

**DIN EN ISO 10218-1**

ICS 25.040.30

Ersatz für  
DIN EN ISO 10218-1:2009-07

**Industrieroboter –  
Sicherheitsanforderungen –  
Teil 1: Roboter (ISO 10218-1:2011);  
Deutsche Fassung EN ISO 10218-1:2011**

Robots and robotic devices –  
Safety requirements for industrial robots –  
Part 1: Robots (ISO 10218-1:2011);  
German version EN ISO 10218-1:2011

Robots et dispositifs robotiques –  
Exigences de sécurité pour les robots industriels –  
Partie 1: Robots (ISO 10218-1:2011);  
Version allemande EN ISO 10218-1:2011

Gesamtumfang 55 Seiten

Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN

## **Nationales Vorwort**

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Sie beinhaltet die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitee ISO/TC 184 „Automation systems and integration“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 310 „Fortgeschrittene Fertigungstechniken“ im Europäischen Komitee für Normung (CEN) ausgearbeiteten EN ISO 10218-1:2011.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung wurden vom Ausschuss NA 060-30-02 AA „Roboter und Robotikgeräte“ im Fachbereich „Automation und Integration“ des Normenausschusses Maschinenbau (NAM) im DIN wahrgenommen. Vertreter der Hersteller und Anwender von Industrierobotern sowie der Berufsgenossenschaften waren an der Erarbeitung beteiligt.

Diese Norm konkretisiert einschlägige Anforderungen von Anhang I der EU-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG an erstmals im Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) in Verkehr gebrachte Maschinen, um den Nachweis der Übereinstimmung mit diesen Anforderungen zu erleichtern.

Ab dem Zeitpunkt ihrer Bezeichnung als Harmonisierte Norm im Amtsblatt der Europäischen Union kann der Hersteller bei ihrer Anwendung davon ausgehen, dass er die von der Norm behandelten Anforderungen der Maschinenrichtlinie eingehalten hat (so genannte Vermutungswirkung).

Die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen sind, sofern diese gleichzeitig als Europäische Normen übernommen worden sind, als DIN EN ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht.

Für die zitierten Internationalen Normen und Dokumente, sofern sie nicht als DIN ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht sind, gibt es keine nationalen Entsprechungen.

## **Änderungen**

Gegenüber DIN EN ISO 10218-1:2009-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Überarbeitung der technischen Inhalte (ISO-lead) vor dem Hintergrund der Anpassungen der Sicherheitsanforderungen an die neue EU-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG;
- b) Anpassungskorrekturen (ISO-lead), die durch die zwischenzeitliche Erarbeitung des Teils 2 der ISO 10218 notwendig wurden.

## **Frühere Ausgaben**

DIN EN 775: 1993-08

DIN EN ISO 10218-1: 2007-02, 2009-07

DIN EN ISO 10218-1: Berichtigung 1:2007-08

Deutsche Fassung

Industrieroboter —  
Sicherheitsanforderungen —  
Teil 1: Roboter (ISO 10218-1:2011)

Robots and robotic devices —  
Safety requirements for industrial robots —  
Part 1: Robots (ISO 10218-1:2011)

Robots et dispositifs robotiques —  
Exigences de sécurité pour les robots industriels —  
Partie 1: Robots (ISO 10218-1:2011)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 21. April 2011 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

|                                                                                                   |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Vorwort .....</b>                                                                              | <b>4</b>  |
| <b>Einleitung.....</b>                                                                            | <b>5</b>  |
| <b>1 Anwendungsbereich .....</b>                                                                  | <b>6</b>  |
| <b>2 Normative Verweisungen.....</b>                                                              | <b>6</b>  |
| <b>3 Begriffe .....</b>                                                                           | <b>6</b>  |
| <b>4 Identifizierung der Gefährdungen und Risikobeurteilung.....</b>                              | <b>11</b> |
| <b>5 Gestaltungsanforderungen und Schutzmaßnahmen .....</b>                                       | <b>12</b> |
| 5.1 Allgemeines .....                                                                             | 12        |
| 5.2 Allgemeine Anforderungen.....                                                                 | 12        |
| 5.2.1 Kraftübertragungskomponenten.....                                                           | 12        |
| 5.2.2 Energieausfall oder Energieschwankung .....                                                 | 12        |
| 5.2.3 Fehlfunktion von Bauteilen.....                                                             | 12        |
| 5.2.4 Energiequellen .....                                                                        | 13        |
| 5.2.5 Gespeicherte Energie.....                                                                   | 13        |
| 5.2.6 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) .....                                              | 13        |
| 5.2.7 Elektrische Ausrüstung .....                                                                | 13        |
| 5.3 Stellteile .....                                                                              | 13        |
| 5.3.1 Allgemeines .....                                                                           | 13        |
| 5.3.2 Schutz gegen unbeabsichtigte Betätigung .....                                               | 13        |
| 5.3.3 Zustandsanzeige.....                                                                        | 13        |
| 5.3.4 Kennzeichnung .....                                                                         | 13        |
| 5.3.5 single point point of control (ausschließliches Bedienen von einer Bedienstation aus) ..... | 13        |
| 5.4 Sicherheitsbezogene Leistungsfähigkeit des Steuerungssystems (Hardware/Software) .....        | 14        |
| 5.4.1 Allgemeines.....                                                                            | 14        |
| 5.4.2 Leistungsanforderung.....                                                                   | 14        |
| 5.4.3 Andere Leistungskriterien des Steuerungssystems.....                                        | 15        |
| 5.5 Stoppfunktionen des Roboters .....                                                            | 15        |
| 5.5.1 Allgemeines .....                                                                           | 15        |
| 5.5.2 Not-Halt .....                                                                              | 15        |
| 5.5.3 Sicherheitshalt .....                                                                       | 16        |
| 5.6 Steuerung der Geschwindigkeit.....                                                            | 16        |
| 5.7 Betriebsarten .....                                                                           | 17        |
| 5.7.1 Auswahl .....                                                                               | 17        |
| 5.7.2 Betriebsart Automatik .....                                                                 | 17        |
| 5.7.3 Betriebsart „Manuell mit reduzierter Geschwindigkeit“ .....                                 | 17        |
| 5.7.4 Betriebsart „Manuell mit hoher Geschwindigkeit“ .....                                       | 18        |
| 5.8 Handbediengeräte.....                                                                         | 18        |
| 5.8.1 Allgemeines .....                                                                           | 18        |
| 5.8.2 Bewegungssteuerung .....                                                                    | 19        |
| 5.8.3 Zustimmungseinrichtung.....                                                                 | 19        |
| 5.8.4 Not-Halt Funktion am Handbediengerät.....                                                   | 20        |
| 5.8.5 Auslösen des Automatikbetriebs.....                                                         | 20        |
| 5.8.6 Kabellose oder abnehmbare Programmierhandgeräte.....                                        | 20        |
| 5.8.7 Steuerung mehrerer Roboter.....                                                             | 20        |
| 5.9 Steuerung simultaner Bewegung.....                                                            | 20        |
| 5.9.1 Bedienen über ein einziges Programmierhandgerät .....                                       | 20        |
| 5.9.2 Konstruktive Sicherheitsanforderungen .....                                                 | 20        |
| 5.10 Anforderungen an den kollaborierenden Betrieb.....                                           | 21        |
| 5.10.1 Allgemeines.....                                                                           | 21        |
| 5.10.2 Sicherheitsbewerteter überwachter Halt.....                                                | 21        |

