

**DIN EN 81-50****DIN**

ICS 91.140.90

Einsprüche bis 2018-04-16  
Vorgesehen als Ersatz für  
DIN EN 81-50:2015-02**Entwurf**

**Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen –  
Prüfungen –  
Teil 50: Konstruktionsregeln, Berechnungen und Prüfungen von  
Aufzugskomponenten;  
Deutsche und Englische Fassung prEN 81-50:2018**

Safety rules for the construction and installation of lifts –

Examinations and tests –

Part 50: Design rules, calculations, examinations and tests of lift components;

German and English version prEN 81-50:2018

Règles de sécurité pour la construction et l'installation des élévateurs –

Examens et essais –

Partie 50: Règles de conception, calculs, examens et essais des composants pour élévateurs;

Version allemande et anglaise prEN 81-50:2018

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-02-16 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](http://www.din.de/go/entwuerfe) bzw. für Norm-  
Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter [www.entwuerfe.normenbibliothek.de](http://www.entwuerfe.normenbibliothek.de),  
sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an [nam@din.de](mailto:nam@din.de) möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im  
Internet unter [www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe](http://www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe) oder für Stellungnahmen zu Norm-  
Entwürfen der DKE unter [www.dke.de/stellungnahme](http://www.dke.de/stellungnahme) abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM), 60498 Frankfurt am Main,  
Postfach 71 08 64, 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 209 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)



## **Nationales Vorwort**

Dieser Norm-Entwurf enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Er beinhaltet die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitee CEN/TC 10 „Aufzüge, Fahrtreppen und Fahrsteige“ im Europäischen Komitee für Normung (CEN) ausgearbeiteten prEN 81-50:2018.

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.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung werden vom Arbeitsausschuss NA 060-33-01 AA „Aufzüge“ im Fachbereich „Maschinenbau“ des DIN-Normenausschusses Maschinenbau (NAM) wahrgenommen. Vertreter der Hersteller und Anwender von Aufzügen sowie der Berufsgenossenschaften sind an der Erarbeitung beteiligt.

Diese Europäische Norm wurde erstellt, um die Einhaltung der in der EMV Richtlinie, Aufzugsrichtlinie und Maschinenrichtlinie angegebenen Vorschriften zu ermöglichen. Die Anforderungen dieser Europäischen Norm wurden so festgelegt, dass sie für die meisten Fälle einen angemessenen Grad an elektromagnetischer Störfestigkeit sicherstellen.

Dieses Dokument ist eine Revision der EN 81-50:2014 gemäß dem neuen Format und den Anforderungen des Normungsauftrages der Europäischen Kommission „M/549 C (2016) 5884“. Während dieser Revision wurden keine technischen Änderungen vorgenommen, so dass die technischen Anforderungen identisch sind mit denen der EN 81-50:2014

### **Änderungen**

Gegenüber DIN EN 81-50:2015-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anpassung des Anhang ZA gemäß dem neuen Format und den Anforderungen des Normungsauftrages der Europäischen Kommission „M/549 C (2016) 5884“.

## **Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen — Prüfungen — Teil 50: Konstruktionsregeln, Berechnungen und Prüfungen von Aufzugskomponenten**

*Règles de sécurité pour la construction et l'installation des élévateurs — Examens et essais — Partie 50 : Règles de conception, calculs, examens et essais des composants pour élévateurs*

*Safety rules for the construction and installation of lifts — Examinations and tests — Part 50: Design rules, calculations, examinations and tests of lift components*

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm  
Dokument-Untertyp:  
Dokument-Stage: CEN-Umfrage  
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.9d

# Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort .....	4
Einleitung .....	5
<b>1 Anwendungsbereich.....</b>	<b>6</b>
<b>2 Normative Verweisungen .....</b>	<b>6</b>
<b>3 Begriffe .....</b>	<b>7</b>
<b>4 Liste der signifikanten Gefährdungen .....</b>	<b>7</b>
<b>5 Konstruktionsregeln, Berechnungen und Prüfungen.....</b>	<b>8</b>
<b>5.1 Allgemeine Festlegungen zur Baumusterprüfung von Sicherheitsbauteilen.....</b>	<b>8</b>
<b>5.1.1 Zweck und Umfang der Prüfung.....</b>	<b>8</b>
<b>5.1.2 Allgemeine Bestimmungen .....</b>	<b>9</b>
<b>5.2 Baumusterprüfung für Verriegelungen von Schacht- und Fahrkorbtüren .....</b>	<b>9</b>
<b>5.2.1 Allgemeines .....</b>	<b>9</b>
<b>5.2.2 Prüfungen.....</b>	<b>10</b>
<b>5.2.3 Besondere Prüfungen bei bestimmten Arten von Türverschlüssen .....</b>	<b>13</b>
<b>5.2.4 Baumusterprüfbescheinigung .....</b>	<b>13</b>
<b>5.3 Baumusterprüfung für Fangvorrichtungen.....</b>	<b>13</b>
<b>5.3.1 Allgemeine Bestimmungen .....</b>	<b>13</b>
<b>5.3.2 Sperrfangvorrichtung .....</b>	<b>14</b>
<b>5.3.3 Bremsfangvorrichtung .....</b>	<b>16</b>
<b>5.3.4 Kommentare.....</b>	<b>19</b>
<b>5.3.5 Baumusterprüfbescheinigung .....</b>	<b>19</b>
<b>5.4 Baumusterprüfung für Geschwindigkeitsbegrenzer.....</b>	<b>20</b>
<b>5.4.1 Allgemeines .....</b>	<b>20</b>
<b>5.4.2 Prüfung der Merkmale des Geschwindigkeitsbegrenzers.....</b>	<b>20</b>
<b>5.4.3 Baumusterprüfbescheinigung .....</b>	<b>21</b>
<b>5.5 Baumusterprüfung für Puffer .....</b>	<b>22</b>
<b>5.5.1 Allgemeines .....</b>	<b>22</b>
<b>5.5.2 Einzureichende Prüfmuster .....</b>	<b>22</b>
<b>5.5.3 Prüfung.....</b>	<b>22</b>
<b>5.5.4 Baumusterprüfbescheinigung .....</b>	<b>26</b>
<b>5.6 Baumusterprüfung für Sicherheitsschaltungen mit elektronischen Bauelementen und/oder programmierbaren elektronischen Systemen (PESSRAL) .....</b>	<b>26</b>
<b>5.6.1 Allgemeine Bestimmungen .....</b>	<b>26</b>
<b>5.6.2 Prüfmuster .....</b>	<b>27</b>
<b>5.6.3 Prüfungen.....</b>	<b>27</b>
<b>5.6.4 Baumusterprüfbescheinigung .....</b>	<b>29</b>
<b>5.7 Baumusterprüfung für Schutzeinrichtungen für den aufwärts fahrenden Fahrkorb gegen Übergeschwindigkeit .....</b>	<b>29</b>
<b>5.7.1 Allgemeines .....</b>	<b>29</b>
<b>5.7.2 Angaben und Prüfmuster.....</b>	<b>30</b>
<b>5.7.3 Prüfung.....</b>	<b>30</b>
<b>5.7.4 Mögliche Änderung der Einstellung.....</b>	<b>32</b>
<b>5.7.5 Prüfbericht.....</b>	<b>32</b>
<b>5.7.6 Baumusterprüfbescheinigung .....</b>	<b>32</b>
<b>5.8 Baumusterprüfung für Schutzeinrichtungen gegen unbeabsichtigte Bewegungen des Fahrkorbs .....</b>	<b>32</b>
<b>5.8.1 Allgemeines .....</b>	<b>32</b>
<b>5.8.2 Angaben und Prüfmuster.....</b>	<b>33</b>

5.8.3	Prüfung.....	34
5.8.4	Mögliche Änderung der Einstellung .....	35
5.8.5	Prüfbericht.....	36
5.8.6	Baumusterprüfbescheinigung.....	36
5.9	Baumusterprüfung für Leitungsbruchventile/Drossel-Rückschlagventile.....	36
5.9.1	Allgemeines .....	36
5.9.2	Allgemeine Bestimmungen.....	36
5.10	Führungsschienenberechnung.....	41
5.10.1	Umfang der Berechnungen .....	41
5.10.2	Biegen .....	41
5.10.3	Knicken .....	43
5.10.4	Zusammengesetzte Biege- und Druck-/Zug- oder Knickspannung .....	44
5.10.5	Flanschbiegung.....	44
5.10.6	Durchbiegungen.....	45
5.11	Ermittlung der Treibfähigkeit .....	46
5.11.1	Einführung .....	46
5.11.2	Berechnung der Treibfähigkeit.....	46
5.11.3	Gleichungen für den allgemeinen Fall .....	50
5.12	Ermittlung des Sicherheitsfaktors von Tragseilen bei elektrisch angetriebenen Aufzügen.....	53
5.12.1	Allgemeines .....	53
5.12.2	Äquivalente Anzahl von Seilrollen $N_{equiv}$ .....	53
5.12.3	Sicherheitsfaktor .....	54
5.13	Berechnung von Kolben, Zylindern, festen Druckleitungen und Zubehör .....	56
5.13.1	Berechnung gegen Überdruck .....	56
5.13.2	Berechnungen der Heber gegen Knicken .....	58
5.14	Pendelschlagversuche .....	61
5.14.1	Allgemeines .....	61
5.14.2	Versuchseinrichtung.....	62
5.14.3	Prüfdurchführung.....	62
5.14.4	Auswertung der Versuche .....	63
5.14.5	Prüfbericht.....	63
5.15	Elektronische Bauelemente — Fehlerausschlüsse .....	66
5.16	Auslegungsvorschriften für programmierbare elektronische Systeme (PESSRAL).....	74
Anhang A (normativ) Muster einer Baumusterprüfbescheinigung.....		75
Anhang B (normativ) Programmierbare elektronische Systeme in sicherheitsrelevanten Anwendungen für Aufzüge (PESSRAL) .....		76
B.1	Gemeinsame Maßnahmen.....	76
B.2	Besondere Maßnahmen .....	79
B.3	Beschreibung der möglichen Maßnahmen .....	83
Anhang C (informativ) Nachweis von Führungsschienen — Berechnungsbeispiel.....		88
C.1	Allgemeines .....	88
C.2	Allgemeine Konfiguration für Aufzüge mit Fangvorrichtung .....	90
C.2.1	Fangen .....	90
C.2.2	Normalbetrieb — Fahren .....	92
C.2.3	Normalbetrieb — Beladen .....	93
Anhang D (informativ) Berechnung der Treibfähigkeit .....		95
Anhang E (informativ) Äquivalente Anzahl von Seilrollen $N_{equiv}$ — Beispiele .....		97
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2014/33/EU.....		98
Literaturhinweise.....		100

## Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 81-50:2018) 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 ist eine Revision der EN 81-50:2014, die sich im Anhang ZA widerspiegelt gemäß dem neuen Format und den Anforderungen des Normungsauftrages der Europäischen Kommission „M/549 C (2016) 5884“. Während dieser Revision wurden keine technischen Änderungen vorgenommen, so dass die technischen Anforderungen identisch sind mit denen der EN 81-50:2014.

Dieses Dokument wird, in Verbindung mit prEN 81-20:2018, EN 81-50:2014 ersetzen.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Der Inhalt dieser Norm enthält die Konstruktionsregeln, Berechnungen und Prüfungen für Aufzugskomponenten, deren Anforderungen in anderen Normen der Reihe EN 81 festgelegt werden. Diese Norm kann daher nur in Verbindung mit den Normen für bestimmte Arten von Aufzügen, wie z. B. EN 81-20 für Personen- und Lastenaufzüge, angewendet werden.

## Einleitung

Es ist der Zweck der vorliegenden Norm, die Sicherheitsregeln für Aufzüge festzulegen, um Personen und Sachen vor Unfallgefahren zu schützen, die sich beim Betrieb, bei der Wartung und in Notfallsituationen einstellen können<sup>1)</sup>.

In Normen, die die Anwendung der vorliegenden Norm fordern, sollte bezüglich des Schutzes von Personen und Sachen, Annahmen, Grundsätzen usw. in den jeweiligen Einleitungen darauf verwiesen werden.

---

<sup>1)</sup> Bei CEN/TC 10 ist ein Interpretationskomitee gegründet worden, um, wenn notwendig, zu erläutern, in welchem Sinn die verschiedenen Abschnitte der Norm verfasst sind. Die veröffentlichten Auslegungen werden in CEN/TS 81-11 solange veröffentlicht, bis sie durch eine Änderung von den jeweils betroffenen Normen übernommen wurden.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Konstruktionsregeln, Berechnungen und Prüfungen von Aufzugskomponenten fest, auf die in anderen Normen, die für die Konstruktion von Personenaufzügen, Lastenaufzügen, Güteraufzügen und anderen vergleichbaren Hubeinrichtungen herangezogen werden, verwiesen wird.

## 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).

prEN 81-20:2018, *Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen — Aufzüge für den Personen- und Gütertransport — Teil 20: Personen- und Lastenaufzüge*

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

EN 12385-5:2002, *Drahtseile aus Stahldraht — Sicherheit — Teil 5: Litzenseile für Aufzüge*

EN 60068-2-6:2008, *Umgebungseinflüsse — Teil 2-6: Prüfverfahren — Prüfung Fc: Schwingen (sinusförmig) (IEC 60068-2-6:2007)*

EN 60068-2-14:2009, *Umgebungseinflüsse — Teil 2-14: Prüfverfahren — Prüfung N: Temperaturwechsel (IEC 60068-2-14:2009)*

EN 60068-2-27:2009, *Umgebungseinflüsse — Teil 2-27: Prüfverfahren — Prüfung Ea und Leitfaden: Schocken (IEC 60068-2-27:2008)*

EN 60112:2003, *Verfahren zur Bestimmung der Prüfzahl und der Vergleichszahl der Kriechwegbildung von festen, isolierenden Werkstoffen (IEC 60112:2003)*

EN 60249-2-2, *Basismaterialien für gedruckte Schaltungen — Teil 2: Einzelbestimmungen — Einzelbestimmungen Nr. 2: Kupferkaschierte Phenolharz-Hartpapiertafeln, wirtschaftliche Qualität*

EN 60249-2-3, *Basismaterialien für gedruckte Schaltungen — Teil 2: Einzelbestimmungen — Einzelbestimmungen Nr. 3: Kupferkaschierte Epoxidharz-Hartpapiertafeln definierter Brennbarkeit (Brennprüfung mit vertikaler Probenlage)*

EN 60664-1:2007, *Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen — Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen (IEC 60664-1:2007)*

EN 60747-5-5:2011, *Halbleiterbauelemente -Einzel-Halbleiterbauelemente-Teil 5-5: Optoelektronische Bauelemente - Optokoppler (IEC 60747-5-5:2007+A1:2013)*

EN 60947-4-1:2010, *Niederspannungsschaltgeräte — Teil 4-1: Schütze und Motorstarter — Elektromechanische Schütze und Motorstarter (IEC 60947-4-1:2009)*

EN 60947-5-1:2017, *Niederspannungsschaltgeräte — Teil 5-1: Steuergeräte und Schaltelemente — Elektromechanische Steuergeräte (IEC 60947-5-1:2016)*

EN 60950-1:2006, *Sicherheitsaspekte für xDSL\_Signale in Stromkreisen für den Anschluss an Telekommunikationsnetze*

EN 61508-1:2010, *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 61508-3:2010)*

EN 61508-2:2010, *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme — Teil 2: Anforderungen an sicherheitsbezogene elektrische/elektronische/programmierbare elektronische Sicherheitssysteme (IEC 61508-2:2010)*

EN 61508-3:2010, *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme — Teil 3: Anforderungen an Software (IEC 61508-3:2010)*

EN 61508-7:2010, *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer System — Teil 7: Überblick über Verfahren und Maßnahmen (IEC 61508-7:2010)*

EN 62326-1:2002, *Leiterplatten – Teil 1: Fachgrundspezifikation (IEC 62326-1:2002)*

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

### 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC pflegen terminologische Datenbanken für den Einsatz in der Normung, die unter den folgenden Adressen zu finden sind:

— IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>

— ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

#### 3.1

##### **zugelassene Stelle**

Organisation oder Hersteller, der ein zugelassenes umfassendes Qualitätssicherungssystem unterhält, um Prüfungen von Sicherheitsbauteilen durchzuführen

#### 3.2

##### **Sicherheitsbauteil**

Bauteil, das bereitgestellt wird, um beim Ansprechen eine Sicherheitsfunktion wahrzunehmen<sup>2)</sup>

#### 3.3

##### **Baumusterprüfbescheinigung**

von einer zugelassenen Stelle, die die Baumusterprüfung durchführt, erstelltes Dokument, das die Übereinstimmung des betrachteten Prüfgegenstands mit den für ihn geltenden Bestimmungen bescheinigt

### 4 Liste der signifikanten Gefährdungen

Dieser Abschnitt enthält alle signifikanten Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse, soweit sie in diesem Dokument behandelt werden, die nach dem Verfahren zur Abschätzung des Risikos als signifikant für diese Art von Maschine festgestellt wurden und für die Maßnahmen zur Beseitigung oder Reduzierung des Risikos erforderlich sind (siehe Tabelle 1).

---

<sup>2)</sup> In manchen Rechtsvorschriften in der EU gibt es eine Anzahl von Punkten, die als Sicherheitsbauteile angesehen werden, wozu die Fangvorrichtung, Geschwindigkeitsbegrenzer, Fahrschacht Türverriegelung usw. gehören. Zum Zweck dieser Norm dürfen auch andere Bauteile als Sicherheitsbauteile angesehen werden, wenn beabsichtigt wird, für den Nachweis ihrer sicheren Funktion eine Baumusterprüfung durchzuführen.

Tabelle 1 — Liste der signifikanten Gefährdungen

Nr.	Gefährdungen nach EN ISO 12100:2010, Anhang B	Relevante Abschnitte
<b>1</b>	<b>Mechanische Gefährdung</b> durch	
	Beschleunigung/Abbremsung (kinetische Energie)	5.3, 5.4, 5.5, 5.7; 5.8; 5.9
	Annäherung eines sich bewegenden Teils an ein feststehendes Teil	5.2
	elastische Elemente	5.10, 5.11; 5.12; 5.13
	herabfallende Gegenstände	5.3, 5.4; 5.5; 5.9
	Schwerkraft (Lageenergie)	5.3, 5.4; 5.5; 5.9
	Höhe gegenüber dem Boden	5.3, 5.4; 5.5; 5.9
	Hochdruck	5.13
	sich bewegende Teile	5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 5.10, 5.11, 5.12, 5.13, 5.14, 5.15, 5.16
	rotierende Teile	5.4, 5.11, 5.12
	Standfestigkeit/-sicherheit	5.10, 5.11, 5.12, 5.13, 5.14
	Festigkeit	5.10, 5.11, 5.12, 5.13, 5.14
<b>2</b>	<b>Elektrische Gefährdungen</b>	
	Lichtbogen	5.2, 5.4, 5.6, 5.7, 5.8, 5.15, 5.16
	elektrostatische Vorgänge	5.2, 5.4, 5.6, 5.7, 5.8, 5.15, 5.16
	spannungsführende Teile	5.2, 5.4, 5.6, 5.7, 5.8, 5.15, 5.16
	unzureichender Abstand zu unter Hochspannung stehenden Teilen	5.2, 5.4, 5.6, 5.7, 5.8, 5.15, 5.16
	Überlast	5.2, 5.4, 5.6, 5.7, 5.8, 5.15, 5.16
	Teile, die im Fehlerzustand spannungsführend geworden sind	5.2, 5.4, 5.6, 5.7, 5.8, 5.15, 5.16
Kurzschluss	5.2, 5.4, 5.6, 5.7, 5.8, 5.15, 5.16	
<b>6</b>	<b>Gefährdungen durch Strahlung</b>	
	niederfrequente elektromagnetische Strahlung	5.6, 5.15, 5.16
	hochfrequente elektromagnetische Strahlung	5.6, 5.15, 5.16
<b>9</b>	<b>Gefährdungen im Zusammenhang mit der Einsatzumgebung der Maschine</b>	5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 5.10, 5.11, 5.12, 5.13, 5.14, 5.15, 5.16

## 5 Konstruktionsregeln, Berechnungen und Prüfungen

### 5.1 Allgemeine Festlegungen zur Baumusterprüfung von Sicherheitsbauteilen

#### 5.1.1 Zweck und Umfang der Prüfung

Das Sicherheitsbauteil/die Sicherheitseinrichtung wird einer Reihe von Prüfungen unterzogen, um festzustellen, ob es/sie nach Bauart und Ausführung den Forderungen der vorliegenden Norm entspricht. Es muss insbesondere geprüft werden, ob die mechanischen, elektrischen und elektronischen Teile der Einrichtung ausreichend bemessen sind und ob die Einrichtung im Laufe der Zeit nicht ihre Wirksamkeit verliert, insbesondere durch Verschleiß oder Altern. Muss das Sicherheitsbauteil besonderen Forderungen (staub-, wasser- oder explosionsgeschützte Bauart) genügen, müssen zusätzliche Prüfungen mit den entsprechenden Kriterien durchgeführt werden.

## 5.1.2 Allgemeine Bestimmungen

**5.1.2.1** Im Rahmen dieser Norm wird davon ausgegangen, dass die Prüfstelle als zugelassene Stelle sowohl die Prüfungen durchführt als auch für die Zertifizierung zuständig ist. Als zugelassene Stelle kann auch diejenige eines Herstellers, der ein zugelassenes umfassendes Qualitäts-Management-System betreibt, gelten. In bestimmten Fällen können Prüfstelle und zugelassene Stelle für das Ausstellen der Baumusterprüfbescheinigung verschieden sein. Daher können in diesen Fällen die verwaltungsmäßigen Verfahren von den in dieser Norm beschriebenen unterschiedlich sein.

**5.1.2.2** Der Antrag auf Baumusterprüfung muss vom Hersteller des Bauteils oder seinem Bevollmächtigten bei einer der zugelassenen Stellen gestellt werden.

**5.1.2.3** Der Versand der zur Prüfung notwendigen Muster muss im Einverständnis zwischen Prüfstelle und Antragsteller erfolgen.

**5.1.2.4** Der Antragsteller darf bei den Prüfungen zugegen sein.

**5.1.2.5** Wenn die mit der gesamten Prüfung eines Bauteiles, für das eine Baumusterprüfbescheinigung erforderlich ist, beauftragte Prüfstelle über die für bestimmte Prüfungen oder Untersuchungen notwendigen Prüfeinrichtungen nicht verfügt, darf sie diese Prüfungen mit Zustimmung des Antragstellers unter ihrer Verantwortung von einer anderen Prüfstelle durchführen lassen.

**5.1.2.6** Die Genauigkeit der Messgeräte muss, soweit nicht anders festgelegt, eine Messung mit folgender Genauigkeit erlauben:

- a)  $\pm 1 \%$  für Massen, Kräfte, Längen, Geschwindigkeiten,
- b)  $\pm 2 \%$  für Beschleunigungen, Verzögerungen,
- c)  $\pm 5 \%$  für Spannungen, Ströme,
- d)  $\pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$  für Temperaturen,
- e) Aufzeichnungsgeräte müssen Vorgänge, die sich innerhalb eines Zeitraumes von 0,01 s ändern, erkennen können;
- f)  $\pm 2,5 \%$  für Durchflussmengen,
- g)  $\pm 1 \%$  für Drücke  $P \leq 200 \text{ kPa}$
- h)  $\pm 5 \%$  für Drücke  $P > 200 \text{ kPa}$ .

## 5.2 Baumusterprüfung für Verriegelungen von Schacht- und Fahrkorb-türen

### 5.2.1 Allgemeines

#### 5.2.1.1 Anwendungsbereich

Dieses Verfahren gilt für Verriegelungen von Schacht- und Fahrkorbtüren. Es wird angenommen, dass jedes Bauteil, das an der Verriegelung von Türen und deren Überwachung beteiligt ist, unter den Begriff „Türverschluss“ fällt.

### 5.2.1.2 Einzureichende Unterlagen

#### 5.2.1.2.1 Übersichtszeichnung mit Funktionsbeschreibung

Aus der Zeichnung müssen alle mit der Arbeitsweise und der Betriebssicherheit des Türverschlusses zusammenhängenden Einzelheiten ersichtlich sein, u. a.:

- a) die Arbeitsweise des Türverschlusses bei Normalbetrieb, wobei der wirksame Eingriff des Sperrmittels und die Stellung anzugeben sind, bei der die elektrische Sicherheitseinrichtung schaltet;
- b) die Arbeitsweise einer etwa vorhandenen mechanischen Schließkontrolle (Fehlschließsicherung);
- c) die Betätigung und Arbeitsweise der Notentriegelung;
- d) die Stromart (Gleich- und/oder Wechselstrom), Nennspannung und Nennstrom.

#### 5.2.1.2.2 Zusammenstellungszeichnung und Beschreibung

Aus der Zeichnung müssen alle für die Arbeitsweise des Türverschlusses bedeutsamen Teile ersichtlich sein, insbesondere diejenigen, die für die Erfüllung dieser Norm maßgebend sind. In einer Beschreibung sind die hauptsächlichsten Teile, ihre Werkstoffe und die Merkmale der Befestigungsteile anzugeben.

### 5.2.1.3 Prüfmuster

Der Prüfstelle muss ein Türverschluss zur Verfügung gestellt werden.

Wird die Prüfung an einem Prototyp vorgenommen, muss eine weitere Prüfung später an einem Serienbauteil durchgeführt werden.

Lässt sich die Prüfung des Türverschlusses nur in eingebautem Zustand, d. h. gemeinsam mit der entsprechenden Tür durchführen, so muss der Türverschluss an einer kompletten und betriebsbereiten Tür montiert sein. Die Abmessungen dürfen jedoch im Verhältnis zur Serienausführung der Tür reduziert werden, wenn dies die Ergebnisse der Prüfung nicht verfälscht.

## 5.2.2 Prüfungen

### 5.2.2.1 Funktionsprüfung

Durch diese Prüfung soll festgestellt werden, dass die mechanischen und elektrischen Teile des Türverschlusses hinsichtlich der Sicherheit und der Erfüllung dieser Norm einwandfrei arbeiten und dass der Türverschluss mit den Angaben im Antrag übereinstimmt.

Insbesondere muss geprüft werden, dass

- a) das Sperrmittel mindestens 7 mm eingegriffen haben muss, bevor die elektrische Sicherheitseinrichtung schließt;
- b) es nicht möglich ist, von einem für Personen normalerweise zugänglichen Ort aus den Aufzug mit offener oder nicht verriegelter Schachttür nach einem einzigen, nicht Teil des normalen Betriebsablaufes bildenden Eingriff in Betrieb zu setzen.

### 5.2.2.2 Mechanische Prüfungen

#### 5.2.2.2.1 Allgemeines

Diese Prüfungen haben den Zweck, die Festigkeit der mechanischen und der elektrischen Bauteile des Türverschlusses zu prüfen.

Das Prüfmuster des Türverschlusses ist in Betriebslage durch die normalerweise verwendeten Organe zu betätigen.

Die Schmierung des Musters muss in Übereinstimmung mit den Vorschriften des Herstellers des Türverschlusses erfolgen.

Sind mehrere Möglichkeiten der Betätigung und mehrere Betriebslagen vorgesehen, muss der Dauerversuch unter den Bedingungen erfolgen, die die ungünstigste Beanspruchung der Teile erwarten lassen.

Die Anzahl der vollständigen Arbeitsspiele und der Arbeitsweg der Sperrmittel müssen durch mechanische oder elektrische Zähler überwacht werden.

#### **5.2.2.2.2 Dauerversuch**

Der Türverschluss muss 1 000 000 ( $\pm 1\%$ ) vollständigen Arbeitsspielen unterzogen werden. Unter einem vollständigen Arbeitsspiel ist eine Hin- und Herbewegung über den gesamten, in beiden Richtungen möglichen Arbeitsweg zu verstehen.

Das Betätigen des Türverschlusses muss weich, stoßfrei und mit 60 ( $\pm 10\%$ ) Arbeitsspielen je Minute erfolgen.

Während des Dauerversuchs muss der Sperrmittelschalter einen rein ohmschen Stromkreis schließen, der für die Nennspannung und die doppelte Nennstromstärke ausgelegt ist.

Hat der Türverschluss eine mechanische Vorrichtung zur Kontrolle des Riegels oder der Stellung des Sperrmittels (Fehlschließesicherung), muss diese Vorrichtung einem Dauerversuch von 100 000 ( $\pm 1\%$ ) Arbeitsspielen unterzogen werden.

Das Betätigen des Türverschlusses muss weich, stoßfrei und mit 60 ( $\pm 10\%$ ) Arbeitsspielen je Minute erfolgen.

#### **5.2.2.2.3 Statische Prüfung**

Bei Türverschlüssen für Drehtüren muss über eine Zeit von 300 s eine statische Kraft aufgebracht werden, die stetig auf 3 000 N gesteigert wird.

Diese Kraft muss im Öffnungssinn der Tür möglichst an derjenigen Stelle ansetzen, an der ein Benutzer versuchen wird, die Tür zu öffnen. Bei Verriegelungen für Schacht-Schiebetüren muss die aufzubringende Kraft 1 000 N betragen.

#### **5.2.2.2.4 Dynamische Prüfung**

Der Türverschluss muss in verriegeltem Zustand in der Öffnungsrichtung einer Stoßprüfung unterzogen werden.

Die Stoßkraft muss der Wirkung einer harten Masse von 4 kg nach einem freien Fall aus 0,50 m Höhe entsprechen.

#### **5.2.2.3 Kriterien für die mechanischen Prüfungen**

Nach dem Dauerversuch (5.2.2.2.2), der statischen Prüfung (5.2.2.2.3) und der dynamischen Prüfung (5.2.2.2.4) dürfen betriebsgefährdender Verschleiß, Verformung oder Bruch nicht aufgetreten sein.

#### **5.2.2.4 Elektrische Prüfungen**

##### **5.2.2.4.1 Dauerversuch mit den Schaltern**

Diese Prüfung ist Bestandteil des Dauerversuchs nach 5.2.2.2.2.

#### 5.2.2.4.2 Schaltleistungsprüfungen

Diese Prüfung muss nach dem Dauerversuch durchgeführt werden und nachweisen, dass die Schaltleistung bei Nennbelastung ausreichend ist. Die Prüfung muss in Übereinstimmung mit dem Verfahren aus EN 60947-4-1 und EN 60947-5-1 erfolgen. Die vom Hersteller des Bauteils angegebenen Werte der Nennspannungen und Nennstromstärken müssen als Versuchsgrundlage verwendet werden.

Wurde nichts festgelegt, müssen folgende Nennwerte zugrunde gelegt werden:

- a) Wechselstrom 230 V/2 A;
- b) Gleichstrom 200 V/2 A.

Wurde nichts Gegenteiliges festgelegt, muss die Schaltleistung für Wechselstrom und für Gleichstrom geprüft werden.

Die Prüfungen müssen in der Betriebslage des Türverschlusses durchgeführt werden. Sind mehrere Betriebslagen möglich, muss die Prüfung in derjenigen Lage stattfinden, die als die ungünstigste angesehen wird.

Das Prüfmuster muss die bei Normalbetrieb vorhandenen Deckel und elektrischen Leitungen aufweisen.

Türverschlüsse mit Schaltern für Wechselstrom müssen mit normaler Geschwindigkeit und mit 110 % Nennspannung im Abstand von 5 s bis 10 s 50mal einen elektrischen Stromkreis öffnen und schließen. Der Kontakt muss wenigstens 0,5 s geschlossen bleiben.

Der Stromkreis muss in Reihe geschaltet eine Induktivität und einen Widerstand enthalten; sein Leistungsfaktor muss  $0,7 \pm 0,05$  und die Stärke des Prüfstroms das 11fache des Wertes des vom Hersteller des Bauteils angegebenen Nennstroms betragen.

Türverschlüsse mit Schaltern für Gleichstrom müssen mit normaler Geschwindigkeit und mit 110 % Nennspannung im Abstand von 5 s bis 10 s 20mal einen elektrischen Stromkreis öffnen und schließen. Der Kontakt muss wenigstens 0,5 s geschlossen bleiben.

Der Stromkreis muss in Reihe geschaltet eine Induktivität und einen Widerstand enthalten und 95 % des stationären Prüfstroms in einer Zeit von 300 ms erreichen.

Die Stärke des Prüfstroms muss 110 % des vom Hersteller angegebenen Nennstroms betragen.

Die Prüfungen werden als befriedigend betrachtet, wenn weder ein Überschlag entsteht noch ein Lichtbogen entstanden ist und wenn keine die Betriebssicherheit beeinträchtigende Beschädigung des Türverschlusses eintritt.

#### 5.2.2.4.3 Prüfung der Kriechstromfestigkeit

Diese Prüfung muss in Übereinstimmung mit dem Verfahren aus EN 60112 durchgeführt werden. Die Elektroden müssen an eine Stromquelle angeschlossen werden, die eine praktische sinusförmige Spannung von 175 V, 50 Hz Wechselstrom liefert.

#### 5.2.2.4.4 Prüfung der Kriechstrecken und Luftstrecken

Die Kriechstrecken und Luftstrecken müssen in Übereinstimmung mit den Anforderungen aus solchen Normen sein, die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangen (z. B. prEN 81-20:2018, 5.11.2.2.4).

#### 5.2.2.4.5 Prüfung der Vorschriften für Sicherheitsschalter und ihre Zugänglichkeit

Diese Prüfung muss unter Berücksichtigung der Einbaulage und Anordnung des Türverschlusses erfolgen.

### 5.2.3 Besondere Prüfungen bei bestimmten Arten von Türverschlüssen

#### 5.2.3.1 Türverschlüsse für waagrecht oder senkrecht bewegte Schacht-Schiebetüren mit mehreren Türblättern

In Übereinstimmung mit den Anforderungen in Normen, die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangen, gelten solche Teile, die der unmittelbaren (z. B. prEN 81-20:2018, 5.3.14.1) oder der mittelbaren mechanischen Verbindung (z. B. prEN 81-20:2018, 5.3.14.2) zwischen den Türblättern dienen, als Bestandteile des Türverschlusses.

Diese Türverschlüsse müssen den in 5.2.2 aufgeführten Prüfungen unterzogen werden. Die Zahl der Arbeitsspiele je Minute während der Dauerversuche muss an die Größenordnung der Baumuster angepasst sein.

#### 5.2.3.2 Klappen-Türverschluss für Drehtüren

Ist der Türverschluss mit einer elektrischen Sicherheitseinrichtung zur Überwachung einer möglichen Verformung der Klappe ausgerüstet und bestehen nach der in 5.2.2.2.3 vorgesehenen statischen Prüfung noch Zweifel über die Festigkeit des Türverschlusses, muss die Belastung stetig erhöht werden, bis die Sicherheitseinrichtung zu öffnen beginnt. Kein Teil des Türverschlusses oder der Tür darf durch die aufgebrachte Belastung beschädigt oder bleibend verformt werden.

Bestehen nach der statischen Prüfung wegen der Maße und der Bauweise keine Zweifel hinsichtlich der Festigkeit, braucht die Klappe keinem Dauerversuch unterzogen zu werden.

### 5.2.4 Baumusterprüfbescheinigung

Die Bescheinigung muss enthalten:

- a) Angaben nach Anhang A,
- b) Art und Verwendungsbereich des Türverschlusses,
- c) Angaben über die Stromart (Wechsel- und/oder Gleichstrom), die Nennspannung und den Nennstrom,
- d) bei Klappentürverschlüssen: Die erforderliche Kraft zum Betätigen der elektrischen Sicherheitseinrichtung zur Überwachung der elastischen Verformung der Klappe.

## 5.3 Baumusterprüfung für Fangvorrichtungen

### 5.3.1 Allgemeine Bestimmungen

Im Antrag muss der vorgesehene Anwendungsbereich angegeben werden, d. h.

- minimale und maximale Masse,
- größte Nenngeschwindigkeit und größte Auslösegeschwindigkeit.

Es müssen außerdem genaue Angaben über die verwendeten Werkstoffe, Art der Führungsschienen und deren Oberflächenzustand (gezogen, gefräst, geschliffen) gemacht werden.

Dem Antrag müssen folgende Unterlagen beigefügt werden:

- a) Detail- und Zusammenstellungszeichnungen mit den erforderlichen Angaben in Bezug auf Bauart, Wirkungsweise, verwendete Werkstoffe, Abmessungen und Bautoleranzen der Bauteile,
- b) bei Bremsfangvorrichtungen zusätzlich ein Belastungsdiagramm der federnden Teile.

### 5.3.2 Sperrfangvorrichtung

#### 5.3.2.1 Prüfmuster

Der Prüfstelle müssen zwei Fanggehäuse mit den zugehörigen Keilen oder Rollen und zwei Führungsschienenstücke zur Verfügung gestellt werden.

Die Anordnung und die Befestigungsart der Muster müssen von der Prüfstelle in Übereinstimmung mit der zur Verfügung stehenden Prüfausstattung festgelegt werden.

Wenn dieselben Fanggehäuse für verschiedene Führungsschienen verwendet werden können, ist kein weiterer Versuch erforderlich, sofern die gleiche Dicke der Führungsschienen, die von der Fangvorrichtung benötigte Breite auf den Laufflächen und die gleiche Oberflächenbeschaffenheit (gezogen, gefräst, geschliffen) vorhanden sind.

#### 5.3.2.2 Prüfung

##### 5.3.2.2.1 Umfang der Prüfung

Die Prüfung muss in einer Presse oder ähnlichen Einrichtung mit gleichmäßiger Geschwindigkeit durchgeführt werden. Messungen müssen erfolgen für:

- a) den zurück gelegten Weg in Abhängigkeit von der Kraft,
- b) die Verformung des Fanggehäuses in Abhängigkeit von der Kraft oder dem zurückgelegten Weg.

##### 5.3.2.2.2 Prüfdurchführung

Die Führungsschiene muss durch die Fangvorrichtung bewegt werden.

Das Fanggehäuse muss markiert werden, um dessen Verformung messen zu können.

Der zurückgelegte Weg muss in Abhängigkeit von der Kraft aufgezeichnet werden.

Nach der Prüfung müssen

- a) die Härte des Fanggehäuses und der Fangmittel mit den vom Antragsteller angegebenen Ursprungswerten verglichen werden; in Sonderfällen können weitere Untersuchungen durchgeführt werden;
- b) Verformungen und Veränderungen geprüft werden, z. B. Risse, Verformungen oder Verschleiß der Fangmittel, Oberflächenzustand der Fangflächen, sofern kein Bruch aufgetreten ist;
- c) Fangmittel, Fanggehäuse und Führungsschienen bei Bedarf fotografiert werden, um die Verformungen und die Bruchstellen zu dokumentieren.

##### 5.3.2.2.3 Unterlagen

###### 5.3.2.2.3.1 Zwei Diagramme müssen erstellt werden:

- a) eines, das die Abhängigkeit der Kraft über den zurückgelegten Weg darstellt;
- b) das andere, das die Verformung des Fanggehäuses angeben muss. Es muss so erstellt werden, dass eine Verbindung zu dem ersten hergestellt werden kann.

**5.3.2.2.3.2** Das Arbeitsvermögen der Fangvorrichtung muss durch Integration der Fläche des Weg-Kraft-Diagramms ermittelt werden.

Die in Betracht kommenden Diagrammflächen müssen sein:

- a) Die Gesamtfläche, wenn keine bleibende Verformung auftritt,
- b) wenn eine bleibende Verformung oder ein Bruch auftritt:
  - 1) entweder die Fläche bis zum Erreichen der Elastizitätsgrenze oder
  - 2) die Fläche bis zur größten Kraft.

### 5.3.2.3 Ermittlung der zulässigen Gesamtmasse

#### 5.3.2.3.1 Energieaufnahmevermögen der Fangvorrichtung

Die Freifallhöhe muss im Zusammenhang mit der maximalen Auslösegeschwindigkeit des Geschwindigkeitsbegrenzers, die in Normen, die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangen (z. B. prEN 81-20:2018, 5.6.2.2.1.2) gefordert ist, ermittelt werden.

Die Freifallhöhe in m muss wie folgt angenommen werden:

$$h = \frac{v_1^2}{2 \cdot g_n} + 0,1 + 0,03$$

Dabei ist

- $g_n$  die Normalfallbeschleunigung in  $m/s^2$ ;  
 $v_1$  die Auslösegeschwindigkeit des Geschwindigkeitsbegrenzers in  $m/s$ ;  
0,10 m der durch den Ansprechverzug zurückgelegte Weg;  
0,03 m der Weg bis zum Anliegen der Fangorgane.

Die gesamte von der Fangvorrichtung aufnehmbare Energie ist:

$$2 \cdot K = (P + Q)_1 \cdot g_n \cdot h$$

und daher:

$$(P + Q)_1 = \frac{2 \cdot K}{g_n \cdot h}$$

Dabei ist

- $K, K_1, K_2$  die von einem Fanggehäuse aufgenommene Arbeit in J (ermittelt in Übereinstimmung mit dem Diagramm);  
 $P$  die Masse des leeren Fahrkorbes und der am Fahrkorb hängenden Teile, d. h. Teil des Hängekabels, vorhandene Ausgleichsseile/-ketten usw. in kg;  
 $Q$  die Nennlast in kg;  
 $(P + Q)_1$  die zulässige Masse in kg.

### 5.3.2.3.2 Zulässige Gesamtmasse

Die zulässige Gesamtmasse in kg beträgt

a) wenn die Streckgrenze nicht überschritten wurde:  $(P + Q)_1 = \frac{2 \cdot K}{2 \cdot g_n \cdot h}$

$K$  wird durch Integration der in 5.3.2.2.3.2 a) definierten Fläche ermittelt;

$2$  ist der Sicherheitsfaktor (im Nenner).

b) wenn die Streckgrenze überschritten wurde, müssen zwei Berechnungen durchgeführt werden, wobei die höhere zulässige Masse gewählt werden muss:

1)  $(P + Q)_1 = \frac{2 \cdot K_1}{2 \cdot g_n \cdot h}$

$K_1$  wird durch Integration der in 5.3.2.2.3.2 b) 1) definierten Fläche ermittelt;

$2$  ist der Sicherheitsfaktor (im Nenner);

2)  $(P + Q)_1 = \frac{2 \cdot K_2}{3,5 \cdot g_n \cdot h}$

$K_2$  wird durch Integration der in 5.3.2.2.3.2 b) 2) definierten Fläche ermittelt;

$3,5$  ist der Sicherheitsfaktor (im Nenner).

## 5.3.3 Bremsfangvorrichtung

### 5.3.3.1 Angaben und Prüfmuster

Der Antragsteller muss angeben, mit welcher Masse (kg) und Auslösegeschwindigkeit (m/s) des Geschwindigkeitsbegrenzers der Versuch durchgeführt werden soll. Muss die Fangvorrichtung für verschiedene Massen zugelassen werden, müssen diese vom Antragsteller angegeben werden. Ferner ist dann die Angabe erforderlich, ob die Einstellung stufenweise oder stufenlos erfolgt.

Der Antragsteller sollte die angehängte Masse (kg) wählen, indem er die vorgesehene Bremskraft (N) durch 16 teilt, um eine mittlere Verzögerung von  $0,6 g_n$  zu erhalten.

Der Prüfstelle muss absprachegemäß eine komplette Fangvorrichtung zusammen mit der für alle Prüfungen erforderlichen Anzahl an Bremsbacken zur Verfügung gestellt werden, Die erforderliche Anzahl von Bremsbacken für die gesamte Versuchsreihe muss mitgeliefert werden. Ferner müssen die vorgesehenen Führungsschienen in der von der Prüfstelle festgelegten Länge zur Verfügung gestellt werden.

### 5.3.3.2 Prüfung

#### 5.3.3.2.1 Umfang der Prüfung

**5.3.3.2.1.1** Die Prüfung muss im Freifall durchgeführt werden. Es müssen direkt oder indirekt gemessen werden:

- die gesamte Freifallhöhe,
- der Bremsweg auf den Schienen,
- der Rutschweg des Begrenzerseils oder der es ersetzenden Einrichtung,
- der Gesamthub der federnden Teile.

Die Messungen a) und b) müssen in Abhängigkeit von der Zeit erfolgen.

**5.3.3.2.1.2** Es müssen ermittelt werden:

- a) die mittlere Bremskraft,
- b) die kurzzeitig auftretende größte Bremskraft,
- c) die kurzzeitig auftretende kleinste Bremskraft.

#### **5.3.3.2.2 Prüfdurchführung**

##### **5.3.3.2.2.1 Fangvorrichtung, zugelassen für eine einzige Masse**

Die Prüfstelle muss 4 Versuche mit der Masse  $(P + Q)_1$  durchführen. Nach jedem einzelnen Versuch muss gewartet werden, bis sich die Bremsbacken auf Normaltemperatur abgekühlt haben.

Bei den Prüfungen dürfen mehrere identische Bremsbacken verwendet werden.

Ein Bremsbackensatz muss jedoch

- a) drei Versuche bei Nenngeschwindigkeiten bis 4 m/s,
- b) zwei Versuche bei Nenngeschwindigkeiten über 4 m/s

ermöglichen.

Die Höhe des freien Falles muss durch die maximale Auslösegeschwindigkeit des Geschwindigkeitsbegrenzers festgelegt werden, für die die Fangvorrichtung verwendet werden kann.

Das Auslösen der Fangvorrichtung muss durch eine Einrichtung erfolgen, mit der die Auslösegeschwindigkeit präzise eingestellt werden kann.

Zum Beispiel kann ein an einem Klemmstück befestigtes Seil, dessen Schlaufenlänge genau berechnet werden sollte, verwendet werden, wobei während des Fangvorganges das Klemmstück mit definierter Reibkraft entlang eines zweiten Seiles bewegt wird. Die Reibkraft sollte ebenso groß sein, wie die Reibkraft des Begrenzerseils in den Rillen des der geprüften Fangvorrichtung zugeordneten Geschwindigkeitsbegrenzers.

##### **5.3.3.2.2.2 Fangvorrichtung, zugelassen für verschiedene Massen**

Stufenweise oder stufenlose Einstellung:

Es müssen zwei Versuchsreihen durchgeführt werden,

- a) eine für den beantragten Maximalwert und
- b) eine für den Minimalwert.

Der Antragsteller muss eine Formel oder ein Diagramm zur Verfügung stellen, woraus die Abhängigkeit der Bremskraft von einer angegebenen Größe ersichtlich ist.

Die Prüfstelle muss durch geeignete Mittel, bei Bedarf durch eine dritte Versuchsreihe zur Feststellung von Zwischenwerten, feststellen, ob die vorgeschlagene Formel verwendbar ist.

### 5.3.3.2.3 Ermittlung der Bremskraft der Fangvorrichtung

#### 5.3.3.2.3.1 Fangvorrichtung, zugelassen für eine einzige Gesamtmasse

Die Bremskraft, die die Fangvorrichtung bei einer angegebenen Einstellung und Art der Führungsschiene erzeugen kann, entspricht dem Durchschnittswert der mittleren Bremskräfte, die bei den Versuchen gemessen wurden. Jeder Versuch muss auf einem unbenutzten Teilstück der Führungsschiene erfolgen.

Es muss geprüft werden, ob die Mittelwerte der bei den Versuchen festgestellten Bremskräfte in einem Streubereich von  $\pm 25\%$  der oben definierten mittleren Bremskraft liegen.

ANMERKUNG Versuche haben gezeigt, dass der Reibwert beträchtlich abnehmen kann, wenn man mehrere aufeinander folgende Versuche an der gleichen Stelle einer bearbeiteten Führungsschiene macht. Dies wird auf die Veränderung des Oberflächenzustands bei wiederholtem Fangen zurückgeführt.

Es wird davon ausgegangen, dass bei einem eingebauten Aufzug ein ungewolltes Fangen in einem nicht abgenutzten Bereich der Führungsschiene stattfindet.

Wenn durch Zufall dies nicht der Fall ist, müsste man eine geringere Bremskraft annehmen, bis man einen nicht abgenutzten Bereich erreicht; d. h., man müsste einen größeren Bremsweg als normal annehmen.

Dies ist ein Grund mehr, keine Einstellung, die zu einer schwachen Verzögerung bei Bremsbeginn führt, zuzulassen.

#### 5.3.3.2.3.2 Fangvorrichtung, zugelassen für verschiedene Massen

Stufenweise oder stufenlose Einstellung:

Die Bremskraft, die die Fangvorrichtung erzeugen kann, muss nach 5.3.3.2.3.1 für den beantragten Maximal- und Minimalwert berechnet werden.

#### 5.3.3.2.4 Prüfung nach Versuchsdurchführung

Nach den Prüfungen muss Folgendes geprüft werden:

- Die Härte des Fanggehäuses und der Fangmittel müssen mit den vom Antragsteller angegebenen Ursprungswerten verglichen werden.
- Verformungen und Veränderungen müssen geprüft werden (z. B. Risse, Verformungen oder Verschleiß der Fangmittel, Oberflächenzustand der Fangflächen).
- Fangmittel, Fanggehäuse und Führungsschienen müssen bei Bedarf fotografiert werden, um die Verformungen oder die Bruchstellen zu dokumentieren.

### 5.3.3.3 Berechnung der zulässigen Masse

#### 5.3.3.3.1 Fangvorrichtung, zugelassen für eine einzige Masse

Die zulässige Gesamtmasse muss mit folgender Formel berechnet werden:

$$(P + Q)_1 = \frac{F_B}{16}$$

Dabei ist

- |             |  |
|-------------|--|
| $F_B$       | die Bremskraft in N, bestimmt in Übereinstimmung mit 5.3.3.2.3,  |
| $P$         | die Masse des leeren Fahrkorbes und der am Fahrkorb hängenden Teile, d. h. Teil des Hängenkabels, vorhandene Ausgleichsseile/-ketten usw. in kg; |
| $Q$         | die Nennlast in kg;  |
| $(P + Q)_1$ | die zulässige Masse in kg.   |

Ist die berechnete zulässige Masse größer als die geprüfte Masse, darf die geprüfte Masse als zulässige Masse dann angenommen werden, wenn die durchschnittliche Verzögerung bei jeder Prüfung  $1g_n$  nicht überschreitet.

#### **5.3.3.3.2 Fangvorrichtung, zugelassen für verschiedene Massen**

##### **5.3.3.3.2.1 Stufenweise Einstellung**

Die zulässige Masse muss für jede Einstellung nach 5.3.3.3.1 berechnet werden.

##### **5.3.3.3.2.2 Stufenlose Einstellung**

Die zulässige Masse muss nach 5.3.3.3.1 für den beantragten Maximal- und Minimalwert und für Zwischenwerte in Übereinstimmung mit der vorgeschlagenen Formel berechnet werden.

#### **5.3.3.4 Mögliche Änderung der Einstellung**

Weichen im Laufe der Versuche die festgestellten Werte um mehr als 20 % von den Werten ab, die der Antragsteller erzielen wollte, dürfen mit seinem Einverständnis weitere Versuche mit geänderter Einstellung vorgenommen werden.

#### **5.3.4 Kommentare**

##### **a) Angegebene Masse**

Die für einen Aufzug angegebene Masse darf den zulässigen Wert für die Sperrfangvorrichtung nicht überschreiten.

Bei Bremsfangvorrichtungen darf die angegebene Masse vom zulässigen Wert nach 5.3.3.3 um  $\pm 7,5\%$  abweichen. Es darf unter diesen Bedingungen angenommen werden, dass die Forderungen aus Normen (z. B. prEN 81-20:2018, 5.6.2.1), die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangen, an einer Aufzugsanlage ungeachtet der üblichen Toleranzen der Dicke der Führungsschienen, des Oberflächenzustandes usw. erfüllt werden.

- b) Bei der Beurteilung der Qualität geschweißter Teile müssen die einschlägigen Vorschriften zugrunde gelegt werden.
- c) Es muss geprüft werden, ob der zur Verfügung stehende Weg der Fangmittel auch unter ungünstigsten Voraussetzungen (Zusammenwirken von Fertigungstoleranzen) ausreichend ist.
- d) Die Bremsbacken müssen in geeigneter Form gegen Lösen oder Verlieren gesichert sein, damit sichergestellt werden kann, dass sie im Anforderungsfall zur Verfügung stehen.
- e) Bei Bremsfangvorrichtungen muss geprüft werden, ob der zur Verfügung stehende Federweg ausreichend ist.

#### **5.3.5 Baumusterprüfbescheinigung**

Die Bescheinigung muss angeben:

- a) Angaben nach Anhang A,
- b) Art und Verwendungsbereich der Fangvorrichtung,
- c) Bereich der zulässigen Masse (siehe 5.3.4 a)),
- d) Auslösegeschwindigkeit des Geschwindigkeitsbegrenzers,
- e) Typ der Führungsschiene,
- f) zulässige Stärke des Kopfes der Führungsschiene,
- g) Mindestbreite der Fangflächen.

Zusätzlich für Bremsfangvorrichtungen:

- h) Oberflächenbeschaffenheit der Führungsschienen (gezogen, gefräst, geschliffen);
- i) Schmierzustand der Führungsflächen. Falls sie geschmiert sind, die Schmiermittelqualitäten und -eigenschaften.

## 5.4 Baumusterprüfung für Geschwindigkeitsbegrenzer

### 5.4.1 Allgemeines

Der Antragsteller muss der Prüfstelle Folgendes angeben:

- a) Art der Fangvorrichtung(en), die durch den Geschwindigkeitsbegrenzer eingerückt werden sollen;
- b) maximale oder minimale Nenngeschwindigkeit der Aufzüge, für die der Geschwindigkeitsbegrenzer verwendet werden kann;
- c) die vorgesehene, vom ausgelösten Geschwindigkeitsbegrenzer im Begrenzerseil erzeugte Zugkraft.

Detail- und Zusammenstellungszeichnungen mit den erforderlichen Angaben in Bezug auf Bauart, Wirkungsweise, verwendete Werkstoffe, Abmessungen und Bauleranzen der Bauteile müssen dem Antrag beigefügt werden.

### 5.4.2 Prüfung der Merkmale des Geschwindigkeitsbegrenzers

#### 5.4.2.1 Prüfmuster

Der Prüfstelle müssen

- a) ein Geschwindigkeitsbegrenzer,
- b) ein Seil der Machart, wie es für den Geschwindigkeitsbegrenzer verwendet werden soll. Die erforderliche Länge legt die Prüfstelle fest;
- c) eine Spannrolle mit Spanngewicht, wie sie mit dem Geschwindigkeitsbegrenzer benutzt werden soll zur Verfügung gestellt werden.

#### 5.4.2.2 Prüfungen

##### 5.4.2.2.1 Umfang der Prüfungen

Das Folgende muss geprüft werden:

- a) die Auslösegeschwindigkeit befindet sich in dem vom Antragsteller angegebenen Bereich,
- b) bei Normen, die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangen (z. B. prEN 81-20:2018, 5.6.2.2.1.6 a)), die Wirkungsweise der elektrischen Sicherheitseinrichtung, die das Triebwerk stillsetzt, sofern diese Einrichtung am Geschwindigkeitsbegrenzer angeordnet ist,
- c) bei Normen, die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangen (z. B. prEN 81-20:2018, 5.6.2.2.1.6 b)), die Wirkungsweise der elektrischen Sicherheitseinrichtung, die eine Fahrt des Aufzuges verhindert, solange der Geschwindigkeitsbegrenzer ausgelöst ist,
- d) die vom ausgelösten Geschwindigkeitsbegrenzer im Begrenzerseil erzeugte Zugkraft.

#### 5.4.2.2.2 Prüfdurchführung

Es müssen mindestens 20 Versuche im Bereich der Auslösegeschwindigkeiten, die den Angaben der Nenngeschwindigkeiten für Aufzüge nach 5.4.1 b) entsprechen, durchgeführt werden.

Die Mehrzahl der Versuche sollte mit den Extremwerten des Bereiches durchgeführt werden.

Die Beschleunigung bis zur Auslösegeschwindigkeit des Geschwindigkeitsbegrenzers sollte so gering wie möglich sein, um die Auswirkungen der Trägheit auszuschalten.

