

DIN EN ISO 8100-2



ICS 91.140.90

Einsprüche bis 2024-03-12
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 81-50:2020-06

Entwurf

**Aufzüge für den Personen- und Gütertransport –
Teil 2: Konstruktionsregeln, Berechnungen und Prüfungen von
Aufzugskomponenten (ISO/DIS 8100-2:2023);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 8100-2:2023**

Lifts for the transport of persons and goods –

Part 2: Design rules, calculations, examinations and tests of lift components
(ISO/DIS 8100-2:2023);

German and English version prEN ISO 8100-2:2023

Élévateurs pour le transport de personnes et d'objets –

Partie 2: Règles de conception, calculs, examens et essais des composants pour élévateurs
(ISO/DIS 8100-2:2023);

Version allemande et anglaise prEN ISO 8100-2:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Entwurf mit Erscheinungsdatum 2024-01-12 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

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

Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 261 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)

Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

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 Ausschuss 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.

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

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

ISO 12100:2010	siehe	DIN EN ISO 12100:2011-03+DIN EN ISO 12100 Ber. 1:2013-08
IEC 60068-2-6:2007	siehe	DIN EN 60068-2-6:2008-10
IEC 60068-2-14:2009	siehe	DIN EN 60068-2-14:2010-04
IEC 60068-2-27:2008	siehe	DIN EN 60068-2-27:2010-02
IEC 60112:2020	siehe	DIN EN IEC 60112:2022-11
IEC 60664-1:2020	siehe	DIN EN IEC 60664-1:2022-07
IEC 60893-3-1:2012	siehe	DIN EN 60893-3-1:2013-03
IEC 60947-4-1:2018	siehe	DIN EN IEC 60947-4-1:2020-05 + Berichtigung 1:2021-03 + Berichtigung 2:2021-11
IEC 60947-5-1:2016	siehe	DIN EN 60947-5-1:2018-03
IEC 61508-2:2010	siehe	DIN EN 61508-2-2:2011-02
IEC 61508-3:2010	siehe	DIN EN 61508-3:2011-02
IEC 61558-1:2017	siehe	DIN EN IEC 61558-1:2019-12

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 81-50:2020-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Dokument in eine Internationale Norm überführt;
- b) redaktionelle Anpassungen.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 12100:2011-03, *Sicherheit von Maschinen — Allgemeine Gestaltungsleitsätze — Risikobeurteilung und Risikominderung (ISO 12100:2010)*, Deutsche Fassung EN ISO 12100:2010 + DIN EN ISO 12100 Berichtigung 1:2013-08

DIN EN 60068-2-6 (VDE 0468-2-6), *Umgebungseinflüsse — Teil 2-6: Prüfverfahren — Prüfung Fc: Schwingen (sinusförmig) (IEC 60068-2-6:2007)*, Deutsche Fassung EN 60068-2-6:2008

DIN EN 60068-2-14 (VDE 0468-2-14):2010-04, *Umgebungseinflüsse — Teil 2-14: Prüfverfahren — Prüfung N: Temperaturwechsel (IEC 60068-2-14:2009)*; Deutsche Fassung EN 60068-2-14:2009

DIN EN 60068-2-27 (VDE 0468-2-27):2010-02, *Umgebungseinflüsse — Teil 2-27: Prüfverfahren — Prüfung Ea und Leitfaden: Schocken (IEC 60068-2-27:2008)*; Deutsche Fassung EN 60068-2-27:2009

DIN EN IEC 60112 (VDE 0303-11):2022-11, *Verfahren zur Bestimmung der Prüfzahl und der Vergleichszahl der Kriechwegbildung von festen, isolierenden Werkstoffen (IEC 60112:2020)*; Deutsche Fassung EN IEC 60112:2020

DIN EN IEC 60664-1 (VDE 0110-1):2022-07, *Isolationskoordination für Betriebsmittel in Niederspannungs-Stromversorgungssystemen — Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen (IEC 60664-1:2020)*; Deutsche Fassung EN IEC 60664-1:2020

DIN EN 60893-3-1 (VDE 0318-3-1):2013-03, *Isolierstoffe — Tafeln aus technischen Schichtpressstoffen auf der Basis warmhärtender Harze für elektrotechnische Zwecke — Teil 3-1: Bestimmungen für einzelne Werkstoffe — Typen von Tafeln aus technischen Schichtpressstoffen (IEC 60893-3-1:2012)*; Deutsche Fassung EN 60893-3-1:2012

DIN EN IEC 60947-4-1 (VDE 0660-102):2020-05 + Berichtigung 1:2021-03, + Berichtigung 2:2021-11, *Niederspannungsschaltgeräte — Teil 4-1: Schütze und Motorstarter — Elektromechanische Schütze und Motorstarter (IEC 60947-4-1:2018/COR2:2021)*; Deutsche Fassung EN IEC 60947-4-1:2019/AC:2020-05/AC:2021-04

DIN EN 60947-5-1 (VDE 0660-200):2018-03, *Niederspannungsschaltgeräte — Teil 5-1: Steuergeräte und Schaltelemente — Elektromechanische Steuergeräte (IEC 60947-5-1:2016 + COR1:2016)*; Deutsche Fassung EN 60947-5-1:2017

DIN EN 61508-2 (VDE 0803-2):2011-02, *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme — Teil 2: Anforderungen an sicherheitsbezogene elektrische/elektronische/programmierbare elektronische Systeme (IEC 61508-2:2010)*; Deutsche Fassung EN 61508-2:2010

DIN EN 61508-3 (VDE 0803-3):2011-02, *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme — Teil 3: Anforderungen an Software (IEC 61508-3:2010)*; Deutsche Fassung EN 61508-3:2010

DIN EN IEC 61558-1 (VDE 0570-1):2019-12, *Sicherheit von Transformatoren, Netzgeräten, Drosseln und entsprechenden Kombinationen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen (IEC 61558-1:2017)*; Deutsche Fassung EN IEC 61558-1:2019

– *Entwurf* –

E DIN EN ISO 8100-2:2024-02

– Leerseite –

**Aufzüge für den Personen- und Gütertransport – Teil 2: Konstruktionsregeln,
Berechnungen und Prüfungen von Aufzugskomponenten (ISO/DIS 8100-2:2023)**

Lifts for the transport of persons and goods – Part 2: Design rules, calculations, examinations and tests of lift components (ISO/DIS 8100-2:2023)

Elévateurs pour le transport de personnes et d'objets – Partie 2: Règles de conception, calculs, examens et essais des composants pour élévateurs (ISO/DIS 8100-2:2023)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	6
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2014/33/EU	7
Vorwort	8
Einleitung	10
1 Anwendungsbereich	11
2 Normative Verweisungen	11
3 Begriffe	12
4 Auslegungsregeln, Berechnungen, Überprüfungen und Prüfungen	13
4.1 Allgemeines	13
4.2 Überprüfung der Türverriegelungen von Haltestelle und Fahrkorb	13
4.2.1 Überprüfungen und Prüfungen	13
4.2.2 Besondere Prüfungen bei bestimmten Arten von Türverriegelungen	15
4.2.3 Verifizierungsbericht	16
4.3 Verifizierung der Fangvorrichtung	16
4.3.1 Allgemeine Vorschriften	16
4.3.2 Sperrfangvorrichtung	16
4.3.3 Bremsfangvorrichtung	19
4.3.4 Zusätzliche Verifizierungen	21
4.3.5 Verifizierungsbericht	21
4.4 Überprüfung von Geschwindigkeitsbegrenzern	22
4.4.1 Allgemeine Vorschriften	22
4.4.2 Prüfung der Merkmale des Geschwindigkeitsbegrenzers	22
4.4.3 Verifizierungsbericht	23
4.5 Verifizierung der Puffer	23
4.5.1 Allgemeine Vorschriften	23
4.5.2 Zu prüfende Prüfmuster	23
4.5.3 Prüfung	24
4.5.4 Verifizierungsbericht	27
4.6 Verifizierung von Sicherheitsschaltungen und Schaltungen mit SIL-Einstufung	28
4.6.1 Allgemeine Vorschriften	28
4.6.2 Zu prüfende Prüfmuster	28
4.6.3 Prüfungen	29
4.6.4 Verifizierungsbericht	30
4.7 Verifizierung der Schutteinrichtung für den aufwärtsfahrenden Fahrkorb gegen Übergeschwindigkeit	31
4.7.1 Allgemeine Vorschriften	31
4.7.2 Angaben und Prüfmuster	31
4.7.3 Prüfung	31
4.7.4 Prüfbericht	33
4.7.5 Verifizierungsbericht	33
4.8 Verifizierung der Schutteinrichtung gegen unbeabsichtigte Bewegung des Fahrkorbs	33
4.8.1 Allgemeine Vorschriften	33
4.8.2 Angaben und Prüfmuster	34
4.8.3 Prüfung	35
4.8.4 Prüfbericht	37
4.8.5 Verifizierungsbericht	37
4.9 Verifizierung von Leitungsbruchventil/Drossel-Rückschlagventil	37
4.9.1 Allgemeine Vorschriften	37
4.10 Berechnung der Führungsschienen	42
4.10.1 Berechnungsbereich	42

4.10.2 Biegen	42
4.10.3 Knicken	44
4.10.4 Kombination von Biege- und Druck-/Zug- oder Knickspannungen	45
4.10.5 Flanschbiegung	46
4.10.6 Durchbiegungen	47
4.11 Ermittlung der Treibfähigkeit	48
4.11.1 Allgemeines	48
4.11.2 Berechnung der Treibfähigkeit	48
4.11.3 Gleichungen für einen allgemeinen Fall (siehe Bild 9)	53
4.12 Ermittlung des Sicherheitsbeiwerts für Stahldrahtseile mit Treibscheiben aus Stahl/Gusseisen	56
4.12.1 Allgemeines	56
4.12.2 Äquivalente Anzahl von Seilrollen N_{equiv}	56
4.12.3 Sicherheitsbeiwert	57
4.13 Spezifische Verifizierungsverfahren für Aufhängungs- und Ausgleichsmitteln	58
4.13.1 Verifizierung von Werkstoff und Konstruktion	58
4.13.2 Verifizierung der elastomerbeschichteten Treibscheibe	59
4.13.3 Abschlüsse von elastomerbeschichteten Aufhängungsmitteln	60
4.13.4 Mindestbruchkraft	60
4.13.5 Dauerbruchprüfung	61
4.13.6 Reibwert (f)	61
4.13.7 Zusätzliche mechanische Prüfungen für beschichtete Aufhängungsmittel	62
4.13.8 Verifizierungsbericht	63
4.14 Ablegekriterien für Aufhängungsmittel und Kraftübertragungskontakt	65
4.14.1 Allgemeines	65
4.14.2 Drahtseile aus Stahl	65
4.14.3 Elastomerbeschichtetes Aufhängungsmittel	65
4.15 Berechnung von Kolben, Zylindern, festen Rohrleitungen und Armaturen	67
4.15.1 Berechnung gegen Überdruck	67
4.15.2 Berechnung der Kolben gegen Knicken	71
4.16 Pendelschlagversuche	76
4.16.1 Allgemeines	76
4.16.2 Prüfstand	77
4.16.3 Prüfungen	77
4.16.4 Auswertung der Versuchsergebnisse	78
4.16.5 Prüfbericht	78
4.17 Elektrische und elektronische Bauteile — Fehlerausschluss	81
4.18 Auslegungsregeln für Schaltungen mit SIL-Einstufung	87
5 Verwendung von ISO/TS 8100-3	88
Anhang A (normativ) Schaltungen mit SIL-Einstufung	89
A.1 Kurzbeschreibungen	89
A.2 Methoden und Maßnahmen zur Vermeidung und Erkennung von Fehlern	89
A.3 Methoden und Maßnahmen zur Fehlererkennung und -kontrolle im Betrieb	95
A.4 Funktionssicherheitsmanagement	106
A.5 Vorgesehene Architekturen und Berechnungsgleichungen	108
Anhang B (informativ) Beispiel für die Berechnung von Führungsschienen	122
B.1 Allgemeines	122
B.2 Allgemeine Konfiguration für Aufzüge mit Fangvorrichtungen	124
B.2.1 Betrieb der Fangvorrichtungen	124
B.2.2 Laufen	126
B.2.3 Be- und Entlasten	128
Anhang C (informativ) Berechnung der Treibfähigkeit — Beispiel	130
Anhang D (informativ) Äquivalente Anzahl von Seilscheiben, N_{equiv} — Beispiele	132
Anhang E (informativ) Beziehung zwischen ISO 8100-20 und ISO 8100-2	134
Literaturhinweise	135

