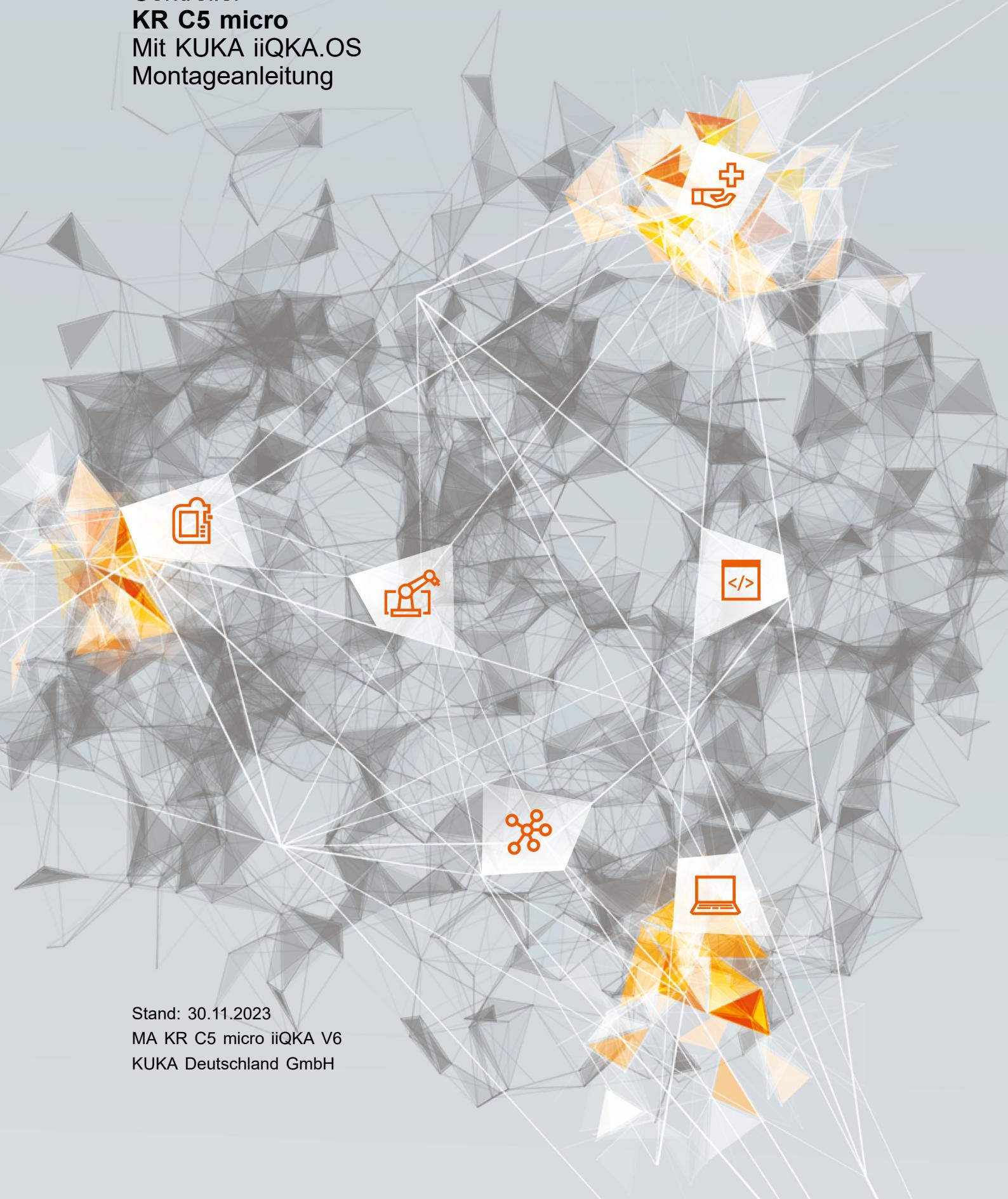


KUKA



Controller
KR C5 micro
Mit KUKA iiQKA.OS
Montageanleitung



Stand: 30.11.2023
MA KR C5 micro iiQKA V6
KUKA Deutschland GmbH

© Copyright 2023

KUKA Deutschland GmbH
Zugspitzstraße 140
D-86165 Augsburg
Deutschland

Diese Dokumentation darf – auch auszugsweise – nur mit ausdrücklicher Genehmigung der KUKA Deutschland GmbH vervielfältigt oder Dritten zugänglich gemacht werden.

Es können weitere, in dieser Dokumentation nicht beschriebene Funktionen in der Steuerung lauffähig sein. Es besteht jedoch kein Anspruch auf diese Funktionen bei Neulieferung oder im Servicefall.

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden jedoch regelmäßig überprüft und notwendige Korrekturen sind in der nachfolgenden Auflage enthalten.

Technische Änderungen ohne Beeinflussung der Funktion vorbehalten.

KIM-PS5-DOC

Original-Dokumentation

Publikation: Pub MA KR C5 micro iiQKA (PDF) de
PB19397

Buchstruktur: MA KR C5 micro iiQKA V3.1
BS16960

Version: MA KR C5 micro iiQKA V6

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Einleitung..... | 9 |
| 1.1 | Zielgruppe..... | 9 |
| 1.2 | Dokumentation des Industrieroboters..... | 9 |
| 1.3 | Darstellung von Hinweisen..... | 9 |
| 1.4 | Marken..... | 10 |
| 1.5 | Verwendete Begriffe..... | 10 |
| 2 | Produktbeschreibung..... | 15 |
| 2.1 | Beschreibung des Industrieroboters..... | 15 |
| 2.2 | Übersicht der Robotersteuerung..... | 15 |
| 2.2.1 | Steuerbox..... | 16 |
| 2.2.2 | Antriebsbox..... | 17 |
| 2.3 | Schnittstellen..... | 17 |
| 2.4 | Controller System Panel..... | 18 |
| 2.5 | Kühlung..... | 18 |
| 2.6 | Bestimmungsgemäße Verwendung und Fehlanwendung..... | 19 |
| 3 | Sicherheit..... | 21 |
| 3.1 | Allgemein..... | 21 |
| 3.1.1 | Haftungshinweis..... | 21 |
| 3.1.2 | EG-Konformitätserklärung und Einbauerklärung..... | 21 |
| 3.1.3 | Begriffe im Kapitel "Sicherheit"..... | 22 |
| 3.2 | Personal..... | 24 |
| 3.3 | Arbeits-, Schutz- und Gefahrenbereich..... | 26 |
| 3.4 | Auslöser für Stopp-Reaktionen..... | 26 |
| 3.5 | Sicherheitsfunktionen..... | 27 |
| 3.5.1 | Übersicht der Sicherheitsfunktionen..... | 27 |
| 3.5.2 | Sicherheitssteuerung..... | 29 |
| 3.5.3 | Lokale NOT-HALT-Einrichtung..... | 30 |
| 3.5.4 | Zustimmeinrichtung..... | 30 |
| 3.5.5 | Geschwindigkeitsüberwachung..... | 31 |
| 3.5.6 | Signal "Bedienerschutz"..... | 32 |
| 3.5.7 | Externe NOT-HALT-Einrichtung..... | 33 |
| 3.5.8 | NOT-HALT-Ausgang..... | 33 |
| 3.5.9 | Überwachungen für kollaborativen Betrieb (MRK)..... | 33 |
| 3.5.10 | Externe Zustimmeinrichtung..... | 34 |
| 3.6 | Zusätzliche Schutzausstattung..... | 34 |
| 3.6.1 | Tippbetrieb..... | 34 |
| 3.6.2 | Software-Endschalter..... | 34 |
| 3.6.3 | Möglichkeiten zum Bewegen des Manipulators ohne Antriebsenergie..... | 34 |
| 3.6.4 | Kennzeichnungen am Industrieroboter..... | 35 |
| 3.6.5 | Externe Schutzeinrichtungen..... | 35 |
| 3.7 | Betriebsartenwahl..... | 36 |
| 3.8 | Sicherheitsmaßnahmen..... | 37 |
| 3.8.1 | Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen..... | 37 |
| 3.8.2 | Transport..... | 39 |
| 3.8.3 | Inbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme..... | 39 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.8.4 | Manueller Betrieb..... | 42 |
| 3.8.5 | Simulation..... | 43 |
| 3.8.6 | Automatikbetrieb..... | 43 |
| 3.8.7 | Wartung und Instandsetzung..... | 43 |
| 3.8.8 | Außenbetriebnahme, Lagerung und Entsorgung..... | 45 |
| 3.8.9 | Sicherheitsmaßnahmen für Single Point of Control..... | 45 |
| 3.9 | IT-Sicherheit..... | 45 |
| 3.9.1 | Einführung..... | 45 |
| 3.9.2 | Maßnahmen zum sicheren Betrieb des Produkts..... | 46 |
| 3.9.2.1 | Physischer Zugriffsschutz..... | 46 |
| 3.9.2.2 | Netzwerkanbindung..... | 46 |
| 3.9.2.3 | Zugriffsverwaltung..... | 47 |
| 3.9.2.4 | Software-Updates..... | 48 |
| 3.9.2.5 | Datensicherung..... | 48 |
| 3.9.2.6 | USB-Schnittstellen..... | 48 |
| 3.9.2.7 | Kundendienst-Zugang..... | 49 |
| 3.9.2.8 | Entwicklermodus..... | 49 |
| 3.9.3 | IT-Sicherheitsfunktionen des Produkts..... | 49 |
| 3.9.3.1 | Allgemein..... | 49 |
| 3.9.3.2 | Firewall..... | 49 |
| 3.9.3.3 | Verschlüsselung der Kommunikation..... | 51 |
| 3.9.3.4 | Prüfung von Software-Updates..... | 52 |
| 3.9.3.5 | Unterbindung von Installation älterer Software..... | 52 |
| 3.9.3.6 | Unterteilung des Systems..... | 52 |
| 3.9.3.7 | Entfernung nicht benötigter Softwarekomponenten und -funktionen..... | 53 |
| 3.9.3.8 | Außenbetriebnahme des Systems..... | 53 |
| 3.9.3.9 | Weitere Informationen zu IT-Sicherheit..... | 53 |
| 4 | Technische Daten..... | 55 |
| 4.1 | Grunddaten..... | 55 |
| 4.2 | Abmessungen..... | 57 |
| 4.3 | Mindestabstände Robotersteuerung..... | 59 |
| 4.4 | Mindestabstände bei Einbau in eine Schutzumgebung..... | 60 |
| 4.5 | Schilder..... | 61 |
| 4.6 | REACH Informationspflicht nach Art. 33..... | 63 |
| 5 | Planung..... | 65 |
| 5.1 | Übersicht Planung..... | 65 |
| 5.2 | Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)..... | 65 |
| 5.3 | Aufstell- und Einbaubedingungen..... | 66 |
| 5.4 | Montage mit Halter..... | 69 |
| 5.5 | PE-Potenzialausgleich..... | 71 |
| 5.6 | Anschlussbedingungen..... | 72 |
| 5.7 | Verbindungsleitungen verlegen..... | 72 |
| 5.8 | Netzanschluss..... | 74 |
| 5.9 | Schnittstellen Übersicht..... | 74 |
| 5.9.1 | Schnittstelle XGSD (microSD-Karte)..... | 76 |
| 5.9.2 | Schnittstelle USB..... | 76 |
| 5.9.3 | Schnittstellen XF1 - XF8 | 77 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 5.9.3.1 | Schnittstelle KSI..... | 78 |
| 5.9.3.2 | Schnittstelle KONI..... | 78 |
| 5.9.3.3 | Schnittstelle Daisy Chain..... | 78 |
| 5.9.3.4 | Schnittstellen KLI..... | 79 |
| 5.9.3.5 | Schnittstelle KEI..... | 79 |
| 5.9.4 | Schnittstelle XGDP..... | 79 |
| 5.9.5 | Schnittstelle XG12..... | 79 |
| 5.9.6 | Schnittstellen XD12 und XD12.1 Spannungsversorgung..... | 81 |
| 5.9.7 | Sicherheitsschnittstellen..... | 82 |
| 5.9.7.1 | Schnittstelle XG58 | 82 |
| 5.9.7.2 | Sicherheitsschnittstelle XG11.1..... | 83 |
| 5.9.7.3 | Schaltungsbeispiele für sichere Ein- und Ausgänge..... | 85 |
| 5.9.8 | Schnittstelle XG33 Lampe "Antriebe bereit"..... | 87 |
| 5.9.9 | Schnittstelle XF21..... | 88 |
| 5.9.10 | Motorschmittstellen XD20.1 und XD20.2..... | 89 |
| 5.10 | Performance Level..... | 90 |
| 5.10.1 | PFH-Werte der Sicherheitsfunktionen..... | 90 |
| 6 | Transport..... | 93 |
| 6.1 | Transport mit Transportwagen..... | 93 |
| 6.1.1 | Robotersteuerung transportieren..... | 93 |
| 6.1.2 | Abschließende Maßnahmen..... | 93 |
| 7 | Inbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme..... | 95 |
| 7.1 | Robotersteuerung aufstellen..... | 96 |
| 7.1.1 | Horizontale Position als Stand-Alone-Variante mit Halter..... | 97 |
| 7.1.2 | Montage einer weiteren Robotersteuerung..... | 97 |
| 7.2 | Verbindungsleitungen und Schutzleiter anschließen..... | 98 |
| 7.3 | smartPAD anstecken..... | 99 |
| 7.4 | Netzanschluss..... | 100 |
| 7.5 | Netz anschließen..... | 100 |
| 7.6 | Sicherheitsschnittstelle XG11.1 konfektionieren und anstecken..... | 101 |
| 7.7 | Sicherheitsschnittstelle XG58 konfektionieren und anstecken..... | 101 |
| 7.8 | Robotersteuerung einschalten..... | 101 |
| 7.9 | Abschließende Maßnahmen..... | 102 |
| 8 | Bedienung..... | 103 |
| 8.1 | Robotersteuerung einschalten..... | 103 |
| 8.2 | Funktion Softpower Button..... | 103 |
| 9 | Wartung..... | 105 |
| 9.1 | Zustimmeinrichtung prüfen..... | 108 |
| 9.2 | Funktion Lampe "Antriebe bereit" testen..... | 108 |
| 9.3 | Robotersteuerung reinigen..... | 109 |
| 9.3.1 | Robotersteuerung reinigen..... | 110 |
| 9.3.2 | Abschließende Maßnahmen..... | 110 |
| 10 | Instandsetzung..... | 111 |
| 10.1 | Blech für Zugentlastung auswechseln..... | 111 |
| 10.1.1 | Blech für Zugentlastung montieren..... | 111 |
| 10.1.2 | Blech für Zugentlastung demontieren..... | 112 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 10.1.3 | Abschließende Maßnahmen..... | 112 |
| 10.2 | Montagehalter 19" Rahmen auswechseln..... | 112 |
| 10.2.1 | Montagehalter 19" Rahmen montieren..... | 113 |
| 10.2.2 | Montagehalter 19" Rahmen demontieren..... | 113 |
| 10.2.3 | Abschließende Maßnahmen..... | 114 |
| 10.3 | SSD-Festplatte auswechseln..... | 114 |
| 10.3.1 | SSD-Festplatte ausbauen..... | 115 |
| 10.3.2 | SSD-Festplatte einbauen..... | 115 |
| 10.3.3 | Abschließende Maßnahmen..... | 115 |
| 10.4 | Systemboard Batterie auswechseln..... | 116 |
| 10.4.1 | Gehäusedeckel demontieren..... | 117 |
| 10.4.2 | Batterie entnehmen..... | 118 |
| 10.4.3 | Batterie einsetzen..... | 119 |
| 10.4.4 | Gehäusedeckel montieren..... | 119 |
| 10.4.5 | Abschließende Maßnahmen..... | 120 |
| 10.5 | Sicherung Einspeisung auswechseln..... | 121 |
| 10.5.1 | Sicherung Einspeisung auswechseln..... | 121 |
| 10.5.2 | Abschließende Maßnahmen..... | 122 |
| 10.6 | Systemboard auswechseln, KR C5 micro..... | 122 |
| 10.6.1 | Gehäusedeckel demontieren..... | 124 |
| 10.6.2 | microSD-Karte und SSD-Festplatte entnehmen..... | 125 |
| 10.6.3 | Internen SSD-Speicher entnehmen..... | 126 |
| 10.6.4 | Steckverbindungen abstecken..... | 127 |
| 10.6.5 | Systemboard ausbauen..... | 128 |
| 10.6.6 | Systemboard einbauen..... | 129 |
| 10.6.7 | Steckverbindungen anstecken..... | 130 |
| 10.6.8 | microSD-Karte und SSD-Festplatte einbauen..... | 130 |
| 10.6.9 | Internen SSD-Speicher einbauen..... | 131 |
| 10.6.10 | Gehäusedeckel montieren..... | 132 |
| 10.6.11 | Abschließende Maßnahmen..... | 133 |
| 10.7 | Interfaceboard auswechseln, KR C5 micro..... | 133 |
| 10.7.1 | Gehäusedeckel demontieren..... | 135 |
| 10.7.2 | Interfaceboard ausbauen..... | 136 |
| 10.7.3 | Interfaceboard einbauen..... | 137 |
| 10.7.4 | Gehäusedeckel montieren..... | 138 |
| 10.7.5 | Abschließende Maßnahmen..... | 139 |
| 10.8 | Systemboard auswechseln, KR C5 micro 4CAB..... | 140 |
| 10.8.1 | Gehäusedeckel demontieren..... | 142 |
| 10.8.2 | microSD-Karte und SSD-Festplatte entnehmen..... | 142 |
| 10.8.3 | Internen SSD-Speicher entnehmen..... | 143 |
| 10.8.4 | Steckverbindungen abstecken..... | 144 |
| 10.8.5 | Systemboard ausbauen..... | 145 |
| 10.8.6 | Systemboard einbauen..... | 146 |
| 10.8.7 | Steckverbindungen anstecken..... | 147 |
| 10.8.8 | microSD-Karte und SSD-Festplatte einbauen..... | 148 |
| 10.8.9 | Internen SSD-Speicher einbauen..... | 149 |
| 10.8.10 | Gehäusedeckel montieren..... | 149 |
| 10.8.11 | Abschließende Maßnahmen..... | 150 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 11 | Fehlerbehebung..... | 151 |
| 11.1 | Systemboard LED-Fehleranzeige..... | 151 |
| 12 | Außerbetriebnahme, Lagerung und Entsorgung..... | 153 |
| 12.1 | Außerbetriebnahme..... | 153 |
| 12.1.1 | Abschließende Maßnahmen..... | 153 |
| 12.2 | Lagerung..... | 153 |
| 12.3 | Entsorgung..... | 154 |
| 13 | Anhang..... | 157 |
| 13.1 | Angewandte Normen und Vorschriften..... | 157 |
| 13.2 | Anzugsdrehmomente..... | 158 |
| 14 | KUKA Service..... | 161 |
| 14.1 | Support-Anfrage..... | 161 |
| 14.2 | KUKA Customer Support..... | 161 |
| | Index | 163 |

1 Einleitung

1.1 Zielgruppe

Diese Dokumentation richtet sich an Benutzer mit folgenden Kenntnissen:

- Fortgeschrittene Kenntnisse der Elektrotechnik
- Fortgeschrittene Kenntnisse der Robotersteuerung
- Fortgeschrittene Kenntnisse des Betriebssystems Linux



Für den optimalen Einsatz der KUKA Produkte empfehlen wir Schulungen im KUKA College. Informationen zum Schulungsprogramm sind unter www.kuka.com oder direkt bei den Niederlassungen zu finden.

