

	Sicherheit von Maschinen Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze Teil 2: Technische Leitsätze (Identisch mit ISO/DIS 12100-2); Überarbeitung von EN 292-2:1991 und EN 292-2:1991/A1:1995 Deutsche Fassung prEN 292-2	DIN EN 292-2
	ICS 01.040.13; 13.110 Safety of machinery – Basic concepts general principles for design – Part 2: Technical principles (Identical with ISO/DIS 12100-2) Revision of EN 292-2 : 1991 and EN 292-2 : 1991/A1: 1995; German version prEN 292-2 Sécurité des machines – Notions fondamentales, principes généraux de conception – Partie 2: Principes techniques (Identique avec l'ISO/DIS 12100-2) Révision de l'EN 292-2 : 1991 et EN 292-2 : 1991/A1 : 1995; Version allemande prEN 292-2 Anwendungswarnvermerk Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren. Stellungnahmen werden erbeten an den Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG) im DIN, Burggrafenstr.6, 10787 Berlin. Nationales Vorwort Dieser Norm-Entwurf enthält sicherheitstechnische Festlegungen im Sinne des Gerätesicherheitsgesetzes. Dieser Norm-Entwurf beinhaltet die Deutsche Fassung des von der aus Vertretern von CEN, CENELEC, ISO und IEC gebildeten Spezialgruppe "Überarbeitung von EN 292 - ISO/TR 12100" unter Federführung des Technischen Komitees 114 "Sicherheit von Maschinen, Geräten und Anlagen" des Europäischen Komitees für Normung (CEN) ausgearbeiteten Norm-Entwurfs prEN 292-2. Die Deutsche Fassung wurde vom Gemeinschaftsausschuss GA 0 "Allgemeine Grundsätze und Terminologie" des Normenausschusses Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG) im DIN erstellt. Es handelt sich hierbei um eine nicht vom GA 0 autorisierte Übersetzung. Um Missverständnissen aufgrund der Übersetzung zu begegnen, enthält dieser Norm-Entwurf auch die englische Originalfassung, wobei dies keinen wesentlichen Einfluss auf den Preis des Norm-Entwurfs hat. DIN 31000/VDE 1000 : 1979-03 gilt weiterhin für technische Erzeugnisse außerhalb des Anwendungsbereiches des vorliegenden Norm-Entwurfs.	Einsprüche bis 2000-08-31 Vorgesehen als Ersatz für DIN EN 292-2 : 1995-06; Ersatz für E DIN EN 12937 : 1997-09 Fortsetzung Seite 2 und 62 Seiten prEN und 60 Seiten Englische Fassung Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

Für die im Abschnitt 2 zitierten Normen wird, soweit die Norm-Nummer geändert ist, im folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

CR 1030-1 siehe DIN V 45695,
ISO 447 siehe DIN 1410.

Im Falle der Annahme des Europäischen Norm-Entwurfs, auch als Internationale Norm, ist beabsichtigt, die Norm-Nummer von EN 292-2 und EN ISO 12100-2 zu ändern.

Das Ausgabedatum des Europäischen Norm-Entwurfs stand zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses DIN EN-Entwurfs noch nicht fest; der Entwurf wird jedoch vom ZENTRALSEKRETARIAT unter der angegebenen prEN-Nummer demnächst zur CEN-Umfrage verteilt. Um der deutschen Öffentlichkeit eine möglichst lange Einspruchsfrist einzuräumen, beziehungsweise um für die Einspruchsberatung mehr Zeit einplanen zu können, wurde dieser Entwurf bereits vorab veröffentlicht.

Um Stellungnahmen besser bearbeiten zu können, wird darum gebeten, diese zusätzlich in maschinenlesbarer Form - als Diskette - als Word97- oder Word6.0-Datei dem NASG zu übermitteln.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 292-2 : 1995-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aktualisierung der Verweisungen.
- b) Einbeziehung technischer Leitsätze hinsichtlich der Beweglichkeit und des Hebens (Entwurf DIN EN 12937 : 1997).
- c) Ergänzung technischer Schutzmaßnahmen (z. B. zur Anwesenheitsmeldung, aktive optoelektronische Schutzeinrichtungen).

ICS

Deskriptoren:

Deutsche Fassung

Sicherheit von Maschinen

Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze

Teil 2: Technische Leitsätze

(Identisch mit ISO/DIS 12100-2)

Überarbeitung von EN 292-:1991 und EN 292-2:1991/A1:1995

Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design – Part 2: Technical principles (Identical with ISO/DIS 12100-2); Revision of EN 292-:1991 and EN 292-2:1991/A1: 1995

Sécurité des machines – Notions fondamentales, principes généraux de conception – Partie 2: Principes techniques (Identique avec ISO/DIS 12100-2); Révision de l'EN 292-: 1991 et EN 292-2: 1991/A1: 1995

Dieser Europäische Norm-Entwurf wird den zur parallelen Umfrage in ISO, IEC und CEN vorgelegt.

Er wurde vom CEN/TC 114 "Safety of machinery" erstellt.

Wenn aus diesem Norm-Entwurf eine Europäische Norm wird, sind die CEN-Mitglieder 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.

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

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und dem Vereinigten Königreich.

CEN

Europäisches Komitee für Normung
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom CEN/TC 114 „Sicherheit von Maschinen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Abstimmung in ISO, IEC und CEN vorgelegt.

Dieses Dokument ersetzt die EN 292-2:1991 / ISO/TR 12100-2:1995.

Im Falle der Annahme des Europäischen Norm-Entwurfs prEN 292-2 auch als Internationale Norm ist beabsichtigt, die Norm-Nummer von EN 292-2 in **EN ISO 12100-2** zu ändern.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das dem CEN von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone erteilt wurde und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie(n).

Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe Informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieser Norm ist.

Diese Norm ist das Ergebnis der Überarbeitung von EN 292:1991/ISO/TR 12100:1992¹⁾, die von einer aus Experten von ISO, CEN, IEC und CENELEC bestehenden Sonderarbeitsgruppe vorgenommen wurde.

Die Norm besteht aus zwei Teilen:

- Teil 1 "Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze – Grundsätzliche Terminologie, Methodik" stellt die grundlegende Gesamtmethodik dar, die zu befolgen ist, wenn Maschinen konstruiert und Sicherheitsnormen erarbeitet werden, und enthält die grundsätzliche Terminologie für das dieser Arbeit zugrundeliegende Denkmodell.
- Teil 2 "Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze – Technische Leitsätze" gibt Hinweise darüber, wie dieses Denkmodell mit verfügbaren Techniken realisiert werden kann.

¹⁾ EN 292/ISO 12100 ist zur Vereinfachung in diesem Normentwurf EN 292 genannt.

Inhalt

Vorwort	2
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	6
3 Risikominderung durch eigensichere Konstruktion	8
3.1 Vermeidung scharfer Kanten und Ecken, vorstehender Teile	8
3.2 Berücksichtigung von geometrischen und physikalischen Faktoren.....	8
3.3 Berücksichtigung des allgemeinen Standes der Technik und der technischen Regeln zur Gestaltung und zum Bau von Maschinen.....	9
3.4 Anwendung von eigensicheren Verfahren, Prozessen, Energieversorgungen	9
3.5 Anwendung des Prinzips der mechanisch zwangsläufigen Wirkung von Bauteilen aufeinander	10
3.6 Beachtung ergonomischer Grundsätze.....	10
3.7 Anwendung von Maßnahmen zur eigensicheren Konstruktion von Steuersystemen	11
3.7.0 Inangsetzen einer internen Energiequelle / Einschalten einer äußeren Energiequelle.....	13
3.7.1 Inangsetzen / Anhalten einer Maschine.....	13
3.7.2 Wiederanlauf einer Maschine nach Energieausfall	13
3.7.3 Unterbrechung der Energieversorgung.....	14
3.7.4 Verwendung zuverlässiger Bauteile.....	14
3.7.5 Anwendung von Bauteilen mit "definiertem Ausfallverhalten"	14
3.7.6 Verdopplung (oder Redundanz) "kritischer" Bauteile.....	14
3.7.7 Selbstüberwachung	14
3.7.8 Aufrechterhalten von Sicherheitsfunktionen in umprogrammierbaren Steuersystemen	15
3.7.9 Grundsätze zu handbetätigten Befehlseinrichtungen.....	15
3.7.10 Wahl von Steuerungs- und Betriebsarten	16
3.7.11 Steuerungsart zum Einstellen, Teachen, Umrüsten, Fehlersuche, Reinigungs- oder Instandhaltungsarbeiten	16
3.7.12 Anwendung von Maßnahmen zur Kontrolle der Auswirkungen elektromagnetischer Strahlung (EMV)	17
3.7.13 Vorhaltung von Diagnosesystemen zur Fehlersuche und -behebung	17
3.8 Vermeidung von Gefährdungen durch pneumatische und hydraulische Ausrüstungen	17
3.9 Verhütung elektrischer Gefährdung.....	17
3.10 Begrenzung der Gefährdungsexposition durch Zuverlässigkeit der Ausrüstung	18
3.11 Begrenzung der Gefährdungsexposition durch Mechanisierung oder Automation von Belade- (Beschickungs-) und Entlade- (Entnahme-) arbeiten	18
3.12 Begrenzung der Gefährdungsexposition durch Schaffung von Einstell- und Wartungspunkten außerhalb von Gefährdungsbereichen	18
3.13 Vorkehrungen für die Instandhaltbarkeit einer Maschine.....	18
3.14 Vorkehrungen für die Standsicherheit von Maschinen und Maschinenteilen.....	19
4 Technische Schutzmaßnahmen und ergänzende Schutzmaßnahmen	19
4.0 Allgemeines	19
4.1 Auswahl von trennenden und nicht trennenden Schutzeinrichtungen.....	20
4.1.1 Allgemeines	20
4.1.2 Wenn bei normalem Betrieb kein Zugang zum Gefährdungsbereich erforderlich ist	21
4.1.3 Wenn der Zugang eines Operators zum Gefährdungsbereich bei normalem Betrieb erforderlich ist	21
4.1.4 Wo Zugang zum Gefährdungsbereich zum Einstellen der Maschine, Teachen, Umrüsten, Reinigen, zur Fehlersuche oder Instandhaltung erforderlich ist	22
4.1.5 Anwendung von Schutzausrüstungen zur Anwesenheitsmeldung.....	22
4.1.6 Schutzmaßnahmen für die Standsicherheit	23
4.1.7 Weitere nicht trennende Schutzeinrichtungen	23
4.2 Anforderungen an die Konstruktion und Ausführung von trennenden und nicht trennenden Schutzeinrichtungen.....	24
4.2.1 Allgemeine Anforderungen.....	24
4.2.2 Anforderungen an trennende Schutzeinrichtungen	25
4.2.3 Technische Eigenschaften von nicht trennenden Schutzeinrichtungen (siehe EN 292-1, 3.23)	27
4.2.4 Maßnahmen für andere Arten von Schutzeinrichtungen	27
4.2.5 Anwendung von aktiven optoelektronischen Schutzeinrichtungen (AOPD).....	27

4.3	Ergänzende Schutzmaßnahmen	28
4.4	Schutzmaßnahmen zur Verringerung von Emissionen	28
4.4.1	Allgemeines	28
4.4.2	Lärm	28
4.4.3	Vibrationen	29
4.4.4	Gefährdende Stoffe	29
5	Benutzerinformation	29
5.1	Allgemeine Anforderungen	29
5.2	Anordnung und Art der Benutzerinformation	30
5.3	Signale und Warneinrichtungen	30
5.4	Kennzeichnungen, Zeichen (Piktogramme), schriftliche Warnhinweise	31
5.5	Begleitunterlagen (insbesondere Betriebsanleitung)	32
5.5.1	Inhalt	32
5.5.2	Erstellen der Betriebsanleitung	34
5.5.3	Hinweise zur Abfassung und Herausgabe der Benutzerinformation	34
6	Ergänzende Schutzmaßnahmen	35
6.1	Vorsichtsmaßnahmen für Notfälle	35
6.1.1	Bauelemente und Bauteile zum Stillsetzen im Notfall	35
6.1.2	Vorsichtsmaßnahmen zur Befreiung und Rettung eingeschlossener Personen	35
6.2	Sonstige zur Sicherheit beitragende Ausrüstungen, Systeme und Anordnungen	35
6.2.1	Vorkehrungen für die Instandhaltbarkeit einer Maschine	35
6.2.2	Vorkehrungen für Energietrennung und Energieabbau	35
6.2.3	Maßnahmen zur leichten und sicheren Handhabung von Maschinen und zugehöriger schwerer Teile	36
6.2.4	Vorkehrungen für sicheren Zugang zu Maschinen	36
6.2.5	Vorkehrungen für die Standsicherheit von Maschinen und Maschinenteilen	37
6.2.6	Vorhaltung von Diagnosesystemen zur Fehlersuche und -behebung	37
Anhang A (informativ)	Anhang I der Maschinen-Richtlinie 98/37/EG	38
Anhang B (informativ)	Wichtigste terminologische Unterschiede zwischen EN 292 und der „Maschinen-Richtlinie“	60
Anhang ZA (informativ)	Abschnitte in dieser Europäischen Norm, die grundlegende Anforderungen oder andere Vorgaben von EU-Richtlinien betreffen	61
Literaturhinweise		62

Einleitung

Der Begriff der Sicherheit von Maschinen betrachtet die Fähigkeit einer Maschine, ihre vorgesehene(n) Funktion(en) während ihrer Lebensdauer auszuführen, wobei das Restrisiko hinreichend verringert wurde.

Der Hauptzweck von EN 292/ISO 12100 besteht darin, Konstrukteuren einen Gesamtüberblick und einen Leitfaden zu geben, die es ihnen möglich machen, Maschinen zu konstruieren, die für ihre bestimmungsgemäße Verwendung sicher sind. Sie liefert auch eine Strategie für die Erarbeitung von Normen.

Die vorliegende Norm bildet die Grundlage für eine Normenreihe, die folgende Struktur besitzt:

- **Typ A-Normen** (Sicherheitsgrundnormen) geben Grundbegriffe, Gestaltungsleitsätze und allgemeine Aspekte, die für Maschinen angewandt werden können;
- **Typ B-Normen** (Sicherheitsgruppennormen) behandeln einen Sicherheitsaspekt oder eine Art von Schutzeinrichtungen, die für eine ganze Reihe von Maschinen und Anlagen verwendet werden können:
 - Typ B1-Normen für bestimmte Sicherheitsaspekte (z. B. Sicherheitsabstände, Oberflächentemperatur, Lärm);
 - Typ B2-Normen für Schutzeinrichtungen (z. B. Zweihandschaltungen, Verriegelungen, Schaltmatten, trennende Schutzeinrichtungen);
- **Typ C-Normen** (Maschinensicherheitsnormen) behandeln detaillierte Sicherheitsanforderungen an eine bestimmte Maschine oder Gruppe von Maschinen.

Diese Norm ist eine Typ A-Norm.

Die Thematik der folgenden Abschnitte und Unterabschnitte dieser Norm wird auch in anderen Typ A- oder Typ B-Normen in weiter detaillierter Weise behandelt .

Wenn eine Typ C-Norm von einer oder mehreren Festlegungen(en) abweicht, die im Teil 2 dieser Norm oder in einer Typ B-Norm behandelt werden, dann hat die Typ C-Norm Vorrang.

Es wird empfohlen, diese Norm in Lehrkurse und Handbücher einzubeziehen, um den Konstrukteuren die grundlegende Terminologie und allgemeine Konstruktionsverfahren zu vermitteln.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt technische Leitsätze fest, um Konstrukteure bei der Konstruktion für das Erreichen der Sicherheit von Maschinen zu unterstützen. Diese Norm kann auch für andere technische Produkte verwendet werden, bei denen ähnliche Gefährdungen bestehen.

Diese Norm behandelt keine Gefährdungen für Haustiere, Güter oder Umwelt.

2 Normative Verweisungen²⁾

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei starren Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

EN 292-1/ISO 12100-1, *Sicherheit von Maschinen - Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze - Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodik*

EN 294/ISO 13852, *Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrstellen mit den oberen Gliedmaßen*

EN 349/ISO 13854, *Sicherheit von Maschinen - Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen*

EN 418:1995³⁾/ISO/IEC 13850, *Sicherheit von Maschinen - NOT-AUS-Einrichtung, funktionelle Aspekte – Gestaltungsleitsätze*

EN 574/ISO 13851⁴⁾, *Sicherheit von Maschinen - Zweihandschaltungen - Funktionelle Aspekte - Gestaltungsleitsätze*

EN 614-1, *Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Gestaltungsgrundsätze - Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze*

EN 626-1/ISO 14123-1, *Sicherheit von Maschinen - Reduzierung des Gesundheitsrisikos durch Gefahrstoffe, die von Maschinen ausgehen - Teil 1: Grundsätze und Festlegungen für Maschinenhersteller*

EN 811/ISO 13853, *Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrstellen mit den unteren Gliedmaßen*

EN 894-1, *Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen Teil 1: Allgemeine Leitsätze für Benutzer-Interaktion mit Anzeigen und Stellteilen*

EN 953/ISO 14120⁴⁾, *Sicherheit von Maschinen - Trennende Schutzeinrichtungen - Allgemeine Anforderungen an Gestaltung und Bau von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen*

EN 954-1/ISO 13849-1, *Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen - Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze*

EN 982, *Sicherheit von Maschinen - Sicherheitstechnische Anforderungen an fluidtechnische Anlagen und deren Bauteile - Hydraulik*

EN 983, *Sicherheit von Maschinen - Sicherheitstechnische Anforderungen an fluidtechnische Anlagen und deren Bauteile - Pneumatik*

EN 999/ISO 13855⁴⁾, *Sicherheit von Maschinen - Anordnung von Schutzeinrichtungen im Hinblick auf Annäherungsgeschwindigkeiten von Körperteilen*

EN 1037/ISO 14118⁴⁾, *Sicherheit von Maschinen - Vermeidung von unerwartetem Anlauf*

2) Zwecks Vereinfachung der Bezugnahme sind die in dieser Norm angegebenen Normen mit ihrer ursprünglichen Benummerung aufgeführt.

3) Die Europäische und die internationale Norm stimmen nicht vollständig überein.

4) Entwurf auf ISO-Ebene.

EN 1088/ISO 14119, *Sicherheit von Maschinen - Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen - Leitsätze für Gestaltung und Auswahl*

EN 1299, *Mechanische Schwingungen und Stöße - Schwingungsisolierung von Maschinen - Angaben für den Einsatz von Quellenisolierungen*

EN 1760-1/ISO 13856⁴⁾, *Sicherheit von Maschinen - Druckempfindliche Schutzeinrichtungen - Teil 1: Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung von Schaltmatten und Schaltplatten*

EN 12437-1/ISO 14122-1⁴⁾, *Sicherheit von Maschinen - Ortsfeste Zugänge zu Maschinen und industriellen Anlagen - Teil 1: Wahl eines ortsfesten Zugangs zwischen zwei Ebenen*

EN 12437-2/ISO 14122-2⁴⁾, *Sicherheit von Maschinen - Ortsfeste Zugänge zu Maschinen und industrielle Anlagen - Teil 2: Arbeitsbühnen und Laufstege*

EN 12437-3/ISO 14122-3⁴⁾, *Sicherheit von Maschinen - Ortsfeste Zugänge zu Maschinen und industrielle Anlagen - Teil 3: Treppen, Treppenleitern und Geländer*

EN 12437-4/ISO 14122-4⁴⁾, *Sicherheit von Maschinen - Ortsfeste Zugänge zu Maschinen und industrielle Anlagen - Teil 4: Ortsfeste Leitern*

EN 50020, *Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche - Eigensicherheit "i"*

EN 50081-1, *Elektromagnetische Verträglichkeit - Fachgrundnorm Störaussendung - Teil 1: Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe*

EN 50081-2, *Elektromagnetische Verträglichkeit - Fachgrundnorm Störaussendung - Teil 2: Industriebereich*

EN 50082-1, *Elektromagnetische Verträglichkeit - Fachgrundnorm Störfestigkeit - Teil 1: Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe*

EN 50082-2, *Elektromagnetische Verträglichkeit - Fachgrundnorm Störfestigkeit - Teil 2: Industriebereich*

EN 50144-1, *Sicherheit handgeführter Elektrowerkzeuge - Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 60204-1:1997/IEC 60204-1:1997, *Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 61029-1, *Sicherheit transportabler motorbetriebener Elektrowerkzeuge - Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 61496-1/IEC 61496-1, *Sicherheit von Maschinen - Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen*

EN 61496-2/IEC 61496-2, *Sicherheit von Maschinen - Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen - Teil 2: Besondere Anforderungen an Einrichtungen, welche nach dem aktiven optoelektronischen Prinzip arbeiten*

EN ISO 11688-1/ISO 11688-1, *Akustik - Richtlinien für die Gestaltung lärmarmen Maschinen und Geräte - Teil 1: Planung*

CR 1030-1, *Hand-Arm-Schwingungen - Leitfaden zur Verringerung der Gefährdung durch Schwingung - Teil 1: Technische Maßnahmen durch die Gestaltung von Maschinen*

ISO 447, *Werkzeugmaschinen - Bewegungsrichtung der Bedienteile*

3 Risikominderung durch eigensichere Konstruktion

Die eigensichere Konstruktion besteht aus folgenden Maßnahmen, die getrennt oder gemeinsam angewendet werden:

- Vermeidung oder Verminderung von möglichst vielen Gefährdungen durch geeignete Auswahl von Konstruktionsmerkmalen (siehe 3.1 bis 3.9 und 3.14);
- Begrenzung der Aussetzung von Personen gegenüber Gefährdungen durch Reduzierung der Notwendigkeit des Eingreifens von Operatoren in Gefahrenbereiche (3.10 bis 3.13).

3.1 Vermeidung scharfer Kanten und Ecken, vorstehender Teile

Soweit der Verwendungszweck es zuläßt, dürfen zugängliche Teile von Maschinen keine scharfen Kanten, scharfen Winkel, rauen Oberflächen oder vorstehenden Teile haben, die Verletzungen verursachen können, und keine Öffnungen, in denen sich Körperteile oder Kleidungsstücke "fangen" könnten. Besonders bei Blechen müssen Kanten entgratet, gebördelt oder beschnitten werden, offene Enden von Rohren, die eine "Falle" darstellen könnten, müssen verschlossen werden.

3.2 Berücksichtigung von geometrischen und physikalischen Faktoren

Derartige Faktoren können z. B. sein:

- Form und relative Anordnung ihrer mechanischen Bestandteile; die Gefährdungen durch Quetschen und Scheren können z. B. dadurch vermieden werden, daß der Mindestabstand zwischen den sich bewegenden Teilen so vergrößert wird, daß der betreffende Körperteil bequem in den Zwischenraum gelangen kann oder daß der Zwischenraum so verkleinert wird, daß kein Körperteil hineingelangen kann (siehe EN 349, EN 294, EN 811);
- Konstruktion der Form der Maschine, damit vom Steuerstand eine größtmögliche Sichtbarkeit des Arbeitsbereiches und von Gefahrenbereichen erreicht wird und nicht einsehbare Stellen verringert werden, besonders dann, wenn der sichere Betrieb eine ständige direkte Kontrolle durch den Operator erforderlich macht, z. B.:
 - Bewegungs- und Arbeitsbereich von fahrbaren Maschinen;
 - Bewegungszonen von angehobenen Lasten oder der Lastenträger von Maschinen für Personenhebezeuge;
 - Kontaktbereich des Werkzeugs von handgehaltenen oder handgeführten Maschinen mit dem zu bearbeitenden Werkstoff;
- Begrenzung der Betätigungskraft auf einen ausreichend niedrigen Wert, damit das betreffende Element keine mechanische Gefährdung hervorruft;
- Begrenzung der Masse und/oder der Geschwindigkeit der beweglichen Elemente und demzufolge ihrer kinetischen Energie;
- Begrenzung von Lärm und Vibration durch Behandlung der physikalischen Eigenschaften der Quelle (siehe EN ISO 11688-1).

3.3 Berücksichtigung des allgemeinen Standes der Technik und der technischen Regeln zur Gestaltung und zum Bau von Maschinen

Darin enthalten sind Konstruktionsvorgaben, Regeln zur Berechnung, die mindestens behandeln sollten:

a) mechanische Beanspruchungen, z. B.:

- Begrenzung der Beanspruchung durch richtige Berechnung, einwandfreie Bauverfahren und Befestigungsmethoden, z. B. mit verschraubten oder verschweißten Baugruppen;
- Begrenzung der Beanspruchung durch Vermeidung von Überlastung (z. B. Schmelzsicherungen, druckbegrenzende Ventile, Sollbruchstellen, Drehmomentbegrenzer);
- Vermeidung von Ermüdungszuständen bei Teilen unter wechselnder Beanspruchung (besonders Lastwechsel);
- statisches und dynamisches Auswuchten von rotierenden Teilen;

b) Werkstoffe, z. B. Berücksichtigung von:

- Werkstoffeigenschaften;
- Korrosion, Alterung, Abrieb und Verschleiß;
- Sprödigkeit;
- Werkstoffinhomogenität;
- Giftigkeit von Werkstoffen.

a) Erfassung und Vergleich von Emissionswerten, z. B.:

- Lärm (siehe ISO 11689);
- Vibration;
- gefährdende Stoffe;
- Strahlung.

Wenn die Zuverlässigkeit besonderer Bauteile oder Baugruppen für die Sicherheit kritisch ist (z. B. Seile, Ketten, Hebezubehör für das Anheben von Lasten oder Personen), dann müssen die Beanspruchungsgrenzen mit einem geeigneten Arbeitskoeffizienten multipliziert werden. Für das Anheben von Personen sind erhöhte Arbeitskoeffizienten anzuwenden.

3.4 Anwendung von eigensicheren Verfahren, Prozessen, Energieversorgungen

Zum Beispiel:

- bei Maschinen, die zum Einsatz in explosionsfähiger Atmosphäre vorgesehen sind:
 - voll pneumatische oder hydraulische Steuersysteme und Antriebselemente oder
 - "eigensichere" elektrische Ausrüstungen (Anlagen) (siehe EN 50020);
- elektrische Energiezufuhr als Sicherheitskleinspannung (PELV) (siehe EN 60204-1:1997, 6.4);
- Verwendung von feuerbeständigen und ungiftigen Flüssigkeiten bei der hydraulischen Ausrüstung von Maschinen.

3.5 Anwendung des Prinzips der mechanisch zwangsläufigen Wirkung von Bauteilen aufeinander

Falls ein sich bewegendes mechanisches Bauteil zwangsläufig ein anderes Bauteil entweder durch direkte Berührung oder über starre Teile mitbewegt, dann sind diese Bauteile zwangsläufig (oder positiv) miteinander verbunden. Ein Beispiel dafür ist das zwangsläufige Öffnen einer Schalteinrichtung in einem elektrischen Stromkreis (siehe IEC 60947-5-1 und EN 60204-1:1997, 9.4.2.1).

3.6 Beachtung ergonomischer Grundsätze

Die Beachtung ergonomischer Grundsätze trägt bei der Konstruktion von Maschinen dadurch zu größerer Sicherheit bei, daß sie die Belastung und körperliche Anstrengung des Operators verringert. Damit wird die Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit bei Betätigung der Maschine erhöht, wodurch sich die Wahrscheinlichkeit von menschlichem Fehlverhalten in sämtlichen Stadien des Einsatzes der Maschine vermindert.

Diese Grundsätze müssen bei Konstruktionsbeginn der Maschine beachtet werden, wenn dem Operator und der Maschine Funktionen zugeordnet werden (Automationsgrad).

Berücksichtigt werden müssen Körpergrößen, wie sie möglicherweise vorwiegend in dem jeweiligen Land vorzufinden sind, ferner Kraftaufwand und Körperhaltungen, Bewegungsabläufe, Häufigkeit zyklischer Bewegungen, um Behinderungen, Belastung, körperliche oder psychische Schäden zu vermeiden.

Sämtliche Elemente der „Operator-Maschine“-Schnittstelle wie Stellteile, Signal- oder Datenanzeigen müssen so konstruiert werden, daß eine klare und eindeutige Wechselwirkung zwischen Operator und Maschine möglich ist.

(Siehe auch EN 614-1).

Bei der Konstruktion von Maschinen ist die Aufmerksamkeit des Konstrukteurs besonders auf folgende ergonomische Aspekte zu richten:

3.6.1 Vermeiden von anstrengenden Körperhaltungen und Bewegungen bei Benutzung der Maschine (z. B. durch Schaffung von Möglichkeiten zur Anpassung der Maschine an verschiedene Operatoren).

3.6.2 Anpassen von Maschinen, besonders von handgehaltenen und fahrbaren Maschinen, an die menschliche Kraft und Bewegungseigenschaften und an die Anatomie von Hand, Arm und Bein.

3.6.3 Möglichst weitgehende Vermeidung von Lärm, Vibration und Wärmewirkungen (z. B. extreme Temperaturen).

3.6.4 Vermeiden einer Verknüpfung zwischen dem Arbeitsrhythmus des Operators und dem automatischen Ablauf von Arbeitszyklen.

3.6.5 Schaffen von örtlicher Beleuchtung an der Maschine zum Ausleuchten des Arbeitsplatzes und von Einstell-, Einricht- und häufig benutzten Instandhaltungsbereichen, wenn die Konstruktionsmerkmale der Maschine und/oder deren Schutzeinrichtungen die Umgebungsbeleuchtung mit normaler Intensität unangemessen beeinträchtigt; Flackern, Blenden, Schattenbildung und Stroboskopeffekte müssen vermieden werden, falls sie ein Risiko herbeiführen können; falls die Lage oder die Beleuchtungsquelle eingestellt werden muß, darf deren Anbringungsort zu keiner Gefährdung für die mit der Einstellung beschäftigten Personen führen.

3.6.6 Konstruktion, Anbringung und Kennzeichnen von Stellteilen, damit

- sie deutlich sichtbar und erkennbar und gegebenenfalls zweckmäßig gekennzeichnet sind (siehe 5.4);
- sie sicher, ohne Zögern oder Zeitverlust und eindeutig betätigt werden können (z. B. vermindert eine genormte Anordnung von Stellteilen die Möglichkeit von Fehlverhalten, wenn ein Operator von einer Maschine zu einer anderen vom ähnlichen Typ wechselt, die nach dem gleichem Betriebsschema arbeitet);
- deren Anordnung (für Drucktasten) und Stellwege (für Hebel und Handräder) mit der jeweiligen Steuerwirkung übereinstimmen (siehe ISO 447);
- deren Betätigung nicht zusätzliche Risiken verursacht.

Ist ein Stellteil für mehrere verschiedene Wirkungen konstruiert und ausgeführt, nämlich wenn keine eindeutige Übereinstimmung besteht (z. B. bei Verwendung von Tastaturen) muß der jeweilige Steuervorgang unmißverständlich angezeigt und gegebenenfalls bestätigt werden.

Stellteile müssen unter Berücksichtigung der ergonomischen Grundsätze so angeordnet werden, daß deren Gestaltung, Bewegungsrichtung und Betätigungswiderstand mit dem vorgesehenen Steuervorgang kompatibel sind. Die Belastungen aufgrund der notwendigen oder voraussichtlichen Verwendung persönlicher Schutzausrüstungen (z. B. Schuhe, Handschuhe) müssen in Betracht gezogen werden.

3.6.7 Anzeigen, Skalen und optische Anzeigeeinrichtungen sind so zu konstruieren und anzuordnen, damit

- sie den Parametern und spezifischen Merkmalen der menschlichen Wahrnehmung angepaßt sind;
- angezeigte Informationen ohne Schwierigkeiten wahrgenommen, identifiziert und interpretiert werden können, d. h., daß sie lange genug leuchten und hinsichtlich der Anforderungen an den Operator und der bestimmungsgemäßen Verwendung klar, eindeutig und verständlich sind;
- der Operator in der Lage ist, diese Anzeigeeinrichtungen vom Steuerstand aus wahrzunehmen;

3.6.8 Die Konstruktion von Maschinen hat so zu erfolgen, daß die direkte Sicht auf Arbeitsbereiche und Gefahrzonen so groß wie möglich ist und, sofern erforderlich, Einrichtungen für die indirekte Sicht so ausgewählt und angeordnet werden, daß die Eigenschaften des menschlichen Sehens berücksichtigt werden.

Die Konstruktion der Maschine muß so sein, daß der Operator vom Hauptsteuerstand aus sicherstellen kann, daß sich in den Gefahrzonen keine Personen aufhalten. Wenn eine direkte Sichtverbindung nicht möglich ist, dann kann es erforderlich sein, zusätzliche Einrichtungen anzuwenden (z. B. Spiegel, Kameras). Ist dies bei sehr großen Maschinen nicht anwendbar, muß das Steuersystem so konstruiert und gebaut sein, daß beim Ingangsetzen der Maschine ein akustisches und/oder optisches Warnsignal abgegeben wird.

3.7 Anwendung von Maßnahmen zur eigensicheren Konstruktion von Steuersystemen

Unzureichende Sorgfalt bei der Konstruktion von Maschinensteuerungen kann zu unvorhersehbarem und potentiell gefährdendem Maschinenverhalten führen.

Typische Ursachen für ein gefährdendes Maschinenverhalten sind:

- ungeeignete Konstruktion oder (zufällige oder vorsätzliche) Modifizierung der Steuersystemlogik;
- vorübergehender oder ständiger Defekt oder Ausfall eines oder mehrerer Bauteile des Steuersystems;
- Abweichung oder Ausfall der Energieversorgung des Steuersystems;
- Fehlkonstruktion oder falsche Anordnung von Steuerungen.

Typische Beispiele für gefährdendes Maschinenverhalten sind:

- unbeabsichtigter/unerwarteter Anlauf (siehe EN 1037);
- unkontrollierte Geschwindigkeitsänderung;
- Ausfall von Einrichtungen zum Anhalten von sich bewegenden Teilen;
- Herabfallen oder Wegschleudern eines sich bewegenden Teiles der Maschine oder eines von der Maschine festgehaltenen Werkstückes;
- Sperren von nicht trennenden Schutzeinrichtungen.

An Steuersystemen müssen Einrichtungen vorgesehen werden, die es dem Operator ermöglichen, Eingriffe sicher und einfach vorzunehmen; das erfordert:

- eine systematische Analyse der START- und STOP-Bedingungen;
- Vorkehrungen für bestimmte Betriebsarten (z. B. Anlaufen nach normalem Anhalten, Wiederanlauf nach Unterbrechung eines Arbeitszyklus oder nach Stillsetzen im Notfall; Entfernen von in der Maschine befindlichen Werkstücken, Betrieb eines Teiles der Maschine bei Ausfall eines Maschinenelementes;
- eindeutige Anzeige der Fehler bei Verwendung eines elektronischen Steuersystems und einer optischen Anzeigeeinheit;
- Maßnahmen zur Verhinderung der zufälligen Erzeugung unerwarteter Steuerbefehle (z. B. Anlauf), die möglicherweise zu gefährdendem Maschinenverhalten führen;
- Maßnahmen aus "konstruktiver Sicht" (siehe EN 1037:1995, Bild 1) die so ausgelegt sind, daß unerwartete Steuerbefehle (z. B. Anlauf) verhindert werden, die zu gefährdendem Maschinenverhalten führen.

Im Falle von Maschinenanlagen, bei denen die Sicherheit nicht durch einfache Nebeneinanderstellung verschiedener Teilmaschinen, die als sicher angesehen werden, erlangt werden kann, muß folgendes in Betracht gezogen werden:

- die Schnittstellen zwischen den unterschiedlichen Teilmaschinen;
- die Wechselwirkungen der unterschiedlichen Teilmaschinen untereinander;
- die Tatsache, daß jede Teilmaschine ihre eigene Produktionsfähigkeit besitzt, wodurch es erforderlich werden kann, daß an bestimmten Stufen des Prozesses mehrere Teilmaschinen parallel arbeiten. Daraus folgt:
 - daß ein angehaltener Teil nicht darauf hinweist, daß sich die anderen Teile in einem sicheren Zustand befinden;
 - daß der Zugang zum angehaltenen Teil zu beachten ist, während der Rest der Maschine die Arbeit fortsetzt.

Wenn Bereiche bestimmt werden können, dann müssen ihre Begrenzungen offensichtlich sein (und auch die Auswirkung der zugehörigen Einrichtung zum Stillsetzen im Notfall). Das gleiche trifft für die Auswirkungen von Energietrennung und -ableitung zu.

Steuersysteme müssen so konstruiert sein, daß die Bewegungen von Maschinenteilen, der Maschine selbst oder von Teilen, die von der Maschine gehalten werden, auf sichere Werte begrenzt sind (Bereich, Geschwindigkeit, Beschleunigung). Dynamische Auswirkungen müssen berücksichtigt werden (z. B. das Schwingen von Lasten).

Zum Beispiel:

- die Bewegungsgeschwindigkeit einer fahrbaren Maschine, die durch direkten Kontakt einer Begleitperson gesteuert wird, muß der Geschwindigkeit beim Gehen angepaßt sein;

- Bereich, Geschwindigkeit, Beschleunigung und Verzögerung von Bewegungen des Lastenträgers und Transportfahrzeugen für Personen müssen unter Berücksichtigung der Gesamtreaktionszeit von Operator und Maschine auf nichtgefährdende Werte begrenzt werden;
- der Bewegungsbereich von Teilen der Maschine zum Anheben von Lasten muß innerhalb festgelegter Grenzen gehalten werden.

Wenn die Maschine für die gleichzeitige Anwendung verschiedener Teile konstruiert ist, die auch unabhängig voneinander angewendet werden können, muß das Steuersystem so ausgelegt sein, daß Risiken durch Verlust der Synchronisation verhindert werden.

Um gefährdendes Maschinenverhalten zu verhindern und die Sicherheitsfunktionen zu erfüllen, muß die Konstruktion der Steuersysteme folgenden Grundsätzen und/oder Verfahren entsprechen und den Umständen entsprechend einzeln oder kombiniert angewendet werden:

(Siehe auch EN 954-1 und EN 60204-1:1997, Abschnitte 9 bis 12).

3.7.0 Ingangsetzen einer internen Energiequelle / Einschalten einer äußeren Energiequelle

Das Ingangsetzen einer internen Energiequelle oder das Einschalten einer äußeren Energiequelle darf nicht zu einem Anlauf von arbeitenden Teile führen (z. B. das Anlassen eines eingebauten Verbrennungsmotors darf nicht zu einer Bewegung einer fahrbaren Maschine führen; das Anschließen an die Stromversorgung darf nicht zum Anlaufen von arbeitenden Teilen einer elektrischen Maschine führen).

3.7.1 Ingangsetzen / Anhalten einer Maschine

Der maßgebliche Vorgang zum Ingangsetzen oder Beschleunigen eines Mechanismus sollte durch Anlegen oder Erhöhen einer Spannung oder eines Flüssigkeitsdruckes oder, sofern es binäre logische Elemente betrifft, durch Überführen vom Zustand 0 in den Zustand 1 (wenn Zustand 1 der höchste Energiezustand ist) ausgeführt werden.

Im Gegensatz dazu muß der maßgebliche Vorgang zum Anhalten oder Verlangsamen durch Wegnahme oder Verringerung einer Spannung oder eines Flüssigkeitsdruckes oder, sofern es binäre logische Elemente betrifft, durch Überführen vom Zustand 1 in den Zustand 0 (wenn Zustand 1 der höchste Energiezustand ist) ausgeführt werden.

Wenn dieses Prinzip, daß der Operator die ständige Kontrolle über das Anhalten beibehält, nicht beachtet wird (z. B. bei einer hydraulischen Bremseinrichtung einer fahrbaren Maschine mit Eigenantrieb), dann muß die Maschine mit Einrichtungen zum Verlangsamen und Anhalten für den Fall des Ausfalls der Hauptbremsanlage ausgerüstet sein.

3.7.2 Wiederanlauf einer Maschine nach Energieausfall

Der spontane Wiederanlauf einer Maschine nach einem Energieausfall bei Wiederkehr der Energie muß verhindert werden (z. B. durch Einsatz eines selbthaltenden Relais, Schützes oder Ventils), wenn durch einen derartigen Wiederanlauf eine Gefährdung entstehen könnte.

3.7.3 Unterbrechung der Energieversorgung

Die Maschine muß so konstruiert sein, daß gefährdende Situationen, die aus Unterbrechung oder übermäßigen Schwankungen der Energieversorgung resultieren, verhindert werden:

- die Stop-Funktion muß beibehalten werden;
- sämtliche Einrichtungen, deren ständiger Betrieb für die Sicherheit erforderlich ist, müssen den Betrieb fortsetzen (z. B. Verriegelungen, Klemmeinrichtungen, Kühl- oder Heizeinrichtungen, Servolenkung von fahrbaren Maschinen mit Eigenantrieb);
- Teile von Maschinen oder von der Maschine gehaltene Teile, die sich durch eine potentielle Energie bewegen können, müssen für die erforderliche Dauer des sicheren Absenkens gehalten werden.

3.7.4 Verwendung zuverlässiger Bauteile

Verwendung zuverlässiger Bauteile bedeutet Bauteile zu verwenden, die in der Lage sind, sämtliche Störungen und Beanspruchungen auszuhalten, die mit dem Einsatz der Ausrüstung unter bestimmungsgemäßer Verwendung während der festgelegten Gebrauchsdauer verbunden sind, ohne daß Ausfälle zu Gefährdungen durch eine gefährliche Fehlfunktion der Maschine führen.

ANMERKUNG Zu berücksichtigende Umweltbeanspruchungen sind z. B. Stoß, Vibration, Kälte, Hitze, Feuchtigkeit, Staub, aggressive Stoffe, statische Elektrizität, magnetische und elektrische Felder.

Störungen, die durch diese Beanspruchungen hervorgerufen werden können, sind z. B. Isolierungsfehler, vorübergehender oder ständiger Funktionsausfall von Komponenten des Steuersystems.

(Siehe auch 3.10).

3.7.5 Anwendung von Bauteilen mit "definiertem Ausfallverhalten"

Bauteile oder Systeme mit "definiertem Ausfallverhalten" sind solche, bei denen die vorherrschende Ausfallart von vornherein bekannt und immer gleich ist.

3.7.6 Verdopplung (oder Redundanz) "kritischer" Bauteile

Bauteile, ausgenommen zuverlässige Bauteile, können unter der Voraussetzung eine Sicherheitsfunktion übernehmen, daß beim Ausfall eines Bauteiles ein weiteres (oder mehrere) diese Funktion weiter ausführen kann (können) und dadurch die Sicherheitsfunktion aufrechterhalten bleibt. Wichtig ist dann, in Verbindung mit unterschiedlichen konstruktiven Lösungen und/oder technologischen Maßnahmen eine Selbstüberwachung (siehe 3.7.7) vorzusehen, damit Ausfälle gemeinsamer Ursache oder systematische Mehrfachausfälle (z. B. durch elektromagnetische Störungen) vermieden werden.

3.7.7 Selbstüberwachung

Die automatische Überwachung (Selbstüberwachung) stellt sicher, daß eine Schutzmaßnahme wirksam wird, wenn die Funktionsfähigkeit eines Bauteils oder Elements gemindert ist oder sich die Verfahrensbedingungen so geändert haben, daß Gefährdungen entstehen.

Es gibt zwei Kategorien von automatischer Überwachung:

- "kontinuierliche" automatische Überwachung, durch die eine Schutzmaßnahme sofort ausgelöst wird, sobald ein Ausfall auftritt;
- "diskontinuierliche" automatische Überwachung, wobei die Schutzmaßnahme verzögert wird, bis ein bestimmtes Ereignis eintritt (z. B. ein nachfolgender Arbeitszyklus der Maschine), nachdem ein Ausfall aufgetreten ist.

Die Schutzmaßnahmen können sein:

- Anhalten des gefährdenden Prozesses;
- Verhindern des erneuten Ingangsetzens dieses Prozesses nach dem ersten Anhalten, wenn vorher ein Ausfall in dem Bauteil oder Element eingetreten ist;
- Auslösen eines Alarms.

3.7.8 Aufrechterhalten von Sicherheitsfunktionen in umprogrammierbaren Steuersystemen

Für eine Umprogrammierung vorgesehene Systeme schaffen zusätzliche Sicherheitsprobleme. Derartige Systeme enthalten:

- Wahlschalter oder Ventile, die anderweitig die "Hardwarebasierte Logik" beeinflussen;
- elektronische oder optische Speicher.

Sofern derartige Anordnungen in einem sicherheitskritischen Steuersystem verwendet werden, müssen Mittel vorgesehen werden, die die zufällige oder willkürliche Änderung des gespeicherten Programms verhindern. Derartige Mittel können enthalten:

- integrierte Software, z. B. Nur-Lese-Speicher (ROM-Speicher);
- Schlösser, die den Zugriff einschränken;
- ein Paßwort zum Zugriff auf die Software.

