

Anhang I (normativ)

Messung der Anhaltezeit und des Anhaltewegs

Dies führt zu den nach 7.2 r) geforderten Informationen zur Anwendung von Schutzeinrichtungen nach ISO 10218-2.

Wenn der Roboter über eine/mehrere Sicherheitsfunktion(en) zur Begrenzung der Anhaltezeit oder des Anhaltewegs verfügt, die einen Stopp auslösen, bevor der/die Grenzwert(e) der Sicherheitsfunktion überschritten wird/werden, ist dieser Anhang informativ (optional). Ohne diese Sicherheitsfunktionen können die aus diesem Anhang resultierenden Daten verwendet werden, um die wahrscheinliche Stoppleistung zu bestimmen.

ANMERKUNG Um diese Informationen nutzbar und praktikabel zu machen, werden Werte bei den verschiedenen Grenzwerten der Sicherheitsfunktion mit überwachter Geschwindigkeit und maximalen Bedingungen des ungünstigsten Falls angegeben.

Diese Prüfungen müssen mit den in ISO 9283:1998, Abschnitt 6 beschriebenen Bedingungen der Leistungsprüfung, wie zutreffend, übereinstimmen. Dies umfasst folgende Bereiche:

- a) der Manipulator muss vor der Prüfung warmgelaufen sein;
- b) der Roboter muss nach den Anforderungen des Herstellers montiert sein;
- c) die Umgebungsanforderungen (z. B. Energie, Temperatur) müssen erfüllt sein;
- d) es muss ein zweckmäßiges Prüfverfahren festgelegt sein;
- e) das Messverfahren muss beschrieben werden.

Die Anforderungen an Daten sind wie folgt:

- Die Stoppzeit muss ab Auslösung des Stopps bis zum vollständigen Stillstand des Roboters ermittelt werden;

ANMERKUNG Dies beinhaltet keine Bewegungen und anderen Gefährdungen in Verbindung mit dem System, z. B. Endeffektor, Werkstück(e). Siehe Teil 2.

- Wenn validierte Simulationswerte unter Verwendung von Grenzwerten der Sicherheitsfunktion verfügbar sind, dürfen diese Werte verwendet werden.

ANMERKUNG Diese Daten können je nach zusätzlichen Verzögerungen aufgrund von Eigenschaften und Anordnung des Steuerungssystems, z. B. kabellose Handbediengeräte, variieren.

Wenn der Roboter nicht mit einer Sicherheitsfunktion für den Anhalteweg ausgestattet ist, muss der Hersteller den Anhalteweg in linearen oder Winkleinheiten angeben, sofern zutreffend. Der/die Anhalteweg(e) muss/müssen als Weg ab Auslösung des Stopps bis zum vollständigen Stillstand des Roboters ermittelt werden.

Für die Stoppkategorie 0, 1 und 2 nach IEC 60204-1 müssen die Anhaltezeit und der Anhalteweg für jedes Gelenk für die folgenden Variationen angegeben werden:

- Geschwindigkeitsgrenzwerte der Sicherheitsfunktion für 33 %, 66 % und 100 % der Höchstgeschwindigkeit
- Nutzlast für 33 %, 66 % und 100 % der maximalen Nutzlast,
- Erweiterung für 33 %, 66 % und 100 % der maximalen Erweiterung (ungünstigster Fall).

Wenn die wahrscheinlichen Anhaltezeit- und Anhaltewegwerte aus den Höchstwerten abgeleitet werden können, darf der Hersteller anstelle der obigen Variationen die 100-%-Höchstwerte mit einer Formel zur Ermittlung der Zwischenwerte angeben.

Die Daten sind für die drei Achsen mit der größten Auslenkung anzugeben. Die Daten müssen in einem Gitter aufgetragen werden, das alle 10 ms, 10 mm/s, 5 % oder 5 Grad, sofern zutreffend, abgetastet wird. Die Datenpunkte und die lineare Interpolation müssen eindeutig angegeben werden.

Anhang J (informativ)

Optionale Eigenschaften

J.1 Allgemeines

Die in den Abschnitten 4 bis 7 festgelegten Anforderungen bilden das Mindestmaß, um die Sicherheit eines Roboters zu gewährleisten. Viele weitere Eigenschaften können einem Roboter hinzugefügt werden, um die Sicherheit zu verbessern, die aber nicht notwendigerweise Sicherheitsfunktionen sind. Die Anforderungen an die Funktionssicherheitsleistung sind in 5.3 beschrieben.