|                   |                                                                                                                                        |    |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.10.3            | Handführung .....                                                                                                                      | 21 |
| 5.10.4            | Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung .....                                                                                        | 21 |
| 5.10.5            | Leistungs- und Kraftbegrenzung durch inhärente Konstruktion oder Steuerung .....                                                       | 22 |
| 5.11              | Schutz bei Singularität .....                                                                                                          | 22 |
| 5.12              | Achsbegrenzung .....                                                                                                                   | 22 |
| 5.12.1            | Allgemeines .....                                                                                                                      | 22 |
| 5.12.2            | Mechanische und elektro-mechanische Achsbegrenzungseinrichtungen .....                                                                 | 23 |
| 5.12.3            | Sicherheitsbewertete Software zur Achs- und Raumbegrenzung .....                                                                       | 23 |
| 5.12.4            | Dynamische Begrenzungseinrichtungen .....                                                                                              | 24 |
| 5.13              | Bewegung ohne Antriebsenergie .....                                                                                                    | 24 |
| 5.14              | Vorkehrungen zum Anheben .....                                                                                                         | 24 |
| 5.15              | Elektrische Steckverbindungen .....                                                                                                    | 24 |
| 6                 | Verifizierung und Validierung von Sicherheitsanforderungen und Schutzmaßnahmen .....                                                   | 25 |
| 6.1               | Allgemeines .....                                                                                                                      | 25 |
| 6.2               | Methoden zur Verifizierung und Validierung .....                                                                                       | 25 |
| 6.3               | Erforderliche Verifizierung und Validierung .....                                                                                      | 25 |
| 7                 | Benutzerinformation .....                                                                                                              | 26 |
| 7.1               | Allgemeines .....                                                                                                                      | 26 |
| 7.2               | Betriebsanleitung .....                                                                                                                | 26 |
| 7.3               | Kennzeichnung .....                                                                                                                    | 28 |
| Anhang A          | (informativ) Liste signifikanter Gefährdungen .....                                                                                    | 29 |
| Anhang B          | (normativ) Anhaltezeit und Anhalteweg .....                                                                                            | 35 |
| Anhang C          | (informativ) Funktionsweise einer dreistufigen Zustimmungseinrichtung .....                                                            | 37 |
| Anhang D          | (informativ) Optionale Eigenschaften .....                                                                                             | 38 |
| D.1               | Allgemeines .....                                                                                                                      | 38 |
| D.2               | Not-Halt Ausgangsfunktionen .....                                                                                                      | 38 |
| D.3               | Merkmale von Zustimmungseinrichtungen .....                                                                                            | 38 |
| D.4               | Betriebsartenwahl .....                                                                                                                | 38 |
| D.5               | Antikollisionserkennung .....                                                                                                          | 38 |
| D.6               | Erhalt der Bahngenauigkeit bei allen Geschwindigkeiten .....                                                                           | 39 |
| D.7               | Sicherheitsbewertete Software zur Achs- und Raumbegrenzung .....                                                                       | 39 |
| D.8               | Messung des Stoppvermögens .....                                                                                                       | 39 |
| Anhang E          | (informativ) Methoden zur Kennzeichnung .....                                                                                          | 40 |
| Anhang F          | (normativ) Mittel zur Verifizierung der Sicherheitsanforderungen und Maßnahmen .....                                                   | 41 |
| Literaturhinweise | .....                                                                                                                                  | 52 |
| Anhang ZA         | (informative) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den<br>grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2006/42/EG ..... | 53 |

## **Vorwort**

Dieses Dokument (EN ISO 10218-1:2011) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 184 „Automation systems and integration“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 310 „Advanced automation technologies and integration“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Januar 2013, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Januar 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 ENISO 10218-1:2008.

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 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 10218-1:2011 wurde vom CEN als EN ISO 10218-1:2011 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

## Einleitung

ISO 10218 wurde aufgrund der von Industrierobotern und Industrierobotersystemen ausgehenden spezifischen Gefährdungen erarbeitet.

