

DIN EN 17206

ICS 97.200.10

Einsprüche bis 2018-02-15
Vorgesehen als Ersatz für
DIN 56950-1:2012-05

Entwurf

**Veranstaltungstechnik –
Hub- und Lastaufnahmeeinrichtungen für Bühnen und andere
Produktionsbereiche in der Veranstaltungsindustrie –
Festlegung von grundlegenden Anforderungen (mit Ausnahme von
Aluminium- und Stahltraversen);
Deutsche und Englische Fassung prEN 17206:2018**

Entertainment Technology –
Lifting and Load-bearing Equipment for Stages and other Production Areas within the
Entertainment Industry –
Specifications for general requirements (excluding aluminum and steel trusses and towers);
German and English version prEN 17206:2018

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-12-15 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-
Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de,
sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nvbf@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im
Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-
Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Veranstaltungstechnik, Bild und Film (NVBF),
10772 Berlin, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

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

Gesamtumfang 218 Seiten

DIN-Normenausschuss Veranstaltungstechnik, Bild und Film (NVBF)

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist [Datum]¹⁾.

Für DIN 56950-1:2012-05 besteht eine Übergangsfrist bis [Datum]¹⁾.

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17206:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 433 „Veranstaltungstechnik — Maschinen, Arbeitsmittel und Einrichtungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 149-00-05 AA „Maschinen“ im DIN-Normenausschuss Veranstaltungstechnik, Bild und Film (NVBF).

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

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

ISO 3834 siehe DIN EN ISO 3834-1

Dieses Dokument ist als Ersatz für DIN 56950-1:2012-05 vorgesehen. Diese diente als Grundlage für das CEN Workshop Agreement CWA 15902-1:2008, das auf europäischer Ebene durch prEN 17206 ersetzt werden wird.

Änderungen

Gegenüber DIN 56950-1:2012-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anpassung an CWA 15902-1 vorgenommen;
- b) normative Verweisungen aktualisiert;
- c) Überarbeitung und Neuaufnahme von Begriffen sowie generelle sprachliche Überarbeitung und Anpassung;
- d) generelle Überarbeitung des Steuerungstechnischen Teils sowie Erweiterung des Steuerungskapitels um Funktionen für die Untermaschinerie;
- e) Einführung von „Anwendungsfällen“ (en: use cases) für die Steuerung;
- f) Informationen zu Sicherheitsfunktionen für „Anwendungsfälle“;
- g) erweiterte Informationen zur Evaluierung, Implementierung und Dokumentation von Funktionaler Sicherheit;
- h) Überarbeitung und Erweiterung aller Anhänge;
- i) neue Informationen zu Risikoanalysen;
- j) erweiterte Beispiele von Sicherheitsfunktionen.

1) Datum wird bei Herausgabe der Norm festgelegt.

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 3834-1, *Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen — Teil 1: Kriterien für die Auswahl der geeigneten Stufe der Qualitätsanforderungen*

— Leerseite —

Veranstaltungstechnik — Hub- und Lastaufnahmeeinrichtungen für Bühnen und andere Produktionsbereiche in der Veranstaltungsindustrie — Festlegung von grundlegenden Anforderungen (mit Ausnahme von Aluminium- und Stahltraversen)

Entertainment Technology — Lifting and Load-bearing Equipment for Stages and other Production Areas within the Entertainment Industry — Specifications for general requirements (excluding aluminum and steel trusses and towers)

ICS:

Deskriptoren

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

STD Version 2.8l

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	11
3.1 Allgemeine Begriffe	11
3.2 Lastannahmen und Kräfte	14
3.3 Elektrische Ausrüstung	16
3.4 Toleranzen in der Bewegung	19
4 Gefährdungen	20
5 Konstruktionsanforderungen	20
5.1 Allgemeines	20
5.2 Beispiele von maschinentechnischen Einrichtungen nach Gruppen	21
5.3 Lasttragende Elemente	23
5.4 Lastannahmen für Versenkeinrichtungen	24
5.5 Tragmittel	24
5.5.1 Allgemeines	24
5.5.2 Lasttragende Seile	24
5.5.3 Endverbindungen lasttragender Seile	25
5.6 Wickeleinrichtung und Umlenkrollen für Drahtseile	27
5.6.1 Wickeleinrichtungen für Drahtseile	27
5.6.2 Umlenkrollen für runde Drahtseile	28
5.6.3 Antriebs- und Umlenkkettenräder für Stahlketten	28
5.6.4 Triebwerke	28
5.7 Lastaufnahmemittel	31
5.8 Belastungen	31
6 Sicherung von Gefahrenstellen	31
6.1 Schutzräume für Inspektion und Wartung	31
6.2 Zugänglichkeit für Instandhaltung	32
6.3 Sicherung von Quetsch-, Scher-, Einzugs- und Absturzstellen	32
6.4 Fahrschachtwände, Fahrschachtöffnungen, Fahrschachttüren	32
6.4.1 Allgemeines	32
6.4.2 Türverschlüsse/Anfahrsperrung	33
6.5 Gegengewichte	33
7 Elektrische Ausrüstung und Steuerungssystem	33
7.1 Allgemeine Anforderungen	33
7.1.1 Allgemeines	33
7.1.2 Auswahl der Ausrüstung	35
7.1.3 Physikalische Umgebungs- und Betriebsbedingungen	35
7.2 Netzanschlüsse und Einrichtungen zum Trennen und Ausschalten	35
7.2.1 Elektromotoren und zugehörige Ausrüstung	35
7.2.2 Schutz gegen elektrischen Schlag	35
7.2.3 Schutz der Ausrüstung	36
7.2.4 Steuerstromkreise und Steuerfunktionen	36

7.3	Sicherheitsbezogene Funktionen und Steuerfunktionen im Fehlerfall	39
7.3.1	Allgemeines	39
7.3.2	Vorsehen von Redundanz.....	40
7.3.3	Gefährliche Betriebszustände.....	41
7.3.4	Sicherheitseinrichtungen und sicherheitsbezogene Funktionen.....	41
7.3.5	Gruppenfahrten von Maschinen	45
7.3.6	Mittel zur Prüfung der Sicherheitseinrichtungen und Sicherheitsfunktionen.....	46
7.4	Not-Halt-Funktionen	47
7.4.1	Not-Halt.....	47
7.4.2	Schalter für und Ausführung von Not-Halt-Funktionen.....	47
7.5	Elektronische und programmierbare elektronische Systeme	47
7.5.1	Allgemeines	47
7.5.2	Programmierbare Steuerungen.....	47
7.5.3	Anwendung von programmierbaren elektronischen Systemen (E/E/PES) zur Umsetzung von Sicherheitsfunktionen.....	48
7.5.4	Anwenderinformationen für Sicherheitsfunktionen	48
7.6	Verwendung elektronischer und programmierbarer elektronischer Systeme (E/PES) ohne Sicherheitsfunktionen	48
7.7	Bedienerschnittstelle, Steuergeräte und Schütze	48
7.7.1	Allgemeines	48
7.7.2	Anforderungen an Schütze.....	48
7.8	Kennzeichnung, Warnschilder und Referenzzeichen	48
7.9	Prüfung und Validierung elektrischer Anlagen	49
7.9.1	Allgemeines	49
7.9.2	Prüfumfang einer Stückprüfung	49
7.10	Bestätigung und Überprüfung funktionaler Sicherheitssysteme	49
8	Benutzerinformationen	50
8.1	Allgemeines	50
8.2	Mitzuliefernde technische Daten.....	50
8.3	Kennzeichnung.....	50
8.3.1	Allgemeines	50
8.3.2	Entertainment Load Limit	51
8.3.3	Nutzlast	51
8.3.4	Maschinentechnische Einrichtung.....	52
8.3.5	Fernbedienung	53
8.4	Dokumentation und Information	53
8.4.1	Allgemeines	53
8.4.2	Betriebsanleitung.....	53
8.4.3	Installationsanleitung.....	55
8.4.4	Reparatur- und Wartungsanweisungen.....	56
8.4.5	Kontrolle und Untersuchung.....	56
8.4.6	Anweisungen zur Demontage	56
8.4.7	Anhang zu den Anweisungen (für zusätzlich erforderliche Dokumente)	57
8.4.8	Dokumentation	57
9	Prüfungen vor der erstmaligen Verwendung und nach wesentlichen Änderungen	58
9.1	Allgemeines	58
9.2	Prüfprotokoll	58
9.3	Prüfungen vor der erstmaligen Verwendung	58
9.3.1	Art, Umfang und Ausführung der Prüfungen	58
9.3.2	Abnahmeprüfung.....	59
9.3.3	Prüfung nach Änderungen und Modifikationen	61
9.3.4	Jegliche andere Änderungen	61
	Anhang A (normativ) Beispiele für Gefährdungen und Risikoursprung	62
	Anhang B (normativ) Anwendungsfall Definitionen.....	69

B.1	Allgemeines	69
B.2	Obermaschinerie	69
B.2.1	Allgemeines	69
B.2.2	Definitionen.....	70
B.3	Untere Bühnenmaschinerie – Heben.....	70
Anhang C (informativ) Empfohlene Sicherheitsfunktionen und -maßnahmen		73
C.1	Allgemeines	73
C.2	Obermaschinerie	74
C.3	Untere Bühnenmaschinerie – Heben.....	75
C.4	Untere Bühnenmaschinerie – horizontale Bewegung.....	76
Anhang D (normativ) Vom Hersteller bereitzustellende Endanwender-Informationstabelle.....		77
Anhang E (informativ) Entwurf von Schutzeinrichtungen auf Grundlage der Risikobeurteilung		80
E.1	Allgemeines	80
E.2	Risikobeurteilung nach EN 62061.....	80
E.2.1	Allgemeines	80
E.2.2	Anleitung für die Auswahl der Parameter Se, Fr und Pr zur Einschätzung des Risikos	81
E.3	Risikobeurteilung nach EN ISO 13849-1	86
E.3.1	Allgemeines	86
E.3.2	Anleitung für die Auswahl der Parameter S, F und P zur Einschätzung des Risikos	86
Anhang F (informativ) Beispiele für die Anwendung des Risikographen		89
F.1	Richtlinie für die Risikobeurteilungswerte für Steuerungssystem-Funktionen	89
F.2	Schweregrad.....	89
F.3	Möglichkeit, den gefährlichen Vorfall zu vermeiden	90
F.4	Mögliche Häufigkeit und Dauer der Exposition	90
F.5	Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Gefährdungsereignisses.....	91
Anhang G (informativ) Anwendungsbeispiele.....		92
G.1	Allgemeines	92
G.2	Halt beim Loslassen des Totmannschalter für UC-1	92
G.2.1	Allgemeines	92
G.2.2	Anforderungen	93
G.2.3	Risikobeurteilung.....	94
G.2.4	Schwere (S, Se).....	94
G.2.5	Häufigkeit und Dauer des Aufenthalts im gefährlichen Bereich (F, Fr)	94
G.2.6	Möglichkeit, den gefährlichen Vorfall zu vermeiden (P, Av).....	94
G.2.7	Wahrscheinlichkeit des unerwünschten Ereignisses (Pr)	94
G.2.8	Resultierende Anforderungen.....	94
G.3	Schutz gegen Überlast für UC-1.....	95
G.3.1	Allgemeines	95
G.3.2	Anforderungen	95
G.3.3	Risikobeurteilung.....	96
G.3.4	Schwere (S, Se).....	96
G.3.5	Häufigkeit und Dauer des Aufenthalts im gefährlichen Bereich (F, Fr)	96
G.3.6	Möglichkeit, den gefährlichen Vorfall zu vermeiden (P, Av).....	96
G.3.7	Wahrscheinlichkeit des unerwünschten Ereignisses (Pr)	96
G.3.8	Resultierende Anforderungen.....	97
G.4	Schutz gegen Verlust des Gruppengleichlaufs für UC-4.....	97
G.4.1	Allgemeines	97
G.4.2	Anforderungen	97
G.4.3	Risikobeurteilung.....	98
G.4.4	Schwere (S, Se).....	98
G.4.5	Häufigkeit und Dauer des Aufenthalts im gefährlichen Bereich (F, Fr)	98
G.4.6	Möglichkeit, den gefährlichen Vorfall zu vermeiden (P, Av).....	98
G.4.7	Wahrscheinlichkeit des unerwünschten Ereignisses (Pr)	98

G.4.8	Resultierende Anforderungen.....	98
G.5	Schutz gegen zu hohe Geschwindigkeit für UC-5	99
G.5.1	Allgemeines	99
G.5.2	Anforderungen	99
G.5.3	Risikobeurteilung.....	100
G.5.4	Schwere (S, Se).....	100
G.5.5	Häufigkeit und Dauer des Aufenthalts im gefährlichen Bereich (F, Fr)	100
G.5.6	Möglichkeit, den gefährlichen Vorfall zu vermeiden (P, Av)	100
G.5.7	Wahrscheinlichkeit des unerwünschten Ereignisses (Pr).....	100
G.5.8	Resultierende Anforderungen.....	100
G.6	Schutz gegen Positionsabweichung für UC-6.....	101
G.6.1	Allgemeines	101
G.6.2	Anforderungen	101
G.6.3	Risikobeurteilung.....	102
G.6.4	Schwere (S, Se).....	102
G.6.5	Häufigkeit und Dauer des Aufenthalts im gefährlichen Bereich (F, Fr)	102
G.6.6	Möglichkeit, den gefährlichen Vorfall zu vermeiden (P, Av)	102
G.6.7	Wahrscheinlichkeit des unerwünschten Ereignisses (Pr)	102
G.6.8	Resultierende Anforderungen.....	102
G.7	G6 Schutz gegen Zugang zu gefährlichen Türen für UC-LSL3	103
G.7.1	Allgemeines	103
G.7.2	Anforderungen	103
G.7.3	Risikobeurteilung.....	104
G.7.4	Schwere (S, Se).....	104
G.7.5	Häufigkeit und Dauer des Aufenthalts im gefährlichen Bereich (F, Fr)	104
G.7.6	Möglichkeit, den gefährlichen Vorfall zu vermeiden (Av, P)	104
G.7.7	Wahrscheinlichkeit des unerwünschten Ereignisses (Pr).....	104
G.7.8	Resultierende Anforderungen.....	105
G.8	Schutz gegen Quetschen/Scheren für UC-LSL3.....	105
G.8.1	Allgemeines	105
G.8.2	Anforderungen	105
G.8.3	Risikobeurteilung.....	106
G.8.4	Schwere (S, Se).....	106
G.8.5	Häufigkeit und Dauer des Aufenthalts im gefährlichen Bereich (F, Fr)	106
G.8.6	Möglichkeit, den gefährlichen Vorfall zu vermeiden (P, Av)	106
G.8.7	Wahrscheinlichkeit des unerwünschten Ereignisses (Pr).....	106
G.8.8	Resultierende Anforderungen.....	107
G.9	Schutz gegen Überlast für UC-LSL5	107
G.9.1	Allgemeines	107
G.9.2	Anforderungen	107
G.9.3	Risikobeurteilung.....	108
G.9.4	Schwere (S, Se).....	108
G.9.5	Häufigkeit und Dauer des Aufenthalts im gefährlichen Bereich (F, Fr)	108
G.9.6	Möglichkeit, den gefährlichen Vorfall zu vermeiden (P, Av)	108
G.9.7	Wahrscheinlichkeit des unerwünschten Ereignisses (Pr).....	108
G.9.8	Resultierende Anforderungen.....	108
	Literaturhinweise.....	109

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17206:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 433 „Veranstaltungstechnik - Maschinen, Arbeitsmittel und Einrichtungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird CEN/CWA 15902-1:2008 ersetzen.

Gegenüber CWA 15902-1:2008 wurden hauptsächlich folgende Änderungen vorgenommen:

- a) bewertet und überarbeitet für neue Europäische Normen, Richtlinien und Bestimmungen;
- b) Begriffe wurden überarbeitet;
- c) aktualisierte Beispiele und informative Anhänge; und
- d) die Norm wurde redaktionell überarbeitet.

Einleitung

Der Zweck dieses Dokuments ist die Erstellung Europäischer Spezifikationen für die Konstruktion, Herstellung und Montage von Hebezeugen und Tragmitteln in der Unterhaltungsindustrie. Es ist dafür vorgesehen, allgemeine Spezifikationen für nationale und internationale Aufführungen (Tourneen), auftretende Künstler, Techniker und Hersteller bereitzustellen. Neben der Maschinenrichtlinie legt die Richtlinie 2009/104/EG bezüglich der Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit für die Nutzung von Arbeitsmitteln durch Arbeitnehmer in Anhang II fest:

„3.1.3.