1.2 Dokumentation des Industrieroboters

Die Dokumentation zum Industrieroboter besteht aus folgenden Teilen:

- Dokumentation für die Robotermechanik
- Dokumentation für die Robotersteuerung
- Dokumentation für das smartPAD-2 oder smartPAD pro (wenn verwendet)
- Dokumentation für die Systemsoftware
- Anleitungen zu Optionen und Zubehör
- Ersatzteilübersicht in KUKA Xpert

Jede Anleitung ist ein eigenes Dokument.

1.3 Darstellung von Hinweisen

Sicherheit

Diese Hinweise dienen der Sicherheit und **müssen** beachtet werden.



GEFAHR

Diese Hinweise bedeuten, dass Tod oder schwere Verletzungen sicher oder sehr wahrscheinlich eintreten **werden**, wenn keine Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden.



WARNUNG

Diese Hinweise bedeuten, dass Tod oder schwere Verletzungen eintreten **können**, wenn keine Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden.



VORSICHT

Diese Hinweise bedeuten, dass leichte Verletzungen eintreten **können**, wenn keine Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden.

HINWEIS

Diese Hinweise bedeuten, dass Sachschäden eintreten **können**, wenn keine Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden.



Diese Hinweise enthalten Verweise auf sicherheitsrelevante Informationen oder allgemeine Sicherheitsmaßnahmen.
Diese Hinweise beziehen sich nicht auf einzelne Gefahren oder einzelne Vorsichtsmaßnahmen.

Dieser Hinweis macht auf Vorgehensweisen aufmerksam, die der Vorbeugung oder Behebung von Not- oder Störfällen dienen:

SICHERHEITSANWEISUNG

Die folgende Vorgehensweise genau einhalten!

Mit diesem Hinweis gekennzeichnete Vorgehensweisen **müssen** genau eingehalten werden.

Hinweise

Diese Hinweise dienen der Arbeitserleichterung oder enthalten Verweise auf weiterführende Informationen.



Hinweis zur Arbeitserleichterung oder Verweis auf weiterführende Informationen

1.4 Marken



EtherCAT® ist eine eingetragene Marke und patentierte Technologie, lizenziert durch die Beckhoff Automation GmbH, Deutschland.

1.5 Verwendete Begriffe



In der Übersicht können Begriffe enthalten sein, die nicht für das vorliegende Dokument relevant sind.

| Begriff | Beschreibung |
|--------------|--|
| Br M{Nummer} | Bremse Motor{Nummer} |
| Daisy Chain | Netzwerktechnik, in der mehrere Hardware-Komponenten über ein Bussystem in Reihe geschaltet werden. |
| EDS | Electronic Data Storage (Speicherkarte) |
| EDS cool | Electronic Data Storage cool Speicherkarte mit erweitertem Temperaturbereich |
| EMD | Electronic Mastering Device |
| EMV | Elektromagnetische Verträglichkeit |
| EtherNet/IP | Ethernet Industrial Protocol EtherNet/IP ist ein Ethernet-basierter Feldbus (Ethernet-Schnittstelle). |
| HMI | Human-Machine Interface KUKA.HMI ist die KUKA-Bedienoberfläche. |

| | |
|-----------------------------------|---|
| IFBstd | Interfaceboard "Standard" Über das Interfaceboard werden nicht-sichere digitale I/O zur Verfügung gestellt. |
| IT-Netzwerk | Information Technology-Netzwerk, für die vertikale Verbindung von Services an die Netzwerk-Infrastruktur, z. B. für Backup, Dateizugriff, Remote-Zugriff, OPC UA und IIoT |
| KCB | KUKA Controller Bus |
| KEB | KUKA Extension Bus |
| KEI | KUKA EtherCAT Interface |
| KLI | KUKA Line Interface Anbindung an übergeordnete Steuerungs-Infrastruktur (SPS, Archivierung) |
| KSB | KUKA System Bus Feldbus zur internen Vernetzung der Steuerungen |
| KSI | KUKA Service Interface Schnittstelle an der Robotersteuerung Der WorkVisual-PC kann sich entweder über KLI mit der Robotersteuerung verbinden oder indem man ihn am KSI ansteckt. |
| KSP | KUKA Servo-Pack Antriebsregler |
| KUKA smartPAD-2 | Siehe "smartPAD" |
| KUKA smartPAD pro | Siehe "smartPAD" |
| M{Nummer} | Motor {Nummer} |
| Manipulator | Die Robotermechanik und die zugehörige Elektroinstallation |
| mini CSP | mini Controller System Panel Anzeige- und Bedienelement für die Robotersteuerung |
| NA | Nord Amerika |
| NOT-HALT-Einrichtung extern (NHE) | Das Auslösen eines externen NOT-HALT wirkt sich auf die Robotersteuerungen in der Anlage aus, die in den externen NOT-HALT-Kreis integriert sind. Hinweis: Das Auslösen eines externen NOT-HALT setzt nicht (!) das Ausgangssignal für den lokalen NOT-HALT. |
| NOT-HALT-Einrichtung lokal (NHL) | <ul style="list-style-type: none"> • NOT-HALT-Einrichtung am smartPAD • Optional: zusätzliche NOT-HALT-Einrichtung an der Fronttür des Schrankes • Optional: zusätzliche NOT-HALT-Einrichtung an XG58 <p>Das Auslösen eines lokalen NOT-HALT wirkt unmittelbar auf die Robotersteuerung, an der dieser NOT-HALT angeschlossen ist.</p> |
| OT-Netzwerk | Operational Technology-Netzwerk: kann für die Kommunikation innerhalb der Anlage z. B. via PROFINET oder EtherNet/IP verwendet werden |

| | |
|-------------|--|
| PELV | Protective Extra Low Voltage Externe 24 V Fremdeinspeisung |
| PoE | Power over Ethernet |
| QBS | Signal Quittierung Bedienerschutz |
| RDC | Resolver Digital Converter Mit dem Resolver Digital Converter werden Motordaten erfasst (z. B. Positionsdaten, Motortemperaturen). |
| RDC cool | Resolver Digital Converter Resolver-zu-Digital-Wandler mit erweitertem Temperaturbereich |
| SION | Safety Input/Output Node |
| smartPAD | Programmierhandgerät für die Robotersteuerung Das smartPAD hat alle Bedien- und Anzeigemöglichkeiten, die für die Bedienung und Programmierung benötigt werden. Es existieren folgende Modelle: <ul style="list-style-type: none"> • KUKA smartPAD • KUKA smartPAD-2 • KUKA smartPAD pro Für Robotersteuerungen der Serie KR C5 mit KUKA System Software oder VW System Software kommt nur das Modell KUKA smartPAD-2 zum Einsatz. Für Robotersteuerungen der Serie KR C5 mit KUKA iiQKA.OS kommt nur das Modell KUKA smartPAD pro zum Einsatz. Für andere Robotersteuerungen bezieht sich die Bezeichnung "KUKA smartPAD" oder "smartPAD" immer auf alle für diese Steuerung möglichen Modelle, sofern diese nicht explizit unterschieden werden. |
| SOP | Safe Operation Sicherheitsoption mit Soft- und Hardware-Komponenten, um zusätzlich zu den Standardsicherheitsfunktionen sichere Überwachungen zu konfigurieren. |
| SSD | Solid State Drive Festplatte |
| SPS (PLC) | Speicherprogrammierbare Steuerung (Programmable Logic Controller) Wird in Anlagen als übergeordnetes Master-Modul im Bussystem eingesetzt. |
| Systemboard | Das Systemboard stellt den Steuerungsrechner dar. Es stehen folgende Varianten zur Verfügung: <ul style="list-style-type: none"> • SYBbasic: Systemboard "Basic" • SYBperf: Systemboard "Performance" Die Bezeichnung "Systemboard" bezieht sich auf beide Varianten, sofern diese nicht explizit unterschieden werden. |

| | |
|-----|--|
| TPC | Torque Position Converter Mit dem Torque Position Converter werden Motordaten erfasst (z. B. Positionsdaten, Motortemperaturen) und Daten der Gelenkmomentsensoren ausgewertet. |
| US1 | Lastspannung (24 V) nicht geschaltet |
| US2 | Lastspannung (24 V) geschaltet. Damit werden z. B. Aktoren abgeschaltet, wenn die Antriebe deaktiviert sind |
| USB | Universal Serial Bus Bussystem zur Verbindung eines Computers mit Zusatzgeräten |
| USV | Unterbrechungsfreie Stromversorgung |

2 Produktbeschreibung

2.1 Beschreibung des Industrieroboters

Der Industrieroboter besteht aus folgenden Komponenten:

- Manipulator
- Robotersteuerung
- Programmierhandgerät smartPAD
- Verbindungsleitungen
- Software
- Optionen, Zubehör

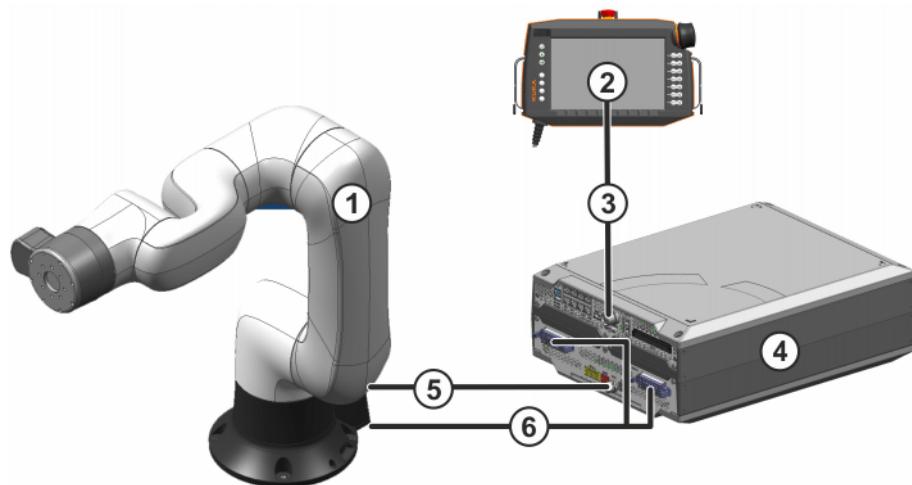


Abb. 2-1: Übersicht Robotersystem

- 1 Manipulator
- 2 Programmierhandgerät smartPAD pro
- 3 Verbindungsleitung/smartPAD pro
- 4 Robotersteuerung
- 5 Verbindungsleitung/Datenleitung
- 6 Verbindungsleitung/Motorleitung

2.2 Übersicht der Robotersteuerung

Die Robotersteuerung wird zur Steuerung für folgende Systeme eingesetzt:

- KUKA Kleinroboter

Die Robotersteuerung besteht aus folgenden Komponenten:

- Steuerteil
- Leistungsteil
- Sicherheitslogik
- Programmierhandgerät smartPAD
- Anschlussfeld

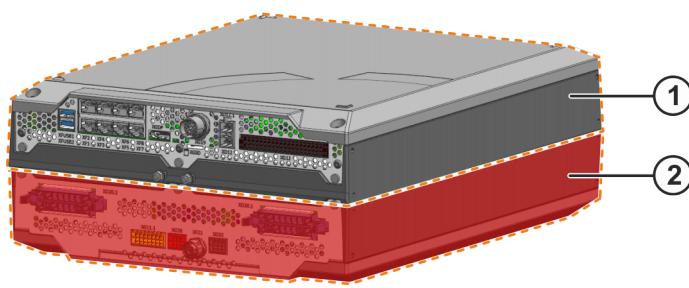


Abb. 2-2: Übersicht

- 1 Steuerteil (Steuerbox)
- 2 Leistungsteil (Antriebsbox)

2.2.1 Steuerbox

Die Steuerbox besteht aus folgenden Komponenten:

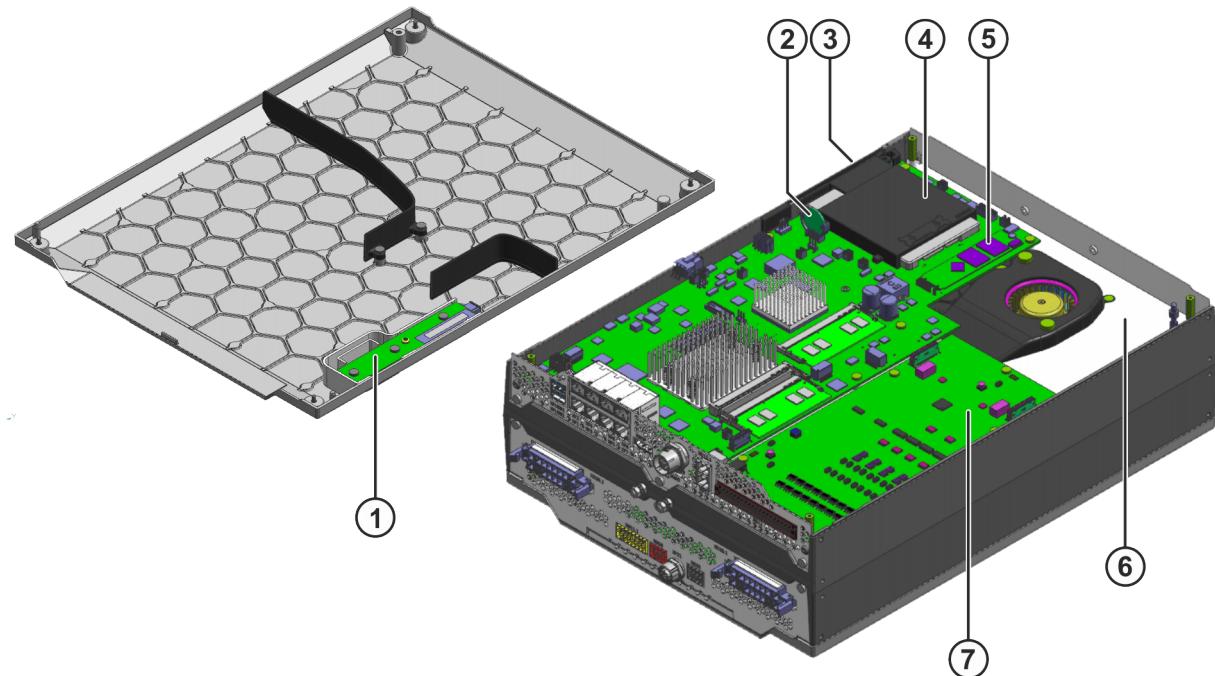


Abb. 2-3: Stand-Alone-Variante (Beispiel)

- 1 mini CSP
- 2 Halter für Knopfzelle
- 3 Abdeckung SSD
- 4 SSD (Option)
- 5 Systemboard
Das Systemboard ist über ein Flachbandkabel mit dem Interfaceboard IFBstd und über die Steckverbindung ICT mit dem KSP verbunden. Das KSP stellt die Versorgungsspannung des Systemboard zur Verfügung.
- 6 Trägerplatte Steuerteil
- 7 Interfaceboard IFBstd
Das Interfaceboard IFBstd wird über das Systemboard mit der Versorgungsspannung versorgt.