Bilder

Bild 1 — Verzögerungsdiagramm — Beispiel unter Verwendung der Anforderungen nach ISO 8100-1	27
Bild 2 — Ansprechzeiten	35
Bild 3 — Durchfluss der Hydraulikflüssigkeit, Druck vor und hinter dem Leitungsbruchventil	40
Bild 4 — Achse der Führungsschiene	43
Bild 5 — Maße für die Berechnung der Flanschbiegung	47
Bild 6 — Halbrund-Rille, Unterschnitt	49
Bild 7 — Keilrille	50
Bild 8 — Mindestens erforderliche Reibungszahl	51
Bild 9 — Allgemeiner Fall	53
Bild 10 — Bestimmung des minimalen Sicherheitsbeiwerts	58
Bild 11 — Berechnung der Wanddicke	67
Bild 12 — Ebener Boden mit Entlastungsnut	68
Bild 13 — Gewölbte Böden	69
Bild 14 — Ebene Böden mit Anschweißkrempe	70
Bild 15 — Einfach wirkende Heber	71
Bild 16 — Teleskopheber ohne äußere Führung	73
Bild 17 — Teleskopheber mit äußerer Führung	75
Bild 18 — Stoßkörper für den harten Stoß	79
Bild 19 — Stoßkörper für den weichen Stoß	80
Bild 20 — Fallhöhe des Prüfstands	81
Bild B.1 — Lastverteilung im Fahrkorb des Aufzugs — Allgemeiner Fall	123
Bild B.2 — Betrieb der Fangvorrichtungen — Lastverteilung im Fahrkorb des Aufzugs — Fall 1 relativ zur X-Achse	125
Bild B.3 — Betrieb der Fangvorrichtungen — Lastverteilung im Fahrkorb des Aufzugs — Fall 2 relativ zur Y-Achse	125
Bild B.4 — Lastverteilung	128
Bild C.1 — Beispiel 2:1, keine Ausgleichsmittel	130
Bild D.1 — 2:1-Aufhängung — Keilrillen	132
Bild D.2 — 1:1-Aufhängung — Unterschnittene Keilrillen	132
Bild D.3 — 1:1-Aufhängung (doppelte Umschlingung) — Rundrillen	133

Tabellen

Tabelle ZA.1 — Übereinstimmung zwischen dieser Europäischen Norm und Anhang I der Richtlinie 2014/33/EU	7
Tabelle ZA.2 — Übereinstimmung zwischen dieser Europäischen Norm und Anhang I der Richtlinie 2006/42/EG	7
Tabelle 1 — Ermittlung der äquivalenten Anzahl von Treibscheiben $N_{equiv(t)}$	57
Tabelle 2 — Informationen im Verifizierungsbericht	63
Tabelle 3 — Ausschluss von Fehlern	82
Tabelle A.1 — Gemeinsame Maßnahmen zur Vermeidung und Erkennung von Fehlern — Auslegung der Hardware	89
Tabelle A.2 — Gemeinsame Maßnahmen zur Vermeidung und Erkennung von Fehlern — Auslegung der Software	91
Tabelle A.3 — Gemeinsame Maßnahmen für den Entwurf und den Implementierungsprozess	93
Tabelle A.4 — Struktur	95
Tabelle A.5 — Prozesseinheiten	97
Tabelle A.6 — Unveränderliche Speicherbereiche	97
Tabelle A.7 — Variable Speicherbereiche	98

Tabelle A.8 — E/A-Einheiten und Schnittstellen	100
Tabelle A.9 — Sicherheitsbezogene Onboard-Datenkommunikationsverbindungen von Schaltungen mit SIL-Einstufung	102
Tabelle A.10 — Takt	103
Tabelle A.11 — Programmablauf	104
Tabelle A.12 — Stromversorgung	104
Tabelle A.13 — Sicherheitsbezogene Interboard-Datenkommunikationsverbindungen von Schaltungen mit SIL-Einstufung	105
Tabelle A.14 — Maßnahmen zum Funktionssicherheitsmanagement	106
Tabelle A.15 — Vorgesehene Architekturen	108
Tabelle A.16 — Berechnung der sicherheitsbezogenen Parameter	109
Tabelle A.17 — Berechnung der Restfehlerrate einer Kommunikationsverbindung mit SIL-Einstufung	110
Tabelle A.18 — Liste der Praktiken und Regeln für die strukturierte Programmierung	111

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 8100-2:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 10 „Aufzüge, Fahrtreppen und Fahrsteige“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 81-50:2020 ersetzen.

Dieses Dokument ist Teil der Normenreihe EN 81. Der Aufbau der Normenreihe EN 81 wird in CEN/TR 81-10:2008 beschrieben.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie(n)/Verordnung(en).

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinie(n)/Verordnung(en) siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

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

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 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Aufzüge und Sicherheitsbauteile für Aufzüge (Neufassung) bereitzustellen.

Sobald diese Norm im Amtsblatt der Europäischen Union im Sinne dieser Richtlinie in Bezug genommen worden ist, berechtigt die Übereinstimmung mit den in Tabelle ZA.1 und Tabelle 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 den zugehörigen EFTA-Vorschriften.

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

Wesentliche Gesundheitsschutz- und Sicherheitsanforderungen von Anhang I der Richtlinie 2014/33/EU	Abschnitt(e)/Unterabschnitt(e) dieser EN	Anmerkungen/Hinweise
1.1	Siehe nachfolgende Tabelle ZA.2	Verweisung auf die Anwendbarkeit von Richtlinie 2006/42/EG
6.1	4.2.3, 4.3.5, 4.4.3, 4.5.4, 4.6.4, 4.7.5, 4.8.5, 4.9.1.6	

**Tabelle ZA.2 — Übereinstimmung zwischen dieser Europäischen Norm und Anhang I der
Richtlinie 2006/42/EG**

Grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsschutzan- forderungen von Anhang I der Richtlinie 2006/42/EG	Abschnitt(e)/Unterabschnitt(e) dieser EN	Anmerkungen/Hinweise
1.1.2. (a)	4, 5, 6	
1.1.2. (c)	4, 5, 6	

WARNHINWEIS 1 — Die Konformitätsvermutung bleibt nur bestehen, solange 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.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC Directives, Teil 1, beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC Directives, Teil 2, erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

ISO weist auf die Möglichkeit hin, dass die Anwendung dieses Dokuments mit der Verwendung eines oder mehrerer Patente verbunden sein kann. ISO bezieht jedoch in dieser Hinsicht keinerlei Stellung bezüglich Nachweis, Gültigkeit oder Anwendbarkeit jeglicher beanspruchten Patentrechte. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Dokuments lag ISO [eine/keine] Mitteilung über ein Patent bzw. mehrere Patente vor, welche/s zur Umsetzung dieses Dokuments erforderlich sein könnte/n. Anwender werden jedoch darauf hingewiesen, dass dies möglicherweise nicht der aktuelle Informationsstand ist. Dieser kann jedoch der Patentdatenbank unter www.iso.org/patents entnommen werden. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 178 *Lifts, escalators, passenger conveyors*, erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 8100-2:2019), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen sind folgende:

- redaktionelle Überarbeitung des Dokumentenaufbaus nach ISO/IEC Directives, Teil 2;
- mechanische Prüfungen und Temperaturprüfungen von Sicherheitsschaltungen und Schaltungen mit SIL-Einstufung wurden aktualisiert;
- Fehler in den Gleichungen für die Berechnung der Treibfähigkeit wurden korrigiert;
- Verifizierungsmethoden für andere Aufhängungs- und Ausgleichsmittel als Stahldrahtseile wurden hinzugefügt;
- Ablegekriterien für Aufhängungsmittel und den Kraftübertragungskontakt wurden hinzugefügt;
- Überarbeitung der Anforderungen an Schaltungen mit SIL-Einstufung (zuvor als PESSRAL bezeichnet);

Zum Zusammenhang mit diesem Dokument und ISO 8100-20 siehe informativen Anhang G, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 8100 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

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

Dieses Dokument ist insbesondere für die folgenden Interessentengruppen von Relevanz, die die Marktakteure im Hinblick auf die Sicherheit von Maschinen repräsentieren:

- Maschinenhersteller (kleine, mittlere und große Unternehmen);
- Organisationen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes (Gesetzgeber, Unfallversicherungen, Marktaufsicht usw.).

Andere Gruppen können von dem mit den Mitteln des Dokuments von den oben genannten Interessengruppen erreichten Grad an Maschinensicherheit betroffen sein. Es handelt sich dabei um:

- Maschinenanwender/Arbeitgeber (kleine, mittlere und große Unternehmen);
- Maschinenanwender/Mitarbeiter (z. B. Gewerkschaften, Organisationen für Menschen mit besonderen Bedürfnissen);
- Dienstleister, z. B. für Instandhaltung (kleine, mittlere und große Unternehmen);
- Verbraucher (wenn die Maschinen zum Gebrauch durch Verbraucher vorgesehen sind).

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

Auf die betroffenen Maschinen und die behandelten Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse wird im Anwendungsbereich dieses Dokuments hingewiesen.

Wenn Anforderungen dieser Typ-C-Norm von denen abweichen, die in Typ-A- oder Typ-B-Normen beschrieben werden, haben die Anforderungen dieser Typ-C-Norm für Maschinen, die entsprechend den Anforderungen dieser Typ-C-Norm konstruiert und gebaut wurden, Vorrang vor den Anforderungen anderer Normen.

Es ist der Zweck des vorliegenden Dokuments, die Sicherheitsregeln für Aufzüge festzulegen, um Personen und Sachen vor Unfallgefahren zu schützen, die sich beim Gebrauch, der Instandhaltung und dem Notbetrieb von Aufzügen einstellen können.

Bezüglich der zu schützenden Personen und Objekte, Annahmen, Grundsätze usw. wird auf die jeweiligen Einleitungen der Normen (z. B. ISO 8100-1:2023) verwiesen, die die Verwendung dieses Dokuments fordern.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Folgendes für Personen- und Lastenaufzüge fest:

- die Überprüfung von Türverriegelungen;
- die Überprüfung der Fangvorrichtungen;
- die Überprüfung von Geschwindigkeitsbegrenzern;
- die Überprüfung von Puffern;
- die Überprüfung von Sicherheitsschaltungen und Schaltungen mit SIL-Einstufung;
- die Überprüfung der Schutzeinrichtung für den aufwärtsfahrenden Fahrkorb gegen Übergeschwindigkeit;
- die Überprüfung der Schutzeinrichtung gegen unbeabsichtigte Bewegung des Fahrkorbs;
- die Überprüfung von Leitungsbruchventilen und Drossel-Rückschlagventilen;
- die Überprüfung von Aufhängungs- und Ausgleichsmitteln;
- die Ablegekriterien für Aufhängungsmittel und den Kraftübertragungskontakt;
- die Berechnung von Führungsschienen;
- Berechnung von Kolben, Zylindern, festen Rohrleitungen und Armaturen;
- die Ermittlung der Traktion;
- die Ermittlung des Sicherheitsbeiwerts von Aufhängungsmitteln;
- die Pendelschlagversuche;
- Fehlerausschluss für elektrische und elektronische Bauteile;
- die Auslegungsregeln für Schaltungen mit SIL-Einstufung.

Dieses Dokument gilt nicht für Personenaufzüge, Lastenaufzüge oder Bauteile von Aufzügen, die vor ihrer Veröffentlichung errichtet oder gefertigt wurden.

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).

ISO 3108:2017, *Steel wire ropes — Test method — Determination of measured breaking force*

ISO 4344:2022, *Steel wire ropes for lifts — Minimum requirements*

ISO 8100-1:2023, *Lifts for the transport of persons and goods — Part 1: Safety rules for the construction and installation of passenger and goods passenger lifts*

ISO 8100-33:2022, *Lifts for the transport of persons and goods — Part 33: T-type guide rails for lift cars and counterweights*

ISO 12100:2010, *Safety of machinery — General principles for design — Risk assessment and risk reduction*

ISO 29584:2015, *Glass in building — Pendulum impact testing and classification of safety glass*

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

IEC 60068-2-14:2009, *Environmental testing — Part 2-14: Tests — Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-27:2008, *Environmental testing — Part 2-27: Tests — Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60112:2020, *Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials*

IEC 60664-1:2020, *Insulation coordination for equipment within low-voltage supply systems — Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60893-3-1:2012, *Insulating materials — Industrial rigid laminated sheets based on thermosetting resins for electrical purposes — Part 3-1: Specifications for individual materials — Types of industrial rigid laminated sheets*

IEC 60947-4-1:2018, *Low-voltage switchgear and control gear — Part 4-1: Contactors and motor-starters — Electromechanical contactors and motor-starters*

IEC 60947-5-1:2016, *Low-voltage switchgear and control gear — Part 5-1: Control circuit devices and switching elements — Electromechanical control circuit devices*

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

IEC 61558-1:2017, *Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products — Part 1: General requirements and tests*

IEC 61709:2017, *Electric components — Reliability — Reference conditions for failure rates and stress models for conversion*

EN 10025-2:2019, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen — Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle*

EN 12385-1:2002+A1:2008, *Drahtseile aus Stahldraht — Sicherheit — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 12385-5:2021, *Drahtseile aus Stahldraht — Sicherheit — Teil 5: Litzenseile für Aufzüge*

EN 13411-6:2004+A1:2008, *Endverbindungen für Drahtseile aus Stahldraht — Sicherheit — Teil 6: Asymmetrische Seilschlösser*

EN 13411-7:2021, *Endverbindungen für Drahtseile aus Stahldraht — Sicherheit — Teil 7: Symmetrische Seilschlösser*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 8100-1:2023.