Es sind Maßnahmen zu ergreifen, damit sich keine Arbeitnehmer unter hängenden Lasten aufhalten, es sei denn, dies ist für den reibungslosen Ablauf der Arbeiten erforderlich.

Es ist untersagt, hängende Lasten über ungeschützten Arbeitsplätzen, an denen sich für gewöhnlich Arbeitnehmer aufhalten, zu bewegen.

In Fällen, in denen ein reibungsloser Ablauf der Arbeiten anders nicht gewährleistet werden kann, sind geeignete Maßnahmen festzulegen und anzuwenden.“

Dieses Dokument betrifft Situationen, die Gefährdungen verursachen, wie das Bewegen oder Halten von Bühnenaufbauten oder Ausrüstung:

- a) über Personen und/oder ungeschützten Bereichen;
- b) in Bereichen mit geringer Beleuchtung, eingeschränkter Sicht, während Bühnennebel oder andere verdeckende Effekte verwendet werden.

Diese zusätzlichen Situationen gelten nicht nur während Aufführungen, sondern auch während Proben, technischem Aufbau, Montagen und in anderen Situationen. Dieses Dokument deckt diese Gefährdungen ab und schlägt geeignete Verfahren zum Erhalt der Sicherheit vor.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument gilt für Maschinen, maschinentechnische Einrichtungen und maschinentechnische Steuerungssysteme, die in Versammlungsstätten sowie in Bühnen- und Produktionsbereichen für Veranstaltungen und Theaterproduktionen (kurz Bühnenmaschinerie) eingesetzt werden. Solche Stätten beinhalten: Theater, Mehrzweckhallen, Ausstellungshalle; Film-, Fernseh- und Radiostudios; Konzerthallen, Schulen, Bars, Diskotheken, Freilichtbühnen und andere Räume für Aufführungen und Veranstaltungen.

Dieses Dokument gilt für Maschineninstallationen mit geführtem und ungeführtem Trag- oder Lastaufnahmemittel.

Dieses Dokument deckt in der Unterhaltungsindustrie verwendete Maschinen ab, einschließlich Maschinen, die aus der Maschinenrichtlinie (2006/42/EG), insbesondere Artikel 1 2j ausgeschlossen sind, der „Maschinen zur Beförderung von Darstellern während künstlerischer Vorführungen“ ausschließt.

Für den Zweck dieses Dokuments sind maschinentechnische Einrichtungen alle technischen Einrichtungen und Ausrüstung, die für den Einsatz auf der Bühne und in Produktionsstätten der Unterhaltungsindustrie vorgesehen sind. Derartige Einrichtungen werden verwendet, um Lasten zu heben, abzusenken und zu transportieren (z. B. Traversensysteme oder Beleuchtung, Film-/Video- und Tonausrüstung). Sowohl das Bewegen von Personen mit diesen Einrichtungen, als auch der Aufenthalt unter ruhenden und bewegten Lasten sind zugelassen.

Diese maschinentechnischen Einrichtungen beinhalten Steuerungen, elektrische und elektronische Steuerungssysteme, elektrische und elektronische Ausrüstung, hydraulische und pneumatische Kraftübertragungssysteme.

„Bühnen“ sind z. B. Veranstaltungsstätten und Produktionsbereiche in Theatern, Mehrzweckhallen, Studios, Produktionsstätten für Film, Fernsehen oder Radio, Konzerthallen, Kongresszentren, Schulen, Ausstellungszentren, Messezentren, Museen, Diskotheken, Vergnügungsparks, Sportstätten und Freilufttheater.

„Veranstaltungen“ sind z. B. Konzerte, Shows, Kongress, Ausstellungen, Präsentation, Vorführungen, Film- oder Fernsehaufnahmen, usw.

Dieses Dokument behandelt dauerhaft und temporär installierte Hebe- und Bewegungsausrüstungen für Bühnen und Produktionsbereiche in der Unterhaltungsindustrie.

Dieses Dokument behandelt keine Konstruktion oder Steuerung von eisernen Vorhängen.

Typische Anwendungen beinhalten, ohne darauf beschränkt zu sein:

- akustische Türen;
- Saalpodium;
- Ausgleichspodium;
- Horizontanlage;
- Prospektzug (hand- und kraftbetrieben);
- Beleuchtungs- und Oberlichtzug;
- Beleuchtungsturm, beweglich;
- Bühnenpodium, beweglich (Bühnenwagen);

- Portalanlage, beweglich;
- Orchesterpodium;
- Flugwerk (Flugeinrichtung);
- Punktzug;
- Drehbühne und -scheibe;
- Prospektlagerpodium;
- Seiten- und Hinterbühnentor;
- Versenkeinrichtung;
- Bühnenwagen;
- neigbarer Bühnenboden; und
- Personen- und Tischversenkungen.

Die Prinzipien in diesem Dokument gelten auch für maschinentechnische Einrichtungen mit neuen Technologien oder Sonderanfertigungen, die hier nicht besonders benannt sind, jedoch auf ähnliche Art funktionieren oder für bezüglich der oben genannten Geräte ähnliche Zwecke vorgesehen sind.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 349, *Sicherheit von Maschinen — Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen*

EN 818-7, *Kurzgliebrige Rundstahlketten für Hebezwecke — Sicherheit — Teil 7: Feintolerierte Hebezeugketten, Güteklasse T (Ausführung T, DAT und DT)*

EN 1993-1-10, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-10: Stahlsortenauswahl im Hinblick auf Bruchzähigkeit und Eigenschaften in Dickenrichtung*

EN 1999-1-2, *Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken — Teil 1-2: Tragwerksbemessung für den Brandfall*

EN 1090-2, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken — Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken*

EN 1090-3, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken — Teil 3: Technische Regeln für die Ausführung von Aluminiumtragwerken*

EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

EN 12385-4, *Drahtseile aus Stahldraht — Sicherheit — Teil 4: Litzenseile für allgemeine Hebezwecke*

EN 13411 (alle Teile), *Endverbindungen für Drahtseile aus Stahldraht — Sicherheit*

EN 13480-3, *Metallische industrielle Rohrleitungen — Teil 3: Konstruktion und Berechnung*

EN 14492-2, *Krane — Kraftgetriebene Winden und Hubwerke — Teil 2: Kraftgetriebene Hubwerke*

EN 60034-1, *Drehende elektrische Maschinen — Teil 1: Bemessung und Betriebsverhalten (IEC 60034-1)*

EN 60204-1:2006, *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60204-1:2005)*

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

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

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

EN 61000-6-2, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 6-2: Fachgrundnormen — Störfestigkeit für Industriebereiche (IEC 61000-6-2)*

EN 61000-6-4, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 6-4: Fachgrundnormen — Störaussendung für Industriebereiche (IEC 61000-6-4)*

EN 61326-3-1, *Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte — EMV-Anforderungen — Teil 3-1: Störfestigkeitsanforderungen für sicherheitsbezogene Systeme und für Geräte, die für sicherheitsbezogene Funktionen vorgesehen sind (Funktionale Sicherheit) — Allgemeine industrielle Anwendungen*

EN 61439-1, *Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen — Teil 1: Allgemeine Festlegungen (IEC 61439-1)*

EN 61508 (alle Teile), *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme (IEC 61508)*

EN 62061, *Sicherheit von Maschinen — Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme (IEC 62061)*

EN 81346-1, *Industrielle Systeme, Anlagen und Ausrüstungen und Industrieprodukte — Strukturierungsprinzipien und Referenzkennzeichnung — Teil 1: Allgemeine Regeln (IEC 81346-1)*

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

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

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

EN ISO 13850, *Sicherheit von Maschinen — Not-Halt-Funktion — Gestaltungsleitsätze*

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

- IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>

3.1 Allgemeine Begriffe

3.1.1

befähigte Person

Person mit ausreichender praktischer und theoretischer Fachkenntnis und Erfahrung zur Durchführung ihrer Aufgaben, die sich außerdem der Grenzen ihrer Kompetenz, Expertise und Fachkenntnis bewusst ist

3.1.2

Auslegungslasten

zu verwendende Last für die Berechnung/Validierung eines spezifischen Bauteils nach den Normen und der technischen Literatur, die für das bestimmte Bauteil gültig sind; erhalten aus der Multiplikation der Nennbelastung (oder der Störfallbelastung, je nach der spezifischen, berücksichtigten Bedingung) des Bauteils mit dem Konstruktions-Risikofaktor (spezifisch für dasselbe Bauteil)

3.1.3

Triebwerk

Teil einer lastaufnehmenden Maschine, das Bewegungen ausführt und die Last hält und Energie in Bewegung umwandelt

3.1.4

Not-Halt

Vorrichtung, die ein gesteuertes Stillsetzen so schnell und sicher wie möglich verursacht und die alle andere Steuerungen außer Kraft setzt

3.1.5

Ausfall

Beendigung der Fähigkeit einer Einheit, eine geforderte Funktion zu erfüllen

Anmerkung 1 zum Begriff: Nach einem Ausfall weist die Einheit einen Fehler auf.

Anmerkung 2 zum Begriff: „Ausfall“ ist ein Ereignis, im Unterschied zu einem „Fehler“, bei dem es sich um einen Zustand handelt.

Anmerkung 3 zum Begriff: Der so definierte Begriff gilt nicht für Einheiten, die nur aus Software bestehen.

Anmerkung 4 zum Begriff: In der Praxis werden die Benennungen „Ausfall“ und „Fehler“ häufig synonym verwendet.

[QUELLE: IEV 191-04-01]

3.1.6

Fehler

Zustand einer Einheit, charakterisiert durch die Unfähigkeit, eine geforderte Funktion auszuführen, ausgenommen der Unfähigkeit während vorbeugender Instandhaltung oder sonstiger planmäßiger Arbeiten oder aufgrund eines Mangels an externen Mitteln

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Fehler ist häufig das Ergebnis eines Ausfalls der Einheit selbst, kann aber auch ohne vorherigen Ausfall auftreten. Anmerkung 2 zum Begriff: Der „Ausfall“ ist ein Ereignis, im Unterschied zum „Fehler“, der einen Zustand darstellt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Auf dem Gebiet von Maschinen wird der englische Begriff „fault“ allgemein in Übereinstimmung mit der Definition in IEV 191-05-01 verwendet, dagegen werden der französische Begriff „défaut“ und der deutsche Begriff „Fehler“ eher als die Begriffe „Panne“ und „Fehlzustand“, die im IEV mit dieser Definition vorkommen, verwendet.

Anmerkung 3 zum Begriff: In der Praxis werden die Benennungen „Ausfall“ und „Fehler“ häufig synonym verwendet.

[QUELLE: EN ISO 12100:2010, 3.33]

3.1.7

Prospektzug

Arbeitsmittel mit mehreren Tragmitteln zum Heben, Senken und Halten von Lasten, bei dem die Aufnahme der Nutzlast gleichmäßig verteilt oder punktförmig erfolgt

Anmerkung 1 zum Begriff: Es wird zwischen handbetriebenen (z. B. Handkonterzug) und maschinenbetriebenen (z. B. elektrischen oder hydraulischen) Prospektzügen unterschieden.

3.1.8

Gefährdung

etwas mit der Möglichkeit, Verletzungen zu verursachen

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies können eine Tätigkeit, eine Maschine, ein Verfahren, eine Substanz oder Räumlichkeiten sein.

[QUELLE: EN ISO 12100:2010, 3.6]

3.1.9

Hebezubehör

Bauteil oder Ausrüstung, die nicht an den Hebemaschinen befestigt sind, die das Halten der Last ermöglichen, die zwischen den Hebemaschinen und der Last oder an der Last selbst angebracht sind oder die als integraler Bestandteil der Last vorgesehen sind und die unabhängig auf dem Markt angeboten werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Tragriemen und deren Bestandteile werden ebenfalls als Hebezubehör betrachtet.

3.1.10

lasttragendes Element

Element zwischen der Last und dem Befestigungspunkt innerhalb der maschinentechnischen Einrichtung

3.1.11

Tragmittel

Hubeinrichtung zum Aufnehmen der Last einschließlich der Triebwerke

3.1.12

Lastaufnahmemittel

Teil der Einrichtung zum Aufnehmen der bestimmungsgemäßen Last

BEISPIEL Laststange eines Prospektzugs, Hubboden eines Podiums, Träger.

3.1.13

Lastsicherungsmittel

mechanisches Gerät, das eine Last definiert zum Stillstand bringen kann und unbeabsichtigte Bewegungen verhindert

BEISPIEL Bremse, dynamisch unumkehrbares Schneckengetriebe, Absperrventil.

3.1.14

Lasthalteeinrichtung

Gerät, das unbeabsichtigte Bewegung einer bereits stillstehenden Last verhindert

BEISPIEL Seilsicherung, Sicherungsstift.

3.1.15

Maschinentechnische Einrichtung

alle Elemente zwischen der Last und dem Befestigungspunkt am Gebäude oder Fußboden

3.1.16

manuelle Flugeinrichtung

Flugeinrichtung (z. B. Stangen-Hebezeug), die durch ein manuelles, nicht maschinelles Triebwerk betätigt wird

3.1.17

Handkonterzug

handbetriebene, über ein Betätigungsseil zu bewegendes Laststange, bei der die Last voll oder teilweise durch Gegengewichte ausgeglichen wird, die in einem geführten, mit der Laststange verbundenen Rahmen getragen werden

3.1.18

Performance Level

diskreter Level, der die Fähigkeit von sicherheitsbezogenen Teilen des Steuerungssystems spezifiziert, eine Sicherheitsfunktion unter vorhersehbaren Bedingungen auszuführen

[QUELLE: EN ISO 1349-1:2015]

3.1.19

Punktzug

Hebegeräte mit einem Tragmittel zum Heben, Senken und Halten von Lasten

3.1.20

Schutzmaßnahme

Maßnahme für das Erreichen der Risikominderung

3.1.21

Risiko

Kombination der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Schadens und seiner Schwere

3.1.22

Sicherheitsbeiwert

Beiwert der Sicherheit

FOS

Quotient der minimalen Bremslast und der partiellen Zugkraft, die bei Nennbelastung wirkt

3.1.23

Versenkeinrichtung

Teil von horizontalen oder geneigten (gekippten) Bühnen-, Szenen-, Studio- oder Saalflächen, der vertikal abwärts und/oder aufwärts bewegt werden kann, sowie die hierzu erforderlichen Triebwerkselemente

BEISPIEL 1 Versenkeinrichtung, die ständig einen Teil des Bodens der Bühnen-, Szenen-, Studio- oder Saalfläche bildet (z. B. Orchester-, Einfach-, Doppelstock-, Ausgleichs-, Prospektlager- oder Saalpodium).

BEISPIEL 2 Versenkeinrichtung, die nicht ständig einen Teil des Bodens der Bühnen-, Szenen-, Studio- oder Saalfläche bildet, überwiegend für szenische Zwecke genutzt wird und sich normalerweise in einer Ruhestellung unterhalb des Bühnenniveaus befindet (z. B. Personen- und Tischversenkung).

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Versenkeinrichtung im Stillstand kann Teil der Bühne sein.

3.1.24

Hubboden

Lastaufnahmemittel einer Versenkeinrichtung zur Unterstützung der Nutzlast

3.2 Lastannahmen und Kräfte

Tabelle 1 — Lastannahmen und Kräfte

Lastannahmen und Kräfte im Normalbetrieb		
	NUTZLAST (en: Safe Working Load, SWL)	Dies ist die Last, die vom Nutzer angelegt werden kann.
+	GEWICHT DES LASTAUFNAHMEMITTELS	Dies ist die Stange oder der Träger der Hebeplattform.
=	TRAGLAST	Dies ist die statische Belastung
+	DYNAMISCHE KRÄFTE	
=	NENNBELASTUNG	Last, die vom Hersteller bei der Konstruktion der Maschine für den normalen Gebrauch berücksichtigt werden muss.