Dieser Teil der ISO 10218 ist eine Typ C-Norm, wie in ISO 12100 dargelegt.

Unterscheiden sich Festlegungen einer Typ C-Norm von denen in Typ A- oder Typ B-Normen, so ist den Festlegungen der Typ C-Norm Vorrang vor Festlegungen aus anderen Normen für Maschinen zu geben, die nach den Festlegungen der Typ C-Norm konstruiert und gebaut worden sind.

Die betreffenden Maschinen sowie der Umfang, in dem Gefährdungen, Gefährdungssituationen und -ereignisse behandelt werden, sind im Anwendungsbereich dieses Teils der ISO 10218 angegeben.

Obwohl die mit Robotern verbundenen Gefährdungen hinlänglich bekannt sind, sind deren Ursachen oftmals systemspezifisch. Anzahl und Arten der Gefährdungen stehen in direktem Zusammenhang mit der Art des Automatisierungsprozesses und der Komplexität der Installation. Die mit diesen Gefährdungen verbundenen Risiken ändern sich mit der Art des verwendeten Roboters und seinem Zweck sowie der Art und Weise, in der er installiert, programmiert, betrieben und gewartet wird.

**ANMERKUNG** Nicht alle in ISO 10218 beschriebenen Gefährdungen treffen auf jeden Roboter zu. Auch das Risikoniveau in Verbindung mit einer gegebenen Gefährdungssituation ist nicht für jeden Roboter gleich. Demzufolge können die Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen von den Festlegungen in ISO 10218 abweichen. Zur Bestimmung der dafür geeigneten Schutzmaßnahmen kann eine Risikobeurteilung durchgeführt werden.

In Anbetracht der sich aus den verschiedenen Anwendungen der Industrieroboter ergebenden veränderlichen Gefährdungsarten ist die ISO 10218 in zwei Teile gegliedert; Dieser Teil der ISO 10218 gibt eine Anleitung, wie die Sicherheit bei der Gestaltung und dem Bau des Roboters sichergestellt werden kann. Da die Sicherheit bei der Anwendung von Industrierobotern von der Gestaltung und Anwendung der individuellen Integration des Robotersystems beeinflusst wird, gibt ISO 10218-2 Anleitungen für den Schutz des Personals während der Roboterintegration, des Einbaus, der Funktionsprüfung, des Programmierens, des Betriebs, der Instandhaltung und der Reparatur.

Dieser Teil der ISO 10218 wurde auf der Basis von Erfahrungen aktualisiert, die bei der Entwicklung der ISO 10218-2 in Bezug auf Anforderungen an das System und die Integration gewonnen wurden, um sicherzustellen, dass er weiterhin mit den Mindestanforderungen einer harmonisierten Typ C-Norm für Industrieroboter in Einklang steht. Überarbeitete technische Anforderungen schließen ein, sind aber nicht beschränkt auf die Definition und die Anforderungen an Singularitäten, technische Schutzmaßnahmen für Gefährdungen durch Kraftübertragungsteile. Anforderungen bei Energieverlust, die sicherheitsbezogene Leistungsfähigkeit von Steuerkreisen, die Ergänzung einer Stoppfunktion der Kategorie 2, Betriebsartenwahl, Anforderungen an die Leistungs- und Kraftbegrenzung, Kennzeichnung und aktualisierte Metrik und Eigenschaften von Anhaltezeit und -weg.

Dieser Teil der ISO 10218 gilt nicht für Roboter, die vor dessen Veröffentlichung hergestellt wurden.

## 1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der ISO 10218 legt Anforderungen und Anleitungen für die inhärent sichere Konstruktion, für Schutzmaßnahmen und die Benutzerinformation für Industrieroboter fest. Sie beschreibt grundlegende Gefährdungen in Verbindung mit Robotern und stellt Anforderungen, um die mit diesen Gefährdungen verbundenen Risiken zu beseitigen oder hinreichend zu verringern.

Dieser Teil der ISO 10218 betrachtet den Roboter nicht als vollständige Maschine. Lärmemission wird im Allgemeinen nicht als signifikante Gefährdung, die vom Roboter allein ausgeht, betrachtet; daher ist Lärm aus dem Anwendungsbereich dieses Teils der ISO 10218 ausgeschlossen. .

Dieser Teil der ISO 10218 Norm gilt nicht für Roboter außerhalb des industriellen Bereichs, obwohl die in ISO 10218 festgelegten Sicherheitsgrundsätze auch auf diese anderen Roboter angewendet werden können.

ANMERKUNG 1 Beispiele für nicht-industrielle Anwendungen von Robotern, die jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, sind: Unterwasser-, Militär- und Raumfahrtroboter, fernbediente Manipulatoren, Prothesen und andere Hilfsmittel für Menschen mit körperlicher Behinderung, Mikroroboter (Verfahrweg unter 1 mm), Chirurgie und Gesundheitsvorsorge und Dienstleistungs- oder Konsumprodukte.

ANMERKUNG 2 Anforderungen an Robotersysteme, die Integration und den Einbau werden in ISO 10218-2 behandelt.

ANMERKUNG 3 Durch spezielle Anwendungen können zusätzliche Gefährdungen verursacht werden (z. B. Schweißen, Laserstrahlschneiden, spanabhebende Bearbeitung). Diese systembezogenen Gefährdungen sind bei der Robotergestaltung zu beachten.