Die in diesem Anhang beschriebenen optionalen Eigenschaften sind nicht nach ihrer Bedeutung oder Wichtigkeit geordnet. Mit diesen Eigenschaften ausgestattete Roboter sind in der Anwendung und Wiederverwendung flexibler und weisen eine größere potenzielle Risikominderung im Fall von Sicherheitsfunktionen auf

J.2 Funktionen des Ausgangs für das Stillsetzen im Notfall

- a) Leistungsvermögen eines Ausgangs für das Stillsetzen im Notfall, siehe 5.4.2.4. Dieses Signal sorgt für ein gesamtes Stillsetzen im Notfall (Stillsetzen im Notfall des Roboters ist auch Stillsetzen im Notfall für das System).
- b) Leistungsvermögen der Einrichtung zum Stillsetzen im Notfall (Not-Halt Einrichtung), funktionsfähig zu sein ohne Energieversorgung an den Roboterstellteilen, nach 5.4.2.

J.3 Ausgang von Zustimmungseinrichtungen

- a) Leistungsvermögen des Ausgangs von Zustimmungseinrichtungen zum Zusammenschalten einer/von Zustimmungseinrichtung(en) in einen gemeinsamen Schaltkreis, der mehrere Roboter und Einrichtungen steuert. Siehe **Fehler! Literaturhinweisquelle nicht gefunden.**
- b) Leistungsvermögen, mehrere zusätzliche Zustimmungseinrichtungen zu einem Zustimmungskreis zusammenzuschalten.
- c) Die Sicherheitsfunktion muss das Aussetzen der Funktion der Zustimmungseinrichtung ermöglichen.

J.4 Betriebsartauswahl-Ausgang

- a) Fähigkeit, Informationen zum Zustand der Betriebsartenwahl an das sicherheitsbezogene Steuerungssystem zu geben.
- b) Der Ausgang muss 5.6 entsprechen.

J.5 Antikollisionserkennung

Um Schäden an Bedienern am effektivsten zu verhindern, sollte der Roboter anhalten und ein Warnsignal erzeugen, wenn eine Kollision erkannt wird, und sich nicht ohne Eingreifen des Bedieners in eine andere Position bewegen.

J.6 Erhalt der Bahngenaugkeit bei allen Geschwindigkeiten

Dies würde das Erfordernis, eine Roboterbewegung von einer Gefahrenposition aus zu beobachten, begrenzen.

J.7 Optionale Sicherheitsfunktionen (siehe Anhang C)

J.8 Konfigurierbare Position als Sicherheitsfunktion mit überwachter Position

Sofern geliefert, wird eine konfigurierbare Sicherheitsfunktion mit Positionsüberwachung eine Änderung des Zustands eines Sicherheitsausgangs auslösen, wenn sich ein Roboter in seiner konfigurierten Position befindet. Dies wird durch den Roboter in einem überwachten Stillstand an der konfigurierten Position ausgelöst.

Dies kann für mobile Anwendungen nützlich sein.

J.9 Stoppleistungs-Sicherheitsfunktionen oder Nicht-Sicherheitsmessung

Sofern vorhanden, sollte eine Sicherheitsfunktion zur Überwachung der Stoppleistung oder Messung der Stoppleistung eine der folgenden Eigenschaften bieten:

- a) Eine Sicherheitsfunktion, die die Einstellung des Anhaltezeit- oder Anhalteweg-Grenzwerts erlaubt, ODER
- b) Eine Eigenschaft, die keine Sicherheitsfunktion ist und Folgendes bietet:
 - 1) Ein Mittel zur Messung und Aufzeichnung der Stoppleistung bei der nächsten Anforderung;
 - 2) Auswählen des Eingabeereignisses zur Bestimmung des Starts des Stoppvorgangs (z. B. Zustandsänderung des Eingangs der Schutzeinrichtung);
 - 3) Grenzwerte für Warnungen einstellen, wenn diese Grenzwerte überschritten werden.