Es müssen zusätzlich mindestens zwei Versuche mit einer Beschleunigung zwischen  $0,9 g_n$  und  $1 g_n$  durchgeführt werden, um den freien Fall zu simulieren und nachzuweisen, dass keine Schädigung verursacht wurde.

#### 5.4.2.2.3 Auswertung der Prüfergebnisse

Im Laufe der 20 Versuche darf die Auslösegeschwindigkeit für Fangvorrichtungen die festgelegten Grenzen aus Normen, die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangen, nicht überschreiten.

Durch den Hersteller des Bauteils darf eine Neueinstellung erfolgen, wenn die vorgesehenen Grenzen überschritten werden. Danach werden weitere 20 Versuche durchgeführt.

Im Laufe der 20 Versuche müssen die Einrichtungen, deren Prüfung in 5.4.2.2.1 b) und c) gefordert ist, innerhalb der von Normen, die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangen (z. B. prEN 81-20:2018, 5.6.2.2.1.6 a) und 5.6.2.2.1.6 b)) angegebenen Grenzen schalten.

Die vom ausgelösten Geschwindigkeitsbegrenzer im Begrenzerseil erzeugte Zugkraft muss mindestens 300 N oder jeden anderen höheren Wert, der vom Antragsteller festgelegt wird, betragen.

Der Umschlingungswinkel sollte  $180^\circ$  betragen, es sei denn, der Hersteller des Bauteils gibt andere Werte an, die im Prüfbericht angegeben sind.

Bei den durch Seilklemmung wirkenden Einrichtungen sollte ferner geprüft werden, ob das Seil keine bleibende Verformung erfährt.

#### 5.4.3 Baumusterprüfbescheinigung

Die Bescheinigung muss angeben:

- a) Angaben nach Anhang A,
- b) Typ und Anwendungsbereich des Geschwindigkeitsbegrenzers,
- c) maximale und minimale Nenngeschwindigkeit des Aufzuges, für die der Geschwindigkeitsbegrenzer verwendet werden kann,
- d) Durchmesser und Machart des verwendeten Seils,
- e) die minimale Spannkraft bei Geschwindigkeitsbegrenzern mit Treibscheibe,
- f) die vom ausgelösten Geschwindigkeitsbegrenzer im Begrenzerseil erzeugte Zugkraft.

## 5.5 Baumusterprüfung für Puffer

### 5.5.1 Allgemeines

Der Antragsteller muss den vorgesehenen Anwendungsbereich angeben, d. h. maximale Aufsetzgeschwindigkeit, maximale und minimale Massen. Folgende Unterlagen müssen beigelegt werden:

- a) Detail- und Zusammenstellungszeichnungen mit den erforderlichen Angaben in Bezug auf Bauweise, Wirkungsweise, verwendete Werkstoffe, Abmessungen und Bautoleranzen der Bauteile.

Bei Ölpuffern muss vor allem die Gradierung (Öldurchtrittsöffnungen) in Abhängigkeit vom Pufferhub angegeben werden;

- b) die Merkmale der verwendeten Flüssigkeit;
- c) Angaben über Umgebungsbedingungen für die Verwendung (Temperatur, Feuchtigkeit, Verschmutzung usw.) und die Lebensdauer (Altern, Austauschkriterien).

### 5.5.2 Einzureichende Prüfmuster

Der Prüfstelle müssen

- a) ein Puffer,
- b) bei hydraulischen Puffern die erforderliche Flüssigkeit getrennt zur Verfügung gestellt werden.

### 5.5.3 Prüfung

#### 5.5.3.1 Energieverzehrende Puffer

##### 5.5.3.1.1 Prüfdurchführung

Der Puffer muss durch frei fallende Gewichte geprüft werden, die der minimalen und maximalen Masse entsprechen. Beim Auftreffen muss die maximal vorgesehene Geschwindigkeit erreicht sein.

Die Geschwindigkeit muss mindestens ab dem Auftreffen des Gewichtes aufgezeichnet werden. Beschleunigung und Verzögerung müssen in Abhängigkeit von der Zeit über den gesamten Bewegungsverlauf der Gewichte ermittelt werden.

##### 5.5.3.1.2 Prüfgeräte

###### 5.5.3.1.2.1 Freifallende Gewichte

Diese Gewichte müssen den minimalen und maximalen Gesamtmassen mit einer Genauigkeit nach 5.1.2.6 entsprechen. Sie müssen senkrecht mit möglichst wenig Reibung geführt werden.

###### 5.5.3.1.2.2 Aufzeichnungsgeräte

Die Aufzeichnungsgeräte müssen in der Lage sein, Signale innerhalb der Genauigkeit nach 5.1.2.6 zu erkennen. Die Messkette einschließlich des Aufzeichnungsgerätes zur zeitabhängigen Aufnahme der Messwerte muss für eine Grenzfrequenz von mindestens 1 000 Hz ausgelegt sein.

### 5.5.3.1.2.3 Geschwindigkeitsmessung

Die Geschwindigkeit muss mindestens ab dem Auftreffen des Gewichtes auf den Puffern oder über den gesamten Weg, den die Gewichte zurücklegen, mit den Genauigkeiten nach 5.1.2.6 aufgezeichnet werden.

### 5.5.3.1.2.4 Verzögerungsmessung

Wird eine Messung der Verzögerung durchgeführt (siehe 5.5.3.1.1), muss sich die Messeinrichtung so nahe wie möglich an der Pufferachse befinden und in der Lage sein, Messungen mit den Genauigkeiten nach 5.1.2.6 durchzuführen.

### 5.5.3.1.2.5 Zeitmessungen

Zeitimpulse von 0,01 s Dauer müssen aufgezeichnet und mit den Genauigkeiten nach 5.1.2.6 gemessen werden.

### 5.5.3.1.3 Umgebungstemperatur

Die Umgebungstemperatur muss zwischen +15 °C und +25 °C liegen.

Die Temperatur der Flüssigkeit muss mit den Genauigkeiten nach 5.1.2.6 gemessen werden.

### 5.5.3.1.4 Pufferaufstellung

Die Pufferaufstellung und -befestigung muss wie im Normalbetrieb erfolgen.

### 5.5.3.1.5 Befüllung des Puffers

Der Puffer muss bis zur Ölstandsmarke unter Beachtung der Anweisungen des Herstellers des Bauteils gefüllt werden.

### 5.5.3.1.6 Prüfungen

#### 5.5.3.1.6.1 Prüfung der Verzögerung

Die Fallhöhe der Gewichte muss so gewählt werden, dass die Auftreffgeschwindigkeit der im Antrag geforderten maximalen Auftreffgeschwindigkeit entspricht.

Die Verzögerung muss den Anforderungen der Norm, die diese Einrichtung fordert (z. B. prEN 81-20:2018, 5.8.2.2.3), entsprechen.

Das Kriechen am Ende des Pufferhubs muss bei der Berechnung der durchschnittlichen Verzögerung unberücksichtigt bleiben, wenn die Verzögerung weniger als  $0,5 \text{ m/s}^2$  beträgt.

Beim ersten Versuch muss die Verzögerung mit maximaler Masse geprüft werden.

Beim zweiten Versuch muss die Verzögerung mit minimaler Masse geprüft werden.

#### 5.5.3.1.6.2 Prüfung des Pufferrücklaufes in die Bereitschaftsstellung

Nach jeder Prüfung muss der Puffer 5 min in völlig zusammengerückter Stellung gehalten werden. Dann muss der Puffer freigegeben werden, damit er wieder in die Bereitschaftsstellung zurückkehren kann.

Handelt es sich um einen Puffer mit Rückstellung durch Feder oder Schwerkraft, muss der vollständige Rücklauf innerhalb max. 120 s erfolgen.

Vor jeder weiteren Verzögerungsprüfung muss 30 min gewartet werden, damit die Flüssigkeit zum Behälter zurückfließen kann und die Luftblasen entweichen sind.

#### 5.5.3.1.6.3 Prüfung der Flüssigkeitsverluste

Nach den zwei in 5.5.3.1.6.1 geforderten Verzögerungsversuchen muss der Flüssigkeitsstand geprüft werden, und nach 30 min muss der Flüssigkeitsstand wieder hoch genug sein, um den Normalbetrieb des Puffers sicherzustellen.

#### 5.5.3.1.6.4 Zustandsprüfung des Puffers nach der Prüfung

Nach den zwei in 5.5.3.1.6.1 geforderten Verzögerungsversuchen darf kein Teil des Puffers bleibende Verformungen aufweisen oder beschädigt sein, sodass sein Zustand normales Funktionieren sicherstellt.

#### 5.5.3.1.7 Verfahrensweise bei Versuchen, bei denen die Anforderungen nicht erfüllt wurden

Stehen die Versuchsergebnisse nicht in Übereinstimmung mit den im Antrag gewünschten minimalen und maximalen Massen, darf die Prüfstelle im Einverständnis mit dem Antragsteller die zulässigen Grenzwerte festlegen.

### 5.5.3.2 Energie speichernde Puffer mit nicht-linearer Kennlinie

#### 5.5.3.2.1 Prüfdurchführung

Der Puffer muss mit Hilfe von Gewichten geprüft werden, die frei aus einer solchen Höhe fallen, dass beim Auftreffen die maximal vorgesehene Geschwindigkeit, aber nicht weniger als 0,8 m/s erreicht wird.

Die Fallhöhe, die Geschwindigkeit, die Beschleunigung und die Verzögerung müssen vom Moment des Auslösens der Gewichte bis zum vollständigen Stillstand aufgezeichnet werden.

Die Gewichte müssen der maximalen und der minimalen vorgesehenen Masse entsprechen. Sie müssen vertikal mit möglichst geringer Reibung geführt sein, sodass beim Auftreffen mindestens  $0,9 g_n$  erreicht werden.

#### 5.5.3.2.2 Prüfgeräte

Die Prüfeinrichtungen müssen 5.5.3.1.2 entsprechen.

#### 5.5.3.2.3 Umgebungstemperatur

Die Umgebungstemperatur muss zwischen +15 °C und +25 °C liegen.

#### 5.5.3.2.4 Pufferaufstellung

Die Pufferaufstellung und -befestigung muss wie im Normalbetrieb erfolgen.

#### 5.5.3.2.5 Anzahl der Prüfungen

Je drei Versuche müssen mit der

- a) maximalen,
- b) minimalen

vorgesehenen Masse durchgeführt werden.

Die Zeit zwischen zwei aufeinander folgenden Versuchen muss zwischen 5 min und 30 min liegen.

Bei den drei Prüfungen mit der maximalen Masse darf der Referenzwert der Pufferkraft bei 50 % der tatsächlichen Pufferhöhe, der vom Antragsteller angegeben wird, um nicht mehr als 5 % differieren. Bei den Prüfungen mit minimaler Masse muss entsprechend verfahren werden.

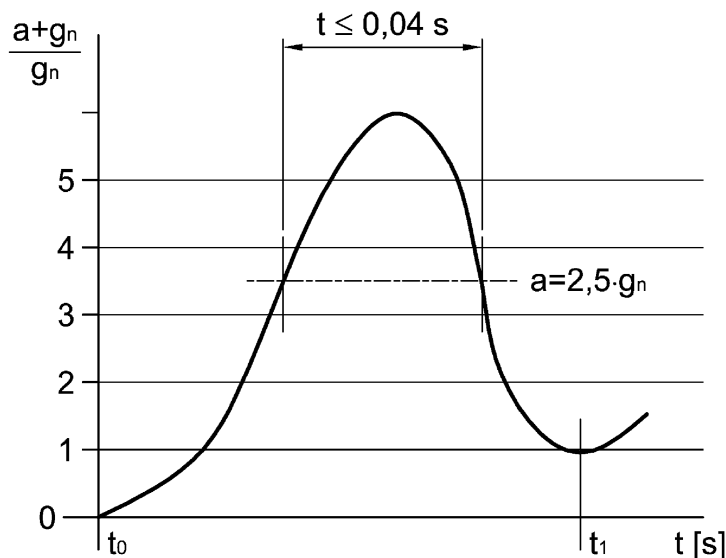
Der Puffer muss innerhalb der 30 min vor der Prüfung einmal statisch oder dynamisch belastet werden, um weitere Setzungen und Veränderungen während der Prüfung auszuschließen.

### 5.5.3.2.6 Prüfungen

#### 5.5.3.2.6.1 Prüfung der Verzögerung

Die Verzögerung „a“ muss folgenden Anforderungen genügen:

- Die Verzögerung wird über die Zeit ermittelt, die zwischen den ersten beiden absoluten Minima der Verzögerung liegt (siehe Bild 1). Die Verzögerung darf  $1 g_n$  nicht überschreiten.
- Verzögerungsspitzen mit mehr als  $2,5 g_n$  darf nicht länger als  $0,04$  s anstehen.
- Die Verzögerungsspitze darf den Höchstwert aus der Norm, die diese Einrichtung fordert, nicht überschreiten (z.B. prEN 81-20:2018, 5.8.2.1.2.1 e)).<sup>N1)</sup>
- Die Rücklaufgeschwindigkeit darf den Höchstwert aus der Norm, die diese Einrichtung fordert, nicht überschreiten (z.B. prEN 81-20:2018, 5.8.2.1.2.1 c)).



#### Legende

- $t_0$  Zeitpunkt, in dem der Puffer berührt wird (erstes absolutes Minimum)  
 $t_1$  zweites absolutes Minimum

**Bild 1 — Verzögerungsverlauf - Beispiel mit Anforderungen aus EN 81-20**

#### 5.5.3.2.6.2 Prüfung des Zustandes des Puffers nach den Versuchen

Nach den Prüfungen mit der maximalen Masse darf kein Teil des Puffers bleibende Verformungen aufweisen oder beschädigt sein, sodass sein Zustand normales Funktionieren sicherstellt.

<sup>N1)</sup> Nationale Fußnote: In Abweichung zur Referenzfassung muss der Satz lauten: „Die Dauer der Verzögerungsspitze darf den Höchstwert aus der Norm, die diese Einrichtung fordert, nicht überschreiten“.

#### 5.5.3.2.7 Verfahrensweise bei Versuchen, bei denen die Anforderungen nicht erfüllt wurden

Wenn die Versuchsergebnisse mit den im Antrag angegebenen minimalen und maximalen Massen nicht zufriedenstellend sind, darf die Prüfstelle im Einverständnis mit dem Antragsteller die zulässigen Grenzwerte festlegen.

#### 5.5.4 Baumusterprüfbescheinigung

Die Bescheinigung muss angeben:

- a) Angaben nach Anhang A,
- b) Typ und Anwendungsbereich des Puffers,
- c) Abmessungen des Puffers;
- d) die maximale Auftreffgeschwindigkeit,
- e) die maximale Masse,
- f) die minimale Masse,
- g) die Befestigungsart;
- h) die Merkmale der Flüssigkeit bei hydraulischen Puffern,
- i) Umgebungsbedingungen für die Verwendung in Übereinstimmung mit den Angaben des Herstellers (Temperatur, Feuchtigkeit, Verschmutzung usw.).

### 5.6 Baumusterprüfung für Sicherheitsschaltungen mit elektronischen Bauelementen und/oder programmierbaren elektronischen Systemen (PESSRAL)

#### 5.6.1 Allgemeine Bestimmungen

##### 5.6.1.1 Allgemeines

Sicherheitsschaltungen mit elektronischen Bauelementen benötigen Prüfungen in einer Prüfstelle, weil praktische Prüfungen an der eingebauten Anlage durch Sachverständige nicht möglich sind.

Im Folgenden wird auf gedruckte Leiterplatten Bezug genommen. Sind Sicherheitsschaltungen nicht auf diese Weise aufgebaut, muss von einem gleichwertigen Aufbau ausgegangen werden.

##### 5.6.1.2 Sicherheitsschaltungen mit elektronischen Komponenten

Der Antragsteller muss der Prüfstelle Folgendes bekannt geben:

- a) Bezeichnung der Leiterplatte,
- b) Arbeitsumgebung,
- c) Aufstellung der benutzten Bauelemente,
- d) Layout der Leiterplatte,
- e) Layout der Hybridschaltungen und Markierungen der Leiterbahnen für Sicherheitsschaltungen,

- f) Funktionsbeschreibung,
- g) elektrische Schaltpläne einschließlich Eingangs- und Ausgangsdefinitionen der Leiterplatte,
- h) das zur Anwendung gekommene Verfahren für die Fehlerbetrachtung und die dokumentierten Ergebnisse.

### 5.6.1.3 Auf programmierbaren elektronischen Systemen basierende Sicherheitsschaltungen

Zusätzlich zu 5.6.1.1 muss folgende Dokumentation bereitgestellt werden:

- a) Dokumente und Beschreibungen im Zusammenhang mit den im Anhang B aufgeführten Maßnahmen;
- b) allgemeine Beschreibung der verwendeten Software (z. B. Programmierregeln, Sprache, Compiler, Module);
- c) Funktionsbeschreibung einschließlich Software-Architektur und Hardware/Software-Wechselwirkung;
- d) Beschreibung der Blöcke, Module, Daten, Variablen und Schnittstellen;
- e) Softwarelisten.

### 5.6.2 Prüfmuster

Der Prüfstelle muss

- a) eine bestückte Leiterplatte,
- b) eine unbestückte Leiterplatte (ohne Bauelemente)

zur Verfügung gestellt werden.

### 5.6.3 Prüfungen

#### 5.6.3.1 Mechanische Prüfungen

##### 5.6.3.1.1 Allgemeines

Während der Prüfungen muss das Prüfobjekt (gedruckte Schaltung) in Betrieb sein. Während und nach den Prüfungen dürfen in der Sicherheitsschaltung keine unsicheren Funktionen und Bedingungen auftreten.

##### 5.6.3.1.2 Schwingungen

Gebererlemente von Sicherheitsschaltungen müssen folgenden Anforderungen genügen:

- a) EN 60068-2-6, Dauerprüfung durch Frequenzzyklen: Tabelle C.2:
    - 20 Frequenzzyklen in jeder Achse bei einer Amplitude von 0,35 mm und im Frequenzbereich von 10 Hz bis 55 Hz
- sowie
- b) EN 60068-2-27, Beschleunigung und Schockdauer: Tabelle 1:
    - in der Kombination von
      - Spitzenbeschleunigung  $294 \text{ m/s}^2$  oder  $30 g_n$ ,
      - entsprechender Schockdauer 11 ms und
      - entsprechender Geschwindigkeitsänderung bei Halbsinus 2,1 m/s.

ANMERKUNG Sind Puffer für Gebererlemente vorgesehen, werden diese als Teil der Gebererlemente betrachtet.

Nach der Prüfung dürfen Kriech- und Luftstrecken nicht kleiner als zulässig werden.

### 5.6.3.1.3 Stoßen (EN 60068-2-27)

#### 5.6.3.1.3.1 Allgemeines

Stoßprüfungen müssen das Herunterfallen von gedruckten Schaltungen und damit verbundene mögliche Abrisse von Bauteilen und unsichere Zustände simulieren.

Die Prüfungen werden unterteilt in:

- a) Schocktests und
- b) Rütteltests.

Das Prüfmuster muss den folgenden Mindestanforderungen genügen:

#### 5.6.3.1.3.2 Schocktest

- a) Schockform Halbsinus
- b) Beschleunigungsamplitude 15 g
- c) Schockdauer 11 ms

#### 5.6.3.1.3.3 Rütteltest

- a) Beschleunigungsamplitude 10 g
- b) Schockdauer 16 ms
- c) 1) Anzahl der Stöße 1 000 ± 10,  
2) Stoßfrequenz 2/s

### 5.6.3.2 Temperaturprüfungen (EN 60068-2-14)

Grenzen der Umgebungstemperatur: 0 °C und +65 °C (gemeint ist die Umgebungstemperatur der Sicherheitseinrichtung).

Prüfbedingungen:

- Die gedruckte Leiterplatte muss sich in der Einbaulage befinden.
- Die gedruckte Leiterplatte muss unter der üblichen Nenn-Betriebsspannung stehen.
- Die Sicherheitseinrichtung muss während und nach den Prüfungen arbeiten. Enthält die gedruckte Leiterplatte außer den Sicherheitsschaltungen noch andere Bauteile, müssen auch diese während der Prüfungen arbeiten, jedoch wird ihr Ausfall nicht berücksichtigt.
- Die Prüfungen müssen bei Minimal- und Maximaltemperatur (0 °C und +65 °C) ausgeführt werden und mindestens 4 Stunden dauern.
- Ist die gedruckte Leiterplatte für einen größeren Temperaturbereich ausgelegt, muss sie für in diesem Bereich geprüft werden.

### 5.6.3.3 Fehlerbetrachtung für elektrische Sicherheitsschaltungen

Das Dokument mit der Fehlerbetrachtung, die in der jeweiligen Norm (z. B. prEN 81-20:2018, 5.11.2.3), die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangt, gefordert wird, muss überprüft werden.

### 5.6.3.4 Funktions- und Sicherheitsprüfungen von PESSRAL

Zusätzlich zur Verifizierung der in den Tabellen B.1 bis B.6 angegebenen Maßnahmen muss Folgendes validiert werden:

- a) Software-Entwurf und -Codierung: Prüfung aller Codezeilen durch Verfahren wie formale Entwurfsprüfung, FAGAN, Testfälle usw.;
- b) Software- und Hardware-Prüfung: Verifizierung aller aus den Tabellen B.1 und B.2 sowie z. B. aus Tabelle B.7 ausgewählten Maßnahmen durch z. B. Fehlersimulation (auf der Grundlage von EN 61508-2 und EN 61508-7).

### 5.6.4 Baumusterprüfbescheinigung

Die Bescheinigung muss angeben:

- a) Angaben nach Anhang A,
- b) Typ und Anwendungsbereich der Steuerung,
- c) vorgesehenen Verschmutzungsgrad nach EN 60664-1,
- d) Betriebsspannung,
- e) Abstände zwischen den Sicherheitsschaltungen und den anderen Steuerstromkreisen auf der Leiterplatte.

ANMERKUNG Andere Prüfungen, wie Feuchtigkeitsprüfungen, Klimaschockprüfungen usw. sind wegen der üblichen Umgebungsbedingungen bei Aufzügen für Sicherheitsschaltungen nicht erforderlich.

## 5.7 Baumusterprüfung für Schutzeinrichtungen für den aufwärts fahrenden Fahrkorb gegen Übergeschwindigkeit

### 5.7.1 Allgemeines

**5.7.1.1** Diese Beschreibung gilt für Schutzeinrichtungen für den aufwärts fahrenden Fahrkorb gegen Übergeschwindigkeit, bei denen Geschwindigkeitsbegrenzer oder programmierbare elektronische Systeme, deren Nachweise nach 5.4 und 5.6 erfolgen, nicht eingesetzt werden. Die Prüfergebnisse für Fangvorrichtungen, die nach 5.3 überprüft wurden, dürfen für die Überprüfung des zulässigen Einsatzbereichs herangezogen werden.

**5.7.1.2** Der Antragsteller muss den vorgesehenen Einsatzbereich angeben:

- a) minimale und maximale Masse oder Drehmoment,
- b) kleinste (falls zutreffend) und größte Nenngeschwindigkeit,
- c) Verwendung in Anlagen mit Ausgleichsseilen.

**5.7.1.3** Dem Antrag müssen folgende Unterlagen beigelegt werden:

- a) Detail- und Zusammenstellungszeichnungen mit den erforderlichen Angaben in Bezug auf Bauart, Wirkungsweise, verwendete Werkstoffe, Abmessungen und Toleranzen der Bauteile,
- b) soweit erforderlich, zusätzlich ein Belastungsdiagramm der federnden Teile,
- c) detaillierte Mitteilungen über die verwendeten Materialien, die Teile, auf die die Schutzeinrichtung für den aufwärts fahrenden Fahrkorb gegen Übergeschwindigkeit wirken soll, sowie deren Oberflächenbeschaffenheit (gezogen, gefräst, geschliffen usw.).

## **5.7.2 Angaben und Prüfmuster**

**5.7.2.1** Der Antragsteller muss angeben, mit welcher Masse (kg) und welcher Auslösegeschwindigkeit (m/s) die Prüfungen durchgeführt werden sollen. Wenn die Schutzeinrichtung für den aufwärts fahrenden Fahrkorb gegen Übergeschwindigkeit für verschiedene Massen bescheinigt werden muss, muss der Antragsteller diese angeben und mitteilen, ob die Einstellung in Stufen oder stufenlos erfolgt.

**5.7.2.2** Der Prüfstelle muss, entsprechend der Vereinbarung zwischen dem Antragsteller und der Prüfstelle,

- entweder eine komplette Schutzeinrichtung für den aufwärts fahrenden Fahrkorb gegen Übergeschwindigkeit, die aus beiden Elementen, der Bremseinrichtung und der Geschwindigkeitskontrolleinrichtung besteht,
  - oder nur das Element, das nicht nach 5.3, 5.4 oder 5.6 geprüft wurde,
- vom Antragsteller zur Verfügung gestellt werden.

Die erforderliche Anzahl von Bremsbacken für die gesamte Versuchsreihe muss beigelegt werden. Ferner müssen die Bauteile, auf die die Schutzeinrichtung wirken soll, in den Abmessungen, die mit der Prüfstelle festgelegt wurden, mitgeliefert werden.

## **5.7.3 Prüfung**

### **5.7.3.1 Umfang der Prüfung**

Der Prüfumfang muss zwischen dem Antragsteller und der Prüfstelle in Abhängigkeit von der Einrichtung und ihrer Funktionsweise so festgelegt werden, dass eine realistische Funktion des Systems erreicht wird. Es müssen folgende Messungen durchgeführt werden:

- a) Beschleunigung und Geschwindigkeit,
- b) Bremsweg,
- c) Verzögerung.

Die Messungen müssen in Abhängigkeit von der Zeit aufgezeichnet werden.

### **5.7.3.2 Prüfdurchführung**

#### **5.7.3.2.1 Allgemeines**

Es müssen mindestens 20 Versuche mit der Geschwindigkeitskontrolleinrichtung im Bereich der Auslösegeschwindigkeiten, die den Angaben der Nenngeschwindigkeiten für Aufzüge nach 5.7.1.2 entsprechen, durchgeführt werden.

Die Beschleunigung der Masse bis zur Auslösegeschwindigkeit sollte so gering wie möglich sein, um die Auswirkungen der Trägheit auszuschalten.

#### 5.7.3.2.2 Einrichtung für eine Masse

Die Prüfstelle muss mit dem System vier Prüfungen mit einer Masse, die den leeren Fahrkorb repräsentiert, durchführen.

Zwischen den einzelnen Versuchen müssen Teile, die der Reibung unterworfen sind, zu ihrer Normaltemperatur zurückkehren können.

Bei den Prüfungen dürfen mehrere identische Bremsbacken verwendet werden.

Ein Bremsbackensatz muss jedoch

- a) drei Versuche, wenn die Nenngeschwindigkeit 4 m/s nicht übersteigt,
  - b) zwei Versuche, wenn die Nenngeschwindigkeit 4 m/s übersteigt,
- ermöglichen.

Die Prüfungen müssen mit der höchsten Auslösegeschwindigkeit, für die die Schutzeinrichtung vorgesehen sein soll, durchgeführt werden.

#### 5.7.3.2.3 Einrichtung für verschiedene Massen

Stufenweise oder stufenlose Einstellung

Es muss je eine Versuchsreihe für den beantragten kleinsten und größten Wert durchgeführt werden. Der Antragsteller muss eine Formel oder ein Diagramm zur Verfügung stellen, woraus die Abhängigkeit der Bremskraft von einer vorgegebenen Größe ersichtlich ist.

Die Prüfstelle muss durch geeignete Mittel, bei Bedarf durch eine dritte Versuchsreihe zur Feststellung von Zwischenwerten, feststellen, ob die vorgeschlagene Formel verwendbar ist.

#### 5.7.3.2.4 Einrichtung zur Kontrolle der Übergeschwindigkeit

##### 5.7.3.2.4.1 Prüfdurchführung

Es müssen mindestens zwanzig Prüfungen im Bereich der Auslösegeschwindigkeit durchgeführt werden, ohne dabei das Bremssystem ansprechen zu lassen.

Die Mehrzahl der Versuche muss mit den Extremwerten des Geschwindigkeitsbereiches durchgeführt werden.

##### 5.7.3.2.4.2 Auswertung der Prüfergebnisse

Im Laufe der zwanzig Versuche darf die Auslösegeschwindigkeit die in solchen Normen, die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangen (z. B. prEN 81-20:2018, 5.6.6.1), angegebenen Grenzen nicht überschreiten.

#### 5.7.3.3 Prüfung nach Versuchsdurchführung

Nach der Prüfung

- a) muss die Härte der Bremsbacken mit den vom Antragsteller angegebenen Ursprungswerten verglichen werden;
- b) müssen Verformungen und andere Veränderungen festgestellt werden, (z. B. Risse, Verformungen oder Verschleiß der Bremsbacken und deren Oberflächenzustand), sofern kein Bruch aufgetreten ist;

- c) muss die Schutteinrichtung für den aufwärts fahrenden Fahrkorb gegen Übergeschwindigkeit mit den Bremsbacken und die Teile, auf die sie wirkt, bei Bedarf fotografiert werden, um die Verformungen und die Bruchstellen zu dokumentieren;
- d) muss festgestellt werden, ob die Verzögerung mit der minimalen Masse den Wert von  $1g_n$  nicht überschritten hat.

#### 5.7.4 Mögliche Änderung der Einstellung

Weichen im Laufe der Versuche die festgestellten Werte um mehr als 20 % von den Werten ab, die der Antragsteller erwartete, dürfen mit seinem Einverständnis weitere Versuche mit geänderter Einstellung vorgenommen werden.

#### 5.7.5 Prüfbericht

Die Baumusterprüfung muss, um die Wiederholbarkeit sicherzustellen, in allen Details beschrieben werden, insbesondere im Hinblick auf:

- das Prüfverfahren, das zwischen dem Antragsteller und der Prüfstelle festgelegt wurde,
- Beschreibung des Prüfaufbaus,
- Anordnung des Prüfmusters im Prüfaufbau,
- Anzahl der ausgeführten Versuche,
- Aufzeichnung der gemessenen Werte,
- Beschreibung der Beobachtungen während der Versuche,
- Auswertung der Prüfergebnisse in Bezug auf die Übereinstimmung mit den Anforderungen.

#### 5.7.6 Baumusterprüfbescheinigung

Die Bescheinigung muss angeben:

- a) Angaben nach Anhang A,
- b) Art und Verwendungsbereich der Schutteinrichtung für den aufwärtsfahrenden Fahrkorb gegen Übergeschwindigkeit,
- c) Grenzen der zulässigen Masse,
- d) Bereich der Auslösegeschwindigkeit der Geschwindigkeitskontrolleinrichtung,
- e) Art der Teile, auf die die Schutteinrichtung für den aufwärtsfahrenden Fahrkorb gegen Übergeschwindigkeit wirkt.

### 5.8 Baumusterprüfung für Schutteinrichtungen gegen unbeabsichtigte Bewegungen des Fahrkorbs

#### 5.8.1 Allgemeines

Die Schutteinrichtung gegen unbeabsichtigte Bewegungen des Fahrkorbs muss als vollständiges System baumustergeprüft werden, oder die Teilsysteme für die Erkennung, die Auslösung und die Abbremsung dürfen getrennten Baumusterprüfungen unterzogen werden. Die Baumusterprüfung von Teilsystemen muss die Anforderungen an Schnittstellen und die relevanten Kenngrößen jeden Teilsystems festlegen, falls dies Bestandteil eines vollständigen Systems ist.

Der Antragsteller muss die Hauptkenngrößen für den Einsatz des Systems oder des Teilsystems, das der Baumusterprüfung unterliegt, angeben:

- kleinste und größte Masse;
- kleinste und größte Kraft oder Drehmoment oder Druck der Hydroflüssigkeit, falls zutreffend;
- einzelne Ansprechzeiten des Detektors, der Ansteuerung und des Bremslements/der Bremslemente;
- die höchste zu erwartende Geschwindigkeit vor Beginn der Verzögerung (siehe Anmerkung 1);
- Abstand vom Stockwerk, an dem der Detektor eingebaut wird;
- Prüfungsgeschwindigkeit(en) (siehe Anmerkung 2);
- Temperatur- und Feuchtigkeitsgrenzwerte der Konstruktion und weitere wichtige Angaben, die zwischen dem Antragsteller und der Prüfstelle vereinbart wurden.

**ANMERKUNG 1** Als Beispiel wird darauf hingewiesen, dass bei Treibscheibenaufzügen die höchste erreichbare Geschwindigkeit bei einer natürlichen Beschleunigung von  $1,5 \text{ m/s}^2$  ohne Drehmomentanteil vom Motor in der Größenordnung von  $2 \text{ m/s}$  liegt. Dieser Wert basiert auf der Geschwindigkeit, die zu Beginn der Verzögerung erreicht wird (beispielsweise als Ergebnis einer „natürlichen“ Beschleunigung von  $1,5 \text{ m/s}^2$  während der Ansprechzeiten der Schutzeinrichtung gegen unbeabsichtigte Bewegung des Fahrkorbs, der Schaltkreise und der Bremslemente), wobei angenommen wird, dass der Detektor für die unbeabsichtigte Bewegung wirksam wird, wenn der Fahrkorb den Rand der Entriegelungszone erreicht.

Im elektrischen Fehlerfall kann für Treibscheibenaufzüge angenommen werden, dass aufgrund interner Überwachungseinrichtungen eine Beschleunigung, von nicht mehr als  $2,5 \text{ m/s}^2$  erreicht werden kann.

**ANMERKUNG 2** Prüfungsgeschwindigkeit(en): eine vom Hersteller angegebene Geschwindigkeit, die von der Prüfstelle herangezogen wird, um die vom Aufzug zurückgelegte Strecke zu ermitteln (zu prüfende Strecke), so dass die Schutzeinrichtung gegen unbeabsichtigte Bewegung des Fahrkorbs auf ihre richtige Funktion an der Anlage während der Prüfung vor der Inbetriebnahme geprüft werden kann. Hierbei könnte es sich um die Prüfungsgeschwindigkeit oder eine andere, vom Hersteller festgelegte und durch die Prüfstelle zugelassene Geschwindigkeit, handeln.

Die Strecke, die der Fahrkorb während einer unbeabsichtigten Bewegung zurücklegen darf, wird in den Anforderungen solcher Normen, die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangen (z. B. prEN 81-20:2018, 5.6.7.5) angegeben.

Dem Antrag müssen folgende Unterlagen beigefügt werden:

- a) Detail- und Zusammenstellungszeichnungen in Bezug auf Bauart, Wirkungsweise, Abmessungen und Toleranzen der Bauteile;
- b) soweit erforderlich, zusätzlich ein Belastungsdiagramm der federnden Teile;
- c) detaillierte Angaben über die verwendeten Werkstoffe, die Teile, auf die die Schutzeinrichtung wirkt, sowie ggf. deren Oberflächenbeschaffenheit (gezogen, gefräst, geschliffen usw.).

## 5.8.2 Angaben und Prüfmuster

**5.8.2.1** Der Antragsteller muss angeben, für welchen Einsatzbereich die Schutzeinrichtung vorgesehen ist.

**5.8.2.2** Prüfmuster müssen wie zwischen dem Antragsteller und der Prüfstelle vereinbart geliefert werden und, soweit erforderlich, aus einer kompletten Schutzeinrichtung, die aus einem Detektor für die Erkennung der unbeabsichtigten Bewegung des Fahrkorbs, der Ansteuerung (Auslöser), Bremslementen und ggf. Überwachungseinrichtung(en) bestehen.

Die erforderliche Anzahl von Bremsbacken für die gesamte Versuchsreihe muss beigefügt werden.

Ferner müssen die Bauteile, auf die die Schutzeinrichtung wirkt, in den Abmessungen, die die Prüfstelle festlegt, geliefert werden.

### 5.8.3 Prüfung

#### 5.8.3.1 Umfang der Prüfung

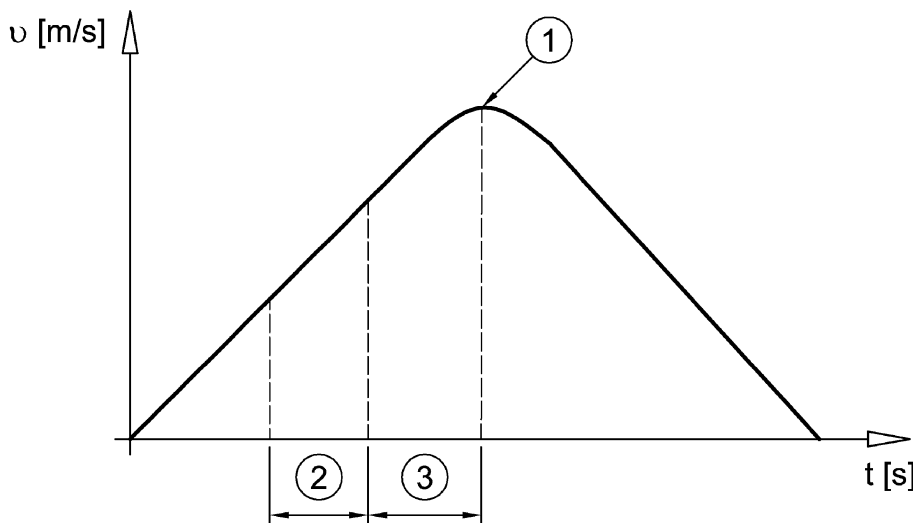
Der Prüfungsumfang muss zwischen dem Antragsteller und der Prüfstelle in Abhängigkeit von der Schutzeinrichtung und deren Funktionsweise so festgelegt werden, dass eine realistische Funktion des Systems erreicht wird.

Es müssen folgende Messungen durchgeführt werden:

- der Bremsweg;
- die mittlere Verzögerung;
- die Ansprechzeit der Erkennung, der Auslösung, des Bremslements und der Ansteuerung (siehe Bild 2);
- die zurückgelegte Gesamtstrecke (Summe von Beschleunigungstrecke- und Bremsweg).

Die Prüfung muss weiterhin beinhalten:

- Funktion des Detektors für unbeabsichtigte Bewegung des Fahrkorbs und
- jegliches automatisches Überwachungssystem, falls zutreffend.



#### Legende

- ① Punkt, an dem die Bremslemente eine Geschwindigkeitsverzögerung einleiten
- ② Ansprechzeit des Detektors für die Erkennung der unbeabsichtigten Bewegung des Fahrkorbs und der Schaltkreise
- ③ Ansprechzeit der Auslöseschaltungen und der Bremslemente

**Bild 2 — Ansprechzeiten**

#### 5.8.3.2 Prüfdurchführung

Es müssen zwanzig Versuche mit dem Bremslement durchgeführt werden, wobei:

- keines der Ergebnisse außerhalb der Spezifikation liegen darf;
- jedes Ergebnis innerhalb von  $\pm 20\%$  vom Mittelwert liegen muss.

Der Mittelwert muss in der Bescheinigung angegeben werden.

#### **5.8.3.2.1 Einrichtung für eine einzige Masse, ein einzelnes Drehmoment oder einem einzelnen Druck der Hydroflüssigkeit**

Die Prüfstelle muss mit dem System 10 Prüfungen mit einer Masse oder einem Drehmoment oder dem Druck der Hydroflüssigkeit, das den leeren Fahrkorb repräsentiert, in Aufwärtsrichtung und zehn Prüfungen mit einer Masse oder einem Drehmoment oder dem Druck der Hydroflüssigkeit, das den mit der Nennlast beladenen Fahrkorb repräsentiert, in Abwärtsrichtung durchführen.

Zwischen den einzelnen Versuchen müssen Teile, die der Reibung unterworfen sind, zu ihrer Normaltemperatur zurückkehren können.

Bei den Prüfungen dürfen mehrere identische Bremsbackens verwendet werden. Ein Bremsbackensatz muss jedoch mindestens fünf Versuche ermöglichen.

#### **5.8.3.2.2 Einrichtung für unterschiedliche Massen, Drehmomente oder Drücke der Hydroflüssigkeit**

Es muss je eine Versuchsreihe für den beantragten Maximal- und Minimalwert durchgeführt werden.

Der Antragsteller muss eine Gleichung oder ein Diagramm zur Verfügung stellen, woraus die berechnete Schwankung der Bremskraft, des Drehmomentes oder des Drucks der Hydroflüssigkeit in Abhängigkeit von einer angegebenen Einstellung ersichtlich ist. Die Ergebnisse müssen als zurückgelegte Strecke angegeben werden.

Die Prüfstelle muss feststellen, ob die Gleichung oder das Diagramm verwendbar sind.

#### **5.8.3.2.3 Prüfdurchführung für den Detektor für unbeabsichtigte Bewegung des Fahrkorbs**

Zur Prüfung der Funktion des Detektors müssen 10 Versuche durchgeführt werden. Alle Prüfungen müssen zum Nachweis der einwandfreien Funktion erfolgreich verlaufen.

#### **5.8.3.2.4 Prüfdurchführung für die Selbstüberwachung**

Zur Prüfung der Funktion der Einrichtung müssen 10 Versuche durchgeführt werden. Alle Prüfungen müssen zum Nachweis der einwandfreien Funktion erfolgreich verlaufen.

Zusätzlich muss die Leistungsfähigkeit der Selbstüberwachung, die einen Redundanzverlust der Bremseinrichtung vor Eintritt eines kritischen Zustands erkennt, nachgewiesen werden.

#### **5.8.3.3 Prüfung nach Versuchsdurchführung**

Nach der Prüfung:

- a) muss festgestellt werden, ob die mechanischen Eigenschaften des Bremslements/der Bremslemente noch mit den vom Antragsteller angegebenen Ursprungswerten übereinstimmen. In Sonderfällen dürfen weitere Untersuchungen durchgeführt werden;
- b) muss festgestellt werden, ob keine Verformungen und Veränderungen vorhanden sind (z. B. Risse, Verformungen oder Verschleiß der Bremsbacken, Erscheinungsbild der Reibflächen);
- c) muss die Schutzeinrichtung mit den Bremsbacken und die Teile, auf die sie wirkt, bei Bedarf fotografiert werden, um die Verformungen und die Bruchstellen zu dokumentieren.

#### **5.8.4 Mögliche Änderung der Einstellung**

Weichen im Laufe der Versuche die festgestellten Werte um mehr als 20% von den Werten ab, die der Antragsteller erzielen wollte, dürfen mit seinem Einverständnis weitere Versuchsreihen, gegebenenfalls mit geänderter Einstellung, vorgenommen werden.

### 5.8.5 Prüfbericht

Die Baumusterprüfung muss, um die Wiederholbarkeit sicherzustellen, in allen Details beschrieben werden, insbesondere im Hinblick auf:

- das Prüfverfahren, das zwischen dem Antragsteller und der Prüfstelle festgelegt wurde;
- Beschreibung des Prüfaufbaus;
- Anordnung des Prüfmusters im Prüfaufbau;
- Anzahl der ausgeführten Versuche;
- Aufzeichnung aller gemessenen Werte;
- Beschreibung der Beobachtungen während der Versuche;
- Auswertung der Prüfergebnisse, um die Übereinstimmung mit den Anforderungen aufzuzeigen.

### 5.8.6 Baumusterprüfbescheinigung

Die Bescheinigung muss angeben:

- a) Angaben nach Anhang A;
- b) Art und Anwendungsbereich der Schutzeinrichtung/des Teilsystems gegen unbeabsichtigte Bewegung des Fahrkorbs;
- c) die Grenzen der Hauptkenngrößen (wie zwischen der Prüfstelle und dem Hersteller vereinbart);
- d) die Prüfgeschwindigkeit mit den relevanten Kenngrößen für die Endprüfung;
- e) die Art der Teile, auf die die Bremsen wirken;
- f) die Kombination aus Detektor und Bremsenmechanismus der Schutzeinrichtung, falls es sich um ein komplettes System handelt;
- g) Anforderungen an Schnittstellen bei Teilsystemen.

## 5.9 Baumusterprüfung für Leitungsbruchventile/Drossel-Rückschlagventile

### 5.9.1 Allgemeines

Im Folgenden wird der Begriff „Leitungsbruchventil“ sowohl für das Leitungsbruchventil als auch für das Drossel-Rückschlagventil mit beweglichen mechanischen Teilen benutzt.

### 5.9.2 Allgemeine Bestimmungen

#### 5.9.2.1 Allgemeines

Der Antragsteller muss für das Leitungsbruchventil, das baumustergeprüft werden soll, angeben:

- a) Bereich
  - 1) der Durchflussmenge,
  - 2) des Druckes,
  - 3) der Viskosität,
  - 4) der Umgebungstemperatur;

b) Anbringungsart.

Einzelteil- und Zusammenstellungszeichnungen aus denen die konstruktiven Einzelheiten, die Funktion, die Einstellung, die Materialien, die Abmessungen und die Toleranzen des Leitungsbruchventils und der Anschlusseinrichtungen hervorgehen, müssen dem Antrag beigefügt werden.

#### 5.9.2.2 Einzureichende Baumuster

Der Prüfstelle muss zur Verfügung gestellt werden:

- a) ein Leitungsbruchventil,
- b) eine Liste der Flüssigkeiten, für die das Leitungsbruchventil eingesetzt werden kann oder eine ausreichende Menge der Spezialflüssigkeit, die benutzt werden soll.
- c) sofern notwendig, Anschlusseinrichtungen für die Prüfeinrichtungen der Prüfstelle.

#### 5.9.2.3 Prüfung

##### 5.9.2.3.1 Prüfeinrichtung

Das Leitungsbruchventil muss in der vorgesehenen Einbaulage in einem hydraulischen System geprüft werden, bei dem

- a) der erforderliche Prüfdruck durch eine Masse erzeugt wird,
- b) der Durchfluss durch einstellbare Ventile kontrollierbar ist,
- c) der Druck vor und hinter dem Leitungsbruchventil<sup>3</sup> aufgezeichnet werden kann,
- d) Einrichtungen zur Veränderung der Umgebungstemperatur und der Viskosität der Hydroflüssigkeit vorhanden sind.

Das System muss es ermöglichen, den Durchfluss in Abhängigkeit von der Zeit aufzuzeichnen. Zur Bestimmung des Durchflusses darf auch das Messen einer anderen Größe, aus der der Durchfluss abgeleitet werden kann, durchgeführt werden, z. B. die Geschwindigkeit eines Kolbens.

##### 5.9.2.3.2 Messgeräte

Die Messgeräte müssen eine Genauigkeit nach 5.1.2.6 aufweisen.

##### 5.9.2.4 Prüfverfahren

Die Prüfung muss

- a) einen vollständigen Leitungsbruch an einem Aufzug mit in einer Haltestelle stehendem Fahrkorb,
- b) die Widerstandsfähigkeit des Leitungsbruchventils gegen Überdruck darstellen.

---

3) „Vor dem Leitungsbruchventil“ bedeutet zwischen Zylinder und Leitungsbruchventil.

#### 5.9.2.4.1 Darstellung eines vollständigen Leitungsbruchs

**5.9.1.4.2.1** Zur Darstellung eines vollständigen Leitungsbruchs muss der Durchfluss aus einer statischen Situation heraus durch Öffnen eines Ventils dergestalt initialisiert werden, dass der statische Druck vor dem Leitungsbruchventil dabei auf einen dynamischen Druck von weniger als 10 % des Ursprungsdrucks absinkt.

Dabei müssen die Toleranzen des Schließwertes innerhalb des vorgesehenen Bereiches

- a) des Durchflusses,
- b) der Viskosität,
- c) des Drucks,
- d) der Umgebungstemperatur

beachtet werden.

Dies kann durch Versuchsreihen erreicht werden, wobei

- der maximale Druck, die maximale Umgebungstemperatur, der minimale einstellbare Durchfluss und die minimale Viskosität;
- der minimale Druck, die minimale Umgebungstemperatur, der maximale einstellbare Durchfluss und die maximale Viskosität

eingehalten werden.

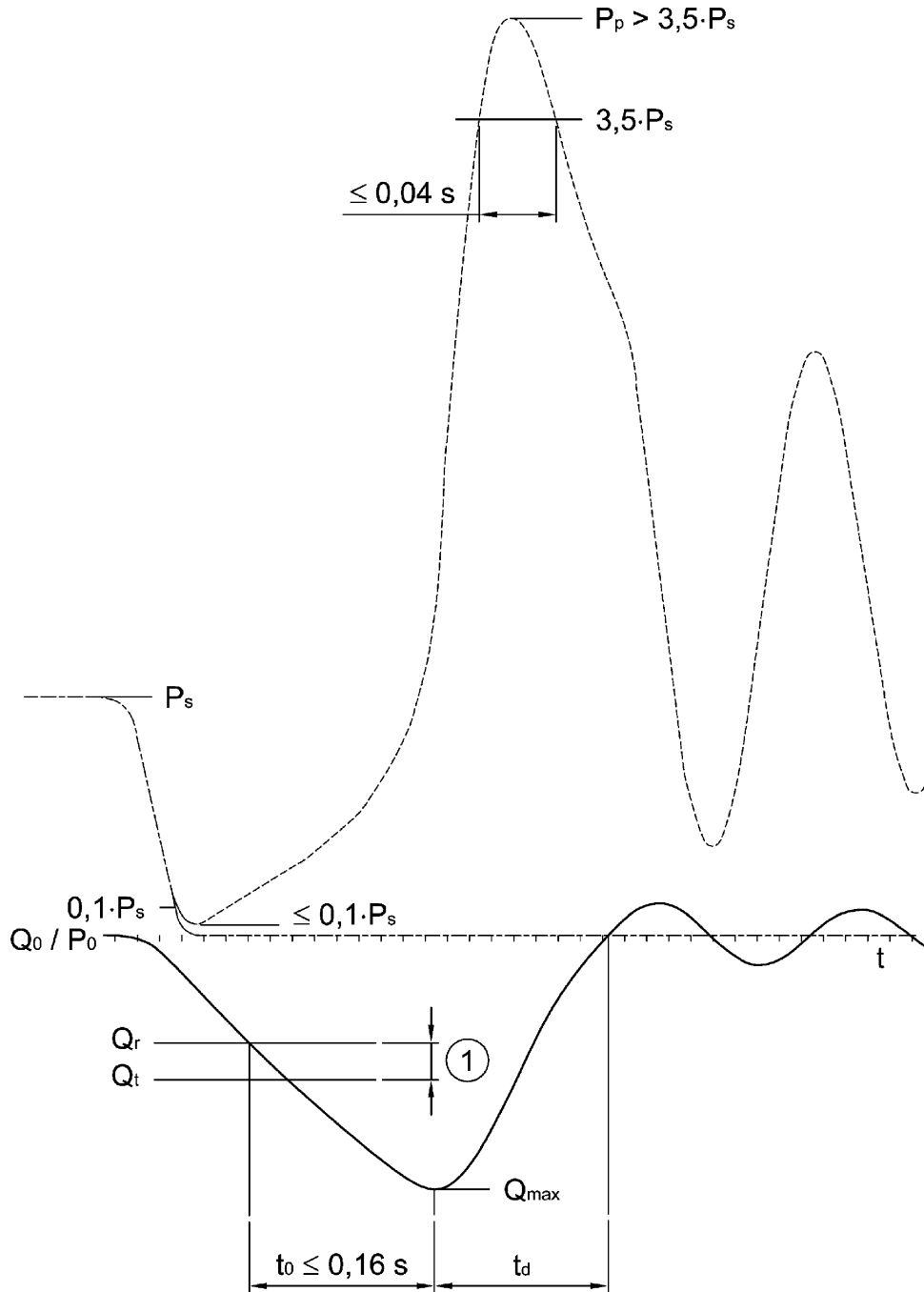
Jede Versuchsreihe muss mindestens 10 Versuche umfassen, um die Toleranzbreite des Ansprechens des Leitungsbruchventils unter diesen Bedingungen zu erfassen.

**5.9.1.4.2.2** Während der Versuche muss die Abhängigkeit zwischen der Zeit und

- dem Durchfluss,
- dem Druck vor dem Leitungsbruchventil sowie
- dem Druck nach dem Leitungsbruchventil

aufgezeichnet werden.

Die typischen Verläufe dieser Kurven sind in Bild 3 dargestellt.



**Legende**

- $P_0$  Druck vor der Prüfung
- $P_p$  Druckspitze
- $P_s$  statischer Druck
- $Q_0$  Durchfluss vor der Prüfung
- $Q_{\max}$  größter Durchfluss
- $Q_r$  Durchfluss bei Erkennung der Nenngeschwindigkeit
- $Q_t$  Durchfluss am Auslösepunkt
- $t$  Zeit
- $t_0$  Zeitraum zwischen Erkennung und dem größtem Durchfluss vor dem Schließen

$t_d$  Zeitraum zwischen dem größten Durchfluss und Nulldurchfluss  
— . — . Druck nach dem Leitungsbruchventil  
———— Durchfluss der Hydroflüssigkeit  
— — — Druck vor dem Leitungsbruchventil

① das Leitungsbruchventil muss auslösen, bevor die Geschwindigkeit 0,3 m/s über der Nenngeschwindigkeit liegt

### Bild 3 — Durchfluss der Hydroflüssigkeit durch und Druck vor und nach dem Leitungsbruchventil

#### 5.9.2.4.2 Widerstand gegen Druck

Die Widerstandsfähigkeit des Leitungsbruchventils gegen Druck muss durch eine Druckprüfung mit dem 5fachen Nenndruck über einen Zeitraum von 2 min nachgewiesen werden.

#### 5.9.2.5 Auswertung der Prüfungen

##### 5.9.2.5.1 Schließvorgang

Ein Leitungsbruchventil erfüllt die Anforderungen der Norm, wenn die nach 5.9.1.4.2 aufgezeichneten Kurven zeigen, dass

- a) die Zeit  $t_0$  zwischen dem Nenndurchfluss (100 % Durchfluss) und dem Höchstwert des Durchflusses  $Q_{\max}$  0,16 s nicht überschreitet.
- b) für die Zeit  $t_d$  der Abnahme des Durchflusses gilt:

$$\frac{|Q_{\max}|}{6 \cdot A \cdot 9,81} \leq t_d \leq \frac{|Q_{\max}|}{6 \cdot A \cdot 1,96}$$

Dabei ist

- $A$  die Fläche des Hebers, auf den der Druck wirkt, in  $\text{cm}^2$ ;
- $Q_{\max}$  die maximale Durchflussmenge in l/min;
- $t_d$  die Bremszeit in s;
- c) ein Druck von mehr als  $3,5 \cdot P_s$  darf nicht länger als 0,04 s anstehen, wobei  $P_s$  dem statischen Druck entspricht;
- d) das Leitungsbruchventil muss auslösen, bevor die Geschwindigkeit 0,30 m/s über der Nenngeschwindigkeit liegt.

##### 5.9.2.5.2 Widerstand gegen Druck

Ein Leitungsbruchventil erfüllt die Anforderungen der Norm, wenn nach der Druckprüfung nach 5.9.1.4.3 keine bleibenden Verformungen oder Beschädigungen festgestellt werden.

##### 5.9.2.5.3 Nacheinstellung

Wenn die Grenzwerte für die Durchflussabnahme oder für Druckspritzen überschritten werden, darf der Hersteller die Einstellung des Leitungsbruchventils verändern. Danach muss eine weitere Versuchsreihe durchgeführt werden.

### 5.9.2.6 Baumusterprüfbescheinigung.

Die Bescheinigung muss enthalten:

- a) Angaben nach Anhang A,
- b) Bauart und Anwendungsbereich,
- c) Bereich
  - 1) der Durchflussmenge des Leitungsbruchventils,
  - 2) des Drucks des Leitungsbruchventils,
  - 3) der Viskosität der verwendeten Hydroflüssigkeit,
  - 4) der Umgebungstemperatur des Leitungsbruchventils.

Der Bescheinigung muss ein Diagramm entsprechend Bild 3 beigelegt sein, das den Zusammenhang zwischen der Durchflussmenge der Hydroflüssigkeit und dem Druck, worüber sich  $Q_{\max}$  und  $t_d$  ableiten lassen, aufzeigt.