2.2.2 Antriebsbox



WARNUNG

Lebensgefahr durch Öffnen des Leistungsteils

Das Leistungsteil der Robotersteuerung darf nicht geöffnet werden. Tod, schwere Verletzungen oder Sachschäden können die Folge sein.

- Das Leistungsteil der Robotersteuerung darf nicht geöffnet werden.

Beschreibung

Die Antriebsbox besteht aus folgenden Komponenten:

- Lüfter
- Netzfilter (Entstörfilter) unterdrückt Störspannungen auf der Netzeleitung
- Bremswiderstand
- Kühlkörper
- KSP-300 bestehend aus (Robotersteuerung mit maximal 6 Servoachsen):
 - FCU-300
 - SCU-6-1S

Funktionen

Die Antriebsbox übernimmt folgende Funktionen:

- Erzeugung der Zwischenkreisspannung und Systemspannung
- Ansteuerung der Motoren
- Ansteuerung der Bremsen
- Prüfen der Zwischenkreisspannung im Bremsbetrieb

HINWEIS

Weitere Informationen zu den Schnittstellen und den Anschlussfeldern sind im Kapitel "Planung" zu finden. (>>> **5.9 "Schnittstellen Übersicht"**
Seite 74)

2.3 Schnittstellen

Beschreibung

Das Anschlussfeld der Robotersteuerung besteht standardmäßig aus Anschlüssen für folgende Leitungen:

- Geräteanschluss-Leitung
- USV/Batteriepack
- Motor-/Datenleitung
- Sicherheitsschnittstellen
- smartPAD-Leitung
- Peripherieleitungen

Hinweis

Folgende Sicherheitsschnittstellen stehen zur Verfügung:

- Diskrete Sicherheitsschnittstelle XG11.1

HINWEIS

Weitere Informationen zu den Schnittstellen und den Anschlussfeldern sind im Kapitel "Planung" zu finden. (>>> **5.9 "Schnittstellen Übersicht"** Seite 74)

2.4 Controller System Panel

Beschreibung

Das Controller System Panel (mini CSP) ist das Anzeigeelement für den Betriebszustand und ist an das Systemboard angeschlossen.

Übersicht

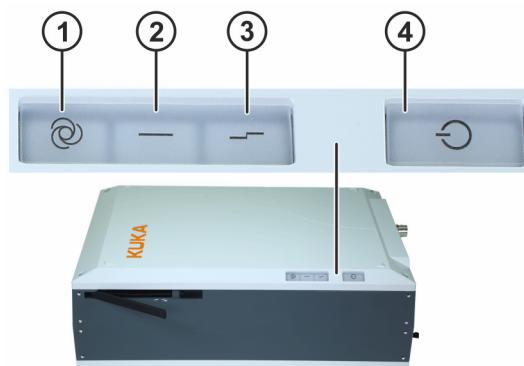


Abb. 2-4: Controller System Panel Anordnung LED

| Pos. | Bauteil | Farbe | Bedeutung |
|------|------------------------|-------|---------------------------------------|
| 1 | LED1 | Weiß | Betriebsart LED (Test oder Automatik) |
| 2 | LED2 | Grün | Betriebsstatus LED |
| 3 | LED3 | Rot | Fehler LED |
| 4 | LED4 Soft-power Button | Weiß | Sleep LED |

2.5 Kühlung

Beschreibung

Die Steuer- und Leistungselektronik wird über 2 Lüfter mit der Außenluft gekühlt.

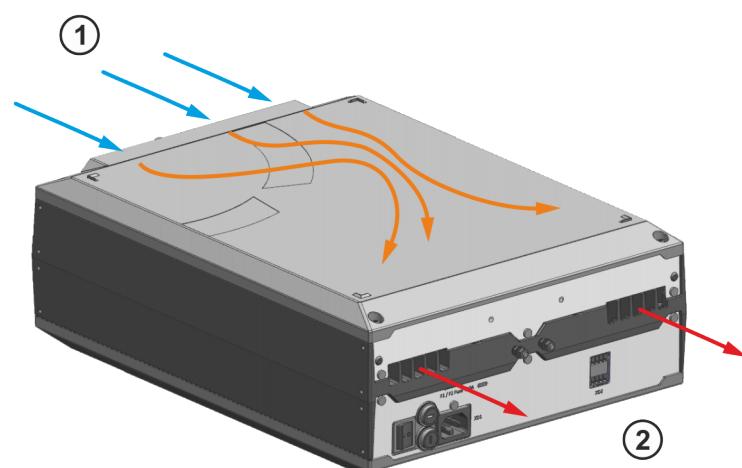


Abb. 2-5: Kühlung (Beispiel)

1 Lufteintritt

2 Luftaustritt

2.6 Bestimmungsgemäße Verwendung und Fehlanwendung

Verwendung

Die Robotersteuerung ist ausschließlich zum Betreiben folgender Komponenten bestimmt:

- KUKA Industrieroboter

Fehlanwendung

Alle von der bestimmungsgemäßen Verwendung abweichenden Anwendungen gelten als Fehlanwendung und sind unzulässig. Fehlanwendungen führen zum Verlust von Gewährleistungs- und Haftungsansprüchen. Für Schäden, die aus einer Fehlanwendung resultieren, haftet KUKA nicht. Dazu zählen z. B.:

- Benutzung als Aufstiegshilfen
- Einsatz außerhalb der spezifizierten Betriebsgrenzen
- Einsatz ohne erforderliche Schutzeinrichtungen
- Transport von Menschen und Tieren
- Einsatz im Freien
- Einsatz in explosionsgefährdetem Bereich
- Einsatz in radioaktiver Umgebung
- Einsatz im Untertagebau

3 Sicherheit

3.1 Allgemein

3.1.1 Haftungshinweis

Das im vorliegenden Dokument beschriebene Gerät ist entweder ein Industrieroboter oder eine Komponente davon.

Komponenten des Industrieroboters:

- Manipulator
- Robotersteuerung
- Programmierhandgerät
- Verbindungsleitungen
- Software
- Optionen, Zubehör

Der Industrieroboter ist nach dem Stand der Technik und den anerkannten sicherheitstechnischen Regeln gebaut. Dennoch können bei Fehlanwendung Gefahren für Leib und Leben und Beeinträchtigungen des Industrieroboters und anderer Sachwerte entstehen.

Der Industrieroboter darf nur in technisch einwandfreiem Zustand sowie bestimmungsgemäß, sicherheits- und gefahrenbewusst benutzt werden. Die Benutzung muss unter Beachtung des vorliegenden Dokuments und der dem Industrieroboter bei Lieferung beigefügten Einbauerklärung erfolgen. Störungen, die die Sicherheit beeinträchtigen können, müssen umgehend beseitigt werden.

Sicherheitsinformation

Angaben zur Sicherheit können nicht gegen den Hersteller ausgelegt werden. Auch wenn alle Sicherheitshinweise befolgt werden, ist nicht gewährleistet, dass der Industrieroboter keine Verletzungen oder Schäden verursacht.

Ohne Genehmigung des Herstellers dürfen keine Veränderungen am Industrieroboter durchgeführt werden. Veränderungen ohne Genehmigung führen zum Verlust von Gewährleistungs- und Haftungsansprüchen.

Zusätzliche Komponenten (Werkzeuge, Software etc.), die nicht zum Lieferumfang des Herstellers gehören, können in den Industrieroboter integriert werden. Wenn durch diese Komponenten Schäden am Industrieroboter oder an anderen Sachwerten entstehen, haftet dafür der Betreiber.

Ergänzend zum Sicherheitskapitel sind in dieser Dokumentation weitere Sicherheitshinweise enthalten. Diese müssen ebenfalls beachtet werden.

3.1.2 EG-Konformitätserklärung und Einbauerklärung

Der Industrieroboter ist eine unvollständige Maschine im Sinne der EG-Maschinenrichtlinie. Der Industrieroboter darf nur unter den folgenden Voraussetzungen in Betrieb genommen werden:

- Der Industrieroboter ist in eine Anlage integriert.
Oder: Der Industrieroboter bildet mit anderen Maschinen eine Anlage.
Oder: Am Industrieroboter wurden alle Sicherheitsfunktionen und Schutzeinrichtungen ergänzt, die für eine vollständige Maschine im Sinne der EG-Maschinenrichtlinie notwendig sind.

- Die Anlage entspricht der EG-Maschinenrichtlinie. Dies wurde durch ein Konformitätsbewertungsverfahren festgestellt.

EG-Konformitätserklärung

Der Systemintegrator muss eine EG-Konformitätserklärung gemäß der Maschinenrichtlinie für die gesamte Anlage erstellen. Die EG-Konformitätserklärung ist Grundlage für die CE-Kennzeichnung der Anlage. Der Industrieroboter darf nur nach landesspezifischen Gesetzen, Vorschriften und Normen betrieben werden.

Die Robotersteuerung besitzt eine CE-Kennzeichnung gemäß der EMV-Richtlinie und der Niederspannungsrichtlinie.

Einbauerklärung

Die unvollständige Maschine wird mit einer Einbauerklärung nach Anhang II B der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG ausgeliefert. Bestandteile der Einbauerklärung sind eine Liste mit den eingehaltenen grundlegenden Anforderungen nach Anhang I und die Montageanleitung.

Mit der Einbauerklärung wird erklärt, dass die Inbetriebnahme der unvollständigen Maschine solange unzulässig bleibt, bis die unvollständige Maschine in eine Maschine eingebaut oder mit anderen Teilen zu einer Maschine zusammengebaut wurde, diese den Bestimmungen der EG-Maschinenrichtlinie entspricht und die EG-Konformitätserklärung gemäß Anhang II A vorliegt.

3.1.3 Begriffe im Kapitel "Sicherheit"

| Begriff | Beschreibung |
|-----------------|--|
| Achsbereich | Bereich, in dem sich eine Achse bewegen darf. Der Achsbereich muss für jede Achse definiert werden. |
| Anhalteweg | Anhalteweg = Reaktionsweg + Bremsweg Der Anhalteweg ist Teil des Gefahrenbereichs. |
| Arbeitsbereich | Bereich, in dem sich der Manipulator bewegen darf. Der Arbeitsbereich ergibt sich aus den einzelnen Achsbereichen. |
| Automatik (AUT) | Betriebsart für den Programmablauf. Der Manipulator wird mit der programmierten Geschwindigkeit verfahren. |
| Betreiber | Der Betreiber eines Industrieroboters kann der Unternehmer, Arbeitgeber oder die delegierte Person sein, die für die Benutzung des Industrieroboters verantwortlich ist. |
| Commander | Bedienschnittstelle am Manipulator, die den Anschluss externer Werkzeuge und das Handführen des Manipulators ermöglicht |
| Gefahrenbereich | Der Gefahrenbereich beinhaltet den Arbeitsbereich und die Anhaltewege des Manipulators. |

| | |
|-----------------------------------|---|
| KRF | Kontrollierte Roboterfahrt KRF ist eine Betriebsart, in die gewechselt werden kann, wenn der Industrieroboter von der Sicherheitssteuerung aufgrund einer der folgenden Ursachen gestoppt wird: <ul style="list-style-type: none"> • Industrieroboter verletzt einen achsspezifischen oder kartesischen Überwachungsraum. • Werkzeugorientierung liegt außerhalb des erlaubten Bereichs. • Industrieroboter verletzt eine Kollisionserkennung oder die Überwachung Maximale TCP-Kraft. • Eine oder mehrere Achsen sind dejustiert. • Justage einer oder mehrerer Achspositionen ist nicht bestätigt. • Abgleich eines oder mehrerer Gelenkmomentensensoren ist nicht bestätigt. • Maximale kartesische Geschwindigkeit wurde überschritten. • Maximales Drehmoment einer Achse wurde überschritten, z. B. aufgrund einer Klemmsituation. Nach dem Wechsel in die Betriebsart KRF kann der Industrieroboter wieder verfahren werden. |
| KUKA smartPAD pro | Programmierhandgerät für die Robotersteuerung Das KUKA smartPAD pro hat alle Bedien- und Anzeigemöglichkeiten, die für die Bedienung und Programmierung benötigt werden. |
| Manipulator | Die Robotermechanik und die zugehörige Elektroinstallation |
| MRK | Mensch-Roboter-Kollaboration |
| NOT-HALT-Einrichtung extern (NHE) | Das Auslösen eines externen NOT-HALT wirkt sich auf die Robotersteuerungen in der Anlage aus, die in den externen NOT-HALT-Kreis integriert sind. Hinweis: Das Auslösen eines externen NOT-HALT setzt nicht (!) das Ausgangssignal für den lokalen NOT-HALT. |
| NOT-HALT-Einrichtung lokal (NHL) | <ul style="list-style-type: none"> • NOT-HALT-Einrichtung am smartPAD • Optional: zusätzliche NOT-HALT-Einrichtung an der Fronttür des Schranks • Optional: zusätzliche NOT-HALT-Einrichtung an XG58 <p>Das Auslösen eines lokalen NOT-HALT wirkt unmittelbar auf die Robotersteuerung, an der dieser NOT-HALT angeschlossen ist.</p> |
| Schutzbereich | Der Schutzbereich befindet sich außerhalb des Gefahrenbereichs. |
| Sicherheitshalt | Der Sicherheitshalt wird von der Sicherheitssteuerung ausgelöst, unterbricht den Arbeitsablauf und bewirkt den Stillstand aller Roboterbewegungen. Der Sicherheitshalt kann als Stopp-Kategorie 0, als Stopp-Kategorie 1 (MRK) oder als Stopp-Kategorie 1 (bahntreu) ausgeführt werden. Hinweis: Ein Sicherheitshalt der Stopp-Kategorie 0 wird im Dokument als Sicherheitshalt 0, ein Sicherheitshalt der Stopp-Kategorie 1 (MRK) als Sicherheitshalt 1 (MRK) und ein Sicherheitshalt der Stopp-Kategorie 1 (bahntreu) als Sicherheitshalt 1 (bahntreu) bezeichnet. |

| | |
|---|---|
| Stopp-Kategorie 0 | <p>Die Antriebe werden sofort abgeschaltet und die Bremsen fallen ein. Der Manipulator bremst bahnnah.</p> <p>Hinweis: Diese Stopp-Kategorie wird im Dokument als "STOP 0" bezeichnet.</p> |
| Stopp-Kategorie 1 (MRK) | <p>Der Manipulator schaltet auf Nachgiebigkeitsregelung mit erhöhter Dämpfung um, um die einwirkenden externen Kräfte zu reduzieren und zum Stillstand zu kommen. Der Manipulator verlässt hierbei die Bahn. Im Stillstand werden die Antriebe abgeschaltet und die Bremsen fallen ein.</p> <p>Wenn die Stopp-Kategorie 1 (MRK) durch die Sicherheitssteuerung ausgelöst wird, überwacht die Sicherheitssteuerung den Bremsvorgang. Im Detail werden die kartesische Geschwindigkeit und die externen Achsmomente überwacht. Spätestens nach 1 s fallen die Bremsen ein und die Antriebe werden abgeschaltet. Im Fehlerfall wird die Stopp-Kategorie 0 ausgeführt.</p> <p>Hinweis: Diese Stopp-Kategorie wird im Dokument als "STOP 1 (MRK)" bezeichnet.</p> |
| Stopp-Kategorie 1 (bahntreu) | <p>Der Manipulator bremst bahntreu. Im Stillstand werden die Antriebe abgeschaltet und die Bremsen fallen ein.</p> <p>Wenn die Stopp-Kategorie 1 (bahntreu) durch die Sicherheitssteuerung ausgelöst wird, überwacht die Sicherheitssteuerung den Bremsvorgang. Spätestens nach einer Dauer von 1,5 s, die abhängig vom Robotertyp kürzer sein kann, fallen die Bremsen ein und die Antriebe werden abgeschaltet. Im Fehlerfall wird die Stopp-Kategorie 0 ausgeführt.</p> <p>Hinweis: Diese Stopp-Kategorie wird im Dokument als "STOP 1 (bahntreu)" bezeichnet.</p> |
| Stopp-Kategorie 2 | <p>Die Antriebe werden nicht abgeschaltet und die Bremsen fallen nicht ein. Der Manipulator bremst mit einer bahntreuen Bremsrampe.</p> <p>Hinweis: Diese Stopp-Kategorie wird im Dokument als "STOP 2" bezeichnet.</p> |
| Systemintegrator (Anlagenintegrator) | <p>Der Systemintegrator ist dafür verantwortlich, den Industrieroboter sicherheitsgerecht in eine Anlage zu integrieren und in Betrieb zu nehmen.</p> |
| T1 | <p>Test-Betriebsart Manuell Reduzierte Geschwindigkeit (<= 250 mm/s)</p> <p>Hinweis: Beim Handführen in T1 ist die Geschwindigkeit nicht automatisch reduziert, sondern sie wird durch eine sicherheitsgerichtete Geschwindigkeitsüberwachung gemäß Sicherheitskonfiguration begrenzt.</p> |

3.2 Personal

Folgende Personen oder Personengruppen werden für den Industrieroboter definiert:

- Betreiber
- Personal



Qualifikation des Personals

Tätigkeiten an der Anlage darf nur Personal durchführen, das die auszuführenden Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren erkennen kann. Tod, schwere Verletzungen oder Sachschäden können sonst die Folge sein. Folgende Qualifikationen sind erforderlich:

- Ausreichende fachliche Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen
- Kenntnis der relevanten Betriebs- oder Montageanleitungen, Kenntnis der einschlägigen Normen
- Alle Personen, die am Industrieroboter arbeiten, müssen die Dokumentation mit dem Sicherheitskapitel des Industrieroboters gelesen und verstanden haben.