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

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

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

4 Auslegungsregeln, Berechnungen, Überprüfungen und Prüfungen

4.1 Allgemeines

Personen- und Lastenaufzüge müssen den Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen der folgenden Abschnitte entsprechen. Außerdem müssen Personen- und Lastenaufzüge im Hinblick auf Gefährdungen, die relevant, aber nicht signifikant sind und die nicht in diesem Dokument behandelt werden, nach den Leitsätzen in ISO 12100:2010 gebaut sein (z. B. scharfe Kanten).

Die Genauigkeit der Instrumente muss Messungen innerhalb der folgenden Bereiche erlauben:

- a) ± 1 % Massen, Kräfte, Längen, Geschwindigkeiten;
- b) ± 2 % Beschleunigungen, Verzögerungen;
- c) ± 5 % Spannungen, Ströme;
- d) ± 5 °C für Temperaturen;
- e) die Aufzeichnungsgeräte müssen in der Lage sein, Signale zu erfassen, die sich innerhalb von 0,01 s ändern;
- f) $\pm 2,5$ % für die Durchflussmenge;
- g) ± 1 % für Druck, P , unter 200 kPa;
- h) ± 5 % für Druck, P , über 200 kPa.

4.2 Überprüfung der Türverriegelungen von Haltestelle und Fahrkorb

4.2.1 Überprüfungen und Prüfungen

4.2.1.1 Überprüfung des Betriebs

Es muss verifiziert 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 üblicherweise zugänglichen Ort aus den Aufzug mit offener oder nicht verriegelter Schachttür mit einem einzelnen, nicht Teil des üblichen Betriebsablaufs bildenden Eingriff in Betrieb zu setzen.

4.2.1.2 Mechanische Prüfungen

4.2.1.2.1 Allgemeines

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

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

4.2.1.2.2 Dauerversuch

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

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

4.2.1.2.3 Statische Prüfung

Die Prüfung muss aus der Anwendung einer Kraft bestehen, die stufenweise bis zu dem Wert ansteigt, der in der Norm, die die Anwendung dieser Norm fordert (z. B. ISO 8100-1:2023, 4.3.9.1.6), zwischen 30 s und 60 s festgelegt ist. Diese Kraft muss über eine Dauer von 300 s angewendet werden.

4.2.1.2.4 Dynamische Prüfung

Die Türverriegelung 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.

4.2.1.3 Kriterien für die mechanischen Prüfungen

Nach dem Dauerversuch (4.2.1.2.2), der statischen Prüfung (4.2.1.2.3) und der dynamischen Prüfung (4.2.1.2.4) dürfen betriebsgefährdender Verschleiß, Verformung oder Bruch nicht aufgetreten sein.

4.2.1.4 Elektrische Prüfung

4.2.1.4.1 Dauerversuch mit den Schaltern

Diese Prüfung ist im Dauerversuch nach 4.2.1.2.2 enthalten.

4.2.1.4.2 Schalteleistungsprüfungen

4.2.1.4.2.1 Diese Prüfung muss nach dem Dauerversuch durchgeführt werden. Sie muss prüfen, ob die Fähigkeit, einen unter Spannung stehenden Schaltkreis zu unterbrechen, ausreichend ist. Diese Prüfung muss nach dem Verfahren von IEC 60947-4-1 und IEC 60947-5-1 durchgeführt werden. Die Strom- und Nennspannungswerte, die als Grundlage für die Prüfungen dienen, müssen die für die Einrichtung festgelegten Werte sein.

Liegen keine Angaben vor, müssen als Nennwerte zugrunde gelegt werden:

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

Die Fähigkeit, den Stromkreis zu unterbrechen, muss sowohl für Wechselstrom- als auch für Gleichstrombedingungen geprüft werden.

Die Prüfungen müssen in allen Betriebslagen der Türverriegelung durchgeführt werden.

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

4.2.1.4.2.2 Türverriegelungen mit Schaltern für Wechselstrom müssen mit typischer Geschwindigkeit und mit 110 % Nennspannung im Abstand von 5 s bis 10 s 50-mal 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 Leistungsbeiwert muss 0,7 ($\pm 0,05$) und die Stärke des Prüfstroms das 11-Fache des Werts des vom Hersteller des Bauteils angegebenen Nennstroms betragen.

4.2.1.4.2.3 Türverriegelungen mit Schaltern für Gleichstrom müssen mit normaler Geschwindigkeit und mit 110 % Nennspannung im Abstand von 5 s bis 10 s 20-mal 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 in einer Zeit von 300 ms 95 % des stationären Prüfstroms erreichen.

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

4.2.1.4.2.4 Die Prüfungen werden als befriedigend betrachtet, wenn weder ein Überschlag entsteht noch ein Lichtbogen entstanden ist und wenn keine Beschädigung der Türverriegelung eintritt, die die Betriebssicherheit beeinträchtigen kann.

4.2.1.4.3 Prüfung der Kriechstromfestigkeit

Diese Prüfung muss nach dem Verfahren von IEC 60112:2020 durchgeführt werden. Die Elektroden müssen an eine Stromquelle angeschlossen werden, die eine praktische sinusförmige Spannung von 175 V, 50 Hz Wechselstrom liefert.

4.2.1.4.4 Verifizierung der Kriechstrecken und Luftstrecken

Die Luft- und Kriechstrecken müssen den Anforderungen nach den Normen entsprechen, die die Anwendung dieses Dokuments fordern (z. B. ISO 8100-1:2023, 4.11.2.2.4).

4.2.1.4.5 Verifizierung der Vorschriften für Sicherheitsschalter und ihre Zugänglichkeit

Diese Überprüfung muss unter Berücksichtigung der Einbaulage und Anordnung der Türverriegelung erfolgen.

4.2.2 Besondere Prüfungen bei bestimmten Arten von Türverriegelungen

4.2.2.1 Türverriegelungen für waagrecht oder senkrecht bewegte Schacht-Schiebetüren mit mehreren Türblättern

Türverriegelungen, die eine direkte mechanische Verbindung zwischen den Blättern herstellen, müssen in die Prüfungen nach 4.2.1 einbezogen werden. Die Anzahl der Zyklen je Minute im Dauerversuch muss zwischen 45 und 60 betragen.

ANMERKUNG ISO 8100-1:2023, 4.3.14.1 und ISO 8100-1:2023, 4.3.14.2 legen die direkte und indirekte mechanische Verbindung fest.

4.2.2.2 Klappen-Türverriegelung für Drehtüren

Es müssen die Bedingungen von ISO 8100-1:2023, 4.3.9.1.12 b) bis f) verifiziert werden.

Der Verriegelungskraftbegrenzer nach ISO 8100-1:2023, 4.3.9.1.12 f) muss an einer betriebsbereiten Tür geprüft werden, indem die Türblätter mit einer kontinuierlich steigenden Kraft aufgedrückt werden, bis

der Verriegelungskraftbegrenzer die Klappe freigibt. Die Kraft wird nach ISO 8100-1:2023, 4.3.9.1.12 f) aufgebracht. Die Klappe muss sich nicht lösen, bevor die Kraft die nach ISO 8100-1:2023, 4.3.9.1.12 f) festgelegte Kraft überschreitet.

Die Prüfung muss an einer Tür mit der größten Breite durchgeführt werden.

Bei Elementen zur Begrenzung der Last auf der Klappe, die über einen vorgegebenen Auslösepunkt ausgelöst werden, muss die verriegelte Tür mindestens dreimal mit Kraft geöffnet werden, jedes Mal mit erneuerten Auslöseelementen. Bei zerstörungsfreien Auslöseelementen ist ein begrenzter Dauerversuch mit mindestens 50 Kraftöffnungen erforderlich.

Nach der Prüfung darf die Türverriegelung keine dauerhaften Verformungen oder Brüche aufweisen.

4.2.3 Verifizierungsbericht

Im Prüfbericht muss Folgendes angegeben werden:

- a) Art und Verwendungsbereich der Türverriegelung;
- b) Angaben über die Stromart (Wechsel- und/oder Gleichstrom), die Nennspannung und den Nennstrom;
- c) bei Türverriegelungen mit Klappe: die erforderliche Kraft, um den Verriegelungskraftbegrenzer zu betätigen.

4.3 Verifizierung der Fangvorrichtung

4.3.1 Allgemeine Vorschriften

Die folgenden Informationen müssen bereitgestellt werden:

- kleinste und größte Masse;
- maximale Nenngeschwindigkeit und maximale Auslösegeschwindigkeit;
- die Art der Führungsschienen und ihre Oberflächenbeschaffenheit (gezogen, gefräst, geschliffen) und die verwendeten Materialien.

4.3.2 Sperrfangvorrichtung

4.3.2.1 Prüfmuster

Es müssen zwei Fangvorrichtungen mit Keilen oder Klammern und zwei Führungsschienenlängen vorgesehen sein.

Die Anordnung und die Einzelheiten der Befestigung der Prüfmuster müssen in Übereinstimmung mit der verwendeten Ausrüstung festgelegt werden.

Wenn dieselben Fangvorrichtungen mit verschiedenen Arten von Führungsschienen verwendet werden können, ist keine neue Prüfung erforderlich, wenn die Dicke der Führungsschienen, die für die Fangvorrichtung benötigte Breite des Griffs und der Oberflächenzustand (gezogen, gefräst, geschliffen) gleich sind.

4.3.2.2 Prüfung

4.3.2.2.1 Umfang der Prüfung

Die Prüfung muss mit einer Presse oder einer ähnlichen Einrichtung durchgeführt werden, die sich fortlaufend bewegt. Es müssen folgende Messungen durchgeführt werden:

- a) zurückgelegte Strecke in Abhängigkeit von der Kraft;
- b) Verformung der Fangvorrichtung in Abhängigkeit von der Kraft oder vom zurückgelegten Weg.

4.3.2.2.2 Durchführung der Prüfungen

Die Führungsschiene muss durch die Fangvorrichtung bewegt werden.

Auf den Blöcken müssen Referenzkennzeichnungen angezeichnet werden, um ihre Verformung messen zu können.

Die zurückgelegte Strecke muss in Abhängigkeit von der Kraft aufgezeichnet werden.

Nach der Prüfung

- a) muss die Härte des Fanggehäuses und des Fangmittels mit den in den Dokumenten angegebenen Ursprungswerten verglichen werden. In Sonderfällen dürfen weitere Untersuchungen durchgeführt 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) müssen das Fanggehäuse, die Fangmittel und die Führungsschiene bei Bedarf fotografiert werden, um die Verformungen und die Bruchstellen zu dokumentieren.

4.3.2.2.3 Dokumente

4.3.2.2.3.1 Es müssen zwei Diagramme wie folgt erstellt werden:

- a) das erste muss die zurückgelegte Strecke in Abhängigkeit von der Kraft darstellen;
- b) das andere muss die Verformung des Fanggehäuses darstellen. Es muss so erstellt werden, dass es mit dem ersten Diagramm in Beziehung gesetzt werden kann.

4.3.2.2.3.2 Die Kapazität der Fangvorrichtungen muss durch Integration der Fläche des Distanz-Kraft-Diagramms ermittelt werden.

Die Fläche des Diagramms, die zu berücksichtigen ist, muss folgende sein:

- a) die Gesamtfläche, wenn keine dauerhafte Verformung auftritt;
- b) wenn es zu einer dauerhaften Verformung oder einem Bruch gekommen ist, entweder:
 - 1) die Fläche bis zu dem Wert, bei dem die Elastizitätsgrenze erreicht ist; oder
 - 2) die Fläche bis zu dem Wert, der der maximalen Kraft entspricht.

4.3.2.3 Bestimmung der zulässigen Masse

4.3.2.3.1 Von der Fangvorrichtung absorbierte Energie

Die Strecke des freien Falls in Metern, h , muss Gleichung (1) entsprechen:

$$h = \left(\frac{v_1^2}{2 \cdot g_n} \right) + 0,1 + 0,03 \quad (1)$$

Dabei ist/entspricht

g_n die Normalfallbeschleunigung in mm/s^2 ;

v_1 die maximale Auslösegeschwindigkeit der Fangvorrichtung, ausgedrückt in Metern je Sekunde;

0,1 der während der Ansprechzeit zurückgelegten Strecke in Metern;

0,03 dem Spiel zwischen den Fangmitteln und den Führungsschienen während der Aufnahme, in Metern.

Die Gesamtenergie, die die Fangvorrichtung absorbieren kann, wird mit den Gleichungen (2) und (3) berechnet:

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

$$\text{wobei } (P + Q)_1 = \frac{2 \cdot K}{g_n \cdot h} \quad (3)$$

Dabei ist/sind

K die von einer Fangvorrichtung absorbierte Energie in Joule (berechnet nach der Tabelle);

P die Massen des leeren Fahrkorbs und der am Fahrkorb hängenden Teile, d. h. Teil des Hängekabels, gegebenenfalls vorhandene Ausgleichsmittel usw., in kg;

Q die Nennlast in kg;

$(P + Q)_1$ die zulässige Masse in kg.