## 5.10 Führungsschienenberechnung

### 5.10.1 Umfang der Berechnungen

Führungsschienen müssen unter Berücksichtigung der folgenden Beanspruchungen bemessen sein:

- Biegebeanspruchung;
- zusammengesetzte Biegebeanspruchung;
- Knickbeanspruchung;
- zusammengesetzte Druck-/Zugbeanspruchung;
- zusammengesetzte Biege und Druck-/Zugbeanspruchung;
- zusammengesetzte Knick- und Biegebeanspruchung;
- Beanspruchung durch Flanschbiegung.

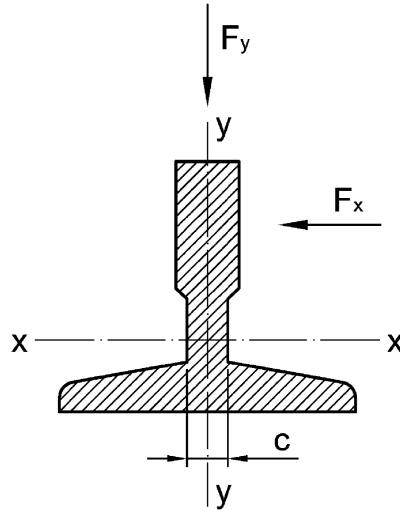
Zusätzlich müssen Durchbiegungen analysiert werden.

ANMERKUNG Anhang C enthält ein Beispiel für eine Berechnung, die auf dem nachfolgenden Verfahren beruht.

### 5.10.2 Biegen

**5.10.2.1** Beim Berechnen der Biegebeanspruchung in den verschiedenen Achsen der Führungsschiene (Bild 4) kann unterstellt werden, dass

- die Führungsschiene ein Durchlaufträger mit gelenkigen Lagerungen in den Abständen von  $l$  ist;
- die die Biegung verursachenden Kräfte in der Mitte zwischen benachbarten Schienenbefestigungen anzusetzen sind;
- Biegemomente in der neutralen Achse des Führungsschienenprofils wirken.



**Bild 4 — Achsen der Führungsschiene**

Zur Bestimmung der Biegespannung  $\sigma_m$  aus horizontalen Kräften, die im rechten Winkel zu den Achsen des Profils wirken, müssen folgende Gleichungen angewendet werden:

$$\sigma_m = \frac{M_m}{W} \quad \text{mit} \quad M_m = \frac{3 \cdot F_h \cdot l}{16}$$

Dabei ist

- $F_h$  die auf die Führungsschiene durch Führungsschuhe ausgeübte horizontale Kraft in den verschiedenen Lastfällen in N;
- $l$  der größte Abstand zwischen den Schienenbügeln in mm.
- $M_m$  das Biegemoment in Nm;
- $\sigma_m$  die Biegespannung in N/mm<sup>2</sup>;
- $W$  das Widerstandsmoment in mm<sup>3</sup>.

**5.10.2.2** Biegebeanspruchungen in verschiedenen Achsen müssen zusammengesetzt werden, wobei die Form des Profils der Führungsschiene zu beachten ist.

Werden für  $W_x$  und  $W_y$  die üblichen Tabellenwerte ( $W_{x \min}$  und  $W_{y \min}$ ) eingesetzt und damit die zulässigen Spannungen nicht überschritten, ist kein weiterer Nachweis erforderlich. Andernfalls muss genauer untersucht werden, an welcher Außenfaser des Profils der Führungsschiene die höchsten Spannungen auftreten.

**5.10.2.3** Sind mehr als 2 Führungsschienen vorhanden, darf eine gleichförmige Verteilung der Führungskräfte auf die Führungsschienen angenommen werden, wenn die Profile identisch sind.

**5.10.2.4** Werden mehrere Fangvorrichtungen verwendet, die auf verschiedene Führungsschienen wirken, kann angenommen werden, dass die gesamte Bremskraft gleichmäßig auf die Fangvorrichtungen verteilt ist.

**5.10.2.5** Wirken mehrfach übereinander angeordnete Fangvorrichtungen auf eine Führungsschiene, muss unterstellt werden, dass deren Bremskraft an einem Punkt wirkt.

### 5.10.3 Knicken

Zur Bestimmung der Knickbeanspruchung muss das „Omega“-Verfahren mit folgender Gleichung angewendet werden:

$$\sigma_k = \frac{(F_v + k_3 \cdot M_{zus}) \cdot \omega}{A}$$

Dabei ist

- A die Querschnittsfläche einer Führungsschiene in mm<sup>2</sup>;
- F<sub>v</sub> die vertikale Kraft an einer Führungsschiene für den Fahrkorb, das Gegengewicht oder das Ausgleichsgewicht in N;
- k<sub>3</sub> der Stoßfaktor;
- M<sub>zus</sub> die Kraft aus Zusatzeinrichtungen in einer Führungsschiene in N;
- σ<sub>k</sub> die Knickspannung in N/mm<sup>2</sup>;
- ω die Knickzahl.

Die Knickzahlen können mit den folgenden Polynomen mit Hilfe von  $\lambda = \frac{l_k}{i}$  und  $l_k = l$  bestimmt werden:

Dabei ist

- $\lambda = \frac{l_k}{i}$  der Schlankheitsgrad;
- i der Trägheitsradius in mm;
- l der größte Abstand zwischen den Schienenbügeln in mm
- l<sub>k</sub> die Knicklänge in mm.

Für Stahl mit der Bruchfestigkeit R<sub>m</sub> = 370 N/mm<sup>2</sup>:

20 ≤ λ ≤ 60:	ω = 0,000 129 20 · λ <sup>1,89</sup> + 1
60 < λ ≤ 85:	ω = 0,000 046 27 · λ <sup>2,14</sup> + 1
85 < λ ≤ 115:	ω = 0,000 017 11 · λ <sup>2,35</sup> + 1,04
115 < λ ≤ 250:	ω = 0,000 168 87 · λ <sup>2,00</sup>

Für Stahl mit der Bruchfestigkeit R<sub>m</sub> = 520 N/mm<sup>2</sup>:

20 ≤ λ ≤ 50:	ω = 0,000 082 40 · λ <sup>2,06</sup> + 1,021
50 < λ ≤ 70:	ω = 0,000 018 95 · λ <sup>2,41</sup> + 1,05
70 < λ ≤ 89:	ω = 0,000 024 47 · λ <sup>2,36</sup> + 1,03
89 < λ ≤ 250:	ω = 0,000 253 30 · λ <sup>2,00</sup>

Die Bestimmung von Knickzahlen von Stählen mit einer Bruchfestigkeit R<sub>m</sub> zwischen 370 N/mm<sup>2</sup> und 520 N/mm<sup>2</sup> muss nach folgender Gleichung erfolgen:

$$\omega_R = \left[ \frac{\omega_{520} - \omega_{370}}{520 - 370} \cdot (R_m - 370) \right] + \omega_{370}$$

#### 5.10.4 Zusammengesetzte Biege- und Druck-/Zug- oder Knickspannung

Die zusammengesetzte Biege- und Druck-/Zugspannung muss nach den folgenden Gleichungen ermittelt werden:

Biegespannungen:  $\sigma = \sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{zul}$

Biege- und Druck-/Zugspannungen:  $\sigma = \sigma_m + \frac{F_v + k_3 \cdot M_{zus}}{A} \leq \sigma_{zul}$

Biege- und Knickspannungen:  $\sigma = \sigma_k + 0,9 \sigma_m \leq \sigma_{zul}$

Dabei ist

- $A$  die Querschnittsfläche einer Führungsschiene in  $\text{mm}^2$ ;
- $F_v$  die vertikale Kraft an einer Führungsschiene durch den Fahrkorb, das Gegengewicht oder das Ausgleichsgewicht in N;
- $k_3$  der Stoßfaktor;
- $M_{zus}$  die Kraft aus Zusatzeinrichtungen in einer Führungsschiene in N;
- $\sigma$  die zusammengesetzte Spannung in  $\text{N/mm}^2$ ;
- $\sigma_k$  die Knickspannung in  $\text{N/mm}^2$ ;
- $\sigma_m$  die Biegespannung in  $\text{N/mm}^2$ ;
- $\sigma_x$  die Biegespannung in  $x$ -Achse in  $\text{N/mm}^2$ ;
- $\sigma_y$  die Biegespannung in der  $y$ -Achse in  $\text{N/mm}^2$ ;
- $\sigma_{zul}$  die zulässige Spannung in  $\text{N/mm}^2$ , siehe die Normen, die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangen (z. B. EN 81-20, 5.7.4.5).

#### 5.10.5 Flanschbiegung

Flanschbiegung muss berücksichtigt werden. Bei T-Profilen müssen folgende Gleichungen verwendet werden:

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{zul} \quad \text{für Rollenführungen}$$

$$\sigma_F = \frac{F_x \cdot (h_1 - b - f) \cdot 6}{c^2 \cdot (l + 2 \cdot (h_1 - f))} \leq \sigma_{zul} \quad \text{für Gleitführungen}$$

Dabei ist

- $b$  die Hälfte der Breite der Führungsschuheinlage in mm;
- $c$  die Breite des Stegs zwischen Fuß und Kopf in mm;
- $f$  die Fußdicke der Führungsschiene am Übergang zum Steg in mm;
- $F_x$  die Kraft an einem Führungsschuh auf den Flansch in N;
- $h_1$  die Führungsschienenhöhe in mm;
- $l$  die Länge der Führungsschuheinlage in mm;

$\sigma_F$  die lokale Flansch-Biegespannung in N/mm<sup>2</sup>;

$\sigma_{zul}$  die zulässige Spannung in N/mm<sup>2</sup>.

ANMERKUNG Die Abmessungen sind in Bild 5 dargestellt.

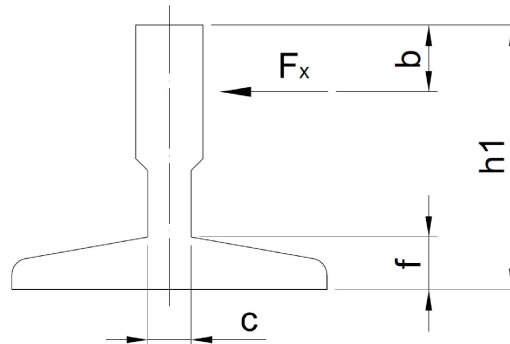


Bild 5 — Durchbiegungen

### 5.10.6 Durchbiegungen

Die Durchbiegung muss nach folgenden Gleichungen bestimmt werden:

$$\delta_x = 0,7 \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} + \delta_{str-x} \leq \delta_{zul}$$

$$\delta_y = 0,7 \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} + \delta_{str-y} \leq \delta_{zul}$$

Dabei ist

$\delta_{str-x}$  die Durchbiegung der Gebäudestruktur in der  $x$ -Achse in mm;

$\delta_{str-y}$  die Durchbiegung der Gebäudestruktur in der  $y$ -Achse in mm;

$\delta_x$  die Durchbiegung in der  $x$ -Achse in mm;

$\delta_y$  die Durchbiegung in der  $y$ -Achse in mm;

$\delta_{zul}$  die größte zulässige Durchbiegung in mm;

$E$  der Elastizitätsmodul in N/mm<sup>2</sup>;

$F_x$  die Führungskraft in der  $x$ -Achse in N;

$F_y$  die Führungskraft in der  $y$ -Achse in N;

$I_x$  das Flächenträgheitsmoment, bezogen auf die  $x$ -Achse in mm<sup>4</sup>;

$I_y$  das Flächenträgheitsmoment, bezogen auf die  $y$ -Achse in mm<sup>4</sup>;

$l$  der größte Abstand zwischen den Schienenbügeln in mm.

## 5.11 Ermittlung der Treibfähigkeit

### 5.11.1 Einführung

Die Treibfähigkeit muss unter den Bedingungen

- Normalfahrt,
- Beladen des Fahrkorbes und
- Anhalten bei Nothalt

immer sichergestellt sein.

Wenn das Drehmoment des Antriebs ausreichend hoch ist, um den Fahrkorb anzuheben, muss in Betracht gezogen werden, dass ein Rutschen ermöglicht wird, wenn der Fahrkorb oder das Gegengewicht aus welchem Grund auch immer im Schacht blockiert ist.

Das folgende Auslegungsverfahren gilt für die Ermittlung der Treibfähigkeit von traditionellen Anordnungen mit Drahtseilen aus Stahl, gegossenen oder stählernen Treibscheiben.

ANMERKUNG Die Ergebnisse sind – so zeigen die Erfahrungen – wegen der intern vorhandenen Sicherheiten sicher. Deshalb brauchen die folgenden Einzelheiten nicht im Detail berücksichtigt werden: Machart der Seile, Art und Umfang der Schmierung, Werkstoff von Treibscheiben und Seilen und Herstellungstoleranzen.

### 5.11.2 Berechnung der Treibfähigkeit

#### 5.11.2.1 Allgemeines

Die folgenden Gleichungen müssen angewendet werden:

$$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{f\alpha} \quad \text{für das Beladen des Fahrkorbes und Nothalt;}$$

$$\frac{T_1}{T_2} \geq e^{f\alpha} \quad \text{für den blockierten Fahrkorb/das blockierte Gegengewicht (Fahrkorb/Gegengewicht verbleibt auf den Puffern, und der Antrieb dreht sich in „Abwärts/Aufwärts“-Richtung), wenn der Schutz gegen die Aufwärtsbewegung des Fahrkorbes oder des Gegengewichts durch die Begrenzung der Treibfähigkeit gegeben ist.}$$

Dabei ist

- $\alpha$  der Umschlingungswinkel der Seile auf der Treibscheibe;
- $f$  der Reibwert;
- $T_1, T_2$  die Seilkräfte in den Seilabschnitten beiderseits der Treibscheibe in N.

#### 5.11.2.2 Ermittlung von $T_1$ und $T_2$

##### 5.11.2.2.1 Beladen des Fahrkorbes

Das statische Verhältnis von  $T_1$  zu  $T_2$  muss für den ungünstigsten Fall der Stellung des mit 125 % der Nennlast beladenen Fahrkorbes im Schacht ermittelt werden.

Kommen Transporteinrichtungen, die nicht in der Nennlast enthalten sind, zum Be- und Entladen des Fahrkorbes zum Einsatz, so muss bei der Berechnung das Gewicht dieser Einrichtungen zur Nennlast hinzugefügt werden.

### 5.11.2.2.2 Nothalt

Das dynamische Verhältnis von  $T_1$  zu  $T_2$  muss für den ungünstigsten Fall der Stellung des leeren oder mit Nennlast beladenen Fahrkorbes im Schacht ermittelt werden.

Jedes bewegliche Teil muss mit seiner eigenen Verzögerung und der Einscherung der Anlage berücksichtigt werden.

In keinem Fall darf die zu berücksichtigende Verzögerung kleiner sein als

- 0,5 m/s<sup>2</sup> für den Normalfall und
- die Mindestverzögerung, die bei verkürztem Pufferhub zum Abbremsen des Fahrkorbes und des Gegengewichts auf einen Wert, der jenen, für den die Puffer ausgelegt sind, nicht überschreitet, erforderlich ist.

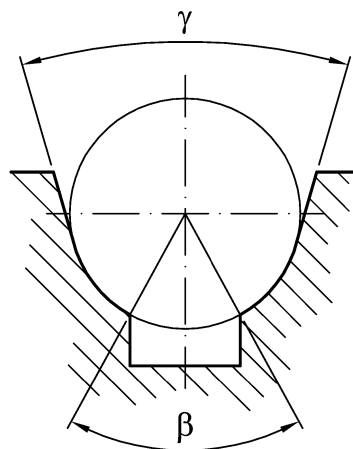
### 5.11.2.2.3 Blockierter Fahrkorb/blockiertes Gegengewicht

Das statische Verhältnis von  $T_1$  zu  $T_2$  muss für den leeren Fahrkorb in der höchsten und in der niedrigsten Stellung ermittelt werden.

### 5.11.2.3 Ermittlung des Reibwertes

#### 5.11.2.3.1 Rillenformen

##### 5.11.2.3.1.1 Halbrund-Rille und Halbrund-Rille mit Unterschnitt



#### Legende

- $\beta$  Unterschnittwinke
- $\gamma$  Keilwinkel

**Bild 6 — Halbrund-Rille, Unterschnitt**

Es muss folgende Gleichung benutzt werden:

$$f = \mu \frac{4 \cdot \left( \cos \frac{\gamma}{2} - \sin \frac{\beta}{2} \right)}{\pi - \beta - \gamma - \sin \beta + \sin \gamma}$$

Dabei ist

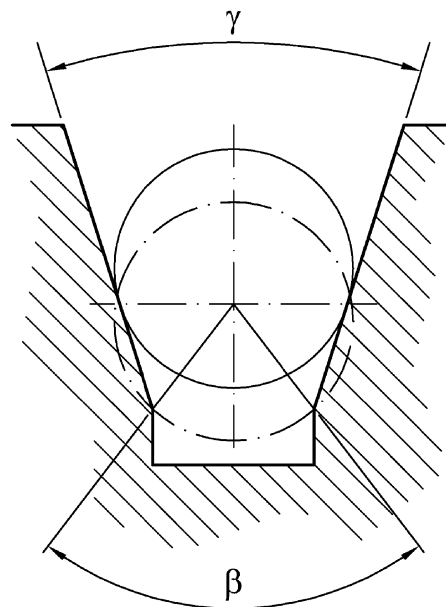
- $\beta$  der Unterschnittwinkel;
- $\gamma$  der Keilwinkel;
- $\mu$  die Reibungszahl;
- $f$  der Reibwert.

Der Wert des Unterschnittwinkels  $\beta$  darf  $105^\circ$  (1,83 rad) nicht überschreiten.

Der Wert des Keilwinkels  $\gamma$  muss vom Hersteller in Übereinstimmung mit der Rillenform angegeben werden. Er sollte niemals kleiner als  $25^\circ$  (0,44 rad) sein.

#### 5.11.2.3.1.2 Keilrille

Ist die Rille keiner zusätzlichen Härtung unterworfen worden, um das Abnehmen der Treibfähigkeit durch Verschleiß zu begrenzen, ist Unterschnitt erforderlich.



#### Legende

- $\beta$  Unterschnittwinkel
- $\gamma$  Keilwinkel

Bild 7 — Keilrille

Folgende Gleichungen gelten:

- für das Beladen und den Nothalt

$$f = \mu \frac{4 \cdot \left(1 - \sin \frac{\beta}{2}\right)}{\pi - \beta - \sin \beta} \quad \text{bei nicht-gehärteten Rillen,}$$

$$f = \mu \frac{1}{\sin \frac{\gamma}{2}} \quad \text{bei gehärteten Rillen.}$$

— für den blockierten Fahrkorb

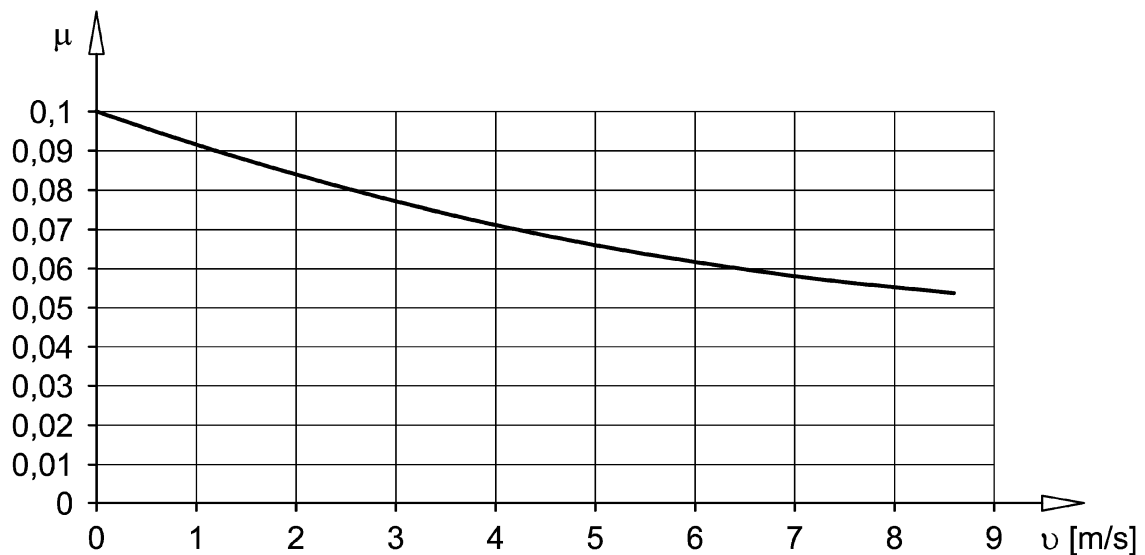
$$f = \mu \frac{1}{\sin^2 \frac{\gamma}{2}} \quad \text{bei gehärteten und nicht-gehärteten Rillen.}$$

Dabei ist

- $\beta$  der Unterschnittwinkel;
- $\gamma$  der Keilwinkel;
- $\mu$  die Reibungszahl;
- $f$  der Reibwert.

Der Wert des Unterschnittwinkels  $\beta$  darf  $105^\circ$  (1,83 rad) nicht überschreiten. Der Wert des Winkels  $\gamma$  darf niemals kleiner sein als  $35^\circ$  für Personen- und Lastenaufzüge.

### 5.11.2.3.2 Annahmen für die Reibungszahl



**Bild 8 — Mindestereforderliche Reibungszahl**

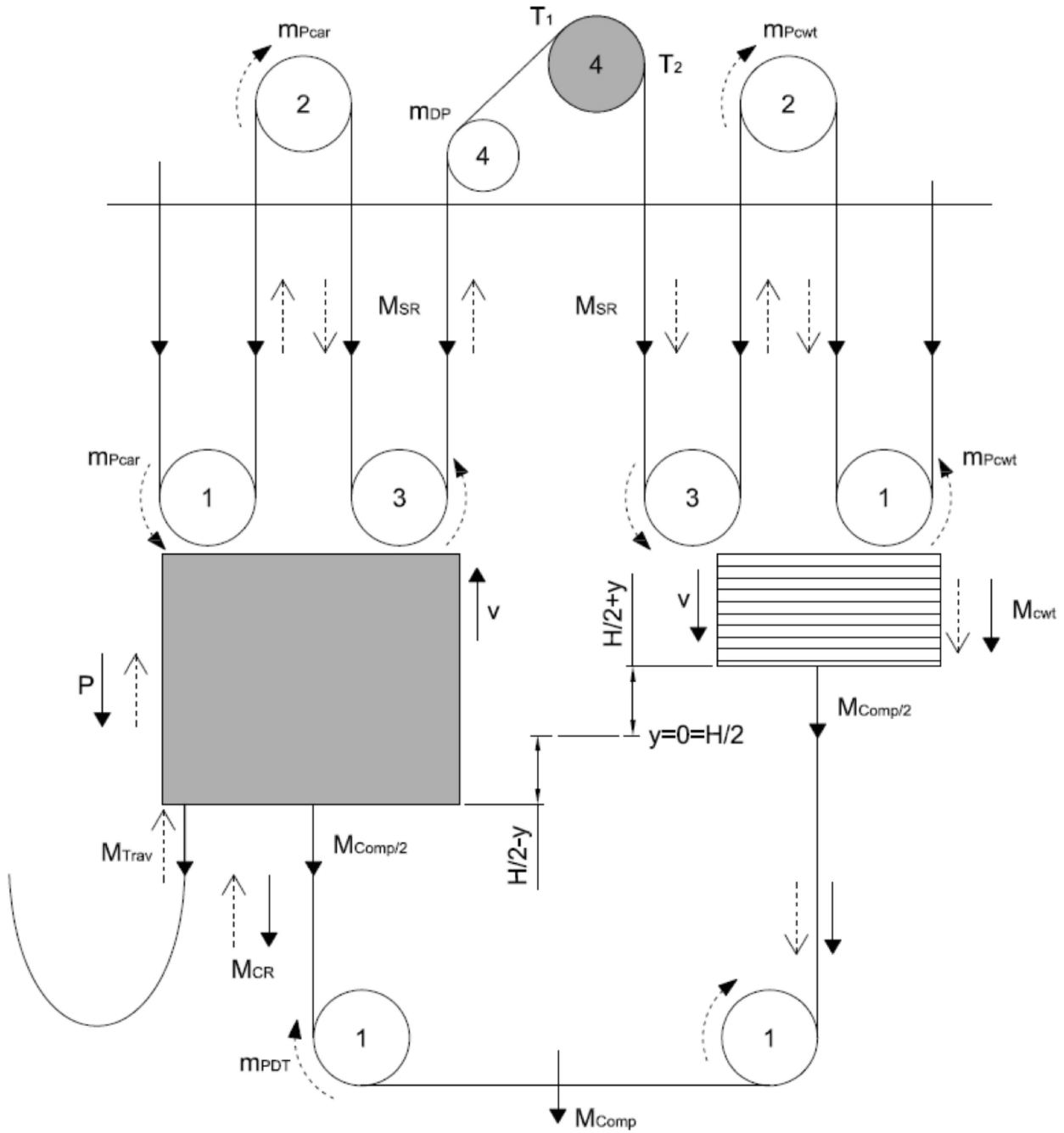
Folgende Werte gelten:

- $\mu = 0,1$  für das Beladen;
- $\mu = \frac{0,1}{1 + \frac{v}{10}}$  für den Nothalt;
- $\mu = 0,2$  für das Anheben des blockierten Fahrkorbs.

Dabei ist

- $\mu$  die Reibungszahl;
- $v$  die Seilgeschwindigkeit bei Nenngeschwindigkeit des Fahrkorbes in m/s.

5.11.3 Gleichungen für den allgemeinen Fall



Legende

1, 2, 3, 4 ist der Geschwindigkeitsfaktor für die Seilrollen (Beispiel:  $2 = 2 v_{car}$ )

Bild 9 — Allgemeiner Fall

Die folgenden Gleichungen gelten.

a) Für den oben stehenden Antrieb:

$$T_1 = \frac{(P + Q + M_{CRcar} + M_{Trav})}{r} \cdot (g_n \pm a) + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} g_n + M_{SRcar} \cdot \left( g_n \pm a \cdot \frac{r^2 + 2}{3} \right) \pm \left( \frac{i_{PTD} \cdot m_{PTD}}{2 \cdot r} \cdot a \right) \pm \left( \frac{m_{DP} \cdot a}{r} \right)^I \pm \left[ \frac{\sum_{i=1}^{r-1} (m_{Pcar} \cdot i_{Pcar} \cdot a)}{r} \right]^{III} \mp \frac{FR_{car}}{r}$$

$$T_2 = \frac{M_{cwt} + M_{CRcwt}}{r} \cdot (g_n \mp a) + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} \cdot g_n + M_{SRcwt} \cdot \left( g_n \mp a \cdot \frac{r^2 + 2}{3} \right) \mp \left( \frac{i_{PTD} \cdot m_{PTD}}{2 \cdot r} \cdot a \right) \mp \left( \frac{m_{DP} \cdot a}{r} \right)^{II} \mp \left[ \frac{\sum_{i=1}^{r-1} (m_{Pcwt} \cdot i_{Pcwt} \cdot a)}{r} \right]^{III} \pm \frac{FR_{cwt}}{r}$$

b) Für den unten stehenden Antrieb:

$$T_1 = \frac{(P + Q + M_{CRcar} + M_{Trav})}{r} \cdot (g_n \pm a) + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} \cdot g_n + M_{SR1car} \cdot (-g_n \pm a) + M_{SR2car} \cdot \left( g_n \pm a \cdot \frac{r^2 + 2}{3} \right) \pm \left( \frac{i_{PTD} \cdot m_{PTD}}{2 \cdot r} \cdot a \right) \pm \left( \frac{m_{DP} \cdot a}{r} \right)^I \pm \left[ \frac{\sum_{i=1}^{r-1} (m_{Pcar} \cdot i_{Pcar} \cdot a)}{r} \right]^{III} \mp \frac{FR_{car}}{r}$$

$$T_2 = \frac{M_{cwt} + M_{CRcwt}}{r} \cdot (g_n \mp a) + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} \cdot g_n + M_{SR1cwt} \cdot (-g_n \mp a) + M_{SR2cwt} \cdot \left( g_n \mp a \cdot \frac{r^2 + 2}{3} \right) \mp \left( \frac{i_{PTD} \cdot m_{PTD}}{2 \cdot r} \cdot a \right) \mp \left( \frac{m_{DP} \cdot a}{r} \right)^{II} \mp \left[ \frac{\sum_{i=1}^{r-1} (m_{Pcwt} \cdot i_{Pcwt} \cdot a)}{r} \right]^{III} \pm \frac{FR_{cwt}}{r}$$

ANMERKUNG 1 Die oben genannten Gleichungen dürfen auch bei leerem Fahrkorb angewendet werden, indem  $Q$  entfällt. In diesem Fall wird  $T_1$  zu  $T_2$  und  $T_2$  zu  $T_1$ .

In den oben genannten Gleichungen müssen die Formelzeichen  $\pm$  und  $\mp$  müssen so verwendet werden, dass der oben stehende Operator bei einem mit Nennlast beladenen in Abwärtsrichtung verzögerten und der unten stehende Operator bei leerem in Aufwärtsrichtung verzögerten Fahrkorb gilt. Bei Beladung und bei einem blockierten Fahrkorb gilt  $a = 0$ .

Bei Lastenaufzügen muss für den Fall des Beladens der Wert  $Q$  durch  $1,25 \cdot Q$  und zusätzlich dem Gewicht der Handhabungseinrichtungen ersetzt werden.

Die Reibungskräfte  $FR_{car}$  und  $FR_{cwt}$  sollten in den Fällen vernachlässigt werden, bei denen eine Mindestreibungskraft nicht sichergestellt werden kann.

ANMERKUNG 2 Siehe Anhang D für ein Berechnungsbeispiel.

**Bedingungen:**

- I gilt für Ablenkrollen auf der Fahrkorbseite
- II gilt für Ablenkrollen auf der Gegengewichtsseite
- III gilt nur bei Einscherung  $> 1$

Dabei ist

- $a$  die Bremsverzögerung des Fahrkorbes (positiver Wert) in  $m/s^2$ ;
- $FR_{car}$  die Reibungskraft im Schacht (Wirkungsgrad der Lager auf der Fahrkorbseite und Reibung an den Schienen usw.) in N;
- $FR_{cwt}$  die Reibungskraft im Schacht (Wirkungsgrad der Lager auf der Seite des Gegengewichts und Reibung an den Schienen usw.) in N;
- $g_n$  die Normalfallbeschleunigung in  $m/s^2$ ;
- $H$  die Förderhöhe in m;
- $i_{Pcar}$  die Anzahl der Umlenkrollen auf der Fahrkorbseite mit derselben Drehgeschwindigkeit  $v_{pulley}$  (ohne Ablenkrolle(n));
- $i_{Pcwt}$  die Anzahl der Umlenkrollen auf der Gegengewichtsseite mit derselben Drehgeschwindigkeit  $v_{pulley}$  (ohne Ablenkrolle(n));
- $i_{PTD}$  die Anzahl der Umlenkrollen für die Unterseil-Spannvorrichtung;
- $m_{DP}$  die (auf den Fahrkorb/das Gegengewicht) bezogene Masse der Ablenkrolle Fahrkorb und/oder Gegengewicht  $J_{PD} \cdot (v_{pulley}/v)^2/R^2$  in kg;
- $m_{Pcar}$  die (auf den Fahrkorb) bezogene Masse der Umlenkrollen auf der Fahrkorbseite  $J_{Pcar} \cdot (v_{pulley}/v)^2/R^2$  in kg;
- $m_{Pcwt}$  die (auf das Gegengewicht) bezogene Masse der Umlenkrollen auf der Gegengewichtsseite  $J_{Pcwt} \cdot (v_{pulley}/v)^2/R^2$  in kg;
- $m_{PTD}$  die (auf den Fahrkorb/das Gegengewicht) bezogene Masse einer Umlenkrolle der Unterseil-Spannvorrichtung  $J_{PTD}/R^2$  in kg;
- $M_{Comp}$  die Masse der Unterseil-Spannvorrichtung mit ihren Umlenkrollen in kg;
- $M_{CR}$  die effektive Masse der Ausgleichsseile/-ketten, bezogen auf die Fahrkorbstellung  $([H/2 \pm y] \cdot n_c$  Masse der Seile/Ketten je Längeneinheit) in kg;
- $M_{cwt}$  die Masse des Gegengewichtes mit seinen Umlenkrollen in kg;
- $M_{SR}$  die effektive Masse der Tragmittel, bezogen auf die Fahrkorbstellung  $([H/2 \pm y] \cdot n_s \cdot$  Masse der Seile je Längeneinheit) in kg;
- $M_{SRcar}$  die Masse  $M_{SR}$  auf der Fahrkorbseite;

Bei unten stehendem Antrieb gilt  $M_{SR1car}$  für das Seil vom Antrieb zu der/den Umlenkrolle(n) im Schachtkopf und  $M_{SR2car}$  für das Seil von der/den Umlenkrolle(n) im Schachtkopf zum Fahrkorb ( $M_{SR2car} = 0$  bei Fahrkorb in der obersten Haltestelle).

- $M_{CRcar}$  die Masse  $M_{CR}$  auf der Fahrkorbseite;
- $M_{CRcwt}$  die Masse  $M_{CR}$  auf der Gegengewichtsseite;
- $M_{SRcwt}$  die Masse  $M_{SR}$  auf der Gegengewichtsseite;

Bei unten stehendem Antrieb gilt  $M_{SR1cwt}$  für das Seil vom Antrieb zu der/den Umlenkrolle(n) im Schachtkopf und  $M_{SR2cwt}$  für das Seil von der/den Umlenkrolle(n) im Schachtkopf zum Gegengewicht ( $M_{SR2cwt} = 0$  bei Gegengewicht in der obersten Haltestelle).

- $M_{\text{Trav}}$  die Masse des Hängekabels, bezogen auf die Fahrkorbstellung  $([0,25 \cdot H \pm 0,5 \cdot y] \cdot n_t \cdot \text{Masse des Kabels je Längeneinheit})$  in kg;
- $n_c$  die Anzahl der Ausgleichsseile/-ketten;
- $n_s$  die Anzahl der Tragseile;
- $n_t$  die Anzahl der Hängekabel;
- $P$  die Masse des leeren Fahrkorbes in kg;
- $Q$  die Nennlast in kg;
- $T_1, T_2$  die Seilkräfte in den Seilabschnitten beiderseits der Treibscheibe in N;
- $r$  der Einsicherungsfaktor;
- $v_{\text{pulley}}$  die Drehgeschwindigkeit der Umlenkrolle (Seilgeschwindigkeit) in m/s;
- $y$  der Abstand der Fahrkorb-/Gegengewichtsstellung von der Mitte der Förderhöhe in m;
- $\rightarrow$  die statische Kraft;
- $--\rightarrow$  die dynamische Kraft.

## 5.12 Ermittlung des Sicherheitsfaktors von Tragseilen bei elektrisch angetriebenen Aufzügen

### 5.12.1 Allgemeines

Mit Bezug auf die Anforderungen in solchen Normen, die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangen (z. B: prEN 81-20:2018, 5.5.2.2), beschreibt dieser Abschnitt das zu verwendende Verfahren zur Ermittlung des Sicherheitsfaktors „ $S_f$ “ für Tragseile. Das Verfahren darf nur für

- gegossene oder stählerne Treibscheiben,
- Stahldrahtseile nach EN 12385-5

angewendet werden.

**ANMERKUNG** Diese Verfahren basiert auf einer ausreichenden Lebensdauer der Seile unter der Annahme regelmäßiger Wartung und Prüfung.

### 5.12.2 Äquivalente Anzahl von Seilrollen $N_{\text{equiv}}$

#### 5.12.2.1 Allgemeines

Die Anzahl und der Schweregrad der Biegewechsel bewirken Beschädigungen der Seile. Dies wird durch die Rillenform (Rund- oder Keilrille) beeinflusst und davon, ob Gegenbiegung vorliegt oder nicht.

Der Schweregrad jedes Biegewechsels kann mit einer Anzahl gleichsinniger Biegungen gleichgesetzt werden.

Als gleichsinnige Biegung gilt der Lauf eines Seiles über eine Seilrolle mit Halbrundrille, deren Rillennradius nicht größer als der 0,53-fache Seilnennendurchmesser ist.

Die Anzahl von gleichsinnigen Biegungen korrespondiert mit einer äquivalenten Anzahl von Seilrollen  $N_{\text{equiv}}$ , die aus folgender Beziehung abgeleitet werden kann:

$$N_{\text{equiv}} = N_{\text{equiv}(t)} + N_{\text{equiv}(p)}$$

Dabei ist

$N_{equiv(p)}$  die äquivalente Anzahl von Seilrollen;

$N_{equiv(t)}$  die äquivalente Anzahl von Treibscheiben.

### 5.12.2.2 Ermittlung von $N_{equiv(t)}$

Die Werte von  $N_{equiv(t)}$  können Tabelle 2 entnommen werden.

**Tabelle 2 — Ermittlung der äquivalenten Anzahl von Treibscheiben  $N_{equiv(t)}$**

<b>Keilrillen</b>	<b>Keilwinkel <math>\gamma</math></b>	35°	36°	38°	40°	42°	45°	50°
	$N_{equiv(t)}$	18,5	16	12	10	8	6,5	5
<b>Rund- und Keilrillen mit Unterschnitt</b>	<b>Unterschnittwinkel <math>\beta</math></b>	75°	80°	85°	90°	95°	100°	105°
	$N_{equiv(t)}$	2,5	3,0	3,8	5,0	6,7	10,0	15,2

Für Rundrillen ohne Unterschnitt:  $N_{equiv(t)} = 1$ .

Die Werte für nicht in der Tabelle aufgeführte Winkel dürfen durch lineare Interpolation ermittelt werden.

### 5.12.2.3 Ermittlung von $N_{equiv(p)}$

Eine Biegung wird nur als Gegenbiegung angesehen, wenn der Abstand zwischen den Seilauflaufpunkten auf zwei aufeinanderfolgende Seilrollen, die einen festen Abstand zwischen ihren Achsen aufweisen, weniger als das 200fache des Seildurchmessers beträgt und die Biegeebenen um mehr als 120° geschwenkt sind.

Es gilt folgende Beziehung:

$$N_{equiv(p)} = (N_{ps} + 4 \cdot N_{pr}) \cdot K_p$$

Dabei ist:

$K_p$  das Verhältnis der Durchmesser von Treibscheibe zu Seilrolle;

$N_{pr}$  die Anzahl der Seilrollen mit Wechselbiegung;

$N_{ps}$  die Anzahl der Seilrollen mit gleichsinniger Biegung;

mit

$$K_p = \left( \frac{D_t}{D_p} \right)^4$$

Dabei ist

$D_p$  der mittlere Durchmesser aller Seilrollen, ausgenommen die Treibscheibe.

$D_t$  der Durchmesser der Treibscheibe;

ANMERKUNG Beispiele für die Ermittlung der äquivalenten Anzahl von Seilrollen werden im Anhang E gegeben.

### 5.12.3 Sicherheitsfaktor

Für einen vorgegebenen Seiltrieb kann für den am ungünstigsten belasteten Bereich der Seile der minimale Sicherheitsfaktor aus Bild 10 unter Berücksichtigung des genauen Verhältnisses von  $D_t/d_r$  und dem errechneten  $N_{equiv}$  entnommen werden.

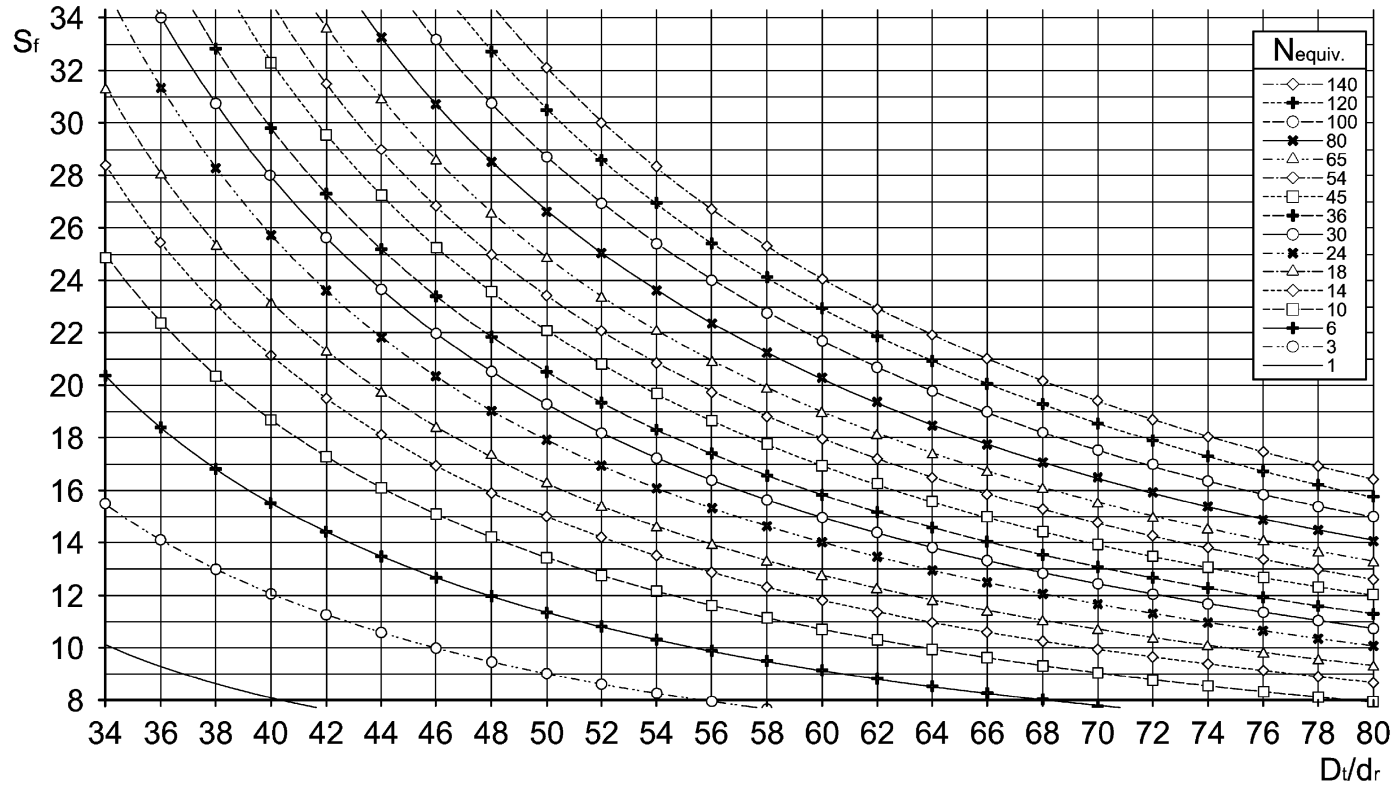


Bild 10 — Bestimmung des Mindestsicherheitsfaktors

Die Kurven in Bild 10 beruhen auf folgender Gleichung:

$$S_f = 10^{\left( \frac{\log \left( \frac{695,85 \cdot 10^6 \cdot N_{equiv}}{\left( \frac{D_t}{d_r} \right)^{8,567}} \right)}{\log \left( 77,09 \cdot \left( \frac{D_t}{d_r} \right)^{-2,894} \right)} \right)}$$

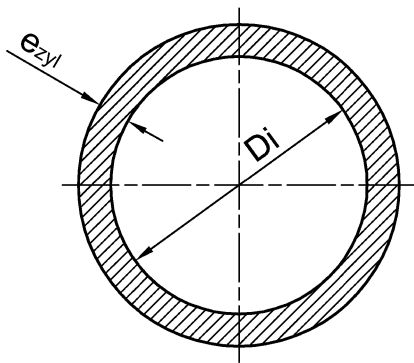
Dabei ist

- $D_t$  der Durchmesser der Treibscheibe;
- $d_r$  der Durchmesser der Seile;
- $N_{equiv}$  die äquivalente Anzahl von Seilrollen;
- $S_f$  der Sicherheitsfaktor.

### 5.13 Berechnung von Kolben, Zylindern, festen Druckleitungen und Zubehör

#### 5.13.1 Berechnung gegen Überdruck

##### 5.13.1.1 Berechnung der Wanddicke von Kolben, Zylindern, festen Druckleitungen und Zubehör



$$e_{zyl} \geq \frac{2,3 \cdot 1,7 \cdot p}{R_{p0,2}} \cdot \frac{D_i}{2} + e_0$$

- $e_0$  = 1,0 mm für Zylinderwände, -böden und feste Rohrleitungen zwischen Zylinder und Leitungsbruchventil, wenn vorhanden;
- $e_0$  = 0,5 mm für Kolben und andere feste Rohrleitungen;
- 2,3 ist der Faktor für Reibungsverlust (1,15) und Druckspitzen (2)
- 1,7 ist der Sicherheitsfaktor gegen die Dehngrenze

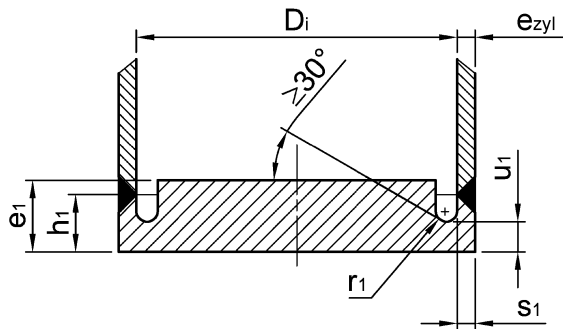
Bild 11 — Wanddicken von Kolben, Zylindern, festen Druckleitungen und Zubehör

##### 5.13.1.2 Berechnung der Dicke des Bodens des Zylinders (Beispiele)

###### 5.13.1.2.1 Allgemeines

Die dargestellten Beispiele schließen andere mögliche Formen nicht aus.

5.13.1.2.2 Ebener Boden mit Entlastungsnut



Voraussetzungen zur Schweißnaht-Entlastung:

$$r_1 \geq 0,2 \cdot e_1 \quad \text{und} \quad r_1 \geq 5 \text{ mm}$$

$$u_1 \leq 1,5 \cdot s_1$$

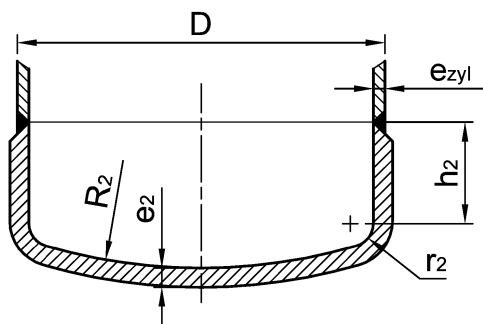
$$h_1 \geq u_1 + r_1$$

$$e_1 \geq 0,4 \cdot D_i \sqrt{\frac{2,3 \cdot 1,7 \cdot p}{R_{p0,2}}} + e_0$$

$$u_1 \geq 1,3 \cdot \left(\frac{D_i}{2} - r_1\right) \times \frac{2,3 \cdot 1,7 \cdot p}{R_{p0,2}} + e_0$$

Bild 12 — Ebener Boden mit Entlastungsnut

5.13.1.2.3 Gewölbte Böden



Voraussetzungen:

$$h_2 \geq 3,0 \cdot e_2$$

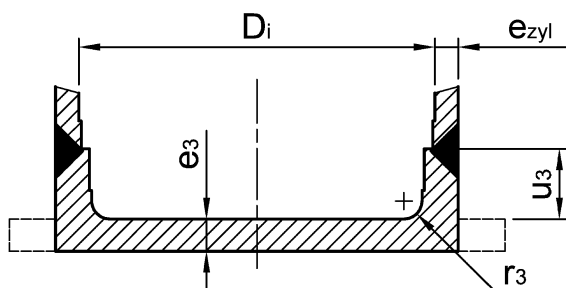
$$r_2 \geq 0,15 \cdot D$$

$$R_2 = 0,8 \cdot D$$

$$e_2 \geq \frac{2,3 \cdot 1,7 \cdot p}{R_{p0,2}} \cdot \frac{D}{2} + e_0$$

Bild 13 — Gewölbte Böden

5.13.1.2.4 Ebene Böden mit Anschweißkrempe



Voraussetzungen:

$$u_3 \geq e_3 + r_3$$

$$r_3 \geq \frac{e_{zyl}}{3} \quad \text{und} \quad r_3 \geq 8 \text{ mm}$$

$$e_3 \geq 0,4 \cdot D_i \sqrt{\frac{2,3 \cdot 1,7 \cdot p}{R_{p0,2}}} + e_0$$

Bild 14 — Ebene Böden mit Anschweißkrempe

### 5.13.2 Berechnungen der Heber gegen Knicken

#### 5.13.2.1 Allgemeines

Die Knickberechnung muss an dem Teil mit dem geringsten Knickwiderstand durchgeführt werden.

#### 5.13.2.2 Einstufiger Heber

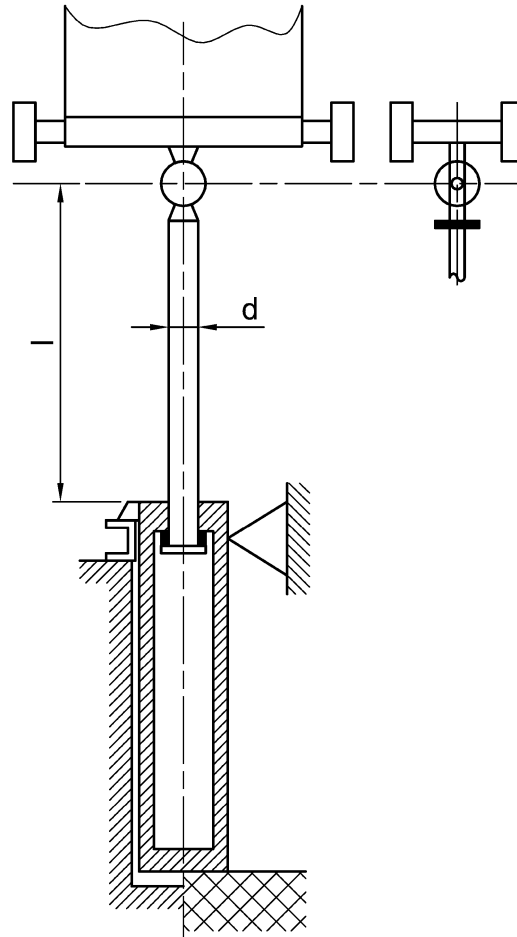


Bild 15 — Einstufiger Heber

Für  $\lambda_n \geq 100$ :

$$F_s \leq \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J_n}{2 \cdot l^2}$$

Für  $\lambda_n < 100$ :

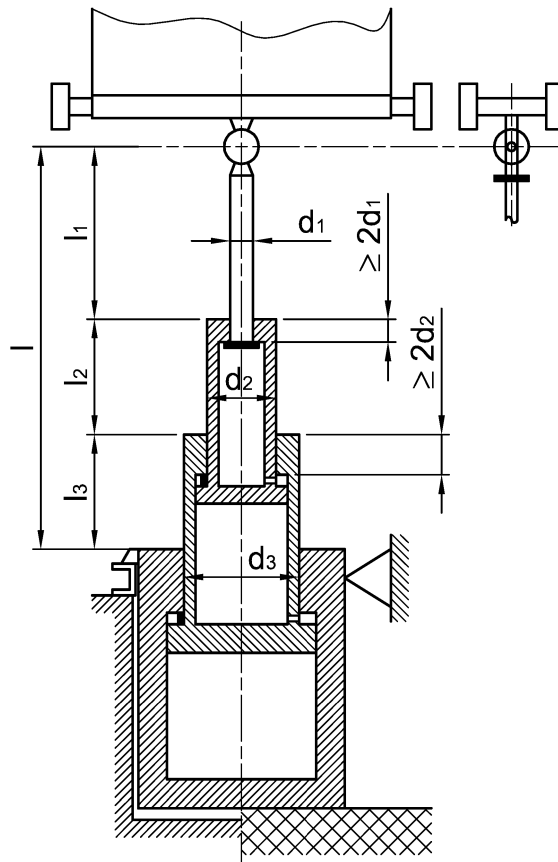
$$F_s \leq \frac{A_n}{2} \left[ R_m - (R_m - 210) \left( \frac{\lambda_n}{100} \right)^2 \right]$$

4)

$$F_s = 1,4 \cdot g_n \cdot [c_m \cdot (P + Q) + 0,64 \cdot P_r + P_{rh}]$$

4) Gültig für nach oben ausfahrende Kolben.

**5.13.2.3 Teleskopheber ohne äußere Führung**



**Bild 16 — Teleskopheber ohne äußere Führung**

$l = l_1 + l_2 + l_3, \quad l_1 = l_2 = l_3$ $v = \sqrt{\frac{J_1}{J_2}}; \quad (J_3 \geq J_2 > J_1)$ <p>(Annahme für vereinfachte Berechnung: <math>J_3 = J_2</math>)</p> <p>Für 2-stufige Heber:  <math>\varphi = 1,25 \cdot v - 0,2 \quad \text{für } 0,22 &lt; v &lt; 0,65</math></p> <p>Für 3-stufige Heber:  <math>\varphi = 1,5 \cdot v - 0,2 \quad \text{für } 0,22 &lt; v &lt; 0,65</math>  <math>\varphi = 0,65 \cdot v + 0,35 \quad \text{für } 0,65 &lt; v &lt; 1</math></p>	$\lambda_e = \frac{l}{i_e} \text{ mit } i_e = \frac{d_m}{4} \sqrt{\phi \left[ 1 + \left( \frac{d_{mi}}{d_m} \right)^2 \right]}$ <p>Für <math>\lambda_e \geq 100</math>:  <math display="block">F_s \leq \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J_2}{2 \cdot l^2} \phi</math></p> <p>Für <math>\lambda_e &lt; 100</math>:  <math display="block">F_s \leq \frac{A_n}{2} \left[ R_m - (R_m - 210) \left( \frac{\lambda_n}{100} \right)^2 \right]</math></p>
--	--

5)

$$F_s = 1,4 \cdot g_n \cdot [c_m \cdot (P + Q) + 0,64 \cdot P_r + P_m + P_{rt}]$$

5) Gültig für nach oben ausfahrende Kolben.

5.13.2.4 Teleskopheber mit äußerer Führung

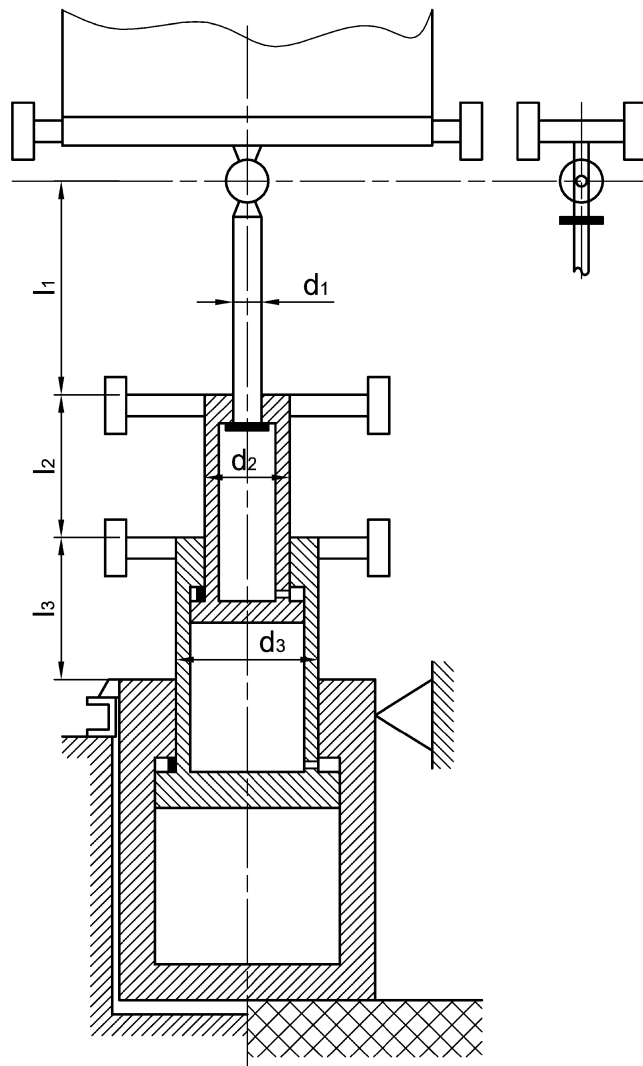


Bild 17 — Teleskopheber mit äußerer Führung

Für  $\lambda_n \geq 100$ :

$$F_s \leq \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J_n}{2 \cdot l^2}$$

Für  $\lambda_n < 100$ :

$$F_s \leq \frac{A_n}{2} \left[ R_m - (R_m - 210) \left( \frac{\lambda_n}{100} \right)^2 \right]$$

6)

$$F_s = 1,4 \cdot g_n \cdot [c_m \cdot (P + Q) + 0,64 \cdot P_r + P_{rh} + P_{rt}]$$

**Symbole:**

$A_n$  ist der metallische Kolbenquerschnitt in  $\text{mm}^2$  ( $n = 1, 2, 3$ );

$c_m$  ist der Einscherungsfaktor;

6) Gültig für nach oben ausfahrende Kolben.

