

DIN EN 81-50

DIN

ICS 91.140.90

Ersatz für
DIN EN 81-50:2014-11

**Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen –
Prüfungen –
Teil 50: Konstruktionsregeln, Berechnungen und Prüfungen von
Aufzugskomponenten;
Deutsche Fassung EN 81-50:2014**

Safety rules for the construction and installation of lifts –
Examinations and tests –

Part 50: Design rules, calculations, examinations and tests of lift components;
German version EN 81-50:2014

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

Partie 50: Règles de conception, calculs, examens et essais des composants pour
élévateurs;
Version allemande EN 81-50:2014

Gesamtumfang 100 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)



Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Sie beinhaltet die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitee CEN/TC 10 „Aufzüge, Fahrtreppen und Fahrsteige“ im Europäischen Komitee für Normung (CEN) ausgearbeiteten EN 81-50:2014.

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

Diese Norm konkretisiert einschlägige Anforderungen von Anhang I der EG-Richtlinie für Aufzüge 95/16/EG an erstmals im EWR in Verkehr gebrachte Aufzüge, um den Nachweis der Übereinstimmung mit diesen Anforderungen zu erleichtern.

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

Die im Abschnitt 2 und den Literaturhinweisen zitierten Europäischen Normen sind als DIN EN- bzw. DIN EN ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 81-1:2010-06 und DIN EN 81-2:2010-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Entfall der Beschaffenheitsanforderungen aus DIN EN 81-1:2010-06 und DIN EN 81-2:2010-08;
- b) Aufnahme der Prüfanforderungen aus DIN EN 81-1:2010-06 und DIN EN 81-2:2010-08;
- c) Erhöhung der Sicherheit aufgrund von Änderungen bei den verfügbaren Technologien;
- d) Notwendigkeit zum Widerspiegeln des geänderten Standes der Technik;
- e) Einbeziehung grundlegender Gesundheits- und Sicherheitsanforderungen aus den einschlägigen EU-Richtlinien;
- f) Beseitigung offensichtlicher Irrtümer;
- g) Übernahme von Anregungen, die aus Auslegungsanfragen resultieren;
- h) Anpassung der in Bezug genommenen Normen an die inzwischen eingetretene Entwicklung in diesem Bereich.

Gegenüber DIN EN 81-50:2014-11 wurden folgende Korrekturen vorgenommen:

- a) In 5.11.3 b), wurde die Formel T_2 ersetzt.

Frühere Ausgaben

DIN EN 81-1: 1978-05, 1986-10, 1999-02, 2000-05, 2010-06
DIN EN 81-1/A1: 2006-03
DIN EN 81-1/A2: 2005-01
DIN EN 81-2: 1989-07, 1999-02, 2000-05, 2010-08
DIN EN 81-2/A1: 2006-03
DIN EN 81-2/A2: 2005-01
DIN EN 81-50: 2014-11

Deutsche Fassung

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

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

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

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 28. Mai 2014 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Liste der signifikanten Gefährdungen.....	7
5 Konstruktionsregeln, Berechnungen und Prüfungen.....	8
5.1 Allgemeine Festlegungen zur Baumusterprüfung von Sicherheitsbauteilen	8
5.1.1 Zweck und Umfang der Prüfung	8
5.1.2 Allgemeine Bestimmungen.....	9
5.2 Baumusterprüfung für Verriegelungen von Schacht- und Fahrkorbtüren	9
5.2.1 Allgemeines	9
5.2.2 Prüfungen	10
5.2.3 Besondere Prüfungen bei bestimmten Arten von Türverschlüssen	13
5.2.4 Baumusterprüfbescheinigung.....	13
5.3 Baumusterprüfung für Fangvorrichtungen.....	13
5.3.1 Allgemeine Bestimmungen.....	13
5.3.2 Sperrfangvorrichtung	14
5.3.3 Bremsfangvorrichtung	16
5.3.4 Kommentare	19
5.3.5 Baumusterprüfbescheinigung.....	19
5.4 Baumusterprüfung für Geschwindigkeitsbegrenzer.....	20
5.4.1 Allgemeines	20
5.4.2 Prüfung der Merkmale des Geschwindigkeitsbegrenzers	20
5.4.3 Baumusterprüfbescheinigung.....	21
5.5 Baumusterprüfung für Puffer	22
5.5.1 Allgemeines	22
5.5.2 Einzureichende Prüfmuster	22
5.5.3 Prüfung	22
5.5.4 Baumusterprüfbescheinigung.....	26
5.6 Baumusterprüfung für Sicherheitsschaltungen mit elektronischen Bauelementen und/oder programmierbaren elektronischen Systemen (PESSRAL)	26
5.6.1 Allgemeine Bestimmungen.....	26
5.6.2 Prüfmuster	27
5.6.3 Prüfungen	27
5.6.4 Baumusterprüfbescheinigung.....	29
5.7 Baumusterprüfung für Schutzeinrichtungen für den aufwärts fahrenden Fahrkorb gegen Übergeschwindigkeit.....	29
5.7.1 Allgemeines	29
5.7.2 Angaben und Prüfmuster.....	30
5.7.3 Prüfung	30
5.7.4 Mögliche Änderung der Einstellung	31
5.7.5 Prüfbericht.....	32
5.7.6 Baumusterprüfbescheinigung.....	32
5.8 Baumusterprüfung für Schutzeinrichtungen gegen unbeabsichtigte Bewegungen des Fahrkorbs	32
5.8.1 Allgemeines	32
5.8.2 Angaben und Prüfmuster.....	33

5.8.3	Prüfung	33
5.8.4	Mögliche Änderung der Einstellung	35
5.8.5	Prüfbericht	35
5.8.6	Baumusterprüfbescheinigung	36
5.9	Baumusterprüfung für Leitungsbruchventile/Drossel-Rückschlagventile	36
5.9.1	Allgemeine Bestimmungen	36
5.10	Führungsschienenberechnung.....	41
5.10.1	Umfang der Berechnungen	41
5.10.2	Biegen.....	41
5.10.3	Knicken.....	42
5.10.4	Zusammengesetzte Biege- und Druck-/Zug- oder Knickspannung	43
5.10.5	Flanschbiegung	44
5.10.6	Durchbiegungen	45
5.11	Ermittlung der Treibfähigkeit	45
5.11.1	Einführung.....	45
5.11.2	Berechnung der Treibfähigkeit	46
5.11.3	Gleichungen für den allgemeinen Fall	50
5.12	Ermittlung des Sicherheitsfaktors von Tragseilen bei elektrisch angetriebenen Aufzügen	53
5.12.1	Allgemeines	53
5.12.2	Äquivalente Anzahl von Seilrollen N_{equiv}	54
5.12.3	Sicherheitsfaktor	55
5.13	Berechnung von Kolben, Zylindern, festen Druckleitungen und Zubehör	56
5.13.1	Berechnung gegen Überdruck.....	56
5.13.2	Berechnungen der Heber gegen Knicken.....	58
5.14	Pendelschlagversuche.....	61
5.14.1	Allgemeines	61
5.14.2	Versuchseinrichtung.....	62
5.14.3	Prüfdurchführung.....	62
5.14.4	Auswertung der Versuche	63
5.14.5	Prüfbericht	63
5.15	Elektronische Bauelemente — Fehlerausschlüsse	66
5.16	Auslegungsvorschriften für programmierbare elektronische Systeme (PESSRAL)	74
Anhang A (normativ) Muster einer Baumusterprüfbescheinigung		75
Anhang B (normativ) Programmierbare elektronische Systeme in sicherheitsrelevanten		
Anwendungen für Aufzüge (PESSRAL)		76
B.1	Gemeinsame Maßnahmen	76
B.2	Besondere Maßnahmen	79
B.3	Beschreibung der möglichen Maßnahmen.....	82
Anhang C (informativ) Nachweis von Führungsschienen — Berechnungsbeispiel		87
C.1	Allgemeines	87
C.2	Allgemeine Konfiguration für Aufzüge mit Fangvorrichtung	89
C.2.1	Fangen.....	89
C.2.2	Normalbetrieb — Fahren.....	91
C.2.3	Normalbetrieb — Beladen.....	92
Anhang D (informativ) Berechnung der Treibfähigkeit		94
Anhang E (informativ) Äquivalente Anzahl von Seilrollen N_{equiv} — Beispiele		96
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den		
grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 95/16/EG		97
Literaturhinweise		98

Vorwort

Dieses Dokument (EN 81-50:2014) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 10 „Aufzüge, Fahrtreppen und Fahrsteige“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Februar 2015, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 2017 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument ersetzt EN 81-1:1998+A3:2009 und EN 81-2:1998+A3:2009 in Verbindung mit EN 81-20:2014.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

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

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

Dies ist die erste Ausgabe dieser Norm. Die Notwendigkeit für den Ersatz beruhte auf den folgenden Punkten:

- Erhöhung der Sicherheit aufgrund von Änderungen bei den verfügbaren Technologien;
- Notwendigkeit zum Widerspiegeln des geänderten Standes der Technik;
- Einbeziehung grundlegender Gesundheits- und Sicherheitsanforderungen aus den einschlägigen EU-Richtlinien;
- Beseitigung offensichtlicher Irrtümer;
- Übernahme von Anregungen, die aus Auslegungsanfragen¹⁾ resultieren;
- Anpassung der in Bezug genommenen Normen an die inzwischen eingetretene Entwicklung in diesem Bereich.

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

1) Im CEN/TC 10 ist ein Interpretationskomitee gegründet worden um zu erläutern, in welchem Sinn die Experten die verschiedenen Abschnitte dieser Norm verfasst haben. Alle diese Auslegungen sind in CEN/TS 81-11 solange veröffentlicht, bis sie durch Änderungen in die betreffenden Normen eingearbeitet werden.

Einleitung

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

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

1 Anwendungsbereich

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

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 81-20:2014, *Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen — Aufzüge für den Personen- und Gütertransport — Teil 20: Personen- und Lastenaufzüge*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

zugelassene Stelle

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

3.2

Sicherheitsbauteil

Bauteil, das bereitgestellt wird, um beim Ansprechen eine Sicherheitsfunktion wahrzunehmen²⁾

3.3

Baumusterprüfbescheinigung

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

4 Liste der signifikanten Gefährdungen

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

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

Tabelle 1 — Liste der signifikanten Gefährdungen

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

5 Konstruktionsregeln, Berechnungen und Prüfungen

5.1 Allgemeine Festlegungen zur Baumusterprüfung von Sicherheitsbauteilen

5.1.1 Zweck und Umfang der Prüfung

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

5.1.2 Allgemeine Bestimmungen

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

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

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

5.1.2.4 Der Antragsteller darf bei den Prüfungen zugegen sein.

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

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

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

5.2 Baumusterprüfung für Verriegelungen von Schacht- und Fahrkorbtüren

5.2.1 Allgemeines

5.2.1.1 Anwendungsbereich

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

5.2.1.2 Einzureichende Unterlagen

5.2.1.2.1 Übersichtszeichnung mit Funktionsbeschreibung

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

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

5.2.1.2.2 Zusammenstellungszeichnung und Beschreibung

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

5.2.1.3 Prüfmuster

Der Prüfstelle muss ein Türverschluss zur Verfügung gestellt werden.

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

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

5.2.2 Prüfungen

5.2.2.1 Funktionsprüfung

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

Insbesondere muss geprüft werden, dass

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

5.2.2.2 Mechanische Prüfungen

5.2.2.2.1 Allgemeines

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

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

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

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

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

5.2.2.2.2 Dauerversuch

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

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

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

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

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

5.2.2.2.3 Statische Prüfung

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

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

5.2.2.2.4 Dynamische Prüfung

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

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

5.2.2.3 Kriterien für die mechanischen Prüfungen

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

5.2.2.4 Elektrische Prüfungen

5.2.2.4.1 Dauerversuch mit den Schaltern

Diese Prüfung ist Bestandteil des Dauerversuchs nach 5.2.2.2.2.

5.2.2.4.2 Schalleistungsprüfungen

5.2.2.4.2.1 Allgemeines

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

Wurde nichts festgelegt, müssen folgende Nennwerte zugrunde gelegt werden:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5.2.2.4.3 Prüfung der Kriechstromfestigkeit

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

5.2.2.4.4 Prüfung der Kriechstrecken und Luftstrecken

Die Kriechstrecken und Luftstrecken müssen in Übereinstimmung mit den Anforderungen aus solchen Normen sein, die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangen (z. B. EN 81-20:2014, 5.11.2.2.4).

5.2.2.4.5 Prüfung der Vorschriften für Sicherheitsschalter und ihre Zugänglichkeit

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

5.2.3 Besondere Prüfungen bei bestimmten Arten von Türverschlüssen

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

In Übereinstimmung mit den Anforderungen in Normen, die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangen, gelten solche Teile, die der unmittelbaren (z. B. EN 81-20:2014, 5.3.14.1) oder der mittelbaren mechanischen Verbindung (z. B. EN 81-20:2014, 5.3.14.2) zwischen den Türblättern dienen, als Bestandteile des Türverschlusses.

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

5.2.3.2 Klappen-Türverschluss für Drehtüren

Ist der Türverschluss mit einer elektrischen Sicherheitseinrichtung zur Überwachung einer möglichen Verformung der Klappe ausgerüstet und bestehen nach der in 5.2.2.2 vorgesehenen statischen Prüfung noch Zweifel über die Festigkeit des Türverschlusses, muss die Belastung stetig erhöht werden, bis die Sicherheitseinrichtung zu öffnen beginnt. Kein Teil des Türverschlusses oder der Tür darf durch die aufgebrachte Belastung beschädigt oder bleibend verformt werden.

