

Industrierobotik – Sicherheitsanforderungen - Spotlights

Betriebssicherheit – aktueller Stand und Beispiele aus der Praxis

LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, 30.06.2021

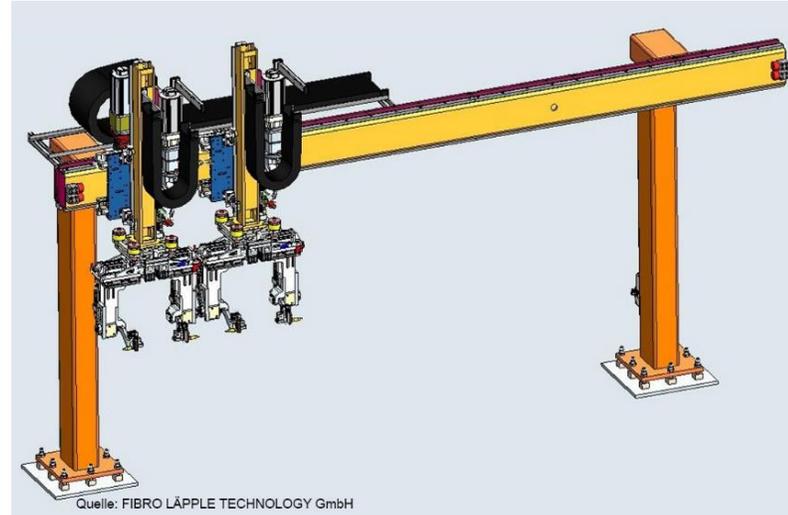
Dr. Matthias Umbreit, BGHM
Tel. +49 6131 802 13953
E-Mail: m.umbreit@bghm.de



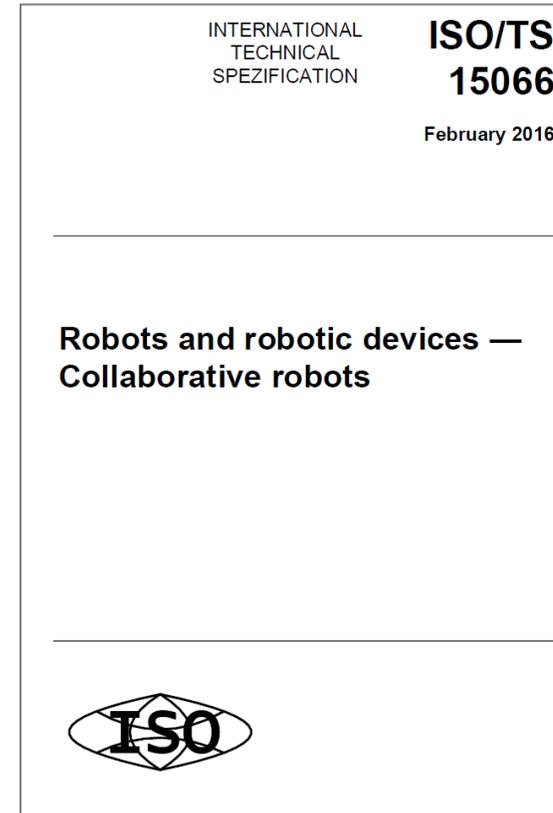
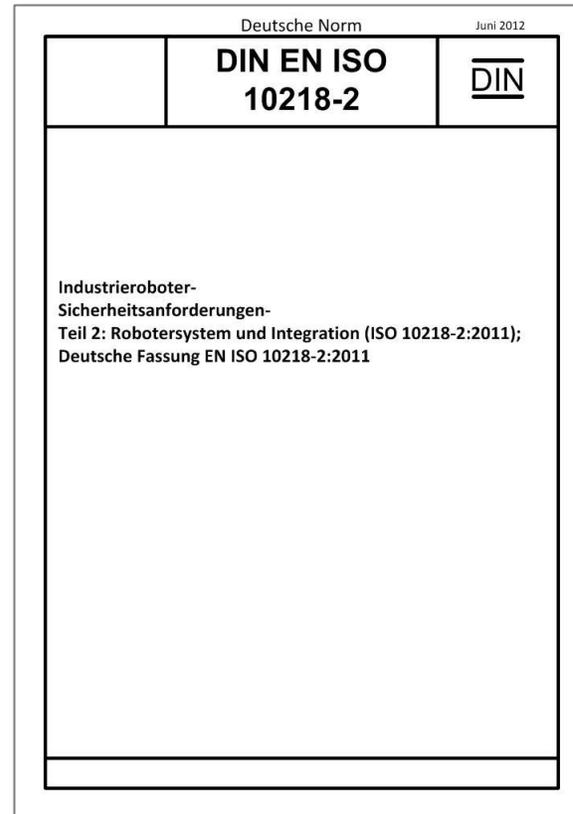
Foto: BGHM

