

**DIN EN ISO 14121-1**

ICS 13.110

Ersatz für  
DIN EN 1050:1997-01**Sicherheit von Maschinen –  
Risikobeurteilung –  
Teil 1: Leitsätze (ISO 14121-1:2007);  
Deutsche Fassung EN ISO 14121-1:2007**

Safety of machinery –  
Risk assessment –  
Part 1: Principles (ISO 14121-1:2007);  
German version EN ISO 14121-1:2007

Sécurité des machines –  
Appréciation du risque –  
Partie 1: Principes (ISO 14121-1:2007);  
Version allemande EN ISO 14121-1:2007

Gesamtumfang 35 Seiten

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



## **Beginn der Gültigkeit**

Diese Norm gilt ab 2007-12-01.

## **Nationales Vorwort**

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen im Sinne des Geräte- und Produktsicherheitsgesetzes (GPSG) und steht im Zusammenhang mit dem Europäischen Recht (Maschinenrichtlinie 98/37/EG, die in nationales Recht überführt wurde [siehe GPSG] sowie revidierte Maschinenrichtlinie 2006/42/EG<sup>1)</sup>, deren Umsetzung in nationales Recht bis zum 29. Juni 2008 erfolgen muss).

Diese Norm enthält die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitee 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) nach der Wiener Vereinbarung ausgearbeiteten Europäischen Norm EN ISO 14121-1:2007. Die Sekretariate beider Technischer Komitees werden vom DIN (Deutschland) gehalten.

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

Eine praktische Anleitung mit Beispielen von Verfahren zur Risikobeurteilung wird von ISO als Technischer Bericht ISO/TR 14121-2 veröffentlicht.

Die in Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wurden als DIN-EN-ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht.

## **Änderungen**

Gegenüber DIN EN 1050:1997-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Normtitel teilungsbedingt geändert;
- b) Norm inhaltlich und begrifflich an DIN EN ISO 12100-1:2004-04 angepasst;
- c) Umfang begrifflicher Festlegungen in Abschnitt 3 erweitert;
- d) Aufnahme separater Tabellen zur Darstellung der Beispiele für Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungseignisse im Anhang A;
- e) bildhafte Darstellung typischer Gefährdungsbeispiele neu in Anhang A aufgenommen;
- f) informativer Anhang B „Verfahren zur Untersuchung von Gefährdungen und zur Einschätzung des Risikos“ gestrichen;
- g) Norm redaktionell vollständig überarbeitet.

## **Frühere Ausgaben**

DIN EN 1050: 1997-01

---

1) Ab dem 29. Dezember 2009 anzuwenden. Bis dahin bleibt die aktuelle Maschinenrichtlinie 98/37/EG gültig.

**Deutsche Fassung**

**Sicherheit von Maschinen —  
Risikobeurteilung —  
Teil 1: Leitsätze (ISO 14121-1:2007)**

Safety of machinery —  
Risk assessment —  
Part 1: Principles  
(ISO 14121-1:2007)

Sécurité des machines —  
Appréciation du risque —  
Partie 1: Principes  
(ISO 14121-1:2007)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 4. August 2007 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 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, 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: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel**

# Inhalt

	Seite
<b>Vorwort .....</b>	<b>3</b>
<b>Einleitung.....</b>	<b>4</b>
<b>1 Anwendungsbereich .....</b>	<b>5</b>
<b>2 Normative Verweisungen.....</b>	<b>5</b>
<b>3 Begriffe .....</b>	<b>5</b>
<b>4 Allgemeine Leitsätze .....</b>	<b>8</b>
<b>4.1 Grundkonzepte.....</b>	<b>8</b>
<b>4.2 Informationen zur Risikobeurteilung .....</b>	<b>9</b>
<b>5 Festlegung der Grenzen der Maschine .....</b>	<b>10</b>
<b>5.1 Allgemeines.....</b>	<b>10</b>
<b>5.2 Verwendungsgrenzen .....</b>	<b>10</b>
<b>5.3 Räumliche Grenzen .....</b>	<b>11</b>
<b>5.4 Zeitliche Grenzen.....</b>	<b>11</b>
<b>5.5 Weitere Grenzen.....</b>	<b>11</b>
<b>6 Identifizierung der Gefährdungen .....</b>	<b>12</b>
<b>7 Risikoeinschätzung .....</b>	<b>13</b>
<b>7.1 Allgemeines.....</b>	<b>13</b>
<b>7.2 Risikoelemente.....</b>	<b>13</b>
<b>7.3 Während der Risikoeinschätzung zu berücksichtigende Aspekte.....</b>	<b>15</b>
<b>8 Risikobewertung.....</b>	<b>17</b>
<b>8.1 Allgemeines.....</b>	<b>17</b>
<b>8.2 Erreichen einer hinreichenden Risikominderung .....</b>	<b>17</b>
<b>8.3 Risikovergleich .....</b>	<b>18</b>
<b>9 Dokumentation.....</b>	<b>19</b>
<b>Anhang A (informativ) Beispiele für Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse.....</b>	<b>20</b>
<b>Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 98/37/EG .....</b>	<b>31</b>
<b>Anhang ZB (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 2006/42/EG .....</b>	<b>32</b>
<b>Literaturhinweise .....</b>	<b>33</b>

## Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 14121-1:2007) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 199 „Safety of machinery“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 114 „Safety of machinery“ 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 März 2008, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2008 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ersetzt EN 1050:1996.

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

Zum Zusammenhang mit EG-Richtlinien siehe informative Anhänge ZA und ZB, die Bestandteile dieses Dokuments sind.

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, 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 14121-1:2007 wurde vom CEN als EN ISO 14121-1:2007 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

## Einleitung

Sicherheitsnormen für Maschinen werden wie folgt strukturiert:

- a) **Typ-A-Normen** (Sicherheitsgrundnormen) behandeln Grundbegriffe, Gestaltungsleitsätze und allgemeine Aspekte, die auf alle Maschinen angewandt werden können;
- b) **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, Oberflächentemperatur, Lärm);
  - Typ-B2-Normen für Schutzeinrichtungen (z. B. Zweihandschaltungen, Verriegelungseinrichtungen, druckempfindliche Schutzeinrichtungen, trennende Schutzeinrichtungen);
- c) **Typ-C-Normen** (Maschinensicherheitsnormen) behandeln detaillierte Sicherheitsanforderungen an eine bestimmte Maschine oder Gruppe von Maschinen.

Dieser Teil von ISO 14121 ist eine Typ-A-Norm wie in ISO 12100-1 angegeben.

Falls die Festlegungen einer Typ-C-Norm von denen abweichen, die in Typ-A- oder Typ-B-Normen angegeben sind, haben die Festlegungen der Typ-C-Norm für Maschinen, die nach den Festlegungen der Typ-C-Norm konzipiert und gebaut wurden, Vorrang vor den Festlegungen anderer Normen.

Aufgabe dieser Typ-A-Norm ist die Beschreibung von Leitsätzen für ein in sich geschlossenes systematisches Verfahren zur Risikobeurteilung, wie in ISO 12100-1:2003, Abschnitt 5, ausgewiesen.

Dieser Teil von ISO 14121 gibt eine Anleitung für Entscheidungen in Bezug auf die Konstruktion einer Maschine und dient als Hilfestellung bei der Erarbeitung geeigneter und miteinander abgestimmter Typ-B- und Typ-C-Normen, so dass Maschinen hergestellt werden können, die entsprechend der Methodologie nach ISO 12100 für die bestimmungsgemäße Verwendung sicher sind.

Im Anhang A sind in separaten Tabellen Beispiele für Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse angegeben, um diese Begrifflichkeiten zu erläutern und den Konstrukteur beim Prozess der Identifizierung von Gefährdungen zu unterstützen.

Die praktische Anwendung einer Reihe von Verfahren für jede Stufe der Risikobeurteilung wird in ISO/TR 14121-2 beschrieben, der zudem eine Anleitung dafür gibt, wie die verschiedenen Risikoelemente nach Bild 2 dieses Teils von ISO 14121 durch die Auswahl von Schutzmaßnahmen (nach ISO 12100) vermindert werden können.

Dieser Teil von ISO 14121 kann gegebenenfalls in Schulungskurse und Handbücher einbezogen werden, um so eine grundlegende Unterweisung in die Risikobeurteilung erteilen zu können.

