

DIN EN ISO 10218-2

ICS 25.040.30

Entwurf

Einsprüche bis 2021-04-12
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 10218-2:2012-06

**Robotik –
Sicherheitsanforderungen für Robotersysteme in industrieller Umgebung –
Teil 2: Robotersysteme, Roboteranwendungen und Integration von
Roboterzellen (ISO/DIS 10218-2:2020);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 10218-2:2020**

Robotics –

Safety requirements for robot systems in an industrial environment –

Part 2: Robot systems, robot applications and robot cells integration (ISO/DIS 10218-2:2020);
German and English version prEN ISO 10218-2:2020

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-02-12 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs
besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-
Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de,
sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an software@vdma.org möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle
kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-
Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM), 60498 Frankfurt am Main,
Postfach 71 08 64 oder Lyoner Str. 18, 60528 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 516 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)

Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Dieses Dokument (prEN ISO 10218-2:2020) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 299 „Robotics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 310 „Fortgeschrittene Fertigungstechnologien“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung werden vom Arbeitsausschuss NA 060-38-01 AA „Robotik“ des DIN-Normenausschusses Maschinenbau (NAM) wahrgenommen. Vertreter der Hersteller und Anwender von „Industrierobotern“ sowie der Berufsgenossenschaften sind an der Erarbeitung beteiligt.

Dieser Norm-Entwurf 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.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 10218-2:2012-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Überarbeitung der technischen Inhalte (ISO-lead) auf der Basis von Erfahrungen, die seit der Veröffentlichung von DIN EN ISO 10218-1 und DIN EN ISO 10218-2 im Jahr 2012 gewonnen wurden. Diese Norm bleibt im Einklang mit den Mindestanforderungen einer harmonisierten Typ C-Norm für Roboter in einer Industrieumgebung;
- b) Einbeziehung der Anforderungen aus ISO/TS 15066:2016 zur Sicherheit kollaborierender Robotersysteme;
- c) Revisionen der Stoppfunktionen der Kategorie 2, Begriffe und Abkürzungen, Einzelheiten innerhalb des Abschnittes zur Benutzerinformation, funktionalen Sicherheitsanforderungen, Parameter und Grenzwerte zur Risikoeinschätzung, Cybersicherheit.

Titel de: Robotik — Sicherheitsanforderungen für Robotersysteme in industrieller Umgebung — Teil 2: Robotersysteme, Roboteranwendungen und Integration von Roboterzellen (ISO/DIS 10218-2:2020)

Titel en: Robotics — Safety requirements for robot systems in an industrial environment — Part 2: Robot systems, robot applications and robot cells integration (ISO/DIS 10218-2:2020)

Titel fr:

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Anhang Z A (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2006/42/EG	4
Vorwort	8
Einleitung	9
1 Anwendungsbereich.....	12
2 Normative Verweisungen	13
3 Begriffe	16
4 Risikobeurteilung.....	35
5 Sicherheitsanforderungen und/oder Schutz-/Risikominderungsmaßnahmen	40
6 Verifizierung und Validierung von Sicherheitsanforderungen und Schutzmaßnahmen	94
7 Benutzerinformation	96
Anhang A (informativ) Liste signifikanter Gefährdungen.....	106
Anhang B (informativ) Darstellungen der Räume.....	113
Anhang C (normativ) Leistungsanforderungen der Sicherheitsfunktion.....	119
Anhang D (normativ) Erforderliche Informationen zu Sicherheitsfunktionen.....	147
Anhang E (informativ) Beispiel zur Bestimmung des erforderlichen Performance Levels (PLr) oder SIL-Schadengrenze (SILcl) anhand der Parameter zur Risikobeurteilung aus Anhang C	148
Anhang F (informativ) Vergleich der Stoppfunktionen.....	152
Anhang G (informativ) Symbole	154
Anhang H (normativ) Mittel zur Verifizierung und Validierung der Gestaltung und der Schutzmaßnahmen	155
Anhang I (informativ) Endeffektoren	199
Anhang J (informativ) Schutzmaßnahmen für manuelle Belade-/Entladestationen.....	204
Anhang K (informativ) Technische Schutzmaßnahmen an Materialzufuhr- und -entnahmestelle ...	218
Anhang L (normativ) Geschwindigkeits- und Trennungsüberwachung (SSM) – Schutztrennungsabstand	225
Anhang M (informativ) Grenzen für quasi-statische und flüchtige Kontakte	230
Anhang N (informativ) Leistungs- und kraftbegrenzte Roboteranwendungen – Druck- und Kraftmessungen	244
Anhang O (informativ) Optionale Eigenschaften	261
Anhang P (informativ) Relevante Normen bezüglich Schutzeinrichtungen.....	263
Literaturhinweise.....	264

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 10218-2:2020) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 299 „Robotics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 310 „Fortgeschrittene Fertigungstechnologien“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 10218-2:2011 ersetzen.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

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

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 10218-2:2020 wurde von CEN als prEN ISO 10218-2:2020 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Anhang ZA (informativ)

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

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines von der Europäischen Kommission erteilten Normungsauftrages „M/396 Auftrag an CEN und CENELEC betreffend die Normung im Bereich Maschinen“ erarbeitet, um ein freiwilliges Mittel zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung) bereitzustellen.

Sobald diese Norm im Amtsblatt der Europäischen Union im Sinne dieser Richtlinie in Bezug genommen worden ist, berechtigt die Übereinstimmung mit den in Tabelle ZA.1 aufgeführten normativen Abschnitten dieser Norm innerhalb der Grenzen des Anwendungsbereiches dieser Norm zur Vermutung der Konformität mit den entsprechenden grundlegenden Anforderungen der Richtlinie und den zugehörigen EFTA-Vorschriften.

**Tabelle ZA.1 — Übereinstimmung zwischen dieser Europäischen Norm und Anhang I der
Richtlinie 2006/42/EG**

Die relevanten grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2006/42/EG	Abschnitt(e)/Unterabschnitt(e) dieser EN	Anmerkungen/ Hinweis
1.1.2. Grundsätze für die Integration der Sicherheit	4.1, 4.2, 4.3, 5.1, 5.2.1.1, 5.2.1.6	
1.1.3. Materialien und Produkte	5.2.1.2	
1.1.4. Beleuchtung	5.14.2, 5.14.4	
1.1.5. Konstruktion der Maschine im Hinblick auf die Handhabung	5.2.1, 5.2.2	
1.1.6. Ergonomie	5.4.1, 5.4.3, 5.4.4, 5.8.5.1, 5.13.5.2	
1.2.1. Sicherheit und Zuverlässigkeit von Steuerungen	5.2.7, 5.3, 5.4.7, 5.4.7.3, 5.5, 5.5.1, 5.5.2, 5.5.3, 5.5.4, 5.5.5, 5.5.7, 5.6.1, 5.7.1, 5.7.3, 5.7.7, 5.7.8.3.c, 5.7.8.4, 5.7.9, Anhang C	
1.2.2. Stellteile	5.2.12, 5.7.2.2, 5.7.2.4, 5.7.4, 5.7.5, 5.7.6.2, 5.7.6.3, 5.7.8, 5.7.8.1, 5.7.8.2, 5.7.8.3, 5.7.8.4, 5.7.9, 5.7, 5.8.8, 5.8.5.6, 5.12.2.3, 5.13.2	
1.2.3. Eingangsetzen	5.5.7.1, 5.5.7.2, 5.7.5	
1.2.4.1. Normales Stillsetzen	5.6.1, 5.6.4	
1.2.4.2. Betriebsbedingtes Stillsetzen	5.6.3.2	
1.2.4.3. Stillsetzen im Notfall	5.6.2, 5.6.2.1	
1.2.4.4. Gesamtheit von Maschinen	5.3	

Die relevanten grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2006/42/EG	Abschnitt(e)/Unterabschnitt(e) dieser EN	Anmerkungen/Hinweis
1.2.5. Wahl der Steuerungs- oder Betriebsarten	5.7.2.3, 5.7.2.3.1.a, 5.7.2.4, 5.7.6.2	
1.2.6. Störung der Energieversorgung	5.2.9, 5.5.2, 5.6.1, 5.5.7.1, 5.9.1	
1.3.1. Risiko des Verlusts der Standsicherheit	5.2.4, 7.5.5	
1.3.2. Bruchrisiko beim Betrieb	5.2.1.2, 5.2.1.3, 5.2.1.4, 5.2.10, 5.2.12, 5.3.6, 7.5.8	
1.3.3. Risiken durch herabfallende oder herausgeschleuderte Gegenstände	5.9.1	
1.3.4. Risiken durch Oberflächen, Kanten und Ecken	5.2.1.4	
1.3.6. Risiken durch Änderung der Verwendungsbedingungen	5.7.2	
1.3.7. Risiken durch bewegliche Teile	5.2.6, 5.8, 5.9, 5.10, 5.12, 5.13, 7.5.9, Anhang L	
1.3.8. Wahl der Schutzeinrichtungen gegen Risiken durch bewegliche Teile	5.2.1.4, 5.8, 5.9, 5.10.1.3, 5.12, 5.13, Anhang L	
1.3.8.1. Bewegliche Teile der Kraftübertragung	5.2.1.4	
1.3.8.2. Bewegliche Teile, die am Arbeitsprozess beteiligt sind	5.2.1.4, 5.8, 5.9, 5.10.1.3, 5.12, 5.13, Anhang L	
1.3.9. Risiko unkontrollierter Bewegungen	5.2.7	
1.4.1. Allgemeine Anforderungen	5.2.1.2, 5.2.1.3, 5.2.1.4, 5.2.1, 5.8.4.1, 5.8.4.2, 5.8.5.1, 5.8.6	
1.4.2.1. Feststehende trennende Schutzeinrichtungen	5.8.4.1	
1.4.2.2. Bewegliche trennende Schutzeinrichtungen mit Verriegelung	5.8.4.1, 5.8.4.3, 5.8.4.4	
1.4.2.3. Zugangsbeschränkende verstellbare Schutzeinrichtungen	5.8.4.1	
1.4.3. Besondere Anforderungen an nichttrennende Schutzeinrichtungen	5.8.5	
1.5.1. Elektrische Energieversorgung	5.2.12	
1.5.2. Statische Elektrizität	5.2.12	
1.5.3. Nichtelektrische Energieversorgung	5.2.12	
1.5.4. Montagefehler	5.2.1.4, 5.2.12, 7.5.8	
1.5.5. Extreme Temperaturen	5.2.5	
1.5.6. Brand	5.2.5	

Die relevanten grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2006/42/EG	Abschnitt(e)/Unterabschnitt(e) dieser EN	Anmerkungen/Hinweis
1.5.8. Lärm		
1.5.9. Vibrationen	5.13.5.1.b	
1.5.12. Laserstrahlung	5.11	
1.5.13. Emission gefährlicher Werkstoffe und Substanzen	5.2.3	
1.5.14. Risiko, in einer Maschine eingeschlossen zu werden	5.4.1	
1.5.15. Ausrutsch-, Stolper- und Sturzrisiko	5.4.1	
1.6.1. Wartung der Maschine	5.4.1, 5.7.8.1, 5.15.1, 7.5.8	
1.6.2. Zugang zu den Bedienungsständen und den Eingriffspunkten für die Instandhaltung	5.4.1	
1.6.3. Trennung von den Energiequellen	5.2.11.2, 5.2.11.3, 5.2.12	
1.6.4. Eingriffe des Bedienungspersonals	5.1	
1.7.1. Informationen und Warnhinweise an der Maschine	7.1, 7.2, 7.3, 7.4	
1.7.1.1. Informationen und Informationseinrichtungen	7.1, 7.2, 7.3, 7.4	
1.7.1.2. Warneinrichtungen	5.7.2.2, 5.7.4, 7.2	
1.7.2. Warnung vor Restrisiken	7.5.3, 7.5.17, 7.5.21	
1.7.3. Kennzeichnung der Maschinen	7.3	
1.7.4. Betriebsanleitung	7	
1.7.4.1. Allgemeine Grundsätze für die Abfassung der Betriebsanleitung	7.1, 7.5.3	
1.7.4.2. Inhalt der Betriebsanleitung	7.5.1, 7.5.2, 7.5.3, 7.5.5, 7.5.6, 7.5.7, 7.5.8, 7.5.9, 7.5.17, 7.5.20, 7.5.21	
2.2.1. Allgemeines	5.13.5	
2.2.1.1. Betriebsanleitung	7.5.19	
2.3. Maschinen zur Bearbeitung von Holz und von Werkstoffen mit ähnlichen physikalischen Eigenschaften	5.8.1, 5.9.1, 5.9.4, 5.12.2.1	
4.1.2.2. An Führungen oder auf Laufbahnen fahrende Maschinen	5.2.4	
4.1.2.3. Festigkeit	5.2.1.1, 5.2.1.2, 5.2.1.3	
4.1.2.4. Rollen, Trommeln, Scheiben, Seile und Ketten	5.2.1.3	
4.1.2.6. Bewegungsbegrenzung	5.2.7, 5.4.7, 5.9.1	

Die relevanten grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2006/42/EG	Abschnitt(e)/Unterabschnitt(e) dieser EN	Anmerkungen/Hinweis
4.1.2.7. Bewegungen von Lasten während der Benutzung	5.2.7, 5.7.8.2, 5.8, 5.13.5.2	
4.1.2.8.1. Bewegungen des Lastträgers	5.8, 5.10.1, 5.10.2, 5.10.3	
4.1.3. Zwecktauglichkeit	5.2.1.3	
4.2.1. Bewegungssteuerung	5.10.1.4	
4.2.3. Seilgeführte Einrichtungen	5.10.1	
4.3.3. Maschinen zum Heben von Lasten	7.4	
4.4.2. Maschinen zum Heben von Lasten	7.5.3	

WARNHINWEIS 1 — Die Konformitätsvermutung bleibt nur bestehen, so lange die Fundstelle dieser Europäischen Norm in der im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlichten Liste erhalten bleibt. Anwender dieser Norm sollten regelmäßig die im Amtsblatt der Europäischen Union zuletzt veröffentlichte Liste einsehen.

WARNHINWEIS 2 — Für Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Rechtsvorschriften der EU anwendbar sein.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 299, Robotics, erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 10218-2:2011), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- Einbeziehung von Sicherheitsanforderungen für kollaborierende Anwendungen (zuvor Inhalt von ISO/TS 15066:2016);
- Klärung der Anforderungen an die Funktionssicherheit;
- Hinzufügen von Anforderungen an die Cybersicherheit, soweit diese gelten.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 10218 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

Die Erstellung dieses Dokuments erfolgte im Hinblick auf die Gefährdungen, die von Robotern durch deren Integration und Installation in Robotersystemen, Roboteranwendungen und Roboterzellen ausgehen. ISO 10218, Teil 1, behandelt Roboter als unvollständige Maschinen, während dieses Dokument in vollständige Maschinen (Systeme) für spezifische Anwendungen integrierte Roboter behandelt.

Dieses Dokument ist eine Typ-C-Norm nach ISO 12100.

Dieses Dokument ist für die folgenden Interessengruppen von Relevanz, die die Marktakteure im Hinblick auf die Robotersicherheit repräsentieren:

- Roboterhersteller (kleine, mittlere und große Unternehmen);
- Robotersystem-/Anwendungsintegratoren (kleine, mittlere und große Unternehmen);
- Organisationen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes (Gesetzgeber, Unfallversicherungen, Marktaufsicht usw.).