## 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 9283:1998, *Manipulating industrial robots — Performance criteria and related test methods*

ISO 10218-2, *Robots and robotic devices — Safety requirements for industrial robots — Part 2: Robot systems and integration*

ISO 12100, *Safety of machinery — General principles for design — Risk assessment and risk reduction*

ISO 13849-1:2006, *Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 1: General principles for design*

ISO 13850, *Safety of machinery — Emergency stop — Principles for design*

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

IEC 62061:2005 *Safety of machinery — Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems*

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 12100 sowie die folgenden Begriffe.

### 3.1

#### **Stellteil**

mechanisches Element innerhalb einer Steuereinrichtung

BEISPIEL Ein Stößel, der Kontakte öffnet.

### 3.2

#### **Betriebsart Automatik**

Betriebsart, in der die Steuerung des Roboters in Übereinstimmung mit dem Anwenderprogramm arbeitet

[ISO 8373:1994, Definition 5.3.8.1]

### 3.3

#### **Arbeiten im Automatikbetrieb**

Zustand, in dem der Roboter seine programmierte Aufgabe wie vorgesehen ausführt

ANMERKUNG nach ISO 8373:1994, Definition 5.5]

### 3.4

#### **Kollaborierender Betrieb**

Zustand, in dem hierfür konstruierte Roboter innerhalb eines festgelegten Arbeitsraums direkt mit dem Menschen zusammenarbeiten

### 3.5

#### **Kollaborationsraum**

Arbeitsraum innerhalb des geschützten Bereichs, in dem der Roboter und der Mensch während des Produktionsbetriebs gleichzeitig Aufgaben ausführen können

### 3.6

#### **Antriebsenergie**

Energiequelle oder -quellen für die Roboterantriebe

### 3.7

#### **Endeffektor**

Vorrichtung, die speziell zum Anbringen an die mechanische Schnittstelle konzipiert ist, mit der der Roboter seine Aufgabe erfüllt

BEISPIEL Greifer, Schrauber, Schweißzange, Spritzpistole.

[ISO 8373:1994, Definition 3.11]

### 3.8

#### **Energiequelle**

elektrische, mechanische, hydraulische, pneumatische, chemische, thermische, potentielle, kinetische oder andere Energiequelle

### 3.9

#### **Gefährdende Bewegung**

Bewegung, die voraussichtlich zu Verletzungen oder Gesundheitsschädigungen bei Personen führen kann

### 3.10

#### **Industrieroboter**

Automatisch gesteuerter, frei programmierbarer Mehrzweck-Manipulator, der in drei oder mehr Achsen programmierbar ist und zur Verwendung in der Automatisierungstechnik entweder an einem festen Ort oder beweglich angeordnet sein kann.

ANMERKUNG 1 Der Industrieroboter umfasst:

- den Manipulator (einschließlich Aktuatoren)
- das Steuergerät einschließlich Programmierhandgerät sowie jede Kommunikationsschnittstelle (Hardware und Software)

ANMERKUNG 2 Dies gilt für alle integrierten Zusatzachsen .

ANMERKUNG 3 Für die Anwendung dieses Teils der ISO 10218 werden die folgenden Geräte als Industrieroboter betrachtet:

- handgeführte Roboter
- die manipulierenden Teile von mobilen Robotern
- kollaborierende Roboter

ANMERKUNG 4 nach ISO 8373:1994, Definition 2.6

### **3.11**

#### **Industrierobotersystem**

System bestehend aus

- Industrieroboter
- Endeffektor(en)
- allen Maschinen, Einrichtungen, Geräten, externen Hilfsachsen oder Sensoren, die den Roboter bei der Ausführung seiner Aufgabe unterstützen

ANMERKUNG 1 Die Anforderungen an das Robotersystem einschließlich derer zur Beherrschung der Gefährdungen sind in ISO 10218-2 enthalten.

ANMERKUNG 2 nach ISO 8373:1994, Definition 2.14

### **3.12**

#### **Begrenzungseinrichtung**

Mittel, das den maximalen Raum beschränkt, entweder durch Stillsetzen oder durch Auslösen eines Halts aller Roboterbewegungen

### **3.13**

#### **Lokale Steuerung**

Zustand des Systems oder von Teilen des Systems, in dem die Bedienung nur vom Steuerpult oder dem Handbediengerät der einzelnen Maschinen aus erfolgt

### **3.14**

#### **Manuelle Betriebsart**

Steuerungszustand, der die direkte Steuerung durch eine Bedienperson ermöglicht

ANMERKUNG 1 Gelegentlich auch als „Betriebsart Teachen“ bezeichnet, wenn Programmpunkte eingestellt sind

ANMERKUNG 2 nach ISO 8373:1994, Definition 5.3.8.2

### **3.15**

#### **Handbediengerät, Programmierhandgerät**

in der Hand gehaltenes Gerät, das mit der Steuerung verbunden ist und mit dem ein Roboter programmiert oder bewegt werden kann

[ISO 8373:1994, Definition 5.8]

### **3.16**

#### **Programm**

#### **3.16.1**

##### **Steuerungsprogramm**

inhärenter Satz von Befehlen, der die Fähigkeiten, Aktionen und Reaktionen eines Robotersystems definiert

ANMERKUNG Dieses Programm ist festgelegt und wird normalerweise vom Anwender nicht verändert.

[ISO 8373:1994, Definition 5.1.2]

#### **3.16.2**

##### **Anwenderprogramm**

Befehlsfolge für Bewegungs- und Hilfsfunktionen, welche die spezifisch beabsichtigte Aufgabe des Robotersystems festlegt

ANMERKUNG 1 Dieser Programmtyp wird normalerweise vom Anwender entwickelt.

ANMERKUNG 2 Eine Anwendung ist ein übergeordnetes Arbeitsgebiet; eine Aufgabe ist spezifisch innerhalb der Anwendung.