$d_m$	ist der Außendurchmesser des größten Kolbens bei Teleskophebern in mm;
$d_{mi}$	ist der Innendurchmesser des größten Kolbens bei Teleskophebern in mm;
$E$	ist der Elastizitätsmodul in N/mm <sup>2</sup> (für Stahl: $E = 2,1 \times 10^5$ N/mm <sup>2</sup> );
$e_0$	ist der Waddickenzuschlag in mm;
$F_s$	ist die Knickkraft in N;
$g_n$	ist die Normalfallbeschleunigung in m/s <sup>2</sup> ;
$i_e$	ist der Ersatzträgheitsradius eines Teleskophebers in mm;
$i_n$	ist der Trägheitsradius des zu berechnenden Kolbens in mm ( $n = 1, 2, 3$ );
$J_n$	ist das Flächenträgheitsmoment des zu berechnenden Kolbens in mm <sup>4</sup> ( $n = 1, 2, 3$ );
$l$	ist die größte, der Knickung ausgesetzte Länge der Kolben in mm;
$p$	ist der Druck bei Vollast, in MPa;
$P$	ist die Summe der Masse des leeren Lastaufnahmemittels und der Masse des vom Lastaufnahmemittel getragenen Teils der Hängekabel in kg;
$P_r$	ist die Masse des zu berechnenden Kolbens in kg;
$P_{rh}$	ist die Masse der Kolbenkopfausrüstung, falls vorhanden, in kg;
$P_{rt}$	ist die Masse des Teleskopkolbens, der auf den zu berechnenden Kolben wirkt, in kg;
$Q$	ist die Nennlast (Masse) im Lastaufnahmemittel in kg;
$R_m$	ist die Zugfestigkeit des Kolbenmaterials in N/mm <sup>2</sup> ;
$R_{p0,2}$	ist die Dehngrenze (nicht-proportionale Dehnung) in N/mm <sup>2</sup> ;
$\lambda_e = \frac{l}{i_e}$	ist der Ersatz-Schlankheitsgrad eines Teleskophebers;
$\lambda_n = \frac{l}{i_n}$	ist der Schlankheitsgrad des zu berechnenden Kolbens;
$v, \varphi$	sind Faktoren zu Darstellung von Näherungen aus experimentell ermittelten Diagrammen darzustellen;
1,4	ist der Überdruckfaktor;
2	ist der Sicherheitsfaktor gegen Knickung.

## 5.14 Pendelschlagversuche

### 5.14.1 Allgemeines

Pendelschlagversuche müssen nach den folgenden Vorschriften durchgeführt werden.

ANMERKUNG Pendelschlagversuche könnten für eine "Familie" von Türen auf Grundlage von z. B. des Typs und der kleinsten/größten Abmessungen festgelegt werden.

## 5.14.2 Versuchseinrichtung

### 5.14.2.1 Stoßkörper für den harten Stoß

Der Stoßkörper für den harten Stoß muss wie in Bild 18 dargestellt sein. Er besteht aus dem Stoßring aus Stahl nach EN 10025 S235JR und den Mantelstücken aus Stahl nach EN 10025 E295. Die Gesamtmasse des Stoßkörpers wird durch Auffüllen mit Schrot aus Bleikugeln mit  $(3,5 \pm 0,5)$  mm Durchmesser auf  $(10 \pm 0,01)$  kg gebracht.

### 5.14.2.2 Stoßkörper für den weichen Stoß

Der Stoßkörper für den weichen Stoß muss wie in Bild 19 dargestellt sein und aus einem Ledersack bestehen, der mit Schrot aus Bleikugeln mit  $(3,5 \pm 0,5)$  mm Durchmesser auf eine Gesamtmasse von  $(45 \pm 0,5)$  kg gebracht wird.

### 5.14.2.3 Aufhängung der Stoßkörper

Die Stoßkörper müssen mit einem etwa 3 mm starken Stahlseil so an einem Ausleger befestigt werden, dass der horizontale Abstand der Außenseite des frei hängenden Stoßkörpers von der Probenoberfläche  $15 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$  beträgt.

Die Länge des Schlagpendels (unteres Hakenende bis Bezugspunkt des Stoßkörpers) muss mindestens 1,50 m betragen.

### 5.14.2.4 Zug- und Auslösevorrichtung

Der aufgehängte Stoßkörper muss mit einer Zug- und Auslösevorrichtung auf die in 5.14.3.2 und 5.14.3.3 geforderte Fallhöhe gebracht werden. Die Auslösevorrichtung darf beim Auslösen dem Stoßkörper keinen zusätzlichen Impuls geben.

Das Aufhängeseil muss momentenfrei in den Stoßkörper eingehängt werden, um ein Drehen nach dem Auslösen zu vermeiden.

Das Aufhängeseil darf in der Ausgangsposition vor dem Auslösen keinen Winkel zum Pendelkörper bilden; wiederholbare Ergebnisse sollten sich durch eine Dreiecksaufhängung ergeben, die den Stoßkörper in der Auslöseposition im Schwerpunkt in einer Linie mit dem Zugdraht halten.

### 5.14.2.5 Prüfkörper

**5.14.2.5.1** Die Prüfkörper müssen vollständig sein und die vorgesehene Größe und Befestigungen in Übereinstimmung mit der vorgesehenen Anwendung aufweisen. Die Prüfmuster müssen so in einem Prüfrahm befestigt werden, dass an den Befestigungspunkten keine elastischen Verformungen unter den Prüfbedingungen auftreten (hartes Widerlager).

**5.14.2.5.2** Die Prüfkörper müssen in den Bearbeitungszuständen, in denen sie später verwendet werden sollen (bearbeitete Kanten, Bohrungen usw.), geprüft werden.

### 5.14.3 Prüfdurchführung

**5.14.3.1** Die Prüfungen müssen bei Temperaturen von  $(23 \pm 5)$  °C durchgeführt werden. Die Proben müssen unmittelbar vor den Versuchen mindestens 4 Stunden bei dieser Temperatur gelagert werden.

**5.14.3.2** Der Pendelschlagversuch mit hartem Stoßkörper muss mit einem Stoßkörper nach 5.14.2.1 aus einer Fallhöhe und einer Prüfanordnung in Übereinstimmung mit Bild 18 und Bild 20 durchgeführt werden.

**5.14.3.3** Der Pendelschlagversuch mit weichem Stoßkörper muss mit einem Stoßkörper nach 5.14.2.2 aus einer Fallhöhe und einer Prüfanordnung in Übereinstimmung mit Bild 19 und Bild 20 durchgeführt werden.

**5.14.3.4** Der Stoßkörper muss in Übereinstimmung mit der Norm, die diese Prüfung fordert (z. B. prEN 81-20:2018, 5.3.5.3.2), auf die erforderliche Fallhöhe gebracht und freigegeben werden.

Wenn es nicht möglich ist, den festgelegten Auftreffpunkt im maßgebenden Bereich des Prüfkörpers zu treffen (wenn z. B. die Breite des Türblatts weniger als 240 mm beträgt), muss der Stoßkörper so nahe wie möglich an diesem Punkt auftreffen (siehe die Anforderungen in solchen Normen, die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangen (z. B. EN 81-20)).

**5.14.3.5** Für jeden Auftreffpunkt wird nur eine Prüfung mit jeder der in 5.14.2.1 und 5.14.2.2 angegebenen Einrichtungen gefordert.

Müssen Pendelschlagversuche sowohl mit hartem als auch mit weichem Stoßkörper durchgeführt werden, müssen sie am selben Prüfkörper erfolgen und der Versuch mit dem harten Stoßkörper muss zuerst durchgeführt werden.

**5.14.3.6** Schachttüren müssen haltestellenseitig geprüft werden. Fahrkorbtüren und Fahrkorbwände müssen fahrkorbseitig geprüft werden.

#### **5.14.4 Auswertung der Versuche**

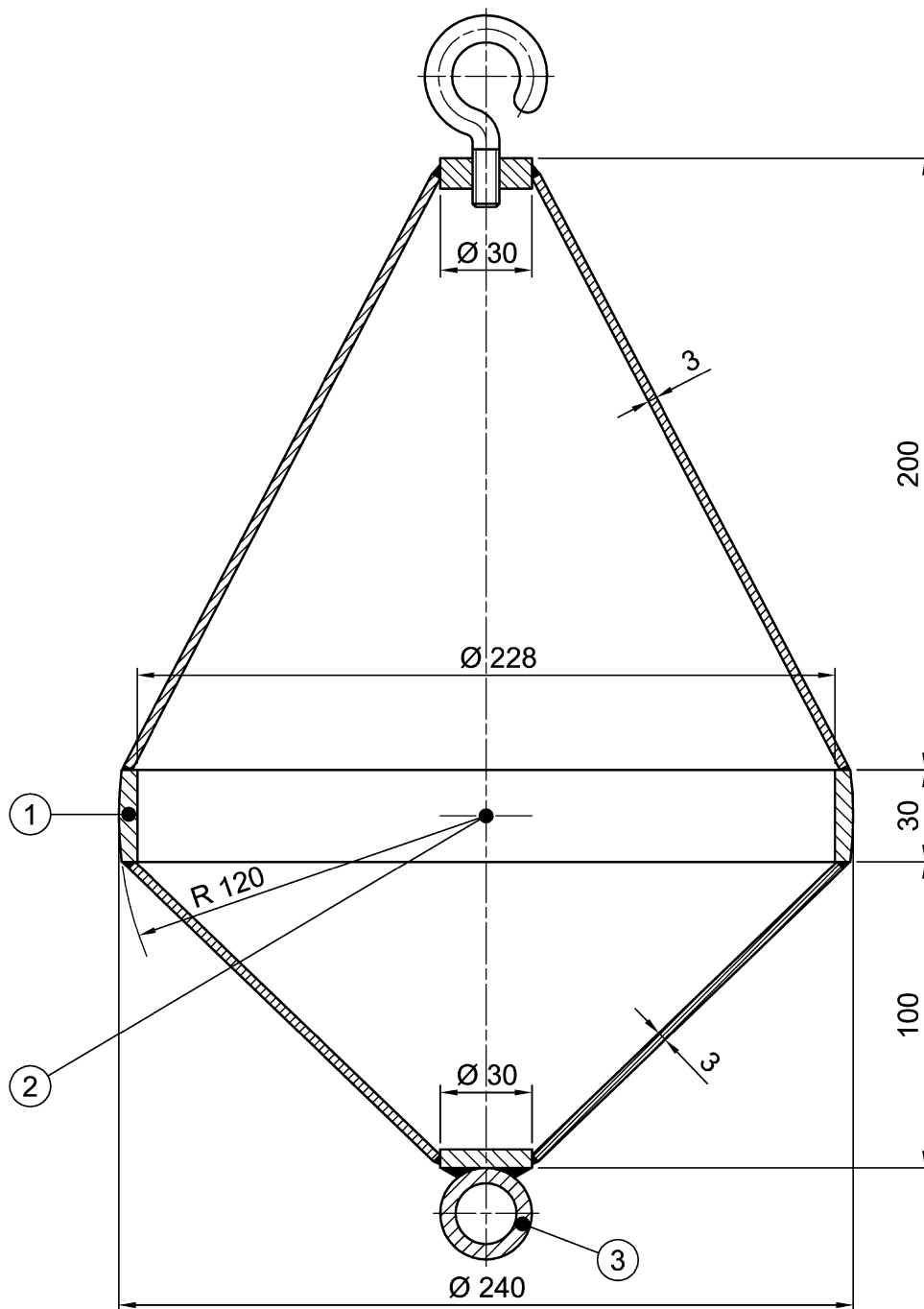
Nach den Versuchen müssen in Übereinstimmung mit der Norm, die diese Versuche fordert, folgende Prüfungen durchgeführt werden:

- a) Verlust der Integrität;
- b) Dauerhafte Verformung;
- c) Risse oder Abplatzungen.

#### **5.14.5 Prüfbericht**

Der Prüfbericht muss mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- a) Name und Anschrift der durchführenden Stelle;
- b) Datum der Versuche;
- c) Maße und Aufbau des Türblatts;
- d) Befestigung des Türblatts;
- e) Fallhöhen bei den Versuchen;
- f) Anzahl der durchgeführten Versuche;
- g) Prüfergebnisse;
- h) Unterschrift der für die Versuche verantwortlichen Person.

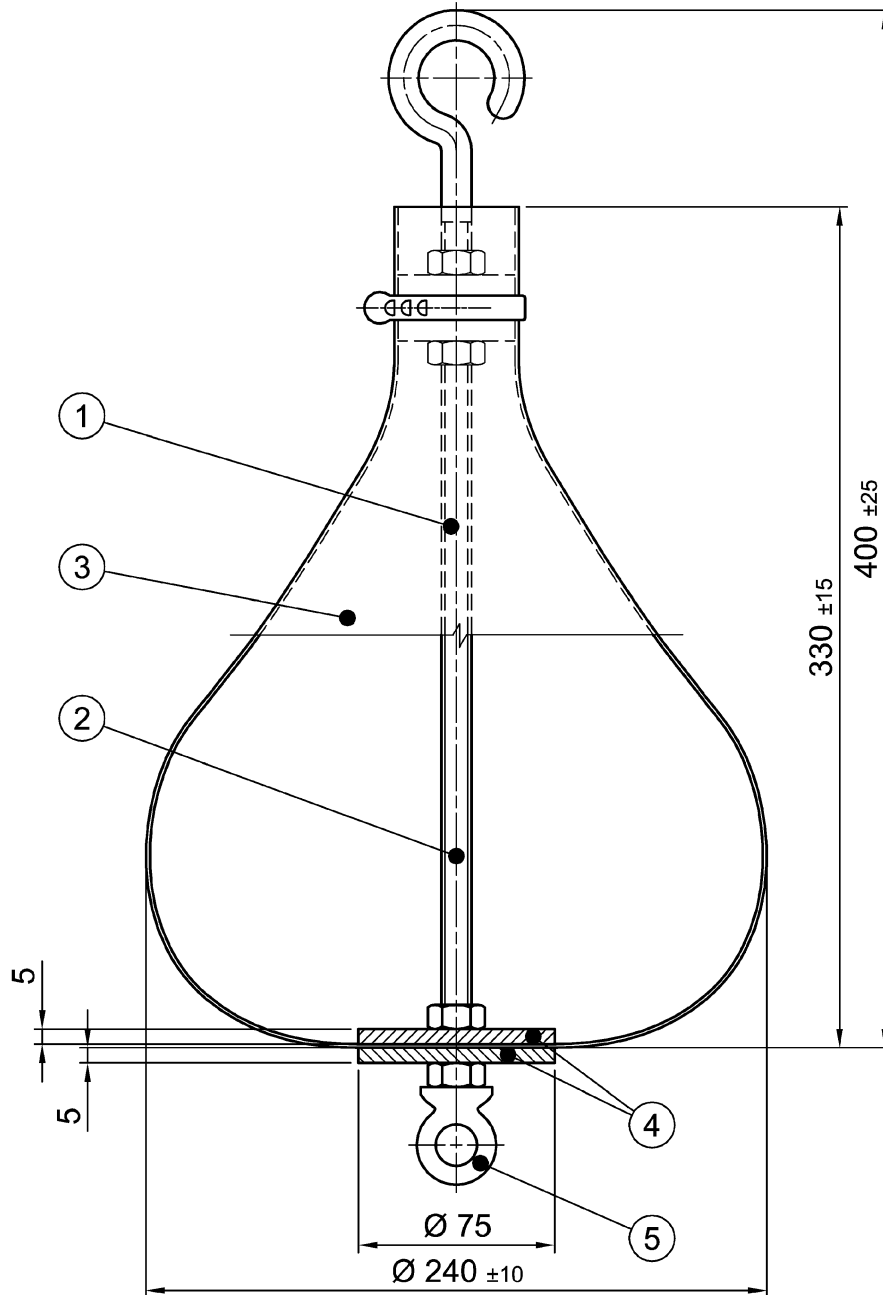


**Legende**

- ① Stoßring
- ② Bezugspunkt zum Messen der Fallhöhe
- ③ Befestigungspunkt für die Auslöseeinrichtung

**Bild 18 — Stoßkörper für den harten Stoß**

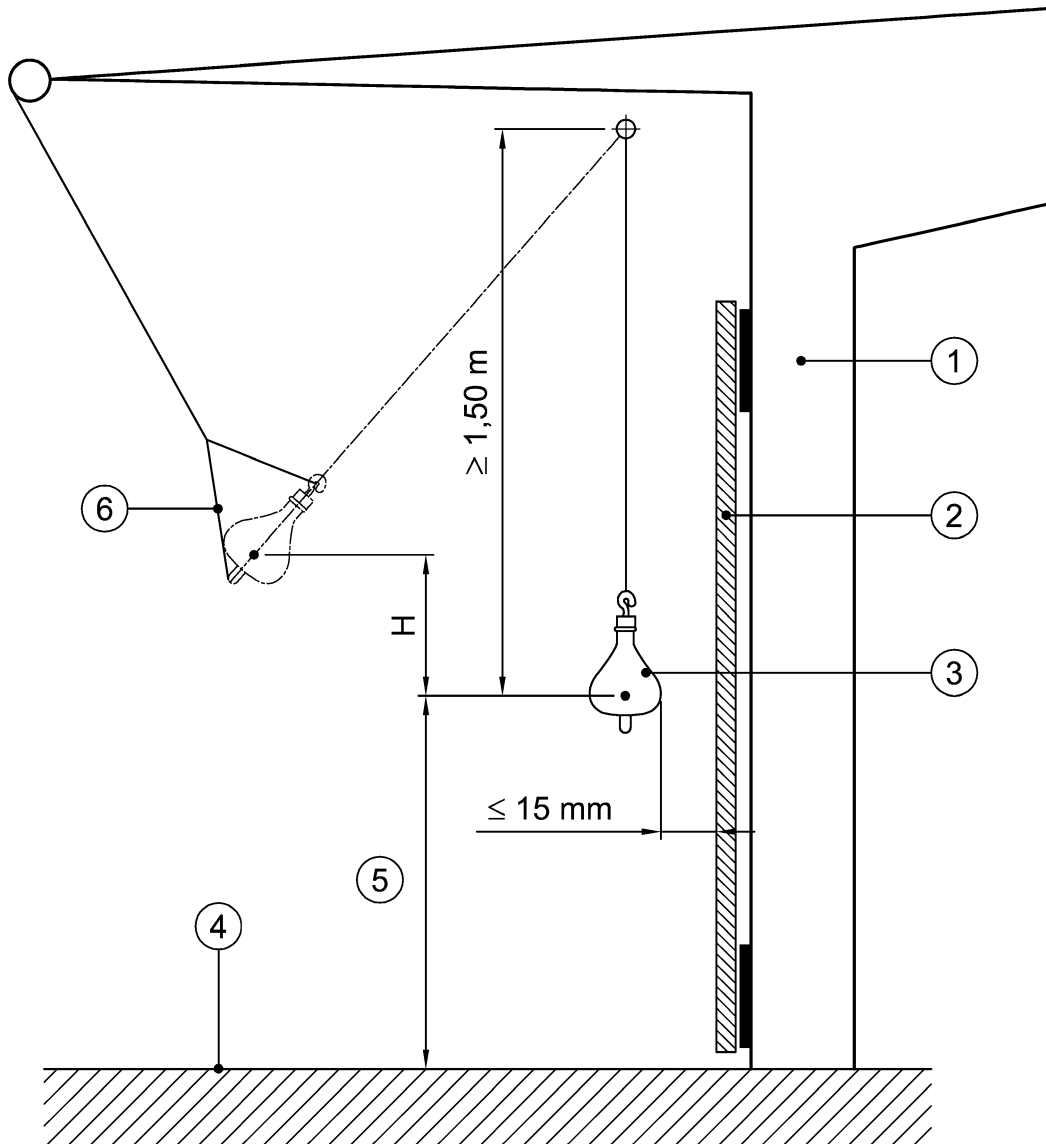
Maße in Millimeter



**Legende**

- ① Gewindestange
- ② Bezugspunkt zum Messen der Fallhöhe in der Ebene des größten Durchmessers
- ③ Ledersack
- ④ Stahlscheibe
- ⑤ Befestigungspunkt für die Auslöseeinrichtung

**Bild 19 — Stoßkörper für den weichen Stoß**



### Legende

- ① Rahmen
- ② zu prüfende Tür oder Fahrkorbwandelement
- ③ Stoßkörper
- ④ Fußbodenebene, bezogen auf die zu prüfende Tür- oder das Fahrkorbwandelement
- ⑤ Höhe des Auftreffpunktes: Werte für die Höhe des Auftreffpunktes werden in den zutreffenden Abschnitten angegeben
- ⑥ Dreiecksaufhängung nach 5.14.2.4
- H Fallhöhe

**Bild 20 — Prüfanordnung**

### 5.15 Elektronische Bauelemente — Fehlerausschlüsse

Fehlerausschlüsse dürfen nur gemacht werden, wenn die Bauelemente innerhalb der ungünstigsten Grenzen ihrer Eigenschaften, Werte, Temperatur, Feuchtigkeit, Spannung und Erschütterungen verwendet werden.

Die folgende Tabelle 3 führt die Bedingungen auf, unter denen gewisse Ausfälle ausgeschlossen werden können.

Tabelle 3 — Fehlerausschlüsse

Bauelement	Mögliche Fehlerausschlüsse					Voraussetzungen	Bemerkungen
	Unterbrechung	Kurzschluss	Änderung in höheren Wert	Änderung in niedrigeren Wert	der Funktion		
<b>1 Passive Elemente</b>							
1.1 Festwiderstand	nein	(a)	nein	(a)		(a) Nur für Schichtwiderstände mit lackierter oder gekapselter Widerstandsschicht und axialen Anschlüssen nach den anzuwendenden IEC-Normen und für Drahtwiderstände mit einlagiger, durch Glasur oder Kapselung geschützter Wicklung.	
1.2 Variabler Widerstand	nein	nein	nein	nein			
1.3 nicht-lineare Widerstände NTC, PTC, VDR, IDR	nein	nein	nein	nein			
1.4 Kondensator	nein	nein	nein	nein			
1.5 Induktive Bauelemente - Spulen - Drosseln	nein	nein		nein			

Tabelle 3 (fortgesetzt)

Bauelement	Mögliche Fehlerausschlüsse					Voraussetzungen	Bemerkungen
	Unterbrechung	Kurzschluss	Änderung in höheren Wert	Änderung in niedrigeren Wert	der Funktion		
<b>2 Halbleiter</b>							
2.1 Diode, LED	nein	nein			nein		Änderung der Funktion bedeutet Änderung des Rückwärtsstromwertes.
2.2 Zenerdiode	nein	nein		nein	nein		Wertänderungen in niedrigeren Wert bedeutet Änderung der Zenerspannung. Änderung der Funktion bedeutet Änderung des Rückwärtsstromwertes.
2.3 Thyristor, Triac, GTO	nein	nein			nein		Änderung der Funktion bedeutet Selbsttriggern oder Verriegelung von Bauelementen.
2.4 Optokoppler	nein	(a)			nein	(a) Dies kann ausgeschlossen werden, wenn die Optokoppler mit EN 60747-5-5 übereinstimmen und die Spannungsisolationsleistung mindestens folgender Tabelle (EN 60664-1:2007, Tabelle F.1) entspricht.	Unterbrechung bedeutet Unterbrechung in einem der beiden Basiselemente (LED und Phototransistor). Kurzschluss bedeutet Kurzschluss zwischen ihnen.
						Spannungen Phase — Erde je nach Nennsystemspannung bis einschließlich Effektiv- und Gleichspannung in Volt	Bevorzugte Reihe für Stoßspannungsfestigkeit in Volt für Anlagen

Tabelle 3 (fortgesetzt)

Bauelement	Mögliche Fehlerausschlüsse					Voraussetzungen	Bemerkungen
	Unterbrechung	Kurzschluss	Änderung in höheren Wert	Änderung in niedrigeren Wert	der Funktion		
2.4 (fortgesetzt)						(Kategorie III)	
						50	800
						100	1 500
						150	2 500
						300	4 000
						600	6 000
						1 000	8 000
2.5 Hybridschaltungen	nein	nein	nein	nein	nein		
2.6 Integrierte Schaltungen	nein	nein	nein	nein	nein		Änderung der Funktion zum Schwingen: „UND“-Gatter wird „ODER“-Gatter usw.
<b>3 Sonstige Bauelemente</b>							
3.1 Verbindungselemente - Klemmen - Stecker	nein	(a)				(a) Kurzschlüsse der Verbindungselemente können ausgeschlossen werden, wenn die Mindestwerte den Tabellen aus EN 60664-1 mit den Kriterien — Verschmutzungsgrad 3 — Werkstoffgruppe III — inhomogenes Feld entsprechen. Die Spalte „Material für gedruckte Schaltungen“ der Tabelle F.4 wird nicht benutzt. Dies sind absolute Mindestgrößen für die angeschlossene Einheit und keine Rastermaße oder theoretische Werte.	

Tabelle 3 (fortgesetzt)

Bauelement	Mögliche Fehlerausschlüsse					Voraussetzungen	Bemerkungen
	Unterbrechung	Kurzschluss	Änderung in höheren Wert	Änderung in niedrigeren Wert	der Funktion		
3.1 (fortgesetzt)						Ist der Schutzgrad der PCB IP5X oder besser, können die Kriechstrecken auf die Luftstreckenwerte reduziert werden, z. B. auf 3 mm bei 250 V Effektivspannung.	
3.2 Neonlampe	nein	nein					
3.3 Transformator	nein	(a)	(b)	(b)		(a) (b) Kann ausgeschlossen werden, wenn der Transformator EN 61558-1:2005, Abschnitt 18, für doppelte oder verstärkte Isolierung zwischen Wicklungen und zwischen Wicklungen und dem Kern entspricht.	Kurzschlüsse sind sowohl Kurzschlüsse von Primärwicklungen oder Sekundärwicklungen als auch zwischen Primär- und Sekundärwicklungen. Änderung des Wertes bezieht sich auf Änderung des Spannungsverhältnisses durch Teilkurzschluss in einer Wicklung.
3.4 Sicherung		(a)				(a) Kann ausgeschlossen werden, wenn die Sicherung richtig ausgelegt und entsprechend den zutreffenden IEC-Normen hergestellt ist.	Kurzschluss bedeutet Kurzschluss der durchgebrannten Sicherung.

Tabelle 3 (fortgesetzt)

Bauelement	Mögliche Fehlerausschlüsse					Voraussetzungen	Bemerkungen
	Unterbrechung	Kurzschluss	höheren Wert	Änderung in niedrigeren Wert	der Funktion		
3.5 Relais und Schütze	nein	(a) (b)				<p>(a) Kurzschlüsse zwischen Kontakten und zwischen Kontakten und Spule können ausgeschlossen werden, wenn das Relais den Anforderungen von Normen, die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangen (z. B. EN 81-20:2014, 5.10.3.2.2), entspricht.</p> <p>(b) Das Verschweißen der Kontakte kann nicht ausgeschlossen werden.</p> <p>Entsprechen die Relais jedoch EN 60947-5-1 und sind die Kontakte zwangsgeführt, so treffen die Annahmen aus den Normen, die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangen (z. B. EN 81-20:2014, 5.10.3.1.2 und 5.10.3.1.3), zu.</p>	

Tabelle 3 (fortgesetzt)

Bauelement	Mögliche Fehlerausschlüsse					Voraussetzungen	Bemerkungen
Bauelement	Unterbrechung	Kurzschluss	Änderung in			Voraussetzungen	Bemerkungen
			höheren Wert	niedrigeren Wert	der Funktion		
3.6 Gedruckte Leiterplatten (PCB)	nein	(a)				<p>(a) Kurzschlüsse können ausgeschlossen werden, wenn</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— die allgemeinen Spezifikationen der PCB EN 62326-1 entsprechen,</li> <li>— das Grundmaterial den Anforderungen der Normenreihe EN 61249 entspricht,</li> <li>— das PCB nach den oben angegebenen Anforderungen hergestellt ist und die Mindestwerte aus EN 60664-1 mit den Kriterien <ul style="list-style-type: none"> <li>— Verschmutzungsgrad 3</li> <li>— Werkstoffgruppe III</li> <li>— inhomogenes Feld</li> </ul> eingehalten sind.</li> </ul> <p>Die Spalte „Material für gedruckte Schaltungen“ der Tabelle 4 wird nicht benutzt. Das bedeutet, dass in einer Höhe von 2 000 m die Kriechstrecken 4 mm und die Luftstrecken 3 mm bei 250 V Effektivspannung betragen. Für andere Spannungen und größere Höhen siehe EN 60664-1.</p>	

Tabelle 3 (fortgesetzt)

Bauelement	Mögliche Fehlerausschlüsse					Voraussetzungen	Bemerkungen
	Unterbrechung	Kurzschluss	höheren Wert	Änderung in niedrigeren Wert	der Funktion		
3.6 (fortgesetzt)						<p>Für PCBs mit einem Schutzgrad von IP54 oder besser, deren bedruckte Seiten mit einem alterungsbeständigen Lack oder einer Schutzschicht, die alle Leiterbahnen abdeckt, beschichtet sind, und für die inneren Lagen von mehrlagigen PCBs, kann ein Verschmutzungsgrad 2 angesetzt werden.</p> <p>ANMERKUNG Die Erfahrung hat gezeigt, dass Lötstoppmasken als ausreichende Schutzschicht angesehen werden können.</p> <p>Bei Mehrlagen-Leiterplatten mit mindestens drei Verbundfolien (prepreg) oder anderen dünnen Isolationseinslagen kann der Kurzschluss ausgeschlossen werden (siehe EN 60950-1:2006, 2.10.6.4).</p>	
<b>4 Bestückung der Leiterplatte</b>	nein	(a)				<p>(a) Kurzschluss kann in den Fällen ausgeschlossen werden, in denen er für Bauelemente selbst ausgeschlossen werden kann und die Bauelemente so angeordnet sind, dass die Kriech- und Luftstrecken weder durch die Bestückungstechnik noch durch die PCB selbst nicht unter die zulässigen Mindestwerte aus 3.1 und 3.6 dieser Tabelle fallen.</p>	
<p>In der Tabelle bedeutet: „nein“ in einer Zelle: Kein Fehlerausschluss, d. h., er muss berücksichtigt werden. Keine Angabe in einer Zelle bedeutet: Dieser Fehlertyp ist nicht relevant.</p>							

## 5.16 Auslegungsvorschriften für programmierbare elektronische Systeme (PESSRAL)

Programmierbare elektronische Systeme müssen die Mindestanforderungen an Sicherheitsfunktionen, die für alle Sicherheits-Integritätslevel gültig sind und in den Tabellen B.1, B.2 und B.3 aufgeführt werden, erfüllen. Zusätzlich werden besondere Maßnahmen, die für die Sicherheits-Integritätslevel 1, 2 und 3 gefordert werden, in den Tabellen B.4, B.5 und B.6 entsprechend aufgeführt.

Siehe dazu auch die Anforderungen aus der Norm, die die Anwendung dieser Norm fordert.

ANMERKUNG Die in den Tabellen B.1 bis B.6 aufgeführten Abschnitte der EN 61508-7:2010 verweisen auf die zutreffenden Anforderungen in EN 61508-2:2010 und EN 61508-3:2010.

**Anhang A**  
(normativ)

**Muster einer Baumusterprüfbescheinigung**

Die Baumusterprüfbescheinigung muss folgende Angaben enthalten.

<b>Muster einer Baumusterprüfbescheinigung</b>	
Name der zugelassenen Stelle .....	
Nummer der Baumusterprüfung.....	
1 Art, Kategorie, Typ und Fabrik- oder Handelsmarke.....	
2 Name und Anschrift des Herstellers.....	
.....	
3 Name und Anschrift des Inhabers der Bescheinigung.....	
.....	
4 Zur Baumusterprüfung vorgelegt am: .....	
5 Aufgrund folgender Vorschrift ausgestellte Bescheinigung .....	
.....	
6 Prüfstelle .....	
7 Datum und Nummer des Prüfprotokolls .....	
8 Datum der Baumusterprüfung .....	
9 Als Anlage sind folgende mit der oben angegebenen Nummer der Baumusterprüfung gekennzeichnete Unterlagen beigefügt	
.....	
.....	
10 Zusätzliche Angaben .....	
.....	
Ort .....	(Datum)
Name und Funktion des Unterzeichners	.....
	(Unterschrift)

**Anhang B**  
(normativ)

**Programmierbare elektronische Systeme in sicherheitsrelevanten Anwendungen für Aufzüge (PESSRAL)**

**B.1 Gemeinsame Maßnahmen**

Tabelle B.1 — Gemeinsame Maßnahmen zur Vermeidung und Erkennung von Fehlern — Auslegung der Hardware

Nr	Gegenstand	Maßnahme	Verweis auf EN 61508-7:2010
1	<b>Prozesseinheit</b>	Verwendung eines Watch Dogs.	A.9
2	<b>Komponentenauswahl</b>	Ausschließlich spezifikationsgemäße Anwendung von Komponenten.	
3	<b>E/A-Einheiten und Schnittstellen inkl. Kommunikationsverbindungen</b>	Definierter sicherer Zustand bei Energieausfall oder Rücksetzung.	
4	<b>Spannungsversorgung</b>	Definiertes sicheres Abschalten bei Überspannung oder Unterspannung.	A.8.2
5	<b>Variable Speicherbereiche</b>	Einsatz von ausschließlich integrierten Speicherbausteinen.	
6	<b>Variable Speicherbereiche</b>	Lese-/Schreibprüfung variabler Datenspeicher während des Startvorgangs.	
7	<b>Variable Speicherbereiche</b>	Fernzugriff nur zu informativen Daten (z. B. Statistiken).	
8	<b>Invariante Speicherbereiche</b>	Keine Möglichkeit zur Änderung des Programmcode-speichers, weder automatisch durch das System noch durch Ferneingriff.	
9	<b>Invariante Speicherbereiche</b>	Prüfen des Programmcodespeichers und festen Datenspeichers während des Startvorgangs durch ein Verfahren, das der Summenprüfung zumindest gleichwertig ist.	A.4.2

**Tabelle B.2 — Gemeinsame Maßnahmen zur Vermeidung und Erkennung von Fehlern —  
Auslegung der Software**

Nr	Gegenstand	Maßnahme	Verweisung auf EN 61508-7:2010
1	<b>Struktur</b>	Programmstruktur (d. h. Modularität, Datenhandhabung, Schnittstellendefinition) entsprechend dem Stand der Technik (siehe EN 61508-3).	B.3.4/C.2.1, C.2.9/C.2.7
2	<b>Startvorgang</b>	Während des Startvorgangs muss der sichere Zustand des Aufzugs aufrechterhalten werden.	
3	<b>Interrupts</b>	Begrenzte Verwendung von Interrupts. Verwendung verschachtelter Interrupts nur bei Vorhersehbarkeit aller möglicher Sequenzen.	C.2.6.5
4	<b>Interrupts</b>	Kein Triggern des Watchdogs durch Interruptverfahren, ausgenommen in Kombination mit anderen Programmsequenzbedingungen.	A.9.4
5	<b>Abschaltung</b>	Keine Abschaltverfahren, wie z. B. Sichern von Daten, für sicherheitsbezogene Funktionen.	
6	<b>Speichermanagement</b>	Stapelverarbeitung in der Hard- und/oder Software mit angemessenen Reaktionsverfahren.	C.2.6.4/C.5.4
7	<b>Programm</b>	Iterationsschleifen, die kürzer als die Systemreaktionszeit sind, z. B. durch Begrenzung der Anzahl der Schleifen oder Überwachung der Ausführungszeit.	
8	<b>Programm</b>	Prüfen auf Verschiebung des Datenfeldzeigers, falls in der benutzten Programmiersprache nicht enthalten.	C.2.6.6
9	<b>Programm</b>	Definierte Handhabung der Ausnahmen (z. B. Teilen durch Null, Überlauf, Prüfen des Wertebereichs von Variablen usw.), die das System in einen definierten sicheren Zustand zwingt.	
10	<b>Programm</b>	Keine rekursive Programmierung, ausgenommen in bewährten Standardbibliotheken, in bewährten Betriebssystemen oder in Kompilierern für höhere Sprachen. Für diese Ausnahmen müssen separate Stapel für separate Aufgaben vorgesehen und durch eine Speichermanagementeinheit überwacht werden.	C.2.6.7
11	<b>Programm</b>	Dokumentation der Schnittstelle der Programmierbibliothek und der Betriebssysteme mindestens so vollständig wie das eigentliche Anwenderprogramm.	
12	<b>Programm</b>	Plausibilitätsprüfung von Daten für Sicherheitsfunktionen, z. B. Eingangsmuster, Eingangsbereiche und interne Daten.	C.2.5/C.3.1
13	<b>Programm</b>	Nach Aufruf eines Betriebsmodus zu Prüf- und Validierungszwecken darf der normale Betrieb des Aufzugs so lange nicht möglich sein, wie dieser Modus nicht abgeschlossen ist.	EN 61508-1:2010, 7.7.2.1
14	<b>Kommunikationssystem (intern und extern)</b>	Erreichen eines sicheren Zustands unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit in einem busbasierten Kommunikationssystem mit Sicherheitsfunktionen bei Verlust der Kommunikation oder Fehler in einem Busteilnehmer.	A.7/A.9
15	<b>Bussystem</b>	Keine Rekonfigurierung des CPU-Bussystems, ausgenommen während des Startvorgangs. ANMERKUNG Periodisches Aktualisieren des CPU-Bussystems wird nicht als Rekonfigurierung betrachtet.	C.3.13
16	<b>E/A-Handhabung</b>	Keine Rekonfigurierung der E/A-Kanäle, ausgenommen während des Startvorgangs. ANMERKUNG Periodisches Aktualisieren des E/A-Konfigurationsregisters wird nicht als Rekonfigurierung betrachtet.	C.3.13

Tabelle B.3 — Gemeinsame Maßnahmen für den Entwurf und den Implementierungsprozess

Nr	Maßnahme	Verweisung auf EN 61508-7:2010
1	Beurteilung der funktionalen, umgebungs- und schnittstellenbezogenen Aspekte der Anwendung.	A.14/B.1
2	Anforderungsspezifikationen einschließlich der Sicherheitsanforderungen.	B.2.1
3	Nochmalige Prüfung aller Spezifikationen.	B.2.6
4	Entwurfsdokumentation wie in 5.6.1 gefordert und zusätzlich: — Funktionsbeschreibung einschließlich Systemarchitektur und Hardware/ Software-Wechselwirkung — Softwaredokumentation einschließlich Beschreibung der Funktion und Programmsequenz.	C.5.9
5	Berichte über Entwurfsprüfungen.	B.3.7/B.3.8, C.5.16
6	Prüfung der Verfügbarkeit durch Anwendung von Verfahren wie der Ausfalleffektanalyse (FMEA).	B.6.6
7	Prüfspezifikationen und Prüfberichte des Herstellers und Berichte über Feldversuche.	B.6.1
8	Anleitungen einschließlich Grenzen des Einsatzbereiches.	B.4.1
9	Wiederholung und Aktualisierung der oben genannten Maßnahmen bei Änderung des Produkts.	C.5.23
10	Implementierung einer Versionskontrolle von Hardware und Software und ihrer Kompatibilität.	C.5.24

## B.2 Besondere Maßnahmen

**Tabelle B.4 — Besondere Maßnahmen entsprechend SIL 1**

<b>Komponenten und Funktionen</b>	<b>Anforderungen</b>	<b>Maßnahmen</b>	<b>Siehe Nr in C.3</b>	<b>Verweisung auf EN 61508-7:2010</b>
<b>Struktur</b>	Die Struktur muss so sein, dass jeder einzelne Zufallsfehler erkannt wird und das System in einen sicheren Zustand geht.	Einkanalige Struktur mit Selbsttest oder zwei oder mehr Kanäle mit Vergleich.	M 1.1 M 1.3	A.3.1 A.2.5
<b>Prozesseinheit</b>	Fehler in Prozesseinheiten, die zu einem falschen Ergebnis führen, müssen erkannt werden. Wenn ein solcher Fehler zu einem gefährlichen Zustand führen kann, muss das System in einen sicheren Zustand gehen.	Fehlerkorrigierende Hardware, oder Selbsttest durch Software oder Vergleicher für zweikanalige Strukturen oder gegenseitiger Vergleich von zweikanaligen Strukturen durch Software.	M 2.1 M 2.2 M 2.4 M 2.5	A.3.4 A.3.1 A.1.3 A.3.5
<b>Invariante Speicherbereiche</b>	Fehlerhafte Informationsmodifizierung, d. h. alle ungeraden oder Zwei-Bit-Fehler und einige Drei-Bit- und Mehr-Bit-Fehler müssen vor der nächsten Aufzugsfahrt erkannt werden.	Die folgenden Maßnahmen beziehen sich auf einkanalige Strukturen: Ein-Bit-Redundanz (Paritätsbit) oder Blocksicherung mit Ein-Wort-Redundanz.	M 3.5 M 3.1	A.5.5 A.4.3
<b>Variable Speicherbereiche</b>	Globale Fehler während des Adressierens, des Schreibens, des Speicherns und des Lesens sowie alle ungeraden oder Zwei-Bit-Fehler und einige Drei-Bit- und Mehr-Bit-Fehler müssen vor der nächsten Aufzugsfahrt erkannt werden.	Die folgenden Maßnahmen beziehen sich auf einkanalige Strukturen: Wortsicherung mit Multi-Bit-Redundanz oder Prüfung durch Testmuster auf statische oder dynamische Fehler.	M 3.2 M 4.1	A.5.6 A.5.2
<b>E/A-Einheiten und Schnittstellen einschließlich Kommunikationsverbindungen</b>	Statische Fehler und Übersprechen von E/A-Kanälen sowie zufällige und systematische Fehler im Datenfluss müssen vor der nächsten Aufzugsfahrt erkannt werden.	Codesicherheit oder Testmuster.	M 5.4 M 5.5	A.6.2 A.6.1
<b>Takt</b>	Fehler in der Takterzeugung für Prozesseinheiten wie Frequenz-änderung oder Zusammenbruch müssen vor der nächsten Aufzugsfahrt erkannt werden.	Watchdog mit separater Zeitbasis, oder reziproke Überwachung.	M 6.1 M 6.2	A.9.4
<b>Programmablauf</b>	Falscher Programmablauf und unangemessene Ausführungsdauer von sicherheitsbezogenen Funktionen müssen vor der nächsten Aufzugsfahrt erkannt werden.	Kombination von zeitlicher und logischer Überwachung des Programmablaufs.	M.7.1	A.9.4
<b>ANMERKUNG</b> Nach einer Fehlererkennung muss der sichere Zustand des Aufzugs erhalten bleiben.				

Tabelle B.5 — Besondere Maßnahmen entsprechend SIL 2

Komponenten und Funktionen	Anforderungen	Maßnahmen	Siehe Nr in C.3	Verweisung auf EN 61508-7:2010
<b>Struktur</b>	Die Struktur muss so sein, dass jeder einzelne Zufallsfehler unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit erkannt wird und das System in einen sicheren Zustand geht.	Einkanalige Struktur mit Selbsttest und Überwachung oder zwei oder mehr Kanäle mit Vergleich.	M 1.2 M 1.3	A.3.3 A.2.5
<b>Prozesseinheit</b>	Fehler in Prozesseinheiten, die zu falschen Ergebnissen führen können, müssen unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit erkannt werden. Wenn ein solcher Fehler zu einem gefährlichen Zustand führen kann, muss das System in einen sicheren Zustand gehen.	Fehlerkorrigierende Hardware oder hardwareunterstützter Software-Selbsttest für einkanalige Struktur oder Vergleicher für zweikanalige Strukturen oder gegenseitiger Vergleich von zweikanaligen Strukturen durch Software.	M 2.1 M 2.3 M 2.4 M 2.5	A.3.4 A.3.3 A.1.3 A.3.5
<b>Invariante Speicherbereiche</b>	Fehlerhafte Informationsmodifizierung, d. h. alle ungeraden oder Zwei-Bit-Fehler und einige Drei-Bit- und Mehr-Bit-Fehler müssen unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit erkannt werden.	Die folgenden Maßnahmen beziehen sich auf einkanalige Strukturen: Blocksicherung mit Ein-Wort-Redundanz oder Wortsicherung mit Multi-Bit-Redundanz.	M 3.1 M 3.2	A.4.3 A.5.6
<b>Variable Speicherbereiche</b>	Globale Fehler während des Adressierens, des Schreibens, des Speicherns und des Lesens sowie alle ungeraden oder Zwei-Bit-Fehler und einige Drei-Bit- und Mehr-Bit-Fehler müssen unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit erkannt werden.	Die folgenden Maßnahmen beziehen sich auf einkanalige Strukturen: Wortsicherung mit Multi-Bit-Redundanz oder Prüfung durch Testmuster auf statische oder dynamische Fehler.	M 3.2 M 4.1	A.5.6 A.5.2
<b>E/A-Einheiten und Schnittstellen einschließlich Kommunikationsverbindungen</b>	Statische Fehler und Übersprechen von E/A-Kanälen sowie zufällige und systematische Fehler im Datenfluss müssen unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit erkannt werden.	Codesicherheit oder Testmuster.	M 5.4 M 5.5	A.6.2 A.6.1
<b>Takt</b>	Fehler in der Takterzeugung für Prozesseinheiten wie Frequenz-änderung oder Zusammenbruch müssen unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit erkannt werden.	Watchdog mit separater Zeitbasis oder reziproke Überwachung.	M 6.1 M 6.2	A.9.4

Komponenten und Funktionen	Anforderungen	Maßnahmen	Siehe Nr in C.3	Verweisung auf EN 61508-7:2010
<b>Programmablauf</b>	Falscher Programmablauf und unangemessene Ausführungsdauer von sicherheitsbezogenen Funktionen müssen unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit erkannt werden.	Kombination von zeitlicher und logischer Überwachung des Programmablaufs.	M 7.1	A.9.4
ANMERKUNG Nach einer Fehlererkennung muss der sichere Zustand des Aufzugs erhalten bleiben.				

**Tabelle B.6 — Besondere Maßnahmen entsprechend SIL 3**

Komponenten und Funktionen	Anforderungen	Maßnahmen	Siehe Nr in C.3	Verweisung auf EN 61508-7:2010
<b>Struktur</b>	Die Struktur muss so sein, dass jeder einzelne Zufallsfehler unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit erkannt wird und das System in einen sicheren Zustand geht.	Zwei oder mehr Kanäle mit Vergleich.	M 1.3	A.2.5
<b>Prozesseinheit</b>	Fehler in Prozesseinheiten, die zu falschen Ergebnissen führen können, müssen unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit erkannt werden. Wenn ein solcher Fehler zu einem gefährlichen Zustand führen kann, muss das System in einen sicheren Zustand gehen.	Vergleicher für zweikanalige Strukturen oder gegenseitiger Vergleich von zweikanaligen Strukturen durch Software.	M 2.4 M 2.5	A.1.3 A.3.5
<b>Invariante Speicherbereiche</b>	Fehlerhafte Informationsmodifizierung, d. h. alle Ein-Bit- und Mehr-Bit-Fehler müssen unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit erkannt werden.	Blocksicherung mit Blockreplikation oder Blocksicherung mit Mehrwort-Redundanz.	M 3.3 M 3.4	A.4.5 A.4.4
<b>Variable Speicherbereiche</b>	Globale Fehler während des Adressierens, des Schreibens, des Speicherns und des Lesens sowie alle statischen Bitfehler und dynamische Kopplungen müssen unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit erkannt werden.	Blocksicherung mit Blockreplikation oder Prüfung wie z. B. „Galpat“.	M 4.2 M 4.3	A.5.7 A.5.3

Komponenten und Funktionen	Anforderungen	Maßnahmen	Siehe Nr in C.3	Verweisung auf EN 61508-7:2010
<b>E/A-Einheiten und Schnittstellen einschließlich Kommunikationsverbindungen</b>	Statische Fehler und Übersprechen von E/A-Kanälen sowie zufällige und systematische Fehler im Datenfluss müssen unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit erkannt werden.	Mehrkanalige parallele Eingabe und mehrkanalige parallele Ausgabe oder rückgelesene Ausgaben oder Codesicherheit oder Testmuster.	M 5.1	A.6.5
			M 5.3	A.6.3
			M 5.2	A.6.4
			M 5.4	A.6.2
			M 5.5	A.6.1
<b>Takt</b>	Fehler in der Takterzeugung für Prozesseinheiten wie Frequenzänderung oder Zusammenbruch müssen unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit erkannt werden.	Watchdog mit separater Zeitbasis oder reziproke Überwachung.	M 6.1 M 6.2	A.9.4
<b>Programmablauf</b>	Falscher Programmablauf und unangemessene Ausführungsdauer von sicherheitsbezogenen Funktionen müssen unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit erkannt werden.	Kombination von zeitlicher und logischer Überwachung des Programmablaufs.	M 7.1	A.9.4
<b>ANMERKUNG</b> Nach einer Fehlererkennung muss der sichere Zustand des Aufzugs erhalten bleiben.				

### B.3 Beschreibung der möglichen Maßnahmen

Die folgende Tabelle enthält Beschreibungen der möglichen Maßnahmen, die zur Erfüllung der Anforderungen aus solchen Normen, die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangen (z. B. prEN 81-20:2018, 5.11.2.6) als hilfreich angesehen werden:

**Tabelle B.7 — Beschreibung der möglichen Maßnahmen zur Erkennung von Fehlern**

Komponenten und Funktionen	Maßnahme Nr.	Beschreibung der Maßnahmen
Struktur	M 1.1	<p><b>Einkanalige Struktur mit Selbsttest</b></p> <p><u>Beschreibung:</u> Zur Sicherstellung einer sicheren Abschaltung müssen selbst bei einkanaliger Ausführung redundante Ausgangspfade vorgesehen werden. Selbsttests (zyklisch) werden für die Untereinheiten des PESSRAL in Zeitintervallen, die anwendungsabhängig sein dürfen, durchgeführt. Diese Tests (z. B. CPU-Tests oder Speichertests) werden zur Erkennung latenter datenflussunabhängiger Fehler vorgesehen. Bei Erkennung eines Fehlers muss das System in einen sicheren Zustand gehen.</p>
	M 1.2	<p><b>Einkanalige Struktur mit Selbsttest und Überwachung</b></p> <p><u>Beschreibung:</u> Eine einkanalige Struktur mit Selbsttest und Überwachung besteht aus einer gesonderten Hardwareüberwachungseinheit, die unabhängig von der Anwendung regelmäßig Testdaten von dem System erhält, die aus dem Ergebnis von Selbsttestverfahren sein können. Bei falschen Daten muss das System in einen sicheren Zustand gehen. Es sind mindestens zwei unabhängige Abschaltpfade erforderlich, damit die Abschaltung entweder durch die Prozesseinheit selbst oder die Überwachungseinheit eingeleitet werden kann.</p>
	M.1.3	<p><b>Zwei Kanäle oder mehr mit Vergleich</b></p> <p><u>Beschreibung:</u> Zweikanalig sicherheitsgerichtet aufgebaute Steuerungen besitzen zwei unabhängige und rückwirkungsfreie Funktionseinheiten. Dies ermöglicht die selbstständige Ausführung der spezifizierten Funktionen in jedem Kanal. Für ein zweikanaliges PESSRAL, das ausschließlich für die Funktion einer Sicherheitseinrichtung aufgebaut ist, darf der Aufbau der Kanäle hard- und softwaremäßig identisch sein. Im Fall eines zweikanaligen PESSRAL für komplexe Lösungen (z. B. Kombination mehrerer Sicherheitsfunktionen), deren Prozesse oder Bedingungen definitiv nicht verifizierbar sind, sollte Diversität von Hardware und Software berücksichtigt werden. Die Struktur beinhaltet eine Funktion zum Vergleich von internen Signalen (z. B. Busvergleich) und/oder Ausgangssignalen, die für Sicherheitsfunktionen zur Erkennung von Fehlern bedeutsam sind. Es sind mindestens zwei unabhängige Abschaltpfade erforderlich, damit die Abschaltung entweder durch die Kanäle selbst oder den Vergleich eingeleitet werden kann. Der Vergleich selbst muss auch Gegenstand der Fehlererkennung sein.</p>

Tabelle B.7 (fortgesetzt)

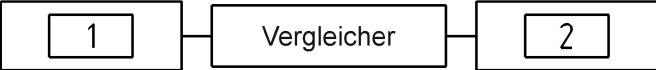

Komponenten und Funktionen	Maßnahme Nr.	Beschreibung der Maßnahmen
Prozesseinheit	M 2.1	<b>Fehlerkorrigierende Hardware</b> <u>Beschreibung:</u> Solche Einheiten können durch Verwendung besonderer Schaltungstechniken zur Erkennung oder Korrektur eines Fehlers ausgeführt sein. Diese Techniken sind für einfache Strukturen bekannt.
	M 2.2	<b>Selbsttest durch Software</b> <u>Beschreibung:</u> Alle Funktionen der Prozesseinheit, die in sicherheitsbezogenen Anwendungen zum Einsatz kommen, müssen zyklisch getestet werden. Diese Tests können mit dem Test der Untereinheiten, z. B. Speicher, Ein-/Ausgänge usw., kombiniert werden.
	M 2.3	<b>Hardwareunterstützter Software-Selbsttest</b> <u>Beschreibung:</u> Es wird eine besondere Hardwareeinrichtung, die Selbsttestfunktionen unterstützt, zur Erkennung von Fehlern benutzt, z. B. eine Überwachungseinheit, die die zyklische Ausgabe bestimmter Bitmuster prüft.
	M 2.4	<b>Vergleicher für zweikanalige Strukturen</b> <u>Beschreibung:</u> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  <pre>                     graph LR                         1[1] --- V[Vergleicher] --- 2[2]                     </pre> </div> Zwei Kanäle mit Hardwarevergleicher: a) Die Signale der beiden Prozesseinheiten werden durch eine Hardwareeinheit zyklisch oder fortlaufend verglichen. Der Vergleicherelement kann eine extern geprüfte Einheit oder als selbstüberwachende Einrichtung ausgelegt sein; oder b) die Signale der beiden Kanäle werden durch eine Prozesseinheit verglichen. Der Vergleicherelement kann eine extern geprüfte Einheit oder als selbstüberwachende Einrichtung ausgelegt sein.
	M 2.5	<b>Gegenseitiger Vergleich von zwei Kanälen</b> <u>Beschreibung:</u> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  <pre>                     graph LR                         1[1] --- V1[Vergleicher] --- V2[Vergleicher] --- 2[2]                     </pre> </div> Es werden zwei redundante Prozesseinheiten, die die sicherheitsbezogenen Daten gegenseitig austauschen, benutzt. Ein Datenvergleich wird von jeder Einheit durchgeführt.

