



2 Sicherheit

Gültig für alle Robotertypen KR ...
Robotersteuerung KR C1



Dieses Dokumentations-Modul dient in erster Linie der Sicherheit des Betreibers im Umgang mit dem nachfolgend beschriebenen Gerät.

2.1 Haftungshinweis

Das in der vorliegenden Betriebsanleitung beschriebene Gerät ist ein Industrieroboter – im folgenden “Robotersystem” genannt –, bestehend aus Roboter, Verbindungsleitungen und Steuerschrank.

Das Robotersystem – Gegenstand der vorliegenden Betriebsanleitung – ist nach dem Stand der Technik und den anerkannten sicherheitstechnischen Regeln gebaut. Dennoch können bei unsachgemäßer oder nicht bestimmungsgemäßer Verwendung Gefahren für Leib und Leben des Bedienpersonals oder Dritter bzw. Beeinträchtigungen des Robotersystems und anderer Sachwerte entstehen.

Das Robotersystem darf nur in technisch einwandfreiem Zustand sowie bestimmungsgemäß, sicherheits- und gefahrenbewußt benutzt werden. Die Benutzung muß unter Beachtung der vorliegenden Betriebsanleitung und der dem Robotersystem bei Lieferung beigefügten Hersteller-Erklärung* erfolgen. Störungen, die die Sicherheit beeinträchtigen können, müssen umgehend beseitigt werden.

Grundlage für Auslegung und Konstruktion von Mechanik und Elektrik des Robotersystems waren die ab 1.1.1993 in Kraft getretenen EG-Maschinenrichtlinien (89/392 EWG vom 14.6.1989 und 91/368 EWG vom 20.6.1991) mit ihren Anhängen und zugehörigen Normen.

Bezüglich Sicherheit des Robotersystems wurden insbesondere folgende harmonisierte Normen angewandt:

EN 292 Teil 1 und 2 (November 1991)

EN 60204 Teil 1 (Juni 1993)

EN 775

EN 418

EN 614 Teil 1

prEN 954 Teil 1

EN 50081 Teil 2

EN 50082 Teil 2

Für den elektrischen Teil des Robotersystems wurden zusätzlich die “EG-Niederspannungsrichtlinie” (73/23/EWG; EG Abl. Nr. L 077) und die Richtlinie zur “Elektromagnetischen Verträglichkeit” (89/336/EWG; EG Abl. Nr. L 139) berücksichtigt.

* Die Hersteller-Erklärung befindet sich im Steuerschrank.



D Bestimmungsgemäße Verwendung

Das Robotersystem ist ausschließlich für die in Dok-Modul Roboter, "Technische Daten" (Abschnitt 1), angegebenen Haupteinsatzgebiete bestimmt.

Eine andere oder darüber hinausgehende Verwendung gilt als nicht bestimmungsgemäß. Für hieraus resultierende Schäden haftet der Hersteller nicht. Das Risiko trägt allein der Betreiber.

Zur bestimmungsgemäßen Verwendung gehört auch die ständige Beachtung der vorliegenden Betriebsanleitung und besonders die Befolgung der Wartungsvorschriften.

Die eingesetzte Software ist auf die vom Kunden/Betreiber vorgegebenen Einsatzbereiche abgestimmt und eingehend getestet. Für den Fall, daß die in der Software enthaltenen Funktionen nicht unterbrechungsfrei ablaufen, muß zur Behebung dieses Zustandes das Kapitel "Fehlermeldungen/Störungsbehebung" herangezogen werden. Dies gilt auch für Störungen in den Bereichen Service, Einrichten, Programmieren und Inbetriebnahme.

Die Inbetriebnahme des Robotersystems muß so lange unterbleiben, bis festgestellt wurde, daß die verwendungsfertige Maschine oder maschinelle Anlage, in die das Robotersystem eingebaut wurde, den Bestimmungen der EG-Richtlinien 89/392 EWG vom 14.6.1989 und 91/368 EWG vom 20.6.1991 entspricht.

Bei Zuwiderhandlung wird keine Haftung übernommen.

Wenn der Betreiber Ausrüstungsteile und dergleichen, die nicht zum Lieferumfang von Fa. KUKA gehören, bereitstellt und diese Teile durch KUKA in die Peripherie des Robotersystems integrieren läßt, so haftet Fa. KUKA für hieraus resultierende Schäden nicht. Das Risiko für diese Teile (mechanisch, pneumatisch und elektrisch) trägt allein der Betreiber.

Die vorliegende Betriebsanleitung besteht aus den Teilen

- Roboter
- Steuerschrank
- Software

Sie ist Bestandteil des von KUKA gelieferten Robotersystems. Dessen Serien-Nummern (Werk-Nummern) für Roboter und Steuerschrank sind in der Hersteller-Erklärung festgehalten.

2.2 Sicherheitssymbole

In der vorliegenden Betriebsanleitung werden folgende sicherheitsrelevanten Symbole verwendet:



Dieses Symbol wird benutzt, wenn ungenaues Befolgen oder Nichtbefolgen von Bedienungsanweisungen, Arbeitsanweisungen, vorgeschriebenen Arbeitsabläufen und dergleichen zu Verletzungen oder tödlichen Unfällen führen kann.



