

DIN EN 17206

ICS 97.200.10

Ersatz für
DIN EN 17206:2020-09

**Veranstaltungstechnik –
Maschinen für Bühnen und andere Produktionsbereiche –
Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen;
Deutsche Fassung EN 17206:2020 + AC:2021**

Entertainment technology –
Machinery for stages and other production areas –
Safety requirements and inspections;
German version EN 17206:2020 + AC:2021

Technologies du spectacle –
Machinerie pour scènes et autres zones de production –
Exigences et inspections relatives à la sécurité;
Version allemande EN 17206:2020 + AC:2021

Gesamtumfang 115 Seiten

DIN-Normenausschuss Veranstaltungstechnik, Bild und Film (NVBF)

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist 2020-09-01.

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 17206:2020 + AC:2021) 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).

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

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

Änderungen

Gegenüber DIN 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 Use Cases;
- 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;
- k) redaktionelle Überarbeitung der Norm.

Gegenüber DIN EN 17206:2020-09 wurden folgende Korrekturen vorgenommen:

- a) in 5.6.1 wurde der Absatz 4 korrigiert;
- b) in 5.6.1 wurde die Anmerkung zum Absatz 5 und der Absatz 11 entfernt;
- c) zum Begriff 3.2.11 wurde eine Anmerkung hinzugefügt;
- d) im gesamten Dokument wurde „Synchronität“ durch „Gleichlauf“ ersetzt;
- e) Anpassung der Übersetzung in 5.4.3.2, 5.6.3 und 7.1.1.

Frühere Ausgaben

DIN 56919: 1960-10, 1970-08, 1982-06
DIN 56921-1: 1955-10, 1960-10, 1965-05, 1980-05, 1999-10
DIN 56921-2: 1955-10, 1955-12, 1960-10, 1965-05
DIN 56921-11: 1980-05, 1997-07
DIN 56925: 1997-06
DIN 56940: 2003-02
DIN 56950: 2005-04
DIN 56950-1: 2012-05
DIN EN 17206: 2020-09

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Veranstaltungstechnik —
Maschinen für Bühnen und andere Produktionsbereiche —
Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen

Entertainment technology —
Machinery for stages and other production areas —
Safety requirements and inspections

Technologies du spectacle —
Machinerie pour scènes et autres zones de production —
Exigences et inspections relatives à la sécurité

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 7. März 2020 angenommen und enthält das Corrigendum, das von CEN am 13. Oktober 2021 herausgegeben wurde.

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

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

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



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

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	11
3.1 Allgemeine Begriffe	11
3.2 Lastannahmen, Kräfte und Drücke	14
3.3 Elektrische Ausrüstung und Steuerungssysteme	16
3.4 Toleranzen in der Bewegung	19
4 Gefährdungen.....	19
4.1 Allgemeines	19
4.2 Liste signifikanter Gefährdungen	20
5 Konstruktionsanforderungen.....	24
5.1 Allgemeines	24
5.2 Beispiele von maschinentechnischen Einrichtungen und ihren Bestandteilen.....	25
5.3 Lastannahmen für Versenkeinrichtungen	27
5.4 Tragmittel.....	28
5.4.1 Allgemeines	28
5.4.2 Lasttragende Elemente.....	28
5.4.3 Endverbindungen lasttragender Seile	29
5.5 Wickeleinrichtung und Umlenkrollen für Drahtseile	31
5.5.1 Wickeleinrichtungen für Drahtseile.....	31
5.5.2 Umlenkrollen für runde Drahtseile	31
5.5.3 Antriebs- und Umlenkrollen für Stahlketten	32
5.6 Triebwerke	32
5.6.1 Allgemeines	32
5.6.2 Spindelantriebe	33
5.6.3 Hydrauliksysteme	34
5.6.4 Hilfsantriebe.....	34
5.6.5 Manuelle Systeme	34
5.7 Lastaufnahmemittel	35
6 Sicherung von Gefahrenstellen.....	35
6.1 Schutzräume für Inspektion und Instandhaltung	35
6.2 Zugänglichkeit für Instandhaltung	36
6.3 Sicherung von Quetsch-, Scher-, Einzugs- und Absturzstellen	36
6.4 Fahrschachtwände, Fahrschachtöffnungen, Fahrschachttüren	37
6.4.1 Allgemeines	37
6.4.2 Türverschlüsse/Anfahrsperrung.....	37
6.5 Gegengewichte.....	37
7 Elektrische Ausrüstung und Steuerungssystem.....	38
7.1 Allgemeine Anforderungen.....	38
7.1.1 Allgemeines	38
7.1.2 Auswahl der Ausrüstung.....	39
7.1.3 Physikalische Umgebungs- und Betriebsbedingungen	39

7.2	Netzanschlüsse und Einrichtungen zum Trennen und Ausschalten	40
7.2.1	Elektromotoren und zugehörige Ausrüstung	40
7.2.2	Schutz gegen elektrischen Schlag	40
7.2.3	Schutz der Ausrüstung	40
7.2.4	Steuerstromkreise und Steuerfunktionen	41
7.2.5	Gruppenfahrten von Maschinen	42
7.3	Sicherheitsbezogene Funktionen und Steuerfunktionen im Fehlerfall	42
7.3.1	Allgemeines	42
7.3.2	Vorsehen von Redundanz	44
7.3.3	Gefährliche Betriebszustände	44
7.3.4	Sicherheitseinrichtungen und sicherheitsbezogene Funktionen	44
7.3.5	Mittel zur Prüfung der Sicherheitseinrichtungen und Sicherheitsfunktionen	48
7.4	Not-Halt-Funktionen	49
7.4.1	Not-Halt	49
7.4.2	Schalter und Ausführung von Not-Halt-Funktionen	49
7.5	Ergänzende Schutzmaßnahmen	50
7.5.1	Allgemeines	50
7.5.2	Begrenzung der Anzahl sich gleichzeitig bewogender Maschinen	50
7.5.3	Schutz gegen ungeplante Lastabweichungen (Lastprofil-Überwachung)	50
7.6	Elektronische und programmierbare elektronische Systeme (E/PES)	50
7.6.1	Allgemeines	50
7.6.2	Programmierbare Steuerungen	50
7.6.3	Anwendung von programmierbaren elektronischen Systemen (E/E/PES) zur Umsetzung von Sicherheitsfunktionen	50
7.7	Verwendung elektronischer und programmierbarer elektronischer Systeme (E/PES) ohne Sicherheitsfunktionen	50
7.8	Bedienerschnittstelle, Steuergeräte und Schütze	51
7.8.1	Allgemeines	51
7.8.2	Anforderungen an Schütze	51
7.9	Kennzeichnung, Warnschilder und Referenzzeichen	51
7.10	Prüfung und Validierung elektrischer Anlagen	51
7.10.1	Allgemeines	51
7.10.2	Prüfumfang einer wiederkehrenden Prüfung	51
7.11	Validierung und Verifizierung funktionaler Sicherheitssysteme	52
8	Dokumentation	52
8.1	Allgemeines	52
8.2	Mitzuliefernde technische Daten	52
8.2.1	Allgemeines	52
8.2.2	Anwenderinformationen für Sicherheitsfunktionen	53
8.3	Kennzeichnung	53
8.3.1	Allgemeines	53
8.3.2	Entertainment Load Limit	53
8.3.3	Ergänzende Informationen zur Belastung	54
8.3.4	Maschinentechnische Einrichtung	55
8.3.5	Fernbedienung	55
8.4	Dokumentation und Information	55
8.4.1	Allgemeines	55
8.4.2	Betriebsanleitung	56
8.4.3	Installationsanleitung	57
8.4.4	Reparatur- und Wartungsanweisungen	58
8.4.5	Kontrolle und Untersuchung	59
8.4.6	Anweisungen zur Demontage	59
8.4.7	Anhang zu den Anweisungen (für zusätzlich erforderliche Dokumente)	59
9	Prüfungen vor der erstmaligen Verwendung und nach wesentlichen Änderungen	60