Betreiber

Der Betreiber muss die arbeitsschutzrechtlichen Vorschriften beachten. Dazu gehört z. B.:

- Der Betreiber muss seinen Überwachungspflichten nachkommen.
- Der Betreiber muss in festgelegten Abständen Unterweisungen durchführen.
- Der Betreiber muss die Vorschriften zur persönlichen Schutzausrüstung (PSA) beachten.

Personal

Das Personal muss vor Arbeitsbeginn über Art und Umfang der Arbeiten sowie über mögliche Gefahren belehrt werden. Die Belehrungen sind regelmäßig durchzuführen. Die Belehrungen sind außerdem jedes Mal nach besonderen Vorfällen oder nach technischen Änderungen durchzuführen.

Zum Personal zählen:

- Der Systemintegrator
- Die Anwender, unterteilt in:
 - Inbetriebnahme-, Wartungs- und Servicepersonal
 - Bediener
 - Reinigungspersonal

Systemintegrator

Der Industrieroboter ist durch den Systemintegrator sicherheitsgerecht in eine Anlage zu integrieren.

Der Systemintegrator ist für folgende Aufgaben verantwortlich:

- Aufstellen des Industrieroboters
- Anschließen des Industrieroboters
- Durchführen der Risikobeurteilung
- Einsatz der notwendigen Sicherheitsfunktionen und Schutzeinrichtungen
- Ausstellen der EG-Konformitätserklärung
- Anbringen des CE-Zeichens
- Erstellen der Betriebsanleitung für die Anlage

Anwender

Der Anwender muss folgende Voraussetzungen erfüllen:

- Der Anwender muss für die auszuführenden Arbeiten geschult sein.

- Tätigkeiten an der Anlage darf nur qualifiziertes Personal durchführen. Dies sind Personen, die aufgrund ihrer fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie aufgrund ihrer Kenntnis der einschlägigen Normen die auszuführenden Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren erkennen können.

3.3 Arbeits-, Schutz- und Gefahrenbereich

Arbeitsbereiche müssen auf das erforderliche Mindestmaß beschränkt werden.

Der Gefahrenbereich beinhaltet den Arbeitsbereich und die Anhaltewege des Manipulators. Der Gefahrenbereich ist durch trennende Schutzeinrichtungen zu sichern, um eine Gefährdung von Personen oder Sachen auszuschließen.

Die Schutzeinrichtungen (z. B. Schutztüre) müssen sich außerhalb des Gefahrenbereichs befinden. Bei einem Stop bremst der Manipulator und kommt innerhalb des Gefahrenbereichs zum Stehen.

An Einlege- und Übergabebereichen dürfen keine Scher- und Quetschstellen entstehen.

Sind keine trennenden Schutzeinrichtungen vorhanden, müssen die Anforderungen an den kollaborierenden Betrieb nach EN ISO 10218 erfüllt werden.

3.4 Auslöser für Stopp-Reaktionen

Stopp-Reaktionen des Industrieroboters werden aufgrund von Bedienhandlungen oder als Reaktion auf Überwachungen und Fehlermeldungen ausgeführt. Die folgenden Tabellen zeigen die Stopp-Reaktionen in Abhängigkeit von der eingestellten Betriebsart.

Fest definierte Auslöser

Folgende Auslöser für Stopp-Reaktionen sind vom System fest vorgegeben:

| Auslöser | T1, KRF | AUT |
|---|---|------------------------------|
| Start-Taste loslassen | STOP 2 | |
| PAUSE-Taste drücken | | STOP 2 |
| Spannung abschalten über Hauptschalter bzw. Geräteschalter Oder Spannungsausfall | | STOP 0 |
| Interner Fehler im nicht-sicherheitsgerichteten Teil der Robotersteuerung | STOP 0 oder STOP 1 (abhängig von der Fehlerursache) | |
| Betriebsart wechseln während des Betriebs | | Sicherheitshalt 1 (bahntreu) |
| Fehler in der Sicherheitssteuerung | Sicherheitshalt 0 oder Sicherheitshalt 1 (bahntreu) (abhängig von der Fehlerursache) | |

Anwenderspezifische Auslöser

Die Systemsoftware wird mit einer Standardsicherheitskonfiguration ausgeliefert. Die Standardsicherheitskonfiguration kann vom Anwender geändert werden und enthält folgende vorkonfigurierten Auslöser für Stopp-Reaktionen:

| Auslöser | T1, KRF | AUT |
|--|------------------------------|------------------------------|
| NOT-HALT am smartPAD betätigen | Sicherheitshalt 1 (bahntreu) | |
| Zustimmungsschalter am smartPAD und Commander loslassen | Sicherheitshalt 1 (bahntreu) | - |
| Zustimmungsschalter am smartPAD oder Commander durchdrücken | Sicherheitshalt 1 (bahntreu) | - |
| Maximal zulässige Geschwindigkeit für das Handführen * überschritten (Zustimmung über Commander erteilt) | Sicherheitshalt 1 (bahntreu) | |
| * Vorkonfigurierte Werte sind abhängig von der Version der Systemsoftware: Bis Version 1.0 (900 mm/s), ab Version 1.1 (500 mm/s) | | |
| Maximal zulässige Geschwindigkeit in T1/KRF (250 mm/s) überschritten (keine Zustimmung über Commander erteilt) | Sicherheitshalt 1 (bahntreu) | - |
| Maximal zulässige globale Geschwindigkeit in AUT (2000 mm/s) überschritten (standardmäßig deaktiviert) | - | Sicherheitshalt 1 (bahntreu) |
| Schutztür öffnen (Bedienerschutz) | - | Sicherheitshalt 1 (bahntreu) |
| Externen NOT-HALT betätigen (standardmäßig deaktiviert) | Sicherheitshalt 1 (bahntreu) | |

Ab Version 1.1 enthält die Standardsicherheitskonfiguration der Systemsoftware zusätzlich folgende vorkonfigurierten Auslöser für Stopp-Reaktionen für den kollaborativen Betrieb (MRK):

| Auslöser | T1, KRF | AUT |
|--|------------------------------|-----|
| Maximal zulässiges externes Moment an mindestens einer Achse (30 Nm) überschritten (keine Zustimmung über Commander erteilt) | Sicherheitshalt 1 (MRK) | |
| Maximal zulässige Geschwindigkeit (500 mm/s) überschritten (keine Zustimmung über Commander erteilt) | Sicherheitshalt 1 (bahntreu) | |

Der Anwender kann zusätzlich weitere Auslöser für Stopp-Reaktionen inklusive der zugehörigen Stopp-Kategorie konfigurieren.

3.5 Sicherheitsfunktionen

3.5.1 Übersicht der Sicherheitsfunktionen

Sicherheitsfunktionen werden nach den Sicherheitsanforderungen unterschieden, die sie erfüllen:

- Sicherheitsgerichtete Funktionen zum Schutz von Personen

Die sicherheitsgerichteten Funktionen des Industrieroboters erfüllen folgende Sicherheitsanforderungen:

- **Kategorie 3 und Performance Level d** nach EN ISO 13849-1
- **SIL 2** nach EN 62061

Die Anforderungen werden jedoch nur unter folgender Voraussetzung erfüllt:

- Alle sicherheitsrelevanten mechanischen und elektromechanischen Komponenten des Industrieroboters werden bei der Inbetriebnahme und mindestens alle 12 Monate auf Funktionsfähigkeit geprüft, sofern nach Gefährdungsbeurteilung am Arbeitsplatz nicht abweichend bestimmt. Dazu gehören:
 - NOT-HALT-Einrichtung am smartPAD
 - Externe NOT-HALT-Einrichtungen (wenn vorhanden)
 - Zustimmeinrichtung am smartPAD
 - Zustimmeinrichtung am Commander
 - Externe Zustimmeinrichtungen (wenn vorhanden)
 - Sicherheitsgerichtete Ausgänge der diskreten Sicherheitsschnittstelle

(>>> **"Funktionsprüfung"** Seite 40)

- Nicht sicherheitsgerichtete Funktionen zum Schutz von Maschinen
Die nicht sicherheitsgerichteten Funktionen des Industrieroboters erfüllen keine spezifischen Sicherheitsanforderungen.



GEFAHR

Lebensgefahr durch nicht wirksame Sicherheitsfunktionen oder Schutzeinrichtungen

Der Industrieroboter kann ohne wirksame Sicherheitsfunktionen oder Schutzeinrichtungen Tod, schwere Verletzungen oder Sachschäden verursachen.

- Wenn Sicherheitsfunktionen oder Schutzeinrichtungen deaktiviert oder demontiert sind, den Industrieroboter nicht betreiben.



Industrieroboter in Sicherheitssystem der Gesamtanlage integrieren

Während der Anlagenplanung müssen die Sicherheitsfunktionen der Gesamtanlage geplant und ausgelegt werden. Tod, schwere Verletzungen oder Sachschäden können sonst die Folge sein.

- Der Industrieroboter muss in das Sicherheitssystem der Gesamtanlage integriert werden.

Sicherer Zustand im Fehlerfall

Bei einem schwerwiegenden Fehler in der Sicherheitssteuerung wird der folgende sichere Zustand eingenommen:

- Alle sicherheitsgerichteten Ausgänge sind auf LOW (Zustand "0") gesetzt oder die sicherheitsgerichtete Verbindung ist unterbrochen.
- Die Energiezufuhr zu allen sicherheitsgerichteten Antrieben ist unterbrochen.
- Das Einfallen der Haltebremsen aller sicherheitsgerichteten Antriebe ist angesteuert.

Sicherheitsgerichtete Funktionen

Alle erforderlichen sicherheitsgerichteten Funktionen sind konfigurierbar. Einige dieser sicherheitsgerichteten Funktionen sind in Safety Rule Sets als Safety Rules vorkonfiguriert:

- Safety Rule Set "Operator Devices"
 - Safety Rule "Emergency Stop Operator Device"
NOT-HALT-Einrichtung am smartPAD
 - Safety Rule "Enabling in Test Mode"
Zustimmeinrichtung am smartPAD und LBR iiy Commander

- Safety Rule Set "Velocity Monitoring"
 - Safety Rule "Velocity Limit Global"

Maximale globale Geschwindigkeit
Standardmäßig deaktiviert. Um die Funktionalität nutzen zu können, muss die Safety Rule aktiviert werden.
 - Safety Rule "Velocity Limit T1"

Maximale Geschwindigkeit in T1/KRF
 - Safety Rule "Velocity Limit Manual Guidance"

Maximale Geschwindigkeit beim Handführen
- Safety Rule Set "Standard Safety Interface"

Die folgenden vorkonfigurierten Sicherheitsfunktionen erfordern zusätzlich die Einbindung von externen Geräten über die Sicherheitsschnittstelle der Robotersteuerung.

 - Safety Rule "Safety Door"

Bedienerschutz (= Anschluss für die Überwachung von trennenden Schutzeinrichtungen)
 - Safety Rule "Emergency Stop External"

NOT-HALT-Einrichtung extern
Standardmäßig deaktiviert. Um die Funktionalität nutzen zu können, muss die Safety Rule aktiviert werden.
 - Safety Rule "Emergency Stop Internal"

NOT-HALT-Ausgang



Weitere Informationen zu den verfügbaren Sicherheitsschnittstellen sind in der Montageanleitung der Robotersteuerung im Kapitel "Plnung" zu finden.

- Safety Rule Set "HRC (transient contact)" (ab Version 1.1 der Systemsoftware verfügbar)
 - Safety Rule "Velocity Limit HRC (transient contact)"

Maximale Geschwindigkeit für kollaborativen Betrieb (MRK)
 - Safety Rule "Collision detection"

Kollisionserkennung für kollaborativen Betrieb (MRK)

Zusätzlich können weitere sicherheitsgerichtete Funktionen konfiguriert werden, z. B.:

- Zustimmeinrichtung extern
- Externer Sicherheitshalt
- Achsspezifische Arbeitsraumüberwachung

3.5.2 Sicherheitssteuerung

Die Sicherheitssteuerung ist eine Einheit innerhalb des Steuerungs-PCs. Sie verknüpft sicherheitsrelevante Signale sowie sicherheitsrelevante Überwachungen.

Aufgaben der Sicherheitssteuerung:

- Antriebe ausschalten, Bremsen einfallen lassen
- Überwachung der Bremsrampe
- Geschwindigkeitsüberwachung
- Auswertung sicherheitsrelevanter Signale
- Setzen von sicherheitsgerichteten Ausgängen

3.5.3 Lokale NOT-HALT-Einrichtung

Diese Sicherheitsfunktion ist in der Safety Rule Set "Operator Devices", Safety Rule "Emergency Stop Operator Device", vorkonfiguriert.

Die NOT-HALT-Einrichtung des Industrieroboters ist standardmäßig das NOT-HALT-Gerät am smartPAD. Das NOT-HALT-Gerät muss bei einer gefahrbringenden Situation oder im Notfall gedrückt werden.

Reaktion des Industrieroboters, wenn das NOT-HALT-Gerät gedrückt wird (Default-Konfiguration):

- Der Manipulator stoppt mit einem Sicherheitshalt 1 (bahntreu).

Um den Betrieb fortsetzen zu können, muss das NOT-HALT-Gerät entriegelt werden.



Die Eingänge für den lokalen NOT-HALT sind konfigurierbar. Es kann ein anderes NOT-HALT-Gerät angeschlossen und für den lokalen NOT-HALT verwendet werden.



WARNUNG

Lebensgefahr durch Werkzeuge und Einrichtungen ohne NOT-HALT

Wenn Werkzeuge und andere Einrichtungen, die mit dem Roboter verbunden sind, nicht in den NOT-HALT-Kreis eingebunden sind, können Tod, schwere Verletzungen oder Sachschäden die Folge sein.

- Werkzeuge und andere Einrichtungen in den NOT-HALT-Kreis einbinden, wenn von ihnen Gefahren ausgehen können.

Wenn für das Programmierhandgerät eine Halterung verwendet wird, die das NOT-HALT-Gerät verdeckt, muss eine externe NOT-HALT-Einrichtung installiert werden, die immer erreichbar ist.

(>>> [3.5.7 "Externe NOT-HALT-Einrichtung" Seite 33](#))

3.5.4 Zustimmeinrichtung

Diese Sicherheitsfunktion ist in der Safety Rule Set "Operator Devices", Safety Rule "Enabling in Test Mode", vorkonfiguriert.

Die Zustimmeinrichtung des Industrieroboters sind die Zustimmungsschalter am smartPAD und am LBR iiy Commander.

- smartPAD: 4 Zustimmungsschalter
- Commander: 2 Zustimmungsschalter

Die Zustimmungsschalter haben 3 Stellungen:

- Nicht gedrückt
- Mittelstellung
- Durchgedrückt (Panikstellung)

Der Manipulator kann in den Betriebsarten T1 und KRF nur bewegt werden, wenn einer dieser Zustimmungsschalter in Mittelstellung gehalten wird (Default-Konfiguration).

Es ist möglich, mehrere Zustimmungsschalter am smartPAD gleichzeitig in Mittelstellung zu halten oder beide Zustimmungsschalter am Commander. Es ist nicht möglich, den Manipulator zu bewegen, wenn gleichzeitig ein Zustimmungsschalter am Commander und am smartPAD in Mittelstellung gehalten wird.

Der Manipulator kann in den Betriebsarten T1 und KRF auf folgende Weisen gestoppt werden:

- Mindestens einen Zustimmungsschalter durchdrücken.
Das Durchdrücken eines Zustimmungsschalters löst einen Sicherheitshalt 1 (bahntreu) aus.
- Alle Zustimmungsschalter loslassen.
Das Loslassen aller (!) in Mittelstellung gehaltener Zustimmungsschalter löst einen Sicherheitshalt 1 (bahntreu) aus.



WARNUNG

Lebensgefahr durch ausbleibende Reaktion bei Loslassen eines Zustimmungsschalters

Das Loslassen eines von mehreren in Mittelstellung gehaltenen Zustimmungsschaltern löst keine Stopp-Reaktion aus.

Werden mehrere Schalter in Mittelstellung gehalten, kann die Robotersteuerung nicht unterscheiden, ob einer davon absichtlich losgelassen wurde oder unabsichtlich als Folge eines Unfalls.

- Bewusstsein für die Gefahr schaffen.

Bei einer Fehlfunktion eines Zustimmungsschalters (z. B. Klemmen in Mittelstellung) kann der Industrieroboter mit einer der folgenden Methoden gestoppt werden:

- Einen anderen Zustimmungsschalter durchdrücken.
- NOT-HALT-Einrichtung betätigen.
- Start-Taste loslassen.



WARNUNG

Lebensgefahr durch Manipulation von Zustimmungsschaltern

Die Zustimmungsschalter dürfen nicht mit Klebebändern oder anderen Hilfsmitteln fixiert oder in einer anderen Weise manipuliert werden. Tod, schwere Verletzungen oder Sachschäden können die Folge sein.

