

3 Sicherheit

3.1 Allgemeine Sicherheitsvorschriften


Bei Mechanik und Elektrik des Robotersystems, für das die vorliegende, vom Hersteller vorgeschriebene Betriebsanleitung gilt, ist die Norm für Industrieroboter-Sicherheit DIN EN 775 realisiert. Dieses Robotersystem wird bezüglich seiner technischen Eigenschaften und vorgesehenen Einbaulagen in den entsprechenden Spezifikationen für Roboter und Steuerungsschrank und in der vorliegenden Betriebsanleitung ausführlich dargestellt.




Durch unsachgemäßen oder nicht bestimmungsgemäßen Gebrauch des Robotersystems können

- Gefahren für Leib und Leben
- Gefahren für das Robotersystem und weitere Vermögenswerte des Anwenders und
- Gefahren für die effiziente Arbeit des Robotersystems oder des Bedieners entstehen.

Deshalb enthält die zugehörige Betriebsanleitung zahlreiche Gefahrenhinweise, die auch für Applikationen und bei Verwendung von KUKA-Zubehör und KUKA-Zusatzausrüstungen gültig sind.

Jede mit Aufstellung oder Austausch, Einstellung, Bedienung, Wartung oder Instandsetzung des Robotersystems befaßte Person muß vorher die vorliegende Betriebsanleitung, vor allem den Dokumentations-Modul Sicherheit, "Allgemein", und hier insbesondere die mit dem Symbol  gekennzeichneten Textteile gelesen und verstanden haben.

Textteile mit dem Symbol  sind von größter Wichtigkeit. Sie enthalten Ausschaltprozeduren und andere Sicherheitshinweise für den Schutz des Bedieners. Sie sind bei allen Arbeiten, die z.B. den Transport, die Aufstellung, den Betrieb, Um- und Einstellungen, Anpassungen, die Wartung und die Instandsetzung betreffen, besonders zu beachten.

Aufstellung, Austausch, Einstellung, Bedienung, Wartung und Instandsetzung dürfen nur nach Vorschrift der vorliegenden Betriebsanleitung und von hierfür speziell ausgebildetem Personal durchgeführt werden. Dem Betreiber wird empfohlen, das für diese Arbeiten vorgesehene Personal an einer anwendungsspezifischen KUKA-Schulung teilnehmen zu lassen.

In bestimmten, selbstgewählten Abständen sollte der Betreiber das sicherheits- und gefahrenbewußte Arbeiten des Personals unter Beachtung der vorliegenden Betriebsanleitung kontrollieren.

Die Zuständigkeiten bei der Bedienung des Robotersystems und bei allen sonstigen Arbeiten am Robotersystem oder in dessen unmittelbarer Umgebung müssen durch den Betreiber klar festgelegt und eingehalten werden, damit unter dem Aspekt der Sicherheit keine unklaren Kompetenzen auftreten.

Die Gefahrenbereiche des Robotersystems, d. h. Bereiche, in denen sich der Roboter samt Werkzeug, Zubehör und Zusatzausrüstungen bewegt, sind grundsätzlich gemäß DIN EN 775 so abzusichern, daß ein Eindringen von Personen und Gegenständen in diese Bereiche verhindert wird, oder, falls ein solches Eindringen dennoch erfolgt, das Robotersystem durch ein NOT-AUS-System sofort ausgeschaltet wird. Diese Absicherung obliegt dem Betreiber.

Die Gefahrenbereiche müssen in ihrer Größe nach den Schaltzeiten des NOT-AUS-Systems bemessen werden.

Die Farbkennzeichnungen der Gefahrenbereiche am Boden sowie die der Schilder müssen sich von anderen Farbkennzeichnungen innerhalb der Maschine oder maschinellen Anlage, in die das Robotersystem integriert ist, in Form, Farbe und Ausführung deutlich unterscheiden.

3.2 Besondere Sicherheitsmaßnahmen für Betreiber und Bediener



Für Austausch-, Einstell-, Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten muß das Robotersystem nach Vorschrift der vorliegenden Bedienungsanleitung ausgeschaltet, d. h. der Hauptschalter am Steuerschrank des Roboters in Stellung "AUS" gebracht und mit Vorhängeschloß gegen unbefugtes Wiedereinschalten gesichert werden.

Es ist jede Arbeitsweise zu unterlassen, die die Funktions- und Bedienersicherheit des Robotersystems beeinträchtigt.