## 1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 14121 stellt allgemeine Leitsätze auf, die genutzt werden können, um die in ISO 12100-1:2003, Abschnitt 5, festgelegten Ziele zur Risikominderung zu erreichen. Diese Leitsätze zur Risikobeurteilung tragen Kenntnisse und Erfahrungen über die Konstruktion, den Einsatz, das Zwischenfall- und Unfallgeschehen sowie über Schäden im Zusammenhang mit Maschinen zusammen, um in den relevanten Phasen der Lebensdauer einer Maschine dargestellte Risiken beurteilen zu können.

Dieser Teil von ISO 14121 gibt eine Anleitung über die Informationen, die für die Durchführung einer Risikobeurteilung notwendig sind. Es werden Verfahren zur Identifizierung von Gefährdungen sowie zur Risikoeinschätzung und -bewertung beschrieben.

Dieser Teil von ISO 14121 stellt außerdem eine Handlungshilfe für Entscheidungen bereit, die im Zusammenhang mit der Sicherheit von Maschinen zu treffen sind, sowie zur Art der Dokumentation, anhand derer die vorgenommene Risikobeurteilung nachzuweisen ist.

Dieser Teil von ISO 14121 ist nicht anwendbar auf Risiken in Bezug auf Haustiere, Eigentum oder die Umwelt.

## 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).

ISO 12100-1:2003, *Safety of machinery — Basic concepts, general principles for design — Part 1: Basic terminology, methodology*

ISO 12100-2:2003, *Safety of machinery — Basic concepts, general principles for design — Part 2: Technical principles and specifications*

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

### 3.1

#### **Schaden**

physische Verletzung oder Schädigung der Gesundheit

[ISO 12100-1:2003, Definition 3.5]

### 3.2

#### **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).

[ISO 12100-1:2003, Definition 3.6]

**3.3**  
**Gefährdungsbereich**  
Gefährbereich  
jeder Bereich in einer Maschine und/oder um eine Maschine herum, in dem eine Person einer Gefährdung ausgesetzt sein kann

[ISO 12100-1:2003, Definition 3.10]

**3.4**  
**Gefährdungsereignis**  
Ereignis, das Schaden verursachen kann

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

**3.5**  
**Gefährdungssituation**  
Sachlage, bei der eine Person mindestens einer Gefährdung ausgesetzt ist

ANMERKUNG Diese Situation kann unmittelbar oder über einen Zeitraum hinweg zu einem Schaden führen.

[ISO 12100-1:2003, Definition 3.9]

**3.6**  
**bestimmungsgemäße Verwendung einer Maschine**  
Verwendung einer Maschine in Übereinstimmung mit den in der Benutzerinformation bereitgestellten Informationen

[ISO 12100-1:2003, Definition 3.22]

**3.7**  
**Maschine**  
Gesamtheit von miteinander verbundenen Teilen oder Baugruppen, von denen mindestens eine(s) beweglich ist, mit den entsprechenden Antriebselementen, Steuer- und Energiekreisen, die für eine bestimmte Anwendung zusammengefügt sind, insbesondere für die Verarbeitung, Behandlung, Fortbewegung oder Verpackung eines Materials

ANMERKUNG 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.

[ISO 12100-1:2003, Definition 3.1]

**3.8**  
**Fehlfunktion**  
Ausfall einer Maschine beim Ausführen einer bestimmungsgemäßen Funktion

ANMERKUNG Für Beispiele siehe ISO 12100-1:2003, 5.3 b), Punkt 2).

**3.9**  
**Schutzmaßnahme**  
Mittel zur vorgesehenen Minderung des Risikos

ANMERKUNG 1 Diese wird umgesetzt vom:

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

ANMERKUNG 2 Siehe ISO 12100-1:2003, Bild 1.

[ISO 12100-1:2003, Definition 3.18]

### **3.10**

#### **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

[ISO 12100-1:2003, Definition 3.23]

### **3.11**

#### **Restrisiko**

Risiko, das nach der Anwendung von Schutzmaßnahmen verbleibt

ANMERKUNG Siehe ISO 12100-1:2003, Bild 1.

[ISO 12100-1:2003, Definition 3.12]

### **3.12**

#### **Risiko**

Kombination der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Schadens und seines Schadensausmaßes

[ISO 12100-1:2003, Definition 3.11]

### **3.13**

#### **Risikoanalyse**

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

[ISO 12100-1:2003, Definition 3.14]

### **3.14**

#### **Risikobeurteilung**

Gesamtheit des Verfahrens, das eine Risikoanalyse und Risikobewertung umfasst

[ISO 12100-1:2003, Definition 3.13]

### **3.15**

#### **Risikoeinschätzung**

Bestimmung des wahrscheinlichen Ausmaßes eines Schadens und der Wahrscheinlichkeit seines Eintritts

[ISO 12100-1:2003, Definition 3.15]

### **3.16**

#### **Risikobewertung**

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

[ISO 12100-1:2003, Definition 3.16]

### **3.17**

#### **Aufgabe**

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

## 4 Allgemeine Leitsätze

### 4.1 Grundkonzepte

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 nach ISO 12100-1:2003, Abschnitt 5. 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.

Risikobeurteilung umfasst Folgendes (siehe Bild 1):

- a) Risikoanalyse:
  - 1) Festlegung der Grenzen der Maschine (siehe Abschnitt 5);
  - 2) Identifizierung der Gefährdungen (siehe Abschnitt 6);
  - 3) Risikoeinschätzung (siehe Abschnitt 7);
- b) Risikobewertung (siehe Abschnitt 8).

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 so ausgeführt werden, dass es möglich ist, den Verfahrensweg und die erreichten Ergebnisse zu dokumentieren (siehe Abschnitt 9).

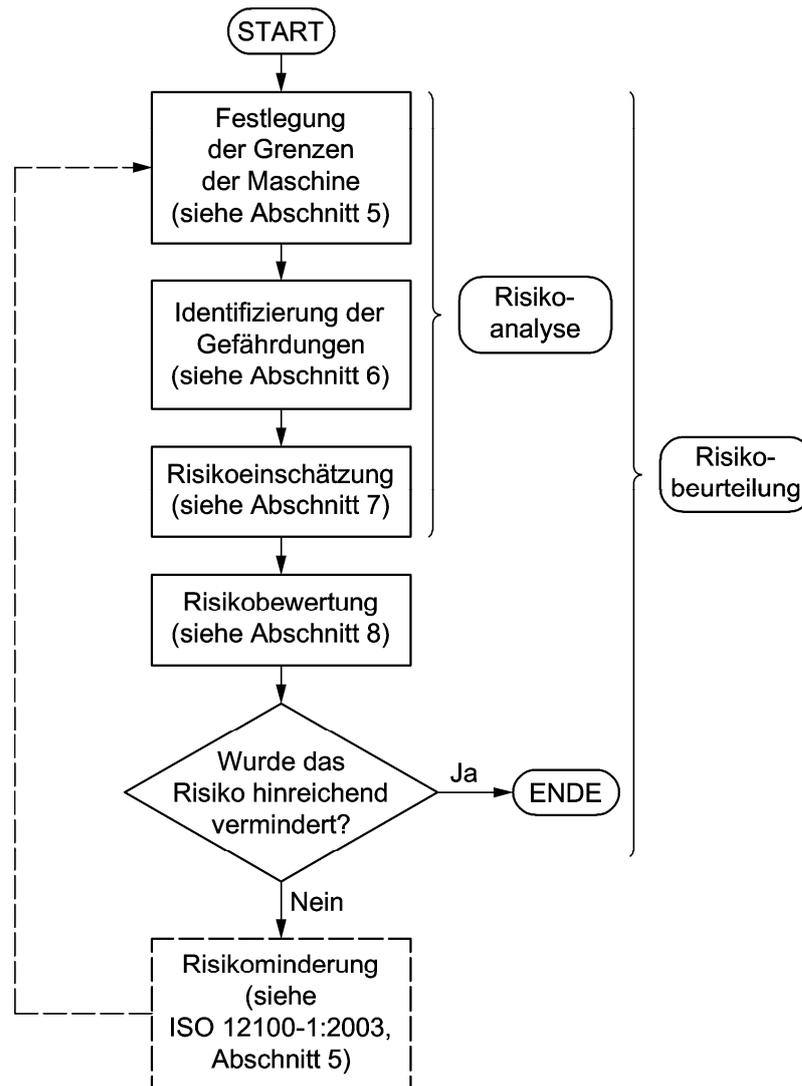


Bild 1 — Iterativer Prozess zur Risikominderung

## 4.2 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,
  - 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) 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 (Geräusche, Schwingungen, Staub, Dämpfe usw.), verwendete Chemikalien oder durch die Maschine verarbeitete Materialien zurückzuführen sind;

**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 Beinahunfall oder gefährliches Vorkommnis bezeichnet werden.

d) relevante ergonomische Grundsätze (siehe ISO 12100-2:2003, 4.8).