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

5.2.4 Baumusterprüfbescheinigung

Die Bescheinigung muss enthalten:

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

5.3 Baumusterprüfung für Fangvorrichtungen

5.3.1 Allgemeine Bestimmungen

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

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

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

Dem Antrag müssen folgende Unterlagen beigefügt werden:

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

5.3.2 Sperrfangvorrichtung

5.3.2.1 Prüfmuster

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

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

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

5.3.2.2 Prüfung

5.3.2.2.1 Umfang der Prüfung

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

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

5.3.2.2.2 Prüfdurchführung

Die Führungsschiene muss durch die Fangvorrichtung bewegt werden.

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

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

Nach der Prüfung müssen

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

5.3.2.2.3 Unterlagen

5.3.2.2.3.1 Zwei Diagramme müssen erstellt werden:

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

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

Die in Betracht kommenden Diagrammflächen müssen sein:

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

5.3.2.3 Ermittlung der zulässigen Gesamtmasse

5.3.2.3.1 Energieaufnahmevermögen der Fangvorrichtung

Die Freifallhöhe muss im Zusammenhang mit der maximalen Auslösegeschwindigkeit des Geschwindigkeitsbegrenzers, die in Normen, die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangen (z. B. EN 81-20:2014, 5.6.2.2.1.2) gefordert ist, ermittelt werden.

Die Freifallhöhe in m muss wie folgt angenommen werden:

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

Dabei ist

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

Die gesamte von der Fangvorrichtung aufnehmbare Energie ist:

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

und daher:

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

Dabei ist

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

5.3.2.3.2 Zulässige Gesamtmasse

Die zulässige Gesamtmasse in kg beträgt

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

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

2 ist der Sicherheitsfaktor (im Nenner).

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

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

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

2 ist der Sicherheitsfaktor (im Nenner);

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

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

3,5 ist der Sicherheitsfaktor (im Nenner).

5.3.3 Bremsfangvorrichtung

5.3.3.1 Angaben und Prüfmuster

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

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

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

5.3.3.2 Prüfung

5.3.3.2.1 Umfang der Prüfung

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

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

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

5.3.3.2.1.2 Es müssen ermittelt werden:

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

5.3.3.2.2 Prüfdurchführung

5.3.3.2.2.1 Fangvorrichtung, zugelassen für eine einzige Masse

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

Bei den Prüfungen dürfen mehrere identische Bremsbacken verwendet werden.

Ein Bremsbackensatz muss jedoch

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

ermöglichen.

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

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

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

5.3.3.2.2.2 Fangvorrichtung, zugelassen für verschiedene Massen

Stufenweise oder stufenlose Einstellung:

Es müssen zwei Versuchsreihen durchgeführt werden,

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

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

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

5.3.3.2.3 Ermittlung der Bremskraft der Fangvorrichtung

5.3.3.2.3.1 Fangvorrichtung, zugelassen für eine einzige Gesamtmasse

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

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

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

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

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

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

5.3.3.2.3.2 Fangvorrichtung, zugelassen für verschiedene Massen

Stufenweise oder stufenlose Einstellung:

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

5.3.3.2.4 Prüfung nach Versuchsdurchführung

Nach den Prüfungen muss Folgendes geprüft werden:

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

5.3.3.3 Berechnung der zulässigen Masse

5.3.3.3.1 Fangvorrichtung, zugelassen für eine einzige Masse

Die zulässige Gesamtmasse muss mit folgender Formel berechnet werden:

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

Dabei ist

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

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

5.3.3.3.2 Fangvorrichtung, zugelassen für verschiedene Massen

5.3.3.3.2.1 Stufenweise Einstellung

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

5.3.3.3.2.2 Stufenlose Einstellung

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

5.3.3.4 Mögliche Änderung der Einstellung

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

5.3.4 Kommentare

a) Angegebene Masse

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

Bei Bremsfangvorrichtungen darf die angegebene Masse vom zulässigen Wert nach 5.3.3.3 um $\pm 7,5 \%$ abweichen. Es darf unter diesen Bedingungen angenommen werden, dass die Forderungen aus Normen (z. B. EN 81-20:2014, 5.6.2.1), die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangen, an einer Aufzugsanlage ungeachtet der üblichen Toleranzen der Dicke der Führungsschienen, des Oberflächenzustandes usw. erfüllt werden.

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

5.3.5 Baumusterprüfbescheinigung

Die Bescheinigung muss angeben:

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

Zusätzlich für Bremsfangvorrichtungen:

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

5.4 Baumusterprüfung für Geschwindigkeitsbegrenzer

5.4.1 Allgemeines

Der Antragsteller muss der Prüfstelle Folgendes angeben:

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

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

5.4.2 Prüfung der Merkmale des Geschwindigkeitsbegrenzers

5.4.2.1 Prüfmuster

Der Prüfstelle müssen

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

5.4.2.2 Prüfungen

5.4.2.2.1 Umfang der Prüfungen

Das Folgende muss geprüft werden:

- a) die Auslösegeschwindigkeit befindet sich in dem vom Antragsteller angegebenen Bereich,
- b) bei Normen, die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangen (z. B. EN 81-20:2014, 5.6.2.2.1.6 a)), die Wirkungsweise der elektrischen Sicherheitseinrichtung, die das Triebwerk stillsetzt, sofern diese Einrichtung am Geschwindigkeitsbegrenzer angeordnet ist,
- c) bei Normen, die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangen (z. B. EN 81-20:2014, 5.6.2.2.1.6 b)), die Wirkungsweise der elektrischen Sicherheitseinrichtung, die eine Fahrt des Aufzuges verhindert, solange der Geschwindigkeitsbegrenzer ausgelöst ist,
- d) die vom ausgelösten Geschwindigkeitsbegrenzer im Begrenzerseil erzeugte Zugkraft.

5.4.2.2.2 Prüfdurchführung

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

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

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

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

5.4.2.2.3 Auswertung der Prüfergebnisse

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

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

Im Laufe der 20 Versuche müssen die Einrichtungen, deren Prüfung in 5.4.2.2.1 b) und c) gefordert ist, innerhalb der von Normen, die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangen (z. B. EN 81-20:2014, 5.6.2.2.1.6 a) und 5.6.2.2.1.6 b)) angegebenen Grenzen schalten.

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

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

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

5.4.3 Baumusterprüfbescheinigung

Die Bescheinigung muss angeben:

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

5.5 Baumusterprüfung für Puffer

5.5.1 Allgemeines

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

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

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

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

5.5.2 Einzureichende Prüfmuster

Der Prüfstelle müssen

- a) ein Puffer,
- b) bei hydraulischen Puffern die erforderliche Flüssigkeit getrennt

zur Verfügung gestellt werden.

5.5.3 Prüfung

5.5.3.1 Energieverzehrende Puffer

5.5.3.1.1 Prüfdurchführung

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

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

5.5.3.1.2 Prüfgeräte

5.5.3.1.2.1 Freifallende Gewichte

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

5.5.3.1.2.2 Aufzeichnungsgeräte

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

5.5.3.1.2.3 Geschwindigkeitsmessung

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

5.5.3.1.2.4 Verzögerungsmessung

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

5.5.3.1.2.5 Zeitmessungen

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

5.5.3.1.3 Umgebungstemperatur

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

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

5.5.3.1.4 Pufferaufstellung

Die Pufferaufstellung und -befestigung muss wie im Normalbetrieb erfolgen.

5.5.3.1.5 Befüllung des Puffers

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

5.5.3.1.6 Prüfungen

5.5.3.1.6.1 Prüfung der Verzögerung

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

Die Verzögerung muss den Anforderungen der Norm, die diese Einrichtung fordert (z. B. EN 81-20:2014, 5.8.2.2.3), entsprechen.

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

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

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

5.5.3.1.6.2 Prüfung des Pufferrücklaufes in die Bereitschaftsstellung

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

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

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

5.5.3.1.6.3 Prüfung der Flüssigkeitsverluste

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

5.5.3.1.6.4 Zustandsprüfung des Puffers nach der Prüfung

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

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

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

5.5.3.2 Energie speichernde Puffer mit nicht-linearer Kennlinie

5.5.3.2.1 Prüfdurchführung

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

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

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

5.5.3.2.2 Prüfgeräte

Die Prüfeinrichtungen müssen 5.5.3.1.2 entsprechen.

5.5.3.2.3 Umgebungstemperatur

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

5.5.3.2.4 Pufferaufstellung

Die Pufferaufstellung und -befestigung muss wie im Normalbetrieb erfolgen.

5.5.3.2.5 Anzahl der Prüfungen

Je drei Versuche müssen mit der

- a) maximalen,
- b) minimalen

vorgesehenen Masse durchgeführt werden.

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

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

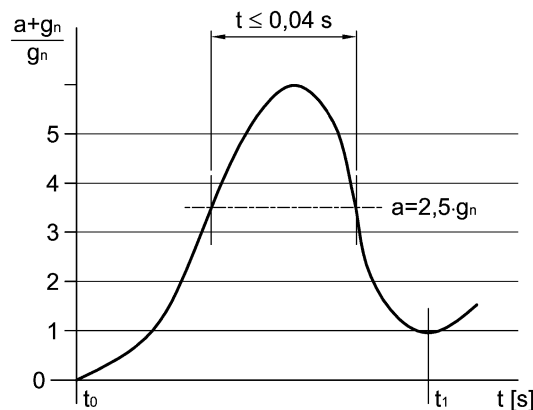
Der Puffer muss innerhalb der 30 min vor der Prüfung einmal statisch oder dynamisch belastet werden, um weitere Setzungen und Veränderungen während der Prüfung auszuschließen.

5.5.3.2.6 Prüfungen

5.5.3.2.6.1 Prüfung der Verzögerung

Die Verzögerung „a“ (z. B. EN 81-20:2014, 5.8.2.1.2.1) muss folgenden Anforderungen genügen:

- Die Verzögerung wird über die Zeit ermittelt, die zwischen den ersten beiden absoluten Minima der Verzögerung liegt (siehe Bild 1). Die Verzögerung darf den Höchstwert aus der Norm, die diese Einrichtung fordert, nicht überschreiten.
- Verzögerungsspitzen dürfen den Höchstwert aus der Norm, die diese Einrichtung fordert, nicht überschreiten.
- Die Verzögerungsspitze darf den Höchstwert aus der Norm, die diese Einrichtung fordert, nicht überschreiten.^{N1)}
- Die Rücklaufgeschwindigkeit darf den Höchstwert aus der Norm, die diese Einrichtung fordert, nicht überschreiten.



Legende

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

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

5.5.3.2.6.2 Prüfung des Zustandes des Puffers nach den Versuchen

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

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

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

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

5.5.4 Baumusterprüfbescheinigung

Die Bescheinigung muss angeben:

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

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

5.6.1 Allgemeine Bestimmungen

5.6.1.1 Allgemeines

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

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

5.6.1.2 Sicherheitsschaltungen mit elektronischen Komponenten

Der Antragsteller muss der Prüfstelle Folgendes bekannt geben:

- a) Bezeichnung der Leiterplatte,
- b) Arbeitsumgebung,
- c) Aufstellung der benutzten Bauelemente,
- d) Layout der Leiterplatte,
- e) Layout der Hybridschaltungen und Markierungen der Leiterbahnen für Sicherheitsschaltungen,
- f) Funktionsbeschreibung,
- g) elektrische Schaltpläne einschließlich Eingangs- und Ausgangsdefinitionen der Leiterplatte,
- h) das zur Anwendung gekommene Verfahren für die Fehlerbetrachtung und die dokumentierten Ergebnisse.

5.6.1.3 Auf programmierbaren elektronischen Systemen basierende Sicherheitsschaltungen

Zusätzlich zu 5.6.1.1 muss folgende Dokumentation bereitgestellt werden:

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

5.6.2 Prüfmuster

Der Prüfstellung muss

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

zur Verfügung gestellt werden.

5.6.3 Prüfungen

5.6.3.1 Mechanische Prüfungen

5.6.3.1.1 Allgemeines

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

5.6.3.1.2 Schwingungen

Gebererelemente von Sicherheitsschaltungen müssen folgenden Anforderungen genügen:

- a) EN 60068-2-6, Dauerprüfung durch Frequenzzyklen: Tabelle C.2:

20 Frequenzzyklen in jeder Achse bei einer Amplitude von 0,35 mm und im Frequenzbereich von 10 Hz bis 55 Hz

sowie

- b) EN 60068-2-27, Beschleunigung und Schockdauer: Tabelle 1:

in der Kombination von

- Spitzenbeschleunigung 294 m/s^2 oder $30 g_n$,
- entsprechender Schockdauer 11 ms und
- entsprechender Geschwindigkeitsänderung bei Halbsinus $2,1 \text{ m/s}$.

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

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

5.6.3.1.3 Stoßen (EN 60068-2-27)

5.6.3.1.3.1 Allgemeines

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

Die Prüfungen werden unterteilt in:

- a) Schocktests und
- b) Rütteltests.

Das Prüfmuster muss den folgenden Mindestanforderungen genügen:

5.6.3.1.3.2 Schocktest

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

5.6.3.1.3.3 Rütteltest

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

5.6.3.2 Temperaturprüfungen (EN 60068-2-14)

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

Prüfbedingungen:

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

5.6.3.3 Fehlerbetrachtung für elektrische Sicherheitsschaltungen

Das Dokument mit der Fehlerbetrachtung, die in der jeweiligen Norm (z. B. EN 81-20:2014, 5.11.2.3), die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangt, gefordert wird, muss überprüft werden.