Betreiber und Bediener haben dafür zu sorgen, daß nur die dafür autorisierten Personen am Robotersystem arbeiten. Der Betreiber muß den Verantwortungsumfang für den Bediener festlegen und ihm das Ablehnen sicherheitswidriger Anweisungen Dritter ermöglichen.

Zu schulendes, anzulernendes, einzuweisendes oder im Rahmen einer allgemeinen Ausbildung befindliches Personal darf nur unter ständiger Aufsicht einer erfahrenen Person am Robotersystem tätig werden.

Arbeiten an der Elektrik des Robotersystems dürfen nur von einer Elektrofachkraft oder von unterwiesenen Personen unter Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft gemäß den allgemein gültigen elektrotechnischen Regeln vorgenommen werden.

Am hydropneumatischen Gewichtsausgleichssystem (falls vorhanden) darf nur Personal mit speziellen Kenntnissen und Erfahrungen in Hydraulik und Pneumatik arbeiten.




**Der Bediener muß sich dem Betreiber gegenüber verpflichten, eingetretene Veränderungen am Robotersystem, die die Sicherheit beeinträchtigen oder dies vermuten lassen, sofort zu melden.
Der Betreiber hat dafür zu sorgen, daß das Robotersystem immer nur in einwandfreiem Zustand betrieben wird.**

Durch entsprechende Anweisungen und Kontrollen muß der Betreiber Sauberkeit und Übersichtlichkeit des Arbeitsplatzes und des Umfeldes des Robotersystem gewährleisten.



Es dürfen grundsätzlich keine funktionsfähigen Sicherheitseinrichtungen demontiert oder außer Betrieb gesetzt werden, wenn diese das Robotersystem direkt oder indirekt betreffen und an diesem Robotersystem Austausch-, Einstell-, Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten durchgeführt werden. Es droht Gefahr für Leib und Leben, wie Quetschungen, Augenverletzungen, Knochenbrüche, schwere innere und äußere Verletzungen usw.

Ist eine Demontage solcher Sicherheitseinrichtungen während der genannten Arbeiten am Robotersystem dennoch nicht zu umgehen, so muß die Maschine oder maschinelle Anlage, in die das Robotersystem integriert ist, genau nach Vorschrift, vor allem unter Beachtung der mit dem Symbol  gekennzeichneten Textteile der betroffenen Betriebsanleitungen, außer Betrieb gesetzt und gegen unbefugte Inbetriebnahme gesichert werden. Unmittelbar nach Abschluß der Austausch-, Einstell-, Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten müssen die Sicherheitseinrichtungen remontiert und auf einwandfreie Funktion geprüft werden.



Ist für Umrüst-, Einstell-, Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten an der Maschine oder maschinellen Anlage, in die das Robotersystem integriert ist, ein Aufenthalt im Bewegungsbereich des Robotersystems unvermeidlich, müssen die Sicherheitsmaßnahmen grundsätzlich so ausgestattet sein (z.B. durch das Betätigen von Zustimmungsschaltern), daß bei Auftreten einer ungewollten Situation das Robotersystem sofort ausgeschaltet wird.

Insbesondere ist zu beachten:

Für die Durchführung von Austausch-, Einstell-, Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten am Robotersystem dürfen nur dafür ausgebildete und mit den Gefahren vertraute Personen eingesetzt werden.



Bei Arbeiten im Gefahrenbereich des Roboters darf dieser, falls unbedingt notwendig, nur im Testbetrieb (T1) mit Handverfahrensgeschwindigkeit bewegt werden, so daß Personen genug Zeit haben, sich entweder von gefahrbringenden Bewegungen zurückzuziehen oder den Roboter stillzusetzen.

Alle Personen im Umkreis des Roboters müssen rechtzeitig von der bevorstehenden Bewegung des Roboters in Kenntnis gesetzt werden.

Nach Möglichkeit sollte sich immer nur eine Person im Gefahrenbereich des Roboters und eine zweite Person in Blickkontakt außerhalb des Gefahrenbereiches an einem NOT-AUS-Taster aufhalten.

Sind mehrere Personen im Gefahrenbereich tätig, muß zusätzlich zwischen allen ständig Blickkontakt bestehen. Die Zuständigkeiten für die einzelnen Arbeiten und Personen müssen klar und nachvollziehbar festgelegt sein.