4.3.2.3.2 Zulässige Masse

- a) Wenn die Elastizitätsgrenze nicht überschritten wurde, wird die zulässige Masse in Kilogramm, $(P + Q)_1$, mit Gleichung (4) berechnet:

$$(P + Q)_1 = \frac{2 \cdot K}{2 \cdot g_n \cdot h} \quad (4)$$

Dabei wird

K durch die Integration der in 4.3.2.2.3.2 a) definierten Fläche berechnet;

2 als der teilende Sicherheitskoeffizient verwendet.

- b) Wenn die Elastizitätsgrenze überschritten wurde, müssen die Gleichungen (5) und (6) angewendet werden, und es darf die höhere zulässige Masse gewählt werden.

$$(P + Q)_1 = \frac{2 \cdot K_1}{2 \cdot g_n \cdot h} \quad (5)$$

Dabei wird

K_1 durch die Integration der in 4.3.2.2.3.2 b) 1) definierten Fläche berechnet;

2 als der teilende Sicherheitskoeffizient verwendet.

$$(P + Q)_1 = \frac{2 \cdot K_2}{3,5 \cdot g_n \cdot h} \quad (6)$$

Dabei wird

K_2 durch die Integration der in 4.3.2.2.3.2 b) 2) definierten Fläche berechnet;

3,5 als der teilende Sicherheitskoeffizient verwendet.

4.3.3 Bremsfangvorrichtung

4.3.3.1 Prüfung

4.3.3.1.1 Umfang der Prüfung

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

- a) die gesamte Freifallhöhe;
- b) der Bremsweg auf den Führungsschienen;
- c) der Rutschweg des Begrenzerseils oder der es ersetzenden Einrichtung;
- d) der Gesamthub der federnden Teile.

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

4.3.3.1.1.2 Folgendes muss ermittelt werden:

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

4.3.3.1.2 Durchführung der Prüfungen

4.3.3.1.2.1 Fangvorrichtung, zugelassen für eine einzige Masse

Es müssen vier Prüfungen mit der Masse $(P + Q)_1$ durchgeführt werden. Zwischen den einzelnen Versuchen müssen Teile, die der Reibung unterworfen sind, zu ihrer Normaltemperatur zurückkehren können.

Wenn während der Prüfungen die Teile, die der Reibung unterworfen sind, ausgetauscht werden, muss jeder Satz zu Folgendem in der Lage sein:

- a) drei Prüfungen, wenn die Nenngeschwindigkeit 4 m/s nicht überschreitet;
- b) zwei Prüfungen, wenn die Nenngeschwindigkeit 4 m/s überschreitet.

Die Höhe des freien Falls 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.

4.3.3.1.2.2 Fangvorrichtung, zugelassen für verschiedene Massen

Stufenweise oder stufenlose Einstellung.

Es müssen zwei Versuchsreihen nach 4.3.3.1.2.1 durchgeführt werden:

- a) für das Maximum; und

b) eine für die Tiefstwerte.

Es muss eine Gleichung oder ein Diagramm zur Verfügung gestellt werden, woraus die Abhängigkeit der Bremskraft von einer bestimmten Größe hervorgeht.

Die Gültigkeit der bereitgestellten Gleichung oder Tabelle muss durch zusätzliche Prüfungen verifiziert werden.

4.3.3.1.3 Ermittlung der Bremskraft der Fangvorrichtung

4.3.3.1.3.1 Fangvorrichtung, zugelassen für eine einzige Masse

Die Bremskraft, die die Fangvorrichtung bei einer bestimmten 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 mehrere aufeinanderfolgende Versuche an der gleichen Stelle einer bearbeiteten Führungsschiene durchgeführt werden. Dies wird auf die Veränderung des Oberflächenzustands bei wiederholtem Fangen zurückgeführt.

4.3.3.1.3.2 Fangvorrichtung, verifiziert für verschiedene Massen

Stufenweise oder stufenlose Einstellung.

Die Bremskraft, die die Fangvorrichtung erzeugen kann, muss nach 4.3.3.1.3.1 für den beantragten Höchst- und Tiefstwert berechnet werden.

4.3.3.1.4 Prüfung nach Versuchsdurchführung

Nach den Prüfungen muss Folgendes sichergestellt werden:

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

4.3.3.2 Berechnung der zulässigen Masse

4.3.3.2.1 Fangvorrichtung, verifiziert für eine einzige Masse

Die zulässige Gesamtmasse muss mit der Gleichung (7) berechnet werden:

$$(P + Q)_1 = \frac{F_B}{16} \quad (7)$$

Dabei ist/sind

F_B die Bremskraft in N, bestimmt nach 4.3.3.1.3;

P die Massen des leeren Fahrkorbs und der am Fahrkorb hängenden Teile, d. h. Teil des Hängekabels, eventuell vorhandene Ausgleichsmittel usw., in kg;

Q die Nennlast in kg;

$(P + Q)_1$ die zulässige Masse in kg.

Wenn die berechnete zulässige Masse größer ist als die geprüfte Masse, darf die geprüfte Masse als zulässige Masse zugrunde gelegt werden, sofern die durchschnittliche Verzögerung bei jedem Versuch nicht mehr als $1,0 g_n$ beträgt.

4.3.3.2.2 Fangvorrichtung, zugelassen für verschiedene Massen

4.3.3.2.2.1 Stufenweise Einstellung

Die zulässige Masse muss für jede Einstellung nach 4.3.3.2.1 berechnet werden.

4.3.3.2.2.2 Stufenlose Einstellung

Die zulässige Masse muss nach 4.3.3.2.1 für den beantragten Höchst- und Tiefstwert und für Zwischenwerte entsprechend der vorgeschlagenen Formel berechnet werden.

4.3.4 Zusätzliche Verifizierungen

a) Anwendbare Masse:

Die für einen Aufzug anwendbare Masse darf die zulässige Masse für Sperrfangvorrichtungen nicht überschreiten.

Bei Bremsfangvorrichtungen darf die anwendbare Masse vom zulässigen Wert nach 4.3.3.2 um $\pm 7,5\%$ abweichen.

b) Es muss geprüft werden, ob der zur Verfügung stehende Weg der Fangmittel das Zusammenwirken der Auslegungstoleranzen abdeckt.

4.3.5 Verifizierungsbericht

Im Prüfbericht muss Folgendes angegeben werden:

- a) Typ und Anwendung der Fangvorrichtung;
- b) Grenzen der zulässigen Massen [siehe 4.3.4 a)];
- c) maximale Auslösegeschwindigkeit der Fangvorrichtung;
- d) Typ der Führungsschiene;
- e) zulässige Stärke des Kopfs der Führungsschiene;
- f) Mindestbreite der Fangflächen;

und, nur für Bremsfangvorrichtungen:

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

4.4 Überprüfung von Geschwindigkeitsbegrenzern

4.4.1 Allgemeine Vorschriften

Folgendes muss vorgesehen werden:

- a) Art der Fangvorrichtung(en), die durch den Geschwindigkeitsbegrenzer eingerückt werden sollen;
- b) maximale oder minimale Nenngeschwindigkeit der Aufzüge, die für den Geschwindigkeitsbegrenzer angegeben ist;
- c) die vorgesehene, vom ausgelösten Geschwindigkeitsbegrenzer im Begrenzerseil erzeugte Zugkraft;
- d) Detail- und Zusammenstellungszeichnungen mit den erforderlichen Daten in Bezug auf Bauart, Wirkungsweise, verwendete Werkstoffe, Abmessungen und Toleranzen der Bauteile.

4.4.2 Prüfung der Merkmale des Geschwindigkeitsbegrenzers

4.4.2.1 Prüfmuster

Folgendes muss vorgesehen werden:

- a) ein Geschwindigkeitsbegrenzer;
- b) ein Begrenzerseil von der Art, wie sie mit dem Geschwindigkeitsbegrenzer benutzt werden soll;
- c) eine Spannrolle mit Spanngewicht von der Art, wie sie mit dem Geschwindigkeitsbegrenzer benutzt werden soll.

4.4.2.2 Prüfung

4.4.2.2.1 Umfang der Prüfung

Das Folgende muss geprüft werden:

- a) dass die Geschwindigkeit der Auslösung innerhalb des festgelegten Bereichs liegt;
- b) dass der Betrieb der elektrischen Sicherheitseinrichtung, die das Anhalten des Triebwerks einleitet, bevor die Geschwindigkeit des Fahrkorbs, entweder nach oben oder nach unten, die Auslösegeschwindigkeit des Geschwindigkeitsbegrenzers erreicht [z. B. ISO 8100-1:2023, 4.6.2.2.1.6 a)], wenn diese Einrichtung am Geschwindigkeitsbegrenzer angebracht ist;
- c) der Betrieb der elektrischen Sicherheitseinrichtung, die das Anfahren des Aufzugs verhindert, solange sich der Geschwindigkeitsbegrenzer nicht in der Bereitschaftsstellung befindet [z. B. ISO 8100-1:2023, 4.6.2.2.1.6 b)], wenn sich der Geschwindigkeitsbegrenzer nach dem Lösen der Fangvorrichtung nicht automatisch zurückstellt;
- d) die vom ausgelösten Geschwindigkeitsbegrenzer im Begrenzerseil erzeugte Zugkraft.

4.4.2.2.2 Durchführung der Prüfungen

Es müssen mindestens 20 Versuche im Bereich der Auslösegeschwindigkeiten, die den Angaben der Nenngeschwindigkeiten für Aufzüge nach 4.4.1 b) entsprechen, durchgeführt werden.

Es müssen sechs Versuche für die minimalen und sechs Versuche für die maximalen Werte des Bereichs durchgeführt werden.

Die Beschleunigung zum Erreichen der Auslösegeschwindigkeit des Geschwindigkeitsbegrenzers darf $0,1 \text{ m/s}^2$ nicht überschreiten.

Zusätzlich zu den 20 Versuchen müssen zwei Prüfungen aus dem Stillstand mit einer Beschleunigung zwischen $0,9 g_n$ und $1,0 g_n$ durchgeführt werden, um einen freien Fall zu simulieren und nachzuweisen, dass keine Beeinträchtigung des Begrenzers vorliegt.

4.4.2.2.3 Auswertung der Versuchsergebnisse

In den 20 Versuchen müssen die Auslösegeschwindigkeiten innerhalb der Spezifikation für Geschwindigkeitsbegrenzer liegen.

In den 20 Versuchen muss der Betrieb der Geräte, für die der Versuch nach 4.4.2.2.1 b) und c) erforderlich ist, wie festgelegt erfolgen [z. B. ISO 8100-1:2023, 4.6.2.2.1.6 a) und 4.6.2.2.1.6 b)].

Die vom ausgelösten Geschwindigkeitsbegrenzer im Begrenzerseil erzeugte Zugkraft muss mindestens 300 N oder jeden anderen höheren festgelegten Wert betragen.

Bei den durch Seilklemmung wirkenden Einrichtungen darf das Seil keine bleibende Verformung erfahren.

4.4.3 Verifizierungsbericht

Im Prüfbericht muss Folgendes angegeben werden:

- e) Typ und Anwendungsbereich des Geschwindigkeitsbegrenzers;
- a) maximale und minimale Nenngeschwindigkeit des Aufzugs, für die der Geschwindigkeitsbegrenzer verwendet werden darf;
- b) Durchmesser und Machart des verwendeten Seils;
- c) die minimale Spannkraft bei Geschwindigkeitsbegrenzern mit Treibscheibe;
- d) die Zugkraft im Begrenzerseil, die durch den ausgelösten Geschwindigkeitsbegrenzer erzeugt werden kann.

4.5 Verifizierung der Puffer

4.5.1 Allgemeine Vorschriften

Folgendes muss vorgesehen werden:

- a) maximale Auftreffgeschwindigkeit, kleinste und größte Masse;
- b) Detail- und Zusammenstellungszeichnungen mit den erforderlichen Daten in Bezug auf Bauart, Wirkungsweise, verwendete Werkstoffe, Abmessungen und Toleranzen der Bauteile.

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

- c) die Merkmale der verwendeten Flüssigkeit;
- d) Angaben über Einsatzbedingungen (Temperatur, Feuchte, Verschmutzung usw.) und Lebensdauer (Alterung des Materials, Austausch Kriterien).

4.5.2 Zu prüfende Prüfmuster

Folgendes muss vorgesehen werden:

- a) ein Puffer;
- b) bei hydraulischen Puffern die Flüssigkeit.

4.5.3 Prüfung

4.5.3.1 Energieverzehrende Puffer

4.5.3.1.1 Durchführung der Prüfungen

Der Puffer muss durch freifallende 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 Gewichts aufgezeichnet werden. Beschleunigung und Verzögerung müssen in Abhängigkeit von der Zeit über den gesamten Bewegungsverlauf der Gewichte ermittelt werden.

4.5.3.1.2 Prüfgeräte

4.5.3.1.2.1 Freifallende Gewichte

Diese Gewichte müssen den minimalen und maximalen Gesamtmassen mit den Toleranzen nach 4.1 entsprechen. Sie müssen senkrecht geführt werden, um eine Beschleunigung im freien Fall von mindestens $0,9g_n$ sicherzustellen.