Andere Interessengruppen können durch das in diesem Dokument (durch die oben genannten Interessengruppen) festgeschriebene Sicherheitsniveau betroffen sein. Es handelt sich dabei um:

- Robotersystemanwender/Arbeitgeber (kleine, mittlere und große Unternehmen);
- Robotersystemanwender/Arbeitnehmer (z. B. Gewerkschaften);
- Dienstleister, z. B. für Wartungsarbeiten (kleine, mittelständische und große Unternehmen);

Den oben angeführten Interessengruppen wurde die Möglichkeit gegeben, sich an dem Entwurfsprozess zu diesem Dokument zu beteiligen.

Auf die Robotersysteme und Roboteranwendungen und die behandelten Gefährdungen, Gefährdungssituationen und -ereignisse wird im Anwendungsbereich dieses Dokuments hingewiesen.

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.

Mit Robotersystemen und Roboteranwendungen zusammenhängende Gefahren sind wohlbekannt, die Gefährdungsquellen sind jedoch je nach Roboteranwendung oft einzigartig. Das Aufkommen und die Art(en) der Gefährdungen stehen in direktem Zusammenhang mit der Art des Automatisierungsprozesses und der Komplexität der Anwendung. Die mit diesen Gefährdungen verbundenen Risiken ändern sich mit dem verwendeten Roboter, dessen Sicherheitsfunktionen und der Art und Weise, in der er integriert, installiert, programmiert, betrieben und gewartet wird. Dieses Dokument liefert Sicherheitsanforderungen für die Integration und Installation von Robotern in Robotersystemen und Roboteranwendungen. Die Anforderungen umfassen Schutzmaßnahmen für Bedienungspersonen während der Integration, der Abnahme, der Funktionsprüfung, der Programmierung, des Betriebs, der Instandhaltung und der Reparatur. Anforderungen an den Roboter können der ISO 10218-1 entnommen werden.

Beide Teile von ISO 10218 behandeln Robotertechnik in einer Industrieumgebung, die aus Arbeitsplätzen besteht, von der die Öffentlichkeit ausgeschlossen ist oder zu der die Öffentlichkeit nur eingeschränkter Zugang hat, da es sich bei den Personen (Bedienern) um arbeitende Erwachsene handelt. Andere Normen behandeln Themen wie Koordinatensysteme und Achsenbewegungen, allgemeine Eigenschaften, Leistungskriterien und damit verbundene Prüfverfahren, Terminologie und mechanische Schnittstellen. Es wird darauf hingewiesen, dass diese Normen miteinander und mit anderen Internationalen Normen verbunden sind.

Um das Lesen dieses Teils von ISO 10218 zu erleichtern, beziehen sich die Begriffe „Robotersystem“ und „Roboteranwendung“ auf „Industrierobotersystem“ und „Industrieroboteranwendung“ nach der Festlegung in ISO 10218-1 und ISO 10218-2. „Roboter“ bezieht sich auf „Industrieroboter“.

Zum Verständnis von Anforderungen in diesem Dokument wird eine Wortsyntax zur Unterscheidung zwischen Anforderungen, Richtlinien und Empfehlungen verwendet. Das Wort „muss“ wird für verpflichtende Anforderungen, die zur Einhaltung dieses Dokuments erforderlich sind, verwendet. Das Wort „sollte“ wird bei Richtlinien, Vorschlägen, empfohlenen Maßnahmen oder für mögliche Lösungen für die Erfüllung von Anforderungen verwendet. Alternativen sind jedoch möglich.

Dieses Dokument wurde auf der Basis von Erfahrungen aktualisiert, die seit der Veröffentlichung von ISO 10218-1 und ISO 10218-2 im Jahr 2011 gewonnen wurden. Dieses Dokument bleibt im Einklang mit den Mindestanforderungen einer harmonisierten Typ-C-Norm für Robotersysteme und Roboteranwendungen in einer Industrieumgebung. Die Bereitstellung eines sicheren Robotersystems oder einer -anwendung hängt von der Zusammenarbeit verschiedener „Interessenvertreter“ ab – eine Interessengemeinschaft, die sich die Verantwortung für das Hauptanliegen, eine sichere Arbeitsumgebung zur Verfügung zu stellen, teilt. Zu diesen Interessenvertretern können Hersteller, Lieferanten, Integratoren und Anwender gehören (die Gesamtheit derer, die für die Anwendung der Roboter verantwortlich ist). Alle teilen jedoch das gemeinsame Ziel einer sicheren (Roboter) Maschine. Die Anforderungen in diesem Dokument können nur auf einen der Interessenvertreter zutreffen, überschneidende Verantwortungsbereiche bei den gleichen Anforderungen können jedoch verschiedene Interessenvertreter gleichzeitig betreffen. Bei der Anwendung dieses Dokuments sei der Leser darauf hingewiesen, dass alle angegebenen Anforderungen auf ihn zutreffen könnten, auch wenn sie nicht explizit dem Aufgabenbereich eines Interessenvertreters „zugeordnet“ sind.

Es ist wichtig, zu betonen, dass der Begriff „kollaborativer Roboter“ nicht in ISO 10218 verwendet wird, da nur die Anwendung als kollaborierende Anwendung entwickelt, verifiziert und validiert werden kann. Darüber hinaus wird der Begriff „kollaborierender Betrieb“ nicht in dieser Ausgabe verwendet.

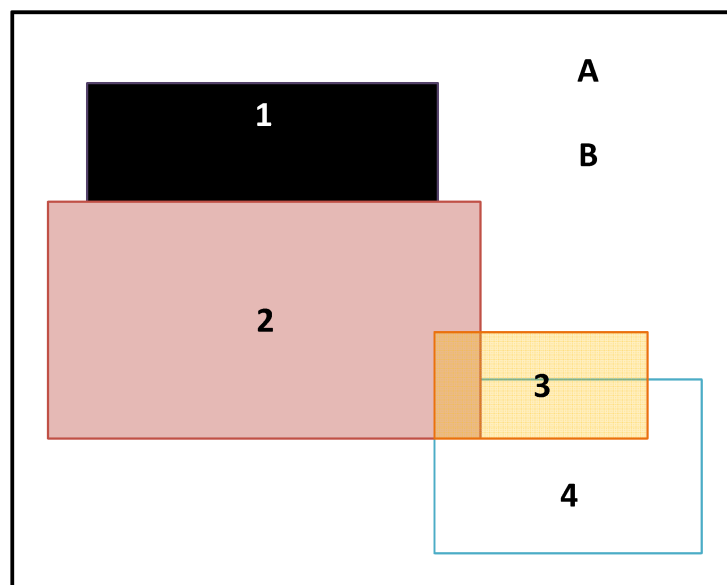
Änderungen umfassen Folgendes:

- Stoppfunktionen der Kategorie 2;
- Cybersicherheit;
- Begriffe und Abkürzungen;
- Einzelheiten innerhalb des Abschnitts zur Benutzerinformation;
- funktionale Sicherheitsanforderungen;
- Parameter und Grenzwerte der Risikoeinschätzung;
- Einbeziehung der Anforderungen aus
 - ISO/TS 1506:2016 — Robots and robotic devices — Collaborative robots
 - hand-guided controls (HGC) requirements for collaborative applications;
 - power and force limiting (PFL) requirements for collaborative applications;
 - speed and separation monitoring (SSM) requirements for collaborative applications;
 - ISO/TR 20218-1:2018 — Robotics — Safety design for industrial robot systems — Part 1: End-effectors;
 - ISO/TR 20218-2:2017 — Robotics — Safety design for industrial robot systems — Part 2: Manual load/unload station;
 - RIA TR R15.806:2018 — A Guide to Testing Pressure and Force in Collaborative Robot Applications

- Kennzeichnung;
- Anforderungen an mechanische Festigkeit und Stabilität;
- Betriebsartauswahl;
- Leistungsverlustanforderungen;
- Parameter zur Risikoeinschätzung.

ISO 10218 behandelt die Sicherheit von Robotertechnik in einer Industrieumgebung. Andere Normen behandeln Themen wie Koordinatensysteme und Achsenbewegungen, allgemeine Eigenschaften, Leistungskriterien und damit verbundene Prüfverfahren, Terminologie und mechanische Schnittstellen. Es wird darauf hingewiesen, dass diese Normen miteinander und mit anderen Internationalen Normen verbunden sind.

Bei Bild 1 handelt es sich um eine bildliche Darstellung der Beziehungen zwischen Maschinensicherheitsnormen, die zur Unterstützung einer Roboteranwendung verwendet werden können. Der Roboter (1) fällt in den Anwendungsbereich von ISO 10218-1, während das Robotersystem / die Roboteranwendung / die Roboterzelle (2) von diesem Dokument abgedeckt wird. Eine Roboterzelle kann Maschinen umfassen, die ihren eigenen Typ-C-Normen (3) unterliegen. Maschinen können in ein integriertes Fertigungssystem integriert sein, das in ISO 11161 (4) behandelt wird. Relevante Typ-A- und Typ-B-Normen werden in Bild 1 mit **A** und **B** gekennzeichnet.



Legende

- 1 Roboter (ISO 10218-1)
- 2 Robotersysteme/Roboteranwendungen/Roboterzellen (ISO 10218-2)
- 3 Typ-C-Maschinennormen, sofern anwendbar
- 4 integrierte Fertigungssysteme (ISO 11161)
- A Typ-A-Norm, d. h. ISO 12100 Risikobeurteilung und Risikominderung
- B Typ-B-Normen, z. B. Sicherheitsaspekte (Typ B1) und Sicherheitseinrichtung (Typ B2)

Bild 1 — Graphische Darstellung von Beziehungen zwischen Normen, die sich auf Robotersysteme, Roboteranwendungen und Roboterzellen beziehen

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Anforderungen für die Integration von Industrierobotersystemen, Industrieroboteranwendungen und Industrieroboterzellen fest. Folgende Themen werden behandelt:

- die Gestaltung, die Integration, die Abnahme, der Betrieb, die Instandhaltung, das außer Betrieb nehmen und die Entsorgung des Industrierobotersystems, der -anwendung oder der -zelle;
- Integration von Maschinen und Komponenten in das Industrierobotersystem, die -anwendung oder -zelle;
- Benutzerinformationen für die Gestaltung, die Integration, die Abnahme, den Betrieb, die Instandhaltung, das außer Betrieb nehmen und die Entsorgung des Industrierobotersystems, der -anwendung oder der -zelle.

Dieses Dokument gilt nicht für die folgenden Verwendungen und Anwendungen:

- Unterwasser;
- Strafverfolgung;
- Militär (Verteidigung);
- Luft- und Raumfahrt, einschließlich Weltraum;
- Medizin;
- persönliche Gesundheitsversorgung;
- Prothesen und sonstige Hilfsmittel für Körperbehinderte;
- Serviceroboter, deren Dienste von Personen beansprucht werden und daher öffentlich zugänglich sind;
- Konsumprodukte für die Verwendung im Haushalt, da diese öffentlich zugänglich sind;
- Anheben oder Transport von Personen;
- multifunktionale Hebeeinrichtungen oder -maschinen, z. B. Krane, Gabelstapler;
- mobile Plattformen;
- Tele-betriebene Manipulatoren.

ANMERKUNG Anwendungen zur Automatisierung von Laboren gelten nicht als medizinisch oder persönliche Gesundheitsversorgung.

Dieses Dokument behandelt die signifikanten Gefährdungen, Gefährdungssituationen oder Gefährdungsereignisse von Maschinen, wenn sie bestimmungsgemäß und unter bestimmten Bedingungen von durch den Hersteller vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlanwendungen verwendet werden. Robotersysteme können für ein breites Anwendungsspektrum verwendet und in (eine) Roboterzelle(n) integriert werden. Daher ist es nicht möglich, eine vollständige Liste aller signifikanten Gefährdungen, Gefährdungssituationen oder -ereignisse zur Verfügung zu stellen, in die ein Roboter und eine Roboteranwendung involviert sein können. Zudem können gleiche Anwendungsarten verschiedene Risikoniveaus aufweisen, die sich aus den verschiedenen Auslegungen im Hinblick auf die vorgesehene Anwendung ergeben (z. B. Spritzlackieren kleiner oder großer Teile, Handhabung kleiner, gefährlicher Nutzlasten wie eines heißen Metallbolzens oder einer großen, harmlosen Nutzlast wie einer Schachtel Papiertücher).

Dieses Dokument liefert auch grundlegende Anforderungen an Industrieroboter, die in Anwendungen wie den folgenden Verwendung finden, wobei jedoch nicht sämtliche Gefährdungen in Zusammenhang mit diesen abgedeckt werden:

- Untertagenutzung;
- Hygieneanforderungen;
- aufgrund der Verarbeitung jeglicher Materialien, z. B. Nahrungsmittel, Kosmetik, Arzneimittel, Metall;
- kerntechnische Umgebungen;
- explosionsgefährdete Umgebungen;
- Verwendung von Robotersystemen in Umgebungen mit gefährlicher ionisierender und nichtionisierender Strahlungsbelastung;
- gefährliche ionisierende und nichtionisierende Strahlung;
- Handhabung von Lasten, deren Eigenschaften zu gefährlichen Situationen führen könnten (z. B. geschmolzene Metalle, Säuren/Basen, strahlende Materialien);
- wenn die Öffentlichkeit oder nicht arbeitende Erwachsene Zugang haben.

Lärm ist als signifikante Gefährdung an Industrierobotersystemen erkannt und ist im Anwendungsbereich dieses Dokuments enthalten.

Für zugehörige Maschinen und Ausrüstung in Roboteranwendungen und Roboterzellen können weitere Normen gelten.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 3864-1:2011, *Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Part 1: Design principles for safety signs and safety markings*

ISO 3864-2:2016, *Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Part 2: Design principles for product safety labels*

ISO 3864-3:2012, *Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Part 3: Design principles for graphical symbols for use in safety signs*

ISO 3864-4:2011, *Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Part 4: Colorimetric and photometric properties of safety sign materials*

ISO 4413:2010, *Hydraulic fluid power — General rules and safety requirements for systems and their components*

ISO 4414:2010, *Pneumatic fluid power — General rules and safety requirements for systems and their components*

ISO 7010:2019, *Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Registered safety signs*

ISO 8995-1:2002, *Lighting of work places — Part 1: Indoor*

ISO/DIS 10218-1:2020, *Robotics — Safety requirements for robotics in an industrial environment — Part 1: Robots*

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

ISO 13732-1:2006, *Ergonomics of the thermal environment — Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces — Part 1: Hot surfaces*

ISO 13732-3:2005, *Ergonomics of the thermal environment — Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces — Part 2: Cold surfaces*

ISO 13849-1:2015, *Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 1: General principles for design*

ISO 13850:2015, *Safety of machinery — Emergency stop — Principles for design*

ISO 13854:2017, *Safety of machinery — Minimum gaps to avoid crushing of parts of the human body*

ISO 13855:2010, *Safety of machinery — Positioning of safeguards with respect to the approach speeds of parts of the human body*

ISO 13856-1:2013, *Safety of machinery — Pressure-sensitive protective devices — Part 1: General principles for design and testing of pressure-sensitive mats and pressure-sensitive floors*

ISO 13856-2:2013, *Safety of machinery — Pressure-sensitive protective devices — Part 2: General principles for design and testing of pressure-sensitive edges and pressure-sensitive bars*

ISO 13856-3:2013, *Safety of machinery — Pressure-sensitive protective devices — ISO 13856-2:2013, Safety of machinery — Pressure-sensitive protective devices — Part 3: General principles for design and testing of pressure-sensitive bumpers, plates, wires and similar devices*

ISO 13857:2019, *Safety of machinery — Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs*

ISO 14118:2017, *Safety of machinery — Prevention of unexpected start-up*

ISO 14119:2013, *Safety of machinery — Interlocking devices associated with guards — Principles for design and selection*

ISO 14120:2015, *Safety of machinery — Guards — General requirements for the design and construction of fixed and movable guards*

ISO 14122-1:2016, *Safety of machinery — Permanent means of access to machinery — Part 1: Choice of fixed means and general requirements of access*

