**FSS5**

**Anhang 4 – CoBot Anwendungen**

(Mensch Roboter Kollaboration)

**Einführung**

Das Ziel von kollaborierenden Robotern ist die Kombination der Wiederholgenauigkeit und Ausdauer von Robotern mit den individuellen Fertigkeiten und den Fähigkeiten von Menschen.

Zum Erhalt der Sicherheit schließen Roboteranwendungen üblicherweise den Zutritt des Bedienpersonals zum Arbeitsbereich aus, während der Roboter aktiv ist. Deshalb kann eine Vielzahl von Vorgängen, die ein menschliches Eingreifen erfordern, häufig nicht unter Anwendung von Robotersystemen automatisiert werden.

Kollaborierende Roboter (im Folgenden CoBot genannt) ermöglichen die Interaktion eines Menschen und eines Roboters im sogenannten Kollaborationsraum.

CoBots sind Maschinen, die unter den Regelungsbereich des FSS 5 fallen. Als solche gelten die Vorgaben des FSS 5 unverändert.

Neuartig bei der Nutzung von CoBots ist eine veränderte Sicht auf das Risiko. CoBots können und sollen mit Bedienpersonen interagieren, mit der Folge, dass Bedienpersonen direkt in einen Kollaborationsraum eingreifen, in dem Bewegungen des CoBots stattfinden. Die erfordert eine veränderte Sicht auf die möglichen Sicherheitskonzepte:

Nach der ISO TS 15066 (5.5.1) „Roboter und Robotikgeräte – Kollaborierende Roboter“ sind verschiedene Sicherheitskonzepte denkbar:

* Sicherheitsbewerteter überwachter Halt – Hierbei kann das kollaborierende Robotersystem nicht-kollaborierend (normal wie ein Roboter) arbeiten, wenn sich kein Mensch im Kollaborationsraum befindet. Bevor eine Bedienperson den Kollaborationsraum betreten darf, findet sich das Robotersystem in einem sicherheitsbewerteten überwachten Halt ([Stoppkategorie 2](#_Stoppkategorie_2)) ein. Dann darf die Bedienperson den Kollaborationsraum betreten und seine Arbeitsaufgabe ausführen (zum Bsp. ein Teil entnehmen und ein Neues einlegen). Erst wenn die Bedienperson den Kollaborationsraum wieder verlassen hat, darf das Robotersystem den Betrieb wieder aufnehmen.
* Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung – Hierbei dürfen sich die Bedienperson und das kollaborierende Robotersystem gleichzeitig im Kollaborationsraum bewegen. Eine ausreichende Risikominderung wird durch eine ununterbrochene Aufrechterhaltung mindestens des Sicherheitsabstands gewährleistet. Wenn sich der Abstand auf einen Wert unterhalb des Sicherheitsabstandes verringert, stoppt das Robotersystem. Wenn sich die Bedienperson vom Roboter wegbewegt, kann dieser die Bewegung wieder aufnehmen, wenn dabei mindestens der Sicherheitsabstand eingehalten wird. Wenn das Robotersystem seine Geschwindigkeit herabsetzt, verringert sich der Sicherheitsabstand entsprechend. Das Robotersystem muss mit einer Funktion zum sicherheitsbewerteten überwachten Halt und zur [sicherheitsbewerteten überwachten Geschwindigkeit](#_Sicherheitsbewertete_überwachte_Ges) ausgestattet sein.
* Handführung – Mithilfe einer handbetätigten Einrichtung kann eine Bedienperson die Bewegung des Robotersystems steuern. Bevor die Bedienperson den Kollaborationsraum betreten darf, führt das Robotersystem einen sicherheitsbewerteten überwachten Halt aus. Durch eine manuelle Bestätigung (z.B. [Zustimmungseinrichtung](#_Zustimmungseinrichtung)) kann die Bedienperson den Handbetrieb aufnehmen. Die Führungseinrichtung kann sich entweder direkt am Endeffektor oder in dessen Nähe befinden.
* Leistungs- und Kraftbegrenzung – Robotersystem und Bedienperson dürfen sich gleichzeitig im Kollaborationsraum bewegen. Physischer Kontakt zwischen Bedienperson und Robotersystem kann hierbei beabsichtigt oder und unabsichtlich auftreten. Eine Risikominderung wird durch die Einhaltung biomechanischer Belastungsgrenzwerte erreicht.

Neue Entwicklungen in der Zukunft können zu Sicherheitskonzepten führen, die in der Norm noch nicht berücksichtigt sind.

**Organisatorische Anforderungen**

Für die Anwendung einer CoBot Applikation ist eine Risikobeurteilung erforderlich. Diese schließt die Auswahl eines geeigneten Sicherheitskonzeptes (z.B. nach ISO / TS 15066) ein.

Die Risikobeurteilung muss eine geeignete Aussage über die möglichen schädigenden Kontakte zwischen CoBot und Bedienperson und die dagegenwirkenden Maßnahmen enthalten. Dies schließt die Bewertung der Restgefahren, sowie die Aussagen über deren Minderung ein.

Die Risikobeurteilung betrachtet nicht nur das Robotersystem selbst, sondern auch umfassend die Umgebung, in der es angeordnet ist, d. h. den Arbeitsplatz.

Für die Tätigkeiten mit CoBot ist eine tätigkeitsbezogene Gefährdungsbeurteilung (nach FSS 10) und eine Betriebsanweisung erforderlich. Mitarbeiter sind regelmäßig (mindestens jährlich) anhand der Betriebsanweisung zu unterweisen.

**Auswahl eines Sicherheitskozepts entsprechend der ISO TS 15066**

Die Auswahl des Sicherheitskonzeptes erfolgt auf Basis der Prozessanforderungen und einer Risikobeurteilung.