Bei Sensorbetrieb muß mit unerwarteten Bewegungen und Bahnkorrekturen des Roboters gerechnet werden, sofern der Hauptschalter am Steuerschrank des Roboters nicht in Stellung "AUS" gebracht worden ist, oder der Not-Aus betätigt wurde.



Wird am ausgeschalteten Roboter und innerhalb des Arbeitsbereiches gearbeitet, ist der Roboter vorher so zu verfahren, daß er sich mit und ohne Traglasteinwirkung nicht selbständig bewegen kann. Ist dies nicht möglich, muß der Roboter entsprechend abgesichert werden.

Bauteile, Werkzeuge und andere Gegenstände dürfen durch die Bewegung des Roboters weder eingeklemmt werden, noch zu Kurzschlüssen führen oder herabfallen.

Roboterbewegungen, die zu mittelbaren Gefährdungen von Personen oder Sachen führen, sind zu verhindern.

Gefährdungen, die von der Peripherie des Roboters, z.B. von Greifer, Conveyor, Zuführungen oder weiteren Robotern ausgehen, sind zu beachten.

Alle eigenmächtigen Umbauten und Veränderungen am Robotersystem sind nicht gestattet.

Das Robotersystem einschließlich Zubehör und Zusatzausrüstungen darf nicht mit Produkten fremder Hersteller, deren Verwendung nicht ausdrücklich in der vorliegenden Betriebsanleitung oder dem Teilekatalog des Robotersystems erlaubt ist, ausgestattet oder betrieben werden.

Bei Verwendung von vorgeschriebenen Betriebsstoffen, die als aggressiv und giftig ausgewiesen sind, muß eine entsprechende Schutzkleidung getragen werden. Warnhinweise müssen beachtet werden.

Die in der vorliegenden Betriebsanleitung vorgeschriebenen Wartungszyklen müssen eingehalten werden.

Die vorliegende Betriebsanleitung muß ständig am Einsatzort des Robotersystems (z.B. im Werkzeugfach oder dem dafür vorgesehenen Behälter) griffbereit aufbewahrt werden – gleichgültig, ob als Handbuch oder CD-ROM.

3.3 Sicherheitseinrichtungen am Robotersystem

3.3.1 Arbeitsraumbegrenzung

Die Arbeitsraumbegrenzung des Roboters umfaßt für alle Achsen einstellbare Software-Endschalter und für einige Achsen mechanische Endanschläge mit Pufferfunktion, als Zubehör "Arbeitsbereichsbegrenzung" auch einstellbar (siehe auch Spezifikation des Roboters).



Der Arbeitsraum des Roboters kann durch die Begrenzungseinrichtungen der Roboterachsen auf das benötigte Minimum beschränkt werden.



Nach dem ungebremsten Auffahren einer oder mehrerer Roboterachsen gegen die jeweiligen Endanschläge mit mehr als Handverfahrgeschwindigkeit müssen die betroffenen Puffer sofort gegen neue ausgetauscht werden. Bezüglich Wandroboter und Achse 1 muß in diesem Fall das Karussell ausgetauscht werden.

3.3.2 Kollisionsüberwachung

Über das Robotermodell werden aus der Sollposition, der Sollgeschwindigkeit und der Sollbeschleunigung das zugehörige Motormoment berechnet. Liegt das Istmoment einer Achse eine bestimmte Zeit außerhalb eines Toleranzbandes um das berechnete Sollmoment, wird eine Not-Aus-Reaktion ausgelöst und eine Meldung im Meldungsfenster erscheint. Diese Überwachung ist nur aktiv, wenn die Beschleunigungsanpassung (Systemvariable \$ADAP_ACC = #STEP1) eingeschaltet ist, und der Anwender durch Programmierung des Toleranzbandes die Überwachung aktiviert.

3.3.3 Lastbegrenzung

Alle Roboterachsen sind durch Überlastsicherungen abgesichert. Sie schalten bei Überschreiten der zulässigen Stromaufnahme den Roboter automatisch ab (Überlastschutz der Antriebsaggregate). Eine Überlastung kann durch zu hohes Gewicht oder durch einen Hardwarefehler des Servo-Power-Moduls ausgelöst werden.

3.3.4 Gewichtsausgleich

Einige Robotertypen sind mit einem hydropneumatischen oder mechanischen Gewichtsausgleichssystemen versehen.



Bei Arbeiten an den Gewichtsausgleichssystemen müssen die von diesen Systemen unterstützten Teile des Roboters gegen Eigenbewegung in (+)- oder (-)-Richtung gesichert werden.