4.5.3.1.2.2 Aufzeichnungsgeräte

Die Aufzeichnungsgeräte müssen in der Lage sein, Signale entsprechend den Toleranzen nach 4.1 zu erkennen. Die Messkette einschließlich des Aufzeichnungsgeräts zur zeitabhängigen Aufnahme der Messwerte muss für eine Grenzfrequenz von mindestens 1 000 Hz ausgelegt sein.

4.5.3.1.2.3 Geschwindigkeitsmessung

Die Geschwindigkeit muss mindestens ab dem Auftreffen des Gewichts auf den Puffern oder über den gesamten Weg, den die Gewichte zurücklegen, mit den Toleranzen nach 4.1 aufgezeichnet werden.

4.5.3.1.2.4 Verzögerungsmessung

Wird eine Messung der Verzögerung durchgeführt (siehe 4.5.3.1.1), muss sich die Messeinrichtung so nahe wie möglich an der Pufferachse befinden und in der Lage sein, Messungen mit den Toleranzen nach 4.1 durchzuführen.

4.5.3.1.2.5 Zeitmessungen

Zeitimpulse von 0,01 s Dauer müssen aufgezeichnet und mit den Toleranzen nach 4.1 gemessen werden.

4.5.3.1.3 Umgebungstemperatur

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

Die Flüssigkeitstemperatur muss mit den Toleranzen nach 4.1 gemessen werden.

4.5.3.1.4 Pufferaufstellung

Der Puffer muss in Übereinstimmung mit der Montageanleitung aufgestellt und befestigt werden.

4.5.3.1.5 Füllung des Puffers

Der Puffer muss nach der diesbezüglichen Betriebsanleitung gefüllt werden.

4.5.3.1.6 Prüfungen

4.5.3.1.6.1 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 entsprechen, die für dieses Gerät Anwendung findet (z. B. ISO 8100-1:2023, 4.8.2.2.2).

Das Kriechen am Ende des Pufferhubs muss für die Berechnung der durchschnittlichen Verzögerung ignoriert werden, wenn die Verzögerung unter $0,5 \text{ m/s}^2$ liegt.

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

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

4.5.3.1.6.2 Prüfung des Pufferrücklaufs in die Bereitschaftsstellung

Nach jedem Versuch 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 jedem weiteren Verzögerungsversuch muss 30 min gewartet werden, damit die Flüssigkeit zum Behälter zurückfließen kann und die Luftblasen entweichen sind.

4.5.3.1.6.3 Prüfung der Flüssigkeitsverluste

Der Flüssigkeitsstand muss nach den beiden in 4.5.3.1.6.1 vorgesehenen Verzögerungsversuchen geprüft werden. Nach einem Intervall von 30 min muss der Flüssigkeitsstand wieder so hoch sein, dass der normale Betrieb des Puffers sichergestellt ist.

4.5.3.1.6.4 Prüfung des Zustands des Puffers nach den Versuchen

Nach den zwei in 4.5.3.1.6.1 geforderten Verzögerungsversuchen darf kein Teil des Puffers bleibende Verformungen aufweisen oder beschädigt sein, so dass sein Zustand normales Funktionieren sicherstellt.

4.5.3.2 Energieakkumulationspuffer mit nichtlinearen Eigenschaften

4.5.3.2.1 Durchführung der Prüfungen

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 $0,8 \text{ m/s}$ 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 senkrecht geführt werden, um eine Beschleunigung im freien Fall von mindestens $0,9 g_n$ sicherzustellen.

4.5.3.2.2 Prüfgeräte

Die Geräte müssen 4.5.3.1.2 entsprechen.

4.5.3.2.3 Umgebungstemperatur

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

4.5.3.2.4 Pufferaufstellung

Die Puffer müssen senkrecht aufgestellt sein und die Befestigung muss wie für den Normalbetrieb erfolgen.

4.5.3.2.5 Anzahl der Versuche

Es müssen drei Versuche mit der größten Masse und der geforderten kleinsten Masse durchgeführt werden.

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

Bei den drei Versuchen mit der größten Masse darf der in den Anweisungen angegebene Referenzwert der Pufferkraft bei einem Hub, der 50 % der tatsächlichen Höhe des Puffers entspricht, um nicht mehr als 5 % abweichen. Bei den Versuchen mit kleinster Masse muss entsprechend verfahren werden.

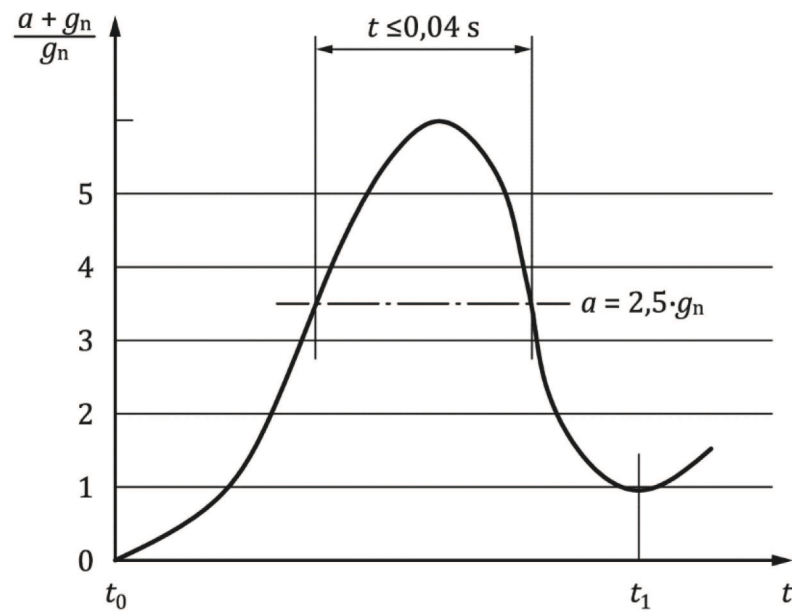
Innerhalb von 30 min vor dem Versuch muss der Puffer einmal statisch oder dynamisch belastet werden, um weitere Setzungen und Abweichungen während des Versuchs zu verhindern.

4.5.3.2.6 Prüfungen

4.5.3.2.6.1 Prüfung der Verzögerung

Die Verzögerung „a“ muss folgenden Anforderungen genügen:

- a) Die Verzögerung wird über die Zeit ermittelt, die zwischen den ersten beiden absoluten Minima der Verzögerung liegt (siehe Bild 1). Die Verzögerung darf den von der Norm für dieses Gerät geforderten Höchstwert nicht überschreiten [z. B. ISO 8100-1:2023, 4.8.2.1.2.1 a)];
- b) Die Dauer von Verzögerungsspitzen über einem in der Norm für dieses Gerät festgelegten Wert darf die in der Norm für dieses Gerät geforderte maximale Dauer dieser Spitzen nicht überschreiten [z. B. ISO 8100-1:2023, 4.8.2.1.2.1 b)];
- c) Die maximale Spitzenverzögerung darf den in der Norm für dieses Gerät geforderten Höchstwert nicht überschreiten [z. B. ISO 8100-1:2023, 4.8.2.1.2.1 e)];
- d) Die Rücklaufgeschwindigkeit darf den von der Norm für dieses Gerät geforderten Höchstwert nicht überschreiten [z. B. ISO 8100-1:2023, 4.8.2.1.2.1 c)].



Legende

- a Verzögerung in mm/s²
- g_n Normalfallbeschleunigung in mm/s²
- t Zeit in Sekunden
- t_0 Moment, in dem der Puffer berührt wird (erstes absolutes Minimum)
- t_1 zweites absolutes Minimum

Bild 1 — Verzögerungsdiagramm — Beispiel unter Verwendung der Anforderungen nach ISO 8100-1

4.5.3.2.6.2 Prüfung des Zustands des Puffers nach den Versuchen

Nach den Prüfungen mit der maximalen Masse dürfen keine Teile des Puffers bleibende Verformungen aufweisen oder beschädigt sein, so dass sein Zustand normales Funktionieren sicherstellt.

4.5.4 Verifizierungsbericht

Im Prüfbericht muss Folgendes angegeben werden:

- a) Bauart und Anwendungsbereich des Puffers;
- b) Abmessungen des Puffers;
- c) maximale Auftreffgeschwindigkeit;
- d) größte Masse;
- e) kleinste Masse;
- f) Art der Befestigung;
- g) Merkmale der Flüssigkeit bei hydraulischen Puffern;
- h) Umgebungsbedingungen für die Verwendung des Puffers entsprechend den Anweisungen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Verschmutzung usw.).

4.6 Verifizierung von Sicherheitsschaltungen und Schaltungen mit SIL-Einstufung

4.6.1 Allgemeine Vorschriften

4.6.1.1 Allgemeines

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

4.6.1.2 Dokumentation

Folgendes muss vorgesehen werden:

- a) Bezeichnung der Leiterplatte;
- b) Umgebungsbedingungen während des Betriebs;
- c) Liste der verwendeten Bauteile;
- d) Layout der Leiterplatte;
- e) Layout der Hybridschaltungen und Markierungen der Leiterbahnen für Sicherheitsschaltungen;
- f) Funktionsbeschreibung;
- g) Schaltplan und Eingangs- und Ausgangsfestlegungen der Leiterplatte;
- h) Verfahren für die Fehleranalyse und dokumentierte Ergebnisse.

4.6.1.3 Dokumentation für Schaltungen mit SIL-Einstufung

Zusätzlich zu 4.6.1.2 muss folgende Dokumentation bereitgestellt werden:

- a) Dokumente und Beschreibungen im Zusammenhang mit den in 4.18 angegebenen 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.

4.6.2 Zu prüfende Prüfmuster

Folgendes muss vorgesehen werden:

- a) eine bestückte Leiterplatte;
- b) eine unbestückte Leiterplatte (ohne Komponenten).

4.6.3 Prüfungen

4.6.3.1 Mechanische Prüfungen

4.6.3.1.1 Allgemeines

Während der Versuche müssen die Geräte in Betrieb sein. Während und nach den Versuchen dürfen in der Sicherheitsschaltung keine unsicheren Funktionen und Bedingungen auftreten.

Nach der Prüfung muss die Sicherheitsschaltung wie vorgesehen funktionieren.

4.6.3.1.2 Schwingungen und Stöße

Die Geräte müssen geprüft werden nach:

- a) IEC 60068-2-6:2007, Schwingungsprüfung:
 - 1) 20 Sweep-Zyklen in jeder Achse;
 - 2) Amplitude 0,35 mm;
 - 3) Frequenzbereich 10 Hz bis 55 Hz.
- b) IEC 60068-2-27:2008, sich nicht wiederholende Stöße:
 - 1) Spitzenbeschleunigung 300 m/s^2 oder $30 g_n$;
 - 2) Impulsdauer 11 ms;
 - 3) Impulsform: Halbsinus;
 - 4) Anzahl der Stöße je Achse und Richtung: 3;
 - 5) drei Achsen und zwei Richtungen.
- c) IEC 60068-2-27:2008, sich nicht wiederholende Stöße:
 - 1) Spitzenbeschleunigung: 100 m/s^2 oder $10 g_n$;
 - 2) Impulsdauer: 16 ms;
 - 3) Impulsform: Halbsinus;
 - 4) Anzahl der Stöße je Achse und Richtung: $1\,000 \pm 10$;
 - 5) Wiederholfrequenz: 2/s;
 - 6) drei Achsen und zwei Richtungen.

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

Nach der Prüfung dürfen Kriech- und Luftstrecken nicht kleiner als zugelassen geworden sein.

4.6.3.2 Temperaturprüfungen

Die Geräte müssen nach IEC 60068-2-14:2009, Test Nb mit folgenden Schwereparametern geprüft werden:

- untere Temperatur T_A : 0°C ;

- obere Temperatur T_B : +65 °C;
- Temperaturwechselrate: $1 \pm 0,2$ °C/min;
- Expositionszeit bei jeder der beiden Temperaturen: 4 h;
- Anzahl der Zyklen: 2

Prüfbedingungen:

- die unteren und oberen Temperaturen sind als die Umgebungstemperatur des Geräts zu verstehen;
- die gedruckte Leiterplatte muss sich in Einbaulage befinden;
- die gedruckte Leiterplatte muss unter Betriebsnennspannung stehen;
- während und nach der Prüfung muss die Sicherheitseinrichtung korrekt aktiviert sein, wenn dies gefordert wird. Anforderungsrate mindestens einmal je 10 min;
- enthält die gedruckte Leiterplatte außer den Sicherheitsschaltungen noch andere Bauelemente, müssen auch diese während der Prüfungen arbeiten, jedoch wird ihr Ausfall nicht berücksichtigt;
- ist das Gerät für einen größeren Temperaturbereich ausgelegt ist, muss es in diesem Bereich geprüft werden.

4.6.3.3 Fehleranalyse von elektrischen Sicherheitsschaltungen

Die Fehleranalyse, die nach der entsprechenden Norm, die die Verwendung dieses Dokuments fordert, erforderlich ist, muss validiert werden (z. B. ISO 8100-1:2023, 4.11.2.3).