Spotlight:
Für IR wichtige rechtliche Anforderungen
z. B. Einbauerklärung, Konformitätserklärung, Verkettung

Roboterdefinition



Robotersicherheit - Industriebereich



Harmonisierte Normen nach EG-Maschinenrichtlinie

Einbauerklärung - RL 2006/42/EG Art. 13, Anh. IIb



Foto: Reis GmbH & Co. KG Maschinenfabrik

Industrieroboter GmbH
 Industriestraße 1, 123456 Sampleort

Einbauerklärung

nach Richtlinie 2006/42 EG (Maschinenrichtlinie),
 Anhang II B

Hiermit erklären wir, dass die unvollständige Maschine
 6-Achs-Industrieroboter; Typ Alpha-6; Serien-Nr. 2010-XX; Handelsbezeichnung: A-6
**den in Anlage 1 aufgelisteten grundlegenden Anforderungen der
 Richtlinie 2006/42 EG (Maschinenrichtlinie) und außerdem den Richtlinien
 2004/108/EG (EMV-Richtlinie)
 97/23/EG (Druckgeräte-Richtlinie)
 entspricht.**

Ferner erklären wir, dass die **speziellen technischen Unterlagen** für diese unvollständige
 Maschine gemäß Anhang VII Teil B erstellt wurden. Wir verpflichten uns, den
 Marktaufsichtsbehörden auf begründetes Verlangen die speziellen technischen
 Unterlagen über unsere Dokumentationsabteilung zu übermitteln.
Bevollmächtigter für die Zusammenstellung der technischen Unterlagen:
 Herr Mustermann, Musterstraße, Musterstadt

Die Inbetriebnahme der unvollständigen Maschine bleibt solange unzulässig, bis die
 unvollständige Maschine als Bestandteil einer Maschine eingebaut wurde und
 diese den Bestimmungen der EG-Maschinenrichtlinie entspricht und die EG-
 Konformitätserklärung gemäß Anhang II A vorliegt.

Sampleort, 04.01.2020



 (Geschäftsführer)

Anlage 1: Liste der grundlegenden Anforderungen nach Anhang I,
 RL 2006/42/EG
 Anlage 2: Montageanleitung nach Anhang VI, RL 2006/42/EG

Firmenlogo
 Name und Anschrift des Herstellers

EG-Konformitätserklärung

nach Richtlinie 98/37 EG (Maschinenrichtlinie), Anhang II A
 Hiermit erklären wir, dass die Bauart der
 Roboter- Bearbeitungszelle
 Typ XXXX
 Maschinen-Nr. XXXX
 Baujahr XXXX
 den folgenden Bestimmungen entspricht:
 Richtlinie 98/37 EG (Maschinenrichtlinie)
 Richtlinie 73/23 EWG (Niederspannungsrichtlinie)
 Richtlinie 89/336 EWG (EMV- Richtlinie).

Folgende harmonisierte Normen wurden angewendet:
 DIN EN 10218-1: Industrieroboter – Sicherheit.
 EN 61000-6-4: Elektromagnetische Verträglichkeit. Störaussendung
 Industriebereich
 EN 61000-6-2: Elektromagnetische Verträglichkeit. Störfestigkeit
 Industriebereich

Folgende nationale technische Normen und Spezifikationen wurden
 angewendet:
 Richtlinie VDI 2854: Sicherheitstechnische Anforderungen an
 automatisierte Fertigungssysteme

.....
 Ort, Datum



 Unterschrift (Funktion)

Quelle: BGHM

Guide MRL

- Leitfaden für die Anwendung der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG Auflage 2.1 – Juli 2017 (Aktualisierung der 2. Auflage)