Dieses Symbol wird benutzt, wenn ungenaues Befolgen oder Nichtbefolgen von Bedienungsanweisungen, Arbeitsanweisungen, vorgeschriebenen Arbeitsabläufen und dergleichen zur Beschädigung des Robotersystems führen kann.



Dieses Symbol wird benutzt, wenn auf eine Besonderheit aufmerksam gemacht werden soll. Das Befolgen des Hinweises bedeutet in der Regel eine Arbeitserleichterung.



2.3 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.

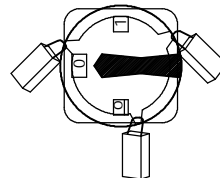
Die Farbkennzeichnungen der Gefahrenbereiche am Boden sowie die der Schilder müssen sich von anderen Farbkennzeichnungen innerhalb der Maschine oder maschinellen Anlage, in die das Robotersystem integriert ist, in Form, Farbe und Ausführung deutlich unterscheiden.



2.4 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 Bediener-sicherheit 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 ausgestaltet 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, höchstens 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.

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.



2.5 Sicherheitseinrichtungen am Robotersystem

2.5.1 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.

2.5.2 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.

2.5.3 Gewichtsausgleich

Einige Robotertypen sind mit einem hydropneumatischen Gewichtsausgleichssystem versehen.



Bei Arbeiten am hydropneumatischen Gewichtsausgleichssystem muß der von diesem System unterstützte Teil des Roboters gegen Eigenbewegung gesichert werden.

2.5.4 Motorüberwachung

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

2.5.5 Spannungsüberwachung

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

2.5.6 Temperaturüberwachung

Die Temperaturen im Steuerschrank (Innentemperatur) werden überwacht. Überschreitungen haben das Abschalten der Steuerung zur Folge.

2.5.7 Tippbetrieb (Totmannfunktion)

Alle Programme lassen sich manuell bei reduzierter Geschwindigkeit in den Testbetriebsarten abarbeiten. 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.



2.5.8 Weitere Sicherheitseinrichtungen

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

2.5.9 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.

2.6 Freidrehvorrichtung für Roboterachsen

Mit dieser Vorrichtung kann der Roboter nach einem Störfall mechanisch über die Grunddachs-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.

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.



2.7 Planungs- und Bauhinweise

Bei Planung und Bau einer roboterbestückten maschinellen Anlage sind folgende Sicherheitsmaßnahmen zu beachten.

2.7.1 Fundamente und Unterbau

Es ist sicherzustellen, daß die von KUKA geforderten Maße und Qualitäten der Fundamente, des Unterbaus oder der Deckenkonstruktion eingehalten werden. Maßabweichungen und Qualitätsunterschreitungen sind nicht zulässig.

2.7.2 Belastungen des Roboters

Es ist zu prüfen, ob die im Roboterbetrieb zu erwartenden Momente, Beschleunigungen, Gewichte und anderen mechanischen bzw. klimatischen Belastungen in dem für den Roboter zugelassenen Bereich liegen.