Lastannahmen und Kräfte im Störfall		
	NUTZLAST (en: Safe Working Load, SWL)	Dies ist die Last, die vom Nutzer angelegt werden kann.
+	GEWICHT DES LASTAUFNAHMEMITTELS	Dies ist die Stange oder der Träger der Hebeplattform.
=	TRAGLAST	Dies ist die statische Belastung
+	DYNAMISCHE KRÄFTE IM STÖRFALL	
=	STÖRFALLBELASTUNG	Last, die vom Hersteller bei der Konstruktion der Maschine für den Störfall berücksichtigt werden muss.

3.2.1

Nennbelastung

Summe der Traglast und der dynamischen Kräfte im Betriebsfall

3.2.2

Entertainment Load Limit

ELL

(en: Entertainment Load Limit)

Höchstlast (Masse), für deren Anheben, Absenken oder Halten ein Element der Hebegeräte ausgelegt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Der ELL kann aus betrieblichen Gründen auf ein geringeres Niveau als das berechnete Niveau abgesenkt werden; in diesem Fall ist der Begriff Nutzlast (SWL) zu verwenden.

3.2.3

Entertainment Load Limit im ruhenden Zustand

ELL/R

(en: Entertainment Load Limit at Rest)

Höchstlast (Masse), für deren Halten im Stillstand ein Element der Hebegeräte ausgelegt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Wegen zusätzlicher Maßnahmen (wie Sicherungsstifte in den Podien) könnte der Entertainment Load Limit im ruhenden Zustand höher als der Entertainment Load Limit sein, den die Maschine in Bewegung tragen kann.

3.2.4

Störfallbelastung

Summe aus Traglast und den dynamischen Kräften, die bei ungesteuertem Stillsetzen im Störfall auftreten

Anmerkung 1 zum Begriff: Ungesteuertes Stillsetzen kann z. B. auftreten durch:

- a) Ausfall der Stromversorgung;
- b) Druckabfall im Hydrauliksystem; und
- c) Ansprechen einer Sicherheitseinrichtung.

3.2.5

Lastdruck

Druck, der durch externe Last in einem hydraulischen System erzeugt wird

3.2.6

Nutzlast

SWL

(en: Safe Working Load)

Höchstlast (Masse) nach Bewertung durch eine kompetente Person, die eine Einheit der Hubgeräte unter den besonderen Betriebsbedingungen anheben, absenken oder tragen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Nutzlast wird normalerweise denselben Wert haben wie die höchstmögliche Betriebslast oder die höchstmögliche Nutzlast, wo der Begriff in einem bestimmten Abschnitt der Norm verwendet wird; sie kann jedoch geringer sein.

3.2.7

Nutzlast im Stillstand

SWL/R

(en: Safe Working Load at Rest)

Höchstlast (Masse) nach Bewertung durch eine kompetente Person, die eine Einheit der Hubgeräte unter den besonderen Betriebsbedingungen anheben halten kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Wegen zusätzlicher Maßnahmen (wie Sicherungsstifte in den Podien) könnte die Nutzlast im Stillstand höher als die Nutzlast sein, die die Maschine in Bewegung tragen kann.

3.2.8

Traglast

Summe der Nutzlast und des Gewichts der Lastaufnahmemittel

3.2.9

Prüflast

Last zum Prüfen des Hebezeuges, eines Tragmittels, eines Lastaufnahmemittels oder eines Anschlagmittels

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Prüflast ist gleich der Nutzlast multipliziert mit dem Prüflastfaktor.

3.3 Elektrische Ausrüstung

3.3.1

Steuerstromkreis

Stromkreis, der für die betriebliche Steuerung einer maschinentechnischen Einrichtung und zum Schutz der Hauptstromkreise benutzt wird

3.3.2

Steuergerät

Gerät für die Aktivierung einer Bewegung, z. B. Hebel, Drucktaster, Rad

3.3.3

gesteuertes Stillsetzen

Anhalten einer maschinellen Bewegung durch, z. B. Verringern des elektrischen Steuersignals auf null, sobald das Anhaltesignal von der Steuerung erkannt wurde, wobei die Spannungsversorgung der Maschine während des Anhaltevorgangs bestehen bleibt

[QUELLE: EN 60204-1:2006, 3.11]

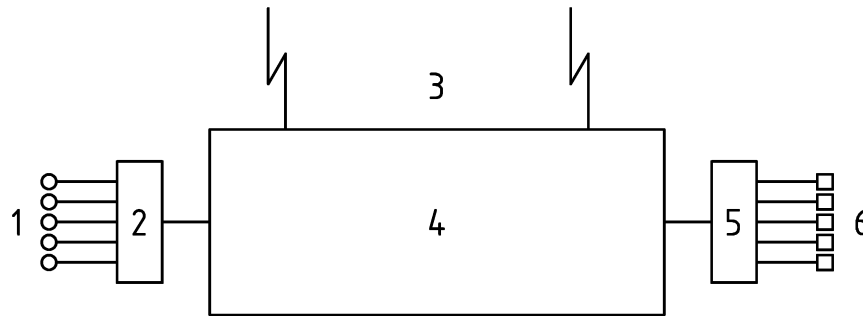
3.3.4

elektrisches/elektronisches/programmierbares elektronisches System

E/E/PE-System

System für die Steuerung, den Schutz oder die Überwachung auf Grundlage von einem oder mehreren elektrischen/elektronischen/programmierbaren elektronischen (E/E/PE) Geräten, einschließlich aller Einheiten des Systems, wie Spannungsversorgungen, Sensoren und anderer Eingabegeräte, Datenhighways und anderer Kommunikationswege und Stellteile und anderer Ausgabegeräte

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu Struktur und Terminologie siehe Bild 1.



Legende

- | | | | |
|---|----------------------------------|---|---|
| 1 | Eingabegeräte (z. B. Stellteile) | 4 | E/E/PE-Gerät |
| 2 | Eingabeschnittstellen AD-Wandler | 5 | Ausgabeschnittstellen DA-Wandler |
| 3 | Kommunikation | 6 | Ausgabegeräte, Endelemente (z. B. Stellteile) |

BEISPIEL Elektrische/elektronische/programmierbar elektronische Geräte beinhalten:

- a) elektromechanische Einrichtungen (elektrisch);
- b) nichtprogrammierbare elektronische Einrichtungen (elektronisch); und
- c) elektronische Einrichtungen basierend auf Rechnertechnologie (programmierbar elektronisch).

ANMERKUNG Das E/E/PE-Gerät ist in zentraler Lage dargestellt, aber solche Geräte können an verschiedenen Stellen des E/E/PE-Systems vorhanden sein.

Bild 1 — Elektrisches/elektronisches programmierbares System (E/E/PE-System) – Struktur und Terminologie

3.3.5

Potentialausgleich

elektrischer Anschluss, der verschiedene Körper elektrischer Betriebsmittel und fremde leitfähige Teile auf ein im Wesentlichen gleiches Potential bringt

[QUELLE: EN 60204-32:2008, 3.29]

3.3.6

Gefährdungsbereich

Gefahrenbereich

Raum innerhalb und in der Umgebung der Maschinen, in denen eine Person einer Gefährdung ausgesetzt sein kann

3.3.7

Lastprofil-Überwachung

Programmierung eines bestimmten Achslastzustands, gefolgt von der Überwachung der Last mit einem automatischen Stopp der Achse, sobald die gemessene Last von der programmierten Last abweicht

3.3.8

Stummschaltung

(en: muting)

vorübergehende Aussetzung einer Sicherheitsfunktion durch das SRP/CS

3.3.9

Überkopfbewegung

Tragmittel, das für Bewegungen ohne Personen im (in den) Gefährdungsbereich(-en) und für das Halten der Last in einer gewünschten Position mit Personen im (in den) Gefährdungsbereich(-en) ausgelegt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Solange die Risiken nicht bewertet und auf ein annehmbares Level abgesenkt wurden, sollte Personen der Zugang in die gefährlichen Bereiche nicht gestattet werden.

3.3.10

Energiequellenfehler

Änderung der elektrischen oder fluiden (Flüssigkeit oder Gas) Energieversorgung, die die Leistungsfähigkeit der Maschinen nachteilig beeinflussen könnte

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies kann Unterspannung, Überspannung, falsches Drehfeld und Fluid-Überdruck oder Fluid-Unterdruck beinhalten.

3.3.11

Schutzleitersystem

Potentialausgleich

Zusammenfassung der Schutzleiter und leitfähigen Teile zum Schutz gegen elektrischen Schlag im Falle eines Isolationsfehlers

[QUELLE: EN 60204-11:2000, 3.34]

3.3.12

Schutzleiter

PE

Leiter, der für einige Maßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag für elektrische Anschlüsse jeglicher der folgenden Teile erforderlich ist:

- a) Körper elektrischer Betriebsmittel;
- b) fremde leitfähige Teile;
- c) Haupterdungsanschluss;
- d) Erder; und
- e) geerdeter Punkt der Stromquelle oder künstlicher Sternpunkt.

[QUELLE: EN 61984:2009, 3.35]

3.3.13

Redundanz

Anwendung von mehr als einem Gerät oder System oder Teil eines Gerätes oder Systems, um sicherzustellen, dass bei Ausfall der Funktion eines Gerätes oder Systems ein anderes verfügbar ist, diese Funktion zu erfüllen

[QUELLE: EN 60204-32:2008, 3.57]

3.3.14

Schutzeinrichtung

trennende oder nicht trennende Schutzeinrichtung

[QUELLE: EN ISO 12100:2010, 3.26]

3.3.15

Sicherheitsfunktion

Funktion, die zum Erreichen oder Erhalten eines sicheren Zustands für die Maschine hinsichtlich eines bestimmten Gefährdungsereignisses vorgesehen ist

3.3.16

Sicherheits-Integritätslevel

SIL

(en: safety integrity level)

diskreter Level (einer von vier möglichen) für die Spezifizierung der Sicherheits-Integritätsanforderungen der Sicherheitsfunktionen, der dem E/E/PES zugewiesen wird, wobei das Sicherheits-Integritätslevel 4 den höchsten und Sicherheits-Integritätslevel 1 den niedrigsten Level der Sicherheits-Integrität aufweist

[QUELLE: EN 61508-4:2010, 3.5.8]

3.3.17

Schlaffzustand

allgemein als Schlaffseil beschrieben, ein Zustand, in dem ein Drahtseil oder lasttragendes Gerät die angehängte Last nicht mehr trägt

3.3.18

Sicherheitsbezogenes Teil eines Steuerungssystems

SRP/CS

Teil eines Steuerungssystems, das auf sicherheitsbezogene Eingangssignale reagiert und sicherheitsbezogene Ausgangssignale erzeugt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Kombination sicherheitsbezogener Teile eines Steuerungssystems beginnt an dem Punkt, an dem die sicherheitsbezogenen Signale erzeugt werden (einschließlich z. B. Betätiger und Rolle des Positionsschalters) und endet an den Ausgängen der Leistungssteuerungselemente (einschließlich z. B. Hauptkontakte eines Schützes).

Anmerkung 2 zum Begriff: Falls Überwachungssysteme zur Diagnose verwendet werden, dann werden sie wie SRP/CS behandelt.

[QUELLE: EN ISO 13849-1:2015, 3.1.1]

3.3.19

ungesteuertes Stillsetzen

Anhalten der maschinellen Bewegung durch Trennen der Energieversorgung der Maschine

3.3.20

Unterlastbedingung

Bedingung, unter der die Last unter dem Gewicht des Lastaufnahmemittels liegt

3.4 Toleranzen in der Bewegung

3.4.1

Gleichlauftoleranz

zulässige Positionsabweichung der einzelnen maschinentechnischen Einrichtungen untereinander oder zur errechneten Fahrkurve für die jeweilige Anlage

3.4.2

Störfalltoleranz

zulässige Positionsabweichung der einzelnen maschinentechnischen Einrichtungen untereinander oder zur errechneten Fahrkurve für die jeweilige Anlage im Störfall

4 Gefährdungen

Bei der Auslegung und Verwendung von Hebe- und Tragmitteln nach dieser Norm müssen alle vorhersehbaren Gefährdungen bestimmt werden.

Es können nur kompetente Personen verantwortlich sein für:

- a) Beschreibung der beabsichtigten Verwendung;
- b) Risikobeurteilung.

Nach der Beurteilung des Risikos müssen die entsprechenden, zu ergreifenden Maßnahmen für die spezifischen Gefährdungen festgelegt werden. Die Risikobeurteilung kann auf Grundlage der EN 12100 oder entsprechend den Beispielgefährdungen aus der Liste in Anhang A durchgeführt werden. Für den Fall, dass eine jegliche der identifizierten Gefährdungen eintritt, müssen geeignete Einrichtungen und Vorkehrungen bereitgestellt werden, die die Rettung von Darstellern und anderen Personen ermöglichen.

Für die Auswahl von Schutzmaßnahmen sind folgende Schritte zu unternehmen:

- a) Beschränkungen der Produkte festlegen (bestimmungsgemäßer Gebrauch, vorhersehbare Fehlanwendung, Umfeld, Lebensdauer und Verschleiß);
- b) Gefährdungen identifizieren und Risiko abschätzen;
- c) Gefährdungen konstruktiv beseitigen und das Risiko so weit wie möglich einschränken; und
- d) Benutzer über Restrisiken informieren (Benutzerinformation).

5 Konstruktionsanforderungen

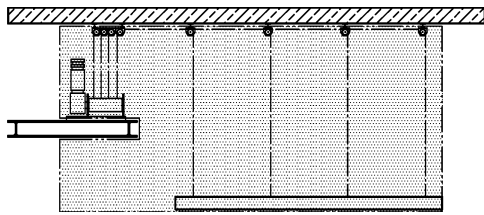
5.1 Allgemeines

Bühnenmaschinerie kann in vier Teile gruppiert werden:

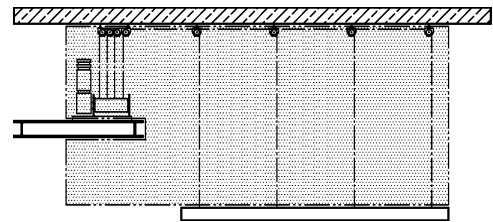
- a) Tragmittel;
- b) Steuerungssysteme;
- c) Triebwerk; und
- d) Lastaufnahmemittel der maschinentechnischen Einrichtung.

5.2 Beispiele von maschinentechnischen Einrichtungen nach Gruppen

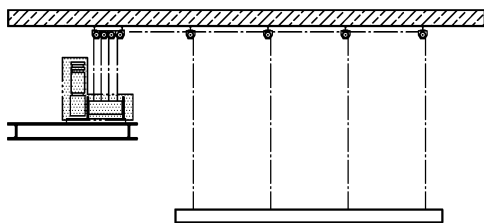
Beispiele für die Prüfeinrichtungen sind in den Bildern 2 bis 4 dargestellt.



