

## Vorbemerkung

Diese BG-Information wurde vom berufsgenossenschaftlichen Fachausschuss Maschinenbau, Fertigungssysteme, Stahlbau erstellt. Sie wendet sich insbesondere an die Praktiker im Betrieb. In der BGI werden die wichtigsten sicherheitstechnischen Merkmale von Industrierobotern in kurzer Form aufgezeigt. Sie soll eine schnelle Hilfe sein bei Planung, Abnahme, Überwachung und Betrieb von Industrierobotern und Industrieroboteranlagen. Für weitergehende Informationen wird auf Fachliteratur, die Betriebssicherheitsverordnung und auf die für Industrierobotersicherheit zutreffende Normenreihe DIN EN ISO 10218 "Industrieroboter; Sicherheitsanforderungen" verwiesen.

Diese BG-Information ersetzt die Broschüre "Sichere Industrieroboter - Hinweise für Sicherheitsfachkräfte im Betrieb" des Fachausschusses Eisen und Metall II aus dem Jahre 2000. Die kurze an Bildern orientierte Darstellung wird auf Wunsch der Anwender beibehalten. Neuerungen haben sich z. B. ergeben bei den gesetzlichen Bestimmungen, kollaborierenden, kooperierenden Robotern und wiederkehrenden Prüfungen.

## 1. Gesetzliche Bestimmungen

Für Industrieroboter, die noch nicht in eine Maschine oder Anlage eingebaut sind und deshalb keine Produktionsaufgaben wahrnehmen können (nicht verwendungsfertig), z. B. einzelne Roboter ohne Vorrichtungen, Schutzeinrichtungen usw., müssen entsprechend Maschinenrichtlinie Anhang II B folgende Unterlagen mitgeliefert werden:

- Bis einschließlich 28. Dezember 2009: Herstellererklärung nach Richtlinie 98/37/EG (siehe Bild 2).
- Ab 29. Dezember 2009: Einbauerklärung nach Richtlinie 42/2006/EG (siehe Bild 3) und Montageanleitung.

Zur Vereinfachung der Dokumentationsverfahren können vor dem 29. Dezember 2009 zusätzlich zur Herstellererklärung Einbauerklärung und Montageanleitung dem Produkt schon beigelegt werden, mit dem Vermerk "Gültig ab 29. Dezember 2009".

**Bild 1: Industrieroboter, für den bis 28. Dezember 2009 eine Herstellererklärung bzw. ab 29. Dezember 2009 eine Einbauerklärung und eine Montageanleitung erforderlich sind**



**Bild 2: Beispiel für eine Herstellererklärung (gültig bis 28. Dezember 2009)**

Firmenlogo  
Name und Anschrift des Herstellers

### Herstellereklärung

nach Richtlinie 98/37/EG (Maschinenrichtlinie), Anhang II B

Hiermit erklären wir, dass die Bauart des

Industrieroboters; Typ XXXX; Maschinen-Nr. XXXX; Baujahr XXXX

zum Einbau in eine andere Maschine/Anlage bestimmt ist und die Inbetriebnahme dieses Erzeugnisses erst in Verbindung mit einer den Bestimmungen der Maschinenrichtlinie konformen Maschine zulässig ist.

#### Folgende harmonisierte Normen wurden angewendet:

DIN EN ISO 10218-1: Industrieroboter - Sicherheitsanforderungen - Teil 1: Roboter

Ort, Datum

Unterschrift  
(Name, Funktion)

**Bild 3: Beispiel für eine Einbauerklärung (gültig ab 29. Dezember 2009)**

Firmenlogo  
Name und Anschrift des Herstellers

### Einbauerklärung

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

Hiermit erklären wir, dass die unvollständige Maschine

Industrieroboter; Typ XXXX; Maschinen-Nr. XXXX; Baujahr XXXX

- soweit es vom Lieferumfang möglich ist - den grundlegenden Anforderungen der

Richtlinie 2006/42/EG (Maschinenrichtlinie)

entspricht.\*

\* Welche Anforderungen siehe Anlage zu dieser Einbauerklärung.

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.

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.