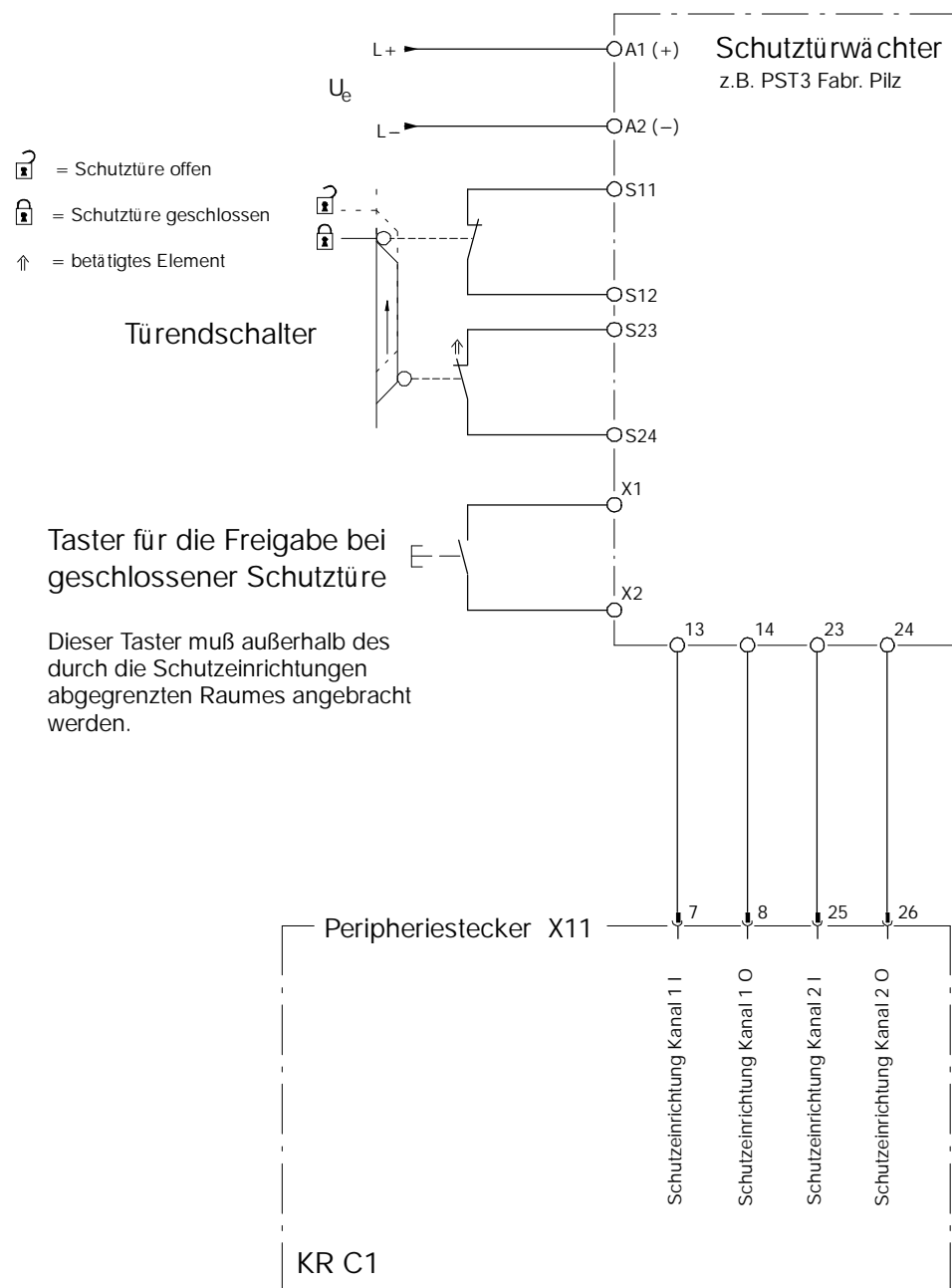
2.7.3 Sicherheits- und Arbeitsbereich

Arbeitsbereiche müssen auf das erforderliche Mindestmaß beschränkt werden. Sie können zusätzlich zur Software-Begrenzung mit verstellbaren mechanischen Anschlägen (Zubehör "Arbeitsbereichsbegrenzung") abgesichert werden. Die Arbeitsbereiche müssen den Sicherheitsbedürfnissen entsprechen, d. h. eine Gefährdung von Personen oder Sachen muß unter allen Umständen ausgeschlossen werden.

Die Gefahrenbereiche, d. h. Bereiche, in denen sich Roboter bewegen, sind durch Absperungen zu sichern. Diese Sicherung kann unter anderem durch Sperrzäune, Lichtschranken, Lichtvorhänge, Raumabtastungen erfolgen.

Bei der Verwendung von **Sperrzäunen** soll die Maschenweite gemäß DIN EN 294, DIN EN 349 und DIN EN 811 ausgeführt sein. Sperrzäune sind so hoch auszuführen, daß ein Übergreifen durch Personen unmöglich ist. Die Größe der Zaunfelder ist abhängig von der Zaunfestigkeit zu bemessen, ein Durchbiegen muß konstruktiv ausgeschlossen werden. Die Zahl der Zugänge (Türen) im Sperrzaun ist auf ein Minimum zu beschränken. Vorzugsweise sollte nur **eine** Tür eingebaut werden. Alle Zugänge sind mit den robotereigenen Schutzeinrichtungen und mit der übergeordneten NOT-AUS-Einrichtung zu verknüpfen.

Hier ein Beispiel für den Anschluß von Türengschaltern in Verbindung mit einem Taster für die Freigabe bei geschlossener Schutztür.



Zusätzlich zu oder ersatzweise für Sperrzäune sollen **Lichtschraken**, **Lichtvorhänge** oder **Raumabtastungen** installiert werden. Sie müssen mit der gesamten NOT-AUS-Einrichtung verknüpft werden.

Unabhängig von Absicherungsmaßnahmen ist der Gefahrenbereich durch Farbkennzeichnungen am Boden auszuweisen. Diese Farbkennzeichnungen sind so auszuführen, daß sie sich von den anderen Farbkennzeichnungen innerhalb der Maschine oder maschinellen Anlage, in die das Robotersystem integriert ist, in Form, Farbe und Ausführung deutlich unterscheiden.



2.7.4 Kollisionsschutz

Der Roboter kann zum Schutz gegen Kollision mit einer Abschaltsicherung (Zusatzausrüstung) ausgerüstet werden. Diese ist auf jeden Fall mit dem NOT-AUS-Kreis des Robotersystems und der übergeordneten Steuerung zu verbinden.

Bei Conveyor-Betrieb müssen zusätzliche Maßnahmen getroffen werden, die bei Auslösen der NOT-AUS-Funktion sicherstellen, daß der Conveyor nicht mit dem Roboter kollidieren kann. Das Nachlaufen des Conveyors muß im Kollisionsbereich durch entsprechende Maßnahmen verhindert werden; dies kann z. B. durch kurze Systeme mit Übergabestationen erreicht werden.

2.7.5 Werkzeugwechsel

Für den Werkzeugwechsel sind Aus-/Einbauplätze vorzusehen. Sie müssen für den Bediener außerhalb des Gefahrenbereichs erreichbar sein und vom Roboter über einen gesonderten Programmschritt angefahren werden können.