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.

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 9).

## **5 Festlegung der Grenzen der Maschine**

### **5.1 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 5.2 bis 5.6 angegeben, genau bestimmt werden sollten.

### **5.2 Verwendungsgrenzen**

Die Verwendungsgrenzen beziehen die bestimmungsgemäße Verwendung und die vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung mit ein. Zu den zu berücksichtigenden Aspekten zählen:

- a) die verschiedenen Betriebsarten der Maschine und unterschiedlichen Eingriffsmöglichkeiten durch den Benutzer (einschließlich solcher Eingriffe, die durch Fehlfunktionen beim Maschineneinsatz erforderlich werden);
- b) der Einsatzbereich der Maschine (z. B. in der Industrie, im Gewerbe und im Haushalt) durch Personen mit unterschiedlichem Geschlecht und Alter, mit Links- oder Rechtshändigkeit oder mit begrenzten physischen Fähigkeiten (z. B. Seh- oder Hörbeeinträchtigungen, Körpergröße, Kraft) — falls keine spezifischen Informationen vorliegen, sollte der Hersteller allgemeine Informationen zum bestimmungsgemäßen Anwenderkreis (z. B. geeignete anthropometrische Daten) beachten;

- c) das vorausgesetzte Niveau in Hinblick auf Ausbildung, Erfahrungen oder Fähigkeiten der Benutzer, wie zum Beispiel:
- 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, einschließlich:
- 1) Bedienpersonen, die in der Nähe arbeiten, z. B. an benachbarten Maschinen (d. h. Personen, die sich der spezifischen Gefährdungen wahrscheinlich sehr genau bewusst sind),
  - 2) in der Nähe arbeitende Angestellte, bei denen es sich nicht um Bedienpersonen handelt, wie z. B. Verwaltungsangestellte (d. h. Personen, die sich der spezifischen Gefährdungen nicht sehr genau bewusst sind, jedoch wahrscheinlich über eine genaue Kenntnis der standortbezogenen Sicherheitsverfahren, zulässigen Wege usw. verfügen), und
  - 3) in der Nähe befindliche nicht angestellte Personen, z. B. Besucher (d. h. Personen, die wahrscheinlich nur über sehr geringe Kenntnisse hinsichtlich der maschinenbezogenen Gefährdungen oder der standortbezogenen Sicherheitsverfahren verfügen), Personen der allgemeinen Öffentlichkeit, einschließlich Kindern, sofern zutreffend.

### 5.3 Räumliche Grenzen

Zu den zu berücksichtigenden Aspekten zählen:

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

### 5.4 Zeitliche Grenzen

Zu den zu berücksichtigenden Aspekten zählen:

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

### 5.5 Weitere Grenzen

Beispiele für weitere Grenzen sind:

- a) umgebungsbezogen — empfohlene 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;
- b) „Housekeeping“ — der erforderliche Grad an Sauberkeit;
- c) Eigenschaften des zu verarbeiteten Materials bzw. der zu verarbeitenden Materialien.

## 6 Identifizierung der Gefährdungen

Nach der Festlegung der Grenzen der Maschine (siehe Abschnitt 5) besteht der wichtigste Schritt bei jeder Risikobeurteilung einer Maschine in der systematischen Identifizierung vernünftigerweise vorhersehbarer Gefährdungen, Gefährdungssituationen und/oder Gefährdungsereignisse in sämtlichen Phasen der Lebensdauer der Maschine, d. h.:

- a) Transport, Zusammenbau und Installation;
- b) Inbetriebnahme;
- c) Verwendung;
- d) Außerbetriebnahme, Demontage und Entsorgung.

Es wird davon ausgegangen, dass eine an der Maschine vorhandene Gefährdung früher oder später zu einem Schaden führt, sofern keine Maßnahmen eingeleitet werden, um diese zu beseitigen oder Schutzmaßnahmen dagegen zu ergreifen.

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.

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 Blockierung;
- Neustart nach außerplanmäßigem Stillsetzen;
- Fehlersuche und Fehlerbeseitigung (Eingreifen der Bedienperson);
- Reinigung und Haushaltung;
- präventive Instandhaltung;
- Fehler behebende Instandhaltung.

Anschließend müssen alle mit den verschiedenen Aufgaben verbundenen und vernünftigerweise vorhersehbaren Gefährdungen, Gefährdungssituationen oder Gefährdungsereignisse identifiziert werden. Anhang A enthält als Hilfestellung dazu Beispiele für Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse. Für die systematische Identifizierung der Gefährdungen gibt es verschiedene Verfahren.

Darüber hinaus müssen auch vernünftigerweise vorhersehbare Gefährdungen, Gefährdungssituationen oder Gefährdungsereignisse identifiziert werden, die nicht unmittelbar mit den Aufgaben in Zusammenhang stehen (z. B. seismische Ereignisse, Blitzschlag, übermäßige Schneelasten, Lärm, Bruch der Maschine, Bersten von Hydraulikschläuchen).

**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 (z. B. Motoren, hydraulische Zylinder) verbunden sind.

## 7 Risikoeinschätzung

### 7.1 Allgemeines

Nach der Identifizierung der Gefährdungen (siehe Abschnitt 6) ist für jede Gefährdungssituation eine Risikoeinschätzung durchzuführen, indem die in 7.2 aufgeführten Risikoelemente bestimmt werden. Bei der Bestimmung dieser Elemente sind die in 7.3 festgelegten Aspekte zu berücksichtigen.

### 7.2 Risikoelemente

#### 7.2.1 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,
  - 3) der technischen und menschlichen Möglichkeiten zur Vermeidung oder Begrenzung des Schadens.

Die Risikoelemente sind in Bild 2 dargestellt. Zusätzliche Einzelheiten werden in 7.2.2, 7.2.3 und 7.3 angegeben.

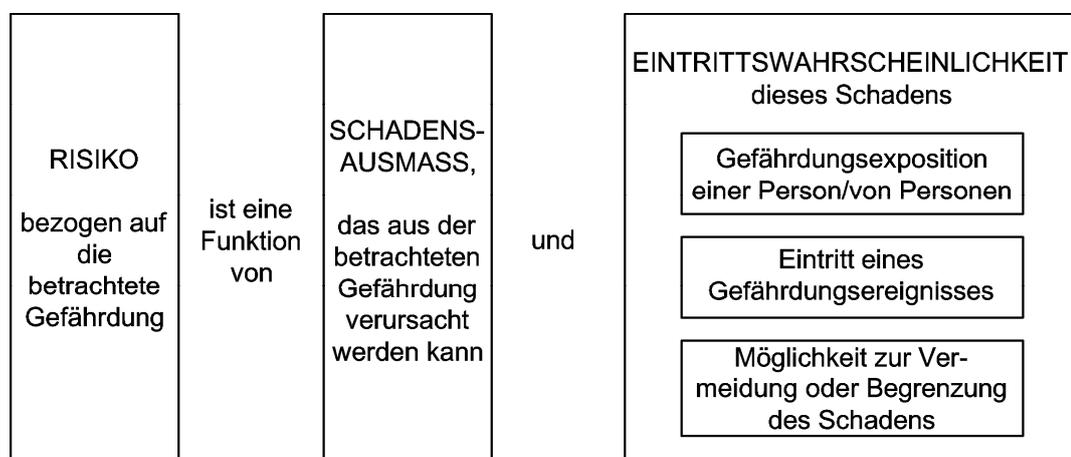


Bild 2 — Risikoelemente

## 7.2.2 Schadensausmaß

Das Schadensausmaß kann unter Berücksichtigung der folgenden Kriterien eingeschätzt werden:

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

## 7.2.3 Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens

### 7.2.3.1 Allgemeines

Die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens kann unter Berücksichtigung von 7.2.3.2 bis 7.2.3.4 eingeschätzt werden.