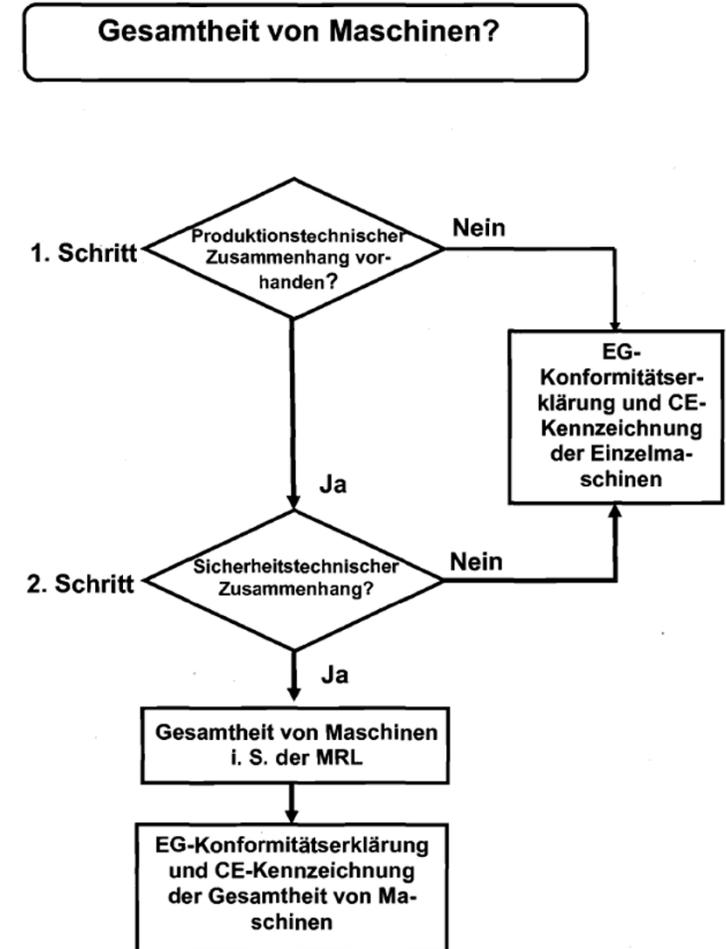
In der Praxis sind Industrieroboter nur dann als vollständige Maschinen im Sinne der Maschinenrichtlinie anzusehen, wenn sie als „unabhängige und unabhängig funktionierende Roboter“ so mit einem Endeffektor und einer Steuerung ausgestattet sind, **dass sie eine bestimmte Anwendung eigenständig erfüllen können**

Gesamtheit von Maschinen / Maschinenverkettung

Wann ist ein Zusammenwirken von Maschinen als Gesamtmaschine (Verkettete Anlage) zu betrachten?



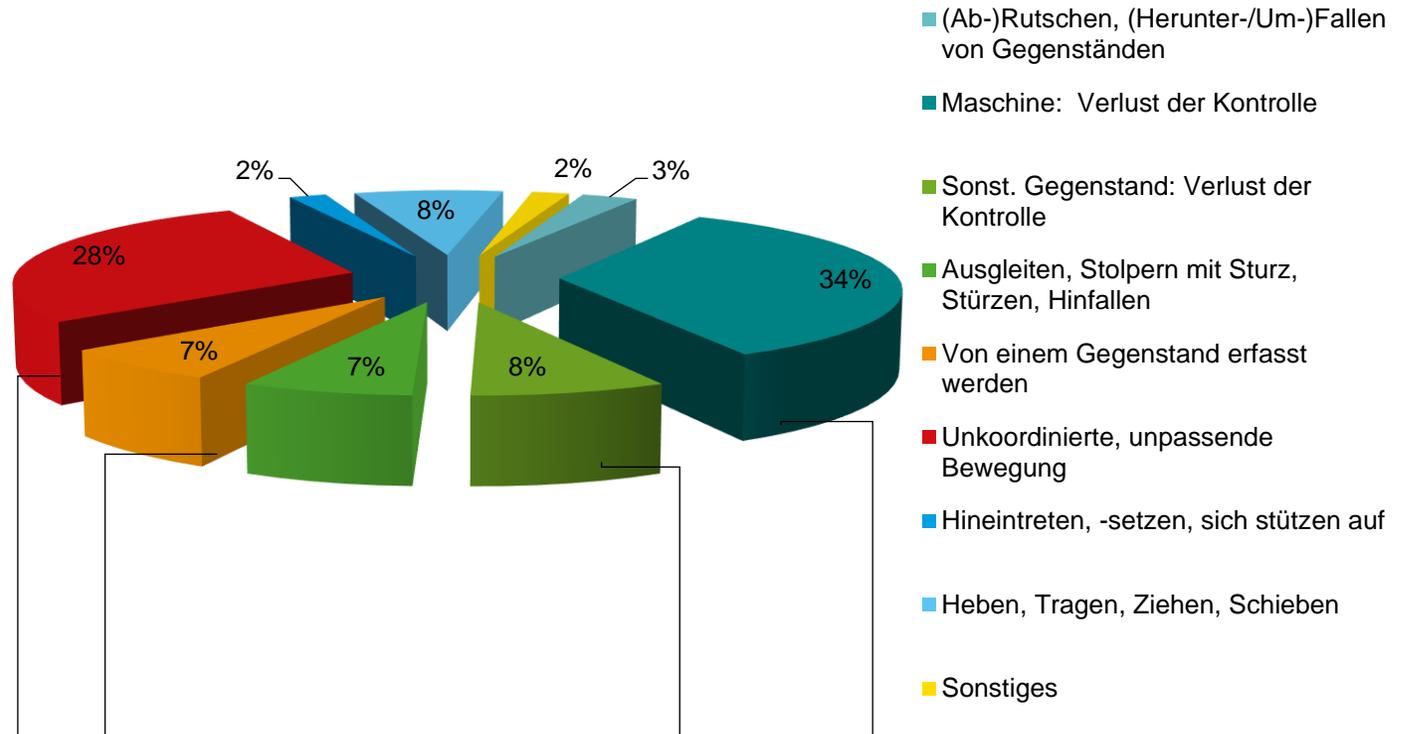
Die Maschinen müssen so miteinander verbunden sein, „dass ein Ereignis das bei einem Bestandteil der Maschine auftritt, zu einer Gefährdung bei einem anderen Bestandteil führt und für diese Gesamtheit sicherheitstechnische Maßnahmen ergriffen werden müssen“ ...



