

DIN EN ISO 12100

ICS 13.110

Ersatzvermerk
siehe unten

**Sicherheit von Maschinen –
Allgemeine Gestaltungsgrundsätze –
Risikobeurteilung und Risikominderung (ISO 12100:2010);
Deutsche Fassung EN ISO 12100:2010**

Safety of machinery –
General principles for design –
Risk assessment and risk reduction (ISO 12100:2010);
German version EN ISO 12100:2010

Sécurité des machines –
Principes généraux de conception –
Appréciation du risque et réduction du risque (ISO 12100:2010);
Version allemande EN ISO 12100:2010

Ersatzvermerk

Ersatz für DIN EN ISO 12100-1:2004-04, DIN EN ISO 12100-1/A1:2009-10, DIN EN ISO 12100-2:2004-04,
DIN EN ISO 12100-2/A1:2009-10 und DIN EN ISO 14121-1:2007-12
Siehe Anwendungsbeginn

Gesamtumfang 96 Seiten

Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG) im DIN
DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE
Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN



Anwendungsbeginn

Der Anwendungsbeginn dieser Norm ist 2011-03-01.

Daneben dürfen DIN EN ISO 12100-1:2004-04, DIN EN ISO 12100-1/A1:2009-10, DIN EN ISO 12100-2:2004-04, DIN EN ISO 12100-2/A1:2009-10 und DIN EN ISO 14121-1:2007-12 noch bis 2013-11-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Diese Norm (Typ A) enthält sicherheitstechnische Festlegungen im Sinne der 9. Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG).

Diese Norm enthält die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitees ISO/TC 199 „Safety of machinery“ des Internationalen Komitees für Normung (ISO) in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 114 „Sicherheit von Maschinen und Geräten“ des Europäischen Komitees für Normung (CEN) ausgearbeiteten Norm EN ISO 12100:2010. Die Sekretariate beider Technischer Komitees werden vom DIN (Deutschland) geführt.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung der Norm wurden vom Gemeinschaftsarbeitsausschuss „Allgemeine Grundsätze und Terminologie“ (NA 095-01-01 GA) des Normenausschusses Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG) mit dem NAM und der DKE im DIN wahrgenommen.

Dieses Dokument fasst die bisherigen Normen DIN EN ISO 12100-1:2004 und DIN EN ISO 12100-2:2004 einschließlich der in 2009 zu beiden Normen erschienenen Änderungen sowie die Norm DIN EN ISO 14121-1:2007 inhaltlich zusammen. Entsprechend der Beschlussfassung des ISO/TC 199 beschränken sich technische Änderungen gegenüber den Vorgängerdokumenten ausschließlich auf Inhalte, die im Zusammenhang mit der revidierten Maschinenrichtlinie 2006/42/EG stehen. Aus diesem Grunde brauchen auf den Vorgängerdokumenten basierende Dokumentationen (zum Beispiel zur Risikobeurteilung oder Typ-C-Normen) allein auf Grund des Erscheinens der vorliegenden Neuausgabe nicht aktualisiert zu werden.

Eine praktische Anleitung mit Beispielen von Verfahren zur Risikobeurteilung liegt in englischer Sprache als Technischer Bericht ISO/TR 14121-2:2007 vor.

Erläuterung zur Verwendung der Begriffe „In Betrieb nehmen“ und „Außer Betrieb nehmen“

Unter Inbetriebnahme ist, nach der aktuellen Maschinenrichtlinie 2006/42/EG, die erstmalige Verwendung einer Maschine bzw. eines Produktes durch ihren Endbenutzer im Gebiet des Europäischen Wirtschaftsraumes zu verstehen. Sowohl in der „alten“ Maschinenrichtlinie 98/37/EG wie auch in der „neuen“ Maschinenrichtlinie 2006/42/EG wird der deutsche Begriff „Inbetriebnahme“ für die Übersetzung des englischen Originalbegriffes „Putting into service“ verwendet. (Originaltext: 'putting into service' means the first use, for its intended purpose, in the Community, of machinery covered by this Directive).

Die englischen Begriffe „Commissioning“ und „De-commissioning“ werden in den vorausgegangenen Ausgaben dieser Norm mit den Begriffen „Inbetriebnahme“ und „Außerbetriebnahme“ übersetzt. Somit ergibt sich, bezüglich des Begriffes „Inbetriebnahme“ eine Inkonsistenz zwischen Maschinenrichtlinie und DIN EN ISO 12100-1.

Die Lebensphase, die in den Vorgängerausgaben der vorliegenden Norm bisher mit „Inbetriebnahme“ bezeichnet wurde, ist nicht mit der „Inbetriebnahme durch den Betreiber“ zu verwechseln.

Die korrekte deutsche Übersetzung des Begriffes „Commissioning“ wäre die Verlaufsform „In Betrieb nehmen“ und wäre somit widerspruchsfrei zum Begriff „Inbetriebnahme“ aus der aktuellen Maschinenrichtlinie 2006/42/EG. Somit ersetzt in dieser Norm der Begriff „In Betrieb nehmen“ den bisher verwendeten Begriff „Inbetriebnahme“ als Lebensphase.

Das „In Betrieb nehmen“ von Maschinen und Anlagen dient der Überprüfung von Funktionen und Eigenschaften sowie der Erkennung und Beseitigung von Fehlern und entspricht somit der Endprüfungsphase einer Maschine oder Anlage und liegt daher, auch in den Betriebsräumen des Betreibers, in der Verantwortung des Herstellers.

Die Lebensphase „In Betrieb nehmen“ liegt als Teil des Herstellungsprozesses noch vor dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme, ohne dass die Maschine konform zur europäischen Maschinenrichtlinie sein muss.

Weiterführend wird der Begriff „disabling“ (ersetzt in ISO 12100 den bisher verwendeten Begriff „de-commissioning“) als Lebensphase korrekt in der Verlaufsform „Außer Betrieb nehmen“ übersetzt.

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

ISO 447	keine nationale Entsprechung
ISO 2972	keine nationale Entsprechung
ISO 4413	siehe DIN EN ISO 4413
ISO 4414	siehe DIN EN ISO 4414
ISO 6385	siehe DIN EN ISO 6385
ISO 7000	siehe DIN ISO 7000
ISO 9355-1	siehe DIN EN 894-1
ISO 9355-3	siehe DIN EN 894-3
ISO 10075	siehe DIN EN ISO 10075-1
ISO 10075-2	siehe DIN EN ISO 10075-2
ISO/TR 11688-1	siehe DIN EN ISO 11688-1
ISO 11689	siehe DIN EN ISO 11689
ISO 13849-1	siehe DIN EN ISO 13849-1
ISO 13850	siehe DIN EN ISO 13850
ISO 13851	siehe DIN EN 574
ISO 13854	siehe DIN EN 349
ISO 13855	siehe DIN EN ISO 13855
ISO 13856 (all parts)	siehe DIN EN 1760 (alle Teile)
ISO 13857	siehe DIN EN ISO 13857
ISO 14118	siehe DIN EN 1037 ¹⁾
ISO 14119	siehe DIN EN 1088
ISO 14120	siehe DIN EN 953 ²⁾
ISO 14122 (all parts)	siehe DIN EN ISO 14122 (alle Teile)
ISO 14122-3	siehe DIN EN ISO 14122-3
ISO 14123-1	siehe DIN EN 626-1
ISO 14163	siehe DIN EN ISO 14163
ISO 15667	siehe DIN EN ISO 15667
ISO/IEC Guide 51	siehe DIN 820-120
IEC 60079-11	siehe DIN EN 60079-11
IEC 60204 (all parts)	siehe DIN EN 60204 (alle Teile)
IEC 60204-1	siehe DIN EN 60204-1
IEC 60335-1	siehe DIN EN 60335-1
IEC 60745-1	siehe DIN EN 60745-1
IEC 60947-5-1	siehe DIN EN 60947-5-1

1) Ersetzt durch nicht mehr mit ISO 14118:2000 identischer Neuausgabe 2008.

2) Ersetzt durch nicht mehr mit ISO 14120:2002 identischer Neuausgabe 2009.

IEC 61000-6 (all parts)	siehe	DIN EN 61000-6 (alle Teile)
IEC 61029 (all parts)	siehe	DIN EN 61029 (alle Teile)
IEC 61310 (all parts)	siehe	DIN EN 61310 (alle Teile)
IEC 61496 (all parts)	siehe	DIN EN 61496-1, DIN CLC/TS 61496-2 und DIN CLC/TS 61496-3
IEC 61508 (all parts)	siehe	DIN EN 61508 (alle Teile)
IEC/TS 62046	siehe	DIN CLC/TS 62046
IEC 62061	siehe	DIN EN 62061
IEC 62079	siehe	DIN EN 62079
IEC 60050-191	siehe	IEV 191

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 12100-1:2004-04, DIN EN ISO 12100-2/A1:2009-10, DIN EN ISO 12100-2:2004-04, DIN EN ISO 12100-2/A1:2009-10 und DIN EN ISO 14121-1:2007-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Normtitel unter Berücksichtigung des zusammengefassten Inhalts der Vorgängernormen angepasst;
- b) technischer Inhalt der Vorgängernormen zusammengefasst, dabei Doppelfestlegungen und inhaltliche Überschneidungen beseitigt;
- c) technischer Inhalt der Änderungen DIN EN ISO 12100-1/A1:2009-10 und DIN EN ISO 12100-2/A1:2009-10 vollständig eingearbeitet;
- d) Maschinendefinition entsprechend Richtlinie 2006/42/EG aktualisiert;
- e) Norm redaktionell vollständig überarbeitet, einschließlich der Aktualisierung sämtlicher Verweisungen auf andere Normen und der Querverweise innerhalb der Norm.

Frühere Ausgaben

DIN 31000/VDE 1000:1978-03
DIN EN 292-1: 1991-11
DIN EN 292-2: 1991-11, 1995-06
DIN EN 1050: 1997-01
DIN EN ISO 12100-1: 2004-04
DIN EN ISO 12100-1/A1: 2009-10
DIN EN ISO 12100-2: 2004-04
DIN EN ISO 12100-2/A1: 2009-10
DIN EN ISO 14121-1: 2007-12

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN 820-120, *Normungsarbeit — Teil 120: Leitfaden für die Aufnahme von Sicherheitsaspekten in Normen*

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

DIN EN 574, *Sicherheit von Maschinen — Zweihandschaltungen — Funktionelle Aspekte — Gestaltungsleitsätze*

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

DIN 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*

DIN EN 894-3, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen — Teil 3: Stellteile*

DIN EN 953, *Sicherheit von Maschinen — Trennende Schutzeinrichtungen — Allgemeine Anforderungen an Gestaltung und Bau von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen*

DIN EN 1037, *Sicherheit von Maschinen — Vermeidung von unerwartetem Anlauf*

DIN EN 1088, *Sicherheit von Maschinen — Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen — Leitsätze für Gestaltung und Auswahl*

DIN EN 1760 (alle Teile), *Sicherheit von Maschinen — Druckempfindliche Schutzeinrichtungen*

DIN EN 60079-11, *Explosionsfähige Atmosphäre — Teil 11: Geräteschutz durch Eigensicherheit „i“*

DIN EN 60204 (alle Teile), *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen*

DIN EN 60204-1, *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

DIN EN 60335-1, *Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

DIN EN 60745-1, *Handgeführte motorbetriebene Elektrowerkzeuge — Sicherheit — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

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

DIN EN 61000-6 (alle Teile), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 6: Fachgrundnormen*

DIN EN 61029 (alle Teile), *Sicherheit transportabler motorbetriebener Elektrowerkzeuge*

DIN EN 61310 (alle Teile), *Sicherheit von Maschinen — Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen*

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

DIN CLC/TS 61496-2, *Sicherheit von Maschinen — Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen — Teil 2: Besondere Anforderungen an Einrichtungen, welche nach dem aktiven opto-elektronischen Prinzip arbeiten*

DIN CLC/TS 61496-3, *Sicherheit von Maschinen — Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen — Teil 3: Besondere Anforderungen an aktive optoelektronische diffuse Reflektion nutzende Schutzeinrichtungen (AOPDDR)*

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

DIN CLC/TS 62046, *Sicherheit von Maschinen — Anwendung von Schutzausrüstungen zur Anwesenheitserkennung von Personen*

DIN EN 62061, *Sicherheit von Maschinen — Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme*

DIN EN 62079, *Erstellen von Anleitungen — Gliederung, Inhalt und Darstellung*

DIN EN ISO 4413, *Fluidtechnik — Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Hydraulikanlagen und deren Bauteile*

DIN EN ISO 4414, *Fluidtechnik — Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Pneumatikanlagen und deren Bauteile*

DIN EN ISO 6385, *Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen*

DIN EN ISO 10075-1, *Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung — Teil 1: Allgemeines und Begriffe*

DIN EN ISO 10075-2, *Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung — Teil 2: Gestaltungsgrundsätze*

DIN EN ISO 11688-1, *Akustik — Richtlinien für die Konstruktion lärmarmen Maschinen und Geräte — Teil 1: Planung (ISO/TR 11688-1)*

DIN EN ISO 11689, *Akustik — Vorgehensweise für den Vergleich von Geräuschemissionswerten für Maschinen und Geräte*

DIN EN ISO 13849-1, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 1: Allgemeine Gestaltungsgrundsätze*

DIN EN ISO 13850, *Sicherheit von Maschinen — Not-Halt — Gestaltungsgrundsätze*

DIN EN ISO 13855, *Sicherheit von Maschinen — Anordnung von Schutzeinrichtungen im Hinblick auf Annäherungsgeschwindigkeiten von Körperteilen*

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

DIN EN ISO 14122 (alle Teile), *Sicherheit von Maschinen — Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen*

DIN EN ISO 14122-3, *Sicherheit von Maschinen — Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen — Teil 3: Treppen, Treppenleitern und Geländer*

DIN EN ISO 14163, *Akustik — Leitlinien für den Schallschutz durch Schalldämpfer*

DIN EN ISO 15667, *Akustik — Leitfaden für den Schallschutz durch Kapseln und Kabinen*

DIN ISO 7000, *Graphische Symbole auf Einrichtungen — Index und Übersicht (siehe auch ISO 7000 Datenbank)*

IEV 191, *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch — Kapitel 191: Zuverlässigkeit und Dienstgüte*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

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

Safety of machinery —
General principles for design —
Risk assessment and risk reduction
(ISO 12100:2010)

Sécurité des machines —
Principes généraux de conception —
Appréciation du risque et réduction du risque
(ISO 12100:2010)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 9. Oktober 2010 angenommen.

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

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

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



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

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Strategie zur Risikobeurteilung und Risikominderung	14
5 Risikobeurteilung.....	18
5.1 Allgemeines	18
5.2 Informationen zur Risikobeurteilung	18
5.3 Festlegung der Grenzen der Maschine	19
5.3.1 Allgemeines	19
5.3.2 Verwendungsgrenzen	19
5.3.3 Räumliche Grenzen	20
5.3.4 Zeitliche Grenzen	20
5.3.5 Weitere Grenzen.....	20
5.4 Identifizierung der Gefährdungen	21
5.5 Risikoeinschätzung	23
5.5.1 Allgemeines	23
5.5.2 Risikoelemente.....	23
5.5.3 Während der Risikoeinschätzung zu berücksichtigende Aspekte.....	26
5.6 Risikobewertung	28
5.6.1 Allgemeines	28
5.6.2 Hinreichende Risikominderung.....	28
5.6.3 Risikovergleich	28
6 Risikominderung.....	29
6.1 Allgemeines	29
6.2 Inhärent sichere Konstruktion.....	30
6.2.1 Allgemeines	30
6.2.2 Berücksichtigung von geometrischen Faktoren und physikalischen Aspekten	30
6.2.3 Berücksichtigung des allgemeinen technischen Wissens zur Konstruktion von Maschinen	31
6.2.4 Auswahl geeigneter Technologien	32
6.2.5 Anwenden des Prinzips der mechanisch zwangsläufigen Wirkung	32
6.2.6 Vorkehrungen für die Standsicherheit	32
6.2.7 Vorkehrungen für die Wartungsfreundlichkeit	33
6.2.8 Beachten ergonomischer Grundsätze.....	33
6.2.9 Elektrische Gefährdungen	35
6.2.10 Pneumatische und hydraulische Gefährdungen	35
6.2.11 Anwenden von Maßnahmen zur inhärent sicheren Konstruktion von Steuerungen	35
6.2.12 Minimieren des Ausfalls von Sicherheitsfunktionen	41
6.2.13 Begrenzen der Gefährdungsexposition durch Zuverlässigkeit der Ausrüstung	42
6.2.14 Begrenzen der Gefährdungsexposition durch Mechanisierung oder Automatisierung von Belade-(Beschickungs-)/Entlade-(Entnahme-)arbeiten	42
6.2.15 Begrenzen der Gefährdungsexposition durch Schaffung von Einricht- und Wartungsstellen außerhalb von Gefährdungsbereichen	42
6.3 Technische Schutzmaßnahmen und ergänzende Schutzmaßnahmen	43
6.3.1 Allgemeines	43
6.3.2 Auswahl und praktische Anwendung von trennenden und nichttrennenden Schutzeinrichtungen	43
6.3.3 Anforderungen an die Konstruktion von trennenden und nichttrennenden Schutzeinrichtungen	49

	Seite
6.3.4 Technische Schutzmaßnahmen zur Verringerung von Emissionen.....	52
6.3.5 Ergänzende Schutzmaßnahmen	53
6.4 Benutzerinformation	55
6.4.1 Allgemeine Anforderungen	55
6.4.2 Platzierung und Art der Benutzerinformation	56
6.4.3 Signale und Warneinrichtungen	56
6.4.4 Kennzeichnungen, Zeichen (Piktogramme) und schriftliche Warnhinweise	56
6.4.5 Begleitunterlagen (insbesondere — Betriebsanleitung).....	57
7 Dokumentation zur Risikobeurteilung und Risikominderung	60
Anhang A (informativ) Schematische Darstellung einer Maschine	62
Anhang B (informativ) Beispiele für Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungseignisse	63
B.1 Allgemeines	63
B.2 Beispiele für Gefährdungen	63
B.3 Beispiele für Gefährdungssituationen	69
B.4 Beispiele für Gefährdungseignisse.....	71
Anhang C (informativ) Dreisprachiges Verzeichnis der in ISO 12100 verwendeten Fachwörter und -ausdrücke.....	74
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2006/42/EG	85
Literaturhinweise	86

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 12100:2010) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 199 „Safety of machinery“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 114 „Sicherheit von Maschinen und Geräten“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Mai 2011, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis November 2013 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 12100-1:2003, EN ISO 12100-1:2003/A1:2009, EN ISO 12100-2:2003, EN ISO 12100-2:2003/A1:2009 und EN ISO 14121-1:2007, von denen es eine Zusammenführung ohne technische Änderungen darstellt. Dokumentationen (z. B. für die Risikobeurteilung, Typ-C Normen), die auf diesen ersetzten Dokumenten basieren, brauchen weder aktualisiert noch überarbeitet zu werden.

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

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

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

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 12100:2010 wurde vom CEN als EN ISO 12100:2010 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Der Hauptzweck dieser Internationalen Norm besteht darin, Konstrukteuren einen Gesamtüberblick und eine Anleitung für während der Entwicklung von Maschinen zu treffende Entscheidungen zu geben, um diesen die Konstruktion von Maschinen zu ermöglichen, die für ihre bestimmungsgemäße Verwendung sicher sind. Sie stellt darüber hinaus eine Strategie für die Normensetzer zur Verfügung und dient als Hilfestellung bei der Erarbeitung geeigneter und miteinander abgestimmter Typ-B- und Typ-C-Normen.

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

Diese Internationale Norm bildet die Grundlage für eine Normenreihe, die folgende Struktur besitzt:

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

Diese Internationale Norm ist eine Typ-A-Norm.

Wenn eine Typ-C-Norm von einer oder mehrerer Festlegungen abweicht, die in dieser Internationalen Norm oder in einer Typ-B-Norm behandelt werden, dann hat die Typ-C-Norm Vorrang.

Es ist erwünscht, dass diese Internationale Norm in Ausbildung und Handbücher einbezogen wird, um den Konstrukteuren die grundlegende Terminologie und allgemeine Konstruktionsverfahren zu vermitteln.

Soweit dies bei der Abfassung der vorliegenden Internationalen Norm zweckdienlich war, wurde der ISO/IEC Guide 51 berücksichtigt.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt die grundsätzliche Terminologie, Leitsätze sowie eine Methodologie fest, um sichere Maschinen zu konstruieren. Dieses Dokument stellt Leitsätze zur Risikobeurteilung und Risikominderung auf, um Konstrukteure dabei zu unterstützen, dieses Ziel zu erreichen. Diese Leitsätze basieren auf Kenntnissen und Erfahrungen über die Konstruktion, den Einsatz, das Zwischenfall- und Unfallgeschehen sowie über Risiken im Zusammenhang mit Maschinen. Es werden Verfahren zur Identifizierung von Gefährdungen und zur Risikoeinschätzung und Risikobewertung in den relevanten Phasen der Lebensdauer einer Maschine sowie zur Beseitigung von Gefährdungen oder Erbringung einer hinreichenden Risikominderung beschrieben. Dieses Dokument liefert außerdem einen Leitfaden für die Dokumentation und den Nachweis der Risikobeurteilung und des Risikominderungsprozesses.

Diese Internationale Norm ist gleichermaßen vorgesehen, um als Grundlage für die Erarbeitung von Typ-B- oder Typ-C-Normen verwendet zu werden.

Diese Internationale Norm behandelt keine Risiken und/oder Schäden in Bezug auf Haustiere, Eigentum oder die Umwelt.

ANMERKUNG 1 Anhang B gibt in separaten Tabellen Beispiele für Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse an, um diese Begrifflichkeiten zu erläutern und den Konstrukteur beim Prozess der Identifizierung von Gefährdungen zu unterstützen.

ANMERKUNG 2 Die praktische Anwendung einer Reihe von Verfahren für jede Stufe der Risikobeurteilung wird in ISO/TR 14121-2 beschrieben.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60204-1:2005, *Safety of machinery — Electrical equipment of machines — Part 1: General requirements*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

**3.1
Maschine**
mit einem Antriebssystem ausgestattete oder dafür vorgesehene Gesamtheit miteinander verbundener Teile oder Vorrichtungen, von denen mindestens eine(s) beweglich ist und die für eine bestimmte Anwendung zusammengefügt sind

ANMERKUNG 1 Der Begriff „Maschine“ gilt auch für Maschinenanlagen, die so angeordnet und gesteuert werden, dass sie als einheitliches Ganzes funktionieren, um das gleiche Ziel zu erreichen.

ANMERKUNG 2 Anhang A enthält eine allgemeine schematische Darstellung einer Maschine.

**3.2
Zuverlässigkeit**
Fähigkeit einer Maschine oder von deren Teilen oder Ausrüstung, eine geforderte Funktion unter festgelegten Bedingungen und für einen vorgegebenen Zeitraum ohne Ausfall zu erfüllen

3.3

Wartungsfreundlichkeit

Möglichkeit, eine Maschine in einem Zustand zu erhalten oder in einen Zustand zurückzusetzen, in dem sie ihre Funktion unter den Bedingungen der bestimmungsgemäßen Verwendung erfüllen kann, wobei die notwendigen Tätigkeiten (Instandhaltung) nach festgelegten Verfahren und unter Anwendung festgelegter Mittel ausgeführt werden

3.4

Benutzerfreundlichkeit

Fähigkeit einer Maschine, leicht gehandhabt werden zu können, unter anderem dank ihrer Eigenschaften und Merkmale, die ein leichtes Verstehen ihrer Funktion(en) ermöglichen

3.5

Schaden

physische Verletzung oder Gesundheitsschädigung

3.6

Gefährdung

potentielle Schadensquelle

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

ANMERKUNG 2 Die Gefährdung im Sinne dieser Definition ist entweder

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

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

3.7

relevante Gefährdung

Gefährdung, die als an der Maschine vorhanden oder mit ihrem Einsatz verbunden festgestellt wurde

ANMERKUNG 1 Eine relevante Gefährdung wird als Ergebnis eines Verfahrensschrittes nach Abschnitt 5 festgestellt.

ANMERKUNG 2 Dieser Begriff wurde als grundsätzliche Terminologie für Typ-B- und Typ-C-Normen aufgenommen.

3.8

signifikante Gefährdung

Gefährdung, die als relevant festgestellt wurde und die vom Konstrukteur spezielle Maßnahmen erfordert, um das Risiko entsprechend der Risikobeurteilung auszuschließen oder zu reduzieren

ANMERKUNG Dieser Begriff wurde als grundsätzliche Terminologie für Typ-B- und Typ-C-Normen aufgenommen.

3.9

Gefährdungsereignis

Ereignis, das Schaden verursachen kann

ANMERKUNG Ein Gefährdungsereignis kann kurzzeitig oder über eine lange Zeitspanne hinweg auftreten.

3.10

Gefährdungssituation

Sachlage, bei der eine Person mindestens einer Gefährdung ausgesetzt ist

ANMERKUNG Diese Situation kann unmittelbar oder über eine Zeitspanne hinweg zu einem Schaden führen.

3.11

Gefährdungsbereich

Gefährbereich

jeder Bereich in einer Maschine und/oder um eine Maschine herum, in dem eine Person einer Gefährdung ausgesetzt sein kann

3.12

Risiko

Kombination der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Schadens und seines Schadensausmaßes

3.13

Restrisiko

Risiko, das verbleibt, nachdem Schutzmaßnahmen getroffen wurden

ANMERKUNG 1 In dieser Internationalen Norm wird unterschieden zwischen:

- dem Restrisiko, nachdem Schutzmaßnahmen durch den Konstrukteur getroffen wurden;
- dem Restrisiko, welches verbleibt, nachdem sämtliche Schutzmaßnahmen getroffen wurden.

ANMERKUNG 2 Siehe auch Bild 2.

3.14

Risikoeinschätzung

Bestimmung des wahrscheinlichen Ausmaßes eines Schadens und der Wahrscheinlichkeit seines Eintritts

3.15

Risikoanalyse

Kombination aus Festlegung der Grenzen der Maschine, Identifizierung der Gefährdungen und Risikoeinschätzung

3.16

Risikobewertung

auf der Risikoanalyse beruhende Beurteilung, ob die Ziele zur Risikominderung erreicht wurden

3.17

Risikobeurteilung

Gesamtheit des Verfahrens, das eine Risikoanalyse und Risikobewertung umfasst

3.18

hinreichende Risikominderung

Risikominderung, die unter Berücksichtigung des Standes der Technik zumindest den gesetzlichen Anforderungen entspricht

ANMERKUNG Kriterien, mit Hilfe derer bestimmt werden kann, wann eine hinreichende Risikominderung erreicht wurde, sind in 5.6.2 angegeben.

3.19

Schutzmaßnahme

Mittel zur vorgesehenen Minderung des Risikos, umgesetzt vom:

- Konstrukteur (inhärent sichere Konstruktion, technische Schutzmaßnahmen und ergänzende Schutzmaßnahmen, Benutzerinformation) und/oder
- Benutzer (Organisation: sichere Arbeitsverfahren, Überwachung, Betriebserlaubnis zur Ausführung von Arbeiten; Bereitstellung und Anwendung zusätzlicher Schutzeinrichtungen; Anwendung persönlicher Schutzausrüstungen; Ausbildung)

ANMERKUNG Siehe Bild 2.

3.20

inhärent sichere Konstruktion

Schutzmaßnahme, die entweder Gefährdungen beseitigt oder die mit den Gefährdungen verbundenen Risiken vermindert, indem ohne Anwendung von trennenden oder nichttrennenden Schutzeinrichtungen die Konstruktions- oder Betriebseigenschaften der Maschine verändert werden

ANMERKUNG Siehe 6.2.

3.21

technische Schutzmaßnahme

Schutzmaßnahme, bei der Schutzeinrichtungen zur Anwendung kommen, um Personen vor Gefährdungen zu schützen, die durch inhärent sichere Konstruktion nicht in angemessener Weise beseitigt werden können, oder vor Risiken zu schützen, die dadurch nicht ausreichend vermindert werden können

ANMERKUNG Siehe 6.3.

3.22

Benutzerinformation

Schutzmaßnahme, die aus Kommunikationselementen besteht (z. B. Texte, Wörter, Zeichen, Signale, Symbole, Diagramme), die einzeln oder gemeinsam verwendet werden, um Informationen an den Benutzer weiterzugeben

ANMERKUNG Siehe 6.4.

3.23

bestimmungsgemäße Verwendung

Verwendung einer Maschine in Übereinstimmung mit den in der Benutzerinformation bereitgestellten Informationen

3.24

vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung

Verwendung einer Maschine in einer Weise, die vom Konstrukteur nicht vorgesehen ist, sich jedoch aus dem leicht vorhersehbaren menschlichen Verhalten ergeben kann

3.25

Aufgabe

spezifische Tätigkeit, die während der Lebensdauer der Maschine von einer oder mehreren Personen an der Maschine oder in deren Nähe durchgeführt wird

3.26

Schutzeinrichtung

trennende oder nichttrennende Schutzeinrichtung

3.27

trennende Schutzeinrichtung

technische Sperre, die als Teil der Maschine ausgelegt ist, um Schutz zu bieten

ANMERKUNG 1 Eine trennende Schutzeinrichtung darf entweder

- allein wirken, wobei sie in diesem Fall nur dann wirksam ist, wenn sie „geschlossen“ ist (bei einer beweglichen trennenden Schutzeinrichtung) oder „sicher in Stellung gehalten“ wird (bei einer feststehenden trennenden Schutzeinrichtung), oder
- in Verbindung mit einer Verriegelungseinrichtung mit oder ohne Zuhaltung, wobei der Schutz in diesem Fall unabhängig von der Stellung der trennenden Schutzeinrichtung sichergestellt wird.

ANMERKUNG 2 Je nach konstruktiver Ausführung darf eine trennende Schutzeinrichtung zum Beispiel als Gehäuse, Schild, Abdeckung, Schirm, Tür bzw. Verkleidung beschrieben werden.

ANMERKUNG 3 Die Benennungen für die Varianten von trennenden Schutzeinrichtungen sind in 3.27.1 bis 3.27.6 definiert. Siehe auch 6.3.3.2 und ISO 14120 zu den Varianten von trennenden Schutzeinrichtungen und bezüglich zugehöriger Anforderungen.

3.27.1

feststehende trennende Schutzeinrichtung

trennende Schutzeinrichtung, die so befestigt ist (z. B. durch Schrauben, Muttern, Schweißen), dass sie nur mit Hilfe von Werkzeugen oder durch Zerstörung der Befestigungsmittel geöffnet oder entfernt werden kann

3.27.2

bewegliche trennende Schutzeinrichtung

trennende Schutzeinrichtung, die ohne Verwendung von Werkzeugen geöffnet werden kann

3.27.3

einstellbare trennende Schutzeinrichtung

feststehende oder bewegliche trennende Schutzeinrichtung, die entweder als Ganzes einstellbar ist oder ein oder mehrere einstellbare Teile enthält

3.27.4

verriegelte trennende Schutzeinrichtung

trennende Schutzeinrichtung mit einer Verriegelungseinrichtung, damit zusammen mit dem Steuerungssystem der Maschine die folgenden Funktionen ausgeführt werden:

- die mit der trennenden Schutzeinrichtung „abgesicherten“ gefährdenden Maschinenfunktionen können nicht ausgeführt werden, bevor die trennende Schutzeinrichtung geschlossen ist;
- ein Stoppbefehl wird ausgelöst, wenn die trennende Schutzeinrichtung während gefährdender Maschinenfunktionen geöffnet wird;
- die mit der trennenden Schutzeinrichtung „abgesicherten“ gefährdenden Maschinenfunktionen können ausgeführt werden, sobald die trennende Schutzeinrichtung geschlossen ist. Das Schließen der trennenden Schutzeinrichtung löst nicht selbsttätig die gefährdenden Maschinenfunktionen aus

ANMERKUNG ISO 14119 beschreibt detaillierte Vorkehrungen.

3.27.5

verriegelte trennende Schutzeinrichtung mit Zuhaltung

trennende Schutzeinrichtung mit einer Verriegelungseinrichtung und einer Zuhaltung, damit zusammen mit dem Steuerungssystem der Maschine die folgenden Funktionen ausgeführt werden:

- die mit der trennenden Schutzeinrichtung „abgesicherten“ gefährdenden Maschinenfunktionen können nicht ausgeführt werden, bevor die trennende Schutzeinrichtung geschlossen und zugehalten ist;
- die trennende Schutzeinrichtung bleibt geschlossen und zugehalten, bis das Risiko durch die mit der trennenden Schutzeinrichtung „abgesicherten“ gefährdenden Maschinenfunktionen nicht mehr vorliegt;
- die mit der trennenden Schutzeinrichtung „abgesicherten“ gefährdenden Maschinenfunktionen können ausgeführt werden, sobald die trennende Schutzeinrichtung geschlossen und zugehalten ist. Das Schließen und Zuhalten der trennenden Schutzeinrichtung löst nicht selbsttätig die gefährdenden Maschinenfunktionen aus

ANMERKUNG ISO 14119 beschreibt detaillierte Vorkehrungen.

3.27.6

trennende Schutzeinrichtung mit Startfunktion

besondere Ausführung einer verriegelten trennenden Schutzeinrichtung, die bei Erreichen ihrer Schließstellung einen Befehl zum Auslösen der gefährdenden Maschinenfunktion(en) ohne Anwendung einer gesonderten Anlaufsteuerung gibt

ANMERKUNG Siehe 6.3.3.2.5 hinsichtlich detaillierter Festlegungen zu den Anwendungsbedingungen.