Tabelle B.7 (fortgesetzt)

Komponenten und Funktionen	Maßnahme Nr.	Beschreibung der Maßnahmen
<p align="center"><b>Invariante Speicherbereiche (ROM, EPROM,..)</b></p>	<p align="center"><b>M 3.1</b></p>	<p><b>Blocksicherungsverfahren mit Ein-Wort-Redundanz (z. B. Signaturbildung über ROM mit einfacher Wortbreite)</b> <u>Beschreibung:</u> In diesem Test werden die Inhalte des ROM durch einen allgemeinen Algorithmus auf ein Speicherwort oder kleiner komprimiert. Der Algorithmus, z. B. zyklische Redundanzprüfung (CRC), kann durch Hard- oder Software ausgeführt werden.</p>
	<p align="center"><b>M 3.2</b></p>	<p><b>Wortsicherungsverfahren mit Multi-Bit-Redundanz (z. B. modifizierter Hamming-Code)</b> <u>Beschreibung:</u> Jedes Wort aus dem Speicher wird durch mehrere redundante Bits erweitert, um einen modifizierten Hamming-Code mit einem Hamming-Abstand von mindestens vier zu erzeugen. Beim Lesen eines Wortes kann durch Prüfen der redundanten Bits festgestellt werden, ob eine Informationsänderung stattgefunden hat. Wenn eine Differenz festgestellt wird, muss das System in einen sicheren Zustand gehen.</p>
	<p align="center"><b>M 3.3</b></p>	<p><b>Blocksicherungsverfahren mit Blockreplikation</b> <u>Beschreibung:</u> Der Adressraum wird mit zwei Speichern ausgestattet. Der erste Speicher wird wie üblich betrieben. Der zweite Speicher enthält die gleiche Information, und auf ihn wird parallel zum ersten zugegriffen. Die Ausgänge werden verglichen, und ein Fehler wird vermutet, wenn eine Differenz festgestellt wird. Zur Erkennung bestimmter Arten von Bit-Fehlern müssen die Daten in einem der beiden Speicher in umgekehrter Reihenfolge abgelegt und beim Lesen nochmals umgekehrt werden. In einem Softwareverfahren werden die Inhalte beider Speicherbereiche zyklisch durch ein Programm verglichen.</p>
	<p align="center"><b>M 3.4</b></p>	<p><b>Blocksicherungsverfahren mit Mehr-Wort-Redundanz</b> <u>Beschreibung:</u> Dieses Verfahren berechnet eine Signatur unter Benutzung eines CRC-Algorithmus, aber der resultierende Wert umfasst mindestens zwei Wortbreiten. Die erweiterte Signatur wird gespeichert, erneut berechnet und wird im Fall der einfachen Wortbreite erneut verglichen. Eine Fehlermeldung wird beim Auftreten eines Unterschieds erzeugt.</p>
	<p align="center"><b>M 3.5</b></p>	<p><b>Wortsicherungsverfahren mit Ein-Bit-Redundanz (z. B. ROM-Überwachung durch Paritätsbit)</b> <u>Beschreibung:</u> Jedes Speicherwort wird um ein Bit erweitert (das "Paritäts"-Bit), welches jedes Wort zu einer geraden oder ungeraden Anzahl logischer Einsen ergänzt. Die Parität des Datenwortes wird bei jedem Lesezugriff geprüft. Wenn die falsche Zahl von Einsen gefunden wird, wird eine Fehlermeldung erzeugt. Die Wahl, ob gerade oder ungerade Parität, sollte so getroffen werden, dass vom Null-Wort (nur Nullen) oder Eins-Wort (nur Einsen), zumindest das im Falle eines Fehlers ungünstigere, kein gültiges Codewort ist. Parität kann auch benutzt werden, um Adressierungsfehler zu erkennen, wenn die Parität für die Verkettung von Datenwort und seiner Adresse berechnet wird.</p>

Tabelle B.7 (fortgesetzt)

Komponenten und Funktionen	Maßnahme Nr.	Beschreibung der Maßnahmen
Variable Speicherbereiche	M 4.1	<p><b>Prüfung durch Testmuster auf statische oder dynamische Fehler, z. B. RAM-Test „Walkpath“</b></p> <p><u>Beschreibung:</u> Der zu prüfende Speicherbereich wird mit einer einheitlichen Bitfolge vorbelegt. Die erste Zelle wird anschließend umgekehrt und der restliche Speicherbereich wird geprüft, um sicherzustellen, dass der Hintergrund einwandfrei ist. Danach wird die erste Zelle wiederum auf ihren Ausgangswert umgekehrt und das ganze Verfahren wird für die nächste Zelle wiederholt. Ein zweiter Lauf des "wandernden Bit-Modells" wird mit einer inversen Hintergrund-Vorbelegung durchgeführt. Wenn ein Unterschied auftritt, muss das System in einen sicheren Zustand gehen.</p>
	M 4.2	<p><b>Blocksicherungsverfahren mit Blockreplikation, z. B. doppeltes RAM mit Hardware- oder Softwarevergleich</b></p> <p><u>Beschreibung:</u> Der Adressraum wird mit zwei Speichern ausgestattet. Der erste Speicher wird wie üblich betrieben. Der zweite Speicher enthält die gleiche Information und wird parallel zum ersten zugänglich gemacht. Die Ausgänge werden verglichen, und ein Fehler wird vermutet, wenn eine Differenz festgestellt wird. Zur Erkennung bestimmter Arten von Bit-Fehlern müssen die Daten in einem der beiden Speicher in umgekehrter Reihenfolge abgelegt und beim Lesen nochmals umgekehrt werden. In einem Softwareverfahren werden die Inhalte beider Speicherbereiche zyklisch durch ein Programm verglichen.</p>
	M 4.3	<p><b>Prüfung auf statische oder dynamische Fehler, z. B. „GALPAT“</b></p> <p><u>Beschreibung:</u></p> <p>a) RAM-Test „Galpat“: In einen einheitlich vorbelegten Speicher wird ein inverses Element eingeschrieben, und anschließend werden alle Zellen auf richtigen Inhalt geprüft. Nach jedem Lesezugriff auf eine der restlichen Zellen wird zusätzlich auch die invers beschriebene Zelle prüfgelesen. Dieser Vorgang wird für jede Zelle wiederholt. Ein zweiter Durchlauf wird mit einer inversen Vorbelegung durchgeführt. Bei einer Differenz wird ein Fehler angenommen; oder</p> <p>b) Transparenter „Galpat“-Test: Zu Beginn der Prüfung wird über den Inhalt des zu prüfenden Speicherbereichs durch Soft- oder Hardware eine „Signatur“ gebildet und in einem Register gespeichert, dies entspricht der Vorbelegung des Speichers beim „Galpat“-Test. Der Inhalt der Testzelle wird invertiert eingeschrieben und der Inhalt der restlichen Zellen geprüft. Der Inhalt der Testzelle wird ebenfalls nach jedem Lesezugriff auf eine dieser Zellen gelesen. Da der Inhalt der restlichen Zellen unbekannt ist, wird deren Inhalt nicht individuell, sondern wiederum durch Bildung einer Signatur geprüft. Nach diesem ersten Lauf für die erste Zelle erfolgt ein zweiter Lauf für diese Zelle mit nochmals invertiertem – also wieder wahren – Inhalt. Damit ist der ursprüngliche Zustand des Speichers wieder hergestellt. In gleicher Weise werden alle anderen Speicherzellen geprüft. Bei einer Differenz wird ein Fehler angenommen.</p>

Tabelle B.7 (fortgesetzt)

Komponenten und Funktionen	Maßnahme Nr.	Beschreibung der Maßnahmen
E/A-Einheiten und Schnittstellen	M 5.1	<b>Mehrkanalige parallele Eingabe</b> <u>Beschreibung:</u> Dies ist ein datenflussabhängiger Vergleich unabhängiger Eingänge, um Übereinstimmung mit einem definierten Toleranzbereich (Zeit, Wert) zu erreichen.
	M 5.2	<b>Rückgelesene Ausgaben (überwachte Ausgabe):</b> <u>Beschreibung:</u> Dies ist ein datenflussabhängiger Vergleich von Ausgängen mit unabhängigen Eingängen, um Übereinstimmung mit einem definierten Toleranzbereich (Zeit, Wert) zu erreichen. Ein entdeckter Fehler kann nicht immer auf einen defekten Ausgang bezogen werden.
	M 5.3	<b>Mehrkanalige parallele Ausgabe</b> <u>Beschreibung:</u> Dies ist eine datenflussabhängige Ausgaberedundanz. Die Fehlererkennung wird direkt durch den technischen Prozess oder über externe Vergleiche erreicht.
	M 5.4	<b>Codesicherheit</b> <u>Beschreibung:</u> Dieses Verfahren schützt die Eingabe- und Ausgabeinformationen hinsichtlich zufälliger und systematischer Fehler. Es erzeugt eine datenflussabhängige Fehlererkennung für Eingabe- und Ausgabeinformationen, basierend auf Informationsredundanz und/oder Zeitredundanz.
	M 5.5	<b>Testmuster (Modell)</b> <u>Beschreibung:</u> Dies ist eine datenflussunabhängige zyklische Prüfung von Ein- und Ausgabeinheiten unter Benutzung definierter Testmuster, um Beobachtungen mit den entsprechenden erwarteten Werten zu vergleichen. Die Testmusterinformation, der Testmusterempfang und die Testmustersauswertung müssen voneinander unabhängig sein. Es wird davon ausgegangen, dass alle möglichen Eingangsmuster geprüft wurden.
Takt	M 6.1	<b>Watchdog mit separater Zeitbasis</b> <u>Beschreibung:</u> Hardware-Zeitglieder mit einer getrennten Zeitbasis, die durch korrekten Programmablauf getriggert werden.
	M 6.2	<b>Reziproke Überwachung</b> <u>Beschreibung:</u> Hardware-Zeitglieder mit einer getrennten Zeitbasis, die durch korrekten Programmablauf des anderen Prozessors getriggert werden.
Programmablauf	M 7.1	<b>Kombination von zeitlicher und logischer Überwachung des Programmablaufs</b> <u>Beschreibung:</u> Eine zeitliche Einrichtung, die den Programmablauf überwacht, wird nur getriggert, wenn die Abfolge des Programmablaufs korrekt durchlaufen wird.

## Anhang C (informativ)

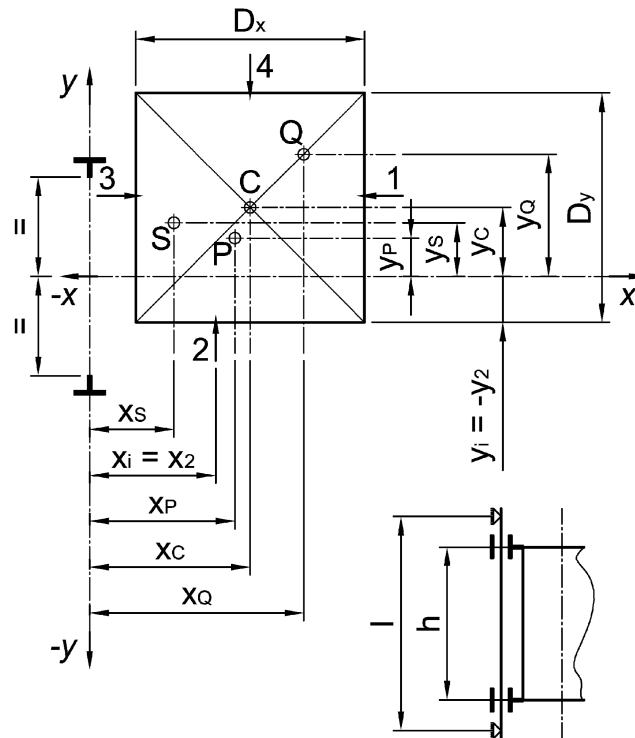
### Nachweis von Führungsschienen — Berechnungsbeispiel

#### C.1 Allgemeines

**C.1.1** Das folgende Beispiel dient zur Erläuterung der Berechnung von Führungsschienen.

**C.1.2** Die nachfolgenden Formelzeichen für die Abmessungen am Aufzug werden in einem kartesischen Koordinatensystem für alle möglichen geometrischen Fälle verwendet:

$C$	ist die geometrische Mitte des Fahrkorbs;
$D_x$	ist die Fahrkorbabmessung in x-Richtung, Fahrkorbtiefe;
$D_y$	ist die Fahrkorbabmessung in y-Richtung, Fahrkorbbreite;
$\delta_{\text{str-x}}$	ist die Durchbiegung der Gebäudestruktur in der x-Achse in mm;
$\delta_{\text{str-y}}$	ist die Durchbiegung der Gebäudestruktur in der y-Achse in mm;
$h$	ist der Abstand zwischen den Führungsschuhen am Fahrkorb;
$l$	ist der Abstand zwischen den Schienenbügeln;
$P$	sind die Massen des leeren Fahrkorbs und der an ihm hängenden Einrichtungen, d. h. ein Teil der Hängekabel, Ausgleichsseile/-ketten (falls vorhanden) usw. in kg
$Q$	ist der Massenschwerpunkt der Nennlast;
$S$	ist der Aufhängepunkt des Fahrkorbs;
$x_C, y_C$	ist die Position der Fahrkorbmitte ( $C$ ) in Bezug auf die Koordinaten der Führungsschienen;
$x_i, y_i$	ist die Position der Fahrkorbtür, $i$ ist 1, 2, 3 oder 4;
$x_P, y_P$	ist die Position der Fahrkorbmasse ( $P$ ) in Bezug auf die Koordinaten der Führungsschienen;
$x_Q, y_Q$	ist die Position der Nennlast ( $Q$ ) in Bezug auf die Koordinaten der Führungsschienen;
$x_S, y_S$	ist die Position des Aufhängepunkts des Fahrkorbs ( $S$ ) in Bezug auf die Koordinaten der Führungsschienen;
1, 2, 3, 4	ist die Mitte der Fahrkorbtür 1, 2, 3, 4;
—→	ist die Beladerichtung.



**Bild C.1 — Lastverteilung im Fahrkorb — Allgemeiner Fall**

**C.1.3** Nachfolgende Formelzeichen werden in den Gleichungen verwendet, siehe C.2 und Bild C.1.

Dabei ist

- $A$  die Querschnittsfläche einer Führungsschiene in  $\text{mm}^2$ ;
- $c$  die Breite des Stegs zwischen Fuß und Kopf in mm;
- $\delta_{\text{zul}}$  die höchstzulässige Verformung in mm;
- $\delta_x$  die Durchbiegung in der  $x$ -Achse in mm;
- $\delta_y$  die Durchbiegung in der  $y$ -Achse in mm;
- $\delta_{\text{str-x}}$  die Durchbiegung der Gebäudestruktur in der  $x$ -Achse in mm;
- $\delta_{\text{str-y}}$  die Durchbiegung der Gebäudestruktur in der  $y$ -Achse in mm;
- $E$  der Elastizitätsmodul in  $\text{N}/\text{mm}^2$ ;
- $F_p$  ist die Durchdrückkraft aus allen Schienenbügeln (als Folge der üblichen Setzung des Gebäudes oder Schwinden des Betons) in N;
- $F_s$  ist die beim Be- und Entladen auf die Schwelle des Fahrkorbs wirkende vertikale Kraft in N;
- $F_v$  ist die vertikale an einer Führungsschiene des Fahrkorbs, des Gegen- oder des Ausgleichsgewichts angreifende Kraft in N;
- $F_x$  die Führungskraft in der  $x$ -Achse in N;
- $F_y$  die Führungskraft in der  $y$ -Achse in N;
- $g_n$  die Normalfallbeschleunigung ( $9,81 \text{ m}/\text{s}^2$ );

- $I_x$  das Trägheitsmoment, bezogen auf die  $x$ -Achse, in  $\text{mm}^4$ ;  
 $I_y$  das Trägheitsmoment, bezogen auf die  $y$ -Achse, in  $\text{mm}^4$ ;  
 $k_1$  der Stoßfaktor für den verwendeten Typ der Fangvorrichtung;  
 $k_2$  der Stoßfaktor für Fahren;  
 $k_3$  der Stoßfaktor für Zusatzeinrichtungen und andere betriebliche Szenarien;  
 $M_{\text{zus}}$  die Kraft aus Zusatzeinrichtungen in einer Führungsschiene in N;  
 $M_g$  die Masse eines Schienenstrangs in kg;  
 $M_m$  das Biegemoment in Nmm;  
 $M_x$  das Biegemoment, bezogen auf die  $x$ -Achse, in Nmm;  
 $M_y$  das Biegemoment, bezogen auf die  $y$ -Achse, in Nmm;  
 $n$  die Anzahl der Führungsschienen;  
 $\sigma$  die zusammengesetzte Spannung in  $\text{N/mm}^2$ ;  
 $\sigma_F$  die lokale Flansch-Biegespannung in  $\text{N/mm}^2$ ;  
 $\sigma_k$  die Knickspannung in  $\text{N/mm}^2$ ;  
 $\sigma_m$  die Biegespannung in  $\text{N/mm}^2$ ;  
 $\sigma_x$  die Biegespannung in der  $x$ -Achse in  $\text{N/mm}^2$ ;  
 $\sigma_y$  die Biegespannung in der  $y$ -Achse in  $\text{N/mm}^2$ ;  
 $\sigma_{\text{zul}}$  die zulässige Spannung in  $\text{N/mm}^2$   
 $W_x$  das Widerstandsmoment, bezogen auf die  $x$ -Achse, in  $\text{mm}^3$ ;  
 $W_y$  das Widerstandsmoment, bezogen auf die  $y$ -Achse, in  $\text{mm}^3$ ;  
 $\omega$  die Knickzahl.

## C.2 Allgemeine Konfiguration für Aufzüge mit Fangvorrichtung

### C.2.1 Fangen

#### C.2.1.1 Biegebeanspruchung

- a) Biegebeanspruchung um die  $y$ -Achse der Führungsschiene durch Führungskräfte:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_p)}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

- b) Biegebeanspruchung um die  $x$ -Achse der Führungsschiene durch Führungskräfte:

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_p)}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

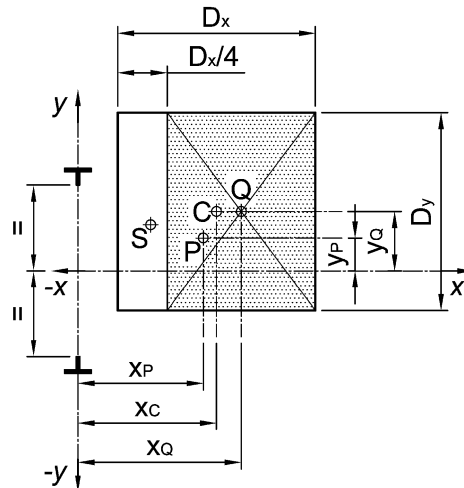


Bild C.2 — Fangen – Lastverteilung im Fahrkorb – Fall 1 bezogen auf die x-Achse

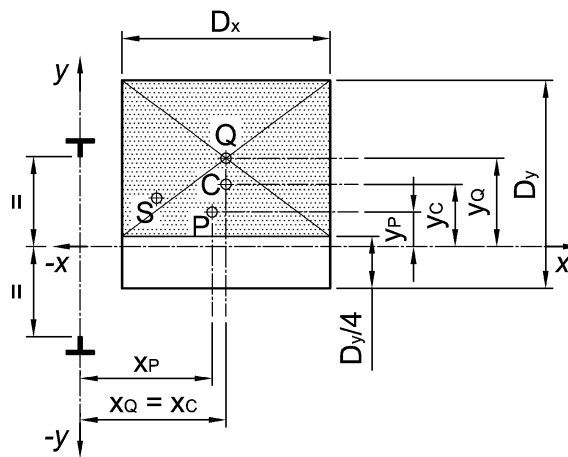


Bild C.3 — Fangen – Lastverteilung im Fahrkorb – Fall 2 bezogen auf die y-Achse

### C.2.1.2 Knicken

$$F_v = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (P+Q)}{n} + M_g \cdot g_n + F_p, \quad \sigma_k = \frac{(F_v + k_3 \cdot M_{zus}) \cdot \omega}{A}$$

### C.2.1.3 Zusammengesetzte Beanspruchung <sup>7)</sup>

$$\sigma = \sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{zul}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_v + k_3 \cdot M_{zus}}{A} \leq \sigma_{zul}$$

$$\sigma = \sigma_k + 0,9 \sigma_m \leq \sigma_{zul}$$

<sup>7)</sup> Diese Angaben gelten für die Lastannahmen 1 und 2 nach C.2.1.1. Ist  $\sigma_{zul} < \sigma_m$ , dann darf im Interesse minimaler Abmessungen der Führungsschienen der Nachweis nach 5.10.2.2 geführt werden.

**C.2.1.4 Flanschbiegung<sup>8)</sup>**

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{zul} \text{ oder } \sigma_F = \frac{6 \cdot F_x \cdot (h_1 - b - f)}{c^2 \cdot (l + 2 \cdot (h_1 - f))} \leq \sigma_{zul}$$

**C.2.1.5 Durchbiegung<sup>9)</sup>**

$$\delta_x = 0,7 \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} + \delta_{str-x} \leq \delta_{zul}, \quad \delta_y = 0,7 \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} + \delta_{str-y} \leq \delta_{zul}$$

**C.2.2 Normalbetrieb — Fahren**

**C.2.2.1 Biegebeanspruchung**

a) Biegebeanspruchung um die y-Achse der Führungsschiene durch Führungskräfte:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (x_Q - x_S) + P \cdot (x_P - x_S)]}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

b) Biegebeanspruchung um die x-Achse der Führungsschiene durch Führungskräfte:

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (y_Q - y_S) + P \cdot (y_P - y_S)]}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

**Lastannahme:** Fall 1 relativ zur x-Achse (siehe C.2.1.1)

Fall 2 relativ zur y-Achse (siehe C.2.1.1)

**C.2.2.2 Knicken**

$$F_v = M_g \cdot g_n + F_p, \quad \sigma_v = \frac{F_v + k_3 \cdot M_{zus}}{A}$$

**C.2.2.3 Zusammengesetzte Beanspruchung<sup>10)</sup>**

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{zul}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_v + k_3 \cdot M_{zus}}{A} \leq \sigma_{zul}$$

**C.2.2.4 Flanschbiegung<sup>11)</sup>**

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{zul} \text{ oder } \sigma_F = \frac{6 \cdot F_x \cdot (h_1 - b - f)}{c^2 \cdot (l + 2 \cdot (h_1 - f))} \leq \sigma_{zul}$$

8) Diese Angaben gelten für beide Lastannahmen nach C.2.1.1.

9) Diese Angaben gelten für beide Lastannahmen nach C.2.1.1.

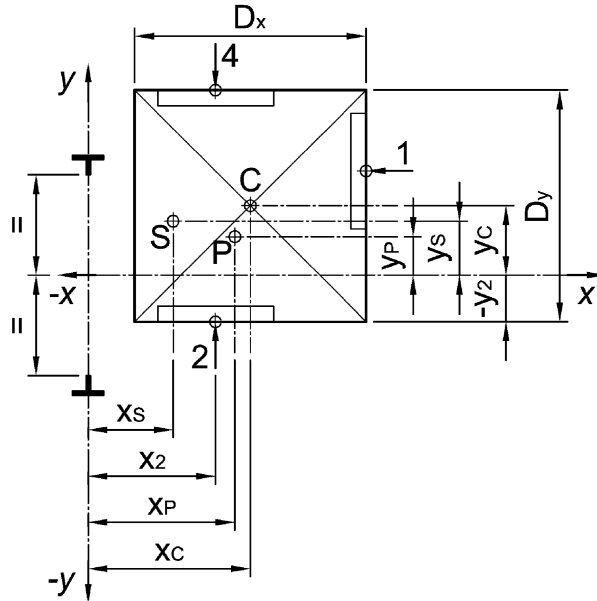
10) Diese Angaben gelten für die Lastannahmen 1 und 2 nach C.2.1.1. Ist  $\sigma_{zul} < \sigma_m$ , dann darf im Interesse minimaler Abmessungen der Führungsschienen der Nachweis nach 5.10.2.2 geführt werden.

11) Diese Angaben gelten für beide Lastannahmen nach C.2.1.1.

**C.2.2.5 Durchbiegung <sup>12)</sup>**

$$\delta_x = 0,7 \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} + \delta_{str-x} \leq \delta_{zul}, \quad \delta_y = 0,7 \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} + \delta_{str-y} \leq \delta_{zul}$$

**C.2.3 Normalbetrieb — Beladen**



**Bild C.4 — Normalbetrieb - Lastverteilung**

**C.2.3.1 Biegebeanspruchung**

a) Biegebeanspruchung um die y-Achse der Führungsschiene durch Führungskräfte:

$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_P - x_S) + F_S \cdot (x_i - x_S)}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

b) Biegebeanspruchung um die x-Achse der Führungsschiene durch Führungskräfte:

$$F_y = \frac{g_n \cdot P \cdot (y_P - y_S) + F_S \cdot (y_i - y_S)}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

<sup>12)</sup> Diese Angaben gelten für beide Lastannahmen nach C.2.1.1.

### C.2.3.2 Knicken

$$F_v = M_g \cdot g_n + F_p, \quad \sigma_k = \frac{F_v + k_3 \cdot M_{zus}}{A}$$

### C.2.3.3 Zusammengesetzte Beanspruchung

$$\sigma = \sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{zul}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_v + k_3 \cdot M_{zus}}{A} \leq \sigma_{zul}$$

### C.2.3.4 Flanschbiegung<sup>13)</sup>

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{zul} \text{ oder } \sigma_F = \frac{6 \cdot F_x \cdot (h_1 - b - f)}{c^2 \cdot (l + 2 \cdot (h_1 - f))} \leq \sigma_{zul}$$

### C.2.3.5 Durchbiegung

$$\delta_x = 0,7 \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} + \delta_{str-x} \leq \delta_{zul}, \quad \delta_y = 0,7 \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} + \delta_{str-y} \leq \delta_{zul}$$

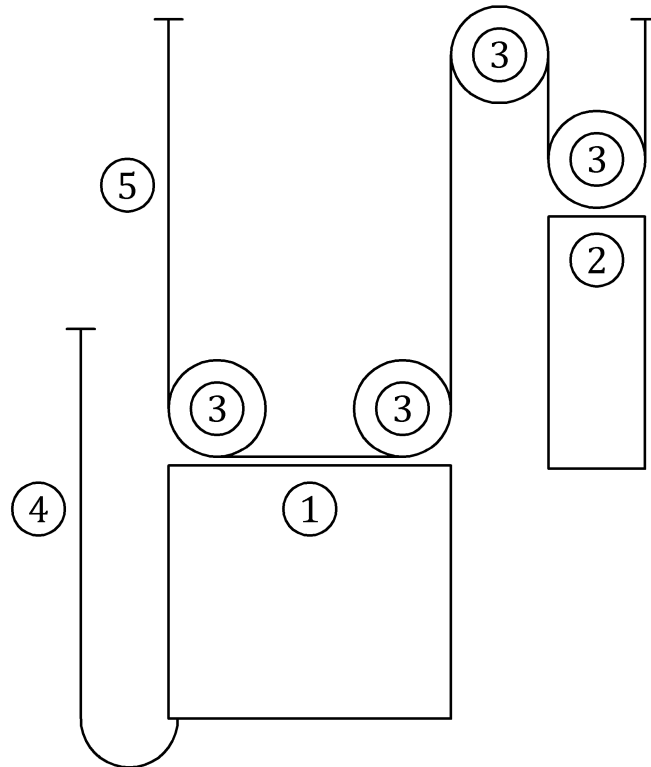
---

13) Ist  $\sigma_{zul} < \sigma_m$ , dann darf im Interesse kleinster Abmessungen der Führungsschienen der Nachweis nach 5.10.2.2 geführt werden.

## Anhang D (informativ)

### Berechnung der Treibfähigkeit

Für das Beispiel in Bild D.1 gelten die nachfolgenden Gleichungen.



#### Legende

- ① Fahrkorb
- ② Gegengewicht
- ③ Seilrolle
- ④ Hängkabel
- ⑤ Tragmittel

Bild D.1 – Beispiel 2:1 ohne Ausgleichsmittel

#### Beladener Fahrkorb

Mit 125 % der Nennlast beladener Fahrkorb in der untersten Haltestelle ohne Berücksichtigung der Reibung.

$$T_1 = \frac{(P + 1,25 \cdot Q)}{2} \cdot g_n + M_{SRcar} \cdot g_n$$

$$T_2 = \frac{M_{cwt}}{2} \cdot g_n$$

### Notbremsung

Angenommene geringste Reibung durch Seilrollen und die Führungskraft

a) Mit Nennlast beladener Fahrkorb in der untersten Haltestelle.

$$T_1 = \frac{(P + Q)}{2} \cdot (g_n + a) + M_{SRcar} \cdot (g_n + 2 \cdot a) + \frac{m_{Pcar} \cdot 2 \cdot a}{2} - \frac{FR_{car}}{2}$$

$$T_2 = \frac{M_{cwt}}{2} \cdot (g_n - a) - \frac{m_{Pcwt} \cdot 1 \cdot a}{2} + \frac{FR_{cwt}}{2}$$

b) Leerer Fahrkorb in der obersten Haltestelle.

$$T_1 = \frac{M_{cwt}}{2} \cdot (g_n + a) + M_{SRcwt} \cdot (g_n + 2 \cdot a) + \frac{m_{Pcwt} \cdot 1 \cdot a}{2} - \frac{FR_{cwt}}{2}$$

$$T_2 = \frac{(P + M_{Trav})}{2} \cdot (g_n - a) - \frac{m_{Pcar} \cdot 2 \cdot a}{2} + \frac{FR_{car}}{2}$$

### Blockiertes Gegengewicht

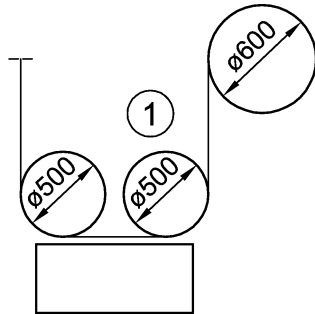
Leerer Fahrkorb in der obersten Stellung, Reibung nicht berücksichtigt.

$$T_1 = \frac{(P + M_{Trav})}{2} \cdot g_n$$

$$T_2 = M_{SRcwt} \cdot g_n$$

**Anhang E**  
(informativ)

**Äquivalente Anzahl von Seilrollen  $N_{equiv}$  — Beispiele**



$\gamma = 40^\circ$

$N_{equiv(t)} = 10$  (nach Tabelle 2)

$K_p = (600/500)^4 = 2,07$

$N_{equiv(p)} = 2,07 \cdot (2 + 0) = 4,14$

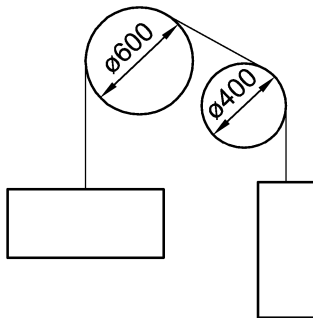
$N_{equiv} = 10 + 4,14 = 14,14$

**Legende**

① Fahrkorbseite

ANMERKUNG Keine Gegenbiegung wegen nicht ortsfester Seilrollen

**Bild E.1 — 2:1-Aufhängung - Keilrille**



$\beta = 90^\circ$

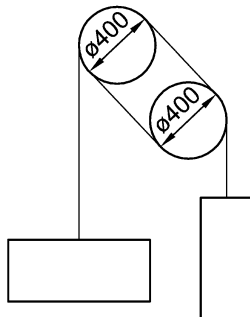
$N_{equiv(t)} = 5$  (nach Tabelle 2)

$K_p = (600/400)^4 = 5,06$

$N_{equiv(p)} = 5,06 \cdot (1 + 0) = 5,06$

$N_{equiv} = 5 + 5,06 = 10,06$

**Bild E.2 — 1:1 - Aufhängung - Unterschnittene Keilrille**



$N_{equiv(t)} = 1 + 1$

$K_p = 1$

$N_{equiv(p)} = 1 \cdot (1 + 1) = 2$

$N_{equiv} = 2 + 2 = 4$

ANMERKUNG Das Seil läuft zweimal über die Treibscheibe und die Gegenrolle

**Bild E.3 — 1:1 -Aufhängung (doppelte Umschlingung) - Rundrille**

**Anhang ZA**  
(informativ)

**Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2014/33/EU**

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines von der Europäischen Kommission erteilten Normungsauftrages „M/549“ / „C(2016) 5884 endgültig“ erarbeitet, um ein freiwilliges Mittel zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2014/33/EU bereitzustellen.

Sobald diese Norm im Amtsblatt der Europäischen Union im Sinne dieser Richtlinie Bezug genommen worden ist, berechtigt die Übereinstimmung mit den in Tabelle ZA.1 und ZA.2 aufgeführten normativen Abschnitten dieser Norm innerhalb der Grenzen des Anwendungsbereiches dieser Norm zur Vermutung der Konformität mit den entsprechenden grundlegenden Anforderungen der Richtlinie und der zugehörigen EFTA Vorschriften.

**Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und Anhang I Richtlinie 2014/33/EU**

<b>Grundlegende Anforderungen der Richtlinie 2014/33/EU</b>	<b>Abschnitt(e)/Unterabschnitt(e) dieser Europäischen Norm</b>	<b>Erläuterungen/Anmerkungen</b>
1.1	Siehe Abschnitt in Bezug zu 2006/42/EG, Tabelle ZA.2 weiter unten	Bezugnehmend auf die Anwendung der Richtlinie 2006/42/EG
1.4.2	5.4	Baumusterprüfung für Geschwindigkeitsbegrenzer
1.4.4	5.11, 5.12	Ermittlung der Treibfähigkeit und des Sicherheitsfaktors von Tragseilen bei elektrisch angetriebenen Aufzügen
1.6.4	5.6, 5.15, 5.16	Baumusterprüfung für Sicherheitsschaltungen mit elektronischen Bauelementen und/oder programmierbaren elektronischen Systemen (PESSRAL), Elektronische Bauelemente - Fehlerausschlüsse
2.3	5.2, 5.14	Baumusterprüfung von Verriegelung für Schacht- und Fahrkorbtüren, Auslegungsvorschriften für programmierbare elektronische Systeme (PESSRAL)

Grundlegende Anforderungen der Richtlinie 2014/33/EU	Abschnitt(e)/Unterabschnitt(e) dieser Europäischen Norm	Erläuterungen/Anmerkungen
3.2	5.3, 5.7, 5.8, 5.9, 5.10	Baumusterprüfung von Geschwindigkeitsbegrenzer, Schutzeinrichtungen für den aufwärts fahrenden Fahrkorb gegen Übergeschwindigkeit, Schutzeinrichtungen gegen unbeabsichtigte Bewegungen des Fahrkorbs, Leitungsbruchventile/Drossel-Rückschlagventile. Führungsschienenberechnung
3.3	5.5	Baumusterprüfung von Puffern

**Tabelle ZA.2 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und Anhang I der Richtlinie 2006/42/EG sofern anwendbar auf Aufzüge gemäß der Richtlinie 2014/33/EU, Anhang I, 1.1**

Grundlegende Anforderungen der Richtlinie	Abschnitt(e) dieser Europäischen Norm	Erläuterungen/Anmerkungen
1.1.2	5.1	Allgemeine Anforderungen
1.2	Siehe Tabelle ZA.1 der Aufzugsrichtlinie, Anhang I, 1.6.4	Steuerungen
1.3.2	5.10, 5.13, 5.14	Risiko des Abbruchs während der Funktion
4.1.2.2	5.10	Führungsschienenberechnung
4.1.2.3	5.10, 5.13, 5.14	Mechanische Festigkeit

**WARNHINWEIS 1** — Die Konformitätsvermutung bleibt nur bestehen, so lange die Fundstelle dieser Europäischen Norm in der im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlichten Liste erhalten bleibt. Anwender dieser Norm sollten regelmäßig die im Amtsblatt der Europäischen Union zuletzt veröffentlichte Liste einsehen.

**WARNHINWEIS 2** — Für Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Rechtsvorschriften der EU anwendbar sein.

## Literaturhinweise

- [1] CEN/TS 81-11, *Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen — Grundlagen und Auslegungen — Teil 11: Auslegungen zur Normenreihe EN 81*

- Entwurf -

EUROPEAN STANDARD  
NORME EUROPÉENNE  
EUROPÄISCHE NORM

**DRAFT**  
**prEN 81-50**

February 2018

ICS 91.140.90

Will supersede EN 81-50:2014

English Version

## Safety rules for the construction and installation of lifts - Examinations and tests - Part 50: Design rules, calculations, examinations and tests of lift components

Règles de sécurité pour la construction et l'installation  
des élévateurs - Examens et essais - Partie 50 : Règles  
de conception, calculs, examens et essais des  
composants pour élévateurs

Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau  
von Aufzügen - Prüfungen - Teil 50:  
Konstruktionsregeln, Berechnungen und Prüfungen  
von Aufzugskomponenten

This draft European Standard is submitted to CEN members for enquiry. It has been drawn up by the Technical Committee CEN/TC 10.

If this draft becomes a European Standard, CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

This draft European Standard was established by CEN in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, Former Yugoslav Republic of Macedonia, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and United Kingdom.

Recipients of this draft are invited to submit, with their comments, notification of any relevant patent rights of which they are aware and to provide supporting documentation.

**Warning** : This document is not a European Standard. It is distributed for review and comments. It is subject to change without notice and shall not be referred to as a European Standard.



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

**CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels**

© 2018 CEN All rights of exploitation in any form and by any means reserved  
worldwide for CEN national Members.

Ref. No. prEN 81-50:2018 E

## Contents

	Page
European foreword.....	5
Introduction .....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references.....	7
3 Terms and definitions .....	8
4 List of significant hazards .....	9
5 Design rules, calculations, examinations and tests .....	10
5.1 General provisions for type examinations of safety components .....	10
5.1.1 Object and extent of the tests.....	10
5.1.2 General provisions.....	10
5.2 Type examination of landing and car door locking devices .....	11
5.2.1 General provisions.....	11
5.2.2 Examination and tests .....	11
5.2.3 Test particular to certain types of locking devices .....	14
5.2.4 Type examination certificate .....	14
5.3 Type examination of safety gear.....	14
5.3.1 General provisions.....	14
5.3.2 Instantaneous safety gear .....	15
5.3.3 Progressive safety gear .....	17
5.3.4 Comments .....	20
5.3.5 Type examination certificate .....	20
5.4 Type examination of overspeed governors .....	21
5.4.1 General provisions.....	21
5.4.2 Check on the characteristics of the overspeed governor.....	21
5.4.3 Type examination certificate .....	22
5.5 Type examination of buffers .....	22
5.5.1 General provisions.....	22
5.5.2 Samples to be submitted .....	23
5.5.3 Test.....	23
5.5.4 Type examination certificate.....	26
5.6 Type examination of safety circuits containing electronic components and/or programmable electronic systems (PESSRAL) .....	27
5.6.1 General provisions.....	27
5.6.2 Test samples .....	27
5.6.3 Tests.....	28
5.6.4 Type examination certificate .....	29
5.7 Type examination of ascending car overspeed protection means.....	30
5.7.1 General provisions.....	30
5.7.2 Statement and test sample.....	30
5.7.3 Test.....	31
5.7.4 Possible modification to the adjustments.....	32

5.7.5	Test report .....	32
5.7.6	Type examination certificate .....	32
5.8	Type examination of unintended car movement protection means.....	33
5.8.1	General provisions .....	33
5.8.2	Statement and test sample .....	33
5.8.3	Test .....	34
5.8.4	Possible modification to the adjustments .....	36
5.8.5	Test report .....	36
5.8.6	Type examination certificate .....	36
5.9	Type examination of rupture valve/one-way restrictor .....	36
5.9.1	General .....	36
5.9.2	General provisions .....	36
5.10	Guide rails calculation .....	41
5.10.1	Range of calculation.....	41
5.10.2	Bending .....	41
5.10.3	Buckling .....	43
5.10.4	Combination of bending and compression/tension or buckling stresses .....	44
5.10.5	Flange bending .....	45
5.10.6	Deflections .....	46
5.11	Evaluation of traction.....	46
5.11.1	Introduction .....	46
5.11.2	Traction calculation.....	47
5.11.3	Practical example .....	52
5.12	Evaluation of safety factor on suspension ropes for electric lifts .....	55
5.12.1	General .....	55
5.12.2	Equivalent number $N_{equiv}$ of pulleys.....	56
5.12.3	Safety factor.....	57
5.13	Calculations of rams, cylinders, rigid pipes and fittings.....	60
5.13.1	Calculation against over pressure .....	60
5.13.2	Calculations of the jacks against buckling.....	62
5.14	Pendulum shock tests .....	66
5.14.1	General .....	66
5.14.2	Test rig.....	66
5.14.3	Tests .....	67
5.14.4	Interpretation of the results.....	67
5.14.5	Test report .....	67
5.15	Electronic components - Failure exclusion .....	71
5.16	Design rules for programmable electronic systems (PESSRAL).....	81
Annex A	(normative) Model form of type examination certificate.....	82
Annex B	(normative) Programmable electronic systems in safety related applications for lifts (PESSRAL) .....	83
B.1	Common measures.....	83
B.2	Specific measures .....	85
B.3	Descriptions of possible measures.....	89
Annex C	(informative) Example for calculation of guide rails.....	95
C.1	General .....	95
C.2	General configuration for lifts with safety gear.....	97
C.2.1	Safety gear operation .....	97

C.2.1.1 Bending stress .....	97
C.2.1.2 Buckling .....	98
C.2.1.3 Combined stress .....	99
C.2.1.4 Flange bending .....	99
C.2.1.5 Deflections .....	99
C.2.2 Normal operation, running .....	99
C.2.2.1 Bending stress .....	99
C.2.2.2 Buckling .....	99
C.2.2.3 Combined stress .....	100
C.2.2.4 Flange bending .....	100
C.2.2.5 Deflection .....	100
C.2.3 Normal operation, loading .....	100
C.2.3.1 General .....	100
C.2.3.2 Bending stress .....	101
C.2.3.3 Buckling .....	101
C.2.3.4 Combined stress .....	101
C.2.3.5 Flange bending .....	101
C.2.3.6 Deflections .....	101
Annex D (informative) Calculation of traction - Example .....	102
Annex E (informative) Equivalent number of pulleys $N_{equiv}$ - Examples .....	104
Annex ZA (informative) Relationship between this European Standard and the essential requirements of Directive 2014/33/EU aimed to be covered .....	105
Bibliography .....	107

## European foreword

This document (prEN 81-50:2018) has been prepared by Technical Committee CEN/TC 10 "Lifts, escalators and moving walks", the secretariat of which is held by AFNOR.

This document is currently submitted to the CEN Enquiry.

This document is a revision of EN 81-50:2014 in order to align its Annex ZA to the new format and requirements as laid out in the EU Commission Standardization Request "M/549 C(2016) 5884 final". During this revision no technical changes are made and the technical requirements of this document remain identical to EN 81-50:2014.

This document, in conjunction with prEN 81-20:2018, will supersede EN 81-50:2014.

This document has been prepared under a mandate given to CEN by the European Commission and the European Free Trade Association, and supports essential requirements of EU Directive(s).

For relationship with EU Directive(s), see informative Annex ZA, which is an integral part of this document.

The content of this standard provides the design rules, calculations, examinations and tests for lifts component, the requirements of which are specified in other EN 81 series of standards. Therefore this standard can only be used in conjunction with the standards for specific lift types, e.g. EN 81-20 for passenger-, goods passenger lifts.

## Introduction

The object of this standard is to define safety rules related to lifts with a view to safeguarding persons and objects against the risk of accidents associated with the user-, maintenance- and emergency operation of lifts <sup>1)</sup>.

Reference should be made to the respective introductions of the standards calling for the use of this standard with regard to persons and objects to be safeguarded, assumptions, principles, etc.

---

1) Within CEN/TC 10 an interpretation committee has been established to answer questions about the spirit in which the experts have drafted the various clauses of this standard. All such interpretations are published within CEN TS 81-11 until incorporated by amendment into the standards concerned.

## 1 Scope

This standard specifies the design rules, calculations, examinations and tests of lift components which are referred to by other standards used for the design of passenger lifts, goods passenger lifts, goods only lifts, and other similar types of lifting appliances.

## 2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

### CEN/CENELEC standards

prEN 81-20:2018, *Safety rules for the construction and installation of lifts – Lifts for the transport of persons and goods – Part 20: Passenger and goods passenger lifts*

EN 10025 (series), *Hot rolled products of non alloy structural steels - Technical delivery conditions*

EN 12385-5:2002, *Steel wire ropes - Safety - Part 5: Stranded ropes for lifts*

EN 60068-2-6:2008, *Environmental testing - Part 2-6: Tests - Test Fc: Vibration (sinusoidal) (EN 60068-2-6:2007)*

EN 60068-2-14:2009, *Environmental testing - Part 2-14: Tests - Test N: Change of temperature (EN 60068-2-14:2009)*

EN 60068-2-27:2009, *Environmental testing - Part 2-27: Tests - Test Ea and guidance: Shock (EN 60068-2-27:2008)*

EN 60112:2003, *Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials (IEC 60112:2003)*

EN 60249-2-2, *Base materials for printed circuits - Part 2: Specifications - Specification N° 2: Phenolic cellulose paper copper-clad laminated sheet, economic quality*

EN 60249-2-3, *Base materials for printed circuits - Part 2: Specifications - Specification N° 3: Epoxyde cellulose paper copper-clad laminated sheet of defined flammability (vertical burning test)*

EN 60664-1:2007, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems - Part 1: Principles, requirements and tests (IEC 60664-1:2007)*

EN 60747-5-5:2011, *Semiconductor devices - Discrete devices - Part 5-5: Optoelectronic devices - Photocouplers (IEC 60747-5-5:2007)*

EN 60947-4-1:2010, *Low-voltage switchgear and controlgear - Part 4-1: Contactors and motor-starters - Electromechanical contactors and motor-starters (60947-4-1:2009)*

EN 60947-5-1:2017, *Low-voltage switchgear and controlgear - Part 5-1: Control circuit devices and switching elements - Electromechanical control circuit devices (IEC 60947-5-1:2016)*

EN 60950-1:2006, *Information technology equipment - Safety - Part 1: General requirements (60950-1:2005)*

EN 61508-1:2010, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems - Part 1: General requirements (IEC 61508-1:2010)*

EN 61508-2:2010, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems - Part 2: Requirements for electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems (IEC 61508-2:2010)*

EN 61508-3:2010, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety related systems - Part 3: Software requirements (IEC 61508-3:2010)*

EN 61508-7:2010, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety related systems - Part 7: Overview of techniques and measures (IEC 61508-7:2010)*

EN 62326-1:2002, *Printed boards - Part 1: Generic specification (IEC 62326-1:2002)*

EN ISO 12100:2010, *Safety of machinery - General principles for design - Risk assessment and risk reduction (ISO 12100:2010)*

### 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the definitions of terms used in standards referring to this standard apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

#### 3.1

**approved body** (*organisme habilité*) (*Zugelassene Stelle*)

organisation or manufacturer, operating an approved full quality assurance system to undertake testing of safety components

#### 3.2

**safety component** (*composant de sécurité*) (*Sicherheitsbauteil*)

component provided<sup>2)</sup> to fulfil a safety function when in use

#### 3.3

**type examination certificate** (*certificat d'examen de type*) (*Baumusterprüfbescheinigung*)

document issued by an approved body carrying out a type-examination in which it certifies that the product example under consideration complies with the provisions applicable to it

---

<sup>2)</sup> Under certain EU legislation there is a list of items considered a safety components including safety gear, speed governor, landing door locks, etc. For the purposes of this standard other components may also be regarded as safety components where the aim is to certify their safe operation by type testing.

## 4 List of significant hazards

This clause contains all the significant hazards, hazardous situations and events, as far as they are dealt with in this standard, identified by risk assessment as significant for this type of machinery and which require action to eliminate or reduce the risk (see Table 1).

**Table 1 — List of significant hazards**

No	Hazards as listed in Annex B of EN ISO 12100:2010	Relevant clauses
<b>1</b>	<b>Mechanical hazards</b> due to:	
	Acceleration, deceleration (kinetic energy)	5.3; 5.4; 5.5; 5.7; 5.8; 5.9
	Angular parts	Not relevant
	Approach of a moving element to a fixed part	5.2
	Cutting parts	Not relevant
	Elastic elements	5.10; 5.11; 5.12; 5.13
	Falling objects	5.3; 5.4; 5.5; 5.9
	Gravity (stored energy)	5.3; 5.4; 5.5; 5.9
	Height from the ground	5.3; 5.4; 5.5; 5.9
	High pressure	5.13
	Moving elements	5.2; 5.3; 5.4; 5.5; 5.6; 5.7; 5.8; 5.9; 5.10; 5.11; 5.12; 5.13; 5.14; 5.15; 5.16
	Rotating elements	5.4; 5.11; 5.12
	Stability	5.10; 5.11; 5.12; 5.13; 5.14
Strength	5.10; 5.11; 5.12; 5.13; 5.14	
<b>2</b>	<b>Electrical hazards</b>	
	Arc	5.2; 5.4; 5.6; 5.7; 5.8; 5.15; 5.16
	Electrostatic phenomena	5.2; 5.4; 5.6; 5.7; 5.8; 5.15; 5.16
	Live parts	5.2; 5.4; 5.6; 5.7; 5.8; 5.15; 5.16
	Not enough distance to live parts under high voltage	5.2; 5.4; 5.6; 5.7; 5.8; 5.15; 5.16
	Overload	5.2; 5.4; 5.6; 5.7; 5.8; 5.15; 5.16
	Parts which have become live under faulty conditions	5.2; 5.4; 5.6; 5.7; 5.8; 5.15; 5.16
Short-circuit	5.2; 5.4; 5.6; 5.7; 5.8; 5.15; 5.16	
<b>6</b>	<b>Hazards generated by radiation</b>	
	Low frequency electromagnetic radiation	5.6; 5.15; 5.16
	Radio frequency electromagnetic radiation	5.6; 5.15; 5.16
<b>9</b>	<b>Hazards associated with the environment in which the machine is used</b>	5.2; 5.3; 5.4; 5.5; 5.6; 5.7; 5.8; 5.9; 5.10; 5.11; 5.12; 5.13; 5.14; 5.16; 5.16

## 5 Design rules, calculations, examinations and tests

### 5.1 General provisions for type examinations of safety components

#### 5.1.1 Object and extent of the tests

The safety component/device is submitted to a test procedure to verify that insofar as construction and operation are concerned, it conforms to the requirements imposed by this standard. It shall be checked in particular that the mechanical, electrical and electronic components of the device are properly rated and that in the course of time the device does not lose its effectiveness, particularly through wear or aging. If the safety component is needed to satisfy particular requirements (waterproof, dust proof or explosion proof construction) supplementary examinations and/or tests under appropriate criteria shall be made.

#### 5.1.2 General provisions

**5.1.2.1** For the purposes of this standard it is assumed that the laboratory undertakes both the testing and the certification as an approved body. An approved body may be that of a manufacturer operating an approved full quality assurance system. In certain cases the test laboratory and the body approved for the issue of type examination certificates may be separate. In these cases the administrative procedures may differ from those described in this chapter.

**5.1.2.2** The application for type examination shall be made by the manufacturer of the component or his authorized representative and shall be addressed to an approved test laboratory.

**5.1.2.3** The despatch of samples for examination shall be made by agreement between the laboratory and the applicant.

**5.1.2.4** The applicant may attend the tests.

**5.1.2.5** If the laboratory entrusted with the complete examination of one of the components requiring the supply of a type examination certificate has not available appropriate means for certain tests or examinations, it may under its responsibility have these made by other laboratories with the agreement of the applicant.

**5.1.2.6** The precision of the instruments shall allow, unless particularly specified, measurements to be made within the following accuracy:

- a)  $\pm 1$  % masses, forces, distances, speeds;
- b)  $\pm 2$  % accelerations, retardations;
- c)  $\pm 5$  % voltages, currents;
- d)  $\pm 5$  °C temperatures;
- e) recording equipment shall be capable of detecting signals, which vary in time of 0,01 s;
- f)  $\pm 2,5$  % flow rate;
- g)  $\pm 1$  % pressure  $P \leq 200$  kPa;
- h)  $\pm 5$  % pressure  $P > 200$  kPa.

## 5.2 Type examination of landing and car door locking devices

### 5.2.1 General provisions

#### 5.2.1.1 Field of application

These procedures are applicable to locking devices for landing and car doors. It is understood that each component taking part in the locking of doors and in the checking of the locking forms part of the locking device.

#### 5.2.1.2 Documents to be submitted

##### 5.2.1.2.1 Schematic arrangement drawing with description of operation

This drawing shall show clearly all the details relating to the operation and the safety of the locking device, including:

- a) the operation of the device in normal service showing the effective engagement of the locking elements and the point at which the electrical safety device operates;
- b) the operation of the device for mechanical checking of the locking position if this device exists;
- c) the control and operation of the emergency unlocking device;
- d) the type (A.C. and/or DC) and the rated voltage and rated current.

##### 5.2.1.2.2 Assembly drawing with key

This drawing shall show all parts, which are important to the operation of the locking device, in particular those required to conform to requirements of this standard. A key shall indicate the list of principal parts, the type of materials used, and the characteristics of the fixing elements.

#### 5.2.1.3 Test samples

One door locking device shall be submitted to the laboratory.

If the test is carried out on a prototype, it shall be repeated later on a production model.

If the test of the locking device is only possible when the device is mounted in the corresponding door the device shall be mounted on a complete door in working order. However, the door dimensions may be reduced by comparison with a production model, on condition that this does not falsify the test results.

### 5.2.2 Examination and tests

#### 5.2.2.1 Examination of operation

This examination has the aim of verifying that the mechanical and electrical components of the locking device are operating correctly with respect to safety, and in conformity with the requirements of this standard, and the standard calling for this locking device and that the device is in conformity with the particulars provided in the application.

In particular it shall be verified that:

- a) there is at least 7 mm engagement of the locking elements before the electric safety device operates;

- b) it is not possible from positions normally accessible to persons to operate the lift with a door open or unlocked, after one single action, not forming part of the normal operation.

### 5.2.2.2 Mechanical tests

#### 5.2.2.2.1 General

These tests have the purpose of verifying the strength of the mechanical locking components and the electrical components.

The sample to the locking device in its normal operating position is controlled by the devices normally used to operate it.

The sample shall be lubricated in accordance with the requirements of the manufacturer of the locking device.

When there are several possible means of control and positions of operation, the endurance test shall be made in the arrangement which is regarded as the most unfavourable from the point of view of the forces on the components.

The number of complete cycles of operation and the travel of the locking components shall be registered by mechanical or electrical counters.

#### 5.2.2.2.2 Endurance test

The locking device shall be submitted to 1 000 000 ( $\pm 1$  %) complete cycles; one cycle comprises one forward and return movement over the full travel possible in both directions.

The driving of the device shall be smooth, without shocks, and at a rate of 60 ( $\pm 10$  %) cycles per minute.

During the endurance test the electrical contact of the lock shall close a resistive circuit under the rated voltage and at a current value double that of the rated current.

If the locking device is provided with a mechanical checking device for the locking pin or the position of the locking element, this device shall be submitted to an endurance test of 100 000 ( $\pm 1$  %) cycles.

The driving of the device shall be smooth, without shocks, and at a rate of 60 ( $\pm 10$  %) cycles per minute.

#### 5.2.2.2.3 Static test

For locking devices intended for hinged doors, a test shall be made consisting of the application over a total period of 300 s of a static force increasing progressively to a value of 3 000 N.

This force shall be applied in the opening direction of the door and in a position corresponding as far as possible to that which may be applied when a user attempts to open the door. The force applied shall be 1 000 N in the case of a locking device intended for sliding doors.

#### 5.2.2.2.4 Dynamic test

The locking device, in the locked position, shall be submitted to a shock test in the opening direction of the door.

The shock shall correspond to the impact of a rigid mass of 4 kg falling in free fall from a height of 0,50 m.

### 5.2.2.3 Criteria for the mechanical tests

After the endurance test (5.2.2.2.2), the static test (5.2.2.2.3) and the dynamic test (5.2.2.2.4), there shall not be any wear, deformation or breakage, which could adversely affect safety.

#### 5.2.2.4 Electrical test

##### 5.2.2.4.1 Endurance test of contacts

This test is included in the endurance test laid down in 5.2.2.2.2.