Quelle: Gemeinsames Ministerialblatt 2011 Nr.12 S. 233 Bek. d. BMAS v. 5.5.2011, IId5b-39607-3-

Spotlight: Ausgewählte technische und organisatorische Schutzmaßnahmen

Unfallursachen



Quelle: DGUV 2010 - 2018

Mehr als drei Viertel aller Arbeitsunfälle an Industrieroboteranlagen ereignen sich während der Störungsbeseitigung.

TOP-Prinzip

S Substitution

T Technische Schutzmaßnahmen

O Organisatorische Schutzmaßnahmen

P Personenbezogene Schutzmaßnahmen

Quittieren



- Quittiertaster darf nicht von innerhalb des Gefahrenraums erreichbar sein.
- Zurücksetzen der Schutzeinrichtung muss absichtliche Handlung sein
- Quittierposition muss freien Blick auf Gefahrenraum erlauben (→ Bedienungsanleitung). Ggf. mehrere Quittiertaster / Sichtfenster

Lock-Out

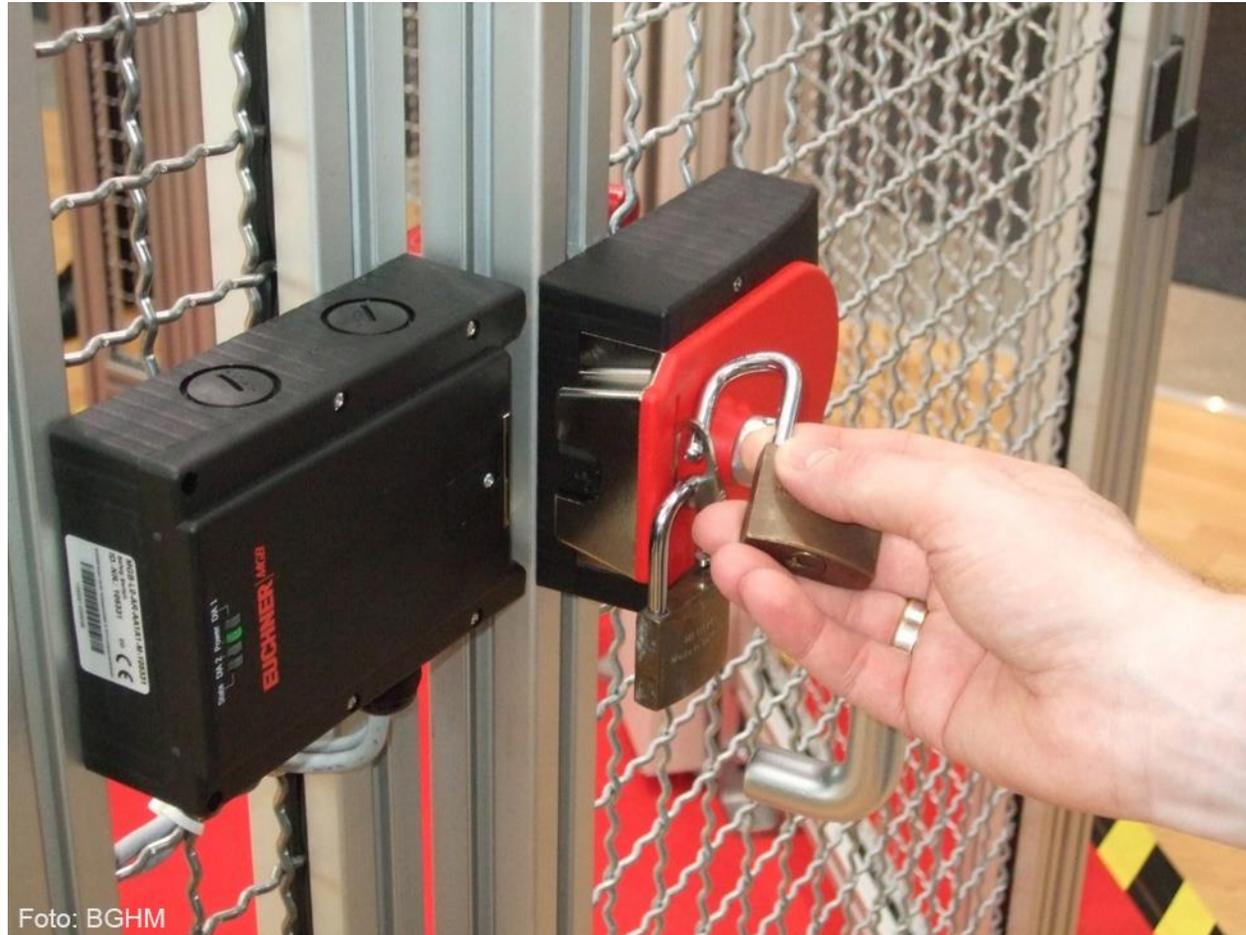
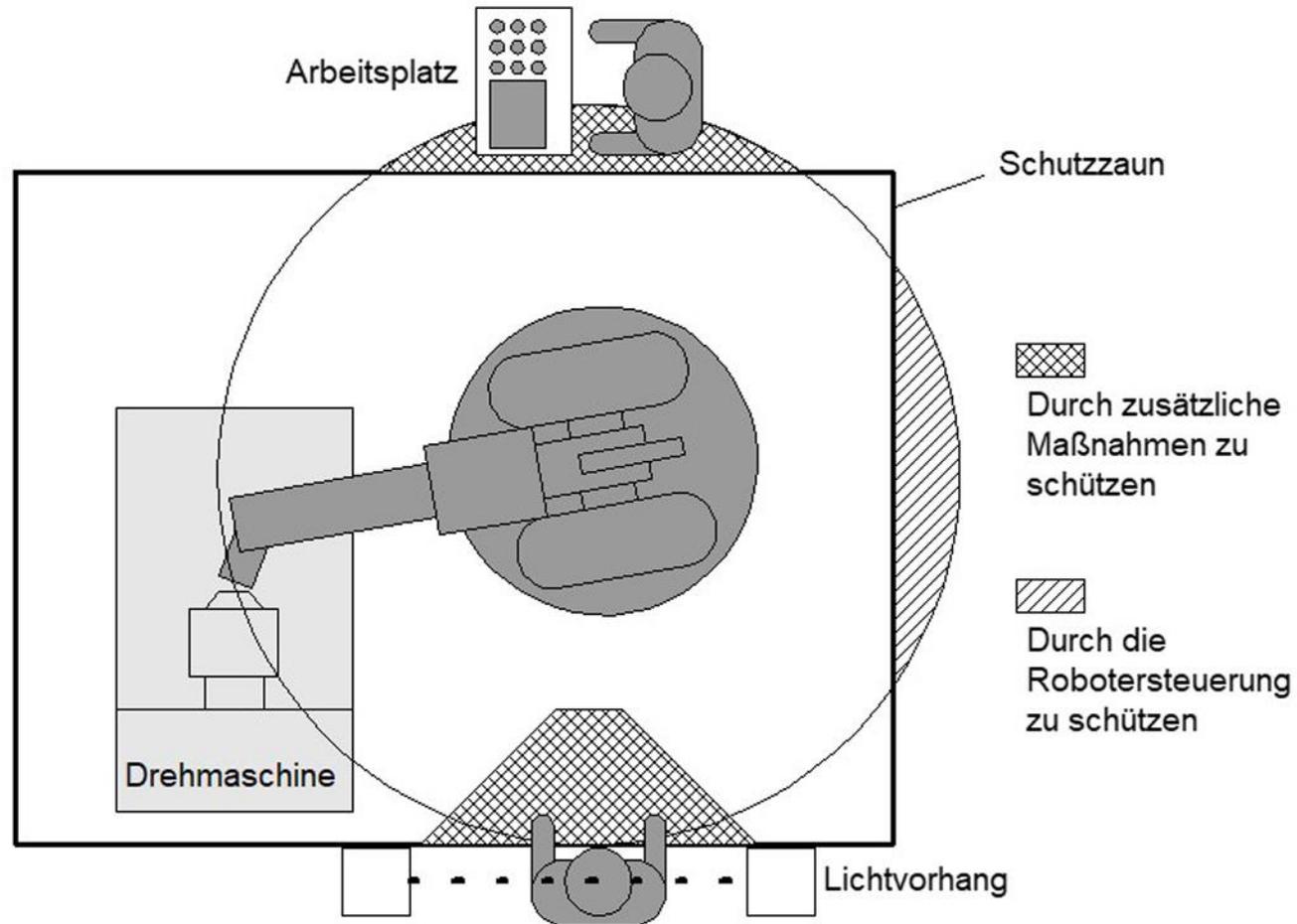