9.1	Allgemeines	60
9.2	Prüfprotokoll	60
9.3	Prüfungen vor der erstmaligen Verwendung	60
9.3.1	Art, Umfang und Ausführung der Prüfungen.....	60
9.3.2	Abnahmeprüfung.....	61
9.4	Prüfung nach Änderungen und Modifikationen.....	63
9.4.1	Wesentliche Änderungen	63
9.4.2	Andere Änderungen.....	63
Anhang A (normativ) Beispiele für Gefährdungen und Risikoursprung		64
Anhang B (normativ) Use-Case-Definitionen		73
B.1	Allgemeines	73
B.2	Obermaschinerie	73
B.3	Untere Bühnenmaschinerie – Heben (en: lower stage machinery, lifting, LSL)	74
B.4	Untere Bühnenmaschinerie – horizontale Bewegung (en: lower stage machinery, horizontal movement, LSH)	75
Anhang C (informativ) Empfohlene Sicherheitsfunktionen und -maßnahmen		76
C.1	Allgemeines	76
C.2	Obermaschinerie	76
C.3	Untermaschinerie – Heben.....	77
C.4	Untermaschinerie – horizontale Bewegung	78
Anhang D (normativ) Vom Hersteller bereitzustellende Endanwender-Informationstabelle....		79
Anhang E (informativ) Entwurf von Schutzeinrichtungen auf Grundlage der Risikobeurteilung.....		82
E.1	Allgemeines	82
E.2	Risikobeurteilung nach EN 62061.....	82
E.2.1	Allgemeines	82
E.2.2	Anleitung für die Auswahl der Parameter Se, Fr und Pr zur Einschätzung des Risikos ..	83
E.2.2.1	Schwere der Verletzung (Se)	83
E.2.2.2	Wahrscheinlichkeit des Eintretens von Schäden.....	84
E.2.2.3	Häufigkeit und Dauer der Exposition (Fr)	84
E.2.2.4	Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Gefährdungsereignisses.....	84
E.2.2.5	Wahrscheinlichkeit der Vermeidung oder Begrenzung des Schadens (Av)	86
E.2.2.6	SIL-Zuweisung.....	86
E.3	Risikobeurteilung nach EN ISO 13849-1.....	89
E.3.1	Allgemeines	89
E.3.2	Anleitung für die Auswahl der Parameter S, F und P zur Einschätzung des Risikos	89
E.3.2.1	Schwere der Verletzung S1 und S2	89
E.3.2.2	Häufigkeit und/oder Dauer der Gefährdungsexposition F1 und F2	89
E.3.2.3	Möglichkeiten zur Vermeidung der Gefährdung P1 und P2	90
Anhang F (informativ) Beispiele für die Anwendung des Risikographen		92
F.1	Richtlinie für die Risikobeurteilungswerte für Steuerungssystem-Funktionen	92
F.2	Schweregrad.....	92
F.3	Möglichkeit zur Vermeidung der Gefährdung	93
F.4	Mögliche Häufigkeit und Dauer der Exposition	93
F.5	Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Gefährdungsereignisses.....	94
Anhang G (informativ) Anwendungsbeispiele.....		96
G.1	Allgemeines	96
G.2	Kettenzug für eine Lautsprechereinheit – Anhalten beim Loslassen des Totmannschalters	96
G.2.1	Beschreibung.....	96
G.2.2	Ermittlung des Use Cases – Anhang B.....	97
G.2.3	Gefährdungsdefinition – Anhang A	97

G.2.4	Zuweisung der Sicherheitsfunktion – Anhang C	97
G.2.5	Erste Risikoeinschätzung – Anhang F	98
G.2.6	Einschätzung der Sicherheitsfunktion – Anhang E	98
G.3	Stangenleuchtenhänger in einem Fernsehstudio – Schutz gegen Überlast	99
G.3.1	Beschreibung	99
G.3.2	Ermittlung des Anwendungsfalls – Anhang B	99
G.3.3	Gefährdungsdefinition – Anhang A	99
G.3.4	Zuweisung der Sicherheitsfunktion – Anhang C	100
G.3.5	Erste Risikoeinschätzung – Anhang F	100
G.3.6	Einschätzung der Sicherheitsfunktion – Anhang E	100
G.4	Gruppe von Winden, die eine gemeinsame Last heben – Schutz gegen Verlust des Gruppengleichlaufs.....	101
G.4.1	Beschreibung	101
G.4.2	Ermittlung des Anwendungsfalls – Anhang B	101
G.4.3	Gefährdungsdefinition – Anhang A	101
G.4.4	Zuweisung der Sicherheitsfunktion – Anhang C	101
G.4.5	Erste Risikoeinschätzung – Anhang F	102
G.4.6	Einschätzung der Sicherheitsfunktion – Anhang E	102
G.5	Kettenzug zum Fliegen eines Darstellers – Schutz gegen zu hohe Geschwindigkeit.....	102
G.5.1	Beschreibung	102
G.5.2	Anwendungsfall-Kennzeichnung – Anhang B	103
G.5.3	Gefährdungsdefinition – Anhang A	103
G.5.4	Zuweisung der Sicherheitsfunktion – Anhang C	103
G.5.5	Erste Risikoeinschätzung – Anhang F	104
G.5.6	Einschätzung der Sicherheitsfunktion – Anhang E	104
G.6	Zwei Winden zum Fliegen eines Darstellers – Schutz vor Positionsabweichungen	104
G.6.1	Beschreibung	104
G.6.2	Ermittlung des Anwendungsfalls – Anhang B	105
G.6.3	Gefährdungsdefinition – Anhang A	105
G.6.4	Zuweisung der Sicherheitsfunktion – Anhang C	105
G.6.5	Erste Risikoeinschätzung – Anhang F	106
G.6.6	Einschätzung der Sicherheitsfunktion – Anhang E	106
G.7	Orchesterpodium – Schutz gegen Quetschen/Scheren.....	106
G.7.1	Beschreibung	106
G.7.2	Ermittlung des Anwendungsfalls – Anhang B	107
G.7.3	Gefährdungsdefinition – Anhang A	107
G.7.4	Zuweisung der Sicherheitsfunktion – Anhang C	107
G.7.5	Erste Risikoeinschätzung – Anhang F	108
G.7.6	Einschätzung der Sicherheitsfunktion – Anhang E	108
G.8	Bühnenpodium – Schutz gegen Überlast	108
G.8.1	Beschreibung	108
G.8.2	Ermittlung des Anwendungsfalls – Anhang B	109
G.8.3	Gefährdungsdefinition – Anhang A	109
G.8.4	Zuweisung der Sicherheitsfunktion – Anhang C	109
G.8.5	Erste Risikoeinschätzung – Anhang F	109
G.8.6	Einschätzung der Sicherheitsfunktion – Anhang E	110
	Literaturhinweise.....	111

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 17206:2020 + AC:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 433 „Veranstaltungstechnik - Maschinen, Arbeitsmittel und Einrichtungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis November 2020, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis November 2020 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt CWA 15902-1:2008.

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

- a) bewertet und überarbeitet entsprechend neuer Europäischer Normen, Richtlinien und Verordnungen;
- b) Begriffe wurden überarbeitet;
- c) aktualisierte Beispiele und informative Anhänge;
- d) die Norm wurde redaktionell überarbeitet.

Dieses Dokument enthält die Berichtigung EN 17206:2020/AC:2021, angenommen von CEN am 13. Oktober 2021, wodurch eine Anmerkung in 3.2.11 hinzugefügt und Text in 5.6.1 korrigiert wurde.

Anfang und Ende der durch die Berichtigung eingefügten oder geänderten Texte sind jeweils durch Änderungsmarken  angegeben.

