

	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 ZENTRALEKRETARIAT 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 Schutz-einrichtungen).

ICS

Deskriptoren:

Deutsche Fassung

Sicherheit von Maschinen

Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze

Teil 2: Technische Leitsätze

(Identisch mit ISO/DIS 12100-2)

Überarbeitung von EN 292-1:1991 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 292-1:1991 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 292-1:1991 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 selbsthaltenden 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 Ablaßeinrichtungen 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).

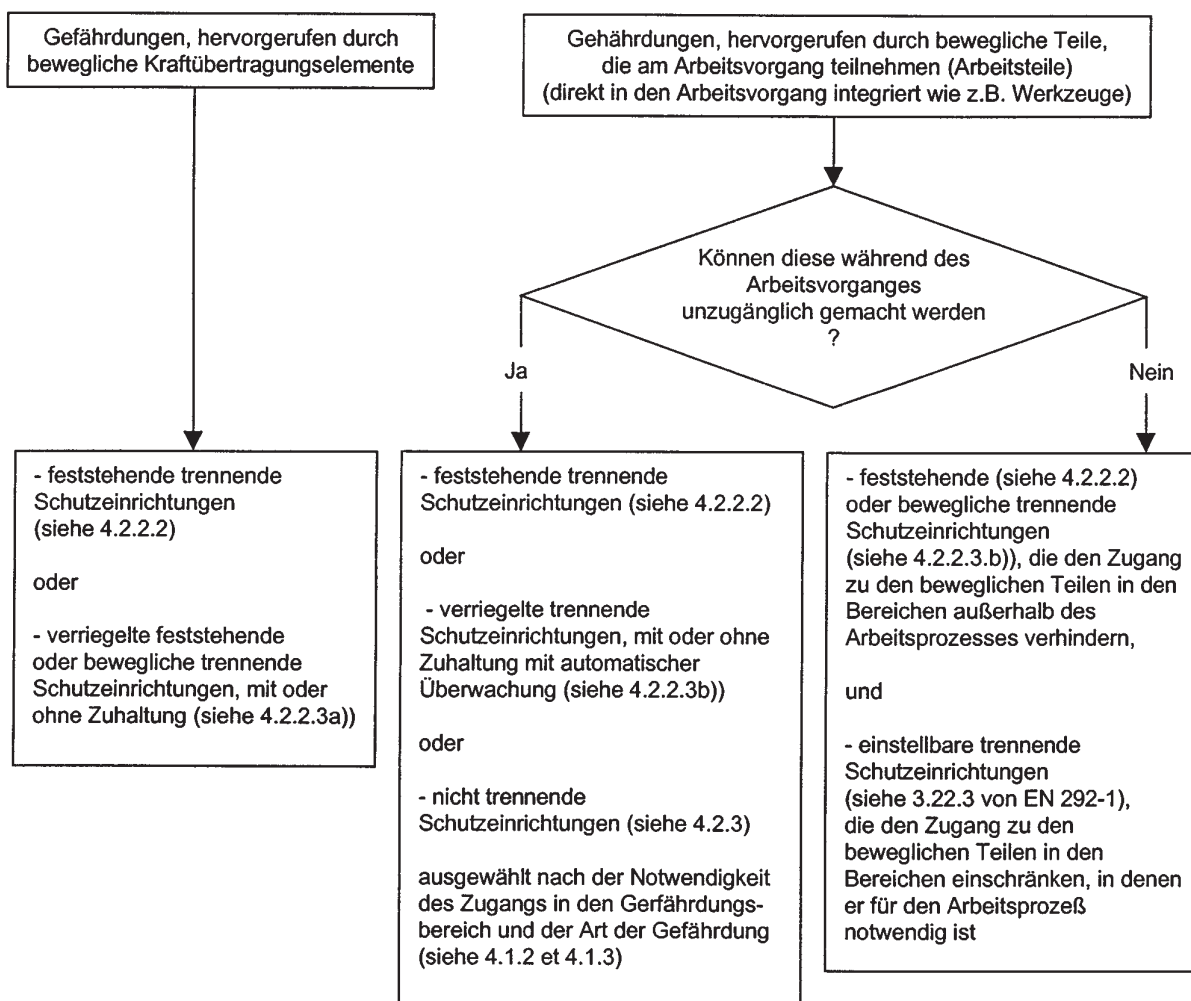


Bild 1 — Leitsätze für die Auswahl von Schutzeinrichtungen gegen Gefährdungen, die von sich bewegenden Teilen ausgehen

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 Sicherheitsbewegungen 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.