ANMERKUNG Um Fehler zu finden, die durch wiederholtes Programmieren entstehen, sollten möglichst Fehlererkennungs- und Diagnosesysteme eingesetzt werden.

3.7.9 Grundsätze zu handbetätigten Befehlseinrichtungen

- a) Handbetätigte Befehlseinrichtungen müssen nach den zutreffenden ergonomischen Grundsätzen (siehe 3.6.6) konstruiert und angeordnet werden.
- b) In Nähe jeder START-Steuerung muß eine STOP-Steuerung angeordnet sein. Wird die START-STOP-Funktion mit Hilfe einer Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung bewirkt, muß eine getrennte STOP-Steuerung zum Anhalten vorgesehen sein, falls beim Loslassen durch Versagen der ausgelösten STOP-Befehlseinrichtung aus dem Tippbetrieb ein Risiko entstehen kann.
- c) Stellteile müssen außerhalb von Gefährdungsbereichen angeordnet sein, ausgenommen bestimmte Stellteile, die notwendigerweise innerhalb eines Gefährdungsbereiches angeordnet sein müssen, wie Einrichtungen mit Funktion zum Stillsetzen im Notfall oder Schwenkarmschalttafeln.
- d) Befehlseinrichtungen und Steuerstände müssen möglichst so angeordnet werden, daß der Operator eine direkte Sicht auf den Arbeitsbereich oder Gefährdungsbereich hat, besonders dann, wenn der sichere Betrieb von der direkten ständigen Kontrolle durch den Operator abhängt, z. B.:
 - ein auf fahrbaren Maschinen aufsitzender Fahrer muß in der Lage sein, sämtliche Befehlseinrichtungen, die für die Bedienung der Maschine erforderlich sind, von der Fahrerposition zu betätigen; ausgenommen sind die Funktionen, die von anderen Positionen sicherer zu steuern sind;
 - bei Maschinen, die für das Anheben von Personen vorgesehen sind, müssen Steuereinrichtungen für das Anheben und Absenken und ggf. für das Verfahren des Fahrkorbes im Fahrkorb angeordnet werden. Wenn der sichere Betrieb Steuereinrichtungen erfordert, die außerhalb des Fahrkorbes anzuordnen sind, müssen für den Operator im Fahrkorb Mittel vorgesehen werden, mit denen gefährdende Bewegungen verhindert werden können.

- e) Sofern es möglich ist, dasselbe gefährdende Element mit Hilfe mehrerer Stellteile zu starten, muß der Steuerkreis so geschaltet sein, daß zu einem gegebenen Zeitpunkt jeweils nur ein Stellteil wirksam sein kann. Das gilt besonders für Maschinen, die von Hand gesteuert werden können und u. a. mit einer tragbaren Steuereinheit (beispielsweise Schwenkarmschalttafeln) ausgerüstet sind, mit denen der Operator den Gefährdungsbereich betreten kann. Dies gilt nicht für Zweihandschaltungen (siehe EN 292-1, 3.23.4).
- f) Stellteile müssen so konstruiert und geschützt sein, daß deren Wirkungen auf Funktionen, bei denen ein Risiko besteht, nicht durch unabsichtliches Betätigen ausgelöst werden können. (Siehe auch EN 894-1, EN 894-3 und ISO 447).
- g) Bei Maschinenfunktionen, deren sicherer Betrieb von der ständigen und direkten Steuerung des Operators abhängig ist, müssen Maßnahmen getroffen werden, mit denen die Anwesenheit des Operators am Steuerstand sichergestellt wird. Dies kann durch die Konstruktion und Anordnung der Befehlseinrichtungen erreicht werden (z. B. eine selbstfahrende Maschine mit aufsitzendem Fahrer kann Steuereinrichtungen mit selbsttätiger Rückstellung besitzen, die nur von der Fahrerposition erreichbar sind); anderenfalls kann die Anwendung von Sensoreinrichtungen erforderlich sein, die eine Ausführung von gefährdenden Funktionen verhindert, wenn sich der Operator nicht am Steuerstand aufhält.
- h) Die Bewegung von drahtlos ferngesteuerten Maschinen muß beim Verlust der Steuerung selbsttätig anhalten.

3.7.10 Wahl von Steuerungs- und Betriebsarten

Ist die Maschine so konstruiert und gebaut, daß mehrere Steuerungsabläufe oder Betriebsarten mit unterschiedlichen Sicherheitsstufen möglich sind (z. B. für Einstellen, Instandhaltung, Inspektion), muß sie mit einem in jeder Stellung abschließbaren Betriebsartenschalter ausgestattet sein. Jede Stellung des Wahlschalters darf nur einer Steuer- oder Betriebsart entsprechen.

Der Wahlschalter kann durch andere Wahlmittel ersetzt werden, durch die nur bestimmte Gruppen von Operatoren bestimmte Funktionen der Maschinen ausführen können (z. B. Zugangscode für bestimmte numerische Steuerfunktionen).

3.7.11 Steuerungsart zum Einstellen, Teachen, Umrüsten, Fehlersuche, Reinigungs- oder Instandhaltungsarbeiten

Wenn zum Einstellen, Teachen, Umrüsten, Fehlersuche, Reinigungs- oder Instandhaltungsarbeiten von Maschinen eine trennende Schutzeinrichtung versetzt oder entfernt und/oder eine nicht trennende Schutzeinrichtung unwirksam gemacht werden muß und es für diese Aufgaben erforderlich ist, die Maschine in Gang zu setzen, muß die Sicherheit des Operators, falls durchführbar, durch eine Handsteuerbetriebsart erreicht werden, wobei gleichzeitig:

- die Betriebsart der automatischen Steuerung abgeschaltet wird (das bewirkt u. a., daß keine gefährdende Funktion durch die Veränderung des Zustands eines Meßfühlers ausgelöst werden kann);
- der Betrieb gefährdender Teile nur durch Auslösen einer Freigabeeinrichtung, eines Tippschalters oder einer Zweihandschaltung zugelassen wird (siehe EN 292-1, 3.23.2, 3.23.3 und 3.23.4);
- der Betrieb der gefährdenden Teile nur unter erhöhten Sicherheitsbedingungen zugelassen wird (z. B. verminderte Geschwindigkeit, verminderter Energie-/Kraftaufwand, schrittweiser Vorschub, z. B. mit einer Schrittschaltung (siehe EN 292-1, 3.23.8)).

Diese Steuerungsart muß mit einer oder mehreren der folgenden Maßnahmen in Verbindung gebracht werden:

- größtmögliche Zugangsbeschränkung zum Gefährdungsbereich;
- Einrichtung mit Funktion zum Stillsetzen im Notfall in unmittelbarer Reichweite des Operators;
- tragbare Steuereinheit (Schwenkarmschalttafel) und/oder ortsfeste Stellteile (die die Sicht auf die zu steuernden Elemente zulassen).

3.7.12 Anwendung von Maßnahmen zur Kontrolle der Auswirkungen elektromagnetischer Strahlung (EMV)

Die elektromagnetische Verträglichkeit der elektrischen Ausrüstung muß den in EN 50081 und EN 50082 angegebenen Anforderungen entsprechen. (Siehe auch EN 60204-1:1997, 4.4.2).

3.7.13 Vorhaltung von Diagnosesystemen zur Fehlersuche und -behebung

In der Konstruktionsphase sollten möglichst immer Diagnosesysteme, die die Fehlersuche erleichtern, mit eingeschlossen werden.

Derartige Systeme verbessern nicht nur die Verfügbarkeit und Instandhaltbarkeit einer Maschine; sie verringern auch die Gefährdungsexposition des Instandhaltungspersonals.

3.8 Vermeidung von Gefährdungen durch pneumatische und hydraulische Ausrüstungen

Siehe EN 982 und EN 983.

Pneumatische und hydraulische Ausrüstungen von Maschinen müssen so konstruiert sein, daß:

- der zulässige Höchstdruck in den Kreisläufen nicht überschritten werden kann (z. B. durch Druckbegrenzer);
- sich keine Gefährdungen aus Druckverlusten, Druckstößen oder Vakuumverlusten ergeben können;
- Undichtigkeiten oder Bauteilversagen nicht zu Gefährdungen durch Herausspritzen von Flüssigkeiten oder plötzliche Bewegung von Schläuchen (Peitschen) führen;
- Luftsammler, Luftbehälter oder ähnliche Behälter (wie bei hydropneumatischen Luftspeichern) mit den Ausführungsvorschriften für derartige Bauteile übereinstimmen;
- sämtliche Anlagenteile, besonders Rohre und Schläuche, gegen schädliche äußere Einflüsse geschützt werden;
- Speicher und ähnliche Behälter (wie hydropneumatische Luftspeicher) möglichst automatisch druckentlastet werden, sobald die Maschine von der Energiezufuhr getrennt wird (siehe 6.2.2) und, falls das nicht möglich ist, Maßnahmen zum Abschalten und/oder lokale Druckentlastung und Druckanzeige vorgesehen werden;
- sämtliche Bauteile, die nach der Trennung der Maschine von der Energieversorgung unter Druck bleiben, mit deutlich erkennbaren Abbläseinrichtungen und einem Warnschild versehen sind, das auf die Notwendigkeit der Druckentlastung hinweist, bevor Einstellungen oder Instandhaltungsarbeiten an der Maschine vorgenommen werden.

3.9 Verhütung elektrischer Gefährdung

Für die Konstruktion elektrischer Ausrüstungen von Maschinen gibt EN 60204-1:1997 allgemeine technische Festlegungen, besonders in Abschnitt 6, der sich mit dem Schutz gegen elektrischen Schlag befaßt.

Transportable Elektrowerkzeuge sollten EN 61029-1 und handgeführte Elektrowerkzeuge EN 50144-1 entsprechen.

3.10 Begrenzung der Gefährdungsexposition durch Zuverlässigkeit der Ausrüstung

Erhöhte Zuverlässigkeit aller Bauteile einer Maschine vermindert die Häufigkeit von Zwischenfällen, die behoben werden müssen, und vermindert so die Gefährdungsexposition.

Dies bezieht sich ebenso auf Arbeitssysteme (Betriebsteil) wie auf Steuersysteme, Sicherheitsfunktionen und sonstige Maschinenfunktionen.

Verwendet werden müssen sicherheitskritische Bauteile (wie z. B. bestimmte Meßfühler), die sich als zuverlässig bewährt haben.

Bauteile von trennenden Schutzeinrichtungen und nicht trennenden Sicherheitseinrichtungen müssen besonders zuverlässig sein, weil deren Ausfall Personen Gefährdungen aussetzen kann und geringe Zuverlässigkeit Anlaß zu Versuchen geben könnte, sie zu umgehen.

Siehe auch 3.7.3.

3.11 Begrenzung der Gefährdungsexposition durch Mechanisierung oder Automation von Belade- (Beschickungs-) und Entlade- (Entnahme-) arbeiten

Mechanisierung und Automatisierung von Belade-/Entladearbeiten an Maschinen und allgemeinen Handhabungen (von Werkstücken, Werkstoffen, Stoffen) schränken das Risiko ein, das von diesen Arbeiten ausgeht, indem sie die Gefährdungsexposition von Personen an diesen Arbeitsstellen reduzieren.

Automatisierung läßt sich z. B. durch Roboter, Handhabungseinrichtungen, Transfereinrichtungen, Schubstangen, Druckluft usw. erreichen. Mechanisierung läßt sich z. B. durch Zuführschlitten und handbetätigte Schalttische erreichen.

Obwohl automatische Belade- und Entladeeinrichtungen für Operatoren von Maschinen einen großen Beitrag zur Unfallverhütung leisten, können sie bei der Beseitigung von Störungen eine Gefährdung hervorrufen. Geachtet werden muß darauf, daß durch die Verwendung derartiger Einrichtungen nicht zusätzliche Gefährdungen durch Fangstellen zwischen den Einrichtungen und den Maschinenteilen oder den be- oder verarbeiteten Werkstoffen geschaffen werden. Falls das nicht sichergestellt werden kann, müssen geeignete technische Schutzmaßnahmen vorgesehen werden (siehe Abschnitt 4).

Automatische Belade- und Entladeeinrichtungen mit eigenem Steuersystem und das Steuersystem der zugehörigen Maschine müssen nach gründlichen Untersuchungen, wie sämtliche Sicherheitsfunktionen in allen Steuerungs- und Betriebsarten der ganzen Ausrüstung ablaufen, miteinander verbunden werden.

3.12 Begrenzung der Gefährdungsexposition durch Schaffung von Einstell- und Wartungspunkten außerhalb von Gefährdungsbereichen

Die Notwendigkeit des Zugangs zu den Gefährdungsbereichen muß durch Einrichtung von Einstell-, Wartungs-, Schmierstellen außerhalb dieser Bereiche begrenzt werden.

3.13 Vorkehrungen für die Instandhaltbarkeit einer Maschine

Bei der Konstruktion einer Maschine müssen folgende Faktoren für die Instandhaltbarkeit berücksichtigt werden:

- Zugänglichkeit von inneren Teilen;
- Handhabungsfähigkeit und menschliche Fähigkeiten;
- geeignete Auswahl von Arbeitsplätzen;
- Begrenzung der Anzahl von besonderen Werkzeugen und Ausrüstungen;
- Überschaubarkeit.

3.14 Vorkehrungen für die Standsicherheit von Maschinen und Maschinenteilen

Maschinen und Maschinenteile müssen standsicher konstruiert sein, d. h., damit sie nicht umfallen oder umstürzen können. Zu berücksichtigende Faktoren sind:

- Form des Fundamentes;
- Masseverteilung;
- dynamische Kräfte durch die Bewegung von Maschinenteilen, der Maschine selbst oder von Teilen, die von der Maschine gehalten werden und zu einem Kippmoment führen können;
- Vibration;
- Schwankungen des Masseschwerpunktes;
- Eigenschaften der Auflagefläche aufgrund Verfahrbewegungen oder Installation an unterschiedlichen Einsatzorten (z. B. Bodenzustände, Neigungen);
- äußere Kräfte (z. B. Winddruck, manuelle Kräfte).

Die Standsicherheit sollte in sämtlichen Lebensdauerphasen der Maschine beachtet werden, einschließlich für Handhabung, Verfahrbewegung, Installation, Betrieb, Stillstand und Demontage.

Es sind sowohl die statische als auch die dynamische Stabilität zu berücksichtigen.

Sofern besondere Sicherheitsmaßnahmen erforderlich sind, muß an der Maschine ein Warnhinweis angebracht und/oder in der Betriebsanleitung vorgesehen sein.

Siehe auch 4.1.6.

4 Technische Schutzmaßnahmen und ergänzende Schutzmaßnahmen

4.0 Allgemeines

Es müssen technische Schutzmaßnahmen (trennende und nicht trennende Schutzeinrichtungen) angewendet werden, um Personen vor Gefährdungen zu schützen, die nicht in angemessener Weise vermieden oder ausreichend durch eigensichere Konstruktion begrenzt werden können; es können ergänzende Schutzmaßnahmen durchgeführt werden, die zusätzliche Ausrüstungen enthalten (z. B. Einrichtungen zum Stillsetzen im Notfall) (siehe EN 292-1, 5.4).

Die verschiedenen Arten von trennenden und nicht trennenden Schutzeinrichtungen und Schutzmaßnahmen sind in EN 292-1, 3.22 und 3.23 festgelegt.

Um die Gefährdungsexposition gegen mehr als eine Gefährdung zu vermeiden, können bestimmte technische Schutzmaßnahmen angewendet werden (z. B. kann eine feste trennende Schutzeinrichtung, die den Zugang in einen Bereich mit einer mechanischen Gefährdung verhindert, auch dazu benutzt werden, den Lärmpegel zu verringern und giftige Emissionen aufzufangen).

4.1 Auswahl von trennenden und nicht trennenden Schutzeinrichtungen

4.1.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt enthält Leitsätze zur Auswahl und praktischen Anwendung von trennenden und nicht trennenden Schutzeinrichtungen, deren wesentlicher Zweck darin besteht, Personen gegen Gefährdungen zu schützen, die von sich bewegenden Teilen ausgehen entsprechend

- den kennzeichnenden Merkmalen dieser Teile (siehe Bild 1) und
- der Notwendigkeit des Zugangs zum (zu) Gefährdungsbereich(en) (siehe 4.1.2 bis 4.1.4).

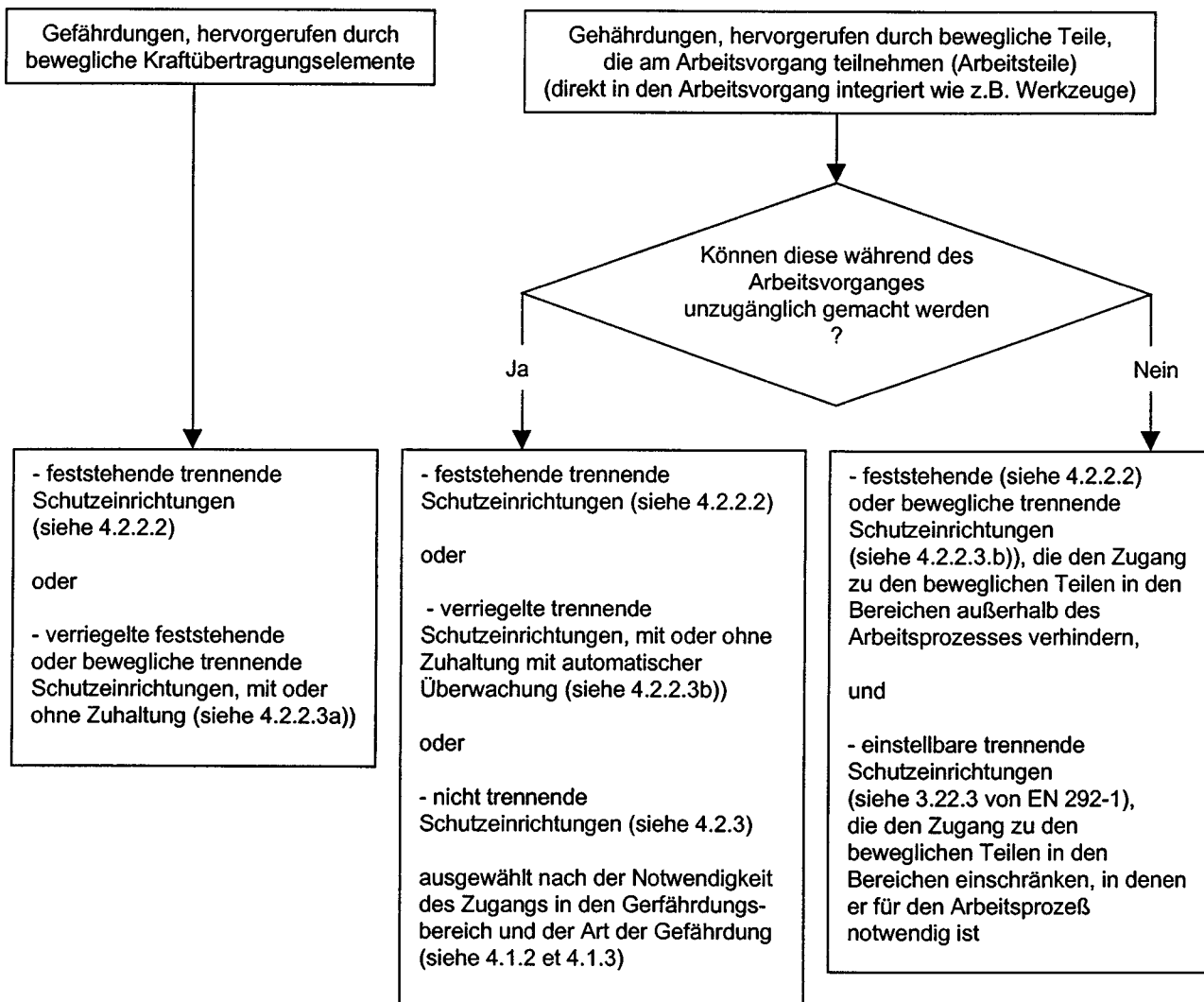


Bild 1 — Leitsätze für die Auswahl von Schutzeinrichtungen gegen Gefährdungen, die von sich bewegenden Teilen ausgehen

Die exakte Auswahl einer Schutzeinrichtung für eine bestimmte Maschine muß auf Grundlage der Risikobeurteilung für diese Maschine erfolgen und die ausgewählte Schutzeinrichtung muß dann in einer Typ C-Norm in allen Einzelheiten beschrieben werden.

Bei der Auswahl einer geeigneten Schutzeinrichtung für eine bestimmte Maschinenart oder einen bestimmten Gefährdungsbereich muß bedacht werden, daß eine feststehende Schutzeinrichtung einfach ist und dort eingesetzt werden muß, wo bei normalem Maschinenbetrieb kein Zugang eines Operators zum Gefährdungsbereich erforderlich ist (Betrieb ohne jegliche Fehlfunktion).

Wenn sich die Notwendigkeit des Zuganges erhöht, führt dies unvermeidlich dazu, dass die feststehende Schutzeinrichtung nicht wieder an ihrem Platz befestigt wird. Dies und die Notwendigkeit einer strengen Kontrolle über das Auftreten einiger Gefährdungen macht die Anwendung alternativer technischer Schutzmaßnahmen erforderlich (z. B. bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtungen, Schutzeinrichtungen mit Annäherungsreaktion).

Manchmal kann eine Kombination verschiedener Schutzeinrichtungen erforderlich sein. Wenn z. B. im Zusammenhang mit einer feststehenden trennenden Schutzeinrichtung eine mechanische Zuführeinrichtung für die Zuführung eines Werkstücks in die Maschine eingesetzt wird (siehe 3.11) und damit der Zugang zum Hauptgefahrenbereich überflüssig wird, könnte eine Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion (siehe EN 292-1, 3.23.5) erforderlich werden, die vor einer sekundären Gefährdung durch Einziehen oder Scheren zwischen der mechanischen Zuführeinrichtung, falls erreichbar, und der feststehenden trennenden Schutzeinrichtung schützt.

Zu berücksichtigen sind weiterhin die Abgrenzungen von Steuerständen und Eingriffsbereichen, um einen kombinierten Schutz gegen mehrere Gefährdungen vorzusehen, welche einschließen können:

- Gefährdungen durch fallende oder herausgeschleuderte Gegenstände (z. B. Schutzaufbauten gegen herabfallende Gegenstände);
- Emissionsgefährdungen (z. B. Lärm, Vibration, Strahlung, gefährliche Stoffe);
- Gefährdungen durch die Umwelt (z. B. Hitze, Kälte, Schlechtwetter);
- Gefährdungen durch Umkippen oder Überschlagen von Maschinen (z. B. Schutzaufbauten gegen Überschlagen oder Umkippen).

Die Konstruktion derartiger abgegrenzter Arbeitsplätze muß die ergonomischen Grundsätze hinsichtlich Sichtbarkeit, Beleuchtung, atmosphärischer Bedingungen, Zugänglichkeit und Körperhaltung berücksichtigen.

4.1.2 Wenn bei normalem Betrieb kein Zugang zum Gefährdungsbereich erforderlich ist

Ist bei normalem Betrieb der Maschine kein Zugang zum Gefährdungsbereich erforderlich, sollte eine der folgenden Schutzeinrichtungen ausgewählt werden:

- a) feststehende trennende Schutzeinrichtung (siehe EN 292-1, 3.22.1 und EN 953). Öffnungen in der trennenden Schutzeinrichtung müssen nach EN 294 und EN 811 ausgeführt werden;
- b) verriegelte trennende Schutzeinrichtung (siehe EN 292-1, 3.22.4 und 3.22.5, EN 953, EN 1088 und 4.2.2.3 dieser Norm);
- c) selbsttätig schließende trennende Schutzeinrichtung (siehe EN 953);
- d) Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion (siehe EN 292-1, 3.22.5) einschließlich elektrosensitiver Schutzeinrichtung (siehe EN 61496) und Schalmatten (siehe EN 1760-1).

4.1.3 Wenn der Zugang eines Operators zum Gefährdungsbereich bei normalem Betrieb erforderlich ist

Wenn der Zugang zum Gefährdungsbereich bei normalem Betrieb der Maschine erforderlich ist, sollte eine der folgenden Schutzeinrichtungen ausgewählt werden:

- a) verriegelte trennende Schutzeinrichtung (siehe EN 292-1, 3.22.4 und 3.22.5 und EN 1088);
- b) Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion (siehe EN 292-1, 3.23.5);
- c) einstellbare trennende Schutzeinrichtung (siehe EN 292-1, 3.22.3);
- d) selbsttätig schließende trennende Schutzeinrichtung (siehe EN 953);
- e) Zweihandschaltung (siehe EN 292-1, 3.23.4 und EN 574);

- f) verriegelte trennende Schutzeinrichtung mit Funktion zum Ingangsetzen [steuernde trennende Schutzeinrichtung] (siehe EN 292-1, 3.22.6 und 4.2.2.5 dieser Norm).

ANMERKUNG Für Gefährdungsbereiche, die durch sich bewegende Teile gebildet werden, gibt Bild 1 spezifische Anleitungen.

4.1.4 Wo Zugang zum Gefährdungsbereich zum Einstellen der Maschine, Teachen, Umrüsten, Reinigen, zur Fehlersuche oder Instandhaltung erforderlich ist

Maschinen müssen möglichst so konstruiert sein, daß die Schutzeinrichtungen, die zum Schutz des Operators an der Maschine vorgesehen sind, auch dem Personal Sicherheit bieten, das mit dem Einrichten, Teachen, Umrüsten, Reinigen, zur Fehlersuche oder Instandhaltung beauftragt ist, ohne dieses bei der Erfüllung seiner Aufgabe zu behindern.

Falls das nicht möglich ist (z. B., wenn feststehende trennende Schutzeinrichtungen entfernt oder nicht trennende Schutzeinrichtungen unwirksam gemacht werden müssen und der Betrieb der Maschine noch möglich sein muß), muß die Maschine mit geeigneten Mitteln, die das Risiko weitgehend vermindern, und einer Handsteuerung, wie in 3.7.10 beschrieben, versehen werden.

ANMERKUNG Energietrennung und -ableitung der Maschine von sämtlichen Energiequellen beim Abschalten (siehe 6.2.2; siehe auch EN 1037:1995, 4.1 und Abschnitt 5) sichert den höchsten Sicherheitsgrad bei der Durchführung von Arbeiten (besonders Instandhaltungs- und Reparaturarbeiten), die nicht erfordern, daß die Maschine mit der Energieversorgung verbunden bleiben muß.

4.1.5 Anwendung von Schutzausrüstungen zur Anwesenheitsmeldung

4.1.5.1 Bauarten

Zu Bauarten von Schutzausrüstungen zur Anwesenheitsmeldung gehören:

- Infrarotsperren;
- Infrarotabtaster;
- Schalmatten;
- passive Infrarot-Meßfühler;
- Kapazitätsschleifen.

4.1.5.2 Anwendungsarten

Sie können angewendet werden als:

- Schutzeinrichtungen mit Annäherungsreaktion (siehe EN 292-1, 3.23.5);
- als Anwesenheitsmelder (siehe EN 292-1, 3.23.5A);
- zum Ingangsetzen einer Maschine, was strengen Bedingungen unterliegt (siehe 4.2.5).

4.1.5.3 Faktoren, die die Anwendung von Schutzausrüstungen zur Anwesenheitsmeldung ausschließen

Folgende Charakteristiken der Maschine schließen die Anwendung von Schutzausrüstungen zur Anwesenheitsmeldung als Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion (siehe EN 292-1, 3.23.5) aus:

- unvereinbare oder unangemessene Bremsleistung der Maschine;
- Unfähigkeit einer Maschine, im Verlauf eines Zyklus anzuhalten;
- Neigung einer Maschine, Materialien oder Teile der Maschine herauszuschleudern.

4.1.5.4 Grundsätzliche Betrachtungen

Zu berücksichtigen sind:

- Umfang und Lage des Abtastbereichs (siehe auch EN 999);
- Reaktion des Gerätes auf Fehlerzustände (siehe auch EN 61496);
- Möglichkeit der Umgehung;
- Nachweisvermögen und dessen Veränderung im Laufe der Zeit.

4.1.6 Schutzmaßnahmen für die Standsicherheit

Wenn eine ausreichende Standsicherheit nicht durch eigensichere Konstruktion erreicht werden kann (z. B. ausgeglichene Masseverteilung), dann muß die Standsicherheit mit speziellen Schutzmaßnahmen erreicht werden. Beispielsweise können die Bewegungen von Maschinenteilen begrenzt werden, Anzeigen und Alarmierungseinrichtungen, die bei gefährdender Standsicherheit warnen, oder Verriegelungen zur Vermeidung des Umklippens können vorgesehen werden oder die Maschine muß auf einem Fundament sicher verankert werden.

4.1.7 Weitere nicht trennende Schutzeinrichtungen

Maschinen, deren sicherer Betrieb die ständige direkte Kontrolle des Operators erfordern, müssen mit notwendigen Einrichtungen ausgerüstet werden, mit denen ein Betrieb innerhalb festgelegter Grenzen erreicht und eingehalten wird, im besonderen:

- wenn der Operator eine unzureichende Sicht auf den Gefährdungsbereich hat;
- wenn der Operator den tatsächlichen Wert von sicherheitsbezogenen Parametern ignorieren kann (z. B. Abstand, Geschwindigkeit, Gewicht einer Last, Neigungswinkel);
- wenn Gefährdungen durch Vorgänge verursacht werden, die nicht vom Operator kontrolliert werden.

Zu derartigen Einrichtungen gehören:

- Einrichtungen zur Begrenzung von Bewegungsparametern;
- Überlast- und Momentüberwachungseinrichtungen;
- Einrichtungen, die Zusammenstöße oder gegenseitige Beeinflussung mit anderen Maschinen verhindern;
- Einrichtungen zur Vermeidung von Gefährdungen für Operatoren, mitgängergeführter Maschinen oder Gefährdung anderer Fußgänger;
- Einrichtungen zur Drehmomentbegrenzung und Sollbruchstellen zur Vermeidung übermäßiger Beanspruchung von Bauteilen oder Baugruppen;

- Einrichtungen zur Begrenzung von Druck und Temperatur;
- Einrichtungen, die einen Betrieb bei Abwesenheit des Operators am Steuerstand verhindern;
- Einrichtungen, die Anhebevorgänge verhindern, wenn die Stabilisatoren nicht in ihrer bestimmungsgemäßen Lage sind;
- Einrichtungen, die ein Steigen oder Neigen begrenzen;
- Einrichtungen, die sicherstellen, daß sich Teile vor einer Verfahrbewegung in gesicherter Lage befinden.

Automatische Schutzeinrichtungen, die durch solche Einrichtungen ausgelöst werden, die den Betrieb der Maschine der Kontrolle des Operators entziehen (z. B. automatisches Anhalten bei gefährdenden Bewegungen) sollten vorher ein Warnsignal abgeben, um dem Operator die Wiedererlangung der Steuerung zu ermöglichen (siehe 5.3).

4.2 Anforderungen an die Konstruktion und Ausführung von trennenden und nicht trennenden Schutzeinrichtungen

4.2.1 Allgemeine Anforderungen

Bei der Konstruktion von Schutzeinrichtungen müssen die verschiedenen Arten von trennenden und nicht trennenden Schutzeinrichtungen und deren Konstruktionsverfahren so ausgewählt werden, daß die Einbeziehung von mechanischen und sonstigen Gefährdungen berücksichtigt wird. Trennende und nicht trennende Schutzeinrichtungen müssen mit der Arbeitsumgebung der Maschine kompatibel und so konstruiert sein, daß sie nicht leicht umgangen werden können. Sie dürfen bei allen Tätigkeiten während des Betriebs und allen übrigen Phasen der Lebensdauer der Maschine möglichst wenig stören, um jeglichen Anreiz zu ihrer Umgehung zu entkräften.

ANMERKUNG Zu weiteren Informationen siehe auch EN 574, EN 953, EN 954-1, EN 1088, EN 1760-1, EN 61496-1, EN 61496-2.

Trennende und nicht trennende Schutzeinrichtungen:

- müssen stabil gebaut sein;
- dürfen keine zusätzliche Gefährdung hervorrufen;
- dürfen nicht auf einfache Weise umgangen oder unwirksam gemacht werden können;
- müssen in ausreichendem Abstand zum Gefährdungsbereich angebracht werden (siehe EN 292, EN 811 und EN 999);
- dürfen die Arbeiten und den Arbeitsprozeß nicht mehr als notwendig behindern;
- dürfen die wesentlichen Arbeiten für den Einbau und/oder Wechsel von Werkzeugen und auch die für Instandhaltungsarbeiten erforderlichen Eingriffe nur in dem Bereich zulassen, wo die Arbeiten vorzunehmen sind, wobei die trennenden oder nicht trennenden Schutzeinrichtungen möglichst nicht zu entfernen sind.

4.2.2 Anforderungen an trennende Schutzeinrichtungen

4.2.2.1 Funktionen von trennenden Schutzeinrichtungen

Trennende Schutzeinrichtungen müssen folgende Funktionen erfüllen:

- Verhindern des Zugangs zu dem Raum, der von der trennenden Schutzeinrichtung umschlossen bzw. abgeschlossen ist und/oder
- Kapselung/Fernhaltung von Materialien, Werkstücken, Spänen, Flüssigkeiten, Strahlung, gefährlichen Stoffen (z. B. Staub, Dämpfe, Gase), Lärm, die von der Maschine ausgeworfen, ausgestoßen oder abgegeben werden können.

Außerdem können sie besondere Eigenschaften hinsichtlich Elektrizität, Temperatur, Feuer, Explosion, Vibration, und Sichtbarkeit erfordern (siehe EN 953).

4.2.2.2 Anforderungen an feststehende trennende Schutzeinrichtungen

Feststehende trennende Schutzeinrichtungen müssen sicher an ihrem Platz gehalten werden:

- entweder ständig (z. B. durch Verschweißen) oder
- durch Befestigungsmittel (Schrauben, Muttern), die ein Entfernen/Öffnen ohne Werkzeuge unmöglich machen; falls möglich, sollten sie nicht ohne deren Befestigungsmittel in geschlossener Stellung gehalten werden können.

ANMERKUNG Eine feststehende trennende Schutzeinrichtung, die diese Anforderungen erfüllt, darf an Scharnieren drehbar gelagert sein, um deren Öffnen zu unterstützen.

4.2.2.3 Anforderungen an bewegliche trennende Schutzeinrichtungen

a) Bewegliche trennende Schutzeinrichtungen zum Schutz gegen Gefährdungen durch sich bewegende Kraftübertragungselemente müssen:

- im geöffneten Zustand möglichst weitgehend mit der Maschine (im allgemeinen durch Scharniere oder Führungen) verbunden bleiben;
- mit einer Verriegelungseinrichtung mit oder ohne Zuhaltung (siehe EN 292-1, 3.22.4 und 3.22.5) ausgerüstet sein, damit die sich bewegenden Teile nicht in Gang gesetzt werden können, solange diese Teile erreichbar sind, und angehalten werden können, sobald sich die Schutzeinrichtung nicht mehr in Schließstellung befindet.

Siehe auch Bild 1.

b) Bewegliche trennende Schutzeinrichtungen gegen Gefährdungen, die von nicht zur Kraftübertragung gehörenden beweglichen Teilen ausgehen, müssen so konstruiert und so mit dem Steuersystem der Maschine verbunden sein, daß:

- die sich bewegenden Teile nicht in Gang gesetzt werden können, solange sie sich in Reichweite des Operators befinden und der Operator diese Teile nicht erreichen kann, sobald sie in Gang gesetzt wurden; dies kann durch verriegelte Schutzeinrichtungen ohne Zuhaltung (siehe EN 292-1, 3.22.4) oder mit Zuhaltung (siehe EN 292-1, 3.22.5) erreicht werden;
- deren Einstellung nur durch eine beabsichtigte Handlung möglich ist, z. B. mit einem Werkzeug, Schlüssel, usw.;
- beim Fehlen oder Ausfall eines ihrer Bauteile das Ingangsetzen verhindert wird oder die sich bewegenden Teile angehalten werden; das kann durch automatische Überwachung (siehe EN 292-1, 3.14) erreicht werden;

- Schutz gegen Gefährdung durch Herausschleudern mit geeigneten Mitteln sichergestellt ist.

Siehe auch Bild 1.

- c) Bewegliche trennende Schutzeinrichtungen gegen sonstige Gefährdungen müssen im Ergebnis der Risikobeurteilung die obenstehenden Bedingungen von a) und/oder b) erfüllen.

4.2.2.4 Anforderungen an einstellbare trennende Schutzeinrichtungen

Einstellbare trennende Schutzeinrichtungen dürfen dort verwendet werden, wo der Gefährdungsbereich nicht vollständig umschlossen werden kann.

Sie müssen:

- so einstellbar sein, daß die Einstellung bei einem bestimmten Arbeitsablauf unverändert erhalten bleibt;
- ohne Werkzeuge leicht verstellt werden können;
- das Risiko des Herausschleuderns möglichst weitgehend vermindern.

4.2.2.5 Anforderungen an verriegelte trennende Schutzeinrichtungen mit Funktion zum Ingangsetzen [Steuernde trennende Schutzeinrichtungen]

Eine verriegelte trennende Schutzeinrichtung mit Funktion zum Ingangsetzen (siehe EN 292-1, 3.22.6) darf nur verwendet werden, wenn:

- sämtliche Anforderungen an verriegelte trennende Schutzeinrichtungen erfüllt sind;
- die Zyklusdauer der Maschine kurz ist (z. B. die Rückstelldauer nicht mehr als 1 min beträgt, falls es nicht durch die betreffende Typ C-Norm festgelegt ist), damit, sobald diese Zeit überschritten ist, die gefährdende(n) Bewegung(en) nicht durch Schließen der steuernden trennenden Schutzeinrichtung ausgelöst werden kann (können);
- Maße oder Form der Maschine (wie in der betreffenden Typ C-Norm festgelegt) es einem Operator oder einer anderen Person oder Teilen ihres Körpers nicht erlauben, in den Gefährdungsbereich oder zwischen Gefährdungsbereich und trennende Schutzeinrichtung zu gelangen, während diese geschlossen ist (siehe EN 953);
- das Öffnen der verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen mit Funktion zum Ingangsetzen oder weiteren verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen die einzige Möglichkeit ist, um in den Gefährdungsbereich zu gelangen;
- die mit der verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen mit Funktion zum Ingangsetzen verbundene verriegelte trennende Schutzeinrichtung so konstruiert ist, daß deren Ausfall nicht zu einem unbeabsichtigten/unerwarteten Anlauf (siehe auch 4.2.5) führen kann;
- die trennende Schutzeinrichtung sicher offen gehalten wird (z. B. mit einer Feder oder mit einem Gegengewicht), damit sie keinen Start auslösen kann, während sie durch das Eigengewicht zufällt.

4.2.2.6 Gefährdungen durch trennende Schutzeinrichtungen

Es muß darauf geachtet werden, daß Gefährdungen vermieden werden, die ausgelöst werden könnten durch:

- die Konstruktion der trennenden Schutzeinrichtung (scharfe Kanten oder Ecken, Werkstoff, usw.)
- Bewegungen der trennenden Schutzeinrichtung (Scher- oder Quetschstellen, die durch kraftbetriebene trennende Schutzeinrichtungen hervorgerufen werden können, oder durch schwere trennende Schutzeinrichtungen, die möglicherweise herabfallen können).

4.2.3 Technische Eigenschaften von nicht trennenden Schutzeinrichtungen (siehe EN 292-1, 3.23)

Bei Ausführung einer direkt wirkenden Sicherheitsfunktion (siehe EN 292-1, 3.13.1) muß die nicht trennende Schutzeinrichtung nach einem oder mehreren der in EN 954-1 formulierten Grundsätze konstruiert sein.

Nicht trennende Schutzeinrichtungen müssen so arbeiten und mit dem Steuersystem so verbunden sein, daß sie nicht leicht umgangen werden können.

Die Eigenschaften der nicht trennenden Schutzeinrichtungen müssen mit dem Steuersystem, in das sie integriert sind, im Einklang stehen.

4.2.4 Maßnahmen für andere Arten von Schutzeinrichtungen

Es sollten Maßnahmen getroffen werden, damit das Einbauen anderer Arten von Schutzeinrichtungen erleichtert wird, wo bekannt ist, daß aufgrund wechselnder Arbeiten an der Maschine derartige Einbauten notwendig werden können.

4.2.5 Anwendung von aktiven optoelektronischen Schutzeinrichtungen (AOPD)

4.2.5.1 Grundsätzliche Anforderungen

Eine aktive optoelektronische Schutzeinrichtung muß folgende Bedingungen erfüllen:

- a) während das Abtastfeld der AOPD unterbrochen ist, kann die Maschine nicht arbeiten;
- b) die Maschine wird angehalten, sobald das Abtastfeld der AOPD an irgendeinem Punkt der gefährdenden Bewegung unterbrochen wird;
- c) gleichgültig wo die Unterbrechung des Abtastfeldes der AOPD auftritt, wird der betreffende Körperteil festgestellt;
- d) der Ausfall der AOPD führt nicht zu der Möglichkeit, daß eine Person zwischen Abtastfeld der AOPD und Gefährdungsbereich gelangen kann, und auch nicht dazu, daß der Sicherheitsabstand verringert wird.

4.2.5.2 Zusätzliche Anforderungen an AOPDs bei Einsatz für die Auslösung von Zyklen

Diese Art der nicht trennenden Schutzeinrichtung kann nur dann zur Auslösung des Zyklus verwendet werden, falls:

- a) die Anforderungen an eine AOPD, die als Anwesenheitsmelder verwendet wird, erfüllt sind (speziell: Anbringungsort, Sicherheitsabstand (siehe EN 999), Nachweisfähigkeit, Zuverlässigkeit und Überwachung von Steuer- und Bremssystem);
- b) die Zyklusdauer der Maschine kurz ist, damit die Möglichkeit zum Auslösen der Maschine nach Freigabe des Abtastfeldes auf einen Zeitabstand begrenzt ist, der von gleicher Dauer ist wie ein einzelner normaler Zyklus;
- c) die Voreinstelldauer (z. B. eine Minute, wenn sie in der betreffenden Typ C-Norm nicht festgelegt ist) überschritten wurde, die AOPD nicht in der Lage ist, den Zyklus ohne ein Rückstellverfahren auszulösen;

- d) Maße oder Form des durch Lichtschranken und trennende Schutzeinrichtungen abgegrenzten Gefährdungsbereichs es nicht erlauben, daß ein Operator oder eine weitere Person in diesen Bereich eindringt;
- e) AOPD und verriegelte trennende Schutzeinrichtungen die einzige Möglichkeit sind, um den Gefährdungsbereich zu betreten;
- f) mehr als ein AOPD-Schutz der Maschine vorhanden ist, darf nur einer von ihnen in der Lage sein, den Zyklus auszulösen;
- g) die AOPD muß die Anforderungen an den Typ 4 (siehe EN 61496-1) erfüllen und die Schnittstelle der AOPD mit dem Steuersystem muß den Anforderungen an die Kategorie 4 nach EN 954-1 entsprechen.

ANMERKUNG Der oben betrachtete Gefährdungsbereich ist ein Bereich, wo die Betätigung von gefährdenden Elementen (einschließlich Kraftübertragungselemente) durch Freigabe des Abtastfeldes ausgelöst wird.

4.3 Ergänzende Schutzmaßnahmen

Schutzmaßnahmen, die weder eigensichere Konstruktion noch technische Schutzmaßnahmen sind (Ausrüstung mit trennenden Schutzeinrichtungen und/oder nicht trennenden Schutzeinrichtungen), noch Benutzerinformationen, müssen erforderlichenfalls entsprechend der bestimmungsgemäßen Verwendung und dem vernünftigerweise vorhersehbaren Mißbrauch der Maschine vorgesehen werden. Ergänzende Schutzmaßnahmen enthalten, sind jedoch nicht begrenzt auf:

- Einrichtung zum Stillsetzen im Notfall (siehe EN 418; siehe auch EN 60204-1);
- Mittel zur Rettung eingeschlossener Personen;
- Mittel zum Trennen von der Energie und deren Ableitung (siehe EN 1037).

Siehe Abschnitt 6.

4.4 Schutzmaßnahmen zur Verringerung von Emissionen

4.4.1 Allgemeines

Wenn die Verringerung von Emissionen an ihrem Entstehungsort nicht bis zu einem ausreichendem Umfang erreicht werden kann, dann sollten zusätzliche Schutzmaßnahmen an der Maschine vorgesehen werden.

4.4.2 Lärm

Zusätzliche Schutzmaßnahmen sind beispielsweise:

- Einkapselungen;
- an der Maschine angebrachte Abschirmungen;
- Schalldämpfer.

Weitere Einzelheiten zu möglichen Maßnahmen für die Lärmbekämpfung durch Konstruktion werden in EN ISO 11688-1 angegeben.