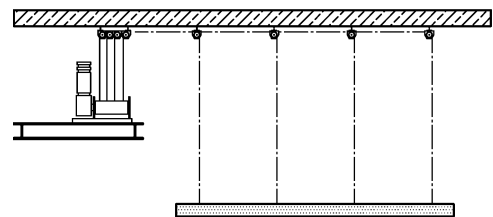
a) — Maschinentechnische Einrichtung



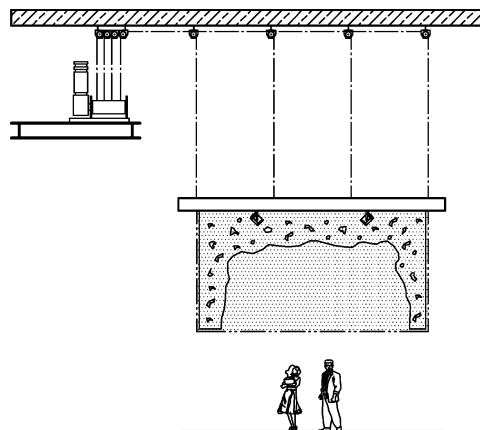
b) — Tragmittel



c) — Triebwerk

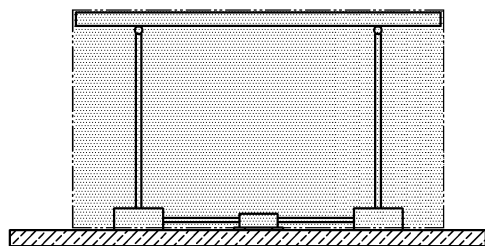


d) — Lastaufnahmemittel

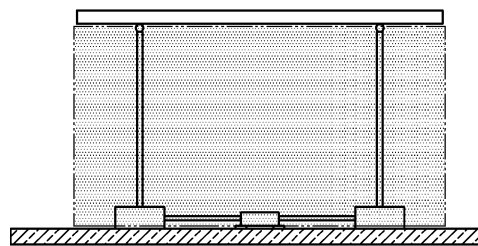


e) — Bühnenbild oder Geräte auf dem Podiumsboden

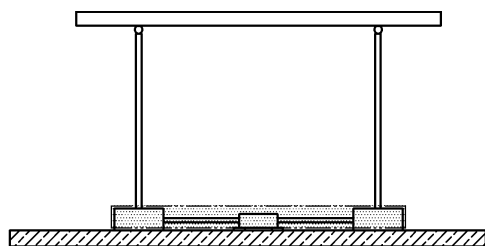
Bild 2 — Schematische Darstellung eines Stangen-Hebezeug-Windensystems



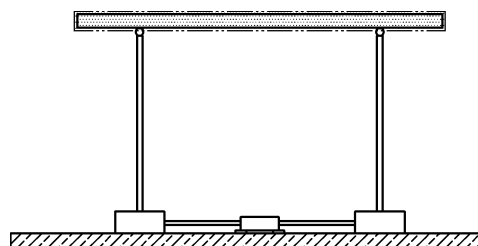
a) — Maschinentechnische Einrichtung



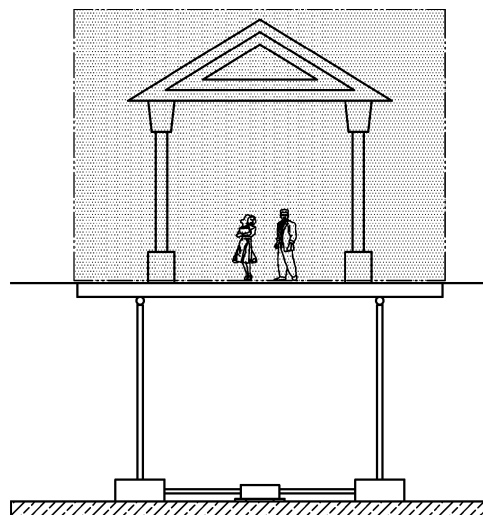
b) — Tragmittel



c) — Triebwerk



d) — Lastaufnahmemittel



e) — Bühnenbild oder Geräte auf dem Podiumsboden

Bild 3 — Schematische Darstellung einer Versenkeinrichtung

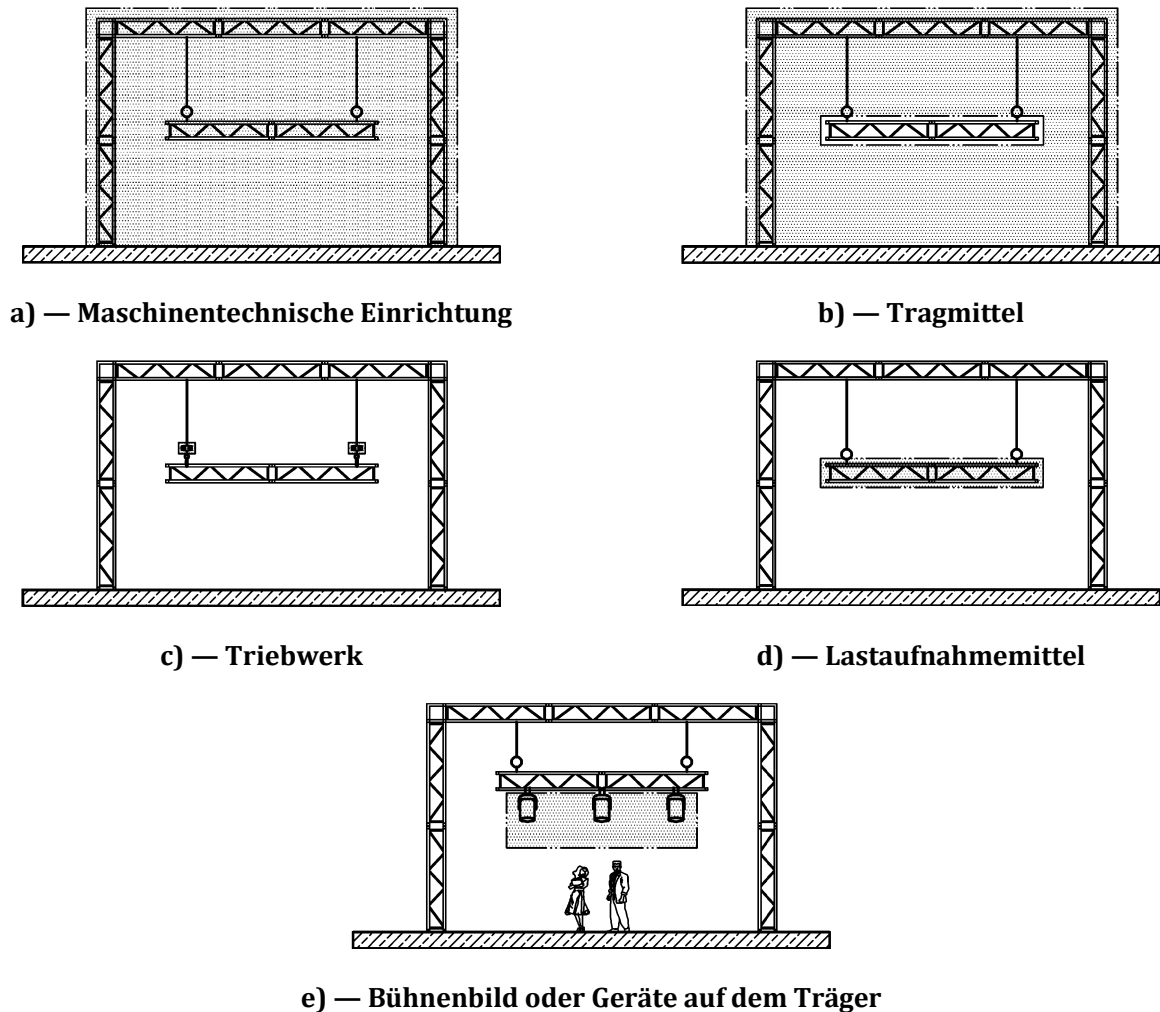


Bild 4 — Schematische Darstellung eines Trägersystems

5.3 Lasttragende Elemente

Lasttragende Elemente der Bühnenmaschinerie müssen so ausgelegt sein, dass die Auslegungslast gleich der doppelten Nennbelastung ist.

Für den Störfall, wie z. B. Spannungsausfall, Versagen von Triebwerksregelungen oder Rohrbruch, sind die Elemente so auszulegen, dass die Auslegungslast der einfachen Störfallbelastung entspricht.

ANMERKUNG Falls der Ausfall von lasttragenden Elementen nicht zum Ausfall des Lastaufnahmemittels und seiner Last führt, ist es zulässig, dass die Auslegungslast gleich der Nennbelastung ist. Falls der Ausfall eines einzelnen lasttragenden Elements nicht zu katastrophalem Ausfall der Maschinerie führt, ist die Auslegungslast gleich der Nennbelastung.

Lasttragende Elemente müssen nach EN 1993-1-10 (Eurocode 3) für Stahlkonstruktionen und nach EN 1999-1-2 (Eurocode 9) für Aluminiumkonstruktionen gebaut werden.

Alle Schweißverbindungen müssen nach EN 1090-2 und EN 1090-3 konstruiert und hergestellt werden.

Eigenfrequenz und seitliche Torsion oder Knicken der Strukturen müssen berücksichtigt werden.

5.4 Lastannahmen für Versenkeinrichtungen

Für die Berechnung sind folgende Minimallasten anzusetzen:

- a) Die verteilte Last mit Podium im Stillstand als Teil des Bühnenbodens muss mindestens dieselbe wie die des umgebenden Bühnenbodens sein; und

Punktlasten sind vom Konstrukteur festzulegen.

- b) Arbeitslastgrenzwerte in Bewegung sind vom Konstrukteur festzulegen.

Ausgenommen von a) sind Versenkeinrichtungen für szenische Zwecke, die nicht ständig Teil des Bühnenbodens sind.

Um ausreichende Steifigkeit in Längs- und Querrichtung zu erhalten, sollte das Podium in der Lage sein, horizontalen Kräften von mindestens $1/20$ der verteilten Last zu widerstehen.

5.5 Tragmittel

5.5.1 Allgemeines

Es ist zulässig, ein einzelnes Tragmittel zu verwenden.

Wenn eine Last von mehr als einem Tragmittel getragen wird, muss die Last proportional verteilt sein.

Sämtliche Elemente müssen gegen unbeabsichtigtes Lösen gesichert sein.

Alle tragenden Elemente von Tragmitteln müssen aus nicht brennbaren Materialien gefertigt sein. Ausgenommen von dieser Forderung ist der Bodenbelag des Hubbodens/Schleppbodens.

Brennbare Konstruktionselemente der maschinentechnischen Einrichtungen sind nur dann zulässig, wenn konstruktiv sichergestellt ist, dass bei ihrer Zerstörung das Lastaufnahmemittel mit seiner Last nicht abstürzt.

Seile aus Synthetik- oder Naturfaser sind zulässig, wenn die Risikobeurteilungen ergeben, dass dies sicher ist.

5.5.2 Lasttragende Seile

5.5.2.1 Drahtseile

Als Tragmittel sind Drahtseile nach EN 12385-1, EN 12385-2 und EN 12385-4 zugelassen. Alle Drahtseile in Prospektzügen müssen eine Vorrichtung für den Längenausgleich besitzen.

Als lasttragende Seile verwendete Drahtseile müssen normalerweise die Anforderungen für einen Sicherheitsbeiwert von mindestens 10 bei Nennbelastung erfüllen, wobei der Sicherheitsbeiwert der Quotient aus der minimalen Bremslast und der partiellen Zugkraft ist, die bei Nennbelastung wirkt.

Wenn Drahtseile nicht über Laufrollen oder Seilspindeln laufen, kann nach einer Risikobeurteilung ein geringerer Sicherheitsbeiwert verwendet werden.

Für das Drahtseil ist ein „Werkszeugnis 2.2“ nach EN 10204 vorzulegen, in dem die Prüfung EN 12385-4 bestätigt wird.

Falls ein Drahtseil ausgetauscht wird, muss sichergestellt werden, dass die Konstruktion des neuen Seils der des ausgetauschten Seils gleichwertig ist.

Falls ein Mantel (aus Kunststoff oder Textilien) verwendet wird, muss es möglich sein, die gesamte Seillänge zu kontrollieren.

Ummantelte Seile dürfen nicht als Teil der Maschinerie verwendet werden, es sei denn, sie werden als Hebezubehör verwendet.

5.5.2.2 Ketten

Bei maschinentechnischen Einrichtungen mit Stahlketten als Tragmittel werden überwiegend Rundstahlketten eingesetzt. Die Rundstahlketten müssen lehrenhaltig sein, geprüft nach EN 818-7.

Die als Tragmittel verwendeten Rundstahlketten müssen bei höchstmöglicher Nennbelastung einen Sicherheitsfaktor von mindestens 8 aufweisen, bezogen auf die in EN 818-7 festgelegte Bruchkraft.

Für jede Kette ist ein „Werkszeugnis 2.2“ nach EN 10204 vorzulegen, in dem die Prüfung nach EN 818-7 bestätigt wird.

Für andere Ketten, z. B. Rollenketten, gelten die entsprechenden gleichen Anforderungen. Bauartspezifische Eigenschaften sind zu berücksichtigen.

5.5.3 Endverbindungen lasttragender Seile

5.5.3.1 Drahtseil-Endverbindungen

Es sind Endverbindungen zu verwenden, die sicherstellen, dass mindestens 80 % der Mindestbruchkraft des Seiles erhalten bleiben.

Falls das Endstück des Drahtseils nicht sichtbar ist, müssen Drahtseil-Endverbindungen so ausgeführt sein, dass ihr Zustand durch Besichtigung prüfbar ist. Endverbindungen müssen mit dem entsprechenden Teil der EN 13411 übereinstimmen.

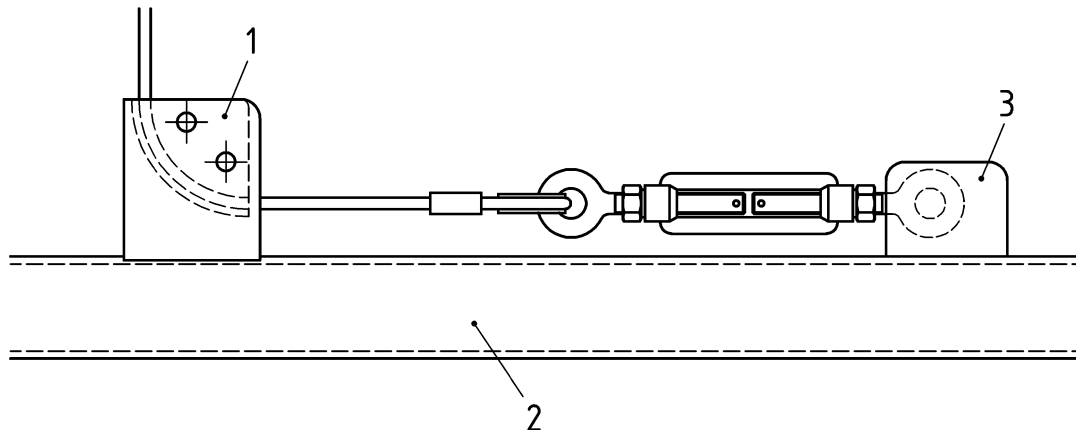
5.5.3.2 Lösbare Drahtseil-Endverbindungen

Lösbare Drahtseil-Endverbindungen können sein z. B.:

- a) asymmetrische Keil-Endklemmen nach EN 13411-6; und
- b) symmetrische Keil-Endklemmen nach EN 13411-7.

Lösbare Endverbindungen müssen gegen Selbstlösen gesichert sein; z. B. ist eine Drahtseilklemme nach EN 13411-5 zu verwenden; diese Drahtseilklemme dürfen nur am losen Seilende angebracht werden (zu Beispielen siehe Bilder 5 und 6).

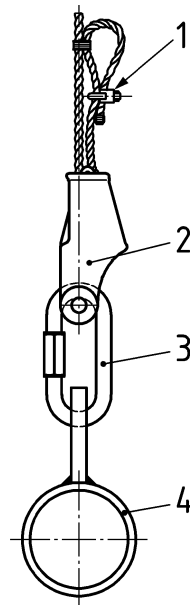
Die Verbindung mit dem Prospektzug muss freie Bewegung in alle horizontalen Richtungen erlauben (siehe Bild 5).



Legende

- 1 Das Verhältnis der Seilumlenkung $D : d$ sollte mit den Herstellerangaben übereinstimmen oder nicht weniger als 10 betragen.
- 2 Laststange
- 3 verschiebbare Schelle

Bild 5 — Verschiebbare Rohrschelle als Beispiel einer Vorrichtung für den Längenausgleich des Drahtseiles



Legende

- 1 Griff wie in der EN 13411-5
- 2 asymmetrische Keil-Endklemme
- 3 Schnellverbindungsglied mit Schraubkappen
- 4 geschweißte Laststange

Bild 6 — Beispiel einer Laststangenaufhängung

5.5.3.3 Unlösbare Drahtseil-Endverbindungen

Beispiele unlösbarer Endverbindungen für Drahtseile sind:

- a) Splice nach EN 13411-2;
- b) Pressklemmen nach EN 13411-3; und
- c) Walzterminals, mit Nachweis der Tragfähigkeit, z. B. durch Herstellerunterlagen.

5.5.3.4 Endanschlüsse für Stahlketten

Ketten-Endverbindungen müssen derart ausgelegt und hergestellt sein, dass sie 100 % der minimalen Bruchkraft der Kette widerstehen, bevor der Ausfall eintritt. Rollenketten-Endverbindungen müssen mit eindeutiger Angabe der Biegegrenzen in der ungünstigen Ebene ausgelegt und berechnet werden. Der Hersteller muss diese Grenzwerte bei der Montage der Rollenketten in Hubmaschinerie für die Unterhaltungsindustrie berücksichtigen. Ein drehbares oder Gelenk-Anbauteil muss unbeabsichtigte seitliche Belastung verhindern.