J.10 Sicherheitsfunktion der Echtzeit-Schnittstellen

Bei der Implementierung von Sicherheitsfunktionen mit Geräten außerhalb des Roboterstellteils wie etwa Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung ist es oftmals vorteilhaft, die Eigenschaften des Roboters dank der Wiedergabetreue des Roboterstellteils in Echtzeit zu kennen. Dies umfasst unter anderem die Position der Robotergerlenke und die Geschwindigkeit. Damit diese Informationen als Teil der Sicherheitsfunktion so effektiv wie möglich genutzt werden können, müssen diese Daten über eine Sicherheitsschnittstelle bereitgestellt werden.

Für einige Sicherheitsfunktionen wäre es vorteilhaft, wenn die Robotersteuerung Echtzeit-Steuerungsdaten über dieselbe Sicherheitsschnittstelle empfangen würde. Diese Daten könnten unter anderem Wegpunkte der Bewegungsbahn und Geschwindigkeitsüberschreitungen enthalten.

Alle vorgenannten Schnittstellen sind effektiver, wenn sie mit hohen Kommunikationsraten und geringer Latenz implementiert werden.

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 Mandates „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 Anwendungsbereichs dieser Norm zur Vermutung der Konformität mit den entsprechenden grundlegenden Anforderungen der Richtlinie und der zugehörigen EFTA-Vorschriften.

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

Relevante grundlegende Anforderungen der Richtlinie 2006/42/EG	Abschnitt(e)/Unterabschnitt(e) dieser Europäischen Norm	Erläuterungen/Anmerkungen
1.1.2. Grundsätze für die Integration der Sicherheit	4, 5, 6, 7	
1.1.3. Materialien und Produkte	5.1.1, 5.1.8	
1.1.5. Konstruktion der Maschine im Hinblick auf die Handhabung	5.11, 7.1.11	
1.2.1. Sicherheit und Zuverlässigkeit von Steuerungen	5.1.7, 5.1.9, 5.1.10, 5.1.11, 5.1.12, 5.2.2, 5.3, 7.1.3, Anhang C, Anhang E	
1.2.2. Stellteile	5.7, 5.8, 5.13	
1.2.3. Ingangsetzen	5.2.2, 5.4.2.2, 5.6.3.3, 5.7.2, 5.7.6, 5.8	
1.2.4. Stillsetzen	7.1.4, Anhang F	
1.2.4.1. Normales Stillsetzen	5.4, Anhang F	
1.2.4.2. Betriebsbedingtes Stillsetzen	5.4.3, 7.1.4, Anhang F	
1.2.4.3. Stillsetzen im Notfall	5.4.2, 5.7.2, 5.14.3, 7.1.4, 7.2.e, 7.2.f, Anhang F	
1.2.5. Wahl der Steuerungs- oder Betriebsarten	5.6, 5.7, 5.8, 7.1.5, 7.1.7, 7.2.i	
1.2.6. Störung der Energieversorgung	5.1.1, 5.1.4, 5.1.6.2, 5.2.2	

Relevante grundlegende Anforderungen der Richtlinie 2006/42/EG	Abschnitt(e)/Unterabschnitt(e) dieser Europäischen Norm	Erläuterungen/Anmerkungen
1.3. Schutzmaßnahmen gegen mechanische Gefährdungen	5.1, 5.2, 5.10, 5.13, 5.14, Anhang H	
1.3.1. Risiko des Verlusts der Standsicherheit	5.1.1, 7.1.1, Anhang H	
1.3.2. Bruchrisiko beim Betrieb	5.1.1, 5.1.5, 7.1.1, Anhang H	
1.3.3. Risiken durch herabfallende oder herausgeschleuderte Gegenstände	5.1.2, Anhang F	
1.3.4. Risiken durch Oberflächen, Kanten und Ecken	5.14.3, 7.1, Anhang H	
1.3.6. Risiken durch Änderung der Verwendungsbedingungen	5.6, 5.7, 5.8, 5.14, 7.1.5, Anhang H	
1.3.7. Risiken durch bewegliche Teile	5.1, 5.2, 5.5, 5.10, 5.13, 5.14, 7.1.8, 7.1.9, Anhang H	
1.3.8. Wahl der Schutzeinrichtungen gegen Risiken durch bewegliche Teile	5.1, 5.2, 5.10, 5.13, 5.14, Anhang H	
1.3.8.1. Bewegliche Teile der Kraftübertragung	5.1, 5.2, 5.10, 5.13, 5.14, Anhang H	
1.3.8.2. Bewegliche Teile, die am Arbeitsprozess beteiligt sind	5.1, 5.2, 5.10, 5.13, 5.14, Anhang H	
1.3.9. Risiko unkontrollierter Bewegungen	5.1, 7.1.2, 7.1.9, Anhang H	
1.4.1. Allgemeine Anforderungen	5.9, Anhang H	
1.4.2.1. Feststehende trennende Schutzeinrichtungen	7.1, Anhang H	
1.4.2.2. Bewegliche trennende Schutzeinrichtungen mit Verriegelung	5.4.3, Anhang F	
1.4.3. Besondere Anforderungen an nichttrennende Schutzeinrichtungen	5.13, 5.14, 7.1, 7.1.12, Anhang H	
1.5.1. Elektrische Energieversorgung	5.1.8, 5.12, Anhang H	
1.5.3. Nichtelektrische Energieversorgung	5.1.8, 7.2.g, Anhang H	
1.5.4. Montagefehler	7.2.b, 7.2.h, Anhang H	
1.5.6. Brand	5.1, Anhang H	
1.5.10. Strahlung	5.1.7, Anhang F	
1.5.11. Strahlung von außen	5.1.7, Anhang F	