ISO 14122-2:2016, *Safety of machinery — Permanent means of access to machinery — Part 2: Working platforms and walkways*

ISO 14122-3:2016, *Safety of machinery — Permanent means of access to machinery — Part 3: Stairs, stepladders and guard-rails*

ISO 14122-4:2016, *Safety of machinery — Permanent means of access to machinery — Part 4: Fixed ladders*

ISO 14738:2002, *Safety of machinery — Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery*

ISO 15534-1:2000, *Safety of machinery — Ergonomic design for the safety of machinery — Part 1: Principles for determining the dimensions required for openings for whole-body access into machinery*

ISO 15534-2:2000, *Safety of machinery — Ergonomic design for the safety of machinery — Part 2: Principles for determining the dimensions required for access openings*

ISO 19353:2005, *Safety of machinery — Fire prevention and protection*

ISO 20607:2019, *Safety of machinery — Instruction handbook — General drafting principles*

ISO 20643:2005, *Mechanical vibration — Hand-held and hand-guided machinery — Principles for evaluation of vibration emission*

IEC 60073:2002, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification — Coding principles for indication devices and actuators*

IEC 60204-1:2016, *Safety of machinery — Electrical equipment of machines — Part 1: General requirements*

IEC 60825-1:2014, *Safety of laser products — Part 1: Equipment classification and requirements*

IEC 61310-1:2007, *Safety of machinery — Indication, marking and actuation — Part 1: Requirements for visual, acoustic and tactile signals*

IEC 61310-2:2007, *Safety of machinery — Indication, marking and actuation — Part 2: Requirements for marking*

IEC 61310-3:2007, *Safety of machinery — Indication, marking and actuation — Part 3: Requirements for location and operation of actuators*

IEC 61496-1:2012, *Safety of machinery — Electro-sensitive protective equipment — Part 1: General requirements and tests*

IEC 61496-2:2013, *Safety of machinery — Electro-sensitive protective equipment — Part 2: Particular requirements for equipment using active opto-electronic protective devices (AOPDs)*

IEC 61496-3:2018, *Safety of machinery — Electro-sensitive protective equipment — Part 3: Particular requirements for active opto-electronic protective devices responsive to diffuse Reflection (AOPDDR)*

IEC/TS 61496-4-2:2014, *Safety of machinery — Electro-sensitive protective equipment — Part 4-2: Particular requirements for equipment using vision based protective devices (VBPD) — Additional requirements when using reference pattern techniques (VBPDPP)*

IEC/TS 61496-4-3:2015, *Safety of machinery — Electro-sensitive protective equipment — Part 4-3: Particular requirements for equipment using vision based protective devices (VBPD) — Additional requirements when using stereo vision techniques (VBPDST)*

IEC 61508-2:2010, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems — Part 2: Requirements for electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*

IEC 62046:2018, *Safety of machinery — Application of protective equipment to detect the presence of persons*

IEC 62061:2005+A1:2012+A2:2015, *Safety of machinery — Functional safety of safety-related electrical, electronic, and programmable electronic control systems*

IEC 62745:2017, *Safety of machinery — Requirements for cableless control systems of machinery*

IEC/TS 62998-1:2019, *Safety of machinery — Safety-related sensors used for the protection of persons*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 12100, ISO 10218-1 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1 Roboter, Robotersystem, Roboteranwendung, Anwendung, kollaborierend, Roboterzelle

3.1.1

Industrieumgebung

Arbeitsplatz, der nicht öffentlich zugänglich ist oder an dem unter üblichen Umständen nicht zu erwarten ist, dass Personen aus der Öffentlichkeit für die vorgesehenen Aufgaben und Roboteranwendungen (3.1.4) anwesend sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies umfasst Herstellung, Laborautomatisierung/-produktion, pharmazeutische Automatisierung/Produktion, Packen, Verpacken, Palettieren, Lagerhaltung, Beladen/Entladen und mehr.

3.1.2

Industrieroboter

Roboter

automatisch gesteuerte(r), frei programmierbare(r) Mehrzweck-Manipulator(en) (3.2.5), der in drei oder mehr Achsen (3.2.1) programmierbar ist und zur Verwendung in Automatisierungsanwendungen in einer Industrieumgebung (3.1.1) entweder an einem festen Ort oder fest an einer mobilen Plattform (3.2.8) angeordnet sein kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Industrieroboter enthält:

- den Manipulator (3.2.5) einschließlich der Roboterantriebe (3.2.10), die durch das Roboterstellteil gesteuert werden;
- das Roboterstellteil.

Anmerkung 2 zum Begriff: Dies umfasst alle Hilfsachsen, die in die Kinematiklösung integriert sind.

Anmerkung 3 zum Begriff: Folgende gelten als Industrieroboter:

- Der/die manipulierende(n) Teil(e) mobiler Roboter, bei mobilen Robotern, die aus einer mobilen Plattform (3.2.8) mit einem integrierten Manipulator (3.2.5) oder Roboter bestehen;
- Roboter mit handgeführten Steuerungen (HGC);
- Roboter mit Fähigkeiten zur Energie- und Kraftbegrenzung (PFL);
- Roboter mit eingebauten Sicherheitsfunktionen (3.10.3) zur Geschwindigkeits- und Trennungsüberwachung (SSM).

3.1.3

Industrierobotersystem Robotersystem

Maschine bestehend aus:

- Industrieroboter (3.1.2);
- Endeffektor(en) (3.2.2);
- alle Endeffektorsensoren und Geräte (z. B. Bilderkennungssysteme, Klebstoffdosierung, Schweißsteuerung), die zur Unterstützung der vorgesehenen Aufgabe benötigt werden;
- Anwenderprogramm (3.4.1.1)

3.1.4

Roboteranwendung Industrieroboteranwendung

Maschine bestehend aus:

- Industrierobotersystem (3.1.3);
- Werkstück(en);
- jedes Hindernis oder Objekt, das einen Einfluss auf die Risikobeurteilung des bestimmungsgemäßen Gebrauchs hat

3.1.5

Anwendung

bestimmungsgemäßer Gebrauch und Zweck des Roboters (3.1.2) oder Robotersystems (3.1.3), d. h. der Prozess, die Aufgabe(n)

BEISPIEL: Manipulation, Verarbeitung, maschinelle Bearbeitung, Inspektion, Punktschweißen, Lackieren, Montage, Palettieren.

3.1.6

kollaborierende Anwendung

Anwendung (3.1.5), die eine oder mehrere kollaborierende Aufgabe(n) (3.1.7) enthält

Anmerkung 1 zum Begriff: Kollaborierende Anwendungen (3.1.6) können kollaborierende Aufgaben (3.1.7) und nichtkollaborierende Aufgaben umfassen.

3.1.7

kollaborierende Aufgabe

ein Teil der Robotersequenz, bei dem sich die Roboteranwendung (3.1.4) und der/die Bediener (3.9.2) in demselben geschützten Bereich befinden (3.11.1.4)

3.1.8

Industrieroboterzelle Roboterzelle

eine oder mehr Roboteranwendungen (3.1.4) einschließlich zugehöriger:

- Maschinen und Ausrüstung;
- geschützter Bereiche (3.11.1.4);
- Schutzeinrichtungen (3.14)

3.2 Roboter, Robotersystem, Roboteranwendung – Unterbaugruppen und Komponenten

3.2.1

Achse

angetriebene (z. B. um ein Gelenk rotierend, linear) mechanische Verbindung, die mindestens ein Grad Spielraum bietet

3.2.2

Endeffektor

Vorrichtung, die speziell zum Anbringen an die mechanische Schnittstelle (3.2.7) konstruiert ist, und mit der der Roboter (3.1.2) seine Aufgabe erfüllt

BEISPIEL: Greifer, Schweißzange, Spritzpistole.

Anmerkung 1 zum Begriff: Endeffektoren werden manchmal auch als End-of-Arm-Tooling (EOAT) bezeichnet.

3.2.2.1

Greifer

Endeffektor (3.2.2) zum Greifen und Halten von Werkstücken

Anmerkung 1 zum Begriff: Verschiedene Greiferarten und die Begriffe gegriffen (grip), zugreifen (grasp), Greifen (grasping) und Loslassen (releasing) sind in ISO 14539:2000 festgelegt.

[QUELLE: ISO 14539:2000, Definition 4.1.2. Durch Hinzufügen der Anmerkung geändert.]

3.2.3

Befestigung

Vorrichtung zum Halten eines Objekts in einer Position als Teil des Handhabungs- oder Montageprozesses in einer Roboteranwendung (3.1.4), jedoch nicht als Endeffektor (3.2.2)

3.2.4

manuelle Belade-/Entladestation

Teil der Roboteranwendung (3.1.4) für die direkte manuelle Intervention zur Platzierung und Entnahme von Teilen oder Werkstücken zur Verarbeitung durch das Robotersystem (3.1.3)

3.2.5

Manipulator

Mechanismus bestehend aus einer Anordnung von Segmenten, die miteinander verbunden sind oder relativ zueinander gleiten

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Manipulator (3.2.5) enthält Roboterantriebe (3.2.10).

3.2.6

Masse je Manipulator (M)

Masse aller beweglichen Teile des Roboters (3.1.2)

3.2.7

mechanische Schnittstelle

Montagefläche des Endeffektors (3.2.2) am Ende des Manipulators (3.2.5), an der der Endeffektor (3.2.2) angebaut ist

3.2.8

mobile Plattform

Baugruppe der Komponenten, die die Ortsveränderung ermöglicht und die Struktur zur Befestigung eines Manipulators (3.2.5) oder eines Roboters (3.1.2) aufweist

3.2.9

Nutzlast

Nutzlast ist die Masse aller an dem Manipulator (3.2.5) angebrachten Objekte einschließlich des Endeffektors (3.2.2) und des Werkstücks. Die Nutzlast kann unter anderem die mit der mechanischen Schnittstelle (3.2.7) des Roboters (3.1.2) verbundene Nutzlast sein

3.2.10

Roboterantrieb

kraftbetriebener Mechanismus, der Energie in Bewegung umwandelt

Anmerkung 1 zum Begriff: Energie kann elektrisch, hydraulisch, pneumatisch usw. sein.

3.2.11

Werkzeugarbeitspunkt (TCP)

für eine vorgegebene Anwendung definierter Punkt mit Bezug auf das Koordinatensystem der mechanischen Schnittstelle (3.2.7)

Anmerkung 1 zum Begriff: Die TCP-Einstellung legt die Position des TCP relativ zur mechanischen Schnittstelle (3.2.7) fest.

3.3 Steuerungs- und Bedienelemente

3.3.1

Bedienstation

Teil der Roboterzelle (3.1.8) oder Anwendung (3.1.5), der eine oder mehrere Steuerungsvorrichtungen zur Aktivierung oder Deaktivierung von Funktionen der Anwendung (3.1.5) oder Teilen der Anwendung (3.1.5) enthält

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bedienstation (3.3.1) kann fest installiert, z. B. als Regeleinrichtung, oder beweglich sein (Handbediengerät (3.3.1.1), das auch als tragbare Bedienstation bezeichnet wird).

Anmerkung 2 zum Begriff: Die tragbare oder handgehaltene Bedienstation (3.3.1.1) für einen Roboter (3.1.2) wird als Programmierhandgerät (3.3.1.2) bezeichnet.

3.3.1.1

Handbediengerät

handgehaltene Bedienstation (3.3.1)

Anmerkung 1 zum Begriff: Programmierhandgerät (3.3.1.2) bezieht sich auf ein Handbediengerät, das einen Roboter (3.1.2) programmieren, bewegen oder betätigen kann.

3.3.1.2

Programmierhandgerät

handgehaltene Bedienstation (3.3.1), die mit der Robotersteuerung verbunden ist und mit der ein Roboter (3.1.2) programmiert, bewegt oder betätigt werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Programmierhandgerät kann so integriert werden, dass es auch mit dem Endeffektor (3.2.2) und anderen Teilen der Roboteranwendung (3.1.4) verbunden ist.

3.3.2

lokale Steuerung

Zustand des Systems oder von Teilen des Systems, in dem der Betrieb nur von der Bedienstation (3.3.1) oder dem Programmierhandgerät (3.3.1.2) der einzelnen Maschine(n) oder Teilen der Maschine(n) aus bedient wird

3.3.3

ausschließliche Bedienung von einer Bedienstation

Fähigkeit, den Roboter (3.1.2) so zu bedienen, dass das Auslösen der Roboterbewegung nur von einer Bedienstation aus möglich ist und nicht von einer anderen Bedienstation überlagert werden kann

3.3.4

Wirkungsbereich der Steuerung

vorbestimmter Teil des Roboters (3.1.2), des Robotersystems (3.1.3), der Roboteranwendung (3.1.4), der Roboterzelle (3.1.8) oder der Maschine, der der Steuerung einer bestimmten Einrichtung für eine Sicherheitsfunktion (3.10.3) unterliegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Nichttrennende Schutzeinrichtungen (3.14.3) und Not-Halt-Einrichtungen könnten den Halt einer Maschine, eines Maschinenteils oder einer unvollständigen Maschine, d. h. eines Roboters (3.1.2), einleiten.

3.3.5

simultane Bewegung

gleichzeitige Bewegung von zwei oder mehr Robotern (3.1.2), die mit einer einzelnen Bedienstation (3.3.1) gesteuert wird. Die Bewegung kann koordiniert ablaufen oder synchron sein

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Programmierhandgerät (3.3.1.2) ist ein Beispiel für eine einzelne Bedienstation (3.3.1).

3.3.6

Betriebsart

Charakterisierung der Art und Weise und des Umfangs, in der/dem der Bediener (3.9.2) in die Steuerungsvorrichtung eingreift

Anmerkung 1 zum Begriff: Betriebsart bezieht sich im Zusammenhang mit dieser Norm auf den Steuerungszustand des Roboters (3.1.2), z. B. automatisch (3.38.2), manuell (3.38.1).

3.3.6.1

manuelle Betriebsart

Steuerungszustand, der die direkte Steuerung durch einen Bediener (3.9.2) ermöglicht

Anmerkung 1 zum Begriff: Gelegentlich auch als „Betriebsart Teachen“ bezeichnet, wenn Programmpunkte und Roboterattribute eingestellt sind.

3.3.6.2

automatische Betriebsart

Steuerungszustand, der die Ausführung programmierter Aufgaben erlaubt

3.4 Programmbezogen

3.4.1

Anwenderprogramm (*Nomen*)

Befehlsfolge für Bewegungs- und Hilfsfunktionen, die die spezifisch beabsichtigte Aufgabe des Robotersystems (3.1.3) festlegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Art von Programm wird durch den Integrator (3.16) oder Anwender (3.18) erstellt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das Anwenderprogramm kann Funktionen anderer Maschinen innerhalb der Roboteranwendung (3.1.4) umfassen.

3.4.2

Aufgaben programmieren (*Verb*)

teachen (*Verb*)

Programmierung der Aufgabe ausgeführt durch

- a) manuell durchgeführtes Teachen, oder
- b) Benutzung eines Programmierhandgeräts (3.3.1.2), um den Roboter (3.1.2) schrittweise durch die gewünschten Positionen zu führen, oder
- c) Benutzung eines handgehaltenen Geräts zur Programmierung ohne Einleitung von Bewegung, oder
- d) Erstellung von Anweisungen über Fernbedienung

3.4.3

Programmverifizierung (*Nomen*)

Durchlaufen des Anwenderprogramms (3.4.1.1) zur Bestätigung der Roboterbahn und der Prozessausführung

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Überprüfung kann die gesamte Bahn umfassen, die vom Werkzeugarbeitspunkt (TCP) bei Ausführung eines Anwenderprogramms (3.4.1.1) zurückgelegt wird, oder einen Teil davon. Die Befehle können in Einzelschritten oder als laufende Befehlsfolge abgearbeitet werden. Die Überprüfung wird bei neuen Anwendungen (3.1.5) und bei der Feineinstellung bestehender Anwendungen eingesetzt.