##### 5.2.2.4.2 Test of ability to break circuit

This test shall be carried out after the endurance test. It shall check that the ability to break a live circuit is sufficient. This test shall be made in accordance with the procedure in EN 60947-4-1 and EN 60947-5-1, the values of current and rated voltage serving as a basis for the tests shall be those indicated by the manufacturer of the device.

If there is nothing specified, the rated values shall be as follows:

- a) Alternating current: 230 V, 2 A;
- b) Direct current: 200 V, 2 A.

In the absence of an indication to the contrary, the capacity to break circuit shall be examined for both A.C. and DC conditions.

The tests shall be carried out with the locking device in the working position. If several positions are possible, the test shall be made in the most unfavourable position.

The sample tested shall be provided with covers and electric wiring as used in normal service.

A.C. locking devices shall open and close an electric circuit under a voltage equal to 110 % of the rated voltage 50 times, at normal speed, and at intervals of 5 s to 10 s. The contact shall remain closed for at least 0,5 s.

The circuit shall comprise a choke and a resistance in series. Its power factor shall be  $0,7 \pm 0,05$  and the test current shall be 11 times the rated current indicated by the manufacturer of the device.

DC locking devices shall open and close an electric circuit under a voltage equal to 110 % of the rated voltage 20 times, at normal speed, and at intervals of 5 s to 10 s. The contact shall remain closed for at least 0,5 s.

The circuit shall comprise a choke and a resistance in series having values such that the current reaches 95 % of the steady-state value of the test current in 300 ms.

The test current shall be 110 % of the rated current indicated by the manufacturer of the device.

The tests are considered as satisfactory if no tracking or arcing is produced and if no deterioration occurs which could adversely affect safety.

##### 5.2.2.4.3 Test for resistance to leakage currents

This test shall be made in accordance with the procedure in EN 60112. The electrodes shall be connected to a source providing an A.C. voltage which is sinusoidal at 175 V, 50 Hz.

##### 5.2.2.4.4 Examination of clearances and creepage distances

The clearances in air and creepage distances shall be in accordance with the requirements laid down in the standards calling for the use of this standard (e.g. prEN 81-20:2018, 5.11.2.2.3).

##### 5.2.2.4.5 Examination of the requirements appropriate to safety contacts and their accessibility

This examination shall be made taking account of the mounting position and the layout of the locking device, as appropriate.

### 5.2.3 Test particular to certain types of locking devices

#### 5.2.3.1 Locking device for horizontally or vertically sliding doors with several panels

According to the requirements laid down in the standards calling for the use of this standard the devices providing direct mechanical linkage between panels (e.g. prEN 81-20:2018, 5.3.14.1) or indirect mechanical linkage (e.g. prEN 81-20:2018, 5.3.14.2) are considered as forming part of the locking device.

These devices shall be submitted to the tests mentioned in 5.2.2. The number of cycles per minute in such endurance tests shall be suited to the dimensions of the construction.

#### 5.2.3.2 Flap type locking device for hinged door

If this device is provided with an electric safety device required to check the possible deformation of the flap and if, after the static test envisaged in 5.2.2.2.3 there are any doubts on the strength of the device, the load shall be increased progressively until the safety device begins to open. No component of the locking device or of the door shall be damaged or permanently deformed by the load applied.

If, after the static test, the dimensions and construction leave no doubt as to its strength, it is not necessary to proceed to the endurance test on the flap.

### 5.2.4 Type examination certificate

The certificate shall indicate the following:

- a) information according to Annex A;
- b) type and application of locking device;
- c) the type (A.C. and/or DC) and values of rated voltage and rated current;
- d) in the case of flap type door locking devices: the necessary force to actuate the electric safety device for checking the elastic deformation of the flap.

## 5.3 Type examination of safety gear

### 5.3.1 General provisions

The applicant shall state the range of use provided, i.e.:

- minimum and maximum masses;
- maximum rated speed and maximum tripping speed.

Detailed information shall be provided on the materials used, the type of guide rails and their surface condition (drawn, milled, ground).

The following documents shall be attached to the application:

- a) detailed and assembly drawings showing the construction, operation, materials used, the dimensions and tolerances on the construction components;
- b) in the case of progressive safety gear, also a load diagram relating to elastic parts.

## 5.3.2 Instantaneous safety gear

### 5.3.2.1 Test samples

Two gripping assemblies with wedges or clamps and two lengths of guide rail shall be submitted to the laboratory.

The arrangement and the fixing details for the samples shall be determined by the laboratory in accordance with the equipment that it uses.

If the same gripping assemblies can be used with different types of guide rail, a new test shall not be required if the thickness of the guide rails, the width of the grip needed for the safety gear and the surface state (drawn, milled, ground) are the same.

### 5.3.2.2 Test

#### 5.3.2.2.1 Method of test

The test shall be made using a press or similar device, which moves without abrupt speed change. Measurements shall be made of:

- a) the distance travelled as a function of the force;
- b) the deformation of the safety gear block as a function of the force or as a function of the distance travelled.

#### 5.3.2.2.2 Test procedure

The guide rail shall be moved through the safety gear.

Reference marks shall be traced onto the blocks in order to be able to measure their deformation.

The distance travelled shall be recorded as a function of the force.

After the test:

- a) The hardness of the block and the gripping element shall be compared with the original values quoted by the applicant. Other analyses may be carried out in special cases;
- b) If there is no fracture, deformations and other changes shall be examined (for example, cracks, deformations or wear of the gripping elements, appearance of the rubbed surfaces);
- c) If necessary, photographs shall be taken of the block, the gripping elements and the guide rail for evidence of deformations or fractures.

#### 5.3.2.2.3 Documents

5.3.2.2.3.1 Two charts shall be drawn up as follows:

- a) the first shall show the distance travelled as a function of the force;
- b) the other shall show the deformation of the block. It shall be done in such a way that it can be related to the first chart.

5.3.2.2.3.2 The capacity of the safety gears shall be established by integration of the area of the distance-force chart.

The area of the chart to be taken into consideration shall be:

- a) the total area if there is no permanent deformation;
- b) if permanent deformation or rupture has occurred, either:
  - 1) the area up to the value at which the elastic limit has been reached; or
  - 2) the area up to the value corresponding to the maximum force.

### 5.3.2.3 Determination of the permissible mass

#### 5.3.2.3.1 Energy absorbed by the safety gear

A distance of free fall, calculated with reference to the maximum tripping speed of the overspeed governor fixed in the requirements laid down in the standards calling for the use of this standard (e.g. prEN 81-20:2018, 5.6.2.2.1.3) shall be adopted.

The distance of free fall in metres shall be taken as: 
$$h = \frac{v_1^2}{2 \cdot g_n} + 0,1 + 0,03$$

where

$g_n$  is the standard acceleration of free fall in metres per square second;

$v_1$  is the tripping speed of overspeed governor in metres per second;

0,10 m corresponds to the distance travelled during the response time;

0,03 m corresponds to the travel during take-up of clearance between the gripping elements and the guide rails.

The total energy the safety gear is capable of absorbing:  $2 \cdot K = (P + Q)_1 \cdot g_n \cdot h$

from which  $(P + Q)_1 = \frac{2 \cdot K}{g_n \cdot h}$

where

$K, K_1, K_2$  is the energy absorbed by one safety gear block in joules (calculated in accordance with the chart);

$P$  are the masses of the empty car and components supported by the car, i.e. part of the travelling cable, compensating ropes/chains (if any), etc. in kilograms;

$Q$  is the rated load in kilograms;

$(P + Q)_1$  is the permissible mass in kilograms.

#### 5.3.2.3.2 Permissible mass

The permissible mass in kilograms will be:

a) if the elastic limit has not been exceeded:  $(P + Q)_1 = \frac{2 \cdot K}{2 \cdot g_n \cdot h}$

$K$  is calculated by the integration of the area defined in 5.3.2.2.3.2 a);

2 is taken as the safety coefficient.

- b) if the elastic limit has been exceeded, two calculations shall be made and the higher permissible mass may be selected:

$$1) (P + Q)_1 = \frac{2 \cdot K_1}{2 \cdot g_n \cdot h}$$

$K_1$  is calculated by the integration of the area defined in 5.3.2.2.3.2 b) 1);

2 is adopted as the safety coefficient;

$$2) (P + Q)_1 = \frac{2 \cdot K_2}{3,5 \cdot g_n \cdot h}$$

$K_2$  is calculated by the integration of the area defined in 5.3.2.2.3.2 b) 2);

3,5 is adopted as the safety coefficient.

### 5.3.3 Progressive safety gear

#### 5.3.3.1 Statement and test sample

The applicant shall state for what mass in kilograms and tripping speed in metres per second of the overspeed governor the test will be carried out. If the safety gear shall be certified for various masses, he shall specify them and indicate in addition whether adjustment is by stages or continuous.

The applicant should choose the suspended mass in kilograms by dividing the anticipated braking force in newtons by 16 to aim at an average retardation of  $0,6 g_n$ .

A complete safety gear assembly as agreed with the laboratory, together with the number of brake shoes necessary for all the tests shall be placed at the disposal of the laboratory. The number of sets of brake shoes necessary for all the tests shall be attached. For the type of guide rail used, the length specified by the laboratory shall also be supplied.

#### 5.3.3.2 Test

##### 5.3.3.2.1 Method of test

**5.3.3.2.1.1** The test shall be carried out in free fall. Direct or indirect measurements shall be made of:

- a) the total height of the fall;
- b) the braking distance on the guide rails;
- c) the sliding distance of the overspeed governor rope, or that of the device used in its place;
- d) the total travel of the elements forming the spring.

Measurements a) and b) shall be recorded as a function of the time.

**5.3.3.2.1.2** The following shall be determined:

- a) the average braking force;

- b) the greatest instantaneous braking force;
- c) the smallest instantaneous braking force.

### 5.3.3.2.2 Test procedure

#### 5.3.3.2.2.1 Safety gear certified for a single mass

The laboratory shall carry out four tests with the mass  $(P + Q)_1$ . Between each test the friction parts shall be allowed to return to their normal temperature.

During the tests several identical sets of friction parts may be used.

However, one set of parts shall be capable of:

- a) three tests, if the rated speed does not exceed 4 m/s;
- b) two tests, if the rated speed exceeds 4 m/s.

The height of free fall shall be calculated to correspond to the maximum tripping speed of the overspeed governor for which the safety gear can be used.

The engagements of the safety gear shall be achieved by a means allowing the tripping speed to be fixed precisely.

For example, a rope may be used, the slack of which should be carefully calculated, fixed to a sleeve which can slide with friction over a fixed smooth rope. The friction effort should be the same as the effort applied to the operating rope by the governor attached to this safety gear.

#### 5.3.3.2.2.2 Safety gear certified for different masses

Adjustment in stages or continuous adjustment.

Two series of tests shall be carried out for:

- a) the maximum; and
- b) the minimum value applied for.

The applicant shall supply a formula, or a chart, showing the variation of the braking force as a function of a given parameter.

The laboratory shall verify by suitable means (in the absence of anything better, by a third series of tests for intermediary points) the validity of the supplied formula.

### 5.3.3.2.3 Determination of the braking force of the safety gear

#### 5.3.3.2.3.1 Safety gear certified for a single mass

The braking force of which the safety gear is capable for the given adjustment and the type of guide rail is taken as equal to the average of the average braking forces determined during the tests. Each test shall be made on an unused section of guide rail.

A check shall be made that the average values determined during the tests lie within a range of  $\pm 25\%$  in relation to the value of the braking force defined above.

NOTE Tests have shown that the coefficient of friction could be considerably reduced if several successive tests were carried out on the same area of a machined guide rail. This is attributed to a modification in the surface condition during successive safety gear operations.

It is accepted that, on an installation, an inadvertent operation of the safety gear would have every chance of occurring at an unused spot.

It is necessary to consider that if, by chance, this were not the case, the braking force would have a lower value until an unused portion of guide rail surface was reached. Hence, greater sliding than normal.

This is a further reason for not permitting any adjustment causing too small a retardation at the beginning.

#### **5.3.3.2.3.2 Safety gear certified for different masses**

Adjustment in stages or continuous adjustment.

The braking force of which the safety gear is capable shall be calculated as laid down in 5.3.3.2.3.1 for the maximum and minimum values applied for.

#### **5.3.3.2.4 Checking after the tests**

After the tests it shall be checked:

- a) the hardness of the block and the gripping elements shall be compared with the original values submitted by the applicant;
- b) the deformations and modifications (for example, cracks, deformations or wear of the gripping elements, appearance of the rubbing surfaces) shall be checked;
- c) if necessary, the safety gear assembly, the gripping elements and the guide rails shall be photographed in order to reveal deformations or fractures.

#### **5.3.3.3 Calculation of the permissible mass**

##### **5.3.3.3.1 Safety gear certified for a single mass**

The permissible mass shall be calculated using the following formula:

$$(P + Q)_1 = \frac{F_B}{16}$$

where

$F_B$  is the braking force in newtons determined in accordance with 5.3.3.2.3;

$P$  is the masses of the empty car and components supported by the car, i.e. part of the travelling cable, compensating ropes/chains (if any), etc. in kilograms;

$Q$  is the rated load in kilograms;

$(P + Q)_1$  is the permissible mass in kilograms.

If the calculated permissible mass is larger than the tested mass, the tested mass may be taken as permissible mass provided that the average retardation of each test did not exceed  $1 g_n$ .

##### **5.3.3.3.2 Safety gear certified for different masses**

###### **5.3.3.3.2.1 Adjustment in stages**

The permissible mass shall be calculated for each adjustment as laid down in 5.3.3.3.1.

#### 5.3.3.3.2.2 Continuous adjustment

The permissible mass shall be calculated as laid down in 5.3.3.3.1 for the maximum and minimum values applied for and in accordance with the formula supplied for the intermediate adjustments.

#### 5.3.3.4 Possible modification to the adjustments

If, during the tests, the values found differ by more than 20 % from those expected by the applicant, other tests may be made with his agreement, after modification of the adjustments if necessary.

#### 5.3.4 Comments

a) Applicable mass

The applicable mass used for a lift shall not exceed the permissible mass for instantaneous safety gear.

In the case of progressive safety gear, the mass stated may differ from the applicable mass stated in 5.3.3.3 by  $\pm 7,5\%$ . It is accepted in these conditions that the requirements laid down in the standards calling for the use of this standard (e.g. prEN 81-20:2018, 5.6.2.1) are met on the installation, notwithstanding the usual tolerances on the thickness of the guide rails, the surface conditions, etc.;

- b) to evaluate the validity of welded parts, reference shall be made to standards on this subject;
- c) a check shall be made that the possible travel of the gripping elements is sufficient under the most unfavourable conditions (accumulation of manufacturing tolerances);
- d) the friction parts shall be suitably retained so that it can be certain that they will be in place at the moment of operation;
- e) in the case of a progressive type safety gear, it shall be checked that the travel of the components forming the spring is sufficient.

#### 5.3.5 Type examination certificate

The certificate shall indicate the following:

- a) information according to Annex A;
- b) type and application of safety gear;
- c) the limits of the permissible masses (see 5.3.4 a));
- d) the tripping speed of the overspeed governor;
- e) the type of guide rail;
- f) the permissible thickness of the guide rail blade;
- g) the minimum width of the gripping areas;

and, for progressive safety gear only:

- h) the surface condition of the guide rails (drawn, milled, ground);

- i) the state of lubrication of the guide rails. If they are lubricated, the category and specification of the lubricant.

## **5.4 Type examination of overspeed governors**

### **5.4.1 General provisions**

The applicant shall indicate the following to the laboratory:

- a) The type (or the types) of safety gear which will be operated by the governor;
- b) The maximum and minimum rated speeds of lifts for which the governor may be used;
- c) The anticipated value of the tensile force produced in the rope by the overspeed governor when tripped.

Detailed and assembly drawings showing the construction, operation, materials used, the dimensions and tolerances on the construction components shall be attached to the application.

### **5.4.2 Check on the characteristics of the overspeed governor**

#### **5.4.2.1 Test samples**

The following shall be submitted to the laboratory:

- a) one overspeed governor;
- b) one rope of the type used for the overspeed governor and in the normal condition in which it should be installed. The length to be supplied is fixed by the laboratory;
- c) a tensioning pulley assembly of the type used for the overspeed governor.

#### **5.4.2.2 Test**

##### **5.4.2.2.1 Method of test**

The following shall be checked:

- a) the speed of tripping is within the range stated by the applicant;
- b) the operation of the electric safety device called for in the standards calling for the use of this standard (e.g. prEN 81-20:2018, 5.6.2.2.1.6 a) causing the machine to stop, if this device is mounted on the overspeed governor;
- c) the operation of the electric safety device called for in the standards calling for the use of this standard (e.g. prEN 81-20:2018, 5.6.2.2.1.6 b) preventing all movement of the lift when the overspeed governor is tripped;
- d) the tensile force produced in the rope by the overspeed governor when tripped.

##### **5.4.2.2.2 Test procedure**

At least 20 tests shall be made in the speed range for tripping corresponding to the range of rated speeds of the lift, indicated in 5.4.1 b).

The majority of tests should be made at the extreme values of the range.

The acceleration to reach the tripping speed of the overspeed governor should be as low as possible, in order to eliminate the effects of inertia.

In addition a minimum of two tests shall be made with an acceleration of between  $0,9 g_n$  and  $1 g_n$  in order to simulate a free fall situation and prove no deterioration of the governor has been caused.

#### 5.4.2.2.3 Interpretation of the test results

In the course of 20 tests the tripping speeds shall lie within the limits laid down for overspeed governors in the standards calling for the use of this standard.

If the limits laid down are exceeded, an adjustment may be made by the manufacturer of the component and 20 new tests carried out.

In the course of the 20 tests the operation of the devices for which the test is required in 5.4.2.2.1 b) and c) shall occur within the limits laid down in the standards calling for the use of this standard (e.g. prEN 81-20:2018, 5.6.2.2.1.6 a) and 5.6.2.2.1.6 b)).

The tensile force in the rope produced by the overspeed governor when tripped shall be at least 300 N or any higher value which is specified by the applicant.

Unless otherwise requested by the manufacturer of the device and specified in the test report, the arc of engagement should be  $180^\circ$ .

In the case of a device, which operates by gripping the rope, it should be checked that there is no permanent deformation of the rope.

#### 5.4.3 Type examination certificate

The certificate shall indicate the following:

- a) information according to Annex A;
- b) type and application of overspeed governor;
- c) the maximum and minimum rated speeds of the lift for which the overspeed governor may be used;
- d) the diameter of the rope to be used and its construction;
- e) in the case of an overspeed governor with traction pulley, the minimum tensioning force;
- f) the tensile force in the rope which can be produced by the overspeed governor when tripped.

#### 5.5 Type examination of buffers

##### 5.5.1 General provisions

The applicant shall state the range of use provided, i.e. maximum impact speed, minimum and maximum masses. The following shall be attached to the application:

- a) detailed and assembly drawings showing the construction, operation, materials used, the dimensions and tolerances on the construction components.

In the case of hydraulic buffers, the graduation (openings for the passage of the liquid), in particular, shall be shown as a function of the stroke of the buffer;

- b) specifications for the liquid used;

- c) information regarding environmental conditions for use (temperature, humidity, pollution, etc.) and of life-cycle (aging, rejection criteria).

### **5.5.2 Samples to be submitted**

The following shall be submitted to the laboratory:

- a) one buffer;
- b) in the case of hydraulic buffers, the necessary liquid sent separately.

### **5.5.3 Test**

#### **5.5.3.1 Energy dissipation buffers**

##### **5.5.3.1.1 Test procedure**

The buffer shall be tested with the aid of weights, corresponding to the minimum and maximum masses, falling in free fall to reach at the moment of impact the maximum speed called for.

The speed shall be recorded at least from the moment of impact of the weights. The acceleration and the retardation shall be determined as a function of time throughout the movement of the weights.

##### **5.5.3.1.2 Equipment to be used**

###### **5.5.3.1.2.1 Weights falling in free fall**

The weights shall correspond with the tolerances of 5.1.6, to the maximum and minimum masses. They shall be guided vertically with the minimum of friction possible.

###### **5.5.3.1.2.2 Recording equipment**

The recording equipment shall be able to detect signals with the tolerances of 5.1.6. The measuring chain, including the recording device for the recording of measured values as a function of time, shall be designed with a system frequency of at least 1 000 Hz.

###### **5.5.3.1.2.3 Measurement of speed**

The speed shall be recorded at least from the moment of impact of the weights on the buffer or throughout the travel of the weights with the tolerances of 5.1.6.

###### **5.5.3.1.2.4 Measurement of the retardation**

If there is a device for measuring retardation (see 5.5.3.1.1), it shall be placed as near as possible to the axis of the buffer, and shall be capable of measurement with the tolerances of 5.1.6.

###### **5.5.3.1.2.5 Measurement of time**

Time pulses of duration of 0,01 s shall be recorded and measured with the tolerances of 5.1.6.

##### **5.5.3.1.3 Ambient temperature**

The ambient temperature shall lie between + 15 °C and + 25 °C.

The temperature of the liquid shall be measured with the tolerances of 5.1.6.

#### 5.5.3.1.4 Mounting of the buffer

The buffer shall be placed and fixed in the same manner as in normal service.

#### 5.5.3.1.5 Filling of the buffer

The buffer shall be filled up to the mark indicated following the instructions of the component manufacturer.

#### 5.5.3.1.6 Checks

##### 5.5.3.1.6.1 Checking of retardation

The height of free fall of the weights shall be chosen in such a way that the speed at the moment of impact corresponds to the maximum impact speed stipulated in the application.

The retardation shall conform to the requirements of the standard calling for this device (e.g. prEN 81-20:2018, 5.8.2.2.3).

The creeping at the end of the buffer stroke for calculation of the average retardation shall be ignored where the retardation is below 0,5 m/s<sup>2</sup>.

A first test shall be made with maximum mass with a check on the retardation.

A second test shall be made with minimum mass with a check on the retardation.

##### 5.5.3.1.6.2 Checking of the return of the buffer to the normal position

After each test the buffer shall be held in the completely compressed position for 5 min. The buffer shall then be freed to permit its return to its normal extended position.

When the buffer is of a type with spring or gravity return, the position of complete return shall be reached in a maximum period of 120 s.

Before proceeding to another retardation test there shall be a delay of 30 min to permit the liquid to return to the tank and for bubbles of air to escape.

##### 5.5.3.1.6.3 Checking of the liquid losses

The level of liquid shall be checked after having made the two retardation tests required in 5.5.3.1.6.1, and after an interval of 30 min the level of liquid shall again be sufficient to ensure normal operation of the buffer.

##### 5.5.3.1.6.4 Checking of the condition of the buffer after tests

After the two retardation tests required in 5.5.3.1.6.1, no part of the buffer shall show any permanent deformation or be damaged so that its condition shall guarantee normal operation.

##### 5.5.3.1.7 Procedure in the case of tests failing the requirements

When the test results are not satisfactory with the minimum and maximum masses appearing in the application, the laboratory may, in agreement with the applicant, establish the acceptable limits.

#### 5.5.3.2 Energy accumulation buffers with non linear characteristics

##### 5.5.3.2.1 Test procedure

The buffer shall be tested with the aid of masses falling in free fall from a height to reach at the moment of impact the maximum speed called for, but not less than 0,8 m/s.

The falling distance, the speed, the acceleration and retardation shall be recorded from the moment of release of the weight to the complete standstill.

The masses shall correspond to the maximum and minimum masses called for. They shall be guided vertically with a minimum of friction possible, so that at the moment of impact at least  $0,9 g_n$  are reached.

#### **5.5.3.2.2 Equipment to be used**

The equipment shall correspond to 5.5.3.1.2.

#### **5.5.3.2.3 Ambient temperature**

The ambient temperature shall lie between + 15 °C and + 25 °C.

#### **5.5.3.2.4 Mounting of the buffer**

The buffer shall be placed and fixed in the same manner as in normal service.

#### **5.5.3.2.5 Number of tests**

Three tests shall be made with:

- a) the maximum mass;
- b) the minimum mass called for.

The time delay between two consecutive tests shall lie between 5 min and 30 min.

With the three tests with maximum mass the value of reference of the buffer force at a stroke equal to 50 % of the real height of the buffer given by the applicant shall not vary by more than 5 %. With the tests with minimum mass this shall be observed in analogy.

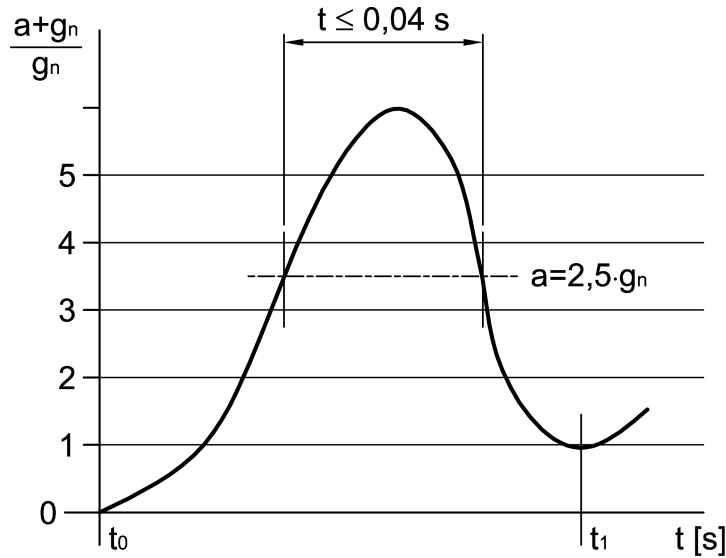
Within 30 min before the test the buffer shall be once loaded either statically or dynamically in order to prevent further settlement and deviations during the test.

#### **5.5.3.2.6 Checks**

##### **5.5.3.2.6.1 Checking of retardation**

The retardation "a" shall conform to the following requirements:

- a) the retardation will be evaluated taking into account the time between the first two absolute minima of the retardation (see Figure 1). The retardation shall not exceed  $1 g_n$ ;
- b) peaks of retardation with more than  $2,5 g_n$  shall not be longer than 0,04 s;
- c) the peak retardation shall not exceed the maximum as required in the standard calling for this device (e.g. prEN 81-20:2018, 5.8.2.1.2.1 e)).
- d) the return speed shall not exceed the maximum as required in the standard calling for this device (e.g. prEN 81-20:2018, 5.8.2.1.2.1 c)).



**Key**

- $t_0$  moment of hitting the buffer (first absolute minimum)
- $t_1$  second absolute minimum

**Figure 1 — Retardation graph**

**5.5.3.2.6.2 Checking of the condition of the buffer after tests**

After the tests with the maximum mass no part of the buffer shall show any permanent deformation or be damaged so that its condition shall guarantee normal operation.

**5.5.3.2.7 Procedure in the case of tests failing the requirements**

When the test results are not satisfactory with the minimum and maximum masses appearing in the application, the laboratory may, in agreement with the applicant, establish the acceptable limits.

**5.5.4 Type examination certificate**

The certificate shall indicate the following:

- a) information according to Annex A;
- b) type and application of buffer;
- c) dimensions of buffer;
- d) the maximum impact speed;
- e) the maximum mass;
- f) the minimum mass;
- g) kind of fixation;
- h) the specification of the liquid in the case of hydraulic buffers;

- i) environmental conditions for use according to instructions of the manufacturer (temperature, humidity, pollution, etc.).

## **5.6 Type examination of safety circuits containing electronic components and/or programmable electronic systems (PESSRAL)**

### **5.6.1 General provisions**

#### **5.6.1.1 General**

For safety circuits containing electronic components, laboratory tests are necessary because practical checks on site, by inspectors, are impossible.

In the following, mention is made to printed circuit board. If a safety circuit is not assembled in such a manner, then the equivalent assembly shall be assumed.

#### **5.6.1.2 Safety circuits containing electronic components**

The applicant shall indicate to the laboratory:

- a) identification on the board;
- b) environmental working conditions;
- c) listing of used components;
- d) layout of the printed circuit board;
- e) layout of the hybrids and marks of the tracks used in safety circuits;
- f) function description;
- g) electrical wiring diagram, including input and output definitions of the board;
- h) the method of failure analysis employed and the documented results.

#### **5.6.1.3 Safety circuits based on programmable electronic systems**

In addition to 5.6.1.2 the following documentation shall be provided:

- a) documents and descriptions relating to the measures listed in Annex B;
- b) general description of the software used (e.g. programming rules, language, compiler, modules);
- c) function description including software architecture and hardware/software interaction;
- d) description of blocks, modules, data, variables and interfaces;
- e) software listings.

### **5.6.2 Test samples**

There shall be submitted to the laboratory:

- a) one printed circuit board;

b) one printed circuit board bare (without components).

### 5.6.3 Tests

#### 5.6.3.1 Mechanical tests

##### 5.6.3.1.1 General

During the tests, the tested object (printed circuit) shall be kept under operation. During and after the tests, no unsafe operation and condition shall appear within the safety circuit.

##### 5.6.3.1.2 Vibration

Transmitter elements of safety circuits shall withstand the requirements of:

a) EN 60068-2-6, Endurance by sweeping: Table C.2:

20 sweep cycles in each axis, at amplitude 0,35 mm, and in the frequency range 10-55 Hz;

and also to:

b) EN 60068-2-27, Acceleration and duration of pulse: Table 1:

the combination of:

- peak acceleration  $294 \text{ m/s}^2$  or  $30 g_n$ ;
- corresponding duration of pulse 11 ms; and
- corresponding velocity change 2,1 m/s half sine.

NOTE Where shock absorbers for transmitter elements are fitted, they are considered as part of the transmitter elements.

After tests, clearances and creepage distances shall not become smaller than the minimum accepted.

##### 5.6.3.1.3 Bumping (EN 60068-2-27)

###### 5.6.3.1.3.1 General

Bumping tests shall simulate the cases when printed circuits fall, introducing the risk of rupture of components and unsafe situation.

Tests are divided into:

- a) partial shockings;
- b) continuous shockings.

The tests object shall satisfy the following minimum requirements:

###### 5.6.3.1.3.2 Partial shocking

- a) Shocking shapes: half-sinus;
- b) amplitude of acceleration: 15 g;

- c) duration of shock: 11 ms.

#### 5.6.3.1.3.3 Continuous shocking

- a) Amplitude of acceleration: 10 g;  
b) duration of shock: 16 ms;  
c) 1) number of shocks:  $1\,000 \pm 10$ ;  
c) 2) shock frequency: 2/s.

#### 5.6.3.2 Temperature tests (EN 60068-2-14)

Operating ambient limits: 0 °C, + 65 °C (the ambient temperature is of the safety device).

Test conditions:

- the printed circuit board shall be in operational position;
- the printed circuit board shall be supplied with normally rated voltage;
- the safety device shall operate during, and after the test. If the printed circuits board includes components other than safety circuits, they also shall operate during the test (their failure is not considered);
- tests shall be carried out for minimum and maximum temperature (0 °C + 65 °C). Tests shall last a minimum of four hours;
- if the printed circuit board is designed to operate within wider temperature limits, it shall be tested for these values.

#### 5.6.3.3 Failure analysis of electric safety circuits

The failure analysis document as required by the relevant standard calling for the use of this standard shall be validated (e.g. prEN 81-20:2018, 5.11.2.3).

#### 5.6.3.4 Functional and safety test of PESSRAL

In addition to the verification of the measures defined in Annex B, Tables B.1 to B.6, the following shall be validated:

- a) software design and coding: Inspect all code statements using methods such as formal design reviews, FAGAN, test cases, etc.;
- b) software and hardware inspection: Verify all measures of Annex B, Tables B.1 and B.2 and the measures chosen e.g. from Table B.7 by using for example fault insertion testing (based on EN 61508-2 and EN 61508-7).

#### 5.6.4 Type examination certificate

The certificate shall indicate:

- a) information according to Annex A;
- b) type and application of the circuitry;

- c) design for pollution degree according to EN 60664-1;
- d) operating voltages;
- e) distances between the safety circuits and the rest of the control circuits on the board.

NOTE Other tests like humidity test, climatic shock test, etc. are not subject for tests because of the normal environmental situation where lifts are operating.

## 5.7 Type examination of ascending car overspeed protection means

### 5.7.1 General provisions

**5.7.1.1** This specification applies to ascending car overspeed protection means which are not using overspeed governors, or programmable electronic systems which are subject to verifications according to 5.4 and 5.6. Test results of safety gears which have been verified according to 5.3 may be taken into account for verification of permissible application range.

**5.7.1.2** The applicant shall state the range of use provided:

- a) minimum and maximum masses, or torque;
- b) minimum (if applicable) and maximum rated speed;
- c) use in installations with compensating ropes.

**5.7.1.3** The following documents shall be attached to the applications:

- a) detailed and assembly drawings showing the construction, operation, materials used, the dimensions and tolerances on the construction components;
- b) if necessary, also a load diagram relating to elastic parts;
- c) detailed information on the materials used, the type of part on which the ascending car overspeed protection means acts, and its surface condition (drawn, milled, ground, etc.).

### 5.7.2 Statement and test sample

**5.7.2.1** The applicant shall state for what mass (in kilograms) and tripping speed (in meters per second) the test will be carried out. If the device shall be certified for various masses, the applicant shall specify them and indicate in addition whether adjustment is by stages or continuous.

**5.7.2.2** As defined between applicant and the laboratory:

- either a complete assembly consisting of both elements, braking device and speed monitoring device; or
- only that device which was not subject to verifications according to 5.3, 5.4 and 5.6;

shall be provided by the applicant.

The number of sets of gripping elements necessary for all the tests shall be attached. The type of part on which the device acts, shall also be supplied with the dimensions agreed with the laboratory.

### 5.7.3 Test

#### 5.7.3.1 Method of test

The method of test shall be defined between applicant and test laboratory, depending on the device and its functioning to achieve a realistic function of the system. Measurements shall be made of:

- a) the acceleration and speed;
- b) the braking distance;
- c) the retardation.

Measurements shall be recorded as a function of the time.

#### 5.7.3.2 Test procedure

##### 5.7.3.2.1 General

At least 20 tests shall be made with the speed monitoring element in the speed range for tripping corresponding to the range of rated speeds of the lift indicated in 5.7.1.2.

The acceleration of the mass to reach the tripping speed should be as low as possible, in order to eliminate the effects of inertia.

##### 5.7.3.2.2 Device certified for a single mass

The laboratory shall carry out four tests with the system mass representing an empty car.

Between each test the friction parts shall be allowed to return to their normal temperature.

During the tests several identical sets of friction parts may be used.

However, one set of parts shall be capable of:

- a) three tests, if the rated speed does not exceed 4 m/s;
- b) two tests, if the rated speed exceeds 4 m/s.

The test shall be made at the maximum tripping speed for which the device may be used.

##### 5.7.3.2.3 Device certified for different masses

Adjustment in stages or continuous adjustment.

A series of tests shall be carried out for the maximum value applied for and a series for the minimum value. The applicant shall supply a formula, or a chart, showing the variation of the braking force as a function of a given parameter.

The laboratory shall verify by suitable means (in the absence of anything better, by a third series of tests for intermediary points) the validity of the supplied formula.

##### 5.7.3.2.4 Overspeed monitoring device

###### 5.7.3.2.4.1 Test procedure

At least 20 tests shall be made in the speed range for tripping without applying the braking device.

The majority of tests shall be made at the extreme values of the range.

#### 5.7.3.2.4.2 Interpretation of the test results

In the course of 20 tests the tripping speeds shall lie within the limits called for in the standards calling for the use of this standard (e.g. prEN 81-20:2018, 5.6.6.1).

#### 5.7.3.3 Checking after the tests

After the test:

- a) the hardness of the gripping element shall be compared with the original values quoted by the applicant;
- b) if there is no fracture, deformations and other changes shall be examined (for example, cracks, deformations or wear of the gripping elements, appearance of the rubbing surfaces);
- c) if necessary, photographs shall be taken of the gripping elements and the parts on which the device acts for evidence of deformations or fractures;
- d) it shall be checked that the retardation with the minimum mass has not exceeded  $1 g_n$ .

#### 5.7.4 Possible modification to the adjustments

If, during the tests, the values found differ by more than 20 % from those expected by the applicant, other tests may be made with his agreement, after modification of the adjustments if necessary.

#### 5.7.5 Test report

In order to achieve reproducibility the type examination shall be recorded in all details, such as:

- the method of test defined between applicant and laboratory;
- the description of the testing arrangement;
- location of the device to be tested in the testing arrangement;
- number of tests carried out;
- record of measured values;
- report of observations during the test;
- evaluation of the test results to show compliance with the requirements.

#### 5.7.6 Type examination certificate

The certificate shall indicate:

- a) information according to Annex A;
- b) type and application of overspeed protection means;
- c) the limits of the permissible masses;
- d) the tripping speed range of the overspeed monitoring device;
- e) the type of parts on which the braking elements act.

## 5.8 Type examination of unintended car movement protection means

### 5.8.1 General provisions

The unintended car movement protection means shall be type tested as a complete system or the subsystems for detection, activation and stopping may be submitted to an individual type examination. The type examination of subsystems shall define interface conditions and the relevant parameters of each subsystem if integrated in a complete system.

The applicant shall state the key parameters for use of the system or subsystem that form part of the type examination:

- minimum and maximum masses;
- minimum and maximum force or torque or fluid pressure, if applicable;
- individual response times of detector, control circuit and stopping element(s);
- highest speed anticipated before deceleration occurs (see Note 1);
- distance from the floor at which the detector device will be installed;
- test speed(s) (see Note 2);
- limits of temperature and humidity of the design and any other relevant information agreed between the applicant and test laboratory.

NOTE 1 As an example and indication, for traction lifts, where the natural acceleration is  $1,5 \text{ m/s}^2$  and without any torque contribution from the motor, the maximum speed attainable would be in the magnitude of  $2 \text{ m/s}$ . This is based on the speed attained at start of deceleration e.g. being the result of a “natural” acceleration of  $1,5 \text{ m/s}^2$  through the response times of the unintended car movement protection device, control circuit and stopping elements, assuming that the movement detector operates when the car reaches the limit of the door zone.

In case of electric failure it can be assumed for traction lifts due to internal control means the acceleration which can be achieved is not greater than  $2,5 \text{ m/s}^2$ .

NOTE 2 Test speed(s): a speed stated by the manufacturer, used by the test laboratory to establish a distance moved by the lift (verification distance) so that the unintended movement system is verified for correct operation during examinations and tests before putting into service at site. This could be the inspection speed or any other speed determined by the manufacturer and agreed by the laboratory.

The distance the car is permitted to move during unintended movement is defined in the requirements laid down in the standards calling for the use of this standard (e.g. prEN 81-20:2018, 5.6.7.5).

The following documents shall be attached to the application:

- a) detailed and assembly drawings showing the construction, operation, the dimensions and tolerances of the components;
- b) if necessary, also a load diagram relating to elastic parts;
- c) detailed information of the materials used, the type of part on which the means acts, and its surface condition, if relevant (drawn, milled, ground, etc.).

### 5.8.2 Statement and test sample

**5.8.2.1** The applicant shall state for what duty the means is intended.

**5.8.2.2** Test samples shall be supplied as agreed between applicant and the laboratory consisting of, as appropriate, a complete assembly of unintended car movement detection device, control circuit (actuator), stopping elements and any monitoring device(s) if applicable.

The number of sets of gripping elements necessary for all the tests shall be attached.

The type of part on which the device acts, shall also be supplied with the dimensions specified by the laboratory.

### 5.8.3 Test

#### 5.8.3.1 Method of test

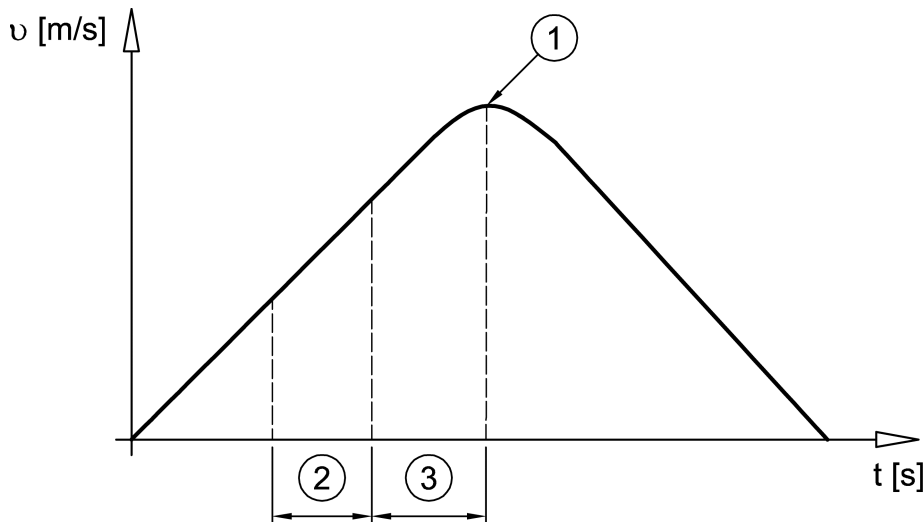
The method of test shall be defined between applicant and test laboratory, depending on the device and its function to achieve a realistic operation of the system.

Measurements shall be made of:

- the stopping distance;
- the average retardation;
- the response time of the detection, actuation, stopping element and control circuits (see Figure 2);
- the total distance travelled (sum of acceleration and stopping distances).

Test shall also include:

- operation of the unintended car movement detection device and
- any automatic monitoring system, if applicable.



#### Key

- ① point at which stopping elements start to cause a reduction in speed
- ② response time of unintended car movement detection and any control circuits
- ③ response time of actuation circuits and stopping elements

Figure 2 — Response times

### 5.8.3.2 Test procedure

20 tests shall be made on the stopping element with:

- no result outside the specification,
- each result within  $\pm 20\%$  of the average value.

Average value shall be stated on the certificate.

#### 5.8.3.2.1 Device certified for a single mass or torque or fluid pressure

The laboratory shall carry out 10 tests with the system mass or torque or fluid pressure representing an empty car in up direction and 10 tests with the system mass or torque or fluid pressure representing a car carrying the rated load in down direction.

Between each test the friction parts shall be allowed to return to their normal temperature.

During the tests several identical sets of friction parts may be used. However, one set of parts shall be capable of 5 tests minimum.

#### 5.8.3.2.2 Device certified for different masses or torques or fluid pressures

A series of tests shall be carried out for the maximum value applied for and a series for the minimum value.

The applicant shall supply a formula or a chart, showing the calculated variation of the braking force or torque or fluid pressure as a function of a given adjustment. The results being expressed in distance travelled.

The laboratory shall verify the validity of the formula or chart.

#### 5.8.3.2.3 Test procedure for unintended movement detection means

10 tests shall be made to verify the operation of the device. All tests shall be positive to verify correct operation.

#### 5.8.3.2.4 Test procedure for self-monitoring

10 tests shall be made to verify the operation of the device. All tests shall be positive to verify correct operation.

In addition the capability of the self monitoring to detect loss of redundancy of the stopping element before a critical situation occurs shall be verified.

### 5.8.3.3 Checks after the test

After the test:

- a) the mechanical characteristics of the stopping element(s) shall be compared with the original values quoted by the applicant. Other analyses may be carried out in special cases;
- b) it shall be checked that there are no fractures or deformations or any other changes (e.g. cracks, deformations or wear of the gripping elements, appearance of the rubbing surfaces);
- c) if necessary, photographs shall be taken of the gripping elements and the parts on which the device acts for evidence of deformations or fractures.

#### 5.8.4 Possible modification to the adjustments

If, during the tests, the values found differ by more than 20 % from those expected by the applicant, another series of tests may be made with his agreement, after modification of the adjustments if necessary.

#### 5.8.5 Test report

In order to achieve reproducibility, the type examination shall be recorded in all details, such as:

- the method of test defined between applicant and laboratory;
- the description of the testing arrangement;
- location of the device to be used when installed in the testing arrangement;
- number of tests carried out;
- record of all measured values;
- report of observations during the test;
- evaluation of the test results to show compliance with the requirements.

#### 5.8.6 Type examination certificate

The certificate shall indicate:

- a) information according to Annex A;
- b) type and application of the unintended car movement protection system/subsystem;
- c) the limits of the key parameters (as agreed between laboratory and manufacturer);
- d) the test-speed with relevant parameters for final inspection use;
- e) the type of parts on which the stopping elements act;
- f) the combination of “detecting” device and “stopping” element of the means in the case of complete systems;
- g) interface conditions in case of subsystems.

### 5.9 Type examination of rupture valve/one-way restrictor

#### 5.9.1 General

In the following the term “rupture valve” means “rupture valve/one-way restrictor with mechanical moving parts”.

#### 5.9.2 General provisions

##### 5.9.2.1 General

The applicant shall state:

- a) The range of:
  - 1) flow;
  - 2) pressure;
  - 3) viscosity;
  - 4) ambient temperature;
- b) the method of mounting;

of the rupture valve to be type examined.

Details and assembly drawings showing the construction, operation, adjustment, materials, dimensions and tolerances of the rupture valve and the construction components shall be attached to the application.

#### **5.9.2.2 Samples to be submitted**

There shall be submitted to the laboratory:

- a) one rupture valve;
- b) a list of liquids which may be used together with the rupture valve or a sufficient amount of special liquid to be used;
- c) if necessary adaptation means to the test facilities of the laboratory.

#### **5.9.2.3 Test**

##### **5.9.2.3.1 Test installation**

The rupture valve, mounted in its intended method, shall be tested in a hydraulic system, where:

- a) the required testing pressure is depending from a mass;
- b) the flow is controlled by adjustable valves;
- c) the pressure before <sup>3)</sup> and behind the rupture valve can be recorded;
- d) installations to vary the ambient temperature of the rupture valve and the viscosity of the hydraulic liquid are provided.

The system shall allow to record the flow over the time. To determine the values of flow, the measurement of another figure, i.e. the speed of the ram, from which the flow can be derived, is permitted.

##### **5.9.2.3.2 Measuring instruments**

The measuring instruments shall have accuracy according to 5.1.6.

---

3) "Before the rupture valve" means between the cylinder and the rupture valve.

#### 5.9.2.4 Test procedure

The test shall:

- a) simulate a total piping failure occurring at a moment when the speed of the car is zero;
- b) evaluate the resistance of the rupture valve against pressure.

##### 5.9.2.4.1 Simulation of a total piping failure

**5.9.2.4.1.1** Simulating a total piping failure, the flow shall be initiated from a static situation by opening a valve under the condition that the static pressure before the rupture valve decrease to less than 10 %.

The tolerances of the closing valve shall be taken into account within the stated range of:

- a) flow;
- b) viscosity;
- c) pressure;
- d) ambient temperature.

That can be achieved by 2 test series with:

- maximum pressure, maximum ambient temperature, minimum adjustable flow and minimum viscosity;
- minimum pressure, minimum ambient temperature, maximum adjustable flow and maximum viscosity.

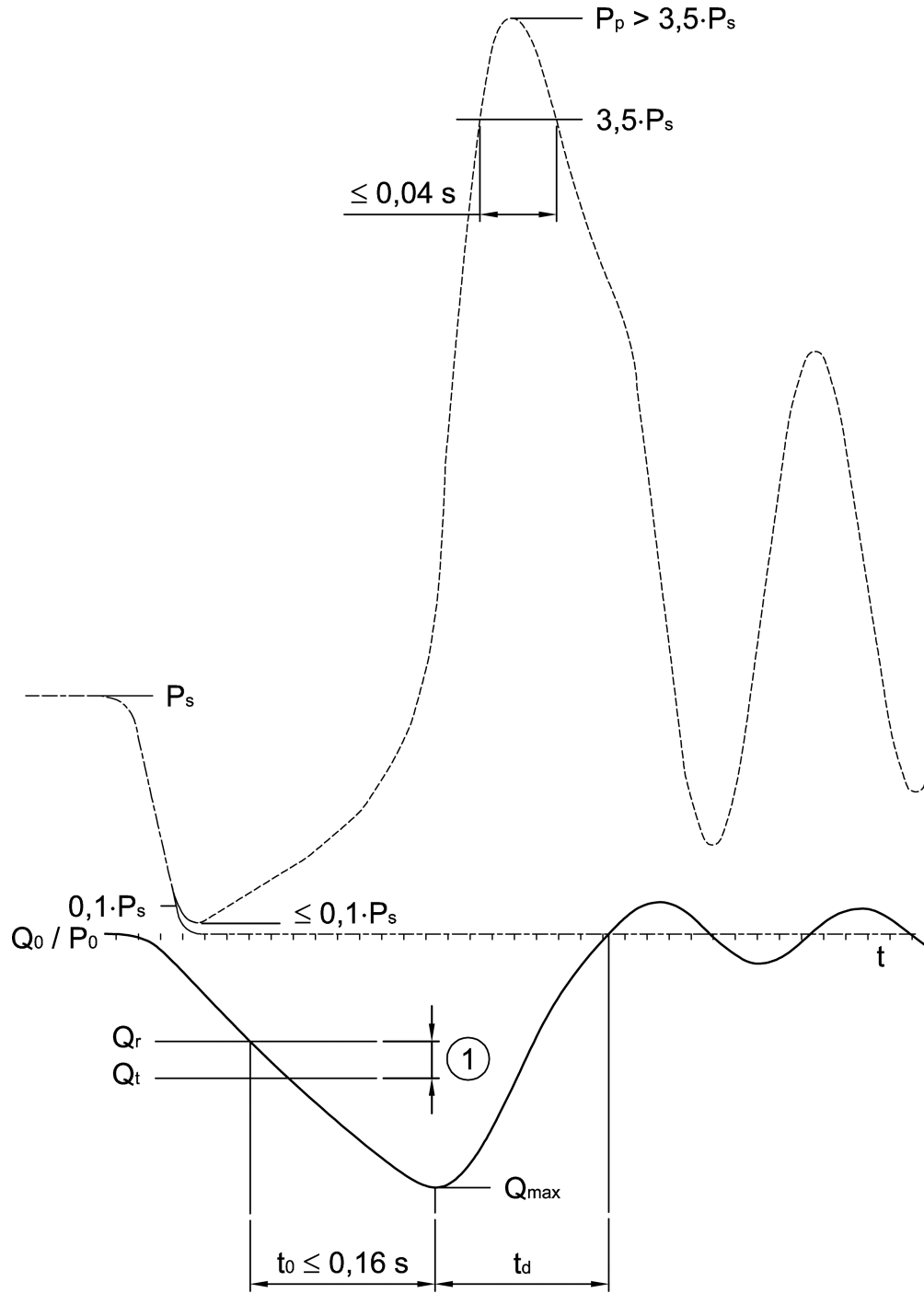
In each test series at least 10 tests shall be carried out, to evaluate the tolerances of operation of the rupture valve under these conditions.

**5.9.2.4.1.2** During the tests the relation between:

- flow and time, and;
- pressure before the rupture valve and time;
- pressure behind the rupture valve and time,

shall be recorded.

The typical characteristics of these curves are shown in the Figure 3.



**Key**

- $P_0$  pressure before test
- $P_p$  pressure peak
- $P_s$  pressure static
- $Q_0$  flow before test
- $Q_{max}$  maximum flow
- $Q_r$  flow at rated speed detection point
- $Q_t$  flow at tripping point
- $t$  time

- $t_0$  time between detection point and maximum flow before closing  
 $t_d$  time between maximum closing flow and zero flow before any rebound  
 - · - · pressure after rupture valve  
 - - - - hydraulic fluid flow  
 - - - - pressure before rupture valve  
 ① the rupture valve shall be tripped before the speed is equal to rated speed + 0,3 m/s

Figure 3 — Hydraulic fluid flow through, pressure before and behind the rupture valve

#### 5.9.2.4.2 Resistance against pressure

Showing the resistance of the rupture valve against pressure it shall be submitted to a pressure test with 5 times the maximum pressure over 2 min.

#### 5.9.2.5 Interpretation of the tests

##### 5.9.2.5.1 Closing operation

The rupture valve fulfils the requirements of the standard if the curves recorded according to 5.9.2.4.1 show that:

- the time  $t_0$  between rated flow (100 % flow) and the maximum flow  $Q_{\max}$  does not exceed 0,16 s;
- the time  $t_d$  for the decrease of flow is:

$$\frac{|Q_{\max}|}{6 \cdot A \cdot 9,81} \leq t_d \leq \frac{|Q_{\max}|}{6 \cdot A \cdot 1,96}$$

where

$A$  is the area of jack, where pressure is acting in square centimetres;

$Q_{\max}$  is the maximum flow of the hydraulic fluid in litre per minute;

$t_d$  is the braking time in seconds;

- pressure of more than  $3,5 \cdot P_S$  shall not last longer than 0,04 s;

where

$P_S$  is the static pressure;

- the rupture valve shall be tripped before the speed is equal to rated speed + 0,30 m/s.

##### 5.9.2.5.2 Pressure resistance

The rupture valve fulfils the requirements of the standard if after the pressure test according to 5.9.2.4.2 it shows no permanent damage.

### 5.9.2.5.3 Readjustment

If the limits of flow decrease or pressure peaks are exceeded, the manufacturer may modify the adjustment of the rupture valve. After that another test series shall be carried out.

### 5.9.2.6 Type examination certificate

The certificate shall indicate:

- a) information according to Annex A;
- b) type and application of the rupture valve;
- c) the range of
  - 1) flow of the rupture valve;
  - 2) pressure of the rupture valve;
  - 3) viscosity of hydraulic fluids to be used;
  - 4) ambient temperature of the rupture valve.

The certificate shall be accompanied with a graph according to Figure 3 showing the relationship between flow of hydraulic fluid and pressure from which  $Q_{max}$  and  $t_d$  can be obtained.

## 5.10 Guide rails calculation

### 5.10.1 Range of calculation

Guide rails shall be dimensioned taking into account the following stresses:

- bending stress;
- combined bending;
- buckling stress;
- compression stress/tension stress;
- combined bending and compression/tension stress;
- combined buckling and bending;
- flange bending stress.

In addition deflections shall be analysed.

NOTE An example for a calculation based on the following method is given in Annex C.

### 5.10.2 Bending

**5.10.2.1** Calculating the bending stresses in the different axis of the guide rail (Figure 4), it can be assumed that:

- the guide rail is a continuous beam with flexible fixing points at distances of the length  $l$ ;

- the resultant of forces causing bending stresses act in the middle between adjacent fixing points;
- bending moments act on the neutral axis of the profile of the guide rail.

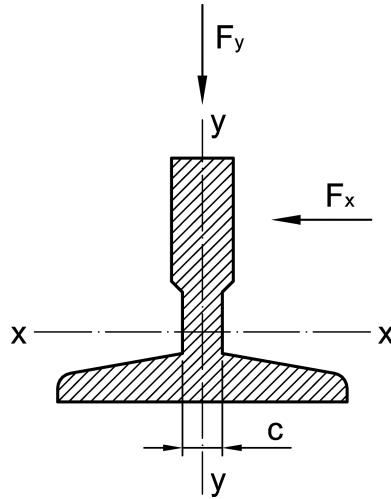


Figure 4 — Axis of the guide rail

Evaluating the bending stress -  $\sigma_m$  - from horizontal forces acting at right angles to the axis of the profile, the following formulae shall be used:

$$\sigma_m = \frac{M_m}{W}$$

with

$$M_m = \frac{3 \cdot F_h \cdot l}{16}$$

where

$F_h$  is the horizontal force applied to the guide rail by the guide shoes in the different load cases in newtons;

$l$  is the maximum distance between guide brackets in millimetres;

$M_m$  is the bending moment in newtons millimetres;

$\sigma_m$  is the bending stress in newtons per square millimetre;

$W$  is the cross sectional area modulus in cubic millimetres.

**5.10.2.2** Bending stresses in different axes shall be combined taking into account the guide rail profile.

If for  $W_x$  and  $W_y$  the usual values of tables (respectively  $W_{xmin}$  and  $W_{ymin}$ ) are used and therewith the permissible stresses are not exceeded, no further proof is necessary. Otherwise it shall be analysed at which outer edge of the guide rail profile the tensile stresses have their maximum.

**5.10.2.3** If more than two guide rails are used, an equal distribution of the forces between the guide rails may be assumed, provided their profiles are identical.