Relevante grundlegende Anforderungen der Richtlinie 2006/42/EG	Abschnitt(e)/Unterabschnitt(e) dieser Europäischen Norm	Erläuterungen/Anmerkungen
1.5.14. Risiko, in einer Maschine eingeschlossen zu werden	5.10, 7.1.10, Anhang H	
1.6.1. Wartung der Maschine	5.13.3, Anhang F	
1.6.3. Trennung von den Energiequellen	5.1.6, 5.1.8, 5.3, 7.1.2, Anhang H	
1.7.1.1. Informationen und Informationseinrichtungen	5.1.6.2, 5.2.4, 7.1.6, Anhang H	
1.7.1.2. Warneinrichtungen	5.2.3, Anhang F	
1.7.2. Warnung vor Restrisiken	5.2.3, Anhang F	
1.7.3. Kennzeichnung der Maschinen	7.1, 7.3	
1.7.4. Betriebsanleitungen	7.2	
1.7.4.1. Allgemeine Grundsätze für die Abfassung der Betriebsanleitung	7.2	
1.7.4.2. Inhalt der Betriebsanleitung	7.2	

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.

Literaturhinweise

- [1] ISO/IEC Guide 51, *Safety aspect — Guidelines for their inclusion in standards*
- [2] ISO 3864-1, *Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Part 1: Design principles for safety signs and safety markings*
- [3] ISO 3864-2, *Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Part 2: Design principles for product safety labels*
- [4] ISO 3864-3, *Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Part 3: Design principles for graphical symbols for use in safety signs*
- [5] ISO 3864-4, *Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Part 4: Colorimetric and photometric properties of safety sign materials*
- [6] ISO 7000, *Graphical symbols for use on equipment — Registered symbols*
- [7] ISO 7010, *Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Registered safety signs*
- [8] ISO 8373:2012, *Robots and robotic devices — Vocabulary*
- [9] ISO 9409 (alle Teile), *Manipulating industrial robots — Mechanical interfaces*
- [10] ISO 9946, *Manipulating industrial robots — Presentation of characteristics*
- [11] ISO 13849-1, *Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 1: General principles for design*
- [12] ISO 13849-2, *Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 2: Validation*
- [13] ISO 13850, *Safety of machinery — Emergency stop function — Principles for design*
- [14] ISO 13851, *Safety of machinery — Two-hand control devices — Principles for design and selection*
- [15] ISO 13854, *Safety of machinery — Minimum gaps to avoid crushing of parts of the human body*
- [16] ISO 13855, *Safety of machinery — Positioning of safeguards with respect to the approach speeds of parts of the human body*
- [17] ISO 13856 (all parts), *Safety of machinery — Pressure-sensitive protective devices*
- [18] ISO 13857, *Safety of machinery — Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs*
- [19] ISO 14118, *Safety of machinery — Prevention of unexpected start-up*
- [20] ISO 14119, *Safety of machinery — Interlocking devices associated with guards — Principles for design and selection*
- [21] ISO 14120, *Safety of machinery — Guards — General requirements for the design and construction of fixed and movable guards*