2.7.6 Sicherheitstrittplatten

Falls es unvermeidlich ist, daß sich Bedienungspersonal im Bewegungsbereich des Roboters aufhält, (z.B. beim Zuführen von Bauteilen), so ist der Gefahrenbereich über eine Trittplatte oder einen Lichtvorhang abzusichern. Das kann dadurch geschehen, daß die Trittplatte oder der Lichtvorhang mit Bereichsendschaltern (Zubehör "Arbeitsbereichsüberwachung") oder einem Endschalter für die Roboterangangsstellung verknüpft und mit dem NOT-AUS-Kreis verbunden wird.

2.7.7 Interface-Eigenschaften

Alle mit der Robotersteuerung korrespondierenden Signale müssen bezüglich Spannung und Ausgangsbelastung so ausgelegt sein, daß sie die zulässigen Werte an der Steuerung nicht überschreiten.

2.7.8 NOT-AUS-Kreis (EN 418)

Wird ein Robotersystem in Verbindung mit einer übergeordneten Steuerung eingesetzt, so müssen beide NOT-AUS-Kreise miteinander verknüpft werden. Jeder NOT-AUS-Kreis muß in sicherer Technik realisiert sein (NOT-AUS-Schütze in doppelter Ausführung mit gegenseitiger Überwachung). Zusätzlich muß jede Bedienstation mit einer NOT-AUS-Einrichtung ausgerüstet sein. Diese NOT-AUS-Einrichtung kann als Reißleine oder als NOT-AUS-Schlagaster mit Verriegelung realisiert werden. Es ist besonders wichtig, daß die einwandfreie Funktion der NOT-AUS-Einrichtungen einer regelmäßigen Prüfung unterworfen wird.

2.7.9 Ausgangsvorbesetzung

Die Ausgangsvorbesetzung ist entsprechend dem übergeordneten Maschinenkonzept auszuführen, d.h. Signale für Haltefunktionen dürfen bei Abschalten der Robotersteuerung nicht gelöscht werden, wenn dadurch Personen oder Sachen gefährdet werden.



2.7.10 Werkzeug und Zusatzausrüstung

Werkzeug und Zusatzausrüstung für den Roboter sind, sofern sie nicht von KUKA geliefert wurden, so auszulegen, daß sie dem Sicherheitsstand des Robotersystems entsprechen. Die für die übergeordnete maschinelle Anlage geltenden Bestimmungen müssen auf Werkzeug und Zusatzausrüstung sinngemäß angewendet werden (z. B. Sicherung des Primärkreises bei Schweißzangen).

2.7.11 Vorschriften

Die übergeordnete maschinelle Anlage ist vor dem Einbau des Robotersystems auf Einhaltung von Sicherheitsvorschriften des Betreibers, Vorschriften der allgemeinen Unfallverhütung und Vorschriften der Berufsgenossenschaften zu prüfen. Abschnitt 2.8.9 beachten.



2.8 Aufstellung, Betrieb, sonstige Arbeiten



Persönlicher Schutz:

Alle Personen, die im Gefahrenbereich des Robotersystems arbeiten, müssen Schutzbekleidung tragen. Hierzu zählen insbesondere Sicherheitsschuhe und enganliegende Kleidung. Zusätzlich sind die Vorschriften der Berufsgenossenschaften zu beachten.



Die Motoren und die Hand des Roboters können Betriebstemperaturen erreichen, die zu Hautverbrennungen führen können. Arbeiten an diesen Teilen dürfen erst vorgenommen werden, wenn sie ausreichend abgekühlt sind.

2.8.1 Anschlußbedingungen

Die von KUKA geforderten Anschlußbedingungen bezüglich Leitungsquerschnitt, Absicherung, Spannung und Frequenz sind einzuhalten. Die einschlägigen Vorschriften der zuständigen Energieversorgungsunternehmen sind zu beachten.

2.8.2 Transport

Die vorgeschriebenen Transportstellungen des Roboters müssen beachtet werden. Alle Winkelangaben hierzu beziehen sich auf den mechanischen Nullpunkt der jeweiligen Roboterachse.

Einzelteile und größere Baugruppen sind beim Austausch sorgfältig an Hebezeugen zu befestigen und zu sichern, so daß hiervon keine Gefahr ausgehen kann. Es dürfen nur geeignete und technisch einwandfreie Hebezeuge sowie Lastaufnahmemittel mit ausreichender Tragkraft verwendet werden.



Nicht unter schwebenden Lasten aufhalten oder arbeiten!

Mit dem Anschlagen von Lasten und Einweisen von Kranfahrern dürfen nur erfahrene Personen beauftragt werden. Der Einweiser muß sich in Sichtweite des Bedieners aufhalten oder mit ihm in Sprechkontakt stehen.

2.8.3 UV- und Verschmutzungsschutz



In unmittelbarer Nähe des offenen Steuerschranks darf u.a. wegen UV-Strahlen-Gefährdung der EPROMs nicht geschweißt werden. Das Eindringen von Schmutz (z. B. Späne, Wasser, Staub) in den Steuerschrank muß verhindert werden. Bei besonders starker Schmutz- und Staubeentwicklung während der Aufstellphase müssen Steuerschrank und Roboter abgedeckt werden.