Zur Bewertung von Lärmemissionen sollten die Schalleistungspegel und der Schalldruck bestimmt werden (siehe Anhang A, 1.7.4f).

4.4.3 Vibrationen

Beispiele für zusätzliche Schutzmaßnahmen sind:

- Schwingungsdämpfer;
- zusätzliche Massen;
- Schwingungsabsorber;
- abgestimmte Montage;
- abgestimmter elastischer Sitz.

Weitere Einzelheiten zur Isolierung der Quelle sind in EN 1299 zu finden. Mögliche Maßnahmen zur Hand-Arm-Vibration werden in CR 1030-1 angegeben.

4.4.4 Gefährdende Stoffe

Maßnahmen zur Verringerung von Emissionen während des Betriebes der Maschine sind z. B.:

- Anwendung von staubverringern Verfahren (Granulat anstelle von Pulver, Walzen anstelle von Schleifen);
- Einkapselung der Maschine (Einkapselung mit Unterdruck);
- örtliche Entlüftung mit Filtereinrichtung;
- Befeuchten mit Flüssigkeiten;
- besondere Belüftung im Bereich der Maschine (Luftvorhänge, Kabinen für Operatoren).

Siehe auch EN 626-1.

5 Benutzerinformation

5.1 Allgemeine Anforderungen

Benutzerinformationen bestehen aus Kommunikationsgliedern, wie Texten, Wörtern, Zeichen, Signalen, Symbolen oder Diagrammen, die einzeln oder zusammen verwendet werden, um Informationen an den Benutzer weiterzugeben. Sie richten sich an gewerbliche und/oder private Benutzer.

Wie in der Definition der Konstruktion einer Maschine angegeben (siehe EN 292-1, 3.11), ist die Benutzerinformation integraler Bestandteil der Lieferung einer Maschine.

5.1.1 Es muß eine Benutzerinformation bereitgestellt werden, die den Benutzer über die bestimmungsgemäße Verwendung informiert, wobei selbstverständlich alle Betriebsarten berücksichtigt werden.

Sie muß sämtliche Angaben enthalten, die die sichere und einwandfreie Verwendung der Maschine sicherstellen.

In dieser Hinsicht muß sie den Benutzer über Restrisiken nach den vom Konstrukteur durchgeführten Maßnahmen informieren und ihn davor warnen (siehe EN 292-1, Bild 2).

Die Benutzerinformation muß angeben, ob

- Ausbildung erforderlich ist;
- persönliche Schutzausrüstung benötigt wird;
- die mögliche Notwendigkeit für zusätzliche Schutzeinrichtungen besteht.

Dabei dürfen keine Verwendungsmöglichkeiten der Maschine ausgeschlossen werden, die vernünftigerweise von der Bezeichnung und Beschreibung der Maschine her erwartet werden können. Sie muß auch ausreichend unter besonderer Berücksichtigung ihres vernünftigerweise vorsehbaren Mißbrauchs vor inhärenten Risiken warnen, wenn die Maschine anders als in der Information beschrieben verwendet wird (siehe EN 292-1, 3.12A).

5.1.2 Die Benutzerinformation darf keine Konstruktionsmängel ausgleichen.

5.1.3 Die Benutzerinformation muß getrennt oder zusammengefaßt Transport, Inbetriebnahme (Zusammenbau, Einbau und Einrichten), Verwendung (Einstellung, Teachen oder Umrüsten, Betrieb, Reinigung, Fehlersuche und Instandhaltung der Maschine) und, falls erforderlich, Außerbetriebnahme, Abbau und Entsorgung behandeln.

5.2 Anordnung und Art der Benutzerinformation

In Abhängigkeit

- vom Risiko,
- vom Zeitpunkt, zu dem der Benutzer die Information benötigt und
- von der Maschinenkonstruktion

muß entschieden werden, ob die Information oder Teile der Information

- in/auf der Maschine selbst (siehe 5.3 und 5.4) und/oder
- in Begleitunterlagen (besonders in der Betriebsanleitung) (siehe 5.5)

angegeben werden und/oder welche sonstigen Mittel, wie z. B. Signale und Warnzeichen, auszuwählen sind.

Sofern wichtige Mitteilungen erforderlich sind, wie z. B. Warnhinweise, müssen Standardsätze benutzt werden (siehe "Literaturhinweise").

5.3 Signale und Warneinrichtungen

Zur Warnung vor drohenden Gefährdungssituationen, wie Maschinenanlauf oder Überdrehzahl können optische Signale, wie Blinklichter, und akustische Signale, wie Sirenen, verwendet werden.

Derartige Signale können auch dazu verwendet werden, den Operator vor dem Auslösen automatischer Schutzeinrichtungen zu warnen (siehe 4.1.6).

Wichtig ist, daß diese Signale

- vor Eintritt des Gefährdungsereignisses abgegeben werden;
- eindeutig sind;
- deutlich wahrnehmbar und von allen anderen verwendeten Signalen zu unterscheiden sind;
- von den Benutzern klar erkannt werden können.

Die Warneinrichtungen müssen so konstruiert und angeordnet sein, daß die Überprüfung leicht durchführbar ist. Die Betriebsanleitung muß die regelmäßige Überprüfung von Warneinrichtungen vorschreiben.

Die Aufmerksamkeit des Konstrukteurs muß auf die bestehenden Risiken vor "Übersättigung der sinnlichen Wahrnehmung" gerichtet sein, die sich aus zu häufigem Gebrauch von optischen und/oder akustischen Signalen ergibt, was ebenso zur Umgehung der Warneinrichtungen führen kann.

ANMERKUNG: Häufig ist Beratung des Benutzers erforderlich.

5.4 Kennzeichnungen, Zeichen (Piktogramme), schriftliche Warnhinweise

Auf der Maschine müssen alle notwendigen Hinweise angebracht sein:

a) zumindest zur eindeutigen Identifizierung:

- Name und Anschrift des Herstellers;
- Bezeichnung der Serie oder des Typs;
- Seriennummer, falls vorhanden.

b) um die Übereinstimmung mit den verbindlichen Anforderungen anzuzeigen:

- Zeichen;
- schriftliche Warnhinweise (z. B. für Maschinen zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen).

c) Für deren sicheren Gebrauch, z. B.:

- maximale Drehzahl rotierender Teile;
- größter Durchmesser von Werkzeugen;
- Gewicht (von abnehmbaren Teilen usw.);
- Notwendigkeit zum Tragen persönlicher Schutzausrüstung;
- Daten über die Einstellung von trennenden Schutzeinrichtungen;
- Häufigkeit von Inspektionen.

Informationen, mit denen die Maschine direkt beschriftet ist, sollten während der erwarteten Lebensdauer der Maschine dauerhaft und lesbar bleiben.

Zeichen oder schriftliche Warnhinweise nur mit der Aufschrift "Gefahr" dürfen nicht verwendet werden.

Kennzeichnungen, Zeichen und schriftliche Warnhinweise müssen leicht verständlich und unverwechselbar sein, besonders was den Teil der Funktion(en) der Maschine betrifft, auf den sie sich beziehen. Gut verständliche Zeichen (Piktogramme) sollten bevorzugt vor schriftlichen Warnhinweisen angewendet werden.

Die Zeichen und Piktogramme sollten nur angewendet werden, wenn sie in dem Kulturkreis, in dem die Maschine eingesetzt werden soll, verständlich sind.

Schriftliche Warnhinweise müssen in der (den) Sprache(n) des Landes, in dem die Maschine benutzt wird, und auf Anforderung auch in der dem (den) Operator(en) verständlichen Sprache(n) abgefaßt sein.

Kennzeichnungen müssen mit den anerkannten Normen übereinstimmen (siehe die als Beispiel angegebenen Normen in Anhang "Literaturhinweise", besonders für Piktogramme, Symbole, Farben usw.).

Zu Kennzeichnungen von elektrischen Ausrüstungen siehe EN 60204-1.

5.5 Begleitunterlagen (insbesondere Betriebsanleitung)

5.5.1 Inhalt

Die Betriebsanleitung oder andere schriftliche Anweisungen (z. B. auf der Verpackung) sollten unter anderem folgendes enthalten:

- a) Angaben über Transport, Handhabung und Lagerung der Maschine, z. B.:
 - Lagerbedingungen für die Maschine;
 - Maße, Gewichtsangaben, Lage des (der) Schwerpunkte(s);
 - Angaben zur Handhabung (z. B. Zeichnungen, die die Befestigungspunkte für Hebezeuge angeben).
- b) Angaben über die Inbetriebnahme der Maschine, z. B.:
 - Anforderungen an Befestigung/Verankerung und Vibrationsdämpfung;
 - Bedingungen für Aufbau und Montage;
 - Platzbedarf für Betrieb und Instandhaltung;
 - zulässige Umgebungsbedingungen (z. B. Temperatur, Feuchtigkeit, Vibration, elektromagnetische Strahlung);
 - Angaben zum Anschließen der Maschine an die Energieversorgung (besonders über den Schutz gegen elektrische Überlast);
 - Angaben über Abfallbeseitigung/Entsorgung;
 - falls erforderlich, Empfehlungen über Schutzmaßnahmen, die vom Benutzer zu treffen sind (besondere Schutzeinrichtungen, Sicherheitsabstände, Warnzeichen und -signale usw.).
- c) Angaben über die Maschine, z. B.:
 - genaue Beschreibung der Maschine, des Zubehörs, der trennenden Schutzeinrichtungen und/oder der nicht trennenden Schutzeinrichtungen;
 - gesamter Anwendungsbereich, für den die Maschine vorgesehen ist, einschließlich der verbotenen Anwendungen, wobei, falls zutreffend, Varianten der Originalmaschine zu berücksichtigen sind;
 - Diagramme (besonders schematische Darstellungen der Sicherheitsfunktionen wie in EN 292-1, 3.13 definiert);
 - Daten über den von der Maschine erzeugten Lärm und Vibrationen, über die Emissionen von Strahlung, Gasen, Dämpfen, Stäuben, die von der Maschine ausgehen, mit Hinweisen auf das Meßverfahren, sofern sich dies auf einen möglichen Schaden bezieht;
 - technische Unterlagen über die elektrische Ausrüstung (siehe EN 60204-1:1997, Abschnitt 18);
 - Unterlagen, die bestätigen, daß die Maschine den verbindlichen Anforderungen entspricht.
- d) Angaben zur Verwendung der Maschine, z. B.:
 - bestimmungsgemäße Verwendung;
 - Beschreibung der Stellteile;
 - Anleitungen zu Einricht- und Einstellarbeiten;

- Betriebsarten und die Mittel zum Stillsetzen (besonders im Notfall);
 - Angaben über mögliche Risiken, die trotz der vom Konstrukteur getroffenen Sicherheitsmaßnahmen nicht ausgeschlossen werden können;
 - Angaben über besondere Risiken, die bei bestimmten Verwendungen und bei Anwendung bestimmten Zubehörs bestehen könnten, und über spezifische Schutzeinrichtungen, die für derartige Verwendungen notwendig sind;
 - Angaben über vernünftigerweise vorhersehbaren Mißbrauch und verbotene Anwendungen;
 - Anleitungen zur Fehlererkennung und Ortung, für Reparatur und Wiederinbetriebsetzung nach einem Eingriff;
 - falls erforderlich, Hinweise über zu benutzende persönliche Schutzausrüstung und erforderliche Ausbildung.
- e) Angaben zur Instandhaltung, z. B.:
- Art und Häufigkeit von Inspektionen von direkt wirkenden Sicherheitsfunktionen;
 - Angaben zu Eingriffen bei Instandhaltungen, die bestimmtes Fachwissen oder besondere Fähigkeiten erfordern und deshalb nur von geschultem Personal (Instandhaltungspersonal, Fachleute) durchgeführt werden sollten;
 - Anleitung zu Instandhaltungsarbeiten (Auswechseln von Teilen), deren Ausführung keine besonderen Fähigkeiten erfordert und die demzufolge von Benutzern (z. B. Operatoren) durchgeführt werden können;
 - Zeichnungen und Diagramme, die dem Instandhaltungspersonal eine rationelle Erfüllung ihrer Aufgaben (besonders Fehlerdiagnose) ermöglichen.
- f) Angaben über Außerbetriebnahme, Abbau und, soweit es die Sicherheit betrifft, Entsorgung.
- g) Angaben für den Notfall, z. B.:
- Art der zu verwendenden Feuerlöschschrüstung;
 - Warnhinweise über mögliche Emission/Leckage von schädlichen Stoffen und, falls möglich, Angaben über Mittel zu deren Bekämpfung.
- h) Anleitungen zur Instandhaltung für geschultes Personal (zweiter Anstrich in e) und Anleitungen zur Instandhaltung für ungeschultes Personal (dritter Anstrich in e) sollten deutlich getrennt voneinander erscheinen.

5.5.2 Erstellen der Betriebsanleitung

- a) Art und Größe der Schrift müssen bestmögliche Lesbarkeit sicherstellen. Sicherheits- und/oder Warnhinweise sollten durch Farben, Symbole und/oder große Schrift hervorgehoben werden.
- b) Benutzerinformationen müssen in der (den) Amtssprache(n) des Landes angegeben werden, in dem die Maschine eingesetzt wird. Falls mehr als eine Sprache zu benutzen ist, sollte jede Sprache leicht von der (den) anderen Sprache(n) zu unterscheiden sein; angestrebt werden sollte der Zusammenhang von übersetztem Text und dazugehörigen Illustrationen.
- c) Sofern möglich, sollte der Text durch Illustrationen verdeutlicht werden. Illustrationen sollten mit schriftlichen Angaben ergänzt werden, z. B. um zu ermöglichen, Stellteile zu lokalisieren und zu erkennen; diese Illustrationen sollten vom Begleittext nicht getrennt werden und dem Arbeitsablauf folgen.
- d) Berücksichtigt werden sollte die Darstellung in Tabellenform, sofern das dem Verständnis dient. Tabellen sollten neben dem dazugehörigen Text stehen.
- e) Die Verwendung von Farben sollte in Erwägung gezogen werden, besonders bei Bauteilen, die schnell erkannt werden müssen.
- f) Falls die Betriebsanleitung umfangreich ist, sollte ein Inhaltsverzeichnis und/oder Stichwortverzeichnis hinzugefügt werden.

5.5.3 Hinweise zur Abfassung und Herausgabe der Benutzerinformation

- a) Beziehung zum Modell: die Informationen müssen sich eindeutig auf das spezielle Maschinenmodell beziehen.
- b) Kommunikationsprinzipien: werden Informationen erarbeitet, sollte der Kommunikationsablauf "Sehen – Denken – Anwenden" befolgt werden, um größten Nutzen zu erzielen, und den Arbeitsschritten folgen. Die Fragen "Wie?" und "Warum?" sollten vorweggenommen und beantwortet werden.
- c) Die Benutzerinformation muß so einfach und knapp wie möglich sein und sollte mit eindeutigen Benennungen und Einheiten ausgedrückt werden, in denen ungewöhnliche Fachbegriffe ausführlich erklärt werden.
- d) Falls vorherzusehen ist, daß die Maschine im nichtgewerblichen Bereich eingesetzt wird, sollten die Anleitungen so geschrieben sein, daß sie auch Laien problemlos verstehen können. Sofern für den sicheren Gebrauch der Maschine persönliche Schutzausrüstung erforderlich ist, sollte dazu ausdrücklich geraten werden und diese Information sollte am Ort des Verkaufs aushängen, bzw. sowohl auf der Verpackung als auch an der Maschine angebracht sein.
- e) Dauerhaftigkeit und Verfügbarkeit der Unterlagen: Unterlagen, die Anleitungen für den Gebrauch geben, sollten in haltbarer Form hergestellt werden (d. h., sie sollten dem häufigen Gebrauch des Benutzers standhalten). Es wäre von Nutzen, sie mit der Aufschrift "Für künftige Verwendung aufbewahren" zu versehen.

6 Ergänzende Schutzmaßnahmen

Der Risikobeurteilung folgend müssen die Maßnahmen aus diesem Abschnitt entweder an der Maschine vorgenommen oder in der Benutzerinformation behandelt werden.

6.1 Vorsichtsmaßnahmen für Notfälle

6.1.1 Bauelemente und Bauteile zum Stillsetzen im Notfall

Wenn der Risikobeurteilung folgend eine Maschine mit Bauelementen und -teilen zum Einleiten eines Stillsetzens im Notfall ausgerüstet werden muß, damit es möglich ist, unmittelbare oder drohende Notsituationen abzuwenden, gelten folgende Anforderungen:

- die Stellteile müssen deutlich erkennbar, gut sichtbar und schnell zugänglich sein;
- der gefährdende Vorgang muß möglichst schnell gestoppt werden, ohne zusätzliche Gefährdungen hervorzurufen. Wenn dies nicht möglich ist oder das Risiko nicht verringert werden kann, sollte die Frage gestellt werden, ob die Realisierung der Funktion zum Stillsetzen im Notfall die beste Lösung ist;
- falls erforderlich, muß die Steuerung zum Stillsetzen im Notfall bestimmte Sicherungsbewegungen auslösen oder deren Auslösung ermöglichen.

ANMERKUNG Zu näheren Einzelheiten siehe auch EN 418.

Sobald die dem Befehl zum Stillsetzen im Notfall folgende Funktion ausgelöst worden ist, muß die Auswirkung dieses Befehls aufrechterhalten bleiben, bis die Rückstellung erfolgt. Die Rückstellung darf nur an der Stelle möglich sein, wo der Befehl zum Stillsetzen im Notfall erfolgt ist. Die Rückstellung des Befehls darf keinen Wiederanlauf der Maschine einleiten, sondern nur den erneuten Start zulassen.

Nähere Einzelheiten über die Konstruktion von elektrischen Bauelementen und -teilen zum Einleiten der Funktion zum Stillsetzen im Notfall sind in EN 60204-1:1997, 10.7 enthalten.

6.1.2 Vorsichtsmaßnahmen zur Befreiung und Rettung eingeschlossener Personen

Zu derartigen Vorsichtsmaßnahmen können z. B. gehören:

- Fluchtwege und Unterstände in Einrichtungen, die für den Operator gefährdende Fangstellen darstellen;
- Vorkehrungen zum Bewegen bestimmter Elemente nach einem Nothalt von Hand;
- Vorkehrungen zur Umkehrung der Bewegung von bestimmten Elementen;
- Verankerungspunkte für Abstiegeinrichtungen;
- Mittel zur Kommunikation, mit denen eingeschlossene Personen Hilfe herbeirufen können.

6.2 Sonstige zur Sicherheit beitragende Ausrüstungen, Systeme und Anordnungen

6.2.1 Vorkehrungen für die Instandhaltbarkeit einer Maschine

Siehe 3.13.

6.2.2 Vorkehrungen für Energietrennung und Energieabbau

Besonders in Hinblick auf Instandhaltung und Reparaturen muß jede Maschine mit den technischen Mitteln ausgestattet sein, die Trennung von Energiequellen und den Abbau der gespeicherten Energie durch folgende Maßnahmen ermöglichen:

- a) Trennen (Ausschalten, Abtrennen) der Maschine (oder bestimmter Teile der Maschine) von sämtlichen Energiequellen;
- b) falls notwendig (z. B. bei großen Maschinen oder Maschinenanlagen), Verriegeln (oder anderweitig Sichern) aller Trenneinrichtungen in der trennenden Stellung;
- c) Abbau oder Zurückhalten (Rückhaltung) von gespeicherter Energie, die zu einer Gefährdung führen kann;
- d) Feststellung durch eine sichere Arbeitsweise, daß die nach a), b) und c) durchgeführten Maßnahmen die gewünschte Wirkung erzielt haben.

(Siehe EN 1037).

6.2.3 Maßnahmen zur leichten und sicheren Handhabung von Maschinen und zugehöriger schwerer Teile

Maschinen und schwere Maschinenteile, die nicht von Hand bewegt oder transportiert werden können, müssen mit geeigneten Anbringungsmöglichkeiten für den Transport mit Hebezeugen versehen sein oder versehen werden können.

Diese Anbringungsmöglichkeiten oder Vorrichtungen können sein:

- genormte Transportvorrichtungen mit Schlingen, Haken, Transportösen oder Bohrungen mit Innengewinde zum Befestigen der Vorrichtung;
- Vorrichtungen zum automatischen Greifen mit einem Kranhaken, wenn die Befestigung vom Boden aus nicht möglich ist;
- Führungsnuten für Maschinen, die mit einem Flurförderzeug transportiert werden;
- Angabe des Gewichtes der Maschine und einiger demontierbarer Maschinenteile in Kilogramm (kg);
- Hebezeuge und Vorrichtungen, die in die Maschine integriert sind.

Maschinenteile, die beim Betrieb von Hand entfernt werden können, müssen mit Mitteln für das sichere Entfernen und das sichere Austauschen ausgestattet und sollten mit Gewichtsangaben gekennzeichnet sein.

6.2.4 Vorkehrungen für sicheren Zugang zu Maschinen

Maschinen müssen so konstruiert sein, daß es einer Person möglich ist, sämtliche Routinearbeiten wie Einstellen, und/oder Instandhaltung weitgehend vom Boden aus durchzuführen.

Wo das nicht möglich ist, müssen die Maschinen mit fest eingebauten Arbeitsbühnen, Treppenstufen oder sonstigen Einrichtungen versehen sein, die einen sicheren Zugang für diese Arbeiten bieten; es sollte jedoch darauf geachtet werden, daß derartige Bühnen oder Treppen keinen Zugang zu Gefährdungsbereichen der Maschine gewähren. Wo weniger häufiger Zugang notwendig ist, können ortsfeste Leitern mit Geländer verwendet werden.

Gangbereiche müssen aus Werkstoffen bestehen, die, soweit es unter den Arbeitsbedingungen praktisch durchführbar ist, möglichst rutschfest bleiben, und in Abhängigkeit von der Höhe über dem Boden mit geeigneten Geländern, Pfosten, Fußleisten und/oder Handläufen versehen sind.

In großen, automatisch arbeitenden Anlagen muß besondere Aufmerksamkeit auf sichere Zugänge wie Fußgängerwege, Förderbrücken und Übergänge gerichtet werden.

Zugangseinrichtungen zu Maschinen, die sich in einer bestimmten Höhe befinden, müssen mit gemeinsam angewendeten Schutzeinrichtungen gegen Abstürzen ausgerüstet werden. Wenn erforderlich, müssen Befestigungspunkte für eine persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz vorgesehen werden (z. B. in Lastenträgern an Maschinen zum Anheben von Personen oder bei höhenverfahrbaren Steuerständen).

Öffnungen sollten möglichst immer in Richtung der sicheren Position zu öffnen sein. Sie müssen so konstruiert werden, daß Gefährdungen durch unbeabsichtigtes Öffnen verhindert werden.

Die erforderlichen Hilfsmittel für den Zugang müssen vorgesehen werden (z. B. Stufen, Handläufe), und die Steuereinrichtungen müssen so konstruiert und angeordnet werden, um deren unberechtigte Verwendung zu diesem Zweck zu verhindern.

Maschinen zum Anheben von Gütern und/oder Personen einschließlich von Anhaltepositionen an bestimmten Höhen müssen mit verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen ausgerüstet sein, die einen Absturz verhindern, wenn sich die Plattform nicht an der vorgeschriebenen Höhe befindet. Wenn die trennende Schutzeinrichtung geöffnet ist, müssen Bewegungen der Plattform verhindert sein.

Zur ausführlichen Beschreibung von Maßnahmen siehe prEN 12437-1, prEN 12437-2, prEN 12437-3 und prEN 12437-4.

6.2.5 Vorkehrungen für die Standsicherheit von Maschinen und Maschinenteilen

Siehe 3.14 und 4.1.6.

6.2.6 Vorhaltung von Diagnosesystemen zur Fehlersuche und -behebung

Siehe 3.7.13.

Anhang A (informativ)

Anhang I der Maschinen-Richtlinie 98/37/EG

GRUNDLEGENDE SICHERHEITS- UND GESUNDHEITSANFORDERUNGEN BEI KONZIPIERUNG UND BAU VON MASCHINEN UND SICHERHEITSBAUTEILEN

In diesem Anhang bezeichnet der Begriff „Maschine“ entweder eine „Maschine“ im Sinne von Artikel 1 Absatz 2 oder ein „Sicherheitsbauteil“ im Sinne von Artikel 1 Absatz 2.

VORBEMERKUNGEN

1. Die Verpflichtungen aufgrund der grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen finden nur Anwendung, wenn von der betreffenden Maschine bei Verwendung unter den vom Hersteller vorgesehenen Bedingungen die entsprechende Gefahr ausgeht. Die Anforderungen 1.1.2, 1.7.3 und 1.7.4 gelten jedoch für alle unter diese Richtlinie fallenden Maschinen.
2. Die in dieser Richtlinie aufgeführten grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen sind bindend. Es ist jedoch möglich, daß die damit gesetzten Ziele beim gegebenen Stand der Technik nicht erreicht werden. In diesem Fall muß die Maschine soweit wie irgend möglich auf diese Ziele hin konzipiert und gebaut werden.

3. Die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen wurden nach Maßgabe der Gefahren zusammengefaßt, die sie abdecken.

Von den Maschinen geht eine Reihe von Gefahren aus, die in mehreren Kapiteln dieses Anhangs behandelt werden können.

Der Hersteller ist verpflichtet, eine Gefahrenanalyse vorzunehmen, um alle mit seiner Maschine verbundenen Gefahren zu ermitteln; er muß die Maschine dann unter Berücksichtigung seiner Analyse entwerfen und bauen.

1. GRUNDLEGENDE SICHERHEITS- UND GESUNDHEITSANFORDERUNGEN BEI KONZIPIERUNG UND BAU VON MASCHINEN

1.1. Allgemeines

1.1.1. Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieser Richtlinie gilt als

- 1) „Gefahrenbereich“ der Bereich innerhalb und/oder im Umkreis einer Maschine, in dem die Sicherheit oder die Gesundheit einer Person durch den Aufenthalt in diesem Bereich gefährdet wird;
- 2) „gefährdete Person“ eine Person, die sich ganz oder teilweise in einem Gefahrenbereich befindet;
- 3) „Bedienungspersonal“ die Person(en), die für Installation, Betrieb, Rüsten, Wartung, Reinigung, Störungsbeseitigung und Transport einer Maschine zuständig ist (sind).

1.1.2. Grundsätze für die Integration der Sicherheit

- a) Durch die Bauart der Maschinen muß gewährleistet sein, daß Betrieb, Rüsten und Wartung bei bestimmungsgemäßer Verwendung ohne Gefährdung von Personen erfolgen.

Die Maßnahmen müssen darauf abzielen, Unfallrisiken während der voraussichtlichen Lebensdauer der Maschine, einschließlich der Zeit, in der die Maschine montiert und demontiert wird, selbst in den Fällen auszuschließen, in denen sich die Unfallrisiken aus vorhersehbaren ungewöhnlichen Situationen ergeben.

- b) Bei der Wahl der angemessensten Lösungen muß der Hersteller folgende Grundsätze anwenden, und zwar in der angegebenen Reihenfolge:

- Beseitigung oder Minimierung der Gefahren (Integration des Sicherheitskonzepts in die Entwicklung und den Bau der Maschine);
- Ergreifen von notwendigen Schutzmaßnahmen gegen nicht zu beseitigende Gefahren;
- Unterrichtung der Benutzer über die Restgefahren aufgrund der nicht vollständigen Wirksamkeit der getroffenen Schutzmaßnahmen; Hinweis auf eine eventuell erforderliche Spezialausbildung und persönliche Schutzausrüstung.

- c) Bei der Entwicklung und dem Bau der Maschine sowie bei der Ausarbeitung der Betriebsanleitung muß der Hersteller nicht nur den normalen Gebrauch der Maschine in Betracht ziehen, sondern auch die nach vernünftigem Ermessen zu erwartende Benutzung der Maschine.

Die Maschine ist so zu konzipieren, daß eine nicht ordnungsgemäße Verwendung verhindert wird, falls diese ein Risiko mit sich bringt. Gegebenenfalls ist in der Betriebsanleitung auf sachwidrige Verwendungen der Maschine besonders hinzuweisen, die erfahrungsgemäß vorkommen können.

- d) Bei bestimmungsgemäßer Verwendung müssen Belästigung, Ermüdung und psychische Belastung (Stress) des Bedienungspersonals unter Berücksichtigung der ergonomischen Prinzipien auf das mögliche Mindestmaß reduziert werden.
- e) Der Hersteller muß bei der Konzipierung und dem Bau der Maschine den Belastungen Rechnung tragen, die dem Bedienungspersonal durch die notwendige oder voraussichtliche Benutzung von persönlichen Schutzausrüstungen (zum Beispiel: Schuhe, Handschuhe usw.) auferlegt werden.
- f) Die Maschine muß mit allen wesentlichen Spezialausrüstungen oder -zubehörteilen geliefert werden, damit sie risikofrei gerüstet, gewartet und betrieben werden kann.

1.1.3. Materialien und Erzeugnisse

Die für den Bau der Maschine eingesetzten Materialien oder die bei ihrer Benutzung verwendeten und entstehenden Produkte dürfen nicht zur Gefährdung der Sicherheit und der Gesundheit der gefährdeten Personen führen.

Insbesondere bei der Verwendung von Fluiden (Druckmedien) muß die Maschine so konzipiert und gebaut sein, daß sie ohne Gefährdung aufgrund von Einfüllung, Verwendung, Rückgewinnung und Beseitigung benutzt werden kann.

1.1.4. Beleuchtung

Die Maschine ist vom Hersteller mit einer den Arbeitsgängen entsprechenden Beleuchtung auszustatten, falls das Fehlen einer solchen Beleuchtung trotz normaler Raumbeleuchtung ein Risiko verursachen kann.

Der Hersteller muß darauf achten, daß es weder einen störenden Schattenbereich noch störende Blendung oder einen gefährlichen stroboskopischen Effekt aufgrund der vom Hersteller gelieferten Beleuchtung gibt.

Falls bestimmte innenliegende Einrichtungen häufig geprüft werden müssen, müssen sie mit geeigneter Beleuchtung versehen sein. Das gleiche gilt für die Rüst- und Wartungsbereiche.

1.1.5 Konzipierung der Maschine im Hinblick auf die Handhabung

Die Maschine oder jedes ihrer Bestandteile müssen

- gefahrlos gehandhabt werden können;
- so verpackt oder konzipiert sein, daß sie ohne Beschädigungen und Gefahren zwischengelagert werden können (z. B.: ausreichende Stabilität, besondere Abstützungen usw.).

Wenn sich die Maschine oder ihre Bestandteile aufgrund ihres Gewichts, ihrer Abmessungen oder ihrer Form nicht von Hand bewegen lassen, muß die Maschine oder jeder ihrer Bestandteile

- entweder mit Zubehörteilen ausgestattet sein, so daß sie von einer Lastaufnahmeeinrichtung aufgenommen werden können,
- oder so konzipiert sein, daß sie mit solchen Zubehörteilen ausgerüstet werden können (Gewindebohrungen zum Beispiel),
- oder so geformt sein, daß die üblichen Lastaufnahmeeinrichtungen leicht angelegt werden können.

Maschinen bzw. Maschinenteile, die von Hand transportiert werden müssen

- entweder leicht transportierbar sein
- oder über Tragevorrichtungen (z. B. Griffe usw.) für einen sicheren Transport verfügen.

Für die Handhabung von Werkzeugen und/oder Maschinenteilen, die auch bei geringem Gewicht (aufgrund ihrer Form, ihres Werkstoffs usw.) eine Gefahr darstellen können, sind besondere Vorkehrungen zu treffen.

1.2. Steuerungen und Befehlseinrichtungen

1.2.1. Sicherheit und Zuverlässigkeit von Steuerungen

Steuerungen sind so zu konzipieren und zu bauen, daß sie sicher und zuverlässig funktionieren und somit keine gefährlichen Situationen entstehen. Insbesondere müssen sie so konzipiert und gebaut sein, daß

- sie den zu erwartenden Betriebsbeanspruchungen und Fremdeinflüssen standhalten;
- Fehler in der Logik zu keiner gefährlichen Situation führen.

1.2.2 Stellteile

Stellteile müssen

- deutlich sichtbar und kenntlich und gegebenenfalls zweckmäßig gekennzeichnet sein;
- so angebracht sein, daß ein sicheres, unbedenkliches, schnelles und eindeutiges Betätigen möglich ist;
- so konzipiert sein, daß das Betätigen des Stellteils mit der jeweiligen Steuerwirkung kohärent ist;
- außerhalb der Gefahrenbereiche angeordnet sein, erforderlichenfalls mit Ausnahme bestimmter Stellteile wie solcher von Notbefehlseinrichtungen oder von Stellteilen auf Pulten zur Programmierung von Robotern;
- so liegen, daß ihr Betätigen nicht zusätzliche Gefahren hervorruft;

- so konzipiert oder geschützt sein, daß die beabsichtigte Wirkung, falls sie eine Gefahr hervorrufen kann, nicht ohne absichtliches Betätigen eintreten kann;
- so gefertigt werden, daß sie vorhersehbaren Beanspruchungen standhalten; dies gilt insbesondere für Stellteile von Notbehelfseinrichtungen, die in hohem Maße beansprucht werden können.

Ist ein Stellteil für mehrere verschiedene Wirkungen konzipiert und gebaut, d. h., ist seine Wirkung nicht eindeutig (zum Beispiel bei der Verwendung von Tastaturen usw.), so muß die jeweilige Steuerwirkung unmißverständlich angezeigt und erforderlichenfalls bestätigt werden.

Die Stellteile müssen so gestaltet sein, daß unter Berücksichtigung der ergonomischen Prinzipien, ihre Anordnung, ihre Bewegungsrichtung und ihr Widerstand mit der Steuerwirkung kompatibel sind. Die Belastungen aufgrund der notwendigen oder voraussichtlichen Verwendung persönlicher Schutzausrüstungen (zum Beispiel Schuhe, Handschuhe usw.) müssen in Betracht gezogen werden.

Die Maschine muß mit sicherheitsrelevanten Anzeigevorrichtungen (Skalen, Signalanzeigen usw.) und Hinweisen versehen sein. Das Bedienungspersonal muß diese Anzeigevorrichtung vom Bedienungsstand aus einsehen können.

Vom Hauptbedienungsstand aus muß sich das Bedienungspersonal vergewissern können, daß sich keine gefährdeten Personen in den Gefahrenbereichen aufhalten.

Ist dies nicht möglich, muß die Steuerung so konzipiert und gebaut sein, daß der Inbetriebnahme ein akustisches und/oder optisches Warnsignal vorgeschaltet ist. Die gefährdete Person muß die Zeit und die Möglichkeit haben, das Ingangsetzen der Maschine rasch zu verhindern.

1.2.3. Ingangsetzen

Das Ingangsetzen einer Maschine darf nur durch absichtliche Betätigung einer hierfür vorgesehenen Befehlseinrichtung möglich sein.

Dies gilt auch

- für das Wiedereingangsetzen nach einem Stillstand, ungeachtet der Ursache für diesen Stillstand;
- für eine wesentliche Änderung des Betriebszustandes (z. B. der Geschwindigkeit, des Druckes usw.),

sofern dieses Wiedereingangsetzen oder diese Änderung des Betriebszustandes für die gefährdeten Personen nicht völlig gefahrlos erfolgt.

Diese grundlegende Anforderung gilt nicht für das Wiedereingangsetzen oder die Änderung des Betriebszustandes bei der normalen Befehlsabfolge im Automatikbetrieb.

Verfügt eine Maschine über mehrere Befehlseinrichtungen zum Ingangsetzen und kann sich daher das Bedienungspersonal gegenseitig gefährden, so müssen zusätzliche Einrichtungen (z. B. Zustimmungsschalter oder Wahlschalter, die nur jeweils eine Befehlseinrichtung zum Ingangsetzen wirksam werden lassen) vorgesehen werden, um diese Gefahr auszuschließen.

Das Wiedereingangsetzen einer automatischen Anlage im Automatikbetrieb nach einer Abschaltung muß leicht durchführbar sein, nachdem die Sicherheitsbedingungen erfüllt sind.

1.2.4. Stillsetzen

Normales Stillsetzen

Jede Maschine muß mit einer Befehlseinrichtung zum sicheren Stillsetzen der gesamten Maschine ausgerüstet sein.

Jeder Arbeitsplatz muß mit einer Befehlseinrichtung ausgerüstet sein, mit der sich entsprechend der Gefahrenlage alle beweglichen Teile der Maschine bzw. bestimmte bewegliche Teile stillsetzen lassen, um die Maschine in einen sicheren Zustand zu versetzen. Der Befehl zum Stillsetzen der Maschine muß den Befehlen zum Ingangsetzen übergeordnet sein.

Ist die Maschine oder sind ihre gefährlichen Teile stillgesetzt, so muß die Energieversorgung des Antriebs unterbrochen werden.

Stillsetzen im Notfall

Jede Maschine muß mit einer oder mehreren Notbefehlseinrichtungen ausgerüstet sein, durch die unmittelbar drohende oder eintretende gefährliche Situationen vermieden werden können. Hiervon ausgenommen sind

- Maschinen, bei denen durch die Notbefehlseinrichtung die Gefahr nicht gemindert werden kann, da die Notbefehlseinrichtung entweder die Zeit bis zum normalen Stillsetzen nicht verkürzt oder es nicht ermöglicht, besondere, wegen der Gefahr erforderliche Maßnahmen zu ergreifen;
- in der Hand gehaltene bzw. von Hand geführte Maschinen.

Diese Befehlseinrichtung muß

- deutlich kenntliche, gut sichtbare und schnell zugängliche Stellteile haben;
- das möglichst schnelle Stillsetzen des gefährlichen Bewegungsvorgangs bewirken, ohne daß sich hierdurch zusätzliche Gefahrenmomente ergeben;
- eventuell bestimmte Sicherungsbewegungen auslösen oder eine Auslösung zulassen.

Wenn die Notbehelfseinrichtung nach Auslösung eines Not-Aus-Befehls nicht mehr betätigt wird, muß dieser Befehl durch die Blockierung der Notbefehlseinrichtung bis zu ihrer Freigabe aufrechterhalten bleiben; es darf nicht möglich sein, die Einrichtung zu blockieren, ohne daß diese einen Not-Aus-Befehl auslöst; die Einrichtung darf nur durch eine geeignete Betätigung freigegeben werden können; durch die Freigabe darf die Maschine nicht wieder in Gang gesetzt, sondern nur das Wiedereingangsetzen ermöglicht werden.

Verkettete Anlagen

Bei Maschinen oder Maschinenteilen, die für ein Zusammenwirken konzipiert sind, muß der Hersteller die Maschine so konzipieren und bauen, daß die Befehlseinrichtungen zum Stillsetzen, einschließlich der Notbefehlseinrichtung, nicht nur die Maschine stillsetzen können, sondern auch alle vor- und/oder nachgeschalteten Einrichtungen, falls deren weiterer Betrieb eine Gefahr darstellen kann.

1.2.5. Betriebsartenwahlschalter

Die gewählte Steuerungsart muß allen anderen Steuerfunktionen außer der für die Notbefehlseinrichtung übergeordnet sein.

Ist die Maschine so konzipiert und gebaut worden, daß mehrere Steuerungsabläufe oder Betriebsarten mit unterschiedlichen Sicherheitsstufen möglich sind (z. B. für Rüsten, Wartung, Inspektion usw.), so muß sie mit einem in jeder Stellung abschließbaren Betriebsartenwahlschalter versehen sein. Jede Stellung des Wahlschalters darf nur einer Steuer- oder Betriebsart entsprechen.

Der Wahlschalter kann durch andere Wahlmittel ersetzt werden, durch die nur bestimmte Gruppen von Bedienungspersonal bestimmte Funktionen der Maschinen ausführen können (z. B. Zugriffscode für bestimmte numerische Steuerfunktionen usw.).

Ist bei bestimmten Arbeitsgängen ein Betrieb der Maschine bei aufgehobener Schutzwirkung der Schutzeinrichtungen erforderlich, so sind der entsprechenden Wahlschalterstellung folgende Steuerungsvorgaben zuzuordnen:

- die Automatiksteuerung wird gesperrt;
- es sind nur Bewegungen möglich, wenn die Befehlseinrichtungen kontinuierlich betätigt werden (Befehlseinrichtungen mit selbsttätiger Rückstellung);
- gefährliche Bewegungen von Teilen sind nur unter verschärften Sicherheitsbedingungen möglich (z. B. reduzierte Geschwindigkeit, reduzierte Leistung, Schrittbetrieb oder sonstige geeignete Vorkehrungen), und Gefahren, die sich aus Befehlsverkettungen ergeben, werden ausgeschaltet;
- Maschinenbewegungen, die aufgrund einer direkten oder indirekten Einwirkung auf maschineninterne Sensoren eine Gefahr darstellen können, werden gesperrt.

Vom Betätigungsplatz des Wahlschalters aus müssen sich die jeweils betriebenen Maschinenteile steuern lassen.

1.2.6. Störung der Energieversorgung

Eine Unterbrechung, eine Wiederkehr der Energieversorgung nach einer Unterbrechung oder eine sonstige Änderung der Energieversorgung der Maschine darf nicht zu gefährlichen Situationen führen.

Insbesondere ist folgendes auszuschließen:

- unbeabsichtigtes Ingangsetzen;
- Nichtausführung eines bereits erteilten Befehls zum Stillsetzen;
- Herabfallen oder Herausschleudern eines beweglichen Maschinenteils oder eines von der Maschine gehaltenen Werkstücks;
- Verhinderung des automatischen oder manuellen Stillsetzens von beweglichen Teilen jeglicher Art;
- Ausfall von Schutzeinrichtungen.

1.2.7. Störung des Steuerkreises

Ein Defekt in der Logik des Steuerkreises, eine Störung oder Beschädigung des Steuerkreises darf nicht zu gefährlichen Situationen führen.

Insbesondere ist folgendes auszuschließen:

- unbeabsichtigtes Ingangsetzen;
- Nichtausführung eines bereits erteilten Befehls zum Stillsetzen;
- Herabfallen oder Herausschleudern eines beweglichen Maschinenteils oder eines von der Maschine gehaltenen Werkstücks;
- Verhinderung des automatischen oder manuellen Stillsetzens von beweglichen Teilen jeglicher Art;
- Ausfall von Schutzeinrichtungen.

1.2.8. Software

Die Software für den Dialog zwischen Bedienungspersonal und Steuer- oder Kontrollsystem einer Maschine ist nach den Grundsätzen der Benutzerfreundlichkeit auszulegen.

1.3. Schutzmaßnahmen gegen mechanische Gefahren

1.3.1. Stabilität

Die Maschine sowie ihre Bestandteile und ihre Ausrüstungsteile müssen so konzipiert und gebaut sein, daß sie unter den vorgesehenen Betriebsbedingungen (gegebenenfalls unter Berücksichtigung der Klimabedingungen) ausreichend stabil sind und benutzt werden können, ohne daß die Gefahr eines unbeabsichtigten Umstürzens, Herabfallens oder Verrückens besteht.

Kann aufgrund der Form der Maschine oder der vorgesehenen Installation eine ausreichende Stabilität nicht gewährleistet werden, müssen geeignete Befestigungsmittel vorgesehen und in der Betriebsanleitung angegeben werden.

1.3.2. Bruchgefahr beim Betrieb

Die verschiedenen Teile der Maschine sowie die Verbindungen untereinander müssen den Belastungen während der bestimmungsgemäßen Verwendung standhalten können.

Die verwendeten Materialien müssen eine der bestimmungsgemäßen Verwendung angepaßte, ausreichende Widerstandsfähigkeit aufweisen, insbesondere in bezug auf Ermüdung, Alterung, Korrosion und Verschleiß.

Der Hersteller muß in der Betriebsanleitung Art und Intervall von sicherheitsrelevanten Inspektions- und Wartungsarbeiten angeben. Gegebenenfalls ist dort auf verschleißanfällige Teile und Kriterien für den Austausch hinzuweisen.

Besteht trotz der getroffenen Vorsichtsmaßnahmen noch Berst- oder Bruchgefahr (im Fall von Schleifscheiben zum Beispiel), müssen die betreffenden beweglichen Teile so montiert und angeordnet sein, daß ihre Bruchstücke bei einem Bruch zurückgehalten werden.

Starre oder elastische Leitungen, die Fluide – insbesondere unter hohem Druck – führen, müssen den vorgesehenen inneren und äußeren Belastungen standhalten. Sie müssen gut befestigt und/oder vor jeglicher aggressiver Einwirkung von außen geschützt sein. Es sind Vorkehrungen zu treffen, damit sie im Fall des Bruchs keine Gefahren verursachen können (plötzliche Bewegungen, unter hohem Druck austretender Strahl usw.).