### 7.2.3.2 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 (z. B. für Normalbetrieb, Korrektur einer Fehlfunktion, Instandhaltung oder Reparatur);
- 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;
- e) die Häufigkeit des Zugangs.

### 7.2.3.3 Eintritt von Gefährdungsereignissen

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

- a) Zuverlässigkeitsdaten und andere statistische Daten;
- b) die Unfallgeschichte;
- c) Daten über Gesundheitsschädigungen;
- d) Risikovergleiche (siehe 8.3).

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

#### 7.2.3.4 Möglichkeiten 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:

- a) welche Personen der/den Gefährdung(en) ausgesetzt sein können, zum Beispiel:
  - qualifizierte oder
  - unqualifizierte;
- b) wie schnell eine Gefährdungssituation zu einem Schaden führen könnte, zum Beispiel:
  - plötzlich,
  - rasch oder
  - langsam;
- c) jedes Risikobewusstsein, zum Beispiel:
  - durch allgemeine Informationen, insbesondere Benutzerinformationen,
  - durch direkte Beobachtung oder
  - durch Warnzeichen und Anzeigeräte, 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 oder
  - keine Erfahrungen.

### 7.3 Während der Risikoeinschätzung zu berücksichtigende Aspekte

#### 7.3.1 Exponierte Personengruppe

Die Risikoeinschätzung muss alle Personen (Bedienpersonen und weitere Personen) berücksichtigen, die vernünftigerweise vorhersehbar den Gefährdungen ausgesetzt sein könnten.

#### 7.3.2 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 Einrichtung, Einlernen (Teachen), Umrüstung oder Prozesskorrektur, Reinigung, Fehlersuche und Instandhaltung berücksichtigen.

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

#### 7.3.3 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 zusammenhängender Wirkungen (Synergiewirkungen) berücksichtigt werden. Bei der Betrachtung dieser Auswirkungen im Rahmen der Risikoeinschätzung muss so weit wie möglich auf geeignete anerkannte Daten zurückgegriffen werden.

**ANMERKUNG** Es können Unfalldaten verfügbar sein, welche die Wahrscheinlichkeit und das Ausmaß von Verletzungen angeben, die beim Einsatz eines bestimmten Maschinentyps mit einem bestimmten Typ von Schutzmaßnahmen auftreten.

### 7.3.4 Menschliche Faktoren

Menschliche Faktoren können das Risiko beeinflussen und müssen deshalb in die Risikoeinschätzung eingehen. Dies schließt zum Beispiel Folgendes ein:

- 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.

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

Aspekte eingeschränkter Fähigkeiten (z. B. infolge einer Behinderung, altersbedingt) sollten an dieser Stelle gleichfalls berücksichtigt werden.

### 7.3.5 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;
- c) Informationen liefern, die eine Auswahl geeigneter Schutzmaßnahmen gestatten.

Diejenigen Bauteile und Systeme, von denen bekannt ist, dass diese bei einem Ausfall zur unmittelbaren Erhöhung des Risikos führen (siehe ISO 12100-1:2003, Definition 3.28), 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.

### 7.3.6 Möglichkeit zur Ausschaltung oder Umgehung von Schutzmaßnahmen

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

Die Möglichkeit, eine Schutzmaßnahme wirkungslos zu machen, hängt sowohl von deren Art (z. B. einstellbare trennende Schutzeinrichtung, programmierbare Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion) als auch von den Einzelheiten ihrer Konstruktion ab.

Die Anwendung programmierbarer elektronischer Systeme bringt eine zusätzliche Möglichkeit mit sich, um Schutzmaßnahmen wirkungslos zu machen oder zu umgehen, wenn der Zugang zu sicherheitsrelevanter Software nicht in geeigneter Weise ausgelegt und überwacht 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.

### 7.3.7 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.

### 7.3.8 Benutzerinformation

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

ANMERKUNG Zur Benutzerinformation siehe ISO 12100-2:2003, Abschnitt 6.

## 8 Risikobewertung

### 8.1 Allgemeines

Im Anschluss an die Risikoeinschätzung (siehe Abschnitt 7) muss eine Risikobewertung durchgeführt werden, um zu entscheiden, ob eine Risikominderung notwendig ist. Falls eine Risikominderung notwendig ist, sind geeignete Schutzmaßnahmen auszuwählen und anzuwenden, und die Risikobeurteilung ist zu wiederholen (siehe Bild 1). Als Teil dieses iterativen Prozesses muss der Konstrukteur 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 einer hinreichenden Risikominderung (siehe 8.2) und das positive Ergebnis des Risikovergleichs (siehe 8.3), der vorgenommen wurde, sofern dies möglich war, geben Vertrauen, dass das Risiko hinreichend vermindert wurde.

### 8.2 Erreichen einer hinreichenden Risikominderung

#### 8.2.1 3-Schritt-Verfahren

Die Erfüllung der folgenden nach ihrer Priorität aufgeführten Bedingungen zeigt an, dass das Verfahren nach ISO 12100-1:2003, 5.4, angewendet wurde:

- a) Die Gefährdung wurde beseitigt oder das Risiko durch konstruktive Maßnahmen oder Ersetzung durch weniger gefährliche Materialien und Stoffe oder durch die Anwendung ergonomischer Grundsätze vermindert (Die Anforderungen an inhärent sichere Konstruktionen sind in ISO 12100-2:2003, Abschnitt 4, angegeben.).
- b) Das Risiko wurde durch die Anwendung technischer und ergänzender Schutzmaßnahmen einer Art vermindert, die das Risiko unter Berücksichtigung der bestimmungsgemäßen Verwendung und der vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlanwendung hinreichend vermindern und für die jeweilige Anwendung geeignet sind (Die Anforderungen an technische und ergänzende Schutzmaßnahmen sind in ISO 12100-2:2003, Abschnitt 5, angegeben.).

- c) Falls die Anwendung technischer oder ergänzender Schutzmaßnahmen (siehe ISO 12100-2:2003, 5.5) nicht durchführbar ist oder das Risiko nicht hinreichend vermindert, muss die Benutzerinformation einen Hinweis auf jegliches Restrisiko enthalten. Diese Information muss Folgendes enthalten, darf sich jedoch nicht darauf beschränken:
- 1) 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,
  - 2) die empfohlenen Verfahren für ein sicheres Arbeiten mit der Maschine und die entsprechenden Ausbildungsanforderungen, jeweils in angemessener Form beschrieben,
  - 3) ausreichend Angaben, einschließlich Warnhinweis, über Restrisiken in den verschiedenen Lebensphasen der Maschine, und
  - 4) die Beschreibung jeder empfohlenen persönlichen Schutzausrüstung, einschließlich Einzelheiten zu deren Benutzung sowie der dafür erforderlichen Ausbildung.

### **8.2.2 Annahme einer hinreichenden Risikominderung**

Eine hinreichende Risikominderung ist 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;
- Benutzer über Restrisiken ausreichend informiert und gewarnt wurden;
- 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;
- die durchgeführten Schutzmaßnahmen die Arbeitsbedingungen der Bedienpersonen oder die Benutzerfreundlichkeit der Maschine nicht negativ beeinflussen.

### **8.3 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 relevanten Normen;
- 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 Durchführung dieses Risikovergleichs hebt nicht die Notwendigkeit auf, für die spezifischen Einsatzbedingungen eine Risikobeurteilung nach diesem Teil von ISO 14121 durchzuführen (z. B. 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).