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

Einleitung

Der Zweck dieses Dokuments ist die Erstellung Europäischer Spezifikationen für die Konstruktion, Herstellung und Montage von Hebezeugen und Tragmitteln in der Veranstaltungstechnik. Neben der Maschinenrichtlinie legt die Richtlinie 2009/104/EG vom 16. September 2009 über Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Benutzung von Arbeitsmitteln durch Arbeitnehmer bei der Arbeit 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, z. B. während Bühnennebel oder andere verdeckende Effekte verwendet werden.

Diese 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.

Maschinentechnische Einrichtungen sind alle technischen Einrichtungen und Ausrüstung, die für den Einsatz auf der Bühne und in Produktionsstätten der Veranstaltungstechnik vorgesehen sind. Derartige Einrichtungen werden verwendet, um Lasten zu heben, abzusenken und zu transportieren (z. B. Dekorationselemente, 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.

„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, Aufführungen, Kongresse, Ausstellungen, Präsentation, Vorführungen, Film- oder Fernsehaufnahmen usw.

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

Dieses Dokument behandelt keine Konstruktion oder Steuerung von Feuerschutzvorhängen.

Beispielhafte Aufzählung typischer Anwendungen dieses Dokuments, ohne darauf beschränkt zu sein:

- Schallhubtor;
- Saalpodium;
- Ausgleichspodium;
- Horizontanlage;
- Prospektzug (hand- und kraftbetrieben);
- Beleuchtungs- und Oberlichtzug;
- Beleuchtungsturm, beweglich;
- Portalanlage, beweglich;
- Orchesterpodium;
- Flugwerk;
- Punktzug;
- Drehbühne und -scheibe;
- Prospektlagerpodium;
- Seiten- und Hinterbühnentor;
- Versenkeinrichtung;
- Bühnenwagen;
- neigbarer Bühnenboden;
- Personen- und Tischversenkungen.

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 Rundfunkstudios; Konzerthallen, Schulen, Bars, Diskotheken, Freilichtbühnen und andere Räume für Aufführungen und Veranstaltungen.

Dieses Dokument gilt für maschinentechnische Einrichtungen mit geführten und ungeführten Lasten.

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

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

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 818-1, *Kurzgliedrige Rundstahlketten für Hebezwecke — Sicherheit — Teil 1: Allgemeine Abnahmebedingungen*

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

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

EN 1999-1-1, *Eurocode 9 — Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln*

EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

EN 12385-1, *Drahtseile aus Stahldraht — Sicherheit — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 12385-2, *Stahldrahtseile — Sicherheit — Teil 2: Begriffe, Bezeichnung und Klassifizierung*

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

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

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

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

- EN 14492-1, *Krane — Kraftgetriebene Winden und Hubwerke — Teil 1: Kraftgetriebene Winden*
- EN 14492-2:2019, *Krane — Kraftgetriebene Winden und Hubwerke — Teil 2: Kraftgetriebene Hubwerke*
- EN 60034-1, *Drehende elektrische Maschinen — Teil 1: Bemessung und Betriebsverhalten (IEC 60034-1)*
- EN 60204-1:2018, *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60204-1:2016)*
- 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 (IEC 60947-4-1)*
- EN 60947-5-1, *Niederspannungsschaltgeräte — Teil 5-1: Steuergeräte und Schaltelemente — Elektromechanische Steuergeräte (IEC 60947-5-1)*
- 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 62061:2005, *Sicherheit von Maschinen — Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme (IEC 62061:2005)*
- EN 81346-1, *Industrielle Systeme, Anlagen und Ausrüstungen und Industrieprodukte — Strukturierungsprinzipien und Referenzkennzeichnung — Teil 1: Allgemeine Regeln (IEC 81346-1)*
- EN 82079-1, *Erstellen von Gebrauchsanleitungen — Gliederung, Inhalt und Darstellung — Teil 1: Allgemeine Grundsätze und ausführliche Anforderungen (IEC/IEEE 82079-1)*
- 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 (ISO 13849-2)*
- EN ISO 13850, *Sicherheit von Maschinen — Not-Halt-Funktion — Gestaltungsleitsätze (ISO 13850)*
- EN ISO 13854, *Sicherheit von Maschinen — Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen (ISO 13854)*
- EN ISO 13857, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen (ISO 13857)*

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: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://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

Triebwerk

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 2 c), Bild 3 c) und Bild 4 c).

3.1.3

Stillsetzen im Notfall

Not-Halt

en emergency stop, E-stop
Funktion, die

- aufkommende Gefährdungen für Personen, Schäden an der Maschine oder zu laufenden Arbeiten abwenden oder bereits bestehende mindern soll, und
- die durch eine einzige Handlung einer Person auszulösen ist

Anmerkung 1 zum Begriff: ISO 13850 stellt detaillierte Festlegungen zur Verfügung.

[QUELLE: EN ISO 12100:2010, 3.40 – modifiziert: Begriff „Not-Halt“ hinzugefügt.]

3.1.4

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 192-03-01]

3.1.5

Fehler

Fehlzustand

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: Auf dem Gebiet von Maschinen wird der englische Begriff „fault“ allgemein in Übereinstimmung mit der Definition in IEV 192-04-01 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]

3.1.6

Prospektzug

Arbeitsmittel (z. B. Laststange oder Traverse) 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.

3.1.7

Gefährdung

potentielle Schadensquelle

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „Gefährdung“ kann spezifiziert werden, um den Ursprung (z. B. mechanische Gefährdung, elektrische Gefährdung) oder die Art des erwarteten Schadens (z. B. Gefährdung durch elektrischen Schlag, Gefährdung durch Schneiden, Gefährdung durch Vergiftung, Gefährdung durch Feuer) näher zu bezeichnen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Gefährdung im Sinne dieser Definition ist entweder

- bei der bestimmungsgemäßen Verwendung der Maschine dauerhaft vorhanden (z. B. Bewegung von gefährdenden beweglichen Teilen, Lichtbogen beim Schweißen, ungesunde Körperhaltung, Geräuschemission, hohe Temperatur), oder
- kann unerwartet auftreten (z. B. Explosion, Gefährdung durch Quetschen als Folge eines unbeabsichtigten/ unerwarteten Anlaufs, Herausschleudern als Folge eines Bruches, Stürzen als Folge von Beschleunigung/ Abbremsen).

Anmerkung 3 zum Begriff: Der französische Begriff „*phénomène dangereux*“ sollte nicht mit dem Begriff „*risque*“ verwechselt werden, der manchmal in der Vergangenheit hierfür verwendet wurde.

[QUELLE: EN ISO 12100:2010, 3.6]

3.1.8

Gefährdungsbereich

Gefahrenbereich

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

3.1.9

Hebezubehör

Bauteil oder Ausrüstung, die das Halten der Last ermöglichen, die zwischen den Maschinen 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

3.1.10

tragendes Konstruktionselement

Teil einer Maschine zwischen der Last und dem Befestigungspunkt der Maschine

3.1.11

Tragmittel

Baugruppe von lasttragenden Elementen, einschließlich der Triebwerke

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 2 b), Bild 3 b) und Bild 4 b).

3.1.12

Lastaufnahmemittel

Teil der Einrichtung zum Aufnehmen der bestimmungsgemäßen Last

BEISPIEL Laststange eines Prospektzugs, Hubboden eines Podiums, Traverse, Haken eines Punktzugs

Anmerkung 1 zum Begriff: Für Träger siehe EN 17115.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 2 d), Bild 3 d) und Bild 4 d).

3.1.13

Sicherungseinrichtung

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

BEISPIEL Bremse, selbsthemmendes Schneckengetriebe, Absperrventil.

3.1.14

Lasthalteeinrichtung

Gerät, das unbeabsichtigte Bewegung einer bereits stillstehenden Last verhindert

BEISPIEL Seilsicherung, Riegelbolzen.