Bevollmächtigter für die Zusammenstellung der technischen Unterlagen: Herr Mustermann, Musterstraße, Musterstadt

Ort, Datum

Unterschrift  
(Name, Funktion)

Für Industrieroboterzellen und -anlagen, die mit allen erforderlichen Schutzeinrichtungen ausgestattet sind und Produktionsaufgaben wahrnehmen können (verwendungsfertig), muss eine EG-

Konformitätserklärung entsprechend Maschinenrichtlinie, Anhang II A vorliegen (Bild 5). In der EG-Konformitätserklärung sollten soweit zutreffend neben der Maschinenrichtlinie auch mitgeltende EG-Richtlinien aufgeführt werden. Die Niederspannungsrichtlinie muss nicht explizit aufgeführt werden, da sie von der Maschinenrichtlinie mit erfasst ist.

**Bild 4: Roboterzelle, für die eine Konformitätserklärung erforderlich ist**



**Bild 5: Beispiel für eine Konformitätserklärung**

<p>Firmenlogo Name und Anschrift des Herstellers</p> <p><b>EG-Konformitätserklärung</b></p> <p>nach Richtlinie 98/37/EG <sup>1</sup> (Maschinenrichtlinie), Anhang II A</p> <p>Hiermit erklären wir, dass die Bauart der Roboter-Bearbeitungszelle Typ XXXX; Maschinen-Nr. XXXX; Baujahr XXXX den folgenden Bestimmungen entspricht: Richtlinie 98/37/EG <sup>1</sup> (Maschinenrichtlinie)</p> <p><b>Folgende harmonisierte Normen wurden angewendet:</b></p> <p>DIN EN ISO 10218-1: Industrieroboter - Sicherheitsanforderungen Teil 1: Roboter</p> <p>Bevollmächtigter für die Zusammenstellung der technischen Unterlagen: Herr Mustermann, Musterstraße, Musterstadt <sup>2</sup></p>	
Ort, Datum	Unterschrift (Name, Funktion)

<sup>1</sup>) Ab 29. Dezember 2009: Richtlinie 2006/42/EG .

<sup>2)</sup> Dieser Satz ist erst ab 29. Dezember 2009 gefordert.

## 2 Schutzeinrichtungen

Industrieroboter müssen mit trennenden oder nicht trennenden Schutzeinrichtungen gesichert sein. Bewegliche trennende Schutzeinrichtungen und nicht trennende Schutzeinrichtungen müssen mit den gefahrbringenden Bewegungen steuerungstechnisch verriegelt sein (Stillsetzen der gefahrbringenden Bewegungen bei Annäherung oder Zugriff). Ist mit gefahrbringenden Nachlaufbewegungen zu rechnen, müssen trennende Schutzeinrichtungen zusätzlich mit Zuhaltungen ausgerüstet werden.

Für kollaborierende (assistierende) Roboter gelten gesonderte Regelungen.

Trennende Schutzeinrichtungen	Feststehende trennende Schutzeinrichtungen	Umzäunungen, Kabinen	<b>Bild 6</b> 
	Bewegliche trennende Schutzeinrichtungen	Schutztüren, Klappen, Schutzfenster	<b>Bild 7</b> 
Nicht trennende Schutzeinrichtungen		Lichtvorhänge, Scanner, Schaltmatten, Schaltplatten, Zwei-Hand-Schaltungen	<b>Bild 8</b> 

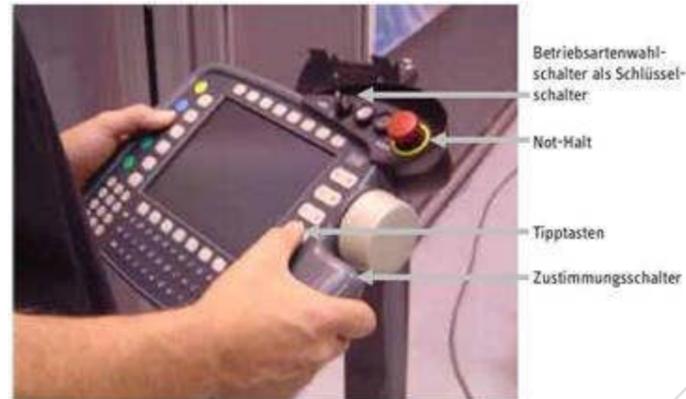
## 3 Einrichten, Programmieren

Sind zeitlich begrenzte Arbeiten an der Roboteranlage bei aufgehobener Schutzwirkung von Schutzeinrichtungen notwendig, müssen folgende Schutzmaßnahmen vorhanden sein:

- Betriebsartenwahlschalter als Schlüsselschalter,
- Not-Halt-Einrichtung auf dem Programmierhandgerät,
- Schutzmaßnahmen für den Betrieb des Roboters entsprechend den vorgesehenen Betriebsarten (Zustimmungsschalter, Tippschaltung, reduzierte Geschwindigkeit)

- Schutzmaßnahmen hinsichtlich Sekundärgefahren, z. B. herrührend von Förder- und Spanneinrichtungen, Fräs- und Bohrwerkzeugen, Laser und dergleichen.