Bei automatischer Zuführung des Werkstücks zum Werkzeug müssen folgende Bedingungen erfüllt sein, um Risiken für die gefährdeten Personen (z. B. durch Werkzeugbruch) auszuschließen:

- Bei Berührung zwischen Werkzeug und Werkstück muß das Werkzeug seine normalen Arbeitsbedingungen erreicht haben.
- Wird das Werkzeug absichtlich oder zufällig in Betrieb gesetzt und/oder angehalten, so müssen Zuführbewegungen und Werkzeugbewegung synchron verlaufen.

1.3.3. Gefahren durch herabfallende und herausgeschleuderte Gegenstände

Es müssen Vorkehrungen getroffen werden, um das Herabfallen oder das Herausschleudern von eventuell gefährlichen Gegenständen (bearbeitete Werkstücke, Werkzeuge, Späne, Bruchstücke, Abfälle usw.) zu vermeiden.

1.3.4. Gefahren durch Oberflächen, Kanten, Ecken

Die zugänglichen Maschinenteile dürfen – sofern dies ihre Funktion zuläßt – weder scharfe Kanten und Ecken noch raue Oberflächen aufweisen, die zu Verletzungen führen können.

1.3.5. Gefahren durch mehrfach kombinierte Maschinen

Kann die Maschine mehrere unterschiedliche Arbeitsgänge ausführen, wobei zwischen jedem Arbeitsgang das Werkstück von Hand abgenommen wird (mehrfach kombinierte Maschine), so muß sie so konzipiert und gebaut sein, daß jedes Teil auch getrennt verwendet werden kann, ohne daß die übrigen Teile für die gefährdete Person eine Gefahr oder Behinderung darstellen.

Dazu muß jedes Teil, sofern es nicht gesichert ist, einzeln inganggesetzt und stillgesetzt werden können.

1.3.6. Gefahren durch Änderung der Drehzahl der Werkzeuge

Ist die Maschine für die Durchführung von Arbeitsgängen unter verschiedenen Verwendungsbedingungen konzipiert (z. B. bezüglich der Geschwindigkeit und Energieversorgung), muß sie so konzipiert und gebaut sein, daß diese Bedingungen gefahrlos und zuverlässig gewählt und eingestellt werden können.

1.3.7. Verhütung von Gefahren durch bewegliche Teile

Die beweglichen Teile der Maschine müssen so konzipiert, gebaut und angeordnet sein, daß Gefahren vermieden werden oder – falls weiterhin Gefahren bestehen – mit Schutzeinrichtungen in der Weise versehen sein, daß jedes Risiko durch Erreichen der Gefahrstelle, das zu Unfällen führen kann, ausgeschlossen wird.

Es müssen alle erforderlichen Vorkehrungen getroffen werden, um ein ungewolltes Blockieren der beweglichen Arbeitselemente zu verhindern. Kann es trotz der getroffenen Vorkehrungen zu einer Blockierung kommen, so müssen herstellenseitig spezielle Schutzeinrichtungen, spezielles Werkzeug, die Betriebsanleitung und gegebenenfalls auf der Maschine selbst angebrachte Hinweise mitgeliefert werden, damit sich die Blockierung gefahrlos lösen läßt.

1.3.8. Auswahl der Schutzeinrichtungen gegen Gefahren durch bewegliche Teile

Die für den Schutz gegen Gefahren durch bewegliche Teile verwendeten Schutzeinrichtungen müssen entsprechend der jeweiligen Gefahr ausgewählt werden. Die folgenden Angaben müssen bei der Auswahl herangezogen werden.

A. Bewegliche Teile der Kraftübertragung

Zum Schutz der gefährdeten Personen gegen Gefahren durch bewegliche Teile der Kraftübertragung (wie z. B. Antriebsscheiben, Treibriemen, Zahnräder, Zahnstangen, Kraftübertragungswellen usw.) müssen

- feststehende Schutzeinrichtungen entsprechend den Anforderungen der Nummern 1.4.1 und 1.4.2.1
- oder bewegliche Schutzeinrichtungen entsprechend den Anforderungen der Nummern 1.4.1 und 1.4.2.2.A verwendet werden.

Die letztgenannte Lösung ist zu wählen, wenn häufige Eingriffe vorgesehen sind.

B. Bewegliche Teile, die am Arbeitsprozeß teilnehmen (Wirkbereich)

Zum Schutz der gefährdeten Personen vor Gefahren durch bewegliche Teile, die am Arbeitsprozeß teilnehmen (wie z. B. Schneidwerkzeuge, Pressenstößel, Walzen, in Bearbeitung befindliche Werkstücke usw.) müssen folgende Schutzeinrichtungen verwendet werden:

- falls möglich – feststehende Schutzeinrichtungen entsprechend den Anforderungen der Nummern 1.4.1 und 1.4.2.1
- oder andernfalls bewegliche Schutzeinrichtungen entsprechend den Anforderungen 1.4.1 und 1.4.2.2.B oder andere Schutzeinrichtungen wie Schutzeinrichtungen mit Annäherungsreaktion (z. B. Lichtschranken, Schaltmatten), ortsbindende Schutzeinrichtungen (z. B. Zweihandschaltungen) oder automatisch abweisende Schutzeinrichtungen entsprechend den Anforderungen der Nummern 1.4.1 und 1.4.3.

Können jedoch bestimmte am Arbeitsprozeß teilnehmende bewegliche Teile während ihres Betriebs aufgrund von Arbeitsgängen, die das Eingreifen des Bedienungspersonals in ihrer Nähe erfordern, nicht oder nur teilweise gesichert werden, so müssen diese Teile, soweit technisch möglich, versehen werden mit

- feststehenden Schutzeinrichtungen, entsprechend den Anforderungen der Nummern 1.4.1 und 1.4.2.1, so daß ein Erreichen der für den Arbeitsgang nicht benutzten beweglichen Teile nicht möglich ist,
- und mit verstellbaren Schutzeinrichtungen, entsprechend den Anforderungen der Nummern 1.4.1 und 1.4.2.3, um den Zugang auf die für den Arbeitsgang unbedingt notwendigen beweglichen Teile zu beschränken.

1.4. Anforderungen an Schutzeinrichtungen

1.4.1. Allgemeine Anforderungen

Die Schutzeinrichtungen

- müssen stabil gebaut sein;
- dürfen keine zusätzlichen Gefahren verursachen;
- dürfen nicht auf einfache Weise umgangen oder unwirksam gemacht werden können;
- müssen ausreichend Abstand zum Gefahrenbereich haben;
- dürfen die Beobachtung des Arbeitszyklus nicht mehr als notwendig einschränken;
- müssen die für die Werkzeugzu- und/oder -abführung oder für die Wartungsarbeiten erforderlichen Eingriffe möglichst ohne Demontage der Schutzeinrichtungen zulassen, wobei der Zugang auf den für die Arbeit notwendigen Bereich beschränkt sein muß.

1.4.2. Besondere Anforderungen an trennende Schutzeinrichtungen

1.4.2.1. Feststehende Schutzeinrichtungen

Feststehende Schutzeinrichtungen müssen fest an ihrem Platz gehalten werden.

Sie müssen durch Systeme befestigt sein, die nur mit Werkzeugen geöffnet werden können.

Soweit möglich, dürfen sie nach Lösen der Befestigungsmittel nicht in der Schutzstellung verbleiben.

1.4.2.2. Bewegliche Schutzeinrichtungen

A. Bewegliche Schutzeinrichtungen des Typs A müssen

- soweit möglich mit der Maschine verbunden bleiben, wenn sie geöffnet werden;
- mit einer Kopplung ausgerüstet sein, so daß die beweglichen Teile nicht in Gang gesetzt werden können, solange ein Erreichen dieser Teile möglich ist, und stillgesetzt werden, sobald sich die Schutzeinrichtung nicht mehr in Schließstellung befindet.

B. Bewegliche Schutzeinrichtungen des Typs B müssen so konzipiert und in die Steuerung der Maschine integriert werden, daß

- die beweglichen Teile nicht in Gang gesetzt werden können, solange ein Erreichen dieser Teile möglich ist;
- ein Erreichen beweglicher Teile während des Betriebs nicht möglich ist;
- ihre Einstellung nur durch eine absichtliche Handlung möglich ist, z. B. mit einem Werkzeug, Schlüssel usw.;
- bei Fehlen oder Störung eines ihrer Organe das Ingangsetzen verhindert wird oder die beweglichen Teile stillgesetzt werden;
- bei Gefahr des Herausschleuderns durch eine geeignete Auffangvorrichtung Schutz gewährleistet ist.

1.4.2.3. Zugangsbeschränkende verstellbare Schutzeinrichtungen

Verstellbare Schutzeinrichtungen, die den Zugang auf die für die Arbeit unbedingt notwendigen beweglichen Teile beschränken, müssen

- je nach Art der durchzuführenden Arbeit manuell oder automatisch verstellbar sein;
- leicht und ohne Werkzeug verstellt werden können;
- die Gefahr des Herausschleuderns soweit wie möglich verringern.

1.4.3. Besondere Anforderungen an nicht trennende Schutzeinrichtungen

Schutzeinrichtungen müssen so konzipiert und in die Steuerung der Maschine integriert werden, daß

- die beweglichen Teile nicht in Gang gesetzt werden können, solange sie vom Bedienungspersonal erreicht werden können;
- die beweglichen Teile während des Betriebs von gefährdeten Personen nicht erreicht werden können;

- ihre Einstellung nur durch eine absichtliche Handlung möglich ist, z. B. mit einem Werkzeug, Schlüssel usw.;
- bei Fehlen oder Störungen eines ihrer Organe das Ingangsetzen verhindert wird oder die beweglichen Teile stillgesetzt werden.

1.5. Schutzmaßnahmen gegen sonstige Gefahren

1.5.1. Gefahren durch elektrische Energie

Eine elektrisch angetriebene Maschine muß so konzipiert, gebaut und ausgerüstet sein, daß alle Gefahren aufgrund von Elektrizität vermieden werden oder vermieden werden können.

Soweit die Maschine unter die spezifischen Rechtsvorschriften betreffend elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen fällt, sind diese anzuwenden.

1.5.2. Gefahren durch statische Elektrizität

Die Maschine muß so konzipiert und gebaut sein, daß möglicherweise gefährliche elektrostatische Aufladungen vermieden oder beschränkt werden, und/oder mit Mitteln zum Ableiten versehen sein.

1.5.3. Gefahren durch nichtelektrische Energie

Eine mit nichtelektrischer Energie (z. B. hydraulischer, pneumatischer oder thermischer Energie usw.) angetriebene Maschine muß so konzipiert, gebaut und ausgerüstet sein, daß alle Gefahren, die von diesen Energiearten ausgehen können, vermieden werden.

1.5.4. Gefahren durch fehlerhafte Montagefehler

Fehler bei der Montage oder der erneuten Montage bestimmter Teile, die zu Gefahren führen könnten müssen durch die Bauart dieser Teile oder andernfalls durch Hinweise auf den Teilen selbst und/oder auf den Gehäusen unmöglich gemacht werden. Die gleichen Hinweise müssen auf den beweglichen Teilen und/oder auf ihrem Gehäuse stehen, wenn die Kenntnisse der Bewegungsrichtung für die Vermeidung einer Gefahr notwendig ist. Eventuell muß die Betriebsanleitung zusätzliche Informationen enthalten.

Kann ein fehlerhafter Anschluß eine Gefahr verursachen, so muß dies bei Fluidleitungen bzw. elektrischen Leitungen bereits durch die Bauart oder andernfalls durch Hinweise auf den Leitungen und/oder Klemmen unmöglich gemacht werden.

1.5.5. Gefahren durch extreme Temperaturen

Es müssen Vorkehrungen getroffen werden, um jegliche Verletzungsgefahr – durch Berührung oder Aufenthalt in unmittelbarer Umgebung – durch Teile oder Materialien mit hoher oder sehr niedriger Temperatur zu vermeiden.

Gefahren durch Spritzer von heißen oder sehr kalten Materialien müssen ermittelt werden. Falls solche Gefahren existieren, müssen die zur ihrer Vermeidung notwendigen Maßnahmen ergriffen werden und, falls dies technisch nicht möglich ist, müssen sie entschärft werden.

1.5.6. Brandgefahr

Die Maschine muß so konzipiert und gebaut sein, daß jegliche von der Maschine selbst oder durch Gase, Flüssigkeiten, Stäube, Dämpfe und andere von der Maschine freigesetzte oder verwendete Substanzen verursachte Brand- oder Überhitzungsgefahr vermieden wird.

1.5.7. Explosionsgefahr

Die Maschine muß so konzipiert und gebaut sein, daß jegliche Explosionsgefahr, die von der Maschine selbst oder von Gasen, Flüssigkeiten, Stäuben, Dämpfen und anderen von der Maschine freigesetzten oder verwendeten Substanzen ausgeht, vermieden wird.

Hierzu hat der Hersteller Maßnahmen zu treffen, um

- eine gefährliche Konzentration der betreffenden Stoffe zu vermeiden,
- eine Zündung explosionsfähiger Atmosphäre zu vermeiden,
- falls es dennoch zu einer Explosion kommen sollte, deren Auswirkungen auf die Umgebung auf ein ungefährliches Maß zu beschränken.

Dieselben Maßnahmen sind zu treffen, wenn die Maschine vom Hersteller für den Einsatz in explosionsfähiger Atmosphäre vorgesehen ist.

Die zu diesen Maschinen gehörenden elektrischen Betriebsmittel müssen hinsichtlich der Explosionsgefahr den geltenden Einzelrichtlinien entsprechen.

1.5.8. Gefahren durch Lärm

Die Maschine muß so konzipiert und gebaut sein, daß Gefahren durch Lärmemission auf das unter Berücksichtigung des technischen Fortschritts und der verfügbaren Mittel zur Lärminderung, vornehmlich an der Quelle, erreichbare niedrigste Niveau gesenkt werden.

1.5.9. Gefahren durch Vibrationen

Die Maschine muß so konzipiert und gebaut sein, daß Gefahren durch Maschinenvibrationen auf das unter Berücksichtigung des technischen Fortschritts und der verfügbaren Mittel zur Verringerung von Vibrationen, vornehmlich an der Quelle, erreichbare niedrigste Niveau gesenkt werden.

1.5.10. Gefahren durch Strahlung

Die Maschine muß so konzipiert und gebaut sein, daß jegliche Emission von Strahlung durch die Maschine auf das für ihr Funktionieren notwendige Maß beschränkt wird und eine Einwirkung auf die gefährdeten Personen vollständig unterbunden oder auf ein ungefährliches Maß begrenzt wird.

1.5.11. Gefahren durch Strahlung von außen

Die Maschine muß so konzipiert und gebaut sein, daß ihr Funktionieren durch eine Strahlung von außen nicht beeinträchtigt wird.

1.5.12. Gefahren durch Lasereinrichtungen

Bei Verwendung von Lasereinrichtungen ist folgendes zu beachten:

- Lasereinrichtungen an Maschinen müssen so konzipiert und gebaut sein, daß unbeabsichtigtes Strahlen verhindert wird;
- Lasereinrichtungen an Maschinen müssen so abgeschirmt sein, daß weder durch die Nutzstrahlung noch durch reflektierte oder gestreute Strahlung und Sekundärstrahlung Gesundheitsgefahren auftreten;
- optische Einrichtungen zur Beobachtung oder Einstellung von Lasereinrichtungen an Maschinen müssen so beschaffen sein, daß durch die Laserstrahlung keine Gesundheitsgefährdung eintritt.

1.5.13. Gefahren durch Emission von Stäuben, Gasen usw.

Die Maschine muß so konzipiert, gebaut und/oder ausgerüstet sein, daß Gefahren durch Gase, Flüssigkeiten, Stäube, Dämpfe und sonstige Abfallprodukte der Maschine vermieden werden.

Falls eine solche Gefahr besteht, muß die Maschine so ausgerüstet sein, daß die genannten Stoffe aufgefangen und/oder abgesaugt werden können.

Ist die Maschine im Normalbetrieb nicht geschlossen, müssen die im vorangegangenen Absatz genannten Auffang- und/oder Absaugeinrichtungen so nah wie möglich an der Emissionsstelle liegen.

1.5.14. Gefahr, in einer Maschine eingeschlossen zu bleiben

Die Maschinen müssen so konzipiert, gebaut oder ausgerüstet sein, daß eine gefährdete Person nicht in der Maschine eingeschlossen bleibt oder, falls dies nicht möglich ist, Hilfe herbeirufen kann.

1.5.15. Sturzgefahr

Diejenigen Teile der Maschine, auf denen Personen sich eventuell bewegen oder aufhalten müssen, müssen so konzipiert und gebaut sein, daß ein Ausrutschen, Stolpern oder ein Sturz auf oder von diesen Teilen vermieden wird.

1.6. Instandhaltung

1.6.1. Wartung der Maschine

Die Rüst- und Wartungsstellen einschließlich der Schmierstellen müssen außerhalb der Gefahrenbereiche liegen. Die Rüstarbeiten und die Instandhaltungsarbeiten wie Reparatur- und Wartungsarbeiten einschließlich Reinigung müssen bei stillgesetzter Maschine durchgeführt werden können.

Kann mindestens eine der vorgenannten Bedingungen aus technischen Gründen nicht erfüllt werden, müssen diese Arbeitsgänge gefahrlos ausgeführt werden können (siehe insbesondere Nummer 1.2.5).

Bei automatischen Maschinen und gegebenenfalls bei anderen Maschinen muß der Hersteller eine Schnittstelle zum Anschluß einer Einrichtung für Fehlerdiagnose vorsehen.

Teile von automatischen Maschinen, die insbesondere für eine Fertigungsumstellung oder aufgrund ihrer Verschleißanfälligkeit oder aufgrund möglicher Beschädigungen bei einer Betriebsstörung häufig ausgewechselt werden müssen, sind für problemlose, risikofreie Montage und Demontage auszulegen. Der Zugang zu diesen Maschinenteilen ist so zu gestalten, daß diese Arbeiten mit den jeweiligen technischen Hilfsmitteln (Werkzeuge, Meßinstrumente usw.) nach den herstellereitig angegebenen Arbeitsverfahren durchgeführt werden können.

1.6.2. Zugänge zum Arbeitsplatz und zu den Eingriffspunkten

Der Hersteller muß Zugangsmöglichkeiten (Treppen, Leitern, Arbeitsbühnen usw.) vorsehen, durch die alle für die Betätigung beim Arbeitsablauf, für das Rüsten und die Instandhaltung relevanten Stellen sicher erreicht werden können.

1.6.3. Trennung von den Energiequellen

Jede Maschine muß mit Einrichtungen ausgestattet sein, mit denen sie von jeder einzelnen Energiequelle getrennt werden kann (Hauptbefehleinrichtungen). Diese Einrichtungen sind klar zu kennzeichnen. Sie müssen abschließbar sein, falls eine Wiedereinschaltung für die gefährdete Person eine Gefahr verursachen kann. Bei elektrisch betriebenen Maschinen, die über Steckverbindung angeschlossen sind, genügt die Trennung der Steckverbindung.

Die Hauptbefehleinrichtung muß auch dann abschließbar sein, wenn das Bedienungspersonal die permanente Trennung vom jeweiligen Arbeitsplatz aus nicht überwachen kann.

Die Restenergie bzw. gespeicherte Energie, die nach der Trennung der Maschine noch vorhanden sein kann, muß ohne Gefahr für die betreffenden Personen abgeleitet werden können.

Abweichend von der obengenannten Anforderung ist es zulässig, daß bestimmte Kreise nicht von ihrer Energiequelle getrennt werden, z. B. um sicherzustellen, daß Teile in ihrer Position bleiben, oder um die Sicherung von Daten, die Beleuchtung innenliegender Teile usw. zu ermöglichen. In diesem Fall müssen besondere Vorkehrungen getroffen werden, um die Sicherheit des Bedienungspersonals zu gewährleisten.

1.6.4. Eingriffe des Bedienungspersonals

Die Maschinen müssen so konzipiert, gebaut und ausgerüstet sein, daß sich möglichst wenige Anlässe für ein Eingreifen des Bedienungspersonals ergeben.

Kann ein Eingreifen des Bedienungspersonals nicht vermieden werden, so muß das Eingreifen leicht und sicher auszuführen sein.

1.6.5. Reinigung der innenliegenden Teile

Die Maschine muß so konzipiert und gebaut sein, daß die Reinigung der innenliegenden Teile der Maschine, die gefährliche Stoffe oder Zubereitungen enthalten haben, ohne unmittelbaren Zugang zu den innenliegenden Teilen möglich ist; ebenso muß ihre etwaige Entleerung von außen erfolgen können. Läßt sich ein Zugang zu den innenliegenden Teilen durchaus nicht vermeiden, so muß der Hersteller beim Bau der Maschine Maßnahmen treffen, die eine möglichst ungefährliche Reinigung erlauben.

1.7. Hinweise

1.7.0. Anzeigevorrichtungen

Die für die Bedienung einer Maschine erforderliche Information muß eindeutig und leicht zu verstehen sein.

Dabei ist darauf zu achten, daß das Bedienungspersonal nicht mit Informationen überlastet wird.

Wenn Sicherheit und Gesundheit der gefährdeten Personen durch Funktionsstörungen einer Maschine, deren Betrieb nicht überwacht wird, beeinträchtigt werden können, muß die Maschine mit einer entsprechenden akustischen oder optischen Warnvorrichtung versehen sein.

1.7.1. Warneinrichtungen

Ist die Maschine mit Warneinrichtungen ausgestattet (z. B. Signaleinrichtungen usw.), so müssen diese eindeutig zu verstehen und leicht wahrnehmbar sein.

Es müssen Vorkehrungen getroffen werden, damit das Bedienungspersonal die ständige Funktionsbereitschaft dieser Warneinrichtungen überprüfen kann.

Die Vorschriften der Einzelrichtlinien über Sicherheitsfarben und -zeichen sind anzuwenden.

1.7.2. Warnung vor Restgefahren

Bestehen trotz aller getroffenen Vorkehrungen weiterhin Gefahren oder handelt es sich um potentielle, nicht offensichtliche Gefahren (z. B. Schaltschrank, radioaktive Quelle, Entlüftung des Hydraulikkreises, Gefahr in einem nicht sichtbaren Teil usw.), so muß der Hersteller darauf hinweisen.

Diese Hinweise auf Gefahren müssen vorzugsweise in allgemeinverständlichen Piktogrammen dargestellt und/oder in einer der Sprachen des Verwendungslandes sowie, auf Verlangen, in den vom Bedienungspersonal verstandenen Sprachen abgefaßt sein.

1.7.3. Kennzeichnung

Auf jeder Maschine müssen deutlich lesbar und unverwischbar die folgenden Mindesthinweise angebracht sein:

- Name und Anschrift des Herstellers,
- CE-Kennzeichnung (siehe Anhang III),
- Bezeichnung der Serie oder des Typs,
- gegebenenfalls Seriennummer,
- Baujahr.

Baut der Hersteller eine Maschine zur Verwendung in explosionsfähiger Atmosphäre, so muß dieser Hinweis ebenfalls auf der Maschine angebracht sein.

Je nach Beschaffenheit müssen auf der Maschine ebenfalls alle für die Sicherheit bei der Verwendung unabdingbaren Hinweise angebracht sein (z. B. maximale Drehzahl bestimmter mitlaufender Teile, Höchstdurchmesser der zu montierenden Werkzeuge, Gewicht usw.).

Muß ein Maschinenteil während der Benutzung mit Lastaufnahmemitteln gehandhabt werden, so ist sein Gewicht gut lesbar, dauerhaft und eindeutig darauf anzugeben.

Auswechselbare Ausrüstungen gemäß Artikel 1 Absatz 2 Buchstabe a) dritter Gedankenstrich müssen mit der gleichen Angabe versehen sein.

1.7.4. Betriebsanleitung

a) Jede Maschine muß mit einer Betriebsanleitung mit den folgenden Mindestangaben versehen sein:

- gleiche Angaben wie bei der Maschinenkennzeichnung, mit Ausnahme der Seriennummer (siehe Nummer 1.7.3), und gegebenenfalls wartungsrelevante Hinweise (z. B. Anschrift des Importeurs, Anschriften von Service-Werkstätten usw.);
- die bestimmungsgemäße Verwendung im Sinne der Nummer 1.1.2 Buchstabe c);
- der oder die Arbeitsplätze, die vom Bedienungspersonal eingenommen werden können;
- Angaben, damit
 - die Inbetriebnahme,
 - die Verwendung,
 - die Handhabung (mit Angabe des Gewichts der Maschine sowie ihrer verschiedenen Bauteile, falls sie regelmäßig getrennt transportiert werden müssen),
 - die Installation,
 - die Montage und Demontage,

- das Rüsten,
- die Instandhaltung einschließlich der Wartung und die Beseitigung von Störungen im Arbeitsablauf gefahrlos durchgeführt werden können;
- erforderlichenfalls Einarbeitungshinweise;
- erforderlichenfalls die wesentlichen Merkmale der Werkzeuge, die an der Maschine angebracht werden können.

Die Anleitung muß erforderlichenfalls auf sachwidrige Verwendung hinweisen.

- b) Die Betriebsanleitung wird vom Hersteller oder seinem in der Gemeinschaft niedergelassenen Bevollmächtigten in einer der Gemeinschaftssprachen erstellt. Bei der Inbetriebnahme einer Maschine müssen die Originalbetriebsanleitung und eine Übersetzung dieser Betriebsanleitung in der oder den Sprache(n) des Verwendungslandes mitgeliefert werden. Diese Übersetzung wird entweder vom Hersteller oder von seinem in der Gemeinschaft niedergelassenen Bevollmächtigten oder von demjenigen erstellt, der die Maschine in dem betreffenden Sprachgebiet einführt. Abweichend hiervon kann die Wartungsanleitung für Fachpersonal, das dem Hersteller oder seinem in der Gemeinschaft niedergelassenen Bevollmächtigten untersteht, in einer einzigen von diesem Personal verstandenen Gemeinschaftssprache abgefaßt sein.
- c) Die Betriebsanleitung beinhaltet die für die Inbetriebnahme, Wartung, Inspektion, Überprüfung der Funktionsfähigkeit und gegebenenfalls Reparatur der Maschine notwendigen Pläne und Schemata sowie alle zweckdienlichen Angaben, insbesondere im Hinblick auf die Sicherheit.
- d) Bezüglich der Sicherheitsaspekte dürfen die Unterlagen, in denen die Maschine präsentiert wird, nicht im Widerspruch zur Betriebsanleitung stehen. Die technischen Unterlagen zur Beschreibung der Maschine müssen die in Buchstabe f) genannten Angaben über den von der Maschine ausgehenden Luftschall und bei handgehaltenen und/oder handgeführten Maschinen die in Nummer 2.2 genannten Angaben über Vibrationen enthalten.
- e) In der Betriebsanleitung müssen erforderlichenfalls die Installations- und Montagevorschriften zur Verminderung von Lärm und Vibrationen enthalten sein (z. B. Verwendung von Geräuschkämpfern, Art und Gewicht des Sockels usw.).
- f) Die Betriebsanleitung muß folgende Angaben über den von der Maschine ausgehenden Luftschall enthalten (tatsächlicher Wert oder anhand der Messung an einer identischen Maschine ermittelter Wert):
 - der A-bewertete äquivalente Dauerschalldruckpegel an den Arbeitsplätzen des Bedienungspersonals, wenn er über 70 dB(A) liegt. Ist dieser Pegel niedriger als oder gleich 70 dB(A), genügt die Angabe „70 dB(A)“;
 - der Höchstwert des momentanen C-bewerteten Schalldrucks an den Arbeitsplätzen des Bedienungspersonals, sofern er 63 Pa (130 dB bezogen auf 20 µPa) übersteigt;
 - der Schalleistungspegel der Maschine, wenn der A-bewertete äquivalente Dauerschalldruckpegel an den Arbeitsplätzen des Bedienungspersonals über 85 dB(A) liegt.

Bei Maschinen mit sehr großen Abmessungen können statt des Schalleistungspegels die äquivalenten Dauerschalldruckpegel an bestimmten Stellen im Maschinenumfeld angegeben werden.

Werden keine harmonisierten Normen angewandt, so ist zur Ermittlung der Geräuschemission der für die Maschine am besten geeignete Meßcode zu verwenden.

Der Hersteller muß angeben, welche Meßverfahren verwendet wurden und unter welchen Betriebsbedingungen der Maschine die Messungen vorgenommen wurden.

Wenn sich die Arbeitsplätze des Bedienungspersonals nicht festlegen lassen oder nicht festgelegt sind, sind die Schalldruckpegelmessungen in einem Abstand von 1 m von der Maschinenoberfläche und 1,60 m über dem Boden oder der Zugangsplattform vorzunehmen. Der höchste Schalldruckwert und der dazugehörige Meßpunkt sind anzugeben.

- g) Ist vom Hersteller die Verwendung der Maschine in explosionsfähiger Atmosphäre vorgesehen, müssen in der Betriebsanleitung alle notwendigen Hinweise enthalten sein.
- h) Für Maschinen, die auch zum Gebrauch durch private Benutzer bestimmt sein können, muß bei der Abfassung und Gestaltung der Betriebsanleitung, neben der Beachtung der obengenannten grundlegenden Anforderungen, dem allgemeinen Wissensstand und der Verständnissfähigkeit, die nach vernünftigem Ermessen von solchen Benutzern erwartet werden können, Rechnung getragen werden.

2. GRUNDLEGENDE SICHERHEITS- UND GESUNDHEITSANFORDERUNGEN FÜR BESTIMMTE MASCHINENGATTUNGEN

2.1. Nahrungsmittelmaschinen

Maschinen, die für die Zubereitung und Behandlung von Lebensmitteln bestimmt sind (z. B. Kochen, Kühlen, Auftauen, Waschen, Handhabung, Verpackung, Lagerung, Transport, Vertrieb) müssen so konzipiert und gebaut sein, daß die Gefahr einer Infektion, Krankheit oder Ansteckung ausgeschaltet ist; darüber hinaus müssen folgende Hygieneregeln beachtet werden:

- a) Die Materialien, die mit Lebensmitteln in Berührung kommen oder kommen können, müssen den einschlägigen Richtlinien genügen. Die Maschine muß so konzipiert und gebaut sein, daß die Materialien vor jeder Benutzung sauber sein können.

- b) Alle Flächen sowie ihre Verbindung müssen glatt sein, sie dürfen weder Rauheit noch Vertiefungen, in denen sich organische Stoffe festsetzen können, aufweisen.
- c) Die Verbindungen müssen so konzipiert sein, daß vorstehende Teile, Leisten und versteckte Ecken auf ein Mindestmaß beschränkt sind. Sie sollen vorzugsweise geschweißt oder lückenlos verleimt sein.
- d) Alle mit Lebensmitteln in Berührung kommenden Flächen müssen leicht zu reinigen und zu desinfizieren sein, eventuell nach Abnehmen der leicht demontierbaren Teile. Die Innenflächen müssen durch Abrundungen mit ausreichendem Durchmesser verbunden sein, damit sie vollständig gereinigt werden können.
- e) Von Lebensmitteln stammende Flüssigkeiten sowie Reinigungs-, Desinfizierungs- und Spülmittel müssen ungehindert aus der Maschine abfließen können (eventuell in „Reinigungs“-Stellung).
- f) Die Maschine muß so konzipiert und gebaut sein, daß jegliche Infiltration von Flüssigkeiten, Festsetzung organischer Stoffe oder das Eindringen von Lebewesen, insbesondere von Insekten, in die zur Reinigung nicht zugänglichen Bereiche der Maschine verhindert wird (z. B. bei Maschinen, die nicht auf ein Gestell oder Fahrwerk montiert sind, durch eine Abdichtung zwischen Maschine und Maschinensockel, Verwendung dichter Verbindungen usw.).
- g) Die Maschine muß so konzipiert und gebaut sein, daß Betriebsstoffe (z. B. Schmiermittel) nicht mit den Lebensmitteln in Berührung kommen können. Die Maschine muß gegebenenfalls so konzipiert und gebaut sein, daß die Beachtung dieser Anforderung überprüft werden kann.

Betriebsanleitung

In Ergänzung zu den unter Nummer 1 geforderten Angaben müssen in der Betriebsanleitung die empfohlenen Reinigungs-, Desinfizierungs- und Spülmittel und -verfahren angegeben werden (nicht nur für die leicht zugänglichen Teile, sondern auch für den Fall, daß eine Reinigung an Ort und Stelle bei den Teilen notwendig ist, zu denen ein Zugang unmöglich oder nicht ratsam ist, z. B. bei Rohrleitungen).

2.2. In der Hand gehaltene bzw. von Hand geführte Maschinen

Die in der Hand gehaltenen bzw. von Hand geführten tragbaren Maschinen müssen den folgenden grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen entsprechen:

- Sie müssen je nach Maschinentyp eine ausreichend große Auflagefläche und eine ausreichende Zahl von richtig dimensionierten und angeordneten Griffen besitzen, um die Stabilität der Maschine bei bestimmungsgemäßer Verwendung zu gewährleisten.
- Falls die Griffen nicht ohne Gefahr losgelassen werden können, müssen die Maschinen mit Befehlseinrichtungen zum Ingangsetzen und/oder Stillsetzen ausgestattet sein, die so angeordnet sind, daß es zur Betätigung dieser Einrichtungen nicht erforderlich ist, die Griffen loszulassen. Dies gilt nicht, wenn diese Anforderung technisch nicht erfüllbar ist, oder wenn es eine unabhängige Steuerung gibt.
- Sie müssen so konzipiert, gebaut oder ausgerüstet sein, daß Gefahren durch ungewollte Inbetriebnahme und/oder Inbetriebbleiben, nachdem die Griffen losgelassen worden sind, vermieden werden. Ersatzvorkehrungen müssen getroffen werden, wenn diese Anforderung technisch nicht erfüllbar ist.
- In der Hand gehaltene Maschinen müssen so konzipiert und gebaut sein, daß gegebenenfalls das Eindringen des Werkzeugs in das bearbeitete Material optisch kontrolliert werden kann.

Betriebsanleitung

In der Betriebsanleitung muß folgende Angabe über die Vibrationen enthalten sein, die von den von Hand gehaltenen und geführten Maschinen ausgehen:

- gewichteter Effektivwert der Beschleunigung, dem die oberen Körpergliedmaßen ausgesetzt sind, falls der nach den entsprechenden Prüfregeln ermittelte Wert über 2,5 m/s² liegt. Liegt die Beschleunigung nicht über 2,5 m/s², so ist dies anzugeben.

Bestehen keine einschlägigen Prüfregeln, so muß der Hersteller die verwendeten Meßverfahren und die Bedingungen, unter denen die Messungen durchgeführt wurden, angeben.

2.3. Maschinen zur Bearbeitung von Holz und gleichartigen Werkstoffen

Holzbearbeitungsmaschinen und Maschinen zur Bearbeitung von Werkstoffen mit Eigenschaften und Bearbeitungsweisen, die denen von Holz vergleichbar sind, wie Kork, Bein, Hartkautschuk, harten Kunststoffen und vergleichbaren Werkstoffen, müssen den nachstehenden grundlegenden Sicherheitsanforderungen genügen:

- a) Die Maschinen müssen so konzipiert, gebaut oder ausgerüstet sein, daß das zu bearbeitende Werkstück sicher aufgelegt und geführt werden kann. Wird das zu bearbeitende Werkstück auf einem Arbeitstisch in der Hand gehalten, so muß dieser Tisch während der Arbeit eine ausreichende Standsicherheit gewährleisten und darf die Bewegung des Werkstücks nicht behindern.
- b) Kann die Maschine unter Einsatzbedingungen verwendet werden, die Gefahren eines Rückschlags von Holzstücken mit sich bringen, so muß sie derart konzipiert, gebaut oder ausgerüstet sein, daß ein Rückschlag vermieden wird oder, wenn dies nicht der Fall ist, der Rückschlag für das Bedienungspersonal und/oder die gefährdeten Personen keine Gefahren mit sich bringt.
- c) Die Maschine muß über selbsttätige Bremsen verfügen, die das Werkzeug in ausreichend kurzer Zeit zum Stillstand bringen, wenn beim Auslaufen die Gefahr eines Kontakts mit dem Werkzeug besteht.

- d) Ist das Werkzeug in eine nicht vollautomatisch arbeitende Maschine eingebaut, so ist diese Maschine so zu konzipieren und zu bauen, daß Verletzungen vermieden werden bzw. der Grad etwaiger Verletzungen beispielsweise durch den Einsatz von Werkzeugen mit kreisförmigem Querschnitt und einer Begrenzung der Spandicke usw. so gering wie möglich gehalten wird.

3. GRUNDLEGENDE SICHERHEITS- UND GESUNDHEITSANFORDERUNGEN ZUR AUSSCHALTUNG DER SPEZIELLEN GEFAHREN AUFGRUND DER BEWEGLICHKEIT VON MASCHINEN

Maschinen, von denen aufgrund ihrer Beweglichkeit Gefahren ausgehen, müssen so konzipiert und gebaut sein, daß sie den nachstehenden Anforderungen entsprechen.

Beweglichkeitsbedingte Gefahren bestehen stets bei allen selbstfahrenden, gezogenen oder geschobenen oder auf einer anderen Maschine bzw. Zugmaschine mitgeführten Maschinen, die in Arbeitszonen eingesetzt werden und bei der Arbeit beweglich sein müssen bzw. ein kontinuierliches oder halbkontinuierliches Verfahren zu aufeinanderfolgenden festen Arbeitsstellen erfordern.

Außerdem können sich beweglichkeitsbedingte Gefahren bei Maschinen ergeben, die während der Arbeit nicht verfahren werden, aber über Vorrichtungen verfügen können, mit denen sie sich gegebenenfalls leichter an eine andere Stelle bewegen lassen (mit Rädern, Rollen, Kufen usw. versehene oder auf Gestellen, Wagen usw. angeordnete Maschinen).

Um festzustellen, ob Bodenfräsen oder Hackfräsen keine unzumutbaren Gefahren für die gefährdeten Personen darstellen, muß der Hersteller oder sein in der Gemeinschaft niedergelassener Bevollmächtigter für jeden Maschinentyp die entsprechenden Prüfungen durchführen oder durchführen lassen.

3.1. Allgemeines

3.1.1. Begriffsbestimmung

Fahrer: fachkundige Bedienungsperson, die mit dem Verfahren einer Maschine betraut ist. Der Fahrer kann auf der Maschine aufsitzen, sie zu Fuß begleiten oder fernsteuern (Drahtverbindung, Funk usw.).

3.1.2. Beleuchtung

Selbstfahrende Maschinen, für die vom Hersteller der Einsatz an unbeleuchteten Orten vorgesehen ist, müssen – unbeschadet etwaiger anderer Vorschriften (Straßenverkehrsordnung, Schiffsregeln usw.) – eine der auszuführenden Arbeit entsprechende Beleuchtungseinrichtung aufweisen.

3.1.3. Konzipierung der Maschine im Hinblick auf ihre Handhabung

Bei Handhabung der Maschine und/oder ihrer Teile nach den Anweisungen des Herstellers darf es nicht zu ungewollten Lageveränderungen oder Gefahren infolge mangelnder Standsicherheit kommen können.

3.2. Arbeitsplätze

3.2.1. Fahrerplatz

Der Fahrerplatz ist nach ergonomischen Grundsätzen anzulegen. Es können auch mehrere Fahrerplätze vorgesehen sein; in diesem Fall muß jeder Fahrerplatz mit allen erforderlichen Stellteilen ausgestattet sein.

Wenn mehrere Fahrerplätze vorhanden sind, ist die Maschine so auszulegen, daß die Benutzung eines Fahrerplatzes die gleichzeitige Benutzung der anderen ausschließt; hiervon ausgenommen sind Notbefehlsrichtungen. Die Sicht vom Fahrerplatz aus muß so gut sein, daß der Fahrer die Maschine und ihre Werkzeuge unter den vorgesehenen Einsatzbedingungen ohne jede Gefahr für sich und andere Personen handhaben kann. Gefahren durch unzureichende Direktsicht muß erforderlichenfalls durch geeignete Hilfsvorrichtungen begegnet werden.

Die Maschine muß so konzipiert und gebaut sein, daß am Fahrerplatz keine Gefährdung von Fahrer und aufsitzendem Bedienungspersonal durch unbeabsichtigtes Berühren von Rädern oder Ketten möglich ist.

Der Fahrerplatz muß so konzipiert und ausgeführt sein, daß jedwede Gesundheitsgefährdung durch Auspuffgase und/oder Sauerstoffmangel verhindert wird.

Sofern es die Abmessungen zulassen, ist der Fahrerplatz für den aufsitzenden Fahrer so zu konzipieren und auszuführen, daß er mit einer Kabine ausgestattet werden kann. In diesem Fall muß eine Stelle zur Aufbewahrung der notwendigen Anweisungen für den Fahrer und/oder das Bedienungspersonal vorgesehen sein. Der Fahrerplatz muß mit einer geeigneten Kabine ausgerüstet sein, wenn eine Gefährdung durch gefährliche Arbeitsumwelt gegeben ist.

Ist eine Maschine mit einer Kabine ausgestattet, so muß diese so konzipiert, gebaut und/oder ausgerüstet sein, daß gute Arbeitsbedingungen für den Fahrer gewährleistet sind und er gegen bestehende Gefahren geschützt ist (beispielsweise unsachgemäße Beheizung und Belüftung, unzureichende Sichtverhältnisse, zu großer Lärm, zu starke Schwingungen, herabfallende Gegenstände, Eindringen von Gegenständen, Überrollen usw.). Der Ausstieg muß ein schnelles Verlassen der Kabine gestatten. Außerdem ist ein Notausstieg vorzusehen, der in eine andere Richtung als der Hauptausstieg weist.

Die für die Kabine und ihre Ausstattung verwendeten Werkstoffe müssen schwerentzündlich sein.

3.2.2. Sitz

Der Fahrersitz einer Maschine muß dem Fahrer Halt bieten und nach ergonomischen Grundsätzen konstruiert sein.

Der Sitz ist so auszulegen, daß die Schwingungen, die auf den Fahrer übertragen werden, auf ein vertretbares Mindestmaß reduziert werden. Die Sitzverankerung muß allen Belastungen standhalten, denen sie insbesondere im Fall eines Überrollens ausgesetzt sein kann. Wenn sich unter den Füßen des Fahrers kein Boden befindet, muß der Fahrer über rutschsichere Fußstützen verfügen.

Kann die Maschine mit einem Überrollschutzaufbau ausgerüstet werden, so ist der Sitz mit einem Sicherheitsgurt oder einer gleichwertigen Vorrichtung zu versehen, die den Fahrer auf dem Sitz hält, ohne ihn bei den notwendigen Fahrbewegungen oder möglicherweise durch die Sitzaufhängung hervorgerufenen Bewegungen zu behindern.

3.2.3. Weitere Bedienungsplätze

Gehört es zur bestimmungsgemäßen Verwendung, daß gelegentlich oder regelmäßig anderes Betriebspersonal als der Fahrer zum Mitfahren oder zur Arbeit auf der Maschine mitgeführt wird, so sind geeignete Plätze vorzusehen, die sichere Beförderung bzw. Arbeit, insbesondere ohne Sturzgefahr, gestatten.

Lassen es die Arbeitsbedingungen zu, so sind diese Plätze mit Sitzen auszustatten.

Muß der Fahrerplatz mit einer Kabine ausgerüstet sein, so sind auch die anderen Bedienungsplätze vor den Gefahren zu schützen, die den Schutz des Fahrerplatzes erforderlich gemacht haben.

3.3. Betätigungseinrichtungen

3.3.1. Stellteile

Der Fahrer muß vom Fahrerplatz aus alle für den Betrieb der Maschine erforderlichen Stellteile betätigen können; ausgenommen sind Funktionen, die nur über außerhalb des Fahrerplatzes befindliche Stellteile sicher ausgeführt werden können. Diese Ausnahme gilt insbesondere für andere Arbeitsplätze als den Fahrerplatz, die von anderem Betriebspersonal als dem Fahrer betreut werden bzw. für den Fall, daß der Fahrer seinen Fahrerplatz verlassen muß, um den betreffenden Bedienungsvorgang sicher ausführen zu können.

Gegebenenfalls vorhandene Pedale müssen so konzipiert, ausgebildet und angeordnet sein, daß sie vom Fahrer mit möglichst geringer Verwechslungsgefahr sicher betätigt werden können; sie müssen eine rutschsichere Oberfläche aufweisen und leicht zu reinigen sein.

Wenn ihre Betätigung Gefahren, insbesondere gefährliche Bewegungen, hervorrufen kann, müssen die Stellteile der Maschine – außer solchen mit mehreren vorgegebenen Stellungen – in ihre Ausgangsstellung zurückkehren, sobald die Bedienungsperson sie losläßt.