3.1.15

maschinentechnische Einrichtung

alle Elemente zwischen der Last und dem Befestigungspunkt der Maschine

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 2 a); Bild 3 a) und Bild 4 a).

3.1.16

Handkonterzug

handbetriebener Prospektzug, der über ein Betätigungsseil bewegt wird und bei dem die Last voll oder teilweise durch Gegengewichte ausgeglichen wird, die in einem geführten, mit dem Prospektzug verbunden Rahmen getragen werden

3.1.17

Nenngeschwindigkeit

höchste Geschwindigkeit, auf die die Maschine für den Betrieb ausgelegt ist

3.1.18

Punktzug

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

3.1.19

Schutzmaßnahme

Maßnahme für das Erreichen der Risikominderung

3.1.20

Risiko

Kombination der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Schadens und seiner Schwere

3.1.21

Schutzeinrichtung

trennende oder nicht trennende Schutzeinrichtung

[QUELLE: EN ISO 12100:2010, 3.26]

3.1.22

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.

3.1.23

Hubboden

Lastaufnahmemittel einer Versenkeinrichtung zur Aufnahme der Nutzlast

3.2 Lastannahmen, Kräfte und Drücke

Tabelle 1 — Lastannahmen und Kräfte

Lastannahmen und Kräfte im Normalbetrieb	
	ENTERTAINMENT LOAD LIMIT (ELL)
+	GEWICHT DES LASTAUFNAHMEMITTELS
=	TRAGLAST
+	DYNAMISCHE KRÄFTE
=	NENNBELASTUNG
× 2	= BERECHNUNGSLAST

Lastannahmen und Kräfte im Störfall	
	ENTERTAINMENT LOAD LIMIT (ELL)
+	GEWICHT DES LASTAUFNAHMEMITTELS
=	TRAGLAST
+	DYNAMISCHE KRÄFTE IM STÖRFALL
=	STÖRFALLBELASTUNG
× 1	= BERECHNUNGSLAST

3.2.1

Nennbelastung

Summe der Traglast und der dynamischen Kräfte im Normalbetrieb

Anmerkung 1 zum Begriff: Zum Normalbetrieb gehört auch das Halten von Lasten im ruhenden Zustand.

3.2.2

Nennlastdruck

in einem Hydrauliksystem der Druck, der durch die Nennbelastung erzeugt wird

3.2.3

Berechnungslast

Last, die für die Berechnung/Validierung eines bestimmten Bauteils nach den Normen und der für das bestimmte Bauteil geltenden technischen Regeln zu verwenden ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Berechnungslast wird 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). Siehe 5.3.

3.2.4

Entertainment Load Limit

ELL, en: entertainment load limit

Höchstlast, für deren Anheben, Absenken oder Halten ein Element des Hubgeräts ausgelegt ist

3.2.5

Entertainment Load Limit im ruhenden Zustand

ELL/R, en: entertainment load limit at rest

Höchstlast, für deren Halten im Stillstand ein Element des Hubgeräts ausgelegt ist

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

3.2.6

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;
- c) Ansprechen einer Sicherheitseinrichtung;
- d) Blockieren des Motors durch Einklemmen der Last/des Lastaufnahmemittels;
- e) plötzliches Anheben einer Last, ohne dass Spannung auf den Seilen war.

3.2.7

Nenndruck

vom Hersteller des Bauteils angegebener Druck

3.2.8

Betriebsdruck

Druck, der vom System erzeugt wird

3.2.9

Traglast

Summe des Entertainment Load Limit und des Gewichts des Lastaufnahmemittels

3.2.10

Systemdruck

Betriebsdruck, der durch eine Druckbegrenzungseinrichtung begrenzt ist

3.2.11

Prüflast

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

ⓘ Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe 9.3.2.3 für weitere Einzelheiten. ⓘ

3.3 Elektrische Ausrüstung und Steuerungssysteme

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

Stillsetzen einer Maschinbewegung, wobei die Energie für die Maschinen-Antriebs Elemente während des Stillsetzvorgangs erhalten bleibt

[QUELLE: EN 60204-1:2018, 3.1.14]

3.3.4

elektrisches/elektronisches/programmierbares elektronisches System

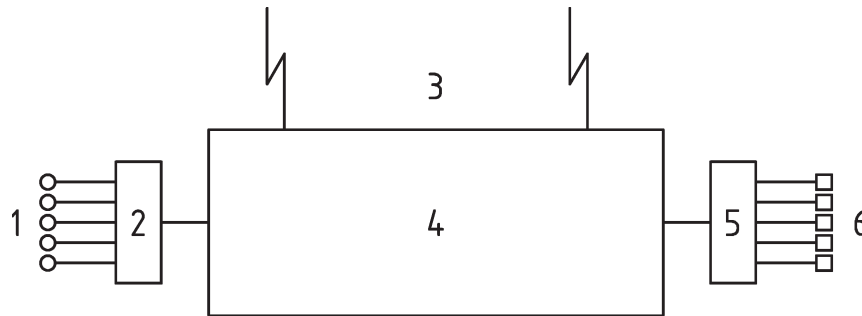
E/E/PE-System

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, Bussystems und anderer Kommunikationswege und Stellteile und anderer Ausgabegeräte

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

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).



Legende

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

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 elektronisches System (E/E/PE-System) – Struktur und Terminologie

3.3.5

Potentialausgleich

Bereitstellung von elektrischen Verbindungen zwischen leitenden Teilen, um Potentialausgleich zu erreichen

[QUELLE: IEC 195-1-10]

3.3.6

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

3.3.7

Überbrücken

en muting

vorübergehende Aussetzung einer Sicherheitsfunktion durch das SRP/CS

3.3.8

Überlastzustand

Zustand, in dem die Last einen vorgegebenen Wert überschritten hat

3.3.9

Performance Level

PL

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

[QUELLE: EN ISO 13849-1:2015, 3.1.23 – modifiziert: Anmerkung 1 gelöscht.]

3.3.10

Energieversorgungsfehler

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

Verbindung von Schutzleiter und leitfähigen Teilen zum Schutz gegen elektrischen Schlag im Falle eines Isolationsfehlers

[QUELLE: EN 60204-1:2018, 3.1.50]

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

Sicherheitsfunktion

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

3.3.15

Sicherheits-Integritätslevel

SIL, en: safety integrity level

diskreter Level (einer von drei möglichen) für die Spezifizierung der Sicherheits-Integritätsanforderungen der Sicherheitsfunktionen, der dem SRECS zugewiesen wird, wobei das Sicherheits-Integritätslevel drei den höchsten und Sicherheits-Integritätslevel eins den niedrigsten Level der Sicherheits-Integrität aufweist

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe EN 61508-4:2010, 3.5.8.

Anmerkung 2 zum Begriff: SIL 4 wird in diesem Dokument nicht berücksichtigt, da er für die üblicherweise mit Maschinen verbundenen Anforderungen an die Risikominderung nicht relevant ist. Für die Anforderungen an SIL 4 siehe EN 61508-1 und EN 61508-2.

3.3.16

Schlaffzustand

Zustand, in dem ein Drahtseil oder lasttragendes Gerät die aufgebrachte Last nicht mehr trägt

Anmerkung 1 zum Begriff: Allgemein als Schlaffseil beschrieben.