5.6.3.4 Funktions- und Sicherheitsprüfungen von PESSRAL

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

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

5.6.4 Baumusterprüfbescheinigung

Die Bescheinigung muss angeben:

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

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

5.7 Baumusterprüfung für Schutzeinrichtungen für den aufwärts fahrenden Fahrkorb gegen Übergeschwindigkeit

5.7.1 Allgemeines

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

5.7.1.2 Der Antragsteller muss den vorgesehenen Einsatzbereich angeben:

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

5.7.1.3 Dem Antrag müssen folgende Unterlagen beigefügt werden:

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

5.7.2 Angaben und Prüfmuster

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

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

— entweder eine komplette Schutzeinrichtung für den aufwärts fahrenden Fahrkorb gegen Übergeschwindigkeit, die aus beiden Elementen, der Bremsenrichtung und der Geschwindigkeitskontrollleinrichtung besteht,

— oder nur das Element, das nicht nach 5.3, 5.4 oder 5.6 geprüft wurde,

vom Antragsteller zur Verfügung gestellt werden.

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

5.7.3 Prüfung

5.7.3.1 Umfang der Prüfung

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

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

Die Messungen müssen in Abhängigkeit von der Zeit aufgezeichnet werden.

5.7.3.2 Prüfdurchführung

5.7.3.2.1 Allgemeines

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

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

5.7.3.2.2 Einrichtung für eine Masse

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

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

Bei den Prüfungen dürfen mehrere identische Bremsbacken verwendet werden.

Ein Bremsbackensatz muss jedoch

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

ermöglichen.

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

5.7.3.2.3 Einrichtung für verschiedene Massen

Stufenweise oder stufenlose Einstellung

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

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

5.7.3.2.4 Einrichtung zur Kontrolle der Übergeschwindigkeit

5.7.3.2.4.1 Prüfdurchführung

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

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

5.7.3.2.4.2 Auswertung der Prüfergebnisse

Im Laufe der zwanzig Versuche darf die Auslösegeschwindigkeit die in solchen Normen, die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangen (z. B. EN 81-20:2014, 5.6.6.1), angegebenen Grenzen nicht überschreiten.

5.7.3.3 Prüfung nach Versuchsdurchführung

Nach der Prüfung

- a) muss die Härte der Bremsbacken mit den vom Antragsteller angegebenen Ursprungswerten verglichen werden;
- b) müssen Verformungen und andere Veränderungen festgestellt werden, (z. B. Risse, Verformungen oder Verschleiß der Bremsbacken und deren Oberflächenzustand), sofern kein Bruch aufgetreten ist;
- c) muss die Schutzeinrichtung für den aufwärts fahrenden Fahrkorb gegen Übergeschwindigkeit mit den Bremsbacken und die Teile, auf die sie wirkt, bei Bedarf fotografiert werden, um die Verformungen und die Bruchstellen zu dokumentieren;
- d) muss festgestellt werden, ob die Verzögerung mit der minimalen Masse den Wert von $1 g_n$ nicht überschritten hat.

5.7.4 Mögliche Änderung der Einstellung

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

5.7.5 Prüfbericht

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

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

5.7.6 Baumusterprüfbescheinigung

Die Bescheinigung muss angeben:

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

5.8 Baumusterprüfung für Schutzeinrichtungen gegen unbeabsichtigte Bewegungen des Fahrkorbs

5.8.1 Allgemeines

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

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

- kleinste und größte Masse;
- kleinste und größte Kraft oder Drehmoment oder Druck der Hydroflüssigkeit, falls zutreffend;
- einzelne Ansprechzeiten des Detektors, der Ansteuerung und des Bremslements/der Bremslemente;
- die höchste zu erwartende Geschwindigkeit vor Beginn der Verzögerung (siehe Anmerkung 1);
- Abstand vom Stockwerk, an dem der Detektor eingebaut wird;

- Prüfgeschwindigkeit(en) (siehe Anmerkung 2);
- Temperatur- und Feuchtigkeitsgrenzwerte der Konstruktion und weitere wichtige Angaben, die zwischen dem Antragsteller und der Prüfstelle vereinbart wurden.

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

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

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

Die Strecke, die der Fahrkorb während einer unbeabsichtigten Bewegung zurücklegen darf, wird in den Anforderungen solcher Normen, die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangen (z. B. EN 81-20:2014, 5.6.7.5) angegeben.

Dem Antrag müssen folgende Unterlagen beigefügt werden:

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

5.8.2 Angaben und Prüfmuster

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

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

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

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

5.8.3 Prüfung

5.8.3.1 Umfang der Prüfung

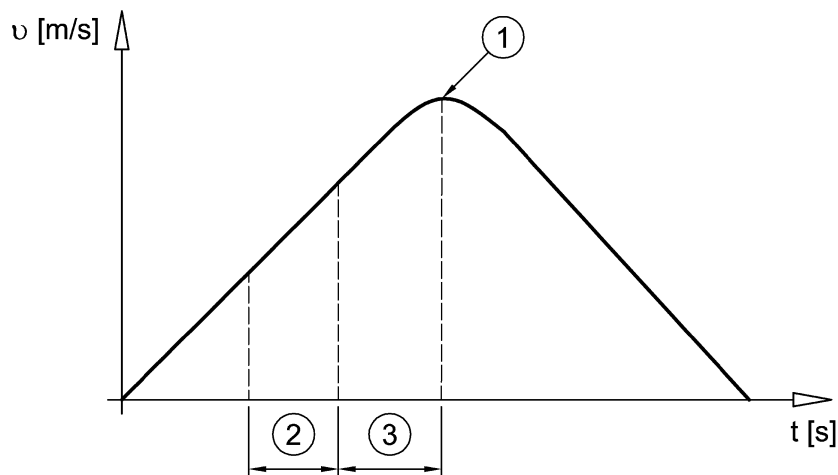
Der Prüfungsumfang muss zwischen dem Antragsteller und der Prüfstelle in Abhängigkeit von der Schutzeinrichtung und deren Funktionsweise so festgelegt werden, dass eine realistische Funktion des Systems erreicht wird.

Es müssen folgende Messungen durchgeführt werden:

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

Die Prüfung muss weiterhin beinhalten:

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



Legende

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

Bild 2 — Ansprechzeiten

5.8.3.2 Prüfdurchführung

5.8.3.2.1 Allgemeines

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

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

Der Mittelwert muss in der Bescheinigung angegeben werden.

5.8.3.2.2 Einrichtung für eine einzige Masse, ein einzelnes Drehmoment oder einem einzelnen Druck der Hydroflüssigkeit

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

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

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

5.8.3.2.3 Einrichtung für unterschiedliche Massen, Drehmomente oder Drücke der Hydroflüssigkeit

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

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

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

5.8.3.2.4 Prüfdurchführung für den Detektor für unbeabsichtigte Bewegung des Fahrkorbs

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

5.8.3.2.5 Prüfdurchführung für die Selbstüberwachung

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

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

5.8.3.3 Prüfung nach Versuchsdurchführung

Nach der Prüfung:

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

5.8.4 Mögliche Änderung der Einstellung

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

5.8.5 Prüfbericht

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

- das Prüfverfahren, das zwischen dem Antragsteller und der Prüfstelle festgelegt wurde;
- Beschreibung des Prüfaufbaus;
- Anordnung des Prüfmusters im Prüfaufbau;

- Anzahl der ausgeführten Versuche;
- Aufzeichnung aller gemessenen Werte;
- Beschreibung der Beobachtungen während der Versuche;
- Auswertung der Prüfergebnisse, um die Übereinstimmung mit den Anforderungen aufzuzeigen.

5.8.6 Baumusterprüfbescheinigung

Die Bescheinigung muss angeben:

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

5.9 Baumusterprüfung für Leitungsbruchventile/Drossel-Rückschlagventile

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

5.9.1 Allgemeine Bestimmungen

5.9.1.1 Allgemeines

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

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

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

5.9.1.2 Einzuzureichende Baumuster

Der Prüfstelle muss zur Verfügung gestellt werden:

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

5.9.1.3 Prüfung

5.9.1.3.1 Prüfeinrichtung

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

- a) der erforderliche Prüfdruck durch eine Masse erzeugt wird,
- b) der Durchfluss durch einstellbare Ventile kontrollierbar ist,
- c) der Druck vor und hinter dem Leitungsbruchventil³⁾ aufgezeichnet werden kann,
- d) Einrichtungen zur Veränderung der Umgebungstemperatur und der Viskosität der Hydroflüssigkeit vorhanden sind.

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

5.9.1.3.2 Messgeräte

Die Messgeräte müssen eine Genauigkeit nach 5.1.2.6 aufweisen.

5.9.1.4 Prüfverfahren

5.9.1.4.1 Allgemeines

Die Prüfung muss

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

5.9.1.4.2 Darstellung eines vollständigen Leitungsbruchs

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

Dabei müssen die Toleranzen des Schließwertes innerhalb des vorgesehenen Bereiches

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

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

Dies kann durch Versuchsreihen erreicht werden, wobei

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

eingehalten werden.

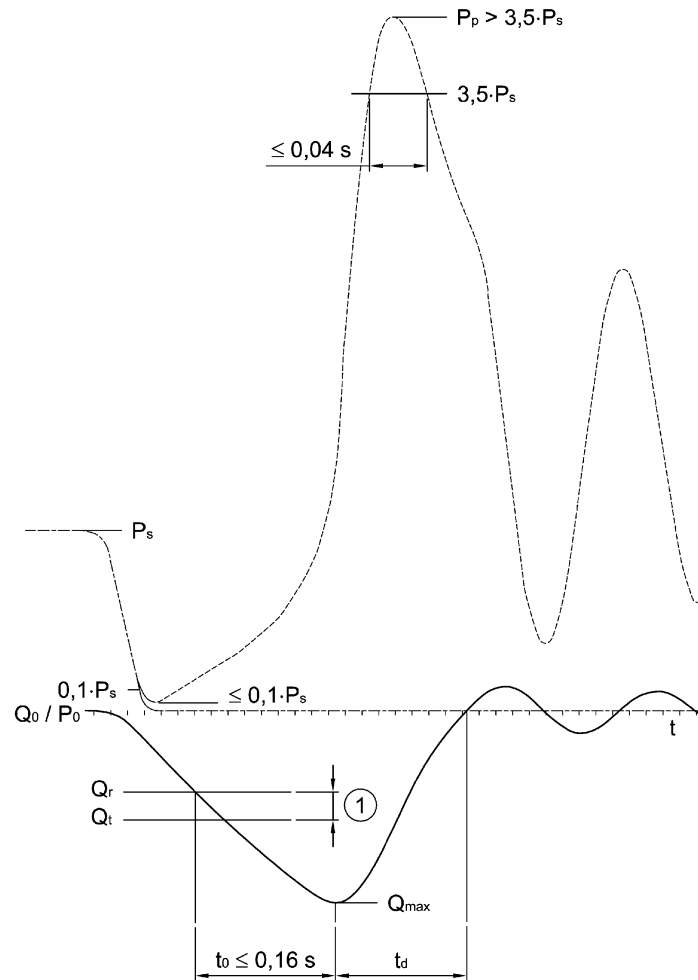
Jede Versuchsreihe muss mindestens 10 Versuche umfassen, um die Toleranzbreite des Ansprechens des Leitungsbruchventils unter diesen Bedingungen zu erfassen.

5.9.1.4.2.2 Während der Versuche muss die Abhängigkeit zwischen der Zeit und

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

aufgezeichnet werden.

Die typischen Verläufe dieser Kurven sind in Bild 3 dargestellt.



Legende

P_0 Druck vor der Prüfung

P_p Druckspitze

P_s statischer Druck

Q_0 Durchfluss vor der Prüfung

Q_{\max} größter Durchfluss

Q_r Durchfluss bei Erkennung der Nenngeschwindigkeit

Q_t Durchfluss am Auslösepunkt

t Zeit

t_0 Zeitraum zwischen Erkennung und dem größtem Durchfluss vor dem Schließen

t_d Zeitraum zwischen dem größten Durchfluss und Nulldurchfluss

— · — · — Druck nach dem Leitungsbruchventil

———— Durchfluss der Hydroflüssigkeit

— — — — — Druck vor dem Leitungsbruchventil

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

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

5.9.1.4.3 Widerstand gegen Druck

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

5.9.1.5 Auswertung der Prüfungen

5.9.1.5.1 Schließvorgang

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

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

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

Dabei ist

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

5.9.1.5.2 Widerstand gegen Druck

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

5.9.1.5.3 Nacheinstellung

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

5.9.1.6 Baumusterprüfbescheinigung.

Die Bescheinigung muss enthalten:

- Angaben nach Anhang A,
- Bauart und Anwendungsbereich,
- Bereich
 - der Durchflussmenge des Leitungsbruchventils,
 - des Drucks des Leitungsbruchventils,
 - der Viskosität der verwendeten Hydroflüssigkeit,
 - der Umgebungstemperatur des Leitungsbruchventils.

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

5.10 Führungsschienenberechnung

5.10.1 Umfang der Berechnungen

Führungsschienen müssen unter Berücksichtigung der folgenden Beanspruchungen bemessen sein:

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

Zusätzlich müssen Durchbiegungen analysiert werden.

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

5.10.2 Biegen

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

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

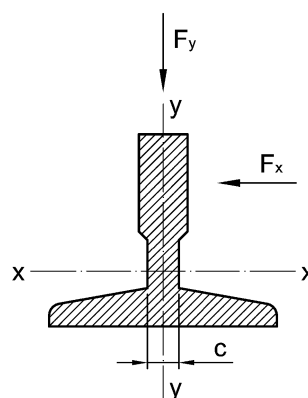


Bild 4 — Achsen der Führungsschiene

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

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

Dabei ist

- F_h die auf die Führungsschiene durch Führungsschuhe ausgeübte horizontale Kraft in den verschiedenen Lastfällen in N;
- l der größte Abstand zwischen den Schienenbügeln in mm.
- M_m das Biegemoment in Nm;
- σ_m die Biegespannung in N/mm²;
- W das Widerstandsmoment in mm³.