## 9 Dokumentation

Die Dokumentation zur Risikobeurteilung muss das angewendete Verfahren und die erzielten Ergebnisse darlegen. Diese Dokumentation umfasst, sofern relevant:

- a) die Maschine, für die die Beurteilung durchgeführt wurde (z. B. Spezifikationen, Grenzen, bestimmungsgemäße Verwendung);
- b) alle relevanten Annahmen, die getroffen wurden (z. B. zu Lasten, Festigkeiten, Sicherheitsbeiwerten);
- c) die identifizierten Gefährdungen und Gefährdungssituationen und die bei der Beurteilung in Betracht gezogenen Gefährdungseignisse (siehe Abschnitt 6);
- d) die Angaben, auf denen die Risikobeurteilung beruhte (siehe 4.2);
  - 1) die verwendeten Daten und deren Quellen (z. B. Unfallgeschichten, Erfahrungen bei der Risikominderung an vergleichbaren Maschinen),
  - 2) die mit den Daten verbundene Unsicherheit und deren Einfluss auf die Risikobeurteilung;
- e) die zur Beseitigung identifizierter Gefährdungen oder zur Risikominderung angewendeten Schutzmaßnahmen, wobei auf die zu deren Auswahl verwendeten Normen oder anderen Spezifikationen verwiesen werden sollte;
- f) die durch Schutzmaßnahmen zu erreichenden Risikominderungsziele;
- g) die mit der Maschine verbundenen Restrisiken;
- h) das Ergebnis der Risikobeurteilung (siehe Bild 1);
- i) alle während der Risikobeurteilung ausgefüllten Formulare.

**ANMERKUNG** Dieser Teil von ISO 14121 enthält keine Anforderung darüber, dass die Dokumentation zur Risikobeurteilung zusammen mit der Maschine zu übergeben ist.

## Anhang A (informativ)

### Beispiele für Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse

#### A.1 Allgemeines

Dieser Anhang enthält in separaten Tabellen Beispiele für Gefährdungen (siehe Tabellen A.1 und A.2), Gefährdungssituationen (siehe Tabelle A.3) und Gefährdungsereignisse (siehe Tabelle A.4), um diese Begrifflichkeiten zu erläutern und um die Personen, welche die Risikobeurteilung durchführen, bei deren Identifizierung zu unterstützen (siehe Abschnitt 6).

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

Tabelle A.1 liefert zudem für jede Gefährdungsart oder -gruppe einen Querverweis auf ISO 12100-1 und/oder ISO 12100-2.

#### A.2 Beispiele für Gefährdungen

In Tabelle A.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 A.1 hängt davon ab, wie detailliert eine identifizierte Gefährdung zu beschreiben ist. In einigen Fällen ist es ausreichend, nur eine der Spalten der Tabelle A.1 anzuwenden. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Gefährdungen in demselben Gefährdungsbereich liegen und in 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 A.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 A.1

Nr.	Art oder Gruppe	Beispiele für Gefährdungen		ISO 12100	
		Ursprung <sup>a</sup>	Mögliche Folgen <sup>b</sup>	Teil 1:2003	Teil 2:2003
1	<b>Mechanische Gefährdungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Beschleunigung/Abbremsung (kinetische Energie);</li> <li>– spitze Teile;</li> <li>– Annäherung eines sich bewegenden Teils an ein feststehendes Teil;</li> <li>– schneidende Teile;</li> <li>– elastische Elemente;</li> <li>– herabfallende Gegenstände;</li> <li>– Schwerkraft (gespeicherte Energie);</li> <li>– Höhe gegenüber dem Boden;</li> <li>– Hochdruck;</li> <li>– Beweglichkeit der Maschine;</li> <li>– sich bewegende Teile;</li> <li>– rotierende Teile;</li> <li>– raue, rutschige Oberfläche;</li> <li>– scharfe Kanten;</li> <li>– Standfestigkeit/-sicherheit;</li> <li>– Vakuum.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Überfahren werden;</li> <li>– Weggeschleudert werden;</li> <li>– Quetschen;</li> <li>– Schneiden oder Abschneiden;</li> <li>– Einziehen oder Fangen;</li> <li>– Erfassen;</li> <li>– Reiben oder Abschürfen;</li> <li>– Stoß;</li> <li>– Eindringen von unter Druck stehenden Medien;</li> <li>– Scheren;</li> <li>– Ausrutschen, Stolpern und Stürzen;</li> <li>– Durchstich oder Einstich;</li> <li>– Ersticken.</li> </ul>	4.2.1 4.2.2 4.10	4.2.1 4.2.2 4.3 a) 4.3 b) 4.6 4.10 5.1 5.2 5.3 5.5.2 5.5.4 5.5.5 5.5.6 6.1 6.3 6.4 6.5
2	<b>Elektrische Gefährdungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Lichtbogen;</li> <li>– elektromagnetische Vorgänge;</li> <li>– elektrostatische Vorgänge;</li> <li>– spannungsführende Teile;</li> <li>– unzureichender Abstand zu unter Hochspannung stehenden Teilen;</li> <li>– Überlast;</li> <li>– Teile, die im Fehlerzustand spannungsführend geworden sind;</li> <li>– Kurzschluss;</li> <li>– Wärmestrahlung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Verbrennung;</li> <li>– chemische Reaktionen;</li> <li>– Auswirkungen auf medizinische Implantate;</li> <li>– tödlicher Stromschlag;</li> <li>– Stürzen, Weggeschleudert werden;</li> <li>– Feuer;</li> <li>– Herausschleudern von geschmolzenen Teilen;</li> <li>– (elektrischer) Schlag.</li> </ul>	4.3	4.9 5.2 5.3.2 5.5.4 6.4 6.5
<sup>a</sup> Ein Gefährdungsursprung kann mehrere mögliche Folgen haben. <sup>b</sup> Für jede Art oder Gruppe von Gefährdungen können sich manche möglichen Folgen auf mehrere Gefährdungsursprünge beziehen.					

Tabelle A.1 (fortgesetzt)

Nr.	Art oder Gruppe	Beispiele für Gefährdungen		ISO 12100	
		Ursprung <sup>a</sup>	Mögliche Folgen <sup>b</sup>	Teil 1:2003	Teil 2:2003
3	<b>Thermische Gefährdungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Explosion;</li> <li>- Flamme;</li> <li>- Objekte oder Materialien hoher oder niedriger Temperatur;</li> <li>- Strahlung von Wärmequellen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verbrennung;</li> <li>- Dehydrierung;</li> <li>- Unbehagen;</li> <li>- Erfrierung;</li> <li>- Verletzungen durch Strahlung von Wärmequellen;</li> <li>- Verbrühung.</li> </ul>	4.4	4.4 b) 4.8.4 5.2.7 5.3.2.1 5.4.5
4	<b>Lärm-gefährdungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kavitationsvorgänge;</li> <li>- Abluftsystem;</li> <li>- mit hoher Geschwindigkeit austretendes Gas;</li> <li>- Herstellungsprozess (Stanzan, Schneiden usw.);</li> <li>- bewegliche Teile;</li> <li>- reibende Flächen;</li> <li>- mit Unwucht rotierende Teile;</li> <li>- pfeifende Pneumatik-Einrichtungen;</li> <li>- verschlissene Teile.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unbehagen;</li> <li>- Bewusstseinsverlust;</li> <li>- Gleichgewichtsstörung;</li> <li>- bleibender Gehörverlust;</li> <li>- Stress;</li> <li>- Tinnitus (Ohrensausen);</li> <li>- Ermüdung;</li> <li>- alle weiteren (z. B. mechanischen, elektrischen) Probleme als Folge einer Störung der Sprachkommunikation oder einer Störung akustischer Signale.</li> </ul>	4.5	4.2.2 4.3 c) 4.4 c) 4.8.4 5.1 5.3.2.1 5.4.2 6.3 6.5.1 c)
5	<b>Schwingungs-gefährdungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kavitationsvorgänge;</li> <li>- Fehlausrichtung sich bewegender Teile;</li> <li>- bewegliche Ausrüstung;</li> <li>- reibende Flächen;</li> <li>- mit Unwucht rotierende Teile;</li> <li>- schwingende Ausrüstung;</li> <li>- verschlissene Teile.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unbehagen;</li> <li>- Erkrankungen der unteren Wirbelsäule;</li> <li>- neurologische Erkrankung;</li> <li>- Knochengelenkschaden;</li> <li>- Wirbelsäulenverletzung;</li> <li>- Gefäßerkrankung.</li> </ul>	4.6	4.2.2 4.3 c) 4.8.4 5.3.2.1 5.4.3 6.5.1 c)
6	<b>Strahlungs-gefährdungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ionisierende Strahlungsquelle;</li> <li>- niederfrequente elektromagnetische Strahlung;</li> <li>- optische Strahlung (infrarot, sichtbar und ultraviolett), einschließlich Laserstrahlen;</li> <li>- hochfrequente elektromagnetische Strahlung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verbrennung;</li> <li>- Augen- und Hautschädigung;</li> <li>- Auswirkungen auf die Fortpflanzungsfähigkeit;</li> <li>- genetische Veränderung;</li> <li>- Kopfschmerzen, Schlaflosigkeit usw.</li> </ul>	4.7	4.2.2 4.3 c) 5.3.2.1 5.4.5 6.5.1 c)
<sup>a</sup> Ein Gefährdungsursprung kann mehrere mögliche Folgen haben. <sup>b</sup> Für jede Art oder Gruppe von Gefährdungen können sich manche möglichen Folgen auf mehrere Gefährdungsursprünge beziehen.					