[ISO 8373:1994, Definition 5.1.1]

### 3.16.3

#### **Programmüberprüfung**

Ausführen des Anwenderprogramms zur Bestätigung der Roboterbahn und der Prozessausführung

ANMERKUNG Die Überprüfung kann die gesamte Bahn umfassen, die vom Werkzeugarbeitspunkt (TCP) bei Ausführung eines Anwenderprogramms zurückgelegt wird, oder einen Teil davon. Die Befehle können in Einzelschritten oder als laufende Befehlsfolge abgearbeitet werden. Die Überprüfung wird bei neuen Anwendungen und bei der Feineinstellung bestehender Anwendungen eingesetzt.

### 3.17

#### **Sicherheitshalt**

Art der Unterbrechung des Arbeitsablaufs zu sicherheitstechnischen Zwecken, bei der die Programmdaten erhalten bleiben und die Fortsetzung des Programms an der unterbrochenen Stelle möglich ist

### 3.18

#### **Roboterantrieb**

angetriebener Mechanismus, der elektrische, hydraulische oder pneumatische Energie in Bewegung umwandelt

### 3.19

#### **Sicherheitsbewertet**

gekennzeichnet durch vorgegebene Sicherheitsfunktion mit einer bestimmten sicherheitsbezogenen Leistungsfähigkeit

#### 3.19.1

##### **Sicherheitsbewertete überwachte Geschwindigkeit**

sicherheitsbewertete Funktion, die einen Sicherheitshalt auslöst, wenn entweder die kartesische Geschwindigkeit eines Punktes, bezogen auf den Roboterflansch (z. B. der Werkzeugarbeitspunkt TCP) oder die Geschwindigkeit einer oder mehrerer Achsen einen festgelegten Grenzwert überschreitet

#### 3.19.2

##### **Sicherheitsbewertete reduzierte Geschwindigkeit**

Funktion zur sicherheitsbewerteten überwachten Geschwindigkeit, welche die Geschwindigkeit des Roboters auf 250 mm/s oder weniger begrenzt

ANMERKUNG 1 Der Grenzwert für die sicherheitsbewertete reduzierte Geschwindigkeit ist nicht notwendigerweise der in der Steuerungsfunktion eingestellte Wert für reduzierte Geschwindigkeit.

ANMERKUNG 2 Der Unterschied zwischen sicherheitsbewerteter überwachter Geschwindigkeit und sicherheitsbewerteter reduzierter Geschwindigkeit besteht darin, dass die Grenze der sicherheitsbewerteten überwachten Geschwindigkeit auf Geschwindigkeiten über 250 mm/s eingestellt werden kann.

#### 3.19.3

##### **Sicherheitsbewertete Software zur Achs- und Raumbegrenzung, sicherheitsbewertete Softwarebegrenzung**

Begrenzung, die im Bewegungsbereich des Roboters anhand eines auf Software oder Firmware basierenden Systems eingerichtet ist, die über eine festgelegte und ausreichende sicherheitsbezogene Leistungsfähigkeit verfügt

ANMERKUNG Die sicherheitsbewertete Softwarebegrenzung kann der Punkt sein, an dem ein Halt eingeleitet wird oder durch den sichergestellt werden kann, dass sich der Roboter nicht über seine Begrenzungen hinaus bewegt.

#### 3.19.4

##### **Sicherheitsbewerteter Ausgang**

Ausgangssignal mit festgelegter und ausreichender sicherheitsbezogener Leistungsfähigkeit

### 3.19.5

#### **Sicherheitsbewerteter Bereichsausgang**

ein sicherheitsbewerteter Ausgang, der den Zustand der Roboterposition im Verhältnis zur sicherheitsbewerteten Softwarebegrenzung anzeigt

ANMERKUNG Beispielsweise kann die Roboterposition innerhalb oder außerhalb des softwarebegrenzten Bereichs sein.

### 3.19.6

#### **Sicherheitsbewerteter überwachter Halt**

Zustand, in dem der Roboter bei eingeschalteter Antriebsenergie stillgesetzt ist, während ein Überwachungssystem mit einer festgelegten ausreichenden sicherheitsbezogenen Leistungsfähigkeit sicherstellt, dass der Roboter sich nicht bewegt.

### 3.20

#### **Simultane Bewegung**

gleichzeitige Bewegung von zwei oder mehr Robotern, die mit einer einzelnen Bedienstation gesteuert wird. Die Bewegung kann koordiniert ablaufen oder synchron nach mathematischer Korrelation.

BEISPIEL 1 Ein Programmierhandgerät ist ein Beispiel für eine einzelne Bedienstation.

BEISPIEL 2 Die Koordination kann im Master/Slave-Prinzip erfolgen.

### 3.21

#### **single point of control (ausschließliches Bedienen von einer Bedienstation aus)**

Die Fähigkeit, den Roboter so zu bedienen, dass das Auslösen der Roboterbewegung nur von einer Bedienstation aus möglich ist. Diese darf nicht von einer anderen Bedienstation überlagert werden.

### 3.22

#### **Singularität**

Situation, bei welcher der Rang der Transformationsmatrix (Jakobi-Matrix) geringer wird als die volle Rangzahl

ANMERKUNG Mathematisch kann in einer singulären Konfiguration die Achsgeschwindigkeit in gemeinsamen Raum unendlich werden, um die kartesische Geschwindigkeit aufrecht zu erhalten. Beim realen Betrieb können Bewegungen, die im kartesischen Raum definiert sind und nahe an Singularitäten verlaufen, hohe Achsgeschwindigkeiten hervorrufen. Diese hohen Geschwindigkeiten können für den Bediener unerwartet sein.