3.28

nichttrennende Schutzeinrichtung

andere als eine trennende Schutzeinrichtung

ANMERKUNG Beispiele für nichttrennende Schutzeinrichtungen sind unter 3.28.1 bis 3.28.9 aufgeführt.

3.28.1

Verriegelungseinrichtung

Verriegelung

mechanische, elektrische oder sonstige Art einer Einrichtung, die den Zweck hat, die Ausführung von gefährdenden Maschinenfunktionen unter festgelegten Bedingungen zu verhindern (im Allgemeinen so lange, wie die trennende Schutzeinrichtung nicht geschlossen ist)

3.28.2

Zustimmungseinrichtung

zusätzliche handbetätigte Einrichtung, die in Verbindung mit einer Anlaufsteuerung benutzt wird, und die bei ständiger Betätigung die Funktion der Maschine zulässt

3.28.3

Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung

Steuerungseinrichtung, die die Ausführung von Maschinenfunktionen nur so lange in Gang setzt und aufrechterhält, wie das Stellteil (das Bedienteil) betätigt wird

3.28.4

Zweihandschaltung

Steuerungseinrichtung, die mindestens die gleichzeitige Betätigung durch beide Hände erfordert, um gefährdende Maschinenfunktionen in Gang zu setzen und aufrechtzuerhalten, und so eine Schutzmaßnahme nur für die Person bietet, die die Steuerungseinrichtung betätigt

ANMERKUNG ISO 13851 stellt detaillierte Festlegungen zur Verfügung.

3.28.5

sensitive Schutzeinrichtung

SPE

(en: sensitive protective equipment)

Einrichtung für den Nachweis von Personen oder Körperteilen, die ein entsprechendes Signal an das Steuerungssystem übermittelt, um so das Risiko für die erkannten Personen zu vermindern

ANMERKUNG Das Signal kann erzeugt werden, sobald sich eine Person oder ein Körperteil über eine festgelegte Grenze bewegt — z. B. in einen Gefährdungsbereich hinein — (Annäherungsreaktion) oder solange die Anwesenheit einer Person in einem festgelegten Bereich nachgewiesen wird (Anwesenheitsmeldung) oder in beiden Fällen.

3.28.6

aktive optoelektronische Schutzeinrichtung

AOPD

(en: active optoelectronic protective device)

Einrichtung, deren Abtastfunktion durch aussendende und empfangende optoelektronische Bauteile erfolgt; durch Empfangsunterbrechung der im Gerät erzeugten optischen Strahlung wird die Anwesenheit eines undurchsichtigen Gegenstandes im festgelegten Wirkungsbereich nachgewiesen

ANMERKUNG IEC 61496 stellt detaillierte Festlegungen zur Verfügung.

3.28.7

durch Formschluss wirkende Schutzeinrichtung

Einrichtung, die in einen Mechanismus ein mechanisches Hindernis (z. B. Keil, Spindel, Strebe, Anschlag) einführt, das durch seine Eigenfestigkeit jede gefährdende Bewegung verhindern kann

3.28.8

Begrenzungseinrichtung

Einrichtung, die verhindert, dass eine Maschine oder (ein) gefährdende(r) Maschinenzustand(zustände) eine vorgegebene Grenze (räumliche Grenze, Druckgrenze, Lastmomentgrenze usw.) überschreitet

3.28.9

Schrittschaltung

Steuerungseinrichtung, bei der eine einzelne Betätigung im Zusammenwirken mit der Steuerung der Maschine nur eine begrenzte Wegstrecke eines Maschinenteiles erlaubt

3.29

abweisende Schutzeinrichtung

Barriere

technisches Hindernis (niedrige Sperre, Geländer usw.), das die Zugangsmöglichkeit zu einem Gefährdungsbereich durch Blockierung des freien Zugangs einschränkt, ohne den Zugang zu diesem Bereich völlig zu verhindern

3.30

Sicherheitsfunktion

Funktion einer Maschine, wobei ein Ausfall dieser Funktion zur unmittelbaren Erhöhung des Risikos (der Risiken) führen kann

3.31

unerwarteter Anlauf

unbeabsichtigter Anlauf

jeder unvorhergesehene Anlauf, der zu einer Gefährdung führt

ANMERKUNG 1 Dies kann z. B. verursacht werden durch:

- einen Befehl zum Ingangsetzen, der durch einen Ausfall in der Steuerung oder einen äußeren Einfluss auf die Steuerung bewirkt wird;
- einen Befehl zum Ingangsetzen durch unpassende Handlung an einer Anlaufsteuerung oder anderen Teilen der Maschine, wie einem Messfühler oder Leistungssteuerungselement;
- Wiederherstellung der Energieversorgung nach einer Unterbrechung;
- äußere/innere Einflüsse (Schwerkraft, Wind, Selbstzündung bei Verbrennungsmotoren usw.) auf Teile der Maschine.

ANMERKUNG 2 Der Anlauf einer Maschine beim normalen Ablauf eines automatischen Arbeitszyklusses ist nicht *unbeabsichtigt*, kann aber im Verständnis der Bedienperson als *unerwartet* angesehen werden. In diesem Fall schließt die Vermeidung von Unfällen technische Schutzmaßnahmen mit ein (siehe 6.3).

ANMERKUNG 3 In Anlehnung an ISO 14118:2000, Definition 3.2.

3.32

Gefahr bringender Ausfall

jede Fehlfunktion in der Maschine oder in deren Energieversorgung, die das Risiko erhöht

3.33

Fehler

Fehlzustand

Zustand einer Einheit, in dem sie unfähig ist, eine geforderte Funktion zu erfüllen, wobei die durch Wartung oder andere geplante Handlungen bzw. durch das Fehlen äußerer Mittel verursachte Funktionsunfähigkeit ausgeschlossen ist

[IEV 191-05-01]

ANMERKUNG 1 Ein Fehler ist oft das Ergebnis eines Ausfalls der Einheit selbst, er kann aber auch ohne vorherigen Ausfall vorhanden sein.

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

ANMERKUNG 3 In der Praxis werden die Begriffe „Fehler“ und „Ausfall“ häufig gleichbedeutend benutzt.

3.34

Ausfall

Beendigung der Fähigkeit einer Einheit, eine geforderte Funktion zu erfüllen

ANMERKUNG 1 Nach einem Ausfall hat die Einheit einen Fehler.

ANMERKUNG 2 Der „Ausfall“ ist ein Ereignis, im Unterschied zum „Fehler“, der einen Status wiedergibt.

ANMERKUNG 3 Das so definierte Konzept ist auf Software nicht anwendbar.

[IEV 191-04-01]

3.35

Ausfälle aufgrund gemeinsamer Ursache

Ausfälle verschiedener Einheiten aufgrund eines einzelnen Ereignisses, wobei sich diese Ausfälle nicht gegenseitig beeinflussen

ANMERKUNG Ausfälle aufgrund gemeinsamer Ursache sollten nicht mit gleichartigen Ausfällen verwechselt werden.

[IEV 191-04-23]

3.36

gleichartige Ausfälle

Ausfälle von Einheiten, die durch den gleichen Ablauf gekennzeichnet sind

ANMERKUNG Gleichartige Ausfälle sollten nicht mit Ausfällen aufgrund gemeinsamer Ursache verwechselt werden, da die gleichartigen Ausfälle unterschiedliche Ursachen haben können.

[IEV 191-04-24]

3.37

Fehlfunktion

Ausfall einer Maschine beim Ausführen einer bestimmungsgemäßen Funktion

ANMERKUNG Für Beispiele siehe 5.4 b), zweite Aufzählung.

3.38

Notfall

Gefährdungssituation, die dringend beendet werden muss oder dringender Abhilfe bedarf

ANMERKUNG Ein Notfall kann eintreten

- während des Normalbetriebs der Maschine (z. B. durch menschlichen Eingriff oder als Folge äußerer Einflüsse), oder
- als Folge einer Fehlfunktion oder des Ausfalls irgendeines Teils der Maschine.

3.39

Handlungen im Notfall

sämtliche Tätigkeiten und Funktionen im Notfall, die auf dessen Beendigung oder Behebung ausgerichtet sind

3.40

Stillsetzen im Notfall

Funktion, die

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

ANMERKUNG ISO 13850 stellt detaillierte Festlegungen zur Verfügung.

3.41

Emissionswert

numerischer Wert zur quantitativen Bestimmung einer von einer Maschine ausgehenden Emission (z. B. Lärm, Vibration, Gefahrstoffe, Strahlung)

ANMERKUNG 1 Emissionswerte sind Teil der Angaben zu den Eigenschaften einer Maschine und werden als Grundlage für die Risikobeurteilung verwendet.

ANMERKUNG 2 Der Begriff „Emissionswert“ sollte nicht mit „Immissionswert“ verwechselt werden; letzterer dient zur quantitativen Bestimmung der Emissionsexposition von Personen beim Einsatz der Maschine. Immissionswerte können unter Anwendung der Emissionswerte geschätzt werden.

ANMERKUNG 3 Emissionswerte werden vorzugsweise mit Hilfe genormter Verfahren gemessen und die zugehörigen Messunsicherheiten bestimmt, um z. B. den Vergleich zwischen ähnlichen Maschinen zu ermöglichen.

3.42

vergleichende Emissionsdaten

zu Vergleichszwecken gesammelte Emissionswerte ähnlicher Maschinen

ANMERKUNG Für Geräuschemissionsvergleich siehe ISO 11689.

4 Strategie zur Risikobeurteilung und Risikominderung

Um eine Risikobeurteilung und Risikominderung durchzuführen, muss der Konstrukteur in folgender Reihenfolge vorgehen (siehe Bild 1):

- a) Festlegen der Grenzen der Maschine, einschließlich deren bestimmungsgemäßer Verwendung und vernünftigerweise vorhersehbarer Fehlanwendung;
- b) Identifizieren von Gefährdungen und zugehörigen Gefährdungssituationen;
- c) Einschätzen des Risikos für jede identifizierte Gefährdung und Gefährdungssituation;
- d) Bewerten des Risikos und Treffen von Entscheidungen über die Notwendigkeit zur Risikominderung;
- e) Beseitigen der Gefährdung oder Vermindern des mit der Gefährdung verbundenen Risikos durch Schutzmaßnahmen.

Die Schritte a) bis d) beziehen sich auf die Risikobeurteilung und Schritt e) auf die Risikominderung.

Die Risikobeurteilung ist eine Folge von logischen Schritten, welche die systematische Analyse und Bewertung von Risiken erlauben, die von Maschinen ausgehen.

Wo erforderlich, folgt der Risikobeurteilung eine Risikominderung. Die Wiederholung dieses Vorgangs kann erforderlich sein, um Gefährdungen so weit wie durchführbar zu beseitigen und um Risiken hinreichend zu vermindern, indem Schutzmaßnahmen umgesetzt werden.

Es wird davon ausgegangen, dass eine an einer Maschine vorhandene Gefährdung früher oder später zu einem Schaden führt, falls keine Schutzmaßnahme(n) getroffen wird (werden). Beispiele von Gefährdungen sind in Anhang B angegeben.

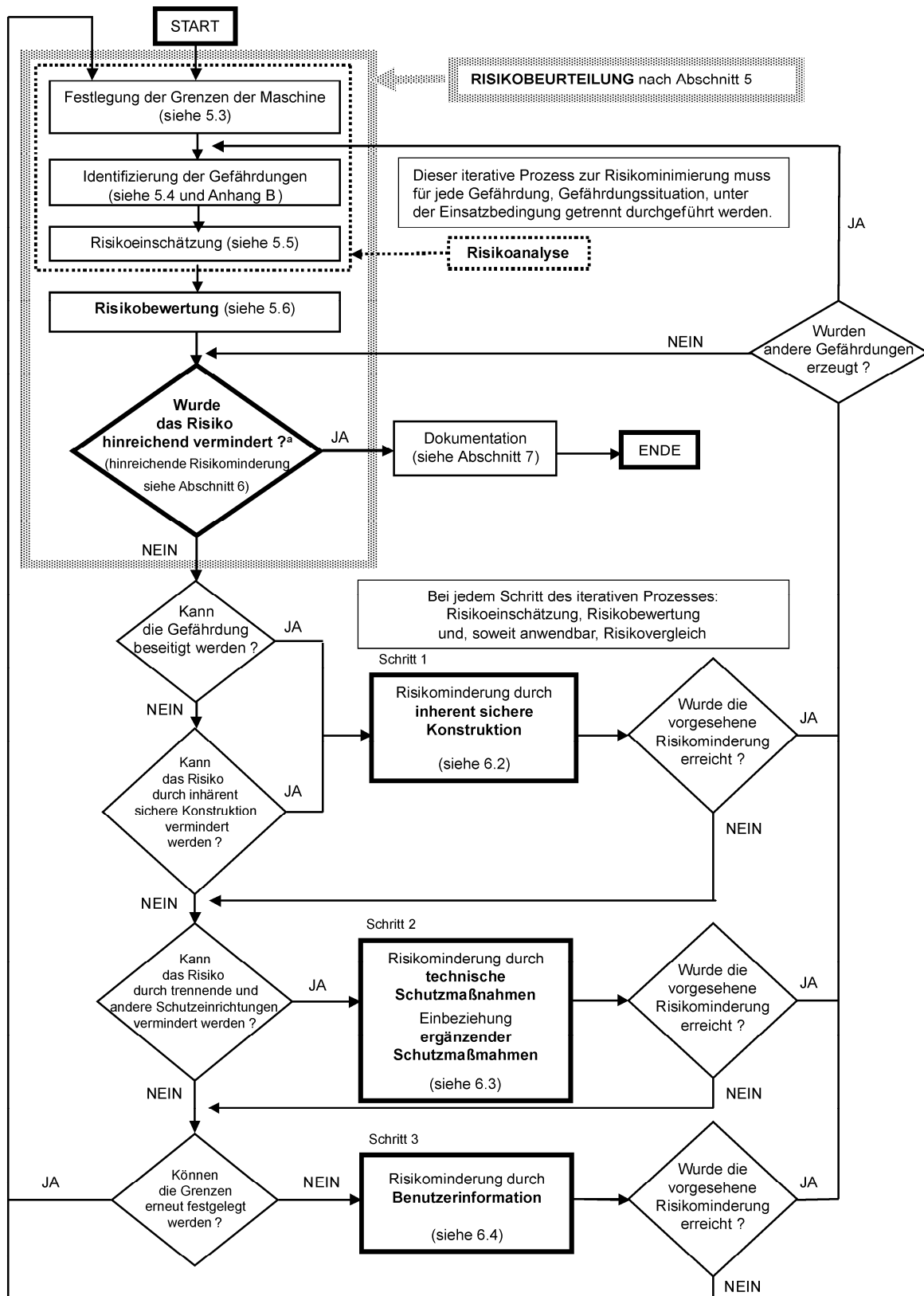
Schutzmaßnahmen sind die Kombination der vom Konstrukteur und vom Benutzer nach Bild 2 getroffenen Maßnahmen. Maßnahmen, die bereits in der Konstruktionsphase berücksichtigt werden können, erweisen sich üblicherweise als wirksamer und sind jenen vorzuziehen, die vom Benutzer getroffen werden.

Das zu erreichende Ziel besteht in der größtmöglichen Risikominderung unter Berücksichtigung der vier unten angegebenen Faktoren. Die in diesem Abschnitt festgelegte Strategie ist im Flussdiagramm im Bild 1 dargestellt. Der Prozess selbst ist iterativ, und es können bei bestmöglicher Anwendung der zur Verfügung stehenden Technologien mehrere aufeinander folgende Wiederholungen erforderlich sein, um das Risiko zu mindern. Bei der Durchführung dieses Prozesses ist es erforderlich diese vier Faktoren in der folgenden Rangfolge zu berücksichtigen:

- Sicherheit der Maschine in sämtlichen Phasen ihrer Lebensdauer;
- Fähigkeit der Maschine, ihre Funktion auszuführen;
- Benutzerfreundlichkeit der Maschine;
- Herstellungs-, Betriebs- und Demontagekosten der Maschine.

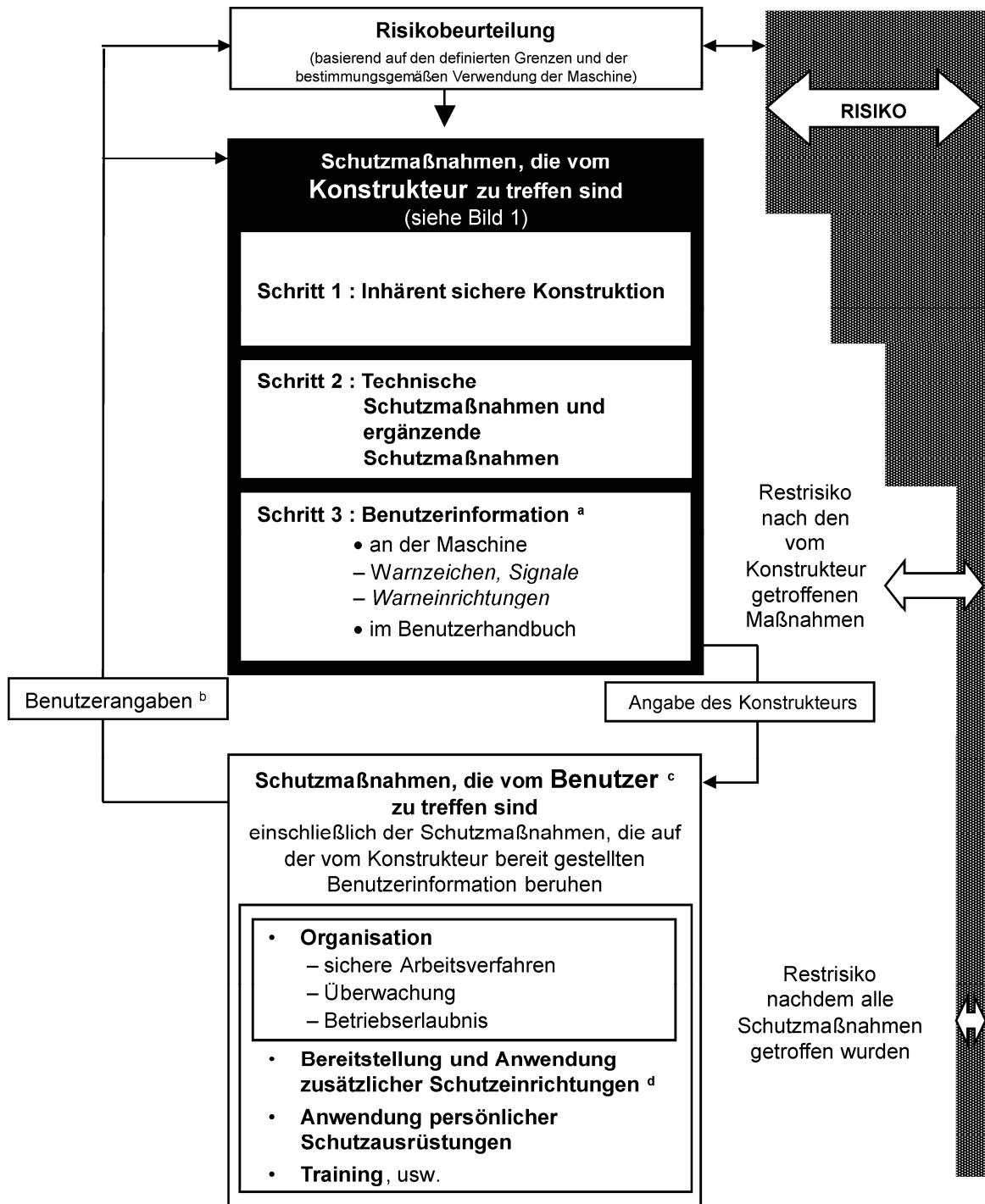
ANMERKUNG 1 Die ideale Anwendung dieser Grundsätze erfordert Kenntnisse über den Einsatz der Maschine, des Unfallgeschehens und der Bilanz der gesundheitlichen Auswirkungen, der verfügbaren Verfahren zur Risikominderung und des gesetzlichen Regelwerks, dem die Maschine unterliegt.

ANMERKUNG 2 Eine zu einem bestimmten Zeitpunkt annehmbare Maschinenkonstruktion ist möglicherweise nicht mehr vertretbar, wenn die technologische Entwicklung die Konstruktion einer gleichwertigen Maschine mit geringerem Risiko erlaubt.



^a Beim erstmaligen Stellen der Frage, wird diese mit dem Ergebnis der Ausgangsrisikobewertung beantwortet.

Bild 1 — Schematische Darstellung des dreistufigen iterativen Prozesses zur Risikominderung



^a Die Bereitstellung einer angemessenen Benutzerinformation ist Teil des Beitrages des Konstrukteurs zur Risikominderung; die betreffenden Schutzmaßnahmen werden jedoch erst mit deren Umsetzung durch den Benutzer wirksam.

^b Benutzerangaben sind Informationen, die dem Konstrukteur entweder von den Benutzern hinsichtlich der bestimmungsgemäßen Verwendung der Maschine im Allgemeinen oder von einem bestimmten Benutzer gegeben werden.

^c Bei den verschiedenen vom Benutzer zu treffenden Schutzmaßnahmen besteht keine bestimmte Hierarchie. Diese Schutzmaßnahmen liegen außerhalb des Anwendungsbereiches dieser Internationalen Norm.

^d Schutzmaßnahmen, die für besondere, im Rahmen der bestimmungsgemäßen Verwendung der Maschine nicht vorgesehene Prozesse oder für besondere, durch den Konstrukteur nicht beeinflussbare Installationsbedingungen erforderlich sind

Bild 2 — Prozess zur Risikominderung aus Sicht des Konstrukteurs

5 Risikobeurteilung

5.1 Allgemeines

Risikobeurteilung umfasst Folgendes (siehe Bild 1):

- Risikoanalyse, bestehend aus
 - 1) Festlegung der Grenzen der Maschine (siehe 5.3);
 - 2) Identifizierung der Gefährdungen (siehe 5.4 und Anhang B), und
 - 3) Risikoeinschätzung (siehe 5.5), und
- Risikobewertung (siehe 5.6).

Die Risikoanalyse liefert Informationen, die zur Risikobewertung benötigt werden, mit deren Hilfe wiederum Entscheidungen dahingehend getroffen werden können, ob eine Risikominderung erforderlich ist.

Diese Entscheidungen müssen durch eine qualitative oder, wo angemessen, eine quantitative Einschätzung des Risikos gestützt werden, das mit den durch die Maschine verursachten Gefährdungen verbunden ist.

ANMERKUNG Ein quantitativer Ansatz kann geeignet sein, sofern nutzbare Daten zur Verfügung stehen. Jedoch ist ein quantitativer Ansatz durch die zur Verfügung stehenden nutzbaren Daten und/oder die begrenzten Ressourcen der Personen beschränkt, die die Risikobeurteilung durchführen. Daher ist in vielen Anwendungsfällen nur eine Risikoeinschätzung aufgrund einer qualitativen Analyse möglich.

Die Risikobeurteilung muss nach Abschnitt 7 dokumentiert werden.

5.2 Informationen zur Risikobeurteilung

Die Informationen zur Risikobeurteilung sollten Folgendes umfassen:

a) in Bezug auf die Beschreibung der Maschine:

- 1) Benutzerspezifikationen;
- 2) erwartete Maschinenspezifikationen, einschließlich des Folgenden:
 - i) Beschreibung der verschiedenen Phasen der gesamten Lebensdauer der Maschine,
 - ii) Konstruktionszeichnungen oder sonstige Hilfsmittel zur Feststellung der Art der Maschine, und
 - iii) erforderliche Energiequellen und deren Versorgung (Anschluss und Anwendung);
- 3) Dokumentation zu früheren Konstruktionen vergleichbarer Maschinen, falls relevant;
- 4) Benutzerinformationen zur Maschine, sofern vorhanden;

b) in Bezug auf Vorschriften, Normen und weitere anwendbare Dokumente:

- 1) anwendbare Vorschriften;
- 2) relevante Normen;
- 3) relevante technische Spezifikationen;
- 4) relevante Sicherheitsdatenblätter;

c) in Bezug auf Erfahrungen im Einsatz:

- 1) jede Unfall-, Zwischenfall- oder Fehlfunktionsgeschichte der tatsächlichen oder vergleichbarer Maschine(n);
- 2) dokumentierte Gesundheitsschäden, die zum Beispiel auf Emissionen (Lärm, Vibration, Staub, Dämpfe usw.), verwendete Chemikalien oder durch die Maschine verarbeitete Materialien zurückzuführen sind;
- 3) Erfahrungen von Benutzern ähnlicher Maschinen und, wann immer dies möglich ist, ein Informationsaustausch mit den potentiellen Benutzern;

ANMERKUNG Ein Zwischenfall, der aufgetreten ist und zu einem Schaden geführt hat, kann als Unfall angesehen werden. Dagegen kann ein Zwischenfall, der aufgetreten ist, jedoch nicht zu einem Schaden geführt hat, als „Beinaheunfall“ oder „gefährliches Vorkommnis bezeichnet werden.

d) relevante ergonomische Grundsätze

Die Informationen müssen bei konstruktiven Weiterentwicklungen oder bei erforderlichen Maschinenveränderungen aktualisiert werden.

Vergleiche zwischen ähnlichen Gefährdungssituationen sind bei verschiedenen Maschinentypen häufig möglich, falls genügend Informationen über Gefährdungen und das Unfallgeschehen in solchen Situationen zur Verfügung stehen.

ANMERKUNG Das Fehlen einer Unfallgeschichte, eine geringe Anzahl von Unfällen oder ein geringes Schadensausmaß von Unfällen sollte nicht zu der Annahme führen, dass das Risiko gering sei.

Für die quantitativen Untersuchungen dürfen Daten aus Datenbanken, Handbüchern, Prüflaboratorien oder Herstellerspezifikationen verwendet werden, unter der Voraussetzung, dass Vertrauen in die Eignung dieser Daten besteht. Die mit diesen Daten verbundene Unsicherheit muss aus der Dokumentation hervorgehen (siehe Abschnitt 7).

5.3 Festlegung der Grenzen der Maschine

5.3.1 Allgemeines

Risikobeurteilung beginnt mit der Festlegung der Grenzen der Maschine unter Berücksichtigung sämtlicher Phasen der Lebensdauer der Maschine. Dies bedeutet, dass die Merkmale und die Leistung der Maschine oder einer Reihe von im selben Prozess eingesetzten Maschinen sowie die am Maschinenprozess beteiligten Personen, die Umgebung und die mit der Maschine in Zusammenhang stehenden Produkte im Hinblick auf die Grenzen der Maschine, wie in 5.3.2 bis 5.3.5 angegeben, genau bestimmt werden sollten.

5.3.2 Verwendungsgrenzen

Die Verwendungsgrenzen beziehen die bestimmungsgemäße Verwendung und die vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung mit ein. Die zu berücksichtigenden Aspekte umfassen Folgendes:

- a) die verschiedenen Betriebsarten der Maschine und unterschiedlichen Eingriffsmöglichkeiten durch den Benutzer, einschließlich solcher Eingriffe, die durch Fehlfunktionen der Maschine erforderlich werden;
- b) den Einsatzbereich der Maschine (zum Beispiel in der Industrie, im Gewerbe und im Haushalt) durch Personen mit unterschiedlichem Geschlecht und Alter, mit Links- oder Rechtshändigkeit oder mit begrenzten physischen Fähigkeiten (Seh- oder Hörbeeinträchtigungen, Körpergröße, Kraft, usw.);
- c) das vorausgesetzte Niveau in Hinblick auf Ausbildung, Erfahrungen oder Fähigkeiten der Benutzer, einschließlich
 - 1) Bedienpersonen,
 - 2) Instandhaltungspersonal oder Techniker,
 - 3) Auszubildende und Praktikanten, und
 - 4) die allgemeine Öffentlichkeit;

- d) weitere Personen, die den Gefährdungen im Zusammenhang mit der Maschine ausgesetzt sein können, soweit dies vernünftigerweise vorhersehbar ist:
- 1) Personen, die sich der spezifischen Gefährdungen wahrscheinlich sehr genau bewusst sind, wie zum Beispiel Bedienpersonen an benachbarten Maschinen;
 - 2) Personen, die sich der spezifischen Gefährdungen nicht sehr genau bewusst sind, jedoch wahrscheinlich über eine genaue Kenntnis der standortbezogenen Sicherheitsverfahren, zulässigen Wege usw. verfügen, wie zum Beispiel Verwaltungsangestellte;
 - 3) Personen, die wahrscheinlich nur über sehr geringe Kenntnisse hinsichtlich der maschinenbezogenen Gefährdungen oder der standortbezogenen Sicherheitsverfahren verfügen, wie zum Beispiel Besucher oder Personen der allgemeinen Öffentlichkeit, einschließlich Kinder.

Falls in Bezug auf den obigen Punkt b) keine spezifischen Informationen vorliegen, sollte der Hersteller allgemeine Informationen zum bestimmungsgemäßen Anwenderkreis beachten (z. B. geeignete anthropometrische Daten).

5.3.3 Räumliche Grenzen

Die zu berücksichtigenden Aspekte räumlicher Grenzen umfassen

- a) den Bewegungsraum;
- b) den Platzbedarf von Personen, die mit der Maschine umgehen, z. B. während des Betriebs und der Instandhaltung;
- c) Wechselwirkungen zwischen Mensch und Maschine, z. B. Schnittstelle „Mensch/Maschine“, und
- d) die Schnittstelle „Maschine/Energieversorgung“.

5.3.4 Zeitliche Grenzen

Die zu berücksichtigenden Aspekte zeitlicher Grenzen umfassen

- a) die „Grenze der Lebensdauer“ der Maschine und/oder einiger von deren Bauteilen (Werkzeuge, Verschleißteile, elektrische Bauteile, usw.) unter Berücksichtigung von deren bestimmungsgemäßer Verwendung und der vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlanwendung, und
- b) empfohlene Wartungsintervalle.

5.3.5 Weitere Grenzen

Beispiele für weitere Grenzen umfassen

- a) Eigenschaften des zu verarbeiteten Materials bzw. der zu verarbeitenden Materialien;
- b) Sauberhaltung — der erforderliche Reinlichkeitsgrad, sowie
- c) umgebungsbezogen — die empfohlenen Mindest- und Höchsttemperaturen, die Tatsache, ob der Betrieb im Innenraum oder im Freien, unter trockenen oder nassen Witterungsbedingungen, bei direkter Sonneneinstrahlung, staub- und nässeverträglich usw., stattfinden kann.

5.4 Identifizierung der Gefährdungen

Nach der Festlegung der Grenzen der Maschine besteht der wichtigste Schritt bei jeder Risikobeurteilung einer Maschine in der systematischen Identifizierung vernünftigerweise vorhersehbarer Gefährdungen (dauerhaft vorhandene Gefährdungen und solche, die unerwartet auftreten können), Gefährdungssituationen und/oder Gefährdungsereignisse in sämtlichen Phasen der Lebensdauer der Maschine, d. h.:

- Transport, Montage und Installation;
- in Betrieb nehmen;
- Verwendung;
- Demontage, außer Betrieb nehmen und Entsorgung.

Maßnahmen zur Beseitigung der Gefährdungen oder zur Risikominderung können erst eingeleitet werden, wenn die Gefährdungen identifiziert wurden. Um diese Gefährdungsidentifizierung zu leisten, muss festgestellt werden, welche Arbeitsgänge durch die Maschine ausgeführt werden und welche Aufgaben durch Personen zu erfüllen sind, die mit der Maschine umgehen. Dabei sind die verschiedenen Teile, Mechanismen oder Funktionen der Maschine, gegebenenfalls die zu verarbeitenden Materialien und das Umfeld, in dem die Maschine eingesetzt werden kann, zu berücksichtigen.

Der Konstrukteur muss die Gefährdungen identifizieren und insbesondere berücksichtigen:

a) das Eingreifen durch Personen während der gesamten Lebensdauer der Maschine;

Bei der Identifizierung der Aufgaben sollten all jene Aufgaben berücksichtigt werden, die mit sämtlichen oben aufgeführten Phasen der Lebensdauer der Maschine in Verbindung stehen. Die Identifizierung der Aufgaben sollte auch die folgenden Aufgabenkategorien berücksichtigen, ohne sich darauf zu beschränken:

- Einrichten;
- Prüfen;
- Einlernen (Teachen)/Programmieren;
- Umrüsten;
- Anlauf;
- alle Betriebsarten;
- Maschinenbeschickung;
- Entnahme des Produktes aus der Maschine;
- Stillsetzen der Maschine;
- Stillsetzen der Maschine im Notfall;
- Wiederherstellung des Betriebs nach Stau oder Blockierung;
- Wiederanlauf nach außerplanmäßigem Stillsetzen;
- Fehlersuche und Fehlerbeseitigung (Eingreifen der Bedienperson);
- Reinigung und Sauberhaltung;
- präventive Instandhaltung;
- Fehler behebende Instandhaltung.

Anschließend müssen alle mit den verschiedenen Aufgaben verbundenen und vernünftigerweise vorhersehbaren Gefährdungen, Gefährdungssituationen oder Gefährdungsereignisse identifiziert werden. Anhang B enthält als Hilfestellung dazu Beispiele für Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse. Für die systematische Identifizierung der Gefährdungen gibt es verschiedene Verfahren. Siehe auch ISO/TR 14121-2.