2.8.4 Inbetriebnahme

Bevor das Robotersystem in Betrieb genommen wird, sind alle Schutzeinrichtungen, Endschalter und sonstigen Schutzmaßnahmen auf Funktion und Vollständigkeit zu prüfen. An den Systemelementen Roboter und Steuerschrank ist eine Kontrolle auf eventuell vorhandene Fremdkörper durchzuführen. Im Gefahrenbereich (Bewegungsbereich des Roboters)



dürfen sich während der Inbetriebnahme keine Personen oder Gegenstände befinden. Bei der Erstinbetriebnahme ist darauf zu achten, daß die richtigen Maschinendaten eingegeben worden sind.

2.8.5 Software



Für den Rechner der Steuerung wurde eine spezielle Software entwickelt. Die Software fängt die meisten Fehleingaben und Fehlbedienungen ab. Nähere Informationen hierzu in der vorliegenden Betriebsanleitung.

Die ausgelieferte Hard- und Software wurden auf Virenfreiheit geprüft. Es liegt in der Verantwortung des Betreibers sich immer des aktuellsten Virenscanners zu bedienen. Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel "Steuerung hochfahren / herunterfahren".

2.8.6 Betrieb

Während das Robotersystem in Betrieb ist, müssen alle Sicherheitsvorschriften eingehalten werden. Veränderungen an Schutzmaßnahmen und Sicherheitseinrichtungen sind unzulässig. Bei Störungen ist der Roboter sofort außer Betrieb zu nehmen und bis zur Beseitigung der Störung so abzusichern, daß eine unbefugte Wiederinbetriebnahme ausgeschlossen ist und Personen oder Sachen nicht gefährdet werden können. Über Störungen, deren Ursache und Beseitigung sind entsprechende Aufzeichnungen zu führen.

Mindestens einmal pro Schicht muß das Robotersystem auf äußerlich erkennbare Schäden und Mängel geprüft werden. Eingetretene Veränderungen, auch Veränderungen des Betriebsverhaltens, sind sofort der zuständigen Stelle oder Person zu melden. Roboter ggf. sofort stillsetzen und sichern!

2.8.7 Außerbetriebnahme

Sind Austausch-, Einstell-, Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten durchzuführen, so ist das Robotersystem nach Vorschrift der vorliegenden Betriebsanleitung außer Betrieb zu nehmen und gegen unbefugtes Wiedereinschalten zu sichern (z. B. Vorhängeschloß, Schlüsselschalter). Ist bei bestimmten Arbeiten die Bewegbarkeit des Systems unbedingt erforderlich, so sind die diesbezüglichen Ausführungen in Abschnitt 3.2 besonders zu beachten.

2.8.8 Verschiedenes

Bei Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten gelöste Schraubenverbindungen müssen hinterher stets vorschriftsmäßig festgeschraubt werden.

Bei Arbeiten über Körperhöhe müssen sicherheitsgerechte Aufstiegshilfen und Arbeitsbühnen verwendet werden. Roboter und Steuerschrank dürfen nicht als Aufstiegshilfen benutzt werden.

Für sichere und umweltschonende Entsorgung von Betriebs- und Hilfsstoffen sowie Austauschteilen sorgen!



2.8.9 Sicherheitsbelehrungen

Das mit der Durchführung von Aufstellung, Austausch, Einstellung, Bedienung, Wartung und Instandsetzung beauftragte Personal muß vor Arbeitsbeginn über Art und Umfang der Arbeiten sowie über mögliche Gefahren belehrt werden. Über Gegenstand und Umfang der Belehrungen sind Aufzeichnungen zu führen.

Das erwähnte Personal ist halbjährlich mündlich und alle zwei Jahre schriftlich über die Einhaltung von Sicherheitsvorschriften und -hinweisen zu belehren. Die Belehrung kann durch Sicherheitsbeauftragte des Betreibers und/oder im Rahmen einer KUKA-Schulung durchgeführt werden. Belehrungen sind außerdem nach besonderen Vorfällen oder technischen Änderungen durchzuführen.



2.9 Sicherheitskennzeichnung

2.9.1 Allgemeines

Am Roboter sowie am und im Steuerschrank sind Leistungsschild, Warnhinweise und Sicherheitssymbole befestigt. Die Verbindungsleitungen zwischen Roboter und Steuerschrank sowie elektrische und andere Leitungen im und am Roboter bzw. Steuerschrank tragen Bezeichnungsschilder, zum Teil auch Positionsmarkierungen.

Alle diese Schilder, Hinweise, Symbole und Markierungen sind sicherheitsrelevante Teile des Robotersystems. Sie müssen über die ganze Lebensdauer des jeweiligen Roboters bzw. Steuerschranks am festgelegten Platz gut sichtbar befestigt bleiben.



Es ist verboten,

- Leistungsschilder,
- Warnhinweise,
- Sicherheitssymbole,
- Bezeichnungsschilder und
- Leitungsmarkierungen

zu entfernen, zu überkleben, zu übermalen oder in anderer Weise die klare Erkennbarkeit zu behindern.

2.9.2 Roboter



Siehe Dok-Modul Roboter "Technische Daten".