### 3.23

#### **Reduzierte Geschwindigkeit**

Betriebsart der Roboterbewegungssteuerung, in der die Geschwindigkeit auf 250 mm/s oder weniger begrenzt ist

ANMERKUNG Die reduzierte Geschwindigkeit soll Personen genügend Zeit geben, sich entweder von der gefährdenden Bewegung zurückzuziehen oder den Roboter anzuhalten.

### 3.24

#### **Raum**

dreidimensionaler Raum

#### 3.24.1

##### **Maximaler Raum**

Raum, der von beweglichen Teilen des Roboters erreicht werden kann, wie vom Hersteller definiert, und zusätzlich der Raum, der vom Endeffektor und dem Werkstück erreicht werden kann

[ISO 8373:1994, Definition 4.8.1]

### 3.24.2

#### **Eingeschränkter Raum**

Teil des maximalen Raumes, der mit Begrenzungseinrichtungen eingeschränkt ist, welche die nicht überschreitbaren Grenzen sicherstellen

[nach ISO 8373:1994, Definition 4.8.2]

### 3.24.3

#### **Geschützter Bereich**

der durch die äußeren technischen Schutzeinrichtungen begrenzte Raum

### 3.25

#### **Teachen**

Handeingabeprogrammierung, Aufgabenprogrammierung

Programmierung der Aufgabe ausgeführt durch:

- a) manuelle Führung am Endeffektor des Roboters oder
- b) manuelle Führung eines mechanischen Simulators oder
- c) Benutzung eines Programmierhandgeräts, um den Roboter schrittweise durch die gewünschten Positionen zu führen

ANMERKUNG nach ISO 8373:1994, Definition 5.2.3]

### 3.26

#### **Werkzeugarbeitspunkt (TCP)**

für eine vorgegebene Anwendung definierter Punkt mit Bezug auf das Koordinatensystem der mechanischen Schnittstelle

[ISO 8373:1994, Definition 4.9]

### 3.27

#### **Anwender**

Betreiber, der Roboter verwendet und für das im Roboterbetrieb eingesetzte Personal verantwortlich ist

## **4 Identifizierung der Gefährdungen und Risikobeurteilung**

Anhang A enthält eine Liste von Gefährdungen, die bei Robotern auftreten können. Zur Identifizierung weiterer möglicher Gefährdungen muss eine Analyse durchgeführt werden.

Für die identifizierten Gefährdungen muss eine Risikobeurteilung durchgeführt werden. Diese Risikobeurteilung muss insbesondere berücksichtigen:

- a) den bestimmungsgemäßen Betrieb des Roboters einschließlich Programmieren (Teachen), Instandhaltung, Einrichten und Reinigen
- b) den unerwarteten Anlauf
- c) den Zugang/Zutritt von Personen aus allen Richtungen
- d) die vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung des Roboters
- e) die Auswirkung eines Ausfalls im Steuerungssystem und
- f) wo erforderlich, die mit der speziellen Roboteranwendung verbundenen Gefährdungen

Risiken müssen zuerst konstruktiv oder durch Substitution beseitigt oder verringert werden, danach durch technische Schutzmaßnahmen und andere ergänzende Maßnahmen. Alle verbleibenden Risiken müssen dann durch andere Maßnahmen (z. B. durch Warnhinweise, Sicherheitskennzeichnungen, Schulung) verringert werden.

Die in Abschnitt 5 enthaltenen Anforderungen leiten sich vom iterativen Prozess ab, der aus der Anwendung von technischen Schutzmaßnahmen besteht, die in ISO 12100 beschrieben sind. Diese sind auf die in Anhang A identifizierten Gefährdungen anzuwenden.

ANMERKUNG 1 ISO 12100 gibt Anforderungen und Anleitungen zur Durchführung der Identifizierung der Gefährdungen und der Risikominderung.

ANMERKUNG 2 Anforderungen an die Identifizierung der Gefährdungen und die Risikobeurteilung für Robotersysteme, Integration und Einbau werden in ISO 10218-2 behandelt.

## **5 Gestaltungsanforderungen und Schutzmaßnahmen**

### **5.1 Allgemeines**

Der Roboter muss nach den Grundsätzen von ISO 12100 hinsichtlich relevanter Gefährdungen konstruiert sein. Signifikante Gefährdungen, wie z. B. scharfe Kanten, werden in diesem Teil der ISO 10218 nicht behandelt.

Roboter müssen so konstruiert und ausgeführt sein, dass sie die Anforderungen von 5.2 bis 5.15 erfüllen.

### **5.2 Allgemeine Anforderungen**

#### **5.2.1 Kraftübertragungskomponenten**

Die Gefährdungen durch Bauteile, wie z. B. Motorwellen, Getriebe, Antriebsriemen oder Gestänge, die nicht durch eingebaute Abdeckungen geschützt sind (z. B. Getriebedeckel) müssen entweder durch fest stehende oder bewegliche trennende Schutzeinrichtungen verhindert sein. Die Befestigungssysteme der fest stehenden trennenden Schutzeinrichtungen, die für routinemäßige Instandhaltungsarbeiten entfernt werden, müssen mit der Maschine oder der trennenden Schutzeinrichtung verbunden bleiben. Bewegliche trennende Schutzeinrichtungen müssen so mit den gefährdenden Bewegungen verriegelt sein, dass die gefährdenden Maschinenfunktionen stillgesetzt werden, bevor die Gefahrenstellen erreicht werden können. Die sicherheitsbezogene Leistungsfähigkeit der Steuerung eines Verriegelungssystems muss den Anforderungen von 5.4 entsprechen.

#### **5.2.2 Energieausfall oder Energieschwankung**

Energieausfall oder Energieschwankungen dürfen nicht zu einer Gefährdung führen.