3.5 Kontaktbezogen

3.5.1

Modell des menschlichen Körpers

Darstellung des menschlichen Körpers bestehend aus einzelnen Körpersegmenten, die durch biomechanische Eigenschaften gekennzeichnet sind

3.5.2

nachgiebig

eine Verformung des Werkstoffs aufweisend oder ein Mechanismus bei Einwirkung einer Kraft; das Gegenteil von steif; z. B. nachgiebige Verbindung, nachgiebige Oberfläche

3.5.3

quasi-statischer Kontakt

Kontakt beweglicher Teile einer Anwendung (3.1.5) mit einem Bediener (3.9.2), bei dem ein Körperteil zwischen einem beweglichen Teil der Anwendung (3.1.5) und einem weiteren festen oder beweglichen Teil der Anwendung (3.1.5) eingeklemmt werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies umfasst Kontakt 3.9.2 mit dem Manipulator (3.2.5), am Manipulator befestigten beweglichen Teilen (z. B. Kabel, Schläuche), dem Endeffektor (3.2.2) und dem Werkstück.

3.5.4

flüchtiger Kontakt

kurzer Kontakt beweglicher Teile einer Anwendung (3.1.5) mit einem Bediener (3.9.2), bei dem der Körperteil nicht eingeklemmt wird und vom beweglichen Teil der Anwendung (3.1.5) abrutschen oder von diesem zurückgezogen werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies umfasst Kontakt mit dem Manipulator (3.2.5), am Manipulator befestigten beweglichen Teilen (z. B. Kabel, Schläuche), dem Endeffektor (3.2.2) und dem Werkstück.

3.6 Energie

3.6.1

Antriebsenergie

Energiequelle oder -quellen, die es Roboterantrieben (3.2.10) ermöglichen, Kraft oder Drehmoment auszuüben

3.6.2

Energiequelle

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

3.7 Gefährdungsbezogen

3.7.1

Gefährdung

potentielle Schadensquelle

Anmerkung 1 zum Begriff: 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 zum Begriff: 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).

[QUELLE: ISO 12100:2010, 3.6, geändert durch Löschung von Anmerkung 3]

3.7.2

gefährdende Bewegung

Bewegung, die zu Verletzungen oder Gesundheitsschädigungen bei Personen führen kann

3.7.3

Gefährdungssituation

Sachlage, bei der eine Person mindestens einer Gefährdung (3.7.1) ausgesetzt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Situation kann unmittelbar oder über eine Zeitspanne hinweg zu einem Schaden führen.

[QUELLE: ISO 12100:2010, 3.10]

3.8

Integration

Vorgang des Zusammenführens eines Roboters (3.1.2) mit einem Endeffektor (3.2.2) und anderer Ausrüstung oder einer anderen Maschine (einschließlich weiterer Robotersysteme (3.1.3)) zur Bildung einer Roboteranwendung (3.1.4), die nützliche Arbeit ausführen kann, wie z. B. die Produktion von Teilen

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Akt des Maschinenbaus kann die Anforderungen an die Installation der zur Anwendung (3.1.5) gehörenden Maschinen und Ausrüstung umfassen.

3.9 Rollen

3.9.1

Integrator

derjenige, der die Robotersysteme (3.1.3), Roboteranwendungen (3.1.4) oder Roboterzellen (3.1.8) gestaltet, zur Verfügung stellt oder montiert und die Sicherheitsstrategie, einschließlich der Schutzmaßnahmen, Steuerungsschnittstellen und gegenseitigen Verbindungen des Steuersystems/der Steuerungssysteme überwacht

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Integrator kann ein Hersteller, Monteur, technisches Unternehmen oder der Anwender (3.9.3) sein.

3.9.2

Bediener

eine oder mehrere Personen, die anwenden, einstellen, instand halten, reinigen, instand setzen, Fehler beheben, transportieren, in Betrieb nehmen und demontieren

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition umfasst Personen, die sich erwartungsgemäß an oder in der Nähe von Maschinen aufhalten können, auch wenn sie keine mit der jeweiligen Maschine verbundene Aufgabe erfüllen.

3.9.3

Anwender

Entität, die Roboteranwendungen (3.1.4) und Roboterzellen (3.1.8) verwendet und für den/die Bediener (3.9.2) der Roboteranwendungen (3.1.4) und Roboterzellen (3.1.8) verantwortlich ist

3.10 Funktionssicherheitsbezogen

3.10.1

sicherer Zustand

Zustand der gesteuerten Einrichtung (EUC, en: Equipment Under Control), in dem die Sicherheit erreicht ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Beim Übergang von einem potentiell gefährlichen Zustand zum endgültigen sicheren Zustand kann die EUC eine Anzahl von Sicherheits-Zwischenzuständen durchlaufen. Für einige Situationen existiert ein sicherer Zustand nur so lange, wie die EUC einer kontinuierlichen Steuerung unterliegt. Solch eine kontinuierliche Steuerung kann für einen kurzen oder einen unbestimmten Zeitraum erfolgen.

[QUELLE: IEC 61508-4:2010, 3.1.13, geändert]

3.10.2

Sicherheitshalt

Unterbrechung der Bewegung zu Schutz- und sicherheitstechnischen Zwecken, bei der die Informationen zum Zustand des Roboters (3.1.2), einschließlich seines Programms, erhalten bleiben und die Fortsetzung an der unterbrochenen Stelle möglich ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Art des Halts kann auch für das Robotersystem (3.1.3), die Roboteranwendung (3.1.4) und weitere Maschinen und Unterbaugruppen gelten.

3.10.3

Sicherheitsfunktion

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

[QUELLE: ISO 12100:2010, 3.30 und ISO 13849-1:2015, 3.1.20]

3.10.3.1

überwachter Stillstand

Sicherheitsfunktion (3.10.3), die einen Zustand überwacht, in dem der Roboter (3.1.2) bei aktiver Antriebsenergie angehalten wurde

Anmerkung 1 zum Begriff: In ISO 10218-2:2011 wurde diese Art des Halts „sicherheitsbewerteter überwachter Halt“ genannt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Sicherheitsfunktion (3.10.3) kann auch für das Robotersystem (3.1.3), die Roboteranwendung (3.1.4), die Roboterzelle (3.1.8) und weitere Maschinen gelten.

3.10.3.2

überwachte Geschwindigkeit

Sicherheitsfunktion (3.10.3), die die Geschwindigkeit auf einen konfigurierten Wert begrenzt

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Sicherheitsfunktion (3.10.3) kann auch für das Robotersystem (3.1.3), die Roboteranwendung (3.1.4), die Roboterzelle (3.1.8) und weitere Maschinen gelten.

3.10.3.3

reduzierte Geschwindigkeit

Sicherheitsfunktion (3.10.3), die die Geschwindigkeit auf einen Höchstwert von 250 mm/s begrenzt

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Sicherheitsfunktion (3.10.3) kann auch für das Robotersystem (3.1.3), die Roboteranwendung (3.1.4), die Roboterzelle (3.1.8) und weitere Maschinen gelten.

3.10.3.4

Software zur Achs- und Raumbegrenzung

Softwarebegrenzung

Sicherheitsfunktion(en) (3.10.3) mit überwachten Begrenzungen des Bewegungsbereichs des Roboters (3.1.2)

3.10.3.5

Ausgang der Software zur Achs- und Raumbegrenzung

Ausgabe der Softwarebegrenzung

Ausgabe der Sicherheitsfunktion (3.10.3.6) des Status der Roboterposition relativ zu einer Sicherheitsfunktion (3.10.3) der Software zur Achs- und Raumbegrenzung (3.10.3.4)

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Roboterposition kann sich beispielsweise innerhalb oder außerhalb der Begrenzung(en) der Sicherheitsfunktion(en) (3.10.3) der Software zur Achs- und Raumbegrenzung (3.10.3.4) befinden.

3.10.3.6

Ausgang der Sicherheitsfunktion

Ausgangssignal mit einer festgelegten sicherheitsbezogenen Leistung

3.10.3.7

Eingang der Sicherheitsfunktion

Eingangssignal mit einer festgelegten sicherheitsbezogenen Leistung

3.11 Raum- und bereichsbezogen

3.11.1

Raum

dreidimensionaler Raum

Anmerkung 1 zum Begriff: Raum bezieht sich im Zusammenhang mit ISO 10218-1 auf den Roboter (3.1.2).

Anmerkung 2 zum Begriff: Raum bezieht sich im Zusammenhang mit ISO 10218-2 entweder auf das Robotersystem (3.1.3) oder die Roboteranwendung (3.1.4).

Anmerkung 3 zum Begriff: Illustrationen zu Räumen sind in Anhang B zu finden.

3.11.1.1

maximaler Raum

Raum (3.11.1), der von den beweglichen Teilen des Roboters (3.1.2) erreicht werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Maximaler Raum bezieht sich im Zusammenhang mit ISO 10218-1 auf den Roboter (3.1.2).

Anmerkung 2 zum Begriff: Maximaler Raum bezieht sich im Zusammenhang mit ISO 10218-2 entweder auf das Robotersystem (3.1.3) oder die Roboteranwendung (3.1.4).

Anmerkung 3 zum Begriff: Im Zusammenhang mit mobilen Plattformen (3.2.8) ist der maximale Raum unbestimmt.

3.11.1.2

Betriebsraum

Anteil des eingeschränkten Raumes (3.11.1.3), der während der Ausführung aller vom Anwenderprogramm (3.4.1.1) vorgegebenen Bewegungen benutzt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Betriebsraum bezieht sich im Zusammenhang mit ISO 10218-1 auf den Roboter (3.1.2).

Anmerkung 2 zum Begriff: Betriebsraum bezieht sich im Zusammenhang mit ISO 10218-2 entweder auf das Robotersystem (3.1.3) oder die Roboteranwendung (3.1.4).

3.11.1.3

eingeschränkter Raum

Teil des maximalen Raums (3.11.1.1), der durch die Begrenzungseinrichtungen (3.11.1.3.1) eingeschränkt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn sich der eingeschränkte Raum auf das Robotersystem (3.1.3) bezieht, umfasst dies den von dem Endeffektor (3.2.2) erreichten Raum (3.11.1), siehe ISO 10218-2.

Anmerkung 2 zum Begriff: Wenn sich der eingeschränkte Raum auf die Roboteranwendung (3.1.4) bezieht, umfasst dies den von dem Endeffektor (3.2.2) erreichten Raum (3.11.1) und das Werkstück, siehe ISO 10218-2.

3.11.1.3.1

Begrenzungseinrichtung

Mittel zur Reduzierung des Bewegungsbereichs auf einen Teil des maximalen Raums (3.11.1.1), das zu einem eingeschränkten Raum (3.11.1.3) führt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Definition einer Begrenzungseinrichtung nach ISO 12100:2012 ist allgemeiner und umfasst mehr als die Bewegung. In ISO 12100 ist dies eine Einrichtung, die verhindert, dass eine Maschine oder gefahrbringende Maschinenbedingungen einen Bemessungsgrenzwert (Raumbegrenzung, Druckbegrenzung, Lastmomentbegrenzung) überschreitet/überschreiten.

Anmerkung 2 zum Begriff: Begrenzungseinrichtungen können durch (eine) Sicherheitsfunktion(en) (3.10.3) erfüllt werden. Siehe Schutzeinrichtung (3.14).

3.11.1.4

geschützter Bereich

Raum, in dem Schutzeinrichtungen (3.14) aktiv sind oder in dem die äußeren Schutzeinrichtungen Schutz bieten

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies bezieht sich manchmal auf den Raum innerhalb der Umfangs-Schutzeinrichtung. Siehe distanzierende trennende Schutzeinrichtung (3.14.1), wo Beispiele dazu geliefert werden, dass es sich bei äußeren Schutzeinrichtungen und Tunnel-Schutzeinrichtungen um distanzierende trennende Schutzeinrichtungen (3.14.1) handelt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der geschützte Raum kann sich dynamisch verändern.

Anmerkung 3 zum Begriff: Diese Definition gilt für Teil 2.

3.11.2

Bereich

3.11.2.1

Detektionsbereich

Bereich, innerhalb dessen ein bestimmtes Prüfstück durch die sensitiven Schutzeinrichtungen (3.15) erfasst wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Beim Detektionsbereich darf es sich auch um einen Punkt, eine Linie oder eine Ebene handeln.

Anmerkung 2 zum Begriff: Angepasst nach IEC 61496-1:2004, Definition 3.4.

[QUELLE: ISO 13855:2010, 3.1.8, durch das Hinzufügen von „sensitiven“ vor „Schutzeinrichtungen“ geändert]

3.11.2.2

Gefährdungsbereich

jeder Bereich in einer Maschine und/oder um eine Maschine herum, in dem eine Person einer Gefährdung (3.7.1) ausgesetzt sein kann

[QUELLE: ISO 12100:2010, 3.11]

3.11.2.3

Aufgabenbereich

jeder vorgegebene Raum in einem und/oder um eine Roboteranwendung (3.1.4), in dem Bediener (3.9.2) eine bestimmte Aktivität ausführen können

3.12

Schutztrennungsabstand

kürzester zulässiger Abstand zwischen einem beweglichen gefahrbringenden Teil der Roboteranwendung (3.1.4) und einem Bediener (3.9.2)

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Wert kann fest oder variabel sein.

3.13

Schutzmaßnahme

Mittel zur vorgesehenen Minderung des Risikos, umgesetzt, vom:

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

[QUELLE: ISO 12100:2010, 3.19]

3.14

Schutzeinrichtung

trennende oder nichttrennende Schutzeinrichtung (3.14.3)

Anmerkung 1 zum Begriff: Nichttrennende Schutzeinrichtungen (3.14.3) umfassen ein breites Spektrum von Maßnahmen zur Risikominderung oder -kontrolle, wie beispielsweise:

- Verriegelungseinrichtungen für trennende Schutzeinrichtungen,
- sensitive Schutzeinrichtungen (SPE) (3.15),
- Sicherheitsfunktionen (3.10.3), die eine nichttrennende Schutzeinrichtung (3.14.3) ersetzen, z. B. Begrenzungseinrichtungen (3.11.1.3.1), die durch Software zur Achs- und Raumbegrenzung (3.10.3.4) gewährleistet werden,
- Begrenzungseinrichtungen (3.11.1.3.1),
- Einrichtungen zur Begrenzung der Beweglichkeit.

[QUELLE: ISO 12100, 3.26, geändert durch Hinzufügung von Anmerkung 1 zum Begriff.]

3.14.1

distanzierende trennende Schutzeinrichtung

trennende Schutzeinrichtung, die einen Gefährdungsbereich (3.11.2.2) nicht vollständig umgibt, die jedoch aufgrund ihrer Abmessungen und ihres Abstands zum Gefährdungsbereich (3.11.2.2) den Zugang verhindert oder einschränkt

BEISPIEL Umfangsschutz oder Tunnelschutz.

3.14.2

abweisende Schutzeinrichtung

technisches Hindernis (niedrige Sperre, Geländer, Vorrichtung usw.), das die Zugangsmöglichkeit zu einem Gefährdungsbereich (3.11.2.2) durch Blockierung des freien Zugangs einschränkt, ohne den Zugang zu diesem Bereich völlig zu verhindern

[QUELLE: ISO 12100:2010, 3.29]

3.14.3

nichttrennende Schutzeinrichtung

andere als eine trennende Schutzeinrichtung (3.14)

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele für nichttrennende Schutzeinrichtungen sind:

- **aktive optoelektronische Schutzeinrichtung (AOPD):** Einrichtung, deren Abtastfunktion durch aussendende und empfangende optoelektronische Bauteile erfolgt; durch Empfangsunterbrechung der im Gerät erzeugten optischen Strahlung wird die Anwesenheit eines undurchsichtigen Gegenstandes im festgelegten Wirkungsbereich nachgewiesen.