2.9.3 Steuerschrank

Folgende Schilder und Hinweise sind am und im Steuerschrank (Abb. 1) zu finden:

- ① Hinweis auf Gebrauchsanweisung (= Betriebsanleitung)
- ② Leistungsschild (2x)
- ③ Hinweis Netzspannung
- ④ Hinweis Festsitzprüfung
- ⑤ Hinweis Netzform
- ⑥ Produktionsnummer Steuerschrank

Außerdem

-  Schutzleiter-Zeichen (14x)
-  PE-Zeichen

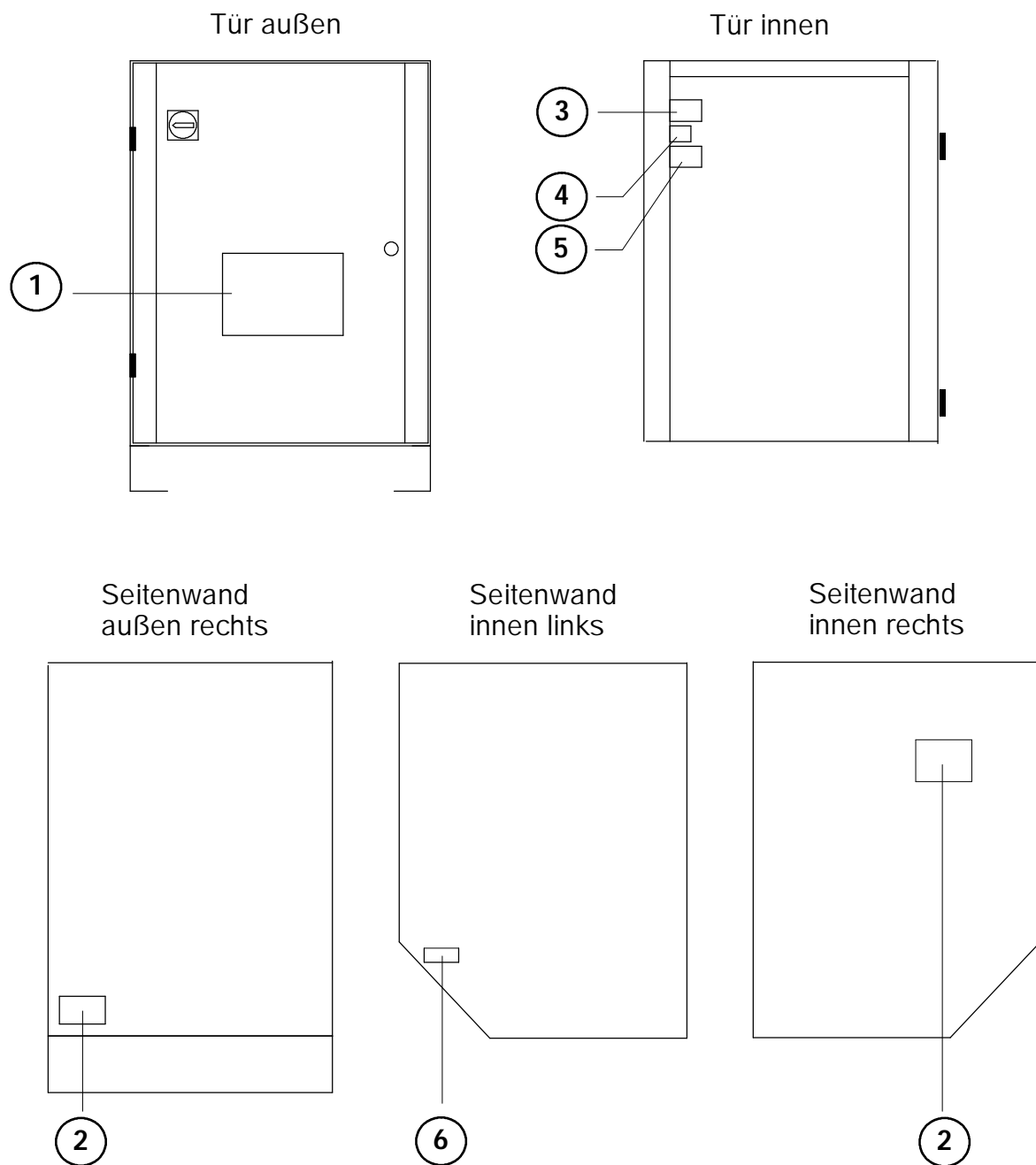


Abb. 1 Schilder und Hinweise, Steuerschrank



de Achtung! Lesen Sie unbedingt die Gebrauchsanweisung vor Aufstellung, Installation, Inbetriebnahme. Dadurch schützen Sie sich und vermeiden Schäden an Ihrem Gerät.	el!
nl Let op!	it Attenzione!
da OBS!	no NB!
es ¡Atención!	pt Atenção!
fr Attention!	sv OBS!
en Important!	fi Huomio!