Darüber hinaus müssen auch vernünftigerweise vorhersehbare Gefährdungen, Gefährdungssituationen oder Gefährdungsereignisse identifiziert werden, die nicht unmittelbar mit den Aufgaben in Zusammenhang stehen.

BEISPIEL Seismische Ereignisse, Blitzschlag, übermäßige Schneelasten, Lärm, Bruch der Maschine, Bersten von Hydraulikschläuchen.

b) Mögliche Betriebszustände der Maschine

Dies sind die folgenden:

- 1) die Maschine führt die vorgesehene Funktion aus (Normalbetrieb);
- 2) die Maschine führt aus verschiedenen Gründen ihre vorgesehene Funktion nicht aus (d. h., sie versagt), zum Beispiel
 - Veränderung einer Eigenschaft oder einer Abmessung des zu verarbeitenden Materials oder des Werkstückes,
 - Ausfall eines (oder mehrerer) ihrer Bauteile oder Versorgungseinrichtungen,
 - Störungen von außen (z. B. Stöße, Vibration, elektromagnetische Störungen),
 - Konstruktionsfehler oder -mängel (z. B. Software-Fehler),
 - Störung der Energieversorgung, sowie
 - Umgebungsbedingungen (z. B. beschädigte Böden).

c) Unbeabsichtigtes Verhalten der Bedienerperson oder vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung der Maschine

Beispiele hierfür sind

- Verlust der Kontrolle der Bedienerperson über die Maschine (besonders bei Hand gehaltenen oder beweglichen Maschinen),
- reflexartiges Verhalten einer Person im Falle einer Fehlfunktion, eines Störfalls oder Ausfalls während des Gebrauchs der Maschine,
- Verhalten durch Konzentrationsmangel oder Unachtsamkeit,
- Verhalten, das bei der Bewältigung einer Aufgabe auf die Wahl des „Weges des geringsten Widerstandes“ zurückzuführen ist,
- Verhalten unter dem Druck, die Maschine unter allen Umständen in Betrieb zu halten, sowie
- Verhalten von bestimmten Personen (z. B. Kinder, Behinderte).

ANMERKUNG Die Prüfung verfügbarer Unterlagen zur Konstruktion kann ein nützliches Mittel sein, um Gefährdungen an der Maschine zu identifizieren. Dies gilt insbesondere für solche Gefährdungen, die mit beweglichen Elementen wie Motoren oder hydraulischen Zylindern verbunden sind.

5.5 Risikoeinschätzung

5.5.1 Allgemeines

Nach der Identifizierung der Gefährdungen ist für jede Gefährdungssituation eine Risikoeinschätzung durchzuführen, indem die in 5.5.2 aufgeführten Risikoelemente bestimmt werden. Bei der Bestimmung dieser Elemente sind die in 5.5.3 festgelegten Aspekte zu berücksichtigen.

Wenn für eine Emission genormte (oder weitere geeignete) Messverfahren vorliegen, dann sollten diese mit den bestehenden Maschinen oder Prototypen für die Bestimmung der Emissionswerte und vergleichenden Emissionsdaten angewendet werden. Dies versetzt den Konstrukteur in die Lage,

- das mit den Emissionen verbundene Risiko einzuschätzen,
- die Wirksamkeit der in der Konstruktionsphase getroffenen Schutzmaßnahmen zu bewerten,
- den potentiellen Käufern in den technischen Unterlagen quantitative Angaben zu Emissionen zu geben, sowie
- dem Benutzer in der Benutzerinformation quantitative Angaben zu Emissionen zu geben.

Andere Gefährdungen als Emissionen, die durch messbare Parameter beschrieben sind, können in vergleichbarer Weise behandelt werden.

5.5.2 Risikoelemente

5.5.2.1 Allgemeines

Das mit einer bestimmten Gefährdungssituation zusammenhängende Risiko hängt von folgenden Elementen ab:

- a) dem Schadensausmaß;
- b) der Eintrittswahrscheinlichkeit dieses Schadens als Funktion
 - 1) der Gefährdungsexposition einer Person/von Personen,
 - 2) des Eintritts eines Gefährdungsereignisses, sowie
 - 3) der technischen und menschlichen Möglichkeiten zur Vermeidung oder Begrenzung des Schadens.

Die Risikoelemente sind in Bild 3 dargestellt. Zusätzliche Einzelheiten werden in 5.5.2.2, 5.5.2.3 und 5.5.3 angegeben.

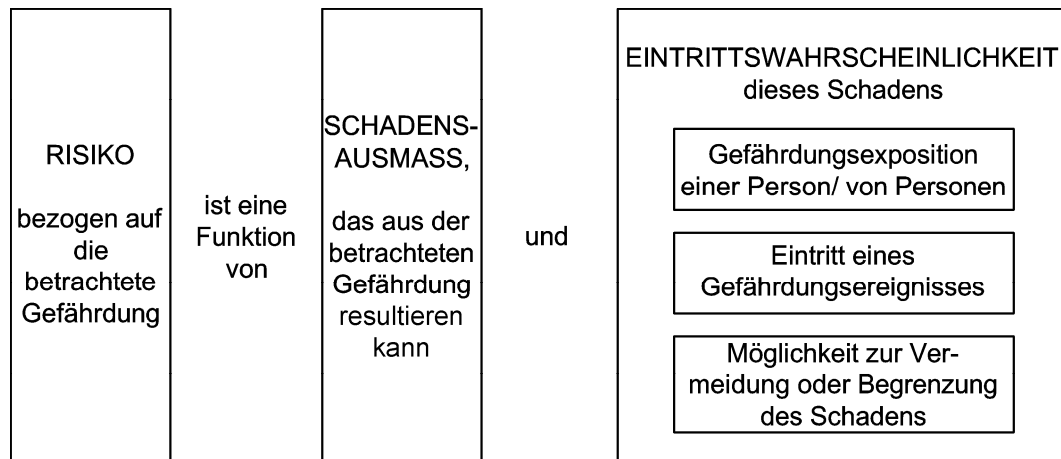


Bild 3 — Risikoelemente

5.5.2.2 Schadensausmaß

Das Schadensausmaß kann unter Berücksichtigung der folgenden Kriterien eingeschätzt werden:

- a) dem Ausmaß der Verletzungen oder der Gesundheitsschädigung, zum Beispiel:
 - leicht,
 - schwer,
 - tödlich.
- b) dem Schadensumfang, zum Beispiel:
 - eine Person betroffen,
 - mehrere Personen betroffen.

Bei der Durchführung einer Risikobeurteilung muss für jede festgestellte Gefährdung das Risiko aus dem wahrscheinlichsten Ausmaß des durch diese Gefährdung verursachten Schadens berücksichtigt werden. Es muss jedoch auch das größte vorhersehbare Ausmaß des Schadens berücksichtigt werden, selbst wenn die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens solchen Ausmaßes nicht sehr groß ist.

5.5.2.3 Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens

5.5.2.3.1 Gefährdungsexposition von Personen

Die Gefährdungsexposition von Personen beeinflusst die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens. Zu den Faktoren, die zu berücksichtigen sind, um die Gefährdungsexposition einschätzen zu können, gehören unter anderem:

- a) die Notwendigkeit des Zugangs zum Gefährdungsbereich (für den Normalbetrieb, Korrektur einer Fehlfunktion, Instandhaltung oder Reparatur, usw.),
- b) die Art des Zugangs (z. B. manuelle Materialzuführung),
- c) die Zeit, die im Gefährdungsbereich verbracht wird,
- d) die Anzahl an Personen, für die ein Zugang erforderlich ist, sowie
- e) die Häufigkeit des Zugangs.

5.5.2.3.2 Eintritt von Gefährdungseignissen

Der Eintritt eines Gefährdungseignisses beeinflusst die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens. Zu den Faktoren, die zu berücksichtigen sind, um den Eintritt eines Gefährdungseignisses einschätzen zu können, gehören unter anderem

- a) Zuverlässigkeitsdaten und andere statistische Daten,
- b) die Unfallgeschichte,
- c) Daten über Gesundheitsschädigungen, sowie
- d) Risikovergleiche (siehe 5.6.3).

ANMERKUNG Der Eintritt eines Gefährdungseignisses kann technisch oder menschlich bedingt sein.

5.5.2.3.3 Möglichkeit zur Vermeidung oder Begrenzung eines Schadens

Die Möglichkeit, einen Schaden zu vermeiden oder zu begrenzen, beeinflusst die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens. Zu den Faktoren, die zu berücksichtigen sind, um diese Möglichkeit einschätzen zu können, gehören unter anderem die folgenden:

- a) welche Personen der/den Gefährdung(en) ausgesetzt sein können, zum Beispiel
 - qualifizierte,
 - unqualifizierte;
- b) wie schnell eine Gefährdungssituation zu einem Schaden führen könnte, zum Beispiel
 - plötzlich,
 - rasch,
 - langsam;
- c) jedes Risikobewusstsein, zum Beispiel
 - durch allgemeine Informationen, insbesondere Benutzerinformationen,
 - durch direkte Beobachtung,
 - durch Warnzeichen und Anzeigegeräte, insbesondere an der Maschine;
- d) die menschliche Fähigkeit, Schaden zu vermeiden oder zu begrenzen (z. B. durch Reflexe, Beweglichkeit, Möglichkeiten des Entkommens);
- e) praktische Erfahrungen und Kenntnisse, zum Beispiel
 - in Bezug auf die Maschine,
 - in Bezug auf ähnliche Maschinen,
 - keine Erfahrungen.

5.5.3 Während der Risikoeinschätzung zu berücksichtigende Aspekte

5.5.3.1 Exponierte Personengruppe

Die Risikoeinschätzung muss alle Personen (Bedienpersonen und andere) berücksichtigen, für die vernünftigerweise vorhersehbar ist, dass diese den Gefährdungen ausgesetzt sein könnten.

5.5.3.2 Art, Häufigkeit und Dauer der Gefährdungsexposition

Die Einschätzung jeder Gefährdungsexposition (einschließlich Langzeit-Gesundheitsschäden) erfordert eine Analyse aller Betriebsarten der Maschine und aller Arbeitsweisen und muss alle Betriebsarten und Arbeitsweisen berücksichtigen. Insbesondere muss die Analyse das Erfordernis eines Zugangs während Beladung/Entladung, Einrichtung, Einlernen (Teachen), Umrüstung oder Prozesskorrektur, Reinigung, Fehlersuche und Instandhaltung berücksichtigen.

Die Risikoeinschätzung muss auch Aufgaben berücksichtigen, für die Schutzmaßnahmen zeitweilig aufgehoben werden müssen.

5.5.3.3 Zusammenhang zwischen Gefährdungsexposition und Auswirkungen

Der Zusammenhang zwischen einer Gefährdungsexposition und deren Auswirkungen ist für jede betrachtete Gefährdungssituation zu berücksichtigen. Ebenso müssen die Auswirkungen akkumulierter Gefährdungsexpositionen und Kombinationen von Gefährdungen berücksichtigt werden. Bei der Betrachtung dieser Auswirkungen im Rahmen der Risikoeinschätzung muss so weit wie möglich auf geeignete anerkannte Daten zurückgegriffen werden.

ANMERKUNG 1 Unfalldaten können als Hilfestellung dienen, um die Wahrscheinlichkeit und das Ausmaß von Verletzungen zu ermitteln, die beim Einsatz eines bestimmten Maschinentyps mit einem bestimmten Typ von Schutzmaßnahmen auftreten.

ANMERKUNG 2 Das Fehlen von Unfalldaten garantiert jedoch nicht eine geringe Wahrscheinlichkeit und ein geringes Ausmaß von Verletzungen.

5.5.3.4 Menschliche Faktoren

Menschliche Faktoren können das Risiko beeinflussen und müssen deshalb in die Risikoeinschätzung eingehen, wie zum Beispiel

- a) Wechselwirkungen zwischen Personen und Maschine, einschließlich Korrekturen von Fehlfunktionen,
- b) Wechselwirkungen zwischen Personen,
- c) stressbezogene Aspekte,
- d) ergonomische Aspekte,
- e) Fähigkeit von Personen, in Abhängigkeit von Ausbildung, Erfahrung und Können in einer bestimmten Situation ein Risikobewusstsein entwickeln zu können,
- f) ermüdungsbezogene Aspekte, sowie
- g) Aspekte eingeschränkter Fähigkeiten (z. B. infolge einer Behinderung, altersbedingt).

Ausbildung, Erfahrungen und Fähigkeiten können das Risiko beeinflussen; dennoch darf keiner dieser Faktoren als Ersatz für die Beseitigung von Gefährdungen, Risikominderung durch inhärent sichere Konstruktion oder technische Schutzmaßnahmen dienen, wo auch immer diese Schutzmaßnahmen praktischerweise eingesetzt werden können.

5.5.3.5 Tauglichkeit von Schutzmaßnahmen

Die Risikoeinschätzung muss die Tauglichkeit von Schutzmaßnahmen berücksichtigen und muss

- a) die Umstände identifizieren, die einen Schaden zur Folge haben können,
- b) gegebenenfalls quantitative Verfahren zum Vergleich alternativer Schutzmaßnahmen anwenden (siehe ISO/TR 14121-2), sowie
- c) Informationen liefern, welche als Hilfestellung bei der Auswahl geeigneter Schutzmaßnahmen dienen können.

Diejenigen Bauteile und Systeme, von denen bekannt ist, dass diese bei einem Ausfall zur unmittelbaren Erhöhung des Risikos führen, verlangen bei der Risikoeinschätzung besondere Aufmerksamkeit.

Sofern Schutzmaßnahmen die Arbeitsorganisation, korrekte Verhaltensweisen, die Aufmerksamkeit, die Verwendung einer persönlichen Schutzausrüstung, Fertigkeiten oder die Ausbildung umfassen, muss deren im Vergleich zu erprobten technischen Schutzmaßnahmen relativ geringe Zuverlässigkeit bei der Risikoeinschätzung mit berücksichtigt werden.

5.5.3.6 Möglichkeit zur Ausschaltung oder Umgehung von Schutzmaßnahmen

Für den dauerhaft sicheren Betrieb einer Maschine ist es wichtig, dass die Schutzmaßnahmen eine einfache Verwendung der Maschine zulassen und die bestimmungsgemäße Verwendung nicht beeinträchtigen. Andernfalls besteht eine Möglichkeit, dass Schutzmaßnahmen umgangen werden könnten, um die maximale Nutzbarkeit der Maschine zu erzielen.

Die Risikoeinschätzung muss die Möglichkeit berücksichtigen, dass Schutzmaßnahmen wirkungslos gemacht oder umgangen werden können. Sie muss auch berücksichtigen, dass ein Anreiz bestehen kann, Schutzmaßnahmen wirkungslos zu machen oder zu umgehen, zum Beispiel

- a) die Schutzmaßnahme verlangsamt die Produktion oder stört irgend welche anderen Aktivitäten oder Präferenzen des Benutzers,
- b) die Schutzmaßnahme ist schwierig anzuwenden,
- c) andere Personen als die Bedienperson sind betroffen, oder
- d) die Schutzmaßnahme wird durch den Benutzer nicht erkannt oder in deren Wirkung nicht als geeignet akzeptiert.

Ob eine Schutzmaßnahme wirkungslos gemacht werden kann, hängt sowohl von deren Art, wie zum Beispiel eine einstellbare trennende Schutzeinrichtung oder eine programmierbare Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion, als auch von den Einzelheiten ihrer Konstruktion ab.

Schutzmaßnahmen, die programmierbare elektronische Systeme verwenden, bringen zusätzliche Möglichkeiten mit sich, um diese wirkungslos zu machen oder zu umgehen, sofern der Zugang zu sicherheitsrelevanter Software nicht in geeigneter Weise durch die Konstruktion und Überwachungsverfahren beschränkt ist. Die Risikoeinschätzung muss Fälle identifizieren, bei denen sicherheitsrelevante Funktionen nicht von weiteren Maschinenfunktionen getrennt sind, und bestimmen, in welchem Umfang ein Zugang möglich ist. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn ein Fernzugang zu diagnostischen Zwecken oder Zwecken der Prozesskorrektur erforderlich ist.

5.5.3.7 Fähigkeit zur Aufrechterhaltung von Schutzmaßnahmen

Bei der Risikoeinschätzung ist zu berücksichtigen, ob die Schutzmaßnahmen in dem Zustand erhalten werden können, der für die Sicherstellung des geforderten Schutzgrades erforderlich ist.

ANMERKUNG Wenn eine Schutzmaßnahme nicht problemlos im korrekten Betriebszustand erhalten werden kann, kann dies ein Anreiz sein, diese wirkungslos zu machen oder zu umgehen, um so die Maschine weiterhin einsetzen zu können.

5.5.3.8 Benutzerinformation

Bei der Risikoeinschätzung muss die Benutzerinformation berücksichtigt werden, sofern diese verfügbar ist. Siehe auch 6.4.

5.6 Risikobewertung

5.6.1 Allgemeines

Im Anschluss an die Risikoeinschätzung muss eine Risikobewertung durchgeführt werden. Falls eine Risikominderung notwendig ist, sind geeignete Schutzmaßnahmen auszuwählen und anzuwenden (siehe Abschnitt 6). Wie in Bild 1 dargelegt, muss nach jeder einzelnen der drei in Abschnitt 6 festgelegten Stufen zur Risikominderung bestimmt werden, ob die Risikominderung angemessen ist. Als Teil dieses iterativen Prozesses muss der Konstrukteur außerdem prüfen, ob durch die Anwendung neuer Schutzmaßnahmen zusätzliche Gefährdungen geschaffen oder andere Risiken erhöht werden. Falls zusätzliche Gefährdungen auftreten, sind diese der Liste der identifizierten Gefährdungen hinzuzufügen und geeignete Schutzmaßnahmen werden notwendig, um sich damit zu befassen.

Das Erreichen der Ziele der Risikominderung und das positive Ergebnis des Risikovergleichs, der vorgenommen wurde, sofern dies möglich war, geben Vertrauen, dass das Risiko hinreichend vermindert wurde.

5.6.2 Hinreichende Risikominderung

Die Anwendung des in 6.1 beschriebenen „Drei-Stufen-Verfahrens“ ist unverzichtbar, um eine hinreichende Risikominderung zu erreichen.

Der Anwendung des „Drei-Stufen-Verfahrens“ entsprechend ist eine hinreichende Risikominderung erreicht, wenn

- alle Betriebsbedingungen und alle Eingriffsmöglichkeiten berücksichtigt wurden,
- die Gefährdungen beseitigt oder die Risiken vermindert wurden, soweit dies praktisch umsetzbar ist,
- sämtliche neuen Gefährdungen, die aus ergriffenen Schutzmaßnahmen resultieren, in angemessener Weise berücksichtigt wurden,
- die Benutzer über Restrisiken ausreichend informiert und gewarnt wurden (siehe 6.1, Schritt 3),
- die durchgeführten Schutzmaßnahmen miteinander vereinbar sind,
- die Folgen ausreichend berücksichtigt wurden, die sich durch den Gebrauch einer für den gewerblichen/industriellen Einsatz konstruierten Maschine im nicht gewerblichen/nicht industriellen Bereich ergeben können, und
- die durchgeführten Schutzmaßnahmen die Arbeitsbedingungen der Bedienpersonen oder die Benutzerfreundlichkeit der Maschine nicht negativ beeinflussen.

5.6.3 Risikovergleich

Als Teil des Verfahrens der Risikobewertung können die Risiken, die mit einer Maschine oder Teilen davon verbunden sind, mit denen ähnlicher Maschinen oder Maschinenteile verglichen werden, falls die folgenden Kriterien erfüllt sind:

- die vergleichbare Maschine entspricht (einer) relevanten Typ-C-Norm(en);
- die bestimmungsgemäße Verwendung, die vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung und die Art der Konstruktion und Herstellung beider Maschinen sind vergleichbar;
- die Gefährdungen und Risikoelemente sind vergleichbar;
- die technischen Spezifikationen sind vergleichbar;
- die Einsatzbedingungen sind vergleichbar.

Die Anwendung dieses Vergleichsverfahrens hebt nicht die Notwendigkeit auf, für die spezifischen Einsatzbedingungen eine Risikobeurteilung nach dieser Internationalen Norm durchzuführen. Zum Beispiel müssen für den Risikovergleich einer Bandsäge zum Schneiden von Fleisch mit einer Bandsäge zum Schneiden von Holz die Risiken beurteilt werden, die mit dem unterschiedlichen Material verbunden sind.

6 Risikominderung

6.1 Allgemeines

Das Ziel einer Risikominderung kann durch die Beseitigung der Gefährdungen erreicht werden oder durch getrennte oder gleichzeitige Minderung jedes der beiden Elemente, die das damit verbundene Risiko bestimmen:

- Schadensausmaß der betrachteten Gefährdung;
- Eintrittswahrscheinlichkeit dieses Schadens.

Alle Schutzmaßnahmen, die zum Erreichen dieses Ziels angewendet werden, sind in der folgenden, als „Drei-Stufen-Verfahren“ bezeichneten Reihenfolge zu ergreifen (siehe auch Bilder 1 und 2).

Schritt 1: Inhärent sichere Konstruktion

Inhärent sichere Konstruktion beseitigt Gefährdungen oder vermindert die damit verbundenen Risiken durch eine geeignete Auswahl von Konstruktionsmerkmalen der Maschine selbst und/oder Wechselwirkungen zwischen den gefährdeten Personen und der Maschine. Siehe 6.2.

ANMERKUNG 1 Diese Phase ist die einzige, in der Gefährdungen beseitigt werden können. Dadurch erübrigt sich die Notwendigkeit für zusätzliche Schutzmaßnahmen wie technische Schutzmaßnahmen oder ergänzende Schutzmaßnahmen.

Schritt 2: Technische Schutzmaßnahmen und/oder ergänzende Schutzmaßnahmen

Unter Berücksichtigung der bestimmungsgemäßen Verwendung und der vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlanwendung können in geeigneter Weise ausgewählte technische und ergänzende Schutzmaßnahmen angewendet werden, um das Risiko zu mindern, wenn sich die Beseitigung einer Gefährdung als nicht durchführbar erweist oder das damit verbundene Risiko nicht in hinreichendem Maße durch eine inhärent sichere Konstruktion vermindert werden kann. Siehe 6.3.

Schritt 3: Benutzerinformation

Falls trotz inhärent sicherer Konstruktion und dem Einsatz technischer und ergänzender Schutzmaßnahmen Risiken verbleiben, muss die Benutzerinformation auf jegliche Restrisiken hinweisen. Die Benutzerinformation muss Folgendes enthalten, darf sich jedoch nicht darauf beschränken:

- Arbeitsverfahren, die beim Einsatz der Maschine anzuwenden sind und den erwarteten Fähigkeiten des Bedienpersonals und weiterer Personen entsprechen, die den von der Maschine ausgehenden Gefährdungen ausgesetzt sein können,
- die empfohlenen Verfahren für ein sicheres Arbeiten mit der Maschine und die entsprechenden Ausbildungsanforderungen, jeweils in angemessener Form beschrieben,
- ausreichend Angaben, einschließlich Warnhinweis hinsichtlich Restrisiken in den verschiedenen Lebensphasen der Maschine, und
- die Beschreibung jeder empfohlenen persönlichen Schutzausrüstung, einschließlich Einzelheiten zu deren Benutzung sowie der dafür erforderlichen Ausbildung.

Die Benutzerinformation darf kein Ersatz für die korrekte Anwendung der inhärent sicheren Konstruktion, der technischen Schutzmaßnahmen oder der ergänzenden Schutzmaßnahmen sein.

ANMERKUNG 2 Angemessene Schutzmaßnahmen für jede Betriebsart und jedes Eingriffsverfahren verringern die Möglichkeit, dass sich Bedienpersonen dazu verleiten lassen, im Fall von technischen Schwierigkeiten gefährliche Eingriffsmethoden anzuwenden.

6.2 Inhärent sichere Konstruktion

6.2.1 Allgemeines

Inhärent sichere Konstruktion ist der erste und wichtigste Schritt im Prozess der Risikominderung. Dies kommt daher, dass die inhärenten Schutzmaßnahmen für die spezifische Maschine wahrscheinlich wirksam bleiben, während die Erfahrung gezeigt hat, dass selbst gut konzipierte technische Schutzmaßnahmen versagen oder umgangen werden können und dass die Benutzerinformation eventuell nicht befolgt wird.

Inhärent sichere Konstruktion wird erreicht, indem Gefährdungen vermieden oder Risiken vermindert werden durch eine geeignete Auswahl von Konstruktionsmerkmalen der Maschine selbst und/oder Wechselwirkungen zwischen den gefährdeten Personen und der Maschine.

ANMERKUNG Siehe 6.3 hinsichtlich technischer und ergänzender Schutzmaßnahmen, die zum Erreichen der Ziele zur Risikominderung eingesetzt werden können, falls die inhärent sichere Konstruktion nicht ausreicht (siehe „Drei-Stufen-Verfahren“ in 6.1).

6.2.2 Berücksichtigung von geometrischen Faktoren und physikalischen Aspekten

6.2.2.1 Geometrische Faktoren

Diese Faktoren umfassen die folgenden Punkte:

- a) Die äußere Gestaltung der Maschine ist derart, dass vom Steuerstand aus eine größtmögliche direkte Einsehbarkeit der Arbeits- und Gefährdungsbereiche erreicht wird — indem nicht einsehbare Stellen verringert werden — und, sofern erforderlich, Einrichtungen für die indirekte Sicht (Spiegel usw.) unter Berücksichtigung des menschlichen Sehvermögens ausgewählt und angeordnet werden; dies gilt besonders dann, wenn der sichere Betrieb eine ständige direkte Kontrolle durch die Bedienperson erforderlich macht, zum Beispiel:
 - im Bewegungs- und Arbeitsbereich von fahrbaren Maschinen;
 - in Bewegungszonen von angehobenen Lasten oder von Fahrkörben/Arbeitsbühnen von Personenhebezeugen;
 - im Kontaktbereich des Werkzeugs von Hand gehaltenen oder Hand geführten Maschinen mit dem zu bearbeitenden Material.
- Die Konstruktion der Maschine muss der Bedienperson ermöglichen, vom Hauptsteuerstand aus sicherzustellen, dass sich in den Gefährdungsbereichen keine gefährdeten Personen aufhalten.
- b) die Gestaltung und Anordnung der mechanischen Bauteile; Gefährdungen durch Quetschen und Scheren werden z. B. dadurch vermieden, dass der Mindestabstand zwischen den sich bewegenden Teilen so vergrößert wird, dass das betreffende Körperteil sicher in den Zwischenraum gelangen kann, oder indem der Zwischenraum so verkleinert wird, dass kein Körperteil hineingelangen kann (siehe ISO 13854 und ISO 13857);
- c) Vermeidung scharfer Kanten und Ecken, vorstehender Teile; soweit der Verwendungszweck es zulässt, dürfen zugängliche Teile von Maschinen keine scharfen Kanten, spitzen Winkel, rauen Oberflächen oder vorstehenden Teile haben, die Verletzungen verursachen können, sowie keine Öffnungen, in denen sich Körperteile oder Kleidungsstücke „fangen“ können; besonders bei Blechen müssen Kanten entgratet, gebördelt oder geformt werden und offene Enden von Rohren, die eine „Falle“ darstellen können, müssen verschlossen werden;
- d) Die äußere Gestaltung der Maschine ist derart, dass eine angemessene Arbeitsposition erreicht und zugängliche Stellteile (Bedienteile) bereit gestellt werden.

6.2.2.2 Physikalische Aspekte

Zu diesen Aspekten gehört das Folgende:

- a) Begrenzen der Betätigungskraft auf einen ausreichend niedrigen Wert, damit das betätigte Teil keine mechanische Gefährdung hervorruft;
- b) Begrenzen der Masse und/oder der Geschwindigkeit der beweglichen Elemente und demzufolge ihrer kinetischen Energie;
- c) Begrenzen der Emissionen durch Einwirken auf die Eigenschaften der Emissionsquelle, in dem Maßnahmen ergriffen werden zur Verminderung bzw. Verringerung von
 - 1) Lärmemission an der Quelle (siehe ISO/TR 11688-1),
 - 2) Schwingungen an der Quelle, wie Umverteilung oder Erhöhung der Masse und Veränderung von Prozessparametern [z. B. Frequenz und/oder Amplitude von Bewegungen (für Hand gehaltene und Hand geführte Maschinen siehe CR 1030-1)],
 - 3) Gefahrstoffemissionen, einschließlich der Verwendung von weniger gefährlichen Stoffen oder der Anwendung von weniger Staub erzeugenden Verfahren (Granulate anstelle von Pulvern, Zerkleinern anstelle von Mahlen), sowie
 - 4) Strahlungsemissionen, einschließlich zum Beispiel dem Vermeiden der Anwendung von gefährdenden Strahlenquellen, dem Begrenzen der Strahlungsstärke auf das für die ordnungsgemäße Funktion der Maschine erforderliche geringst mögliche Niveau, der Konstruktion der Quelle mit einem auf das Ziel gerichteten Strahl, dem Vergrößern des Abstandes zwischen der Quelle und der Bedienperson oder der Fernsteuerung der Maschine [Maßnahmen zur Verringerung der Emission von nichtionisierender Strahlung sind in 6.3.4.5 angegeben (siehe auch EN 12198-1 und EN 12198-3)].

6.2.3 Berücksichtigung des allgemeinen technischen Wissens zur Konstruktion von Maschinen

Dieses allgemeine technische Wissen kann aus den technischen Spezifikationen zur Konstruktion (Normen, Konstruktionsregeln, Berechnungsregeln usw.) gewonnen werden, die angewendet werden sollten, um Folgendes zu behandeln:

- a) mechanische Beanspruchungen, wie
 - Begrenzung der Beanspruchung durch richtige Berechnung, Herstellungsverfahren und Verbindungsmethoden, z. B. verschraubte oder verschweißte Bauteile,
 - Begrenzung der Beanspruchung durch Vermeidung von Überlastung (Berstscheiben, Druckbegrenzungsventile, Sollbruchstellen, Drehmomentbegrenzer usw.),
 - Vermeidung von Materialermüdung bei Teilen unter wechselnder Beanspruchung (besonders zyklische Beanspruchungen), sowie
 - statisches und dynamisches Auswuchten von rotierenden Teilen;
- b) Werkstoffe und deren Eigenschaften, wie
 - Beständigkeit gegen Korrosion, Alterung, Abrieb und Verschleiß,
 - Härte, Dehnbarkeit, Sprödigkeit,
 - Homogenität,
 - Toxizität, und
 - Entflammbarkeit;

c) Emissionswerte für:

- Lärm;
- Vibration;
- Gefahrstoffe, und
- Strahlung.

Wenn die Zuverlässigkeit besonderer Bauteile oder Baugruppen für die Sicherheit erheblich ist (z. B. Seile, Ketten, Zubehör für das Anheben von Lasten oder Personen), müssen die Werte für Beanspruchungen mit geeigneten Arbeitskoeffizienten multipliziert werden.

6.2.4 Auswahl geeigneter Technologien

Durch die Auswahl der Technologien für die jeweiligen Anwendungen können eine oder mehrere Gefährdungen beseitigt oder Risiken vermindert werden, wie

- a) bei Maschinen, die zum Einsatz in explosionsgefährdeten Atmosphären vorgesehen sind, durch die Verwendung von
 - in angemessener Weise ausgewählten pneumatischen oder hydraulischen Steuerungen und Antriebselementen;
 - "eigensichern" elektrischen Ausrüstungen (siehe IEC 60079-11);
- b) für bestimmte zu verarbeitende Erzeugnisse (z. B. mit einem Lösemittel) durch die Verwendung einer Einrichtung, die sicherstellt, dass die Temperatur weit unterhalb des Flammpunktes bleibt;
- c) durch die Verwendung alternativer Ausrüstungen zum Vermeiden hoher Geräuschpegel, wie z. B.:
 - elektrische anstelle pneumatischer Ausrüstungen,
 - unter besonderen Bedingungen Ausrüstungen zum Schneiden mit Wasser anstelle mechanischer Ausrüstungen.

6.2.5 Anwenden des Prinzips der mechanisch zwangsläufigen Wirkung

Eine positive mechanisch zwangsläufige Wirkung wird erzielt, wenn ein bewegendes mechanisches Bauteil zwangsläufig ein anderes Bauteil entweder durch direkte Berührung oder über starre Teile mitbewegt. Ein Beispiel dafür ist das zwangsläufige Öffnen von Schalteinrichtungen in einem elektrischen Stromkreis (siehe IEC 60947-5-1 und ISO 14119).

ANMERKUNG Wenn ein mechanisches Bauteil durch seine eigene Bewegung einem zweiten Bauteil gestattet, sich frei zu bewegen (z. B. durch Schwerkraft oder Federkraft), handelt es sich nicht um eine mechanisch zwangsläufige Wechselwirkung zwischen den beiden Bauteilen.

6.2.6 Vorkehrungen für die Standsicherheit

Maschinen müssen so konstruiert sein, dass sie ausreichend standsicher sind, um unter den festgelegten Einsatzbedingungen sicher verwendet werden zu können. Zu berücksichtigende Faktoren sind

- die Form des Fundamentes,
- die Masseverteilung, einschließlich der Ladung,

- die dynamischen Kräfte, die durch die Bewegung von Maschinenteilen, von der Maschine selbst oder von Teilen, die von der Maschine gehalten werden, verursacht werden und die zu einem Kippmoment führen können,
- Vibration,
- Schwankungen des Masseschwerpunktes,
- Eigenschaften der Auflagefläche im Falle von Verfahrbewegungen oder Aufbau an unterschiedlichen Einsatzorten (Bodenbeschaffenheit, Neigungen usw.), sowie
- äußere Kräfte wie Winddruck und manuelle Kräfte.