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

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

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

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

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

5.10.3 Knicken

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

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

Dabei ist

- A die Querschnittsfläche einer Führungsschiene in mm²;
- F_v die vertikale Kraft an einer Führungsschiene für den Fahrkorb, das Gegengewicht oder das Ausgleichsgewicht in N;
- k_3 der Stoßfaktor;
- M_{zus} die Kraft aus Zusatzeinrichtungen in einer Führungsschiene in N;
- σ_k die Knickspannung in N/mm²;
- ω die Knickzahl.

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

Dabei ist

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

Für Stahl mit der Bruchfestigkeit $R_m = 370 \text{ N/mm}^2$:

- $20 \leq \lambda \leq 60$: $\omega = 0,000\,129\,20 \cdot \lambda^{1,89} + 1$
 $60 < \lambda \leq 85$: $\omega = 0,000\,046\,27 \cdot \lambda^{2,14} + 1$
 $85 < \lambda \leq 115$: $\omega = 0,000\,017\,11 \cdot \lambda^{2,35} + 1,04$
 $115 < \lambda \leq 250$: $\omega = 0,000\,168\,87 \cdot \lambda^{2,00}$

Für Stahl mit der Bruchfestigkeit $R_m = 520 \text{ N/mm}^2$:

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

Die Bestimmung von Knickzahlen von Stählen mit einer Bruchfestigkeit R_m zwischen 370 N/mm^2 und 520 N/mm^2 muss nach folgender Gleichung erfolgen:

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

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

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

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

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

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

Dabei ist

- A die Querschnittsfläche einer Führungsschiene in mm^2 ;
 F_v die vertikale Kraft an einer Führungsschiene durch den Fahrkorb, das Gegengewicht oder das Ausgleichsgewicht in N;
 k_3 der Stoßfaktor;

- M_{ZUS} die Kraft aus Zusatzeinrichtungen in einer Führungsschiene in N;
- σ die zusammengesetzte Spannung in N/mm²;
- σ_k die Knickspannung in N/mm²;
- σ_m die Biegespannung in N/mm²;
- σ_x die Biegespannung in x-Achse in N/mm²;
- σ_y die Biegespannung in der y-Achse in N/mm²;
- σ_{zul} die zulässige Spannung in N/mm², siehe die Normen, die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangen (z. B. EN 81-20, 5.7.4.5).

5.10.5 Flanschbiegung

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

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

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

Dabei ist

- b die Hälfte der Breite der Führungsschuheinlage in mm;
- c die Breite des Stegs zwischen Fuß und Kopf in mm;
- f die Fußdicke der Führungsschiene am Übergang zum Steg in mm;
- F_x die Kraft an einem Führungsschuh auf den Flansch in N;
- h_1 die Führungsschienenhöhe in mm;
- l die Länge der Führungsschuheinlage in mm;
- σ_F die lokale Flansch-Biegespannung in N/mm²;
- σ_{zul} die zulässige Spannung in N/mm².

ANMERKUNG Die Abmessungen sind in Bild 5 dargestellt.

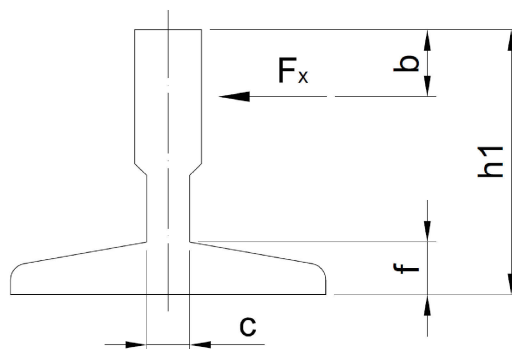


Bild 5 — Durchbiegungen

5.10.6 Durchbiegungen

Die Durchbiegung muss nach folgenden Gleichungen bestimmt werden:

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

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

Dabei ist

- $\delta_{\text{str-x}}$ die Durchbiegung der Gebäudestruktur in der x-Achse in mm;
- $\delta_{\text{str-y}}$ die Durchbiegung der Gebäudestruktur in der y-Achse in mm;
- δ_x die Durchbiegung in der x-Achse in mm;
- δ_y die Durchbiegung in der y-Achse in mm;
- δ_{zul} die größte zulässige Durchbiegung in mm;
- E der Elastizitätsmodul in N/mm²;
- F_x die Führungskraft in der x-Achse in N;
- F_y die Führungskraft in der y-Achse in N;
- I_x das Flächenträgheitsmoment, bezogen auf die x-Achse in mm⁴;
- I_y das Flächenträgheitsmoment, bezogen auf die y-Achse in mm⁴;
- l der größte Abstand zwischen den Schienenbügeln in mm.

5.11 Ermittlung der Treibfähigkeit

5.11.1 Einführung

Die Treibfähigkeit muss unter den Bedingungen

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

immer sichergestellt sein.

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

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

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

5.11.2 Berechnung der Treibfähigkeit

5.11.2.1 Allgemeines

Die folgenden Gleichungen müssen angewendet werden:

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

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

Dabei ist

α der Umschlingungswinkel der Seile auf der Treibscheibe;

f der Reibwert;

T_1, T_2 die Seilkräfte in den Seilabschnitten beiderseits der Treibscheibe in N.

5.11.2.2 Ermittlung von T_1 und T_2

5.11.2.2.1 Beladen des Fahrkorbes

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

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

5.11.2.2.2 Nothalt

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

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

In keinem Fall darf die zu berücksichtigende Verzögerung kleiner sein als

- 0,5 m/s² für den Normalfall und
- die Mindestverzögerung, die bei verkürztem Pufferhub zum Abbremsen des Fahrkorbs und des Gegengewichts auf einen Wert, der jenen, für den die Puffer ausgelegt sind, nicht überschreitet, erforderlich ist.

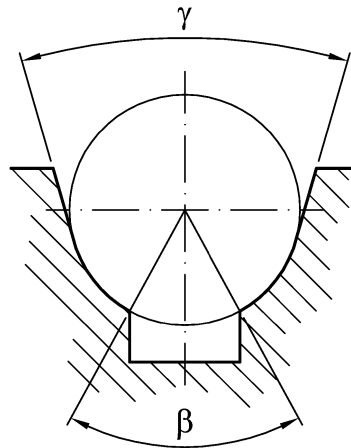
5.11.2.2.3 Blockierter Fahrkorb/blockiertes Gegengewicht

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

5.11.2.3 Ermittlung des Reibwertes

5.11.2.3.1 Rillenformen

5.11.2.3.1.1 Halbrund-Rille und Halbrund-Rille mit Unterschnitt



Legende

- β Unterschnittwinke
 γ Keilwinkel

Bild 6 — Halbrund-Rille, Unterschnitt

Es muss folgende Gleichung benutzt werden:

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

Dabei ist

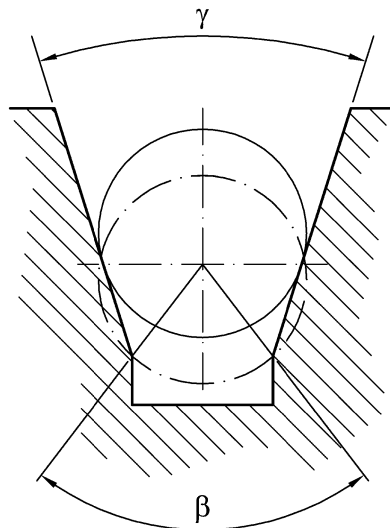
- β der Unterschnittwinkel;
- γ der Keilwinkel;
- μ die Reibungszahl;
- f der Reibwert.

Der Wert des Unterschnittwinkels β darf 105° (1,83 rad) nicht überschreiten.

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

5.11.2.3.1.2 Keilrille

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



Legende

β Unterschnittwinkel
 γ Keilwinkel

Bild 7 — Keilrille

Folgende Gleichungen gelten:

— für das Beladen und den Nothalt

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

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

— für den blockierten Fahrkorb

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

Dabei ist

β der Unterschnittwinkel;
 γ der Keilwinkel;
 μ die Reibungszahl;
 f der Reibwert.

Der Wert des Unterschnittwinkels β darf 105° (1,83 rad) nicht überschreiten. Der Wert des Winkels γ darf niemals kleiner sein als 35° für Personen- und Lastenaufzüge.

5.11.2.3.2 Annahmen für die Reibungszahl

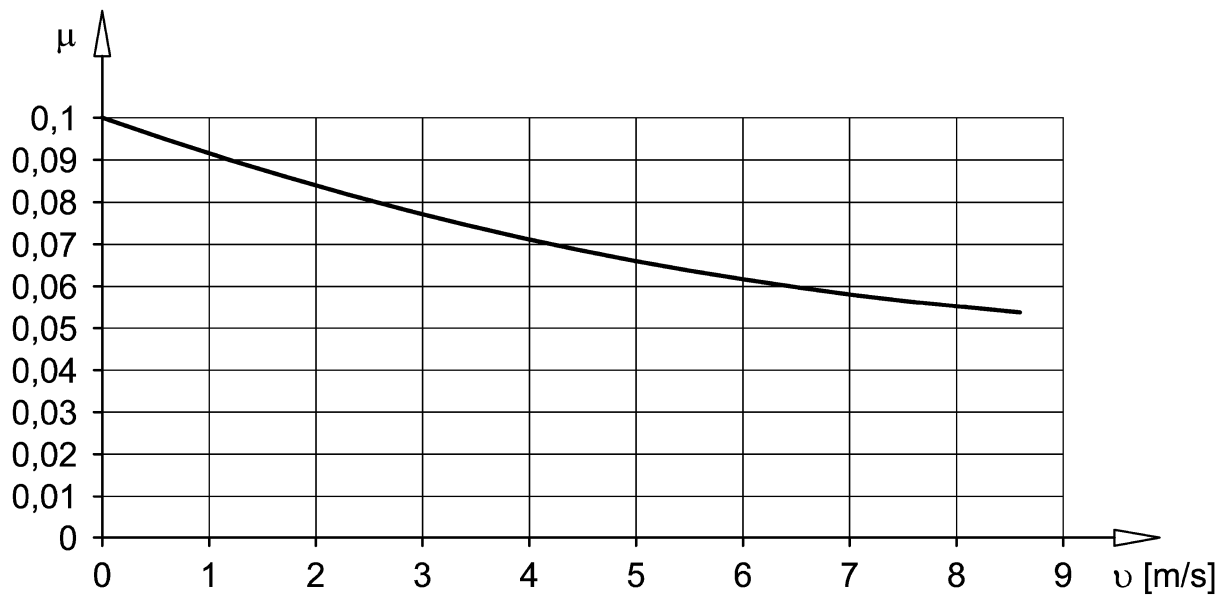


Bild 8 — Mindest erforderliche Reibungszahl

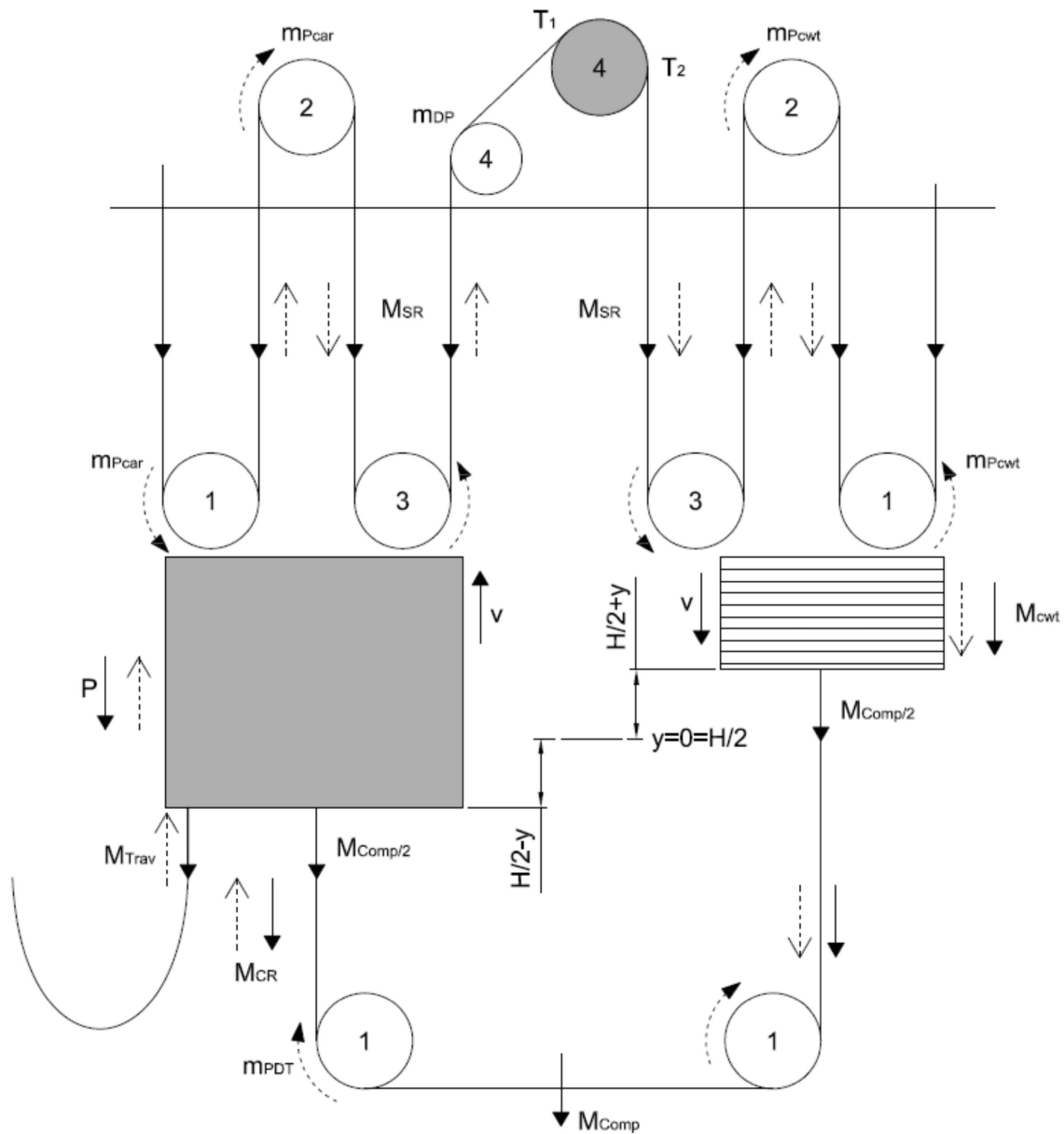
Folgende Werte gelten:

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

Dabei ist

- μ die Reibungszahl;
- v die Seilgeschwindigkeit bei Nenngeschwindigkeit des Fahrkorbes in m/s.