1

Abb. 2 Hinweis Gebrauchsanweisung

K U K A Roboter GmbH Augsburg/Germany			
Typ Werk-Nr. Artikel-Nr.	Type Serial-No. Artikel-No.	Type No. de série No. d'article	KR C1 01022 71051900
Baujahr Plan-Nr.	Date Plan-No.	Année de fa- bric. No. de dessin	1997 392.707-85.... abcdef
Anschlußspg. Netzfrequenz Nennstrom Netzschutz	Supply Volt. Frequency Rated Current Mainsfuse	Tension Fréquence Courant nominal Fusible secteur	3x400V 50Hz 6A 16A
Gewicht	Weight	Poids	ca. 136kg

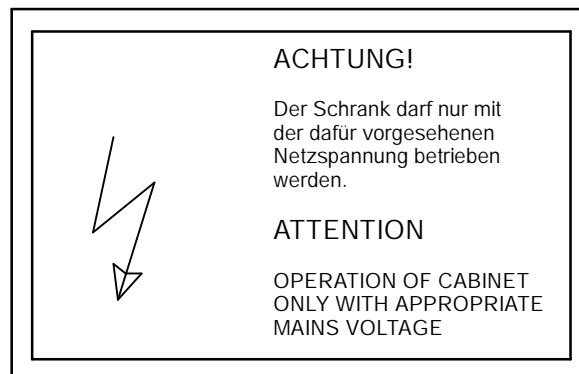
2

Abb. 3 Leistungsschild Steuerschrank (Beispiel)



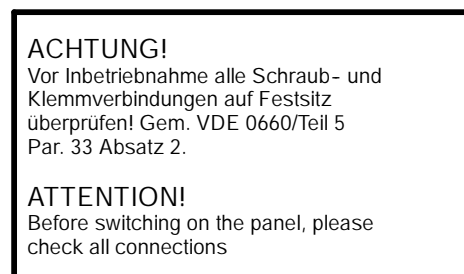
Sprachkombinationen:

Deutsch/Englisch
Deutsch/Französisch
Engl./Holländisch
Deutsch/Spanisch
Deutsch/Schwedisch
Deutsch/Russisch
Deutsch/Holländisch
Deutsch/Italienisch
Deutsch/Türkisch
Engl./Portugiesisch
Deutsch/Tschechisch
Deutsch/Portugiesisch



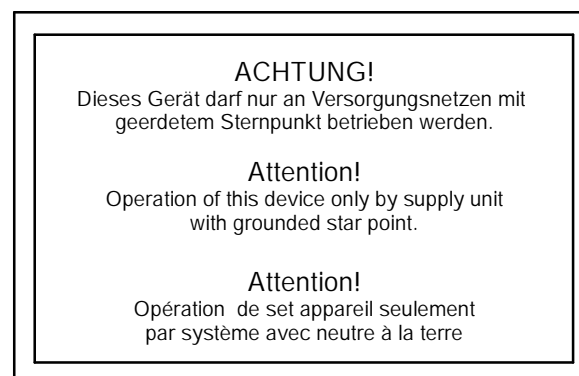
3

Abb. 4 Hinweis Netzspannung



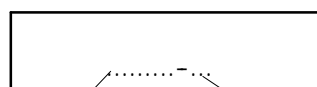
4

Abb. 5 Hinweis Festsitzprüfung



5

Abb. 6 Hinweis Netzform



6

Produktionsnummer

laufende Nummer

Abb. 7 Produktionsnummer Steuerschrank



2.10 EGB-Richtlinien

2.10.1 Allgemeines

Die EGB - Vorschriften (EGB: Elektrostatisch Gefährdete Bauelemente bzw. Baugruppen) sind während der Handhabung aller Baugruppen, die in der (V) KR C1 eingesetzt werden, stets einzuhalten. Diese Baugruppen sind mit hochwertigen Bausteinen bestückt und sind sehr empfindlich gegen elektrostatische Entladungen (ESD).

Nicht selten können sich Gegenstände oder der Mensch selbst unter besonderen Umweltbedingungen zum einen durch Reibung (tribo electricity) und zum anderen durch Influenz auf sehr hohe Spannungen, bis einige tausend Volt aufladen.

Die häufigste Art der elektrostatischen Aufladungen entsteht durch Reibung. Dieser Effekt wird vor allem durch die Kombination von synthetischer Fasern und trockener Luft gefördert und entsteht durch Aneinanderreiben zweier Stoffe mit unterschiedlicher Dielektrizitätskonstante. Hierbei laden sich die Materialien auf, d.h. ein Material gibt Elektronen an das andere Material ab, dies geschieht in Form einer Anhäufung von Ladungsträgern jeweils einer Polarität. Das Gleiche kann beim Menschen passieren. Bewegt er sich z.B. in einer trockenen Atmosphäre mit gut isolierten Schuhen auf einem Kunststoff - Teppich, so kann er sich bis ca. 15 kV aufladen.

Bereits bei einem Bruchteil dieser Spannung (unterhalb der Wahrnehmungsgrenze des Menschen) können EGB's zerstört werden. Laut der folgenden Tabelle erkennt man, daß die Spannungsfestigkeit moderner Halbleiterbauelemente im Vergleich zu den Spannungen, die durch elektrostatische Aufladung entstehen erschreckend gering ist.