Ketten-Verankerungsgeräte müssen viermal der statischen Kettenzugkraft bei der Nennt Tragfähigkeit des Hebezeugs widerstehen, ohne zu brechen.

Gewindeverbindungen an Ketten-Verankerungsgeräten müssen verriegelt sein, um selbsttätiges Lösen zu verhindern. Der Zustand der Befestigung muss nachprüfbar sein (siehe EN 14492-2).

5.6 Wickeleinrichtung und Umlenkrollen für Drahtseile

5.6.1 Wickeleinrichtungen für Drahtseile

Bei Verwendung von Rundseilen müssen Seiltrommeln mit schraubenförmigen Rillen zur Aufnahme der Rundseile versehen sein. Andere Hebeeinrichtungen, die keine Trommel nutzen, sind zulässig.

Runddrahtseile dürfen vorzugsweise nur in einer Lage aufgewickelt werden. Beim Einsatz von Bobinen muss für jedes Seil eine eigene Wickelkammer vorhanden sein, und es muss sichergestellt sein, dass die Mitten der Seile übereinander zu liegen kommen.

Wo die Trommel für das Aufwickeln mehrerer Seilschichten ausgelegt ist, muss die Ausführung der Trommel und des Führungsmechanismus unkontrolliertes Überkreuzen und Hochdruck-Quetschpunkte zulassen.

Um die Lebensdauer des Drahtseils zu erhalten, ist es hilfreich, unkontrolliertes Überkreuzen und Hochdruck-Quetschpunkte zu vermeiden.

Die Befestigung des Seils an der Trommel muss so ausgeführt sein, dass 80 % der minimalen Bruchkraft des Seils entweder durch Reibung durch die verbleibenden Wicklungen auf der Trommel oder durch Endbefestigung oder eine Kombination aus beiden aufgenommen werden.

Bei Befestigung mit Klemmstücken darf bei Versagen einer Schraube die Befestigung nicht unwirksam werden.

Konstruktive Maßnahmen müssen sicherstellen, dass der Ablenkwinkel des Seils von der Rille der Trommel oder Laufrolle beim Ziehen nach oben oder unten unter Last oder lose in beide Richtungen niemals mehr als 4 Grad beträgt, vorzugsweise sollten sogar 1,5 Grad nicht überschritten werden.

Der Durchmesser der Seiltrommeln sollte, gemessen von Seilmitte zu Seilmitte, nicht weniger als das 18-fache des Seildurchmessers, vorzugsweise jedoch mindestens das 20-fache des Seildurchmessers betragen.

5.6.2 Umlenkrollen für runde Drahtseile

Der Durchmesser der Seilumlenkrollen muss, gemessen von Seilmitte zu Seilmitte, mindestens das 20-fache des Seildurchmessers betragen.

Der Rillengrund muss ein kreisförmiger Bogen sein.

Der Radius des Rillengrunds muss zwischen $0,52 d$ und $0,56 d$ betragen, wobei d der Seildurchmesser ist.

5.6.3 Antriebs- und Umlenkrollenräder für Stahlketten

Der Einlauf der Stahlketten in Umlenkrollenräder muss so gestaltet sein, dass ein Verdrehen der Stahlketten ausgeschlossen ist und ein störungsfreier Ein- und Auslauf sichergestellt wird.

5.6.4 Triebwerke

5.6.4.1 Allgemeines

Triebwerke müssen so beschaffen sein, dass unbeabsichtigte gefahrbringende Bewegungen ausgeschlossen sind.

Dies kann z. B. erreicht werden durch bewegungsbetätigte Lastsicherung (dynamisch selbständig); oder mindestens zwei unabhängig funktionierende Lastsicherungsmittel.

Ein Beispiel eines bewegungsbetätigten Lastsicherungsmittels kann ein dynamisch selbständiges Getriebe sein; ein unabhängig funktionierendes Lastsicherungsmittel kann aus Bremsen bestehen, die in allen Betriebsarten unabhängig funktionieren.

Das verzögerte Eingreifen einer zweiten Bremse ist zulässig, dies muss zur Berechnung des Anhaltewegs bei einem berücksichtigt werden.

Die Eignung aller Lastsicherungsmittel für die vorgesehene sichere Betriebsperiode (en: Safe Working Period, SWP) muss vom Hersteller verifiziert werden.

Direkt wirkende, in der kinetischen Kette zwischen der Last und den Sicherungseinrichtungen liegende Hubkraftbegrenzer sind zulässig.

Wenn Bremsen eingesetzt werden, dürfen die Brems- und die Klemmkraft nur durch Gewichtskraft oder durch geführte Druckfedern erzeugt werden. Die Druckfedern dürfen sich bei Drahtbruch nicht durch Ineinanderdrehen verkürzen.

Jede dieser Last-Sicherungseinrichtungen muss allein in der Lage sein, die Prüflast zum Stillstand zu bringen. Die Wirksamkeit jeder Last-Sicherungseinrichtung muss einzeln prüfbar sein.

Wo Bremsen für Not-Halt-Einrichtungen (einschließlich hydraulischen Triebwerken, Ventilen oder Klemmen) verwendet werden, müssen diese mittels zweier unabhängiger Geräte betätigt werden. Diese können dieselben wie die zum Abschalten der Geräte verwendeten sein.

Die Risikobeurteilung kann zeigen, dass ein Lastsicherungsmittel ausreichend ist.

Wenn durch eine Risikobeurteilung nachvollziehbar festgestellt worden ist, dass die hinreichende Sicherheit mit nur einer Sicherungseinrichtung erreichbar ist, kann von der Forderung nach zwei voneinander unabhängig wirkenden Sicherungseinrichtungen an einem Triebwerk abgewichen werden. Dies kann nur dann der Fall sein, wenn eine gemeinsame Last durch eine Gruppe aus mehreren Triebwerken bewegt wird und beim Ausfall eines Triebwerks die verbleibenden Triebwerke die Last sicher halten.

Wenn durch eine Risikobeurteilung nachvollziehbar festgestellt worden ist, dass die hinreichende Sicherheit mit nur einer Sicherungseinrichtung erreichbar ist, kann bei horizontalen Bewegungen (z. B. Bühnenwagen, Drehscheiben, Vorhanganlagen, Fahrwerke) auch bei nur einem Triebwerk eine Sicherheitseinrichtung ausreichend sein.

Für den Stillstand von Versenkeinrichtungen ist eine Lasthalteeinrichtung zulässig.

Zwischen dem Lastaufnahmemittel und dem Lastsicherungsmittel müssen alle Bauteile des Triebwerks:

- a) so ausgeführt sein, dass die doppelte Nennbelastung nicht zu dauerhafter Verformung oder zum Ausfall des Bauteils führen, wobei 400 Betriebsstunden als Grundlage für Berechnungen verwendet werden, es sei denn, eine längere Betriebszeit ist angemessen (siehe ISO 4301-1); und
- b) im Fall von Versenkeinrichtungen für Lasten des 1,5-fachen der Tragfähigkeit ausgeführt sein. Dies darf nicht zu dauerhafter Verformung oder zum Ausfall des Bauteils führen.

Um Ausfallzustände zu berücksichtigen, müssen alle Triebwerksbauteile zwischen dem Lastaufnahmemittel und den Lastsicherungsmitteln so ausgeführt sein, dass $1 \times$ die Auslegungslast bei Ausfall nicht zu dauerhafter Verformung oder zum Ausfall des Bauteils führen darf.

Alle geführten, kraftgetriebenen Lastaufnahmemittel müssen über ein Bauteil verfügen, das deren Bewegung sperrt, wenn das Tragsystem lose durchhängt.

5.6.4.2 Spindelantriebe

Spindeln müssen eine höhere Verschleißfestigkeit als die Tragmutter aufweisen. An Spindelantrieben muss die Tragmutter für die 2-fache Nennbelastung ausgelegt sein. Der Verschleiß der Tragmutter muss durch eine Verschleißmesseinrichtung überwacht werden, z. B. durch eine Kontrollmutter (eine nicht lasttragende Rotationsmutter, die zur Verfolgung des Verschleißes der Tragmutter verwendet wird).

Bei Versenkeinrichtungen bis 400 mm Hubhöhe kann auf die Verschleißmesseinrichtung verzichtet werden, wenn der zulässige Verschleiß durch Sichtprüfung erkennbar ist. Auch in diesem Fall muss die Tragmutter für die 2-fache Nennbelastung ausgelegt sein.

Bei der Verwendung von Spindeln mit Kugelumlaufmutter kann auf eine Verschleißmesseinrichtung verzichtet werden.

Eine Resttragfähigkeit vom 1,6-fachen der Nennbelastung muss erhalten bleiben.

5.6.4.3 Hydrauliksysteme

Bei hydraulischen Triebwerken muss die Berechnung mit dem 2-fachen Lastdruck erfolgen.

Zylinder und Druckleitungen müssen für vorwiegend nicht zyklische Lasten nach EN 13480-3 ausgelegt sein. Die Auslegung sollte den Mindestanforderungen der Druckgeräterichtlinie (2014/68/EU) genügen.

Zwischen hydraulischem Triebwerk und Sicherungseinrichtung dürfen Schneidring-, Keilring-, Bördelverschraubungen und dergleichen sowie Schlauchleitungen nicht verwendet werden.

Bei Verwendung handelsüblicher Bauteile, z. B. Rohrverschraubungen oder Ventilen, die zwischen Zylinder und den Last-Sicherungseinrichtungen angeordnet sind, muss der vom Hersteller angegebene Nenndruck höher als der 2-fache Wert des Lastdruckes sein.

Für das übrige System zwischen Last-Sicherungseinrichtung und Druckerzeugung ist als Berechnungsdruck der einfache Wert des Betriebsdruckes anzusetzen.

Der Betriebsdruck muss durch eine Druckbegrenzungseinrichtung begrenzt sein. Der im System vorhandene Druck muss gemessen werden können.

Hydraulische Antriebe müssen im Allgemeinen vor Ort mit manuellen Absperreinrichtungen, durch die sie von den übrigen Teilen der Anlage abgetrennt werden können, ausgerüstet sein.

Erfolgt die Druckerzeugung für das Hydrauliksystem durch ein Gaspolster, das unmittelbar auf die Hydraulikflüssigkeit wirkt, muss eine selbsttätige Abschaltung aller Triebwerke erfolgen, sobald der erforderliche Mindestdruck der Hydraulikflüssigkeit unterschritten wird.

5.6.4.4 Hilfsantriebe

Durch Aufstecken einer Handkurbel oder Einrücken eines Hilfsantriebes muss der Kraftantrieb zwangsläufig unterbrochen werden. Die Drehrichtung für Aufwärts- und Abwärtsfahrt der maschinentechnischen Einrichtung muss sinnfällig sowie deutlich erkennbar angegeben sein.

5.6.4.5 Manuelle Systeme

Manuelle Triebwerke, wie z. B. Handwinden, müssen alle in Abschnitt 5 beschriebenen Anforderungen erfüllen. Beispiele für die manuellen Systeme sind in Bild 7 dargestellt.

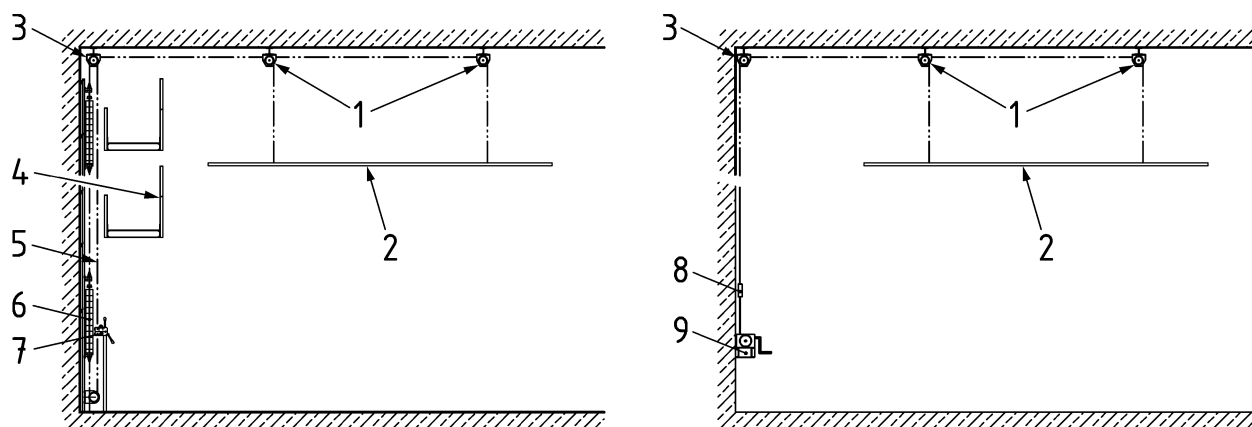
Beim Handkonterzug muss eine Lasthalteeinrichtung vorhanden sein, die in Zug- und Druckrichtung mindestens die Handkraft (von einer Person aufgebrachte Kraft, entweder Zug- oder Druckkraft [Ziehen oder Drücken]) von zwei Personen ($2 \times 200 \text{ N}$) halten kann. Diese Gerät darf am vom Bediener betätigten Seil liegen.

An den Umlenkrollen für das Bedienerseil muss der Rillengrund in einem kreisförmigen Bogen über einen Winkel von 180 Grad ausgeführt sein.

Der Nennradius der Rille muss um 20 % größer als der Nennradius des Seils sein. Der Rillengrund muss glatt und die Kanten abgerundet oder abgeschrägt sein.

Der Rollen-Wirkdurchmesser sollte für Faserseile mindestens das 8-fache des Seildurchmessers betragen.

Bedienerseilkräfte sollten 200 N nicht übersteigen.



Legende

- | | | | |
|---|----------------------------------|---|--------------|
| 1 | Seilrolle | 6 | Gegengewicht |
| 2 | Laststange | 7 | Seilschloss |
| 3 | Seilrolle und oberer Rollenblock | 8 | Seilführung |
| 4 | Beladegalerien | 9 | Winde |
| 5 | Bedienerseil | | |

Bild 7 — Beispiele manueller Systeme

5.7 Lastaufnahmemittel

Lastaufnahmemittel müssen für die 1-fache Nennbelastung oder, falls größer, die Störfallbelastung berechnet werden.

Die Ablenkung des Lastaufnahmemittels und die Anregung des Bodens sollten berücksichtigt werden. Die höchstmögliche Umlenkung muss festgelegt werden.

Laststangen oder Hubbalken sind so zu dimensionieren, dass die rechnerische Durchbiegung zwischen zwei Aufhängungen durch die anteilige Nutzlast höchstens 1/200 beträgt.

5.8 Belastungen

Lasten dürfen aus vielen unterschiedlichen Gegenständen wie Bühnenbildelementen, Lautsprecherboxen, Scheinwerfern usw. bestehen, und wenn die Last hergestellt wird müssen die Aufhängungspunkte als Lastaufnahmepunkte ausgeführt werden und die höchstmöglichen zulässigen Beanspruchungswerte der verwendeten Materialien sowie die Kräfte an den Anschlagpunkten berücksichtigt werden.

6 Sicherung von Gefahrenstellen

6.1 Schutzräume für Inspektion und Wartung

Zum Schutz von Personen, die sich bestimmungsgemäß zu Prüfungs- und Instandhaltungsarbeiten unterhalb der maschinentechnischen Einrichtung (z. B. Versenkeinrichtung) aufhalten müssen, sind Schutzräume vorzusehen. Hierbei dürfen die Versenkeinrichtungen nur so tief gefahren werden können, dass unterhalb der gesamten Fläche des Hubbodens ein Schutzraum bleibt. Der vertikale Abstand zum tiefsten Punkt des Hubbodens der Versenkeinrichtung muss mindestens 0,8 m vom Boden des Schutzraums betragen, 0,5 m bis zu darunter bzw. darüber liegenden festen Einbauten, ausgenommen Anschläge, 0,12 m zwischen Schürzen von Versenkeinrichtung und der Sohle des Schutzraumes.

Führungssysteme bleiben hierbei unberücksichtigt, soweit der Schutzraum mit mindestens einer Grundfläche von 0,8 m × 1,5 m vorhanden ist.

Der Schutzraum darf vorübergehend gebildet werden. Um dies zu erreichen, muss eine Blockiervorrichtung montiert sein, die die sichere Ausführung von Wartungs- und Reparaturarbeiten unter dem Podium erlaubt. Diese Vorrichtung muss in der Lage sein, die Traglast zu tragen und sie muss von einer Person von einer sicheren Position aus betätigt werden können.