- Sichtkontrolle der Zustimmungsschalter durchführen.
- Manipulationen oder Fremdkörper entfernen.

3.5.5 Geschwindigkeitsüberwachung

Diese Sicherheitsfunktion ist in der Safety Rule Set "Velocity Monitoring" vorkonfiguriert.

Die kartesische Geschwindigkeit des Manipulators ist standardmäßig begrenzt. Folgende kartesische Geschwindigkeitsgrenzen sind definiert:

- Safety Rule "Velocity Limit T1"
Maximale Geschwindigkeit in T1/KRF: 250 mm/s
Wenn die Geschwindigkeitsgrenze in der Betriebsart T1 oder KRF überschritten wird und kein Handführen aktiv ist, d. h. kein Zustimmungsschalter am Commander gedrückt ist, wird ein Sicherheitshalt 1 (bahntreu) ausgelöst.
Beim Handführen in T1/KRF wird die Geschwindigkeit nicht reduziert, sondern durch die in der Safety Rule "Velocity Limit Manual Guidance" konfigurierte Geschwindigkeitsüberwachung begrenzt. Diese Geschwindigkeitsgrenze ist standardmäßig größer als 250 mm/s.
- Safety Rule "Velocity Limit Manual Guidance"
Maximale Geschwindigkeit für das Handführen
Vorkonfigurierte Werte sind abhängig von der Version der Systemsoftware:
– Bis Version 1.0: 900 mm/s

- Ab Version 1.1: 500 mm/s

Wenn das Handführen aktiv ist, d. h. ein Zustimmungsschalter am Commander gedrückt ist, wird ein Sicherheitshalt 1 (bahntreu) ausgelöst, wenn die Geschwindigkeitsgrenze überschritten wird.

Die maximale Geschwindigkeit für das Handführen kann angepasst werden. Der Wert für diese Geschwindigkeitsgrenze muss in einer Risikobeurteilung festgelegt werden (Empfehlung: < 1000 mm/s).

- Safety Rule "Velocity Limit Global" (standardmäßig deaktiviert)

Maximale globale Geschwindigkeit: 2000 mm/s

Wenn die Safety Rule aktiviert ist, wird ein Sicherheitshalt 1 (bahntreu) ausgelöst, sobald die globale Geschwindigkeitsgrenze überschritten wird.

3.5.6 Signal "Bedienerschutz"

Diese Sicherheitsfunktion ist in der Safety Rule Set "Standard Safety Interface", Safety Rule "Safety Door", vorkonfiguriert.

Das Signal "Bedienerschutz" dient der Überwachung trennender Schutzeinrichtungen, z. B. Schutztüren. Gemäß der Safety Rule kann der Roboter im Automatikbetrieb nur bewegt werden, wenn das Signal "Bedienerschutz" gesetzt ist oder der Roboter handgeführt wird.

In den Betriebsarten Manuell Reduzierte Geschwindigkeit (T1) und KRF ist der Bedienerschutz standardmäßig nicht aktiv. Das Signal wird nicht ausgewertet.

Wenn keine trennenden Schutzeinrichtungen installiert sind, müssen die Voraussetzungen für den kollaborativen Betrieb nach EN ISO 10218 erfüllt sein. In diesem Fall kann die Safety Rule deaktiviert oder entfernt werden. Reaktion des Industrieroboters bei einem Signalverlust während des Automatikbetriebs (Default-Konfiguration):

- Der Manipulator stoppt mit einem Sicherheitshalt 1 (bahntreu).

Die Schutztür wird standardmäßig über den Eingang IN_A1 der Sicherheitsschnittstelle XG11.1 an die Robotersteuerung angeschlossen.



Weitere Informationen zur Sicherheitsschnittstelle sind in der Montageanleitung der Robotersteuerung im Kapitel "Planung" zu finden.



WARNUNG

Lebensgefahr durch Fortsetzen des Automatikbetriebs ohne ausreichende Prüfung

Nach dem Verlust des Signals "Bedienerschutz" darf es nicht möglich sein, den Automatikbetrieb nur durch Schließung der Schutzeinrichtung wieder zu starten. Andernfalls kann z. B. die Schutztür unbeabsichtigt zufallen und der Automatikbetrieb somit fortgesetzt werden, während sich Personen im Gefahrenbereich befinden. Tod, schwere Verletzungen und Sachschäden können die Folge sein.

- Der Automatikbetrieb darf erst fortgesetzt werden, wenn die Schutzeinrichtung wieder geschlossen wurde und wenn diese Schließung quittiert wurde.
- Die Quittierung muss so gestaltet sein, dass vorher eine tatsächliche Prüfung des Gefahrenbereichs stattfinden kann. Eine Quittierung, die automatisch und unmittelbar auf das Schließen der Schutzeinrichtung folgt, ist unzulässig.
- Wenn die Schließung von einer Einrichtung quittiert wird (z. B. von der SPS), muss der Systemintegrator sicherstellen, dass der Quittierung eine tatsächliche Prüfung des Gefahrenbereichs vorausgeht.

3.5.7 Externe NOT-HALT-Einrichtung

Diese Sicherheitsfunktion ist in der Safety Rule Set "Standard Safety Interface", Safety Rule "Emergency Stop External", vorkonfiguriert. Die Safety Rule ist standardmäßig deaktiviert.

Jede Bedienstation, über die eine Roboterbewegung oder eine andere gefahrbringende Situation ausgelöst werden kann, muss mit einer NOT-HALT-Einrichtung ausgerüstet sein. Hierfür hat der Systemintegrator Sorge zu tragen.

Reaktion des Industrieroboters, wenn das externe NOT-HALT-Gerät gedrückt wird (Default-Konfiguration):

- Der Manipulator stoppt mit einem Sicherheitshalt 1 (bahntreu).

Um den Betrieb fortsetzen zu können, muss das NOT-HALT-Gerät entriegelt werden.

Externe NOT-HALT-Einrichtungen werden standardmäßig über den Eingang IN_A0 der Sicherheitsschnittstelle XG11.1 der Robotersteuerung angeschlossen. Externe NOT-HALT-Einrichtungen sind nicht im Lieferumfang des Industrieroboters enthalten.



Weitere Informationen zur Sicherheitsschnittstelle sind in der Montageanleitung der Robotersteuerung im Kapitel "Planung" zu finden.

3.5.8 NOT-HALT-Ausgang

Diese Sicherheitsfunktion ist in der Safety Rule Set "Standard Safety Interface", Safety Rule "Emergency Stop Internal", vorkonfiguriert.

Der Zustand des NOT-HALT-Geräts am smartPAD wird standardmäßig an dem sicherheitsgerichteten Ausgang der Sicherheitsschnittstelle XG11.1 bereitgestellt. Bei Betätigung des NOT-HALTs wird das Ausgangssignal auf LOW gesetzt. Das Auslösen eines externen NOT-HALT setzt nicht (!) das Ausgangssignal für den lokalen NOT-HALT.



Weitere Informationen zur Sicherheitsschnittstelle sind in der Montageanleitung der Robotersteuerung im Kapitel "Planung" zu finden.

3.5.9 Überwachungen für kollaborativen Betrieb (MRK)

Für den kollaborativen Betrieb ohne trennende Schutzeinrichtungen ist das Safety Rule Set "HRC (transient contact)" vorkonfiguriert (ab Version 1.1 der Systemsoftware verfügbar). Durch das Safety Rule Set wird das Risiko durch transiente Kontakte während des Automatikbetriebs reduziert.

Folgende Safety Rules sind enthalten:

- Safety Rule "Collision detection"

Maximales externes Moment für Kollisionserkennung: 30 Nm
Solange eine Kollision erkannt wird (maximales externes Moment überschritten) und kein Handführen aktiv ist, d. h. kein Zustimmungsschalter am Commander gedrückt ist, wird ein Sicherheitshalt 1 (MRK) ausgelöst.
- Safety Rule "Velocity Limit HRC (transient contact)"

Maximale Geschwindigkeit für kollaborativen Betrieb: 500 mm/s
Wenn die maximale Geschwindigkeit überschritten wird und kein Handführen aktiv ist, d. h. kein Zustimmungsschalter am Commander gedrückt ist, wird ein Sicherheitshalt 1 (bahntreu) ausgelöst.

Hinweise zur Verwendung des Safety Rule Set:

- Um den Roboter ohne trennende Schutzeinrichtungen zu betreiben, muss die Safety Rule "Safety Door" deaktiviert werden.
(>>> [3.5.6 "Signal "Bedienerschutz"" Seite 32](#))
- Das Safety Rule Set bietet keine ausreichende Risikominderung für potenzielle Klemmgefahren.
- Für den kollaborativen Betrieb ist empfohlen, die sicherheitstechnischen Anforderungen der ISO/TS 15066 zu erfüllen.

3.5.10 Externe Zustimmeinrichtung

Externe Zustimmeinrichtungen sind notwendig, wenn sich mehrere Personen im Gefahrenbereich des Industrieroboters aufhalten müssen.

Es können mehrere externe Zustimmeinrichtungen über die Sicherheitschnittstelle der Robotersteuerung angeschlossen werden. Externe Zustimmeinrichtungen sind nicht im Lieferumfang des Industrieroboters enthalten.



Weitere Informationen zu den verfügbaren Sicherheitsschnittstellen sind in der Montageanleitung der Robotersteuerung im Kapitel "Planung" zu finden.

3.6 Zusätzliche Schutzausstattung

3.6.1 Tippbetrieb

Die Robotersteuerung kann in den Betriebsarten T1 (Manuell Reduzierte Geschwindigkeit) und KRF ein Programm nur im Tippbetrieb abarbeiten. Das bedeutet: Ein Zustimmungsschalter und die Start-Taste müssen gedrückt gehalten werden, um ein Programm abzuarbeiten.

- Das Loslassen des Zustimmungsschalters am Bediengerät löst einen Sicherheitshalt 1 (bahntreu) aus.
- Das Durchdrücken des Zustimmungsschalters am Bediengerät löst einen Sicherheitshalt 1 (bahntreu) aus.
- Das Loslassen der Start-Taste löst einen Stopp der Stopp-Kategorie 2 aus.

3.6.2 Software-Endschalter

Die Achsbereiche aller Manipulatorachsen sind über nicht sicherheitsgerichtete Software-Endschalter begrenzt. Diese Software-Endschalter dienen nur als Maschinenschutz und sind so voreingestellt, dass der Manipulator bei Überfahren der Achsgrenze geregelt angehalten und die Mechanik nicht beschädigt wird.

3.6.3 Möglichkeiten zum Bewegen des Manipulators ohne Antriebsenergie



Qualifikation des Personals bezüglich Verhalten in Notsituationen

In Notfällen oder anderen außergewöhnlichen Situationen kann es notwendig werden, den Manipulator ohne Antriebsenergie zu bewegen.

- Das Personal muss darin ausgebildet sein, wie der Manipulator ohne Antriebsenergie bewegt werden kann.

Um den Manipulator nach einem Unfall oder Störfall ohne Antriebsenergie bewegen zu können, muss dieser entweder demontiert oder gegen die Bremsen verschoben werden.

HINWEIS**Sachschaden durch Bewegen des Manipulators ohne Antriebsenergie**

Wenn der Manipulator ohne Antriebsenergie bewegt wird, kann dies die Motorbremsen der betroffenen Achsen beschädigen.

- Den Manipulator nur in Notfällen ohne Antriebsenergie bewegen, z. B. zur Befreiung von Personen.
 - Bremsentest durchführen.
- Wenn die Bremse beschädigt wurde, muss der Motor getauscht werden.

3.6.4 Kennzeichnungen am Industrieroboter

Alle Schilder, Hinweise, Symbole und Markierungen sind sicherheitsrelevante Teile des Industrieroboters. Sie dürfen nicht verändert oder entfernt werden.

Kennzeichnungen am Industrieroboter sind:

- Leistungsschilder
- Warnhinweise
- Sicherheitssymbole
- Bezeichnungsschilder
- Leitungsmarkierungen
- Typenschilder



Weitere Informationen sind in den Technischen Daten der Betriebsanleitungen oder Montageanleitungen der Komponenten des Industrieroboters zu finden.

3.6.5 Externe Schutzeinrichtungen

Der Zutritt von Personen in den Gefahrenbereich des Industrieroboters ist durch Schutzeinrichtungen zu verhindern. Der Systemintegrator hat hierfür Sorge zu tragen.

Sind keine trennenden Schutzeinrichtungen vorhanden, müssen die Anforderungen an den kollaborierenden Betrieb nach EN ISO 10218 erfüllt werden.

Trennende Schutzeinrichtungen müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- Sie entsprechen den Anforderungen von EN ISO 14120.
- Sie verhindern den Zutritt von Personen in den Gefahrenbereich und können nicht auf einfache Weise überwunden werden.
- Sie sind ausreichend befestigt und halten den vorhersehbaren Betriebs- und Umgebungskräften stand.
- Sie stellen nicht selbst eine Gefährdung dar und können keine Gefährdungen verursachen.
- Vorgeschriebene Abstände, z. B. zu Gefahrenstellen, werden eingehalten.

Schutztüren (Wartungstüren) müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- Die Anzahl ist auf das notwendige Minimum beschränkt.
- Die Verriegelungen (z. B. Schutztürschalter) sind mit den konfigurierten Bedienerschutz-Eingängen der Robotersteuerung verbunden.

- Schaltgeräte, Schalter und Art der Schaltung entsprechen den Anforderungen von Performance Level d und Kategorie 3 nach EN ISO 13849-1.
- Je nach Gefährdungslage: Die Schutztür ist zusätzlich mit einer Zuhaltung gesichert, die das Öffnen der Schutztür erst erlaubt, wenn der Manipulator sicher stillsteht.
- Die Einrichtung zum Setzen des Signals für den Bedienerschutz, z. B. der Taster zum Quittieren der Schutztür, ist außerhalb des durch Schutzeinrichtungen abgegrenzten Raums angebracht.



Weitere Informationen sind in den entsprechenden Normen und Vorschriften zu finden. Hierzu zählt auch EN ISO 14120.

Andere Schutzeinrichtungen

Andere Schutzeinrichtungen müssen nach den entsprechenden Normen und Vorschriften in die Anlage integriert werden.

3.7 Betriebsartenwahl

Die Betriebsart kann über die Anzeige der Betriebsart in der Statusleiste der Bedienoberfläche gewechselt werden.



Die Betriebsart nicht wechseln, während ein Programm abgearbeitet wird. Wenn die Betriebsart gewechselt wird, stoppt der Industrieroboter mit einem Sicherheitshalt 1 (bahntreu).

Betriebsarten

Der Industrieroboter kann in folgenden Betriebsarten betrieben werden:

- Manuell Reduzierte Geschwindigkeit (T1)
- Automatik (AUT)
- Kontrollierte Roboterfahrt (KRF)

| Betriebsart | Verwendung | Geschwindigkeiten |
|-------------|---|---|
| T1 | Programmieren, Teachen und Testen von Programmen | <ul style="list-style-type: none"> • Programmverifikation: Reduzierte programmierte Geschwindigkeit, maximal 250 mm/s • Handbetrieb: Handverfahrgeschwindigkeit, maximal 250 mm/s • Handführen: Keine Begrenzung der Geschwindigkeit, sondern sicherheitsgerichtete Geschwindigkeitsüberwachung gemäß Sicherheitskonfiguration |
| AUT | Automatisches Ausführen von Programmen Für Industrieroboter mit und ohne übergeordnete Steuerung | <ul style="list-style-type: none"> • Programmbetrieb: Programmierte Geschwindigkeit • Handbetrieb: Nicht möglich • Handführen: Sicherheitsgerichtete Geschwindigkeitsüberwachung gemäß Sicherheitskonfiguration |

| Betriebsart | Verwendung | Geschwindigkeiten |
|-------------|--|---|
| KRF | <p>KRF ist eine Betriebsart, in die gewechselt werden kann, wenn der Industrieroboter von der Sicherheitssteuerung aufgrund einer der folgenden Ursachen gestoppt wird:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Industrieroboter verletzt einen achsspezifischen oder kartesischen Überwachungsraum. • Werkzeugorientierung liegt außerhalb des erlaubten Bereichs. • Industrieroboter verletzt eine Kollisionserkennung oder die Überwachung Maximale TCP-Kraft. • Eine oder mehrere Achsen sind dejustiert. • Justage einer oder mehrerer Achspositionen ist nicht bestätigt. • Abgleich eines oder mehrerer Gelenkmomentensensoren ist nicht bestätigt. • Maximale kartesische Geschwindigkeit wurde überschritten. • Maximales Drehmoment einer Achse wurde überschritten, z. B. aufgrund einer Klemmsituation. <p>Nach dem Wechsel in die Betriebsart KRF kann der Industrieroboter wieder verfahren werden.</p> <p>Ist die Stopursache nicht mehr vorhanden und wird 4 Sekunden lang kein weiterer Stopp durch eine der angegebenen Ursachen angefordert, wechselt die Betriebsart automatisch zu T1.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Programmverifikation: Reduzierte programmierte Geschwindigkeit, maximal 250 mm/s • Handbetrieb: Handverfahrgeschwindigkeit, maximal 250 mm/s • Handführen: Keine Begrenzung der Geschwindigkeit, sondern sicherheitsgerichtete Geschwindigkeitsüberwachung gemäß Sicherheitskonfiguration |

3.8 Sicherheitsmaßnahmen

3.8.1 Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen

Der Industrieroboter darf nur in technisch einwandfreiem Zustand sowie bestimmungsgemäß und sicherheitsbewusst benutzt werden. Bei Fehlhandlungen kann Personen- und Sachschaden entstehen.