- [22] ISO 14123-1, *Safety of machinery — Reduction of risks to health resulting from hazardous substances emitted by machinery — Part 1: Principles and specifications for machinery manufacturers*
- [23] ISO 14123-2, *Safety of machinery — Reduction of risks to health resulting from hazardous substances emitted by machinery — Part 2: Methodology leading to verification procedures*
- [24] ISO 14159, *Safety of machinery — Hygiene requirements for the design of machinery*
- [25] ISO 14738, *Safety of machinery — Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery*
- [26] ISO 19353, *Safety of machinery — Fire prevention and fire protection*
- [27] ISO/TR 23849, *Guidance on the application of ISO 13849-1 and IEC 62061 in the design of safety-related control systems for machinery*
- [28] ISO 29262, *Production equipment for microsystems — Interface between end effector and handling system*
- [29] ISO 31000, *Risk management — Guidelines*
- [30] EN 614 (alle Teile), *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Gestaltungsgrundsätze*
- [31] EN 563, *Sicherheit von Maschinen — Temperaturen berührbarer Oberflächen — Ergonomische Daten zur Festlegung von Temperaturgrenzwerten für heiße Oberflächen*
- [32] EN 1093-1 (alle Teile), *Sicherheit von Maschinen — Bewertung der Emission von luftgetragenen Gefahrstoffen*
- [33] EN 1127-1, *Explosionsfähige Atmosphären — Explosionsschutz — Teil 1: Grundlagen und Methodik*
- [34] EN 1127-2, *Explosionsfähige Atmosphären — Explosionsschutz — Teil 2: Grundlagen und Methodik in Bergwerken*
- [35] EN 1837, *Sicherheit von Maschinen — Maschinenintegrierte Beleuchtung*
- [36] EN 12198 (alle Teile), *Sicherheit von Maschinen — Bewertung und Verminderung des Risikos der von Maschinen emittierten Strahlung*
- [37] CEN/TR 14715, *Safety of machinery — Ionizing radiation emitted by machinery — Guidance for the application of technical standards in the design of machinery in order to comply with legislative requirements*
- [38] ISO/TR 23849, *Guidance on the application of ISO 13849-1 and IEC 62061 in the design of safety-related control systems for machinery*
- [39] IEC 31010, *Risk management — Risk assessment techniques*
- [40] IEC 60073, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification — Coding principles for indicators and actuators*
- [41] IEC 60204-1, *Safety of machinery — Electrical equipment of machines — Part 1: General requirements*
- [42] IEC 60812, *Failure modes and effects analysis (FMEA and FMECA)*

- [43] IEC 61000-6-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-2: Generic standards — Immunity for industrial environments*
- [44] IEC 61000-6-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-4: Generic standards — Emission standard for industrial environments*
- [45] IEC 61496-2, *Safety of machinery — Electro-sensitive protective equipment — Part 2: Particular requirements for equipment using active opto-electronic protective devices (AOPDs)*
- [46] IEC 61800-5-2, *Adjustable speed electrical power drive systems — Part 5-2: Safety requirements — Functional*
- [47] IEC 61310-1, *Safety of machinery — Indication, marking and actuation — Part 1: Requirements for visual, acoustic and tactile signals*
- [48] IEC 60364-7-729, *Low-voltage electrical installations — Part 7-729: Requirements for special installations or locations — Operating or maintenance gangways*
- [49] IEC 61496 (alle Teile), *Safety of machinery — Electro-sensitive protective equipment*
- [50] IEC 61496-2, *Safety of machinery — Electro-sensitive protective equipment — Part 2: Particular requirements for equipment using active opto-electronic protective devices (AOPDs)*
- [51] IEC 61496-3, *Safety of machinery — Electro-sensitive protective equipment — Part 3: Particular requirements for Active Opto-electronic Protective Devices responsive to Diffuse Reflection (AOPDDR)*
- [52] IEC/TR 61496-4, *Safety of machinery — Electro-sensitive protective equipment — Part 4: Particular requirements for equipment using vision based protective devices (VBPD)*
- [53] IEC 61508
- [54] IEC 61800-5-2, *Adjustable speed electrical power drive systems — Part 5-2: Safety requirements — Functional*
- [55] IEC 62046, *Safety of machinery — Application of protective equipment to detect the presence of persons*
- [56] IEC 62061, *Safety of machinery — Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems*
- [57] IEC 62079, *Preparation of instructions — Structuring, content and presentation*

- Entwurf -