Die Standsicherheit muss in sämtlichen Lebensdauerphasen der Maschine beachtet werden, einschließlich Handhabung, Verfahrbewegung, Installation (Aufbau), Verwendung, Demontage, außer Betrieb nehmen und Entsorgung.

Weitere Schutzmaßnahmen zur Standsicherheit sind als technische Schutzmaßnahmen in 6.3.2.6 angegeben.

6.2.7 Vorkehrungen für die Wartungsfreundlichkeit

Bei der Konstruktion einer Maschine müssen folgende Faktoren für die Wartungsfreundlichkeit berücksichtigt werden, um die Instandhaltung der Maschine zu ermöglichen:

- Zugänglichkeit unter Berücksichtigung der Umgebung und der menschlichen Körpermaße, einschließlich der Maße der Arbeitsbekleidung und der verwendeten Werkzeuge;
- leichte Handhabung unter Berücksichtigung der menschlichen Fähigkeiten;
- Begrenzung der Anzahl von besonderen Werkzeugen und Ausrüstungen.

6.2.8 Beachten ergonomischer Grundsätze

Ergonomische Grundsätze müssen bei der Konstruktion von Maschinen berücksichtigt werden, um psychische oder körperliche Belastung(en) der Bedienperson und Stress auf diese zu vermindern. Diese Grundsätze müssen bei Konstruktionsbeginn der Maschine beachtet werden, wenn der Bedienperson und der Maschine Funktionen zugeordnet werden (Automatisierungsgrad).

ANMERKUNG Damit wird auch die Leistung und Zuverlässigkeit beim Betrieb der Maschine erhöht, wodurch sich die Wahrscheinlichkeit von Fehlern in allen Phasen des Einsatzes der Maschine vermindert.

Berücksichtigt werden müssen die Körpergrößen der zu erwartenden Benutzer, der Kraftaufwand und die Körperhaltungen, der Bewegungsumfang, die Frequenz sich wiederholender Tätigkeiten (siehe ISO 10075 und ISO 10075-2).

Sämtliche Elemente der „Mensch-Maschine-Schnittstelle“ wie Stellteile, Signal- oder Datenanzeigen müssen so konstruiert werden, dass sie leicht verständlich sind, um eine klare und eindeutige Wechselwirkung zwischen Bedienperson und Maschine zu ermöglichen. Siehe EN 614-1, EN 13861 und IEC 61310-1.

Die Aufmerksamkeit des Konstrukteurs ist besonders auf folgende ergonomische Aspekte zu richten:

- a) Die Notwendigkeit anstrengender Körperhaltungen und Bewegungen während des Einsatzes der Maschine ist zu vermeiden (z. B. durch Schaffen von Möglichkeiten zum Anpassen der Maschine an verschiedene Bedienpersonen).
- b) Maschinen, insbesondere von Hand gehaltene und bewegliche Maschinen, sind so zu konstruieren, dass sie leicht betrieben werden können. Dabei sind die menschliche Kraft, die Betätigung von Stellteilen und die Anatomie von Hand, Arm und Bein zu berücksichtigen.
- c) Lärm, Vibration und thermischen Wirkungen wie extreme Temperaturen sind so weit wie möglich zu vermeiden.
- d) Eine Verknüpfung zwischen dem Arbeitsrhythmus der Bedienperson und dem automatischen Ablauf von Arbeitszyklen ist zu vermeiden.
- e) Eine örtliche Beleuchtung auf oder in der Maschine ist zum Ausleuchten des Arbeitsplatzes und der Einstell-, Einricht- und häufig benutzten Instandhaltungsbereiche bereit zu stellen, falls die Umgebungsbeleuchtung aufgrund der Konstruktionsmerkmale der Maschine und/oder deren trennender Schutzeinrichtungen nicht mehr ausreicht. Flackern, Blenden, Schattenbildung und Stroboskopeffekte müssen vermieden werden, falls sie ein Risiko herbeiführen können. Falls die Lage der Beleuchtungsquelle eingestellt werden muss, darf deren Anbringungsort zu keinem Risiko für jene Personen führen, welche die Einstellung vornehmen.
- f) Stellteile sind so auszuwählen, anzuordnen und zu kennzeichnen, dass
 - diese deutlich sichtbar und erkennbar und, sofern erforderlich, zweckdienlich gekennzeichnet sind (siehe 6.4.4),
 - diese ohne Zögern oder Zeitverlust und eindeutig sicher betätigt werden können (z. B. vermindert eine einheitliche Gestaltung von Stellteilen die Möglichkeit für Fehler, wenn eine Bedienperson von einer Maschine zu einer anderen ähnlichen Typs wechselt, die nach dem gleichen Betriebsschema arbeitet),
 - deren Anordnung (für Drucktasten) und Stellwege (für Hebel und Handräder) mit der jeweiligen Steuerungswirkung übereinstimmen (siehe IEC 61310-3), und
 - deren Betätigung nicht zusätzliche Risiken verursachen kann.

Siehe auch ISO 9355-3.

Ist ein Stellteil für mehrere verschiedene Steuerungsvorgänge konstruiert und ausgeführt — insbesondere wenn keine Eins-zu-Eins-Übereinstimmung besteht (z. B. bei Verwendung von Tastaturen) — muss der jeweilige Steuerungsvorgang 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 Steuerungsvorgang kompatibel sind. Die Belastungen aufgrund der notwendigen oder vorhersehbaren Verwendung persönlicher Schutzausrüstungen (z. B. Schuhe, Handschuhe) müssen in Betracht gezogen werden.

- g) Anzeigen, Skalen und Displays sind so auszuwählen, zu konstruieren und anzuordnen, dass:
 - diese den Parametern und spezifischen Merkmalen der menschlichen Wahrnehmung angepasst sind,
 - angezeigte Informationen ohne Schwierigkeiten wahrgenommen, erkannt und interpretiert werden können, d. h., dass sie lange genug angezeigt werden und hinsichtlich der Anforderungen der Bedienpersonen und der bestimmungsgemäßen Verwendung klar, eindeutig und verständlich sind, und
 - die Bedienperson in der Lage ist, sie vom Steuerstand aus wahrzunehmen.

6.2.9 Elektrische Gefährdungen

Für die Konstruktion elektrischer Ausrüstungen von Maschinen gibt IEC 60204-1 allgemeine Festlegungen hinsichtlich des Trennens und Abschaltens von Stromkreisen sowie zum Schutz gegen elektrischen Schlag. Für Anforderungen bezogen auf spezifische Maschinen siehe entsprechende IEC-Normen (z. B. IEC 61029, IEC 60745 oder IEC 60335).

6.2.10 Pneumatische und hydraulische Gefährdungen

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

- der maximale Nenndruck in den Kreisläufen nicht überschritten werden kann (z. B. durch die Verwendung von Druckbegrenzern),
- sich keine Gefährdungen aus Druckschwankungen oder Druckanstieg oder Druck- beziehungsweise Vakuumverlusten ergeben,
- Undichtigkeiten oder Bauteilversagen nicht zu Gefährdungen durch Herausspritzen von Flüssigkeiten oder durch plötzliche gefährdende Bewegung von Schläuchen (Peitschen) führen,
- Druckluftbehälter, Druckausgleichsbehälter oder ähnliche Druckbehälter (wie in Hydrospeichern) mit den anwendbaren Normausführungskodes oder -vorschriften für derartige Bauteile übereinstimmen,
- sämtliche Ausrüstungsteile, besonders Rohre und Schläuche, gegen schädliche äußere Einflüsse geschützt werden,
- Druckluftbehälter und ähnliche Druckbehälter (z. B. in Hydrospeichern) möglichst automatisch druckentlastet werden, sobald die Maschine von der Energiezufuhr getrennt wird (siehe 6.3.5.4), und, falls das nicht möglich ist, Maßnahmen für die Energietrennung, lokale Druckentlastung und Druckanzeige vorgesehen werden (siehe auch ISO 14118:2000, Abschnitt 5), und
- sämtliche Bauteile, die nach der Trennung der Maschine von der Energieversorgung unter Druck bleiben, mit deutlich erkennbaren Ablassseinrichtungen und einem Warnschild versehen sind, das auf die Notwendigkeit einer Druckentlastung dieser Teile hinweist, bevor Einricht- oder Instandhaltungsarbeiten an der Maschine vorgenommen werden.

ANMERKUNG Siehe auch ISO 4413 und ISO 4414.

6.2.11 Anwenden von Maßnahmen zur inhärent sicheren Konstruktion von Steuerungen

6.2.11.1 Allgemeines

Die Konstruktionsmaßnahmen für Steuerungen müssen so gewählt werden, dass ihr sicherheitsrelevanter Beitrag zu einer ausreichenden Risikominderung führt (siehe ISO 13849-1 oder IEC 62061).

Die ordnungsgemäße Konstruktion von Maschinensteuerungen kann unvorhersehbares und potenziell gefährdendes Maschinenverhalten vermeiden.

Typische Ursachen für gefährdendes Maschinenverhalten sind

- ungeeignete Konstruktion oder (zufällige oder vorsätzliche) Modifizierung der Steuerungslogik,
- vorübergehender oder ständiger Defekt der Steuerung oder Ausfall eines oder mehrerer Bauteile der Steuerung,
- Abweichung oder Ausfall der Energieversorgung der Steuerung, sowie
- ungeeignete Auswahl, Konstruktion und Anordnung von Steuerungseinrichtungen.

Typische Beispiele für gefährdendes Maschinenverhalten sind

- unbeabsichtigter/unerwarteter Anlauf (siehe ISO 14118),
- ungesteuerte Geschwindigkeitsänderung,
- Ausfall von Einrichtungen zum Anhalten von sich bewegenden Teilen,
- Herabfallen oder Wegschleudern eines Teils der Maschine oder eines von der Maschine gehaltenen Werkstückes, sowie
- Maschinenfunktionen als Ergebnis der Unwirksamkeit (Umgehen oder Ausfall) von nichttrennenden Schutzeinrichtungen.

Um gefährdendes Maschinenverhalten zu vermeiden und Sicherheitsfunktionen zu erreichen, muss die Konstruktion der Steuerung mit den in diesem Unterabschnitt (6.2.11) und in 6.2.12 angegebenen Grundsätzen und Verfahren übereinstimmen. Diese Grundsätze und Verfahren müssen entsprechend den Gegebenheiten einzeln oder in Kombination angewendet werden (siehe ISO 13849-1, IEC 60204-1 und IEC 62061).

Steuerungen müssen so konstruiert werden, dass es der Bedienperson möglich ist, Eingriffe sicher und einfach vorzunehmen. Dies erfordert eine oder mehrere der folgenden Lösungen:

- 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;
- Maßnahmen zur Verhinderung der versehentlichen Erzeugung unerwarteter Befehle zur Ingangsetzung (z. B. abgeschirmte Einschaltvorrichtung), die möglicherweise zu gefährdendem Maschinenverhalten führen (siehe ISO 14118:2000, Bild 1);
- anhaltende STOP-Befehle (z. B. Verriegelung), um einen Wiederanlauf zu verhindern, der zu gefährdendem Maschinenverhalten führen könnte (siehe ISO 14118:2000, Bild 1).

Eine Maschinenanlage kann unterteilt werden in verschiedene Bereiche für das Stillsetzen im Notfall, für das Stillsetzen als Folge der Wirkung von nichttrennenden Schutzeinrichtungen und/oder für Energietrennung und -ableitung. Die verschiedenen Bereiche müssen eindeutig festgelegt sein und es muss eindeutig erkennbar sein, welche Teile der Maschine zu welchem Bereich gehören. Ebenso muss eindeutig erkennbar sein, welche Steuerungseinrichtungen (z. B. Einrichtung zum Stillsetzen im Notfall, Einrichtung zum Trennen von der Versorgung) und/oder nichttrennende Schutzeinrichtungen zu welchem Bereich gehören. Die Schnittstellen zwischen den Bereichen müssen so ausgelegt sein, dass der zum Eingreifen der Bedienperson still gesetzte Bereich durch keine Funktionen in den benachbarten Bereichen gefährdet wird.

Steuerungen müssen so konstruiert sein, dass die Bewegungen von Maschinenteilen, von der Maschine selbst oder von der Maschine gehaltenen Werkstücken und/oder Lasten auf die Parameter für eine sichere Konstruktion begrenzt sind (z. B. Bereich, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Abbremsen, Belastbarkeit). Dynamische Auswirkungen müssen berücksichtigt werden (Schwingen von Lasten usw.).

Zum Beispiel:

- die Bewegungsgeschwindigkeit einer fahrbaren, mitgängergeführten Maschine, mit Ausnahme von ferngesteuerten Maschinen, muss der Geschwindigkeit beim Gehen angepasst sein;
- Bereich, Geschwindigkeit, Beschleunigung und Abbremsen von Bewegungen von Fahrkörben für Personen und Personenhebezeugen müssen unter Berücksichtigung der Gesamtreaktionszeit von Bedienperson und Maschine auf nicht gefährdende Werte begrenzt werden;
- der Bewegungsbereich von Teilen der Maschine zum Anheben von Lasten muss innerhalb festgelegter Grenzen gehalten werden.

Falls die Maschine verschiedene Elemente enthält, die unabhängig voneinander betrieben werden können, muss die Steuerung so ausgelegt sein, dass Risiken aufgrund fehlender Koordination verhindert werden (zum Beispiel, System zur Verhinderung von Zusammenstößen).

6.2.11.2 Ingangsetzung einer internen Energiequelle/Einschalten einer äußeren Energiequelle

Die Ingangsetzung einer internen Energiequelle oder das Einschalten einer äußeren Energiequelle darf nicht zu einer Gefährdungssituation führen.

Zum Beispiel:

- das Anlassen eines eingebauten Verbrennungsmotors darf nicht zu einer Bewegung einer fahrbaren Maschine führen;
- das Anschließen an die Stromversorgung darf nicht zum Anlaufen von Arbeitsteilen einer Maschine führen.

Siehe IEC 60204-1:2005, 7.5 (siehe auch Anhänge A und B).

6.2.11.3 Ingangsetzung/Stillsetzung eines Mechanismus

Der maßgebliche Vorgang zur Ingangsetzung oder Beschleunigung 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 ausgeführt werden (wobei Zustand 1 der höchste Energiezustand ist).

Der maßgebliche Vorgang zum Stillsetzen oder Verlangsamen sollte 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 ausgeführt werden (wobei Zustand 1 der höchste Energiezustand ist).

Bei bestimmten Anwendungen, wie Hochspannungs-Schaltanlagen, kann dieser Grundsatz nicht befolgt werden. In solchen Fällen sollten andere Maßnahmen ergriffen werden, um das gleiche Schutzniveau hinsichtlich des Stillsetzens und Verlangsamens zu erreichen.

Wenn dieser Grundsatz nicht beachtet wird, damit die Bedienperson die ständige Kontrolle über das Abbremsen behält (z. B. bei einer hydraulischen Bremseinrichtung einer fahrbaren Maschine mit Eigenantrieb), dann muss die Maschine mit einer Einrichtung zum Verlangsamen und Stillsetzen für den Fall des Ausfalls der Hauptbremsanlage ausgerüstet sein.

6.2.11.4 Wiederanlauf nach Energieausfall

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

6.2.11.5 Unterbrechung der Energieversorgung

Die Maschine muss so konstruiert sein, dass Gefährdungssituationen verhindert werden, die aus einer Unterbrechung oder aus übermäßigen Schwankungen der Energieversorgung resultieren. Es müssen mindestens die folgenden Anforderungen erfüllt werden:

- die STOP-Funktion der Maschine muss aufrechterhalten werden;
- sämtliche Einrichtungen, deren ständiger Betrieb für die Sicherheit erforderlich ist, müssen wirksam arbeiten, um die Sicherheit aufrechtzuerhalten (z. B. Verriegelungen, Klemmeinrichtungen, Kühl- oder Heizeinrichtungen, Servolenkung von fahrbaren Maschinen mit Eigenantrieb);
- Teile von Maschinen oder von der Maschine gehaltene Werkstücke und/oder Lasten, die sich als Folge einer potenziellen Energie bewegen können, müssen so lange gehalten werden, wie dies für das sichere Absenken erforderlich ist.

6.2.11.6 Verwendung von Selbstüberwachung

Selbstüberwachung stellt sicher, dass durch Schutzmaßnahmen umgesetzte Sicherheitsfunktionen auch dann ausgeführt werden, wenn die Funktionsfähigkeit eines Bauteils oder Elements vermindert ist oder sich die Prozessbedingungen so geändert haben, dass Gefährdungen entstehen.

Selbstüberwachung erkennt einen Fehler entweder sofort oder führt periodische Prüfungen durch, so dass der Fehler erkannt wird, bevor die Sicherheitsfunktion das nächste Mal aufgerufen wird. In beiden Fällen kann die Schutzmaßnahme sofort ausgelöst oder so lange verzögert werden, bis ein bestimmtes Ereignis eintritt (z. B. der Beginn eines Arbeitszyklus der Maschine).

Die Schutzmaßnahme darf zum Beispiel sein:

- Stillsetzung des gefährdenden Prozesses,
- Verhindern des Wiederanlaufs dieses Prozesses nach der ersten auf den Ausfall folgenden Stillsetzung, oder
- Auslösen eines Alarms.

6.2.11.7 Sicherheitsfunktionen, die durch programmierbare elektronische Steuerungen umgesetzt werden

6.2.11.7.1 Allgemeines

Eine Steuerung, die eine programmierbare elektronische Ausrüstung enthält (z. B. programmierbare Steuerungsgeräte), kann, sofern geeignet, für die Umsetzung von Sicherheitsfunktionen bei Maschinen verwendet werden. Wird eine programmierbare elektronische Steuerung verwendet, ist der Zusammenhang zwischen deren Leistungsanforderungen und den Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen zu berücksichtigen.

Die programmierbare elektronische Steuerung muss so konstruiert werden, dass die Wahrscheinlichkeit von zufälligen Ausfällen der Hardware und von systematischen Ausfällen, die die Leistung der sicherheitsrelevanten Steuerungsfunktion(en) beeinträchtigen können, ausreichend gering ist. Wenn eine programmierbare elektronische Steuerung eine Überwachungsfunktion ausübt, muss das Systemverhalten im Falle des Erkennens eines Fehlers berücksichtigt werden (für weitere Anleitungen siehe auch die Reihe IEC 61508).

ANMERKUNG ISO 13849-1 und IEC 62061, die speziell für die Sicherheit von Maschinen gelten, geben Anleitungen für die Anwendung programmierbarer elektronischer Steuerungen.

Die programmierbare elektronische Steuerung sollte so eingebaut und validiert werden, dass sichergestellt ist, dass die festgelegte Leistung für jede Sicherheitsfunktion erreicht wird [z. B. Sicherheitsintegritätsniveau (SIL) in IEC 61508]. Die Validierung umfasst Prüfung und Analyse (z. B. statische, dynamische oder Ausfallanalyse), um zu zeigen, dass alle Teile zur Ausführung der Sicherheitsfunktion ordnungsgemäß zusammenarbeiten und dass keine unbeabsichtigten Funktionen auftreten.

6.2.11.7.2 Hardwareaspekte

Die Hardware (einschließlich z. B. Sensoren, Stellteilen und logischer Dekodierung) muss so ausgewählt (und/oder konstruiert) und eingebaut werden, dass sowohl die funktionellen als auch die Leistungsanforderungen der auszuführenden Sicherheitsfunktion(en) erfüllt werden. Dies ist besonders durch Folgendes zu erreichen:

- konstruktive Beschränkungen (Systemkonfiguration, Fähigkeit des Systems Fehler zuzulassen, Verhalten des Systems bei Erkennen eines Fehlers usw.);
- Auswahl (und/oder Konstruktion) von Ausrüstungen und Einrichtungen mit angemessener Wahrscheinlichkeit des Auftretens von gefährdenden zufälligen Ausfällen der Hardware, und
- Einbeziehen von Maßnahmen und Techniken in die Hardware, um systematische Ausfälle zu vermeiden und systematische Fehler zu kontrollieren.

6.2.11.7.3 Softwareaspekte

Die Software, einschließlich interner Betriebssoftware (oder Systemsoftware) und Anwendersoftware, muss so ausgelegt sein, dass die Leistungsspezifikation für die Sicherheitsfunktionen erfüllt wird (siehe auch IEC 61508-3).

Anwendersoftware sollte durch den Benutzer nicht umprogrammierbar sein. Dies kann durch Anwendung von in einen nicht umprogrammierbaren Speicher integrierter Software erreicht werden [z. B. Mikrokontroller, anwendungsspezifische Schaltkreise (ASIC)].

Erfordert die Anwendung ein Umprogrammieren durch den Benutzer, sollte der Zugriff auf die Software für die Sicherheitsfunktionen begrenzt sein (z. B. durch Schlösser oder Passwörter für die befugten Personen).

6.2.11.8 Grundsätze zu handbetätigten Befehlseinrichtungen (Handsteuerung)

Dabei handelt es sich um Folgendes:

- a) Handbetätigte Befehlseinrichtungen müssen nach den in 6.2.8, Punkt f) angegebenen relevanten ergonomischen Grundsätzen konstruiert und angeordnet werden.
- b) In der Nähe jeder START-Steuerungseinrichtung muss eine STOP-Steuerungseinrichtung angeordnet sein. Wird die START/STOP-Funktion mithilfe einer Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung bewirkt, muss eine getrennte STOP-Steuerungseinrichtung vorgesehen sein, wenn sich ein Risiko daraus ergeben kann, dass beim Loslassen der Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung kein STOP-Befehl ausgelöst wird.
- c) Handbetätigte Befehlseinrichtungen müssen außerhalb des Wirkungsbereichs von Gefährdungsbereichen angeordnet sein (siehe IEC 61310-3); ausgenommen sind bestimmte Befehlseinrichtungen wie Einrichtungen zum Stillsetzen im Notfall oder Schwenkarmschalttafeln, die notwendigerweise innerhalb eines Gefährdungsbereiches angeordnet sein müssen.
- d) Befehlseinrichtungen und Steuerungsstände müssen möglichst so angeordnet werden, dass die Bedienperson den Arbeitsbereich oder Gefährdungsbereich überblicken kann.
 - 1) Ein auf fahrbaren Maschinen aufsitzender Fahrer muss in der Lage sein, sämtliche Befehlseinrichtungen, die für die Bedienung der Maschine erforderlich sind, von der Fahrerposition aus zu betätigen; ausgenommen sind die Funktionen, die von anderen Positionen aus sicherer zu steuern sind.
 - 2) Bei Maschinen, die für das Heben von Personen vorgesehen sind, müssen Steuerungseinrichtungen für das Heben und Senken und gegebenenfalls für das Verfahren des Fahrkorbes üblicherweise im Fahrkorb angeordnet werden. Wenn der sichere Betrieb Stellteile erfordert, die außerhalb des Fahrkorbes angeordnet sind, müssen für die Bedienperson im Fahrkorb Mittel vorgesehen werden, mit denen gefährdende Bewegungen verhindert werden können.

- e) Sofern es möglich ist, dasselbe gefährdende Element mithilfe mehrerer Befehlseinrichtungen zu starten, muss der Steuerungskreis so geschaltet sein, dass zu einem gegebenen Zeitpunkt jeweils nur eine Befehlseinrichtung wirksam sein kann. Das gilt besonders für Maschinen, die von Hand gesteuert werden können, u. a. mit einer tragbaren Steuerungseinheit wie beispielsweise einer Schwenkarmschalttafel, mit der die Bedienperson den Gefährdungsbereich betreten kann.
- f) Stellteile müssen so konstruiert oder geschützt sein, dass deren Wirkungen nicht unabsichtlich ausgelöst werden können, sofern dadurch ein Risiko besteht (siehe ISO 9355-1, ISO 9355-3 und ISO 447).
- g) Bei Maschinenfunktionen, deren sicherer Betrieb von der ständigen und direkten Kontrolle der Bedienperson abhängig ist, müssen Maßnahmen getroffen werden, mit denen die Anwesenheit der Bedienperson am Steuerstand sichergestellt wird (z. B. durch die Konstruktion und Anordnung der Befehlseinrichtungen).
- h) Bei drahtloser Steuerung muss es zu einem selbsttätigen Stillsetzen kommen, wenn die ordnungsgemäßen Steuerungssignale nicht empfangen werden. Dies schließt auch den Verlust der Kommunikation mit ein (siehe IEC 60204-1).

6.2.11.9 Steuerungsart für das Einrichten, Teachen, Umrüsten, die Fehlersuche sowie für Reinigungs- oder Instandhaltungsarbeiten

Falls für das Einrichten, Teachen, Umrüsten, die Fehlersuche oder für Reinigungs- oder Instandhaltungsarbeiten von Maschinen eine trennende Schutzeinrichtung versetzt oder entfernt und/oder eine nichttrennende Schutzeinrichtung abgeschaltet werden muss und es für diese Aufgaben erforderlich ist, die Maschine oder einen Teil der Maschine in Gang zu setzen, muss die Sicherheit der Bedienperson durch eine spezifische Steuerungsart erreicht werden, bei der gleichzeitig

- a) alle weiteren Steuerungsarten abgeschaltet werden,
- b) der Betrieb der gefährdenden Teile nur durch kontinuierliche Betätigung einer Zustimmungseinrichtung, einer Zweihandschaltung oder einer Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung zugelassen wird,
- c) der Betrieb der gefährdenden Teile nur unter Bedingungen mit vermindertem Risiko zugelassen wird (z. B. verminderte Geschwindigkeit, verminderter Energie-/Kraftaufwand, schrittweiser Vorschub, z. B. mit einer Schrittschaltung), und
- d) der Betrieb gefährdender Funktionen durch absichtliche oder unabsichtliche Einwirkung auf die Sensoren der Maschine nicht möglich ist.

ANMERKUNG Für einige spezielle Maschinen können andere Schutzmaßnahmen angebracht sein.

Diese Steuerungsart muss mit einer oder mehreren der folgenden Maßnahmen verbunden werden:

- Zugangsbeschränkung zum Gefährdungsbereich, so weit wie möglich;
- Einrichtung zum Stillsetzen im Notfall in unmittelbarer Reichweite der Bedienperson;
- tragbare Steuerungseinheit (Schwenkarmschalttafel) und/oder örtliche Befehlseinrichtungen, welche die Sicht auf die zu steuernden Teile zulassen.

Siehe IEC 60204-1.

6.2.11.10 Auswahl von Steuerungs- und Betriebsarten

Ist die Maschine so konstruiert und gebaut, dass mehrere Steuerungsabläufe oder Betriebsarten möglich sind, die unterschiedliche Schutzmaßnahmen und/oder Arbeitsverfahren erfordern (z. B. für Einstellen, Einrichten, Instandhaltung, Inspektion), muss sie mit einem in jeder Stellung abschließbaren Betriebsartenschalter ausgestattet sein. Jede Stellung des Wahlschalters muss deutlich erkennbar sein und darf nur die Auswahl einer einzigen Steuerungs- oder Betriebsart ermöglichen.

Der Wahlschalter darf durch andere Wahlmittel ersetzt werden, durch die nur bestimmte Gruppen von Bedienpersonen bestimmte Funktionen der Maschinen ausführen können (z. B. Zugangscode für bestimmte numerisch gesteuerte Funktionen).

6.2.11.11 Anwenden von Maßnahmen zum Erreichen von elektromagnetischer Verträglichkeit (EMV)

Für eine Anleitung zum Erreichen elektromagnetischer Verträglichkeit siehe IEC 60204-1 und IEC 61000-6.

6.2.11.12 Vorhaltung von Diagnosesystemen zum Erleichtern der Fehlersuche

Diagnosesysteme zum Erleichtern der Fehlersuche sollten in das Steuerungssystem mit eingeschlossen werden, so dass es nicht erforderlich ist, irgendeine Schutzmaßnahme außer Kraft zu setzen.

ANMERKUNG Derartige Systeme verbessern nicht nur die Verfügbarkeit und Wartungsfreundlichkeit von Maschinen, sie verringern auch die Gefährdungsexposition des Instandhaltungspersonals.

6.2.12 Minimieren des Ausfalls von Sicherheitsfunktionen

6.2.12.1 Allgemeines

Die Sicherheit von Maschinen hängt nicht nur von der Zuverlässigkeit der Steuerungen ab, sondern auch von der Zuverlässigkeit aller Teile der Maschine.

Die Aufrechterhaltung der Sicherheitsfunktionen ist für die sichere Anwendung der Maschine von größter Bedeutung. Dies kann durch die in 6.2.12.2 bis 6.2.12.4 angegebenen Maßnahmen erreicht werden.

6.2.12.2 Verwendung zuverlässiger Bauteile

„Zuverlässige Bauteile“ sind Bauteile, die in der Lage sind, sämtliche Störungen und Beanspruchungen auszuhalten, die mit dem Einsatz der Ausrüstung unter den Bedingungen der bestimmungsgemäßen Verwendung (einschließlich der Umweltbedingungen) während der festgelegten Gebrauchsdauer oder der festgelegten Anzahl von Arbeitsgängen verbunden sind, wobei nur eine geringe Wahrscheinlichkeit besteht, dass Ausfälle zu einer Gefährdung durch Fehlfunktionen der Maschine führen. Bei der Auswahl der Bauteile müssen alle oben angeführten Faktoren berücksichtigt werden (siehe auch 6.2.13).

ANMERKUNG 1 „Zuverlässige Bauteile“ ist kein Synonym für „bewährte Bauteile“ (siehe ISO 13849-1:2006, 6.2.4).

ANMERKUNG 2 Die zu berücksichtigenden Umweltbedingungen umfassen Stoß, Vibration, Kälte, Hitze, Feuchtigkeit, Staub, korrodierend und/oder abreibend wirkende Stoffe, statische Elektrizität sowie magnetische und elektrische Felder. Die Störungen, die durch diese Beanspruchungen hervorgerufen werden können, umfassen Versagen der Isolierung sowie vorübergehenden oder ständigen Funktionsausfall von Komponenten der Steuerung.

6.2.12.3 Anwendung von Bauteilen mit „spezifiziertem Ausfallverhalten“

Bauteile oder Systeme mit „spezifiziertem Ausfallverhalten“ sind solche, bei denen die vorherrschende Ausfallart von vornherein bekannt ist und die so verwendet werden können, dass die Auswirkung eines solchen Ausfalls auf die Maschinenfunktion vorhergesagt werden kann.

ANMERKUNG In einigen Fällen ist es erforderlich, zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen, um die negativen Auswirkungen eines solchen Ausfalls zu begrenzen.

Die Verwendung solcher Bauteile sollte immer überdacht werden, besonders in Fällen, in denen keine Redundanz (siehe 6.2.12.4) angewendet wird.

6.2.12.4 Verdopplung (oder Redundanz) von Bauteilen oder Teilsystemen

Bei der Konstruktion von sicherheitsrelevanten Teilen der Maschine darf eine Verdopplung (oder Redundanz) von Bauteilen angewendet werden, sodass bei Ausfall eines Bauteils ein anderes Bauteil (oder andere Bauteile) seine (ihre) Funktion weiter ausführt (ausführen) und dadurch sicherstellen, dass die Sicherheitsfunktion aufrecht erhalten bleibt.

Um das ordnungsgemäße Einleiten der Maßnahme sicherzustellen, muss der Ausfall eines Bauteiles durch Selbstüberwachung erkannt werden (siehe 6.2.11.6) oder unter Umständen durch regelmäßige Inspektion, vorausgesetzt, dass der Inspektionsabstand kürzer ist als die erwartete Lebensdauer der Bauteile.

Unterschiedliche Konstruktionen und/oder Technologien können gleichzeitig verwendet werden, um Ausfälle aufgrund gemeinsamer Ursache (z. B. durch elektromagnetische Störungen) oder gleichartige Ausfälle zu vermeiden.

6.2.13 Begrenzen 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 auf Antriebssysteme (Betriebsteil, siehe Anhang A) ebenso wie auf Steuerungen und auf Sicherheitsfunktionen ebenso wie auf sonstige Maschinenfunktionen.

Bei der Verwendung sicherheitsrelevanter Bauteile, wie z. B. bestimmter Sensoren/Messfühler, muss deren Zuverlässigkeit bekannt sein.

Bauteile von trennenden Schutzeinrichtungen und nichttrennenden Schutzeinrichtungen müssen besonders zuverlässig sein, weil deren Ausfall Personen Gefährdungen aussetzen kann und weil geringe Zuverlässigkeit Anlass zu Versuchen geben könnte, diese Maßnahmen zu umgehen.

6.2.14 Begrenzen der Gefährdungsexposition durch Mechanisierung oder Automatisierung von Belade-(Beschickungs-)/Entlade-(Entnahme-)arbeiten

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

Automatisierung lässt sich zum Beispiel durch Roboter, Handhabungseinrichtungen, Transfereinrichtungen und Druckluftausrüstung erreichen. Mechanisierung lässt sich zum Beispiel durch Zuführschlitten, Schubstangen und handbetätigte Schalttische erreichen.