3.3.17

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]

3.3.18

ungesteuertes Stillsetzen

Anhalten der maschinellen Bewegung durch Ausfall oder Trennen der Energieversorgung der Maschine

3.3.19

Unterlastzustand

Zustand, in dem die Last einen vorgegebenen Wert unterschritten hat

3.4 Toleranzen in der Bewegung

3.4.1

Gleichlauftoleranz

zulässige Positionsabweichung der einzelnen maschinentechnischen Einrichtungen einer Gruppe untereinander

3.4.2

Störfalltoleranz

zulässige Positionsabweichung der einzelnen maschinentechnischen Einrichtungen zu einer anderen innerhalb einer Gruppe während (beweglich) und nach (ortsfest) Auftreten eines Ausfalls

4 Gefährdungen

4.1 Allgemeines

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

Es dürfen nur befähigte 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 ISO 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) Grenzen der Maschinen 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;
- d) Benutzer über Restrisiken informieren (Benutzerinformation).

4.2 Liste signifikanter Gefährdungen

Tabelle 2 zeigt eine Liste von signifikanten Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignissen, die im Normalbetrieb und bei vorhersehbarer Fehlanwendung zu Risiken für Personen führen können. Sie enthält auch die relevanten Abschnitte in diesem Dokument, die notwendig sind, um die mit diesen Gefährdungen verbundenen Risiken zu reduzieren oder auszuschalten.

Tabelle 2 — Liste der signifikanten Gefährdungen

	Gefährdungen	Entsprechende(r) Abschnitt(e) in diesem Dokument
	<i>Die folgenden signifikanten Gefährdungen basieren auf der EN 12100:2010</i>	
1	mechanische Gefährdungen aufgrund von:	
1.1	Beschleunigung, Verzögerung	5.1; 5.3; 6.3; 6.4; 6.5
1.2	kantigen Teilen	5.1; 6.3
1.3	Annäherung eines sich bewegenden Teils an ein feststehendes Teil	5.1; 6.3
1.5	elastischen Elementen	5.1; 6.3
1.6	herabfallenden Gegenständen	5.1; 5.3; 5.4
1.7	Schwerkraft	5.1; 5.3
1.8	Höhe über dem Boden	5.1; 5.3;
1.9	hohem Druck	5.6.3
1.10	Instabilität	5.1; 5.3
1.11	kinetischer Energie	5.1; 5.3; 6.3
1.12	Beweglichkeit der Maschine	5.1; 6.3; 7.3.4.14; 7.3.4.15
1.13	rotierenden Teilen	5.1; 6.3
1.14	rauer, rutschiger Oberfläche	—
1.15	scharfen Kanten	5.1; 6.3
1.16	gespeicherter Energie	5.6.3
2	elektrische Gefährdungen aufgrund von:	
2.1	elektromagnetischen Phänomenen	7.1; 7.1.3.1
2.2	elektrostatischen Phänomenen	7.1; 7.2.1; 7.2.3
2.3	spannungsführenden Teilen	7.1; 7.2.2; 7.2.3

	Gefährdungen	Entsprechende(r) Abschnitt(e) in diesem Dokument
2.4	Überlastung	7.1; 7.2.2; 7.2.3
2.5	Teilen, die im Fehlerzustand spannungsführend geworden sind	7.1; 7.2.2; 7.2.3
2.6	Kurzschluss	7.1; 7.2.2; 7.2.3
2.7	Wärmestrahlung	7.1; 7.2.2; 7.2.3
3	thermische Gefährdungen aufgrund von:	
3.1	Explosion	—
3.2	Flammen	—
3.3	Objekten oder Materialien mit einer hohen oder niedrigen Temperatur	5.6
3.4	Strahlung aus Wärmequellen	—
4	Gefährdungen durch Lärm aufgrund von:	
4.1	Kavitationsphänomenen	—
4.2	Fortluftanlage	—
4.3	Gasleck mit hoher Geschwindigkeit	5.6.3
4.4	Herstellungsprozess (Stanzen, Schneiden usw.)	—
4.5	beweglichen Teilen	5.6
4.6	abschürfenden Oberflächen	—
4.7	unrund rotierenden Teilen	5.6
4.8	pfeifender Pneumatik	—
4.9	verschlissenen Teilen	—
5	Gefährdungen durch Vibration aufgrund von:	
5.1	Kavitationsphänomenen	—
5.2	Fehlausrichtung von beweglichen Teilen	5.4.1
5.3	mobiler Ausrüstung	6.3
5.4	abschürfenden Oberflächen	—
5.5	unrund rotierenden Teilen	5.6
5.6	vibrierender Ausrüstung	5.4.1; 5.6
5.7	verschlissenen Teilen	—
6	Gefährdungen durch Strahlung	
6.1	niederfrequente, hochfrequente Strahlung	7.1.3.1; 7.2.4.4
6.2	infrarotes, sichtbares und ultraviolettes Licht	7.2.4.4
6.3	Laser	7.3.1; 7.3.4.2; 7.3.4.14; 7.3.4.16; 7.5.1

	Gefährdungen	Entsprechende(r) Abschnitt(e) in diesem Dokument
7	Gefährdungen durch Materialien und Substanzen	
7.1	Gefährdungen durch Kontakt oder Einatmen von gesundheitsschädlichen Flüssigkeiten, Gasen, Nebeln, Dämpfen und Stäuben	5.6.3; 7.3.4.10
7.2	Gefährdungen durch Brand oder Explosion	5.6.3
8	ergonomische Gefährdungen	
8.1	Zugang	6.1; 6.2; 6.3; 6.4; 6.5; 7.5.1
8.2	Gestaltung oder Lage von Indikatoren und visuellen Anzeigegegeräten	7.2.4.2; 7.8.1
8.3	Gestaltung, Anordnung oder Erkennung von Steuerungseinrichtungen	7.2.4.2; 7.8.1
8.4	Anstrengung	5.6.5; 6.5; 7.8
8.5	menschliches Versagen, menschliches Verhalten	7.2.4.2
8.6	Beleuchtung vor Ort	7.8.1
8.7	psychische Überbelastung/Unterforderung	—
8.8	Körperhaltung	6.1; 6.2; 6.3; 6.4; 6.5
8.9	sich wiederholende Tätigkeit	6.1; 6.2; 6.3; 6.4; 6.5
8.10	Sichtbarkeit	6.1
9	Gefährdungen im Zusammenhang mit der Einsatzumgebung der Maschine	
9.1	Staub und Nebel	—
9.2	elektromagnetische Störungen	7.1.3.1; 7.2.3.1
9.3	Blitzschlag	7.2.3.1
9.4	Feuchte	7.1.3.2
9.5	Schadstoffkonzentration	—
9.6	Schnee	—
9.7	Temperatur	7.1.3.2; 7.2.3.1
9.8	Wasser	7.1.3.2
9.9	Wind	—
9.10	Sauerstoffmangel	5.6.3
10	Kombination von Gefährdungen	
	<i>zusätzliche Gefährdungen und Gefährdungsereignisse aufgrund von Hebevorgängen, Last- oder Maschinenkollisionen aufgrund von:</i>	
11	Gefährdungen durch unbeabsichtigte Bewegungen	
11.1	Ausfall/Störung des Steuerungssystems	7.3.4; 7.4
11.2	Fehler in der Software	7.6; 7.7; 7.8