Tabelle A.1 (fortgesetzt)

Nr.	Art oder Gruppe	Beispiele für Gefährdungen		ISO 12100	
		Ursprung <sup>a</sup>	Mögliche Folgen <sup>b</sup>	Teil 1:2003	Teil 2:2003
7	<b>Material-/Substanzgefahren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aerosol;</li> <li>– biologische und mikrobiologische (virale oder bakterielle) Substanz;</li> <li>– Brennstoff;</li> <li>– Staub;</li> <li>– Explosivstoff;</li> <li>– Fasern;</li> <li>– feuergefährliches Material;</li> <li>– Flüssigkeit;</li> <li>– Dämpfe;</li> <li>– Gas;</li> <li>– Nebel;</li> <li>– Oxidationsmittel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Atembeschwerden, Ersticken;</li> <li>– Krebs;</li> <li>– Korrosion;</li> <li>– Auswirkungen auf die Fortpflanzungsfähigkeit;</li> <li>– Explosion;</li> <li>– Feuer;</li> <li>– Infektion;</li> <li>– Veränderung des Erbguts;</li> <li>– Vergiftung;</li> <li>– Sensibilisierung.</li> </ul>	4.8	<ul style="list-style-type: none"> <li>4.2.2</li> <li>4.3 b)</li> <li>4.3 c)</li> <li>4.4 a)</li> <li>4.4 b)</li> <li>5.1</li> <li>5.3.2.1</li> <li>5.4.4</li> <li>6.5.1 c)</li> <li>6.5.1 g)</li> </ul>
8	<b>Ergonomische Gefahren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zugang;</li> <li>– Gestaltung oder Anordnung von Anzeigen und optischen Displays;</li> <li>– Gestaltung, Anordnung oder Erkennung von Steuerungseinrichtungen;</li> <li>– Anstrengung;</li> <li>– Flackern, Blenden, Schattenbildung und stroboskopische Effekte;</li> <li>– örtliche Beleuchtung;</li> <li>– psychische Überbelastung/ Unterforderung;</li> <li>– Körperhaltung;</li> <li>– sich wiederholende Tätigkeiten;</li> <li>– Sichtbarkeit.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Unbehagen;</li> <li>– Ermüdung;</li> <li>– Störungen des Bewegungsapparates;</li> <li>– Stress;</li> <li>– alle weiteren (z. B. mechanischen, elektrischen) Probleme als Folge menschlichen Fehlverhaltens.</li> </ul>	4.9	<ul style="list-style-type: none"> <li>4.2.1</li> <li>4.7</li> <li>4.8</li> <li>4.11.8</li> <li>5.2.1</li> <li>5.3.2.1</li> </ul>
9	<b>Gefährdungen im Zusammenhang mit der Einsatzumgebung der Maschine</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Staub und Nebel;</li> <li>– elektromagnetische Störungen;</li> <li>– Blitzschlag;</li> <li>– Feuchtigkeit;</li> <li>– Verunreinigungen;</li> <li>– Schnee;</li> <li>– Temperatur;</li> <li>– Wasser;</li> <li>– Wind;</li> <li>– Sauerstoffmangel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Verbrennung;</li> <li>– leichte Erkrankungen;</li> <li>– Ausrutschen, Stürzen;</li> <li>– Ersticken;</li> <li>– alle weiteren Probleme, die als Folge der Auswirkungen der Gefährdungsquellen an der Maschine oder an Teilen der Maschine auftreten.</li> </ul>	4.12	<ul style="list-style-type: none"> <li>4.6</li> <li>4.11.11</li> <li>5.2.1</li> <li>6.5.1 b)</li> </ul>
10	<b>Kombination von Gefahren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– z. B. sich wiederholende Tätigkeit + Anstrengung + hohe Umgebungstemperatur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– z. B. Dehydrierung, Bewusstseinsverlust, Hitzeschock</li> </ul>	4.11	—

<sup>a</sup> Ein Gefährdungsursprung kann mehrere mögliche Folgen haben.

<sup>b</sup> Für jede Art oder Gruppe von Gefährdungen können sich manche möglichen Folgen auf mehrere Gefährdungsursprünge beziehen.

Tabelle A.2 beschreibt eine Teilmenge der Tabelle A.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 A.2