Obwohl automatische Belade- und Entladeeinrichtungen für Bedienpersonen von Maschinen einen großen Beitrag zur Unfallverhütung leisten, können sie bei der Behebung von Fehlern Gefährdungen hervorrufen. Es muss darauf geachtet werden, dass durch die Verwendung derartiger Einrichtungen nicht zusätzliche Gefährdungen, wie Fangen oder Quetschen, zwischen den Einrichtungen und den Maschinenteilen oder den be- oder verarbeiteten Werkstücken/Werkstoffen geschaffen werden. Falls dies nicht sichergestellt werden kann, müssen geeignete Schutzeinrichtungen (siehe 6.3) vorgesehen werden.

Automatische Belade- und Entladeeinrichtungen mit eigener Steuerung und die Steuerung der zugehörigen Maschine müssen miteinander verbunden werden, nachdem der Ablauf sämtlicher Sicherheitsfunktionen in allen Steuerungs- und Betriebsarten der ganzen Ausrüstung gründlich untersucht wurde.

6.2.15 Begrenzen der Gefährdungsexposition durch Schaffung von Einricht- und Wartungsstellen außerhalb von Gefährdungsbereichen

Die Notwendigkeit des Zugangs zu den Gefährdungsbereichen muss durch Platzieren von Wartungs-, Schmierstellen- und Einstellungspunkten außerhalb dieser Bereiche minimiert werden.

6.3 Technische Schutzmaßnahmen und ergänzende Schutzmaßnahmen

6.3.1 Allgemeines

Zum Schutz von Personen vor Gefährdungen, die durch eine inhärent sichere Konstruktion entweder nicht in angemessener Weise vermieden oder deren Risiken nicht ausreichend begrenzt werden können, müssen trennende und nichttrennende Schutzeinrichtungen angewendet werden. Es können ergänzende Schutzmaßnahmen getroffen werden, die zusätzliche Ausrüstungen (z. B. Einrichtungen zum Stillsetzen im Notfall) enthalten.

ANMERKUNG Die verschiedenen Arten von trennenden und nichttrennenden Schutzeinrichtungen sind in 3.27 und 3.28 festgelegt.

Bestimmte Schutzeinrichtungen können angewendet werden, um die Exposition gegen mehr als eine Gefährdung zu vermeiden.

BEISPIEL Eine feststehende trennende Schutzeinrichtung, die den Zugang in einen Bereich mit einer mechanischen Gefährdung verhindert, die benutzt wird, um Geräuschpegel zu verringern und toxische Emissionen abzufangen.

6.3.2 Auswahl und praktische Anwendung von trennenden und nichttrennenden Schutzeinrichtungen

6.3.2.1 Allgemeines

Dieser Unterabschnitt enthält eine Anleitung zur Auswahl und Anwendung von trennenden und nichttrennenden Schutzeinrichtungen, deren wesentlicher Zweck darin besteht, Personen gegen Gefährdungen zu schützen, die von sich bewegenden Teilen ausgehen, entsprechend deren Merkmalen (siehe Bild 4) und der Notwendigkeit des Zugangs zu dem (den) Gefährdungsbereich(en).

Die exakte Auswahl einer Schutzeinrichtung für eine bestimmte Maschine muss auf Grundlage der Risikobeurteilung für diese Maschine erfolgen.

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

Wenn häufigerer Zugang erforderlich wird, führt dies unweigerlich dazu, dass die feststehende trennende Schutzeinrichtung nicht wieder an ihrem Platz befestigt wird. Dies macht die Anwendung einer alternativen Schutzmaßnahme erforderlich (bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtung, berührungslos wirkende Schutzeinrichtung).

Manchmal kann eine Kombination verschiedener Schutzeinrichtungen erforderlich sein. Wenn z. B. zusammen mit einer feststehenden trennenden Schutzeinrichtung eine mechanische Zuführeinrichtung für die Zuführung eines Werkstücks in die Maschine eingesetzt wird und damit die Notwendigkeit des Zugangs zum Hauptgefährdungsbereich überflüssig wird, kann eine Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion erforderlich werden, die vor einer sekundären Gefährdung durch Einziehen oder Scheren zwischen der mechanischen Zuführeinrichtung, falls erreichbar, und der feststehenden trennenden Schutzeinrichtung schützt.

Die Abgrenzungen von Steuerständen und Eingriffsbereichen sind zu berücksichtigen, um einen kombinierten Schutz gegen mehrere Gefährdungen zu bieten, einschließlich

- a) Gefährdungen durch fallende oder herausgeschleuderte Gegenstände, zum Beispiel unter Verwendung von Schutz in Form von Schutzaufbauten gegen herab fallende Gegenstände (FOPS),
- b) Gefährdungen durch Emissionen (Schutz gegen Lärm, Vibration, Strahlung, gesundheitsgefährdende Stoffe usw.),

- c) Gefährdungen durch die Umwelt (Schutz gegen Hitze, Kälte, Schlechtwetter usw.),
- d) Gefährdungen durch Umkippen oder Überschlagen von Maschinen, zum Beispiel unter Verwendung von Schutz in Form von Überrollschutzaufbauten (ROPS) und Umsturzschutzvorrichtungen (TOPS).

Die Konstruktion von abgegrenzten Arbeitsplätzen wie Kabinen muss die ergonomischen Grundsätze hinsichtlich Sichtbarkeit, Beleuchtung, Klimabedingungen, Zugänglichkeit und Körperhaltung berücksichtigen.

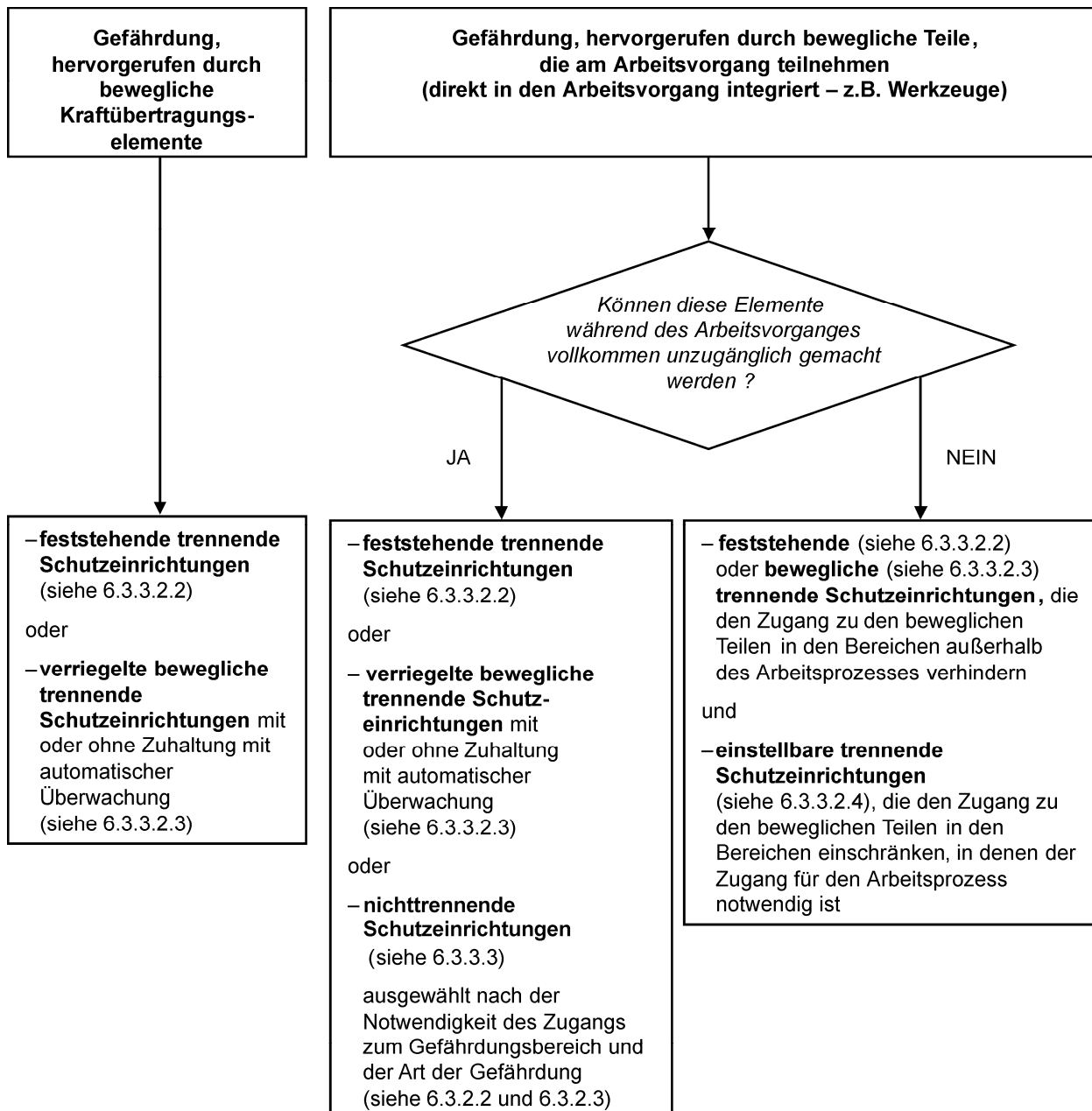


Bild 4 — Anleitung für die Auswahl von Schutzeinrichtungen gegen Gefährdungen, die von sich bewegenden Teilen ausgehen

6.3.2.2 Wenn bei normalem Betrieb kein Zugang zum Gefährdungsbereich erforderlich ist

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

- a) feststehende trennende Schutzeinrichtungen (siehe auch ISO 14120);
- b) verriegelte trennende Schutzeinrichtungen mit oder ohne Zuhaltung (siehe auch 6.3.3.2.3, ISO 14119, und ISO 14120);
- c) selbsttätig schließende trennende Schutzeinrichtungen (siehe ISO 14120:2002, 3.3.2);
- d) sensitive Schutzeinrichtungen, z. B. elektrosensitive Schutzeinrichtungen (siehe IEC 61496) oder druckempfindliche Schutzeinrichtungen (siehe ISO 13856).

6.3.2.3 Wenn der Zugang zum Gefährdungsbereich bei normalem Betrieb erforderlich ist

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

- a) verriegelte trennende Schutzeinrichtungen mit oder ohne Zuhaltung (siehe auch 6.3.3.2.3, ISO 14119, und ISO 14120);
- b) sensitive Schutzeinrichtungen, z. B. elektrosensitive Schutzeinrichtungen (siehe IEC 61496);
- c) einstellbare trennende Schutzeinrichtungen;
- d) selbsttätig schließende trennende Schutzeinrichtungen (siehe ISO 14120:2002, 3.3.2);
- e) Zweihandschaltungen (siehe ISO 13851);
- f) trennende Schutzeinrichtungen mit Startfunktion (steuernde trennende Schutzeinrichtung) (siehe 6.3.3.2.5).

6.3.2.4 Wo Zugang zum Gefährdungsbereich zum Einrichten der Maschine, Teachen, Umrüsten, zur Fehlersuche, zur Reinigung oder Instandhaltung erforderlich ist

Maschinen müssen möglichst so konstruiert sein, dass die zum Schutz der Bedienperson während der Produktion an der Maschine vorgesehenen Schutzeinrichtungen auch dem Personal Sicherheit bieten, welches das Einrichten, Teachen, Umrüsten, die Fehlersuche, das Reinigen oder die Instandhaltung durchführt, ohne dieses bei der Erfüllung seiner Aufgabe zu behindern. Diese Aufgaben müssen identifiziert und bei der Risikobeurteilung als Teil der Verwendung der Maschine berücksichtigt werden (siehe 5.2).

ANMERKUNG Energietrennung und -ableitung für das Abschalten der Maschine (siehe 6.3.5.4 sowie auch ISO 14118:2000, 4.1 und Abschnitt 5) stellen den höchsten Grad an Sicherheit bei der Durchführung von Arbeiten sicher (besonders Instandhaltungs- und Reparaturarbeiten), die nicht erfordern, dass die Maschine mit der Energieversorgung verbunden bleibt.

6.3.2.5 Auswahl und Anwendung von sensitiven Schutzeinrichtungen¹⁾

6.3.2.5.1 Auswahl

Aufgrund der großen Vielfalt von Technologien mit ihren verschiedenen Erkennungsfunktionen sind sensitive Schutzeinrichtungen in sehr unterschiedlichem Maße für Sicherheitsanwendungen geeignet. Die folgenden Festlegungen zielen darauf ab, dem Konstrukteur Kriterien für die Auswahl der für jede Anwendung am meisten geeigneten Einrichtung(en) zur Verfügung zu stellen.

Zu den Bauarten von sensitiven Schutzeinrichtungen gehören

- Lichtschranken,
- Abtastvorrichtungen, wie z. B. Laserabtaster,
- Schalmatten, und
- Schaltleisten mit Annäherungsreaktion, Drähte mit Annäherungsreaktion.

Sensitive Schutzeinrichtungen können für Folgendes verwendet werden:

- für die Annäherungsreaktion,
- für die Anwesenheitsmeldung,
- sowohl für Annäherungsreaktion als auch Anwesenheitsmeldung, oder
- zum erneuten Ingangsetzen einer Maschinenfunktion — einem Vorgehen, das strengen Bedingungen unterliegt.

ANMERKUNG Einige Bauarten von sensitiven Schutzeinrichtungen können entweder für die Anwesenheitsmeldung oder für die Annäherungsreaktion ungeeignet sein.

Unter anderem können die folgenden Eigenschaften der Maschine die alleinige Anwendung von sensitiven Schutzeinrichtungen ausschließen:

- Möglichkeit, dass Materialien oder Teile aus der Maschine herausgeschleudert werden;
- Notwendigkeit des Schutzes gegen Emissionen (Lärm, Strahlung, Staub usw.);
- unregelmäßige oder übermäßige Zeit zum Stillsetzen der Maschine;
- Unfähigkeit einer Maschine, im Verlauf eines Zyklus anzuhalten.

6.3.2.5.2 Anwendung

Berücksichtigt werden sollten

- a) der Umfang, die Eigenschaften und die Lage des Erkennungsbereichs (siehe ISO 13855, welche die Anordnung einiger Bauarten von sensitiven Schutzeinrichtungen behandelt),
- b) die Reaktion des Gerätes auf Fehlerzustände (siehe IEC 61496 für elektrosensitive Schutzeinrichtungen),
- c) die Möglichkeit der Umgehung, sowie

¹⁾ Weitere Einzelheiten sind in IEC/TS 62046 angegeben.

- d) das Erkennungsvermögen und dessen Veränderung im Laufe der Zeit (zum Beispiel infolge der Anfälligkeit gegenüber verschiedenen Umweltbedingungen wie reflektierenden Oberflächen, weiteren Quellen künstlichen Lichts, Sonnenlicht oder Luftverunreinigungen).

ANMERKUNG 1 In IEC 61496 wird das Erkennungsvermögen von elektrosensitiven Schutzeinrichtungen definiert.

Sensitive Schutzeinrichtungen müssen in das Betriebsteil integriert und mit der Steuerung der Maschine verbunden sein, damit

- ein Steuerungsbefehl ausgelöst wird, sobald eine Person oder ein Körperteil erkannt wird,
- die gefährdenden Maschinenfunktionen nicht selbsttätig erneut in Gang gesetzt werden, wenn die erkannte Person oder der erkannte Körperteil den Erkennungsbereich verlässt, und deshalb der durch die sensitive Schutzeinrichtung ausgelöste Steuerungsbefehl von der Steuerung solange aufrechterhalten wird, bis ein neuer Steuerungsbefehl ausgelöst wird,
- das erneute in Gang setzen der gefährdenden Maschinenfunktionen das Ergebnis einer absichtlichen Betätigung einer Steuerungseinrichtung durch die Bedienerperson ist, wobei die Steuerungseinrichtung außerhalb des Gefährdungsbereiches an einer Stelle angeordnet ist, von der aus die Bedienerperson diesen Bereich überblicken kann;
- die Maschine nicht arbeiten kann, solange die Erkennungsfunktion der sensitiven Schutzeinrichtung unterbrochen ist, ausgenommen in „Sperrphasen“, und
- die Lage und Form des Erkennungsfeldes, eventuell zusammen mit feststehenden trennenden Schutzeinrichtungen, verhindert, dass Personen oder Körperteile in einen Gefährdungsbereich hineingelangen oder sich darin befinden, ohne erkannt zu werden.

ANMERKUNG 2 „Sperrphasen“ bedeutet die zeitweise Aussetzung einer Sicherheitsfunktion durch sicherheitsrelevante Teile der Steuerung (siehe ISO 13849-1).

Für die detaillierte Betrachtung des Fehlerverhaltens, zum Beispiel von aktiven optoelektronischen Schutzeinrichtungen, sollte IEC 61496 berücksichtigt werden.

6.3.2.5.3 Zusätzliche Anforderungen an sensitive Schutzeinrichtungen bei deren Einsatz für die Auslösung von Zyklen

In diesem Ausnahmefall wird das in Gang setzen eines Maschinenzyklus ohne einen zusätzlichen Startbefehl ausgelöst, indem eine Person oder ein Körperteil den Erkennungsbereich verlässt, d. h. abweichend von den allgemeinen Anforderungen in 6.3.2.5.2, zweiter Absatz, zweiter Spiegelstrich. Nach dem Einschalten der Energieversorgung oder nach Anhalten der Maschine durch die Annäherungsreaktion der sensitiven Schutzeinrichtung darf der Maschinenzyklus nur durch einen beabsichtigten Startbefehl ausgelöst werden.

Das Auslösen des Zyklus durch eine sensitive Schutzeinrichtung muss den folgenden Bedingungen unterliegen:

- a) nur aktive optoelektronische Schutzeinrichtungen (AOPDs), die die Bedingungen der Normenreihe IEC 61496 erfüllen, sind zu verwenden;
- b) die Anforderungen an eine AOPD, die als Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion und als Anwesenheitsmelder verwendet wird, sind erfüllt (siehe IEC 61496) — insbesondere Anbringungsort, Mindestabstand (siehe ISO 13855), Erkennungsfähigkeit, Zuverlässigkeit und Überwachung von Steuerungen und Bremssystemen);
- c) die Zyklusdauer der Maschine ist kurz und die Maschine kann nach Freigabe des Abtastfeldes nur für die Dauer eines einzelnen normalen Zyklus in Gang gesetzt werden;
- d) das Gelangen in das Abtastfeld der AOPD oder das Öffnen von verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen sind die einzigen Möglichkeiten, in den Gefährdungsbereich zu gelangen;

- e) falls die Maschine mit mehreren AOPD-Schutzeinrichtungen ausgerüstet ist, ist nur eine von diesen in der Lage, den Zyklus erneut auszulösen, und
- f) die AOPD und der zugehörige Teil der Steuerung stimmen mit den Bedingungen für eine höhere sicherheitsrelevante Leistungsfähigkeit als unter Normalbedingungen überein, weil durch automatische Zyklusauflösung ein höheres Risiko vorhanden ist.

ANMERKUNG 1 Der in d) betrachtete Gefährdungsbereich ist jeglicher Bereich, in dem die gefährdende Funktion (einschließlich Zubehör und Kraftübertragungselementen) durch Freigabe des Abtastfeldes erzeugt wird.

ANMERKUNG 2 Siehe auch IEC/TS 62046.

6.3.2.6 Schutzmaßnahmen für die Standsicherheit

Wenn die Standsicherheit nicht durch inhärent sichere Konstruktion, z. B. durch ausgeglichene Masseverteilung (siehe 6.2.6), erreicht wird, muss diese durch Schutzmaßnahmen erreicht werden, wie zum Beispiel

- Verankerungsbolzen,
- Feststellvorrichtungen,
- Bewegungsbegrenzer oder mechanische Abschalter,
- Beschleunigungs- oder Abbremsbegrenzer,
- Beladebegrenzer, und
- Alarmeinrichtungen, die vor dem Erreichen der Grenzen der Standsicherheit und des Umkippens warnen.

6.3.2.7 Weitere nichttrennende Schutzeinrichtungen

Wenn die Maschine die ständige Kontrolle durch die Bedienperson erfordert (z. B. fahrbare Maschinen, Krane) und ein Fehler der Bedienperson eine Gefährdungssituation erzeugen kann, muss die Maschine mit den notwendigen Einrichtungen ausgerüstet werden, mit denen ein Betrieb innerhalb festgelegter Grenzen aufrechterhalten wird, insbesondere

- wenn die Bedienperson eine unzureichende Sicht auf den Gefährdungsbereich hat,
- wenn die Bedienperson den tatsächlichen Wert von sicherheitsrelevanten Parametern nicht kennt (z. B. Abstand, Geschwindigkeit, Gewicht einer Last, Neigungswinkel), und
- wenn Gefährdungen durch Vorgänge verursacht werden können, die nicht von der Bedienperson kontrolliert werden.

Zu den notwendigen Einrichtungen gehören

- a) Einrichtungen zur Begrenzung von Bewegungsparametern (Abstand, Winkel, Geschwindigkeit, Beschleunigung),
- b) Überlast- und Momentüberwachungseinrichtungen,
- c) Einrichtungen, die Zusammenstöße oder gegenseitige Beeinflussung mit anderen Maschinen verhindern,
- d) Einrichtungen zur Vermeidung von Gefährdungen für Mitgänger von fahrbaren Maschinen oder andere Fußgänger,
- e) Einrichtungen zur Drehmomentbegrenzung sowie Sollbruchstellen zur Vermeidung übermäßiger Beanspruchung von Bauteilen oder Baugruppen,

- f) Einrichtungen zur Begrenzung von Druck oder Temperatur,
- g) Einrichtungen zur Überwachung der Emissionen,
- h) Einrichtungen, die einen Betrieb bei Abwesenheit der Bedienerperson am Steuerstand verhindern,
- i) Einrichtungen, die Anhebevorgänge verhindern, wenn die Stabilisatoren nicht in ihrer bestimmungsgemäßen Lage sind,
- j) Einrichtungen, die die Schrägstellung auf einer Neigung begrenzen, und
- k) Einrichtungen, die sicherstellen, dass sich Teile vor einer Verfahrbewegung in gesicherter Lage befinden.

Wenn solche automatischen Schutzmaßnahmen ausgelöst werden, die den Betrieb der Maschine der Kontrolle der Bedienerperson entziehen (z. B. automatisches Beenden von gefährdenden Bewegungen), sollte zuvor oder gleichzeitig ein Warnsignal abgegeben werden, um der Bedienerperson die Möglichkeit zu geben, angemessen zu handeln (siehe 6.4.3).

6.3.3 Anforderungen an die Konstruktion von trennenden und nichttrennenden Schutzeinrichtungen

6.3.3.1 Allgemeine Anforderungen

Trennende und nichttrennende Schutzeinrichtungen müssen so konstruiert werden, dass sie für die bestimmungsgemäße Verwendung geeignet sind, wobei die damit verbundenen mechanischen und sonstigen Gefährdungen zu berücksichtigen sind. Trennende und nichttrennende Schutzeinrichtungen müssen mit der Arbeitsumgebung der Maschine kompatibel und so konstruiert sein, dass sie nicht leicht umgangen werden können. Sie dürfen während des Betriebs und aller weiteren Lebensphasen der Maschine möglichst wenig stören, um den Anreiz, sie zu umgehen, möglichst klein zu halten.

ANMERKUNG Zu weiteren Informationen siehe ISO 14120, ISO 13849-1, ISO 13851, ISO 14119, ISO 13856, IEC 61496 und IEC 62061.

Trennende und nichttrennende Schutzeinrichtungen

- a) müssen stabil gebaut sein,
- b) dürfen keine zusätzliche Gefährdung hervorrufen,
- c) dürfen nicht auf einfache Weise umgangen oder unwirksam gemacht werden können,
- d) müssen in ausreichendem Abstand zum Gefährdungsbereich angeordnet werden (siehe ISO 13855 und ISO 13857),
- e) dürfen den Arbeitsprozess nicht mehr als notwendig behindern, und
- f) müssen die wesentlichen Arbeiten für den Einbau und/oder Wechsel von Werkzeugen und die für Instandhaltungsarbeiten erforderlichen Eingriffe ermöglichen, indem ein Zugang nur zu dem Bereich zugelassen wird, in dem die Arbeiten durchzuführen sind — möglichst, ohne dass die trennende Schutzeinrichtung abgenommen oder die nichttrennende Schutzeinrichtung ausgeschaltet wird.

Zu Öffnungen in trennenden Schutzeinrichtungen siehe ISO 13857.

6.3.3.2 Anforderungen an trennende Schutzeinrichtungen

6.3.3.2.1 Funktionen von trennenden Schutzeinrichtungen

Trennende Schutzeinrichtungen können die folgenden Funktionen erfüllen:

- Verhindern des Zugangs zu dem Bereich, der von der trennenden Schutzeinrichtung umschlossen bzw. abgeschlossen ist und/oder
- Kapselung/Fernhaltung von Werkstoffen, Werkstücken, Spänen, Flüssigkeiten, die von der Maschine ausgeworfen oder ausgestoßen werden können, und Verminderung von Emissionen (Lärm, Strahlung, Gefahrstoffe wie Staub, Dämpfe, Gase), die von der Maschine erzeugt werden können.

Außerdem können sie möglicherweise besondere Eigenschaften hinsichtlich elektrischer Aufladung, Temperatur, Feuer, Explosion, Vibration, Sichtbarkeit (siehe ISO 14120) und der Ergonomie des Arbeitsplatzes der Bedienperson (z. B. Benutzerfreundlichkeit, Bewegungen der Bedienperson, Körperhaltung, kurzzyklische Bewegungen) haben.

6.3.3.2.2 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; sie sollten nicht ohne ihre Befestigungsmittel in geschlossener Stellung verbleiben (siehe ISO 14120).

ANMERKUNG Eine feststehende trennende Schutzeinrichtung kann an Scharnieren drehbar gelagert sein, um das Öffnen zu unterstützen.

6.3.3.2.3 Anforderungen an bewegliche trennende Schutzeinrichtungen

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

- im geöffneten Zustand möglichst weitgehend mit der Maschine oder anderen Konstruktionselementen (im Allgemeinen durch Scharniere oder Führungen) verbunden bleiben, und
- verriegelt sein (sofern erforderlich, mit Zuhaltung) (siehe ISO 14119).

Siehe Bild 4.

Bewegliche trennende Schutzeinrichtungen gegen Gefährdungen, die von nicht zur Kraftübertragung gehörenden beweglichen Teilen ausgehen, müssen so konstruiert und mit der Steuerung der Maschine so verbunden sein, dass

- die sich bewegenden Teile nicht in Gang gesetzt werden können, so lange sie sich in Reichweite der Bedienperson befinden, und die Bedienperson diese Teile nicht erreichen kann, sobald sie in Gang gesetzt wurden; dies kann durch verriegelte trennende Schutzeinrichtungen, sofern erforderlich mit Zuhaltung, erreicht werden,
- deren Einstellung nur durch eine beabsichtigte Handlung möglich ist, z. B. mit einem Werkzeug oder einem Schlüssel, und
- beim Fehlen oder Ausfall eines ihrer Bauteile, z. B. durch Selbstüberwachung (siehe 6.2.11.6), das in Gang setzen der beweglichen Teile verhindert wird oder diese Teile angehalten werden.

Siehe Bild 4 und ISO 14119.

6.3.3.2.4 Anforderungen an einstellbare trennende Schutzeinrichtungen

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

Manuell einstellbare trennende Schutzeinrichtungen müssen

- so konstruiert sein, dass die Einstellung während eines bestimmten Arbeitsablaufes unverändert erhalten bleibt, und
- ohne Werkzeuge leicht eingestellt werden können.

6.3.3.2.5 Anforderungen an trennende Schutzeinrichtungen mit Startfunktion (steuernde trennende Schutzeinrichtungen)

Eine trennende Schutzeinrichtung mit Startfunktion darf nur verwendet werden, wenn

- a) sämtliche Anforderungen an verriegelte trennende Schutzeinrichtungen erfüllt sind (siehe ISO 14119),
- b) die Zyklusdauer der Maschine kurz ist,
- c) die maximale Öffnungszeit der trennenden Schutzeinrichtung auf einen niedrigen Wert voreingestellt ist (z. B. ebenso lang wie die Dauer eines Zyklus) und sobald diese Zeit überschritten ist, die gefährdenden Funktionen nicht mehr durch Schließen der trennenden Schutzeinrichtung mit Startfunktion ausgelöst werden können und vor einem erneuten in Gang setzen der Maschine eine Rückstellung erforderlich ist,
- d) die Maße oder die Form der Maschine den Zugang von Personen oder Körperteilen in den Gefährdungsbereich oder zwischen Gefährdungsbereich und trennende Schutzeinrichtung verhindern, solange diese geschlossen ist (siehe ISO 14120),
- e) alle weiteren trennenden Schutzeinrichtungen, sowohl feststehende (abnehmbarer Typ) als auch bewegliche, verriegelte trennende Schutzeinrichtungen sind,
- f) die mit der trennenden Schutzeinrichtung mit Startfunktion verbundene Verriegelungseinrichtung so konstruiert ist — zum Beispiel durch Redundanz des Positionsmelders und Verwendung einer Selbstüberwachung (siehe 6.2.11.6) — dass ihr Ausfall nicht zu einem unbeabsichtigten/unerwarteten Anlauf führen kann, und
- g) die trennende Schutzeinrichtung sicher offen gehalten wird (zum Beispiel mit einer Feder oder mit einem Gegengewicht), damit ihr Zufallen aufgrund ihres Eigengewichtes keinen Start auslösen kann.

6.3.3.2.6 Gefährdungen durch trennende Schutzeinrichtungen

Es muss darauf geachtet werden, dass Gefährdungen vermieden werden, die ausgelöst werden könnten durch

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

6.3.3.3 Technische Eigenschaften von nichttrennenden Schutzeinrichtungen

Nichttrennende Schutzeinrichtungen müssen derart ausgewählt oder konstruiert und mit der Steuerung verbunden sein, dass die ordnungsgemäße Wirksamkeit der Sicherheitsfunktion(en) sichergestellt ist.

Nichttrennende Schutzeinrichtungen müssen entweder so ausgewählt werden, dass sie der entsprechenden Produktnorm entsprechen (z. B. IEC 61496 für aktive optoelektronische Schutzeinrichtungen) oder müssen nach einem oder mehreren der in ISO 13849-1 oder IEC 62061 formulierten Grundsätze konstruiert sein.

Nichttrennende Schutzeinrichtungen müssen so eingebaut und mit der Steuerung so verbunden sein, dass sie nicht leicht umgangen werden können.

6.3.3.4 Vorrichtungen für alternative Arten von Schutzeinrichtungen

Wenn bekannt ist, dass es notwendig sein wird die Schutzeinrichtungen aufgrund der Variationsbreite an durchzuführender Arbeit auszutauschen, sollten Vorkehrungen getroffen werden, die den Einbau alternativer Arten von Schutzeinrichtungen an der Maschine erleichtern.

6.3.4 Technische Schutzmaßnahmen zur Verringerung von Emissionen

6.3.4.1 Allgemeines

Falls die in 6.2.2.2 erwähnten Maßnahmen zur Verringerung von Emissionen an der Quelle nicht ausreichend sind, müssen zusätzliche Schutzmaßnahmen an der Maschine vorgesehen werden (siehe 6.3.4.2 bis 6.3.4.5).

6.3.4.2 Lärm

Zusätzliche Schutzmaßnahmen gegen Lärm umfassen

- Einkapselungen (siehe ISO 15667),
- an der Maschine angebrachte Abschirmungen, und
- Schalldämpfer (siehe ISO 14163).

6.3.4.3 Vibration

Zusätzliche Schutzmaßnahmen gegen Vibration umfassen

- Schwingungsisolierungen wie zwischen der Quelle und der gefährdeten Person angebrachte Dämpfungsvorrichtungen,
- federnde Aufhängungen, und
- schwingungsgedämpft angebrachte Sitze.

Zu Maßnahmen zur Schwingungsisolierung von ortsfesten Industriemaschinen siehe EN 1299.

6.3.4.4 Gefahrstoffe

Zusätzliche Schutzmaßnahmen gegen Gefahrstoffe umfassen

- Einkapselung der Maschine (Einkapselung mit Unterdruck),
- örtliche Entlüftung mit Filtereinrichtung,
- Befeuchten mit Flüssigkeiten, und
- besondere Lüftung im Bereich der Maschine (Luftvorhänge, Kabinen für Bedienpersonen).

Siehe ISO 14123-1.

6.3.4.5 Strahlung

Zusätzliche Schutzmaßnahmen gegen Strahlung umfassen

- Gebrauch von Filtern und Absorption, und
- Verwendung von Abschirmungen oder trennenden Schutzeinrichtungen.

6.3.5 Ergänzende Schutzmaßnahmen

6.3.5.1 Allgemeines

Schutzmaßnahmen, die weder inhärent sichere Konstruktionen noch technische Schutzmaßnahmen (Ausrüstung mit trennenden und/oder nichttrennenden Schutzeinrichtungen) noch Benutzerinformationen sind, müssen erforderlichenfalls entsprechend der bestimmungsgemäßen Verwendung und der vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlanwendung der Maschine vorgesehen werden. Derartige Schutzmaßnahmen schließen die in 6.3.5.2 bis 6.3.5.6 behandelten Maßnahmen ein, sind jedoch nicht auf diese begrenzt.