5.11.3 Gleichungen für den allgemeinen Fall



Legende

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

Bild 9 — Allgemeiner Fall

Die folgenden Gleichungen gelten.

a) Für den oben stehenden Antrieb:

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

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

b) Für den unten stehenden Antrieb:

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

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

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

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

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

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

ANMERKUNG 2 Siehe Anhang D für ein Berechnungsbeispiel.

Bedingungen:

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

Dabei ist

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

M_{SR} die effektive Masse der Tragmittel, bezogen auf die Fahrkorbstellung ($[H/2 \pm y] \cdot n_s \cdot$ Masse der Seile je Längeneinheit) in kg;

M_{SRcar} die Masse M_{SR} auf der Fahrkorbseite;

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

M_{CRcar} die Masse M_{CR} auf der Fahrkorbseite;

M_{CRcwt} die Masse M_{CR} auf der Gegengewichtsseite;

M_{SRcwt} die Masse M_{SR} auf der Gegengewichtsseite;

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

M_{Trav} die Masse des Hängekabels, bezogen auf die Fahrkorbstellung ($[0,25 \cdot H \pm 0,5 \cdot y] \cdot n_t \cdot$ Masse des Kabels je Längeneinheit) in kg;

n_c die Anzahl der Ausgleichsseile/-ketten;

n_s die Anzahl der Tragseile;

n_t die Anzahl der Hängekabel;

P die Masse des leeren Fahrkorbes in kg;

Q die Nennlast in kg;

T_1, T_2 die Seilkräfte in den Seilabschnitten beiderseits der Treibscheibe in N;

r der Einscherungsfaktor;

v_{pulley} die Drehgeschwindigkeit der Umlenkrolle (Seilgeschwindigkeit) in m/s;

y der Abstand der Fahrkorb-/Gegengewichtsstellung von der Mitte der Förderhöhe in m;

\rightarrow die statische Kraft;

$--\rightarrow$ die dynamische Kraft.

5.12 Ermittlung des Sicherheitsfaktors von Tragseilen bei elektrisch angetriebenen Aufzügen

5.12.1 Allgemeines

Mit Bezug auf die Anforderungen in solchen Normen, die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangen (z. B: EN 81-20:2014, 5.5.2.2), beschreibt dieser Abschnitt das zu verwendende Verfahren zur Ermittlung des Sicherheitsfaktors „ S_f “ für Tragseile. Das Verfahren darf nur für

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

angewendet werden.

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

5.12.2 Äquivalente Anzahl von Seilrollen N_{equiv}

5.12.2.1 Allgemeines

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

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

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

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

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

Dabei ist

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

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

5.12.2.2 Ermittlung von $N_{\text{equiv}(t)}$

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

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

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

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

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

5.12.2.3 Ermittlung von $N_{\text{equiv}(p)}$

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

Es gilt folgende Beziehung:

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

Dabei ist:

K_p das Verhältnis der Durchmesser von Treibscheibe zu Seilrolle;

N_{pr} die Anzahl der Seilrollen mit Wechselbiegung;

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

mit

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

Dabei ist

D_p der mittlere Durchmesser aller Seilrollen, ausgenommen die Treibscheibe.

D_t der Durchmesser der Treibscheibe;

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

5.12.3 Sicherheitsfaktor

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

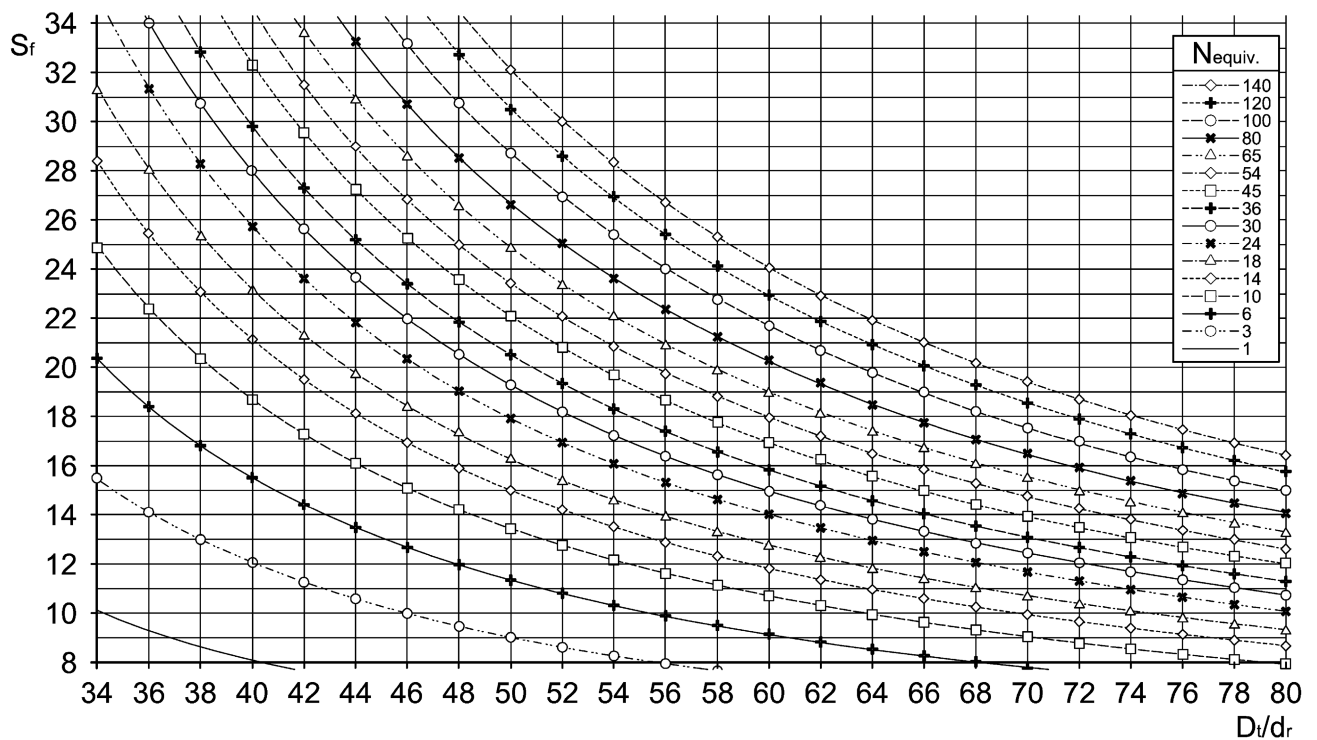


Bild 10 — Bestimmung des Mindestsicherheitsfaktors

Die Kurven in Bild 10 beruhen auf folgender Gleichung:

$$S_f = 10^{\left(\frac{2,6834 \cdot \log \left(\frac{695,85 \cdot 10^6 \cdot N_{\text{equiv}}}{\left(\frac{D_t}{d_r} \right)^{8,567}} \right)}{\log \left(77,09 \cdot \left(\frac{D_t}{d_r} \right)^{-2,894} \right)} \right)}$$

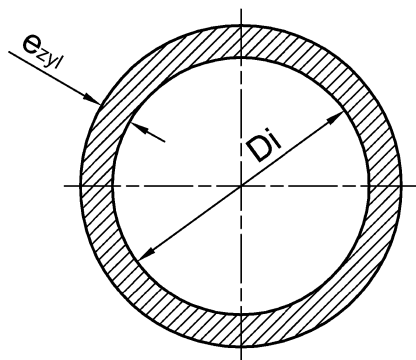
Dabei ist

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

5.13 Berechnung von Kolben, Zylindern, festen Druckleitungen und Zubehör

5.13.1 Berechnung gegen Überdruck

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



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

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

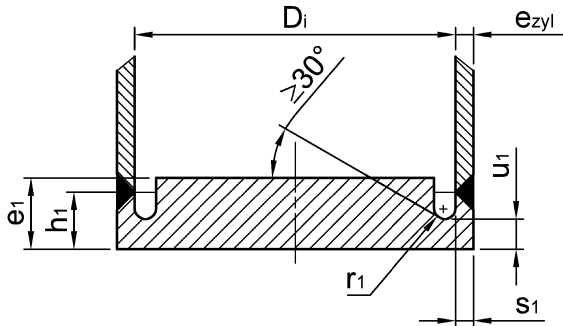
Bild 11 — Wanddicken von Kolben, Zylindern, festen Druckleitungen und Zubehör

5.13.1.2 Berechnung der Dicke des Bodens des Zylinders (Beispiele)

5.13.1.2.1 Allgemeines

Die dargestellten Beispiele schließen andere mögliche Formen nicht aus.

5.13.1.2.2 Ebener Boden mit Entlastungsnut



Voraussetzungen zur Schweißnaht-Entlastung:

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

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

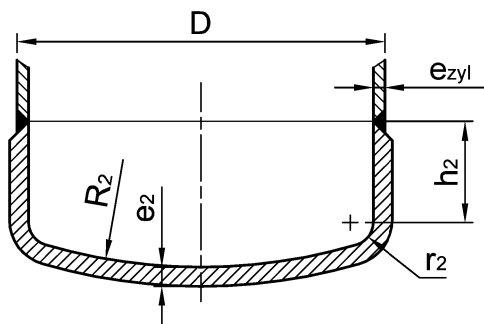
$$h_1 \geq u_1 + r_1$$

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

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

Bild 12 — Ebener Boden mit Entlastungsnut

5.13.1.2.3 Gewölbte Böden



Voraussetzungen:

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

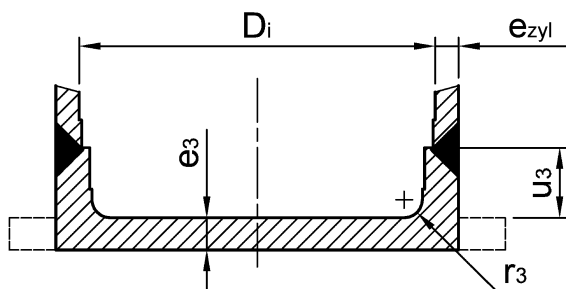
$$r_2 \geq 0,15 \cdot D$$

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

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

Bild 13 — Gewölbte Böden

5.13.1.2.4 Ebene Böden mit Anschweißkrempe



Voraussetzungen:

$$u_3 \geq e_3 + r_3$$

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

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

Bild 14 — Ebene Böden mit Anschweißkrempe

5.13.2 Berechnungen der Heber gegen Knicken

5.13.2.1 Allgemeines

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

5.13.2.2 Einstufiger Heber

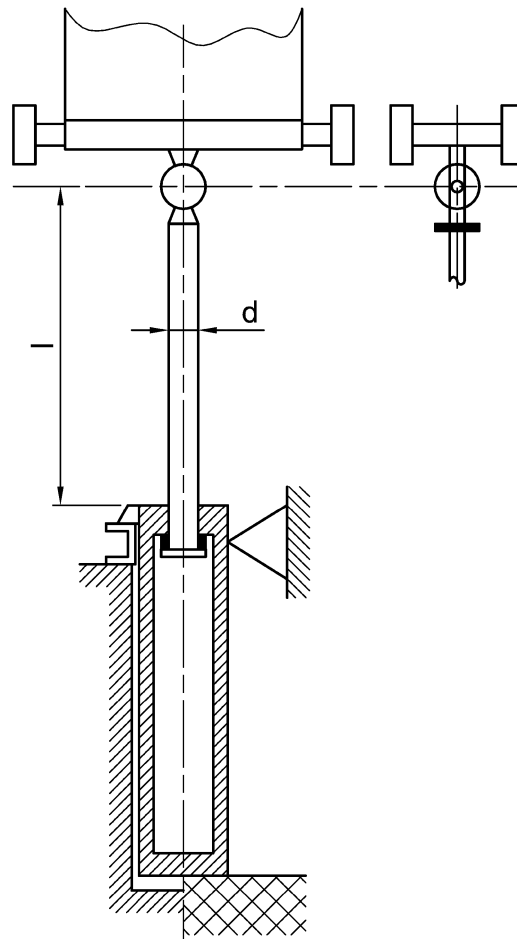


Bild 15 — Einstufiger Heber

Für $\lambda_n \geq 100$:

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

Für $\lambda_n < 100$:

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

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

4) Gültig für nach oben ausfahrende Kolben.