**Bild 9: Programmierhandgerät**



**4 Betriebsarten**

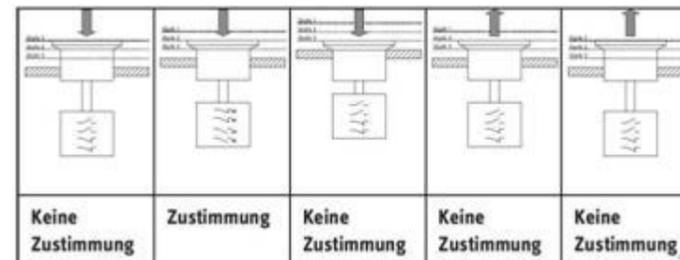
Für Industrieroboter gelten die nachfolgenden sicherheitsbezogenen Betriebsarten. Die Mitarbeiter sind entsprechend den Herstellerangaben hinsichtlich der Risiken beim Einrichten, Programmieren und Testen zu unterweisen.

Betriebsart	Schutzmaßnahme	
Manuell Reduzierte Geschwindigkeit (T <sub>1</sub> )	Schutzeinrichtungen dürfen geöffnet bzw. unwirksam sein <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesonderte Stellung des Schlüsselschalters und</li> <li>• Reduzierte Geschwindigkeit (25 cm/s) in Verbindung mit Zustimmungsschalter und Tippschaltung</li> </ul>	<b>Bild 10</b> 
Manuell Hohe Geschwindigkeit (T <sub>2</sub> )	Schutzeinrichtungen dürfen geöffnet bzw. unwirksam sein <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesonderte Stellung des Schlüsselschalters oder zusätzlicher Schlüsselschalter und</li> <li>• Verfahrensgeschwindigkeit bis zur vollen Arbeitsgeschwindigkeit und</li> <li>• Tippschaltung in Verbindung mit Zustimmungsschalter und</li> <li>• Geschützter Standort für den Einrichter</li> </ul>	<b>Bild 11</b> 
Automatik	Schutzeinrichtungen müssen geschlossen bzw. wirksam sein <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesonderte Stellung des Schlüsselschalters</li> </ul>	<b>Bild 12</b> 

## 5 Zustimmungsschalter

Ab Baujahr 2007 dürfen für Neuanlagen nur noch dreistufige Zustimmungsschalter verwendet werden. Bei Altanlagen können je nach Gefährdung zweistufige oder dreistufige Zustimmungsschalter eingesetzt werden. Dreistufige Zustimmungsschalter erlauben auch beim Verkrampfen (Panikstellung) noch ein sicheres Stillsetzen. Allein durch die Betätigung der Zustimmungsschalter dürfen bestimmungsgemäß keine gefahrbringenden Bewegungen eingeleitet werden.

**Bild 13**



Zustimmungsschalter bzw. deren Steuerung müssen so aufgebaut sein, dass die Möglichkeit, sie zu umgehen (Manipulation) minimiert wird, z. B. durch willensunabhängige steuerungstechnische Abfrage gegen Dauerbetätigung.

**Bild 14: Zustimmungsschalter mit zusätzlicher Not-Halt-Funktion**



## 6 Störungssuche

Die Störungssuche muss zunächst von außerhalb der Gefahrenbereiche durchgeführt werden. Weiterhin müssen insbesondere für die Roboter die vom Anlagenhersteller zum Einrichten und Programmieren vorgesehenen Einrichtungen benutzt werden, z. B. Zustimmungsschalter in Verbindung mit dem Programmierhandgerät.

Wenn sich die Störungssuche nicht in der oben beschriebenen Weise durchführen lässt, (z. B. für Drehtische, Fördertechnik) müssen individuelle Arbeitsverfahren für die Instandhalter festgelegt werden, z. B.