ANMERKUNG IEC 61496 stellt detaillierte Festlegungen zur Verfügung.

- **Zustimmungseinrichtung:** zusätzliche handbetätigte Einrichtung, die in Verbindung mit einer Anlaufsteuerung benutzt wird, und die bei ständiger Betätigung die Funktion der Maschine zulässt.
- **Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung:** Steuerungseinrichtung, die die Ausführung von Maschinenfunktionen nur so lange in Gang setzt und aufrechterhält, wie das Stellteil (das Bedienteil) betätigt wird.
- **Verriegelungseinrichtung (Verriegelung):** mechanische, elektrische oder sonstige Art einer Einrichtung, die den Zweck hat, die Ausführung von gefährdenden Maschinenfunktionen unter festgelegten Bedingungen zu verhindern (im Allgemeinen so lange, wie die trennende Schutzeinrichtung nicht geschlossen ist).
- **Begrenzungseinrichtung (3.11.1.3.1):** Einrichtung, die verhindert, dass eine Maschine oder (ein) gefährdende(r) Maschinenzustand(zustände) eine vorgegebene Grenze (räumliche Grenze, Druckgrenze, Lastmomentgrenze usw.) überschreitet.
- **Schrittschaltung:** Steuerungseinrichtung, bei der eine einzelne Betätigung im Zusammenwirken mit der Steuerung der Maschine nur eine begrenzte Wegstrecke eines Maschinenteiles erlaubt.
- **durch Formschluss wirkende Schutzeinrichtung:** Einrichtung, die in einen Mechanismus ein mechanisches Hindernis (z. B. Keil, Spindel, Strebe, Anschlag) einführt, das durch seine Eigenfestigkeit jede gefährdende Bewegung verhindern kann.
- **sensitive Schutzeinrichtung (SPE) (3.15):** Einrichtung für den Nachweis von Personen oder Körperteilen, die ein entsprechendes Signal an das Steuerungssystem übermittelt, um so das Risiko für die erkannten Personen zu vermindern.

ANMERKUNG Das Signal kann erzeugt werden, sobald sich eine Person oder ein Körperteil über eine festgelegte Grenze bewegt – z. B. in einen Gefährdungsbereich (3.11.2.2) hinein – (Annäherungsreaktion) oder solange die Anwesenheit einer Person in einem festgelegten Bereich nachgewiesen wird (Anwesenheitsmeldung) oder in beiden Fällen.

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

ANMERKUNG ISO 13851 stellt detaillierte Festlegungen zur Verfügung.

[QUELLE: ISO 12100:2010, 3.18]

3.15

sensitive Schutzeinrichtung (SPE)

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

[QUELLE: ISO 12100:2010, 3.28.5]

3.15.1

Einrichtung zu Anwesenheitsmeldung (PSD)

sensitive Schutzeinrichtung, die ein Betätigungsfeld, einen Betätigungsbereich oder eine Betätigungsebene erstellt, um die Anwesenheit eines Körperteils oder einer Person als Ganzes nachzuweisen

Anmerkung 1 zum Begriff: Druckempfindliche Schutzeinrichtungen können, wie in ISO 12100:2010, Anmerkung zu 3.28.5, erwähnt, sowohl als Einrichtung mit Annäherungsreaktion als auch als Einrichtung zur Anwesenheitsmeldung verwendet werden.

[QUELLE: ISO 13856-3:2013, 3.2]

3.15.2

berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen (BWS)

Anordnung von Geräten und/oder Komponenten, die zusammenarbeiten, um für einen Zugangsschutz oder eine Anwesenheitserkennung zu sorgen, die mindestens Folgendes beinhaltet:

- ein Sensorelement,
- Steuerungs-/Überwachungselemente,
- Ausgangsschaltelemente

[QUELLE: ISO 13855:2010, 3.1.4, und IEC 61496-1:2004, 3.5]

3.15.2.1

druckempfindliche Schutzeinrichtung (PSPD)

sensitive Schutzeinrichtung der Art „mechanisch betätigte Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion“, die dafür vorgesehen ist, die Berührung durch eine Person oder eines Körperteils der Person zu erkennen und welche auch als abweisende Schutzeinrichtung (3.11.1.3.1) (Barriere) wirken kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine druckempfindliche Schutzeinrichtung besteht aus einem Signalgeber (bzw. Signalgebern), der/die bei einwirkendem Druck auf einen Teil seiner/ihrer äußeren Oberfläche ein Signal erzeugt/erzeugen und aus einer Steuerungseinheit („Signalverarbeitung“), die auf das vom Signalgeber ausgehende Signal anspricht und ein Ausgangssignal(e) erzeugt, das sie an die Maschinensteuerung gibt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Druckempfindliche Schutzeinrichtungen können, wie in ISO 12100:2010, Anmerkung zu 3.28.5, erwähnt, sowohl als Einrichtung mit Annäherungsreaktion als auch als Einrichtung zur Anwesenheitsmeldung verwendet werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Hinsichtlich der Definitionen von sensibler Schutzeinrichtung (3.15) und abweisender Schutzeinrichtung (3.14.2) (Barriere) siehe ISO 12100:2010, 3.28.5 bzw. 3.29.

[QUELLE: ISO 13856-3:2013, 3.1]

3.16 Verifizierung und Validierung

3.16.1

Validierung

Bestätigung durch Bereitstellung eines objektiven Nachweises, dass die Anforderungen für einen spezifischen beabsichtigten Gebrauch oder eine spezifische beabsichtigte Anwendung (3.1.5) erfüllt worden sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Validierung bestimmt, ob die Spezifikation die Zielvorgabe erfüllt, z. B. dass eine festgelegte Grenze für den Zweck annehmbar ist. Die Validierung umfasst Funktionsprüfungen und Fehlersimulationsprüfungen

[QUELLE: ISO 9000:2015, 3.8.13, durch Ergänzung der Anmerkung geändert]

3.16.2

Verifizierung

Bestätigung durch Bereitstellung eines objektiven Nachweises, dass festgelegte Anforderungen erfüllt worden sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Verifizierung bestimmt, ob die Auslegung ihre Spezifikation erfüllt, z. B. dass eine Messung unter der festgelegten Grenze liegt.

[QUELLE: ISO 9000:2015, 3.8.12, durch Ergänzung der Anmerkung geändert]

3.17 Abkürzungen

Symbol oder Abkürzung	Begriff	Definition oder Auftreten			
		Bezug	Tabelle	Bild	Gleichung
A	Oberflächenbereich (2-dimensional) des Kontakts	M.1, M.2, M.3.4		M.2	M.1, M.5, M.6
A	Vermeidbarkeit	C.2.1.4.1	C.7, C.8		
A1	Vermeidbar	C.2.1.4.1, C.2.2	C.7, C.8, E.1, E.4		
A2	Vernünftigerweise vermeidbar	C.2.1.4.1, C.2.2	C.7, C.8, E.1, E.4		
A3	Nicht vermeidbar	C.2.1.4.1, C.2.2	C.7, C.8, E.1, E.4		
AIS	Abbreviated Injury Scale	M.3.1	M.3 Fußnote b		
AIS 1	Abbreviated Injury Scale 1	M.3.1	M.3 Fußnote b		
AOPD	Aktive optoelektronische Schutzeinrichtung	3.14.3, 5.8.5.1, J.2.7		J.3, J.7, K.3	J.3, J.7, K.3

Symbol oder Abkürzung	Begriff	Definition oder Auftreten			
		Bezug	Tabelle	Bild	Gleichung
AOPDDR	Aktive optoelektronische nichttrennende Schutzeinrichtungen, die auf diffuse Reflektion ansprechen	3.14.3, 5.8.5.1, J.2.7, J.2.8, K.2.3		J.6, K.4	J.6, K.4
AP	Möglichkeit der Vermeidung	C.2.1.4.1, C.2.1.4.2, C.2.1.4.4, C.2.4.2, C.2.4.2.2	C.6, C.7		
Av	Wahrscheinlichkeit der Vermeidung oder Beschränkung des Schadens	C.2.2, E.2.2	C.8, E.2, E.3		E.1
Av1	Wahrscheinlichkeit der Vermeidung oder Beschränkung des Schadens 1	C.2.2	C.8		
Av3	Wahrscheinlichkeit der Vermeidung oder Beschränkung des Schadens 3	C.2.2	C.8		
Av5	Wahrscheinlichkeit der Vermeidung oder Beschränkung des Schadens 5	C.2.2	C.8		
C	Eindringabstand	L	L.1	L.1	L.1
Kat	Kategorie	5.5.3, C.1, E.2.1	D.1, E.1, E.4		
CL	Schadengrenze (eines SIL)	E.2.2	E.2, E.3		E.1
D	Abstand	L	L.1	L.1	
D	Dominante Körperseite	M	M.3		
D	Dauer einer einzelnen Exposition in Minuten	C.2.1.3.4			C.1
DL	Wahrscheinlichkeit für Schäden	C.2.1.3.5.4, C.2.3.4	C.5		
E	Übertragungsenergie	M	M.5		M.1, M.2
E	Sich ergebender Expositionswert	C.2.1.3.4			C.1
E0	Exposition verhindert	C.2.2, E.2.3	C.8		
E1	Geringe Gefährdungsexposition	C.2.1.3.2, C.2.2	C.8, E.4		
E2	Hohe Gefährdungsexposition	C.2.1.3.2, C.2.2	C.8, E.4		
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit	5.5.9			
EOAT	End-Of-Arm Tooling	3.29			
BWS	Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen	3.56.2 5.8.6.1, 5.12.3, I.4.2, J.2.5, K.1, K.2.3			I.2, K.3
EUC	Gesteuerte Einrichtung	3.43			
F	Häufigkeit	C.2.1.3.4			E.1
F1	Häufigkeit 1	C.2.2	C.8		
F2	Häufigkeit 2	C.2.2	C.8		
Fr	Häufigkeit und Dauer der Exposition	E.2.2	E.2, E.3		E.1
Fr3	Häufigkeit und Dauer der Exposition 3	C.2.2	C.8		
Fr5	Häufigkeit und Dauer der Exposition 5	C.2.2	C.8		

Symbol oder Abkürzung	Begriff	Definition oder Auftreten			
		Bezug	Tabelle	Bild	Gleichung
F_{max}	Kraftschwellwert, quasi-statischer Kontakt	M, N.2.4.6	Tabelle M.3	N.7	M.1, M.6
F_T	Kraftschwellwert, flüchtiger Kontakt (Multiplikator der quasi-statischen Kraft)	M, N.2.4.6	Tabelle M.3	N.7	M.2, M.5
F_{SA}	Tatsächliche Maximalkraft, quasi-statischer Kontakt	N.2.4.6		N.7	
F_{TA}	Tatsächliche Maximalkraft, flüchtiger Kontakt	N.2.4.6		N.7	
F_{Trig}	Auslösekraft	N.2.4.6			
H	Stunde	C	C.3		
HFT	Hardware-Fehlertoleranz	5.5.2, 5.5.3, D	D.1		
HGC	Handgeführte Steuerung	Einleitung, 3.1.2, 4.3.1, 5.5.7.2, 5.13.5, 5.13.5.1, 5.13.5.2, I.2.2.2, I.4.1		I.1	
HP	Gefahrenwahrnehmung	C.2.1.4.2, C.2.1.4.4, C.2.4.2, C.2.4.2.2	C.6, C.7		
I/O	Eingang/Ausgang	D	D.2, F.1		
IH	Ereignishistorie	C.2.1.3.5.4, C.2.3.4	C.5		
IMS	Integriertes Fertigungssystem	5.3.1, 5.3.3, 5.3.5			
K	Effektive Federkonstante für eine bestimmte Körperregion	M	M.4		M.1, M.2, M.5, M.6
K1	Härte des Dämpfungsmaterials	N.1.5	N.1		
K2	Steifigkeit der Federkonstante	N.1.5	N.1		
M	Gesamtmasse der beweglichen Teile des Roboters (Manipulator)	M		M.3	M.4
min.	Minute	C	C.3		
m_H	Effektive Masse der menschlichen Körperregion und die Auswirkungen der Verbindung dieser Körperregion mit weiteren Körperregionen	M	Tabelle M.4, N.1	M.2	M.3
m_L	Effektive Masse der Nutzlast für die Roboteranwendung (spezifizierte maximale Nutzlast der Anwendung)	M		M.3	M.6
m_R	Effektive Masse des Robotersystems als eine Funktion von Roboterhaltung und -bewegung	M	M.6	M.2, M.4	M.3, M.4
ND	Nichtdominante Körperseite	M	M.3		
n_{op}	Durchschnittliche Anzahl jährlicher Arbeitsgänge	D	D.2		
Nr	Faktor für die Anzahl exponierter Personen	C.2.1.3.4			C.1

Symbol oder Abkürzung	Begriff	Definition oder Auftreten			
		Bezug	Tabelle	Bild	Gleichung
01	Wahrscheinlichkeit des Eintretens – niedrig	C.2.1.3.5.1, C.2.3.1, C.2.2 E.2.1	C.5 C.8 E.1		
02	Wahrscheinlichkeit des Eintretens – mittel	C.2.1.3.5.1, C.2.3.1, C.2.2 E.2.1	C.5 C.8 E.1		
03	Wahrscheinlichkeit des Eintretens – hoch	C.2.1.3.5.1, C.2.3.1, C.2.2 E.2.1	C.5 C.8 E.1		
OS	Qualifikation/Informationsstand des Bedieners	C.2.1.4.2, C.2.14.2.2, C.2.1.4.4	C.6, C.7		
P_{max}	Druckschwellwert, quasi-statischer Kontakt	M, N.2.4.6	Tabelle M.3	N.7	M.1, M.6
P_T	Druckschwellwert, flüchtiger Kontakt (Multiplikator des quasi-statischen Drucks)	M, N.2.4.6	Tabelle M.3	N.7	M.2, M.5
P_{SA}	Tatsächlicher Maximaldruck, quasi-statischer Kontakt	N.2.4.6		N.7	
P_{TA}	Tatsächlicher Maximaldruck, flüchtiger Kontakt	N.2.4.6		N.7	
PFH_d	Mittlere Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls je Stunde	D	D.1		
PFL	Energie- und Kraftbegrenzung	Einleitung, 3.1.2, 4.3.1, 5.8.1, 5.9.4, 5.13.5.1, 5.13.6.1, 5.13.7, 5.13.7.1, 5.13.5.3, 5.13.7.4, I.4.3, J.1.2.1, M.1, M.1, M.3.2, N.1.1, N.2.1, N.4, N.4.3	C.1	I.3	
PFMD	Messeinrichtung für Druck und/oder Kraft	N.1.1, N.1.2, N.2.4.2, N.2.4.3, N.2.4.4, N.5.2, N.5.3, N.5.4		N.1, N.2, N.3, N.4	N.1
PL	Performance Level	C.1, D, E.1	C.1, D.1		
PLa	Performance Level a	E.2.1	E.1		
PLb	Performance Level b	E.2.1	E.1		
PLc	Performance Level c	E.2.1	C.1, E.1		
PLd	Performance Level d	E.2.1	C.1, E.1		
PLe	Performance Level e	C.1, E.2.1	E.1		
PL_r	Erforderliches Performance Level	4.1, E.2.1, E.2.3, I.4.3	E.1, E.4		