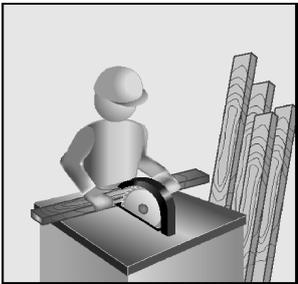
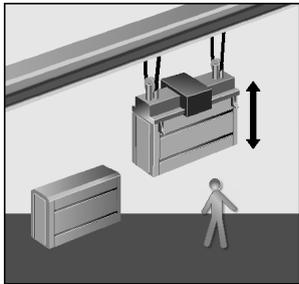
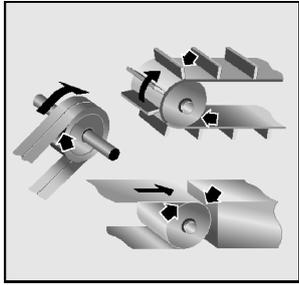
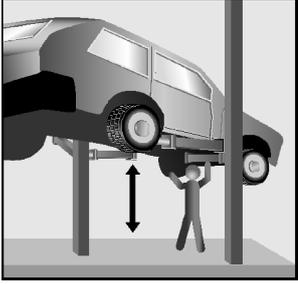
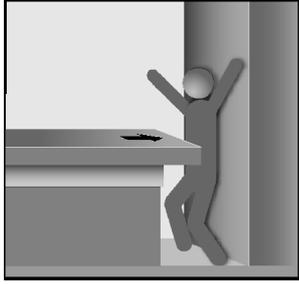
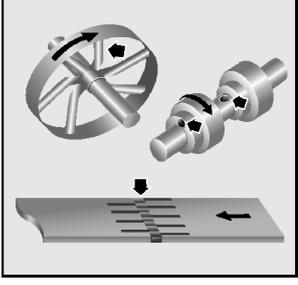
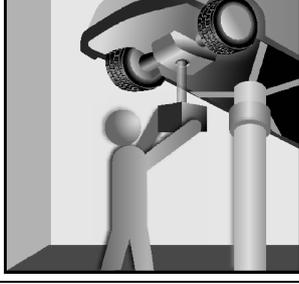
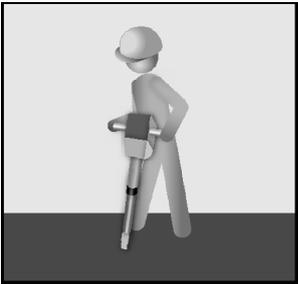
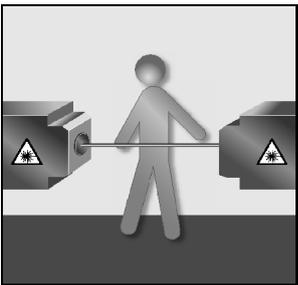
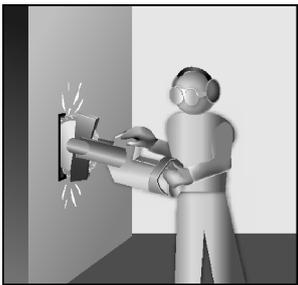
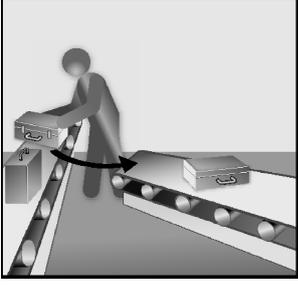
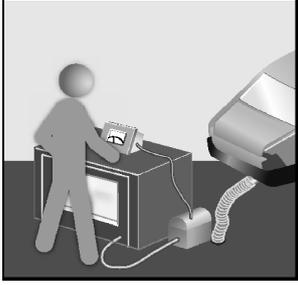
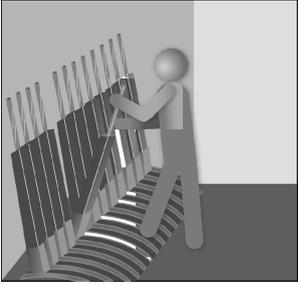
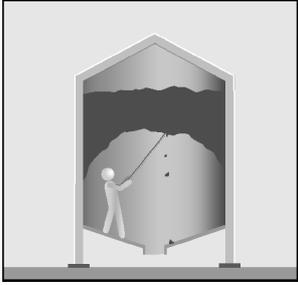
Gefährdung		Gefährdung	
	<p><b>Ursprung</b></p> <p>schneidende Teile</p> <p><b>Mögliche Folgen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schneiden</li> <li>- Abschneiden</li> </ul>		<p><b>Ursprung</b></p> <p>herabfallende Gegenstände</p> <p><b>Mögliche Folgen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quetschen</li> <li>- Stoß</li> </ul>
	<p><b>Ursprung</b></p> <p>sich bewegende Teile</p> <p><b>Mögliche Folgen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quetschen</li> <li>- Stoß</li> <li>- Scheren</li> </ul>		<p><b>Ursprung</b></p> <p>sich bewegende Teile (drei Beispiele)</p> <p><b>Mögliche Folgen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einziehen</li> <li>- Reibung, Abschürfung</li> <li>- Stoß</li> </ul>
	<p><b>Ursprung</b></p> <p>Schwerkraft, Standfestigkeit/-sicherheit</p> <p><b>Mögliche Folgen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quetschen</li> <li>- Fangen</li> </ul>		<p><b>Ursprung</b></p> <p>Annäherung eines sich bewegenden Teils an ein feststehendes Teil</p> <p><b>Mögliche Folgen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quetschen</li> <li>- Stoß</li> </ul>
	<p><b>Ursprung</b></p> <p>rotierende oder sich bewegende Teile (drei Beispiele)</p> <p><b>Mögliche Folgen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Abschneiden</li> <li>- Erfassen</li> </ul>		<p><b>Ursprung</b></p> <p>sich bewegende Teile</p> <p><b>Mögliche Folgen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quetschen</li> <li>- Reibung, Abschürfung</li> <li>- Stoß</li> <li>- Abschneiden</li> </ul>
	<p><b>Ursprung</b></p> <p>spannungsführende Teile</p> <p><b>Mögliche Folgen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schlag</li> <li>- Verbrennung</li> <li>- Einstich</li> <li>- Verbrühung</li> </ul>		<p><b>Ursprung</b></p> <p>Gegenstände oder Materialien hoher oder niedriger Temperatur</p> <p><b>Mögliche Folgen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verbrennung</li> </ul>

Tabelle A.2 (fortgesetzt)

Gefährdung		Gefährdung	
	<p><b>Ursprung</b> schwingende Ausrüstung</p> <p><b>Mögliche Folgen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Knochengelenkschaden</li> <li>– Gefäßerkrankung</li> </ul>		<p><b>Ursprung</b> geräuschintensiver Herstellungsprozess</p> <p><b>Mögliche Folgen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ermüdung</li> <li>– Schwerhörigkeit</li> <li>– Bewusstseinsverlust</li> <li>– Stress</li> </ul>
	<p><b>Ursprung</b> Laserstrahlen</p> <p><b>Mögliche Folgen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Verbrennung</li> <li>– Augen- und Hautschädigung</li> </ul>		<p><b>Ursprung</b> Staub (Emissionen)</p> <p><b>Mögliche Folgen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Atembeschwerden</li> <li>– Explosion</li> <li>– Sichtminderung</li> </ul>
	<p><b>Ursprung</b> Körperhaltung</p> <p><b>Mögliche Folgen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Unbehagen</li> <li>– Ermüdung</li> <li>– Störungen des Bewegungsapparates</li> </ul>		<p><b>Ursprung</b> Dämpfe</p> <p><b>Mögliche Folgen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Atembeschwerden</li> <li>– Reizung</li> <li>– Vergiftung</li> </ul>
	<p><b>Ursprung</b> Anordnung der Steuerungseinrichtungen</p> <p><b>Mögliche Folgen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– alle als Folge menschlichen Fehlverhaltens auftretenden Probleme</li> <li>– Stress</li> </ul>		<p><b>Ursprung</b> Schwerkraft (verfestigtes Schüttgut)</p> <p><b>Mögliche Folgen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Zusammenbrechen, Herabfallen</li> <li>– Quetschen</li> <li>– Absacken/Nachgeben</li> <li>– Ersticken</li> <li>– Verkeilen/Blockieren</li> </ul>

### A.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;
- 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, z. B. manuelles Einsetzen und/oder Entnehmen von Werkstücken an einer Presse, Störungserkennung und -behebung unter Spannung usw.

Bei der Beschreibung einer Gefährdungssituation sollte sichergestellt werden, dass die analysierte Situation eindeutig durch die verfügbaren Informationen definiert wird (ausgeführte Aufgabe, Gefährdung, Gefährdungsbereich).

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

**Tabelle A.3**

Phasen der Lebensdauer der Maschine	Aufgabenbeispiele
<b>Transport</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Anheben;</li> <li>– Beladen;</li> <li>– Verpacken;</li> <li>– Transportieren;</li> <li>– Entladen;</li> <li>– Auspacken.</li> </ul>
<b>Zusammenbau und Installation Inbetriebnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einstellungen an der Maschine und deren Bauteilen;</li> <li>– Zusammenbau der Maschine;</li> <li>– Anschluss an die Entsorgungsanlage (z. B. Abluftsystem, Abwasseranlage);</li> <li>– Anschluss an die Energieversorgung (z. B. Stromversorgung, Druckluft);</li> <li>– Vorführung;</li> <li>– Beschicken, Befüllen, Einbringen von Hilfsflüssigkeiten (z. B. Schmierstoff, Fett, Klebstoff);</li> <li>– Anbringen von Schutzgittern;</li> <li>– Befestigen, Verankern;</li> <li>– Vorbereitungen für die Installation (z. B. Fundamente, Schwingungsdämpfer);</li> <li>– Betrieb der Maschine ohne Last;</li> <li>– Prüfung;</li> <li>– Versuche unter Last oder Höchstlast.</li> </ul>

Tabelle A.3 (fortgesetzt)

Phasen der Lebensdauer der Maschine	Aufgabenbeispiele
<b>Einrichten</b> <b>Einlernen (Teachen)/</b> <b>Programmieren und/oder Umrüsten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einstellen und Einrichten von Schutzeinrichtungen und weiteren Bauteilen;</li> <li>– Einstellen und Einrichten oder Überprüfen der funktionalen Parameter der Maschine (z. B. Geschwindigkeit, Druck, Kraft, Fahrbegrenzungen);</li> <li>– Festklemmen/Befestigen des Werkstückes;</li> <li>– Beschicken, Befüllen, Einbringen der Rohstoffe;</li> <li>– Funktionsprüfungen, Versuche;</li> <li>– Einsetzen oder Auswechseln von Werkzeugen, Werkzeugeinstellung;</li> <li>– Überprüfen der Programmierung;</li> <li>– Überprüfen des Endproduktes.</li> </ul>
<b>Betrieb</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Festklemmen/Befestigen des Werkstückes;</li> <li>– Steuerung/Inspektion;</li> <li>– Antreiben der Maschine;</li> <li>– Beschicken, Befüllen, Einbringen der Rohstoffe;</li> <li>– manuelles Beladen/Entladen;</li> <li>– geringfügige Einstellungs- und Einrichtvorgänge bei den Funktionsparametern der Maschine (z. B. Geschwindigkeit, Druck, Kraft, Fahrbegrenzungen);</li> <li>– geringfügige Eingriffe während des Betriebs (z. B. Entnahme von Abfallprodukten, Beseitigen von Blockierungen, lokale Reinigung);</li> <li>– Betreiben der manuellen Steuerungseinrichtungen;</li> <li>– Neustarten der Maschine nach Stillsetzen/Unterbrechung;</li> <li>– Überwachen;</li> <li>– Überprüfen des Endproduktes.</li> </ul>
<b>Reinigung</b> <b>Instandhaltung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einstellungen;</li> <li>– Reinigung, Desinfektion;</li> <li>– Demontage/Ausbau von Teilen, Bauteilen, Einrichtungen der Maschine;</li> <li>– „Housekeeping“;</li> <li>– Energietrennung und -ableitung;</li> <li>– Schmieren;</li> <li>– Austausch von Werkzeugen;</li> <li>– Austausch von Verschleißteilen;</li> <li>– erneutes Einrichten;</li> <li>– Nachfüllen von Betriebsflüssigkeiten;</li> <li>– Überprüfen von Teilen, Bauteilen, Einrichtungen der Maschine.</li> </ul>