- Zugang mit Schlüsselschalter,
- Sicherer Standort zum Beobachten,
- Zustimmungsschalter, möglichst mit Tippbetrieb und reduzierter Geschwindigkeit
- Besondere Arbeitsanweisungen für die Instandhalter.

**Bild 15: Störungssuche mit gedrücktem Zustimmungsschalter**

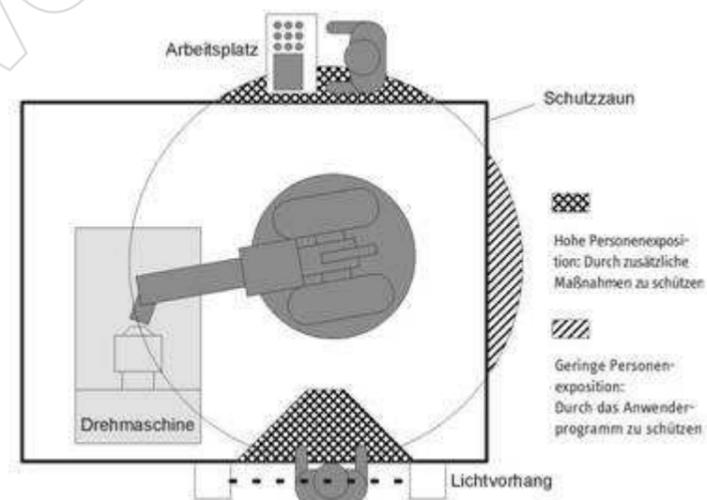


## 7 Begrenzung des Bewegungsbereiches

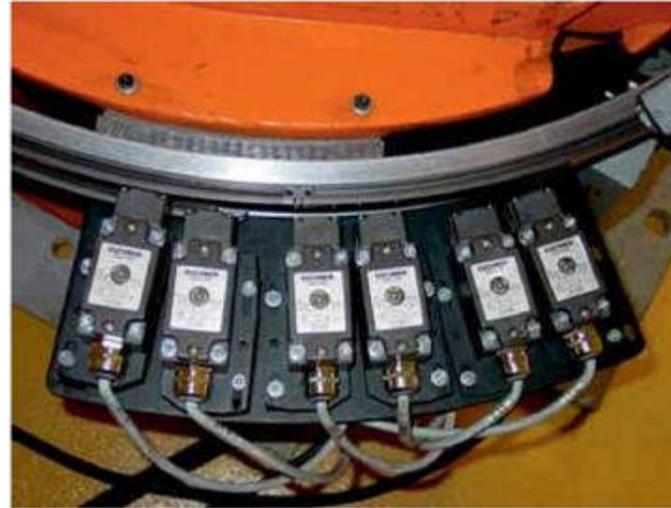
Bereiche, in denen sich häufig Personen aufhalten - auch außerhalb der Umzäunung - sind durch zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen vor fehlerhaften Verfahrbewegungen des Roboters zu schützen. Die Maßnahmen sind entsprechend den örtlichen Gegebenheiten und des zu mindernden Risikos auszuwählen. Geeignet sind:

- ein ausreichender Abstand des Roboters zur Umzäunung,
- mechanische Anschläge (Puffer),
- eine ausreichende Festigkeit der Umzäunung,
- eine sicher überwachte Robotersteuerung,
- sichere kontaktbehafete oder elektronische Achsnocken,
- innen angeordnete Lichtschranken bzw. -vorhänge.

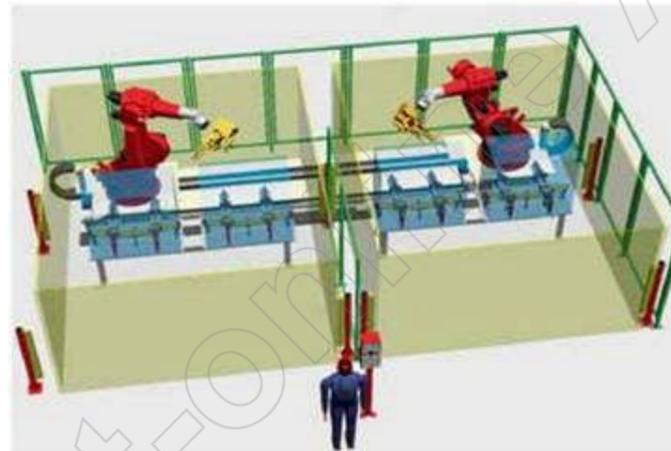
**Bild 16: Beispiel für eine Auswahl der zu schützenden Bereiche**