**Beteiligte und Verantwortlichkeiten**

Einkauf/Design/Projekt:

* Definition der Arbeitsaufgabe des CoBots, Definition des Prozesses.
* Festlegung des Sicherheitskonzept auf Basis der Prozessanforderungen und der Risikobeurteilung (z.B. nach DIN EN ISO 12100).
* Verantwortlich für die technische Sicherheit entsprechend der legalen Anforderungen im Verwenderland (z.B. in Europa Konformitätserklärung und CE-Kennzeichnung der Gesamtanlage).

Produktion (Machine Owner):

* Verifikation der Anforderungen aus den anzuwendenden Spezifikationen (ISO TS 15066).
* Ausreichende Information für die Maschinenbediener, z.B. im Rahmen einer regelmäßigen Unterweisung.

Systemintegrator:

* Durchführung einer Risikobeurteilung.
* Dokumentation entsprechend den erweiterten Anforderungen aus TS ISO 15066.

Hersteller:

* Einhaltung der legalen Anforderungen (z.B. Konformitäts- oder Einbauerklärung, Benutzerinformationen).
* Einhaltung der legalen Anforderungen im Verwenderland.

**Dokumentation entsprechend der legalen Anforderungen**

In der Regel entsteht durch die Verkettung eines CoBots mit einem Prozess (z.B. Montageaufgabe) eine Gesamtanlage.

Für diese Gesamtanlage sind Zulassungen oder ähnliches nach geltendem Landesrecht zu erstellen (z.B. Gesamtkonformität für die Gesamtanlage nach Maschinenrichtlinie bei Anwendungen in der EU). Die Gesamtanlage muss mindestens dem geltenden Landesrecht entsprechen.

Für jede CoBot Anwendung ist individuell zu prüfen, ob eine erneute Konformitätserklärung erforderlich ist. Dies ist in angemessener Weise zu dokumentieren.

Die erweiterten Anforderungen für die Bedienungsanleitung sind umzusetzen – “Benutzerinformation” entsprechend ISO TS 15066 Kapitel 7 sind unbedingt zu beachten, z.B. Angaben über sicher reduzierte Geschwindigkeiten und/oder Kräfte in den verschiedenen Betriebszuständen.

**Technische Anforderungen**

* Die Mindestanforderungen aus der ISO TS 15066 (z.B. Kapitel 5) und DIN EN ISO 10218 1/2 „Industrieroboter – Sicherheitsanforderungen“ sind verpflichtend umzusetzen.
* Mindestanforderung für die funktionale Sicherheit der Steuerung nach TS 10566 (z.B. Kategorie 3, PLd, zweikanalige/redundante Struktur, ausreichender Diagnosedeckungsgrad) sind verpflichtend umzusetzen. Die Auswahl erfolgt anhand des vorliegenden Risikos, ggfs. ist Kategorie 4, PLe erforderlich.
* Die Lebensdauer bzw. die Dauer der Verwendung von Sicherheitsbauteilen muss beachtet werden. Austauschzyklen sind in der Dokumentation anzugeben.

**Kompetenzen / Kenntnisse**

Alle am Prozess beteiligten müssen mindestens über ausreichende Kenntnisse nach folgender Tabelle verfügen:

|  |  |
| --- | --- |
| ***Zielgruppe*** | ***Kenntnisse*** |
| Einkauf | * Inverkehrbringen von Maschinen im Verwenderland
* Grundkenntnisse Maschinensicherheit
 |
| Projekt / Design | * Fortgeschrittene Kenntnisse Maschinensicherheit (incl. FSS 5)(incl. Normen für Cobot-/Robot-Sicherheit ISO TS 15066 und DIN EN ISO 10218 1/2 „Industrieroboter – Sicherheitanforderungen“ sowie spezifischer Regeln im Verwenderland)
* Fortgeschrittenen Kenntnisse in funktionaler Sicherheit (ISO 13849-1)
* Kenntnisse über sicherheitsbewertete Software
 |
| Systemadministrator | * Fortgeschrittene Kenntnisse Maschinensicherheit (incl. FSS 5)(incl. Normen für Cobot-/Robot-Sicherheit ISO TS 15066 und DIN EN ISO 10218 1/2 „Industrieroboter – Sicherheitanforderungen“ sowie spezifischer Regeln im Verwenderland)
* Fortgeschrittene Kenntnisse in funktionaler Sicherheit (ISO 13849-1)
* Fortgeschrittene Kenntnisse über sicherheitsbewertete Software, Programmierkenntnisse
 |
| Machine Owner | * Grundkenntnisse Maschinensicherheit (FSS5 + Verwenderland)
* Kenntnisse Gefährdungsbeurteilung (FSS10 + Verwenderland)
 |
| Maschinenbediener | * Jährliche Sicherheitsunterweisung über Gefährdungen, Risiken und anzuwendende Schutzmaßnahmen.
 |
|  |  |

**Verifikation der Ausführung**

Die FSS5 Checklist wird verbindlich angewendet.

Erforderliche erweiterte Prüfung (z.B. nach TS 15066) enthalten:

* Technische Sachverhalte (z.B. Verifizierung der auftretenden Kräfte und/oder Geschwindigkeiten)
* Dokumentation (z.B. Gesamtkonformität vorhanden, CE Kennzeichnung vorhanden)
* Informationen in der Bedienungsanleitung vollständig (z.B. „Benutzerinformation“ über angewendete Schutzkonzepte und ggfs. verwendete Grenzwerte in verschiedenen Betriebszuständen, Restgefahren)

**Unterstützende Dokumente:**

* FST Handlungsanweisung (Stand 05/2018) Mensch-Roboter Kollaboration
* FST TA HSE 000 0126 CoBot- Systeme (Checkliste)