5.13.2.3 Teleskopheber ohne äußere Führung

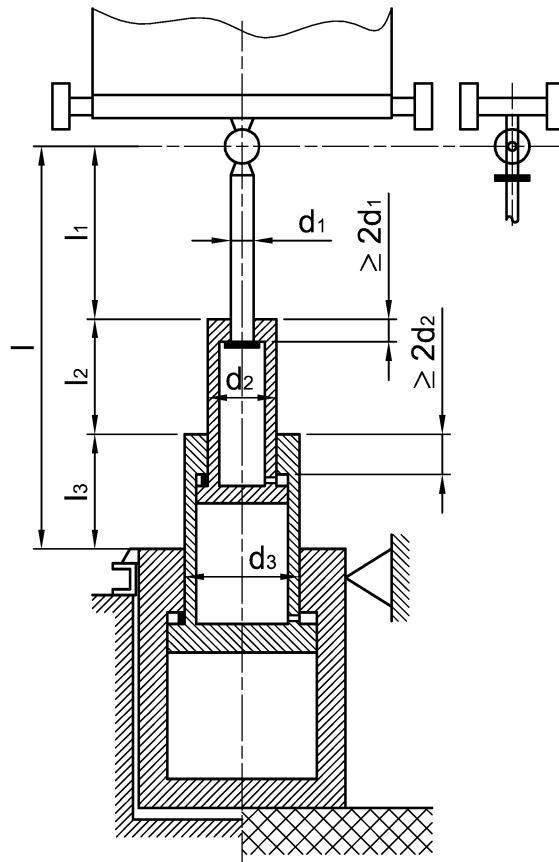


Bild 16 — Teleskopheber ohne äußere Führung

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

$$F_s = 1,4 \cdot g_n \cdot [c_m \cdot (P + Q) + 0,64 \cdot P_r + P_m + P_{rt}]^5$$

5) Gültig für nach oben ausfahrende Kolben.

5.13.2.4 Teleskopheber mit äußerer Führung

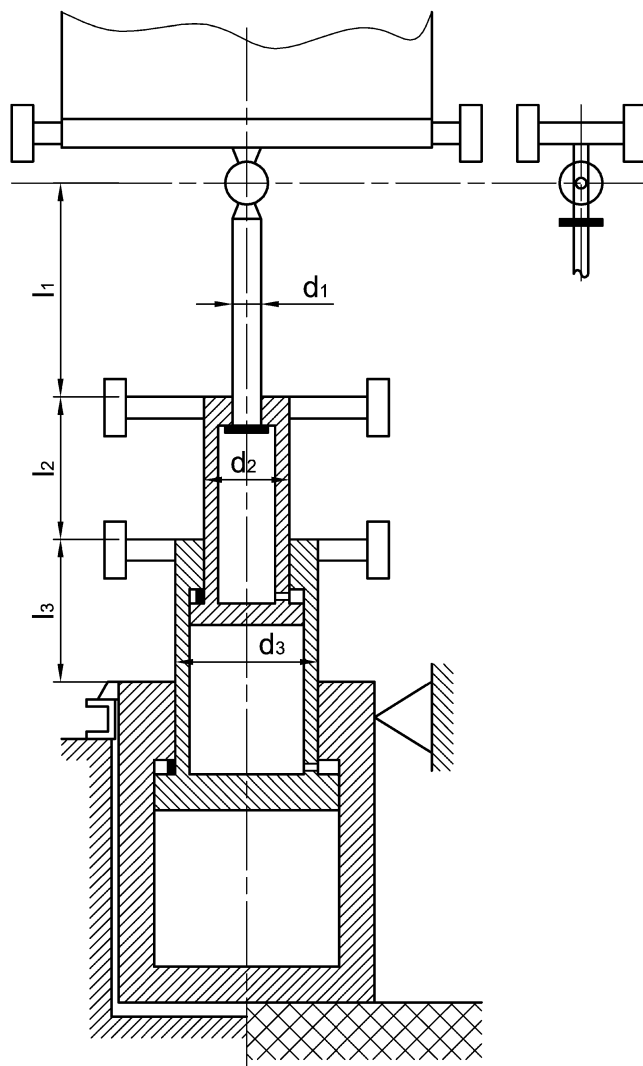


Bild 17 — Teleskopheber mit äußerer Führung

Für $\lambda_n \geq 100$:

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

Für $\lambda_n < 100$:

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

$$F_s = 1,4 \cdot g_n \cdot [c_m \cdot (P + Q) + 0,64 \cdot P_r + P_{rh} + P_{rt}]^6$$

Symbole:

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

c_m ist der Einscherungsfaktor;

d_m ist der Außendurchmesser des größten Kolbens bei Teleskophebern in mm;

6) Gültig für nach oben ausfahrende Kolben.

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

5.14 Pendelschlagversuche

5.14.1 Allgemeines

Pendelschlagversuche müssen nach den folgenden Vorschriften durchgeführt werden.

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

5.14.2 Versuchseinrichtung

5.14.2.1 Stoßkörper für den harten Stoß

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

5.14.2.2 Stoßkörper für den weichen Stoß

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

5.14.2.3 Aufhängung der Stoßkörper

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

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

5.14.2.4 Zug- und Auslösevorrichtung

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

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

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

5.14.2.5 Prüfkörper

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

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

5.14.3 Prüfdurchführung

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

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

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

5.14.3.4 Der Stoßkörper muss in Übereinstimmung mit der Norm, die diese Prüfung fordert (z. B. EN 81-20:2014, 5.3.5.3.2), auf die erforderliche Fallhöhe gebracht und freigegeben werden.

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

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

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

5.14.3.6 Schachttüren müssen haltstellenseitig geprüft werden. Fahrkorbtüren und Fahrkorbwände müssen fahrkorbseitig geprüft werden.

5.14.4 Auswertung der Versuche

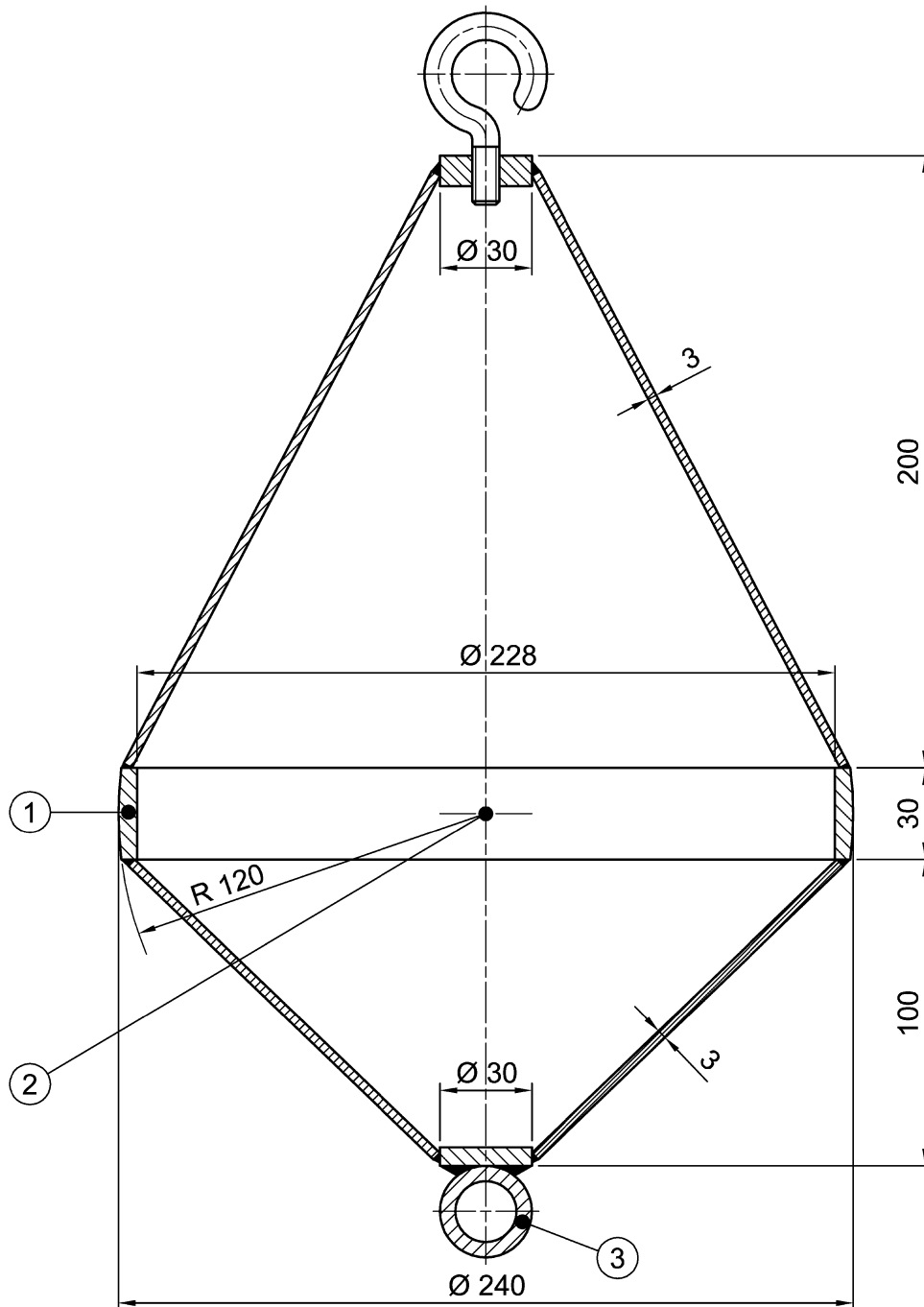
Nach den Versuchen müssen in Übereinstimmung mit der Norm, die diese Versuche fordert, folgende Prüfungen durchgeführt werden:

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

5.14.5 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss mindestens die folgenden Angaben enthalten:

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

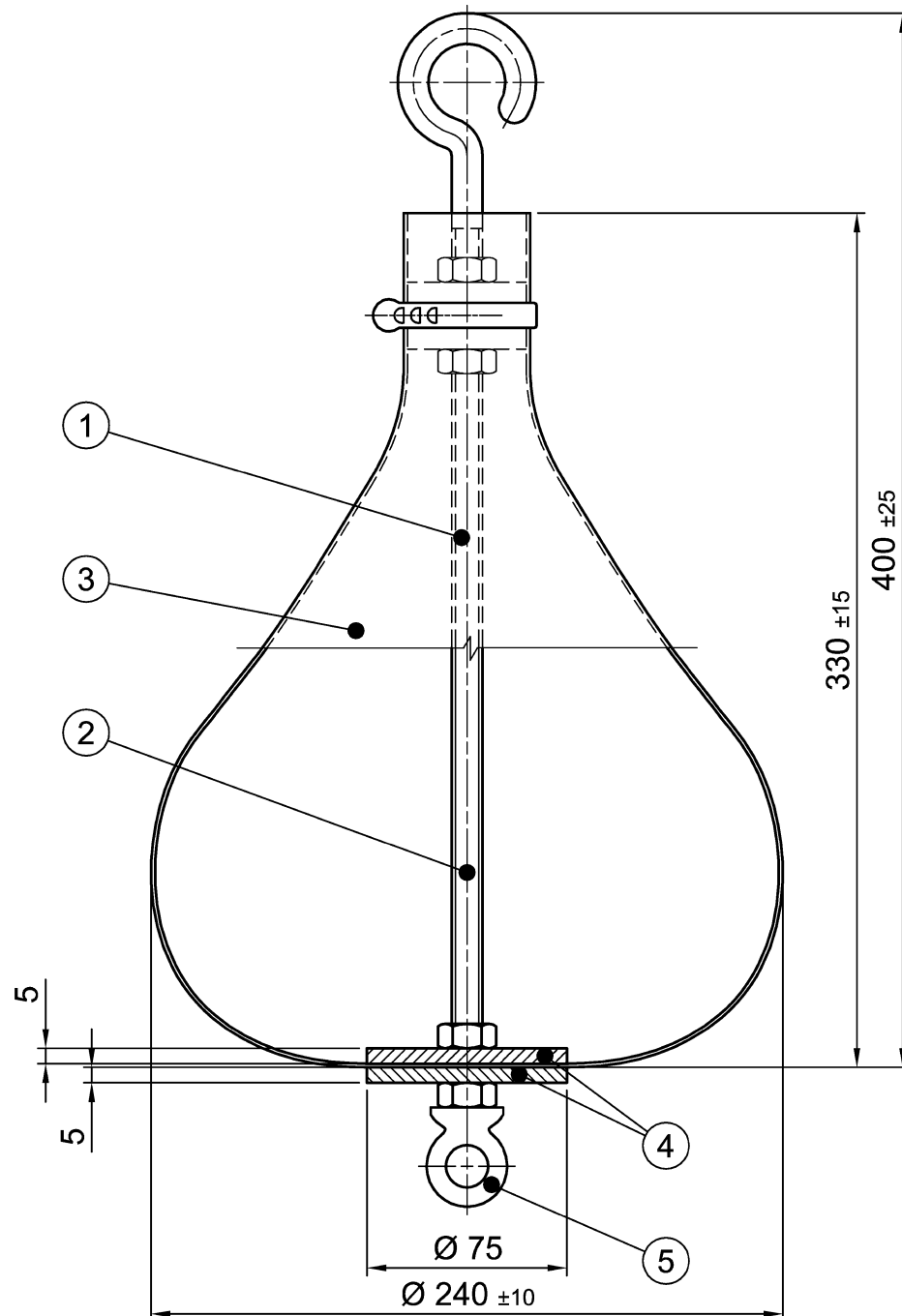


Legende

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

Bild 18 — Stoßkörper für den harten Stoß

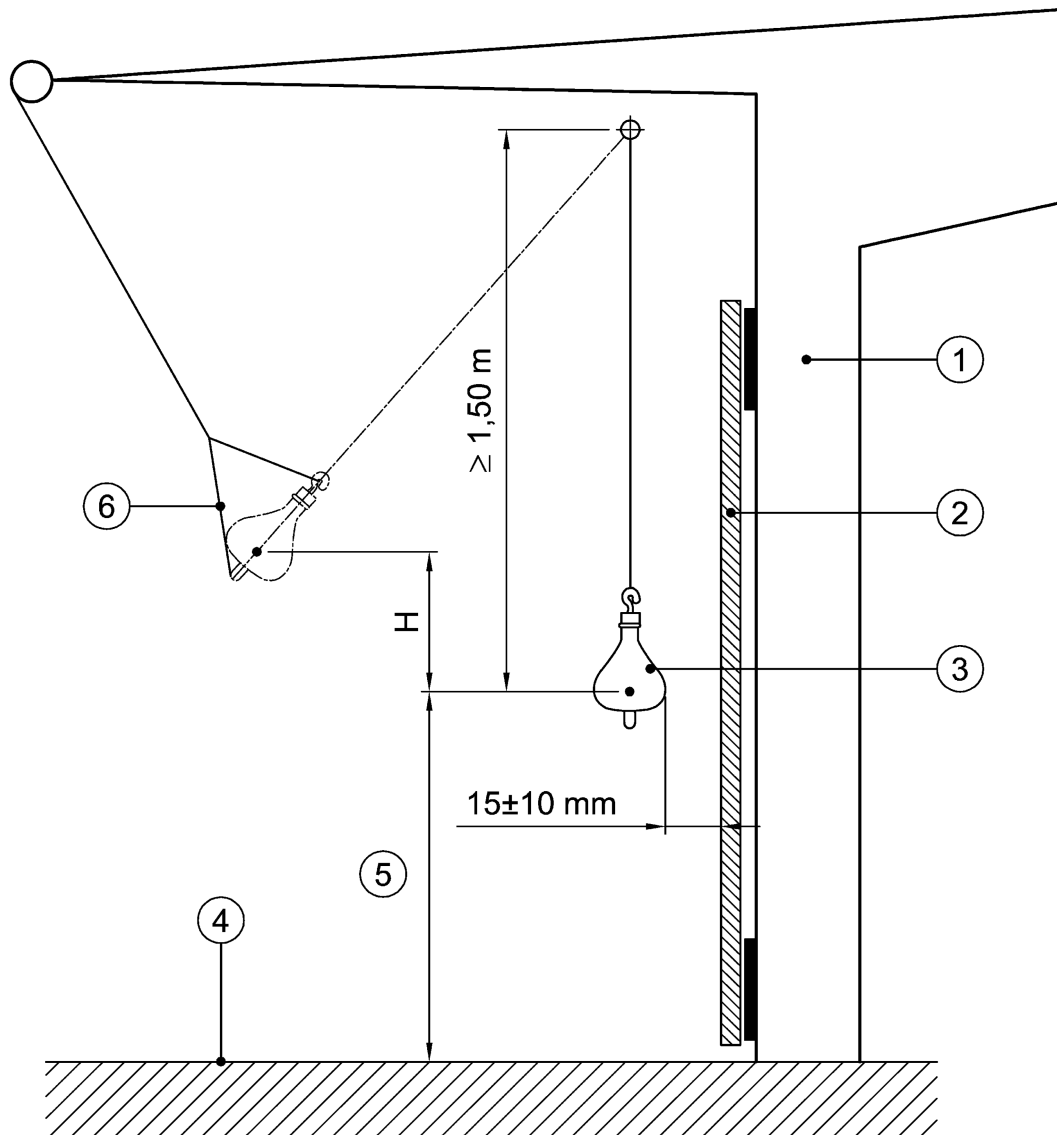
Maße in Millimeter



Legende

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

Bild 19 — Stoßkörper für den weichen Stoß



Legende

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

Bild 20 — Prüfanordnung

5.15 Elektronische Bauelemente — Fehlerausschlüsse

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

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

Tabelle 3 — Fehlerausschlüsse

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

Tabelle 3 (fortgesetzt)

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

Tabelle 3 (fortgesetzt)

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

Tabelle 3 (fortgesetzt)

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

Tabelle 3 (fortgesetzt)

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

Tabelle 3 (fortgesetzt)

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

Tabelle 3 (fortgesetzt)

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

5.16 Auslegungsvorschriften für programmierbare elektronische Systeme (PESSRAL)

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

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

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

Anhang A (normativ)

Muster einer Baumusterprüfbescheinigung

Die Baumusterprüfbescheinigung muss folgende Angaben enthalten.

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

	(Unterschrift)

Anhang B (normativ)

Programmierbare elektronische Systeme in sicherheitsrelevanten Anwendungen für Aufzüge (PESSRAL)

B.1 Gemeinsame Maßnahmen

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

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

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

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

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

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

B.2 Besondere Maßnahmen

Tabelle B.4 — Besondere Maßnahmen entsprechend SIL 1

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

Tabelle B.5 — Besondere Maßnahmen entsprechend SIL 2

Komponenten und Funktionen	Anforderungen	Maßnahmen	Siehe Nr in C.3	Verweis auf EN 61508-7:2010
Struktur	Die Struktur muss so sein, dass jeder einzelne Zufallsfehler unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit erkannt wird und das System in einen sicheren Zustand geht.	Einkanalige Struktur mit Selbsttest und Überwachung oder zwei oder mehr Kanäle mit Vergleich.	M 1.2 M 1.3	A.3.3 A.2.5
Prozesseinheit	Fehler in Prozesseinheiten, die zu falschen Ergebnissen führen können, müssen unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit erkannt werden. Wenn ein solcher Fehler zu einem gefährlichen Zustand führen kann, muss das System in einen sicheren Zustand gehen.	Fehlerkorrigierende Hardware oder hardwareunterstützter Software-Selbsttest für einkanalige Struktur oder Vergleicher für zweikanalige Strukturen oder gegenseitiger Vergleich von zweikanaligen Strukturen durch Software.	M 2.1 M 2.3 M 2.4 M 2.5	A.3.4 A.3.3 A.1.3 A.3.5
Invariante Speicherbereiche	Fehlerhafte Informationsmodifizierung, d. h. alle ungeraden oder Zwei-Bit-Fehler und einige Drei-Bit- und Mehr-Bit-Fehler müssen unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit erkannt werden.	Die folgenden Maßnahmen beziehen sich auf einkanalige Strukturen: Blocksicherung mit Ein-Wort-Redundanz oder Wortsicherung mit Multi-Bit-Redundanz.	M 3.1 M 3.2	A.4.3 A.5.6
Variable Speicherbereiche	Globale Fehler während des Adressierens, des Schreibens, des Speicherns und des Lesens sowie alle ungeraden oder Zwei-Bit-Fehler und einige Drei-Bit- und Mehr-Bit-Fehler müssen unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit erkannt werden.	Die folgenden Maßnahmen beziehen sich auf einkanalige Strukturen: Wortsicherung mit Multi-Bit-Redundanz oder Prüfung durch Testmuster auf statische oder dynamische Fehler.	M 3.2 M 4.1	A.5.6 A.5.2
E/A-Einheiten und Schnittstellen einschließlich Kommunikationsverbindungen	Statische Fehler und Übersprechen von E/A-Kanälen sowie zufällige und systematische Fehler im Datenfluss müssen unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit erkannt werden.	Codesicherheit oder Testmuster.	M 5.4 M 5.5	A.6.2 A.6.1
Takt	Fehler in der Takterzeugung für Prozesseinheiten wie Frequenz-änderung oder Zusammenbruch müssen unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit erkannt werden.	Watchdog mit separater Zeitbasis oder reziproke Überwachung.	M 6.1 M 6.2	A.9.4
Programmablauf	Falscher Programmablauf und unangemessene Ausführungsdauer von sicherheitsbezogenen Funktionen müssen unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit erkannt werden.	Kombination von zeitlicher und logischer Überwachung des Programmablaufs.	M 7.1	A.9.4
ANMERKUNG Nach einer Fehlererkennung muss der sichere Zustand des Aufzugs erhalten bleiben.				

Tabelle B.6 — Besondere Maßnahmen entsprechend SIL 3

Komponenten und Funktionen	Anforderungen	Maßnahmen	Siehe Nr in C.3	Verweis auf EN 61508-7:2010
Struktur	Die Struktur muss so sein, dass jeder einzelne Zufallsfehler unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit erkannt wird und das System in einen sicheren Zustand geht.	Zwei oder mehr Kanäle mit Vergleich.	M 1.3	A.2.5
Prozesseinheit	Fehler in Prozesseinheiten, die zu falschen Ergebnissen führen können, müssen unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit erkannt werden. Wenn ein solcher Fehler zu einem gefährlichen Zustand führen kann, muss das System in einen sicheren Zustand gehen.	Vergleicher für zweikanalige Strukturen oder gegenseitiger Vergleich von zweikanaligen Strukturen durch Software.	M 2.4 M 2.5	A.1.3 A.3.5
Invariante Speicherbereiche	Fehlerhafte Informationsmodifizierung, d. h. alle Ein-Bit- und Mehr-Bit-Fehler müssen unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit erkannt werden.	Blocksicherung mit Blockreplikation oder Blocksicherung mit Mehrwort-Redundanz.	M 3.3 M 3.4	A.4.5 A.4.4
Variable Speicherbereiche	Globale Fehler während des Adressierens, des Schreibens, des Speicherns und des Lesens sowie alle statischen Bitfehler und dynamische Kopplungen müssen unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit erkannt werden.	Blocksicherung mit Blockreplikation oder Prüfung wie z. B. „Galpat“.	M 4.2 M 4.3	A.5.7 A.5.3
E/A-Einheiten und Schnittstellen einschließlich Kommunikationsverbindungen	Statische Fehler und Übersprechen von E/A-Kanälen sowie zufällige und systematische Fehler im Datenfluss müssen unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit erkannt werden.	Mehrkanalige parallele Eingabe und mehrkanalige parallele Ausgabe oder rückgelesene Ausgaben oder Codesicherheit oder Testmuster.	M 5.1 M 5.3 M 5.2 M 5.4 M 5.5	A.6.5 A.6.3 A.6.4 A.6.2 A.6.1
Takt	Fehler in der Takterzeugung für Prozesseinheiten wie Frequenzänderung oder Zusammenbruch müssen unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit erkannt werden.	Watchdog mit separater Zeitbasis oder reziproke Überwachung.	M 6.1 M 6.2	A.9.4
Programmablauf	Falscher Programmablauf und unangemessene Ausführungsdauer von sicherheitsbezogenen Funktionen müssen unter angemessener Berücksichtigung der Systemreaktionszeit erkannt werden.	Kombination von zeitlicher und logischer Überwachung des Programmablaufs.	M 7.1	A.9.4
ANMERKUNG Nach einer Fehlererkennung muss der sichere Zustand des Aufzugs erhalten bleiben.				

B.3 Beschreibung der möglichen Maßnahmen

Die folgende Tabelle enthält Beschreibungen der möglichen Maßnahmen, die zur Erfüllung der Anforderungen aus solchen Normen, die die Anwendung der vorliegenden Norm verlangen (z. B. EN 81-20:2014, 5.11.2.6) als hilfreich angesehen werden:

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

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

Tabelle B.7 (fortgesetzt)


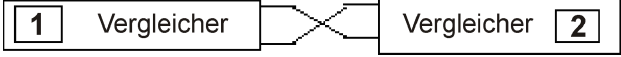
Komponenten und Funktionen	Maßnahme Nr.	Beschreibung der Maßnahmen
Prozesseinheit	M 2.1	Fehlerkorrigierende Hardware <u>Beschreibung:</u> Solche Einheiten können durch Verwendung besonderer Schaltungstechniken zur Erkennung oder Korrektur eines Fehlers ausgeführt sein. Diese Techniken sind für einfache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

Tabelle B.7 (fortgesetzt)

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

Tabelle B.7 (fortgesetzt)

Komponenten und Funktionen	Maßnahme Nr.	Beschreibung der Maßnahmen
Variable Speicherbereiche	M 4.1	<p>Prüfung durch Testmuster auf statische oder dynamische Fehler, z. B. RAM-Test „Walkpath“</p> <p><u>Beschreibung:</u></p>
	M 4.2	<p>Blocksicherungsverfahren mit Blockreplikation, z. B. doppeltes RAM mit Hardware- oder Softwarevergleich</p> <p><u>Beschreibung:</u></p>
	M 4.3	<p>Prüfung auf statische oder dynamische Fehler, z. B. „GALPAT“</p> <p><u>Beschreibung:</u></p> <p>a) RAM-Test „Galpat“: In einen einheitlich vorbelegten Speicher wird ein inverses Element eingeschrieben, und anschließend werden alle Zellen auf richtigen Inhalt geprüft. Nach jedem Lesezugriff auf eine der restlichen Zellen wird zusätzlich auch die invers beschriebene Zelle prüfgelesen. Dieser Vorgang wird für jede Zelle wiederholt. Ein zweiter Durchlauf wird mit einer inversen Vorbelegung durchgeführt. Bei einer Differenz wird ein Fehler angenommen; oder</p> <p>b) Transparenter „Galpat“-Test: Zu Beginn der Prüfung wird über den Inhalt des zu prüfenden Speicherbereichs durch Soft- oder Hardware eine „Signatur“ gebildet und in einem Register gespeichert, dies entspricht der Vorbelegung des Speichers beim „Galpat“-Test. Der Inhalt der Testzelle wird invertiert eingeschrieben und der Inhalt der restlichen Zellen geprüft. Der Inhalt der Testzelle wird ebenfalls nach jedem Lesezugriff auf eine dieser Zellen gelesen. Da der Inhalt der restlichen Zellen unbekannt ist, wird deren Inhalt nicht individuell, sondern wiederum durch Bildung einer Signatur geprüft. Nach diesem ersten Lauf für die erste Zelle erfolgt ein zweiter Lauf für diese Zelle mit nochmals invertiertem – also wieder wahren – Inhalt. Damit ist der ursprüngliche Zustand des Speichers wieder hergestellt. In gleicher Weise werden alle anderen Speicherzellen geprüft. Bei einer Differenz wird ein Fehler angenommen.</p>

Tabelle B.7 (fortgesetzt)

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

Anhang C (informativ)

Nachweis von Führungsschienen — Berechnungsbeispiel

C.1 Allgemeines

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

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

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

g_n	die Normalfallbeschleunigung (9,81 m/s ²);
I_x	das Trägheitsmoment, bezogen auf die x-Achse, in mm ⁴ ;
I_y	das Trägheitsmoment, bezogen auf die y-Achse, in mm ⁴ ;
k_1	der Stoßfaktor für den verwendeten Typ der Fangvorrichtung;
k_2	der Stoßfaktor für Fahren;
k_3	der Stoßfaktor für Zusatzeinrichtungen und andere betriebliche Szenarien;
M_{zus}	die Kraft aus Zusatzeinrichtungen in einer Führungsschiene in N;
M_g	die Masse eines Schienenstrangs in kg;
M_m	das Biegemoment in Nmm;
M_x	das Biegemoment, bezogen auf die x-Achse, in Nmm;
M_y	das Biegemoment, bezogen auf die y-Achse, in Nmm;
n	die Anzahl der Führungsschienen;
σ	die zusammengesetzte Spannung in N/mm ² ;
σ_F	die lokale Flansch-Biegespannung in N/mm ² ;
σ_k	die Knickspannung in N/mm ² ;
σ_m	die Biegespannung in N/mm ² ;
σ_x	die Biegespannung in der x-Achse in N/mm ² ;
σ_y	die Biegespannung in der y-Achse in N/mm ² ;
σ_{zul}	die zulässige Spannung in N/mm ²
W_x	das Widerstandsmoment, bezogen auf die x-Achse, in mm ³ ;
W_y	das Widerstandsmoment, bezogen auf die y-Achse, in mm ³ ;
ω	die Knickzahl.