Bei Maschinen auf Rädern muß die Lenkung so konzipiert und ausgeführt sein, daß heftige Ausschläge des Lenkrads bzw. Lenkhebels aufgrund von Stoßbeanspruchungen oder gelenkten Rädern gedämpft werden.

Stellteile zum Sperren des Differentials müssen so ausgelegt und angeordnet sein, daß sie die Entsperrung des Differentials gestatten, wenn die Maschine in Bewegung ist.

Nummer 1.2.2 letzter Satz gilt nicht für die Beweglichkeitsfunktion.

3.3.2. Ingangsetzen/Verfahren

Selbstfahrende Maschinen mit aufsitzendem Fahrer müssen mit Vorrichtungen versehen sein, durch die sich unbefugte Personen davon abhalten lassen, den Motor in Gang zu setzen.

Bei einer selbstfahrenden Maschine mit aufsitzendem Fahrer dürfen durch Stellteile gesteuerte Verfahrbewegungen nur dann erfolgen können, wenn sich der Fahrer am Bedienungsstand befindet.

Ist eine Maschine für die Arbeiten mit Vorrichtungen auszurüsten, die über das normale Lichtprofil der Maschine hinausgehen (z. B. Stabilisatoren, Ausleger usw.), so muß der Fahrer vor dem Verfahren der Maschine überprüfen können, ob die Stellung dieser Vorrichtungen ein sicheres Verfahren erlaubt.

Dasselbe gilt für alle anderen Teile, die sich in einer bestimmten Stellung, erforderlichenfalls gesperrt, befinden müssen, damit die Maschine gefahrlos verfahren werden kann.

Das Verfahren der Maschine ist von der sicheren Stellung der obengenannten Teile abhängig zu machen, wenn dies technisch und wirtschaftlich machbar ist.

Eine Verfahrbewegung darf nicht erfolgen können, wenn der Motor in Gang gesetzt wird.

3.3.3. Stillsetzen

Unbeschadet der Straßenverkehrsvorschriften müssen selbstfahrende Maschinen sowie dazugehörige Anhänger Anforderungen im Hinblick auf Verlangsamung, Bremsen, Anhalten und Feststellen erfüllen, die unter allen Bedingungen in bezug auf Betrieb, Belastung, Fahrgeschwindigkeit, Bodenbeschaffenheit und Gefälle, wie sie vom Hersteller vorgesehen und unter normalen Verhältnissen anzutreffen sind, die nötige Sicherheit gewährleisten.

Eine selbstfahrende Maschine muß vom Fahrer mittels einer entsprechenden Hauptvorrichtung abgebremst und angehalten werden können. Außerdem muß, sofern es zur Wahrung der Sicherheit bei Versagen der Hauptvorrichtung oder beim Ausfall der zur Betätigung dieser Vorrichtung benötigten Energie erforderlich ist, das Abbremsen und Anhalten über eine Notvorrichtung mit völlig unabhängigen und leicht zugänglichen Stellteilen möglich sein.

Sofern es die Sicherheit gebietet, muß die Maschine mit Hilfe einer Feststelleinrichtung arretierbar sein. Als Feststelleinrichtung kann eine der im zweiten Absatz bezeichneten Vorrichtung dienen, sofern sie rein mechanisch betätigt wird.

Eine ferngesteuerte Maschine muß so konzipiert und gebaut sein, daß sie selbsttätig anhält, wenn der Fahrer die Kontrolle über sie verloren hat.

Nummer 1.2.4 gilt nicht für die Funktion „Verfahrbewegung“.

3.3.4. Verfahrbewegung mitgängergeführter Maschinen

Bei einer mitgängergeführten selbstfahrenden Maschine dürfen Verfahrbewegungen nur bei ununterbrochener Betätigung des entsprechenden Stellteils durch den Mitgänger erfolgen können. Insbesondere darf eine Verfahrbewegung nicht erfolgen können, wenn der Motor in Gang gesetzt wird.

Die Stellteile von mitgängergeführten Maschinen müssen so ausgelegt sein, daß die Gefährdung aufgrund einer unbeabsichtigten Bewegung der Maschine auf den Fahrer zu so gering wie möglich ist; dies gilt insbesondere für folgende Gefahren:

- a) Überfahren,
- b) Verletzung durch Drehwerkzeuge.

Ferner muß sich die normale Verfahrgeschwindigkeit der Maschine mit der Schrittgeschwindigkeit des Mitgängers vereinbaren lassen.

Bei Maschinen, auf denen ein Drehwerkzeug angebracht werden kann, muß sichergestellt sein, daß bei eingelegtem Rückwärtsgang das Werkzeug nicht angetrieben werden kann, es sei denn, die Verfahrbewegung wird durch die Bewegung des Werkzeugs bewirkt. In letzterem Fall ist es ausreichend, wenn die Geschwindigkeit im Rückwärtsgang so bemessen ist, daß sie für den Mitgänger keine Gefahr darstellt.

3.3.5 Störung des Steuerkreises

Bei einer Störung der Versorgung der gegebenenfalls vorgesehenen Hilfskraftlenkung muß sich die Maschine weiterlenken lassen, um stillgesetzt werden zu können.

3.4. Schutzmaßnahmen gegen mechanische Gefahren

3.4.1. Gefahren durch nicht über Stellteile gesteuerte Bewegungen

Jedwede Verschiebung eines arretierten Maschinenteils aus seiner Ausgangslage ohne Betätigung der Stellteile darf keine Gefahr für die betroffenen Personen darstellen.

Die Maschine muß so konzipiert, gebaut und gegebenenfalls auf ihrem beweglichen Gestell montiert sein, daß beim Verfahren unkontrollierte Schwingungen ihres Schwerpunkts ihre Standsicherheit nicht beeinträchtigen bzw. ihre Struktur keinen übermäßigen Beanspruchungen aussetzen.

3.4.2. Bruchgefahr beim Betrieb

Mit hoher Geschwindigkeit umlaufende Maschinenteile, bei denen trotz aller Vorsichtsmaßnahmen Bruch- oder Berstgefahr besteht, müssen so montiert und abgedeckt sein, daß etwaige Splitter aufgefangen werden oder, falls dies nicht möglich ist, den Fahrerplatz und/oder die anderen Arbeitsplätze nicht erreichen können.

3.4.3. Überrollgefahr

Besteht bei einer selbstfahrenden Maschine mit aufsitzendem Fahrer und gegebenenfalls mitfahrendem anderem Bedienungspersonal Überrollgefahr, so muß die Maschine entsprechend ausgelegt und mit Verankerungspunkten versehen sein, an denen ein Überrollschutzaufbau (ROPS) montiert werden kann.

Dieser Aufbau muß so beschaffen sein, daß er dem aufsitzenden Fahrer und dem gegebenenfalls mitfahrenden anderen Bedienungspersonal bei Überrollen einen angemessenen Verformungsbereich (DLV) sichert.

Um festzustellen, ob der Aufbau dem im zweiten Absatz genannten Erfordernis gerecht wird, muß der Hersteller oder sein in der Gemeinschaft niedergelassener Bevollmächtigter für jeden Aufbautyp die entsprechenden Prüfungen durchführen oder durchführen lassen.

Ferner müssen folgende Erdbewegungsmaschinen, deren Leistung mehr als 15 kW beträgt, mit einem Überrollschutzaufbau ausgerüstet sein:

- Rad- oder Raupenlader,
- Baggerlader,
- Rad- und Raupenschlepper,
- Schrapper mit oder ohne Selbstlader,
- Planierdrauen,
- Muldenkipper mit Knicklenkung.

3.4.4. Gefahren durch herabfallende Gegenstände

Besteht bei einer Maschine mit aufsitzendem Fahrer und gegebenenfalls mitfahrendem anderem Bedienungspersonal eine Gefährdung durch herabfallende Gegenstände oder herabfallendes Material, so muß die Maschine, sofern es ihre Abmessungen gestatten, entsprechend ausgelegt und mit Verankerungspunkten versehen sein, an denen ein Schutzaufbau gegen herabfallende Gegenstände (FOPS) angebracht werden kann.

Dieser Aufbau muß so beschaffen sein, daß er dem mitfahrenden Bedienungspersonal beim Herabfallen von Gegenständen oder Material einen angemessenen Verformungsbereich (DLV) sichert.

Um festzustellen, ob der Aufbau dem im zweiten Absatz genannten Erfordernis gerecht wird, muß der Hersteller oder sein in der Gemeinschaft niedergelassener Bevollmächtigter für jeden Aufbautyp die entsprechenden Prüfungen durchführen oder durchführen lassen.

3.4.5. Gefahr an Zugängen

Aufstiegs- und Haltemöglichkeiten müssen so konzipiert, ausgeführt und angeordnet sein, daß das Bedienungspersonal sie instinktiv benutzt und sich nicht stattdessen der Stellteile bedient.

3.4.6. Gefahren durch Anhängervorrichtungen

Maschinen, die zum Ziehen eingesetzt bzw. gezogen werden sollen, müssen mit Anhängervorrichtungen bzw. Kupplungen versehen sein, die so konzipiert, ausgeführt und angeordnet sind, daß ein leichtes und sicheres An- und Abkuppeln gewährleistet ist und ein zufälliges Abkuppeln während des Einsatzes verhindert wird.

Soweit die Stützlast an der Deichsel es erfordert, müssen diese Maschinen mit einer Stützeinrichtung ausgerüstet sein, deren Auflagefläche der Stützlast und dem Boden angepaßt sein muß.

3.4.7. Gefahren durch Kraftübertragung zwischen einer selbstfahrenden Maschine (bzw. Zugmaschine) und einer angetriebenen Maschine

Kardantransmissionswellen zwischen einer selbstfahrenden Maschine (bzw. Zugmaschine) und dem ersten festen Lager einer angetriebenen Maschine müssen von der selbstfahrenden Maschine und der angetriebenen Maschine her über die gesamte Länge des Wellenstrangs und der Kardangelenke geschützt sein.

Die Zapfwelle der selbstfahrenden Maschine bzw. Zugmaschine, an die die Transmissionswelle angekuppelt ist, muß entweder durch einen an der selbstfahrenden Maschine (bzw. Zugmaschine) befestigten Schutzschild oder eine andere, den gleichen Schutz gewährleistende Vorrichtung geschützt sein.

Die angetriebene Welle der gezogenen Maschine muß von einem an der Maschine befestigten Schutzgehäuse umschlossen sein.

Ein Drehmomentbegrenzer oder ein Freilauf für die Kardanwelle ist nur auf der Seite zulässig, auf der sie mit der angetriebenen Maschine gekuppelt ist. In diesem Fall ist die Einbaulage auf der Kardanwelle anzugeben.

Eine gezogene Maschine, für deren Betrieb eine Transmissionswelle, die sie mit einer selbstfahrenden Maschine bzw. Zugmaschine verbindet, erforderlich ist, muß mit einem Transmissionswellen-Haltesystem versehen sein, das sicherstellt, daß die Transmissionswelle und ihre Schutzeinrichtungen beim Abkuppeln der gezogenen Maschine nicht durch Berührung mit dem Boden oder einem Maschinenteil beschädigt werden.

Die außenliegenden Teile der Schutzeinrichtung müssen so konzipiert, ausgeführt und angeordnet sein, daß sie sich nicht mit der Transmissionswelle drehen können. Bei einfachen Kardangelenken muß die Schutzeinrichtung die Welle bis zu den Enden der inneren Gelenkgabeln, bei sogenannten Weitwinkel-Kardangelenken mindestens bis zur Mitte des äußeren Gelenks bzw. der äußeren Gelenke bedecken.

Sieht der Hersteller in der Nähe der Kardanwelle Zugänge zu den Arbeitsplätzen vor, so muß er dafür Sorge tragen, daß die im sechsten Absatz beschriebenen Wellenschutzeinrichtungen nicht als Trittstufen benutzt werden können, falls sie nicht für diesen Zweck konzipiert und gebaut sind.

3.4.8. Gefahren durch bewegliche Übertragungselemente

Abweichend von Nummer 1.3.8 Abschnitt A. brauchen bei Verbrennungsmotoren die beweglichen Schutzeinrichtungen, die den Zugang zu den beweglichen Teilen im Motorraum versperren, keine Verriegelungsvorrichtung aufzuweisen, sofern sie nur unter Verwendung eines Werkzeugs bzw. eines Schlüssels oder durch Betätigung eines Stellteils an einem Fahrerplatz zu öffnen sind, der sich in einer völlig geschlossenen Kabine mit verriegelbarem Zugang befindet.

3.5. Schutzmaßnahmen gegen sonstige Gefahren

3.5.1. Sicherung der Batterie

Das Batteriegehäuse muß so konstruiert und angebracht sein, und die Batterie muß so eingebaut sein, daß die Möglichkeit eines Verspritzens von Elektrolyt auf das Bedienungspersonal selbst bei Überrollen und/oder das Ansammeln von Dämpfen an den Bedienungsplätzen weitestgehend ausgeschlossen ist.

Die Maschine muß so konzipiert und gebaut sein, daß die Batterie mit Hilfe einer für diesen Zweck vorgesehenen und leicht zugänglichen Vorrichtung abgeklemmt werden kann.

3.5.2. Brandgefahr

Je nachdem, welche Gefahren der Hersteller beim Einsatz der Maschine gegeben sieht, ist, soweit es ihre Abmessungen zulassen, folgendes vorzusehen:

- entweder die Möglichkeit, leicht zugängliche Feuerlöscher anzubringen
- oder die Ausrüstung mit einem in die Maschine integrierten Feuerlöschsystem.

3.5.3. Gefahren durch Emission von Stäuben, Gasen usw.

Wenn eine Gefahr dieser Art besteht, können statt der unter Nummer 1.5.13 vorgesehenen Auffangvorrichtung andere Mittel, z. B. Bindung durch Wasserzerstäubung, eingesetzt werden.

Nummer 1.5.13 zweiter und dritter Absatz kommen nicht zur Anwendung, wenn die Hauptfunktion der Maschine das Versprühen von Stoffen ist.

3.6. Hinweise

3.6.1. Signaleinrichtungen und Warnhinweise

Wenn es für die Sicherheit und zum Schutz der Gesundheit der gefährdeten Personen erforderlich ist, müssen die Maschinen mit Signaleinrichtungen und/oder Schildern mit Anweisungen für ihre Benutzung, Einstellung und Wartung versehen sein. Diese sind so zu wählen bzw. zu konzipieren und auszuführen, daß sie deutlich zu erkennen und dauerhaft sind.

Unbeschadet der Straßenverkehrsvorschriften müssen Maschinen mit aufsitzendem Fahrer folgende Vorrichtungen aufweisen:

- eine akustische Warnvorrichtung, mit der gefährdete Personen gewarnt werden können;
- ein auf die vorgesehenen Einsatzbedingungen abgestelltes Lichtsignalsystem, z. B. Bremsleuchten, Rückfahrleuchten, Rundumkennleuchten. Die letztgenannte Anforderung gilt nicht für Maschinen, die ausschließlich für den Einsatz unter Tage bestimmt sind und nicht mit elektrischer Energie arbeiten.

Ferngesteuerte Maschinen, bei denen unter normalen Einsatzbedingungen Stoß- und Quetschgefahr besteht, müssen mit entsprechenden Einrichtungen, die ihre Bewegungen anzeigen, bzw. Einrichtungen zum Schutz der gefährdeten Personen ausgerüstet sein. Dies gilt auch für Maschinen, die bei ihrem Einsatz immer wieder auf ein und derselben Achse vorwärts- und rückwärts bewegt werden und bei denen der Fahrer keine Direktsicht nach hinten hat.

Ein ungewolltes Abschalten aller Warn- und Signaleinrichtungen muß von der Konstruktion her ausgeschlossen sein. Wenn es für die Sicherheit erforderlich ist, sind diese Einrichtungen mit Funktionskontrollvorrichtungen zu versehen, die dem Bedienungspersonal etwaige Störungen anzeigen.

Maschinen, bei denen die eigenen Bewegungen und die ihrer Werkzeuge eine besondere Gefahr darstellen, müssen eine Aufschrift tragen, die es untersagt, sich der Maschine während des Betriebs zu nähern. Sie muß aus einem ausreichenden Abstand lesbar sein, bei dem die Sicherheit der Personen, die sich in Maschinennähe aufhalten müssen, gewährleistet ist.

3.6.2. Kennzeichnung

Die Mindesthinweise gemäß Nummer 1.7.3 sind durch folgende Hinweise zu ergänzen:

- Nennleistung in kW,
- Masse in kg beim gängigsten Betriebszustand sowie gegebenenfalls
 - vom Hersteller vorgesehene maximale Zugbeanspruchung am Zughaken in N,
 - vom Hersteller vorgesehene maximale Stützlastbeanspruchung des Zughakens in vertikaler Richtung in N.

3.6.3. Betriebsanleitung

Die Betriebsanleitung muß neben den Mindesthinweisen gemäß Nummer 1.7.4 folgende Angaben enthalten:

- a) Nachstehende Angaben über die Vibrationen der Maschine (entweder in tatsächlichen Werten oder in an einer identischen Maschine gemessenen Werten):
- gewichteter Effektivwert der Beschleunigung, dem die oberen Körpergliedmaßen ausgesetzt sind, falls der Wert über 2,5 m/s² liegt. Beträgt dieser Wert nicht mehr als 2,5 m/s², so ist dies anzugeben;
 - gewichteter Effektivwert der Beschleunigung, dem der Körper (Füße bzw. Sitzfläche) ausgesetzt ist, falls der Wert über 0,5 m/s² liegt. Beträgt dieser Wert nicht mehr als 0,5 m/s², so ist dies anzugeben.

Werden keine harmonisierten Normen angewendet, so sind die Vibrationen nach dem für die Maschine am besten geeigneten Meßcode zu messen.

Der Hersteller hat die Betriebsbedingungen der Maschine während des Meßvorgangs sowie die angewendeten Meßverfahren anzugeben.

- b) Bei Maschinen, die je nach Ausrüstung verschiedene Verwendungen gestatten, müssen der Hersteller der Grundmaschine, auf der auswechselbare Ausrüstungen montiert werden können, und der Hersteller der auswechselbaren Ausrüstungen die erforderlichen Angaben machen, um eine sichere Montage und Benutzung zu ermöglichen.

4. GRUNDLEGENDE SICHERHEITS- UND GESUNDHEITSANFORDERUNGEN ZUR AUSSCHALTUNG DER SPEZIELLEN GEFAHREN DURCH HEBEVORGÄNGE

Maschinen, von denen durch Hebevorgänge bedingte Gefahren – vor allem die Gefahr des Herabfallens, Aufprallens oder Kippens von Nutzlasten bei ihrer Beförderung – ausgehen, müssen so konzipiert und gebaut sein, daß sie den nachstehenden Anforderungen entsprechen.

Solche Gefahren bestehen insbesondere bei Maschinen, die zur Beförderung von Einzellasten unter Höhenverlagerung dienen. Solche Nutzlasten können aus Stückgütern oder Schüttgütern bestehen.

4.1. Allgemeines

4.1.1. Begriffsbestimmungen

- a) „Lastaufnahmeeinrichtungen“

Nicht mit der Maschine verbundene Bauteile oder Ausrüstungen, die zwischen Maschine und Nutzlast angebracht werden, um ihr Ergreifen zu ermöglichen.

- b) „Anschlagmittel“

Lastaufnahmeeinrichtungen, die zur Bildung bzw. Verwendung einer Schlinge dienen: Ösenhaken, Schäkel, Ringe, Ösenschrauben usw.

- c) „Geführte Lastaufnahmeeinrichtung“

Lastaufnahmeeinrichtung, die während ihrer gesamten Bewegung entlang starrer oder beweglicher Führungselemente geführt wird, deren räumliche Stellung durch Festpunkte bestimmt wird.

- d) „Betriebskoeffizient“

Arithmetisches Verhältnis zwischen der vom Hersteller garantierten Last, bei deren Überschreiten die Lastaufnahmeausrüstung bzw. -einrichtung oder eine Maschine die Last nicht mehr halten kann, und der auf der Lastaufnahmeausrüstung bzw. -einrichtung oder der Maschine angegebenen maximalen Tragfähigkeit.

e) „Prüfungskoeffizient“

Arithmetisches Verhältnis zwischen der für die statische bzw. dynamische Prüfung der Lastaufnahmeausrüstung bzw. -einrichtung oder einer Maschine verwendeten Last und der darauf jeweils angegebenen maximalen Tragfähigkeit.

f) „Statische Prüfung“

Versuch, bei dem die Maschine bzw. Lastaufnahmeeinrichtung zunächst überprüft wird, sodann eine Kraft angelegt wird, die der maximalen Tragfähigkeit, multipliziert mit dem geeigneten Koeffizienten für die statische Prüfung, entspricht, und die Maschine bzw. Lastaufnahmeeinrichtung nach Entlastung erneut überprüft wird, um etwaige Schäden festzustellen.

g) „Dynamische Prüfung“

Versuch, bei dem die Maschine in allen möglichen Betriebszuständen betrieben und hierbei die maximale Betriebslast unter Berücksichtigung des dynamischen Verhaltens der Maschine angelegt wird, um das ordnungsgemäße Funktionieren der Maschine und der Sicherheitseinrichtungen zu überprüfen.

4.1.2. Schutzmaßnahmen gegen mechanische Gefahren

4.1.2.1. Gefahren infolge mangelnder Standsicherheit

Die Maschinen müssen so konzipiert und gebaut sein, daß die unter Nummer 1.3.1 geforderte Standsicherheit im Betrieb und außer Betrieb, einschließlich während des gesamten Transports, des Auf- und Abbaus, bei vorhersehbaren Ausfällen und auch bei Prüfungen gemäß der Betriebsanleitung gewährleistet ist.

Dazu muß der Hersteller oder sein in der Gemeinschaft niedergelassener Bevollmächtigter die geeigneten Prüfmittel heranziehen; im besonderen bei selbstfahrenden Flurförderzeugen mit einer Hubhöhe über 1,80 m muß der Hersteller oder sein in der Gemeinschaft niedergelassener Bevollmächtigter für jeden Förderzeugtyp eine Stabilitätsprüfung auf der Plattform oder eine ähnliche Prüfung durchführen oder durchführen lassen.

4.1.2.2. Führungen und Laufbahnen

Die Maschinen müssen Vorrichtungen aufweisen, die auf Führungen und Laufbahnen einwirken und ein Entgleisen verhindern.

Für den Fall des Entgleisens trotz dieser Vorrichtungen oder für den Fall eines Versagens eines Führungs- oder Lauforgans müssen Vorkehrungen getroffen werden, die das Herabfallen von Ausrüstungen, Bauteilen oder der Last sowie das Umkippen der Maschine verhindern.

4.1.2.3. Festigkeit

Die Maschinen, die Lastaufnahmeeinrichtungen und ihre abnehmbaren Elemente müssen den Belastungen, denen sie während ihres Betriebs und gegebenenfalls auch außerhalb ihres Betriebs ausgesetzt sind, unter den vom Hersteller vorgesehenen Montage- und Betriebsbedingungen und in allen entsprechenden Betriebszuständen, gegebenenfalls unter bestimmten Witterungseinflüssen und menschlicher Krafteinwirkung, standhalten können. Diese Anforderung muß auch während der Beförderung, Montage und Demontage erfüllt sein.

Die Maschinen und Lastaufnahmeeinrichtungen sind so zu konzipieren und auszuführen, daß unter den vorgesehenen Einsatzbedingungen ein Versagen infolge Ermüdung oder Alterung ausgeschlossen ist.

Die Werkstoffe dafür sind im Hinblick auf die vom Hersteller vorgesehene Einsatzumgebung zu wählen, insbesondere im Hinblick auf Korrosion, Abrieb, Stöße, Kaltbrüchigkeit und Alterung.

Die Maschinen und Lastaufnahmeeinrichtungen müssen so konzipiert und ausgeführt sein, daß sie den Überlastungen bei statischen Prüfungen ohne bleibende Verformung und offenkundige Mängel standhalten. Bei der Berechnung sind die Koeffizienten für die statische Prüfung zugrunde zu legen; diese werden so bestimmt, daß sie ein angemessenes Sicherheitsniveau gewährleisten und haben in der Regel folgende Werte:

- a) durch menschliche Kraft bewegte Maschinen und Lastaufnahmeeinrichtungen: 1,5;
- b) sonstige Maschinen: 1,25.

Die Maschinen müssen so konzipiert und ausgeführt sein, daß sie den dynamischen Prüfungen mit der maximalen Tragfähigkeit, multipliziert mit dem Koeffizienten für die dynamische Prüfung, einwandfrei standhalten. Dieser Koeffizient für die dynamische Prüfung wird so bestimmt, daß er ein angemessenes Sicherheitsniveau gewährleistet, und hat in der Regel den Wert 1,1.

Die dynamischen Prüfungen sind an der betriebsbereiten Maschine unter normalen Betriebsbedingungen durchzuführen. Diese Prüfungen werden in der Regel bei vom Hersteller festgelegter Nenngeschwindigkeit durchgeführt.

Läßt der Steuerkreis der Maschine mehrere Bewegungen gleichzeitig zu (z. B. Drehung und Verlagerung der Last), so ist der Versuch unter ungünstigsten Bedingungen vorzunehmen, das heißt in der Regel, indem die Bewegungen kombiniert werden.

4.1.2.4. Rollen, Trommeln, Ketten und Seile

Der Durchmesser der Rollen und Trommeln muß auf die Abmessungen der Seile oder Ketten, für die sie vorgesehen sind, abgestimmt sein.

Rollen und Trommeln müssen so konzipiert, ausgeführt und angebracht sein, daß die Seile oder Ketten, für die sie bestimmt sind, ohne seitliche Abweichungen von der vorgesehenen Bahn abgerollt werden können.

Seile, die unmittelbar zum Heben oder Tragen von Lasten verwendet werden, dürfen lediglich an ihren Enden verspleißt sein. (Bei Einrichtungen, die für laufendes Umrüsten entsprechend den jeweiligen Betriebserfordernissen konzipiert sind, sind Verspleißungen auch an anderen Stellen zulässig.) Der Betriebskoeffizient von Seil und Seilenden insgesamt wird so bestimmt, daß er ein angemessenes Sicherheitsniveau gewährleistet; dieser Koeffizient hat in der Regel den Wert 5.

Der Betriebskoeffizient von Hebketten wird so bestimmt, daß er ein angemessenes Sicherheitsniveau gewährleistet; dieser Koeffizient hat in der Regel den Wert 4.

Um festzustellen, ob der angemessene Betriebskoeffizient erreicht ist, muß der Hersteller oder sein in der Gemeinschaft niedergelassener Bevollmächtigter für jeden Kett- und Seiltyp, der unmittelbar zum Heben von Lasten verwendet wird, und für jeden Seilendtyp die entsprechenden Prüfungen durchführen oder durchführen lassen.

4.1.2.5. Anschlagmittel

Anschlagmittel sind unter Berücksichtigung der Ermüdungs- und Alterungserscheinungen zu dimensionieren, die bei einer der vorgesehenen Lebensdauer entsprechenden Anzahl von Betriebszyklen unter den für den vorgesehenen Einsatz festgelegten Betriebsbedingungen zu erwarten sind.

Ferner gilt:

- a) Der Betriebskoeffizient von Drahtseilen und ihren Enden insgesamt wird so bestimmt, daß er ein angemessenes Sicherheitsniveau gewährleistet; dieser Koeffizient hat in der Regel den Wert 5. Die Seile dürfen außer an ihren Enden keine Spleiße oder Schlingen aufweisen.
- b) Werden Ketten aus verschweißten Gliedern verwendet, so müssen dies kurze Glieder sein. Der Betriebskoeffizient der Ketten wird ungeachtet ihres Typs so bestimmt, daß er ein angemessenes Sicherheitsniveau gewährleistet; dieser Koeffizient hat in der Regel den Wert 4.
- c) Der Betriebskoeffizient von Textildfaserseilen oder -gurten variiert je nach Werkstoff, Fertigungsverfahren, Abmessungen und Verwendungszweck. Dieser Koeffizient wird so bestimmt, daß er ein angemessenes Sicherheitsniveau gewährleistet; dieser Koeffizient hat in der Regel den Wert 7, sofern die verwendeten Werkstoffe von nachgewiesenermaßen sehr guter Qualität sind und das Fertigungsverfahren den vorgesehenen Betriebsbedingungen entspricht. Andernfalls ist der Wert in der Regel höher, um ein gleichwertiges Sicherheitsniveau zu bieten. Textildfaserseile oder -gurte dürfen außer an den Enden bzw. bei Endlosschlingen außer an den Ringschlußteilen keine Knoten, Spleiße oder Verbindungsstellen aufweisen.
- d) Der Betriebskoeffizient sämtlicher Metallteile eines Anschlagmittels oder der mit einem Anschlagmittel verwendeten Metallteile wird so bestimmt, daß er ein angemessenes Sicherheitsniveau gewährleistet; dieser Koeffizient hat in der Regel den Wert 4.
- e) Die maximale Tragfähigkeit eines mehrsträngigen Anschlagmittels wird aus der maximalen Betriebstragfähigkeit des schwächsten Strangs, der Anzahl der Stränge und einem von der Anschlagart abhängigen Minderungsfaktor errechnet.
- f) Um festzustellen, ob der angemessene Betriebskoeffizient erreicht ist, muß der Hersteller oder sein in der Gemeinschaft niedergelassener Bevollmächtigter für jeden unter den Buchstaben a), b), c) und d) aufgeführten Teiletyp die entsprechenden Prüfungen durchführen oder durchführen lassen.

4.1.2.6. Bewegungsbegrenzung

Bewegungsbegrenzungseinrichtungen müssen so funktionieren, daß sie die Maschine, an der sie angebracht sind, in sicherer Lage halten.

- a) Die Maschinen müssen so ausgelegt bzw. mit solchen Einrichtungen versehen sein, daß die Amplitude der Bewegung ihrer Bauteile innerhalb der vorgesehenen Grenzen gehalten wird. Die Aktivierung dieser Vorrichtungen muß gegebenenfalls durch ein Warnsignal angekündigt werden.
- b) Wenn mehrere fest installierte oder schienengeführte Maschinen gleichzeitig Bewegungen vollziehen können und die Gefahr besteht, daß es dabei zu Zusammenstößen kommt, müssen sie so konzipiert und gebaut sein, daß sie mit Vorrichtungen zur Ausschaltung dieser Gefahr ausgerüstet werden können.
- c) Die beweglichen Maschinenteile der Maschinen müssen so konzipiert und ausgeführt sein, daß sich die Lasten bei partiellem oder vollständigem Energieausfall oder bei Beendigung der Betätigung durch die Bedienungsperson nicht in gefährlicher Weise verschieben oder in unkontrolliertem freiem Fall herabstürzen können.
- d) Außer bei Maschinen, für deren Einsatz dies erforderlich ist, darf es unter normalen Betriebsbedingungen nicht möglich sein, eine Last allein unter Benutzung einer Reibungsbremse abzusenken.
- e) Greiforgane müssen so konzipiert und ausgeführt sein, daß ein unkontrolliertes Herabfallen der Lasten ausgeschlossen ist.

4.1.2.7. Gefahren durch beförderte Lasten

Der Bedienungsstand von Maschinen muß so angeordnet sein, daß der Bewegungsverlauf der in Bewegung befindlichen Teile im Hinblick auf mögliche Zusammenstöße mit Personen oder Vorrichtungen oder anderen Maschinen, die gleichzeitig Bewegungen vollziehen können und eine Gefahr darstellen könnten, maximal überwacht werden kann.

Fest installierte Maschinen mit geführter Last müssen so konzipiert und ausgeführt sein, daß gefährdete Personen von der Last oder den Gegengewichten nicht getroffen werden können.

4.1.2.8. Blitzschlaggefahr

Bei Maschinen, die während ihres Einsatzes vom Blitz getroffen werden können, müssen entsprechende Vorkehrungen getroffen werden, daß dabei auftretende elektrische Ladungen in den Erdboden abgeleitet werden.

4.2. Spezielle Anforderungen an Hebezeuge, die nicht durch menschliche Kraft bewegt werden

4.2.1. Betätigungseinrichtungen

4.2.1.1. Fahrerplatz

Die Anforderungen unter Nummer 3.2.1 gelten auch für nicht bewegliche Maschinen.

4.2.1.2. Sitz

Die Anforderungen unter Nummer 3.2.2 erster und zweiter Absatz sowie unter Nummer 3.2.3 gelten auch für nicht bewegliche Maschinen.

4.2.1.3. Bewegungssteuerungsorgane

Die die Bewegungen der Maschine oder ihrer Ausrüstungen steuernden Organe müssen, sobald ihre Betätigung durch die Bedienungsperson endet, in ihre Ausgangsposition zurückkehren. Für Teilbewegungen oder vollständige Bewegungen, bei denen keine Gefahr eines An- bzw. Aufprallens der Nutzlast oder der Maschine besteht, können jedoch statt der vorgenannten Steuerorgane solche eingesetzt werden, die es zulassen, daß die Bewegungen automatisch bis auf verschiedene vorwählbare Ebenen erfolgen, ohne daß die Bedienungsperson das entsprechende Stellteil dauernd betätigen muß.

4.2.1.4. Belastungskontrolle

Maschinen mit einer maximalen Tragfähigkeit von mindestens 1 000 kg bzw. einem Kippmoment von mindestens 40 000 Nm müssen mit Vorrichtungen versehen sein, die den Fahrer warnen und eine gefahrbringende Bewegung der Last verhindern bei:

- Überlastung der Maschine
 - durch Überschreiten der maximalen Tragfähigkeit oder
 - durch Überschreiten der zulässigen Lastmomente aufgrund dieser Lasten;
- Überschreiten der zulässigen Kippmomente, insbesondere durch gehobene Lasten.

4.2.2. Seilgeführte Einrichtungen

Trag-, Zug- sowie Trag- und Zugseile müssen durch Gegengewichte oder eine die ständige Regelung der Seilspannung ermöglichende Vorrichtung gespannt werden.

4.2.3. Risiken für die gefährdeten Personen, Zugänge zum Arbeitsplatz bzw. zu den Eingriffsstellen

Maschinen mit geführter Last und Maschinen, bei denen die Lastträger eine genau festgelegte Bahn beschreiben, müssen mit Vorrichtungen ausgerüstet sein, die Risiken für die gefährdeten Personen ausschalten.

Maschinen, die festgelegte Ebenen bedienen und bei denen das Bedienungspersonal die Ladefläche betreten kann, um die Ladung zu verstauen, müssen so konzipiert und gebaut sein, daß eine unkontrollierte Lageveränderung der Ladefläche insbesondere beim Be- und Entladen vermieden wird.

4.2.4. Einsatztauglichkeit

Der Hersteller oder sein in der Gemeinschaft niedergelassener Bevollmächtigter stellt bei der Vermarktung oder der erstmaligen Inbetriebnahme durch von ihm getroffene oder veranlaßte geeignete Maßnahmen sicher, daß die betriebsbereiten Lastaufnahmeeinrichtungen und Maschinen – ob hand- oder motorbetrieben – uneingeschränkt sicher funktionieren können. Die vorstehend genannten Maßnahmen müssen den statischen und dynamischen Merkmalen der Maschinen Rechnung tragen.

Können die Maschinen nicht in den Räumlichkeiten des Herstellers oder seines in der Gemeinschaft niedergelassenen Bevollmächtigten zusammengesetzt bzw. aufgebaut werden, so sind die entsprechenden Maßnahmen am Einsatzort zu treffen. Anderenfalls können sie entweder in den Räumlichkeiten des Herstellers oder am Einsatzort getroffen werden.

4.3. Kennzeichnung

4.3.1. Ketten und Seile

Jeder Strang einer Kette, eines Seiles oder eines Gurtes zum Heben einer Last, der nicht Teil einer Baugruppe ist, muß eine Kennzeichnung oder, wenn eine Kennzeichnung unmöglich ist, ein Schild oder einen nicht abnehmbaren Ring mit den erforderlichen Angaben über den Hersteller bzw. seinen in der Gemeinschaft niedergelassenen Bevollmächtigten sowie der Kennung der entsprechenden Bescheinigung tragen.

Die Bescheinigung muß die in den harmonisierten Normen geforderten Angaben bzw., falls solche nicht vorliegen, die folgenden Mindestangaben enthalten:

- Name des Herstellers oder seines in der Gemeinschaft niedergelassenen Bevollmächtigten;
- Anschrift des Herstellers bzw. seines Bevollmächtigten in der Gemeinschaft;
- Beschreibung der Kette oder des Kabels:
 - Nennabmessungen,
 - Konstruktion,
 - Werkstoff,
 - jegliche metallurgische Sonderbehandlung der Ausrüstung;

- bei Versuchen, Angabe der verwendeten Norm;
- maximale Tragfähigkeit der Kette oder des Seils. Je nach dem vorgesehenen Einsatz kann auch eine Spanne von Werten angegeben werden.

4.3.2. Lastaufnahmeeinrichtungen

Jede Lastaufnahmeeinrichtung muß wie folgt gekennzeichnet sein:

- Angaben zum Hersteller;
- Angaben zum Material (z. B. internationale Klasse), sofern diese für die Passung erforderlich sind;
- maximale Tragfähigkeit;
- CE-Kennzeichnung.

Bei Anschlagmitteln mit Teilen wie z. B. Seilen, deren unmittelbare Kennzeichnung physisch unmöglich ist, sind die vorstehenden Angaben auf einem Schild oder durch andere Mittel, die fest am Anschlagmittel befestigt sind, zu machen.

Die Angaben müssen gut leserlich und an einer Stelle angebracht sein, wo sie nicht durch Bearbeitung, Abnutzung usw. ausgelöscht werden bzw. die Festigkeit des Anschlagmittels beeinträchtigen können.

4.3.3. Maschinen

Jede Maschine muß zusätzlich zu den Mindesthinweisen gemäß Nummer 1.7.3 mit gut leserlichen und dauerhaft angebrachten Angaben zur Nennlast versehen sein:

- Bei Maschinen, bei denen nur ein Wert möglich ist, klare und gut sichtbare Angabe auf der Maschine selbst.
- Wenn die Nennlast vom jeweiligen Betriebszustand der Maschine abhängig ist, muß jeder Bedienungsplatz mit einem Lastenschild versehen sein, auf dem die Nennlasten für die einzelnen Betriebszustände in Form von Skizzen, gegebenenfalls in Form einer Tabelle angegeben sind.

Maschinen, die mit einem Lastträger ausgerüstet sind, der aufgrund seiner Abmessungen auch von Personen betreten werden kann und bei dessen Bewegung Absturzgefahr besteht, müssen einen deutlichen und nicht zu entfernenden Hinweis, daß die Beförderung von Personen untersagt ist, tragen. Dieser Hinweis muß an allen Stellen, an denen eine Zugangsmöglichkeit besteht, sichtbar sein.

4.4. Betriebsanleitung

4.4.1. Lastaufnahmeeinrichtungen

Jede Lastaufnahmeeinrichtung bzw. jede nur als Ganzes verkäufliche Gruppe von Lastaufnahmeeinrichtungen muß mit einer Betriebsanleitung geliefert werden, die zumindest folgende Angaben enthält:

- normale Einsatzbedingungen;
- Benutzungs-, Montage- und Wartungsanweisungen;
- etwaige Einsatzbeschränkungen, insbesondere bei Lastaufnahmeeinrichtungen, die den Anforderungen der Nummer 4.1.2.6 Buchstabe e) nicht genügen.

4.4.2. Maschinen

Ergänzend zu Nummer 1.7.4 muß die Betriebsanleitung Angaben zu folgenden Punkten enthalten:

- technische Kenndaten, insbesondere
 - gegebenenfalls Wiedergabe der unter der Nummer 4.3.3 Ziffer ii) bezeichneten Lastentabelle,
 - Auflagedruck und Kenndaten der Laufbahnen,
 - gegebenenfalls Angaben über Ballastmassen und Mittel zu ihrer Anbringung;
- wenn mit der Maschine kein Wartungsheft geliefert wird, Wiedergabe des entsprechenden Textes;
- Benutzungshinweise, insbesondere Ratschläge, wie das Bedienungspersonal mangelnde Direktsicht auf die Last ausgleichen kann;
- notwendige Angaben zur Durchführung von Prüfungen vor der erstmaligen Inbetriebnahme von Maschinen, die beim Hersteller nicht im Betriebszustand montiert werden.

5. GRUNDLEGENDE SICHERHEITS- UND GESUNDHEITSANFORDERUNGEN FÜR MASCHINEN, DIE IM UNTERTAGEBAU EINGESETZT WERDEN SOLLEN

Maschinen, die im Untertagebau eingesetzt werden sollen, müssen so konzipiert und gebaut sein, daß sie den nachstehenden Anforderungen entsprechen.

5.1. Gefahren durch mangelnde Standsicherheit

Ein Schreitausbau muß so ausgelegt und konstruiert sein, daß beim Schreitvorgang eine entsprechende Ausrichtung möglich ist und ein Umkippen vor und während der Druckbeaufschlagung sowie nach der Druckminderung unmöglich ist. Der Ausbau muß Verankerung für die Kopfplatten der hydraulischen Einzelstempel besitzen.

5.2. Bewegungsfreiheit

Ein Schreitausbau muß so ausgelegt sein, daß sich die gefährdeten Personen ungehindert bewegen können.

5.3. Beleuchtung

Die Anforderungen gemäß Nummer 1.1.4 dritter Absatz gelten nicht.

5.4. Stellteile

Stellteile zum Beschleunigen und Bremsen schienengeführter Maschinen müssen manuell betätigt werden. Der Totmannschalter kann dagegen mit dem Fuß betätigt werden.

Die Stellteile eines Schreitausbaus müssen so ausgelegt und angeordnet sein, daß das Bedienungspersonal beim Schreitvorgang durch ein feststehendes Anbauelement geschützt ist. Die Stellteile müssen gegen unbeabsichtigtes Auslösen gesichert sein.

5.5. Anhalten der Verfahrbewegung

Für den Einsatz unter Tage bestimmte Lokomotiven müssen mit einem Totmannschalter für den Steuerkreis zum Verfahren der Maschine versehen sein.

5.6. Brandgefahr

Die Anforderung gemäß Nummer 3.5.2 zweiter Gedankenstrich gilt zwingend für Maschinen, die leicht entzündliche Bauteile aufweisen.

Das Bremssystem muß so konzipiert und ausgeführt sein, daß es keine Funken erzeugen oder Brände verursachen kann.

Maschinen mit Wärmekraftmotor dürfen nur mit einem Verbrennungsmotor ausgestattet sein, der mit einem Kraftstoff mit niedrigem Dampfdruck arbeitet und bei dem elektrische Funkenbildung ausgeschlossen ist.

5.7. Gefahren durch Emission von Stäuben, Gasen usw.

Abgase aus Verbrennungsmotoren dürfen nicht nach oben ausgestoßen werden.

6. GRUNDLEGENDE SICHERHEITS- UND GESUNDHEITSANFORDERUNGEN ZUR VERMEIDUNG DER SPEZIELLEN GEFAHREN BEIM HEBEN ODER FORTBEWEGEN VON PERSONEN

Maschinen, von denen durch das Heben oder Fortbewegen von Personen bedingte Gefahren ausgehen, müssen so konzipiert und gebaut sein, daß sie den nachstehenden Anforderungen entsprechen.

6.1. Allgemeines

6.1.1. Begriffsbestimmung

Im Sinne dieses Kapitels wird als Fördermittel der Teil bezeichnet, in dem Personen zur Aufwärts-, Abwärts- oder Fortbewegung Platz nehmen.

6.1.2. Festigkeit

Die in Nummer 4 festgelegten Betriebskoeffizienten reichen für Maschinen zum Heben und Fortbewegen von Personen nicht aus; sie müssen in der Regel verdoppelt werden. Der Boden des Fördermittels muß so konzipiert und gebaut sein, daß er den Raum bietet und die Festigkeit ausweist, die der vom Hersteller festgelegten Höchstzahl von Personen und Höchstnutzlast entsprechen.

6.1.3. Belastungskontrolle bei nicht durch Muskelkraft betriebenen Maschinen

Die Anforderungen gemäß Nummer 4.2.1.4 gelten unabhängig von der Höchstnutzlast. Hiervon ausgenommen sind Maschinen, bei denen der Hersteller den Nachweis erbringen kann, daß die Gefahr einer Überlastung und/oder eines Umstürzens nicht gegeben ist.

6.2. Befehlseinrichtungen

6.2.1. Für den Fall, daß in den Sicherheitsanforderungen keine anderen Lösungen vorgeschrieben werden, gilt folgendes: Das Fördermittel muß in der Regel so konzipiert und gebaut sein, daß Personen, die sich im Fördermittel befinden, über Befehlseinrichtungen für die Aufwärts- und Abwärtsbewegungen sowie gegebenenfalls die Fortbewegung des Fördermittels relativ zur Maschine verfügen.

Diese Befehlseinrichtungen müssen Vorrang vor anderen Befehlseinrichtungen für dieselbe Bewegung haben, Notbefehlseinrichtungen ausgenommen.