Das Wiedereinschalten der Energie darf nicht zu einer Bewegung führen.

Roboter müssen so konstruiert und ausgeführt sein, dass ein Verlust oder eine Veränderung der elektrischen, hydraulischen, pneumatischen oder Vakuumenergie nicht zu einer Gefährdung führt. Bestehen Gefährdungen, gegen die nicht durch die Konstruktion geschützt werden kann, müssen andere Schutzmaßnahmen getroffen werden, um gegen diese Gefährdungen zu schützen. Ungeschützte Gefährdungen, die sich aus der zu erwartenden Verwendung ergeben, müssen in der Benutzerinformation angegeben werden.

ANMERKUNG Siehe IEC 60204-1 bezüglich Anforderungen an die Energieversorgung.

#### **5.2.3 Fehlfunktion von Bauteilen**

Roboterbauteile müssen so gestaltet, ausgeführt, gesichert oder gekapselt sein, dass Gefährdungen, die durch Bruch oder Lösen oder Freisetzen von gespeicherter Energie verursacht werden, auf ein Mindestmaß begrenzt werden.

#### 5.2.4 Energiequellen

Es muss eine Einrichtung vorgesehen sein, die den Roboter von allen gefährlichen Energiequellen trennt. Diese Einrichtung muss in der Trennstellung (energieloser Zustand) absperrbar sein oder anderweitig gesichert werden können.

#### 5.2.5 Gespeicherte Energie

Es muss eine Einrichtung zum kontrollierten Freisetzen gespeicherter gefährdender Energie vorgesehen werden. Eine Kennzeichnung der Gefährdung durch gespeicherte Energie muss angebracht werden.

ANMERKUNG Gespeicherte Energie kann in Druckluft- und Flüssigkeitsdruckspeichern, Kondensatoren, Batterien, Federn, Gegengewichten und Schwungrädern, usw. vorhanden sein.

#### 5.2.6 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Der Roboter muss so konstruiert und ausgeführt sein, dass gefährdende Bewegungen oder Situationen aufgrund der zu erwartenden Auswirkungen einer elektromagnetischen Störung (EMI), einer Funkfrequenzstörung (RFI) und einer elektrostatischen Entladung (ESD) verhindert sind.

ANMERKUNG Siehe IEC 61000 bezüglich Informationen zur Gestaltung

#### 5.2.7 Elektrische Ausrüstung

Die elektrische Ausrüstung des Roboters muss entsprechend den zutreffenden Anforderungen der IEC 60204-1 konstruiert und ausgeführt sein.

### 5.3 Stellteile

#### 5.3.1 Allgemeines

Stellteile, die Energie oder Bewegung auslösen, müssen so konstruiert und gebaut sein, dass sie die Leistungskriterien in 5.3.2 bis 5.3.5 erfüllen.

#### 5.3.2 Schutz gegen unbeabsichtigte Betätigung

Stellteile müssen so konstruiert oder angeordnet sein, dass eine unbeabsichtigte Betätigung verhindert wird. Hierfür können z.B. geeignete Drucktaster oder Schlüsselwahlschalter an entsprechend geeigneten Orten verwendet werden.

#### 5.3.3 Zustandsanzeige

Der Zustand der Stellteile muss deutlich angezeigt werden, z. B. Energie EIN, Fehler erkannt, Automatikbetrieb.

Wird eine Anzeigeleuchte verwendet, muss diese für ihren Einbauort geeignet sein und deren Farbe muss IEC 60204-1 entsprechen.

#### 5.3.4 Kennzeichnung

Stellteile müssen so gekennzeichnet sein, dass ihre Funktion deutlich erkennbar ist.

#### 5.3.5 single point point of control (ausschließliches Bedienen von einer Bedienstation aus)

Die Robotersteuerung muss so konstruiert und ausgeführt sein, dass bei lokaler Steuerung über ein Handbediengerät oder ein anderes Programmiergerät das Auslösen einer Roboterbewegung oder eine Änderung der lokal angewählten Steuerung von jeder anderen Stelle aus verhindert ist.

## **5.4 Sicherheitsbezogene Leistungsfähigkeit des Steuerungssystems (Hardware/Software)**

### **5.4.1 Allgemeines**

Sicherheitsbezogene Steuerungssysteme (elektrisch, hydraulisch, pneumatisch und Software) müssen die Anforderungen von 5.4.2 erfüllen, sofern die Ergebnisse der Risikobeurteilung nicht ergeben, dass ein anderes Leistungskriterium, wie in 5.4.3 beschrieben, angemessen ist. Die sicherheitsbezogene Leistungsfähigkeit des Steuerungssystems des Roboters und jeder mitgelieferten Ausrüstung muss in der Benutzerinformation deutlich angegeben sein.

ANMERKUNG 1 Sicherheitsbezogene Steuerungssysteme können auch als SRP/CS (Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen) bezeichnet werden.

Für die Anwendung dieses Teils der ISO 10218 ist die sicherheitsbezogene Leistungsfähigkeit des Steuerungssystems festgelegt als:

- Performance Level (PL) und Kategorien, wie in ISO 13849-1:2006, 4.5.1 beschrieben
- Safety Integrity Level (SIL) und Anforderungen an die Hardware-Fehlertoleranz wie in IEC 62061-1:2005, 5.2.4 beschrieben

Diese beiden Normen behandeln die funktionale Sicherheit mit ähnlichen, jedoch unterschiedlichen Methoden. Die Anforderungen in diesen Normen sollten für die entsprechenden sicherheitsbezogenen Steuerungssysteme herangezogen werden, für die sie vorgesehen sind. Der Konstrukteur kann sich für die Anwendung einer der beiden Normen entscheiden. Die für die Festlegung der sicherheitsbezogenen Leistungsfähigkeit des Steuerungssystems erforderlichen Daten und Kriterien müssen in der Benutzerinformation enthalten sein.