	Gefährdungen	Entsprechende(r) Abschnitt(e) in diesem Dokument
11.3	ungesteuerte Bewegungsabläufe	5.6
11.4	unbeabsichtigte Bewegung durch mechanisches Versagen	5.1; 5.3; 5.4; 5.5; 5.6
12	Gefährdungen durch unsachgemäße Verwendung	
12.1	unerlaubtes Starten	7.1.1; 7.2.4.2; 7.3.1
12.2	unerlaubtes Benutzen	7.1.1; 7.2.4.2
12.3	unsachgemäßer Betrieb	8
12.4	unzureichende Unterweisungen des Bedieners	8
	<i>zusätzliche Gefährdungen, Gefährdungssituationen und gefährliche Ereignisse aufgrund von Hebevorgängen</i>	
13	mechanische Gefährdungen und gefährliche Ereignisse	
13.1	unzureichende Stabilität	5.1; 5.3; 5.4; 5.5; 5.6
13.2	unkontrollierte Beladung – Überlastung – Überschreitung der Kippmomente	7.3.4.3; 7.3.4.4; 7.3.4.11
13.3	unerwartete/unbeabsichtigte Bewegung von Lasten	5.6.1
13.4	unzureichende Haltevorrichtungen/Zubehör	5.4
13.5	Kollision von mehr als einer Maschine	7.3.4.14
13.6	aufgrund unzureichender mechanischer Festigkeit der Teile	5.1; 5.3; 5.4; 5.5; 5.6
13.7	aufgrund unzureichender Konstruktion der Seilrollen, Trommeln	5.5
13.8	aufgrund einer ungeeigneten Auswahl von Ketten, Seilen, Hebezeugen und Zubehör und deren unzureichender Integration in die Maschine	5.4
13.9	aufgrund anormalen Bedingungen von Baugruppe/Prüfung/Nutzung/Instandhaltung	8
13.10	aufgrund der Einwirkung von Last auf Personen (Stoß durch Last oder Gegengewicht)	6.1; 6.2; 6.3; 6.4; 6.5
13.11	falsche Anordnung von Maschinerteilen zueinander	5.1; 5.6
13.12	unsachgemäße Montage, Prüfung, Nutzung und Instandhaltung	5.6; 8
	<i>zusätzliche Gefährdungen, Gefährdungssituationen und gefährliche Ereignisse aufgrund von Hebevorgängen oder der Bewegung von Personen</i>	
14	Gefährdungen durch mechanische und unbeabsichtigte Bewegungen	
14.1	unzureichende mechanische Stabilität – unzureichende Betriebskoeffizienten	5.1; 5.6
14.2	Ausfall/Störung des Steuerungssystems	7.3.1; 7.3.2; 7.3.3; 7.3.4
14.3	Fehler in der Software	7.6
14.4	ungesteuerte Bewegungsabläufe	5.1; 5.6

5 Konstruktionsanforderungen

5.1 Allgemeines

Maschinentechnische Einrichtungen (Bühnenmaschinerie) können in vier Bestandteile eingeteilt werden:

- a) Tragmittel;
- b) Steuerungssysteme;
- c) Triebwerk;
- d) Lastaufnahmemittel.

Das in diesem Dokument festgelegte grundlegende Sicherheitskonzept basiert auf den Prinzipien der Eigensicherheit oder der Einfehlersicherheit. Dies wird entweder durch die Verdoppelung des Betriebskoeffizienten in Berechnungen (Auslegung auf die doppelte Nennbelastung) oder durch Redundanz erreicht.

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

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

Falls der Ausfall von lasttragenden Konstruktionselementen nicht zu einer ungewollten Bewegung des Lastaufnahmemittels und seiner Last führt, ist es zulässig, dass die Berechnungslast gleich der Nennbelastung ist. Falls der Ausfall eines einzelnen lasttragenden Elements nicht zu katastrophalem Ausfall der Maschinerie führt, ist die Berechnungslast gleich der Nennbelastung.

Tragende Konstruktionselemente müssen nach entsprechenden Normen, z. B. EN 1993-1-10 (Eurocode 3) für Stahlkonstruktionen und nach EN 1999-1-1 (Eurocode 9) für Aluminiumkonstruktionen hergestellt werden.

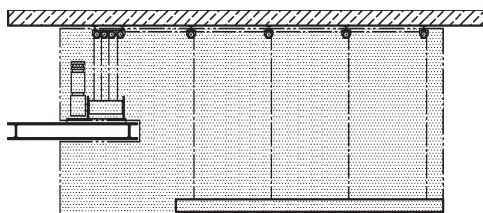
Alle Schweißverbindungen müssen nach EN 1090-2 und EN 1090-3 dimensioniert und hergestellt werden.

Eigenfrequenz und Biegedrillknicken und seitliches Knicken der Konstruktionen muss berücksichtigt werden.

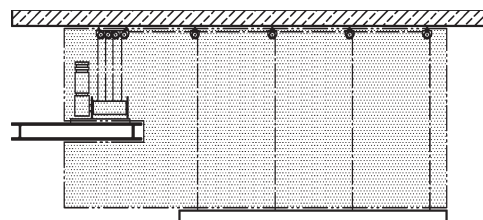
Brennbare Konstruktionselemente der maschinentechnischen Einrichtungen sind nur dann zulässig, wenn konstruktiv sichergestellt ist, dass bei ihrer Zerstörung das Lastaufnahmemittel mit seiner Last nicht abstürzt.

5.2 Beispiele von maschinentechnischen Einrichtungen und ihren Bestandteilen

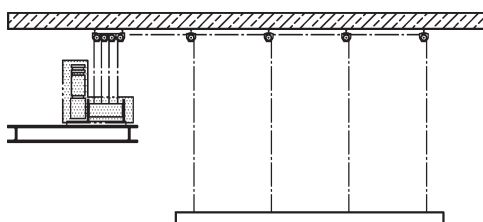
Beispiele für die maschinentechnischen Einrichtungen sind in Bild 2 bis Bild 4 dargestellt.



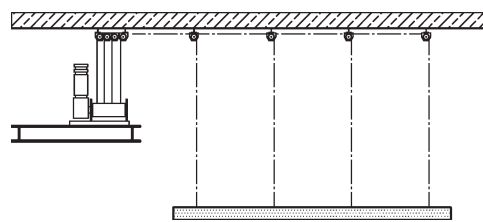
a) — Maschinentechnische Einrichtung



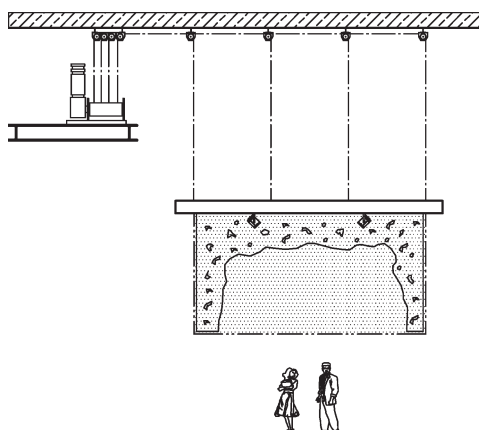
b) — Tragmittel



c) — Triebwerk

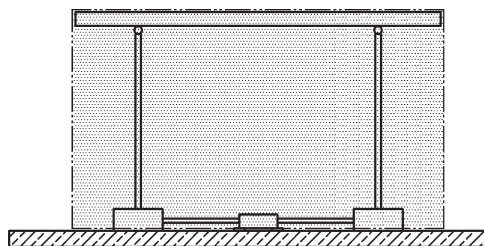


d) — Lastaufnahmemittel

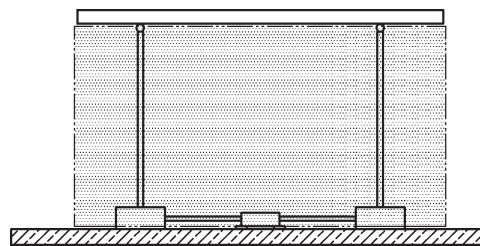


e) — Dekorationselemente oder Ausrüstung an der Laststange

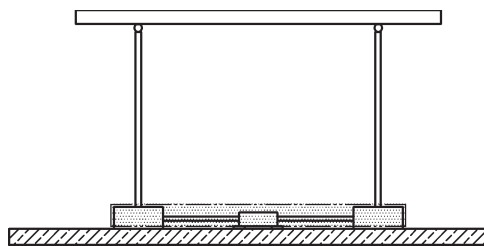
Bild 2 — Schematische Darstellung eines Prospektzugs