Die Befehlseinrichtungen für diese Bewegungen müssen – mit Ausnahme von Maschinen, die festgelegte Ebenen bedienen – so ausgelegt sein, daß sie kontinuierlich betätigt werden müssen.

6.2.2. Kann eine Maschine zum Heben oder Fortbewegen von Personen fortbewegt werden, wenn sich das Fördermittel nicht in Grundposition befindet, so muß die Maschine so konzipiert und gebaut sein, daß die Person(en), die sich im Fördermittel befindet (befinden), über Mittel zur Vermeidung der Gefahren verfügen, die sich aus der Fortbewegung der Maschine ergeben können.

6.2.3. Maschinen zum Heben oder Fortbewegen von Personen müssen so konzipiert, gebaut oder ausgerüstet sein, daß Gefahren aufgrund einer überhöhten Geschwindigkeit des Fördermittels ausgeschlossen sind.

6.3. Gefahr des Sturzes von Personen aus dem Fördermittel

6.3.1. Falls die in Nummer 1.5.15 vorgesehenen Maßnahmen nicht ausreichen, müssen die Fördermittel mit ausreichend festen Verankerungspunkten zur Befestigung von persönlichen Schutzausrüstungen gegen Absturz ausgestattet sein; die Anzahl von Verankerungspunkten muß der Anzahl von Personen entsprechen, die sich im Fördermittel befinden können.

6.3.2. Ist eine Bodenklappe, eine Dachluke oder eine seitliche Tür vorhanden, so muß deren Öffnungsrichtung der Absturzrichtung bei unvermutetem Öffnen entgegengesetzt sein.

6.3.3. Die Maschine zum Heben oder Fortbewegen von Personen muß so konzipiert und gebaut sein, daß der Boden des Fördermittels auch bei den Bewegungen sich nicht so weit neigt, daß für die Personen, die sich im Fördermittel befinden, eine Absturzgefahr besteht.

Der Boden des Fördermittels muß rutschhemmend sein.

6.4. Gefahr eines Ab- oder Umstürzens des Fördermittels

6.4.1. Die Maschinen zum Heben oder Fortbewegen von Personen müssen so konzipiert und gebaut sein, daß das Fördermittel nicht abstürzt oder umstürzt.

6.4.2. Die Beschleunigung und die von der Bedienungsperson gesteuerte oder von einer Sicherheitseinrichtung ausgelöste Abbremsung des Fördermittels oder des Trägerfahrzeugs bei der vom Hersteller vorgesehenen Höchstlast und Höchstgeschwindigkeit dürfen für die Personen im Wirkungsbereich der Maschine keine Gefährdung bewirken.

6.5. Kennzeichnung

Wenn dies aus Sicherheitsgründen erforderlich ist, müssen auf dem Fördermittel die notwendigen relevanten Angaben angebracht sein.

Anhang B (informativ)

Wichtigste terminologische Unterschiede zwischen EN 292 und der „Maschinen-Richtlinie“

Die unten aufgelisteten Benennungen werden in der englisch sprachigen Fassung von EN 292 oder der Richtlinie – je nach Zuordnung – verwendet, und sind als gleichwertige Benennungen zu betrachten.

EN 292	"Maschinen-Richtlinie" (98/37/EC)
commissioning	putting into service
ejection hazard	risk of ejection
hold-to-run control	control requiring sustained action
intended use	intended conditions of use/foreseen use
interlocking device/interlock	locking device
personal protective equipment	personal protection equipment
pressure sensitive mat	sensor mat
protective device	protective device/protection device
shall	must
trip device	sensing device

Anhang ZA (informative)

Abschnitte in dieser Europäischen Norm, die grundlegende Anforderungen oder andere Vorgaben von EU-Richtlinien betreffen

Diese Europäische Norm wurde unter einem Mandat erarbeitet, das dem CEN von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone erteilt wurde und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinie

Maschinen-Richtlinie 98/37/EG (ersetzt Richtlinie 89/392/EWG und ihre Ergänzungen).

WARNHINWEIS: Für Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Anforderungen und weitere EG-Richtlinien gelten.

Die Übereinstimmung mit dieser Norm ist eine der Möglichkeiten, die relevanten grundlegenden Anforderungen der betreffenden Richtlinie und der zugehörigen EFTA-Vorschriften zu erfüllen.

Literaturhinweise

- [1] ISO 2972:1979, *Numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen, Symbole*
- [2] ISO 6385:1981, *Ergonomische Prinzipien bei der Konzeption von Arbeitssystemen*
- [3] ISO 7000:1984, *Graphische Symbole zur Anwendung an Einrichtungen - Inhaltsverzeichnis und Übersicht*
- [4] ISO 7001: 1980/A1:1985 *Symbole zur Information der Öffentlichkeit*
- [5] ISO/IEC Guide 14:1977, *Produktinformation für den Verbraucher*
- [6] ISO/IEC Guide 51:1990, *Richtlinie für die Einbeziehung von Sicherheitsaspekten in Normen*
- [7] IEC 417 : 1973/A:1974/B : 1975/C : 1977/D : 1978/E : 1980/F : 1982/G : 1985, *Leitfaden für graphische Symbole an Elektrogeräten – Verzeichnis, Übersicht und Zusammenstellung der einzelnen Blätter*

EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM

DRAFT
prEN 292-2

UDC

Descriptors:

English version

Safety of machinery

Basic concepts, general principles for design

Part 2: Technical principles

(Identical with ISO/DIS 12100-2)

Revision of EN 292-2: 1991 and EN 292-2: 1991/A1: 1995

Sécurité des machines – Notions fondamentales, principes généraux de conception – Partie 2: Principes techniques (Identique avec l'ISO DIS 12100-2); Révision de l'EN 292-2: 1991 et EN 292-2: 1991/A1: 1995)

Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze – Teil 2: Technische Leitsätze (Identisch mit ISO/DIS 12100-2); Überarbeitung der EN 292-2: 1991 und EN 292-2: 1991/A1: 1995)

This draft European Standard is submitted to parallel enquiry by ISO, IEC and CEN.

It has been drawn up by CEN/TC 114 "Safety of machinery".

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

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

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.

CEN

European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung

Central Secretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brussels

Foreword

This document has been prepared by CEN /TC 114, "Safety of machinery", the secretariat of which is held by DIN.

This document is currently submitted to parallel CEN Enquiry by ISO, IEC and CEN.

This document will replace EN 292-2:1991/ISO/TR 12100-2:1992 and EN 292-2:1991/A1:1995.

In case of adoption of the draft European Standard prEN 292-2 as International Standard also it is intended to change the number of the standard from EN 292-2 into **EN ISO 12100-2**.

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

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

This standard results from the revision of EN 292:1991/ISO/TR 12100:1992¹⁾, carried out by a Special Working Group composed of experts from CEN, CENELEC, ISO and IEC.

The standard consists of two parts:

- Part 1: *Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design – Basic terminology, methodology*, expressing the basic overall methodology to be followed when designing machinery and when producing safety standards for machinery, together with the basic terminology related to the philosophy underlying this work;
- Part 2: *Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design – Technical principles*, giving advice on how this philosophy can be applied using available techniques.

1) To simplify, EN 292/ISO 12100 is called EN 292 in this document.

Contents

Foreword	2
Introduction	5
1 Scope.....	5
2 Normative references.....	6
3 Intrinsic design measures.....	8
3.1 Avoiding sharp edges and corners, protruding parts.....	8
3.2 Consideration of geometrical and physical factors	8
3.3 Taking into account the general technical knowledge regarding machine design and construction.....	9
3.4 Using intrinsically safe technologies, processes, power supplies	9
3.5 Applying the principle of the positive mechanical action of a component on another component.....	10
3.6 Observing ergonomic principles	10
3.7 Applying intrinsic design measures to control systems	11
3.7.0 Starting of an internal power source / switching on an external power supply	13
3.7.1 Starting / stopping of a mechanism	13
3.7.2 Restart after power interruption	13
3.7.3 Interruption of energy supply	14
3.7.4 Use of reliable components	14
3.7.5 Use of "oriented failure mode" components.....	14
3.7.6 Duplication (or redundancy) of "critical" components	14
3.7.7 Use of automatic monitoring	14
3.7.8 Maintaining safety functions in re-programmable control systems.....	15
3.7.9 Principles relating to manual control.....	15
3.7.10 Selection of control and operating modes	16
3.7.11 Control mode for setting, teaching, process changeover, fault-finding, cleaning or maintenance	16
3.7.12 Applying measures to control the effects of electromagnetic radiation (EMC)	17
3.7.13 Provision of diagnostic systems to aid fault-finding and rectification	17
3.8 Preventing hazards from pneumatic and hydraulic equipment	17
3.9 Preventing electrical hazard	17
3.10 Limiting exposure to hazards through reliability of equipment.....	18
3.11 Limiting exposure to hazards through mechanization or automation of loading (feeding) / unloading (removal) operations	18
3.12 Limiting exposure to hazards through location of the setting and maintenance points outside of danger zones.....	18
3.13 Provisions for the maintainability of a machine	18
3.14 Provisions for the stability of machines and their elements.....	19
4 Safeguarding and complementary protective measures.....	19
4.0 General	19
4.1 Selection and implementation of guards and protective devices.....	20
4.1.1 General	20
4.1.2 Where access to the hazard zone is not required during normal operation.....	21
4.1.3 Where access to the hazard zone is required during normal operation	21
4.1.4 Where access to the hazard zone is required for machine setting, teaching, process changeover, fault finding, cleaning or maintenance	22
4.1.5 Application of protective equipment for presence-sensing	22
4.1.6 Protective measures for stability.....	23
4.1.7 Other protective devices	23
4.2 Requirements for the design and construction of guards and protective devices	24
4.2.1 General requirements	24
4.2.2 Requirements for guards	25

4.2.3	Technical characteristics of protective devices (see EN 292-1, 3.23)	27
4.2.4	Provisions for alternative types of safeguards	27
4.2.5	Use of active opto-electronic protective devices (AOPDs)	27
4.3	Complementary protective measures	28
4.4	Protective measures reducing emission	28
4.4.1	General	28
4.4.2	Noise	28
4.4.3	Vibrations	29
4.4.4	Hazardous substances	29
5	Information for use	29
5.1	General requirements	29
5.2	Location and nature of the information for use	30
5.3	Signals and warning devices	30
5.4	Markings, signs (pictograms), written warnings	31
5.5	Accompanying documents (in particular, instruction handbook)	32
5.5.1	Contents	32
5.5.2	Production of the instruction handbook	34
5.5.3	Advice for drafting and editing information for use	34
6	Complementary protective measures	35
6.1	Precautions intended for emergency situations	35
6.1.1	Components and elements to achieve the emergency stop function	35
6.1.2	Precautions for the escape and rescue of trapped persons	35
6.2	Other equipment, systems and arrangements contributing to safety	35
6.2.1	Provisions for the maintainability of a machine	35
6.2.2	Provisions for isolation and energy dissipation	36
6.2.3	Provisions for easy and safe handling of machines and their heavy component parts	36
6.2.4	Provision for safe access to machinery	36
6.2.5	Provisions for stability of machines and their elements	37
6.2.6	Provision of diagnostic systems to aid fault-finding and rectification	37
Annex A (informative)	Annex I of the Machinery Directive 98/37/EC	38
Annex B (informative)	Main terminological discrepancies between EN 292 and "Machinery Directive"	58
Annex ZA (informative)	Clauses of this European Standard addressing essential requirements or other provisions of EU directives	59
Bibliography		60

Introduction

The concept of safety of machinery considers the ability of a machine to perform its intended function(s) during its life where residual risk has been adequately reduced.

The primary purpose of EN 292/ISO/TR 12100 is to provide designers with an overall framework and guidance to enable them to produce machines that are safe for their intended use. It also provides a strategy for standard makers.

This standard is the basis for a series of standards: which have the following structure:

- **type-A standards** (basic safety standards) giving basic concepts, principles for design, and general aspects that can be applied to machinery;
- **type-B standards** (generic safety standards) dealing with one safety aspect or one type of safeguards that can be used across a wide range of machinery:
 - type-B1 standards on particular safety aspects (e.g. safety distances, surface temperature, noise);
 - type-B2 standards on safeguards (e.g. two-hand controls, interlocking devices, pressure sensitive devices, guards);
- **type-C standards** (machine safety standards) dealing with detailed safety requirements for a particular machine or group of machines.

This standard is a type-A standard.

The subject of numerous clauses or subclauses of this standard is also dealt with, in a more detailed manner, in other type-A or B standards.

When a type-C standard deviates from one or more provisions dealt with by Part 2 of this standard or by a type-B standard, the type-C takes precedence.

It is recommended that this standard be incorporated in training courses and manuals to convey basic terminology and general design methods to designers.

1 Scope

This standard defines technical principles to help designers in achieving safety in the design of machinery. It may also be used for other technical products having similar hazards.

This standard does not deal with damage to domestic animals, property or the environment.

2 Normative references²⁾

This Standard incorporates by dated or undated reference, provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications apply to this Standard only when incorporated in it by amendment or revision. For undated references the latest edition of the publication referred to applies.

EN 292-1 / ISO 12100-1, *Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design – Part 1: Basic terminology, methodology*

EN 294 / ISO 13852, *Safety of machinery – Safety distances to prevent danger zones being reached by the upper limbs*

EN 349 / ISO 13854, *Safety of machinery – Minimum gaps to avoid crushing of parts of the human body*

EN 418:1995³⁾ / ISO/IEC 13850, *Safety of machinery – Emergency stop equipment, functional aspects – Principles for design*

EN 574 / ISO 13851⁴⁾, *Safety of machinery – Two hand control devices – Functional aspects - Principles for design*

EN 614-1, *Safety of machinery – Ergonomic design principles - Part 1: Terminology and general principles*

EN 626-1 / ISO 14123-1, *Safety of machinery – Reduction of risks to health from hazardous substances emitted by machinery - Part 1: Principles and specifications for machinery manufacturers*

EN 811 / ISO 13853, *Safety of machinery – Safety distances to prevent danger zones being reached by the lower limbs*

EN 894-1, *Safety of machinery – Ergonomics requirements for the design of displays and control actuators – Part 1: General principles for human interactions with displays and control actuators*

EN 953 / ISO 14120⁴⁾, *Safety of machinery – Guards - General requirements for the design and construction of fixed and movable guards*

EN 954-1 / ISO 13849-1, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems - Part 1: General principles for design*

EN 982, *Safety of machinery – Safety requirements for fluid power systems and their components - Hydraulics*

EN 983, *Safety of machinery – Safety requirements for fluid power systems and their components - Pneumatics*

EN 999 / ISO 13855⁴⁾, *Safety of machinery – The positioning of protective equipment in respect of approach speeds of parts of the human body*

EN 1037 / ISO 14118⁴⁾, *Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up*

2) In order to refer to them more easily, the standards quoted in this standard are identified by their original number.

3) The European standard and the International standard are not strictly identical.

4) To be published at ISO level.

EN 1088/ISO 14119, *Safety of machinery – Interlocking devices associated with guards - Principles for design and selection*

EN 1299, *Mechanical vibration and shock – Vibration isolation of machines – Information for the application of source isolation*

EN 1760-1/ISO 13856-1⁴⁾, *Safety of machinery – Pressure sensitive protective devices – Part 1: General principles for the design and testing of pressure sensitive mats and pressure sensitive floors*

EN 12437-1/ISO 14122-1⁴⁾, *Safety of machinery – Permanent means of access to machines and industrial plants – Part 1: Choice of a fixed means of access between two levels*

EN 12437-2/ISO 14122-2⁴⁾, *Safety of machinery – Permanent means of access to machines and industrial plants – Part 2: Working platforms and walkways*

EN 12437-3/ISO 14122-3⁴⁾, *Safety of machinery – Permanent means of access to machines and industrial plants – Part 3: Stairways, stepladders and guard-rails*

EN 12437-4/ISO 14122-4⁴⁾, *Safety of machinery – Permanent means of access to machines and industrial plants – Part 4: Fixed ladders.*

EN 50020, *Electrical apparatus for potentially explosive atmospheres – Intrinsic safety "I"*

EN 50081-1, *Electromagnetic compatibility – Generic emission standard – Part 1: Residential commercial and light industry*

EN 50081-2, *Electromagnetic compatibility – Generic emission standard – Part 2: Industrial environment*

EN 50082-1, *Electromagnetic compatibility – Generic Immunity standard – Part 1: Residential commercial and light industry*

EN 50082-2, *Electromagnetic compatibility – Generic Immunity standard – Part 2: Industrial environment*

EN 50144-1, *Safety of hand-held electric motor operated tools – Part 1: General requirements*

EN 60204-1:1997/IEC 60204-1:1997, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements*

EN 61029-1, *Safety of transportable motor-operated electric tools – Part 1: General requirement*

EN 61496-1/IEC 61496-1, *Safety of machinery - Electro-sensitive protective equipment - Part 1: General requirements and tests*

EN 61496-2/IEC 61496-2, *Safety of machinery – Electrosensitive protective equipment – Part 2: Particular requirements for equipment using active opto-electronic protective devices*

EN ISO 11688-1/ISO 11688-1, *Acoustics – Recommended practice for the design of low- noise machinery and equipment - Part 1: Planning*

CR 1030-1, *Hand-arm vibration – Guidelines for vibration hazards reduction – Part 1: Engineering methods by design of machinery*

ISO 447, *Machine tools – Direction of operation of controls*

3 Intrinsic design measures

Intrinsic design consists in the following actions, used separately or combined:

- avoiding or reducing as many of the hazards as possible by suitable choice of design features (see 3.1 to 3.9 and 3.14);
- limiting the exposure of persons to hazards by reducing the need for operator intervention in danger zones (see 3.10 to 3.13).

3.1 Avoiding sharp edges and corners, protruding parts

In so far as their purpose allows, accessible parts of the machinery shall have no sharp edges, no sharp angles, no rough surfaces, no protruding parts likely to cause injury, and no openings which may "trap" parts of the body or clothing. In particular, sheet metal edges shall be deburred, flanged or trimmed, open ends of tubes which may cause a "trap" shall be capped.

3.2 Consideration of geometrical and physical factors

Such factors can be, e.g.:

- the shape and the relative location of their mechanical component parts; for instance, crushing and shearing hazards are avoided by increasing the minimum gap between the moving parts, such that the part of the body under consideration can enter the gap safely, or by reducing the gap so that no part of the body can enter it (see EN 349, EN 294, EN 811);
- designing the shape of machinery to maximise direct visibility of the working area and hazard zones from the control position, reducing blind spots, particularly when safe operation requires permanent direct control by the operator, e.g.:
 - the travelling and working area of mobile machines;
 - the zone of movement of lifted loads or of the carrier of machinery for lifting persons;
 - the area of contact of the tool of a hand-held or hand-guided machine with the material being worked;
- the limitation of the actuating force to a sufficiently low value so that the element does not generate a mechanical hazard;
- the limitation of the mass and/or velocity of the movable elements, and hence of their kinetic energy;
- the limitation of noise and vibration by acting on the physical characteristics of the source (see EN ISO 11688-1).

3.3 Taking into account the general technical knowledge regarding machine design and construction

This includes design codes, calculation rules and should at least cover:

- a) mechanical stresses, e.g.:
 - stress limitation by implementation of correct calculation, construction and fastening methods as regards, e.g. bolted assemblies, welded assemblies;
 - stress limitation by overload prevention, (e.g. "fusible" plugs, pressure-limiting valves, breakage points, torque-limiting devices);
 - avoiding fatigue in elements under variable stresses (notably cyclic stresses);
 - static and dynamic balancing of rotating elements;
- b) materials, e.g. consideration of:
 - material properties;
 - corrosion, ageing, abrasion and wear;
 - brittleness;
 - material homogeneity;
 - toxicity of materials.
- c) collection and comparison of emission values, e.g.:
 - noise (see ISO 11689),
 - vibration,
 - hazardous substances,
 - radiation.

When the reliability of particular components or assemblies is critical for safety (e.g. ropes, chains, lifting accessories for lifting loads or persons), stress limits shall be multiplied by appropriate working coefficients. Increased working coefficients shall be used for the lifting of persons.

3.4 Using intrinsically safe technologies, processes, power supplies

For example:

- on machines intended for use in explosive atmospheres:
 - fully pneumatic or hydraulic control system and machine actuators, or
 - "intrinsically safe" electrical equipment (see EN 50020);
- electrical supply under PELV (protective extra-low voltage – see EN 60204–1:1997, 6.4);

- use of fire-resistant and non-toxic fluids in hydraulic equipment of machines.

3.5 Applying the principle of the positive mechanical action of a component on another component

If a moving mechanical component inevitably moves another component along with it, either by direct contact or via rigid elements, these components are connected in the positive mode. An example of this is positive opening operation of switching devices in an electrical circuit (see IEC 60947-5-1 and EN 60204-1:1997, 9.4.2.1).

3.6 Observing ergonomic principles

The observance of ergonomic principles in designing machinery contributes to increasing safety by reducing stress and physical effort of the operator. It also improves the performance and reliability of the operation and hence it reduces the probability of errors at all stages of machine use.

Note shall be taken of these principles when allocating functions to operator and machine (degree of automation) in the basic design.

Account shall be taken of body sizes likely to be found in each country, strengths and postures, movement amplitudes, frequency of cyclic actions, to avoid hindrance, strain, physical or psychological damage.

All elements of the "operator-machine" interface such as controls, signalling or data display elements, shall be designed in such a way that clear and unambiguous interaction between the operator and the machine is possible.

(See also EN 614-1).

Designers' attention is especially drawn to following ergonomic aspects of machine design:

3.6.1 Avoiding stressful postures and movements during use of the machine (e.g. by providing facilities to adjust the machine to suit the various operators).

3.6.2 Adapting machines, and more especially hand-held and mobile machines to human effort and displacement characteristics and to hand, arm and leg anatomy.

3.6.3 Avoiding as far as possible noise, vibration, thermal effects (e.g. extreme temperatures).

3.6.4 Avoiding linking the operator's working rhythm to an automatic succession of cycles.

3.6.5 Providing local lighting on the machine for the illumination of the working area and of adjusting, setting-up, and frequent maintenance zones when the design features of the machine and/or its guards render inadequate the ambient lighting of normal intensity; flicker, dazzling, shadows and stroboscopic effects shall be avoided if they can cause a risk; if the position or the lighting source has to be adjusted, its location shall be such that it does not cause any hazard to persons making the adjustment.

3.6.6 Designing, locating and identifying manual controls (actuators) so that:

- they are clearly visible and identifiable and appropriately marked where necessary (see 5.4);
- they can be safely operated without hesitation or loss of time and without ambiguity (e.g. a standard layout of controls reduces the possibility of error when an operator changes from a machine to another one of similar type having the same pattern of operation);

- their location (for push-buttons) and their movement (for levers and handwheels) are consistent with their effect (see ISO 447);
- their operation cannot cause additional risk.

Where a control is designed and constructed to perform several different actions, namely where there is no one-to-one correspondence (e.g. keyboards), the action to be performed shall be clearly displayed and subject to confirmation where necessary.

Controls shall be so arranged that their layout, travel and resistance to operation are compatible with the action to be performed, taking account of ergonomic principles. Constraints due to the necessary or foreseeable use of personal protection equipment (such as footwear, gloves) shall be taken into account.

3.6.7 Designing and locating indicators, dials and visual display units so that:

- they fit within the parameters and characteristics of human perception;
- information displayed can be detected, identified and interpreted conveniently, i.e. long lasting, distinct, unambiguous and understandable with respect to the operator's requirements and the intended use;
- the operator is able to perceive them from the control position.

3.6.8 Designing machinery so as to maximise the direct visibility of working areas or hazard zones and choosing and locating means of indirect vision where necessary so as to take into account the characteristics of human vision.

The design of the machine shall be such that from the main control position, the operator is able to ensure that there are no exposed persons in the danger zones. Where direct vision is not possible, it may be necessary to use additional means (e.g. mirrors, cameras). If this is impossible or for very large machines, the control system shall be designed and constructed so that an acoustic and/or visual warning signal is given whenever the machine is about to start.

3.7 Applying intrinsic design measures to control systems

Insufficient attention to the design of machine control systems can lead to unforeseen and potentially hazardous machine behaviour.

Typical causes of hazardous machine behaviour are:

- an unsuitable design or a modification (accidental or deliberate) of the control system logic;
- a temporary or permanent defect or failure of one or several components of the control system;
- a variation or a failure in the power supply of the control system;
- a wrong design or location of controls.

Typical examples of hazardous machine behaviour are:

- unintended / unexpected start-up (see EN 1037);
- uncontrolled speed change;
- failure to stop moving parts;
- dropping or ejection of a mobile part of the machine or of a workpiece clamped by the machine;
- inhibition of protective devices.

Control systems shall be provided with the means to enable operator interventions to be carried out safely and easily; this requires:

- systematic analysis of start and stop conditions;
- provision for specific operating modes (e.g. start-up after normal stop, restart after cycle interruption or after emergency stop, removal of the workpieces contained in the machine, operation of a part of the machine in case of a failure of a machine element);
- clear display of the faults when using an electronic control system and a visual display unit;
- measures to prevent accidental generation of unexpected commands (e.g. start-up) likely to cause dangerous machine behaviour;
- measures of an "architectural nature" (see EN 1037:1995, figure 1) designed to prevent unexpected commands (e.g. start-up commands) resulting in dangerous machine behaviour.

In the case of assemblies of machines, as safety is not obtained by the simple juxtaposition of different parts said to be safe, the following shall be considered:

- the interfaces between the different parts;
- the interactions between the different parts;
- the fact that each part can have its own production rate, which can require operating several parts in parallel for certain stages of the process. This infers:
 - that a stopped part does not signify that the other parts are in a safe condition;
 - that access to the part that is stopped while the rest of the machine carries on working has to be taken into account.

When zones can be determined, their delimitations shall be obvious (the effect of the associated emergency stop device too). Likewise for the effect of isolation and energy dissipation.

Control systems shall be designed to limit the movements of parts of the machinery, of the machine itself, or of elements held by the machinery to safe limits (range, speed, acceleration). Allowance shall be made for dynamic effects (e.g. the swinging of loads).

For example:

- the travelling speed of mobile machinery controlled by direct contact of a pedestrian shall be compatible with walking speed;
- the range, speed, acceleration and deceleration of movements of the carrier and carrying vehicle for lifting persons shall be limited to non-hazardous values, taking into account the total reaction time of the operator and the machine;
- the range of movements of parts of machinery for lifting loads shall be kept within specified limits.

When machinery is designed to use synchronously different elements which can also be used independently, the control system shall be designed to prevent risks due to lack of synchronisation.

In order to prevent hazardous machine behaviour and to achieve safety functions, the design of control systems shall comply with following principles and/or methods, applied singly or combined as appropriate to the circumstances.

(See also EN 954-1 and EN 60204-1:1997, clauses 9 to 12).

3.7.0 Starting of an internal power source / switching on an external power supply

Starting of an internal power source or switching on an external power supply shall not result in starting of working parts (e.g. starting the internal combustion engine shall not lead to movement of a mobile machine, connection to mains electricity supply shall not result in starting of working parts of an electrical machine).

3.7.1 Starting / stopping of a mechanism

The primary action for starting or accelerating the movement of a mechanism should be performed by application or increase of voltage or fluid pressure, or, if binary logic elements are considered, by passage from state 0 to state 1 (if state 1 represents the highest energy state).

On the contrary, the primary action for stopping or slowing down shall be performed by removal or reduction of voltage or fluid pressure, or, if binary logic elements are considered, by passage from state 1 to state 0 (if state 1 represents the highest energy state).

When, in order for the operator to maintain permanent control of deceleration, this principle is not observed (e.g. a hydraulic braking device of a self-propelled mobile machine), the machine shall be equipped with a means of slowing and stopping in case of failure of the main braking system.

3.7.2 Restart after power interruption

If it may generate a hazard, the spontaneous restart of a machine when it is re-energized after power interruption shall be prevented (e.g. by use of a self-maintained relay, contactor or valve).

3.7.3 Interruption of energy supply

Machinery shall be designed to prevent hazardous situations resulting from interruption or excessive fluctuation of the energy supply:

- the stopping function of the machinery shall remain;
- all devices whose permanent operation is required for safety shall continue to operate (e.g. locking, clamping devices, cooling or heating devices, power-assisted steering of self-propelled mobile machinery);
- parts of machinery or elements held by machinery which are liable to move as a result of potential energy shall be retained for the time necessary to allow them to be safely lowered.

3.7.4 Use of reliable components

The use of reliable components means the use of components which are able to withstand all disturbances and stresses associated with the usage of the equipment in the conditions of intended use, for the period of time fixed for the use, without failures generating a hazardous malfunctioning of the machine.

NOTE Environmental stresses which are to be taken into consideration are, for instance: impact, vibration, cold, heat, moisture, dust, aggressive substances, static electricity, magnetic and electric fields.

Disturbances which may be generated by those stresses are, e.g.: insulation failures, temporary or permanent failures in the function of control system components.

(See also 3.10).

3.7.5 Use of "oriented failure mode" components

"Oriented failure mode" components or systems are those in which the predominant failure mode is known in advance.

3.7.6 Duplication (or redundancy) of "critical" components

Components other than reliable may be used to perform a safety function, provided that, in case of failure of one component, another one (or others) can further on perform this function, thus maintaining the safety function. It is then essential to provide for automatic monitoring (see 3.7.7) in combination with diversity of design and/or technology to avoid common cause or common mode failures (e.g. from electromagnetic disturbance).

3.7.7 Use of automatic monitoring

Automatic monitoring ensures that a protective measure is initiated if the ability of a component or an element to perform its function is diminished, or if the process conditions are changed in such a way that hazards are generated.

There are two categories of automatic monitoring:

- "continuous" automatic monitoring, whereby a protective measure is immediately initiated when a failure occurs;
- "discontinuous" automatic monitoring, whereby the protective measure is delayed until a specific event occurs (e.g. the beginning of the next machine cycle), after a failure has occurred.

The protective measures may be:

- the stopping of the hazardous process;
- preventing the re-start of this process after the first stop following the occurrence of the failure in the component or element;
- the triggering of an alarm.

3.7.8 Maintaining safety functions in re-programmable control systems

Systems intended to be capable of re-programming present additional safety problems. Such systems include:

- selector switches or valves affecting otherwise "hardware-based logic";
- electronic or optical storage.

When such arrangements are used in a safety critical control system, care shall be taken to provide means which prevent inadvertent or deliberate alteration of the stored program. Such means can include:

- embedded software, e.g. read-only memory (ROM);
- locks restricting access;
- password access to software.

NOTE Fault-detection and diagnosis systems should be used to check errors resulting from reprogramming, whenever possible.

3.7.9 Principles relating to manual control

- a) Manual control devices shall be designed and located according to the relevant ergonomic principles (see 3.6.6).
- b) A stop control device shall be placed near each start control device. Where the start/stop function is performed by means of a hold-to-run control, a separate stop control device shall be provided if a risk can result from the hold-to-run control device failing to deliver a stop command when released.
- c) Controls shall be located outside the danger zones, except for certain controls where, of necessity, they are located within a danger zone, such as emergency stop or teach pendant.
- d) Whenever possible, control devices and control stations shall be located so that the operator has direct visibility of the working area or hazard zone, in particular when safe operation depends on direct permanent control by the operator, for example:
 - the driver of a ride-on mobile machine shall be able to actuate all control devices required to operate the machine from the driving position, except for functions which can be controlled more safely from other positions;
 - on machinery intended for lifting persons, controls for lifting and lowering and, if appropriate for moving the carrier shall generally be located in the carrier. If safe operation requires controls to be situated outside the carrier, the operator in the carrier shall be provided with the means of preventing hazardous movements.

- e) If it is possible to start the same hazardous element by means of several controls, the control circuit shall be so arranged, that only one control is effective at a given time. This applies especially to machines which can be manually controlled by means, among others of a portable control unit (teach pendant, for instance), with which the operator may enter danger zones. This does not apply to two-hand control devices (see EN 292-1, 3.23.4).
- f) Control actuators shall be designed or guarded so that their effect, where a risk is involved, cannot occur without intentional operation. (See also EN 894-1, EN 894-3 and ISO 447).
- g) For machine functions whose safe operation depends on permanent, direct control by the operator, measures shall be taken to ensure the presence of the operator at the control station. This may be achieved by the design and location of control devices (e.g. a ride-on self propelled mobile machine may have hold-to-run control devices which are inaccessible from outside the driving position); otherwise, it may require the use of sensor devices preventing operation of hazardous functions if the operator is not at the control station.
- h) Movement of cableless remote-controlled machinery shall stop automatically in case of loss of control.

3.7.10 Selection of control and operating modes

If machinery has been designed and built to allow for its use in several control or operating modes presenting different safety levels (e.g. to allow for adjustment, maintenance, inspection), it shall be fitted with a mode selector which can be locked in each position. Each position of the selector shall correspond to a single operating or control mode.

The selector may be replaced by another selection means which restricts the use of certain functions of the machinery to certain categories of operator (e.g. access codes for certain numerically controlled functions).

3.7.11 Control mode for setting, teaching, process changeover, fault-finding, cleaning or maintenance

Where, for setting, teaching, process changeover, fault-finding, cleaning or maintenance of machinery, a guard has to be displaced or removed and/or a protective device has to be neutralized, and where it is necessary for the purpose of these operations for the machinery to be put in operation, safety of the operator shall be achieved, where practicable, using a manual control mode which simultaneously:

- disables the automatic control mode (this implies, among others, that no hazardous operation may result from any sensor changing its state);
- permits operation of the hazardous elements only by triggering an enabling device, a hold-to-run control device or a two-hand control device (see EN 292-1, 3.23.2, 3.23.3 and 3.23.4);
- permits operation of the hazardous elements only in enhanced safety conditions (e.g. reduced speed, reduced power/force, step-by-step – e.g. with a limited movement control device (see EN 292-1, 3.23.8)).

This control mode shall be associated with one or more of following measures:

- restriction of access to the danger zone as far as possible;
- emergency stop control within immediate reach of the operator;
- portable control unit (teach pendant) and/or local control (allowing sight of the controlled elements).

3.7.12 Applying measures to control the effects of electromagnetic radiation (EMC)

For electromagnetic compatibility of electrical equipment, provisions are given in EN 50081 and EN 50082. (See also EN 60204-1:1997, 4.4.2).

3.7.13 Provision of diagnostic systems to aid fault-finding and rectification

Whenever possible, diagnostic systems to aid fault finding should be included at the design stage.

Such systems not only improve availability and maintainability of machinery; they also reduce the exposure of maintenance staff to hazards.

3.8 Preventing hazards from pneumatic and hydraulic equipment

See EN 982 and EN 983.

Pneumatic and hydraulic equipment of machinery shall be so designed that:

- the maximum allowed pressure cannot be exceeded in the circuits (e.g. by means of pressure limiting devices);
- no hazard may result from pressure losses, pressure drops or losses of vacuum;
- no hazardous fluid jet or sudden hazardous movement of the hose (whiplash) may result from leakages or component failures;
- air receivers, air reservoirs or similar vessels (such as in hydro-pneumatic accumulators) comply with the design rules for these elements;
- all elements of the equipment, and especially pipes and hoses, be protected against harmful external effects;
- as far as possible, reservoirs and similar vessels (e.g. hydro-pneumatic accumulators) be automatically depressurized when isolating the machine from its power supply (see 6.2.2) and, if it is not possible, means be provided for their isolation and/or local depressurizing and pressure indication;
- all elements which may remain under pressure after isolation of the machine from its energy supply be provided with clearly identified exhaust devices, and a warning label drawing attention to the necessity of depressurizing those elements before any setting or maintenance activity on the machine.

3.9 Preventing electrical hazard

For the design of the electrical equipment of machines, EN 60204-1:1997 indicates general provisions, especially in clause 6, dealing with the protection against electric shock.

Transportable tools should comply with EN 61029-1 and portable hand-held electric tools with EN 50144-1.

3.10 Limiting exposure to hazards through reliability of equipment

Increased reliability of all component parts of machinery reduces the frequency of incidents requiring rectification, thereby reducing exposure to hazards.

This applies to power systems (operating part) as well as to control systems, to safety functions as well as to other functions of machinery.

Safety-critical components (as, e.g., certain sensors) with a known reliability shall be used.

The elements of guards and of protective devices shall be particularly reliable, as their failure can expose persons to hazards, and also as poor reliability would encourage attempts to defeat them.

See also 3.7.3.

3.11 Limiting exposure to hazards through mechanization or automation of loading (feeding)/unloading (removal) operations

Mechanization and automation of machine loading/unloading operations and more generally of handling operations (of workpieces, materials, substances) limit the risk generated by these operations by reducing persons exposure to hazards at the operating points.

Automation can be achieved e.g. by robots, handling devices, transfer mechanisms, push rods, air blast. Mechanization can be achieved, e.g. by feeding slides, hand-operated indexing tables.

While automatic feeding and removal devices have much to offer in preventing accidents to machine operators, they can create danger when any faults are being rectified. Care shall be taken to ensure that the use of these devices does not introduce further trapping hazards between the devices and parts of the machine or materials being processed. Suitable safeguards (see clause 4) shall be provided if this cannot be ensured.

Automatic feeding and removal devices with their own control systems and the control system of the associated machine shall be interconnected after thoroughly studying how all safety functions are performed in all control and operation modes of the whole equipment.

3.12 Limiting exposure to hazards through location of the setting and maintenance points outside of danger zones

The need for access to danger zones shall be minimized by locating maintenance, lubrication and setting points outside these zones.

3.13 Provisions for the maintainability of a machine

When designing a machine, the following maintainability factors shall be taken into account:

- accessibility of internal parts;
- ease of handling and human capabilities;
- suitable choice of workplaces;
- limitation of the number of special tools and equipment;
- ease of supervision.

3.14 Provisions for the stability of machines and their elements

Machines and their elements shall be designed to be stable, i.e. so that they cannot, tip-over or roll-over. Factors to be taken into account include:

- geometry of the base;
- weight distribution;
- dynamic forces due to movements of parts of the machine, of the machine itself, or of elements held by the machine which may result in an overturning moment;
- vibration;
- oscillations of the centre of gravity;
- characteristics of the supporting surface due to travelling or installation on different sites (e.g. ground conditions, slope);
- external forces (e.g. wind pressure, manual forces).

Stability should be considered in all phases of the life of the machine, including handling, travelling, installation, use, out-of-use, dismantling.

Both static and dynamic stability shall be considered.

If special protective measures are required, a warning shall be provided on the machine and/or in the instruction handbook.

See also 4.1.6.

4 Safeguarding and complementary protective measures

4.0 General

Safeguards (guards, protective devices) shall be used to protect persons from the hazards which cannot reasonably be avoided or sufficiently limited by inherently safe design; complementary protective measures involving additional equipment (e.g., emergency stop equipment) may have to be taken (see EN 292-1, 5.4).

The different kinds of guards and protective devices are defined in EN 292-1, 3.22 and 3.23.

Certain safeguards may be used to avoid exposure to more than one hazard (e.g. a fixed guard preventing access to a zone where a mechanical hazard is present being used to reduce noise level and collect toxic emissions).

4.1 Selection and implementation of guards and protective devices

4.1.1 General

This clause gives guidelines for the selection and the implementation of guards and protective devices, the primary purpose of which is to protect persons against hazards generated by moving parts, according to:

- the nature of those parts (see figure 1) and to
- the need for access to the danger zone(s) (see 4.1.2 to 4.1.4).

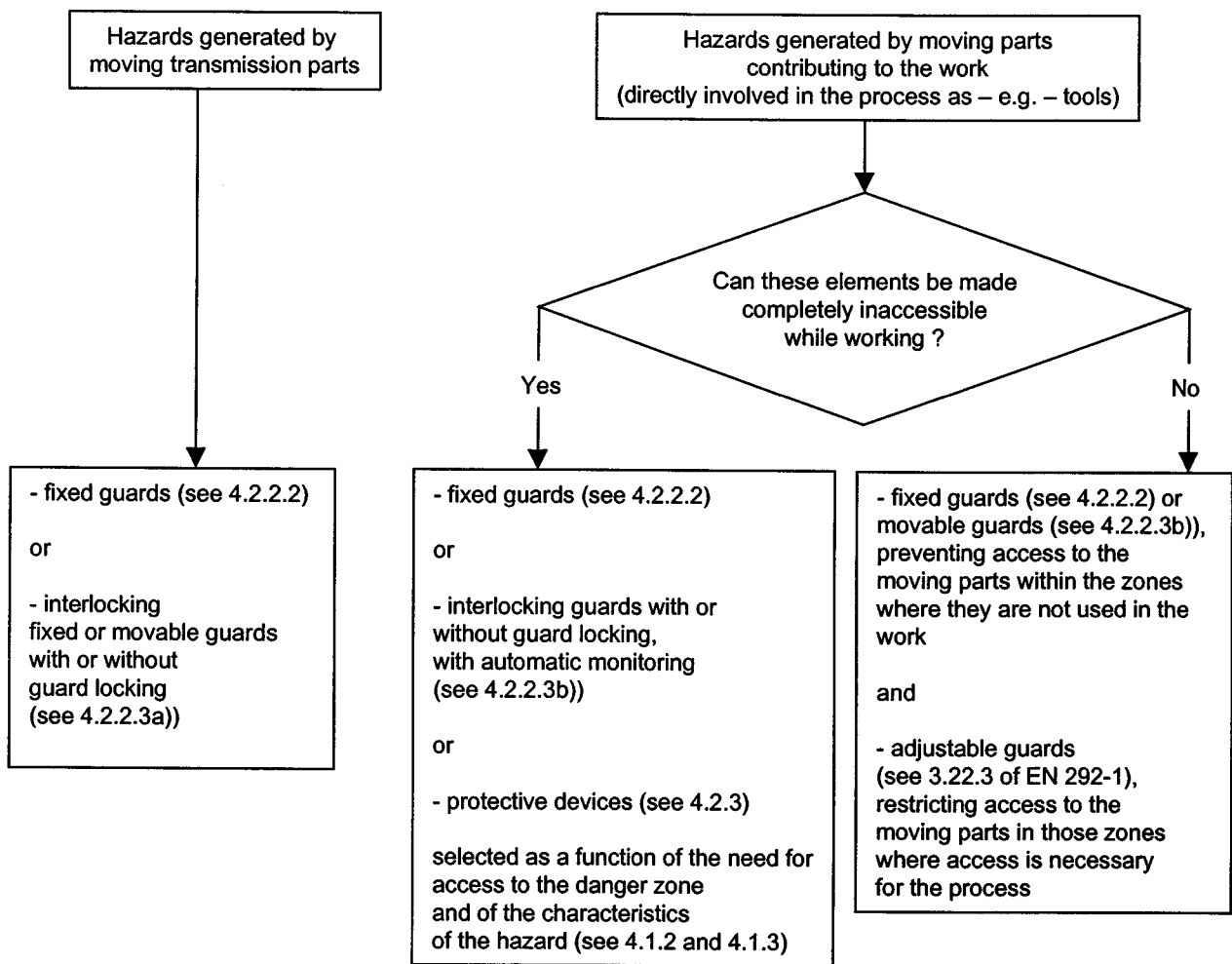


Figure 1 — Guidelines to help make the choice of safeguards against hazards generated by moving parts

The exact choice of a safeguard for a particular machine shall be made on the basis of the risk assessment for that machine, and the chosen safeguard shall be described in detail in a type-C standard.

In selecting an appropriate safeguard for a particular type of machinery or hazard zone, it shall be borne in mind that a fixed guard is simple and shall be used where access of an operator to the danger zone is not required during normal operation (operation without any malfunction) of the machinery.

As the need for frequency of access increases this inevitably leads to the fixed guard not being replaced. This and the need to exercise close control over the approach to some hazards requires the use of an alternative protective measure (e.g. movable interlocking guard, trip device).

A combination of safeguards may sometimes be required. For example, where, in conjunction with a fixed guard, a mechanical loading (feeding) device is used to feed a workpiece into a machine (see 3.11), thereby removing the need for access to the primary hazard zone, a trip device (see EN 292-1, 3.23.5) may be required to protect against the secondary drawing-in or shearing hazard between the mechanical loading (feeding) device, when reachable, and the fixed guard.

Consideration should be given to the enclosure of control stations or intervention zones to provide combined protection against several hazards which may include:

- hazards from falling or ejected objects (e.g. falling object protection structure);
- emission hazards (e.g. protection against noise, vibration, radiation, harmful substances);
- hazards due to the environment (e.g. protection against heat, cold, foul weather);
- hazards due to tipping over or rolling over of machinery (e.g. roll-over or tip-over protection structure).

The design of such enclosed work stations shall take into account ergonomic principles concerning visibility, lighting, atmospheric conditions, access, posture.