**5.10.2.4** If more than one safety gear is used, acting on different guide rails, it can be assumed that the whole braking force is equally distributed between the safety gears.

**5.10.2.5** In the case of vertical multiplex safety gears acting on the same guide rail, it shall be assumed, that the braking force of a guide rail is acting on one point.

### 5.10.3 Buckling

Determining the buckling stresses the “omega” -method shall be used with the following formulae:

$$\sigma_k = \frac{(F_v + k_3 \cdot M_{aux}) \cdot \omega}{A}$$

where

$A$  is the cross sectional area of a guide rail in square millimetres;

$F_v$  is the vertical force on a guide rail of the car, counterweight or balancing weight in newtons;

$k_3$  is the impact factor;

$M_{aux}$  is the force in a guide rail due to auxiliary equipment in newtons;

$\sigma_k$  is the buckling stress in newtons per square millimetre;

$\omega$  is the omega value.

The “omega”-values can be evaluated by using the following polynomials with

$$\lambda = \frac{l_k}{i}$$

and

$$l_k = l$$

where

$$\lambda = \frac{l_k}{i}$$

is the slenderness;

$i$  is the minimum radius of gyration in millimetres;

$l$  is the maximum distance between guide brackets in millimetres;

$l_k$  is the buckling length in millimetres.

For steel with tensile strength  $R_m = 370 \text{ N/mm}^2$ :

$$20 \leq \lambda \leq 60: \quad \omega = 0,00012920 \cdot \lambda^{1,89} + 1;$$

$$60 < \lambda \leq 85: \quad \omega = 0,00004627 \cdot \lambda^{2,14} + 1;$$

$$85 < \lambda \leq 115: \quad \omega = 0,00001711 \cdot \lambda^{2,35} + 1,04;$$

$$115 < \lambda \leq 250 : \omega = 0,00016887 \cdot \lambda^{2,00}$$

For steel with tensile strength  $R_m = 520 \text{ N/mm}^2$ :

$$20 \leq \lambda \leq 50 : \omega = 0,00008240 \cdot \lambda^{2,06} + 1,021;$$

$$50 < \lambda \leq 70 : \omega = 0,00001895 \cdot \lambda^{2,41} + 1,05;$$

$$70 < \lambda \leq 89 : \omega = 0,00002447 \cdot \lambda^{2,36} + 1,03;$$

$$89 < \lambda \leq 250 : \omega = 0,00025330 \cdot \lambda^{2,00}$$

The determination of "omega"-values of steel with tensile strength  $R_m$  between  $370 \text{ N/mm}^2$  and  $520 \text{ N/mm}^2$  shall be carried out by using the following formula:

$$\omega_R = \left[ \frac{\omega_{520} - \omega_{370}}{520 - 370} \cdot (R_m - 370) \right] + \omega_{370}$$

#### 5.10.4 Combination of bending and compression/tension or buckling stresses

The combined bending and compression/tension or buckling stresses shall be evaluated using the following formula:

Bending stresses:

$$\sigma = \sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm}$$

Bending and compression/tension:

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_v + k_3 \cdot M_{aux}}{A} \leq \sigma_{perm}$$

Bending and buckling:

$$\sigma = \sigma_k + 0,9 \cdot \sigma_m \leq \sigma_{perm}$$

where

$A$  is the cross sectional area of a guide rail in square millimetre;

$F_v$  is the vertical force on a guide rail of the car, counterweight or balancing weight in newtons;

$k_3$  is the impact factor;

$M_{aux}$  is the force in a guide rail due to auxiliary equipment in newtons;

$\sigma$  is the combined stress in newtons per square millimetre;

$\sigma_k$  is the buckling stress in newtons per square millimetre;

$\sigma_m$  is the bending stress in newtons per square millimetre;

$\sigma_{perm}$  is the permissible stress in newtons per square millimetre, see the standards calling for the use of this standard (e.g. prEN 81-20:2018, 5.7.4.5);

$\sigma_x$  is the bending stress in the x-axis in newtons per square millimetre;

$\sigma_y$  is the bending stress in the y-axis in newtons per square millimetre.

### 5.10.5 Flange bending

Flange bending shall be taken into consideration. For T-shaped guide rails, the following formula shall be used:

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm}$$

for roller guide shoes

$$\sigma_F = \frac{F_x \cdot (h_1 - b - f) \cdot 6}{c^2 \cdot (l + 2 \cdot (h_1 - f))} \leq \sigma_{perm}$$

for sliding guide shoes

where

$b$  is half the width of the guide shoe lining in millimetres;

$c$  is the width of the connecting part of the foot to the blade in millimetres;

$f$  is the foot depth of guide rail at its connection with the blade in millimetres;

$F_x$  is the force exerted by a guide shoe to the flange in newtons;

$h_1$  is the guide rail height in millimetres;

$l$  is the length of the guide shoe lining in millimetres;

$\sigma_F$  is the local flange bending stress in newtons per square millimetres;

$\sigma_{perm}$  is the permissible stress in newtons per square millimetre.

NOTE Dimensions are shown in Figure 5.

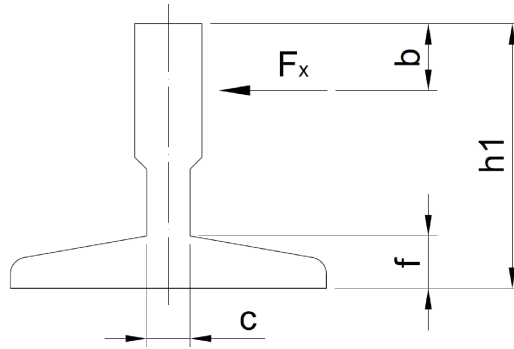


Figure 5 — Dimensions for flange bending calculation

### 5.10.6 Deflections

The deflections shall be calculated by using the following formulae:

$$\delta_y = 0,7 \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} + \delta_{str-y} \leq \delta_{perm}$$

$$\delta_x = 0,7 \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} + \delta_{str-x} \leq \delta_{perm}$$

where

$\delta_{perm}$  is the maximum permissible deflection in millimetres;

$\delta_x$  is the deflection in the X-axis in millimetres;

$\delta_y$  is the deflection in the Y-axis in millimetres;

$\delta_{str-x}$  is the deflection of the building structure in the x-axis in millimetres;

$\delta_{str-y}$  is the deflection of the building structure in the y-axis in millimetres;

$E$  is the modulus of elasticity in newtons per square millimetre;

$F_x$  is the supporting force in the X-axis in newtons;

$F_y$  is the supporting force in the Y-axis in newtons;

$I_x$  is the second moment of area in the X-axis in fourth power millimetres;

$I_y$  is the second moment of area in the Y-axis in fourth power millimetres;

$l$  is the maximum distance between guide brackets in millimetres.

## 5.11 Evaluation of traction

### 5.11.1 Introduction

Traction shall be ensured at all times taking into account:

- normal travel;

- loading the car at floor level; and
- retardation due to an emergency stop.

If the lift machine torque is sufficiently high to raise the car, considerations shall be given to allow slip to occur if the car or the counterweight is stalled in the well for any reason.

The following dimensioning procedure applies for the evaluation of traction in the traditional applications which include steel wire ropes and steel/cast iron sheaves.

NOTE The results are - as shown by experience - safe due to built-in safety margins. Therefore the following elements need not to be taken into consideration in detail: Rope construction - Type and amount of lubrication - Material of sheaves and ropes - Manufacturing tolerances.

### 5.11.2 Traction calculation

#### 5.11.2.1 General

The following formulae shall be applied:

$$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{f\alpha}$$

for car loading and emergency braking conditions;

$$\frac{T_1}{T_2} \geq e^{f\alpha}$$

for car/counterweight stalled conditions (car/counterweight resting on the buffers and the machine rotating in the “down/up” direction) where protection against raising of the car or counterweight is provided by limiting of traction

where

$\alpha$  is the angle of wrap of the ropes on the traction sheave;

$f$  is the friction factor;

$T_1, T_2$  are the forces in the portion of the ropes situated at either side of the traction sheave.

#### 5.11.2.2 Evaluation of $T_1$ and $T_2$

##### 5.11.2.2.1 Car loading condition

The static ratio  $T_1/T_2$  shall be evaluated for the worst case depending on the position of the car in the well with 125 % of the rated load.

Where handling devices, which are not included in the rated load, are used to load/unload the car the weight of such devices shall be added to the rated load for the purpose of this calculation.

##### 5.11.2.2.2 Emergency braking condition

The dynamic ratio  $T_1/T_2$  shall be evaluated for the worst case depending on the position of the car in the well and the load conditions (empty, or with rated load).

Each moving element shall be considered with its proper rate of retardation, taking into account the reeving ratio of the installation.

In no case the rate of retardation to consider shall be less than:

- in normal case 0,5 m/s<sup>2</sup>;
- in case of reduced buffer stroke the minimum retardation to slow down the car and counterweight to a value not exceeding that for which the buffers are designed.

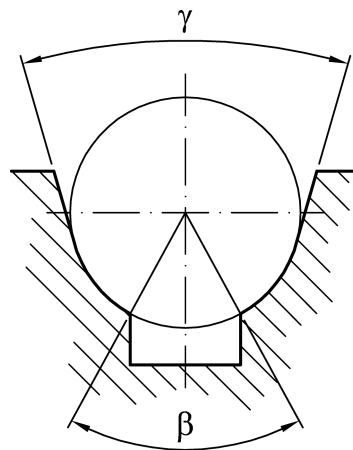
### 5.11.2.2.3 Car/counterweight stalled condition

The static ratio  $T_1/T_2$  shall be evaluated for the empty car at the highest and lowest position.

### 5.11.2.3 Evaluation of the friction factor

#### 5.11.2.3.1 Grooving considerations

##### 5.11.2.3.1.1 Semi-circular and semi-circular undercut grooves



#### Key

- β undercut angle
- γ groove angle

Figure 6 — Semi-circular groove, undercut

The following formula shall be used:

$$f = \mu \cdot \frac{4 \left( \cos \frac{\gamma}{2} - \sin \frac{\beta}{2} \right)}{\pi - \beta - \gamma - \sin \beta + \sin \gamma}$$

where

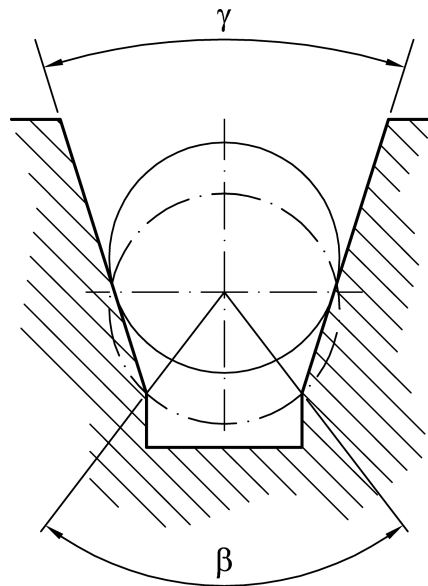
- β is the value of the undercut angle;
- γ is the value of the groove angle;
- μ is the friction coefficient;
- f is the friction factor.

The maximum value of the undercut angle  $\beta$  shall not exceed  $105^\circ$  (1,83 rad).

The value of the groove angle  $\gamma$  shall be given by the manufacturer according to the grooving design. In no case it should be less than  $25^\circ$  (0,44 rad).

#### 5.11.2.3.1.2 V-grooves

Where the groove has not been submitted to an additional hardening process, in order to limit the deterioration of traction due to wear, an undercut is necessary.



#### Key

$\beta$  undercut angle

$\gamma$  groove angle

Figure 7 — V-groove

The following formulae apply:

- in the case of car loading and emergency braking:

$$f = \mu \cdot \frac{4 \left( 1 - \sin \frac{\beta}{2} \right)}{\pi - \beta - \sin \beta}$$

for non-hardened grooves;

$$f = \mu \cdot \frac{1}{\sin \frac{\gamma}{2}}$$

for hardened grooves;

- in the case of counterweight stalled conditions:

$$f = \mu \cdot \frac{1}{\sin \frac{\gamma}{2}}$$

for hardened and non-hardened grooves

where

$\beta$  is the value of the undercut angle;

$\gamma$  is the value of the groove angle;

$\mu$  is the friction coefficient;

$f$  is the friction factor.

The maximum value of the undercut angle  $\beta$  shall not exceed  $105^\circ$  (1,83 rad). In no case, angle  $\gamma$  shall be less than  $35^\circ$  for lifts.

### 5.11.2.3.2 Friction coefficient consideration

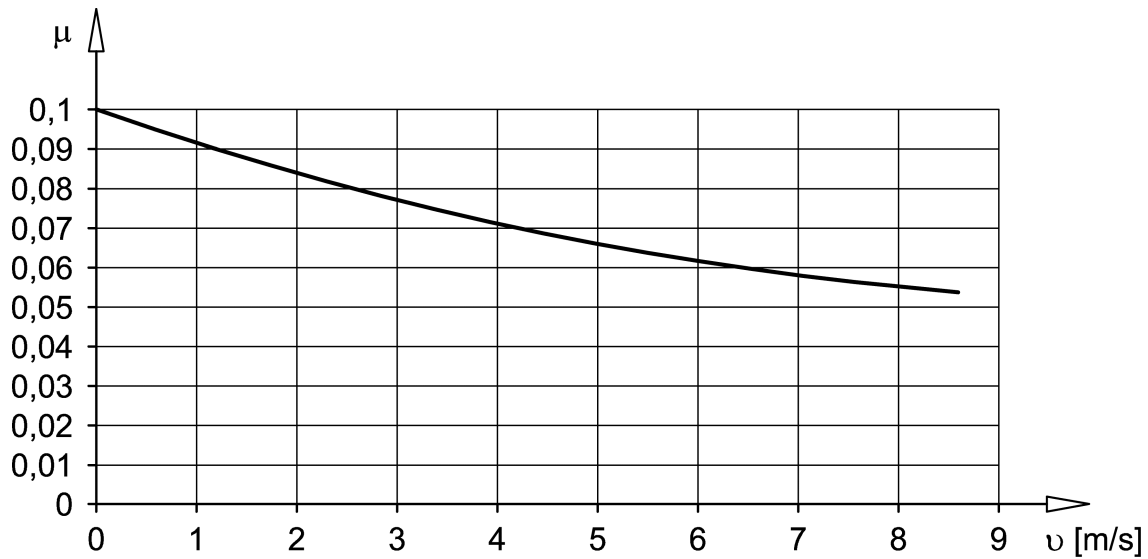


Figure 8 — Minimum friction coefficient

The following values apply:

- loading conditions

$$\mu = 0,1$$

- emergency braking conditions

$$\mu = \frac{0,1}{1 + \frac{v}{10}}$$

— counterweight stalled conditions

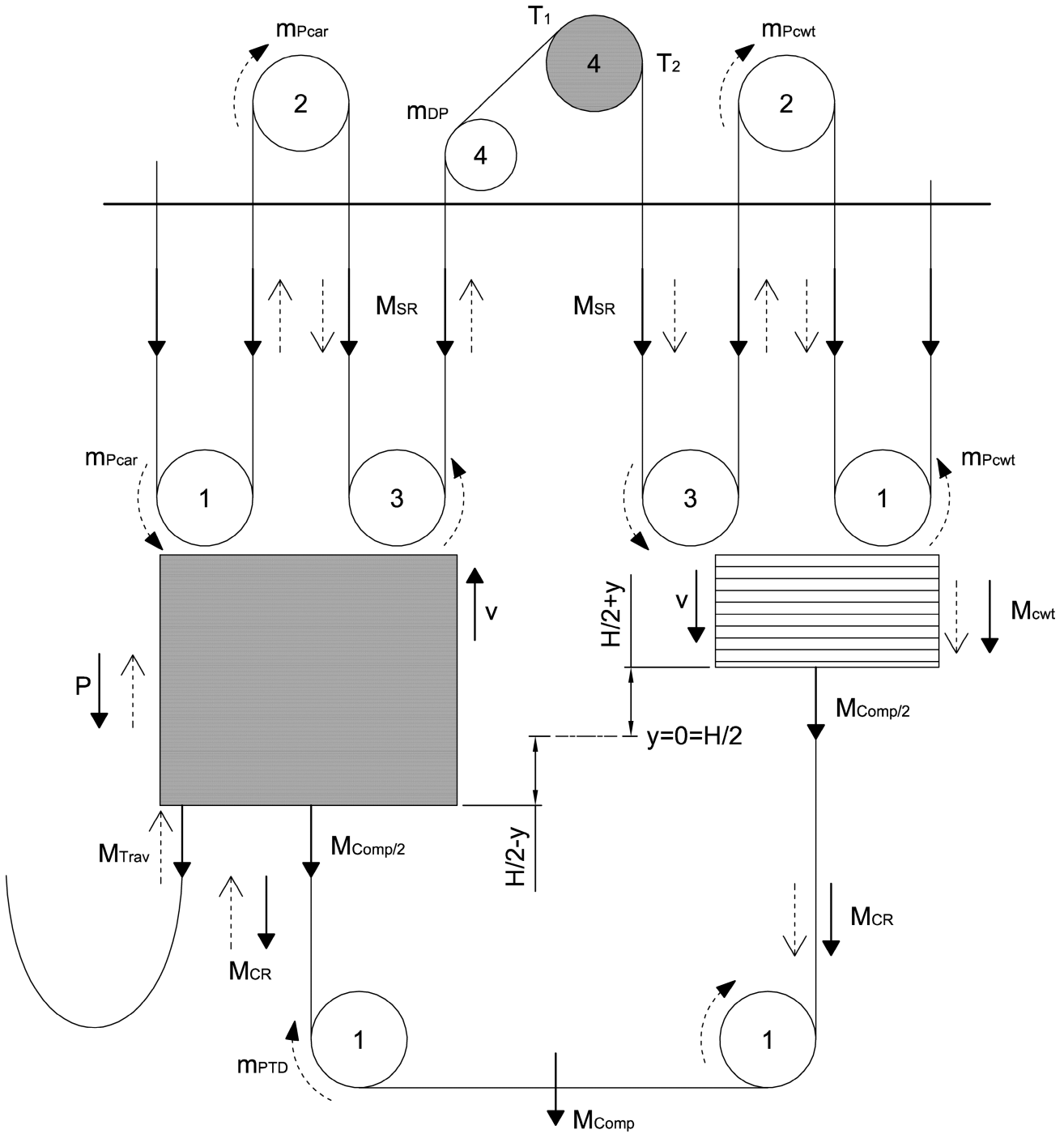
$$\mu = 0,2$$

where

$\mu$  is the friction coefficient;

$v$  is the rope speed at rated speed of the car.

5.11.3 Practical example



**Key**  
1, 2, 3, 4 is the speed factor of pulleys (example:  $2 = 2 \cdot v_{car}$ )

Figure 9 — General case

The following formulae apply:

a) for machinery located above:

$$T_1 = \frac{(P + Q + M_{CRcar} + M_{Trav})}{r} \cdot (g_n \pm a) + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} g_n + M_{SRcar} \left( g_n \pm a \cdot \frac{r^2 + 2}{3} \right) \pm \left( \frac{i_{PTD} \cdot m_{PTD}}{2 \cdot r} \cdot a \right)$$

$$\pm \frac{(m_{DP} \cdot a)^I}{r} \pm \left[ \frac{\sum_{i=1}^{r-1} (m_{Pcar} \cdot i_{Pcar} \cdot a)}{r} \right]^{III} \mp \frac{FR_{car}}{r}$$

$$T_2 = \frac{M_{cwt} + M_{CRcwt}}{r} \cdot (g_n \mp a) + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} \cdot g_n + M_{SRcwt} \left( g_n \mp a \cdot \frac{r^2 + 2}{3} \right) \mp \left( \frac{i_{PTD} \cdot m_{PTD}}{2 \cdot r} \cdot a \right)$$

$$\mp \left[ \frac{(m_{DP} \cdot a)^{II}}{r} \right] \mp \left[ \frac{\sum_{i=1}^{r-1} (M_{Pcwt} \cdot i_{Pcwt} \cdot a)}{r} \right]^{III} \pm \frac{FR_{cwt}}{r}$$

b) for machinery located below:

$$T_1 = \frac{(P + Q + M_{CRcar} + M_{Trav})}{r} \cdot (g_n \pm a) + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} \cdot g_n + M_{SR1car} \cdot (-g_n \pm a) + M_{SR2car} \cdot \left( g_n \pm a \cdot \frac{r^2 + 2}{3} \right)$$

$$\pm \left( \frac{i_{PTD} \cdot m_{PTD}}{2 \cdot r} \cdot a \right) \pm \left( \frac{m_{DP} \cdot a}{r} \right)^I \pm \left[ \frac{\sum_{i=1}^{r-1} (m_{Pcar} \cdot i_{Pcar} \cdot a)}{r} \right]^{III} \mp \frac{FR_{car}}{r}$$

$$T_2 = \frac{M_{cwt} + M_{CRcwt}}{r} \cdot (g_n \mp a) + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} \cdot g_n + M_{SR1cwt} \cdot (-g_n \mp a) + M_{SR2cwt} \cdot \left( g_n \mp a \cdot \frac{r^2 + 2}{3} \right)$$

$$\mp \left( \frac{i_{PTD} \cdot m_{PTD}}{2 \cdot r} \cdot a \right) \mp \left( \frac{m_{DP} \cdot a}{r} \right)^{II} \mp \left[ \frac{\sum_{i=1}^{r-1} (m_{Pcwt} \cdot i_{Pcwt} \cdot a)}{r} \right]^{III} \pm \frac{FR_{cwt}}{r}$$

The above formulas may be also used for the empty car by deleting  $Q$ . In this case  $T_1$  becomes  $T_2$  and  $T_2$  becomes  $T_1$ .

In the above formulas the symbols  $\pm$  and  $\mp$  shall be used in such a way that the upper operation is applicable in case the car with its rated load is retarding in the down direction and the lower operation in case the empty car is retarding in the up direction. For the cases car loading and stalled condition  $a = 0$ .

For the car loading case  $Q$  has to be replaced by  $1,25 Q$  plus the weight of handling devices where used in case of goods passenger lifts.

The friction forces  $FR_{car}$  and  $FR_{cwt}$  should be deleted in all conditions if a minimum friction force cannot be ensured.

NOTE For calculation example, see Annex D.

**Conditions:**

$I$  is for any deflection pulley on car side;

$II$  is for any deflection pulley on counterweight side;

$III$  is only for reeving  $> 1$ ;

where

$a$  is the braking retardation (positive value) of the car in metres per square second;

$FR_{car}$  is the frictional force in the well (efficiency of bearings car side and friction on guide rails, etc.) in newtons;

$FR_{cwt}$  is the frictional force in the well (efficiency of bearings counterweight side and friction on guide rails, etc.) in newtons;

$g_n$  is the standard acceleration of free fall in metres per square second;

$H$  is the travel height in metres;

$i_{Pcar}$  is the number of pulleys on car side with same rotation speed  $v_{pulley}$  (without deflection pulleys);

$i_{Pcwt}$  is the number of pulleys on counterweight side with same rotation speed  $v_{pulley}$  (without deflection pulleys);

$i_{PTD}$  is the number of pulleys for tensioning device;

$m_{DP}$  is the reduced mass (related to the car/counterweight) of deflection pulleys on car and/or counterweight side  $J_{DP} \cdot (v_{pulley}/v)^2 / R^2$  in kilograms;

$m_{Pcar}$  is the reduced mass (related to the car) of pulleys on car side  $J_{Pcar} \cdot (v_{pulley}/v)^2 / R^2$  in kilograms;

$m_{Pcwt}$  is the reduced mass (related to the counterweight) of pulleys on counterweight side  $J_{Pcwt} \cdot (v_{pulley}/v)^2 / R^2$  in kilograms;

$m_{PTD}$  is the reduced mass (related to car/counterweight) of one pulley on tensioning device  $J_{PTD} / R^2$  in kilograms;

$M_{Comp}$  is the mass of tension device including mass of pulleys in kilograms;

$M_{CR}$  is the actual mass of compensation ropes/chains  $([0,5 \cdot H \pm y] \cdot n_c \cdot \text{rope weight per unit length})$  in kilograms;

$M_{CRcar}$  is the mass  $M_{CR}$  on car side;

$M_{CRcwt}$  is the mass  $M_{CR}$  on counterweight side;

$M_{cwt}$  is the mass of counterweight including mass of pulleys in kilograms;

$M_{SR}$  is the actual mass of suspension ropes ( $[0,5 \cdot H \pm y] \cdot n_s \cdot \text{rope weight per unit length}$ ) in kilograms;

$M_{SRcar}$  is the mass  $M_{SR}$  on car side.

In the case of machine below, the rope leading from the machine to the pulley(s) in the headroom is  $M_{SR1car}$  and rope leading from pulley(s) in the headroom to the car is  $M_{SR2car}$  ( $M_{SR2car} = 0$  if car at upmost landing);

$M_{SRcwt}$  is the mass  $M_{SR}$  on counterweight side.

In the case of machine below, the rope leading from the machine to the pulley(s) in the headroom is  $M_{SR1cwt}$  and rope leading from pulley(s) in the headroom to the counterweight is  $M_{SR2cwt}$  ( $M_{SR2cwt} = 0$  if counterweight at upmost landing);

$M_{Trav}$  is the actual mass of travelling cable ( $[0,25H \pm 0,5y] \cdot n_t \cdot \text{travelling cable weight per unit length}$ ) in kilograms;

$n_C$  is the number of compensating ropes/chains;

$n_S$  is the number of suspension ropes;

$n_t$  is the number of travelling cables;

$p$  is the masses of the empty car in kilograms;

$Q$  is the rated load in kilograms;

$T_1, T_2$  is the force exerted on rope in newtons;

$r$  is the reeving factor;

$v_{pulley}$  is the rotation speed of the pulley (rope speed) in metres per second;

$y$  is on the level  $0,5 \cdot H \rightarrow y = 0$  in metres;

$\rightarrow$  is the static force;

$\rightarrow$  is the dynamic force.

## 5.12 Evaluation of safety factor on suspension ropes for electric lifts

### 5.12.1 General

With reference to the requirements laid down in the standards calling for the use of this standard (e.g. prEN 81-20:2018, 5.5.2.2), this clause describes the method of evaluation of the safety factor " $S_f$ " for the suspension ropes. This evaluation method shall only be used for:

- steel or cast iron traction sheaves;
- steel wire ropes according to EN 12385-5.

NOTE This method is based on sufficient life time of the ropes assuming a regular maintenance and inspection.

### 5.12.2 Equivalent number $N_{equiv}$ of pulleys

#### 5.12.2.1 General

The number of bends and the degree of severity of each bend cause deterioration of the rope. This is influenced by the type of grooves (U- or V- groove) and whether the bend is reversed or not.

The degree of severity of each bend can be equated to a number of simple bends.

A simple bend is defined by the rope travelling over a semi-circular groove where the radius of the groove is not more than 0,53 of the nominal rope diameter.

The number of simple bends corresponds to an equivalent number of pulleys  $N_{equiv}$ , which can be derived from:

$$N_{equiv} = N_{equiv(t)} + N_{equiv(p)}$$

where

$N_{equiv(t)}$  is the equivalent number of traction sheaves;

$N_{equiv(p)}$  is the equivalent number of deflection pulleys.

#### 5.12.2.2 Evaluation of $N_{equiv(t)}$

Values of  $N_{equiv(t)}$  can be taken from Table 2.

**Table 2 — Evaluation of equivalent number of traction sheaves  $N_{equiv(t)}$**

<b>V-grooves</b>	V-angle ( $\gamma$ )	35°	36°	38°	40°	42°	45°	50°
	$N_{equiv(t)}$	18,5	16	12	10	8	6,5	5
<b>U-Undercut grooves</b>	U-angle ( $\beta$ )	75°	80°	85°	90°	95°	100°	105°
	$N_{equiv(t)}$	2,5	3,0	3,8	5,0	6,7	10,0	15,2

For U-grooves without undercut:

$$N_{equiv(t)} = 1.$$

Values for angles not in the table may be determined by linear interpolation.

#### 5.12.2.3 Evaluation of $N_{equiv(p)}$

A bend is only considered to be a reverse bend if the distance from the rope contacts on two consecutive pulleys, which have a fixed distance between their axles, is less than 200 times the rope diameter and the bending planes are rotated through more than 120°.

$$N_{equiv(p)} = K_p \cdot (N_{ps} + 4 \cdot N_{pr})$$

where

$N_{ps}$  is the number of pulleys with simple bends;

$N_{pr}$  is the number of pulleys with reversed bends;

$K_p$  is the factor of ratio between sheave and pulley diameters.

with

$$K_p = \left( \frac{D_t}{D_p} \right)^4$$

where

$D_t$  is the diameter of the traction sheave;

$D_p$  is the average diameter of all pulleys, traction sheave excluded.

NOTE Examples for evaluation of equivalent number of pulleys are given in Annex E.

### 5.12.3 Safety factor

For a given design of rope drive the minimum value of safety factor can be selected from Figure 10 taking into account the correct ratio of  $D_t/d_r$  and the calculated  $N_{equiv}$  for the worst case section of ropes.

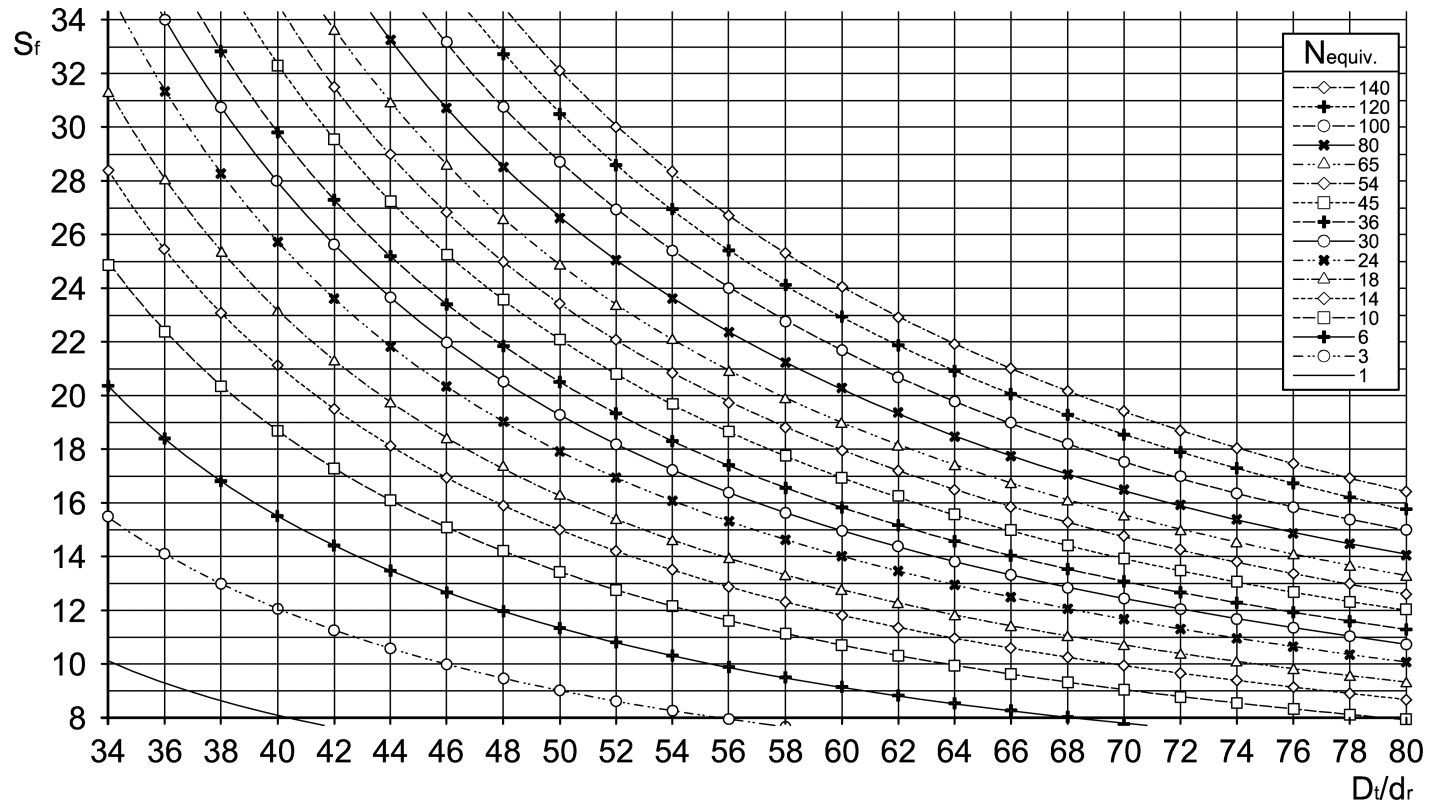


Figure 10 — Evaluation of minimum safety factor

The curves of the Figure 10 are based on the following formula:

$$S_f = 10^{\left( \frac{\log \left( \frac{695,85 \cdot 10^6 \cdot N_{equiv}}{\left( \frac{D_t}{d_r} \right)^{8,567}} \right)}{\log \left( 77,09 \left( \frac{D_t}{d_r} \right)^{-2,894} \right)} \right)}$$

where

$D_t$  is the diameter of traction sheave;

$d_r$  is the diameter of the ropes;

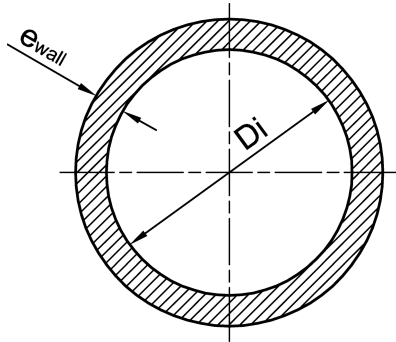
$N_{equiv}$  is the equivalent number of pulleys;

$S_f$  is the safety factor.

### 5.13 Calculations of rams, cylinders, rigid pipes and fittings

#### 5.13.1 Calculation against over pressure

##### 5.13.1.1 Calculation of wall thickness of rams, cylinders, rigid pipes and fittings



$$e_{wall} \geq \frac{2,3 \cdot 1,7 \cdot p}{R_{p0,2}} \cdot \frac{D_i}{2} + e_0$$

$e_0 = 1,0$  mm for wall and base of cylinders and rigid pipes  
between the cylinder and the rupture valve, if any;

$e_0 = 0,5$  mm for rams and other rigid pipes;

2,3 is the factor for friction losses (1,15) and pressure peaks  
(2);

1,7 is the safety factor referred to the proof stress.

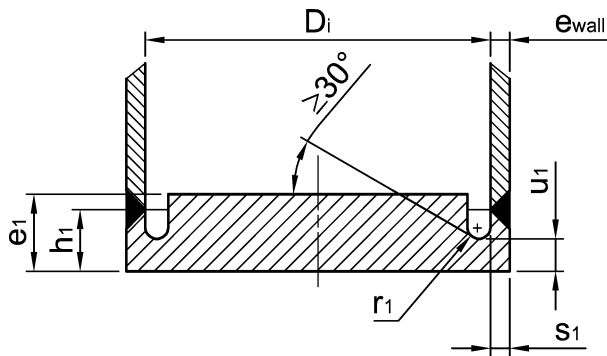
Figure 11 — Wall thickness calculation

##### 5.13.1.2 Calculation of the base thickness of cylinders (examples)

###### 5.13.1.2.1 General

The examples shown do not exclude other possible constructions.

5.13.1.2.2 Flat bases with relieving groove



Conditions for the stress relief of the welding seam:

$$r_1 \geq 0,2 \cdot e_1 \text{ and } r_1 \geq 5 \text{ mm}$$

$$u_1 \leq 1,5 \cdot s_1$$

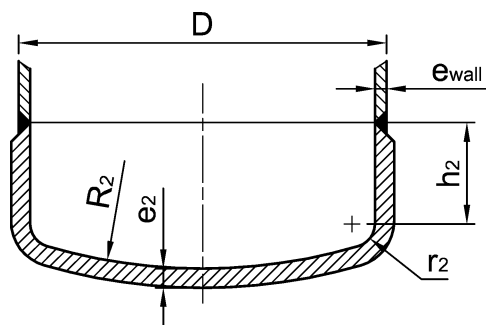
$$h_1 \geq u_1 + r_1$$

$$e_1 \geq 0,4 \cdot D_i \sqrt{\frac{2,3 \cdot 1,7 \cdot p}{R_{p0,2}}} + e_0$$

$$u_1 \geq 1,3 \cdot \left( \frac{D_i}{2} - r_1 \right) \cdot \frac{2,3 \cdot 1,7 \cdot p}{R_{p0,2}} + e_0$$

Figure 12 — Flat bases with relieving groove

5.13.1.2.3 Cambered based



Conditions:

$$h_2 \geq 3,0 \cdot e_2$$

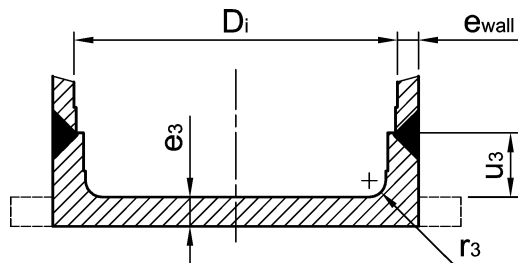
$$r_2 \geq 0,15 \cdot D$$

$$R_2 = 0,8 \cdot D$$

$$e_2 \geq \frac{2,3 \cdot 1,7 \cdot p}{R_{p0,2}} \cdot \frac{D}{2} + e_0$$

Figure 13 — Cambered based

5.13.1.2.4 Flat bases with welded flange



Conditions:

$$u_3 \geq e_3 + r_3$$

$$r_3 \geq \frac{e_{wall}}{3} \text{ and } r_3 \geq 8 \text{ mm}$$

$$e_3 \geq 0,4 \cdot D_i \sqrt{\frac{2,3 \cdot 1,7 \cdot p}{R_{p0,2}}} + e_0$$

Figure 14 — Flat bases with welded flange

5.13.2 Calculations of the jacks against buckling

5.13.2.1 General

The buckling calculation shall be made on the part with least buckling resistance.

5.13.2.2 Single acting jacks

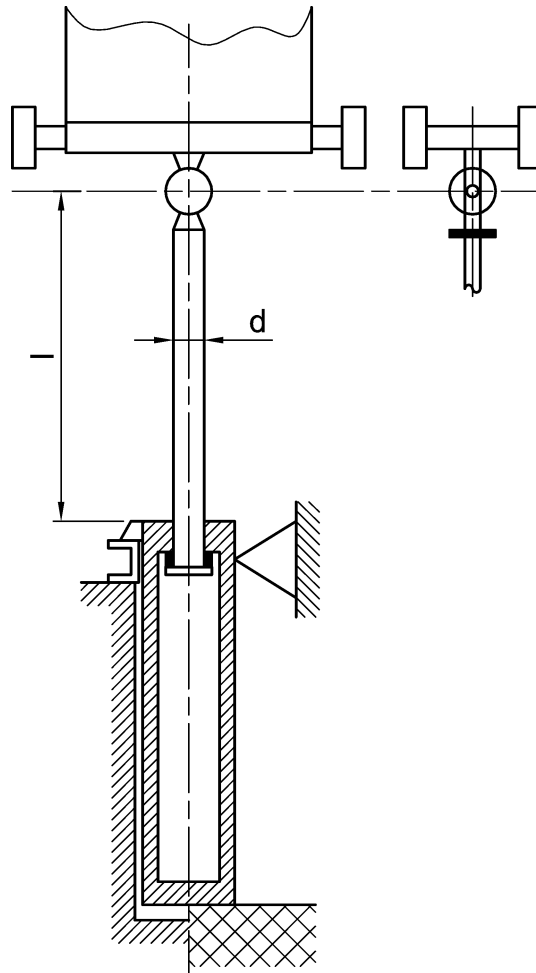


Figure 15 — Single acting jacks

For  $\lambda_n \geq 100$  :

$$F_s \leq \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J_n}{2 \cdot l^2}$$

For  $\lambda_n < 100$  :

$$F_s \leq \frac{A_n}{2} \left[ R_m - (R_m - 210) \cdot \left( \frac{\lambda_n}{100} \right)^2 \right]$$

4)

$$F_s = 1,4 \cdot g_n \cdot \left[ c_m \cdot (P + Q) + 0,64 \cdot P_r + P_{rh} \right]$$

4) Valid for rams extending in upward direction.

5.13.2.3 Telescopic jacks without external guidance, calculation of ram

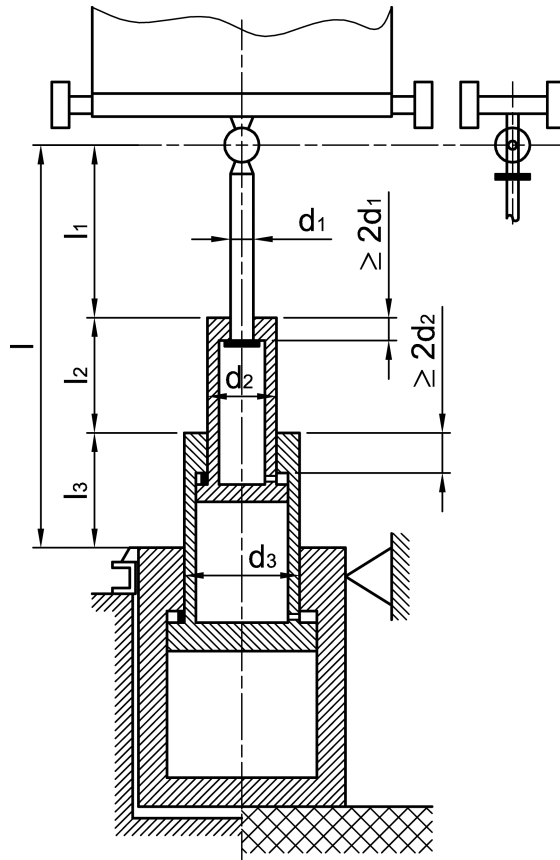


Figure 16 — Telescopic jacks without external guidance

<p><math>l = l_1 + l_2 + l_3, \quad l_1 = l_2 = l_3</math></p> <p><math>\nu = \sqrt{\frac{J_1}{J_2}}; (J_3 \geq J_2 &gt; J_1)</math></p> <p>(assumption for simplified calculation: <math>J_3 = J_2</math>)</p> <p>for 2 sections:  <math>\phi = 1,25 \cdot \nu - 0,2 \quad \text{for } 0,22 &lt; \nu &lt; 0,65</math></p> <p>for 3 sections:  <math>\phi = 1,5 \cdot \nu - 0,2 \quad \text{for } 0,22 &lt; \nu &lt; 0,65</math>  <math>\phi = 0,65 \cdot \nu + 0,35 \quad \text{for } 0,65 &lt; \nu &lt; 1</math></p>	<p><math>\lambda_e = \frac{l}{i_e} \quad \text{with } i_e = \frac{d_m}{4} \sqrt{\phi \cdot \left[ 1 + \left( \frac{d_{mi}}{d_m} \right)^2 \right]}</math></p> <p>For <math>\lambda_e \geq 100</math>:</p> <p><math>F_s \leq \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J_2}{2 \cdot l^2} \cdot \phi</math></p> <p>For <math>\lambda_e &lt; 100</math>:</p> <p><math>F_s \leq \frac{A_n}{2} \left[ R_m - (R_m - 210) \cdot \left( \frac{\lambda_n}{100} \right)^2 \right]</math></p>
--	--

5)

$$F_s = 1,4 \cdot g_n \cdot \left[ c_m \cdot (P + Q) + 0,64 \cdot P_r + P_m + P_{rt} \right]$$

5) Valid for rams extending in upward direction.

5.13.2.4 Telescopic jacks with external guidance

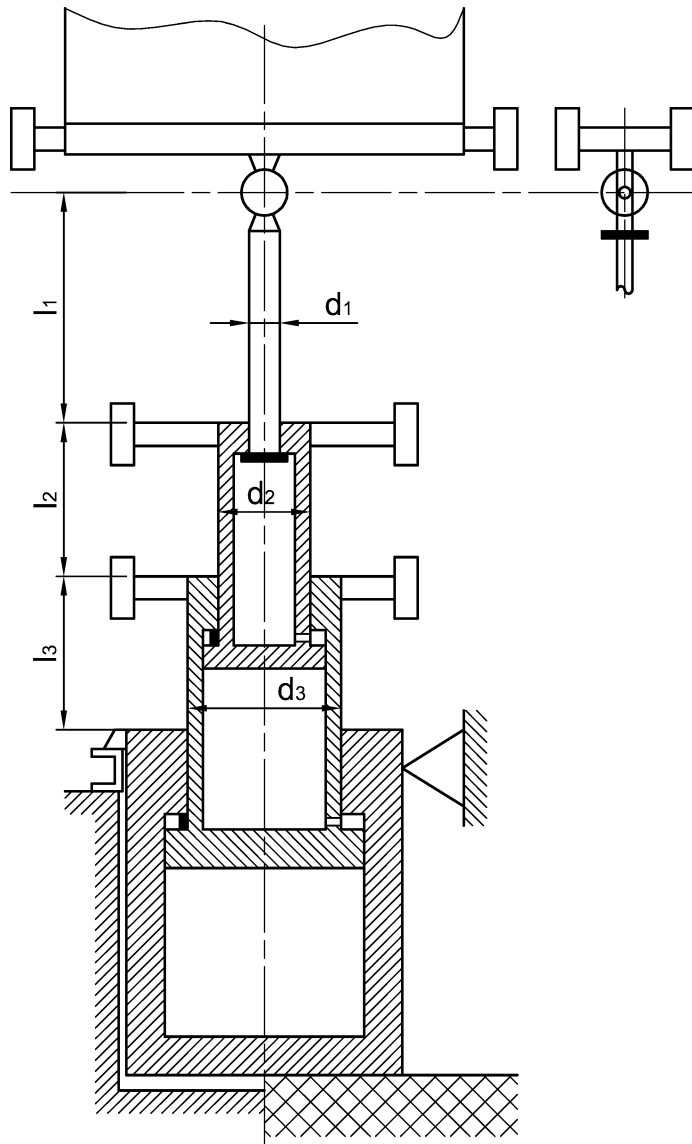


Figure 17 — Telescopic jacks with external guidance

For  $\lambda_n \geq 100$  :

$$F_s \leq \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J_n}{2 \cdot l_n^2}$$

For  $\lambda_n < 100$  :

$$F_s \leq \frac{A_n}{2} \left[ R_m - (R_m - 210) \cdot \left( \frac{\lambda_n}{100} \right)^2 \right]$$

6)

6) Valid for rams extending in upward direction.

$$F_s = 1,4 \cdot g_n \cdot \left[ c_m \cdot (P + Q) + 0,64 \cdot P_r + P_{rh} + P_{rt} \right]$$

### **Symbols**

$A_n$  is the cross-sectional area of the material of the ram to be calculated in square millimetres ( $n = 1, 2, 3$ );

$c_m$  is the reeving ratio;

$d_m$  is the outside diameter of the biggest ram of a telescopic jack in millimetres;

$d_{mi}$  is the inner diameter of the biggest ram of a telescopic jack in millimetres;

$E$  is the modulus of elasticity in newtons per square millimetre (for steel:  $E = 2,1 \times 10^5$  N/mm<sup>2</sup>);

$e_0$  is the additional wall thickness in millimetres;

$F_s$  is the actual buckling force applied in newtons;

$g_n$  is the standard acceleration of free fall in metres per square second;

$i_e$  is the equivalent radius of gyration of a telescopic jack in millimetres;

$i_n$  is the radius of gyration of the ram to be calculated in millimetres ( $n = 1, 2, 3$ );

$J_n$  is the second moment of area of the ram to be calculated in fourth power millimetres ( $n = 1, 2, 3$ );

$l$  is the maximum length of rams subject to buckling in millimetres;

$p$  is the full load pressure in megapascals;

$P$  is the sum of the mass of the empty car and the mass of the portion of the travelling cables suspended from the car in kilograms;

$P_r$  is the mass of the ram to be calculated in kilograms;

$P_{rh}$  is the mass of the ram head equipment, if any in kilograms;

$P_{rt}$  is the mass of the rams acting on the ram to be calculated (in the case of telescopic jacks) in kilograms;

$Q$  is the rated load (mass) displayed in the car in kilograms;

$R_m$  is the tensile strength of material in newtons per square millimetre;

$R_{p0,2}$  is the proof stress (non-proportional elongation) in newtons per square millimetre;

$\lambda_e = \frac{l}{i_e}$  is the equivalent coefficient of slenderness of a telescopic jack;

$\lambda_n = \frac{l}{i_n}$  is the coefficient of slenderness of the ram to be calculated;

$\nu, \phi$  is the factors used to represent approximate values given by experimentally determined diagrams;

1,4 is the over pressure factor;

2 is the safety factor against buckling.

## 5.14 Pendulum shock tests

### 5.14.1 General

Pendulum shock tests shall be carried out according to the following prescriptions.

NOTE Pendulum shock test could be specified for a "family" of doors based on e.g. type and minimum/maximum dimensions.

### 5.14.2 Test rig

#### 5.14.2.1 Hard pendulum shock device

The hard pendulum shock device shall be a body according to Figure 18. This body consists of a shock ring made of steel S 235 JR, according to EN 10025 and a case made of steel E 295, according to EN 10025. The overall mass of this body will be brought up to  $10 \text{ kg} \pm 0,01 \text{ kg}$  by filling with lead balls of a diameter of  $3,5 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ .

#### 5.14.2.2 Soft pendulum shock device

The soft pendulum shock device shall be a small shot bag according to Figure 19 made of leather, which is filled with lead balls of a diameter of  $3,5 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$  up to an overall mass of  $45 \text{ kg} \pm 0,5 \text{ kg}$ .

#### 5.14.2.3 Suspension of the pendulum shock device

The pendulum shock device shall be suspended by a wire rope of approximately 3 mm diameter in such a way that the horizontal distance between the outer edge of the free hanging shock device and the panel to be tested does not exceed  $15 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$ .

The pendulum length (lower end of the hook to reference point of the shock device) shall be at least 1,5 m.

#### 5.14.2.4 Pulling and triggering device

The suspended pendulum shock device shall be swung away from the panel by a pulling and triggering device and thus lifted to the falling height required in 5.14.3.2 and 5.14.3.3. The triggering device shall not give an additional impulse to the pendulum shock device in the moment of releasing.

The suspension wire rope shall be hooked to shock device without any torque to prevent spinning of device after triggering.

The suspension wire rope shall have no angle in swung position before triggering; consistent results should be realized by a triangle hooking keeping the shocking device centre of gravity in line with the hoisting wire at triggering position.

#### 5.14.2.5 Test samples

**5.14.2.5.1** The test samples shall be complete and shall have the intended size and fixations according to the specific application. The test samples shall be fixed to the test frame in such a way that at the fixation points, no deformations under test conditions are possible (stiff fixation).

**5.14.2.5.2** The samples shall be submitted to the tests in the intended manufacturing finish (machined edges, holes, etc.).

### 5.14.3 Tests

**5.14.3.1** The tests shall be carried out at a temperature of  $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ . The panels shall be stored directly before the tests for at least 4 hours at that temperature.

**5.14.3.2** The hard pendulum shock test shall be carried out with the device according to 5.14.2.1 with a falling height and test arrangement according to Figure 18 and Figure 20.

**5.14.3.3** The soft pendulum shock test shall be carried out with the device according to 5.14.2.2 with a falling height and test arrangement according to Figure 19 and Figure 20.

**5.14.3.4** The pendulum shock device shall be brought to the required falling height according to the standard calling for this test (e.g. prEN 81-20:2018, 5.3.5.2.2) and released.

If it is not possible to hit the specified striking point of the relevant part of the test sample (e.g. the panel width is smaller than 240 mm), the pendulum shock device shall hit as close as possible to the striking point (see the requirements laid down in the standards calling for the use of this standard (e.g. EN 81-20)).

**5.14.3.5** Only one test for each striking point is required with each of the devices called for in 5.14.2.1 and 5.14.2.2.

When both hard and soft pendulum shock tests shall be made, they shall be made on the same test sample and the hard pendulum test shall be performed first.

**5.14.3.6** Landing doors shall be tested from the landing side. Car doors and car walls shall be tested from the car side.

### 5.14.4 Interpretation of the results

Checks shall be carried out after the test according to the standard calling for this test for the following:

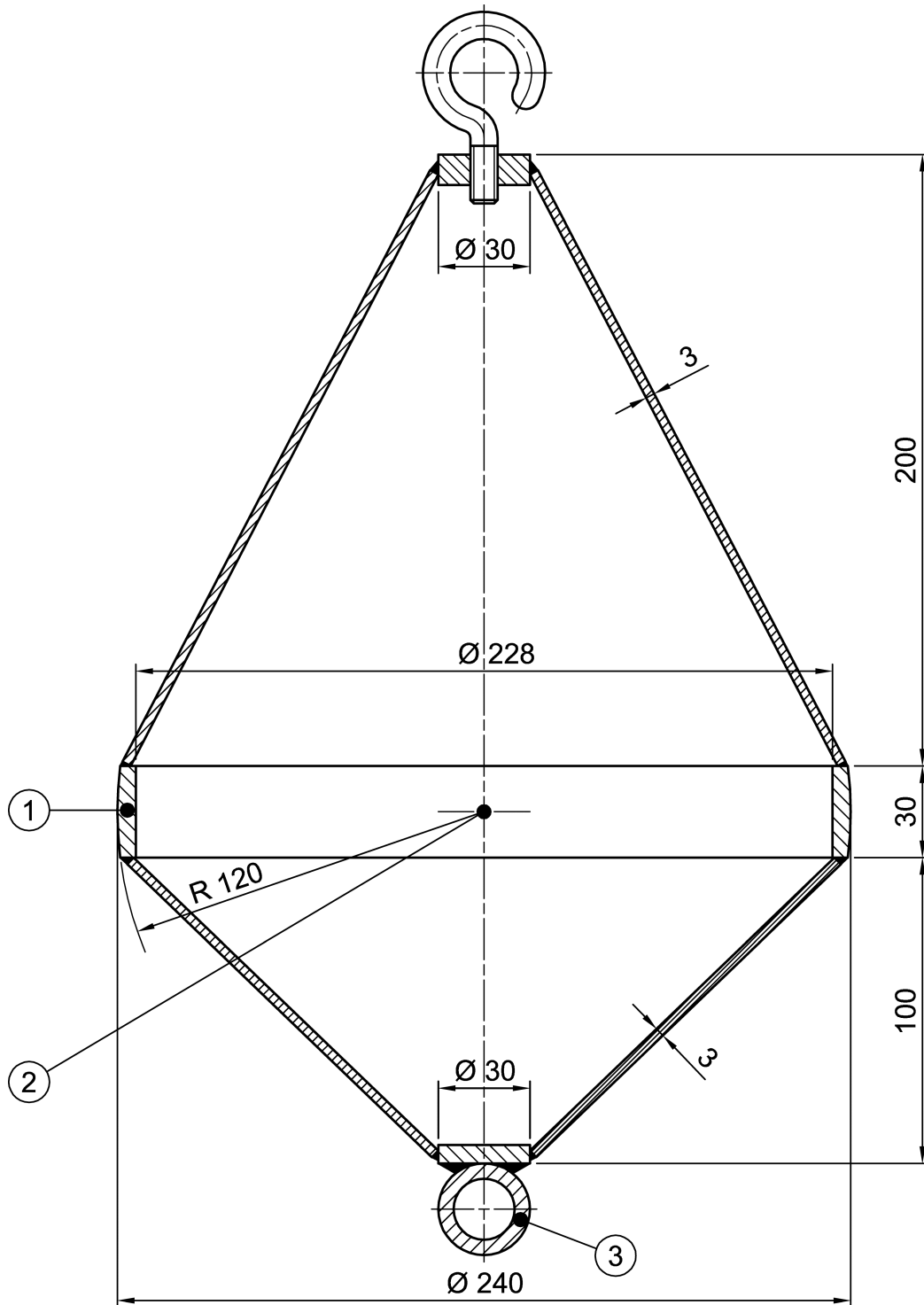
- a) loss of integrity;
- b) permanent deformation;
- c) cracks or chips.