Tabelle A.3 (fortgesetzt)

Phasen der Lebensdauer der Maschine	Aufgabenbeispiele
<b>Fehlersuche und -beseitigung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einstellungen;</li> <li>– Demontage/Ausbau von Teilen, Bauteilen, Einrichtungen der Maschine;</li> <li>– Fehlersuche;</li> <li>– Energietrennung und -ableitung;</li> <li>– Wiederanlauf nach Ausfall der Steuerungseinrichtungen und Schutzeinrichtungen;</li> <li>– Wiederanlauf nach Blockierung;</li> <li>– Reparaturen;</li> <li>– Ersatz von Teilen, Bauteilen, Einrichtungen der Maschine;</li> <li>– Rettung gefangener Personen;</li> <li>– erneutes Einrichten;</li> <li>– Überprüfen von Teilen, Bauteilen, Einrichtungen der Maschine.</li> </ul>
<b>Außerbetriebnahme Demontage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Abtrennen von der Energieversorgung und Energieableitung;</li> <li>– Demontage;</li> <li>– Anheben;</li> <li>– Beladen;</li> <li>– Verpacken;</li> <li>– Transportieren;</li> <li>– Entladen.</li> </ul>
ANMERKUNG Diese Aufgaben können auf die Maschine oder Teile davon angewendet werden.	

#### A.4 Beispiele für Gefährdungsereignisse

Tabelle A.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 A.4

Ursprung in Zusammenhang stehend mit ...	Gefährdungsereignis	ISO 12100-2:2003 (nützliche Verweisungen)
der Form und/oder der Oberflächenbeschaffenheit der zugänglichen Maschinenteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kontakt mit rauen Oberflächen;</li> <li>– Kontakt mit scharfen Kanten und Ecken, vorstehenden Teilen.</li> </ul>	4.2.1
den beweglichen Teilen der Maschine	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zugang zu/Kontakt mit beweglichen Teilen;</li> <li>– Kontakt mit rotierenden offenen Enden.</li> </ul>	4.2, 4.14, 4.15 5.1 bis 5.3 5.5.2 bis 5.5.4 6.3 bis 6.5
der kinetischen Energie und/oder potentiellen Energie (Schwerkraft) der Maschine, der Maschinenteile, der eingesetzten, verarbeiteten, gehandhabten Werkzeuge und Materialien	– Herabfallen oder Ausstoß von Objekten	4.3, 4.5 4.10 bis 4.12 5.2.1, 5.2.2, 5.2.7, 5.3 5.5.2, 5.5.4, 5.5.5 6.4, 6.5
der Standfestigkeit/-sicherheit der Maschine und/oder von Maschinenteilen	– Verlust der Standfestigkeit/-sicherheit	4.3 a) und b) 4.6 5.2.6, 5.2.7 6.3 bis 6.5
der mechanischen Festigkeit von Maschinenteilen, Werkzeugen usw.	– Bruch während des Betriebs	4.3 a) und b) 4.11, 4.13 5.2, 5.2.7 5.3.1 bis 5.3.3 5.5.2, 6.4, 6.5
der pneumatischen/hydraulischen Ausrüstung	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Verschieben sich bewegender Teile;</li> <li>– Herausspritzen von Flüssigkeiten unter hohem Druck;</li> <li>– ungesteuerte Bewegungen.</li> </ul>	4.3 a) und b) 4.10, 4.13 5.2.7 5.3.1 bis 5.3.3 5.5.4, 6.4, 6.5
der elektrischen Ausrüstung	<ul style="list-style-type: none"> <li>– direkter Kontakt;</li> <li>– Durchschlag;</li> <li>– Lichtbogen;</li> <li>– Feuer;</li> <li>– indirekter Kontakt;</li> <li>– Kurzschluss.</li> </ul>	4.4 a) 4.9, 4.12 5.2, 5.3, 5.5.4 6.4, 6.5
der Steuerung	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Herabfallen oder Herausschleudern eines sich bewegenden Maschinenteils oder eines in der Maschine festgeklemmten Werkstückes;</li> <li>– Ausfall von Einrichtungen zum Anhalten von sich bewegenden Teilen;</li> <li>– Maschinentätigkeit als Ergebnis der Wirkungslosigkeit (Umgehen oder Ausfall) von Schutzeinrichtungen;</li> <li>– ungesteuerte Bewegungen (einschließlich Geschwindigkeitsänderung);</li> <li>– unbeabsichtigter/unerwarteter Anlauf;</li> <li>– weitere Gefährdungsereignisse durch Ausfälle oder unzureichende Konstruktion der Steuerung.</li> </ul>	4.5 4.11 bis 4.13 5.5.2 bis 5.5.4 6.3 bis 6.5

Tabelle A.4 (fortgesetzt)

Ursprung in Zusammenhang stehend mit ...	Gefährdungsereignis	ISO 12100-2:2003 (nützliche Verweisungen)
Materialien und Stoffen oder physikalischen Faktoren (Temperatur, Lärm, Schwingung, Strahlung und Umgebung)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kontakt mit Objekten hoher oder geringer Temperatur;</li> <li>– Emission eines Stoffes, der gefährdend sein kann;</li> <li>– Emission eines Geräuschpegels, der gefährdend sein kann;</li> <li>– Emission eines Geräuschpegels, der zu Störungen der Sprachkommunikation oder zu Störungen akustischer Signale führen kann;</li> <li>– Emission eines Schwingungspegels, der gefährdend sein kann;</li> <li>– Emission von Strahlungsfeldern, die gefährdend sein können;</li> <li>– raue Umgebungsbedingungen.</li> </ul>	<p>4.2.2 4.3 c) 4.4 5.1 5.3.2 5.4 6.3 bis 6.5</p>
der Beschaffenheit des Arbeitsplatzes und/oder des Arbeitsprozesses	<ul style="list-style-type: none"> <li>– übermäßige Anstrengung;</li> <li>– menschliche Fehler/ menschliches Fehlverhalten (unbeabsichtigt und/oder vorsätzlich durch die Konstruktion hervorgerufen);</li> <li>– Verlust der direkten Sichtbarkeit des Arbeitsbereiches;</li> <li>– schmerzhafte und ermüdende Körperhaltungen;</li> <li>– sich in hoher Frequenz wiederholende Tätigkeiten.</li> </ul>	<p>4.2.1 4.7, 4.8 4.11.8 5.5.5, 5.5.6 6.3 bis 6.6</p>

## Anhang ZA (informativ)

### Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 98/37/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 98/37/EG, Maschinenrichtlinie, geändert durch 98/79/EG bereitzustellen.

Sobald diese Norm im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften 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 EG-Richtlinien anwendbar sein.

## **Anhang ZB** (informativ)

### **Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-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 Gemeinschaften 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 EG-Richtlinien anwendbar sein.

## Literaturhinweise

- [1] ISO/TR 14121-2<sup>1)</sup>, *Safety of machinery — Risk assessment — Part 2: Practical guidance and examples of methods*

---

1) In Vorbereitung.