Symbol oder Abkürzung	Begriff	Definition oder Auftreten			
		Bezug	Tabelle	Bild	Gleichung
Pr	Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Gefährdungsereignisses	E.2.2	E.2, E.3		E.1
Pr1	Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Gefährdungsereignisses 1	C.2.2	C.8		
Pr2	Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Gefährdungsereignisses 2	C.2.2	C.8		
Pr3	Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Gefährdungsereignisses 3	C.2.2	C.8		
PSD	Einrichtung zur Anwesenheitsmeldung	3.56.1, 5.13.6.1			
PSPD	Druckempfindliche Schutzeinrichtung	3.56.3			
P_{Trig}	Auslösedruck	N.2.4.6			
S1	Schweregradparameter – gering	C.2.1.3, C.2.2, E.2.1	C.2, C.8, E.1, E.4		
S2	Schweregradparameter – mittel	C.2.1.3, C.2.2, E.2.1	C.2, C.8, E.1, E.4		
S3	Schweregradparameter – schwer	C.2.1.3, C.2.2, E.2.1	C.2, C.8, E.1, E.4		
S4	Schweregradparameter – katastrophal	C.2.1.3, C.2.2, E.2.1	C.2, C.8, E.1		
Se	Schweregrad	E	E.3, C.8		
Se1	Schweregrad 1	C.2.2	C.8		
Se2	Schweregrad 2	C.2.2	C.8		
Se3	Schweregrad 3	C.2.2	C.8		
Se4	Schweregrad 4	C.2.2	C.8		
S_h	Beitrag zum Schutztrennungsabstand, der dem Ortswechsel des Bedieners bis zum Halt der Roboteranwendung zuschreibbar ist	L	L.1	L.1	L.1
S_p	Schutztrennungsabstand	L	L.1	L.1	L.1
S_pt₀	Mindesttrennungsdauer bei t ₀ (present or current time)	L	L.1	L.1	
S_r	Beitrag zum Schutztrennungsabstand, der der Ansprechzeit der Roboteranwendung zuschreibbar ist	L	L.1	L.1	L.1, L.4
S_s	Beitrag zum Schutztrennungsabstand, der sich während des Anhaltens der Roboteranwendung bis zum Stillstand ergibt	L	L.1	L.1	L.6
SIL	Sicherheitsintegritätslevel	Anhang D, E.2.2	D.1, E.2, E.3		
SILCL	Schadensgrenze des Sicherheitsintegritätslevels (SIL) (für Untersysteme)	4.1, E.2.2	E.2		E.1
SIL 1	Sicherheitsintegritätslevel 1	E.2.2	E.3		

Symbol oder Abkürzung	Begriff	Definition oder Auftreten			
		Bezug	Tabelle	Bild	Gleichung
SIL 2	Sicherheitsintegritätslevel 2	E.2.2	E.3		
SIL 3	Sicherheitsintegritätslevel 3	E.2.2	E.3		
SR	Belastbarkeit des Systems	C.2.1.3.5.4	C.5		
SSM	Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung	Einleitung, 3.33, 4.3.1, 5.8.1, 5.13.5.1, 5.13.6, 5.13.6.2, I.4.2, L, L.2	C.1, F.1	I.2	
SPE	Sensitive Schutzeinrichtung	3.51, 3.55, 3.56, 5.8.5.6, Anhang B, J.2.1, J.2.2, J.2.4, J.2.7, J.2.8			B.5, B.6, J.3
T	Zeit	C, L	C.3, L.1	L.1	
T, dt	Zeit (T) und das Differential für die Integrationsvariable (dt)	L	L.1	L.1	L.2, L.4, L.6
t_0	Jetzige oder aktuelle Zeit	L		L.1	L.1
T_r	Ansprechzeit der Roboteranwendung ohne die Zeit, die die Roboteranwendung bis zum Stillstand benötigt	L	L.1	L.1	L.2
T_s	Anhaltezeit der Roboteranwendung, von der Aktivierung des Haltebefehls bis zum Halt der Roboteranwendung	L	L.1	L.2	L.2
t_{trig}	Auslösezeit	N			
TCP	Werkzeugarbeitspunkt	3.32, 5.1.9, 5.5.3			
μ	Reduzierte Masse des Zweikörpersystems	M			M.2, M.3, M.5, M.6
VBPD	Bildbasierte Schutzeinrichtungen	3.14.3, 5.8.5.1			
V_h	Gerichtete Geschwindigkeit eines Bedieners im geschützten Bereich in Richtung des beweglichen Teils der Roboteranwendung	L		L.1	L.2
v_r	Gerichtete Geschwindigkeit der Roboteranwendung in Richtung des Bedieners im geschützten Bereich	L		L.1	L.4, L.5
v_s	Geschwindigkeit der Roboteranwendung während des Anhaltens, von der Aktivierung des Haltebefehls bis zum Halt der Roboteranwendung	L		L.1	L.6
v_{rel}	Relativgeschwindigkeit zwischen beweglichen Teilen der Roboteranwendung und der menschlichen Körperregion	M		M.2	M.2, M.5
$v_{\text{rel max}}$	Maximale Relativgeschwindigkeit zwischen beweglichen Teilen der Roboteranwendung und der menschlichen Körperregion	M		M.4	M.6
V_{Ro}	Annäherungsgeschwindigkeit an eine feste Struktur	M		M.5	

Symbol oder Abkürzung	Begriff	Definition oder Auftreten			
		Bezug	Tabelle	Bild	Gleichung
ω	Umlaufgeschwindigkeit	M		M.3	
Z_d	Positionsunsicherheit des Bedieners wie durch die PSD gemessen, die sich aus der Messgenauigkeit des Detektionssystems ergibt	L		L.1	L.1
Z_r	Positionsunsicherheit der Roboteranwendung, die sich aus der Genauigkeit des Systems zur Messung der Roboteranwendungsposition ergibt	L		L.1	L.1

4 Risikobeurteilung

4.1 Allgemeines

Der Integrator eines Robotersystems muss eine Risikobeurteilung nach ISO 12100 durchführen.

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

ANMERKUNG 2 Anhang A enthält eine Liste von Gefährdungen, die bei Robotersystemen, Roboteranwendungen, Roboterzellen, einschließlich Endeffektoren und manueller Belade-/Entladestationen, auftreten können.

ANMERKUNG 3 Anhang C enthält Leistungsanforderungen an Sicherheitsfunktionen mit der Möglichkeit, entweder die aufgelistete Leistung anzuwenden oder unter Verwendung der Parameter und Grenzwerte aus Anhang C.2 zur Risikoeinschätzung eine Risikobeurteilung durchzuführen.

ANMERKUNG 4 Anhang E enthält Beispiele zur Bestimmung des PLr oder SILCL, wenn die Parameter zur Risikoeinschätzung aus Anhang C.2 verwendet werden. Siehe 5.3.

ANMERKUNG 5 Siehe IEC 60812 für Informationen zur Analyse der Auswirkungen der Ausfallart.

ANMERKUNG 6 Siehe Anhang C und ISO 14121-2.

Der Integrator sollte den Benutzer um Teilnahme bei der Durchführung der Risikobeurteilung bitten.

4.2 Eigenschaften von Robotersystemen, Roboteranwendungen und Roboterzellen

Die Eigenschaften von Robotersystemen, Roboteranwendungen und Roboterzellen können sich von denen sonstiger Maschinen und Ausrüstung erheblich unterscheiden. Die Risikobeurteilung muss, sofern relevant, folgende Aspekte umfassen:

- a) Robotersysteme und ihre Werkstücke können Bewegungen mit hoher Energie über einen großen Raum ausführen;
- b) das Auslösen der Bewegung und die Bahn des Robotersystems sind schwer vorher zu bestimmen und können variieren;

BEISPIEL Änderungen und Abweichungen können durch die Handhabung von Teilen unterschiedlicher Größe, geänderte Bewegungspfade aufgrund uneindeutiger Bedingungen und die Verwendung eines anderen Programms auftreten.

- c) der Betriebsraum des Robotersystems und seines Werkstücks/seiner Werkstücke können sich
- mit einem Teil des Betriebsraums/der Betriebsräume weiterer Robotersysteme und deren Werkstück(e) überschneiden;
 - den Arbeitsbereich für weitere Maschinen und zugehörige Ausrüstung;
 - Arbeitsbereiche von Bedienern.
- d) Auswahl und Auslegung von Endeffektoren können zur Minderung der Risiken aufgrund von Gefährdungen durch Endeffektoren und Werkstücke beitragen.
- Endeffektoren interagieren mit Werkstücken und anderen Teilen der Roboteranwendung;
 - Reinigung und Instandhaltung können häufige Interaktionen erfordern, z. B. erweiterte Interaktion des Bedieners mit anpassbaren Befestigungen zur variablen Darbietung eines Werkstücks oder einer Baugruppe;
 - Störungsbeseitigung ist ebenfalls ein Faktor;

ANMERKUNG Siehe 5.9 und Anhang I.

- e) Robotersysteme und -anwendungen können sich, ebenso wie die mit ihrer Nutzung verbundenen Aufgaben, stark unterscheiden. Aufgaben können sein:
- 1) Inbetriebnahme;
 - 2) Prozesssteuerung und Überwachung;
 - 3) Werkstückbeschickung;
 - 4) Durchführung von Arbeitsgängen am Werkstück/an den Werkstücken;
 - 5) Teachen, Programmierung und Verifizierung;
 - 6) kurzes Eingreifen der Bedienperson ohne erforderliche Demontage;
 - 7) Einrichten (z. B. Wechsel der Befestigungen, Austausch der Endeffektoren, Neubeladen oder Anpassen der Prozessausrüstung);
 - 8) Fehlerbeseitigung;
 - 9) Beheben von Fehlfunktion(en) (z. B. klemmende Ausrüstung, herabgefallene Teile, das Freifahren und außergewöhnliche Bedingungen);
 - 10) Beherrschung gefährdender Energie (einschließlich Befestigungselementen, Aufspannvorrichtungen, Drehtische und anderer Ausrüstung);
 - 11) Instandhaltung und Reparatur;
 - 12) Reinigung der Ausrüstung;
 - 13) Anwendungsänderungen;
 - 14) Umstellung der Roboteranwendung oder Roboterzelle;
 - 15) Außerbetriebnahme;
 - 16) Entsorgung.

4.3 Eigenschaften kollaborierender Anwendungen

4.3.1 Allgemeines

Zusätzlich zu 4.2 muss die Risikobeurteilung für kollaborierende Anwendungen, sofern relevant, folgende Aspekte umfassen:

- a) Bediener können, während Energie für die Roboterantriebe und Endeffektoren verfügbar ist, in der Nähe des Robotersystems arbeiten;

ANMERKUNG 1 Siehe 4.2. d).

- b) Kollaborierende Anwendungen können eine oder mehrere der folgenden Technologien für eine Anwendung nutzen:
 - Handgeführte Steuerungselemente (HGC) (5.13.5);
 - Geschwindigkeits- und Trennungsüberwachung (SSM) (5.13.6);
 - Energie- und Kraftbegrenzung (PFL) (5.13.7).
- c) Es besteht die Möglichkeit für vorgesehene oder vernünftigerweise vorhersehbare, unbeabsichtigte Kontaktsituationen der beweglichen Teile der Roboteranwendung mit (einem) Bediener(n);
- d) kollaborierende Anwendungen können, neben den unter 4.2 e) aufgelisteten, weitere Aufgaben haben; diese kollaborierenden Aufgaben können folgende umfassen:
 - 1) Bei der Produktion oder im Normalbetrieb kann die Häufigkeit und Dauer der
 - Bedieneranwesenheit im geschützten Bereich mit einer beweglichen Roboteranwendung (z. B. kollaborierende Baugruppe mit externen Befestigungselementen) größer sein;
 - Kontakt (z. B. Handführung, physische Interaktion mit Werkzeug oder Werkstück);
 - Interaktion des Bedieners mit der Roboteranwendung.
 - 2) Übergang zwischen nicht kollaborierender und kollaborierender Nutzung;
 - 3) der automatische oder manuelle Neustart der Bewegung nach der kollaborierenden Anwendung ist abgeschlossen;
 - 4) Aufgaben, die mehr als einen Bediener betreffen.

Die Verfahrbewegung(en) von Bedieneraufgaben, die nicht mit der kollaborierenden Anwendung in Verbindung stehen, könnten durch den geschützten Bereich einer kollaborierenden Anwendung verlaufen, wodurch dieser zusätzliche Aspekt bei der Bestimmung der Anforderungen an Anordnung und Zugang der kollaborierenden Anwendung erforderlich wird.

ANMERKUNG 2 Siehe Anordnung 5.4. Illustrationen zu Räumen sind in Anhang B, biomechanische Grenzen für kollaborierende Anwendungen in Anhang M und Druck- und Kraftmessungen in Anhang N zu finden.

4.3.2 Risikobeurteilung zu Kontakten zwischen beweglichen Teilen der Roboteranwendung und Bediener(n)

Bei der Risikobeurteilung müssen Maßnahmen berücksichtigt werden, durch die mögliche Kontakte nicht zu Bedienschäden führen. Dies muss erreicht werden durch:

- a) Erkennung von Bedingungen, unter denen es zu einem solchen Kontakt käme;
- b) Bewertung des Risikopotentials für solche Kontakte;
- c) eine solche Auslegung der Roboteranwendung und des geschützten Bereichs, dass solche Kontakte selten und vermeidbar sind;
- d) Anwendung von Maßnahmen zur Risikominderung, um die Kontaktsituationen unter bestimmten Grenzwerten zu halten.

Zum Zweck der Risikobeurteilung sollte bei jedem möglichen Kontakt davon ausgegangen werden, dass der Bediener nicht durch Maßnahmen zur Risikominderung, einschließlich persönlicher Schutzausrüstung, geschützt ist. Diese Identifizierung muss die folgenden Kriterien für mögliche Kontakt Ereignisse berücksichtigen:

- exponierte Körperregionen des Bedieners;
- Ursprung der Kontakt Ereignisse, d. h. absichtliche Handlung als Teil der bestimmungsgemäßen Verwendung im Gegensatz zu unbeabsichtigtem Kontakt oder vorhersehbarer Fehlanwendung;
- Wahrscheinlichkeit für oder Häufigkeit des Auftretens;
- Art des Kontakt Ereignisses, d. h. quasi-statisch oder flüchtig;
- Kontaktoberflächen, Geschwindigkeiten, Kräfte, Druck, Momentum, mechanische Kraft, Energie und weitere Werte, die das physische Kontakt Ereignis charakterisieren.

ANMERKUNG 1 Die mechanische Energie ist die Arbeitsrate oder Menge an verbrauchter Energie je Zeiteinheit. Sie entspricht nicht der elektrischen Bemessungsenergie auf einem elektronischen Gerät wie etwa einem Motor.

Gefährdungen durch scharfe, spitze, Scher- oder Schneidkanten, wie Nadeln, Scheren oder Messer und Teile, die Verletzungen hervorrufen können, dürfen in den Kontaktflächen nicht vorhanden sein.

ANMERKUNG 2 Zur Minderung möglicher Gefährdungen können angemessene Gehäuse, Abdeckungen oder Trennflächen verwendet werden.

ANMERKUNG 3 Neben dem Kontakt können noch weitere Gefährdungen, einschließlich Prozessgefährdungen, vorliegen.

Die Kontaktexposition empfindlicher Körperregionen, einschließlich des Schädels, der Stirn, des Kehlkopfes, der Augen, der Ohren oder des Gesichts müssen nach 5.13.7.3 vermieden werden. Falls dies nicht praktikabel ist, müssen trennende Schutzeinrichtungen und/oder nichttrennende Schutzeinrichtungen verwendet werden.