Foto: BGHM

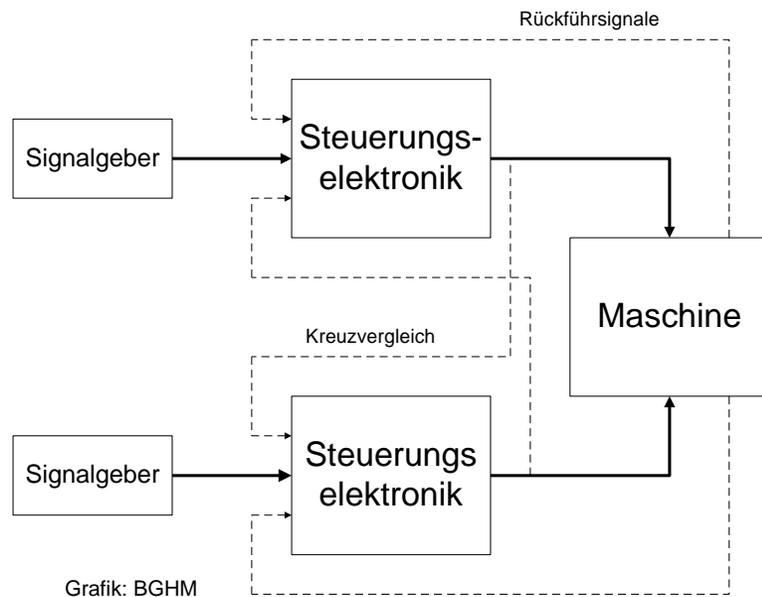
Begrenzung des Bewegungsraumes



Grafik: BGHM

Sicherheitsrelevante Steuerungen

EN ISO 10218-1, Abschn. 5.4



Die sicherheitsbezogenen Steuerungen von Industrierobotern müssen folgende Anforderungen erfüllen:

	EN ISO 13849-1	oder	EN 62061
Ausfallwahrscheinlichkeit	PLd		SIL 2
Architektur	Kategorie 3		Hardware Fehlertoleranz 1

Auf Basis einer umfassenden Risikobeurteilung dürfen höhere oder niedrigere Anforderungen gewählt werden.

Betriebsarten



Automatik
Schutzeinrichtungen
geschlossen



T1 - Reduzierte Geschwindigkeit
max. 250 mm/s
Zustimmschalter + Tippschalter



T2 - bis Geschwindigkeit 100%.
Zustimmschalter + Tippschalter



Zustimmschalter



- Seit 2007 für Neuanlagen nur 3-stufige Ausführung zulässig.
- Freigabe nur in Mittelstellung. In jeder anderen Position Stopp.
- Kategorie 3, PLd
- Fahrbefehlauslösung durch ZS + Verfahrtaste, aber
- **Achtung:** Durch Zustimmschalter erfolgt Energiefreigabe. Anstehende Fahrbefehle können ausgelöst werden!