4.6.3.4 Funktions- und Sicherheitsprüfung der Schaltung mit SIL-Einstufung

Zusätzlich zur Verifizierung der nach 4.18 ausgewählten Maßnahmen muss Folgendes validiert werden:

- a) Software-Entwurf und -Codierung: Prüfung aller Codezeilen durch Verfahren wie formale Entwurfsprüfung, FAGAN, Testfälle usw.;
- b) Soft- und Hardwareinspektion: Verifizierung ausgewählter Maßnahmen, z. B. mit Hilfe von Fehlersimulationsprüfungen;
- c) Verifizierung der PFD_{avg} - und PFH-Berechnungen.

4.6.4 Verifizierungsbericht

Im Prüfbericht muss Folgendes angegeben werden:

- a) Typ und Anwendungsbereich der Steuerung;
- b) Bedingungen für die sichere Verwendung;
- c) Betriebsspannungen.

4.7 Verifizierung der Schutzeinrichtung für den aufwärtsfahrenden Fahrkorb gegen Übergeschwindigkeit

4.7.1 Allgemeine Vorschriften

4.7.1.1 Diese Spezifikation gilt nicht für Geschwindigkeitsüberwachungselemente, bei denen es sich um Geschwindigkeitsbegrenzer handelt, für die Verifizierungen nach 4.4 erforderlich sind.

4.7.1.2 Die folgenden Informationen müssen bereitgestellt werden:

- a) kleinste und größte Massen oder Drehmomente;
- b) minimale (sofern zutreffend) und maximale Nenngeschwindigkeit;
- c) Verwendung in Anlagen mit Ausgleichsmitteln.

4.7.1.3 Die folgenden Dokumente müssen bereitgestellt werden:

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

4.7.2 Angaben und Prüfmuster

4.7.2.1 Es muss angegeben werden, für welche Masse (kg) und Auslösegeschwindigkeit (m/s) der Versuch durchgeführt wird. Wenn die Einrichtung für verschiedene Massen verifiziert werden muss, muss angegeben werden, ob die Einstellung für verschiedene Massen in Stufen oder kontinuierlich erfolgt.

4.7.2.2 Je nach Definition für den Test muss:

— entweder eine komplette Schutzeinrichtung für den aufwärtsfahrenden Fahrkorb gegen Übergeschwindigkeit, die aus beiden Elementen, der Bremseinrichtung und der Geschwindigkeitskontrolleinrichtung besteht; oder

— nur das Element, das nicht nach 4.3 oder 4.4 geprüft wurde;

vorgesehen sein.

Die erforderliche Anzahl von Fangmitteln für die gesamte Versuchsreihe muss beigelegt werden. Die Art des Teils, auf das die Einrichtung wirkt, muss ebenfalls angegeben werden.

4.7.3 Prüfung

4.7.3.1 Prüfverfahren

Das Prüfverfahren muss in Abhängigkeit der Einrichtung und ihrer Funktion definiert werden. Es müssen folgende Messungen durchgeführt werden:

- a) die Beschleunigung und Geschwindigkeit;
- b) der Bremsweg;
- c) die Verzögerung.

Die Messungen müssen in Abhängigkeit von der Zeit aufgezeichnet werden.

4.7.3.2 Durchführung der Prüfungen

4.7.3.2.1 Allgemeines

Es müssen mindestens 20 Versuche mit der Geschwindigkeitskontrolleinrichtung im Bereich der Auslösegeschwindigkeiten, die den Angaben der Nenngeschwindigkeiten für Aufzüge nach 4.7.1.2 entsprechen, durchgeführt werden.

Die Beschleunigung der Masse, um die Auslösegeschwindigkeit zu erreichen, darf $0,1 \text{ m/s}^2$ nicht überschreiten.

4.7.3.2.2 Für eine Masse verifizierte Einrichtung

Es müssen vier Prüfungen mit der Systemmasse durchgeführt werden, die den leeren Fahrkorb repräsentiert.

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

Wenn während der Prüfung die Teile, die der Reibung unterworfen sind, ausgetauscht werden, muss jeder Satz zu Folgendem in der Lage sein:

- a) drei Prüfungen, wenn die Nenngeschwindigkeit 4 m/s nicht überschreitet;
- b) zwei Prüfungen, wenn die Nenngeschwindigkeit 4 m/s überschreitet.

Die Prüfungen müssen mit der höchsten Auslösegeschwindigkeit, für die die Schutzeinrichtung für den aufwärtsfahrenden Fahrkorb gegen Übergeschwindigkeit vorgesehen sein soll, durchgeführt werden.

4.7.3.2.3 Für verschiedene Massen verifizierte Einrichtung

Stufenweise oder stufenlose Einstellung.

Es muss je eine Versuchsreihe für den festgelegten Maximal- und Minimalwert durchgeführt werden. Es muss eine Gleichung oder ein Diagramm zur Verfügung gestellt werden, woraus die Abhängigkeit der Bremskraft von einer bestimmten Größe hervorgeht.

Die Gültigkeit der bereitgestellten Gleichung oder Tabelle muss durch zusätzliche Prüfungen verifiziert werden.

4.7.3.2.4 Einrichtung zur Kontrolle der Übergeschwindigkeit

4.7.3.2.4.1 Durchführung der Prüfungen

Es müssen mindestens 20 Versuche im Bereich der Auslösegeschwindigkeit durchgeführt werden, ohne dabei das Bremssystem ansprechen zu lassen.

Zwölf dieser Versuche muss mit den Extremwerten des Geschwindigkeitsbereichs durchgeführt werden.

4.7.3.2.4.2 Auswertung der Versuchsergebnisse

In den 20 Versuchen müssen die Auslösegeschwindigkeiten innerhalb der Spezifikation liegen.

4.7.3.2.5 Versuchsverfahren für die Selbstüberwachung

Zum Nachweis der Funktion der Einrichtung müssen zehn Versuche durchgeführt werden. Alle Versuche müssen positiv ausfallen, um den korrekten Betrieb zu verifizieren.

4.7.3.3 Prüfung nach Versuchsdurchführung

Nach der Prüfung

- a) muss die Härte der Bremsbacken mit den in den Dokumenten 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) müssen die Bremsbacken und die Teile, auf die sie wirken, bei Bedarf fotografiert werden, um Verformungen und Bruchstellen zu dokumentieren,
- d) muss geprüft werden, dass die Verzögerung bei der minimalen Masse $1,0 g_n$ nicht überschritten hat.

4.7.4 Prüfbericht

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

- das Prüfverfahren;
- die Beschreibung des Prüfaufbaus;
- die Anordnung des Prüfmusters im Prüfaufbau;
- die Anzahl der durchgeführten Versuche;
- die Aufzeichnung der gemessenen Werte;
- die Beschreibung der Beobachtungen während der Versuche;
- die Auswertung der Prüfergebnisse in Bezug auf die Übereinstimmung mit den Anforderungen.

4.7.5 Verifizierungsbericht

Im Prüfbericht muss Folgendes angegeben werden:

- a) Art und Verwendungsbereich der Schutzeinrichtung für den aufwärtsfahrenden Fahrkorb gegen Übergeschwindigkeit;
- b) Grenzen der zulässigen Massen;
- c) Bereich der Auslösegeschwindigkeit der Geschwindigkeitskontrolleinrichtung;
- d) Bauart der Teile, auf die die Schutzeinrichtung für den aufwärtsfahrenden Fahrkorb gegen Übergeschwindigkeit wirkt.

4.8 Verifizierung der Schutzeinrichtung gegen unbeabsichtigte Bewegung des Fahrkorbs

4.8.1 Allgemeine Vorschriften

Die Schutzeinrichtungen gegen unbeabsichtigte Bewegung des Fahrkorbs müssen als Gesamtsystem verifiziert werden. Alternativ müssen die Teilsysteme zur Erkennung, Aktivierung und Abschaltung einzeln verifiziert werden. Bei der Verifizierung von Teilsystemen müssen die Schnittstellenbedingungen und die relevanten Parameter jedes Teilsystems festgelegt werden, wenn dieses in ein vollständiges System integriert ist.

Die folgenden Schlüsselparameter für die Nutzung des Systems oder Teilsystems, die Teil der Verifizierung sind, müssen angegeben werden:

- kleinste und größte Masse;
- kleinste und größte Kraft, Drehmoment oder Flüssigkeitsdruck, sofern zutreffend;
- einzelne Ansprechzeiten des Detektors, der Ansteuerung und des/der Bremsen(s);
- höchste zu erwartende Geschwindigkeit vor Beginn der Verzögerung (siehe ANMERKUNG 1);
- Abstand vom Stockwerk, an dem der Detektor angebracht wird;
- Prüfgeschwindigkeit(en) (siehe ANMERKUNG 2);
- Grenzen der Temperatur und Luftfeuchte der Konstruktion.

ANMERKUNG 1 Als Beispiel und Anhaltspunkt für einen Treibscheiben-Aufzug, bei dem die natürliche Beschleunigung $1,5 \text{ m/s}^2$ beträgt und der Motor kein Drehmoment beisteuert, würde die maximal erreichbare Geschwindigkeit bei 2 m/s liegen. 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 Schutteinrichtung gegen unbeabsichtigte Bewegung des Fahrkorbs), der Ansteuerung und der Bremsen(s), unter der Annahme, dass die Bewegungserkennung ausgelöst wird, wenn der Fahrkorb die Grenze der Entriegelungszone erreicht.

Im Falle eines Stromausfalls kann davon ausgegangen werden, dass bei Aufzügen mit interner Steuerung die erreichbare Beschleunigung nicht mehr als $2,5 \text{ m/s}^2$ beträgt.

ANMERKUNG 2 Prüfgeschwindigkeit(en): eine Geschwindigkeit, um die vom Aufzug zurückgelegte Strecke zu ermitteln (zu prüfende Strecke), so dass die Schutteinrichtung gegen unbeabsichtigte Bewegung des Fahrkorbs auf ihre richtige Funktion während der Verifizierungen und Versuche verifiziert werden kann. Hierbei kann es sich um die Prüfgeschwindigkeit oder eine andere, vom Hersteller festgelegte und durch die Prüfstelle zugelassene Geschwindigkeit, handeln.

Die Strecke, die der Fahrkorb während der unbeabsichtigten Bewegung zurücklegen darf, ist in den Anforderungen nach den Normen festgelegt, die die Anwendung dieses Dokuments fordern (z. B. ISO 8100-1:2023, 4.6.7.5).

Folgende Dokumente müssen vorgelegt werden:

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

4.8.2 Angaben und Prüfmuster

4.8.2.1 Die vorgesehene Aufgabe der Einrichtung muss angegeben werden.

4.8.2.2 Es müssen Prüfmuster als vollständige Einheit vorgesehen werden, die aus einer Einrichtung zur Erkennung der unbeabsichtigten Bewegung des Fahrkorbs, der Ansteuerung (Auslöser), Bremsen(s) und ggf. Überwachungseinrichtung(en) besteht.

Die erforderliche Anzahl von Fangmitteln für die gesamte Versuchsreihe muss beigelegt werden.

Die Art des Teils, auf das die Einrichtung wirkt, muss ebenfalls angegeben werden.

4.8.3 Prüfung

4.8.3.1 Prüfverfahren

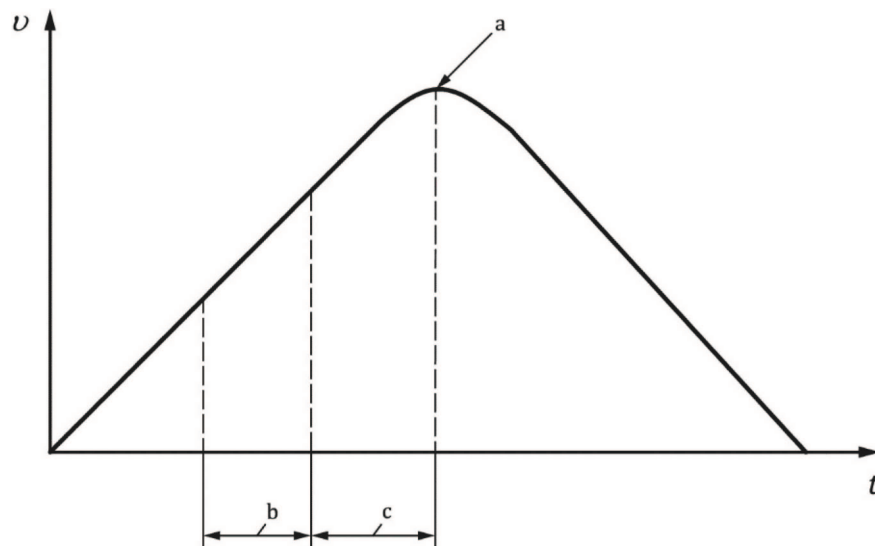
Das Prüfverfahren muss in Abhängigkeit der Einrichtung und ihrer Funktion definiert werden.

Es müssen folgende Messungen durchgeführt werden:

- der Bremsweg;
- die mittlere Verzögerung;
- die Ansprechzeit des Detektors, der Auslöser, der Brems Elemente und der Ansteuerung (siehe Bild 2);
- die zurückgelegte Gesamtstrecke (Summe von Beschleunigungstrecke- und Bremsweg).