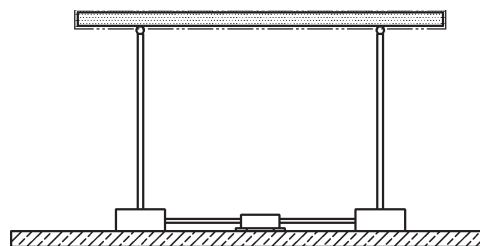
a) — Maschinentechnische Einrichtung



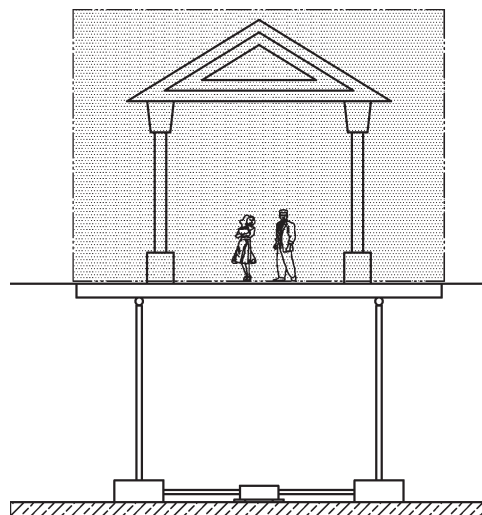
b) — Tragmittel



c) — Triebwerk



d) — Lastaufnahmemittel



e) — Dekorationselemente oder Ausrüstung auf dem Hubboden

Bild 3 — Schematische Darstellung einer Versenkeinrichtung

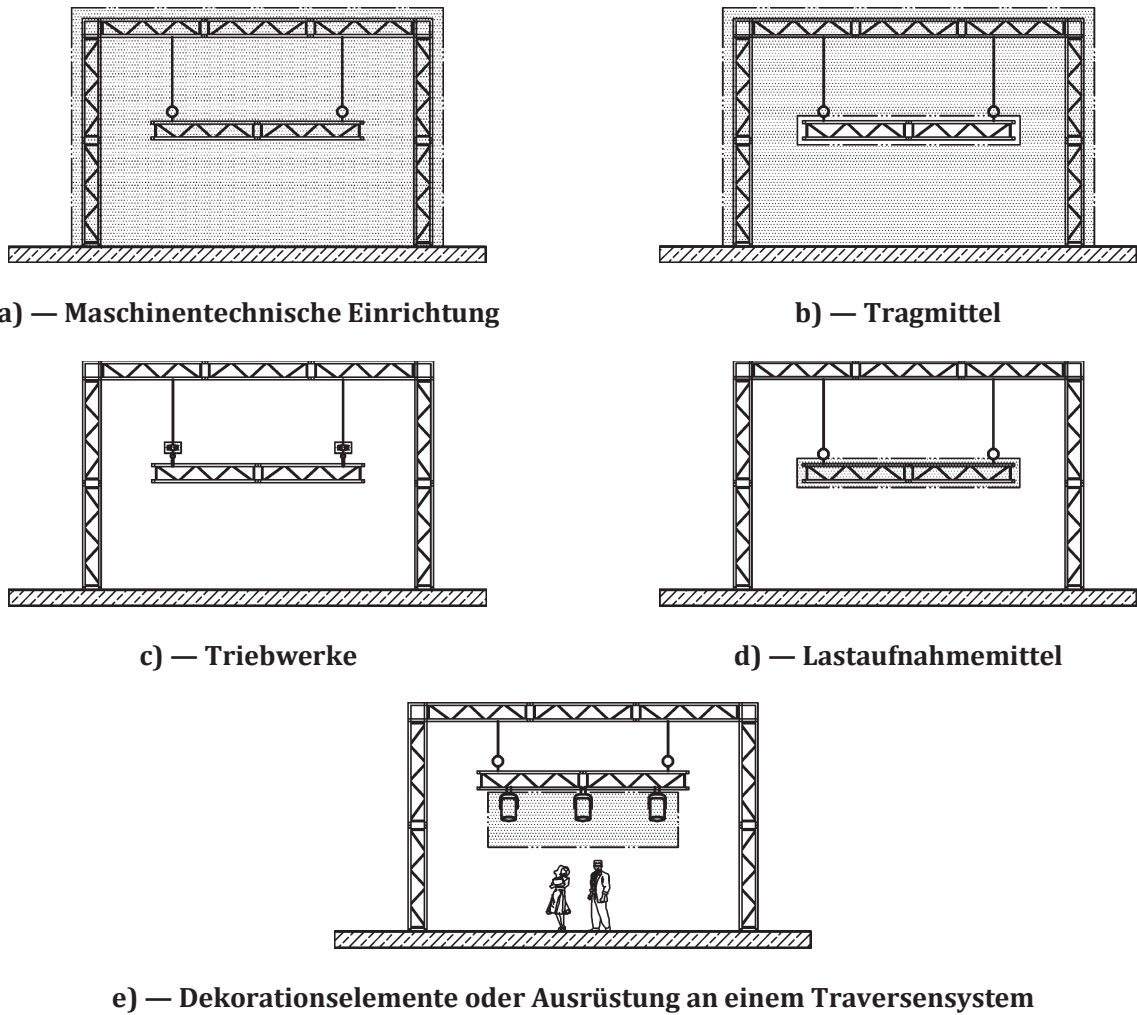


Bild 4 — Schematische Darstellung eines Systems mit mehreren Hebezeugen

5.3 Lastannahmen für Versenkeinrichtungen

Für die Berechnung sind mindestens folgende Lasten anzusetzen:

- a) die verteilte Nutzlast im Stillstand als Teil des Bühnenbodens muss mindestens dieselbe wie die des umgebenden Bühnenbodens sein;
- b) Punktlasten müssen festgelegt werden;
- c) ELL muss festgelegt werden.

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

Um ausreichende Steifigkeit in Längs- und Querrichtung zu erhalten, sollte in Bewegung eine in Hubbodenhöhe angreifende Horizontalkraft von mindestens 5 % des ELL und im ruhenden Zustand von mindestens 5 % des ELL/R berücksichtigt werden.

5.4 Tragmittel

5.4.1 Allgemeines

Es ist möglich, ein einzelnes Tragmittel zu verwenden.

Sämtliche Elemente müssen gegen unbeabsichtigtes Lösen gesichert sein.

BEISPIEL Bei Verwendung von Schnellverbindungsmitgliedern muss das Verbindungsmitglied so ausgerichtet sein, dass das Gewinde der Mutter nach dem Schließen des Verbindungsmitglieds nach unten gerichtet ist.

Alle tragenden Elemente von Tragmitteln müssen aus nicht brennbaren Materialien gefertigt sein.

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

5.4.2 Lasttragende Elemente

5.4.2.1 Drahtseile

Als Tragmittel sind Drahtseile nach EN 12385-1, EN 12385-2, EN 12385-4 und EN 12385-5 zugelassen.

Die als Tragmittel verwendeten Drahtseile müssen mit einem Sicherheitsfaktor von mindestens 10 bei Nennbelastung und für einen Sicherheitsfaktor von mindestens 2 bei Störfallbelastung bemessen sein, wobei der Sicherheitsfaktor der Quotient aus der Mindestbruchkraft bezogen auf die anteilige Seilzugkraft bei Nennbelastung bzw. Störfallbelastung ist.

Wenn Drahtseile nicht über Laufrollen oder Seiltrommeln laufen, darf nach einer Risikobeurteilung ein geringerer Sicherheitsfaktor verwendet werden.

Für Drahtseile muss ein Werkszeugnis 2.2 nach EN 10204 vorgelegt werden, in dem die Prüfung nach EN 12385-4 bestätigt wird.

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

Ummantelte Drahtseile dürfen nicht als Teil der maschinentechnischen Einrichtung verwendet werden.