Spotlight: Kollaborierende Robotersysteme (Cobots)

Industrieroboter vs. Cobot

Industrieroboter



© Baloncici / 123RF.com

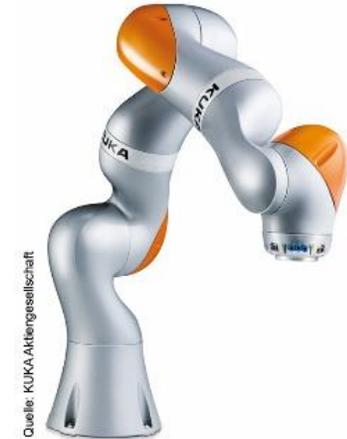


Foto: KUKA Roboter GmbH

Cobot-Roboter



Foto: B&M



Quelle: KUKA-Aktiengesellschaft

Kollaborationsarten:

- Handführung
- Sicherheitsgerichteter Stopp
- Geschwindigkeits- u. Abstandsüberwachung
- **Leistungs- und Kraftbegrenzung**

Körpermodell

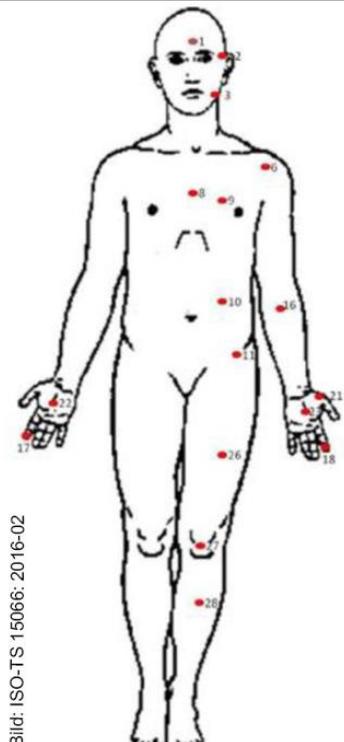
Körpervorderseite	Spezifische Lokalisation	Körperregion	
	1	Stimmritze	Schädel/Stirn
	2	Schläfe	Schädel/Stirn
	3	Kaumuskel	Gesicht
	6	Schultergelenk	Rücken/Schultern
	8	Brustbein	Brust
	9	Brustmuskel	Brust
	10	Bauchmuskel	Bauch
	11	Beckenknochen	Becken
	16	Armnerve	Oberarm/Ellenbogen
	17	Zeigefingerbeere d	Hand/Finger
	18	Zeigefingerbeere nd	Hand/Finger
	21	Daumenballen	Hand/Finger
	22	Handinnenfläche d	Hand/Finger
	23	Handinnenfläche nd	Hand/Finger
	26	Oberschenkelmuskel	Oberschenkel/Knie
	27	Kniescheibe	Oberschenkel/Knie
	28	Schienbein	Unterschenkel

Bild: ISO-TS 15066: 2016-02

d	Dominante Körperseite
nd	Nicht dominante Körperseite

Tabellen: BGHM/FBHM-080

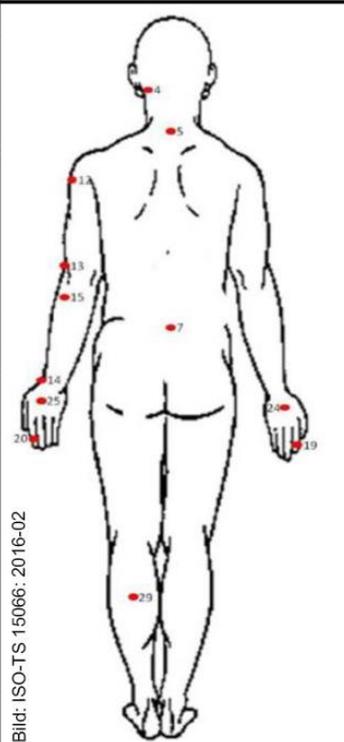
Körperrückseite	Spezifische Lokalisation	Körperregion	
	4	Halsmuskel	Hals (Seiten/Nacken)
	5	Dornfortsatz 7. Halswirbel	Hals (Seiten/Nacken)
	7	Dornfortsatz 5. Lendenwirbel	Rücken/Schultern
	12	Deltamuskel	Oberarm/Ellenbogen
	13	Oberarmknochen	Oberarm/Ellenbogen
	14	Speichenknochen	Unterarm/Handgelenk
	15	Unterarmmuskel	Unterarm/Handgelenk
	19	Zeigefingerendgelenk d	Hand/Finger
	20	Zeigefingerendgelenk nd	Hand/Finger
	24	Handrücken d	Hand/Finger
	25	Handrücken nd	Hand/Finger
	29	Wadenmuskel	Unterschenkel