**Bild 17: Begrenzung des Bewegungsbereiches an Achse 1 durch sicher wirkende Initiatoren**



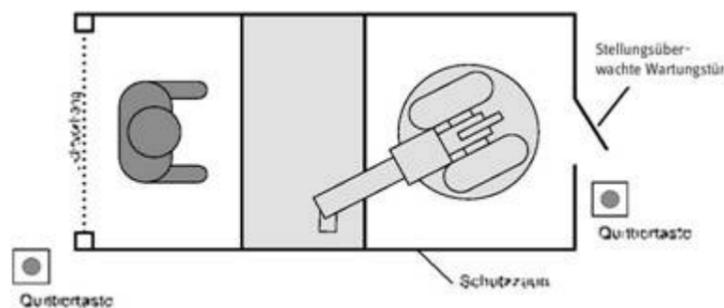
**Bild 18: Begrenzung des Bewegungsbereiches durch sichere Robotersteuerung**



### 8 Startfreigabe

Sind Schutzeinrichtungen hintertretbar, muss immer eine Quittiereinrichtung vorgesehen werden. Gefahrbringende Bewegungen dürfen erst nach Quittierung wirksam werden. Die Quittiereinrichtung muss so angebracht sein, dass sie nicht aus dem Gefahrenbereich heraus erreichbar ist. Der Gefahrenbereich muss vom Ort der Quittierung gut überschaubar sein. Die Quittiereinrichtung darf nur betätigt werden, wenn sich keine Personen mehr im Gefahrenbereich aufhalten.

**Bild 19: Quittierung**



**Bild 20: Quittiereinrichtung**



Bei weiträumigen Anlagen sollten zusätzlich zu den Quittiereinrichtungen Sicherungsmöglichkeiten für Instandhalter vorgesehen werden, z. B. durch die Möglichkeit zum Einhängen von Schlössern (Lock Out) oder gleichwertigen personengebundenen Sicherungseinrichtungen.

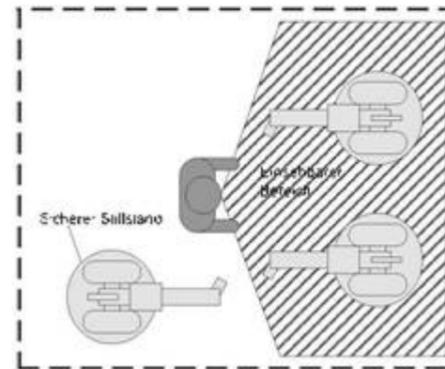
**Bild 21: Lock Out**



### **9 Kooperierende Roboter**

Bei kooperierenden Robotern können mehrere Roboter gleichzeitig (synchron) ein Teil bearbeiten oder handhaben. Beim Einrichten von kooperierenden Robotern kann es erforderlich sein, zwei oder mehr Roboter gleichzeitig zu verfahren. Alle aktiven Roboter müssen vom Einrichter einsehbar sein und mittels der Schutzmaßnahmen auf dem Programmierhandgerät unter seiner alleinigen Kontrolle stehen. Für die nicht einsehbaren Roboter muss ein unerwartetes Anlaufen sicher verhindert sein.