Die Blockiervorrichtung muss leicht zugänglich und dauerhaft an der Ausrüstung oder der Installation montiert sein.

Es darf nicht möglich sein, die Blockiervorrichtung zu entfernen, es sei denn, die Plattform wird vom Hubmechanismus oder durch andere Mittel gehalten.

Für kraftgetriebene Blockiervorrichtungen ist erforderlich, klar anzuzeigen, dass die Blockiervorrichtung richtig positioniert ist. (Siehe EN 1570-2)

Zugangsöffnungen zu Schutzräumen müssen einen Querschnitt von mindestens 0,6 m × 0,8 m haben.

Im Instandhaltungsbereich unter dem Hubboden muss eine ortsfeste Beleuchtung installiert sein.

6.2 Zugänglichkeit für Instandhaltung

Gänge neben Triebwerken und Schalteinrichtungen, die zur Durchführung von Instandhaltungsarbeiten oder zur Überwachung des Betriebsablaufes begangen werden, sollten mindestens 0,7 m breit sein und eine lichte Höhe von 2 m nicht unterschreiten.

Bei Höhendifferenzen von nicht mehr als 3 m zwischen Schutzraumsohle und oberster Betriebsstellung des Hubbodens ist der Durchstieg durch den Hubboden zulässig.

Zugangsklappen im Bühnenboden an den Positionen der Triebwerke oder Schalteinrichtungen müssen eine lichte Weite von mindestens 0,6 m × 0,8 m aufweisen und nach oben aufschlagen oder abnehmbar sein. Die Fußbodenklappen müssen in eine stabile Lage umlegbar oder mit selbsttätig wirkenden Feststellvorrichtungen versehen sein. Absturzsicherungen und Einstieghilfen müssen vorhanden und einsatzbereit sein. Fußbodenklappen müssen gegen unbeabsichtigtes Ausheben gesichert sein.

Gänge für die Instandhaltung müssen mit dem Verbotssymbol „Wartungszugang - Zutritt für Unbefugte verboten“ deutlich erkennbar und dauerhaft gekennzeichnet sein.

6.3 Sicherung von Quetsch-, Scher-, Einzugs- und Absturzstellen

Quetsch-, Scher- und Einzugsstellen sind zu vermeiden. Sofern sich solche Stellen nicht vermeiden lassen, müssen diese durch feste Absperr- oder Schutzeinrichtungen nach Definition in der EN 12100 gesichert sein.

Solche Einrichtungen sind z. B. (druck-)sensitive Kanten, Lichtschranken und Lichtvorhänge.

Falls die Verwendung von Absperrungen oder Schutzeinrichtungen nicht umsetzbar ist, müssen Schutzmaßnahmen einschließlich Freiraum, vollständiger Sicht auf den Fahrweg und Steuergeräten mit selbsttätiger Rückstellung festgelegt werden.

Spalten im Bühnenboden aufgrund beweglicher Elemente, z. B. bei Versenkeinrichtungen, dürfen nicht breiter als 20 mm sein. Werden sie betriebsbedingt breiter, sind vom Hersteller geeignete und ausreichende Schutzmaßnahmen bereitzustellen.

Lassen sich Absturzstellen im Fahrbereich der maschinentechnischen Bühneneinrichtungen (z. B. Versenkeinrichtungen) nicht vermeiden, müssen diese Schutzmaßnahmen gesichert sein.

Aus künstlerischen Gründen kann es unmöglich sein, Absperrungen oder andere physikalische Mittel zum Schutz für Abstürze bereitzustellen. In diesem Fall muss der Gefährdung durch Absturz durch geeignete und ausreichende zusätzliche Schutzmaßnahmen begegnet werden.

6.4 Fahrschachtwände, Fahrschachtöffnungen, Fahrschachttüren

6.4.1 Allgemeines

Bewegt sich eine maschinentechnische Bühneneinrichtung (z. B. Versenkeinrichtung) gegen eine Wand, so müssen jegliche Öffnungen in solchen Wänden mit geeigneten Fahrschachttüren versehen sein; die lichte Durchgangshöhe der Türen muss mindestens 2,0 m betragen.

Fahrschachtwände und -türen müssen auf der Innenseite des Schachts eben und glatt sein. Der Abstand zur Hubboden-Installation darf nicht größer als 20 mm betragen, es sei denn, dieser Spalt ist durch andere, dauerhaft an der Ausrüstung befestigte Mittel geschützt.

Türen müssen schachtseitig bündig abschließen. Quetsch- und Scherstellen an Vorsprüngen oder Vertiefungen im Bereich von Schiebetüren müssen vermieden oder gesichert sein.

Türen im Verlauf von Rettungswegen müssen in Fluchrichtung öffnen und dürfen nicht in den Fahrschacht ragen.

6.4.2 Türverschlüsse/Anfahrsperrre

Die maschinentechnische Einrichtung (z. B. Versenkeinrichtung) darf erst dann bewegt werden können, wenn alle Fahrschachttüren geschlossen sind.

Fahrachschachttürverschlüsse müssen mit einer elektrischen Sicherheitseinrichtung ausgerüstet sein.

Fahrachschachttüren dürfen nur dann geöffnet werden können, wenn das Podium stillsteht und der Höhenunterschied zwischen dem Hubboden und der Zugangsebene höchstens 200 mm beträgt.

Fahrachschachttürverschlüsse müssen so beschaffen sein, dass das Sperrmittel nicht in die Sperrstellung einrücken kann, wenn die Fahrachschachttür nicht geschlossen ist.

6.5 Gegengewichte

Gegengewicht-Aufnahmen müssen so ausgelegt sein, dass die Gewichte nicht herausfallen können. Die Verwendung von mechanischen Federn anstelle von Gegengewichten ist unzulässig.

Wo Gegengewichte in Arbeits- und Verkehrsbereichen fahren und der Zugang zu diesen Gegengewichten nicht erforderlich ist, sind geeignete Schutzvorrichtungen bereitzustellen, um sicherzustellen, dass jegliche fallende Gegengewichte zurückgehalten und Sicherheitsabstände nach EN ISO 13857 und EN 349 eingehalten werden.

Falls Be- und Entladen der Gegengewichte erforderlich ist (z. B. das Beladen einer manuellen Flugeinrichtung), müssen diese Vorgänge möglich sein, ohne den Gefährdungsbereich zu betreten (z. B. durch Verhindern der manuellen Handhabung).

Falls durch inhärent sichere Auslegung kein Schutz möglich ist, müssen zusätzliche Schutzmaßnahmen definiert werden, um Risiken durch sich bewegende oder fallende Gegengewichte zu vermeiden.

7 Elektrische Ausrüstung und Steuerungssystem

7.1 Allgemeine Anforderungen

7.1.1 Allgemeines

Bei der Konzipierung sowie beim Aufstellen elektrischer und elektronischer Ausrüstungen und Systeme von maschinentechnischen Einrichtungen wie in diesem Dokument, einschließlich der Sicherheitsbauteile, sollten die in den geltenden europäischen Richtlinien beschriebenen grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen beachtet werden. Insbesondere sind die folgenden Normen zu verwenden:

- EN 60204-1 oder EN 60204-32, insbesondere bezüglich:
 - Auswahl der Ausrüstung;
 - Stromversorgung;
 - physikalische Umgebungs- und Betriebsbedingungen;
 - Netzanschlüsse;
 - Klemme für den Anschluss an das externe Schutzerdungs-System;
 - Einrichtungen zum Trennen und Schalten der Einspeisung;
 - Ausschalteneinrichtungen zur Verhinderung von unerwartetem Anlauf;

- Einrichtungen zum Trennen der elektrischen Ausrüstung;
 - Schutz vor unbefugtem, unbeabsichtigtem und/oder irrtümlichem Schließen;
 - Schutz gegen Phasenausfall oder falsches Drehfeld;
 - Potentialausgleich;
 - Steuerstromkreise und Steuerfunktionen;
 - Steuer- und Aktivierungsgeräte;
 - kabellose Steuergeräte;
 - sicherheitsbezogene Funktionen und Steuerfunktionen im Fehlerfall;
 - Start- und Stopp-Geräte mit Anzeigen;
 - Geräte für das Ausschalten im Notfall;
 - Leiter, Kabel und Leitungen;
 - Verdrahtungstechnik;
 - Elektromotoren und zugehörige Ausrüstung;
 - Zubehör und Beleuchtung; und
 - technische Dokumentation für elektrische Ausrüstung.
- Für mit der funktionalen Sicherheit verwandte Themen sind die Normenreihe EN 61508; EN 62061 oder EN ISO 13849-1 und EN ISO 13849-2 zu verwenden.

Dieser Abschnitt legt zusätzliche Anforderungen für bestimmte Ausrüstung zur Ergänzung der Anforderungen oben genannter Normen fest.

ANMERKUNG In diesem Dokument beinhaltet der Begriff „elektrisch“ sowohl elektrische als auch elektronische Fragen (d. h. „elektrische Ausrüstung“ bedeutet sowohl elektrische als auch elektronische Ausrüstung). Die von diesem Dokument abgedeckte Ausrüstung beginnt am Punkt des Anschlusses der Spannungsversorgung an die Maschine.

Durch den Aufbau der Energieversorgung, des elektrischen Steuerungssystems und die Auswahl der Betriebsmittel muss sichergestellt sein, dass beim Auftreten eines Fehlers gefährliche Betriebszustände verhindert werden.

Risiken, die mit Gefährdungen durch die elektrische Ausrüstung verbunden sind, müssen als Teil der Gesamtanforderungen im Rahmen der Risikobeurteilung der maschinentechnischen Einrichtungen für Veranstaltungs- und Produktionsstätten mit szenischer Darstellung bewertet werden.

Falls Ausfälle oder Störungen in der elektrischen Ausrüstung einen gefahrbringenden Zustand oder Schaden an der maschinentechnischen Einrichtung oder der Last verursachen können, müssen Maßnahmen getroffen werden, um die Wahrscheinlichkeit zu verringern, dass solche Ausfälle oder Störungen eintreten. Die erforderlichen Maßnahmen und der Grad, bis zu dem sie verwirklicht werden – entweder einzeln oder in Kombination –, hängen vom Risikolevel der jeweiligen Anwendung ab.

Die elektrischen Steuerstromkreise müssen über einen geeigneten Level der Sicherheits-Leistungsfähigkeit verfügen, der aus der Risikobeurteilung an der Maschine in Übereinstimmung mit den Anforderungen der EN 62061 und/oder der EN ISO 13849-1 bestimmt wurde.

Bei der Auslegung elektrischer Ausrüstung können durch Auswahl geeigneter Sicherheitsmaßnahmen für den relevanten SIL/PL die notwendigen Schutzmaßnahmen und der zulässige Risikolevel für Personen bestimmt werden, die den entsprechenden Gefährdungen ausgesetzt sind.

7.1.2 Auswahl der Ausrüstung

Elektrische Ausrüstung kann beinhalten, ist aber nicht beschränkt auf: Materialien, Fittings, Geräte, Bauteile, Anwendungen, Halterungen und Apparate, die einen Teil der Maschine bilden.

7.1.3 Physikalische Umgebungs- und Betriebsbedingungen

7.1.3.1 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Die elektrische/elektronische Ausrüstung darf die Grenzwerte für EMV-Emission nach EN 61000-6-4 nicht überschreiten und muss die Anforderungen für EMV-Verträglichkeit aus der EN 61000-6-2 erfüllen.

- a) Messmethoden und Grenzwerte sind in der EN 61000-6-4 für EMV-Emissionen und in der EN 61000-6-2 für EMV-Verträglichkeit angegeben;
- b) Der Nutzer muss informiert werden, falls besondere Maßnahmen notwendig sind, um diese geltenden Anforderungen zu erfüllen (z. B. Verwendung von abgeschirmten oder speziellen Leitungen); und
- c) Geräte, die sicherheitsrelevante Funktionen ausführen sollen, müssen der EN 61326-3-1 genügen.

7.1.3.2 Umgebungstemperatur der Luft und Luftfeuchte

Alle elektrische Ausrüstung muss dafür ausgelegt und ausgewählt werden, in den erwarteten Umgebungsbedingungen ordnungsgemäß zu funktionieren. Schädliche Auswirkungen (z. B. durch Betauung in den Schalt- und Steuerschränken) müssen durch die Bereitstellung von Heizgeräten und Klimaanlage vermieden werden.

7.2 Netzanschlüsse und Einrichtungen zum Trennen und Ausschalten

7.2.1 Elektromotoren und zugehörige Ausrüstung

Elektromotoren müssen die Anforderungen nach EN 60034-1 erfüllen.

7.2.2 Schutz gegen elektrischen Schlag

Die elektrische Ausrüstung muss den Schutz von Personen gegen elektrischen Schlag vorsehen:

- a) unter normalen Bedingungen (Basisschutz);
- b) unter Einfehler-Bedingungen (Fehlerschutz); und
- c) zusätzlicher Schutz darf festgelegt werden als Teil einer Schutzmaßnahme unter bestimmten Bedingungen von äußeren Einflüssen und einigen speziellen Bereichen. EN 60204-32 beschreibt empfohlene Schutzmaßnahmen.

7.2.3 Schutz der Ausrüstung

7.2.3.1 Allgemeines

Die empfohlenen Ausführungskriterien für die Schutzeinrichtungen sind in der EN 60204-32 beschrieben. Nach EN 60204-32 sind die Geräte ggf. zu schützen gegen die Auswirkungen von:

- a) aus Kurzschlüssen resultierender Überstrom;
- b) Überlaststrom;
- c) anormale Temperatur;
- d) Unterbrechung oder Einbruch der Versorgungsspannung;
- e) zu hohe Drehzahl von Motoren;
- f) Erdschluss/Fehlerstrom;
- g) falsches Drehfeld; und
- h) Überspannung durch Blitzschlag und Schaltspannungsspitzen.

Falls einer der vorgenannten Fehler zum Ansprechen einer Schutzeinrichtung mit nachfolgendem Anhalten einer maschinentechnischen Einrichtung führt, muss ein automatischer Wiederanlauf verhindert werden.

7.2.3.2 Schutz im Fehlerfall

Ein Fehler in der elektrischen Ausrüstung darf nicht zu einem Gefahrenzustand führen. Um solche Gefährdungen zu vermeiden, müssen geeignete Maßnahmen ergriffen werden, z. B. durch Bereitstellung sicherheitstechnischer Steuerstromkreise.

Spezielle Steuerkreise, die der Sicherheit dienen, müssen bei Auftreten eines Fehlers den sicheren Zustand herbeiführen.

7.2.4 Steuerstromkreise und Steuerfunktionen

7.2.4.1 Allgemeines

Im Allgemeinen müssen Steuerstromkreise und Steuerfunktionen für maschinentechnische Einrichtungen wie in diesem Dokument nach EN 60204-32 ausgewählt werden. Z. B. skizzieren die Bilder 8 und 9 das grundlegende Blockschaltbild für das Triebwerk einer einzelnen Maschine.