Die Prüfung muss außerdem Folgendes umfassen:

- die Funktion des Detektors für unbeabsichtigte Bewegung des Fahrkorbs; und
- jegliches automatische Überwachungssystem, sofern zutreffend.



Legende

v Geschwindigkeit in m/s

t Zeit in Sekunden

^a Punkt, an dem Brems Elemente eine Geschwindigkeitsverzögerung einleiten.

^b Ansprechzeit des Detektors für die Erkennung der unbeabsichtigten Bewegung des Fahrkorbs und gegebenenfalls der Ansteuerung.

^c Ansprechzeit der Ansteuerung und Brems Elemente.

Bild 2 — Ansprechzeiten

4.8.3.2 Durchführung der Prüfungen

4.8.3.2.1 Allgemeines

Es müssen 20 Versuche mit dem Brems Element durchgeführt werden, wobei:

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

4.8.3.2.2 Einrichtung für eine einzige Masse oder einen Flüssigkeitsdruck

Folgende Versuche müssen ausgeführt werden:

- 10 Versuche mit der Systemmasse oder dem Drehmoment oder dem Flüssigkeitsdruck, die einen leeren Fahrkorb in Aufwärtsrichtung repräsentieren; und
- 10 Versuche mit der Systemmasse oder dem Drehmoment oder dem Flüssigkeitsdruck, die einen Fahrkorb mit der Nennlast in Abwärtsrichtung repräsentieren.

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

Wenn während des Versuchs die Teile, die der Reibung unterworfen sind, ausgetauscht werden, muss jeder Satz zu fünf Versuchen in der Lage sein.

4.8.3.2.3 Einrichtung für verschiedene Massen, Drehmomente oder Flüssigkeitsdrücke

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

Es muss eine Gleichung oder ein Diagramm zur Verfügung gestellt werden, woraus die Abhängigkeit der Bremskraft, des Drehmoments oder des Flüssigkeitsdrucks von einer bestimmten Einstellung hervorgeht. Die Ergebnisse werden als zurückgelegte Strecke angegeben.

Die Gültigkeit der bereitgestellten Gleichung oder Tabelle muss verifiziert werden.

4.8.3.2.4 Versuchsverfahren für Detektoren für unbeabsichtigte Bewegung

Zum Nachweis der Funktion der Einrichtung müssen zehn Versuche durchgeführt werden. Alle Versuche müssen positiv ausfallen, um den korrekten Betrieb zu verifizieren.

4.8.3.2.5 Versuchsverfahren für die Selbstüberwachung

Zum Nachweis der Funktion der Einrichtung müssen zehn Versuche durchgeführt werden. Alle Versuche müssen positiv ausfallen, um den korrekten Betrieb zu verifizieren.

Darüber hinaus muss die Fähigkeit der Selbstüberwachung, den Verlust der Redundanz des Bremslements zu erkennen, bevor eine kritische Situation eintritt, verifiziert werden.

4.8.3.3 Prüfung nach Versuchsdurchführung

Nach der Prüfung

- a) muss festgestellt werden, ob die mechanischen Eigenschaften des/der Bremslemente(s) noch mit den in den Dokumenten angegebenen Ursprungswerten übereinstimmen. In Sonderfällen dürfen weitere Untersuchungen durchgeführt werden;
- b) muss geprüft werden, ob Brüche, Verformungen oder andere Änderungen aufgetreten sind (z. B. Risse, Verformungen oder Abnutzung der Fangelemente, Aussehen der Fangflächen);
- c) muss die Schutteinrichtung mit den Bremsbacken und die Teile, auf die sie wirkt, bei Bedarf fotografiert werden, um die Verformungen und die Bruchstellen zu dokumentieren.

4.8.4 Prüfbericht

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

- das Prüfverfahren;
- die Beschreibung des Prüfaufbaus;
- die Anordnung des Prüfmusters im Prüfaufbau;
- die Anzahl der durchgeführten Versuche;
- die Aufzeichnung aller gemessenen Werte;
- die Beschreibung der Beobachtungen während der Versuche;
- die Auswertung der Prüfergebnisse in Bezug auf die Übereinstimmung mit den Anforderungen.

4.8.5 Verifizierungsbericht

Im Prüfbericht muss Folgendes angegeben werden:

- a) Art und Anwendungsbereich der Schutzeinrichtung/des Teils der Schutzeinrichtung gegen unbeabsichtigte Bewegung des Fahrkorbs;
- b) die Grenzen der Schlüsselparameter;
- c) die Prüfgeschwindigkeit mit den relevanten Kenngrößen für die Endprüfung;
- d) die Art der Teile auf die die Bremsenlemente wirken;
- e) die Kombination aus „Detektor“ und „Bremsenlement“ der Einrichtung im Falle eines vollständigen Systems;
- f) die Schnittstellenbedingungen im Falle von Teilsystemen.

4.9 Verifizierung von Leitungsbruchventil/Drossel-Rückschlagventil

4.9.1 Allgemeine Vorschriften

4.9.1.1 Allgemeines

Im Folgenden bezieht sich der Begriff „Leitungsbruchventil“ auf „Leitungsbruchventil/Drossel-Rückschlagventil mit beweglichen mechanischen Teilen“.

Die folgenden Informationen müssen bereitgestellt werden:

- a) der Bereich von:
 - 1) Strömung;
 - 2) Druck;
 - 3) Viskosität;
 - 4) Umgebungstemperatur; und
- b) das Befestigungsverfahren;

- c) Detail- und Zusammenstellungszeichnungen mit den erforderlichen Daten in Bezug auf Bauart, Wirkungsweise, Einstellung, Werkstoffe, Abmessungen und Toleranzen des Leitungsbruchventils und der Bauteile der Konstruktion.

4.9.1.2 Zu prüfende Prüfmuster

Folgendes muss vorgesehen werden:

- a) ein Leitungsbruchventil;
- b) eine Liste der Flüssigkeiten, die zusammen mit dem Leitungsbruchventil verwendet werden dürfen, oder eine ausreichende Menge der zu verwendenden Spezialflüssigkeit.

4.9.1.3 Prüfung

4.9.1.3.1 Prüfeinrichtung

Das mit der vorgesehenen Methode montierte Leitungsbruchventil muss in einem hydraulischen System geprüft werden, wobei:

- a) der erforderliche Prüfdruck von der Masse abhängig ist;
- b) der Durchfluss über einstellbare Ventile geregelt wird;
- c) der Druck vor und hinter dem Leitungsbruchventil aufgezeichnet werden kann;

ANMERKUNG „Vor dem Leitungsbruchventil“ bedeutet zwischen dem Zylinder und dem Leitungsbruchventil.

- d) Mittel zur Veränderung der Umgebungstemperatur des Leitungsbruchventils und der Viskosität der Hydraulikflüssigkeit vorgesehen sind.

Das System muss die Aufzeichnung des Durchflusses im Zeitverlauf ermöglichen. Zur Bestimmung der Durchflusswerte ist die Messung eines anderen Wertes, und zwar der Geschwindigkeit des Kolbens, aus der der Durchfluss abgeleitet werden kann, zulässig.

4.9.1.3.2 Messgeräte

Die Messgeräte müssen eine Genauigkeit nach 4.1 aufweisen.

4.9.1.4 Durchführung der Prüfungen

4.9.1.4.1 Allgemeines

Die Prüfung muss:

- a) ein vollständiges Versagen der Rohrleitung simulieren, das zu einem Zeitpunkt eintritt, an dem die Geschwindigkeit des Fahrkorbs gleich Null ist;
- b) den Widerstand des Leitungsbruchventils gegen Druck bewerten.

4.9.1.4.2 Simulation eines vollständigen Versagens der Rohrleitung

4.9.1.4.2.1 Bei der Simulation eines völligen Versagens der Rohrleitung muss der Durchfluss aus einer statischen Situation durch Öffnen eines Ventils eingeleitet werden, vorausgesetzt, der statische Druck vor dem Leitungsbruchventil sinkt auf weniger als 10 %.

Die Toleranzen des Schließventils müssen berücksichtigt werden innerhalb des angegebenen Bereichs von:

- a) Strömung;
- b) Viskosität;
- c) Druck;
- d) Umgebungstemperatur.

Dies muss erreicht werden durch zwei Prüfreihe mit:

- Maximaldruck, maximaler Umgebungstemperatur, minimal einstellbarem Durchfluss und minimaler Viskosität;
- Maximaldruck, minimaler Umgebungstemperatur, maximal einstellbarem Durchfluss und maximaler Viskosität.

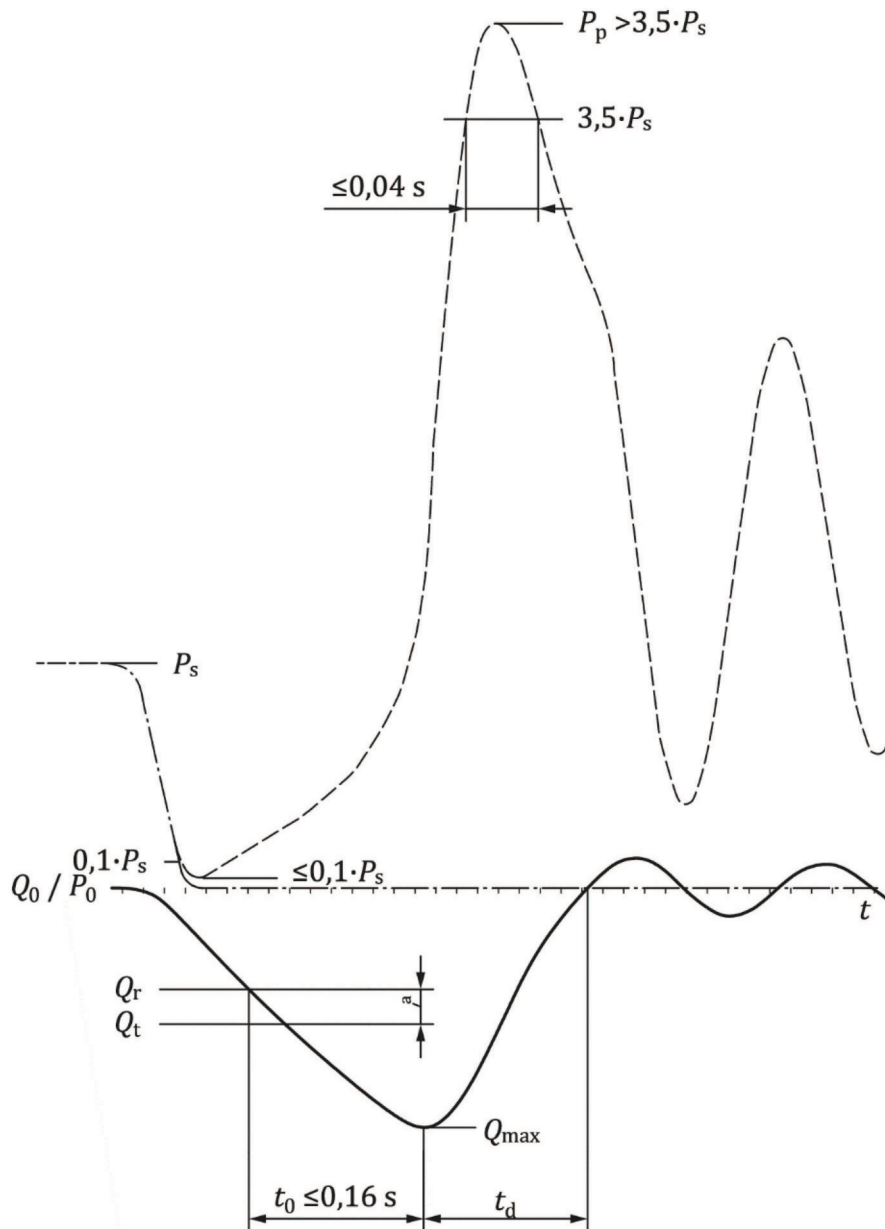
In jeder Prüfreihe müssen mindestens zehn Prüfungen durchgeführt werden, um die Betriebstoleranzen des Leitungsbruchventils unter diesen Bedingungen zu bewerten.

4.9.1.4.2.2 Während der Prüfungen muss die Beziehung zwischen:

- Durchfluss und Zeit;
- Druck vor dem Leitungsbruchventil und Zeit;
- Druck hinter dem Leitungsbruchventil und Zeit

aufgezeichnet werden.

Die typischen Eigenschaften dieser Kurven sind in Bild 3 dargestellt.



Legende

- P_0 Druck vor der Prüfung
- P_p Spitzendruck
- P_s statischer Druck
- Q_0 Durchfluss vor der Prüfung
- $Q_{\max}$ maximaler Durchfluss
- Q_r Durchfluss bei Erfassungspunkt mit Nenngeschwindigkeit
- Q_t Durchfluss am Auslösepunkt
- t Zeit
- t_0 Zeit zwischen Erfassungspunkt und maximalem Durchfluss vor dem Schließen
- t_d Zeit zwischen maximalem Schließdurchfluss und Nulldurchfluss vor einem Rückprall

— · — · Druck nach dem Leitungsbrechventil

— — — — Durchfluss der Hydraulikflüssigkeit

— — — — Druck vor dem Leitungsbrechventil

^a Das Leitungsbrechventil muss ausgelöst werden, bevor die Geschwindigkeit gleich der Nenngeschwindigkeit +0,3 m/s ist.