Auch bei ausgeschalteter und gesicherter Robotersteuerung ist mit möglichen Bewegungen des Industrieroboters zu rechnen. Durch falsche Montage (z. B. Überlast) oder mechanische Defekte (z. B. Bremsdefekt) kann der Manipulator absacken. Wenn am ausgeschalteten Industrieroboter gearbeitet wird, ist der Manipulator vorher so in Stellung zu bringen, dass er sich mit und ohne Traglast nicht selbstständig bewegen kann. Wenn das nicht möglich ist, muss der Manipulator entsprechend abgesichert werden.

**GEFAHR****Lebensgefahr durch nicht wirksame Sicherheitsfunktionen oder Schutzeinrichtungen**

Der Industrieroboter kann ohne wirksame Sicherheitsfunktionen oder Schutzeinrichtungen Tod, schwere Verletzungen oder Sachschäden verursachen.

- Wenn Sicherheitsfunktionen oder Schutzeinrichtungen deaktiviert oder demontiert sind, den Industrieroboter nicht betreiben.

**GEFAHR****Lebensgefahr bei Aufenthalt unter der Robotermechanik**

Absackende oder herabfallende Teile können zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen. Dies gilt immer, also z. B. auch bei Montagetätigkeiten und bei ausgeschalteter Steuerung.

- Niemals unter der Robotermechanik aufhalten.

Implantate**WARNUNG****Lebensgefahr durch Funktionsstörungen von Implantaten durch Motoren und Bremsen**

Elektromotoren und Bremsen erzeugen elektrische und magnetische Felder. Die Felder können bei aktiven Implantaten, z. B. Herzschrittmachern, zu Funktionsstörungen führen.

- Betroffene Personen müssen einen Mindestabstand von 300 mm zu Motoren und Bremsen einhalten. Dies gilt für Motoren und Bremsen sowohl in bestromtem als auch in unbestromtem Zustand.

smartPAD

Der Betreiber hat sicherzustellen, dass der Industrieroboter nur von autorisierten Personen mit dem smartPAD pro bedient wird.

Wenn mehrere smartPADs an einer Anlage verwendet werden, muss darauf geachtet werden, dass klar erkennbar ist, welches smartPAD mit welchem Industrieroboter verbunden ist. Es darf keine Verwechslung stattfinden.

Die Zustimmungsschalter am smartPAD sind mindestens alle 12 Monate sowie in bestimmten Fällen einer Funktionsprüfung zu unterziehen.

(>>> *"Funktionsprüfung" Seite 40*)

Änderungen

Nach Änderungen am Industrieroboter muss geprüft werden, ob das erforderliche Sicherheitsniveau gewährleistet ist. Für diese Prüfung sind die geltenden staatlichen oder regionalen Arbeitsschutzzvorschriften zu beachten. Zusätzlich sind alle Sicherheitsfunktionen auf ihre sichere Funktion zu testen.

Neue oder geänderte Programme müssen immer zuerst in der Betriebsart Manuell Reduzierte Geschwindigkeit (T1) getestet werden.

Nach Änderungen am Industrieroboter müssen bestehende Programme immer zuerst in der Betriebsart Manuell Reduzierte Geschwindigkeit (T1) getestet werden. Dies gilt für sämtliche Komponenten des Industrieroboters und schließt damit auch Änderungen an Software und Konfigurationseinstellungen ein.

Störungen

Bei Störungen am Industrieroboter müssen unmittelbar folgende Sicherheitsmaßnahmen vorgenommen werden:

- Robotersteuerung ausschalten und gegen unbefugtes Wiedereinschalten (z. B. mit einem Vorhängeschloss) sichern.
- Störung durch ein Schild mit entsprechendem Hinweis kennzeichnen.
- Aufzeichnungen über Störungen führen.

Nach dem Beheben der Störung Funktionsprüfung durchführen.

3.8.2 Transport

Manipulator

Die vorgeschriebene Transportstellung für den Manipulator muss beachtet werden. Der Transport muss gemäß der Betriebsanleitung oder Montageanleitung für den Manipulator erfolgen.

Erschütterungen oder Stöße während des Transports vermeiden, damit keine Schäden an der Robotermechanik entstehen.

Robotersteuerung

Die vorgeschriebene Transportstellung für die Robotersteuerung muss beachtet werden. Der Transport muss gemäß der Betriebsanleitung oder Montageanleitung für die Robotersteuerung erfolgen.

Erschütterungen oder Stöße während des Transports vermeiden, damit keine Schäden in der Robotersteuerung entstehen.

3.8.3 Inbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme



Default-Passwörter ändern

Die Systemsoftware ist im Auslieferungszustand mit Default-Passwörtern für die Benutzergruppen ausgestattet. Wenn die Passwörter nicht geändert werden, ermöglicht dies unautorisierten Personen, sich anzumelden.

- Vor der Inbetriebnahme die Passwörter für die Benutzergruppen ändern.
- Die Passwörter nur autorisiertem Personal mitteilen.

Vor der ersten Inbetriebnahme von Anlagen und Geräten muss eine Prüfung durchgeführt werden, die sicherstellt, dass Anlagen und Geräte vollständig und funktionsfähig sind, dass diese sicher betrieben werden können und dass Schäden erkannt werden.

Für diese Prüfung sind die geltenden staatlichen oder regionalen Arbeitsschutzvorschriften zu beachten. Zusätzlich sind alle Sicherheitsfunktionen auf ihre sichere Funktion zu testen.



WARNUNG

Lebensgefahr durch falsch zugeordnete Kabel

Die Robotersteuerung ist für den jeweiligen Industrieroboter vorkonfiguriert. Der Manipulator und weitere Komponenten können falsche Daten erhalten, wenn sie mit einer anderen Robotersteuerung verbunden werden. Tod, schwere Verletzungen oder Sachschäden können die Folge sein.

- Den Manipulator nur mit der zugehörigen Robotersteuerung verbinden.

**Sicherheitsfunktionen nicht beeinträchtigen**

Zusätzliche Komponenten (z. B. Leitungen), die nicht zum Lieferumfang der Firma KUKA gehören, können in den Industrieroboter integriert werden. Werden dabei die Sicherheitsfunktionen nicht berücksichtigt, können Tod, schwere Verletzungen oder Sachschäden die Folge sein.

- Zusätzliche Komponenten dürfen keine Sicherheitsfunktionen beeinträchtigen oder außer Funktion setzen.

HINWEIS**Sachschäden durch Kondenswasser**

Wenn die Schrankinnentemperatur der Robotersteuerung stark von der Umgebungstemperatur abweicht, kann sich Kondenswasser bilden. Sachschäden können die Folge sein.

- Warten, bis sich die Schrankinnentemperatur der Umgebungstemperatur angepasst hat, um Kondenswasser zu vermeiden.

**Risikomindernde Ersatzmaßnahmen bei unvollständiger Inbetriebnahme ergreifen**

Eine unvollständige Inbetriebnahme liegt z. B. vor, wenn noch nicht alle notwendigen Sicherheitsüberwachungen implementiert wurden oder die Sicherheitsfunktionen noch nicht auf ihre sichere Funktion getestet wurden. Ohne risikomindernde Ersatzmaßnahmen können Tod, schwere Verletzungen oder Sachschäden die Folge sein.

- Zusätzliche risikomindernde Ersatzmaßnahmen ergreifen und dokumentieren, z. B. Anbringen eines Schutzauns oder Warnschildes, Verriegelung des Hauptschalters.

Funktionsprüfung

Vor der Inbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme sind folgende Prüfungen durchzuführen:

Prüfung allgemein:

Sicherzustellen ist:

- Der Industrieroboter ist gemäß den Angaben in der Dokumentation korrekt aufgestellt und befestigt.
- Am Industrieroboter sind keine Fremdkörper oder defekte, lockere oder lose Teile.
- Es sind keine Beschädigungen am Roboter vorhanden, die darauf schließen lassen, dass sie durch äußere Krafteinwirkung entstanden sind.

**WARNUNG****Lebensgefahr durch Folgen äußerer Krafteinwirkung**

Durch äußere Krafteinwirkung wie einen Schlag oder eine Kollision können nicht sichtbare Schäden entstehen. Beim Motor kann es z. B. zu einem schleichenden Verlust der Kraftübertragung kommen. Dies kann zu unbeabsichtigten Bewegungen des Manipulators führen.

Tod, schwere Verletzungen oder Sachschäden können die Folge von nicht sichtbaren Schäden sein.

- Den Roboter auf Beschädigungen prüfen, die durch äußere Krafteinwirkung entstanden sein könnten, z. B. Dellen oder Farabriebe.
- Wenn eine Beschädigung vorhanden ist, müssen die betroffenen Komponenten ausgetauscht werden.

- Alle erforderlichen Schutzeinrichtungen sind korrekt installiert und funktionsfähig.
- Die Anschlusswerte des Industrieroboters stimmen mit der örtlichen Netzspannung und Netzform überein.
- Der Schutzleiter und die Potenzialausgleichsleitung sind ausreichend ausgelegt und korrekt angeschlossen.
- Die Verbindungskabel sind korrekt angeschlossen und die Stecker verriegelt.

Prüfung der Sicherheitsfunktionen:

Bei allen sicherheitsgerichteten Funktionen muss durch einen Funktions- test sichergestellt werden, dass sie korrekt arbeiten.

Prüfung der sicherheitsrelevanten mechanischen und elektromechanischen Komponenten:

Folgende Prüfungen sind vor der Inbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme durchzuführen sowie mindestens alle 12 Monate, sofern nach Gefährdungsbeurteilung am Arbeitsplatz nicht abweichend bestimmt:

- Funktion aller angeschlossenen NOT-HALT-Einrichtungen
NOT-HALT-Einrichtung drücken. Am Programmierhandgerät muss eine Meldung angezeigt werden, dass der NOT-HALT ausgelöst wurde. Gleichzeitig darf keine Fehlermeldung zur NOT-HALT-Einrichtung angezeigt werden.
- Funktion der Zustimmungsschalter aller angeschlossenen Zustimmleinrichtungen
Roboter im Testbetrieb verfahren und Zustimmungsschalter loslassen. Die Roboterbewegung muss gestoppt werden. Gleichzeitig darf am Programmierhandgerät keine Fehlermeldung zur Zustimmleinrichtung angezeigt werden.
Die Prüfung muss immer für alle Zustimmungsschalter einer angeschlossenen Zustimmleinrichtung durchgeführt werden.
Wenn der Zustand der Zustimmleinrichtung auf einen Ausgang konfiguriert ist, kann die Prüfung auch über den Ausgang durchgeführt werden.
- Panikfunktion der Zustimmungsschalter aller angeschlossenen Zustimmleinrichtungen
Roboter im Testbetrieb verfahren und Zustimmungsschalter durchdrücken und 3 Sekunden in Panikstellung halten. Die Roboterbewegung muss gestoppt werden. Gleichzeitig darf am Programmierhandgerät keine Fehlermeldung zur Zustimmleinrichtung angezeigt werden.
Die Prüfung muss immer für alle Zustimmungsschalter einer angeschlossenen Zustimmleinrichtung durchgeführt werden.
Wenn der Zustand der Zustimmleinrichtung auf einen Ausgang konfiguriert ist, kann die Prüfung auch über den Ausgang durchgeführt werden.
- Abschaltbarkeit der sicherheitsgerichteten Ausgänge
Robotersteuerung ausschalten und wieder einschalten. Nach dem Einschalten darf am Programmierhandgerät keine Fehlermeldung zu einem sicherheitsgerichteten Ausgang angezeigt werden.

Prüfung der Funktionsfähigkeit der Bremsen:

Für den Industrieroboter steht ein Bremsentest zur Verfügung, mit dem geprüft werden kann, ob die Bremse jeder Achse ein ausreichendes Bremsmoment aufbringt.

Der Bremsentest stellt sicher, dass eine Beeinträchtigung der Bremsfunktion, z. B. durch Verschleiß, Überhitzung, Verschmutzung oder Schädigun-

gen, festgestellt und dadurch vermeidbare Risiken ausgeschlossen werden.

Sofern nicht durch eine Risikobeurteilung anders bestimmt, muss der Bremsentest regelmäßig durchgeführt werden:

- Der Bremsentest ist vor der Inbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme des Industrieroboters für jede Achse durchzuführen.
- Während des Betriebs ist der Bremsentest alle 48 h durchzuführen.

Durch eine Risikobeurteilung kann ermittelt werden, ob der Bremsentest für die konkrete Anwendung erforderlich ist und wie oft der Bremsentest durchgeführt werden muss.

3.8.4 Manueller Betrieb

Allgemein

Der manuelle Betrieb ist der Betrieb für Einrichtarbeiten. Einrichtarbeiten sind alle Arbeiten, die am Industrieroboter durchgeführt werden müssen, um den Automatikbetrieb aufnehmen zu können. Zu den Einrichtarbeiten gehören:

- Tippbetrieb
- Teachen
- Programmieren
- Programmverifikation

Beim manuellen Betrieb ist Folgendes zu beachten:

- Neue oder geänderte Programme müssen immer zuerst in der Betriebsart **Manuell Reduzierte Geschwindigkeit (T1)** getestet werden.
- Werkzeuge und Manipulator dürfen niemals den Absperrzaun berühren oder über den Absperrzaun hinausragen.
- Werkstücke, Werkzeuge und andere Gegenstände dürfen durch das Verfahren des Industrieroboters weder eingeklemmt werden, noch zu Kurzschlüssen führen oder herabfallen.
- Alle Einrichtarbeiten müssen so weit wie möglich von außerhalb des durch Schutzeinrichtungen abgegrenzten Raums durchgeführt werden.

Einrichtarbeiten in T1

Wenn vermeidbar, dürfen sich keine Personen im durch Schutzeinrichtungen abgegrenzten Raum aufhalten.

Wenn es erforderlich ist, Einrichtarbeiten von innerhalb des durch Schutzeinrichtungen abgegrenzten Raums durchzuführen, muss in der Betriebsart **Manuell Reduzierte Geschwindigkeit (T1)** Folgendes beachtet werden:

- Wenn vermeidbar, darf sich nicht mehr als eine Person im durch Schutzeinrichtungen abgegrenzten Raum aufhalten.
- Wenn es notwendig ist, dass sich mehrere Personen im durch Schutzeinrichtungen abgegrenzten Raum aufhalten, muss Folgendes beachtet werden:
 - Jede Person muss eine Zustimmleinrichtung zur Verfügung haben.
 - Alle Personen müssen ungehinderte Sicht auf den Industrieroboter haben.
 - Zwischen allen Personen muss immer Möglichkeit zum Blickkontakt bestehen.
- Der Bediener muss eine Position einnehmen, aus der er den Gefahrenbereich einsehen kann und einer Gefahr ausweichen kann.

- Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass der Manipulator unerwartete Bewegungen ausführt, z. B. im Fehlerfall. Deshalb muss zwischen Personen und dem Manipulator inklusiven Werkzeugs ein angemessener Mindestabstand eingehalten werden. Orientierungswert: 50 cm.

Der Mindestabstand kann abhängig von den örtlichen Gegebenheiten, vom Bewegungsprogramm und von weiteren Faktoren anders ange setzt werden. Welcher Mindestabstand tatsächlich für den konkreten Anwendungsfall gelten muss, muss der Betreiber auf Basis einer Risikobeurteilung entscheiden.

3.8.5 Simulation

Simulationsprogramme entsprechen nicht exakt der Realität. Roboterprogramme, die in Simulationsprogrammen erstellt wurden, sind an der Anlage in der Betriebsart **Manuell Reduzierte Geschwindigkeit (T1)** zu testen. Gegebenenfalls muss das Programm überarbeitet werden.

3.8.6 Automatikbetrieb

Der Automatikbetrieb ist nur zulässig, wenn folgende Sicherheitsmaßnahmen eingehalten werden:

- Alle Sicherheits- und Schutzeinrichtungen sind vorhanden und funktionsfähig.
- Es befinden sich keine Personen in der Anlage oder die Anforderungen an den kollaborierenden Betrieb nach EN ISO 10218 sind erfüllt.
- Die festgelegten Arbeitsverfahren werden befolgt.

Wenn der Manipulator ohne ersichtlichen Grund stehen bleibt, darf der Gefahrenbereich erst betreten werden, wenn ein NOT-HALT ausgelöst wurde.

3.8.7 Wartung und Instandsetzung

Nach Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten muss geprüft werden, ob das erforderliche Sicherheitsniveau gewährleistet ist. Für diese Prüfung sind die geltenden staatlichen oder regionalen Arbeitsschutzvorschriften zu beachten. Zusätzlich sind alle Sicherheitsfunktionen auf ihre sichere Funktion zu testen.