4.1.2 Where access to the hazard zone is not required during normal operation

Where access to the hazard zone is not required during normal operation of the machinery, safeguards should be selected from the following:

- a) fixed guard (see EN 292-13.22.1, and EN 953). Openings in the guard shall be in accordance with EN 294 and EN 811;
- b) interlocking guard (see EN 292-1, 3.22.4 and 3.22.5, EN 953, EN 1088 and 4.2.2.3 of this standard);
- c) self-closing guard (see EN 953);
- d) trip device (see EN 292-1, 3.23.5), including electrosensitive protective equipment (see EN 61496) and pressure sensitive mats (see EN 1760-1).

4.1.3 Where access to the hazard zone is required during normal operation

Where access to the hazard zone is required during normal operation of the machinery, safeguards should be selected from the following:

- a) interlocking guard (see EN 292-1, 3.22.4 and 3.22.5 and EN 1088);
- b) trip device (see EN 292-1, 3.23.5);
- c) adjustable guard (see EN 292-1, 3.22.3);

- d) self-closing guard (see EN 953);
- e) two-hand control device (see EN 292-1, 3.23.4 and EN 574);
- f) interlocking guard with a start function [control guard] (see EN 292-1, 3.22.6 and 4.2.2.5 of this standard).

NOTE For hazard zones generated by moving parts, figure 1 provides specific guidelines.

4.1.4 Where access to the hazard zone is required for machine setting, teaching, process changeover, fault finding, cleaning or maintenance

As far as possible, machines shall be designed so that the safeguards provided for the protection of the production operator may ensure also safety of personnel in charge of setting, teaching, process changeover, fault finding, cleaning or maintenance without hindering them in performing their task.

When this is not possible (e.g. when it is necessary to remove fixed guards or to make protective devices ineffective, with operation of the machine still possible), the machine shall be provided with appropriate means reducing the risk as much as possible and using manual control as mentioned in 3.7.11.

NOTE Isolation and energy dissipation for machine shut-down (see 6.2.2; see also EN 1037:1995, 4.1 and clause 5) ensure the highest level of safety when carrying out tasks (especially maintenance and repair tasks) which do not require the machine to remain connected to its power supply.

4.1.5 Application of protective equipment for presence-sensing

4.1.5.1 Types

Types of protective equipment for presence-sensing include:

- infrared light curtains;
- infrared scanning devices;
- pressure sensitive mats;
- passive infrared sensors;
- capacitive loops.

4.1.5.2 Application modes

They can be used:

- as trip devices (see EN 292-1, 3.23.5);
- as presence-sensing devices (see EN 292-1, 3.23.5A);
- to initiate machine operation which is subject to stringent conditions (see 4.2.5.2).

4.1.5.3 Factors that preclude the use of protective equipment for presence-sensing

The following characteristics of the machinery shall preclude the use of protective equipment for presence-sensing as trip devices (see EN 292-1, 3.23.5):

- inconsistent or inadequate machine stopping performance;
- inability of a machine to stop part-way through a cycle;
- tendency for the machinery to eject materials or component parts.

4.1.5.4 Basic considerations

Consideration should be given to:

- size and positioning of the sensing zone (see also EN 999);
- reaction of the device to fault conditions (see also EN 61496);
- possibility of circumvention;
- sensing capability and its variation over the course of time.

4.1.6 Protective measures for stability

If stability cannot be obtained adequately by intrinsic design measures (e.g. by stable weight distribution), then stability shall be obtained by special protective measures. For example, movements of parts of the machine may be restricted, indicators, alarms to warn if stability is endangered, or interlocks to prevent tipping may be provided, or the machine may be securely anchored to a foundation.

4.1.7 Other protective devices

Machinery whose safe operation requires permanent direct control by the operator shall be equipped with the necessary devices to enable the operation to remain within specified limits, in particular:

- when the operator has insufficient visibility of the hazard zone;
- when the operator may ignore the real value of a safety-related parameter (e.g. a distance, a speed, the mass of a load, the angle of a slope);
- when hazards may result from operations other than those controlled by the operator.

Such devices may include:

- devices for limiting parameters of movement;
- overloading and moment control devices;
- devices to prevent collisions or interference with other machines;
- devices for preventing hazards to pedestrian operators of mobile machinery or other pedestrians;
- torque limiting devices, breakage points to prevent excessive stress of components and assemblies;

- devices for limiting pressure, temperature;
- devices to prevent operation in the absence of the operator at the control station;
- devices to prevent lifting operations unless stabilisers are in place;
- devices to limit inclination or slope;
- devices to ensure that components are in a safe position before travelling.

Automatic protective measures triggered by such devices which take operation of the machinery out of the control of the operator (e.g. automatic stop of hazardous movement) should be preceded by a warning signal to enable the operator to retain control (see 5.3).

4.2 Requirements for the design and construction of guards and protective devices

4.2.1 General requirements

In designing safeguards, the types of guard and of protective device and their methods of construction shall be selected to take account of the mechanical and other hazards involved. Guards and protective devices shall be compatible with the working environment of the machine and designed so that they cannot be easily defeated. They shall provide the minimum possible interference with activities during operation and other phases of machine life, in order to reduce any incentive to defeat them.

NOTE For additional information, see also EN 574, EN 953, EN 954-1, EN 1088, EN 1760-1, EN 61496-1, EN 61496-2.

Guards and protective devices shall:

- be of robust construction;
- not give rise to any additional hazard;
- not be easy to by-pass or render non-operational;
- be located at an adequate distance from the danger zone (see EN 294, EN 811 and EN 999);
- cause minimum obstruction to the view of the production, process;
- enable essential work to be carried out on installation and/or replacement of tools and also for maintenance by restricting access only to the area where the work has to be done, if possible without the guard or protective device having to be moved.

4.2.2 Requirements for guards

4.2.2.1 Functions of guards

Guards may have to achieve following functions:

- prevention of access to the space enclosed by the guard and/or
- containment/capture of materials, workpieces, chips, liquids, radiation, hazardous substances (e.g. dust, fumes, gases), noise, which may be ejected, dropped or emitted by the machine.

Additionally, they may need to have particular properties relating to electricity, temperature, fire, explosion, vibration, visibility (see EN 953).

4.2.2.2 Requirements for fixed guards

Fixed guards shall be securely held in place:

- either permanently (e.g. by welding),
- or by means of fasteners (screws, nuts) making removal/opening impossible without using tools; where possible, they should not remain closed without their fasteners.

NOTE A guard which satisfies this requirement may be hinged to assist in its opening.

4.2.2.3 Requirements for movable guards

a) Movable guards which provide protection against hazards generated by moving transmission parts shall:

- as far as possible remain fixed to the machinery or other structure (generally by means of hinges or guides) when open;
- be interlocking guards with or without guard locking (see EN 292-1, 3.22.4 and 3.22.5) in order to prevent moving parts starting up as long as these parts can be reached and to give a stop command whenever they are no longer closed.

See also figure 1.

b) Movable guards against hazards generated by non-transmission moving parts shall be designed and associated with the machine control system so that:

- moving parts cannot start up while they are within the operator's reach and the operator cannot reach moving parts once they have started up; this can be achieved by interlocking guards without guard locking (see EN 292-1, 3.22.4) or with guard locking (see EN 292-1, 3.22.5);
- they can be adjusted only by means of an intentional action, such as the use of a tool, key, etc.;

- the absence or failure of one of their components prevents starting or stops the moving parts; this can be achieved by automatic monitoring (see EN 292-1, 3.14);
- protection against ejection hazard is ensured by appropriate means.

See also figure 1.

- c) Movable guards against other hazards shall comply with a) and/or b) above according to the result of the risk assessment.

4.2.2.4 Requirements for adjustable guards

Adjustable guards may be used where the hazard zone cannot be completely enclosed.

They shall:

- be adjustable so that the adjustment remains fixed during a particular operation;
- be readily adjustable without the use of tools;
- reduce as far as possible the risk from ejection.

4.2.2.5 Requirements for interlocking guards with a start function [control guards]

An interlocking guard with a start function (see EN 292-1, 3.22.6) may be used only if:

- all requirements for interlocking guards are satisfied;
- the cycle time of the machine is short (e.g. preset time of no more than 1 minute if not specified by the appropriate type-C standard) so that, when this time is exceeded, the hazardous movement(s) cannot be initiated by the closing of the control guard;
- the dimensions or shape of the machine (as specified in the appropriate type-C standard) do not allow an operator or another person or a part of his body to stay in the hazard zone or between the hazard zone and the guard while the guard is closed (see EN 953);
- opening the interlocking guard with a start function or another interlocking guard is the only way to enter the hazard zone;
- the interlocking device associated with the interlocking guard with a start function is designed in such a way that its failure cannot lead to an unintended/unexpected start-up (see also 4.2.5);
- the guard is securely held open (e.g. by a spring or counterweight) such that it cannot initiate a start while falling by its own weight.

4.2.2.6 Hazards from guards

Care shall be taken to prevent hazards which might be generated by:

- the guard construction (sharp edges or corners, material, etc.);
- the movements of the guard (shearing or crushing zones generated by power-driven guards and by heavy guards which are liable to fall).

4.2.3 Technical characteristics of protective devices (see EN 292-1, 3.23)

When performing a critical safety function (see EN 292-1, 3.13.1), a protective device shall be designed according to one or several of the principles formulated in EN 954-1.

Protective devices shall be operated and connected with the control system so that they cannot be easily defeated.

The characteristics of protective devices shall be consistent with the control system into which they are integrated.

4.2.4 Provisions for alternative types of safeguards

Provisions should be made to facilitate the fitting of alternative types of safeguards on machinery where it is known that this fitting will be necessary because the work to be done on it will vary.

4.2.5 Use of active opto-electronic protective devices (AOPDs)

4.2.5.1 Basic requirements

An active opto-electronic protective device shall meet the following conditions:

- a) while the sensing field of the AOPD is interrupted the machine cannot operate;
- b) the machine is stopped whenever the sensing field of the AOPD is interrupted during any part of the hazardous motion;
- c) wherever the sensing field of the AOPD is broken, the part of the body in question is detected;
- d) failure of the AOPD does not lead to the possibility of allowing a person between the sensing field of the AOPD and the hazard zone nor reduce the safety distance.

4.2.5.2 Additional requirements for AOPDs when used for cycle initiation

This kind of protective device may be used for cycle initiation only if:

- a) the requirements for an AOPD used as a presence-sensing device are satisfied (in particular: location, safety distance (see EN 999), detection capability, reliability and monitoring of control and braking system);
- b) the cycle time of the machine is short so that the facility to initiate the machine upon clearing of the sensing field is limited to a period commensurate with a single normal cycle;
- c) If the pre-set time (e.g. 1 minute if not specified by the appropriate type-C standard) has been exceeded, the AOPD is not capable of cycle initiation without using a reset procedure;

- d) the dimensions or shape of the hazard zone delimited by light curtains and guards shall not allow an operator or another person(s) to enter this zone;
- e) AOPD and interlocking guards are the only way to enter the hazard zone;
- f) if there is more than one AOPD safeguarding the machine, only one of them shall be capable of cycle initiation;
- g) the AOPD meets the requirements of a type 4 (see EN 61496–1) and the interface of the AOPD to the control system meets the requirements of a Category 4 of EN 954–1.

NOTE The hazard zone considered above is any zone where the operation of hazardous elements (including transmission elements) is initiated by clearing of the sensing field.

4.3 Complementary protective measures

Protective measures which are neither inherently safe design measures, nor safeguarding (implementation of guards and/or protective devices), nor information for use may have to be implemented as required by the intended use and the reasonably foreseeable misuse of the machine. Such measures include, but are not limited to:

- emergency stop (see EN 418; see also EN 60204-1);
- means of rescue of trapped persons;
- means of energy isolation and dissipation (see EN 1037).

See clause 6.

4.4 Protective measures reducing emission

4.4.1 General

If the reduction of emission at its sources is not achieved to a sufficient extent, the machine should be provided with additional protective measures.

4.4.2 Noise

Additional protective measures are for example:

- enclosures;
- screens fitted to the machinery;
- silencers.

Further details on possible measures for noise control by design are given in ISO 11688-1.

For assessing noise emissions, the sound power level and the emission sound pressure level should be determined (see annex A, 1.7.4f of this standard).

4.4.3 Vibrations

Additional protective measures are for example:

- vibration isolators;
- additional mass;
- vibration absorbers;
- resilient mounting;
- suspended seat.

Further details on source isolation can be found in EN 1299. Possible measures for hand-arm vibration control are given in CR 1030-1.

4.4.4 Hazardous substances

Measures for the reduction of emissions during the operation of machines are for example:

- use of dust-reducing procedures (granules instead of powders, milling instead of grinding);
- encapsulation of the machine (enclosure with negative pressure);
- local exhaust with filtration;
- wetting with liquids;
- special ventilation in the area of the machine (air curtains, cabins for operators).

See also EN 626-1.

5 Information for use

5.1 General requirements

Information for use consists of communication links, such as texts, words, signs, signals, symbols or diagrams, used separately or in combination to convey information to the user. It is directed to professional and/or non-professional users.

The information for use is an integral part of the supply of a machine, as indicated in the definition of the design of a machine (see EN 292-1, 3.11).

5.1.1 Information shall be provided to the user about the intended use of the machine, taking into account, notably, all its operating modes.

It shall contain all directions required to ensure safe and correct use of the machine.

With this in view, it shall inform and warn the users about residual risks after measures applied by the designer (see EN 292-1, figure 2).

The information shall indicate:

- if training is needed;
- if personal protective equipment is needed;
- the possible need for additional safeguards.

It shall not exclude uses of the machine that can reasonably be expected from its designation and description and shall also provide adequate warning of inherent risk if the machine is used in ways other than described in the information, especially considering its reasonably foreseeable misuse (see EN 292-1, 3.12A).

5.1.2 Information for use shall not compensate for design deficiencies.

5.1.3 Information for use shall cover, separately or in combination, transport, commissioning (assembly, installation and adjustment), use (setting, teaching or process changeover, operation, cleaning, fault finding and maintenance of the machine), and, if necessary, de-commissioning, dismantling and disposal.

5.2 Location and nature of the information for use

Depending on:

- the risk,
- the time when the information is needed by the user,
- the machine design,

it shall be decided whether the information – or parts thereof – are to be given:

- in/on the machine itself (see 5.3 and 5.4), and/or
- in accompanying documents (in particular instruction handbook), (see 5.5),

and/or what other means such as signals and warnings should be chosen.

Standardized phrases shall be considered where important messages such as warnings need to be given (see "Bibliography").

5.3 Signals and warning devices

Visual signals, such as flashing lights, and audible signals such as sirens may be used to warn of an impending hazardous event such as machine start-up or overspeed.

Such signals may also be used to warn the operator before the triggering of automatic protective measures (see 4.1.6).

It is essential that these signals:

- are emitted before the occurrence of the hazardous event;
- are unambiguous;
- can be clearly perceived and differentiated from all other signals used;

— can be clearly recognized by the users.

The warning devices shall be designed and located such that checking is easy. The instruction handbook shall prescribe regular checking of warning devices.

The attention of designers is drawn to the risks from "sensorial saturation" which results from too many visual and/or acoustic signals, which may also lead to defeating the warning devices.

NOTE Consultation of the user is often necessary.

5.4 Markings, signs (pictograms), written warnings

Machinery shall bear all markings which are necessary:

- a) for its unambiguous identification; at least:
 - name and address of the manufacturer;
 - designation of series or type;
 - serial number, if any.
- b) In order to indicate its compliance with mandatory requirements:
 - marking;
 - written warnings (e.g. for machines which are usable in potentially explosive atmosphere).
- c) For its safe use, e.g.:
 - maximum speed of rotating parts;
 - maximum diameter of tools;
 - mass (of removable parts, etc.);
 - necessity of wearing personal protective equipment;
 - guard adjustment data;
 - frequency of inspection.

Information printed directly on the machine should be permanent and remain legible throughout the expected life of the machine.

Signs or written warnings only saying "danger" shall not be used.

Markings, signs and written warnings shall be readily understandable and unambiguous, especially as regards the part of the function(s) of the machine which they are related to. Readily understandable signs (pictograms) should be used in preference to written warnings.

Signs and pictograms should only be used if they are understood in the culture in which the machinery is to be used.

Written warnings shall be drawn up in the language(s) of the country in which the machine is to be used and, on request, in the language(s) understood by operators.

Markings shall comply with recognized standards (see standards quoted as examples in annex B "Bibliography", particularly for pictograms, symbols, colours, etc.).

See EN 60204–1 as regards marking of electrical equipment.

5.5 Accompanying documents (in particular, instruction handbook)

5.5.1 Contents

The instruction handbook or other written instructions (e.g. on the packaging) should contain among others:

- a) Information relating to transport, handling and storage of the machine, e.g.:
 - storage conditions for the machine;
 - dimensions, mass value(s), position of the centre(s) of gravity;
 - indications for handling (e.g. drawings indicating application points for lifting equipment).
- b) Information relating to commissioning of the machine, e.g.:
 - fixing/anchoring and vibration dampening requirements;
 - assembly and mounting conditions;
 - space needed for use and maintenance;
 - permissible environmental conditions (e.g. temperature, moisture, vibration; electromagnetic radiation);
 - instructions for connecting the machine to power supply (particularly about protection against electrical overloading);
 - advice about waste removal/disposal;
 - if necessary, recommendations about protective measures which have to be taken by the user (special protective devices, safety distances, safety signs and signals, etc.).
- c) Information relating to the machine itself, e.g.:
 - detailed description of the machine, its fittings, its guards and/or protective devices;
 - comprehensive range of applications for which the machine is intended, including prohibited usages, if any, taking into account variations of the original machine if appropriate;
 - diagrams (especially schematic representation of safety functions as defined in EN 292-1, 3.13);
 - data about noise and vibration generated by the machine, about radiation, gases, vapours, dust emitted by it, with reference to the measuring method where this relates to potential harm;
 - technical documentation about electrical equipment (see EN 60204–1:1997, clause 18);
 - documents attesting that the machine complies with mandatory requirements.

d) Information relating to the use of the machine, e.g.:

- intended use;
- description of manual controls (actuators);
- instructions for setting and adjustment;
- modes and means for stopping (especially emergency stop);
- information about the risks which could not be eliminated by the protective measures taken by the designer;
- information about particular risks which may be generated by certain applications, by the use of certain fittings, and about specific safeguards which are necessary for such applications;
- information about reasonably foreseeable misuse and prohibited applications;
- instructions for fault identification and location, for repair, and for re-starting after an intervention;
- if necessary, instructions relating to personal protective equipment which is to be used and to training which is required.

e) Information for maintenance, e.g.:

- nature and frequency of inspections for safety critical functions;
- instructions relating to maintenance operations which require a definite technical knowledge or particular skills and hence should be carried out exclusively by skilled persons (e.g. maintenance staff, specialists);
- instructions relating to maintenance actions (e.g. replacement of parts) the execution of which does not require specific skills and hence may be carried out by users (e.g. operators.);
- drawings and diagrams enabling maintenance personnel to carry out their task rationally (especially fault-finding tasks).

f) Information relating to de-commissioning, dismantling and, as far as safety is concerned, disposal.

g) Information for emergency situations, e.g.

- type of fire-fighting equipment to be used;
- warning about possible emission/leakage of harmful substance(s), and if possible indication of means to fight their effects.

h) Maintenance instructions provided for skilled persons (second dash in e)) and maintenance instructions provided for unskilled persons (third dash in e)), that should appear clearly separated from each other.

5.5.2 Production of the instruction handbook

- a) Type and size of print shall ensure the best possible legibility. Safety warnings and/or cautions should be emphasized by the use of colours, symbols and/or large print.
- b) Information for use shall be given in the official language(s) of the country in which the machine is to be used. If more than one language is to be used, each language should be readily distinguished from the other(s), and efforts should be made to keep the translated text and the relevant illustration together.
- c) Whenever possible, text should be supported by illustrations. Illustrations should be supplemented with written details enabling, for instance, manual controls (actuators) to be located and identified; they should not be separated from the accompanying text and should follow sequential operations.
- d) Consideration should be given to presenting information in tabular form where this will aid understanding. Tables should be adjacent to the relevant text.
- e) The use of colours should be considered, particularly in relation to components requiring quick identification.
- f) When information for use is lengthy, a table of contents and/or an index should be given.

5.5.3 Advice for drafting and editing information for use

- a) Relationship to model: the information shall clearly relate to the specific model of machine.
- b) Communication principles: when information for use is being prepared, the communication process "see - think - use" should be followed in order to achieve the maximum effect and should follow sequential operations. The questions "how ?" and "why ?" should be anticipated and the answers provided.
- c) Information for use shall be as simple and as brief as possible, and should be expressed in consistent terms and units with a clear explanation of unusual technical terms.
- d) When it is foreseen that a machine will be put to non-professional use, the instructions should be written in a form that is readily understood by the non-professional users. If personal protective equipment is required for the safe use of the machine, clear advice should be given and this information shall be prominently displayed at the point of sale, e.g. on the packaging as well as on the machine.
- e) Durability and availability of the documents: Documents giving instructions for use should be produced in durable form (i.e. they should be able to survive frequent handling by the user). It may be useful to mark them "keep for future reference".

6 Complementary protective measures

Following the risk assessment, the measures of this clause either have to be applied to the machine or to be dealt with in the information for use.

6.1 Precautions intended for emergency situations

6.1.1 Components and elements to achieve the emergency stop function

If following a risk assessment, a machine needs to be fitted with components and elements to achieve an emergency stop function to enable actual or impending emergency situations to be averted, the following requirements apply:

- the actuators shall be clearly identifiable, clearly visible and readily accessible;
- the hazardous process shall be stopped as quickly as possible without creating additional hazards. If this is not possible or the risk cannot be reduced, it should be questioned whether implementation of an emergency stop function is the best solution;
- the emergency stop control shall trigger or permit the triggering of certain safeguard movements where necessary.

NOTE For more detailed provisions, see also EN 418.

Once active operation of the emergency stop device has ceased following an emergency stop command, the effect of this command shall be sustained until the device is reset. This reset shall be possible only at that location where the emergency stop command has been initiated. The reset of the command shall not restart the machinery, but only permit restarting.

More details for the design and selection of electrical components and elements to achieve the emergency stop function are provided in IEC 60204–1:1997, 10.7.

6.1.2 Precautions for the escape and rescue of trapped persons

Such precautions may consist, e.g., of:

- escape routes and shelters in installations generating operator-trapping hazards;
- arrangements for moving some elements by hand, after an emergency stop;
- arrangements for reversing the movement of some elements;
- anchorage points for descender devices;
- means of communication to enable trapped operators to call for help.

6.2 Other equipment, systems and arrangements contributing to safety

6.2.1 Provisions for the maintainability of a machine

See 3.13.

6.2.2 Provisions for isolation and energy dissipation

Especially with regard to their maintenance and repair, machines shall be equipped with the technical means to achieve the isolation from power supply(ies) and dissipation of stored energy as a result of following actions:

- a) isolating (disconnecting, separating) the machine (or defined parts of the machine) from all power supplies;
- b) if necessary (e.g. in large machines or in assemblies of machines), locking (or otherwise securing) all the isolating units in the isolating position;
- c) dissipating or restraining (containing) any stored energy which may give rise to a hazard;
- d) verifying, by means of a safe working procedure, that the actions taken according to a), b) and c) above have produced the desired effect.

(See EN 1037).

6.2.3 Provisions for easy and safe handling of machines and their heavy component parts

Machines and their component parts which cannot be moved or transported by hand shall be provided or capable of being provided with suitable attachment devices for transport by means of lifting gear.

These attachments or provisions may be, e.g.:

- standardized lifting appliances with slings, hooks, eyebolts, or tapped holes for appliance fixing;
- appliances for automatic grabbing with a lifting hook when attachment is not possible from the ground;
- guiding grooves for machines to be transported by a fork truck;
- indication on the machine itself and on some of its removable parts, of the value of their mass expressed in kilograms (kg);
- lifting gear and appliances integrated into the machine.

Parts of machinery which can be removed manually in operation shall be provided with means for their safe removal and replacement and should be marked with weight details.

6.2.4 Provision for safe access to machinery

Machinery shall be so designed as to enable operation and all routine tasks relating to setting and/or maintenance, to be carried out, as far as possible, by a person remaining at ground level.

Where this is not possible, machines shall have built-in platforms, stairs or other facilities to provide safe access for those tasks, but care should be taken to ensure that such platforms or stairs do not give access to danger zones of machinery. Where less frequent access is required, fixed ladders with handrails can be used.

The walking areas shall be made from materials which remain as slip resistant as practicable under working conditions and, depending on the height from the ground, suitable handrails, posts and toe boards and/or hand holds shall be provided.

In large automated installations, particular attention shall be given to safe means of access such as walkways, conveyor bridges or crossover points.

Means of access to parts of machinery located at a height shall be provided with collective means of protection against falls. As necessary, anchorage points for personal protective equipment against falls from a height shall also be provided (e.g. in carriers of machinery for lifting persons or with elevating control stations).

Openings shall whenever possible open towards a safe position. They shall be designed to prevent hazards due to unintended opening.

The necessary aids for access shall be provided (e.g. steps, handholds) and control devices shall be designed and located to prevent their use for this purpose.

When machinery for lifting goods and/or persons includes landings at fixed levels, these shall be equipped with interlocking guards preventing falls when the platform is not present at the level. Movement of the lifting platform shall be prevented while the guards are open.

For detailed provisions, see prEN 12437-1, prEN 12437-2, prEN 12437-3 and prEN 12437-4.

6.2.5 Provisions for stability of machines and their elements

See 3.14 and 4.1.6

6.2.6 Provision of diagnostic systems to aid fault-finding and rectification

See 3.7.13.

Annex A (informative)

Annex I of the Machinery Directive 98/37/EC

ESSENTIAL HEALTH AND SAFETY REQUIREMENTS RELATING TO THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF MACHINERY AND SAFETY COMPONENTS

For the purposes of this Annex 'machinery' means either 'machinery' or 'safety component' as defined in Article 1(2).

PRELIMINARY OBSERVATIONS

1. The obligations laid down by the essential health and safety requirements apply only when the corresponding hazard exists for the machinery in question when it is used under the conditions foreseen by the manufacturer. In any event, requirements 1.1.2, 1.7.3 and 1.7.4 apply to all machinery covered by this Directive.
2. The essential health and safety requirements laid down in this Directive are mandatory. However, taking into account the state of the art, it may not be possible to meet the objectives set by them. In this case, the machinery must as far as possible be designed and constructed with the purpose of approaching those objectives.
3. The essential health and safety requirements have been grouped according to the hazards which they cover.

Machinery presents a series of hazards which may be indicated under more than one heading in this Annex.

The manufacturer is under an obligation to assess the hazards in order to identify all of those which apply to his machine; he must then design and construct it taking account of his assessment.

1. ESSENTIAL HEALTH AND SAFETY REQUIREMENTS

1.1. General remarks

1.1.1. Definitions

For the purpose of this Directive:

- 1) 'danger zone' means any zone within and/or around machinery in which an exposed person is subject to a risk to his health or safety;
- 2) 'exposed person' means any person wholly or partially in a danger zone;
- 3) 'operator' means the person or persons given the task of installing, operating, adjusting, maintaining, cleaning, repairing or transporting machinery.

1.1.2. Principles of safety integration

- a) Machinery must be so constructed that it is fitted for its function, and can be adjusted and maintained without putting persons at risk when these operations are carried out under the conditions foreseen by the manufacturer.

The aim of measures taken must be to eliminate any risk of accident throughout the foreseeable lifetime of the machinery, including the phases of assembly and dismantling, even where risks of accident arise from foreseeable abnormal situations.

- b) In selecting the most appropriate methods, the manufacturer must apply the following principles, in the order given:
 - eliminate or reduce risks as far as possible (inherently safe machinery design and construction),
 - take the necessary protection measures in relation to risks that cannot be eliminated,
 - inform users of the residual risks due to any shortcomings of the protection measures adopted, indicate whether any particular training is required and specify any need to provide personal protection equipment.

- c) When designing and constructing machinery, and when drafting the instructions, the manufacturer must envisage not only the normal use of the machinery but also uses which could reasonably be expected.

The machinery must be designed to prevent abnormal use if such use would engender a risk. In other cases the instructions must draw the user's attention to ways - which experience has shown might occur - in which the machinery should not be used.

- d) Under the intended conditions of use, the discomfort, fatigue and psychological stress faced by the operator must be reduced to the minimum possible taking ergonomic principles into account.
- e) When designing and constructing machinery, the manufacturer must take account of the constraints to which the operator is subject as a result of the necessary or foreseeable use of personal protection equipment (such as footwear, gloves, etc.).
- f) Machinery must be supplied with all the essential special equipment and accessories to enable it to be adjusted, maintained and used without risk.

1.1.3. Materials and products

The materials used to construct machinery or products used and created during its use must not endanger exposed persons' safety or health. In particular, where fluids are used, machinery must be designed and constructed for use without risks due to filling, use, recovery or draining.

1.1.4. Lighting

The manufacturer must supply integral lighting suitable for the operations concerned where its lack is likely to cause a risk despite ambient lighting of normal intensity.

The manufacturer must ensure that there is no area of shadow likely to cause nuisance, that there is no irritating dazzle and that there are no dangerous stroboscopic effects due to the lighting provided by the manufacturer.

Internal parts requiring frequent inspection, and adjustment and maintenance areas, must be provided with appropriate lighting.

1.1.5. Design of machinery to facilitate its handling

Machinery or each component part thereof must:

- be capable of being handled safely,
- be packaged or designed so that it can be stored safely and without damage (e.g. adequate stability, special supports, etc.).

Where the weight, size or shape of machinery or its various component parts prevents them from being moved by hand, the machinery or each component part must:

- either be fitted with attachments for lifting gear, or
- be designed so that it can be fitted with such attachments (e.g. threaded holes), or
- be shaped in such a way that standard lifting gear can easily be attached.

Where machinery or one of its component parts is to be moved by hand, it must:

- either be easily movable, or
- be equipped for picking up (e.g. hand-grips, etc.) and moving in complete safety.

Special arrangements must be made for the handling of tools and/or machinery parts, even if lightweight, which could be dangerous (shape, material, etc.).

1.2. Controls

1.2.1. Safety and reliability of control systems

Control systems must be designed and constructed so that they are safe and reliable, in a way that will prevent a dangerous situation arising. Above all they must be designed and constructed in such a way that:

- they can withstand the rigours of normal use and external factors,
- errors in logic do not lead to dangerous situations.

1.2.2. Control devices

Control devices must be:

- clearly visible and identifiable and appropriately marked where necessary,
- positioned for safe operation without hesitation or loss of time, and without ambiguity,
- designed so that the movement of the control is consistent with its effect,
- located outside the danger zones, except for certain controls where necessary, such as emergency stop, console for training of robots,
- positioned so that their operation cannot cause additional risk,
- designed or protected so that the desired effect, where a risk is involved, cannot occur without an intentional operation,
- made so as to withstand foreseeable strain; particular attention must be paid to emergency stop devices liable to be subjected to considerable strain.

Where a control is designed and constructed to perform several different actions, namely where there is no one-to-one correspondence (e.g. keyboards, etc.), the action to be performed must be clearly displayed and subject to confirmation where necessary.

Controls must be so arranged that their layout, travel and resistance to operation are compatible with the action to be performed, taking account of ergonomic principles. Constraints due to the necessary or foreseeable use of personal protection equipment (such as footwear, gloves, etc.) must be taken into account.

Machinery must be fitted with indicators (dials, signals, etc.) as required for safe operation. The operator must be able to read them from the control position.

From the main control position the operator must be able to ensure that there are no exposed persons in the danger zones.

If this is impossible, the control system must be designed and constructed so that an acoustic and/ or visual warning signal is given whenever the machinery is about to start. The exposed person must have the time and the means to take rapid action to prevent the machinery starting up.

1.2.3. Starting

It must be possible to start machinery only by voluntary actuation of a control provided for the purpose.

The same requirement applies:

- when restarting the machinery after a stop-page, whatever the cause,
- when effecting a significant change in the operating conditions (e.g. speed, pressure, etc.), unless such restarting or change in operating conditions is without risk to exposed persons.

This essential requirement does not apply to the restarting of the machinery or to the change in operating conditions resulting from the normal sequence of an automatic cycle.

Where machinery has several starting controls and the operators can therefore put each other in danger, additional devices (e.g. enabling devices or selectors allowing only one part of the starting mechanism to be actuated at any one time) must be fitted to rule out such risks.

It must be possible for automated plant functioning in automatic mode to be restarted easily after a stoppage once the safety conditions have been fulfilled.

1.2.4. Stopping device

Normal stopping

Each machine must be fitted with a control whereby the machine can be brought safely to a complete stop.

Each workstation must be fitted with a control to stop some or all of the moving parts of the machinery, depending on the type of hazard, so that the machinery is rendered safe. The machinery's stop control must have priority over the start controls.

Once the machinery or its dangerous parts have stopped, the energy supply to the actuators concerned must be cut off.

Emergency stop

Each machine must be fitted with one or more emergency stop devices to enable actual or impending danger to be averted. The following exceptions apply:

- machines in which an emergency stop device would not lessen the risk, either because it would not reduce the stopping time or because it would not enable the special measures required to deal with the risk to be taken,
- hand-held portable machines and hand-guided machines.

This device must:

- have clearly identifiable, clearly visible and quickly accessible controls,
- stop the dangerous process as quickly as possible, without creating additional hazards,
- where necessary, trigger or permit the triggering of certain safeguard movements.

Once active operation of the emergency stop control has ceased following a stop command, that command must be sustained by engagement of the emergency stop device until that engagement is specifically overridden; it must not be possible to engage the device without triggering a stop command; it must be possible to disengage the device only by an appropriate operation, and disengaging the device must not restart the machinery but only permit restarting.

Complex installations

In the case of machinery or parts of machinery designed to work together, the manufacturer must so design and construct the machinery that the stop controls, including the emergency stop, can stop not only the machinery itself but also all equipment upstream and/or downstream if its continued operation can be dangerous.

1.2.5. Mode selection

The control mode selected must override all other control systems with the exception of the emergency stop.

If machinery has been designed and built to allow for its use in several control or operating modes presenting different safety levels (e.g. to allow for adjustment, maintenance, inspection, etc.), it must be fitted with a mode selector which can be locked in each position. Each position of the selector must correspond to a single operating or control mode. The selector may be replaced by another selection method which restricts the use of certain functions of the machinery to certain categories of operator (e.g. access codes for certain numerically controlled functions, etc.).

If, for certain operations, the machinery must be able to operate with its protection devices neutralised, the mode selector must simultaneously:

- disable the automatic control mode,
- permit movements only by controls requiring sustained action,
- permit the operation of dangerous moving parts only in enhanced safety conditions (e.g. reduced speed, reduced power, step-by-step, or other adequate provision) while preventing hazards from linked sequences,
- prevent any movement liable to pose a danger by acting voluntarily or involuntarily on the machine's internal sensors.

In addition, the operator must be able to control operation of the parts he is working on at the adjustment point.

1.2.6. Failure of the power supply

The interruption, re-establishment after an interruption or fluctuation in whatever manner of the power supply to the machinery must not lead to a dangerous situation.

In particular:

- the machinery must not start unexpectedly,
- the machinery must not be prevented from stopping if the command has already been given,
- no moving part of the machinery or piece held by the machinery must fall or be ejected,
- automatic or manual stopping of the moving parts whatever they may be must be unimpeded,
- the protection devices must remain fully effective.

1.2.7. Failure of the control circuit

A fault in the control circuit logic, or failure of or damage to the control circuit must not lead to dangerous situations.

In particular:

- the machinery must not start unexpectedly,
- the machinery must not be prevented from stopping if the command has already been given,
- no moving part of the machinery or piece held by the machinery must fall or be ejected,
- automatic or manual stopping of the moving parts whatever they may be must be unimpeded,
- the protection devices must remain fully effective.

1.2.8. Software

Interactive software between the operator and the command or control system of a machine must be user-friendly.

1.3. Protection against mechanical hazards

1.3.1. Stability

Machinery, components and fittings thereof must be so designed and constructed that they are stable enough, under the foreseen operating conditions (if necessary taking climatic conditions into account) for use without risk of overturning, falling or unexpected movement.

If the shape of the machinery itself or its intended installation does not offer sufficient stability, appropriate means of anchorage must be incorporated and indicated in the instructions.

1.3.2. Risk of break-up during operation

The various parts of machinery and their linkages must be able to withstand the stresses to which they are subject when used as foreseen by the manufacturer.

The durability of the materials used must be adequate for the nature of the work place foreseen by the manufacturer, in particular as regards the phenomena of fatigue, ageing, corrosion and abrasion.

The manufacturer must indicate in the instructions the type and frequency of inspection and maintenance required for safety reasons. He must, where appropriate, indicate the parts subject to wear and the criteria for replacement.

Where a risk of rupture or disintegration remains despite the measures taken (e.g. as with grinding wheels) the moving parts must be mounted and positioned in such a way that in case of rupture their fragments will be contained.

Both rigid and flexible pipes carrying fluids, particularly those under high pressure, must be able to withstand the foreseen internal and external stresses and must be firmly attached and/or protected against all manner of external stresses and strains; precautions must be taken to ensure that no risk is posed by a rupture (sudden movement, high-pressure jets, etc.).

Where the material to be processed is fed to the tool automatically, the following conditions must be fulfilled to avoid risks to the persons exposed (e.g. tool breakage):

- when the workpiece comes into contact with the tool the latter must have attained its normal working conditions,
- when the tool starts and/or stops (intentionally or accidentally) the feed movement and the tool movement must be coordinated.

1.3.3. Risks due to falling or ejected objects

Precautions must be taken to prevent risks from falling or ejected objects (e.g. workpieces, tools, cuttings, fragments, waste, etc.).

1.3.4. Risks due to surfaces, edges or angles

In so far as their purpose allows, accessible parts of the machinery must have no sharp edges, no sharp angles, and no rough surfaces likely to cause injury.

1.3.5. Risks related to combined machinery

Where the machinery is intended to carry out several different operations with the manual removal of the piece between each operation (combined machinery), it must be designed and constructed in such a way as to enable each element to be used separately without the other elements constituting a danger or risk for the exposed person.

For this purpose, it must be possible to start and stop separately any elements that are not protected.

1.3.6. Risks relating to variations in the rotational speed of tools

When the machine is designed to perform operations under different conditions of use (e.g. different speeds or energy supply), it must be designed and constructed in such a way that selection and adjustment of these conditions can be carried out safely and reliably.

1.3.7. Prevention of risks related to moving parts

The moving parts of machinery must be designed, built and laid out to avoid hazards or, where hazards persist, fixed with guards or protective devices in such a way as to prevent all risk of contact which could lead to accidents.

All necessary steps must be taken to prevent accidental blockage of moving parts involved in the work. In cases where, despite the precautions taken, a blockage is likely to occur, specific protection devices or tools, the instruction handbook and possibly a sign on the machinery should be provided by the manufacturer to enable the equipment to be safely unblocked.

1.3.8. Choice of protection against risks related to moving parts

Guards or protection devices used to protect against the risks related to moving parts must be selected on the basis of the type of risk. The following guidelines must be used to help make the choice.

A. Moving transmission parts

Guards designed to protect exposed persons against the risks associated with moving transmission parts (such as pulleys, belts, gears, rack and pinions, shafts, etc.) must be:

- either fixed, complying with requirements 1.4.1 and 1.4.2.1, or
- movable, complying with requirements 1.4.1 and 1.4.2.2.A.

Movable guards should be used where frequent access is foreseen.

B. Moving parts directly involved in the process

Guards or protection devices designed to protect exposed persons against the risks associated with moving parts contributing to the work (such as cutting tools, moving parts of presses, cylinders, parts in the process of being machined, etc.) must be:

- wherever possible fixed guards complying with requirements 1.4.1 and 1.4.2.1,
- otherwise, movable guards complying with requirements 1.4.1 and 1.4.2.2.B or protection devices such as sensing devices (e.g. non-material barriers, sensor mats), remote-hold protection devices (e.g. two-hand controls), or protection devices intended automatically to prevent all or part of the operator's body from encroaching on the danger zone in accordance with requirements 1.4.1 and 1.4.3.

However, when certain moving parts directly involved in the process cannot be made completely or partially inaccessible during operation owing to operations requiring nearby operator intervention, where technically possible such parts must be fitted with:

- fixed guards, complying with requirements 1.4.1 and 1.4.2.1 preventing access to those sections of the parts that are not used in the work,
- adjustable guards, complying with requirements 1.4.1 and 1.4.2.3 restricting access to those sections of the moving parts that are strictly for the work.

1.4. Required characteristics of guards and protection devices

1.4.1. General requirements

Guards and protection devices must:

- be of robust construction,
- not give rise to any additional risk,
- not be easy to by-pass or render non-operational,
- be located at an adequate distance from the danger zone,
- cause minimum obstruction to the view of the production process,
- enable essential work to be carried out on installation and/or replacement of tools and also for maintenance by restricting access only to the area where the work has to be done, if possible without the guard or protection device having to be dismantled.

1.4.2. Special requirements for guards

1.4.2.1. Fixed guards

Fixed guards must be securely held in place. They must be fixed by systems that can be opened only with tools. Where possible, guards must be unable to remain in place without their fixings.

1.4.2.2. Movable guards

A. Type A movable guards must:

- as far as possible remain fixed to the machinery when open,
- be associated with a locking device to prevent moving parts starting up as long as these parts can be accessed and to give a stop command whenever they are no longer closed.

B. Type B movable guards must be designed and incorporated into the control system so that:

- moving parts cannot start up while they are within the operator's reach,
- the exposed person cannot reach moving parts once they have started up,

- they can be adjusted only by means of an intentional action, such as the use of a tool, key, etc.,
- the absence or failure of one of their components prevents starting or stops the moving parts,
- protection against any risk of ejection is proved by means of an appropriate barrier.

1.4.2.3. Adjustable guards restricting access

Adjustable guards restricting access to those areas of the moving parts strictly necessary for the work must:

- be adjustable manually or automatically according to the type of work involved,
- be readily adjustable without the use of tools,
- reduce as far as possible the risk of ejection.

1.4.3. Special requirements for protection devices

Protection devices must be designed and incorporated into the control system so that:

- moving parts cannot start up while they are within the operator's reach,
- the exposed person cannot reach moving parts once they have started up,
- they can be adjusted only by means of an intentional action, such as the use of a tool, key, etc.,
- the absence or failure of one of their components prevents starting or stops the moving parts.

1.5. Protection against other hazards

1.5.1. Electricity supply

Where machinery has an electricity supply it must be designed, constructed and equipped so that all hazards of an electrical nature are or can be prevented.

The specific rules in force relating to electrical equipment designed for use within certain voltage limits must apply to machinery which is subject to those limits.

1.5.2. Static electricity

Machinery must be so designed and constructed as to prevent or limit the build-up of potentially dangerous electrostatic charges and/or be fitted with a discharging system.

1.5.3. Energy supply other than electricity

Where machinery is powered by an energy other than electricity (e.g. hydraulic, pneumatic or thermal energy, etc.), it must be so designed, constructed and equipped as to avoid all potential hazards associated with these types of energy.

1.5.4. Errors of fitting

Errors, likely to be made when fitting or refitting certain parts which could be a source of risk must be made impossible by the design of such parts or, failing this, by information given on the parts themselves and/or the housings. The same information must be given on moving parts and/or their housings where the direction of movement must be known to avoid a risk. Any further information that may be necessary must be given in the instructions.

Where a faulty connection can be the source of risk, incorrect fluid connections, including electrical conductors, must be made impossible by the design or, failing this, by information given on the pipes, cables, etc. and/or connector blocks.

1.5.5. Extreme temperatures

Steps must be taken to eliminate any risk of injury caused by contact with or proximity to machinery parts or materials at high or very low temperatures.

The risk of hot or very cold material being ejected should be assessed. Where this risk exists, the necessary steps must be taken to prevent it or, if this is not technically possible, to render it non-dangerous.

1.5.6. Fire

Machinery must be designed and constructed to avoid all risk of fire or overheating posed by the machinery itself or by gases, liquids, dust, vapours or other substances produced or used by the machinery.

1.5.7. Explosion

Machinery must be designed and constructed to avoid any risk of explosion posed by the machinery itself or by gases, liquids, dust, vapours or other substances produced or used by the machinery.

To that end the manufacturer must take steps to:

- avoid a dangerous concentration of products,
- prevent combustion of the potentially explosive atmosphere,
- minimise any explosion which may occur so that it does not endanger the surroundings.

The same precautions must be taken if the manufacturer foresees the use of the machinery in a potentially explosive atmosphere.

Electrical equipment forming part of the machinery must conform, as far as the risk from explosion is concerned, to the provision of the specific Directives in force.