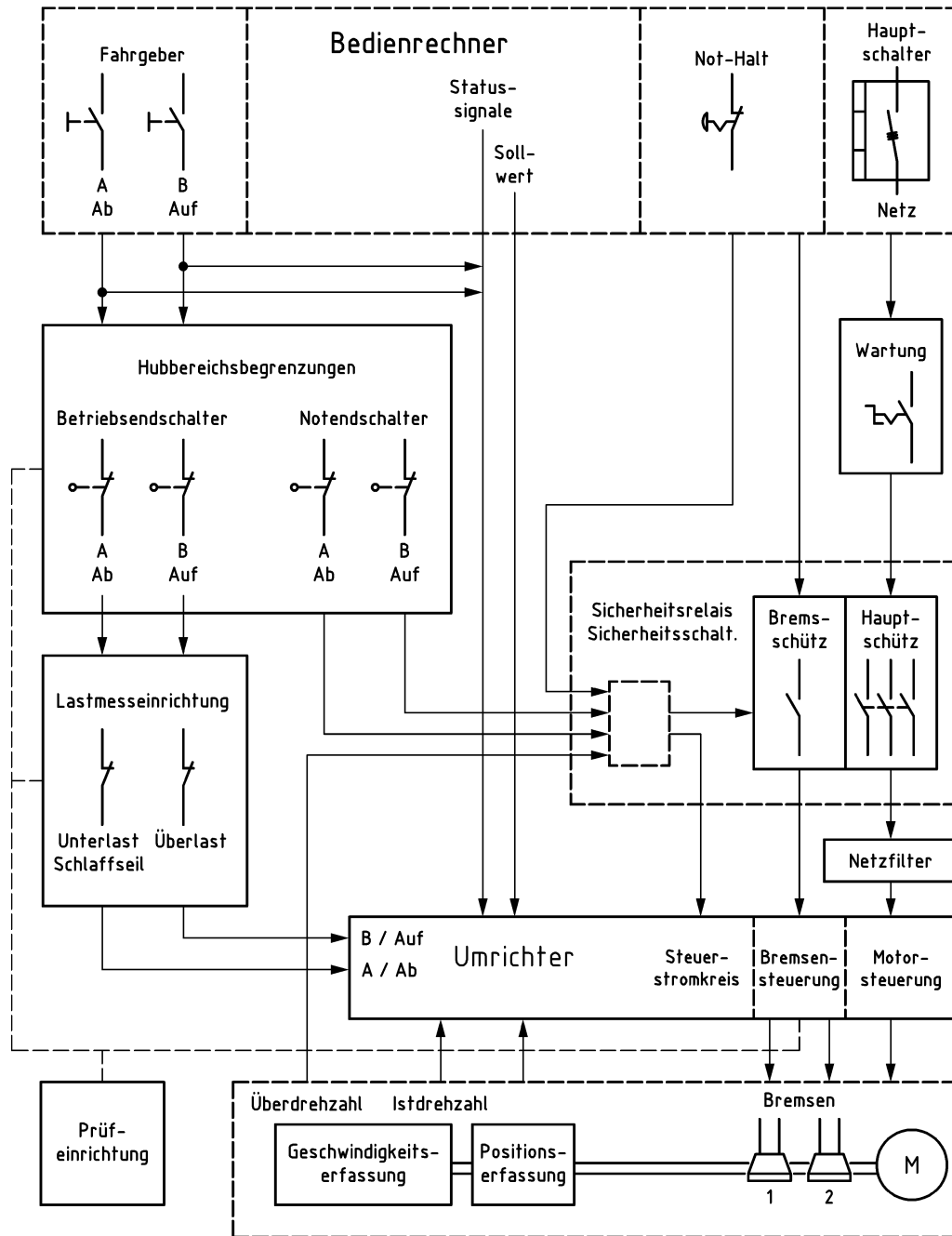


Bild 8 — Beispiel-Blockschaltbild eines Triebwerks mit variabler Geschwindigkeit

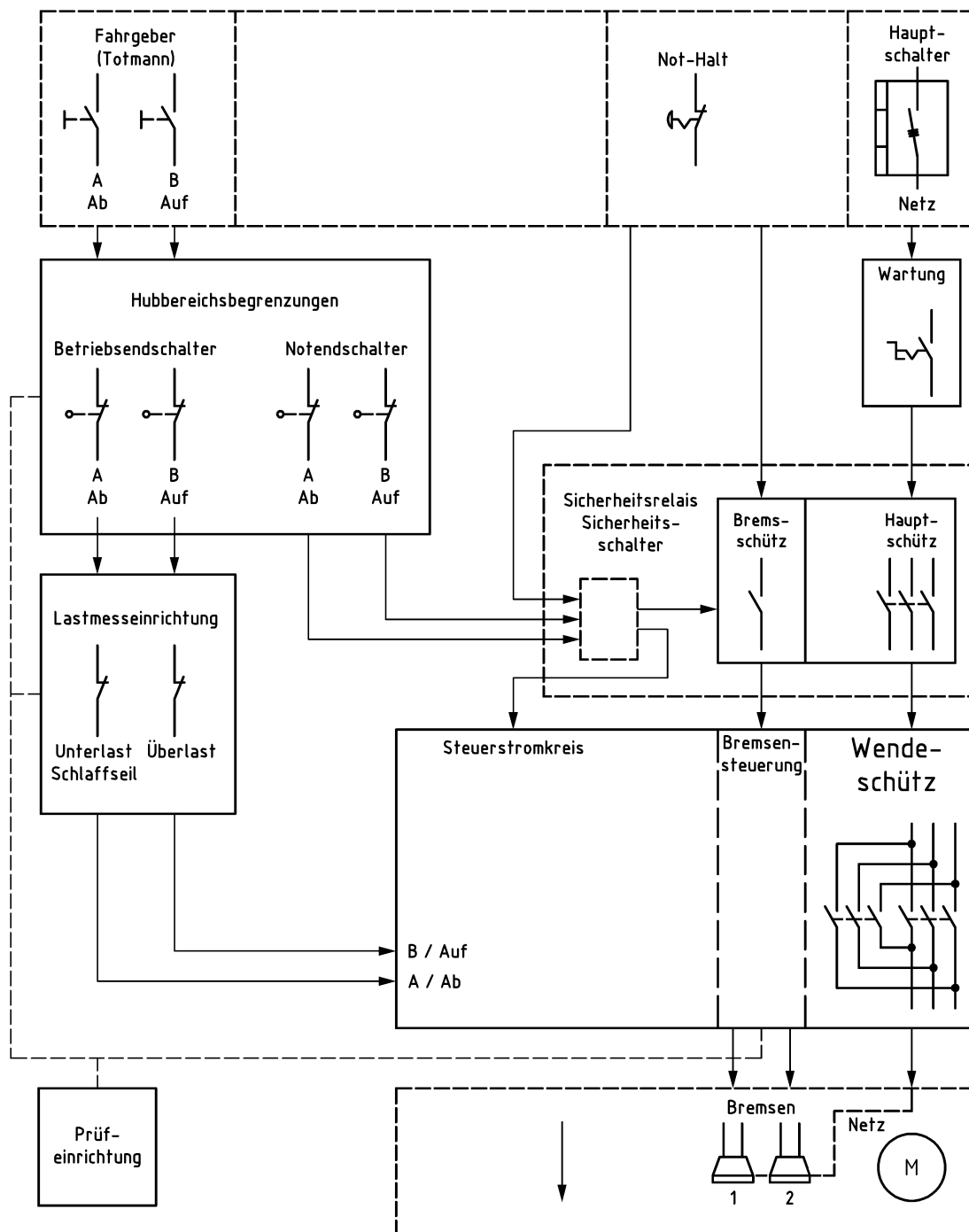


Bild 9 — Beispiel-Blockschaltbild eines Triebwerks mit umkehrbarer, fester Geschwindigkeit

7.2.4.2 Steuergeräte

Jegliche Bewegung muss von einem Steuergerät initiiert und beendet werden, wobei dem Bediener die Bewegungsrichtung deutlich angezeigt wird. Sind mit der Befehlseinrichtung gleichzeitige, gegenläufige Bewegungen möglich, so ist diese Funktion eindeutig anzuzeigen. Die Bewegung darf nur so lange fort dauern, solange der Bediener das Steuergerät aktiv betätigt (z. B. mittels einer selbsttätigen Rückstellung oder eines Totmannschalters). „Bewegung“ kann programmierte, verzögerte Maschinenstarts oder automatisch ausgelöste Initiierung anderer Bewegung beinhalten.

Steuergeräte müssen gegen unbeabsichtigte Betätigung (z. B. durch Schutzkragen oder Sperrkulis) und unbefugte Betätigung (z. B. Schlüsselschalter) gesichert sein.

Steuergeräte müssen so angeordnet sein, dass der oder die Bediener die Gefahrenbereiche vom Bedienungsstandort sicher überwachen können. Alternativ muss ein Aktivierungsgerät enthalten sein, um sichere Überwachung sicherzustellen.

Wird in einem System mehr als eine Bedienstation eingesetzt, muss sichergestellt sein, dass unterschiedliche Bedienstationen nicht gleichzeitig auf ein oder mehrere Steuergeräte wirken können.

Das Steuerungssystem muss so ausgeführt sein, dass keine Betätigung eine unbeabsichtigte Bewegung auslöst.

Es muss möglich sein, das Steuerungssystem zurückzusetzen, nachdem eine falsche Bediensequenz gewählt wurde.

7.2.4.3 Zustimmungseinrichtung

Eine Zustimmungseinrichtung kann z. B. erforderlich werden, wenn vom Standort des Bedieners aus Bewegungen nicht ausreichend beobachtet werden können.

Ausführungsmerkmale einer Zustimmungseinrichtung sind detailliert in der EN 60204-32 festgelegt.

7.2.4.4 Kabellose Steuergeräte

Kabellose Steuerungen sind zulässig, wenn sie denselben sicherheitstechnischen Anforderungen wie die übrige Installation entsprechen. Sie müssen ebenfalls die zutreffenden Anforderungen nach EN 60204-32 erfüllen.

7.3 Sicherheitsbezogene Funktionen und Steuerfunktionen im Fehlerfall

7.3.1 Allgemeines

Sicherheitsbezogene Funktionen für ein E/E/PES müssen auf Grundlage auf einer Risikobeurteilung ausgewählt werden.

Wo der Lieferant der E/E/PES nicht für die Ausführung der gesamten Anlage (E/E/PES und Antriebsausrüstung) verantwortlich ist, liegt es in der Verantwortung des Anlagenentwicklers, die Anforderungen an die funktionelle Sicherheit für das E/E/PES festzulegen, das sich aus einer Risikobeurteilung der Anlage in Übereinstimmung mit der EN ISO 13849-1, EN 62061 oder der Normenreihe EN 61508 ergibt.

Anhang C, „Empfohlene Sicherheitsfunktionen und -maßnahmen“, enthält Richtlinien zu Sicherheitsfunktionen für bestimmte Anwendungsfälle. In das E/E/PES integrierte Funktionen können gleichzeitig auch Sicherheitsfunktionen sein. Die vom E/E/PES ausgeführten Sicherheitsfunktionen müssen festgelegt werden, um die im Risikobeurteilungsverfahren festgestellten Gefährdungen zu verringern, und sie können z. B. die folgenden und/oder weitere Funktionen enthalten:

- a) Anhaltefunktionen;
- b) NOT-HALT;
- c) Anfahrfunktionen;
- d) Geschwindigkeitsbegrenzungen;
- e) Überlast und Unterlast;
- f) Fahrbereichsbegrenzungen;
- g) Drehzahlabweichung;
- h) Überschreiten von vorgegebenen Toleranz-Grenzwerten im Fall von Gruppen-Gleichlauf;
- i) Abweichung von vorgegebenen Bewegungsabläufen;
- j) Not-Ende;
- k) akustische Meldungen;
- l) Übersteuerungsfunktionen und
- m) Gruppengleichlauf- und -überwachungsfunktionen.

Allgemeine Anforderungen an Steuerfunktionen von maschinentechnischen Einrichtungen im Fehlerfall sind detailliert in der EN 60204-32 beschrieben.

Falls Fehler oder Störungen in der elektrischen Ausrüstung einen gefahrbringenden Zustand oder Schaden an der maschinentechnischen Einrichtung verursachen können, müssen geeignete Maßnahmen getroffen werden, um die Wahrscheinlichkeit zu verringern, dass solche Gefahren wirksam werden. Die erforderlichen Maßnahmen und der Grad, bis zu dem sie verwirklicht werden – entweder einzeln oder in Kombination –, hängen von der Risikohöhe der jeweiligen Anwendung ab.

Maßnahmen zur Verringerung dieser Risiken und zur Risikoverminderung im Fehlerfall sind in der EN 60204-32 beschrieben.

7.3.2 Vorsehen von Redundanz

Durch Vorsehen von teilweiser oder vollständiger Redundanz ist es möglich, die Wahrscheinlichkeit zu verringern, dass ein Einzelfehler in einem elektrischen Stromkreis zu einem gefahrbringenden Zustand führen kann.

Wenn nicht nachgewiesen werden kann, dass ein Einzelkanalsystem den geforderten Sicherheitslevel erreicht, sind Schaltgeräte (z. B. Schütze, Relais oder Ventile) in Schutzeinrichtungen grundsätzlich redundant auszuführen und einzeln zu überwachen. Wo Hilfsschütze (Zwischenrelais) in Sicherheitsstromkreisen verwendet werden (d. h., wo Fehler dieser Hilfsschütze besondere Sicherungsfunktionen unwirksam machen können), gilt diese Festlegung auch für die Hilfsschütze.

7.3.3 Gefährliche Betriebszustände

Das Auftreten eines Fehlers in der Anlage darf nicht zu einem gefährlichen Betriebszustand führen. Gefährliche Betriebszustände sind z. B., wenn:

- a) die vorgeschriebene Geschwindigkeit überschritten wird;
- b) die Sperrmittel oder Türverschlüsse an Fahrschachttüren nicht eingerastet sind;
- c) Tragmittel überlastet oder schlaff werden;
- d) bei Spindeltrieben die Verschleißgrenze erreicht ist;
- e) der Boden der Versenkeinrichtung die Fahrbereichsbegrenzungen oder die Zielpunkte überfährt;
- f) die zulässige Gleichlauftoleranz überschritten wird; und
- g) Bewegungsabläufe nicht eingehalten werden.

Fehler in der Steuerung oder Regelung dürfen ein Stillsetzen nicht verhindern.

7.3.4 Sicherheitseinrichtungen und sicherheitsbezogene Funktionen

7.3.4.1 Allgemeines

Die technischen Maßnahmen für die Ausführung dieser Funktionen sind von ihrem Verhalten in Fehlerfällen innerhalb des E/E/PES im Zusammenhang mit der Risikobeurteilung abhängig.

Spricht eine Sicherheitseinrichtung an, muss die Maschine anhalten. Weitere Bewegung, die die Gefährdung beseitigt, kann zulässig sein.

Die Funktion aller Sicherheitseinrichtungen muss prüfbar sein.

Das Ansprechen der Sicherheitseinrichtung muss so lange angezeigt werden, wie sie wirksam ist.

Besondere Aufmerksamkeit ist auf die mechanische Verbindung zwischen der Maschine und den sicherheitstechnischen Sensoren zu richten; jeglicher einzelner Ausfall der mechanischen Verbindung darf nicht zu Gefahren führen.

Sicherheitsstromkreise, die Überschreitungen von festgelegten Wegen, Geschwindigkeiten, Lasten oder unzulässige Abweichungen von vorgegebenen Bewegungsbahnen erfassen, die einen gefahrbringenden Zustand oder einen Schaden an der maschinentechnischen Einrichtung verursachen können, müssen bei ihrem Ansprechen ein sicheres Anhalten auslösen. Deren Kategorie muss durch eine Risikobeurteilung für die maschinentechnische Einrichtung bestimmt werden.

7.3.4.2 Begrenzung des Fahrbereichs

Wo ein Überfahren des Fahrbereiches zu mechanischen Schäden oder Ausfall führt, sollten zwei Sätze Betriebsendschalter montiert werden, ein „erster“ (Betriebsendschalter) und ein „letzter“ (Notendschalter). (Dies gilt nicht bei der Verwendung eines hydraulischen Zylinders, wenn dessen Fahrbereichsbegrenzung durch feste, gedämpfte Anschläge geschieht und eine zusätzliche Abschaltung, z.B. durch einen Druckschalter, erfolgt.)

Der „erste“ Betriebsendschalter muss ein mechanischer Betriebsendschalter sein, der derart an die elektrische Anlage angeschlossen ist, dass weitere Bewegung in Notendrichtung verhindert wird. Er muss dem Bediener ermöglichen, das System in der entgegengesetzten Richtung zu betreiben.

Der „letzte“ Betriebsendschalter (Notendschalter) muss ein zwangsöffnender Schalter sein, der die Energieversorgung zum Motor sofort unterbricht und die Bremse betätigt. Optional kann die Anhaltefunktion eines Notendschalters einen Kategorie-1-Halt umsetzen. In diesem Fall sollte der folgende Absatz besonders beachtet werden.

Notendschalter müssen so angeordnet sein, dass, sollte der Betriebsendschalter nicht funktionieren und die Maschine mit höchstmöglicher Geschwindigkeit gegen den Notendschalter stoßen, die Anlage unter Berücksichtigung der System-Reaktionszeit vollständig zum Stillstand kommen kann, bevor der Nachlauf zu mechanischen Schäden führt.