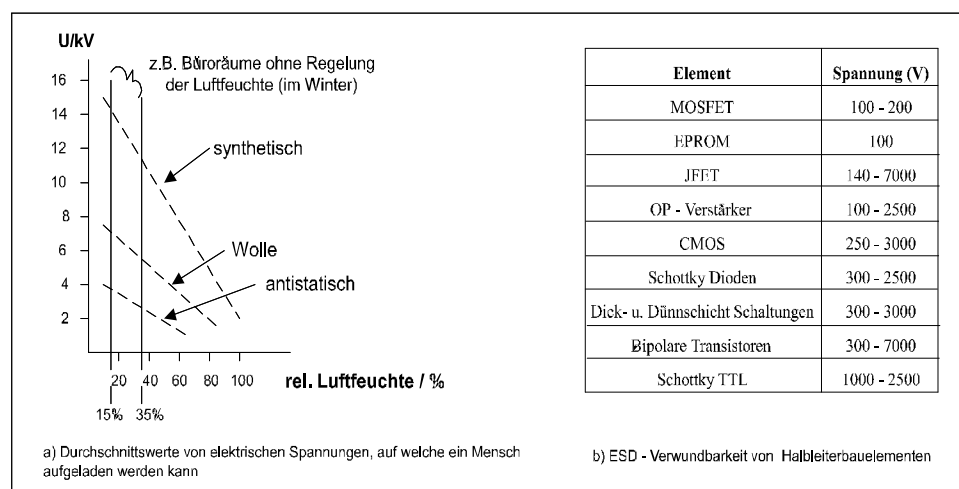


Abb. 8 Elektrostatische Aufladung beim Menschen und ESD-Verwundbarkeit von Halbleitern

Außerdem verursacht ESD nicht nur den Totalausfall von Bauelementen, sondern kann eventuell zur Teilschädigung eines ICs oder Bauelements führen, was wiederum zur Herabsetzung der Lebensdauer oder zu sporadischen Störungen von vorläufig noch funktionsfähigen Teilen führt.



Aus diesen Gründen müssen nicht nur neue Baugruppen sondern auch defekte Baugruppen sehr sorgfältig, EGB-Gerecht behandelt werden.



2.10.2 Handhabung von EGB-Baugruppen

- G Bauelemente dürfen nur dann ausgepackt und berührt werden, wenn
 - man EGB-Schuhe oder EGB-Schuherdungsstreifen trägt oder
 - man über ein EGB-Armband über einen Sicherheitswiderstand von $1 \text{ } \Omega$ ständig geerdet ist
- G Vor dem Berühren einer elektronischen Baugruppe muß der eigene Körper entladen werden (berühren eines leitfähigen, geerdeten Gegenstandes)
- G Umgebung: antistatische Tischauflagen, leitende Fußbodenbeläge, hohe relative Luftfeuchte, geerdete Tische und Stühle (über Schutzwiderstand 1 MOhm)
- G Elektronische Baugruppen dürfen nicht in die Nähe von Datensichtgeräten, Monitoren, Fernsehgeräten gebracht werden
- G An Baugruppen darf nur dann gemessen werden, wenn
 - das Meßgerät geerdet ist (z.B. über Schutzleiter) oder
 - vor dem Messen bei potentialfreiem Meßgerät der Meßkopf kurzzeitig entladen wird (z.B. metallblankes Steuerungsgehäuse berühren).
- G elektronische Bauelemente nur dann auspacken und berühren wenn es notwendig erforderlich ist.

Der beste Schutz gegen die Folgen elektrostatischer Entladungen ist, diese Ladungen gar nicht entstehen zu lassen. Daher ist für eine optimale EGB-Handhabung die Erdung aller möglichen Potentialträger unbedingt erforderlich (siehe Abbildung).

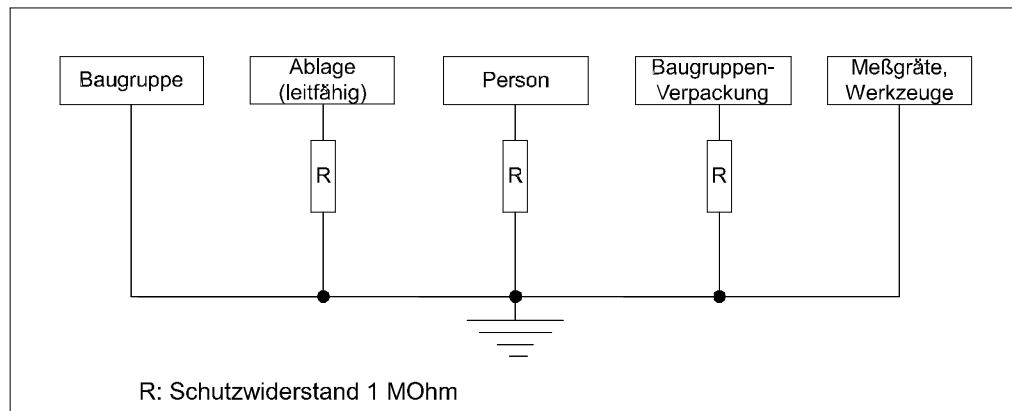


Abb. 9 EGB-Handhabung

2.10.3 EGB-Gerechtes Verpacken

Bei der Verpackung von EGB-gefährdeten Baugruppen und Bauelementen ist grundsätzlich zu beachten, daß nur leitfähige und antistatische Verpackungsmaterialien, wie z.B. metallisierte oder graphithaltige Verpackungsmaterialien, antistatische Folien etc., verwendet werden.