Bild 3 — Durchfluss der Hydraulikflüssigkeit, Druck vor und hinter dem Leitungsbrechventil

4.9.1.4.3 Druckbeständigkeit

Um die Druckbeständigkeit des Leitungsbruchventils nachzuweisen, muss es einer Druckprüfung mit dem 5-fachen Maximaldruck über eine Dauer von 2 min unterzogen werden.

4.9.1.5 Auswertung der Prüfungen

4.9.1.5.1 Schließvorgang

Das Leitungsbruchventil erfüllt die Anforderungen dieses Dokuments, wenn die nach 4.9.1.4.2 aufgezeichneten Kurven zeigen, dass:

- a) die Zeit t_0 zwischen dem Nenndurchfluss (100 % Durchfluss) und dem maximalen Durchfluss, $Q_{\max}$, nicht mehr als 0,16 s beträgt;
- b) die Zeit, t_d , für die Abnahme des Durchflusses der Gleichung (8) entspricht:

$$\frac{Q_{\max}}{6 \cdot A \cdot 9,81} \leq t_d \leq \frac{Q_{\max}}{6 \cdot A \cdot 1,96} \quad (8)$$

Dabei ist

A die Fläche des Hebers, auf die der Druck wirkt, in cm^2 ;

$Q_{\max}$ die maximale Durchflussmenge der Hydraulikflüssigkeit in l/min;

t_d die Bremszeit in Sekunden.

- c) ein Druck von mehr als $3,5 \cdot P_S$, wobei P_S der statische Druck ist, nicht länger als 0,04 s anhält;
- d) das Leitungsbruchventil ausgelöst werden muss, bevor die Geschwindigkeit gleich der Nenngeschwindigkeit +0,30 m/s ist.

4.9.1.5.2 Druckfestigkeit

Das Leitungsbruchventil erfüllt die Anforderungen der Norm, wenn es im Anschluss an die Druckprüfung nach 4.9.1.4.3 keine dauerhaften Schäden aufweist.

4.9.1.6 Verifizierungsbericht

Im Prüfbericht muss Folgendes angegeben werden:

- a) Typ und Anwendungsbereich des Leitungsbruchventils;
- b) der Bereich von:
 - 1) Durchfluss des Leitungsbruchventils;
 - 2) Druck des Leitungsbruchventils;
 - 3) Viskosität der zu verwendenden Hydraulikflüssigkeiten;
 - 4) Umgebungstemperatur des Leitungsbruchventils.

Dem Bericht muss ein Diagramm beigelegt sein, das die Beziehung zwischen dem maximalen Durchfluss $Q_{\max}$ (siehe Bild 3) und der Einstellung der Einrichtung zeigt.

4.10 Berechnung der Führungsschienen

4.10.1 Berechnungsbereich

Führungsschienen müssen unter Berücksichtigung der folgenden Belastungen bemessen werden:

- Biegespannung;
- kombiniertes Biegen;
- Knickspannung;
- Druck-/Zugspannung;
- kombiniertes Biegen und Druck-/Zugspannung;
- kombiniertes Biegen und Knicken;
- Flansch-Biegespannung.

Darüber hinaus muss eine Analyse der Durchbiegungen durchgeführt werden.

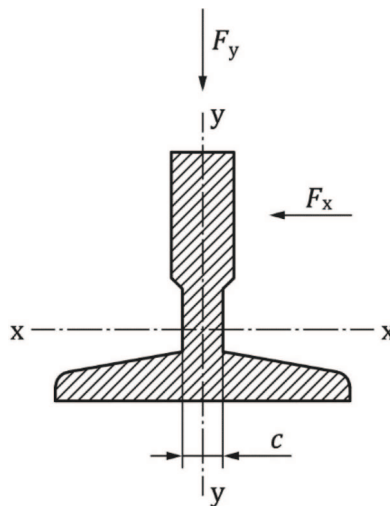
Die für diese Berechnungen verwendeten Kenngrößen sind in den Normen beschrieben, die die Anwendung dieser Norm fordern, z. B. ISO 8100-1:2023, 4.7.

ANMERKUNG Ein Beispiel für eine Berechnung nach dem folgenden Verfahren ist in Anhang B enthalten.

4.10.2 Biegen

4.10.2.1 Bei der Berechnung der Biegespannungen in den verschiedenen Achsen der Führungsschiene (siehe Bild 4) kann davon ausgegangen werden, dass:

- die Führungsschiene ein durchgehender Balken mit flexiblen Befestigungspunkten in Abständen der Länge l ist;
- die resultierenden Kräfte, die Biegespannungen verursachen, in der Mitte zwischen benachbarten Befestigungspunkten wirken;
- die Halterungen, die die Führungen tragen, starr sind und die horizontale Verschiebung der Führung begrenzen;
- Biegemomente auf die neutrale Achse des Führungsschienenprofils wirken.



Legende

X neutrale Achse in der x-x-Ebene

Y neutrale Achse in der y-y-Ebene

c Breite des Verbindungsstücks zwischen dem Fuß und dem Kopf

F_x Kraft, die auf die Fläche des Kopfes der Führung ausgeübt wird

F_y Kraft, die auf das Ende des Kopfes der Führung ausgeübt wird

Bild 4 — Achse der Führungsschiene

Zur Auswertung der Biegespannung σ_m aus den horizontalen Kräften, die rechtwinklig zur Achse des Profils wirken, müssen die Gleichungen (9) und (10) verwendet werden:

$$\sigma_m = \frac{M_m}{W} \quad (9)$$

$$\text{wobei } M_m = \frac{3 \cdot F_h \cdot l}{16} \quad (10)$$

Dabei ist

F_h die horizontale Kraft, die von den Führungsschuhen in den verschiedenen Lastfällen auf die Führungsschiene ausgeübt wird in N;

l der maximale Abstand zwischen den Halterungen der Führung in mm;

M_m das Biegemoment in Nm;

σ_m die Biegespannung in N/mm²;

W der Querschnittsflächenmodul in m³.

4.10.2.2 Biegespannungen in verschiedenen Achsen müssen unter Berücksichtigung des Führungsschienenprofils kombiniert werden.

Wenn für W_x und W_y die üblichen Werte aus den Tabellen in ISO 8100-33:2022 ($W_{x,min}$ bzw. $W_{y,min}$) verwendet werden und die zulässigen Spannungen nicht überschritten werden, ist kein weiterer Nachweis erforderlich. Andernfalls muss analysiert werden, an welcher Außenkante des Führungsschienenprofils die Spannungen am höchsten sind.

4.10.2.3 Wenn mehr als zwei Führungsschienen verwendet werden, darf von einer gleichmäßigen Verteilung der Kräfte zwischen den Führungsschienen ausgegangen werden, vorausgesetzt, ihre Profile sind identisch.

4.10.2.4 Wenn mehr als eine Fangvorrichtung verwendet wird, die auf verschiedene Führungsschienen wirkt, darf davon ausgegangen werden, dass die gesamte Bremskraft gleichmäßig auf die Fangvorrichtungen verteilt wird.

4.10.2.5 Bei vertikalen Multiplex-Fangvorrichtungen, die auf dieselbe Führungsschiene wirken, muss angenommen werden, dass die Bremskraft einer Führungsschiene an einem Punkt wirkt.

4.10.3 Knicken

Zur Bestimmung der Knickspannungen muss die Omega-Methode mit Gleichung (11) verwendet werden:

$$\sigma_k = \frac{(F_v + k_3 \cdot F_{\text{aux}}) \cdot \omega}{A} \quad (11)$$

Dabei ist

A die Querschnittsfläche einer Führungsschiene in mm^2 ;

F_{aux} die Kraft in einer Führungsschiene aufgrund von Hilfseinrichtungen in N;

F_v die auf eine Führungsschiene des Fahrkorbs, das Gegengewicht oder das Ausgleichsgewicht wirkende vertikale Kraft in N;

k_3 der Aufprallfaktor;

σ_k die Knickspannung in N/mm^2 ;

ω der Omega-Wert.

Die Omega-Werte können mit Hilfe der Gleichungen (12) und (13) ermittelt werden:

$$\lambda = l_k / i \quad (12)$$

$$l_k = l \quad (13)$$

Dabei ist

λ die Schlankheit;

i der minimale Radius der Rotation in Millimetern;

l der maximale Abstand zwischen den Halterungen der Führung in mm;

l_k die Knicklänge in mm.

Für Stahl mit einer Zugfestigkeit, $R_m = 370 \text{ N/mm}^2$:

Wert von λ	Wert von ω
$20 \leq \lambda \leq 60$	$\omega = 0,000\,129\,20 \cdot \lambda^{1,89} + 1$
$60 < \lambda \leq 85$	$\omega = 0,000\,046\,27 \cdot \lambda^{2,14} + 1$

Wert von λ	Wert von ω
$85 < \lambda \leq 115$	$\omega = 0,000\,017\,11 \cdot \lambda^{2,35} + 1,04$
$115 < \lambda \leq 250$	$\omega = 0,000\,168\,87 \cdot \lambda^{2,00}$

Für Stahl mit einer Zugfestigkeit, $R_m = 520 \text{ N/mm}^2$:

Wert von λ	Wert von ω
$20 \leq \lambda \leq 50$	$\omega = 0,000\,082\,40 \cdot \lambda^{2,06} + 1,021$
$50 < \lambda \leq 70$	$\omega = 0,000\,018\,95 \cdot \lambda^{2,41} + 1,05$
$70 < \lambda \leq 89$	$\omega = 0,000\,024\,47 \cdot \lambda^{2,36} + 1,03$
$89 < \lambda \leq 250$	$\omega = 0,000\,253\,30 \cdot \lambda^{2,00}$

Die Bestimmung der Omega-Werte (ω_R) von Stahl mit einer Zugfestigkeit, R_m , zwischen 370 N/mm^2 und 520 N/mm^2 wird mit Hilfe der Gleichung (14) durchgeführt:

$$\omega_R = \left[\frac{\omega_{520} - \omega_{370}}{520 - 370} \cdot (R_m - 370) \right] + \omega_{370} \quad (14)$$

4.10.4 Kombination von Biege- und Druck-/Zug- oder Knickspannungen

Die kombinierten Biege- und Druck-/Zug- oder Knickspannungen müssen mit den Gleichungen (15) bis (17) ermittelt werden:

Biegespannungen:

$$\sigma = \sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{\text{perm}} \quad (15)$$

Biege- und Druck-/Zugspannung:

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_v + k_3 \cdot F_{\text{aux}}}{A} \leq \sigma_{\text{perm}} \quad (16)$$

Biege- und Knickspannung:

$$\sigma = \sigma_k + 0,9 \times \sigma_y \leq \sigma_{\text{perm}} \quad (17)$$

Dabei ist

- A die Querschnittsfläche einer Führungsschiene in mm^2 ;
- F_{aux} die Kraft in einer Führungsschiene aufgrund von Hilfseinrichtungen in N;
- F_v die auf eine Führungsschiene des Fahrkorbs, das Gegengewicht oder das Ausgleichsgewicht wirkende vertikale Kraft in N;
- k_3 der Aufprallfaktor;
- σ die kombinierte Spannung in N/mm^2 ;
- σ_k die Knickspannung in N/mm^2 ;
- σ_m die Biegespannung in N/mm^2 ;

σ_{perm} die zulässige Spannung in N/mm²;

σ_x die Biegespannung bezogen auf die X-Achse in N/mm²;

σ_y die Biegespannung bezogen auf die Y-Achse in N/mm².

4.10.5 Flanschbiegung

Die Flanschbiegung muss berücksichtigt werden. Bei T-förmigen Führungsschienen müssen die Gleichungen (18) und (19) verwendet werden für:

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{\text{perm}} \text{ für Rollenführungsschuhe} \quad (18)$$

$$\sigma_F = \frac{F_x \cdot (h_1 - b - f) \cdot 6}{c^2 \cdot [l + 2 \cdot (h_1 - f)]} \leq \sigma_{\text{perm}} \text{ für Gleitführungsschuhe} \quad (19)$$

Dabei ist

b die Hälfte der Breite des Führungsschuhfutters in mm;

c die Breite des Verbindungsstücks zwischen dem Fuß und dem Kopf in mm;

f die Fußtiefe der Führungsschiene an ihrer Verbindung mit dem Kopf in mm;

F_x die Kraft, die von einem Führungsschuh auf den Flansch ausgeübt wird in N;

h_1 die Höhe der Führungsschiene in mm;

l die Länge des Führungsschuhfutters in mm;

σ_F die Biegespannung des lokalen Flansches in N/mm²;

σ_{perm} die zulässige Spannung in N/mm².

ANMERKUNG Die Maße sind in Bild 5 dargestellt.