6.3.5.2 Bauteile und Bauelemente zum Stillsetzen im Notfall

Wenn aufgrund der Risikobeurteilung eine Maschine mit Bauteilen und -elementen zum Erreichen 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; aber wenn dies nicht möglich ist oder das Risiko nicht vermindert werden kann, sollte die Frage gestellt werden, ob die Realisierung der Funktion zum Stillsetzen im Notfall die beste Lösung ist;
- falls erforderlich, muss die Einrichtung zum Stillsetzen im Notfall bestimmte Bewegungen in einen sicheren Zustand auslösen oder deren Auslösung ermöglichen.

ANMERKUNG Zu näheren Einzelheiten siehe ISO 13850.

Auch wenn nach einem Befehl zum Stillsetzen im Notfall die Einrichtung mit Funktion zum Stillsetzen im Notfall nicht mehr aktiv 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 darf nur den erneuten Start zulassen.

Nähere Einzelheiten über die Konstruktion und Auswahl von elektrischen Bauteilen und -elementen zum Erreichen der Funktion zum Stillsetzen im Notfall sind in IEC 60204 enthalten.

6.3.5.3 Maßnahmen zur Befreiung und Rettung eingeschlossener Personen

Zu den Maßnahmen zur Befreiung und Rettung eingeschlossener Personen können unter anderem gehören:

- Fluchtwege und Unterstände in den Anlagen gegen Einschließen der Bedienperson in gefährliche Fangstellen,
- Vorkehrungen zum Bewegen bestimmter Elemente von Hand nach einem Nothalt,
- Vorkehrungen zur Umkehrung der Bewegung von bestimmten Elementen,
- Verankerungspunkte für Steigeinrichtungen,
- Mittel zur Kommunikation, mit denen eingeschlossene Bedienpersonen Hilfe herbeirufen können.

6.3.5.4 Maßnahmen zur Energietrennung und Energieableitung

Jede Maschine muss mit den technischen Mitteln zur Trennung von Energiequellen und zur Ableitung der gespeicherten Energie durch die folgende Maßnahmen ausgestattet sein:

- a) Trennen (Ausschalten, Abtrennen) der Maschine (oder bestimmter Teile der Maschine) von sämtlichen Energiequellen;
- b) Verriegeln (oder anderweitiges Sichern) aller Trenneinrichtungen in der trennenden Stellung;
- c) Ableitung oder, wenn dies nicht möglich oder umsetzbar ist, Zurückhalten (Rückhaltung) aller gespeicherten Energie, die zu einer Gefährdung führen kann;
- d) abgesicherte Feststellung, ob die nach a), b) und c) durchgeführten Maßnahmen die gewünschte Wirkung erzielt haben.

Siehe ISO 14118, Abschnitt 5, und IEC 60204-1:2005, 5.5 und 5.6.

6.3.5.5 Vorkehrungen für die leichte und sichere Handhabung von Maschinen und zugehörigen schweren Teilen

Maschinen und deren Teile, die nicht von Hand bewegt oder transportiert werden können, müssen mit geeigneten Befestigungsmöglichkeiten für den Transport mit Hebezeugen versehen sein oder versehen werden können.

Bei diesen Befestigungsmöglichkeiten (Vorrichtungen) darf es sich unter anderem handeln um

- genormte Hebevorrichtungen 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,
- Zinkenortungsgeräte für Maschinen, die mit einem Gabelstapler transportiert werden,
- Hebe- und Versatzzeuge und Vorrichtungen, die in die Maschine integriert sind.

Das manuelle Entfernen oder Austauschen von Maschinenteilen während des Betriebs muss sicher durchgeführt werden können.

Siehe auch 6.4.4 c), Punkt 3).

6.3.5.6 Maßnahmen für sicheren Zugang zu Maschinen

Maschinen müssen so konstruiert sein, dass es möglich ist, den Betrieb der Maschine und sämtliche Routinearbeiten beim Einrichten und/oder der Instandhaltung weitgehend vom Boden aus durchzuführen.

Wo das nicht möglich ist, müssen die Maschinen mit fest eingebauten Arbeitsbühnen, Treppen oder sonstigen Einrichtungen versehen sein, die einen sicheren Zugang für diese Arbeiten bieten, jedoch sollte darauf geachtet werden, dass derartige Arbeitsbühnen oder Treppen keinen Zugang zu Gefährdungsbereichen der Maschine gewähren.

Gangbereiche müssen aus Werkstoffen bestehen, die unter den Arbeitsbedingungen so rutschfest wie praktisch möglich bleiben. Sie müssen, in Abhängigkeit von der Höhe über dem Boden, mit geeigneten Geländern (siehe ISO 14122-3) versehen sein.

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

Zugangseinrichtungen zu hoch gelegenen Maschinenteilen müssen mit konstruktiven Schutzmaßnahmen gegen Abstürze (z. B. Treppengeländer, Treppenleitern und Plattformen und/oder Sicherheitskörbe für Leitern) ausgerüstet werden. Wenn erforderlich, müssen auch Befestigungspunkte für eine persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz vorgesehen werden (z. B. in Fahrkörben von Personenhebezeugen oder bei höhenverfahrbaren Steuerständen).

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

Erforderliche Hilfsmittel für den Zugang müssen vorgesehen werden (Stufen, Haltegriffe usw.). Die Steuerungseinrichtungen müssen so konstruiert und angeordnet werden, dass deren Verwendung als Hilfsmittel für den Zugang verhindert wird.

Maschinen zum Anheben von Gütern und/oder Personen mit Anhaltepositionen in bestimmten Höhen müssen mit verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen ausgerüstet sein, die einen Absturz verhindern, falls sich die Plattform nicht in der richtigen Höhe befindet. Wenn die trennende Schutzeinrichtung geöffnet ist, müssen Bewegungen der Hebeplattform unterbunden sein.

Zu ausführlichen Vorkehrungen siehe ISO 14122.

6.4 Benutzerinformation

6.4.1 Allgemeine Anforderungen

6.4.1.1 Das Abfassen der Benutzerinformation ist ein integraler Bestandteil der Konstruktion einer Maschine (siehe Bild 2). Die Benutzerinformation besteht aus Kommunikationselementen wie Texten, Wörtern, Zeichen, Signalen, Symbolen oder Diagrammen, die einzeln oder zusammen verwendet werden, um Informationen an den Benutzer weiterzugeben. Die Benutzerinformation ist für gewerbliche und/oder private Benutzer gedacht.

ANMERKUNG Siehe auch IEC 62079 für die Strukturierung und Präsentation der Benutzerinformation.

6.4.1.2 Es muss eine Benutzerinformation bereitgestellt werden, die den Benutzer über die bestimmungsgemäße Verwendung informiert, wobei besonders alle Betriebsarten berücksichtigt werden.

Die Benutzerinformation muss sämtliche Angaben enthalten, die für die sichere und ordnungsgemäße Verwendung der Maschine erforderlich sind. In dieser Hinsicht muss sie den Benutzer über das Restrisiko informieren und ihn davor warnen.

Die Benutzerinformation muss angeben, ob

- Ausbildung erforderlich ist,
- persönliche Schutzausrüstung benötigt wird, und ob
- möglicherweise zusätzliche trennende oder nichttrennende Schutzeinrichtungen vorzusehen sind (siehe Bild 2, Fußnote d).

Dabei dürfen keine Verwendungsmöglichkeiten der Maschine ausgeschlossen werden, die vernünftigerweise von der Bezeichnung und Beschreibung der Maschine her erwartet werden können; die Benutzerinformation muss auch unter besonderer Berücksichtigung der vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlanwendung vor dem Risiko warnen, das entstehen würde, wenn die Maschine anders als beschrieben verwendet wird.

6.4.1.3 Die Benutzerinformation muss einzeln oder zusammen behandeln: Transport, Montage, Installation (Aufbau und Einbau), in Betrieb nehmen, Verwendung der Maschine (Einrichten, Teachen/Programmieren oder Umrüsten, Betrieb, Reinigung, Fehlersuche und Instandhaltung) und gegebenenfalls Demontage, außer Betrieb nehmen, und Entsorgung.

6.4.2 Platzierung 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 — angegeben werden bzw. erfolgen müssen

- a) in/auf der Maschine selbst (siehe 6.4.3 und 6.4.4),
- b) in Begleitunterlagen (besonders in der Betriebsanleitung, siehe 6.4.5),
- c) auf der Verpackung,
- d) außerhalb der Maschine, durch andere Maßnahmen wie Signale und Warnhinweise.

Sofern wichtige Mitteilungen erforderlich sind, wie z. B. Warnhinweise, sind Standardformulierungen in Betracht zu ziehen (siehe auch IEC 62079).

6.4.3 Signale und Warneinrichtungen

Um vor drohenden Gefährdungen wie Maschinenanlauf oder Überdrehzahl zu warnen, dürfen optische Signale wie Blinklichter und akustische Signale wie Sirenen verwendet werden. Derartige Signale dürfen auch dazu verwendet werden, die Bedienperson zu warnen, bevor automatische Schutzmaßnahmen ausgelöst werden (siehe 6.3.2.7).

Wichtig ist, dass diese Signale

- a) vor Eintritt der Gefährdung abgegeben werden,
- b) eindeutig sind,
- c) deutlich wahrnehmbar und von allen anderen verwendeten Signalen zu unterscheiden sind, und
- d) von der Bedienperson und weiteren Personen klar erkannt werden können.

Die Warneinrichtungen müssen so konstruiert und angeordnet sein, dass die Überprüfung leicht durchführbar ist. Die Benutzerinformation muss die regelmäßige Überprüfung von Warneinrichtungen vorschreiben.

Der Konstrukteur muss die Möglichkeit einer „Reizüberflutung“ berücksichtigen, die sich aus zu vielen optischen und/oder akustischen Signalen ergeben kann und auch dazu führen kann, dass Warneinrichtungen umgangen werden.

ANMERKUNG Häufig ist Beratung des Benutzers zu diesem Thema erforderlich.

6.4.4 Kennzeichnungen, Zeichen (Piktogramme) und schriftliche Warnhinweise

Auf der Maschine müssen alle Kennzeichnungen angebracht sein, die notwendig sind

- a) um die Maschine eindeutig zu identifizieren, einschließlich folgender Mindestangaben:
 - 1) Name und Anschrift des Herstellers,
 - 2) Bezeichnung der Serie oder des Typs, und
 - 3) Seriennummer, falls vorhanden;

- b) um die Übereinstimmung der Maschine mit verbindlichen Anforderungen anzuzeigen:
 - 1) Kennzeichnung, und
 - 2) schriftliche Hinweise, wie zum Beispiel autorisierter Bevollmächtigter des Herstellers, Bezeichnung der Maschine, Baujahr und vorgesehene Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen),
- c) für den sicheren Gebrauch, z. B.
 - 1) größte Drehzahl rotierender Teile,
 - 2) größter Durchmesser von Werkzeugen,
 - 3) Masse (in Kilogramm) der Maschine selbst und/oder deren abnehmbarer Teile,
 - 4) größte Tragfähigkeit,
 - 5) Notwendigkeit zum Tragen persönlicher Schutzausrüstung,
 - 6) Daten über die Einstellung von trennenden Schutzeinrichtungen, und
 - 7) Häufigkeit von Inspektionen.

Beschriftungen auf der Maschine 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 eindeutig auf den betreffenden Teil der Funktion der Maschine bezogen werden können. Gut verständliche Zeichen (Piktogramme) sollten bevorzugt vor schriftlichen Warnhinweisen angewendet werden.

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

Schriftliche Warnhinweise müssen in der Sprache bzw. den Sprachen des Landes abgefasst sein, in dem die Maschine zum ersten Mal benutzt wird, und auf Anforderung auch in der Sprache bzw. den Sprachen, die von den Bedienpersonen verstanden wird.

ANMERKUNG In einigen Ländern wird die Verwendung einer speziellen (spezieller) Sprache(n) durch gesetzliche Anforderungen abgedeckt.

Kennzeichnungen müssen mit den anerkannten Normen übereinstimmen (z. B. ISO 2972 oder ISO 7000, insbesondere für Piktogramme, Symbole und Farben).

Zu Kennzeichnungen von elektrischen Ausrüstungen siehe IEC 60204-1.

Zur hydraulischen und pneumatischen Ausrüstung siehe ISO 4413 und ISO 4414.

6.4.5 Begleitunterlagen (insbesondere — Betriebsanleitung)

6.4.5.1 Inhalt

Die Betriebsanleitung oder weitere schriftliche Anweisungen (z. B. auf der Verpackung) müssen unter anderem Folgendes enthalten:

- a) Angaben über Transport, Handhabung und Lagerung der Maschine, wie zum Beispiel
 - 1) Lagerbedingungen für die Maschine,
 - 2) Maße, Masseangabe(n), Lage des (der) Schwerpunkte(s), und
 - 3) Angaben zur Handhabung (z. B. Zeichnungen, die die Anschlagpunkte für Hebezeuge angeben);

- b) Angaben über die Installation und das in Betrieb nehmen der Maschine, wie zum Beispiel
- 1) Anforderungen an die Befestigung/Verankerung und an die Geräusch- und Schwingungsdämpfung,
 - 2) Bedingungen für Montage und Aufstellung,
 - 3) Platzbedarf für Betrieb und Instandhaltung,
 - 4) zulässige Umgebungsbedingungen (z. B. Temperatur, Feuchtigkeit, Vibration, elektromagnetische Strahlung),
 - 5) Anweisungen zum Anschließen der Maschine an die Energieversorgung (besonders im Hinblick auf Schutz gegen elektrische Überlast),
 - 6) Hinweise zu Abfallbeseitigung/Entsorgung, und
 - 7) falls erforderlich, Empfehlungen zu Schutzmaßnahmen, die vom Benutzer zu treffen sind — z. B. zusätzliche Schutzeinrichtungen (siehe Bild 2, Fußnote d), Sicherheitsabstände, Sicherheitszeichen und -signale;
- c) Angaben über die Maschine selbst, wie zum Beispiel
- 1) genaue Beschreibung der Maschine, des Zubehörs, der trennenden Schutzeinrichtungen und/oder der nichttrennenden Schutzeinrichtungen,
 - 2) gesamter vorgesehener Anwendungsbereich, einschließlich möglicher verbotener Anwendungen, wobei gegebenenfalls unterschiedliche Ausführungen der Maschine zu berücksichtigen sind,
 - 3) Diagramme (besonders schematische Darstellungen der Sicherheitsfunktionen),
 - 4) Daten über Lärm und Vibration, welcher/welche von der Maschine hervorgerufen wird/werden und über deren Emissionen von Strahlung, Gasen, Dämpfen, Stäuben mit Verweis auf die verwendeten Messverfahren (einschließlich Messunsicherheiten),
 - 5) technische Unterlagen über die elektrische Ausrüstung (siehe IEC 60204), und
 - 6) Unterlagen, die bestätigen, dass die Maschine den verbindlichen Anforderungen entspricht;
- d) Angaben zur Verwendung der Maschine, wie zum Beispiel solche, die Bezug nehmen auf bzw. beschreiben:
- 1) bestimmungsgemäße Verwendung,
 - 2) Stellteile,
 - 3) Einricht- und Einstellarbeiten,
 - 4) Betriebsarten und die Mittel zum Stillsetzen (besonders Stillsetzen im Notfall),
 - 5) Risiken, die durch die vom Konstrukteur getroffenen Schutzmaßnahmen nicht beseitigt werden konnten,
 - 6) besondere Risiken, die bei bestimmten Verwendungen und bei Anwendung von bestimmtem Zubehör entstehen können, und über spezifische Schutzeinrichtungen, die hierfür benötigt werden,
 - 7) vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendungen und verbotene Anwendungen,
 - 8) Fehlererkennung und -ortung für Reparatur und für Wiederinbetriebnahme nach einem Eingriff, und
 - 9) zu benutzende persönliche Schutzausrüstung und erforderliche Ausbildung;

- e) Angaben zur Instandhaltung, wie zum Beispiel
 - 1) Art und Häufigkeit der Inspektionen hinsichtlich Sicherheitsfunktionen,
 - 2) Spezifikationen der zu verwendenden Ersatzteile, wenn diese sich auf die Sicherheit und Gesundheit des Bedienungspersonals auswirken können,
 - 3) Anweisungen zu Instandhaltungsarbeiten, die bestimmtes Fachwissen oder besondere Fähigkeiten erfordern und deshalb nur von geschultem Personal (z. B. Instandhaltungspersonal, Spezialisten) durchgeführt werden dürfen,
 - 4) Anweisungen zu Instandhaltungsarbeiten (Auswechseln von Teilen usw.), die keine besonderen Fähigkeiten erfordern und die demzufolge von Benutzern (z. B. Bedienpersonen) durchgeführt werden können, und
 - 5) Zeichnungen und Diagramme, die dem Instandhaltungspersonal eine rationelle Erfüllung ihrer Aufgaben ermöglichen (besonders bei der Fehlersuche);
- f) Angaben über die Demontage, das Außer Betrieb nehmen und die Entsorgung;
- g) Angaben für den Notfall, wie zum Beispiel
 - 1) das erforderliche Vorgehen bei Unfällen oder Betriebsstörungen,
 - 2) die Art der zu verwendenden Feuerlöschschrüstung, und
 - 3) Warnhinweise über mögliche Emission oder Leckage von Gefahrstoffen und, falls möglich, Angaben über Mittel zur Bekämpfung von deren Wirkungen;
- h) Anweisungen zur Instandhaltung für geschultes Personal [obiger Unterpunkt e) 3)] und Anweisungen zur Instandhaltung für ungeschultes Personal [obiger Unterpunkt e) 4)], die erfordern deutlich getrennt voneinander zu erscheinen.

6.4.5.2 Erstellung der Betriebsanleitung

Folgendes gilt für die Erstellung und Gestaltung der Betriebsanleitung.

- a) Die Schriftart und Schriftgröße müssen bestmögliche Lesbarkeit sicherstellen. Sicherheits- und/oder Warnhinweise sollten durch Farben, Symbole und/oder große Darstellung hervorgehoben werden.
- b) Die Benutzerinformationen müssen in der (den) Sprache(n) des Landes, in dem die Maschine zum ersten Mal eingesetzt wird, und in der ursprünglichen Version angegeben werden. Falls mehr als eine Sprache zu benutzen ist, sollte jede Sprache leicht von der (den) anderen Sprache(n) zu unterscheiden sein, und es sollte angestrebt werden, den übersetzten Text und die dazugehörigen Illustrationen in sich geschlossen zu halten.

ANMERKUNG In einigen Ländern wird die Verwendung einer speziellen (spezieller) Sprache(n) durch gesetzliche Anforderungen abgedeckt.

- c) Sofern es dem Verständnis dient, sollte der Text durch Illustrationen verdeutlicht werden. Diese Illustrationen sollten mit schriftlichen Angaben z. B. zur Lokalisierung und Erkennung von Stellteilen ergänzt werden. Diese Illustrationen sollten nicht vom Begleittext getrennt werden und dem Arbeitsablauf folgen.
- d) Sofern dies dem Verständnis dient, sollte die Angabe von Informationen in Tabellenform Berücksichtigung finden. Tabellen sollten neben dem dazugehörigen Text stehen.

- e) Die Verwendung von Farben sollte in Erwägung gezogen werden, besonders bei Bauteilen, die schnelles Erkennen erfordern.
- f) Falls die Betriebsanleitung umfangreich ist, sollte ein Inhaltsverzeichnis und/oder Stichwortverzeichnis hinzugefügt werden.
- g) Sicherheitsrelevante Anweisungen, die unmittelbares Tätigwerden umfassen, sollten in einer Form vorliegen, dass sie der Bedienperson sofort zur Verfügung stehen.

6.4.5.3 Abfassung und Herausgabe der Benutzerinformation

Folgendes gilt für die Abfassung und Herausgabe der Benutzerinformation.

- a) Bezug zum Maschinentyp: Die Information muss sich eindeutig auf den speziellen Maschinentyp beziehen und, falls erforderlich, auf andere geeignete Erkennungszeichen (zum Beispiel über die Seriennummer).
- b) Kommunikationsgrundsätze: Werden Benutzerinformationen 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 durchgängig verwendeten Benennungen und Einheiten formuliert werden, wobei ungewöhnliche Fachbegriffe eindeutig erklärt werden.
- d) Falls vorherzusehen ist, dass die Maschine im nicht gewerblichen Bereich eingesetzt wird, sollten die Anweisungen so geschrieben sein, dass sie auch Laien problemlos verstehen können. Sofern für den sicheren Gebrauch der Maschine persönliche Schutzausrüstung erforderlich ist, sollten dazu klare Hinweise gegeben werden, z. B. sowohl auf der Verpackung als auch an der Maschine, so dass diese Information am Ort des Verkaufs deutlich sichtbar vorhanden ist.
- e) Dauerhaftigkeit und Verfügbarkeit der Unterlagen: Unterlagen, die Anweisungen für den Gebrauch geben, sollten in haltbarer Form hergestellt werden (d. h., sie sollten dem häufigen Gebrauch durch den Benutzer standhalten). Es kann von Nutzen sein, sie mit der Aufschrift „Für künftige Verwendung aufbewahren“ zu versehen. Wo die Benutzerinformation in elektronischer Form vorliegt (CD, DVD, Tonband, Festplatte usw.), müssen sicherheitsrelevante Informationen, die schnelles Handeln erfordern, zusätzlich immer gedruckt und sofort zur Verfügung stehen.

7 Dokumentation zur Risikobeurteilung und Risikominderung

Die Dokumentation muss das angewendete Verfahren und die erzielten Ergebnisse darlegen. Dies umfasst, sofern relevant,

- a) die Maschine, für welche die Risikobeurteilung durchgeführt wurde (z. B. Spezifikationen, Grenzen, bestimmungsgemäße Verwendung),
- b) alle relevanten Annahmen, die getroffen wurden (zu Lasten, Festigkeiten, Sicherheitsbeiwerten usw.),
- c) die identifizierten Gefährdungen und Gefährdungssituationen und die bei der Risikobeurteilung in Betracht gezogenen Gefährdungsereignisse;
- d) die Angaben, auf denen die Risikobeurteilung beruhte (siehe 5.2),
 - 1) die verwendeten Daten und deren Quellen (Unfallgeschichten, Erfahrungen bei der Risikominderung an vergleichbaren Maschinen usw.),
 - 2) die mit den Daten verbundene Unsicherheit und deren Einfluss auf die Risikobeurteilung;

- e) die durch Schutzmaßnahmen zu erreichenden Risikominderungsziele;
- f) die zur Beseitigung identifizierter Gefährdungen oder zur Risikominderung angewendeten Schutzmaßnahmen;
- g) die mit der Maschine verbundenen Restrisiken;
- h) das Ergebnis der Risikobeurteilung (siehe Bild 1);
- i) alle während der Risikobeurteilung ausgefüllten Formulare.

Auf Normen oder andere Spezifikationen, die zur Auswahl der Schutzmaßnahmen verwendet wurden, auf die sich Punkt f) bezieht, sollte verwiesen werden.

ANMERKUNG Diese Internationale Norm enthält keine Anforderung darüber, dass die Dokumentation zur Risikobeurteilung zusammen mit der Maschine zu übergeben ist. Hinsichtlich Informationen zur Dokumentation siehe ISO/TR 14121-2.

Anhang A (informativ)

Schematische Darstellung einer Maschine

Siehe Bild A.1.

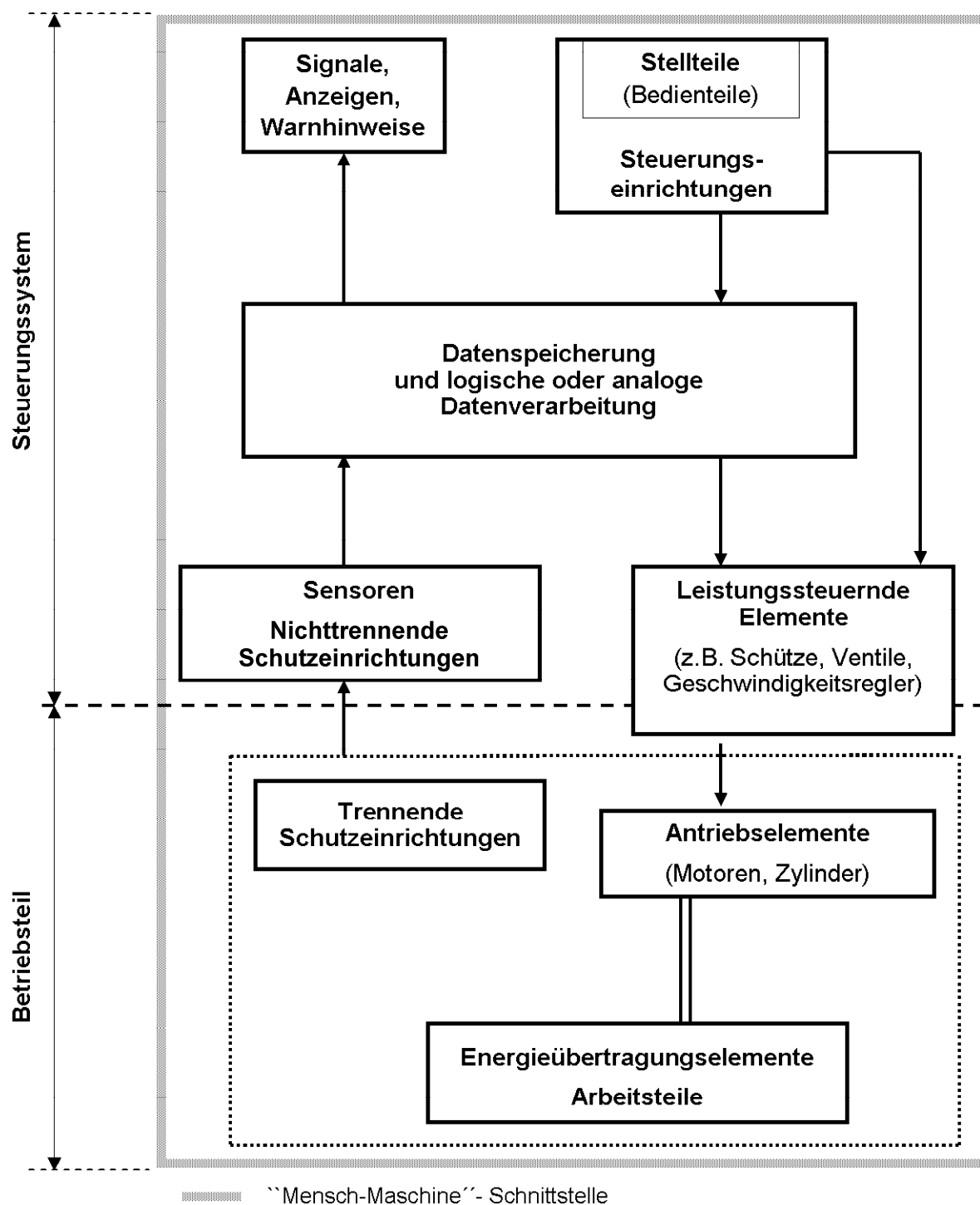


Bild A.1 — Schematische Darstellung einer Maschine

Anhang B (informativ)

Beispiele für Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungseignisse

B.1 Allgemeines

Dieser Anhang enthält in separaten Tabellen Beispiele für Gefährdungen (siehe Tabellen B.1 und B.2), Gefährdungssituationen (siehe Tabelle B.3) und Gefährdungseignisse (siehe Tabelle B.4), um diese Begrifflichkeiten zu erläutern und um die Personen, welche die Risikobeurteilung durchführen, im Verlauf der Identifizierung von Gefährdungen zu unterstützen (siehe 5.4).

Die in diesem Anhang aufgeführten Listen der Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungseignisse sind nicht vollständig, und es gelten keine Prioritäten. Der Konstrukteur sollte daher auch alle weiteren mit der Maschine verbundenen Gefährdungen, Gefährdungssituationen oder Gefährdungseignisse identifizieren und dokumentieren.

B.2 Beispiele für Gefährdungen

In Tabelle B.1 sind die Gefährdungen entsprechend ihrer Art (mechanische Gefährdungen, elektrische Gefährdungen usw.) in Gruppen eingeteilt. Um ausführlichere Angaben zur Art der Gefährdungen geben zu können, weist die Tabelle zwei zusätzliche Spalten auf, die den Ursprung der Gefährdung und deren mögliche Folgen angeben.

Die Anwendung einer oder mehrerer der Spalten der Tabelle B.1 hängt davon ab, wie detailliert eine identifizierte Gefährdung zu beschreiben ist. In einigen Fällen ist es hinreichend, nur eine der Spalten der Tabelle B.1 anzuwenden. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Gefährdungen in demselben Gefährdungsbereich liegen und im Hinblick auf die Schutzmaßnahmen in einer Gruppe zusammengefasst werden können. Welche der Spalten angewendet wird, hängt davon ab, ob für die Auswahl der angemessenen Schutzmaßnahme der Ursprung der Gefährdung oder die Art der Folgen besser geeignet ist. In jedem Fall sollten alle Gefährdungen dokumentiert werden, selbst dann, wenn dem Anschein nach das mit diesen verbundene Risiko durch die Anwendung einer Schutzmaßnahme ausreichend vermindert wurde, die zur Verminderung des mit einer anderen Gefährdung verbundenen Risikos vorgesehen war. Anderenfalls könnte die nicht dokumentierte Gefährdung, deren Risiko durch die Verringerung einer anderen Gefährdung hinreichend vermindert wurde, vernachlässigt werden.

Dort, wo für die Beschreibung einer Gefährdung mehr als eine der in Tabelle B.1 dargestellten Spalten verwendet wird, sollten diese Spalten nicht Zeile für Zeile gelesen werden. Es sollten die entsprechenden Begriffe ausgewählt und so miteinander kombiniert werden, dass die Gefährdung in der am besten geeigneten Weise beschrieben wird. Beispiel:

- Quetschen durch bewegliche Teile;
- Quetschen durch fehlende Standfestigkeit der Maschine oder eines Maschinenteils;
- Stromschlag oder tödlicher Stromschlag aufgrund von Teilen der elektrischen Ausrüstung, die im Fehlerzustand spannungsführend geworden sind;
- bleibender Hörverlust durch anhaltende Exposition gegenüber Lärm, verursacht durch stanzende Teile;
- Atembeschwerden durch Inhalation toxischer Substanzen;

- Störungen des Bewegungsapparates durch ungesunde Körperhaltung oder eine sich wiederholende Tätigkeit;
- Verbrennung durch Kontakt mit Material hoher Temperatur;
- Hautentzündung (Dermatitis) durch Kontakt der Haut (dermale Exposition) mit toxischen Substanzen.

Tabelle B.1

Nr.	Art oder Gruppe	Beispiele für Gefährdungen		Unterabschnitt dieser Internationalen Norm
		Ursprung ^a	Mögliche Folgen ^b	
1	Mechanische Gefährdungen	– Beschleunigung/Abbremsung; – spitze Teile; – Annäherung eines sich bewegenden Teils an ein feststehendes Teil; – schneidende Teile; – elastische Elemente; – herab fallende Gegenstände; – Schwerkraft; – Höhe gegenüber dem Boden; – Hochdruck; – fehlende Standfestigkeit/-sicherheit; – kinetische Energie; – Beweglichkeit der Maschine; – sich bewegende Teile; – rotierende Teile; – raue, rutschige Oberfläche; – scharfe Kanten; – gespeicherte Energie; – Vakuum.	– Überfahren werden; – Weggeschleudert werden; – Quetschen; – Schneiden oder Abschneiden; – Einziehen oder Fangen; – Erfassen; – Reiben oder Abschürfen; – Stoß; – Eindringen von unter Druck stehenden Medien; – Scheren; – Ausrutschen, Stolpern und Stürzen; – Durchstich oder Einstich; – Erstickten.	6.2.2.1 6.2.2.2 6.2.3 a) 6.2.3 b) 6.2.6 6.2.10 6.3.1 6.3.2 6.3.3 6.3.5.2 6.3.5.4 6.3.5.5 6.3.5.6 6.4.1 6.4.3 6.4.4 6.4.5
2	Elektrische Gefährdungen	– Lichtbogen; – elektromagnetische Vorgänge; – elektrostatische Vorgänge; – spannungsführende Teile; – unzureichender Abstand zu unter Hochspannung stehenden Teilen; – Überlast; – Teile, die im Fehlerzustand spannungsführend geworden sind; – Kurzschluss; – Wärmestrahlung.	– Verbrennung; – chemische Reaktionen; – Auswirkungen auf medizinische Implantate; – tödlicher Stromschlag; – Stürzen, Weggeschleudert werden; – Feuer; – Herausschleudern von geschmolzenen Teilen; – (elektrischer) Schlag.	6.2.9 6.3.2 6.3.3.2 6.3.5.4 6.4.4 6.4.5
a, b Siehe Tabellenende.				