4.3.3 Risikominderung für Kontakte zwischen beweglichen Teilen der Roboteranwendung und Bediener(n)

Maßnahmen zur Risikominderung im Hinblick auf quasi-statische und flüchtige Kontakttereignisse sind entweder passiv (a) oder aktiv (b). Passive Sicherheits-Gestaltungsmaßnahmen betreffen die mechanische Konstruktion des Robotersystems, wohingegen aktive Risikominderungsmaßnahmen einen oder mehreren der folgenden technischen Aspekte umsetzen: inhärent sichere Gestaltung, Schutzmaßnahmen und/oder Sicherheitsfunktionen für die Anwendung.

a) Passive Sicherheits-Gestaltungsmaßnahmen umfassen:

- 1) die Vergrößerung der Kontaktfläche;
- 2) abgerundete Kanten und Ecken;
- 3) glatte Oberflächen;
- 4) zur Energieabsorption, Verlängerung der Energieübertragungsdauer oder Minderung der Aufprallenergie geeignete Oberflächen:
 - Polsterung, Abfederung;
 - verformbare Komponenten;
- 5) konforme Gelenke oder Verbindungen;
- 6) die Begrenzung der beweglichen Massen.

b) Aktive Risikominderungsmaßnahmen umfassen inhärent sichere Gestaltung, Schutzmaßnahmen und/oder Sicherheitsfunktionen, die

- 1) Kräfte oder Drehmomente begrenzen;
- 2) die Geschwindigkeiten beweglicher Teile begrenzen;
- 3) Schutzeinrichtungen und/oder Sicherheitsfunktionen wie die folgenden verwenden:
 - Softwareachse und raumbegrenzende Sicherheitsfunktion(en);
 - Sicherheitsfunktion(en) für überwachten Stillstand;
 - nichttrennende Schutzeinrichtung(en), die zur Antizipierung oder Erkennung von Kontakten eingeführt werden, z. B. Annäherungs- oder Kontakterkennung zur Minderung der bei Kontakttereignissen ausgeübten Kräfte.

Wie durch die Risikobeurteilung zur Anwendung bestimmt, muss sich die Anwendung von Schutzmaßnahmen mit der erwarteten Exposition des Bedieners befassen.

ANMERKUNG Es kann eine Kombination von Sicherheitsfunktionen erforderlich sein, die Sicherheitsfunktion zur Kraftbegrenzung kann z. B. nur bis zu einer bestimmten Geschwindigkeitsgrenze wirksam sein. In einem solchen Fall könnte eine zusätzliche geschwindigkeitsbegrenzende Sicherheitsfunktion erforderlich sein.

Bei jedem Ereignis, bei dem menschliche Körperregionen durch die kollaborierende Anwendung eingeklemmt werden, muss es dem Bediener möglich sein, sich unabhängig und einfach aus dieser Situation zu befreien.

5 Sicherheitsanforderungen und/oder Schutz-/Risikominderungsmaßnahmen

5.1 Allgemeines

Roboteranwendungen müssen den Sicherheitsanforderungen und/oder Schutz-/Risikominderungsmaßnahmen dieses Abschnittes entsprechen. Die Maschinen müssen außerdem entsprechend den Grundsätzen von ISO 12100:2010 für relevante, aber nicht signifikante Gefährdungen, die im vorliegenden Dokument nicht behandelt werden, gestaltet sein.

5.2 Gestaltung

Die Gestaltung muss auf den mit dem Roboter und den zugehörigen Maschinen und Ausrüstung mitgelieferten Benutzerinformationen basieren.

Bild 2 zeigt die Organisation von Abschnitt 5 und wie dieser dem Lebenszyklus der Maschine, wie in ISO 12100 beschrieben, folgt.



Bild 2 — Struktur von Abschnitt 5 in Übereinstimmung mit dem Lebenszyklus der Maschine

ANMERKUNG Verifizierungs- und Validierungsverfahren für die Anforderungen dieses Abschnitts sind in Abschnitt 6 und Anhang X enthalten.

5.2.1 Werkstoffe, mechanische Festigkeit und mechanische Gestaltung

5.2.1.1 Allgemeines

Robotersysteme und -anwendungen müssen so gestaltet und konstruiert sein, dass keine Gefährdungssituationen als Folge von ermüdungs- und verschleißbedingten Ausfällen entstehen. Bei der Gestaltung und Konstruktion muss die bestimmungsgemäße Verwendung über den Lebenszyklus hinreichend berücksichtigt werden (z. B. Transport, Installation, Betriebsbedingungen und Instandhaltung in Übereinstimmung mit Abschnitt 7 zu Benutzerinformationen).

Maschinen müssen so gestaltet und konstruiert sein, dass die Einschränkungen (z. B. Schutzhandschuhe und Abmessungen von Drucktastern der Regeleinrichtungen), denen der Bediener in Folge der Benutzung von persönlicher Schutzausrüstung für die vorgesehene Anwendung unterliegt, berücksichtigt werden.

5.2.1.2 Werkstoffe

Die Werkstoffe:

- a) müssen so ausgewählt werden, dass sie für die bestimmungsgemäße Verwendung angemessen sind (z. B. Korrosions-, Abrieb-, Stoß-, Ermüdungs-, Verformungs-, Alterungsbeständigkeit);
- b) dürfen die Sicherheit und Gesundheit von Personen nicht gefährden;
- c) müssen unter allen vernünftigerweise vorhersehbaren Anwendungsbedingungen ungiftig sein;
- d) dürfen nicht zur Emission giftiger oder entzündlicher Dämpfe neigen;
- e) müssen ihre Eigenschaften im vernünftigerweise vorhersehbaren Umfang der Klima- und Arbeitsplatzbedingungen, einschließlich Temperaturschwankungen und plötzlicher Änderungen, beibehalten.

Wo Flüssigkeiten verwendet werden, müssen Maschinen so gestaltet und konstruiert sein, dass Risiken in Verbindung mit Auffüllen, Verwendung, Rückgewinnung oder Ablassen vermieden werden.

5.2.1.3 Mechanische Festigkeit

Die Teile der Roboteranwendung müssen so gestaltet und konstruiert sein, dass sie den für die vorgesehene Anwendung und die erwarteten Betriebsbedingungen erwarteten Lasten standhalten.

Die an Hebevorgängen (z. B. Anheben von Werkstücken und Werkzeugen) beteiligten Teile der Roboteranwendung müssen so gestaltet und konstruiert sein, dass sie:

- einer Überlast in statischen Prüfungen ohne dauerhafte Verformung oder offenkundige Mängel standhalten, wobei die Festigkeitsberechnungen einen statischen Prüfkoeffizienten von mindestens 1,25 haben müssen;
- dynamischen Prüfungen, bei denen die maximale Nutzlast, multipliziert mit dem dynamischen Prüfkoeffizient verwendet wird, ohne Ausfälle standhalten, wobei der dynamische Prüfkoeffizient mindestens 1,1 betragen muss.

Dynamische Prüfungen müssen bei spezifischen Drehzahlen durchgeführt werden. Sofern gleichzeitige Bewegungen programmiert werden können, müssen die Prüfungen unter Verwendung der nachteiligsten Bedingungen durchgeführt werden.

Falls ganze Seile für Hebefunktionen verwendet werden, müssen die Seile und ihre Enden einen Betriebskoeffizienten von mindestens 5 haben. Falls Ketten für Hebefunktionen verwendet werden, müssen sie einen Betriebskoeffizienten von mindestens 4 haben.

5.2.1.4 Mechanische Konstruktion

Die Teile der Roboteranwendung müssen so gestaltet und konstruiert sein, dass

- exponierte scharfe Kanten und Ecken, die für die Roboteranwendung nicht erforderlich sind, beseitigt werden und
- gefährliche Vorsprünge so weit wie vernünftigerweise umsetzbar vermindert werden.

Gefährliche Mechanismen, die Bewegungen ermöglichen, müssen so installiert oder angebracht sein, dass sie unter üblichen Umständen unerreichbar sind.

Die Exposition gegenüber Gefährdungen, die von Komponenten wie Antriebswellen, Getriebe, Zahnriemen oder Verbindungen, die nicht durch integrierte Abdeckungen (z. B. Platte über einem Getriebekasten) geschützt sind, ausgehen, muss entweder mithilfe feststehender trennender Schutzeinrichtungen oder beweglicher trennender Schutzeinrichtungen nach ISO 14120 verhindert werden. Die Befestigungssysteme feststehender trennender Schutzeinrichtungen, deren Entfernung für routinemäßige Servicearbeiten vorgesehen ist, müssen am Roboter, an der Maschine oder der Ausrüstung oder an der Schutzeinrichtung befestigt bleiben. Bewegliche trennende Schutzeinrichtungen müssen so mit den gefahrbringenden Bewegungen verzahnt sein, dass die gefährlichen Maschinenfunktionen aufhören, bevor sie erreicht werden können.

Wo trotz der ergriffenen Maßnahmen weiterhin ein Bruch- oder Auflösungsrisiko besteht, müssen die betroffenen Teile so montiert, positioniert und/oder geschützt sein, dass sämtliche Fragmente zurückgehalten werden, um Gefährdungssituationen zu vermeiden.

Die Gestaltung muss sicherstellen, dass Fehler bei der Montage oder Wiedermontage bestimmter Teile, die eine Risikoquelle darstellen könnten, durch die Gestaltung und Konstruktion solcher Teile verhindert werden. Falls dies nicht praktikabel ist, müssen mindestens auf den Teilen selbst und/oder deren Gehäusen Benutzerinformationen angegeben werden.

5.2.2 Vorkehrungen zum Anheben oder Bewegen

Es müssen Anweisungen und Vorkehrungen zum Anheben oder Bewegen von Teilen der Roboteranwendungen zur Verfügung gestellt werden, wenn die Bewegung dieser nach der Erstinstallation vorgesehen ist. Die Vorkehrungen müssen die voraussichtlichen Lasten handhaben können.

ANMERKUNG 1 Zum Anheben oder Bewegen des Roboters können die vom Hersteller gelieferten Informationen ausreichend sein, die eine bestimmte Roboterstellung beinhalten könnten.

ANMERKUNG 2 Das Robotersystem könnte mit bereits am Roboter montierten Teilen, z. B. Endeffektor, Verkabelung, Schläuchen, transportiert werden.

5.2.3 Gefährliche Substanzen

Roboteranwendungen müssen so gestaltet und konstruiert sein, dass dem Risiko des Einatmens, des Verschluckens oder des Kontakts mit gefährlichen Materialien und Substanzen vorgebeugt wird.

Wo nicht auf den Einsatz gefährliche Substanzen verzichtet werden kann, muss die Roboteranwendung so gestaltet sein, dass diese Substanzen eingedämmt, abgeleitet, durch Wassersprüher abgeschieden, gefiltert oder mithilfe anderer wirksamer Verfahren behandelt werden können.

Falls die Anwendung die vollständige Einhausung der Substanzen im Normalbetrieb nicht erlaubt, muss die Eindämmung und/oder Ableitung wirksam gestaltet sein.

5.2.4 Standsicherheit

Die Teile des Robotersystems müssen am Boden oder Teilen der Gebäudestruktur befestigt sein oder selbst die für die Installation, den Betrieb und die Verwendung erforderliche Standsicherheit aufweisen, so dass ein Kippen und Umfallen verhindert wird.

Falls auf Schienen verfahrbare Komponenten verwendet werden, müssen diese, sofern praktikabel, über Maßnahmen zur Verhinderung eines Entgleisens verfügen. Falls das Entgleisungsrisiko aufgrund des Ausfalls der Schienen oder einer laufenden Komponente weiterhin besteht, müssen Maßnahmen ergriffen werden, um ein Fallen oder Überschlagen der Komponenten oder des Werkstücks zu verhindern.

ANMERKUNG Bei der Komponente könnte es sich um den Roboter handeln.

5.2.5 Temperatur und Brandrisiken

Die Gestaltung der Roboteranwendung muss so sein, dass die Temperaturen zugänglicher Oberflächen der Normenreihe ISO 13732 entsprechen. Falls ein Brand- oder Überhitzungsrisiko besteht, müssen die Gestaltungsgrundlagen aus ISO 19353 angewendet werden.

5.2.6 Spezielle Geräte

Die Roboteranwendung muss mit speziellen Einrichtungen und dem Zubehör für die Einstellung, Instandhaltung und den sicheren Gebrauch geliefert werden.

ANMERKUNG Gewöhnliche Arbeitsplatzausrüstung, z. B. Leitern, Schraubenschlüssel, Sechskantschlüssel, gelten nicht als spezielle Geräte.

5.2.7 Positionshaltung

Wenn die Positionshaltung ohne Antriebsenergie für die Anwendung erforderlich ist, so muss diese mit ISO 10218-1, 5.1.2, übereinstimmen. Wenn die Mittel zur Positionshaltung als Teil des Roboters zur Verfügung gestellt werden, müssen sie in Übereinstimmung mit den Benutzerinformationen zum Roboter umgesetzt werden.

Die Positionshaltung muss bei Verlust der Antriebsenergie gefährdende Bewegungen der Roboteranwendung verhindern. Positionshaltung kann mithilfe mechanischer Einrichtungen (z. B. Bremsen, Stifte oder anderer Technologien) erzielt werden.

Positionshaltung kann erreicht werden durch:

- a) Sicherheitsfunktionen zur Vermeidung von Gefährdungssituationen, in denen Bediener durch das Robotersystem und/oder Werkstück(e), andere Maschinen und Unterbaugruppen eingeklemmt oder gequetscht werden.

und/oder

- b) Mittel zur Beibehaltung der Stellung und/oder Position des Robotersystems und Werkstücks, um Gefährdungssituationen und Schäden am Werkstück oder Robotersystem vorzubeugen.

ANMERKUNG 1 Wenn dies durch eine Sicherheitsfunktion ermöglicht wird, kann die Möglichkeit konfigurierbarer überwachter Parkpositionen zur Verfügung gestellt werden. Siehe Anhang O, O.7.1.

ANMERKUNG 2 Siehe 5.5.4 zur Ausfall- oder Fehlererkennung.

ANMERKUNG 3 Siehe 5.2.9 zu Energieverlust oder Energieschwankungen.

Mittel zur Positionshaltung müssen so gestaltet und konstruiert sein, dass sie einer Überlast während der statischen Prüfung nach 5.2.1.3 standhalten.

5.2.8 Zusätzliche Achse(n)

Zusätzliche Achsen zum Anheben oder Halten einer hängenden Masse (z. B. Maschinen, Unterbaugruppen, Ausrüstung, der Roboter, eine Nutzlast) müssen die entsprechenden Anforderungen dieses Dokuments erfüllen. Wenn die Bewegung der zusätzlichen Achse die TCP-Geschwindigkeit in der manuellen Betriebsart mit reduzierter Geschwindigkeit beeinflussen könnte, müssen die Anforderungen aus 5.5.6.1 auf die zusätzliche Achse angewendet werden.

Falls die Roboteranwendung über (eine) zusätzliche Achse(n) verfügt, die in Koordination miteinander betrieben werden, kann sich jede Achse mit verschiedenen Geschwindigkeiten bewegen. Es müssen Schutzmaßnahmen und/oder Sicherheitsfunktionen umgesetzt werden, um Bediener vor Risiken in Zusammenhang mit den Geschwindigkeitsunterschieden zu schützen.

Für die Kalibrierung oder sonstige isolierte Bewegungen einer zusätzlichen Achse sind Geschwindigkeiten über der reduzierten Geschwindigkeit dann erlaubt, wenn Bediener nach 5.7.2.3.3 d) geschützt sind. Die Betätigung weiterer Achsen darf nicht möglich sein, solange eine zusätzliche Achse mit einer Geschwindigkeit über der reduzierten Geschwindigkeit betrieben wird.