**Bild 22: Einsehbarer Bereich beim Programmieren von mehreren kooperierenden Robotern**



**Bild 23: Kooperierende Roboter handhaben ein Teil synchron**

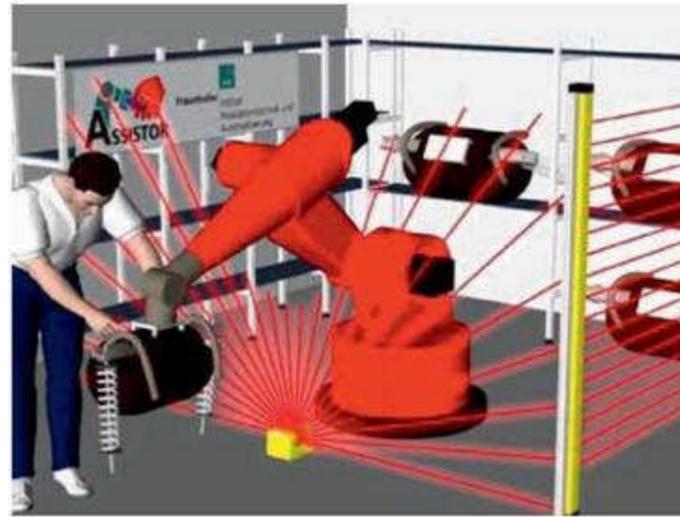


## 10 Kollaborierende Roboter

Kollaborierende (assistierende) Roboter dürfen mit Personen in Kontakt kommen, um sie bei manuellen Tätigkeiten zu unterstützen, z. B. zur Verbesserung der Arbeitsergonomie. Bei der Gestaltung derartiger Arbeitsplätze ist unter anderem auf folgendes zu achten:

- individuelle Gefährdungsanalyse und Risikobeurteilung der vorgesehenen Anlage auf der Grundlage von DIN EN ISO 14121-1, DIN EN ISO 10218 durch den Hersteller in enger Zusammenarbeit mit dem zukünftigen Betreiber,
- sicher überwachte Robotersteuerung zur sicheren Begrenzung von Geschwindigkeiten und Verfahrwegen,
- ergänzende sicherheitstechnische Maßnahmen, z. B. zusätzliche Not-Halt-Einrichtungen und/oder Zustimmungsschalter am Roboter,
- spezielle Dokumentation und Bedienungsanleitung des Herstellers,
- besondere Qualifikation der Anlagenbediener,
- gegebenenfalls Tragen von persönlicher Schutzausrüstung, z. B. Schutzbrille.

**Bild 24: Handgeführter kollaborierender Roboter: Der Roboter arbeitet automatisch im durch Schutzeinrichtungen abgegrenzten Bereich. Außerhalb des durch Schutzeinrichtungen abgegrenzten Bereichs wird der Roboter manuell in die gewünschte Position geführt**



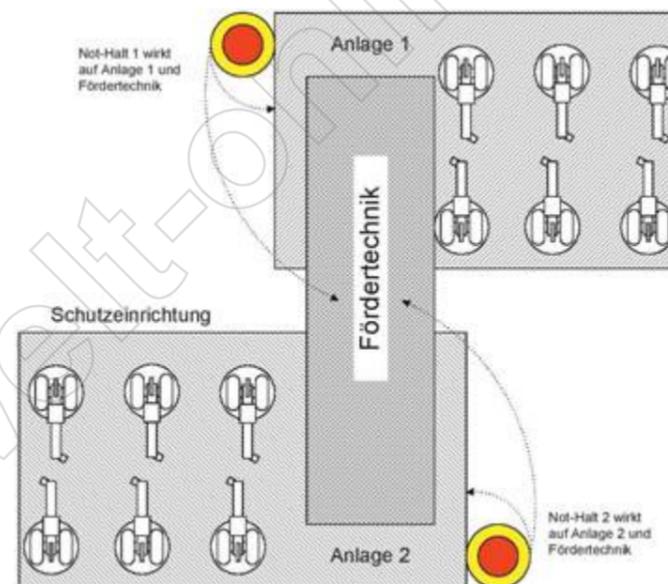
## 11 Verkettung

Bei der Verkettung von Roboteranlagen sind insbesondere die Schnittstellen zu beachten.

Die Wirksamkeit von Schutzeinrichtungen und Not-Halt-Einrichtungen ist so zu gestalten, dass durch angrenzende Anlagen- oder Maschinenteile keine Gefahren entstehen.

Die Wirkungsbereiche von Not-Halt-Einrichtungen müssen durch die bauliche Anordnung der Maschine zu erkennen sein. Sie sind an den Befehlsgeräten deutlich zu kennzeichnen, z. B. durch Symbole oder Text.