Die Wartung und Instandsetzung sollen sicherstellen, dass der funktionsfähige Zustand erhalten bleibt oder bei Ausfall wiederhergestellt wird. Die Instandsetzung umfasst die Störungssuche und die Reparatur.

Sicherheitsmaßnahmen bei Tätigkeiten am Industrieroboter sind:

- Tätigkeiten außerhalb des Gefahrenbereichs durchführen. Wenn Tätigkeiten innerhalb des Gefahrenbereichs durchzuführen sind, muss der Betreiber zusätzliche Schutzmaßnahmen festlegen, um einen sicheren Personenschutz zu gewährleisten.
- Industrieroboter ausschalten und gegen Wiedereinschalten (z. B. mit einem Vorhängeschloss) sichern. Wenn die Tätigkeiten bei eingeschalteter Robotersteuerung durchzuführen sind, muss der Betreiber zusätzliche Schutzmaßnahmen festlegen, um einen sicheren Personenschutz zu gewährleisten.
- Wenn die Tätigkeiten bei eingeschalteter Robotersteuerung durchzuführen sind, dürfen diese nur in der Betriebsart T1 durchgeführt werden.

- Tätigkeiten mit einem Schild an der Anlage kennzeichnen. Dieses Schild muss auch bei zeitweiser Unterbrechung der Tätigkeiten vorhanden sein.
- Die NOT-HALT-Einrichtungen müssen aktiv bleiben. Wenn Sicherheitsfunktionen oder Schutzeinrichtungen aufgrund Wartungs- oder Instandsetzungsarbeiten deaktiviert werden, muss die Schutzwirkung anschließend sofort wiederhergestellt werden.



GEFAHR

Lebensgefahr durch spannungsführende Teile

Vor Arbeiten an spannungsführenden Teilen muss das Robotersystem vom Netz getrennt werden. Es ist nicht ausreichend, einen NOT-HALT oder einen Sicherheitshalt auszulösen, weil weiterhin Teile unter Spannung stehen. Tod oder schwere Verletzungen können die Folge sein.

- Vor Arbeiten an spannungsführenden Teilen den Hauptschalter ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern.
Bei Steuerungsvarianten ohne Hauptschalter (z. B. KR C5 micro) den Geräteschalter ausschalten, dann die Netzzuleitung abstecken und gegen Wiederanstecken sichern.
- Anschließend die Spannungsfreiheit feststellen.
- Beteiligte Personen informieren, dass die Robotersteuerung ausgeschaltet ist. (Z. B. durch Anbringen eines Warnhinweises.)

Fehlerhafte Komponenten müssen durch neue Komponenten, mit derselben Artikelnummer oder durch Komponenten, die von der KUKA Deutschland GmbH als gleichwertig ausgewiesen sind, ersetzt werden.

Reinigungs- und Pflegearbeiten sind gemäß der Betriebsanleitung durchzuführen.

Robotersteuerung

Auch wenn die Robotersteuerung ausgeschaltet ist, können Teile, die mit Peripheriegeräten verbunden sind, unter Spannung stehen. Die externen Quellen müssen deshalb ausgeschaltet werden, wenn an der Robotersteuerung gearbeitet wird.

Bei Tätigkeiten an Komponenten in der Robotersteuerung müssen die ESD-Richtlinien eingehalten werden.

Nach Ausschalten der Robotersteuerung kann an verschiedenen Komponenten mehrere Minuten eine Spannung von über 50 V (bis zu 780 V) anliegen. Um lebensgefährliche Verletzungen zu verhindern, dürfen in diesem Zeitraum keine Tätigkeiten am Industrieroboter durchgeführt werden.

Bei Robotersteuerungen mit Transformatoren, müssen die Transformatoren vor Tätigkeiten an Komponenten in der Robotersteuerung abgeklemmt werden.

Das Eindringen von Wasser und Staub in die Robotersteuerung muss verhindert werden.

Gefahrstoffe

Sicherheitsmaßnahmen beim Umgang mit Gefahrstoffen sind:

- Längerer und wiederholten intensiven Hautkontakt vermeiden.
- Einatmen von Ölnebeln und -dämpfen vermeiden.
- Für Hautreinigung und Hautpflege sorgen.



Aktuelle Sicherheitsdatenblätter verwenden

Zur sicheren Nutzung von KUKA-Produkten ist die Kenntnis der Sicherheitsdatenblätter der eingesetzten Stoffe und Gemische erforderlich. Tod, Verletzungen oder Sachschäden können sonst die Folge sein.

- Regelmäßig die aktuellen Sicherheitsdatenblätter bei den Gefahrsstoffherstellern anfordern.

3.8.8 Außerbetriebnahme, Lagerung und Entsorgung

Die Außerbetriebnahme, Lagerung und Entsorgung des Industrieroboters dürfen nur nach landesspezifischen Gesetzen, Vorschriften und Normen erfolgen.

3.8.9 Sicherheitsmaßnahmen für Single Point of Control

Der Industrieroboter kann ausschließlich über das angeschlossene KUKA smartPAD pro gesteuert werden. Das Prinzip des "Single Point of Control" (SPOC) ist umgesetzt und wird vom System sichergestellt. Es sind keine zusätzlichen Sicherheitsmaßnahmen erforderlich.

3.9 IT-Sicherheit

3.9.1 Einführung

Allgemeine Hinweise

KUKA-Produkte dürfen nur in technisch einwandfreiem Zustand sowie bestimmungsgemäß und sicherheitsbewusst benutzt werden.

Zur sicherheitsbewussten Nutzung gehört insbesondere, dass sie in einer IT-Umgebung betrieben werden, die dem aktuellen sicherheitstechnischen Stand entspricht und der ein Gesamtkonzept zur IT-Sicherheit zugrunde liegt.



Maßnahmen zur IT-Sicherheit ergreifen

IT-Sicherheit beinhaltet nicht nur Aspekte der Informations- und Datenverarbeitung im engeren Sinn, sondern betrifft mindestens folgende Bereiche:

- Technologie, Organisation, Personal, Infrastruktur

KUKA empfiehlt den Betreibern seiner Produkte dringend, ein Informationssicherheitsmanagement einzuführen, mit dem die mit der Informationssicherheit verbundenen Aufgaben konzipiert, koordiniert und überwacht werden.

Quellen für Informationen zur IT-Sicherheit für Unternehmen können z. B. sein:

- Unabhängige Beratungsfirmen
- Nationale Behörden für Informationssicherheit ("national cyber security authorities")

Häufig stellen die nationalen Behörden ihre Empfehlungen im Internet zur Verfügung.

Integration in bestehende IT-Umgebung

Die folgenden Informationen zum Thema IT-Sicherheit müssen zusammen mit dem Gesamtkonzept zur IT-Sicherheit des Integrators und Betreibers

betrachtet werden. Auf Basis von Bedrohungsmodellierungen und Risikoanalysen müssen für den jeweiligen Einsatz des Produkts die passenden Schutzmaßnahmen abgeleitet und umgesetzt werden. Diese Schutzmaßnahmen können u. a. in folgenden Bereichen angesiedelt sein:

- Netzwerksegmentierung (Firewalls)
- Zugriffsschutz (Authentifizierung und Autorisierung)
- Verschlüsselung
- Protokollierung
- Auditierung
- Physischer Zugriffsschutz

Es liegt in der Verantwortung von Integrator und Betreiber, sicherzustellen, dass die zu diesem Produkt zugehörigen Systeme und Komponenten und die Infrastruktur, in die diese integriert werden, einen ausreichenden Schutz vor Bedrohungen der IT-Sicherheit bieten. Dies beinhaltet u. a. Schutzmaßnahmen vor:

- Schadsoftware
- Unautorisierte Zugriffe
- Auswirkungen auf die Verfügbarkeit des Systems
- Diebstahl oder Verlust von Informationen

Produktunterstützungslebenszyklus

Die verwendeten Produkte müssen sich in einem aktiven Produktunterstützungslebenszyklus befinden und dürfen vom Hersteller nicht abgekündigt sein. Sollte dies nicht der Fall sein, muss ein Upgrade oder ein Ersatz beschafft werden, um die IT-Sicherheit aufrecht erhalten zu können. Sollte dies nicht möglich sein, sind weitere IT-Sicherheitsmaßnahmen (abhängig von den IT-Sicherheitsrichtlinien und sonstigen Anforderungen) notwendig, um das Risiko des Betriebs eines abgekündigten Produkts zu minimieren.

Aktuelle Informationen zum Produkt

Die neuesten Informationen zum Produkt, einschließlich Informationen zum Thema IT-Sicherheit, werden in KUKA Xpert bereitgestellt und aktualisiert und müssen dort von Integrator und Betreiber abgerufen, überprüft und beachtet werden.

3.9.2 Maßnahmen zum sicheren Betrieb des Produkts

3.9.2.1 Physischer Zugriffsschutz

Integrator und Betreiber des Systems müssen durch äußere Maßnahmen sicherstellen, dass nur autorisierte und geschulte Personen physischen Zugriff auf das System und dessen Komponenten sowie verbundene Systeme, Komponenten und Netzwerke erhalten. Beispiele hierfür sind Zugriffsbeschränkungen zu den Räumen oder separat zugriffsgeschützte Schränke, in denen das jeweilige System und Komponenten wie Robotersteuerung und Bediengerät dauerhaft oder bei Nichtgebrauch untergebracht sind.

3.9.2.2 Netzwerkanbindung

Das System besitzt Netzwerkschnittstellen zur Integration in IT- und OT-Netzwerke. Werden bei der Netzwerkanbindung Verbindungen ermöglicht, bei denen Vertrauensgrenzen überschritten werden, sind folgende Punkte detailliert zu betrachten:

- Bedrohungen und Risiken, die damit verbunden sind
- Maßnahmen, die ggf. zusätzlich zu ergreifen sind, um das System zu schützen

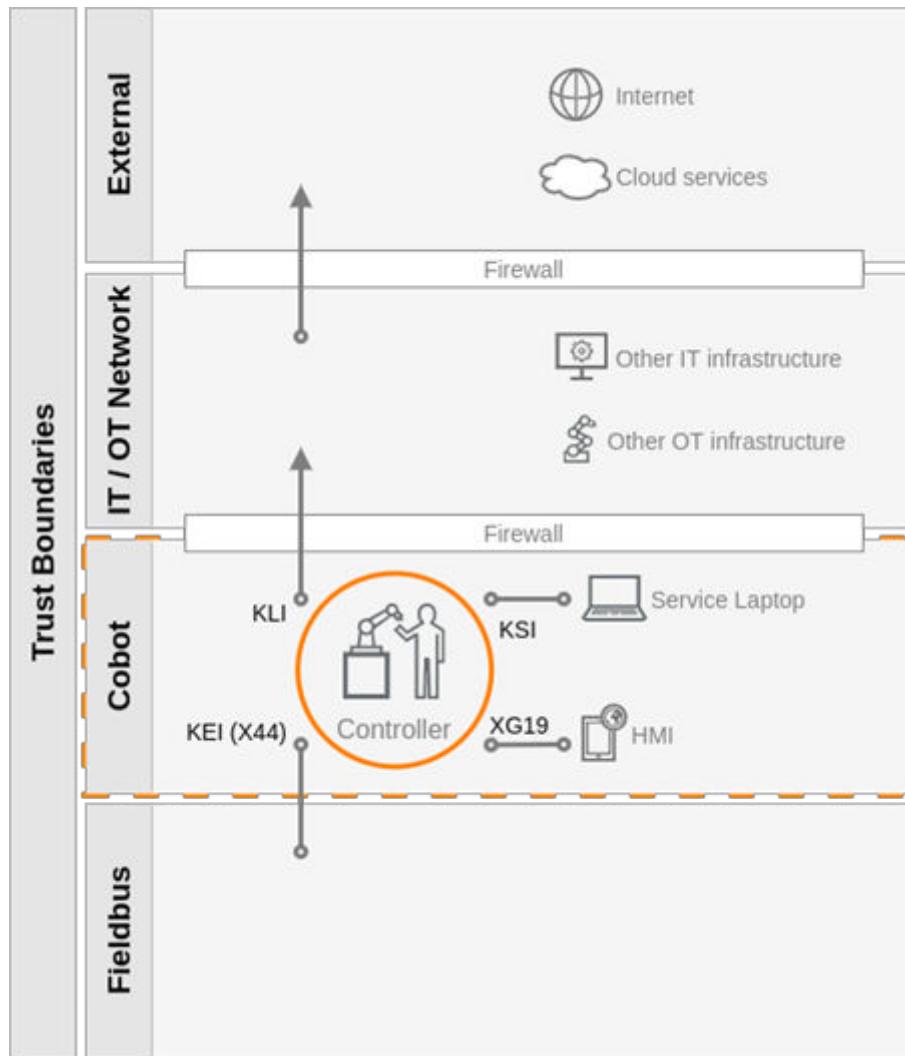


Abb. 3-1: Vertrauengrenzen und Netzwerkanbindung

Anforderungen an das Netzwerk

Die Robotersteuerung (einschließlich des Bediengeräts) darf ausschließlich in internen, segmentierten und zugriffsgeschützten Netzwerken eingesetzt werden. Die Nutzung in nicht gesondert geschützten Netzwerken ist nicht gestattet. Es wird empfohlen, Firewall-Lösungen einzusetzen, um nur tatsächlich notwendige Netzwerkverbindungen zwischen der Robotersteuerung und anderen Systemen zu erlauben.

3.9.2.3 Zugriffsverwaltung

Standardzugangsdaten

Der Zugriff auf die Robotersteuerung über das Bediengerät besitzt einen Schutz, so dass nur autorisierte Benutzer auf das System zugreifen und Aktionen ausführen können. Die im Auslieferungszustand vorhandenen Default-Passwörter müssen unbedingt und unmittelbar gemäß der lokalen IT-Sicherheitsanforderungen geändert werden. Es dürfen keine einfach zu erratenden Passwörter verwendet werden.



Detaillierte Informationen zum Ändern der Passwörter sind im Kapitel "Allgemeine Konfiguration" der Dokumentation zu iiQKA.OS zu finden.

Berechtigungskonzept



Informationen zum Berechtigungskonzept sind im Kapitel "Allgemeine Konfiguration" der Dokumentation zu iiQKA.OS zu finden.

Automatische Abmeldung

- Wenn während einer bestimmten Zeit an der Bedienoberfläche keine Handlung erfolgt, wird der aktuelle Benutzer automatisch abgemeldet. Je nach Benutzerrolle gelten verschiedene Zeiten:
 - Benutzer: Nach 30 min Inaktivität
 - Administrator: Nach 10 min Inaktivität
 - Sicherheitsinbetriebnehmer: Nach 5 min Inaktivität

Anforderungen an die Konfiguration des Zugriffsschutzes

- Alle Benutzerrollen müssen über starke Passwörter geschützt werden.
- Je nach lokalen Anforderungen ist die Umsetzung eines Berechtigungskonzeptes notwendig.
- Benutzern sollten nur die minimalen Berechtigungen zugewiesen werden, die für ihre jeweilige Aufgabe notwendig sind.
- Vergebene Berechtigungen müssen regelmäßig auf ihre Richtigkeit und Aktualität geprüft und Änderungen zeitnah umgesetzt werden.

3.9.2.4 Software-Updates

KUKA bietet Software-Updates und -Upgrades und ggf. separate Sicherheitsupdates für einen sicheren Betrieb des Systems an. Gemäß den kundenspezifischen Anforderungen beim Einsatz des Systems müssen diese durchgeführt werden.



Informationen zur Vorgehensweise bei Software-Updates sind im Kapitel "Allgemeine Bedienung" der Dokumentation zu iiQKA.OS zu finden.

3.9.2.5 Datensicherung

Gemäß den kundenspezifischen Anforderungen beim Einsatz des Systems muss ein Konzept zur Datensicherung aufgestellt und umgesetzt werden, so dass im Fall eines Datenverlusts auf der Robotersteuerung oder einer zugehörigen Komponente alle notwendigen Daten wiederhergestellt werden können.



Informationen zur Vorgehensweise bei einer Datensicherung sind im Kapitel "Allgemeine Bedienung" der Dokumentation zu iiQKA.OS zu finden.

3.9.2.6 USB-Schnittstellen

Es dürfen ausschließlich vertrauenswürdige USB-Medien mit dem System verbunden werden. Es dürfen nur Inhalte auf die USB-Medien geschrieben werden, die aus vertrauenswürdigen Quellen stammen und die gegebenenfalls zuvor mit einem Antiviren-Programm geprüft wurden. Die Daten, die im Zuge einer Datensicherung oder eines Exports auf USB-Medien geschrieben werden, können sensible Daten beinhalten. Es sollten daher entsprechende IT-Sicherheitsmaßnahmen angewendet werden, um diese Daten entsprechend zu schützen.

3.9.2.7 Kundendienst-Zugang

Das System verfügt über einen Notfall-SSH-Zugang in das Linux-Grundsystem, der standardmäßig nicht aktiviert ist und nur gemeinsam durch den Kunden und den KUKA Customer Support im lokalen Zugriff auf das System verwendet werden kann. Der Zugang (Service Account) kann über das HMI oder über die KSI-Schnittstelle (mit einem Aktivierungstool) temporär aktiviert werden. Zur Aktivierung sind Administratorberechtigungen notwendig. Nach der Aktivierung ist ein SSH-Dienst auf den TCP-Port 22 auf den Schnittstellen KLI und KSI aktiv. Die Anmeldung via SSH ist nur mit Zugangsdaten des KUKA Customer Supports möglich. Der Zugang wird nach Aktivierung automatisch nach 30 Minuten wieder deaktiviert.