3.3.5 Motorüberwachung

Die Motoren sind durch Temperaturfühler in der Motorwicklung gegen Überlastung geschützt.

3.3.6 Getriebemomentüberwachung

Die Getriebemomente werden indirekt über die Istströme, aus denen die Istgetriebemomente errechnet werden, überwacht. Bei Überschreiten eines maximalen Wertes wird eine Stoppreaktion ausgelöst und es erscheint eine Quittierungsmeldung im Meldungsfenster.



Die Zusatzachsen werden nicht überwacht.

Da die Getriebemomente indirekt überwacht werden, entsprechen sie nicht in allen Fällen der Realität, da das tatsächliche Moment nicht meßbar ist. Die Überwachung ist beim CP- und PTP-Fahren aktiv. Hierfür muß die Beschleunigungsanpassung eingeschaltet sein.



Die Überwachung ist bei NOT-Aus, Drehzahlstopp und Kurzschlußbremsung nicht aktiv!

Spricht die Momentenüberwachung an, so kann dies folgende Ursachen haben:

- Überlastung des Roboters aufgrund eines nicht zulässigen Werkzeugs;
- Fehlerhafter Druckausgleich der Achse 2;
- Mechanisch schwergängige Achse.

3.3.7 Spannungsüberwachung

Unter- und Überspannung führen zum Abschalten des Servo-Power-Moduls, wenn ein unzulässiger Bereich für den Transistorverstärker erreicht wird.

3.3.8 Temperaturüberwachung

Die Temperaturen im Steuerschrank (Innentemperatur) werden überwacht. Bei einer Überschreitung der maximalen Temperatur wird der Roboter gestoppt und die Antriebe abgeschaltet.

3.3.9 Tippbetrieb (Totmannfunktion)

Alle Programme lassen sich manuell in den Testbetriebsarten T1/T2 abarbeiten. In T1 wird mit reduzierter Geschwindigkeit und T2 mit programmierter Geschwindigkeit verfahren. Das Programm läuft jedoch nur, solange die "Start"-Taste gedrückt ist. Wird die "Start"-Taste losgelassen, stoppt der Roboter. Eine Fortführung des Programms ist nur durch erneutes Drücken der "Start"-Taste möglich.

3.3.10 Weitere Sicherheitseinrichtungen

- Zustimmungsschalter am KUKA Control Panel (KCP)
- Hardwaremäßige Betriebsartenanwahl
- Anschluß für eine externe Schutzeinrichtung
- Schlüsselschalter

3.3.11 Sicherheitsfunktionen der Steuerung

Diese Sicherheitsfunktionen betreffen:

- Bewegungsgrößen
- Bahn, Position
- Grenzen des Arbeitsbereichs
- Hardware der Steuerung
- Periphere Geräte und auf diese bezogene Datenübertragung
- Bedienung am KCP
- Programmierung, Programmorganisation, Programmablauf
- Zulässigkeit von Maschinen- und Anwenderdaten
- Realisierung der DIN EN 775

Genauere Beschreibungen der genannten Bereiche sind in der vorliegenden Betriebsanleitung zu finden.

3.4 Freidrehvorrichtung für Roboterachsen

Mit dieser Vorrichtung kann der Roboter nach einem Störfall mechanisch über die Grundachs-Antriebsmotoren und je nach Robotertyp teilweise auch über die Handachs-Antriebsmotoren bewegt werden. Sie ist ausschließlich für Notfälle (z. B. Befreiung von Personen) gedacht.



Die Freidrehvorrichtung darf nur verwendet werden, wenn der Hauptschalter am Steuerschrank des Roboters in Stellung "AUS" gebracht und mit Vorhängeschloß gegen unbefugtes Wiedereinschalten gesichert ist.



Wurde eine Roboterachse mit der Freidrehvorrichtung bewegt, müssen alle Achsen des Roboters neu justiert werden. Der betroffene Motor muß ausgetauscht werden.

Durch Aufsetzen der Freidrehvorrichtung (Umschaltknarre mit 12er Schlüsseinsatz) auf die Achse des Motors (Schutzkappe entfernen!) kann diese gedreht werden. Hierbei sind der Widerstand der mechanischen Motorbremse und ggf. zusätzliche Achslasten zu überwinden.



Die Motoren erreichen während des Betriebs Temperaturen, die zu Hautverbrennungen führen können. Es sind geeignete Schutzmaßnahmen zu ergreifen.