Bild: ISO-TS 15066: 2016-02

d	Dominante Körperseite
nd	Nicht dominante Körperseite

DGUV Information FBHM-080 (ISO TS 15066)

Körperlokalisierung		Quasi statischer Kontakt (Klemmen)		Transienter Kontakt (Freier Stoß)	
Spezifische Lokalisation	Körperregion	Spitzendruck p_s [N/cm ²] (Anmerkung 1)	Kraft F_s [N] (Anmerkung 2)	Spitzendruck P_T Faktor (Anmerkung 3)	Kraft F_T Faktor (Anmerkung 3)
1	Stirnmitte	130	130	Kein	Kein
2	Schläfe				
3	Kaumuskel	110	65	2	2
4	Halsmuskel	140	150		
5	Dornfortsatz 7. Halswirbel	210	210		
6	Schultergelenk	160			
7	Dornfortsatz 5. Lendenwirbel	210	140		
8	Brustbein	120			
9	Brustmuskel	170	110		
10	Bauchmuskel	140			
11	Beckenknochen	210	180		
12	Deltamuskel	190			
13	Oberarmknochen	220	160		
14	Speichenknochen	190			
15	Unterarmmuskel	180			
16	Armnerve	180	140		
17	Zeigefingerbeere d	300			
18	Zeigefingerbeere nd	270			
19	Zeigefingerendgelenk d	280			
20	Zeigefingerendgelenk nd	220			
21	Daumenballen	200			
22	Handinnenfläche d	260			
23	Handinnenfläche nd	260			
24	Handrücken d	200			
25	Handrücken nd	190			
26	Oberschenkelmuskel	250	220		
27	Kniescheibe	220			
28	Schienbein	220	130		
29	Wadenmuskel	210			

Quelle: BGHM/FBHM-080

Kritische Zone

Statischer Druck
(Klemmen)

Statische Kraft
(Klemmen)

Faktor transienter Druck
(dynamischer Stoß)

Faktor transiente Kraft
(dynamischer Stoß)

Weitere Informationen



Checkliste: Kollaborierende Robotersysteme (Freilaufender Betrieb ohne äußere Schutzeinrichtungen)		Ja	Nein
Dokumentation	Liegen für die Roboterapplikation folgende technische Unterlagen vor:		
	- EG-Konformitätserklärung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Risikobeurteilung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Betriebsanleitung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äußere technische Merkmale	<i>Anmerkung:</i> Dokumentation für Roboterapplikation einschließlich Werkzeuge und Vorrichtungen. Diese Unterlagen stellt in der Regel der sogenannte Integrator zusammen, d.h. die Firma, welche den Roboter programmiert, erprobt und dem Betreiber zur Nutzung übergibt. Die Unterlagen nur für den „nackten“ Roboter sind nicht ausreichend. Wenn kein Integrator existiert muss der Betreiber die o.g. Unterlagen selbst erstellen.		
	- Typenschild mit Name und Anschrift des Integrators (Typenschild des Roboters ist nicht ausreichend)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Not-Halt-Taster leicht erreichbar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Keine scharfen oder spitzen Kanten einschl. Werkzeug und Werkstück. Polsterung. Keine Scherkanten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Kann sich der Mitarbeiter jederzeit vom Roboter entfernen bzw. selbst befreien?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Keine großen Traglasten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sicherheits	- Ist der Kopf außerhalb des Arbeitsbereichs?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Ist der Roboter sicher? Sichere Begrenzung von Geschwindigkeit, Position, Kraft und Druck (Kategorie 3, PLd)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<i>Anmerkung:</i> Kann in der Regel nur durch ein Zertifikat einer für Maschinen zugelassenen Prüfstelle nachgewiesen werden, z.B. BG oder TÜV		
	- Wurden Geschwindigkeit, Kräfte und Drücke an der Applikation gemessen, um das Verletzungsrisiko zu minimieren?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