### 5.14.5 Test report

The test report shall contain at least the following information:

- a) name and address of the organization having made the tests;
- b) date of the tests;
- c) dimensions and construction of the panel;
- d) fixation of the panel;
- e) falling height of the tests;
- f) number of tests carried out;
- g) test results;
- h) signature of the responsible for these tests.

Dimensions in millimetres

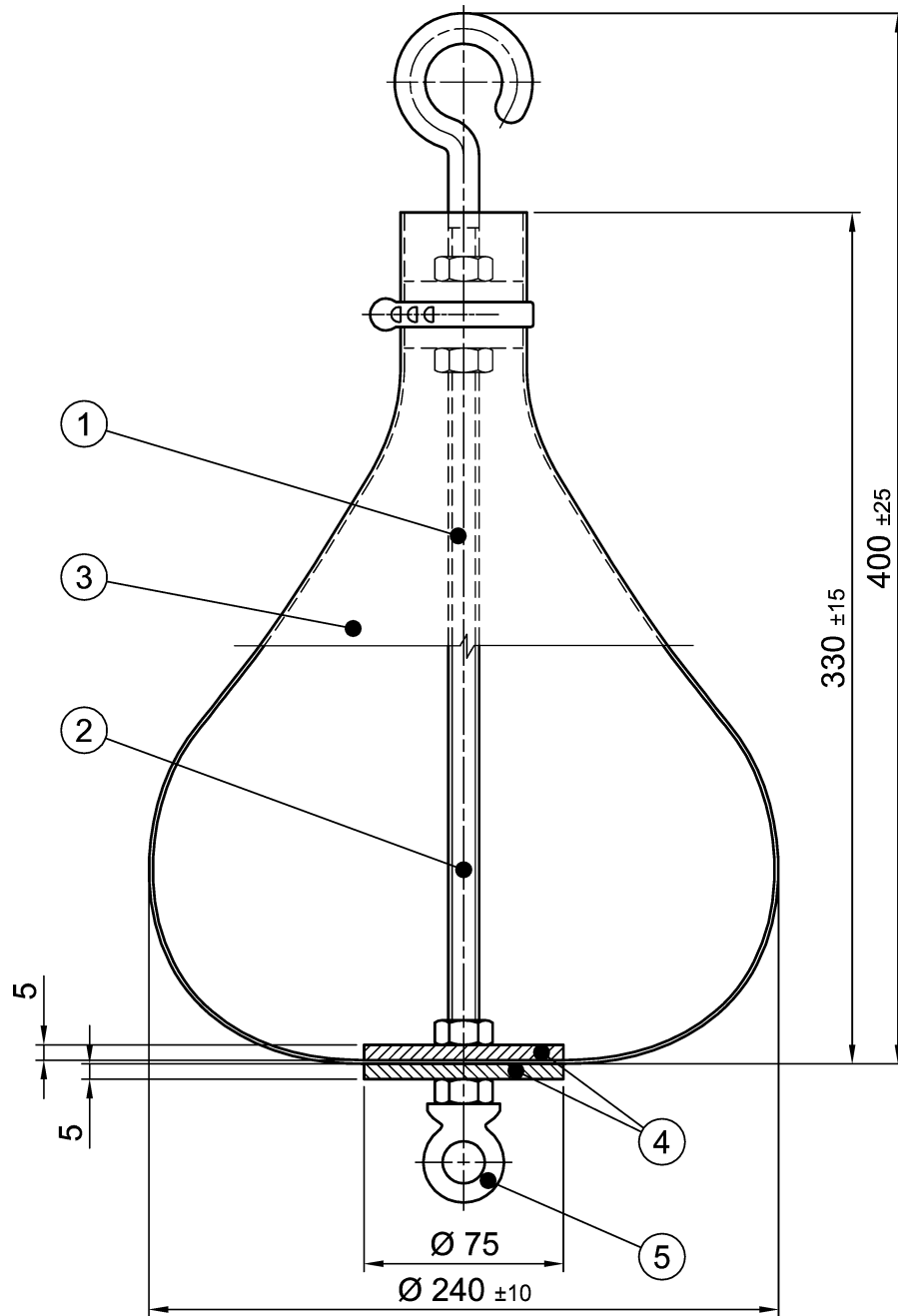


**Key**

- ① shocking ring
- ② reference point for measuring the falling height
- ③ triggering device attachment

**Figure 18 — Hard pendulum shock device**

Dimensions in millimetres

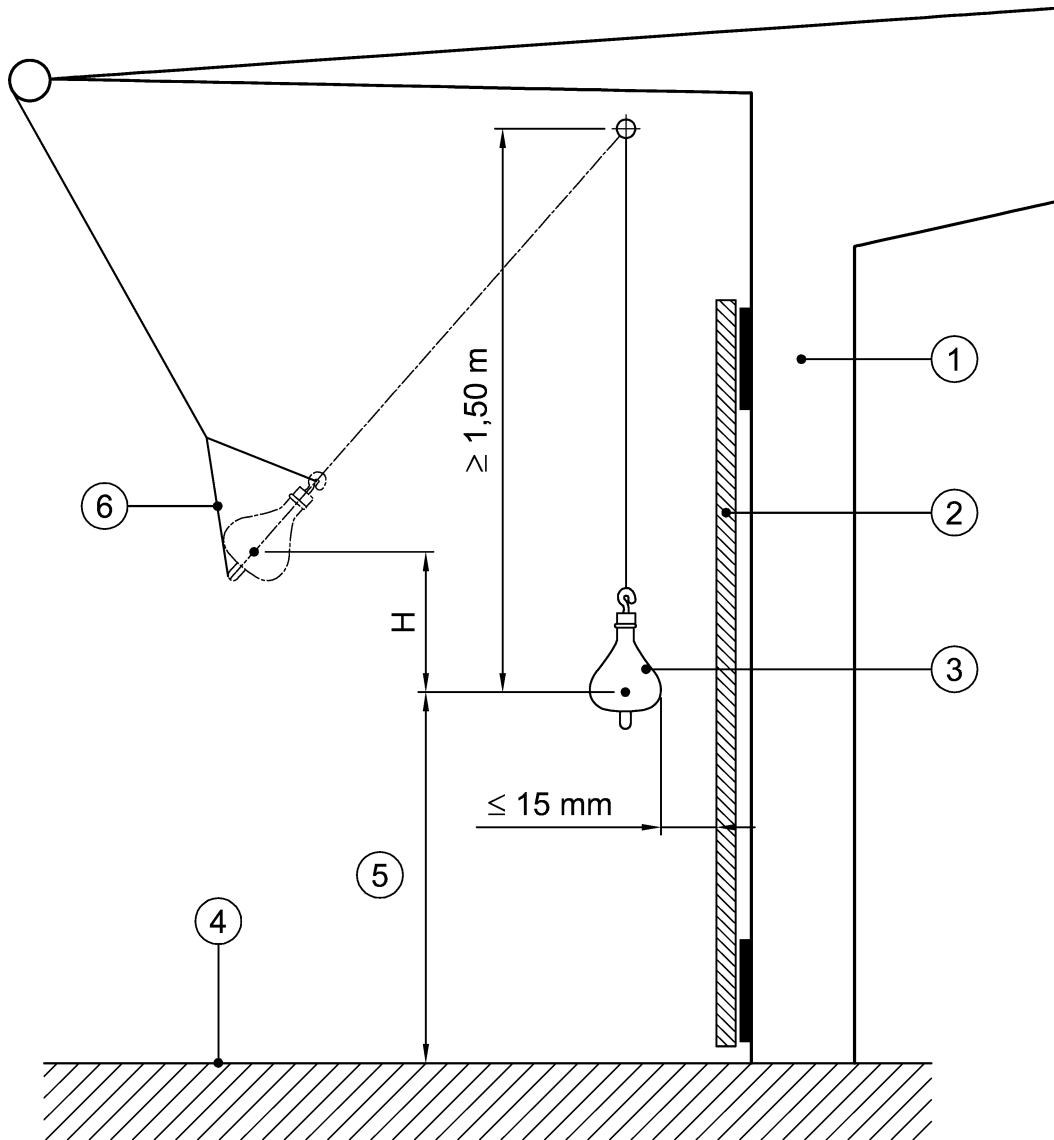


**Key**

- ① screwed rod
- ② reference point for measuring the falling height in the plane of the maximum diameter
- ③ leather bag
- ④ steel disk
- ⑤ triggering device attachment

**Figure 19 — Soft pendulum shock device**

Dimensions in millimetres



**Key**

- ① frame
- ② door or car wall-element to be tested
- ③ shock device
- ④ floor level with respect to the door or car wall-structure element to be tested
- ⑤ height of striking point: value for the height of striking points is given in relevant clauses
- ⑥ triangle hooking configuration as considered in 5.14.2.4
- H falling height

**Figure 20 — Test rig falling height**

### 5.15 Electronic components - Failure exclusion

Failure exclusion shall only be considered provided that components are applied within their worst case limits of characteristics, value, temperature, humidity, voltage and vibrations.

The following Table 3 describes the conditions under which certain faults can be excluded.

Table 3 — Exclusions of failures

Component	Possible failure exclusion					Conditions	Remarks
	Open circuit	Short circuit	Change to higher value	Change to lower value	Change of function		
1 Passive components							
1.1 Resistor fixed	NO	(a)	NO	(a)		(a) Only for film resistors with varnished or sealed resistance film and axial connection according to applicable IEC standards, and for wire wound resistors if they are made of a single layer winding protected by enamel or sealed.	
1.2 Resistor variable	NO	NO	NO	NO			
1.3 Resistor, non linear NTC, PTC, VDR, IDR	NO	NO	NO	NO			
1.4 Capacitor	NO	NO	NO	NO			
1.5 Inductive components - coil - choke	NO	NO		NO			
2 Semiconductors							
2.1 Diode, LED	NO	NO			NO		Change of function refers to a change in reverse current value.

Component	Possible failure exclusion					Conditions	Remarks
	Open circuit	Short circuit	Change to higher value	Change to lower value	Change of function		
2.2 Zener Diode	NO	NO		NO	NO		Change to lower value refers to change in Zener voltage.  Change of function refers to change in reverse current value.
2.3 Thyristor, Triac, GTO	NO	NO			NO		Change of function refers to self triggering or latching of components.
2.4 Optocoupler	NO	(a)			NO	(a) Can be excluded under condition that the optocoupler is according to EN 60747-5-5, and the isolation voltage is at least according to table below, EN 60664-1:2007, Table 1.	Open circuit means open circuit in one of the two basic components (LED and photo transistor).  Short circuit means short circuit between them.

Component	Possible failure exclusion					Conditions		Remarks
	Open circuit	Short circuit	Change to higher value	Change to lower value	Change of function			
						Voltage phase-to-earth derived from rated system voltage up to and including $V_{rms}$ and d.c.	Preferred series of impulse withstand voltages in volts for installation  Category III	
						50	800	
						100	1 500	
						150	2 500	
						300	4 000	
						600	6 000	
						1 000	8 000	
2.5 Hybrid circuit	NO	NO	NO	NO	NO			
2.6 Integrated circuit	NO	NO	NO	NO	NO			Change in function to oscillation, "and" gates becoming "or" gates, etc...
3 Miscellaneous								

Component	Possible failure exclusion					Conditions	Remarks
	Open circuit	Short circuit	Change to higher value	Change to lower value	Change of function		
3.1 Connectors Terminals Plugs	NO	(a)				<p>(a) The short circuits of connectors can be excluded if the minimum values are according to the tables (taken over from EN 60664-1) with the conditions:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- the pollution degree is 3;</li> <li>- the material group is III;</li> <li>- inhomogeneous field.</li> </ul> <p>The column "printed wiring material" of Table 4 is not used.</p> <p>These are absolute minimum values which can be found on the connected unit, not pitch dimension or theoretical values.</p> <p>If the protection of the connector is IP 5X or better, the creepage distances can be reduced to the clearance value, e.g. 3 mm for 250 V<sub>RMS</sub>.</p>	
3.2 Neon bulb	NO	NO					

Component	Possible failure exclusion					Conditions	Remarks
	Open circuit	Short circuit	Change to higher value	Change to lower value	Change of function		
3.3 Transformer	NO	(a)	(b)	(b)		(a) Can be excluded under condition that transformer complies with EN 61558-1, paragraph 18 for double or reinforced insulation between windings and between windings and core. (b)	Short-circuits include short-circuits of primary or secondary windings, or between primary and secondary coils. Change in value refers to change of ratio by partial short-circuit in a winding.
3.4 Fuse		(a)				(a) Can be excluded if the fuse is correctly rated, and constructed according to the applicable IEC standards.	Short circuit means short circuit of the blown fuse.

Component	Possible failure exclusion					Conditions	Remarks
	Open circuit	Short circuit	Change to higher value	Change to lower value	Change of function		
3.5 Relay	NO	(a) (b)				<p>(a) Short-circuits between contacts, and between contacts and coil can be excluded if the relay fulfils the requirements laid down in the standards calling for the use of this standard (e.g. prEN 81-20:2018, 5.10.3.2.2).</p> <p>(b) Welding of contacts cannot be excluded.</p> <p>However, if the relay is constructed to have mechanically forced interlocked contacts, and made according to EN 60947-5-1, the assumptions laid down in the standards calling for the use of this standard (e.g. prEN 81-20:2018, 5.10.3.1.3) apply.</p>	

Component	Possible failure exclusion					Conditions	Remarks
	Open circuit	Short circuit	Change to higher value	Change to lower value	Change of function		
3.6 Printed circuit board (PCB)	NO	(a)				(a) The short circuit can be excluded provided: <ul style="list-style-type: none"> <li>- The general specifications of PCB are in accordance with EN 62326-1;</li> <li>- The base material is in accordance to the specifications of EN 60249 series;</li> <li>- The PCB is constructed according to the above requirements and the minimum values are according to the tables (taken over from EN 60664-1) with the conditions:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- The pollution degree is 3;</li> <li>- The material group is III;</li> <li>- Inhomogeneous field.</li> </ul> </li> </ul>	

Component	Possible failure exclusion					Conditions	Remarks
	Open circuit	Short circuit	Change to higher value	Change to lower value	Change of function		
						<p>The column "printed wiring material" of Table 4 is not used. That means that the creepage distances are 4 mm and the clearances 3 mm at 2000 m altitude for 250 <math>V_{rms}</math>. For other voltages and higher altitude see EN 60664-1.</p> <p>If the protection of the PCB is IP 54 or better, and the printed side(s) is (are) coated with an ageing-resistant varnish or protective layer covering all conductor paths and for the inner layers of multilayer PCB, pollution degree 2 can be used.</p> <p>NOTE: Experience has shown that solder masks are satisfactory as a protective layer.</p> <p>For multi-layer boards comprised of at least 3 prepreg or other thin sheet insulating materials, short circuit can be excluded (see EN 60950-1, § 2.10.6.4).</p>	

Component	Possible failure exclusion					Conditions	Remarks
	Open circuit	Short circuit	Change to higher value	Change to lower value	Change of function		
4 Assembly of components on printed circuit board (PCB)	NO	(a)				(a) Short circuit can be excluded under circumstances where the short circuit of the component itself can be excluded and the component is mounted in a way that the creepage distances and clearances are not reduced below the minimum acceptable values as listed in 3.1 and 3.6 of this table, neither by the mounting technique nor by the PCB itself.	
<p>The "NO" in the cell means: failure not excluded, i.e. shall be considered. The unmarked cell means: the identified fault type is not relevant.</p>							

## 5.16 Design rules for programmable electronic systems (PESSRAL)

Programmable electronic systems shall comply with the minimum requirements of the safety functions common to all SIL's listed in Annex B, Tables B.1, B.2 and B.3. In addition specific measures required for SIL's 1, 2 and 3 are listed respectively in Annex B, Tables B.4, B.5 and B.6.

See also the requirements in the standard calling for the use of this standard.

NOTE The EN 61508-7:2010 clauses listed in Annex B, Tables B.1 to B.6 refer to the relevant requirements in EN 61508-2:2010 and EN 61508-3:2010.

**Annex A**  
(normative)

**Model form of type examination certificate**

The examination certificate shall contain the following information.

<b>MODEL TYPE-EXAMINATION CERTIFICATE</b>	
Name of the approved body .....	.....
Type-examination N° .....	.....
1 Type and make or trade name .....	.....
2 Manufacturer's name and address .....	.....
3 Name and address of certificate holder .....	.....
4 Date of submission for type-examination .....	.....
5 Certificate issued on the basis of the following requirement .....	.....
6 Test laboratory .....	.....
7 Date and number of laboratory report .....	.....
8 Date of type-examination .....	.....
9 The following documents, bearing the type-examination number shown above, are annexed to this certificate .....	.....
10 Any additional information .....	.....
Place .....	(Date) .....
Name and position of person signing the certificate .....	.....
(Signature) .....	.....

**Annex B**  
(normative)

**Programmable electronic systems in safety related applications for lifts (PESSRAL)**

**B.1 Common measures**

**Table B.1 — Common measures to avoid and detect failures - Hardware design**

No	Object	Measure	EN 61508-7:2010 reference
1	Processing unit	Use of watch dog.	A.9
2	Component selection	Use of components only within their specifications	
3	I/O units and interfaces incl. Communication links	Defined safe state in the event of power failure or reset	
4	Power supply	Defined safe shut-off state in case of over-voltage or under-voltage	A.8.2
5	Variable memory ranges	Use of only solid state memories.	
6	Variable memory ranges	Read/write test of variable data memory during boot procedure	
7	Variable memory ranges	Remote access only to informative data (e.g. statistics)	
8	Invariant memory ranges	No possibility to change the program code, either automatically by the system or remote intervention	
9	Invariant memory ranges	Test of program code memory and fixed data memory during boot procedure with a method at least equivalent to sum check	A.4.2

**Table B.2 — Common measures to avoid and detect failures - Software design**

No	Object	Measure	EN 61508-7:2010 reference
1	Structure	Program structure (i.e. modularity, data handling, interface definition) according to the state of the art (see EN 61508-3).	B.3.4/C.2.1 C.2.9/C.2.7
2	Boot procedure	During boot procedures a safe state of the lift shall be maintained.	
3	Interrupts	Limited use of interrupts: Use of nested interrupts only if all possible sequences of interrupts are	C.2.6.5

No	Object	Measure	EN 61508-7:2010 reference
		predictable.	
4	<b>Interrupts</b>	No triggering of watchdog by interrupt procedure except in combination with other program sequence conditions.	A.9.4
5	<b>Power down</b>	No power down procedures, such as saving of data, for safety related functions.	
6	<b>Memory management</b>	Stack manager in the hardware and/or software with appropriate reaction procedure.	C.2.6.4/ C.5.4
7	<b>Program</b>	Iteration loops shorter than system reaction time, e.g. by limiting number of loops or checking execution time.	
8	<b>Program</b>	Array pointer offset checks, if not included in the used programming language.	C.2.6.6
9	<b>Program</b>	Defined handling of exceptions (e.g. divisions by zero, overflow, variable range checking) which forces the system into a defined safe state.	
10	<b>Program</b>	No recursive programming, except in well tried standard libraries, in approved operating systems, or in high-level language compilers. For these exceptions separate stacks for separate tasks shall be provided and controlled by a memory management unit.	C.2.6.7
11	<b>Program</b>	Documentation of programming library interfaces and operating systems at least as complete as the user program itself.	
12	<b>Program</b>	Plausibility checks on data relevant to safety functions e.g. input patterns, input ranges, and internal data.	C.2.5/C.3.1
13	<b>Program</b>	If any operational mode can be invoked for testing or validation purposes normal operation of the lift shall not be possible until this mode has been terminated.	EN 61508-1:2010, 7.7.2.1
14	<b>Communication system (external and internal)</b>	Reach a safe state with due consideration to the system reaction time in a bus communication system with safety functions in case of loss of communication or a fault in a bus participant.	A.7/A.9
15	<b>Bus system</b>	No reconfiguration of the CPU-bus system, except during the boot procedure.  NOTE: Periodical refresh of the CPU-bus system is not considered as being reconfiguration.	C.3.13
16	<b>I/O handling</b>	No reconfiguration of I/O lines, except during the boot procedures.  NOTE: Periodical refresh of the I/O configuration	C.3.13

No	Object	Measure	EN 61508-7:2010 reference
		registers is not considered as being reconfiguration.	

**Table B.3 — Common measures for the design and implementation process**

No	Measure	EN 61508-7:2010 reference
1	Assessment of the functional, environmental and interface aspects of the application	A.14/B.1
2	Requirement specification including the safety requirements	B.2.1
3	Reviews of all specifications	B.2.6
4	Design documentation as required in 5.6.1 and in addition: - function description including system architecture and hardware/software interaction; - software documentation including function and program flow description	C.5.9
5	Design review reports	B.3.7/B.3.8, C.5.16
6	Check of reliability using a method such as failure mode and effect analysis (FMEA)	B.6.6
7	Manufacturer's test specification, manufacturer's test reports and field test reports	B.6.1
8	Instruction documents incl. limits for intended use	B.4.1
9	Repeat and update of above mentioned measures if the product is modified	C.5.23
10	Implementation of version control of hardware and software and its compatibility.	C.5.24

## B.2 Specific measures

**Table B.4 — Specific measures according to SIL 1**

Components and functions	Requirements	Measures	see No. in C.3	EN 61508-7:2010 reference
<b>Structure</b>	The structure shall be such that any single random failure is detected and the system shall go into a safe state.	One channel structure with self-test, or	M 1.1	A.3.1
		two channels or more with comparison.	M 1.3	A.2.5
<b>Processing units</b>	Failures in processing units, which can lead to incorrect results, shall be detected.  If such a failure can lead to a dangerous situation the	Failure correcting hardware, or	M 2.1	A.3.4
		self-test by software,	M 2.2	A.3.1
		or	M 2.4	A.1.3

Components and functions	Requirements	Measures	see No. in C.3	EN 61508-7:2010 reference
	system shall go into a safe state.	comparator for two-channel structure, or reciprocal comparison by software for 2-channel structure.	M 2.5	A.3.5
<b>Invariant memory Ranges</b>	Incorrect information modification, i.e. all odd bit- or 2-bit failures and some 3-bit and multi-bit failures shall be detected at the latest before the next travel of the lift.	The following measures refer only to a one-channel structure:  One-bit redundancy (parity bit), or  block safety with one-word redundancy.	M 3.5  M 3.1	A.5.5  A.4.3
<b>Variable memory ranges</b>	Global failures during addressing, writing, storing and reading as well as all odd bit and 2-bit failures and some 3-bit failures and multi-bit failures shall be detected at the latest before the next travel of the lift.	The following measures refer only to a one-channel structure:  Word-saving with multi-bit redundancy, or  check via test pattern against static or dynamic faults.	M 3.2  M 4.1	A.5.6  A.5.2
<b>I/O units and interfaces incl. Communication links</b>	Static failures and cross talk on I/O lines as well as random and systematic failures in the data flow shall be detected at the latest before the next travel of the lift.	Code safety, or test pattern.	M 5.4  M 5.5	A.6.2  A.6.1
<b>Clock</b>	Failures in clock generation for processing units like frequency modification or break down shall be detected at the latest before the next travel of the lift.	Watchdog with separate time base, or reciprocal monitoring.	M 6.1  M 6.2	A.9.4
<b>Program</b>	Wrong program sequence and inappropriate	Combination of timing and logical	M 7.1	A.9.4

Components and functions	Requirements	Measures	see No. in C.3	EN 61508-7:2010 reference
<b>Sequence</b>	execution time of the safety related functions shall be detected at the latest before the next travel of the lift.	monitoring of program sequence		
As a consequence of the detection of a failure, a safe state of the lift shall be maintained.				

**Table B.5 — Specific measures according to SIL 2**

Components and functions	Requirements	Measures	see No. in C.3	EN 61508-7:2010 reference
<b>Structure</b>	The structure shall be such that any single random failure is detected with due consideration to the system reaction time and that the system goes into a safe state.	One channel with self-test and monitoring, or	M 1.2	A.3.3
		two channels or more with comparison.	M 1.3	A.2.5
<b>Processing units</b>	Failures in processing units, which can lead to incorrect results, shall be detected with due consideration to the system reaction time.  If such a failure can lead to a dangerous situation the system shall go into a safe state.	Failure correcting hardware, and	M 2.1	A.3.4
		software self-test supported by hardware for one-channel structure, or	M 2.3	A.3.3
		comparator for 2-channel structure, or	M 2.4	A.1.3
		reciprocal comparison by software for 2-channel structure.	M 2.5	A.3.5
<b>Invariant memory ranges</b>	Incorrect information modification, i.e. all odd bit- or 2- bit failures and some 3-bit and multi-bit failures shall be detected with due consideration to the system reaction time.	The following measures refer only to a one-channel structure:	M 3.1	A.4.3
		Block safety with one-word redundancy, or  word saving with multi-bit redundancy.	M 3.2	A.5.6
<b>Variable memory ranges</b>	Global failures during addressing, writing, storing and reading as well as all odd bit and 2-bit failures and some 3-bit failures and multi-bit failures shall be detected with due consideration to the system	The following measures refer only to a one-channel structure:	M 3.2	A.5.6
		Word-saving with multi-bit redundancy, or  check via test pattern	M 4.1	A.5.2

	reaction time.	against static or dynamic faults.		
<b>I/O units and interfaces incl. communication links</b>	Static failures and cross talk on I/O lines as well as random and systematic failures in the data flow, shall be detected with due consideration to the system reaction time.	Code safety, or test pattern.	M 5.4 M 5.5	A.6.2 A 6.1
<b>Clock</b>	Failures in clock generation for processing units like frequency modification or break down shall be detected with due consideration to the system reaction time.	Watchdog with separate time base, or reciprocal monitoring.	M 6.1 M 6.2	A 9.4
<b>Program sequence</b>	Wrong program sequence and inappropriate execution time of the safety function shall be detected with due consideration to the system reaction time.	Combination of timing and logical monitoring of program sequence.	M 7.1	A.9.4
As a consequence of the detection of a failure, a safe state of the lift shall be maintained.				

**Table B.6 — Specific measures according to SIL 3**

<b>Components and functions</b>	<b>Requirements</b>	<b>Measures</b>	<b>see No. in C.3</b>	<b>EN 61508-7:2010 reference</b>
<b>Structure</b>	The structure shall be such that any single random failure is detected with due consideration to the system reaction time and that the system goes into a safe state.	2 channels or more with comparison.	M 1.3	A.2.5
<b>Processing units</b>	Failures in processing units, which can lead to incorrect results, shall be detected with due consideration to the system reaction time.  If such a failure can lead to a dangerous situation the system shall go into a safe state.	Comparator for two channels, or reciprocal comparison by software for 2-channel structure.	M 2.4 M 2.5	A.1.3 A.3.5
<b>Invariant memory ranges</b>	Incorrect information modification, i.e. all 1-bit or multi-bit failures, shall be detected with due consideration to the system reaction time.	Block safety procedure with block replication, or block safety with	M 3.3 M 3.4	A.4.5 A.4.4

		multi-word redundancy.		
<b>Variable memory ranges</b>	Global failures during addressing, writing, storing and reading as well as static bit failures and dynamic couplings shall be detected with due consideration to the system reaction time.	Block safety procedure with block replication, or	M 4.2	A.5.7
		inspection checks such as "Galpat".	M 4.3	A.5.3
<b>I/O units and interfaces incl. communication links</b>	Static failures and cross talk on I/O lines as well as random and systematic failures in the data flow, shall be detected with due consideration to the system reaction time.	Multi-channel parallel input and	M 5.1	A.6.5
		multi-channel parallel output, or	M 5.3	A.6.3
		output read back, or	M 5.2	A.6.4
		code safety, or	M 5.4	A.6.2
		test pattern.	M 5.5	A.6.1
<b>Clock</b>	Failures in clock generation for processing units like frequency modification or break down shall be detected with due consideration to the system reaction time.	Watchdog with separate time base, or	M 6.1	A.9.4
		reciprocal monitoring.	M 6.2	
<b>Program sequence</b>	Wrong program sequence and inappropriate execution time of the safety function shall be detected with due consideration to the system reaction time.	Combination of timing and logical monitoring of program sequence.	M 7.1	A.9.4

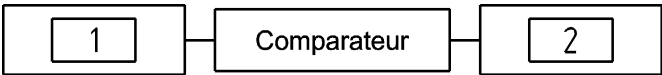
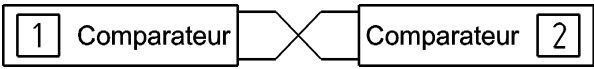
As a consequence of the detection of a failure, a safe state of the lift shall be maintained.

### B.3 Descriptions of possible measures

The following Table contains descriptions of possible measures which are considered to be helpful when fulfilling the requirements laid down in the standards calling for the use of this standard (e.g. prEN 81-20:2018, 5.11.2.6).

Table B.7 — Description of possible measures to failure control

Components and functions	Measure N°.	Description of measures
Structure	M 1.1	<p><b>One channel structure with self-test</b></p> <p>Description:</p> <p>Even though the structure consists of a single channel, redundant output paths shall be provided to ensure a safe shutdown. Self tests (cyclical) are applied to the sub-units of the PESSRAL at time intervals which may be application dependent. These tests (e.g. CPU tests or memory tests) are designed to detect latent failures which are independent of the data flow.</p> <p>A detected failure shall cause the system to go into a safe state.</p>
	M.1.2	<p><b>One channel structure with self-test and monitoring</b></p> <p>Description:</p> <p>A one channel structure with self-test and monitoring consists of a separate hardware monitoring unit which, independent of the application, periodically receives test data from the system which might result from self-test procedures. In case of incorrect data, the system shall go into a safe state.</p> <p>At least two independent shut down paths are needed so that a shut down can be caused either by the processing unit itself or by the monitoring unit.</p>
	M.1.3	<p><b>Two channels or more with comparison</b></p> <p>Description:</p> <p>Two-channel safety-related design consists of two independent and feedback-free functional units. This allows the specified functions to be processed independently in each channel. For a two-channel PESSRAL exclusively designed for the function of one safety device the design of the channels may be identical in terms of hardware and software. In the case of a two-channel PESSRAL used for complex solutions (e.g. combinations of several safety functions) and where the processes or conditions are not definitely verifiable, diversity for hardware and software should be considered.</p> <p>The structure includes a function which compares internal signals (e.g. bus comparison) and/or output signals which are relevant to safety functions in order to aid failure detection.</p> <p>At least two independent shut down paths are needed so that a shut down can be caused either by the channels themselves or by the comparator. The comparison itself also shall be subject to the failure recognition.</p>
Processing units	M 2.1	<p><b>Failure correcting hardware</b></p> <p>Description:</p> <p>Such units can be realized using special failure recognizing or failure correcting circuit techniques. These techniques are known for simple structures.</p>

Components and functions	Measure N°.	Description of measures
<b>Processing units</b> <i>(continued)</i>	<b>M.2.2</b>	<b>Self-test by software</b> Description: All the functions of the processing unit, which are used in the safety related application shall be tested cyclically. These tests can be combined with the test of the sub-components, e.g. memories, I/O's etc.
	<b>M.2.3</b>	<b>Software self-test supported by hardware</b> Description: A special hardware facility is used for the failure detection which supports the self-test functions. For example, a monitoring unit which checks the periodic output of certain bit patterns.
	<b>M 2.4</b>	<b>Comparator for 2 channel structures</b> Description:  <p>Two channels with hardware comparator:</p> <p>a) The signals of both processing units are compared using a hardware unit cyclically or continuously. The comparator can be an externally tested unit or designed as a self-monitoring device or</p> <p>b) The signals of both channels are compared using a processing unit. The comparator can be an externally tested unit or designed as a self-monitoring device.</p>
	<b>M.2.5</b>	<b>Reciprocal comparison of 2 channels</b> Description:  <p>Two redundant processing units are used which exchange safety relevant data reciprocally. A comparison of the data are carried out by each unit.</p>
	<b>Invariant memory Ranges (ROM, EPROM...)</b>	<b>M 3.1</b>
<b>M 3.2</b>		<b>Word saving with multi-bit-redundancy (e.g. modified hamming code)</b> Description: Every word of the memory is extended by several redundant bits to





Components and functions	Measure N°.	Description of measures
	<p><b>M.5.3</b></p> <p><b>M.5.4</b></p> <p><b>M.5.5</b></p>	<p>inputs complying with a defined tolerance area (time, value). The failure cannot always be related to the defective output.</p> <p><b>Multi-channel parallel output</b> Description: This is a data flow dependent output redundancy. Failure recognition takes place directly via the technical process or via external comparators.</p> <p><b>Code safety</b> Description: This procedure protects the input and output information with regard to coincident failures and systematic failures. It provides data flow dependent failure recognition of the input and output units with information redundancy or/and time redundancy.</p> <p><b>Test pattern (model)</b> Description: This is a data flow independent cyclical test of input and output units carried out with the aid of defined testing pattern to compare observations with the corresponding expected values. The testing pattern information, the testing pattern reception and testing pattern evaluation shall be independent from each other. It shall be assumed that all possible input patterns are tested.</p>
Clock	<p><b>M 6.1</b></p> <p><b>M.6.2</b></p>	<p><b>Watch dog with separate time base</b> <b>Description:</b> Hardware timer with separate time base triggered by correct operation of the program.</p> <p><b>Reciprocal monitoring</b> Description: Hardware timer with separate time base triggered by the correct operation of the program of the other processor</p>
Program sequence	<p><b>M 7.1</b></p>	<p><b>Combination of timing and logical monitoring of program sequence</b> Description: A time based facility monitoring the program sequence is retriggered only if the sequence of the program sections is executed correctly.</p>

## Annex C (informative)

### Example for calculation of guide rails

#### C.1 General

**C.1.1** The following example is used to explain the calculation of the guide rails.

**C.1.2** The following symbols for the dimensions in the lift will be used with a Cartesian coordinates system for all possible geometrical cases:

$C$  is the car centre;

$D_x$  is the car dimension in  $X$ -direction, car depth;

$D_y$  is the car dimension in  $Y$ -direction, car width;

$\delta_{str-x}$  is the deflection of the building structure in the  $x$ -axis in millimetres;

$\delta_{str-y}$  is the deflection of the building structure in the  $y$ -axis in millimetres;

$h$  is the distance between car guide shoes;

$l$  is the distance between brackets;

$P$  are the masses of the empty car and components supported by the car, i.e. part of travelling cable, compensating ropes/chains (if any), etc. in kilograms;

$Q$  is the rated load in kilograms;

$S$  is the car suspension;

$x_C, y_C$  is the position of the car centre ( $C$ ) in relation to the guide rail cross coordinates;

$x_i, y_i$  is the position of the car door,  $i = 1, 2, 3$  or  $4$ ;

$x_P, y_P$  is the position of the car mass ( $P$ ) in relation to the guide rail cross coordinates;

$x_Q, y_Q$  is the position of the rated load ( $Q$ ) in relation to the guide rail cross coordinates

$x_S, y_S$  is the position of the suspension ( $S$ ) in relation to the guide rail cross coordinates;

1, 2, 3, 4 is the centre of the car door 1, 2, 3 or 4;

—→ is the direction of loading.

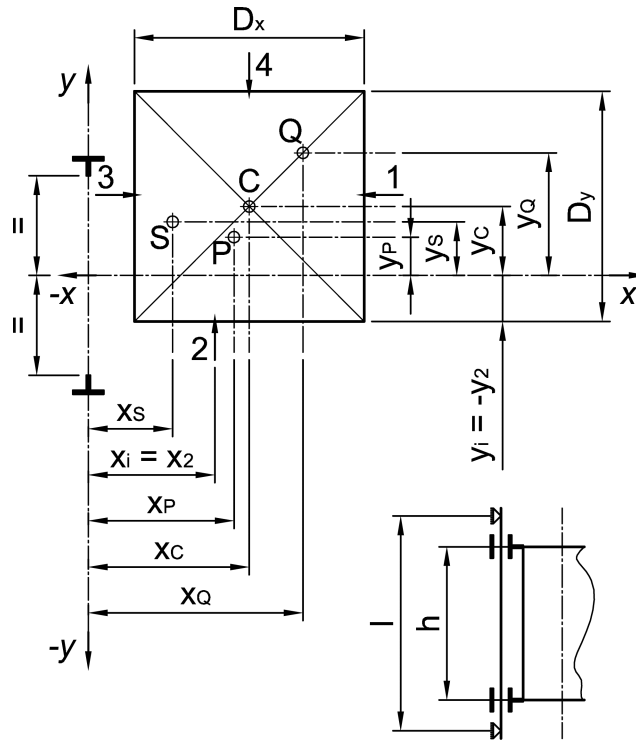


Figure C.1 — Load distribution in lift car – General case

**C.1.3** The following symbols are used in the formula, see C.2 and Figure C.1:

$A$  is the cross sectional area of a guide rail in square millimetres;

$c$  is the width of the connecting part of the foot to the blade in millimetres;

$\delta_{perm}$  is the maximum permissible deflection in millimetres;

$\delta_x$  is the deflection in the  $X$ -axis in millimetres;

$\delta_y$  is the deflection in the  $Y$ -axis in millimetres;

$\delta_{str-x}$  is the deflection of the building structure in the  $x$ -axis in millimetres;

$\delta_{str-y}$  is the deflection of the building structure in the  $y$ -axis in millimetres;

$E$  is the modulus of elasticity in newtons per square millimetre;

$F_p$  are the push through forces of all brackets at one guide rail (due to normal settling of the building or shrinkage of concrete) in newtons;

$F_s$  is the vertical force acting on the car sill due to loading and unloading, in newtons;

$F_v$  is the vertical force on a guide rail of the car, counterweight or balancing weight in newtons;

$F_x$  is the supporting force in the  $X$ -axis in newtons;

$F_y$  is the supporting force in the  $Y$ -axis in newtons;

$g_n$  is the standard acceleration of free fall in metres per square second;

$I_x$  is the second moment of area in the  $x$ -axis in fourth power millimetres;

$I_y$  is the second moment of area in the y-axis in fourth power millimetres;

$k_1$  is the impact factor for the type of safety gear used;

$k_2$  is the impact factor for the running condition;

$k_3$  is the impact factor for auxiliary parts and other operational scenarios;

$M_{aux}$  is the force in a guide rail due to auxiliary equipment in newtons;

$M_g$  is the mass of one line of guide rails in kilograms;

$M_m$  is the bending moment in newtons millimetres;

$M_x$  is the bending moment in the x-axis, in newtons millimetres;

$M_y$  is the bending moment in the y-axis, in newtons millimetres;

$n$  is the number of guide rails;

$\sigma$  is the combined stress in newtons per square millimetre;

$\sigma_k$  is the buckling stress in newtons per square millimetre;

$\sigma_m$  is the bending stress in newtons per square millimetre;

$\sigma_F$  is the local flange bending stress in newtons per square millimetre.

$\sigma_{perm}$  is the permissible stress in newtons per square millimetre;

$\sigma_x$  is the bending stress in the x-axis in newtons per square millimetre;

$\sigma_y$  is the bending stress in the y-axis in newtons per square millimetre;

$W_x$  is the modulus of cross sectional area in the x-axis in cubic millimetres;

$W_y$  is the modulus of cross sectional area in the y-axis in cubic millimetres;

$\omega$  is the omega value.

## C.2 General configuration for lifts with safety gear

### C.2.1 Safety gear operation

#### C.2.1.1 Bending stress

a) Bending stress relative to the y-axis of the guide rail due to guiding force:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

b) Bending stress relative to the x-axis of the guide rail due to guiding force:

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

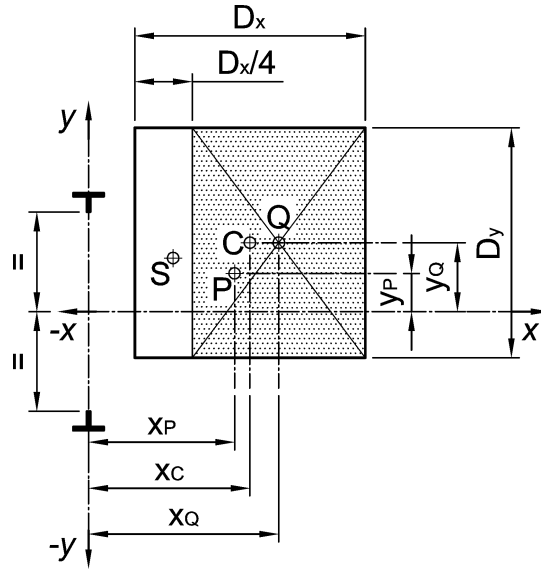


Figure C.2 — Safety gear operation - Load distribution in lift car - Case 1 relative to x-axis

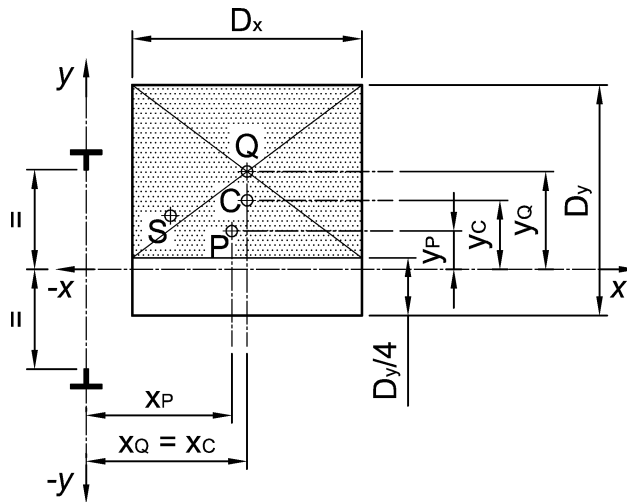


Figure C.3 — Safety gear operation - Load distribution in lift car - Case 2 relative to y-axis

C.2.1.2 Buckling

$$F_v = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (P + Q)}{n} + M_g \cdot g_n + F_p, \quad \sigma_k = \frac{(F_v + k_3 \cdot M_{aux}) \cdot \omega}{A}$$

**C.2.1.3 Combined stress<sup>7)</sup>**

$$\sigma = \sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm}, \quad \sigma = \sigma_m + \frac{F_v + k_3 \cdot M_{aux}}{A} \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma = \sigma_k + 0,9 \cdot \sigma_m \leq \sigma_{perm}$$

**C.2.1.4 Flange bending<sup>8)</sup>**

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm} \quad \text{or} \quad \sigma_F = \frac{6 \cdot F_x \cdot (h_1 - b - f)}{c^2 \cdot (l + 2 \cdot (h_1 - f))} \leq \sigma_{perm}$$

**C.2.1.5 Deflections<sup>9)</sup>**

$$\delta_x = 0,7 \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} + \delta_{str-x} \leq \delta_{perm} \quad \delta_y = 0,7 \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} + \delta_{str-y} \leq \delta_{perm}$$

**C.2.2 Normal operation, running**

**C.2.2.1 Bending stress**

a) Bending stress relative to the y-axis of the guide rail due to guiding force:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (x_Q - x_S) + P \cdot (x_P - x_S)]}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

b) Bending stress relative to the x-axis of the guide rail due to guiding force:

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (y_Q - y_S) + P \cdot (y_P - y_S)]}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

**Load distribution:** Case 1 relative to the x-axis (see C.2.1.1)

Case 2 relative to the y-axis (see C.2.1.1)

**C.2.2.2 Buckling**

$$F_v = M_g \cdot g_n + F_p \quad \sigma_v = \frac{F_v + k_3 \cdot M_{aux}}{A}$$

7) These figures apply to both load distribution cases 1 and 2, see C.2.1.1. If  $\sigma_{perm} < \sigma_m$ , the figures for 5.10.2.2 may be used in the interest of minimum guide rail dimensions.

8) These figures apply to both load distribution cases C.2.1.1.

9) These figures apply to both load distribution cases C.2.1.1.

C.2.2.3 Combined stress<sup>10)</sup>

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm} \quad , \quad \sigma = \sigma_m + \frac{F_v + k_3 \cdot M_{aux}}{A} \leq \sigma_{perm}$$

C.2.2.4 Flange bending<sup>11)</sup>

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm} \quad \text{or} \quad \sigma_F = \frac{6 \cdot F_x \cdot (h_1 - b - f)}{c^2 \cdot (l + 2 \cdot (h_1 - f))} \leq \sigma_{perm}$$

C.2.2.5 Deflection<sup>12)</sup>

$$\delta_x = 0,7 \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} + \delta_{str-x} \leq \delta_{perm} \quad \delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} + \delta_{str-y} \leq \delta_{perm}$$

C.2.3 Normal operation, loading

C.2.3.1 General

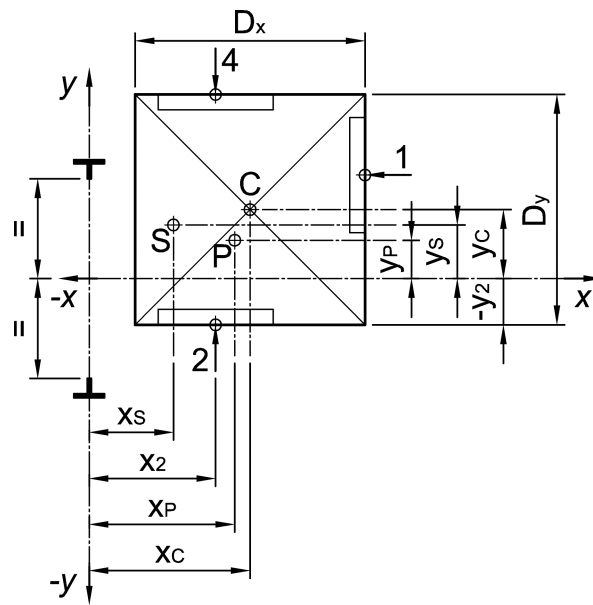


Figure C.4 — Normal operation - Loading distribution

10) These figures apply to both load distribution cases C.2.2.1. If  $\sigma_{perm} < \sigma_m$ , the figures for 5.10.2.2 may be used in the interest of minimum guide rail dimensions.

11) These figures apply to both load distribution cases C.2.1.1.

12) These figures apply to both load distribution cases C.2.1.1.

**C.2.3.2 Bending stress**

a) Bending stress relative to the y-axis of the guide rail due to guiding force:

$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_p - x_s) + F_s \cdot (x_i - x_s)}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

b) Bending stress relative to the x-axis of the guide rail due to guiding force:

$$F_y = \frac{g_n \cdot P \cdot (y_p - y_s) + F_s \cdot (y_i - y_s)}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

**C.2.3.3 Buckling**

$$F_v = M_g \cdot g_n + F_p \quad \sigma_k = \frac{F_v + k_3 \cdot M_{aux}}{A}$$

**C.2.3.4 Combined stress<sup>13)</sup>**

$$\sigma = \sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm}, \quad \sigma = \sigma_m + \frac{F_v + k_3 \cdot M_{aux}}{A} \leq \sigma_{perm}$$

**C.2.3.5 Flange bending**

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm} \quad \text{or} \quad \sigma_F = \frac{6 \cdot F_x \cdot (h_1 - b - f)}{c^2 \cdot (l + 2 \cdot (h_1 - f))} \leq \sigma_{perm}$$

**C.2.3.6 Deflections**

$$\delta_x = 0,7 \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} + \delta_{str-x} \leq \delta_{perm}, \quad \delta_y = 0,7 \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} + \delta_{str-y} \leq \delta_{perm}$$

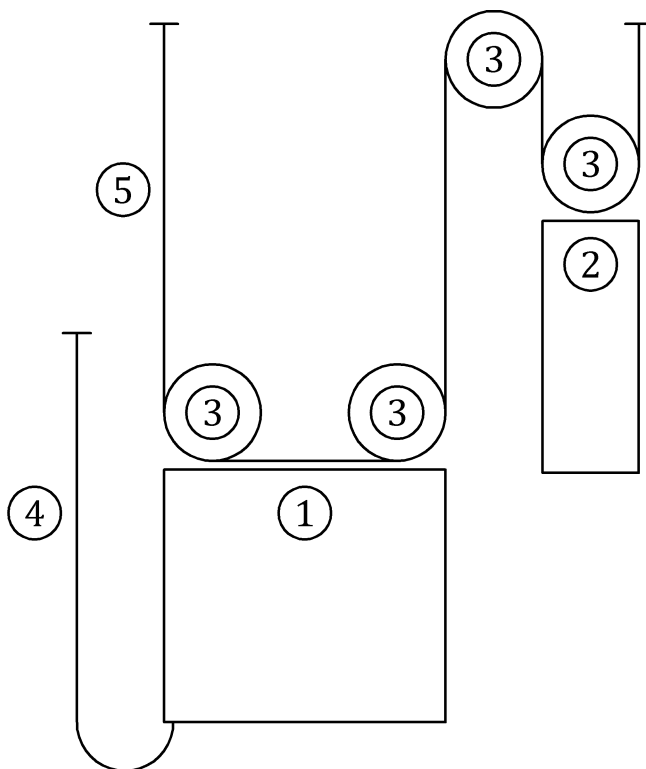
---

13) If  $\sigma_{perm} < \sigma_m$ , the figures for 5.10.2.2 may be used in the interest of minimum guide rail dimensions.

**Annex D**  
(informative)

**Calculation of traction - Example**

For the example according to Figure D.1 the following formulas apply.



**Key**

- ① car
- ② counterweight
- ③ pulley
- ④ travelling cable
- ⑤ suspension means

**Figure D.1 — Example 2:1, no compensation means**

Car loading condition

Car loaded with 125 % rated load at lowest landing, no friction considered.

$$T_1 = \frac{(P + 1,25 \cdot Q)}{2} \cdot g_n + M_{SRcar} \cdot g_n$$

$$T_2 = \frac{M_{cwt}}{2} \cdot g_n$$

Emergency braking condition

Minimum friction due to pulleys and guiding force assumed

a) Car loaded with rated load at lowest landing

$$- T_1 = \frac{(P + Q)}{2} \cdot (g_n + a) + M_{SRcar} (g_n + 2 \cdot a) + \frac{m_{Pcar} \cdot 2 \cdot a}{2} - \frac{FR_{car}}{2}$$

$$- T_2 = \frac{M_{cwt}}{2} \cdot (g_n - a) - \frac{m_{Pcwt} \cdot 1 \cdot a}{2} + \frac{FR_{cwt}}{2}$$

b) Empty car at highest landing

$$- T_1 = \frac{M_{cwt}}{2} \cdot (g_n + a) + M_{SRcwt} (g_n + 2 \cdot a) + \frac{m_{Pctw} \cdot 1 \cdot a}{2} - \frac{FR_{ctw}}{2}$$

$$- T_2 = \frac{(P + M_{Trav})}{2} \cdot (g_n - a) - \frac{m_{Pcar} \cdot 2 \cdot a}{2} + \frac{FR_{car}}{2}$$

Counterweight stalled condition

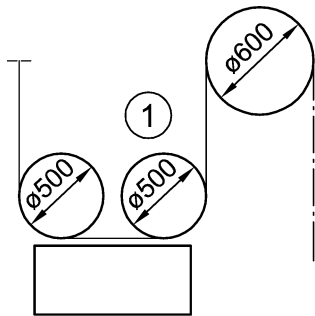
Empty car at highest position, no friction considered.

$$- T_1 = \frac{(P + M_{Trav})}{2} \cdot g_n$$

$$- T_2 = M_{SRcwt} \cdot g_n$$

**Annex E**  
(informative)

**Equivalent number of pulleys  $N_{equiv}$  - Examples**



**Key**  
① car side

$$\gamma = 40^\circ$$

$$N_{equiv(t)} = 10 \text{ (according to Table 2)}$$

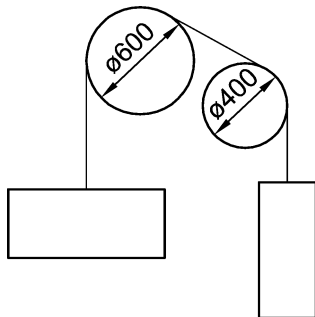
$$K_p = (600 / 500)^4 = 2,07$$

$$N_{equiv(p)} = 2,07 \cdot (2 + 0) = 4,14$$

$$N_{equiv} = 10 + 4,14 = 14,14$$

NOTE No reversed bend because of moving pulley.

**Figure E.1 — 2 to 1 roping - V grooves**



$$\beta = 90^\circ$$

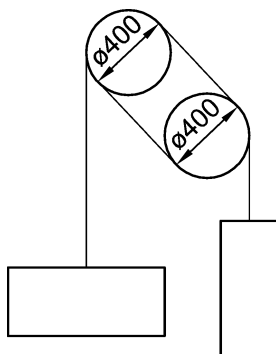
$$N_{equiv(t)} = 5 \text{ (according to Table 2)}$$

$$K_p = (600 / 400)^4 = 5,06$$

$$N_{equiv(p)} = 5,06 \cdot (1 + 0) = 5,06$$

$$N_{equiv} = 5 + 5,06 = 10,06$$

**Figure E.2 — 1 to 1 roping - Undercut U grooves**



$$N_{equiv(t)} = 1 + 1$$

$$K_p = 1$$

$$N_{equiv(p)} = 1 \cdot (1 + 1) = 2$$

$$N_{equiv} = 2 + 2 = 4$$

NOTE The rope passes traction sheave and secondary sheave 2 times

**Figure E.3 — 1 to 1 roping (double wrap) - U grooves**

**Annex ZA**  
(informative)

**Relationship between this European Standard and the essential requirements of Directive 2014/33/EU aimed to be covered**

This European Standard has been prepared under a Commission’s standardization request “M/549 C(2016) 5884 final” to provide one voluntary means of conforming to essential requirements of Directive 2014/33/EU of the European Parliament and of the Council of 26 February 2014 on the harmonization of the laws of the Member States relating to lifts and safety components for lifts (recast).

Once this standard is cited in the Official Journal of the European Union under that Directive, compliance with the normative clauses of this standard, given in Table ZA.1 and Table ZA.2, confers within the limits of the scope of this standard, a presumption of conformity with the corresponding essential requirements of that Directive and associated EFTA regulations.

**Table ZA.1 — Correspondence between this European Standard and Annex I of Directive 2014/33/EU**

<b>Essential Requirements of Directive</b>	<b>Clause(s)/subclause(s) of this EN</b>	<b>Remarks/Notes</b>
1.1	See the clauses related to 2006/42/EC Table ZA.2 below	Referring to the application of Directive 2006/42/EC
1.4.2	5.4	Type examination of overspeed governors
1.4.4	5.11, 5.12	Evaluation of traction and safety factor on suspension ropes for electric lifts
1.6.4	5.6, 5.15, 5.16	Type examination of safety circuits containing electronic components and/or programmable electronic systems (PESSRAL), Electronic components - Failure exclusion
2.3	5.2, 5.14	Type examination of landing and car door locking devices, Design rules for programmable electronic systems (PESSRAL)
3.2	5.3, 5.7, 5.8, 5.9, 5.10	Type examination of safety gear, ascending car overspeed protection means, unintended car movement protection means, rupture valve/one-way restrictor. Guide rails calculation
3.3	5.5	Type examination of buffers

**Table ZA.2 — Correspondence between this European Standard and Annex I of Directive 2006/42/EC applicable to lifts as referred to by the Directive 2014/33/EU Annex I, 1.1**

Essential Requirements of Directive	Clause(s)/subclause(s) of this EN	Remarks/Notes
1.1.2	5.1	General requirements
1.2	See Table ZA.1 Lifts Directive, Annex I, 1.6.4	Control systems
1.3.2	5.10, 5.13, 5.14	Risk of break-up during operation
4.1.2.2	5.10	Guide rails calculation
4.1.2.3	5.10, 5.13, 5.14	Mechanical strength

WARNING 1 — Presumption of conformity stays valid only as long as a reference to this European Standard is maintained in the list published in the Official Journal of the European Union. Users of this standard should consult frequently the latest list published in the Official Journal of the European Union.

WARNING 2 — Other Union legislation may be applicable to the product(s) falling within the scope of this standard.

## Bibliography

- [1] CEN/TS 81-11, *Safety rules for the construction and installation of lifts - Basics and interpretations - Part 11: Interpretations related to EN 81 family of standards*