Wo die Maschine nach der erstmaligen Montage neu konfiguriert werden kann, muss es möglich sein, den Betriebsendschalter und den Notendschalter für den relevanten Fahrbereich einzustellen. Die Änderung der maschinentechnischen Einrichtungen (wie in diesem Dokument), einschließlich der Neueinstellung der Betriebs- und Notendschalter darf nur durch geschulte und ermächtigte Personen geschehen.

Notendschalter müssen nach EN 60947-5-1 ausgeführt sein.

Als Alternative zu Endschaltern kann das Steuerungssystem einen oder mehrere geeignete Positionssensoren mit gleichwertigem SIL/PL-Levels und sicherheitstechnische E/E/PES nutzen, um die Betriebs- und Notend-Fahrbereichsbegrenzungen des Systems umzusetzen. Der Positionssensor muss in allen normalen Betriebsarten einschließlich während der Wartung aktiv bleiben.

7.3.4.3 Schutz bei Überschreiten der Nennbelastung (Überlastschutz)

Wenn die Last das 1,2-fache der Nennbelastung überschreitet, muss die Bewegung der Maschine angehalten werden.

Die Bewegung von Podien darf unter Überlastbedingungen nicht zugelassen werden.

Maschinerie über der Bühne muss bei Überlast angehalten werden, das System muss dem Bediener jedoch erlauben, die Maschine in der Richtung zu bewegen, in der die Last verringert wird.

7.3.4.4 Schutz bei Unterlast oder Schlaffbedingungen

Bei maschinentechnischen Einrichtungen, bei denen Unterlast oder Schlaffbedingungen zu mechanischen Schäden oder Gefährdungssituationen führen können (z. B. wegen Schlaffseilen), muss die Bewegung im Fall einer Unterlast oder Schlaffbedingung angehalten werden.

Die Bewegung von Podien bei Unterlast oder unter Schlaffbedingung darf in entgegengesetzte Richtung nur zugelassen werden, wo die Ausführung der Maschine dies besonders zulässt.

Obermaschinerie muss angehalten werden, sobald Unterlast oder ein Schlaffseil erkannt wird. Das System muss dem Bediener erlauben, die Maschinerie in der Richtung zu bewegen, in der die Unterlast oder Schlaffbedingung beseitigt wird.

7.3.4.5 Schutz gegen unsachgemäßes Aufwickeln

In maschinentechnischen Einrichtungen, an denen unsachgemäßes Aufwickeln zu mechanischen Schäden oder Gefährdungssituationen führen kann (z. B. aufgrund einer überkreuzten Rille oder untereinander verklemmten Wicklungen), muss die Bewegung angehalten werden.

7.3.4.6 Schutz bei Erreichen der Verschleißgrenze von Spindelantrieben

Bei Erreichen der Verschleißgrenze muss die maschinentechnische Einrichtung stillgesetzt werden.

7.3.4.7 Schutz bei Fehlfunktionen von Drehzahlregelungen

Drehzahlregelungsfunktionen von maschinentechnischen Einrichtungen müssen unzulässige Regelabweichungen, die einen gefahrbringenden Zustand verursachen können, selbsttätig feststellen. In diesem Fall sollte das System zum Stillstand gebracht werden.

7.3.4.8 Schutz gegen Zustände zu hoher Geschwindigkeiten

Im Fall eines Zustands zu hoher Geschwindigkeit muss die Maschine einen Kategorie-0-Halt veranlassen, um zu verhindern, dass die Geschwindigkeit das 1,25-fache der höchstmöglicher zulässigen Betriebsgeschwindigkeit der Maschine überschreitet.

Für die Geschwindigkeit, bei der der Kategorie-0-Halt veranlasst wird, müssen das Steuerungssystem und die Bremsbetätigung mit berücksichtigt werden.

7.3.4.9 Schutz gegen Ausfall von Bremsen

Wenn Bremsen als Sicherheitseinrichtung eingesetzt werden, muss durch geeignete Maßnahmen eine Beschädigung derselben verhindert werden, z. B. durch Luftspaltüberwachung, automatische Prüfung, Inspektion.

7.3.4.10 Begrenzung der Anzahl sich gleichzeitig bewegender Maschinen

Wo ein Bediener nicht mehr als eine bestimmte Anzahl von sich gleichzeitig bewegenden Maschinen überwachen kann, muss das System die höchstmögliche Anzahl sich gleichzeitig bewegender Maschinen begrenzen oder zusätzliche Mittel bereitstellen, um den sicheren Betrieb des Systems sicherzustellen (z. B. ein oder mehrere zusätzliche Aktivierungsgeräte für Aufsichtspersonal).

7.3.4.11 Schutz gegen strukturelle Überlast

Wo statische oder dynamische Überlast zu Schäden oder Ausfall der Tragkonstruktion führen können, muss eine Überlast-Erkennung in der Tragkonstruktion vorgesehen werden oder die höchstmögliche Tragfähigkeit der maschinentechnischen Einrichtung im Steuerungssystem begrenzt werden.

Um dynamische Überlastung der Tragkonstruktion zu vermeiden, muss das Steuerungssystem die auf die Konstruktion wirkenden Kräfte begrenzen (z. B. durch Messung der angehängten Lasten und Begrenzung der Anzahl der Achsen auf eine höchstmögliche resultierende bewegte Last).

7.3.4.12 Schutz gegen ungeplante Lastabweichungen (Lastprofil-Überwachung)

Lastprofil-Überwachung kann Teil des Steuerungssystems sein, um gegen ungeplante Lastabweichungen zu schützen.

Falls die Risikobeurteilung zeigt, dass plötzliche Lastabweichungen zu gefährlichen und durch andere Mittel nicht kontrollierbaren Situationen führen können, muss das Steuerungssystem Mittel zur Erkennung unbeabsichtigter Lastabweichungen bereitstellen und die betroffene Achse, falls dies eintritt, anhalten.

7.3.4.13 Schutz gegen Ausfall des Antriebsgetriebes

Falls die Risikobeurteilung zeigt, dass die Überwachung der Antriebsgetriebe-Integrität erforderlich ist, muss ein System implementiert werden, das die Maschine anhält, wenn die Integrität des Antriebsgetriebes gefährdet ist. Z. B. wird die Verschleißgrenze von Spindeln erreicht oder eine Übertragungskette oder ein Übertragungsriemen sind lose oder gebrochen. Siehe 5.6.4: Triebwerke.

7.3.4.14 Schutz gegen Quetschen und Scheren

Wenn eine Sicherheitseinrichtung gegen Quetschen und Scheren aktiviert wird, muss die Maschine anhalten und das System muss dem Bediener erlauben, die Maschine in eine Richtung zu fahren, sodass die Gefährdung beseitigt wird.

7.3.4.15 Schutz gegen Kollision mit anderen Maschinen

Wo eine Maschine ihren Bewegungspfad mit anderen Maschinen teilt, müssen geeignete Maßnahmen sicherstellen, dass die Maschine vor einer möglichen Kollision mit einer anderen Maschine anhält.

Zum Beispiel:

- Podiumssysteme, die aus mehreren gestapelten, aber unabhängig beweglichen Hubböden zusammengesetzt sind;
- Podien, die einen Teil des horizontalen Bewegungsbereichs von Bühnenwagen (Bühnenboden) bilden;
- Bühnenwagen, die sich auf der Oberseite von Versenkeinrichtungen bewegen oder über diese hinüber fahren können;
- geführte Bühnenwagen, die den Bewegungsbereich von anderen Bühnenwagen kreuzen können; und
- Laststangen, die sich über Aufzügen bewegen.

7.3.4.16 Schutz gegen Fehlausrichtung von Maschinen

Wo die Fehlausrichtung von Maschinen vor der Bewegung zu einer Gefährdungssituation führen kann, müssen geeignete Maßnahmen sicherstellen, dass die Bewegung der Maschine verhindert wird.

Zum Beispiel:

- eine Versenkeinrichtung darf nur vom Boden aufwärts oder abwärts fahren, wenn entweder gar kein Wagen auf der Versenkeinrichtung steht oder wenn der Wagen vollständig auf der Oberseite steht und gegen Herabfallen von der Versenkeinrichtung gesichert ist;
- für angrenzende Versenkeinrichtungen kann die Bewegung in einer gleichlaufenden Gruppe zulässig sein, wenn ein Wagen gleichzeitig auf beiden steht. mehrere, aneinandergeschlossene Wagen können für diesen Anwendungsbereich ähnlich einem einzelnen Wagen behandelt werden; und
- für einen Bühnenwagen darf nur die Bewegung auf eine Versenkeinrichtung oder von einer Versenkeinrichtung herunter zugelassen werden, wenn die Versenkeinrichtung auf einer geeigneten Bodenhöhe im Stillstand ist.

7.3.4.17 Schutz gegen Bewegung in freie Bereiche des Grabens

Wo sich eine Maschine horizontal auf der Oberseite von beweglichen (oder temporären) Bühnenböden (z. B. Versenkeinrichtungen) bewegt, müssen geeignete Maßnahmen sicherstellen, dass die Maschine angehalten wird, bevor sie die Kante des offenen Fußbodenbereichs erreicht. Beispiele sind Bühnenwagen, die sich auf der Oberseite von Versenkeinrichtungen bewegen oder über diese hinüber fahren können.

7.3.4.18 Schutz gegen Entstehung eines Gefahrenbereichs

Wo die vorübergehende Installation einer Absperrung oder einer Barriere erforderlich ist, um Personen vom Fallen in einen offenen Grabenbereich zu schützen, darf das Podium, das diesen Graben öffnet, nur mehr als 400 mm unter den Bühnenbereich fahren, wenn die Absperrung oder die Barriere angebracht ist.

Wo die vorübergehende Installation einer Absperrung oder Barriere erforderlich ist, um Personen vor dem Zugang zu Bereichen zu schützen, die wegen sich bewegender Maschinen gefährlich sind, muss die Bewegung jeglicher Maschinen im gefährlichen Bereich angehalten werden, wenn die Absperrung oder die Barriere nicht installiert ist.

Entsprechend einer Risikobeurteilung in Übereinstimmung mit EN 12100 können automatische oder von Hand eingesetzte Absperrungen oder Barrieren erforderlich sein. Es kann ebenfalls erforderlich sein, die Barrieren oder Absperrungen mit den sicherheitstechnischen E/E/PES zu verbinden. Aufgrund der Eigenart künstlerischer Aufführungen können die oben genannten Sicherheitsfunktionen während der künstlerischen Aufführung oder Proben nicht anwendbar sein und können daher zeitweise stumm geschaltet werden.

7.3.4.19 Schutz gegen Zugang zu gefährlichen Türen

Wenn eine Tür montiert ist, um Absperrung eines sich bewegenden Bereichs bereitzustellen oder Personen vor dem Fallen zu schützen, muss die Tür in der Geschlossenstellung vom Steuerungssystem sicher verriegelt sein, wenn sich die Maschine bewegt oder die Hubbodenposition die Gefahr des Herabfallens erzeugen würde (die Hubbodenposition ist ± 200 mm von der entsprechenden Fußbodenebene).

Falls die Tür nicht verschlossen oder nicht verriegelt ist, muss die Bewegung jeder Maschine im abgesperrten Bereich angehalten werden.

Die Ausführung der Türverriegelung muss den möglichen Konflikt mit der Versperrung eines Fluchtwegs berücksichtigen. Der Türverriegelungsmechanismus kann für den Notfall eine manuelle oder automatische Entriegelung enthalten.

7.3.5 Gruppenfahrten von Maschinen

7.3.5.1 Allgemeines

Maschinen können von einem Bediener gemeinsam gesteuert werden, um eine Gruppe von Maschinen zu bilden. In diesem Fall wird die Reaktion der Gruppe auf einen Fehlerzustand vom Typ der Gruppenbetätigung abhängen. Es gibt 3 mögliche Arten des Gruppenbetriebs:

- a) Asynchronfahrt ohne Gruppenabschaltung: Bei Asynchronfahrt ohne Gruppenabschaltung muss die betreffende Maschine zum Stillstand kommen, wenn die erste Grenze erreicht oder wenn eine maßgebliche Sicherheitseinrichtung aktiviert wurde.
- b) Asynchronfahrt mit Gruppenabschaltung: Bei Asynchronfahrt mit Gruppenabschaltung muss die gesamte Maschinengruppe zum Stillstand kommen, wenn eine maßgebliche Sicherheitseinrichtung aktiviert wurde. Das System muss auf einfache Art anzeigen, welche Maschine den Fehlerzustand verursacht hat.
- c) Synchronfahrt oder Gleichlauf einer Gruppe von Maschinen: Synchronfahrt bedeutet, dass alle Maschinen in einer Gruppe voneinander abhängig fahren (weg- oder zeitsynchrone Fahrt) und überwacht werden müssen, z. B. wenn mehrere Maschinen verwendet werden, um gemeinsam eine Last anzuheben. Die Gruppe muss angehalten werden, wenn eine maßgebliche Sicherheitsfunktion aktiviert oder Synchronisationsgrenzwerte überschritten wurden. Beim Ansprechen von Sicherheitsfunktionen darf die vereinbarte Störfalltoleranz für Gruppensynchronisation nicht überschritten werden. Das System muss auf einfach darstellen können, welche Maschine den Fehlerzustand verursacht hat.

7.3.5.2 Fahren von mehreren Gruppen

Bei einer Bewegung, bei der beliebige Gruppen- und Einzelfahrten von einem Steuergerät gemeinsam durchgeführt werden, muss der Fahrmodus der Gruppen oder der einzelnen Einrichtungen erhalten bleiben.

7.3.5.3 Schutzverriegelungen

Schutzeinrichtungen, die Gefahrenbereiche absichern, müssen mit Verriegelungen ausgestattet sein und den Anlauf der gefahrbringenden Bewegung verhindern oder diese anhalten.

7.3.5.4 Energieabschaltung

Falls zum Abstellen des Drehmoments am Antriebsregler erforderlich, muss die Energieversorgung des Antriebsreglers sicher abgeschaltet werden.

Geeignete Einrichtung für die Energieabschaltung sind z. B. Kombinationen aus:

- a) ein Schütz zwischen der Energieversorgung und dem Antriebsregler (Netztrennung);
- b) ein Schütz zwischen dem Antriebsregler und dem Antriebsmotor (Motortrennung); und
- c) die sichere Blockierung der Steuerimpulse des Halbleiterbauelements im Antriebsregler.

ANMERKUNG Dies ist nicht identisch mit der Trennung der elektrischen Versorgung.

7.3.6 Mittel zur Prüfung der Sicherheitseinrichtungen und Sicherheitsfunktionen

7.3.6.1 Allgemeines

Wo Sicherheitseinrichtungen und Sicherheitsfunktionen nicht auf Eigensicherheit oder Selbstüberwachung ausgelegt sind, müssen Mittel zur Prüfung dieser Sicherheitseinrichtungen oder -funktionen bereitgestellt werden, einschließlich, aber nicht beschränkt auf die folgenden:

- a) Mittel zum Nachweis der Wirksamkeit jeder Last-Sicherungseinrichtung;
- b) Mittel zum Nachweis der Wirksamkeit der Fahrbereichsbegrenzung; und
- c) Mittel zur vorübergehenden Übersteuerung der Lastbegrenzung zur Prüfung eines oder mehrerer Lastsicherungsmittel

Falls zur Prüfung der Sicherheitseinrichtungen oder Sicherheitsfunktionen das Übersteuern der Sicherheitseinrichtung(en) erforderlich ist, müssen solche Übersteuerungen mit angemessener Beachtung möglichen Missbrauchs ausgelegt werden. Wenn Prüf- oder Übersteuerungs-Betriebsarten aktiv sind, dürfen nur für die Prüfung erforderliche Betriebsvorgänge möglich sein.

Die Wirksamkeit jeder Sicherungseinrichtung muss einzeln prüfbar sein.

7.3.6.2 Stummschalten (en: muting oder Übersteuern) von Sicherheitsfunktionen

Zeitweises Übersteuern einer Sicherheitsfunktion ist nur für Prüfungszwecke oder spezielle szenische Situationen zulässig, in denen alternative technische oder organisatorische Maßnahmen mit gleichwertiger Wirksamkeit ergriffen werden.

Zusätzliche Maßnahmen müssen ergriffen werden, um sicherzustellen, dass die Übersteuerungsmaßnahmen nach einer vorbestimmten Dauer zurückgenommen werden. Die Übersteuerung muss auch nach dem Neustart des Steuerungssystems oder dem Wechsel des Bedieners zurückgenommen werden.