C.2 Allgemeine Konfiguration für Aufzüge mit Fangvorrichtung

C.2.1 Fangen

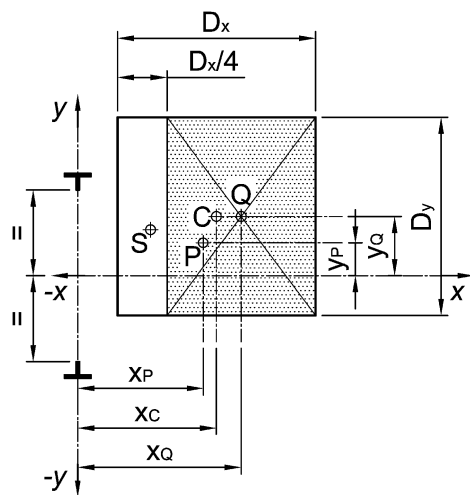
C.2.1.1 Biegebeanspruchung

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

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

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

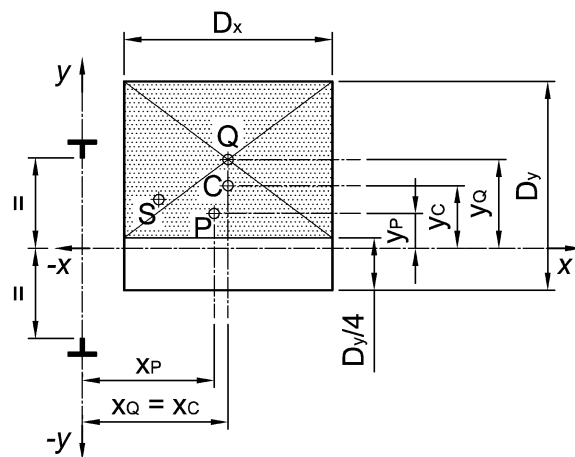
$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_p)}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$



$$x_Q = x_C + D_x / 8$$

$$y_Q = y_C$$

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



$$x_Q = x_C$$

$$y_Q = y_C + D_y / 8$$

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

C.2.1.2 Knicken

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

C.2.1.3 Zusammengesetzte Beanspruchung⁷⁾

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

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

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

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

C.2.1.4 Flanschbiegung⁸⁾

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

C.2.1.5 Durchbiegung⁹⁾

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

C.2.2 Normalbetrieb — Fahren

C.2.2.1 Biegebeanspruchung

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

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

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

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

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

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

C.2.2.2 Knicken

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

C.2.2.3 Zusammengesetzte Beanspruchung¹⁰⁾

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

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

C.2.2.4 Flanschbiegung¹¹⁾

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

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

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

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

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

C.2.2.5 Durchbiegung ¹²⁾

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

C.2.3 Normalbetrieb — Beladen

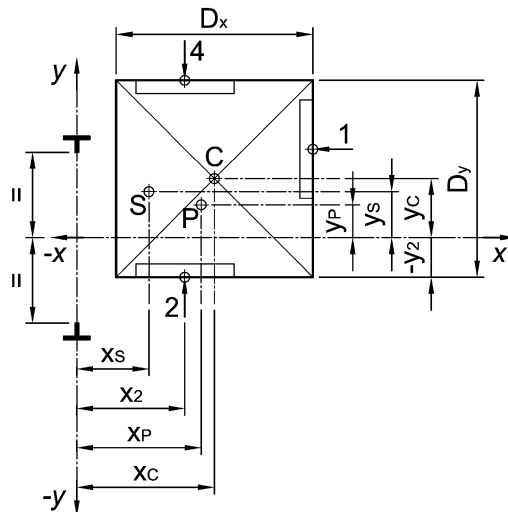


Bild C.4 — Normalbetrieb - Lastverteilung

C.2.3.1 Biegebeanspruchung

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

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

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

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

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

C.2.3.2 Knicken

$$F_V = M_g \cdot g_n + F_p, \quad \sigma_k = \frac{F_V + k_3 \cdot M_{\text{ZUS}}}{A}$$

C.2.3.3 Zusammengesetzte Beanspruchung¹³⁾

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

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_V + k_3 \cdot M_{\text{ZUS}}}{A} \leq \sigma_{\text{zul}}$$

C.2.3.4 Flanschbiegung

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

C.2.3.5 Durchbiegung

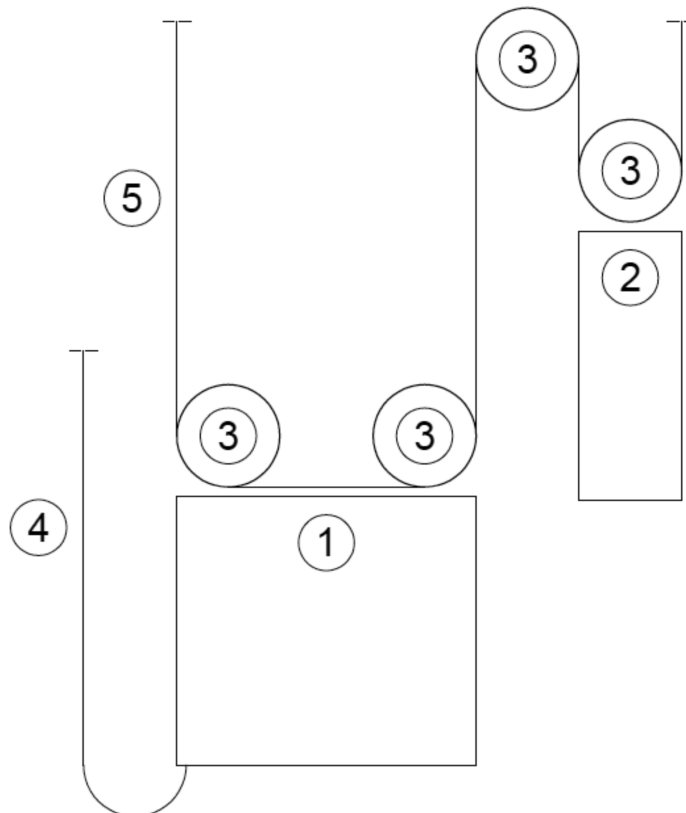
$$\delta_x = 0,7 \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} + \delta_{\text{str-x}} \leq \delta_{\text{zul}}, \quad \delta_y = 0,7 \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} + \delta_{\text{str-y}} \leq \delta_{\text{zul}}$$

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

Anhang D (informativ)

Berechnung der Treibfähigkeit

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



Legende

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

Bild D.1 – Beispiel 2:1 ohne Ausgleichsmittel

Beladener Fahrkorb

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

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

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

Notbremsung

Angenommene geringste Reibung durch Seilrollen und die Führungskraft

a) Mit Nennlast beladener Fahrkorb in der untersten Haltestelle.

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

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

b) Leerer Fahrkorb in der obersten Haltestelle.

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

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

Blockiertes Gegengewicht

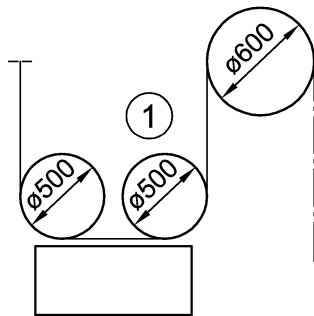
Leerer Fahrkorb in der obersten Stellung, Reibung nicht berücksichtigt.

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

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

Anhang E (informativ)

Äquivalente Anzahl von Seilrollen N_{equiv} — Beispiele



$$\gamma = 40^\circ$$

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

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

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

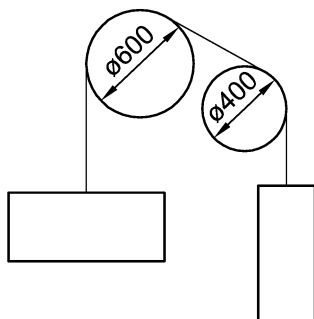
$$N_{equiv} = 10 + 4,14 = 14,14$$

Legende

1 Fahrkorbseite

ANMERKUNG Keine Gegenbiegung wegen nicht ortsfester Seilrollen

Bild E.1 — 2:1-Aufhängung – Keilrille



$$\beta = 90^\circ$$

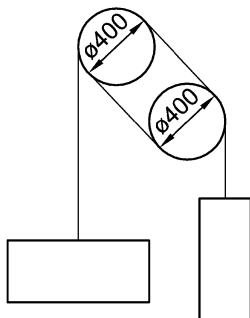
$$N_{equiv(t)} = 5 \text{ (nach Tabelle 2)}$$

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

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

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

Bild E.2 — 1:1 – Aufhängung – Unterschnittene Keilrille



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

$$K_p = 1$$

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

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

ANMERKUNG Das Seil läuft zweimal über die Treibscheibe und die Gegenrolle

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

Anhang ZA (informativ)

Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 95/16/EG

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines Mandates, das dem CEN von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone erteilt wurde, erarbeitet, um ein Mittel zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen der Richtlinie nach der neuen Konzeption 95/16/EG, geändert durch die Richtlinie 2006/42/EG, bereitzustellen.

Sobald diese Norm im Amtsblatt der Europäischen Union im Rahmen der betreffenden Richtlinie in Bezug genommen und in mindestens einem der Mitgliedstaaten als nationale Norm umgesetzt worden ist, berechtigt die Übereinstimmung mit den normativen Abschnitten dieser Norm innerhalb der Grenzen des Anwendungsbereichs dieser Norm zu der Annahme, dass eine Übereinstimmung mit den grundlegenden Anforderungen aus dem Anhang I der Richtlinie, ausgenommen die Nummern 1.6.1 und 4.10 aus dem Anhang I, und den zugehörigen EFTA-Vorschriften gegeben ist.

WARNHINWEIS — Für Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Anforderungen und weitere EU-Richtlinien anwendbar sein.

ANMERKUNG Es wird davon ausgegangen, dass die GSA der Richtlinie durch die Anforderungen aus dieser Norm in Verbindung mit den Anforderungen aus der Norm, die die Anwendung der EN 81-50 fordert, abgedeckt sind.

Tabelle Z1 — Grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen der Europäischen Aufzugsrichtlinie 95/16/EG, die nicht durch EN 81-50 abgedeckt werden.

GSA aus 95/16/EG, Anhang I	Beschreibung	Abdeckung
1.6.1	Die Befehlsgeber von Aufzügen, die für die Benutzung durch unbegleitete Personen mit Behinderungen vorgesehen sind, müssen in geeigneter Weise ausgelegt und angeordnet sein.	Abgedeckt über EN 81-70
4.10	Die Steuerkreise von Aufzügen, die im Brandfall eingesetzt werden können, müssen so ausgelegt und ausgeführt sein, dass das Anhalten in bestimmten Ebenen ausgeschlossen werden kann und eine vorrangige Bedienung des Aufzugs durch die Rettungsdienste möglich ist.	Die Prüfung ist über EN 81-72 und EN 81-73 abgedeckt

Literaturhinweise

- [1] CEN/TS 81-11, *Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen — Grundlagen und Auslegungen — Teil 11: Auslegungen zur Normenreihe EN 81*
- [2] EN 60747-5-5, *Halbleiterbauelemente — Einzel-Halbleiterbauelemente — Teil 5-5: Optoelektronische Bauelemente — Optokoppler (IEC 60747-5-5)*
- [3] EN 60950-1:2006, *Einrichtungen der Informationstechnik — Sicherheit — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60950-1:2005)*
- [4] EN 61249 (alle Teile), *Materialien für Leiterplatten und andere Verbindungsstrukturen (IEC 61249)*
- [5] EN 61558-1:2005, *Sicherheit von Transformatoren, Netzgeräten, Drosseln und dergleichen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen (IEC 61558-1:2005)*
- [6] EN 62326-1, *Leiterplatten — Teil 1: Fachgrundspezifikation (IEC 62326-1)*