Tabelle B.1 (fortgesetzt)

Nr.	Art oder Gruppe	Beispiele für Gefährdungen		Unterabschnitt dieser Internationalen Norm
		Ursprung ^a	Mögliche Folgen ^b	
3	Thermische Gefährdungen	– Explosion; – Flamme; – Objekte oder Materialien hoher oder niedriger Temperatur; – Strahlung von Wärmequellen.	– Verbrennung; – Dehydrierung; – Unbehagen; – Erfrierung; – Verletzungen durch Strahlung von Wärmequellen; – Verbrühung.	6.2.4 b) 6.2.8 c) 6.3.2.7 6.3.3.2.1 6.3.4.5
4	Gefährdungen durch Lärm	– Kavitationsvorgänge; – Abluftsystem; – mit hoher Geschwindigkeit austretendes Gas; – Herstellungsprozess (Stanzen, Schneiden usw.); – bewegliche Teile; – reibende Flächen; – mit Unwucht rotierende Teile; – pfeifende Pneumatik-Einrichtungen; – verschlissene Teile.	– Unbehagen; – Bewusstseinsverlust; – Gleichgewichtsstörung; – bleibender Hörverlust; – Stress; – Tinnitus (Ohrensausen); – Ermüdung; – alle weiteren (z. B. mechanischen, elektrischen) Probleme als Folge einer Störung der Sprachkommunikation oder einer Störung akustischer Signale.	6.2.2.2 6.2.3 c) 6.2.4 c) 6.2.8 c) 6.3.1 6.3.2.1 b) 6.3.2.5.1 6.3.3.2.1 6.3.4.2 6.4.3 6.4.5.1 b) und c)
5	Gefährdungen durch Vibration	– Kavitationsvorgänge; – Fehlausrichtung sich bewegender Teile; – bewegliche Ausrüstung; – reibende Flächen; – mit Unwucht rotierende Teile; – schwingende Ausrüstung; – verschlissene Teile.	– Unbehagen; – Erkrankungen der unteren Wirbelsäule; – neurologische Erkrankung; – Knochengelenkschaden; – Wirbelsäulenverletzung; – Gefäßerkrankung.	6.2.2.2 6.2.3 c) 6.2.8 c) 6.3.3.2.1 6.3.4.3 6.4.5.1 c)
6	Gefährdungen durch Strahlung	– ionisierende Strahlungsquelle; – niederfrequente elektromagnetische Strahlung; – optische Strahlung (infrarot, sichtbar und ultraviolett), einschließlich Laserstrahlen; – hochfrequente elektromagnetische Strahlung.	– Verbrennung; – Augen- und Hautschädigung; – Auswirkungen auf die Fortpflanzungsfähigkeit; – Mutation; – Kopfschmerzen, Schlaflosigkeit usw.	6.2.2.2 6.2.3 c) 6.3.3.2.1 6.3.4.5 6.4.5.1 c)
a, b Siehe Tabellenende.				

Tabelle B.1 (fortgesetzt)

Nr.	Art oder Gruppe	Beispiele für Gefährdungen		Unterabschnitt dieser Internationalen Norm
		Ursprung ^a	Mögliche Folgen ^b	
7	Gefährdungen durch Materialien und Substanzen	– Aerosol; – biologische und mikrobiologische (virale oder bakterielle) Substanz; – Brennstoff; – Staub; – Explosivstoff; – Fasern; – feuergefährliches Material; – Flüssigkeit; – Dämpfe; – Gas; – Nebel; – Oxidationsmittel.	– Atembeschwerden, Ersticken; – Krebs; – Korrosion; – Auswirkungen auf die Fortpflanzungsfähigkeit; – Explosion; – Feuer; – Infektion; – Veränderung des Erbguts; – Vergiftung; – Sensibilisierung.	6.2.2.2 6.2.3 b) 6.2.3 c) 6.2.4 a) 6.2.4 b) 6.3.1 6.3.3.2.1 6.3.4.4 6.4.5.1 c) 6.4.5.1 g)
8	Ergonomische Gefährdungen	– Zugang; – Gestaltung oder Anordnung von Anzeigen und optischen Displays; – Gestaltung, Anordnung oder Erkennung von Steuerungseinrichtungen; – Anstrengung; – Flackern, Blenden, Schattenbildung und stroboskopische Effekte; – örtliche Beleuchtung; – psychische Überbelastung/ Unterforderung; – Körperhaltung; – sich wiederholende Tätigkeiten; – Sichtbarkeit.	– Unbehagen; – Ermüdung; – Störungen des Bewegungsapparates; – Stress; – alle weiteren (z. B. mechanischen, elektrischen) Probleme als Folge menschlichen Fehlverhaltens.	6.2.2.1 6.2.7 6.2.8 6.2.11.8 6.3.2.1 6.3.3.2.1
9	Gefährdungen im Zusammenhang mit der Einsatzumgebung der Maschine	– Staub und Nebel; – elektromagnetische Störungen; – Blitzschlag; – Feuchtigkeit; – Verunreinigungen; – Schnee; – Temperatur; – Wasser; – Wind; – Sauerstoffmangel.	– Verbrennung; – leichte Erkrankungen; – Ausrutschen, Stürzen; – Ersticken; – alle weiteren Probleme, die als Folge der Auswirkungen der Gefährdungsquellen an der Maschine oder an Teilen der Maschine auftreten.	6.2.6 6.2.11.11 6.3.2.1 6.4.5.1 b)
10	Kombination von Gefährdungen	– z. B. sich wiederholende Tätigkeit + Anstrengung + hohe Umgebungstemperatur	– z. B. Dehydrierung, Bewusstseinsverlust, Hitzeschock	—
^a Ein Gefährdungsursprung kann mehrere mögliche Folgen haben. ^b Für jede Art oder Gruppe von Gefährdungen können sich manche möglichen Folgen auf mehrere Gefährdungsursprünge beziehen.				

Tabelle B.2 beschreibt eine Teilmenge der Tabelle B.1 und enthält einige typische Beispiele für Gefährdungen. Jedem Ursprung sind die möglichen signifikanten Folgen zugeordnet. Die angegebene Reihenfolge möglicher Folgen unterliegt keinerlei Priorität.

Tabelle B.2

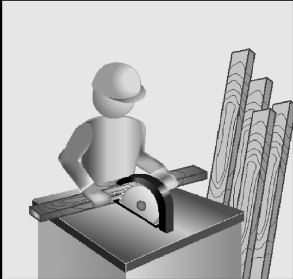
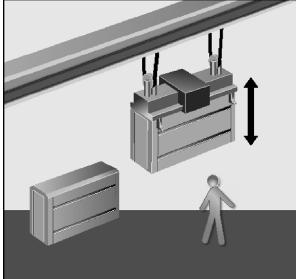
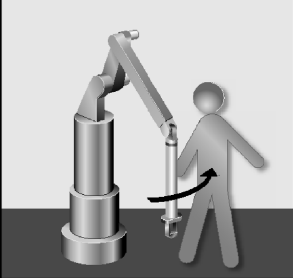
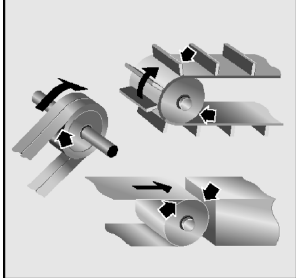
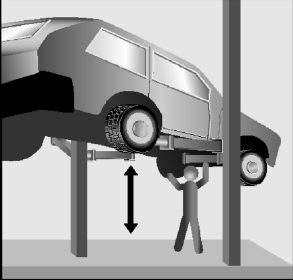
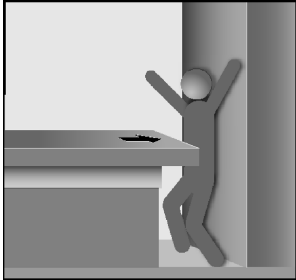
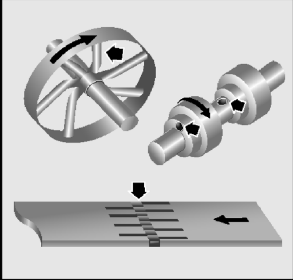
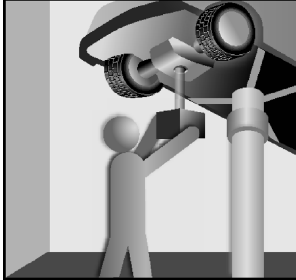
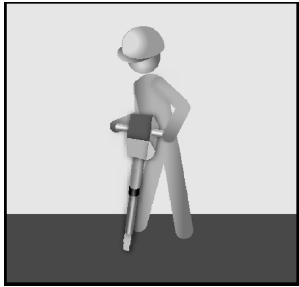
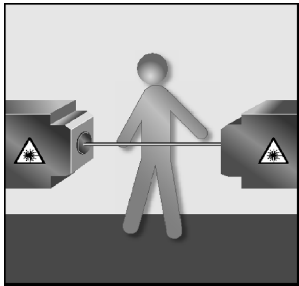
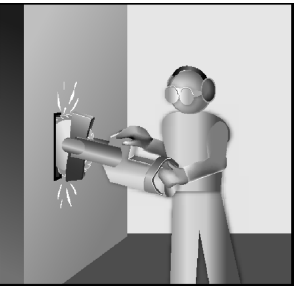
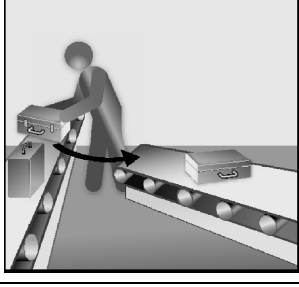
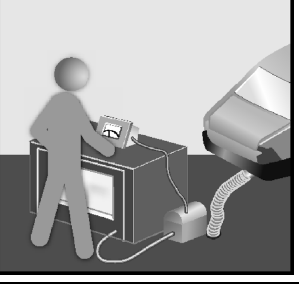
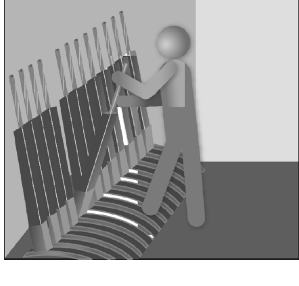
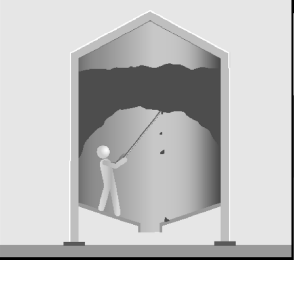
Gefährdung		Gefährdung	
	Ursprung schneidende Teile Mögliche Folgen – Schneiden – Abschneiden		Ursprung herabfallende Gegenstände Mögliche Folgen – Quetschen – Stoß
	Ursprung sich bewegende Teile Mögliche Folgen – Quetschen – Stoß – Scheren		Ursprung sich bewegende Teile (drei Beispiele) Mögliche Folgen – Einziehen – Reibung, Abschürfung – Stoß
	Ursprung Schwerkraft, Standfestigkeit/-sicherheit Mögliche Folgen – Quetschen – Fangen		Ursprung Annäherung eines sich bewegenden Teils an ein feststehendes Teil Mögliche Folgen – Quetschen – Stoß
	Ursprung rotierende oder sich bewegende Teile (drei Beispiele) Mögliche Folgen – Abschneiden – Erfassen		Ursprung sich bewegende Teile Mögliche Folgen – Quetschen – Reibung, Abschürfung – Stoß – Abschneiden
	Ursprung spannungsführende Teile Mögliche Folgen – Schlag – Verbrennung – Einstich – Verbrühung		Ursprung Gegenstände oder Materialien hoher oder niedriger Temperatur Mögliche Folgen – Verbrennung

Tabelle B.2 (fortgesetzt)

Gefährdung		Gefährdung	
	Ursprung schwingende Ausrüstung Mögliche Folgen – Knochengelenkschaden – Gefäßerkrankung		Ursprung geräuschintensiver Herstellungsprozess Mögliche Folgen – Ermüdung – Schwerhörigkeit – Bewusstseinsverlust – Stress
	Ursprung Laserstrahlen Mögliche Folgen – Verbrennung – Augen- und Hautschädigung		Ursprung Staub (Emissionen) Mögliche Folgen – Atembeschwerden – Explosion – Sichtminderung
	Ursprung Körperhaltung Mögliche Folgen – Unbehagen – Ermüdung – Störungen des Bewegungsapparates		Ursprung Dämpfe Mögliche Folgen – Atembeschwerden – Reizung – Vergiftung
	Ursprung Anordnung der Steuerungseinrichtungen Mögliche Folgen – alle als Folge menschlichen Fehlverhaltens auftretenden Probleme – Stress		Ursprung Schwerkraft (verfestigtes Schüttgut) Mögliche Folgen – Zusammenbrechen, Herabfallen – Quetschen – Absacken/Nachgeben – Erstickern – Verkeilen/Blockieren

B.3 Beispiele für Gefährdungssituationen

Gefährdungssituationen sind Umstände, in denen eine Person mindestens einer Gefährdung ausgesetzt ist. Die Exposition einer Person resultiert häufig aus der Durchführung einer Aufgabe an einer Maschine.

Einige Beispiele für Gefährdungssituationen sind

- a) das Arbeiten in der Nähe von sich bewegenden Teilen,
- b) die Exposition gegenüber herausgeschleuderten Teilen,
- c) das Arbeiten unterhalb einer (schwebenden) Last,
- d) das Arbeiten in der Nähe von Objekten oder Materialien, die extreme Temperaturen aufweisen, und
- e) die Exposition von Arbeitern gegenüber Gefährdungen durch Lärm.

In der Praxis werden Gefährdungssituationen häufig im Hinblick auf Aufgaben oder auf die Durchführung von Aufgaben beschrieben (manuelles Einsetzen und/oder Entnehmen von Werkstücken an einer Presse, Störungserkennung und -behebung unter Spannung usw.).

Wenn eine Gefährdungssituation beschrieben wird, sollte sichergestellt werden, dass die analysierte Situation eindeutig durch die verfügbaren Informationen definiert wird (ausgeführte Aufgabe, Gefährdung, Gefährdungsbereich).

In Tabelle B.3 sind Aufgaben aufgelistet, die im Falle einer Exposition gegenüber einer oder mehreren Gefährdungen nach Tabelle B.1 zu einer Gefährdungssituation führen können.

Tabelle B.3

Phasen der Lebensdauer der Maschine	Aufgabenbeispiele
Transport	– Anheben – Beladen – Verpacken – Transportieren – Entladen – Auspacken
Montage und Installation In Betrieb nehmen	– Einstellungen an der Maschine und deren Bauteilen – Montage der Maschine – Anschluss an die Entsorgungsanlage (z. B. Abluftsystem, Abwasseranlage) – Anschluss an die Energieversorgung (z. B. Stromversorgung, Druckluft) – Vorführung – Beschicken, Befüllen, Einbringen von Hilfsflüssigkeiten (z. B. Schmierstoff, Fett, Klebstoff) – Anbringen von Schutzgittern – Befestigen, Verankern – Vorbereitungen für die Installation (z. B. Fundamente, Schwingungsisolierung) – Betrieb der Maschine ohne Last – Prüfung – Versuche unter Last oder Höchstlast

Tabelle B.3 (fortgesetzt)

Phasen der Lebensdauer der Maschine	Aufgabenbeispiele
Einrichten Einlernen (Teachen)/ Programmieren und/oder Umrüsten	– Einstellen und Einrichten von Schutzeinrichtungen und weiteren Bauteilen – Einstellen und Einrichten oder Überprüfen der funktionalen Parameter der Maschine (z. B. Geschwindigkeit, Druck, Kraft, Fahrbegrenzungen) – Festklemmen/Befestigen des Werkstückes – Beschicken, Befüllen, Einbringen der Rohstoffe – Funktionsprüfungen, Versuche – Einsetzen oder Auswechseln von Werkzeugen, Werkzeugeinstellung – Überprüfen der Programmierung – Überprüfen des Endproduktes
Betrieb	– Festklemmen/Befestigen des Werkstückes – Steuerung/Inspektion – Antreiben der Maschine – Beschicken, Befüllen, Einbringen der Rohstoffe – manuelles Beladen/Entladen – geringfügige Einstellungs- und Einrichtungsvorgänge bei den Funktionsparametern der Maschine (z. B. Geschwindigkeit, Druck, Kraft, Fahrbegrenzungen) – geringfügige Eingriffe während des Betriebs (z. B. Entnahme von Abfallprodukten, Beseitigen von Blockierungen, lokale Reinigung) – Betreiben der manuellen Steuerungseinrichtungen – Wiederanlauf der Maschine nach Stillsetzen/Unterbrechung – Überwachen – Überprüfen des Endproduktes
Reinigung Instandhaltung	– Einstellungen – Reinigung, Desinfektion – Demontage/Ausbau von Teilen, Bauteilen, Einrichtungen der Maschine – Sauberhaltung – Energietrennung und -ableitung – Schmieren – Austausch von Werkzeugen – Austausch von Verschleißteilen – erneutes Einrichten – Nachfüllen von Betriebsflüssigkeiten – Überprüfen von Teilen, Bauteilen, Einrichtungen der Maschine

Tabelle B.3 (fortgesetzt)

Phasen der Lebensdauer der Maschine	Aufgabenbeispiele
Fehlersuche und -beseitigung	– Einstellungen – Demontage/Ausbau von Teilen, Bauteilen, Einrichtungen der Maschine – Fehlersuche – Energietrennung und -ableitung – Wiederanlauf nach Ausfall der Steuerungseinrichtungen und Schutzeinrichtungen – Wiederanlauf nach Blockierung – Reparaturen – Ersatz von Teilen, Bauteilen, Einrichtungen der Maschine – Rettung gefangener Personen; – erneutes Einrichten – Überprüfen von Teilen, Bauteilen, Einrichtungen der Maschine
Demontage Außer Betrieb nehmen	– Abtrennen von der Energieversorgung und Energieableitung – Demontage – Anheben – Beladen – Verpacken – Transportieren – Entladen
ANMERKUNG Diese Aufgaben können auf die Maschine oder Teile davon angewendet werden.	

B.4 Beispiele für Gefährdungsereignisse

Tabelle B.4 enthält Beispiele für Gefährdungsereignisse, die im Zusammenhang mit Maschinen auftreten können.

Ein Gefährdungsereignis kann unterschiedliche Ursachen haben. So kann zum Beispiel ein durch einen unerwarteten Anlauf verursachter Kontakt mit sich bewegenden Teilen auf eine unbeabsichtigte Betätigung einer Steuerungseinrichtung oder auf einen Fehler in der Steuerung zurückzuführen sein.

Jede Ursache kann wiederum das Ergebnis eines anderen Ereignisses oder einer Kombination von Ereignissen (Ereignisketten) sein.

Tabelle B.4

Ursprung in Zusammenhang stehend mit ...	Gefährdungsereignis	Unterabschnitt dieser Internationalen Norm
der Form und/oder der Oberflächenbeschaffenheit der zugänglichen Maschinenteile	– Kontakt mit rauen Oberflächen – Kontakt mit scharfen Kanten und Ecken, vorstehenden Teilen	6.2.2.1
den beweglichen Teilen der Maschine	– Zugang zu/Kontakt mit beweglichen Teilen – Kontakt mit rotierenden offenen Enden	6.2.2, 6.2.14, 6.2.15 6.3.1 bis 6.3.3 6.3.5.2 bis 6.3.5.4 6.4.3 bis 6.4.5
der kinetischen Energie und/oder potentiellen Energie (Schwerkraft) der Maschine, der Maschinenteile, der eingesetzten, verarbeiteten, gehandhabten Werkzeuge und Materialien	– Herabfallen oder Ausstoß von Objekten	6.2.3, 6.2.5 6.2.10 bis 6.2.12 6.3.2.1, 6.3.2.2 6.3.2.7 6.3.3 6.3.5.2, 6.3.5.4, 6.3.5.5 6.4.4, 6.4.5
der Standfestigkeit/-sicherheit der Maschine und/oder von Maschinenteilen	– Verlust der Standfestigkeit/-sicherheit	6.2.3 a) und b) 6.2.6 6.3.2.6, 6.3.2.7 6.4.3 bis 6.4.5
der mechanischen Festigkeit von Maschinenteilen, Werkzeugen usw.	– Bruch während des Betriebs	6.2.3 a) und b) 6.2.11, 6.2.13 6.3.2, 6.3.2.7 6.3.3.1 bis 6.3.3.3 6.3.5.2, 6.4.4, 6.4.5
der pneumatischen/hydraulischen Ausrüstung	– Verschieben sich bewegender Teile – Herausspritzen von Flüssigkeiten unter hohem Druck – ungesteuerte Bewegungen	6.2.3 a) und b) 6.2.10, 6.2.13, 6.3.2.7 6.3.3.1 bis 6.3.3.3 6.3.5.4, 6.4.4, 6.4.5
der elektrischen Ausrüstung	– direkter Kontakt – Durchschlag – Lichtbogen – Feuer – indirekter Kontakt – Kurzschluss	6.2.4 a) 6.2.9, 6.2.12 6.3.2, 6.3.3, 6.3.5.4 6.4.4, 6.4.5
der Steuerung	– Herabfallen oder Herausschleudern eines sich bewegenden Maschinenteils oder eines in der Maschine festgeklemmten Werkstückes – Ausfall von Einrichtungen zum Anhalten von sich bewegenden Teilen – Maschinentätigkeit als Ergebnis der Wirkungslosigkeit (Umgehen oder Ausfall) von Schutzeinrichtungen – ungesteuerte Bewegungen (einschließlich Geschwindigkeitsänderung) – unbeabsichtigter/unerwarteter Anlauf – weitere Gefährdungsereignisse durch Ausfälle oder unzureichende Konstruktion der Steuerung	6.2.5 6.2.11 bis 6.2.13 6.3.5.2 bis 6.3.5.4 6.4.3 bis 6.4.5

Tabelle B.4 (fortgesetzt)

Ursprung in Zusammenhang stehend mit ...	Gefährdungsereignis	Unterabschnitt dieser Internationalen Norm
Materialien und Stoffen oder physikalischen Faktoren (Temperatur, Lärm, Vibration, Strahlung und Umgebung)	– Kontakt mit Objekten hoher oder geringer Temperatur – Emission eines Stoffes, der gefährdend sein kann – Emission eines Geräuschpegels, der gefährdend sein kann – Emission eines Geräuschpegels, der zu Störungen der Sprachkommunikation oder zu Störungen akustischer Signale führen kann – Emission eines Schwingungspegels, der gefährdend sein kann – Emission von Strahlungsfeldern, die gefährdend sein können – raue Umgebungsbedingungen	6.2.2.2 6.2.3 c) 6.2.4 6.2.8 6.3.1 6.3.3.2 6.3.4 6.4.3 bis 6.4.5
der Beschaffenheit des Arbeitsplatzes und/oder des Arbeitsprozesses	– übermäßige Anstrengung – menschliche Fehler/ menschliches Fehlverhalten (unbeabsichtigt und/oder vorsätzlich durch die Konstruktion hervorgerufen) – Verlust der direkten Sichtbarkeit des Arbeitsbereiches – schmerzhaft und ermüdende Körperhaltungen – sich in hoher Frequenz wiederholende Tätigkeiten	6.2.2.1 6.2.7, 6.2.8 6.2.11.8 6.3.5.5, 6.3.5.6 6.4.3 bis 6.4.5

Anhang C (informativ)

Dreisprachiges Verzeichnis der in ISO 12100 verwendeten Fachwörter und -ausdrücke

Deutsch	Englisch	Französisch	Abschnitt/Unterabschnitt/Anhang dieser Internationalen Norm
A			
abweisende Schutzeinrichtung (Barriere)	impeding device	dispositif dissuasif / déflecteur	<u>3.29</u>
aktive optoelektronische Schutzeinrichtung	active opto-electronic protective device	dispositif de protection opto-électronique actif	<u>3.28.6</u> ; 6.3.2.5.3; 6.3.3.3
Annäherungsreaktion	tripping (function)	détection de franchissement d'une limite	<u>3.28.5</u> , 6.3.2.5.1; 6.3.2.5.3
Anschlagpunkt	application point	point de préhension	6.4.5.1 a)
Antriebsselement	actuator (machine -)	actionneur	6.2.4; Anhang A
Anweisungen	instructions	instructions	6.4.5.1; 6.4.5.2
Anwendungsbereich	range of applications	utilisations prévues	6.4.5.1 c)
Anwesenheitsmeldung	presence-sensing	détection de présence	3.28.5; 6.3.2.5.1; 6.3.2.5.3
Anzeige	display	affichage	6.2.8; 6.2.11.1; Anhang A
Arbeitsteil	working part	élément de travail	6.2.11.2; Anhang A
Aufgabe	task	tâche	<u>3.25</u> ; 5.4 ; 5.5.3.2; 6.3.2.4; 6.3.5.6; 6.4.5.1
Ausbildung	training	formation	Einleitung; 3.19; Bild 2; 5.3.2; 5.5.3.4; 5.5.3.5; 6.1; 6.4.1.2; 6.4.5.1
Ausfall	failure	défaillance	3.30 bis <u>3.34</u> ; 3.35 bis 3.38; 5.4; 5.5.3.5; 6.2.10; 6.2.11.1; 6.2.11.6; 6.2.11.7.1; 6.2.11.7.2; 6.2.12; 6.3.3.2.3; 6.3.3.2.5 f)
Ausfälle aufgrund gemeinsamer Ursache	common cause failures	défaillances de cause commune	<u>3.35</u> ; 6.2.12.4
außer Betrieb nehmen	disabling	mise hors service	6.2.6; 6.4.1.3; 6.4.5.1 f); Anhang B
B			
Bauteil mit definiertem Ausfallverhalten	oriented failure mode component	composant à défaillance orientée	6.2.12.3
Be-/Entladearbeit (Beschickungs- und Entnahmearbeiten)	loading (feeding) / unloading (removal) operations	opérations de chargement (alimentation) / déchargement (évacuation)	Tabelle B.3
Bediener (Bedienperson) / Bedienperson (Bediener)	operator	opérateur	3.31; 5.3.2; 5.4; 5.5.3.1 ; 5.5.3.6 ; 5.6.2; an weiteren Stellen in Abschnitt 6
Befreiung und Rettung (einer Person)	escape and rescue (of a person)	dégagement et sauvetage (d'une personne)	6.3.5.3
Begrenzungseinrichtung	limiting device	limiteur (dispositif -)	<u>3.28.8</u> ; 6.2.3 a); 6.2.10; 6.3.2.6; 6.3.2.7
Beleuchtung	lighting	éclairage	6.2.8 e); 6.3.2.1; Tabelle B.1

Deutsch	Englisch	Französisch	Abschnitt/Unterabschnitt/Anhang dieser Internationalen Norm
Benutzerfreundlichkeit (einer Maschine)	usability (of a machine)	commodité d'emploi (d'une machine)	3.4; Abschnitt 4; 5.6.2; 6.3.3.2.1
Benutzerinformation	information for use	informations pour l'utilisation	3.19; 3.22; 5.2 a); 5.5.1; 5.5.2.3.3 c); 5.5.3.8; 6.1; 6.2.1; 6.4
bestimmungsgemäße Verwendung (einer Maschine)	intended use (of a machine)	utilisation normale (d'une machine)	Einleitung; 3.3; 3.6; 3.23; Abschnitt 4; 5.3.2; 5.3.4; 5.5.3.6; 5.6.3; 6.1; 6.2.8 g); 6.2.12.2; 6.3.3.1; 6.3.5.1; 6.4.1.2; 6.4.4; 6.4.5.1; Abschnitt 7 a)
Betrieb	operation	fonctionnement	5.3.3 b); 5.4; 5.5.3.2
Betriebsanleitung	instruction handbook	notice d'instructions	Bild 2; 6.4.2; 6.4.5
Betriebsarten	operating modes	modes de fonctionnement	5.3.2 a); 6.1; 6.2.11.1; 6.2.11.10; 6.4.1.2
Betriebsartenschalter	mode selector	sélecteur de mode	6.2.11.10
Betriebsteil	operative part	partie opérative	6.2.13; 6.3.2.5.2; Anhang A
bewegliche Elemente / Teile	movable elements / parts	éléments mobiles	6.2.2.2; 6.4.4 c)
bewegliche trennende Schutzeinrichtung	movable guard	protecteur mobile	3.27; 3.27.2; 3.27.3; 6.3.3.2.3
Bühne / Arbeitsbühne	platform	plate-forme	6.3.5.6
C			
D			
Dampf, Gas (siehe auch: Emissionen)	vapour, gas (see also: emissions)	vapeur, gaz (voir aussi: émissions)	6.4.5.1
Demontage (einer Maschine)	dismantling (of a machine)	démontage (d'une machine)	Abschnitt 4; 5.4; 6.2.6; 6.4.1.3; 6.4.5.1 f)
Diagnosesystem	diagnostic system	diagnostic (système de -)	6.2.11.12
direktes Berühren	direct contact	contact direct	6.2.5; Anhang A
Druckentlastung	depressurizing	mise à la pression atmosphérique	6.2.10
durch Formschluss wirkende Schutzeinrichtung	mechanical restraint device	dispositif de retenue mécanique	3.28.7
E			
Einricht- / Einstellungspunkt	setting point	réglage (point de -)	6.2.15
Einrichten / Einstellen	setting	réglage	5.4; 5.5.3.2; 6.2.8 c); 6.2.10; 6.2.11.10; 6.3.2.4; 6.3.3.2.5; 6.3.5.6; 6.4.1.3; 6.4.5.1; Tabelle B.3
Einrichtung zum Stillsetzen im Notfall	emergency stop device	arrêt d'urgence (dispositif d' -)	6.2.11.1; 6.2.11.8 c); 6.3.5.2
einstellbare trennende Schutzeinrichtung	adjustable guard	protecteur réglable	3.27.3; 6.3.2.3 c); 6.3.3.2.4; Bild 2
elektrische Ausrüstung	electrical equipment	équipement électrique	6.2.4; 6.2.9; 6.4.4; 6.4.5.1 c)
elektrische Gefährdung	electrical hazard	risque électrique	3.6; 6.2.9 ; Anhang B
elektrischer Schlag	electric shock	choc électrique	3.6; 6.2.9; Anhang B
elektromagnetische Verträglichkeit	electromagnetic compatibility	compatibilité électromagnétique	6.2.11.11
elektrostatische Vorgänge	electrostatic phenomena	phénomènes électrostatique	Tabelle B.1

Deutsch	Englisch	Französisch	Abschnitt/Unterabschnitt/Anhang dieser Internationalen Norm
Emissionen	emissions	émissions	3.6; 3.41; 5.2 c); 5.5.1 ; 6.2.2.2; 6.3.1; 6.3.2.5.1; 6.3.2.7; 6.3.3.2.1; 6.3.4; 6.4.5.1 g)
Emissionswert	emission value	valeur d'émission	<u>3.41</u> ; 3.42; 5.5.1; 6.2.3 c)
Energietrennung und -ableitung	isolation and energy dissipation	consignation	6.2.11.1; 6.3.2.4; 6.3.5.4 ; Tabelle B.3
Energieübertragungselement	power transmission element	élément de transmission	Anhang A
Energieversorgung/ Energiequelle	power supply	alimentation en énergie (source d'-)	3.31; 3.32; 5.3.3; 5.4 ; 6.2.10 ; 6.2.11.1; 6.2.11.2; 6.2.11.5; 6.3.2.4; 6.3.2.5.3; 6.3.5.4; 6.4.5.1; Tabelle B.3
Ent-/Beladearbeit (Entnahme- und Beschickungsarbeiten)	unloading (removal) / loading (feeding) operations	opérations de déchargement (évacuation) / chargement (alimentation)	6.2.14; Anhang B
Entsorgung (einer Maschine)	scrapping (of a machine)	mise au rebut (d'une machine)	5.4; 6.4.1.3; 6.4.5.1 f)
entsprechende Risikominderung	adequate risk reduction	réduction adéquate du risque	<u>3.18</u> ; Abschnitt 4; Bild 1; 5.6.1; 5.6.2
ergänzende Schutzmaßnahmen	complementary protective measures	mesures de prévention complémentaires	<u>3.19</u> ; Bild 1; Bild 2; 6.1; 6.3.5
ergonomischer Grundsatz	ergonomic principle	ergonomique (principe -)	5.2 d); 5.5.3.4; 6.2.8 ; 6.2.11.8; 6.3.2.1
explosionsgefährdete Atmosphäre	explosive atmosphere	atmosphère explosible	6.2.4; 6.4.4 b), Anhang B
F			
Farbe	colour	couleur	6.4.4 c); 6.4.5.2 a); 6.4.5.2 e)
Fehler	fault	défaut	<u>3.33</u> ; 3.34; 3.36; 6.2.11.1; 6.2.11.6; 6.2.11.7.1; 6.2.11.7.2, 6.2.11.9; 6.2.11.12; 6.2.14; 6.3.2.5.2; 6.4.5.1 d); 6.4.5.1 e)
Fehlersuche	fault finding	défauts (recherche de -)	5.5.3.2; 6.2.11.9; 6.2.11.12; 6.3.2.4; 6.4.1; Anhang B
Fehlfunktion	malfunction (malfunctioning)	dysfonctionnement	3.32; <u>3.37</u> ; 3.38; 5.2 c); 5.3.2 a); 5.4 ; 5.5.2.3.1; 5.5.3.4 a); 6.2.12.2; 6.3.2.1;
Fehlverhalten (menschliches)	error (human)	erreur (humaine)	Anhang B
feststehende trennende Schutzeinrichtung	fixed guard	protecteur fixe	<u>3.27.1</u> ; 6.3.1; 6.3.2.1; 6.3.2.2 a); 6.3.2.5.2; 6.3.3.2.2
Feuchtigkeit	moisture	humidité	6.2.12.2; 6.4.5.1 b); Tabelle B.1.9
Fußgängerwege / Laufstege	walkways	voie de circulation	6.3.5.6
G			
Gangbereich	walking area	surface de circulation	6.3.5.6
Gefahr	danger	danger	6.4.4 c)
Gefahr bringender Ausfall	failure to danger	défaillance dangereuse	<u>3.32</u>
Gefährdung	hazard	phénomène dangereux	<u>3.6</u> ; 3.7; 3.8; 3.9 und an weiteren Stellen
Gefährdung durch Abschneiden	severing hazard	risque de sectionnement	Anhang B