ANMERKUNG 2 Der Vergleich mit ISO 13849-1 und IEC 62061 ist in ISO/TR 23849 beschrieben.

Es können auch andere Normen angewendet werden, die alternative Leistungsanforderungen stellen, wie z. B. der Begriff „Control Reliability“, der in Nordamerika verwendet wird. Werden diese alternativen Normen bei der Gestaltung sicherheitsbezogener Steuerungen herangezogen, muss ein gleichwertiges Niveau an Risikominderung erreicht werden.

Ein Ausfall des sicherheitsbezogenen Steuerungssystems muss zu einem Stopp der Kategorie 0 oder 1 gemäß IEC 60204-1 führen.

### **5.4.2 Leistungsanforderung**

Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen müssen so konstruiert sein, dass sie PL „d“ mit Struktur Kategorie 3 erfüllen, wie in ISO 13849-1:2006 beschrieben oder, dass sie SIL 2 erfüllen mit einer Hardware-Fehlertoleranz von 1 mit einem Proof-Test-Intervall nicht unter 20 Jahren, (siehe IEC 62061:2005).

Dies bedeutet insbesondere:

- a) Ein einzelner Fehler in einem dieser Teile führt nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion.
- b) Wenn vernünftigerweise durchführbar, muss der einzelne Fehler bei oder vor der nächsten Anforderung der Sicherheitsfunktion erkannt werden.
- c) Bei Auftreten des einzelnen Fehlers wird die Sicherheitsfunktion immer ausgeführt und ein sicherer Zustand muss aufrechterhalten werden, bis der erkannte Fehler behoben ist und
- d) alle vernünftigerweise vorhersehbaren Fehler müssen erkannt werden.

Die Anforderungen a) bis d) werden als gleichwertig mit Struktur Kategorie 3, , wie in ISO 13849-1:2006 beschrieben, betrachtet.

ANMERKUNG Die Anforderung der Einfehlererkennung bedeutet nicht, dass alle Fehler erkannt werden. Folglich kann die Ansammlung nicht erkannter Fehler zu einer unbeabsichtigten Ausgangsgröße und zu einer Gefährdungssituation an der Maschine führen.

### 5.4.3 Andere Leistungskriterien des Steuerungssystems

Die Ergebnisse einer umfassenden Risikobeurteilung, die für das Robotersystem und dessen bestimmungsgemäße Anwendung durchgeführt wurde, können ergeben, dass eine andere sicherheitsbezogene Leistungsfähigkeit des Steuerungssystems als die in 5.4.2 festgelegte für diese Anwendung gerechtfertigt ist.

Die Wahl einer dieser anderen sicherheitsbezogenen Leistungskriterien muss spezifisch angegeben und entsprechende Einschränkungen und Vorsichtsmaßnahmen müssen in der Benutzerinformation, die mit der betreffenden Ausrüstung geliefert wird, enthalten sein.

## 5.5 Stoppfunktionen des Roboters

### 5.5.1 Allgemeines

Jeder Roboter muss über eine Sicherheitshalt-Funktion und eine unabhängige Not-Halt Funktion verfügen. Diese Funktionen müssen Vorkehrungen für den Anschluss externer Schutzeinrichtungen haben. Wahlweise kann ein Ausgangssignal für den Not-Halt vorgesehen werden. Tabelle 1 zeigt einen Vergleich der Funktionen zwischen Not-Halt und Sicherheitshalt.

**Tabelle 1 — Vergleich von Not-Halt und Sicherheitshalt**

| Parameter                                                    | Not-Halt                                                 | Sicherheitshalt                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Position der Auslösevorrichtung                              | der Bediener hat schnellen, ungehinderten Zugang/Zugriff | Für nicht trennende Schutzeinrichtungen, wird die Position anhand der Formeln für den (sicheren) Mindestabstand, wie in ISO 13855 beschrieben, bestimmt. |
| Auslösung                                                    | manuell                                                  | manuell, automatisch oder kann automatisch durch sicherheitsbezogene Funktion ausgelöst werden                                                           |
| Sicherheitsbezogene Leistungsfähigkeit des Steuerungssystems | muss Leistungsanforderung nach 5.4 erfüllen              | muss Leistungsanforderung nach 5.4 erfüllen                                                                                                              |
| Rückstellung                                                 | nur manuell                                              | manuell oder automatisch                                                                                                                                 |
| Häufigkeit der Nutzung                                       | selten                                                   | veränderlich; von zyklisch bis selten                                                                                                                    |
| Zweck                                                        | Notfall                                                  | technische Schutzmaßnahmen oder andere Risikominderung                                                                                                   |
| Wirkung                                                      | Wegnahme der gefährbringenden Energie                    | gesteuerte Beseitigung des gefährbringenden Zustands )                                                                                                   |

### 5.5.2 Not-Halt

Der Roboter muss über eine oder mehrere Not-Halt Funktionen verfügen (Stoppkategorie 0 oder 1 nach IEC 60204-1).

Jede Bedienstation, die eine Roboterbewegung oder eine andere gefährdende Situation auslösen kann, muss über eine manuell auszulösende Not-Halt Funktion verfügen, die:

- die Anforderungen von 5.4 und IEC 60204-1 erfüllt
- Vorrang vor allen anderen Steuerungsfunktionen des Roboters hat
- das Stillsetzen aller von gesteuerten Teilen ausgehenden Gefährdungen bewirkt
- die Energie von den Roboterantrieben wegnimmt