**Bild 25: Beispiel für den Wirkungsbereich der Not-Halt-Einrichtungen**



## 12 Wiederkehrende Prüfungen

In Betrieb befindliche Roboteranlagen fallen unter den Geltungsbereich der Unfallverhütungsvorschrift "Grundsätze der Prävention" (BGV A1) sowie der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV). In beiden Vorschriften werden wiederkehrende sicherheitstechnische Prüfungen gefordert. Es gilt auch die Technische Regel TRBS 1201 zur BetrSichV. Die Prüfintervalle sind aus einer Gefährdungsbeurteilung der einzelnen Arbeitsplätze abzuleiten. Sie müssen so festgelegt werden, dass die Roboteranlage nach allgemein zugänglichen Erkenntnisquellen und betrieblichen Erfahrungen im Zeitraum zwischen zwei Prüfungen sicher benutzt werden kann und richten sich nach folgenden Kriterien:

- Informationen des Herstellers,

- Verschleiß der sicherheitsrelevanten Bauteile,
- Unfallgeschehen und Beinaheunfälle,
- betriebliche Erfahrungen.

#### Auswahl prüfungsrelevanter Teile von Roboteranlagen

Prüfgegenstand	Prüfgrundlage	Prüfintervall	Prüfumfang	Prüfer
Schutzeinrichtungen z. B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schutztüren einschließlich deren steuerungstechnische Verriegelung</li> <li>• Schalmatten</li> <li>• Zustimmungsschalter</li> <li>• Lichtvorhänge</li> <li>• Nachlaufmessungen von Schutzeinrichtungen (soweit sicherheitsrelevant)</li> </ul>	BGV A1	jährliche <sup>1)</sup>	Sicht- und Funktionsprüfung	Befähigte Person <sup>2)</sup>
Not-Halt	BGV A1	jährliche <sup>1)</sup>	Sicht- und Funktionsprüfung	Befähigte Person <sup>2)</sup>
Elektrische Ausrüstung	BGV A3, VDE 0105-100	4-jährlich <sup>1)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicht- und Funktionsprüfung</li> <li>• Messen des Schutzleiterwiderstandes</li> <li>• Messen des Isolationswiderstandes</li> </ul>	Elektrofachkraft
Druckbehälter, z. B. Hydrospeicher	BetrSichV	2, 5 und 10 Jahre	Äußere, innere, und Festigkeitsprüfung	Zugelassene Überwachungsstelle
<sup>1)</sup> Empfohlen, soweit nach Gefährdungsbeurteilung am Arbeitsplatz nicht abweichend bestimmt. <sup>2)</sup> Entspricht der bisherigen Qualifikation von Sachkundigen oder Elektrofachkraft.				

<b>Vorschriften und Regeln</b>	<b>Anhang</b>
--------------------------------	---------------

Nachstehend sind die insbesondere zu beachtenden Vorschriften und Regeln zusammengestellt, die insbesondere bei Industrierobotern zu beachten sind.

#### 1 Gesetze, Verordnungen

Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) mit zugehörigen Technischen Regeln für Betriebssicherheit, insbesondere

TRBS 1201 "Technische Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen".

#### 2 Berufsgenossenschaftliche Vorschriften, Regeln und Informationen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

## Unfallverhütungsvorschriften

Grundsätze der Prävention (BGV A1),

Elektrische Anlagen und Betriebsmittel (BGV A3),

## BG-Regeln

Sicherheitsregeln für berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen an kraftbetriebenen Arbeitsmitteln (ZH 1/597).

## 3 Normen

Bezugsquelle: Beuth Verlag GmbH,  
Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin oder  
VDE-Verlag GmbH,  
Postfach 12 23 05, 10591 Berlin.

DIN EN ISO 10218 Industrieroboter; Sicherheitsanforderungen. Teil 1: Roboter. Teil 2 in Vorbereitung

DIN EN ISO 14121-1 Sicherheit von Maschinen - Risikobeurteilung - Teil 1: Leitsätze

VDE 0105-100 Betrieb von elektrischen Anlagen; Teil 100: Allgemeine Festlegungen.

**Bildnachweis:**

**Anhang 2**

### 1. ABB Asea Brown Boveri

Bild 4

### 2. Adam Opel GmbH

Bild 7

### 3. Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd

Bild 9

Bild 14

Bild 17

Bild 20

### 4. Daimler AG

Bild 15

### 5. FANUC Robotics

Bild 6

### 6. IMAS

Bild 21

### 7. Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA)

Bild 24

### 8. KUKA Roboter GmbH

Bild 23

**9. Reis Robotics**

Bild 1  
Bild 10  
Bild 11  
Bild 12  
Bild 18

**10. Sick AG**

Bild 8

ENDE

umwelt-online Archiv