1.5.8. Noise

Machinery must be so designed and constructed that risks resulting from the emission of airborne noise are reduced to the lowest level taking account of technical progress and the availability of means of reducing noise, in particular at source.

1.5.9. Vibration

Machinery must be so designed and constructed that risks resulting from vibrations produced by the machinery are reduced to the lowest level, taking account of technical progress and the availability of means of reducing vibration, in particular at source.

1.5.10. Radiation

Machinery must be so designed and constructed that any emission of radiation is limited to the extent necessary for its operation and that the effects on exposed persons are non-existent or reduced to non-dangerous proportions.

1.5.11. External radiation

Machinery must be so designed and constructed that external radiation does not interfere with its operation.

1.5.12. Laser equipment

Where laser equipment is used, the following provisions should be taken into account:

- laser equipment on machinery must be designed and constructed so as to prevent any accidental radiation,
- laser equipment on machinery must be protected so that effective radiation, radiation produced by reflection or diffusion and secondary radiation do not damage health,
- optical equipment for the observation or adjustment of laser equipment on machinery must be such that no health risk is created by the laser rays.

1.5.13. Emissions of dust, gases, etc.

Machinery must be so designed, constructed and/or equipped that risks due to gases, liquids, dust, vapours and other waste materials which it produces can be avoided.

Where a hazard exists, the machinery must be so equipped that the said substances can be contained and/or evacuated.

Where machinery is not enclosed during normal operation, the devices for containment and/or evacuation must be situated as close as possible to the source emission.

1.5.14. Risk of being trapped in a machine

Machinery must be designed, constructed or fitted with a means of preventing an exposed person from being enclosed within it or, if that is impossible, with a means of summoning help.

1.5.15. Risk of slipping, tripping or falling

Parts of the machinery where persons are liable to move about or stand must be designed and constructed to prevent persons slipping, tripping or falling on or off these parts.

1.6. Maintenance

1.6.1. Machinery maintenance

Adjustment, lubrication and maintenance points must be located outside danger zones. It must be possible to carry out adjustment, maintenance, repair, cleaning and servicing operations while machinery is at a standstill.

If one or more of the above conditions cannot be satisfied for technical reasons, these operations must be possible without risk (see 1.2.5).

In the case of automated machinery and, where necessary, other machinery, the manufacturer must make provision for a connecting device for mounting diagnostic fault-finding equipment.

Automated machine components which have to be changed frequently, in particular for a change in manufacture or where they are liable to wear or likely to deteriorate following an accident, must be capable of being removed and replaced easily and in safety. Access to the components must enable these tasks to be carried out with the necessary technical means (tools, measuring instruments, etc.) in accordance with an operating method specified by the manufacturer.

1.6.2. Access to operating position and servicing points

The manufacturer must provide means of access (stairs, ladders, catwalks, etc.) to allow access in safety to all areas used for production, adjustment and maintenance operations.

1.6.3. Isolation of energy sources

All machinery must be fitted with means to isolate it from all energy sources. Such isolators must be clearly identified. They must be capable of being locked if reconnection could endanger exposed persons. In the case of machinery supplied with electricity through a plug capable of being plugged into a circuit, separation of the plug is sufficient.

The isolator must be capable of being locked also where an operator is unable, from any of the points to which he has access, to check that the energy is still cut off.

After the energy is cut off, it must be possible to dissipate normally any energy remaining or stored in the circuits of the machinery without risk to exposed persons.

As an exception to the above requirements, certain circuits may remain connected to their energy sources in order, for example, to hold parts, protect information, light interiors, etc. In this case, special steps must be taken to ensure operator safety.

1.6.4. Operator intervention

Machinery must be so designed, constructed and equipped that the need for operator intervention is limited.

If operator intervention cannot be avoided, it must be possible to carry it out easily and in safety.

1.6.5. Cleaning of internal parts

The machinery must be designed and constructed in such a way that it is possible to clean internal parts which have contained dangerous substances or preparations without entering them; any necessary unblocking must also be possible from the outside. If it is absolutely impossible to avoid entering the machinery, the manufacturer must take steps during its construction to allow cleaning to take place with the minimum of danger.

1.7. Indicators

1.7.0. Information devices

The information needed to control machinery must be unambiguous and easily understood.

It must not be excessive to the extent of overloading the operator.

Where the health and safety of exposed persons may be endangered by a fault in the operation of unsupervised machinery, the machinery must be equipped to give an appropriate acoustic or light signal as a warning.

1.7.1. Warning devices

Where machinery is equipped with warning devices (such as signals, etc.), these must be unambiguous and easily perceived.

The operator must have facilities to check the operation of such warning devices at all times.

The requirements of the specific Directives concerning colours and safety signals must be complied with.

1.7.2. Warning of residual risks

Where risks remain despite all the measures adopted or in the case of potential risks which are not evident (e.g. electrical cabinets, radioactive sources, bleeding of a hydraulic circuit, hazard in an unseen area, etc.), the manufacturer must provide warnings.

Such warnings should preferably use readily understandable pictograms and/or be drawn up in one of the languages of the country in which the machinery is to be used, accompanied, on request, by the languages understood by the operators.

1.7.3. Marking

All machinery must be marked legibly and indelibly with the following minimum particulars:

- name and address of the manufacturer,
- the CE marking (see Annex III),
- designation of series or type,
- serial number, if any,
- the year of construction.

Furthermore, where the manufacturer constructs machinery intended for use in a potentially explosive atmosphere, this must be indicated on the machinery.

Machinery must also bear full information relevant to its type and essential to its safe use (e.g. maximum speed of certain rotating parts, maximum diameter of tools to be fitted, mass, etc.).

Where a machine part must be handled during use with lifting equipment, its mass must be indicated legibly, indelibly and unambiguously.

The interchangeable equipment referred to in the third indent of Article 1(2)(a), must bear the same information.

1.7.4. Instructions

a) All machinery must be accompanied by instructions including at least the following:

- a repeat of the information with which the machinery is marked, except the serial number (see 1.7.3) together with any appropriate additional information to facilitate maintenance (e.g. addresses of the importer, repairers, etc.),
- foreseen use of the machinery within the meaning of 1.1.2(c),
- workstation(s) likely to be occupied by operators,
- instructions for safe:
 - putting into service,
 - use,
 - handling, giving the mass of the machinery and its various parts where they are regularly to be transported separately,
 - assembly, dismantling,
 - adjustment,
 - maintenance (servicing and repair),

- where necessary, training instructions,
- where necessary, the essential characteristics of tools which may be fitted to the machinery.

Where necessary, the instructions should draw attention to ways in which the machinery should not be used.

- b) The instructions must be drawn up in one of the Community languages by the manufacturer or his authorised representative established in the Community. On being put into service, all machinery must be accompanied by a translation of the instructions in the language or languages of the country in which the machinery is to be used and by the instructions in the original language. This translation must be done either by the manufacturer or his authorised representative established in the Community or by the person introducing the machinery into the language area in question. By way of derogation from this requirement, the maintenance instructions for use by specialised personnel employed by the manufacturer or his authorised representative established in the Community may be drawn up in only one of the Community languages understood by that personnel.
- c) The instructions must contain the drawings and diagrams necessary for putting into service, maintenance, inspection, checking of correct operation and, where appropriate, repair of the machinery, and all useful instructions in particular with regard to safety.
- d) Any literature describing the machinery must not contradict the instructions as regards safety aspects.
- The technical documentation describing the machinery must give information regarding the airborne noise emissions referred to in (f) and, in the case of hand-held and/or hand-guided machinery, information regarding vibration as referred to in 2.2.
- e) Where necessary, the instructions must give the requirements relating to installation and assembly for reducing noise or vibration (e.g. use of dampers, type and mass of foundation block, etc.).
- f) The instructions must give the following information concerning airborne noise emissions by the machinery, either the actual value or a value established on the basis of measurements made on identical machinery:
- equivalent continuous A-weighted sound pressure level at workstations, where this exceeds 70 dB(A); where this level does not exceed 70 dB(A), this fact must be indicated,
 - peak C-weighted instantaneous sound pressure value at workstations, where this exceeds 63 Pa (130 dB in relation to 20 µPa),
 - sound power level emitted by the machinery where the equivalent continuous A-weighted sound pressure level at workstations exceeds 85 dB(A).

In the case of very large machinery, instead of the sound power level, the equivalent continuous sound pressure levels at specified positions around the machinery may be indicated.

Where the harmonised standards are not applied, sound levels must be measured using the most appropriate method for the machinery.

The manufacturer must indicate the operating conditions of the machinery during measurement and what methods have been used for the measurement.

Where the workstation(s) are undefined or cannot be defined, sound pressure levels must be measured at a distance of 1 metre from the surface of the machinery and at a height of 1,60 metres from the floor or access platform. The position and value of the maximum sound pressure must be indicated.

- f) machinery must be so designed and constructed as to prevent any liquids or living creatures, in particular insects, entering, or any organic matter accumulating in areas that cannot be cleaned (e.g. for machinery not mounted on feet or casters, by placing a seal between the machinery and its base, by the use of sealed units, etc.);
- g) machinery must be so designed and constructed that no ancillary substances (e.g. lubricants, etc.) can come into contact with foodstuffs. Where necessary, machinery must be designed and constructed so that continuing compliance with this requirement can be checked.

Instructions

In addition to the information required in section 1, the instructions must indicate recommended products and methods for cleaning, disinfecting and rinsing (not only for easily accessible areas but also where areas to which access is impossible or inadvisable, such as piping, have to be cleaned in situ).

2.2. Portable hand-held and/or hand-guided machinery

Portable hand-held and/or hand-guided machinery must conform to the following essential health and safety requirements:

- according to the type of machinery, it must have a supporting surface of sufficient size and have a sufficient number of handles and supports of an appropriate size and arranged to ensure the stability of the machinery under the operating conditions foreseen by the manufacturer,
- except where technically impossible or where there is an independent control, in the case of handles which cannot be released in complete safety, it must be fitted with start and stop controls arranged in such a way that the operator can operate them without releasing the handles,
- it must be designed, constructed or equipped to eliminate the risks of accidental starting and/or continued operation after the operator has released the handles. Equivalent steps must be taken if this requirement is not technically feasible,
- portable hand-held machinery must be designed and constructed to allow, where necessary, a visual check of the contact of the tool with the material being processed.

Instructions

The instructions must give the following information concerning vibrations transmitted by hand-held and hand-guided machinery:

- the weighted root mean square acceleration value to which the arms are subjected, if it exceeds $2,5 \text{ m/s}^2$ as determined by the appropriate test code. Where the acceleration does not exceed $2,5 \text{ m/s}^2$, this must be mentioned.

If there is no applicable test code, the manufacturer must indicate the measurement methods and conditions under which measurements were made.

2.3. Machinery for working wood and analogous materials

Machinery for working wood and machinery for working materials with physical and technological characteristics similar to those of wood, such as cork, bone, hardened rubber, hardened plastic material and other similar stiff material must conform to the following essential health and safety requirements:

- a) the machinery must be designed, constructed or equipped so that the piece being machined can be placed and guided in safety; where the piece is hand-held on a work-bench the latter must be sufficiently stable during the work and must not impede the movement of the piece;
- b) where the machinery is likely to be used in conditions involving the risk of ejection of pieces of wood, it must be designed, constructed, or equipped to eliminate this ejection, or, if this is not the case, so that the ejection does not engender risks for the operator and/or exposed persons;
- c) the machinery must be equipped with an automatic brake that stops the tool in a sufficiently short time if there is a risk of contact with the tool whilst it runs down;
- d) where the tool is incorporated into a non-fully automated machine, the latter must be so designed and constructed as to eliminate or reduce the risk of serious accidental injury, for example by using cylindrical cutter blocks, restricting depth of cut, etc.

3. ESSENTIAL HEALTH AND SAFETY REQUIREMENTS TO OFFSET THE PARTICULAR HAZARDS DUE TO THE MOBILITY OF MACHINERY

Machinery presenting hazards due to mobility must be designed and constructed to meet the requirements set out below.

Risks due to mobility always exist in the case of machinery which is self-propelled, towed or pushed or carried by other machinery or tractors, is operated in working areas and whose operation requires either mobility while working, be it continuous or semi-continuous movement, between a succession of fixed working positions.

Risks due to mobility may also exist in the case of machinery operated without being moved, but equipped in such a way as to enable it to be moved more easily from one place to another (machinery fitted with wheels, rollers, runners, etc. or placed on gantries, trolleys, etc.).

In order to verify that rotary cultivators and power harrows do not present unacceptable risks to the exposed persons, the manufacturer or his authorised representative established within the Community must, for each type of machinery concerned, perform the appropriate tests or have such tests performed.

3.1. General

3.1.1. Definition

'Driver' means an operator responsible for the movement of machinery. The driver may be transported by the machinery or may be on foot, accompanying the machinery, or may be guiding the machinery by remote control (cables, radio, etc.).

3.1.2. Lighting

If intended by the manufacturer to be used in dark places, self-propelled machinery must be fitted with a lighting device appropriate to the work to be carried out, without prejudice to any other regulations applicable (road traffic regulations, navigation rules, etc.).

3.1.3. Design of machinery to facilitate its handling

During the handling of the machine and/or its parts, there must be no possibility of sudden movements or of hazards due to instability as long as the machine and/or its parts are handled in accordance with the manufacturer's instructions.

3.2. Work stations

3.2.1. Driving position

The driving position must be designed with due regard to ergonomic principles. There may be two or more driving positions and, in such cases, each driving position must be provided with all the requisite controls.

Where there is more than one driving position, the machinery must be designed so that the use of one of them precludes the use of the others, except in emergency stops. Visibility from the driving position must be such that the driver can in complete safety for himself and the exposed persons, operate the machinery and its tools in their intended conditions of use. Where necessary, appropriate devices must be provided to remedy hazards due to inadequate direct vision.

Machinery must be so designed and constructed that, from the driving position, there can be no risk to the driver and operators on board from inadvertent contact with the wheels or tracks.

The driving position must be designed and constructed so as to avoid any health risk due to exhaust gases and/or lack of oxygen.

The driving position of ride-on drivers must be so designed and constructed that a driver's cab may be fitted as long as there is room. In that case, the cab must incorporate a place for the instructions needed for the driver and/or operators. The driving position must be fitted with an adequate cab where there is a hazard due to a dangerous environment.

Where the machinery is fitted with a cab, this must be designed, constructed and/or equipped to ensure that the driver has good operating conditions and is protected against any hazards that might exist (for instance: inadequate heating and ventilation, inadequate visibility, excessive noise and vibration, falling objects, penetration by objects, rolling over, etc.). The exit must allow rapid evacuation. Moreover, an emergency exit must be provided in a direction which is different from the usual exit.

The materials used for the cab and its fittings must be fire-resistant.

3.2.2. Seating

The driving seat of any machinery must enable the driver to maintain a stable position and be designed with due regard to ergonomic principles.

The seat must be designed to reduce vibrations transmitted to the driver to the lowest level that can be reasonably achieved. The seat mountings must withstand all stresses to which they can be subjected, notably in the event of rollover. Where there is no floor beneath the driver's feet, the driver must have footrests covered with a slip-resistant material.

Where machinery is fitted with provision for a rollover protection structure, the seat must be equipped with a safety belt or equivalent device which keeps the driver in his seat without restricting any movements necessary for driving or any movements caused by the suspension.

3.2.3. Other places

If the conditions of use provide that operators other than the driver are occasionally or regularly transported by the machinery, or work on it, appropriate places must be provided which enable them to be transported or to work on it without risk, particularly the risk of falling.

Where the working conditions so permit, these work places must be equipped with seats.

Should the driving position have to be fitted with a cab, the other places must also be protected against the hazards which justified the protection of the driving position.

3.3. Controls

3.3.1. Control devices

The driver must be able to actuate all control devices required to operate the machinery from the driving position, except for functions which can be safely activated only by using control devices located away from the driving position. This refers in particular to working positions other than the driving position, for which operators other than the driver are responsible or for which the driver has to leave his driving position in order to carry out the manoeuvre in safety.

Where there are pedals they must be so designed, constructed and fitted to allow operation by the driver in safety with the minimum risk of confusion; they must have a slip-resistant surface and be easy to clean.

Where their operation can lead to hazards, notably dangerous movements, the machinery's controls, except for those with preset positions, must return to the neutral position as soon as they are released by the operator.

In the case of wheeled machinery, the steering system must be designed and constructed to reduce the force of sudden movements of the steering wheel or steering lever caused by shocks to the guide wheels.

Any control that locks the differential must be so designed and arranged that it allows the differential to be unlocked when the machinery is moving.

The last sentence of section 1.2.2 does not apply to the mobility function.

3.3.2. *Starting/moving*

Self-propelled machinery with a ride-on driver must be so equipped as to deter unauthorised persons from starting the engine.

Travel movements of self-propelled machinery with a ride-on driver must be possible only if the driver is at the controls.

Where, for operating purposes, machinery must be fitted with devices which exceed its normal clearance zone (e.g. stabilisers, jib, etc.), the driver must be provided with the means of checking easily, before moving the machinery, that such devices are in a particular position which allows safe movement.

This also applies to all other parts which, to allow safe movement, have to be in particular positions, locked if necessary.

Where it is technically and economically feasible, movement of the machinery must depend on safe positioning of the aforementioned parts.

It must not be possible for movement of the machinery to occur while the engine is being started.

3.3.3. *Travelling function*

Without prejudice to the provisions of road traffic regulations, self-propelled machinery and its trailers must meet the requirements for slowing down, stopping, braking and immobilisation so as to ensure safety under all the operating, loading, speed, ground and gradient conditions allowed for by the manufacturer and corresponding to conditions encountered in normal use.

The driver must be able to slow down and stop self-propelled machinery by means of a main device. Where safety so requires in the event of a failure of the main device, or in the absence of the energy supply to actuate the main device, an emergency device with fully independent and easily accessible controls must be provided for slowing down and stopping.

Where safety so requires, a parking device must be provided to render stationary machinery immobile. This device may be combined with one of the devices referred to in the second paragraph, provided that it is purely mechanical.

Remote-controlled machinery must be designed and constructed to stop automatically if the driver loses control.

Section 1.2.4 does not apply to the travelling function.

3.3.4. *Movement of pedestrian-controlled machinery*

Movement of pedestrian-controlled self-propelled machinery must be possible only through sustained action on the relevant control by the driver. In particular, it must not be possible for movement to occur while the engine is being started.

The control systems for pedestrian-controlled machinery must be designed to minimise the hazards arising from inadvertent movement of the machine towards the driver. In particular:

- a) crushing;
- b) injury from rotating tools.

Also, the speed of normal travel of the machine must be compatible with the pace of a driver on foot.

In the case of machinery on which a rotary tool may be fitted, it must not be possible to actuate that tool when the reversing control is engaged, except where movement of the machinery results from movement of the tool. In the latter case, the reversing speed must be such that it does not endanger the driver.

3.3.5. *Control circuit failure*

A failure in the power supply to the power-assisted steering, where fitted, must not prevent machinery from being steered during the time required to stop it.

3.4. **Protection against mechanical hazards**

3.4.1. *Uncontrolled movements*

When a part of a machine has been stopped, any drift away from the stopping position, for whatever reason other than action at the controls, must be such that it is not a hazard to exposed persons.

Machinery must be so designed, constructed and where appropriate placed on its mobile support so as to ensure that when moved the uncontrolled oscillations of its centre of gravity do not affect its stability or exert excessive strain on its structure.

3.4.2. *Risk of break-up during operation*

Parts of machinery rotating at high speed which, despite the measures taken, may break up or disintegrate, must be mounted and guarded in such a way that, in case of breakage, their fragments will be contained or, if that is not possible, cannot be projected towards the driving and/or operation positions.

3.4.3. *Rollover*

Where, in the case of self-propelled machinery with a ride-on driver and possibly ride-on operators, there is a risk of rolling over, the machinery must be designed for and be fitted with anchorage points allowing it to be equipped with a rollover protective structure (ROPS).

This structure must be such that in case of rolling over it affords the ride-on driver and where appropriate the ride-on operators an adequate deflection-limiting volume (DLV).

In order to verify that the structure complies with the requirement laid down in the second paragraph, the manufacturer or his authorised representative established within the Community must, for each type of structure concerned, perform appropriate tests or have such tests performed.

In addition, the earth-moving machinery listed below with a capacity exceeding 15 kW must be fitted with a rollover protective structure:

- crawler loaders or wheel loaders,
- backhoe loaders,
- crawler tractors or wheel tractors,
- scrapers, self-loading or not,
- graders,
- articulated steer dumpers.

3.4.4. Falling objects

Where, in the case of machinery with a ride-on driver and possibly ride-on operators, there is a risk due to falling objects or material, the machinery should be designed for, and fitted with, if its size allows, anchorage points allowing it to be equipped with a falling-object protective structure (FOPS).

This structure must be such that in the case of falling objects or material, it guarantees the ride-on operators an adequate deflection-limiting volume (DLV).

In order to verify that the structure complies with the requirement laid down in the second paragraph, the manufacturer or his authorised representative established within the Community must, for each type of structure concerned, perform appropriate tests or have such tests performed.

3.4.5. Means of access

Handholds and steps must be designed, constructed and arranged in such a way that the operators use them instinctively and do not use the controls for that purpose.

3.4.6. Towing devices

All machinery used to tow or to be towed must be fitted with towing or coupling devices designed, constructed and arranged to ensure easy and safe connection and disconnection, and to prevent accidental disconnection during use.

In so far as the towbar load requires, such machinery must be equipped with a support with a bearing surface suited to the load and the ground.

3.4.7. Transmission of power between self-propelled machinery (or tractor) and recipient machinery

Transmission shafts with universal joints linking self-propelled machinery (or tractor) to the first fixed bearing of recipient machinery must be guarded on the self-propelled machinery side and the recipient machinery side over the whole length of the shaft and associated universal joints.

On the side of the self-propelled machinery (or tractor), the power take-off to which the transmission shaft is attached must be guarded either by a screen fixed to the self-propelled machinery (or tractor) or by any other device offering equivalent protection.

On the towed machinery side, the input shaft must be enclosed in a protective casing fixed to the machinery.

Torque limiters or freewheels may be fitted to universal joint transmissions only on the side adjoining the driven machine. The universal-joint transmission shaft must be marked accordingly.

All towed machinery whose operation requires a transmission shaft to connect it to self-propelled machinery or a tractor must have a system for attaching the transmission shaft so that when the machinery is uncoupled the transmission shaft and its guard are not damaged by contact with the ground or part of the machinery.

The outside parts of the guard must be so designed, constructed and arranged that they cannot turn with the transmission shaft. The guard must cover the transmission shaft to the ends of the inner jaws in the case of simple universal joints and at least to the centre of the outer joint or joints in the case of 'wide-angle' universal joints.

Manufacturers providing means of access to working positions near to the universal joint transmission shaft must ensure that shaft guards as described in the sixth paragraph cannot be used as steps unless designed and constructed for that purpose

3.4.8. Moving transmission parts

By way of derogation from section 1.3.8.A, in the case of internal combustion engines, removable guards preventing access to the moving parts in the engine compartment need not have locking devices if they have to be opened either by the use of a tool or key or by a control located in the driving position if the latter is in a fully enclosed cab with a lock to prevent unauthorised access.

3.5. Protection against other hazards

3.5.1. Batteries

The battery housing must be constructed and located and the battery installed so as to avoid as far as possible the chance of electrolyte being ejected on to the operator in the event of rollover and/or to avoid the accumulation of vapours in places occupied by operators.

Machinery must be so designed and constructed that the battery can be disconnected with the aid of an easily accessible device provided for that purpose.

3.5.2. Fire

Depending on the hazards anticipated by the manufacturer when in use, machinery must, where its size permits:

- either allow easily accessible fire extinguishers to be fitted,
- or be provided with built-in extinguisher systems.

3.5.3. Emissions of dust, gases, etc.

Where such hazards exist, the containment equipment provided for in section 1.5.13 may be replaced by other means, for example precipitation by water spraying.

The second and third paragraphs of section 1.5.13 do not apply where the main function of the machinery is the spraying of products.

3.6. Indications

3.6.1. Signs and warning

Machinery must have means of signalling and/or instruction plates concerning use, adjustment and maintenance, wherever necessary, to ensure the health and safety of exposed persons. They must be chosen, designed and constructed in such a way as to be clearly visible and indelible.

Without prejudice to the requirements to be observed for travelling on the public highway, machinery with a ride-on driver must have the following equipment:

- an acoustic warning device to alert exposed persons,
- a system of light signals relevant to the intended conditions of use such as stop lamps, reversing lamps and rotating beacons. The latter requirement does not apply to machinery intended solely for underground working and having no electrical power.

Remote-controlled machinery which under normal conditions of use exposes persons to the hazards of impact or crushing must be fitted with appropriate means to signal its movements or with means to protect exposed persons against such hazards. The same applies to machinery which involves, when in use, the constant repetition of a forward and backward movement on a single axis where the back of the machine is not directly visible to the driver.

Machinery must be so constructed that the warning and signalling devices cannot all be disabled unintentionally. Where this is essential for safety, such devices must be provided with the means to check that they are in good working order and their failure must be made apparent to the operator.

Where the movement of machinery or its tools is particularly hazardous, signs on the machinery must be provided to warn against approaching the machinery while it is working; the signs must be legible at a sufficient distance to ensure the safety of persons who have to be in the vicinity.

3.6.2. Marking

The minimum requirements set out in 1.7.3 must be supplemented by the following:

- nominal power expressed in kW,
- mass in kg of the most usual configuration and, where appropriate:
 - maximum drawbar pull provided for by the manufacturer at the coupling hook, in N,
 - maximum vertical load provided for by the manufacturer on the coupling hook, in N.

3.6.3. Instruction handbook

Apart from the minimum requirements set out in 1.7.4, the instruction handbook must contain the following information:

- a) regarding the vibrations emitted by the machinery, either the actual value or a figure calculated from measurements performed on identical machinery:
 - the weighted root mean square acceleration value to which the arms are subjected, if it exceeds 2,5 m/s², should it not exceed 2,5 m/s², this must be mentioned,
 - the weighted root mean square acceleration value to which the body (feet or posterior) is subjected, if it exceeds 0,5 m/s², should it not exceed 0,5 m/s², this must be mentioned.

Where the harmonised standards are not applied, the vibration must be measured using the most appropriate method for the machinery concerned.

The manufacturer must indicate the operating conditions of the machinery during measurement and which methods were used for taking the measurements;

- b) in the case of machinery allowing several uses depending on the equipment used, manufacturers of basic machinery to which interchangeable equipment may be attached and manufacturers of the interchangeable equipment must provide the necessary information to enable the equipment to be fitted and used safely.

4. ESSENTIAL HEALTH AND SAFETY REQUIREMENTS TO OFFSET THE PARTICULAR HAZARDS DUE TO A LIFTING OPERATION

Machinery presenting hazards due to lifting operations - mainly hazards of load falls and collisions or hazards of tipping caused by a lifting operation - must be designed and constructed to meet the requirements set out below.

Risks due to a lifting operation exist particularly in the case of machinery designed to move a unit load involving a change in level during the movement. The load may consist of objects, materials or goods.

4.1. General remarks

4.1.1. Definitions

- a) 'lifting accessories' means components or equipment not attached to the machine and placed between the machinery and the load or on the load in order to attach it;
- b) 'separate lifting accessories' means accessories which help to make up or use a slinging device, such as eyehooks, shackles, rings, eyebolts, etc.;
- c) 'guided load' means the load where the total movement is made along rigid or flexible guides, whose position is determined by fixed points;
- d) 'working coefficient' means the arithmetic ratio between the load guaranteed by the manufacturer up to which a piece of equipment, an accessory or machinery is able to hold it and the maximum working load marked on the equipment, accessory or machinery respectively;
- e) 'test coefficient' means the arithmetic ratio between the load used to carry out the static or dynamic tests on a piece of equipment, an accessory or machinery and the maximum working load marked on the piece of equipment, accessory or machinery;
- f) 'static test' means the test during which the machinery or the lifting accessory is first inspected and subjected to a force corresponding to the maximum working load multiplied by the appropriate static test coefficient and then re-inspected once the said load has been released to ensure no damage has occurred;
- g) 'dynamic test' means the test during which the machinery is operated in all its possible configurations at maximum working load with account being taken of the dynamic behaviour of the machinery in order to check that the machinery and safety features are functioning properly.

4.1.2. Protection against mechanical hazards

4.1.2.1. Risks due to lack of stability

Machinery must be so designed and constructed that the stability required in 1.3.1 is maintained both in service and out of service, including all stages of transportation, assembly and dismantling, during foreseeable component failures and also during the tests carried out in accordance with the instruction handbook.

To that end, the manufacturer or his authorised representative established within the Community must use the appropriate verification methods; in particular, for self-propelled industrial trucks with lift exceeding 1,80 m, the manufacturer or his authorised representative established within the Community must, for each type of industrial truck concerned, perform a platform stability test or similar test, or have such tests performed.

4.1.2.2. Guide rails and rail tracks

Machinery must be provided with devices which act on the guide rails or tracks to prevent derailment.

However, if derailment occurs despite such devices, or if there is a failure of a rail or of a running component, devices must be provided which prevent the equipment, component or load from falling or the machine overturning.

4.1.2.3. Mechanical strength

Machinery, lifting accessories and removable components must be capable of withstanding the stresses to which they are subjected, both in and, where applicable, out of use, under the installation and operating conditions provided for by the manufacturer, and in all relevant configurations, with due regard, where appropriate, to the effects of atmospheric factors and forces exerted by persons. This requirement must also be satisfied during transport, assembly and dismantling.

Machinery and lifting accessories must be designed and constructed so as to prevent failure from fatigue or wear, taking due account of their intended use.

The materials used must be chosen on the basis of the working environments provided for by the manufacturer, with special reference to corrosion, abrasion, impacts, cold brittleness and ageing.

The machinery and the lifting accessories must be designed and constructed to withstand the overload in the static tests without permanent deformation or patent defect. The calculation must take account of the values of the static test coefficient chosen to guarantee an adequate level of safety: that coefficient has, as a general rule, the following values:

- a) manually-operated machinery and lifting accessories: 1,5;
- b) other machinery: 1,25.

Machinery must be designed and constructed to undergo, without failure, the dynamic tests carried out using the maximum working load multiplied by the dynamic test coefficient. This dynamic test coefficient is chosen so as to guarantee an adequate level of safety: the coefficient is, as a general rule, equal to 1,1.

The dynamic tests must be performed on machinery ready to be put into service under normal conditions of use. As a general rule, the tests will be performed at the nominal speeds laid down by the manufacturer.

Should the control circuit of the machinery allow for a number of simultaneous movements (for example, rotation and displacement of the load), the tests must be carried out under the least favourable conditions, i.e. as a general rule, by combining the movements concerned.

4.1.2.4. Pulleys, drums, chains or ropes

Pulleys, drums and wheels must have a diameter commensurate with the size of rope or chains with which they can be fitted.

Drums and wheels must be so designed, constructed and installed that the ropes or chains with which they are equipped can wind round without falling off.

Ropes used directly for lifting or supporting the load must not include any splicing other than at their ends (splicings are tolerated in installations which are intended from their design to be modified regularly according to needs of use). Complete ropes and their endings have a working coefficient chosen so as to guarantee an adequate level of safety; as a general rule, this coefficient is equal to five.

Lifting chains have a working coefficient chosen so as to guarantee an adequate level of safety; as a general rule, this coefficient is equal to four.

In order to verify that an adequate working coefficient has been attained, the manufacturer or his authorised representative established within the Community must, for each type of chain and rope used directly for lifting the load, and for the rope ends, perform the appropriate tests or have such tests performed.

4.1.2.5. Separate lifting accessories

Lifting accessories must be sized with due regard to fatigue and ageing processes for a number of operating cycles consistent with their expected life-span as specified in the operating conditions for a given application.

Moreover:

- a) the working coefficient of the metallic rope/rope-end combination is chosen so as to guarantee an adequate level of safety; this coefficient is, as a general rule, equal to five. Ropes must not comprise any splices or loops other than at their ends;
- b) where chains with welded links are used, they must be of the short-link type. The working coefficient of chains of any type is chosen so as to guarantee an adequate level of safety; this coefficient is, as a general rule, equal to four;
- c) the working coefficient for textile ropes or slings is dependent on the material, method of manufacture, dimensions and use. This coefficient is chosen so as to guarantee an adequate level of safety; it is, as a general rule, equal to seven, provided the materials used are shown to be of very good quality and the method of manufacture is appropriate to the intended use. Should this not be the case, the coefficient is as a general rule set at a higher level in order to secure an equivalent level of safety. Textile ropes and slings must not

include any knots, connections or splicing other than at the ends of the sling, except in the case of an endless sling;

- d) all metallic components making up, or used with, a sling must have a working coefficient chosen so as to guarantee an adequate level of safety; this coefficient is, as a general rule, equal to four;
- e) the maximum working capacity of a multilegged sling is determined on the basis of the safety coefficient of the weakest leg, the number of legs and a reduction factor which depends on the slinging configuration;
- f) in order to verify that an adequate working coefficient has been attained, the manufacturer or his authorised representative established within the Community must, for each type of component referred to in (a), (b), (c) and (d) perform the appropriate tests or have such tests performed.

4.1.2.6. Control of movements

Devices for controlling movements must act in such a way that the machinery on which they are installed is kept safe:

- a) machinery must be so designed or fitted with devices that the amplitude of movement of its components is kept within the specified limits. The operation of such devices must, where appropriate, be preceded by a warning;
- b) where several fixed or rail-mounted machines can be manoeuvred simultaneously in the same place, with risks of collision, such machines must be so designed and constructed as to make it possible to fit systems enabling these risks to be avoided;
- c) the mechanisms of machinery must be so designed and constructed that the loads cannot creep dangerously or fall freely and unexpectedly, even in the event of partial or total failure of the power supply or when the operator stops operating the machine;
- d) it must not be possible, under normal operating conditions, to lower the load solely by friction brake, except in the case of machinery whose function requires it to operate in that way;
- e) holding devices must be so designed and constructed that inadvertent dropping of the loads is avoided.

4.2. Special requirements for machinery whose power source is other than manual effort

4.2.1. Controls

4.2.1.1. Driving position

The requirements laid down in section 3.2.1 also apply to non-mobile machinery.

4.2.1.2. Seating

The requirements laid down in section 3.2.2, first and second paragraphs, and those laid down in section 3.2.3 also apply to non-mobile machinery.

4.2.1.3. Control devices

The devices controlling movements of the machinery or its equipment must return to their neutral position as soon as they are released by the operator. However, for partial or complete movements in which there is no risk of the load or the machinery colliding, the said devices may be replaced by controls authorising automatic stops at preselected levels without holding a hold-to-run control device.

4.2.1.4. Loading control

Machinery with a maximum working load of not less than 1 000 kilograms or an overturning moment of not less than 40 000 Nm must be fitted with devices to warn the driver and prevent dangerous movements of the load in the event of:

- overloading the machinery:
 - either as a result of maximum working loads being exceeded, or
 - as a result of the moments due to the loads being exceeded,
- the moments conducive to overturning being exceeded as a result of the load being lifted.

4.2.2. Installation guided by cables

Cable carriers, tractors or tractor carriers must be held by counter-weights or by a device allowing permanent control of the tension.

4.2.3. Risks to exposed persons. Means of access to driving position and intervention points

Machinery with guided loads and machinery whose load supports follow a clearly defined path must be equipped with devices to prevent any risks to exposed persons.

Machinery serving specific levels at which operators can gain access to the load platform in order to stack or secure the load must be designed and constructed to prevent uncontrolled movement of the load platform, in particular while being loaded or unloaded.

4.2.4. Fitness for purpose

When machinery is placed on the market or is first put into service, the manufacturer or his authorised representative established within the Community must ensure, by taking appropriate measures or having them taken, that lifting accessories and machinery which are ready for use - whether manually or power-operated - can fulfil their specified functions safely. The said measures must take into account the static and dynamic aspects of the machinery.

Where the machinery cannot be assembled in the manufacturer's premises, or in the premises of his authorised representative established within the Community, appropriate measures must be taken at the place of use. Otherwise, the measures may be taken either in the manufacturer's premises or at the place of use.

4.3. Marking

4.3.1. Chains and ropes

Each length of lifting chain, rope or webbing not forming part of an assembly must bear a mark or, where this is not possible, a plate or irremovable ring bearing the name and address of the manufacturer or his authorised representative established in the Community and the identifying reference of the relevant certificate.

The certificate should show the information required by the harmonised standards or, should those not exist, at least the following information:

- the name of the manufacturer or his authorised representative established within the Community,
- the address within the Community of the manufacturer or his authorised representative, as appropriate,
- a description of the chain or rope which includes:
 - its nominal size,
 - its construction,
 - the material from which it is made, and
 - any special metallurgical treatment applied to the material,
- if tested, the standard used,
- a maximum load to which the chain or rope should be subjected in service. A range of values may be given for specified applications.

4.3.2. Lifting accessories

All lifting accessories must show the following particulars:

- identification of the manufacturer,
- identification of the material (e.g. international classification) where this information is needed for dimensional compatibility,

- identification of the maximum working load,
- CE marking.

In the case of accessories including components such as cables or ropes, on which marking is physically impossible, the particulars referred to in the first paragraph must be displayed on a plate or by some other means and securely affixed to the accessory.

The particulars must be legible and located in a place where they are not liable to disappear as a result of machining, wear, etc., or jeopardise the strength of the accessory.

4.3.3. Machinery

In addition to the minimum information provided for in 1.7.3, each machine must bear, legibly and indelibly, information concerning the nominal load:

- i) displayed in uncoded form and prominently on the equipment in the case of machinery which has only one possible value;
- ii) where the nominal load depends on the configuration of the machine, each driving position must be provided with a load plate indicating, preferably in diagrammatic form or by means of tables, the nominal loads for each configuration.

Machinery equipped with a load support which allows access to persons and involves a risk of falling must bear a clear and indelible warning prohibiting the lifting of persons. This warning must be visible at each place where access is possible.

4.4. Instruction handbook

4.4.1. Lifting accessories

Each lifting accessory or each commercially indivisible batch of lifting accessories must be accompanied with an instruction handbook setting out at least the following particulars:

- normal conditions of use,
- instructions for use, assembly and maintenance,
- the limits of use (particularly for the accessories which cannot comply with 4.1.2.6(e)).

4.4.2. Machinery

In addition to section 1.7.4, the instruction handbook must include the following information:

- a) the technical characteristics of the machinery, and in particular:
 - where appropriate, a copy of the load table described in section 4.3.3(ii),
 - the reactions at the supports or anchors and characteristics of the tracks,
 - where appropriate, the definition and the means of installation of the ballast;
- b) the contents of the logbook, if the latter is not supplied with the machinery;
- c) advice for use, particularly to offset the lack of direct sight of the load by the operator;
- d) the necessary instructions for performing the tests before first putting into service machinery which is not assembled on the manufacturer's premises in the form in which it is to be used.

5. ESSENTIAL HEALTH AND SAFETY REQUIREMENTS FOR MACHINERY INTENDED FOR UNDERGROUND WORK

Machinery intended for underground work must be designed and constructed to meet the requirements set out below.

5.1. Risks due to lack of stability

Powered roof supports must be so designed and constructed as to maintain a given direction when moving and not slip before and while they come under load and after the load has been removed. They must be equipped with anchorages for the top plates of the individual hydraulic props.

5.2. Movement

Powered roof supports must allow for unhindered movement of exposed persons.

5.3. Lighting

The requirements laid down in the third paragraph of section 1.1.4 do not apply.

5.4. Control devices

The accelerator and brake controls for the movement of machinery running on rails must be manual. The deadman's control may be foot-operated, however.

The control devices of powered roof supports must be designed and laid out so that, during displacement operations, operators are sheltered by a support in place. The control devices must be protected against any accidental release.

5.5. Stopping

Self-propelled machinery running on rails for use in underground work must be equipped with a deadman's control acting on the circuit controlling the movement of the machinery.

5.6. Fire

The second indent of 3.5.2 is mandatory in respect of machinery which comprises highly flammable parts.

The braking system of machinery meant for use in underground working must be designed and constructed so as not to produce sparks or cause fires.

Machinery with heat engines for use in underground working must be fitted only with internal combustion engines using fuel with a low vaporising pressure and which exclude any spark of electrical origin.

5.7. Emissions of dust, gases, etc.

Exhaust gases from internal combustion engines must not be discharged upwards.

6. ESSENTIAL HEALTH AND SAFETY REQUIREMENTS TO OFFSET THE PARTICULAR HAZARDS DUE TO THE LIFTING OR MOVING OF PERSONS

Machinery presenting hazards due to the lifting or moving of persons must be designed and constructed to meet the requirements set out below.

6.1. General

6.1.1. Definition

For the purposes of this Chapter, 'carrier' means the device by which persons are supported in order to be lifted, lowered or moved.

6.1.2. Mechanical strength

The working coefficients defined in heading 4 are inadequate for machinery intended for the lifting or moving of persons and must, as a general rule, be doubled. The floor of the carrier must be designed and constructed to offer the space and strength corresponding to the maximum number of persons and the maximum working load set by the manufacturer.

6.1.3. Loading control for types of device moved by power other than human strength

The requirements of 4.2.1.4 apply regardless of the maximum working load figure. This requirement does not apply to machinery in respect of which the manufacturer can demonstrate that there is no risk of overloading and/or overturning.

6.2. Controls

6.2.1. Where safety requirements do not impose other solutions: The carrier must, as a general rule, be designed and constructed so that persons inside have means of controlling movements upwards and downwards and, if appropriate, of moving the carrier horizontally in relation to the machinery.

In operation, those controls must override the other devices controlling the same movement, with the exception of the emergency stop devices.

The controls for these movements must be of the maintained command type, except in the case of machinery serving specific levels.

6.2.2. If machinery for the lifting or moving of persons can be moved with the carrier in a position other than the rest position, it must be designed and constructed so that the person or persons in the carrier have the means of preventing hazards produced by the movement of the machinery.

6.2.3. Machinery for the lifting or moving of persons must be designed, constructed or equipped so that excess speeds of the carrier do not cause hazards.

6.3. Risks of persons falling from the carrier

6.3.1. If the measures referred to in 1.1.15 are not adequate, carriers must be fitted with a sufficient number of anchorage points for the number of persons possibly using the carrier, strong enough for the attachment of personal protective equipment against the danger of falling.

6.3.2. Any trapdoors in floors or ceilings or side doors must open in a direction which obviates any risk of falling should they open unexpectedly.

6.3.3. Machinery for lifting or moving must be designed and constructed to ensure that the floor of the carrier does not tilt to an extent which creates a risk of the occupants falling, including when moving.

The floor of the carrier must be slip-resistant.

6.4. Risks of the carrier falling or overturning

6.4.1. Machinery for the lifting or moving of persons must be designed and constructed to prevent the carrier falling or overturning.

6.4.2. Acceleration and braking of the carrier or carrying vehicle, under the control of the operator or triggered by a protective device and under the maximum load and speed conditions laid down by the manufacturer, must not cause any danger to exposed persons.

6.5. Markings

Where necessary to ensure safety, the carrier must bear the relevant essential information.

Annex B (informative)

Main terminological discrepancies between EN 292 and "Machinery Directive"

The terms listed below are used in the English language versions of EN 292 or the Directive, as shown, and shall be considered as equivalent	
EN 292	"Machinery Directive" (98/37/EC)
commissioning	putting into service
ejection hazard	risk of ejection
hold-to-run control	control requiring sustained action
intended use	intended conditions of use/foreseen use
interlocking device/interlock	locking device
personal protective equipment	personal protection equipment
pressure sensitive mat	sensor mat
protective device	protective device/protection device
shall	must
trip device	sensing device

Annex ZA (informative)

Clauses of this European Standard addressing essential requirements or other provisions of EU directives

This European standard has been prepared under a mandate given to CEN by the European Commission and the European Free Trade Association and supports essential requirements of EU Directive

Machinery Directive 98/37/CE (replaces Directive 89/392/EEC and its amendments).

WARNING: Other requirements and other EU Directives may be applicable to the product(s) falling within the scope of this standard.

Compliance with this standard provides one with means of conforming with the specific essential requirements of the Directive concerned and associated EFTA regulations.

Bibliography

- [1] ISO 2972:1979, *Numerical control of machines - Symbols*
- [2] ISO 6385:1981, *Ergonomic principles of the design of work systems*
- [3] ISO 7000:1984, *Graphical symbols for use on equipment - Index and synopsis*
- [4] ISO 7001:1980/A1:1985, *Public information symbols*
- [5] ISO/IEC Guide 14:1977, *Product information for consumers*
- [6] ISO/IEC Guide 51:1990, *Guidelines for the inclusion of safety aspects in standards*
- [7] IEC 417:1973/A:1974/B:1975/C:1977/D:1978/E:1980/F:1982/G:1985, *Graphical symbols for use on equipment - Index, survey and compilation of the single sheets.*