5.4.2.2 Ketten

Werden Rundstahlketten in maschinentechnischen Einrichtungen eingesetzt, so sind diese nach EN 818-7 zu kalibrieren und zu prüfen. Die als Tragmittel verwendeten Rundstahlketten müssen bei Nennbelastung einen Sicherheitsfaktor von mindestens 8 aufweisen, bezogen auf die in EN 818-7 festgelegte Bruchkraft. Eine Störfallbelastung darf nicht zu dauerhafter Verformung führen.

Für Ketten muss ein Werkszeugnis 2.2 nach EN 10204 vorgelegt werden, 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.

5.4.3 Endverbindungen lasttragender Seile

5.4.3.1 Drahtseilendverbindungen

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

Die Seilendverbindung muss so beschaffen sein, dass ihr Zustand durch eine Inspektion überprüft werden kann. Endverbindungen müssen die Anforderungen nach EN 13411 erfüllen.

Die Verwendung von Drahtseilklemmen nach EN 13411-5 als Seilendverbindung ist nicht zulässig.

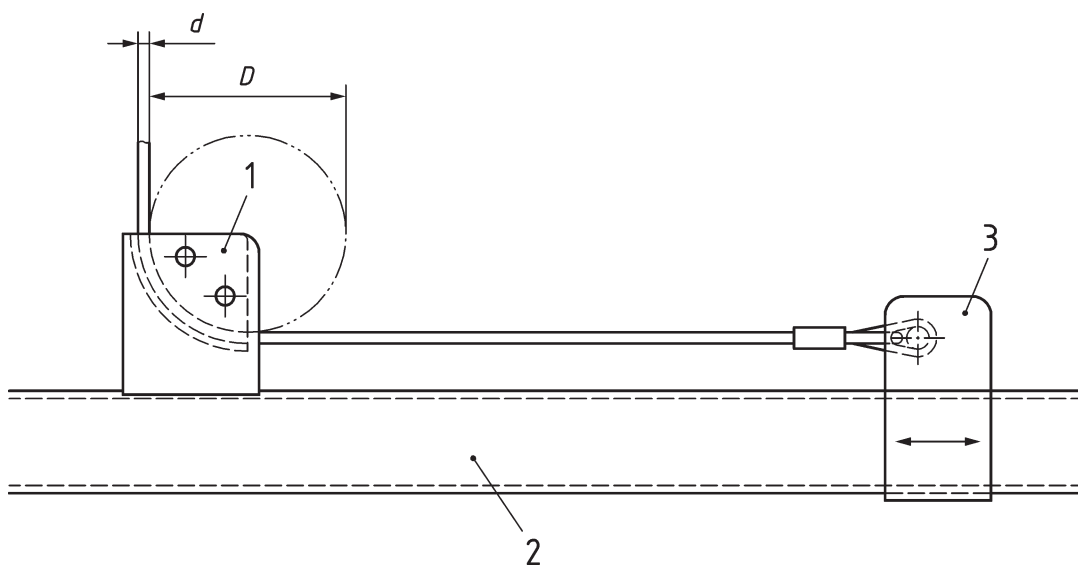
5.4.3.2 Lösbare Drahtseilendverbindungen

Lösbare Drahtseilendverbindungen dürfen sein:

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

Lösbare Seilendverbindungen müssen gegen Selbstlösen gesichert sein; z. B. ist eine Drahtseilklemme nach EN 13411-5 zu verwenden; diese Drahtseilklemme darf nur am losen Seilende angebracht werden (für Beispiele siehe Bild 5 und Bild 6).

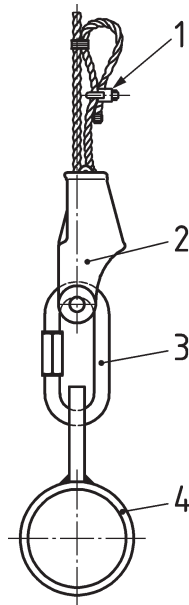
Die Verbindung mit der Laststange muss freie Bewegung in alle horizontalen Richtungen erlauben (siehe Bild 5).



Legende

- 1 Seilumlenkung
Das Verhältnis $D : d$ muss 100 % der Drahtseilintegrität nach den Angaben des Herstellers sicherstellen, oder darf, wenn die Angaben des Herstellers nicht verfügbar sind, nicht kleiner als 7 sein.
- D = Durchmesser der Umlenkung
- d = Seildurchmesser
- 2 Laststange
- 3 verschiebbare Schelle

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



Legende

- 1 Drahtseilklemme nach EN 13411-5
- 2 asymmetrische Keil-Endklemme
- 3 Schnellverbindungsglied
- 4 Laststange mit aufgeschweißter Lastöse

Bild 6 — Beispiel einer Laststangenaufhängung

5.4.3.3 Unlösbare Drahtseilendverbindungen

Beispiele unlösbarer Drahtseilendverbindungen sind:

- a) Spleiße nach EN 13411-2;
- b) Pressklemmen nach EN 13411-3;
- c) Walzterminals nach EN 13411-8.

5.4.3.4 Lasthaken

Haken müssen nach dem Stand der Technik, z. B. nach EN 14492-1 und EN 14492-2, konstruiert sein.

Die Haken müssen so beschaffen sein, dass ein unbeabsichtigtes Lösen der Last verhindert wird. Dies kann erreicht werden durch:

- a) eine Sicherheitseinrichtung; oder
- b) die Form des Hakens.

Haken, die mit einer Sicherheitsverriegelung ausgestattet sind, erfüllen diese Anforderungen.

5.4.3.5 Endverbindungen für Stahlketten

Ketten-Endverbindungen müssen so ausgelegt und hergestellt sein, dass sie 100 % der Mindestbruchkraft der Kette widerstehen, bevor der Ausfall eintritt. Endverbindungen an Rollenketten 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 Veranstaltungstechnik berücksichtigen. Ein drehbares oder gelenkiges Anbauteil muss unbeabsichtigte seitliche Belastung verhindern.

Schraubverbindungen müssen gegenselbsttätiges Lösen gesichert sein. Der Zustand der Befestigung muss prüfbar sein.

5.5 Wickeleinrichtung und Umlenkrollen für Drahtseile

5.5.1 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 möglich.

Vorzugsweise dürfen Runddrahtseile 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.

Um die Drahtseilintegrität zu erhalten, muss Überkreuzen und unsachgemäßes Aufwickeln von Drahtseilen verhindert oder erkannt werden. Dies gilt sowohl für Trommeln mit einlagigen als auch mit mehrlagigen Wicklungen.

Die Befestigung des Seils an der Trommel muss so ausgeführt sein, dass 80 % der berechneten erforderlichen Mindestbruchkraft entweder durch Reibung der verbleibenden Wicklungen auf der Trommel oder durch Klemmstücke oder eine Kombination aus beiden aufgenommen werden.

Bei Befestigung mit Klemmstücken darf ein einzelner Ausfall nicht dazu führen, dass die Befestigung unwirksam wird.

Konstruktive Maßnahmen müssen sicherstellen, dass der Ablenkwinkel des Seils von der Rille der Trommel oder der Seilrolle beim auf- und ablaufen der Seile mit und ohne Last in beide Richtungen niemals mehr als 4° beträgt, vorzugsweise sollten 1,5° nicht überschritten werden.

Der Durchmesser der Seiltrommeln darf, gemessen von Seilmitte zu Seilmitte, nicht weniger als das 18-Fache des Seildurchmessers betragen.

5.5.2 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 sollte zwischen 0,52 d und 0,56 d betragen, wobei d der Seilnenndurchmesser ist.

Der Radius muss größer als 0,52 d sein und darf den Nenndurchmesser des Drahtseils nicht überschreiten.

Der Öffnungswinkel der Seilrolle muss symmetrisch sein und zwischen 30° und 60° liegen. Die Rillentiefe darf nicht weniger als $1,4 \times$ Seilnenndurchmesser betragen.

Siehe auch EN 14492-1.