5.2.9 Energieverlust oder Energieschwankungen

Der Verlust oder die Veränderung der elektrischen, hydraulischen, pneumatischen oder Vakuumenergie darf nicht zu einer Gefährdungssituation führen.

Das Wiederanschalten der Energie darf nicht zu gefahrbringenden Bewegungen oder einer Änderung der sicherheitsbezogenen Parameter führen.

Um einen unbeabsichtigten Anlauf zu verhindern, müssen das Robotersystem, die Roboteranwendung und die Roboterzelle ISO 14118 entsprechen.

ANMERKUNG 1 Siehe IEC 60204-1 zu Anforderungen an die elektrische Energieversorgung, ISO 4431 für Anforderungen an die Hydraulik und ISO 4414 für Anforderungen an die Pneumatik.

Bei Ausfall oder Änderung der Antriebsenergie, muss die Auslösung gefährdender Bewegungen des Robotersystems, der Maschinen und der Ausrüstung durch Positionshaltung (5.2.7) verhindert werden.

ANMERKUNG 2 Zu Endeffektoren, siehe 5.9.

5.2.10 Fehlfunktion von Bauteilen

Komponenten der Roboteranwendung müssen so gestaltet, ausgeführt, gesichert oder gekapselt sein, dass Risiken, die durch Bruch oder Lösen oder Freisetzen, einschließlich derer, die von gespeicherter Energie verursacht werden, so weit wie praktikabel verhindert werden.

5.2.11 Gefährdende Energie

5.2.11.1 Allgemeines

Es gibt viele Arten gefährlicher Energien: kinetisch, Schwerkraft, pneumatisch, hydraulisch, thermisch, chemisch usw. Diese Energiequellen können manchmal direkt identifiziert werden, oftmals sind diese Quellen jedoch verborgen oder nicht offensichtlich, wie etwa Akkumulatoren, Kondensatoren, Batterien, Federn, Kontergewichte, Schwungräder, Wärme durch Reibung oder andere Reaktionen.

ANMERKUNG Dieses Dokument behandelt keine Gefährdungen in Zusammenhang mit kerntechnischen, explosionsgefährdeten Umgebungen und Strahlung. Siehe Anwendungsbereich 1.

5.2.11.2 Kontrolle und kontrollierte Freisetzung gespeicherter Energie

Gespeicherte Energie darf nicht zu Gefährdungssituationen führen. Es muss eine Einrichtung zur Eindämmung und/oder dem kontrollierten Freisetzen gespeicherter gefährdender Energie vorgesehen werden. Wenn die gefährdende Energie kinetisch ist (z. B. Federzug, Gaszug), müssen Einrichtungen zu ihrer Sicherung in der energielosen Position vorliegen.

Die sichere Freisetzung oder Eindämmung muss nach ISO 14118 ermöglicht werden.

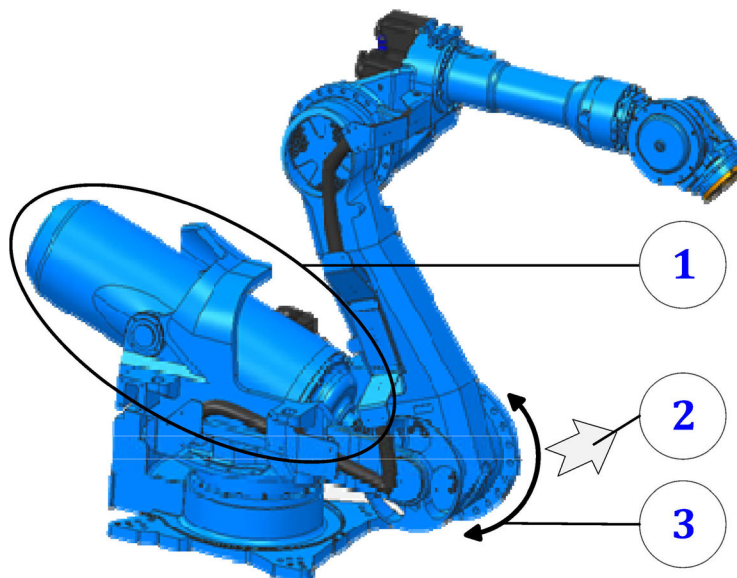
Es muss ein Warnschild zur Kennzeichnung der Gefährdung des Robotersystems durch gespeicherte Energie angebracht werden.

ANMERKUNG 1 Gespeicherte Energie kann in Druckluft- und Flüssigkeitsdruckspeichern, Kondensatoren, Batterien, Federn, Gegengewichten und Schwungrädern usw. vorhanden sein.

ANMERKUNG 2 Achsen, die die Position nicht halten (z. B. Achsen, die hängen, fallen, sinken oder driften), können je nach Aufgabe oder Häufigkeit oder Expositionsdauer (z. B. während der Einstellung unter der/den Achse(n) stehen) ein erhebliches Risiko verursachen.

Bild 3 zeigt ein Beispiel für gespeicherte Energie in einem Federzug.

BEISPIEL Eine Gefährdungssituation kann auftreten, wenn ein Motor entfernt wird, auch wenn die Energieversorgung zum Roboter wie in Bild 3 gezeigt isoliert wird. Bei der Freisetzung kann die unerwartete Bewegung aufgrund der Energie im Federzug zum Einklemmen, Einschließen und mehr führen.



Legende

- 1 Federzug
- 2 Motorentfernung (Richtung der Bewegungsentfernung)
- 3 Bewegungsrichtung

Bild 3 — Beispiel für gespeicherte Energie in einem Federzug

5.2.11.3 Trennung von den Quellen

Es müssen Einrichtungen zur Trennung des Robotersystems und der Roboteranwendung von jeglichen gefährlichen Energiequellen zur Verfügung gestellt werden. Diese Einrichtungen müssen über die Fähigkeit, zur Verriegelung oder zur sonstigen Sicherung nur in der abgeschalteten Position verfügen.

Die Roboteranwendung sollte für jede Art von Energiequelle (z. B. elektrisch, hydraulisch, pneumatisch) über eine einzelne Einrichtung zur Unterbrechung der Energieversorgung verfügen. Bei mehreren Roboteranwendungen und Roboterzellen können mehrere Einrichtungen zur Unterbrechung der jeweiligen Energieversorgungsart erforderlich sein.

Bei jeder Trenneinrichtung muss erkennbar sein, was sie trennt (z. B. durch dauerhafte Markierung, falls erforderlich). Der Wirkungsbereich der Steuerung für jede dieser Einrichtungen muss in unmittelbarer Nähe der Unterbrechungseinrichtung deutlich gekennzeichnet sein (z. B. als Text oder Symbol).

Für Trenneinrichtungen für die elektrische Energieversorgung muss IEC 60204-1:2016, 5.3.1, gelten.

Zu Anforderungen an Energietrennung und -zerstreuung muss, ISO 14118 gelten.

5.2.12 Elektrische, pneumatische und hydraulische Teile

Elektrische Teile müssen entsprechend der zutreffenden Anforderungen der IEC 60204-1 konstruiert und ausgeführt werden.

Pneumatische Teile des Robotersystems und der Roboteranwendung müssen nach den relevanten Anforderungen von ISO 4414 konstruiert und implementiert werden.

Hydraulische Teile des Robotersystems und der Roboteranwendung müssen nach den relevanten Anforderungen von ISO 4413 konstruiert und implementiert werden.

ANMERKUNG Für Anforderungen an spezifische Unterbaugruppen, Komponenten und Maschinen, siehe entsprechende IEC- oder ISO-Normen, z. B. IEC 60269, IEC 60745, IEC 60947, ISO 13850.

Elektrische, hydraulische und pneumatische Verbinder müssen so ausgewählt werden, dass fehlerhafte Verbindungen vermieden werden, wenn diese zu einer Gefährdungssituation führen könnten. Falls dies nicht praktikabel ist, müssen Verbinder gekennzeichnet werden, um die Wahrscheinlichkeit falscher Verbindungen zu senken.

5.2.13 Einstellung des Werkzeugarbeitspunkts (TCP)

Wenn die Möglichkeit zur Eingabe der Einstellung des Werkzeugarbeitspunkts (TCP) beim Roboter besteht (Teil 1, 5.1.9) und das Nicht-Eingeben dieser Einstellung eine Gefährdung hervorrufen kann, muss die TCP-Einstellung in Übereinstimmung mit den Benutzerinformationen des Roboters eingegeben werden.

ANMERKUNG Zu Anforderungen an zusätzliche Achsen, siehe 5.2.8.

5.2.14 Nutzlasteinstellung

Wenn die Nutzlasteinstellung beim Roboter möglich ist (Teil 1, 5.1.10) und das Nicht-Eingeben dieser Einstellung eine Gefährdung hervorrufen kann, muss die Nutzlasteinstellung in Übereinstimmung mit den Benutzerinformationen des Roboters eingegeben werden.

ANMERKUNG Die Nutzlasteinstellung kann durch die Roboteranwendung bestimmt sein.

5.2.15 Cybersicherheit

Falls eine Prüfung der Cybersicherheit des Robotersystems/der Roboteranwendung/der Roboterzelle ergibt, dass eine Bedrohung zu (Sicherheits)risiken führen könnte, müssen Cybersicherheitsmaßnahmen zur Verhinderung eines unautorisierten Zugriffs auf das/die Steuerungssystem(e) und Roboteranwendung(en), ihre Hardware, Software, Konfigurationsdaten und das Programm der Roboteranwendung ergriffen werden.

Maßnahmen hinsichtlich der Cybersicherheit können Folgendes umfassen:

- Sicherung;
 - Netzwerkverbindungen (z. B. Sperrung nicht verwendeter Ethernet- und USB--Anschlüsse);
 - Konfiguration von Kommunikationsnetzwerken;
- Änderung der Standardkonfigurationen (z. B. Benutzernamen, Benutzerpasswörter, IP-Adressen und Sicherheitsauthentifizierung).

ANMERKUNG Für weitere Informationen, siehe ISO/TR 22100-4:2018.

5.3 Integration von Roboterzellen mit anderen Maschinen und Unterbaugruppen

5.3.1 Allgemeines

Andere Maschinen und Ausrüstung können mit der Roboteranwendung oder Roboterzelle in Verbindung stehen. Für diese Maschinen können entsprechende Typ-C-Normen gelten.

Wenn Maschinen integriert sind und nicht direkt vom Stellteil der Roboteranwendung gesteuert werden, kann ISO 11161 zu integrierten Fertigungssystemen gelten.

Jegliche sicherheitsbezogenen Steuerschnittstellen zwischen der/den Roboteranwendung(en) und anderen Maschinen und, sofern anwendbar, einem IMS (integriertes Fertigungssystem) müssen den Anforderungen aus 5.5. Und Anhang C entsprechen.

Schutzmaßnahmen müssen Betreiber vor dem Zugang zu folgenden Gefährdungen schützen:

- durch andere Maschinen;
- innerhalb jedes Gefährdungsbereichs einer Roboteranwendung und Roboterzelle und
- an den Schnittstellen zu benachbarten Gefährdungsbereichen (z. B. Fördereinrichtungen)

5.3.2 Wirkungsbereich der Steuerung für alle Halte

Im Falle mehrerer Robotersysteme, mehrerer Roboterzellen oder weiterer Maschinen kann eine Trennung des Wirkungsbereichs der Steuerung erforderlich sein. In diesem Fall muss der Wirkungsbereich der Steuerung entsprechend den Anforderungen der auszuführenden Aufgabe(n) oder entsprechend der Systemcharakteristiken (z. B. Ausrüstungsstruktur, Eintrittsstellen durch äußere Schutzeinrichtungen, Lage weiterer Schutzeinrichtungen, Gefährdungen innerhalb des geschützten Bereichs) festgelegt werden.

ANMERKUNG Siehe ISO 11161 für Informationen zum Wirkungsbereich der Steuerung.

5.3.3 Wirkungsbereich der Steuerung bei Not-Halt-Funktionen

Das Auslösen der Not-Halt-Funktion muss alle gefährlichen Bewegungen des Robotersystems, Werkstücks und weiterer gefährlicher Funktionen in der Roboteranwendung und an der/den Schnittstelle(n) zwischen Robotersystemen, Roboteranwendungen und Roboterzellen stoppen.

Der Wirkungsbereich der Not-Halt-Steuerung muss entweder klar sein oder in der Nähe der Not-Halt-Einrichtung deutlich gekennzeichnet sein (z. B. durch Text oder Symbol).

Die Not-Halt-Funktionen für den Roboter und seine Endeffektoren müssen den gleichen Wirkungsbereich der Steuerung haben.

Im Falle zusätzlicher Risiken aufgrund von Gefährdungen im restlichen Teil der Roboteranwendung kann mithilfe der Risikobeurteilung ermittelt werden, ob diese Risiken den gleichen Wirkungsbereich der Steuerung teilen.

Alle Not-Halt-Einrichtungen für den gleichen Gefährdungsbereich müssen den gleichen Wirkungsbereich der Steuerung haben.

ANMERKUNG Siehe ISO 13850 für weitere Informationen zum Wirkungsbereich der Steuerung des Not-Halts. ISO 11161 enthält Informationen zum Wirkungsbereich der Steuerung eines integrierten Fertigungssystems (IMS).

5.3.4 Betriebsarten bei Systemen mit mehreren Robotern oder Roboterzellen

In einer Zelle mit mehr als einem Robotersystem kann/können die Betriebsart(en) individuell an jedem Robotersystem oder gemeinsam für alle verbunden Robotersysteme innerhalb der Roboterzelle ausgewählt werden. Bei individueller Wahl der Betriebsart an jedem Robotersystem, ist es nicht erforderlich, dass alle Robotersysteme in die manuelle Betriebsart geschaltet werden. Robotersysteme, die nicht manuell betrieben werden, müssen im sicheren Zustand verbleiben, unabhängig von der gewählten Betriebsart und dürfen keine Gefährdung verursachen.

ANMERKUNG Siehe 5.6, 0 und 5.13.

5.3.5 Lokale Steuerung, Fernsteuerung und ausschließliche Bedienung von einer Bedienstation

Folgende Anforderungen müssen erfüllt sein:

- die Festlegung, was als Fernsteuerung betrachtet wird, muss mit 5.7.6.1 übereinstimmen
- die lokale Steuerung muss mit 5.7.6.2 übereinstimmen
- die Fernsteuerung muss mit 5.7.6.3 übereinstimmen
- die ausschließliche Bedienung von einer Bedienstation muss mit 5.7.5 übereinstimmen.

Wenn die lokale Steuerung (5.7.6.2) ausgewählt ist, müssen andere Maschinen und das IMS-Steuerungssystem über diesen Zustand informiert werden. Die lokale Steuerung darf nicht durch Fernsteuerungen übersteuert werden.

Die Not-Halt- und Sicherheitshalt-Funktionen müssen, in Übereinstimmung mit 5.6.1, während der lokalen Steuerung und der Fernsteuerung betriebsbereit bleiben.

5.3.6 Automatische Werkstückzuführung

Falls Werkstücke automatisch zugeführt werden, muss das Bruchrisiko des Robotersystems durch Gestaltung und Integration minimiert werden.

5.4 Anordnung

5.4.1 Allgemeines

Die Gestaltung muss so sein, dass der Bediener alle vorgesehenen und vernünftigerweise vorhersehbaren Aufgaben sicher ausführen kann. Die Lage der Ausrüstung und Maschinen sollte keine zusätzlichen Gefährdungen auslösen. Sofern zusätzliche Gefährdungen ausgelöst werden, müssen als Folge der sich aus diesen Gefährdungen ergebenden Risiken, in Übereinstimmung mit Abschnitt 4 und Abschnitt 5, Schutzmaßnahmen ergriffen werden.