Deutsch	Englisch	Französisch	Abschnitt/Unterabschnitt/Anhang dieser Internationalen Norm
Gefährdung durch Ausrutschen	slipping hazard	risque de glissade	6.3.5.6; Tabelle B.1
Gefährdung durch Durchstich / Einstich	stabbing / puncture hazard	risque de perforation / piqure	Tabelle B.1
Gefährdung durch Einziehen / Fangen	drawing-in / trapping hazard	risque d'entraînement / d'emprisonnement	6.2.14; 6.3.2.1; 6.3.5.3; Anhang B
Gefährdung durch Erfassen	entanglement hazard	risque de happement	Anhang B
Gefährdung durch Fehlfunktion(en)	hazardous malfunctioning	dysfonctionnement dangereux	6.2.12.2
Gefährdung durch Herausspritzen von Flüssigkeiten unter hohem Druck	high pressure fluid ejection hazard	risque d'éjection de fluide sous haute pression	Tabelle B.1.1; Tabelle B.4
Gefährdung durch Lärm	hazards generated by noise	phénomènes dangereux engendrés par le bruit	Tabelle B.1.4
Gefährdung durch Materialien und Substanzen	hazards generated by materials and substances	phénomènes dangereux engendrés par des matériaux et des substances	Tabelle B.1.7
Gefährdung durch Quetschen	crushing hazard	risque d'écrasement	Anhang B
Gefährdung durch Reibung / Abrieb	friction / abrasion hazard	risque de frottement / d'abrasion	Anhang B
Gefährdung durch Scheren	shearing hazard	risque de cisaillement	6.2.2.1 b); 6.3.2.1; 6.3.3.2.6; Anhang B
Gefährdung durch Schneiden / Abschneiden	cutting / severing hazard	risque de coupure / sectionnement	Anhang B
Gefährdung durch Stolpern	trip / tripping hazard	risque de perte d'équilibre / de trébuchement	Anhang B
Gefährdung durch Stoß	impact hazard	risque de choc	Tabelle B.1.1; Tabelle B.2
Gefährdung durch Strahlung	hazards generated by radiation	phénomènes dangereux engendrés par les rayonnements	Tabelle B.1.6
Gefährdung durch Vernachlässigung ergonomischer Grundsätze	hazards generated by neglecting ergonomic principles	phénomènes dangereux engendrés par le non-respect des principes ergonomiques	Tabelle B.1.8
Gefährdung durch Vibration	hazards generated by vibration	phénomènes dangereux engendrés par les vibrations	Tabelle B.1.5
Gefährdungsbereich (Gefahrbereich)	danger zone (see also: hazard zone)	zone dangereuse	3.11; 3.28.5; 3.29; 5.5.2.3.1; 6.2.2.1; 6.2.11.8; 6.3.2 ; 6.3.3.2.4; 6.3.3.2.5
Gefährdungsbereich (Gefahrbereich)	hazard zone (see also: danger zone)	zone dangereuse	3.11; 3.28.5; 3.29; 5.5.2.3.1; 6.2.2.1; 6.2.11.8; 6.3.2 ; 6.3.3.2.4; 6.3.3.2.5
Gefährdungsereignis	hazardous event	événement dangereux	Einleitung ; 3.9 ; 5.4; 5.5.2.1; 5.5.2.3.2; 6.4.3; Abschnitt 7 c); Anhang B

Deutsch	Englisch	Französisch	Abschnitt/Unterabschnitt/Anhang dieser Internationalen Norm
Gefährdungsexposition (Begrenzen der -)	exposure to hazards (limiting -)	exposition à un phénomène dangereux (limitation de l'exposition à un -)	6.2.13; 6.2.14; 6.2.15
Gefährdungsexposition / Aussetzung einer Gefährdung	exposure to hazard	exposition à un phénomène dangereux	3.10; 5.5.2.1; 5.5.2.3.1; 5.5.3; 6.2.11.12; 6.3.1; Anhang B
Gefährdungskombination	hazard combination	risques (combinaison de -)	5.5.3.3; Anhang B
Gefährdungssituation / gefährdende Situation	hazardous situation	situation dangereuse	3.10; 3.38; Abschnitt 4; 5.2 d); 5.4; 5.5; 6.2.11.2; 6.2.11.5 ; 6.3.2.7 ; Abschnitt 7 c); Anhang B
Gefahrstoffe / gefährliche Stoffe	hazardous substances	substances dangereuses	3.41; 6.2.3 c); 6.3.3.2.1; 6.3.4.4
Geschwindigkeit	speed	vitesse	6.2.11.1; 6.2.11.9; 6.3.2.7; 6.4.4 c); Anhang B
Gesundheitsschädigung	damage to health	atteinte à la santé	3.5
gleichartige Ausfälle	common mode failures	défaillances de mode commun	3.36; 6.2.12.4
Grenze	limit	limite	3.15; Abschnitt 4; 5.3
H			
Handhabung	handling	manutention	6.2.6; 6.2.7; 6.2.14; 6.3.5.5; 6.4.5.1; 6.4.5.3
Handlung im Notfall	emergency operation	opération d'urgence	3.39
Handsteuerung	manual control (function)	commande manuelle (fonction)	6.2.11.8
Hebevorrichtung	lifting equipment	levage (équipement de -)	6.4.5.1 a)
Hebezeug	lifting gear	levage (appareil de -)	6.3.5.5
Herstellung	construction	construction	6.2.3 a); 6.3.3.1; 6.4.4
Hitze	heat	chaleur	6.2.12.2; 6.3.2.1; Tabelle B.1.3
hydraulische Ausrüstung	hydraulic equipment	équipement hydraulique	6.2.10 ; Tabelle B.4
hydraulische Gefährdung	hydraulic hazard	risque de hydraulique	6.2.10
I			
Identifizierung der Gefährdungen	hazard identification	Identification des phénomènes dangereux	3.15; 5.1; 5.4 ; 5.5.1
Immissionswert	exposure value	valeur d'exposition	3.41
in Betrieb nehmen	commissioning	mise en service	5.4; 6.4.1.3; 6.4.5.1 b) ; Anhang B
indirekte Berührung	indirect contact	contact indirect	Tabelle B.4
inhärent sichere Konstruktion	inherently safe design measure	mesure de prévention intrinsèque	3.20; 3.21; 6.1; 6.2 ; 6.3.5.1
Inspektion	inspection	inspection	6.2.11.10; 6.2.12.4; 6.4.5.1 e)
Inspektion (Häufigkeit der -)	inspection (frequency of -)	inspections (périodicité des -)	6.4.4 c)
Installation (der Maschine) / Aufbau / Einbau (der Maschine)	installation (of the machine)	installation (de la machine)	5.4; 6.2.6 ; 6.3.3.1 ; 6.3.5 ; 6.4.1.3 ; 6.4.5.1 ; Tabelle B.3

Deutsch	Englisch	Französisch	Abschnitt/Unterabschnitt/Anhang dieser Internationalen Norm
Instandhaltung	maintenance	maintenance	3.3; 3.33; 5.3.2 c); 5.3.3 b) ; 5.4 ; 5.5.2.3.1 a); 5.5.3.2; 6.2.8 e); 6.2.10; 6.2.11.9; 6.2.11.10; 6.2.11.12; 6.3.2.4; 6.3.3.1; 6.3.5.4; 6.3.5.6; 6.4.1.3; 6.4.5.1.b); 6.4.5.1 e); 6.4.5.1 h); Tabelle B.3
Instandhaltungspersonal	maintenance staff	maintenance (personnel de -)	6.2.11.12; 6.4.5.1 e)
J			
K			
Kapselung / Fernhaltung (von Stoffen, usw.)	containment (of materials, etc.)	rétention (de matériaux, etc.)	6.3.3.2.1
Kennzeichnung	marking	marquage	6.4.4
Konstrukteur / Entwickler	designer	concepteur	Einleitung; Abschnitt 1; 3.8; 3.13; 3.19; 3.24; Abschnitt 4; Bild 2 ; 5.4; 5.5.1; 5.6.1; 6.2.8; 6.3.2.5.1; 6.4.3; 6.4.5.1 d)
Konstruktion (einer Maschine)	design (of a machine)	conception (d'une machine)	Abschnitt 4; 5.2; 5.5; Abschnitt 6
Konstruktionsfehler	design error	erreur de conception	5.4 b)
L			
Lagerung (einer Maschine)	storage (of a machine)	stockage (d'une machine)	6.4.5.1 a)
Lärm / Geräusch (siehe auch: Emissionen)	noise (see also: emissions)	bruit (voir aussi: émissions)	3.6; 3.41; 3.42; 5.2 c); 5.4; 6.2.2.2; 6.2.3 c); 6.2.4 c); 6.2.8 c); 6.3.1; 6.3.2.1 b); 6.3.2.5.1; 6.3.3.2.1; 6.3.3.2.6; 6.3.4.2 ; 6.4.5.1 b); 6.4.5.1 c); Anhang B
Last	load	charge	3.28.8; 5.4; 6.2.2.1; 6.2.3; 6.2.11.1 bis 6.2.11.5; 6.3.2.6; 6.3.2.7
Lebensdauer einer Maschine	life limit of a machine	durée de vie d'une machine	5.3.4
Leistungssteuerungselement	power control element	préactionneur	3.31; Anhang A
M			
Maschine	machine / machinery	machine	<u>3.1</u>
Maschinenanlage	assembly of machines	ensemble de machines	3.1; 6.2.11.1
Masseschwerpunkt	centre of gravity	centre de gravité	6.2.6; 6.4.5.1
maximale Drehzahl rotierender Teile	maximum speed of rotating parts	fréquence maximale de rotation des parties tournantes	6.4.4 c)
mechanisch zwangsläufige Wirkung	positive mechanical action	action mécanique positive	6.2.5
mechanische Beanspruchung	stress (mechanical -)	contrainte mécanique	6.2.3 a); 6.3.2.7
mechanische Gefährdung	mechanical hazard	risque mécanique	3.6 ; 6.2.2.2 ; 6.3.1 ; Anhang B
menschliches Verhalten	human behaviour	comportement humain	3.24; 5.4; 5.5.3.5; Anhang B
Messverfahren	measurement methods	méthodes de mesurage	5.5.1
Montage	assembly	montage	5.4; 6.4.1.3; 6.4.5.1 b); Tabelle B.3

Deutsch	Englisch	Französisch	Abschnitt/Unterabschnitt/Anhang dieser Internationalen Norm
N			
nichttrennende Schutzeinrichtung	protective device	dispositif de protection	3.20; 3.26; <u>3.28</u> ; 3.28.6; 6.2.11.1; 6.2.11.9; 6.2.13; 6.3.1 ; 6.3.2 ; 6.3.3 ; 6.3.5.1; 6.4.1.2; 6.4.5.1; Anhang A; Tabelle B.3; Tabelle B.4
normaler Betrieb	normal operation	fonctionnement normal	3.38; 5.5.2.3.1 a); 6.3.2.1; 6.3.2.2; 6.3.2.3
Notfall	emergency situation	situation d'urgence	<u>3.38</u> ; 3.39; 6.3.5.2; 6.4.5.1 g)
O			
P			
Piktogramm	pictogram	pictogramme	6.4.4
pneumatische Ausrüstung	pneumatic equipment	équipement pneumatique	6.2.4, 6.2.10; Tabelle B.4
pneumatische Gefährdung	pneumatic hazard	risque de pneumatique	6.2.10
programmierbares elektronisches Steuerungssystem	programmable electronic control system	système de commande électronique programmable	6.2.11.7
Q			
R			
räumliche Grenze	space limit	limite dans l'espace	3.28.8; 5.3.3
Redundanz	redundancy	redondance	6.2.12.2; 6.2.12.4
Reinigung	cleaning	nettoyage	5.4; 5.5.3.2; 6.2.11.9; 6.3.2.4; Anhang B
relevante Gefährdung	relevant hazard	phénomène dangereux pertinent	<u>3.7</u>
Restrisiko	residual risk	risque résiduel	<u>3.13</u> ; 5.6.2; 6.1.c) ; 6.4.1.2 ; Abschnitt 7 g); Bild 2
Rettung und Befreiung (einer Person)	rescue and escape (of a person)	sauvetage et dégagement (d'une personne)	6.3.5.3
Risiko	risk	risque	3.12; an zahlreichen Stellen
Risikoanalyse	risk analysis	analyse du risque	<u>3.15</u> ; 3.16; 3.17 ; 5.1 a)
Risikobeurteilung	risk assessment	appréciation du risque	3.8; <u>3.17</u> ; 3.41; Abschnitt 4 ; Abschnitt 5 ; 6.3.2.1 ; 6.3.2.4 ; 6.3.5.2; Abschnitt 7
Risikobewertung	risk evaluation	évaluation du risque	<u>3.16</u> ; 3.17; 5.1 ; 5.6
Risikoeinschätzung	risk estimation	estimation du risque	<u>3.14</u> ; 3.15; 5.1; 5.5
Risikominderung	risk reduction	réduction du risque	3.7; 3.16; 3.18; 3.19; 3.20; Abschnitt 4; Bild 1; Bild 2; 5.1; 5.5.3.4; 5.6.1; 5.6.2; Abschnitt 6
Risikovergleich	risk comparison	comparaison des risques	5.5.2.3.2; 5.6.1
Rückhaltung (von gespeicherter Energie)	containment (of stored energy)	rétenion (de l'énergie accumulée)	6.3.5.4

Deutsch	Englisch	Französisch	Abschnitt/Unterabschnitt/Anhang dieser Internationalen Norm
S			
Schaden	harm	dommage	<u>3.5</u> ; 3.6; 3.9; 3.10; 3.12; 3.14; Abschnitt 4; 5.2; 5.5.2; 6.1
Schaltmatte	pressure-sensitive mat	tapis sensible	6.3.2.2; 6.3.2.5.1
scharfe Kante	edge (sharp -)	arête vive	6.2.2.1; 6.3.3.2.6; Anhang B
Schmierung	lubrication	graissage	6.2.15; Tabelle B.3
schneidende Teile	cutting parts	éléments coupants	Anhang B
Schnittstelle „Bedienperson-Maschine“ oder „Mensch-Maschine“	operator-machine interface	interface „opérateur-machine“	5.3.3; 6.2.8; Anhang A
Schnittstelle „Maschine-Energieversorgung“	machine-power supply interface	interface „machine-sources d'énergie“	5.3.3
schriftlicher Warnhinweis	written warning	avertissement écrit	6.4.4
Schrittschaltung	limited movement control device	commande de marche par à-coups (dispositif de -)	<u>3.28.9</u> ; 6.2.11.9
Schutzeinrichtung	safeguard	moyen de protection	Einleitung; 3.19; 3.21; <u>3.26</u> ; 3.28; Abschnitt 6
Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion	trip / tripping device	dispositif sensible	6.3.2.1
Schutzmaßnahme	protective measure	mesure de prévention	3.13; <u>3.19</u> ; 3.20; 3.21; 3.22; 3.28.4; Abschnitt 4 ; 5.5.1; 5.5.3 ; 5.6.1; 5.6.2 ; an weiteren Stellen in Abschnitt 6
Schwenkarmschalttafel (tragbare Steuerungseinheit/ tragbares Steuerungsgerät)	teach pendant (portable control unit)	pendant d'apprentissage (dispositif de commande portatif)	6.2.11.8; 6.2.11.9
Selbstüberwachung / automatische Überwachung	automatic monitoring	autosurveillance	6.2.11.6 ; 6.2.12.4; 6.3.3.2.3; 6.3.3.2.5
sensitive Schutzeinrichtung	sensitive protective equipment	équipement de protection sensible	<u>3.28.5</u> ; 6.3.2.1; 6.3.2.2; 6.3.2.3; 6.3.2.5
Sensor / Messfühler	sensor	capteur	3.31; 6.2.11.7.2; 6.2.13; 6.4.3; Anhang A
Sicherheitsfunktion (sicherheitsrelevante -)	safety function (safety related function)	fonction de sécurité (fonction de sécurité directe)	<u>3.30</u> ; 6.2.11.6; 6.2.11.7.1; 6.2.11.7.2; 6.2.12.4; 6.3.2.5.2; 6.3.3.3
sicherheitsrelevantes Bauteil	safety-related component	composant relatif à la sécurité	6.2.13
Signal	signal	signal	3.22; 3.28.5 ; 6.2.11.8 ; 6.3.2.7 ; 6.4.1.1 ; 6.4.2 ; 6.4.3 ; 6.4.5.1
signifikante Gefährdung	significant hazard	phénomène dangereux significatif	<u>3.8</u>
Sirene	siren	Sirène	6.4.3
Software	software	logiciel	3.34; 5.4; 5.5.3.6; 6.2.11.7.3
Software (Zugriff auf die -)	software (access to the -)	logiciel (accès au -)	6.2.11.7.3
Span	chip	copeau	6.3.3.2.1
spannungsführendes Teil (der elektrischen Ausrüstung)	live part (of electrical equipment)	partie active (de l'équipement électrique)	Tabelle B.1.2
Sperre	barrier	barrière	3.27; 3.29
Sperrphase	muting phase	inhibition (phase d')	6.3.2.5.2 d)
spitzes Teil	angular part	pièce de forme aiguë	Anhang B

Deutsch	Englisch	Französisch	Abschnitt/Unterabschnitt/Anhang dieser Internationalen Norm
Sprache	language	langue	6.4.4
Sprache (der Betriebsanleitung)	language (of the instruction handbook)	langue (de la notice d'instructions)	6.4.5.2 b)
Standfestigkeit / Standsicherheit	stability	stabilité	6.2.6 ; 6.3.2.6; Anhang B
statische Elektrizität	static electricity	électricité statique	Tabelle B.1.2
Staub (siehe auch: Emissionen)	dust (see also: emissions)	poussière (voir aussi: émissions)	5.2 c); 5.3.5; 6.2.2.2; 6.3.2.5.1; 6.3.3.2.1; 6.4.5.1 c); Anhang B
Stellteil	actuator / manual control	organe de service	3.28.3; 6.2.2.1; 6.2.8 g); 6.2.11.8; 6.3.5.2; 6.4.5.1 d); 6.4.5.2 c); Anhang A
Stellteil zum Stillsetzen im Notfall	emergency stop control	commande d'arrêt d'urgence	6.2.11.8 c); 6.2.11.9; 6.3.5.2
Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung (Tippschalter)	hold-to-run control device	commande nécessitant une action maintenue	<u>3.28.3</u> ; 6.2.11.8 b)
Steuerungseinrichtung	control device	appareil de commande	6.2.11.1; 6.2.11.8; 6.3.2.5.2; 6.3.5.6; Anhang A; Anhang B
Steuerungssystem / Steuerung	control system	commande (système de -)	6.2.11 ; 6.2.12; 6.2.13; 6.2.14; 6.3.2.5.2; Anhang A
Steuerungsart	control mode	commande (mode de -)	6.2.11.9
Steuerungsart zum Einstellen	setting (control mode for -)	réglage (mode de commande pour le -)	6.2.11.9
Stichwortverzeichnis (in der Betriebsanleitung)	index (of the instruction handbook)	index (de la notice d'instructions)	6.4.5.2
Stillsetzen	stopping	mise à l'arrêt	5.4; 6.2.11.1; 6.2.11.3; 6.2.11.5; 6.2.11.6; 6.3.2.5.1; 6.4.5.1
Stillsetzen im Notfall (Funktion zum)	emergency stop (function)	arrêt d'urgence (fonction)	<u>3.40</u> ; 6.2.11.1; 6.2.11.8; 6.2.11.9; 6.3.1; 6.3.5.2; 6.3.5.3; 6.3.5.4; 6.4.5.1
Störung(en)	disturbance(s)	perturbation(s)	5.4 b); 6.2.12.2; 6.2.12.4; Anhang B
Stoß	impact	choc	6.2.12.2
Strahlung (siehe auch: Emissionen)	radiation (see also: emissions)	rayonnement(s) (voir aussi: émissions)	3.41; 6.2.2.2; 6.2.3; 6.3.2.1; 6.3.2.5.1; 6.3.3.2.1; 6.3.4.5; 6.4.5.1; Anhang B
Stress	stress (human -)	stress	5.5.3.4; 6.2.8
Sturzgefährdung	falling hazard	risque de chute (de personne)	Anhang B
Symbol	symbol	symbole	3.22; 6.4.1.1; 6.4.4
Symbol (in der Betriebsanleitung)	symbol (in the instruction handbook)	symbole (dans la notice d'instructions)	6.4.5.2 a)
T			
Teachen / Programmieren	teaching (programming)	apprentissage (programmation)	5.4; 5.5.3.2; 6.2.11.9; 6.3.2.4; 6.4.1.3
technische Schutzmaßnahmen	safeguarding	protection	3.19; <u>3.21</u> ; 3.31; 5.5.3.4; Abschnitt 6
thermische Gefährdung	thermal hazard	risque thermique	Anhang B
tragbare Steuerungseinheit/ tragbares Steuerungsgerät (Schwenkarmschalttafel)	portable control unit (teach pendant)	dispositif de commande portatif (pendant d'apprentissage)	6.2.11.8 e); 6.2.11.9

Deutsch	Englisch	Französisch	Abschnitt/Unterabschnitt/Anhang dieser Internationalen Norm
Transport	transport	transport	5.4; 6.3.5.5; 6.4.1.3; 6.4.5.1 a); Tabelle B.3
trennende Schutzeinrichtung	guard	protecteur	3.20; 3.26; <u>3.27</u> ; 3.28.1; 6.2.8; 6.2.11.9; 6.2.13; 6.3.1; 6.3.2; 6.3.3 ; 6.3.5.6; 6.4.1.1; 6.4.4 c); 6.4.5.1 c); Anhang A
trennende Schutzeinrichtung mit Startfunktion	interlocking guard with a start function (control guard)	protecteur commandant la mise en marche	<u>3.27.6</u> ; 6.3.2.3 f); 6.3.3.2.5
Treppen	stairs	escaliers	6.3.5.6
Tür	door	porte	3.27
U			
Überdrehzahl	overspeed	survitesse	6.4.3
Überlast (elektrische -)	overloading (electrical -)	surcharge (électrique)	6.4.5.1
Überlastung (Elektrische)	electrical overloading	surcharge (électrique)	6.4.5.1 b)
Überlastung (mechanische -)	overloading (mechanical -)	surcharge mécanique	6.3.2.7
Umgebungseinflüsse	environmental conditions	conditions liées à l'environnement	6.2.12.2; 6.3.2.5.2 a); 6.4.5.1 b), Anhang B
Umgehen (einer Schutzeinrichtung)	defeating (of a protective device)	neutralisation (d'un dispositif de protection)	6.2.11.1; Anhang B
Umgehen (einer Warneinrichtung)	defeating (of a warning device)	neutralisation (d'un dispositif d'avertissement)	6.4.3
Umrüsten	process changeover	processus de fabrication (changement de -)	5.5.3.2; 6.2.11.9; 6.3.2.4; 6.4.1.3; Tabelle B.3
Umwelt / Umgebung	environment	environnement	Abschnitt 1; 6.2.7; 6.3.2.1; 6.3.3.1; 6.4.5.1 b); Anhang B
Umweltbeanspruchung	stress (environmental -)	contrainte d'environnement	6.2.12.2
unerwarteter / unbeabsichtigter Anlauf	unexpected / unintended start-up	mise en marche inattendue / intempestive	3.6; <u>3.31</u> ; 6.2.11.1; 6.3.3.2.5
V			
Ventil	valve	distributeur	6.2.3 ; 6.2.11.4
verbotene Anwendung	prohibited usage / application	utilisation proscrite	6.4.5.1 c); 6.4.5.1 d)
Verbrennung	burn	brûlure	Anhang B
Verbrühung	scald	brûlure (par un liquide chaud)	Tabelle B.1.3; Tabelle B.2
vergleichende Emissionsdaten	comparative emission data	données comparatives d'émission	<u>3.42</u> ; 5.5.1
Verhindern des Zugangs	prevention of access	accès (prévention de l' -)	6.3.3.2.1
verminderte Geschwindigkeit	reduced speed	vitesse (réduite)	6.2.11.9
vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung	reasonably foreseeable misuse	mauvais usage raisonnablement prévisible	<u>3.24</u> ; 5.3.2; 5.3.4; 5.4; 5.6.3; 6.1; 6.3.5.1; 6.4.1.2; 6.4.5.1
Verpackung	packaging	emballage	6.4.2; 6.4.5.1; 6.4.5.3 d)

Deutsch	Englisch	Französisch	Abschnitt/Unterabschnitt/Anhang dieser Internationalen Norm
verriegelte trennende Schutzeinrichtung	interlocking guard	protecteur avec dispositif de verrouillage	3.27.4; 6.3.2.1; 6.3.2.2; 6.3.2.3; 6.3.2.5.3; 6.3.3.2.3; 6.3.5.6
verriegelte trennende Schutzeinrichtung mit Zuhaltung	interlocking guard with guard locking	protecteur avec dispositif d'interverrouillage	3.27.5; 6.3.2.2; 6.3.2.3
Verriegelungseinrichtung (Verriegelung)	interlocking device (interlock)	verrouillage (dispositif de -)	3.27; 3.27.4; 3.27.5; 3.28.1; 6.3.3.2.5 f)
Versagen der Isolierung	insulation failure	isolement (défaut d' -)	6.2.12.2
Verwendung (einer Maschine)	use (of a machine)	utilisation (d'une machine)	Abschnitt 4; 5.2 ; 5.3.2 ; 5.4 und an weiteren Stellen
Vibration(en) / Schwingungen (siehe auch: Emissionen)	vibration (see also: emissions)	vibrations (voir aussi: émissions)	3.41; 5.2; 5.4; 6.2.2.2; 6.2.3; 6.2.6; 6.2.8 c); 6.2.12.2; 6.3.2.1; 6.3.3.2.1; 6.3.4.3; 6.4.5.1; Tabelle B.1.5
vorstehendes Teil	protruding part	pièce saillante	6.2.2.1; Tabelle B.4
W			
Wärmequelle	heat source	chaleur (source de -)	Tabelle B.1.3
Wartungsfreundlichkeit (einer Maschine)	maintainability (of a machine)	maintenabilité (d'une machine)	3.3; 6.2.7; 6.2.11.12
Wartungsstelle	maintenance point	maintenance (point de -)	6.2.15
Werkstoff / Material	material	matériau	5.2 c); 5.3.5; 5.4; 5.5.2.3.1; 5.6.3; 6.2.2.1; 6.2.3 b); 6.2.14; 6.3.2.5.1; 6.3.3.2.1; 6.3.3.2.6; 6.3.5.6; Anhang B
Wiederanlauf	restart / restarting	remise en marche	6.2.11.1; 6.2.11.4; 6.3.2.5.2; 6.3.3.2.5; 6.3.5.2
X			
Y			
Z			
Zugang zu einem Gefährdungsbereich	access to a hazard zone (to a danger zone)	accès à une zone dangereuse	3.29; 5.5.2.3.1; 6.2.11.9; 6.2.15; 6.3.1; 6.3.2; 6.3.5.6
Zugänge	access (means of -)	moyens d'accès	6.3.5.6
Zugänglichkeit	accessibility	accessibilité	6.2.7
Zugangsbeschränkung	restriction of access	accès (restriction de l' -)	6.2.11.9
Zugangscode	access code	code d'accès	6.2.11.10
Zuhalteeinrichtung	guard locking device	dispositif de blocage du protecteur	3.27.5
Zustimmungseinrichtung	enabling device	validation (dispositif de -)	3.28.2; 6.2.11.9
Zuverlässigkeit	reliability	fiabilité	5.5.2.3.2; 5.5.3.5; 6.2.3; 6.2.8; 6.2.12.1; 6.2.13; 6.3.2.5.3
Zuverlässigkeit (einer Maschine)	reliability (of a machine)	fiabilité (d'une machine)	3.2
Zweihandschaltung	two-hand control device	commande bimanuelle (dispositif de -)	3.28.4; 6.2.11.9; 6.3.2.3 e)
<u>Unterstrichene</u> Querverweise beziehen sich auf Begriffe, die in Abschnitt 3 definiert werden. Fett gedruckte Querverweise beziehen sich auf wichtige Festlegungen dieser Internationalen Norm.			

Anhang ZA (informativ)

Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2006/42/EG

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

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

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

Literaturhinweise

- [1] ISO/IEC Guide 51, *Safety aspects — Guidelines for their inclusion in standards*
- [2] ISO 447, *Machine tools — Direction of operation of controls*
- [3] ISO 2972, *Numerical control of machines — Symbols*
- [4] ISO 4413, *Hydraulic fluid power — General rules relating to systems*
- [5] ISO 4414, *Pneumatic fluid power — General rules relating to systems*
- [6] ISO 6385, *Ergonomic principles in the design of work systems*
- [7] ISO 7000, *Graphical symbols for use on equipment — Index and synopsis*
- [8] ISO 9355-1, *Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators — Part 1: Human interactions with displays and control actuators*
- [9] ISO 9355-3, *Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators — Part 3: Control actuators*
- [10] ISO 10075, *Ergonomic principles related to mental work-load — General terms and definitions*
- [11] ISO 10075-2, *Ergonomic principles related to mental workload — Part 2: Design principles*
- [12] ISO/TR 11688-1, *Acoustics — Recommended practice for the design of low noise machinery and equipment — Part 1: Planning*
- [13] ISO 11689, *Acoustics — Procedure for the comparison of noise-emission data for machinery and equipment*
- [14] ISO 13849-1:2006, *Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 1: General principles for design*
- [15] ISO 13850, *Safety of machinery — Emergency stop — Principles for design*
- [16] ISO 13851, *Safety of machinery — Two-hand control devices — Functional aspects and design principles*
- [17] ISO 13854, *Safety of machinery — Minimum gaps to avoid crushing of parts of the human body*
- [18] ISO 13855, *Safety of machinery — Positioning of protective equipment with respect to the approach speeds of parts of the human body*
- [19] ISO 13856 (all parts), *Safety of machinery — Pressure-sensitive protective devices*
- [20] ISO 13857, *Safety of machinery — Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs*
- [21] ISO 14118:2000, *Safety of machinery — Prevention of unexpected start-up*
- [22] ISO 14119, *Safety of machinery — Interlocking devices associated with guards — Principles for design and selection*

- [23] ISO 14120:2002, *Safety of machinery — Guards — General requirements for the design and construction of fixed and movable guards*
- [24] ISO/TR 14121-2, *Safety of machinery — Risk assessment — Part 2: Practical guidance and examples of methods*
- [25] ISO 14122 (all parts), *Safety of machinery — Permanent means of access to machinery*
- [26] ISO 14122-3, *Safety of machinery — Permanent means of access to machinery — Part 3: Stairs, stepladders and guard-rails*
- [27] ISO 14123-1, *Safety of machinery — Reduction of risks to health from hazardous substances emitted by machinery — Part 1: Principles and specifications for machinery manufacturers*
- [28] ISO 14163, *Acoustics — Guidelines for noise control by silencers*
- [29] ISO 15667, *Acoustics — Guidelines for noise control by enclosures and cabins*
- [30] IEC 60079-11, *Explosive atmospheres — Part 11: Equipment protection by intrinsic safety 'i'*
- [31] IEC 60204 (all parts), *Safety of machinery — Electrical equipment of machines*
- [32] IEC 60335-1, *Household and similar electrical appliances — Safety — Part 1: General requirements*
- [33] IEC 60745-1, *Hand-held motor-operated tools — Part 1: General requirements*
- [34] IEC 60947-5-1, *Low-voltage switchgear and controlgear — Part 5-1: Control circuit devices and switching elements — Electromechanical control circuit devices*
- [35] IEC 61000-6 (all parts), *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6: Generic standards*
- [36] IEC 61029 (all parts), *Safety of transportable motor-operated electric tools*
- [37] IEC 61310 (all parts), *Safety of machinery — Indication, marking and actuation*
- [38] IEC 61496 (all parts), *Safety of machinery — Electro-sensitive protective equipment*
- [39] IEC 61508 (all parts), *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*
- [40] IEC/TS 62046, *Safety of machinery — Application of protective equipment to detect the presence of persons*
- [41] IEC 62061, *Safety of machinery — Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems*
- [42] IEC 62079, *Preparation of instructions — Structuring, content and presentation*
- [43] IEC 191 see IEC 60050-191, *International Electrotechnical Vocabulary — Chapter 191: Dependability and quality of service*
- [44] CR 1030-1, *Hand-Arm-Schwingungen-Leitfaden zur Verringerung der Gefährdung durch Schwingungen — Teil 1: Technische Maßnahmen durch die Gestaltung von Maschinen*
- [45] EN 614-1, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Gestaltungsgrundsätze — Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze*

- [46] EN 1299, *Mechanische Schwingungen und Stöße — Schwingungsisolierung von Maschinen — Angaben für den Einsatz von Quellenisolierungen*
- [47] EN 12198-1, *Sicherheit von Maschinen — Bewertung und Verminderung des Risikos der von Maschinen emittierten Strahlung — Teil 1: Allgemeines*
- [48] EN 12198-3, *Sicherheit von Maschinen — Bewertung und Verminderung des Risikos der von Maschinen emittierten Strahlung — Teil 3: Verminderung der Strahlung durch Abschwächung oder Abschirmung*
- [49] EN 13861, *Sicherheit von Maschinen — Leitfaden für die Anwendung von Ergonomie-Normen bei der Gestaltung von Maschinen*