Im Servicefall muss sichergestellt werden, dass die SSH-Verbindung zum richtigen System hin aufgebaut wird (z. B. durch ein dediziertes Netzwerk-Kabel zur Robotersteuerung). Jede Robotersteuerung verfügt über einen individuellen SSH-Host-Schlüssel, so dass die Robotersteuerung für zukünftige Verbindungen auch über den Fingerabdruck des SSH-Host-Schlüssels identifiziert werden kann.

Der SSH-Zugang ist für Notfälle gedacht, in denen eine Analyse oder Reparatur der Softwarekomponenten nicht anderweitig möglich ist und steht eventuell in künftigen Versionen des Produktes nicht mehr zur Verfügung.



Informationen zur Aktivierung des Kundendienst-Zugangs (Service Account) sind im Kapitel "Allgemeine Konfiguration" der Dokumentation zu iiQKA.OS zu finden.

3.9.2.8 Entwicklermodus

Der Entwicklermodus kann über die Benutzerrolle Administrator aktiviert werden. Solange der Entwicklermodus aktiviert ist, ist der SSH-Dienst auf Port 22 vom Netzwerk aus erreichbar und der Benutzer kann sich via SSH am System mit dem bei der Aktivierung gesetzten Passwort anmelden. Über diesen SSH-Zugang können für Entwicklungszwecke eigensignierte Erweiterungen installiert werden. Beim Verlassen des Entwicklermodus wird der SSH-Zugang deaktiviert und das System auf den Stand vor der Aktivierung des Entwicklermodus zurückgesetzt.

3.9.3 IT-Sicherheitsfunktionen des Produkts

3.9.3.1 Allgemein

Auf Basis von Bedrohungsmodellierungen und Risikoanalysen wurden potentielle Bedrohungen identifiziert und notwendige Schutzmaßnahmen für das System abgeleitet. Im Folgenden wird dargelegt, welche grundlegenden Maßnahmen dies sind, auf welche Bedrohungen diese Maßnahmen abzielen und welche weitergehenden Aspekte Integrator und Betreiber des Systems darüber hinaus noch betrachten müssen. Da das System laufender Fortentwicklung unterliegt, werden hier jeweils nur die wichtigsten Schutzmaßnahmen erläutert.

3.9.3.2 Firewall

Beschreibung

Das System verfügt über eine Firewall, die vor unerwünschten Netzwerk-zugriffen schützt. Nur über definierte Schnittstellen sind gewisse Verbindungen, die für die Funktion des Systems notwendig sind, erlaubt. Alle anderen Verbindungen werden vom System unterbunden.

Berücksichtigte Bedrohungen

Folgende potenzielle Bedrohungen wurden bei der Planung der beschriebenen Funktion betrachtet:

- Ein Angreifer könnte über das Netzwerk auf interne Netzwerkdienste der Robotersteuerung oder anderer Komponenten zugreifen.
- Ein Angreifer könnte über das Netzwerk auf versehentlich aktivierte Netzwerkdienste zugreifen oder auf Netzwerkdienste, die nur zu vorübergehenden Zwecken aktiviert wurden (z. B. für Analysen).
- Ein Angreifer könnte über eine andere Schwachstelle einen eigenen Dienst für verschiedene Zwecke starten oder einen bestehenden Dienst über eine angepasste Konfiguration bereitstellen, welche ihm direkten Zugriff auf das System erlauben könnte (z. B. eine Shell oder einen FTP-Server).

Erlaubte Verbindungen

Die Firewall-Konfiguration des Systems ist bis zur Version 1.0 der Systemsoftware nicht vom Benutzer anpassbar. In der Standardinstallation sind die folgenden Verbindungen und zugehörigen Dienste erlaubt:

- **KLI-IT-Schnittstelle**
 - Eingehend: TCP-Port 22 (SSH) – Kundendienst-Zugang
 - Eingehend: TCP-Port 80 (HTTP) – Lizenzinformationen
- **KLI-OT-Schnittstelle**
 - Eingehend: TCP-Port 22 (SSH) – Kundendienst-Zugang
 - Eingehend: TCP-Port 80 (HTTP) – Lizenzinformationen
- **KONI-Schnittstelle**
 - Eingehend: TCP-Port 22 (SSH) – Kundendienst-Zugang
- **KSI-Schnittstelle**
 - Eingehend: TCP-Port 22 (SSH) – Kundendienst-Zugang
 - Eingehend: TCP-Port 80 (HTTP) – Lizenzinformationen
 - Eingehend: TCP-Port 49162 – Aktivierung Kundendienst-Zugang durch Kunden

Ab der Version 1.1 der Systemsoftware kann die Firewall-Konfiguration vom Benutzer in den Systemeinstellungen eingesehen werden. In der Standardinstallation sind die folgenden Verbindungen und zugehörigen Dienste erlaubt:

- **KLI-IT-Schnittstelle**
 - Eingehend: TCP-Port 22 (SSH) – Kundendienst-Zugang
 - Eingehend: TCP-Port 80 (HTTP) – Lizenzinformationen
- **KLI-OT-Schnittstelle**
 - Eingehend: TCP-Port 22 (SSH) – Kundendienst-Zugang
 - Eingehend: TCP-Port 80 (HTTP) – Lizenzinformationen
 - Eingehend: TCP-Port 44818 und UDP-Port 2222 – EtherNet/IP, abschaltbar
- **KONI-Schnittstelle**
 - Eingehend: TCP-Port 22 (SSH) – Kundendienst-Zugang
- **KSI-Schnittstelle**
 - Eingehend: TCP-Port 22 (SSH) – Kundendienst-Zugang
 - Eingehend: TCP-Port 80 (HTTP) – Lizenzinformationen

- Eingehend: TCP-Port 49162 – Aktivierung Kundendienst-Zugang durch Kunden

Zusätzlich können optional Toolboxen weitere Dienste bereitstellen und die von ihnen benötigten Ports öffnen. Die zugehörigen Firewall-Regeln werden ebenfalls in den Systemeinstellungen angezeigt.

Nicht notwendige Firewall-Regeln können in den Systemeinstellungen deaktiviert werden. Die korrekte Funktionsweise des Systems oder der Toolbox kann in diesem Fall nicht garantiert werden.



Informationen zur Deaktivierung von Firewall-Regeln sind im Kapitel "Allgemeine Konfiguration" der Dokumentation zu iiQKA.OS zu finden.

3.9.3.3 Verschlüsselung der Kommunikation

Beschreibung

Die Kommunikation mit dem System findet bis auf wenige Ausnahmen verschlüsselt und nach dem aktuellen Stand der Technik gewählten Verfahren statt. Verschlüsselte Kommunikationsbeziehungen:

- HTTPS zwischen Robotersteuerung und my.kuka.com (Zugriff auf Software-Updates)
- HTTPS zwischen Robotersteuerung und KUKA Update Service (Zugriff auf Software-Updates)
- SSH (wenn aktiviert) zwischen lokalem Kunden-PC oder Kunden-dienst-PC und Robotersteuerung

Ausnahmen der verschlüsselten Kommunikation:

- DHCP (lokal)
- DNS (lokal)
- HTTP-Zugriff auf Lizenzinformationen

Berücksichtigte Bedrohungen

Folgende potenzielle Bedrohung wurde bei der Planung der beschriebenen Funktion betrachtet:

- Ein Angreifer, der lokal oder entfernt in der Lage ist, Netzwerkverkehr zu überwachen, zu lesen oder umzuleiten, könnte sensible Informationen erhalten, verändern oder das System kompromittieren.

Verwendete kryptografische Verfahren

Folgende kryptografische Verfahren werden eingesetzt:

SSL/TLS-Verbindungen

- KUKA Update Service:
TLS 1.2 und TLS 1.3
- Web UI auf der Robotersteuerung (nur über smartPAD erreichbar):
TLS 1.1 und TLS 1.2
- Aktivierung Kundendienst-Zugang über KSI-Schnittstelle:
TLS 1.2 und TLS 1.3

SSH-Kundendienst-Zugang

- SSH-Protokoll Version 2.0
- SSH-Verschlüsselungs-Algorithmen:
chacha20-poly1305@openssh.com, aes128-ctr, aes192-ctr, aes256-ctr, aes128-gcm@openssh.com, aes256-gcm@openssh.com

- SSH-Schlüsselaustausch-Algorithmen:
curve25519-sha256, curve25519-sha256@libssh.org, ecdh-sha2-nistp256, ecdh-sha2-nistp384, ecdh-sha2-nistp521, diffie-hellman-group-exchange-sha256, diffie-hellman-group16-sha512, diffie-hellman-group18-sha512, diffie-hellman-group14-sha256
- Signaturprüfung von Software-Artefakten:
4096 Bit RSA-Schlüssel und SHA-256-Hashing
- Passwort-Hashing-Verfahren für HMI-Benutzer:
Argon2

3.9.3.4 Prüfung von Software-Updates

Software-Artefakte wie Software-Updates und -Erweiterungen werden vor der Installation durch das System auf ihre Integrität und eine gültige kryptografische Signatur überprüft. Nur von KUKA signierte Software-Artefakte werden akzeptiert und installiert. Dies gilt nur, solange das System nicht in den Entwicklermodus versetzt wurde. (>>> [3.9.2.8 "Entwicklermodus" Seite 49](#))

3.9.3.5 Unterbindung von Installation älterer Software

Beschreibung

Software-Artefakte können nur durch höhere Versionen aktualisiert werden. Eine Installation älterer Versionen (Downgrade) ist nicht möglich.

Berücksichtigte Bedrohungen

Folgende potenzielle Bedrohungen wurden bei der Planung der beschriebenen Funktion betrachtet:

- Ein Angreifer mit temporärem Zugriff auf das System könnte sich durch die Installation eines älteren Software-Artefakts – und darin potenziell enthaltenen Schwachstellen – tiefergehenden Zugriff oder Persistenz auf das System verschaffen.
- Eine Schwachstelle in der Autorisierung von Software-Updates oder eine Schwachstelle, welche die Möglichkeit bietet, beliebige Software-Updates auf das System zu kopieren, sollte nicht genutzt werden können, um ältere Versionen zu installieren.
- Sollte einem Administrator ein älteres Software-Update untergeschoben werden, sollte es nicht genutzt werden können, um ältere Versionen zu installieren.

3.9.3.6 Unterteilung des Systems

Beschreibung

Verschiedene Techniken werden eingesetzt, um einzelne Software-Komponenten und -Dienste untereinander zu trennen und deren Berechtigungen so einzuschränken, dass nur tatsächlich notwendige Interaktionen zwischen den Software-Komponenten möglich sind. Im Falle einer Kompro-mittierung einer einzelnen Software-Komponente wird hierdurch deutlich erschwert, dass sich ein Angreifer in das restliche System weiter ausbreiten kann.

Berücksichtigte Bedrohungen

Folgende potenzielle Bedrohungen wurden bei der Planung der beschriebenen Funktion betrachtet:

- Eine Schwachstelle in einer einzelnen Software-Komponente könnte ausgenutzt werden, um das komplette System zu compromittieren.
- Eine Schwachstelle in einer einzelnen Software-Komponente könnte ausgenutzt werden, um Funktionen, die durch andere Software-Komponenten bereitgestellt werden, zu beeinflussen.
- Eine Schwachstelle in einer einzelnen Software-Komponente könnte ausgenutzt werden, um Informationen, die durch andere Software-Komponenten verarbeitet, verwaltet oder gespeichert werden, zu erhalten.

3.9.3.7 Entfernung nicht benötigter Softwarekomponenten und -funktionen

Beschreibung

Nicht notwendige Software-Komponenten und Software-Funktionen sind entfernt worden, um die Angriffsfläche zu reduzieren. Beispiele hierfür sind unter anderem nicht benötigte Kernel-Funktionen, Kernel-Module, User-space-Anwendungen und Anwendungs-Erweiterungen.

Berücksichtigte Bedrohungen

Folgende potenzielle Bedrohungen wurden bei der Planung der beschriebenen Funktion betrachtet:

- Kompromittierung des Systems durch Ausnutzung einer Schwachstelle in einer nicht benötigten Software-Komponente oder -Funktion.
- Ein Angreifer hat die Möglichkeit, sich schnell und bequem im System auszubreiten und seine Ziele zu verwirklichen, da diverse Standardanwendungen verfügbar sind, die seinen Aufwand deutlich minimieren.

3.9.3.8 Außerbetriebnahme des Systems

Das System bietet aktuell keine Funktion zum sicheren Löschen des Gesamtsystems. Sollte der Bedarf bestehen, das gesamte System zu löschen, sollte der KUKA Customer Support kontaktiert werden. Andernfalls empfiehlt sich der Ausbau der Festplatte und das logische Löschen und physische Zerstören dieser abhängig von den lokalen IT-Sicherheitsrichtlinien.

3.9.3.9 Weitere Informationen zu IT-Sicherheit

Weitere Informationen zur IT-Sicherheit sind über folgende Kanäle zu finden:

- KUKA Xpert
- KUKA Customer Support
- <https://www.kuka.com/cybersecurity>

4 Technische Daten

4.1 Grunddaten

KR C5 micro

| | KR C5 micro |
|---------------------------------|---|
| Maximale Anzahl der Servoachsen | 6 |
| Gewicht | ca. 9,8 kg |
| Schutzart (IEC 60529) | IP20 |
| Schallpegel | < 54 dB (A) |
| Standardfarbe | Gehäuse: eisengrau (RAL 7011); Gehäuseboden: lichtgrau (RAL 7035) |
| Dachlast | 250 N bei gleichmäßiger Verteilung |
| Abstand seitliche Anreihbarkeit | - |

Bei Betrieb darf es nicht zu Kondenswasserbildung und/oder Betauung kommen.

| | |
|--------------------------------|----------------------------|
| Nennanschlussspannung | AC 1x 200 V - 240 V |
| Nennanschlussspannung Toleranz | ± 10 % |
| Nennanschlusseleistung | 1,30 kVA |
| Netzimpedanz | ≤ 300 mΩ |
| Erdableitstrom | ≤ 10 mA |
| Netzseitige Absicherung | 1x 16 A träge, Charakter C |
| Netzfrequenz | 50...60 Hz |
| Wärmeleistung | max. 250 W |

Alternativer Netzanschluss: 2-phäsig mit geerdetem Sternpunkt / Mittelpunkt (möglichst symmetrisch) zwischen den verwendeten Phasen
 (>>> [5.8 "Netzanschluss" Seite 74](#))

| | |
|--|---|
| Feuchtekasse (EN 60204) | - |
| Klassifizierung Umweltbedingungen (EN 60721-3-3) | 3K4 |
| Temperaturänderung | 1 K/min |
| Umgebungstemperatur | |
| Bei Betrieb | -5 °C bis 45 °C (268 K bis 318 K) |
| Bei Lagerung und Transport | -20 °C bis 60 °C (253 K bis 333 K) |
| Bei Betrieb mit Kühlgerät | - |
| Bei Lagerung und Transport ohne Akku | - |
| Aufstellhöhe | |
| Ohne Leistungsreduzierung | max. 2000 m üNN |
| Mit Leistungsreduzierung | max. 3000 m üNN (Leistungsreduzierung 5 %/1000 m) |
| Überspannungskategorie II | von 2000 m bis 3000 m üNN |
| Überspannungskategorie III | bis 2000 m üNN |

| | |
|--------------------|---|
| Verschmutzungsgrad | 2 |
|--------------------|---|

Rüttelfestigkeit

Die Angaben zur Rüttelfestigkeit sind für alle Robotersteuerungen identisch.

| Beschleunigungseffektivwert (Dauerschwingung) | |
|---|-------------------|
| Bei Betrieb | 3 g |
| Bei Transport | 3 g |
| Frequenzbereich (Dauerschwingung) | |
| Bei Betrieb | 10...2000 Hz |
| Bei Transport | 10...2000 Hz |
| Beschleunigung (Schock in X/Y/Z-Richtung) | |
| Bei Betrieb | 10 g |
| Bei Transport | 10 g |
| Kurvenform Dauer (Schock in X/Y/Z-Richtung) | |
| Bei Betrieb | Halbsinus / 11 ms |
| Bei Transport | Halbsinus / 6 ms |

Sind höhere mechanische Belastungen zu erwarten, muss die Robotersteuerung auf schwingungsdämpfende Komponenten gesetzt werden.

Sichere Ausgänge



Die Lastkontakte dürfen nur aus einem PELV Netzteil mit sicherer Trennung versorgt werden.

| | |
|---|---|
| Betriebsspannung Lastkontakte | ≤ 30 V |
| Strom über Lastkontakt | min. 10 mA < 500 mA |
| Leitungslängen (Anschluss von Aktoren) | < 50 m Leitungslänge < 100 m Drahtlänge (Hin- und Rückleitung) |
| Leitungsquerschnitt (Anschluss von Aktoren) | $\geq 0,5$ mm ² |
| Schaltspiele | Gebrauchsduer 20 Jahre $< 9.500.000$ (entspricht 1301 Schaltspielen pro Tag) |

Nach Ablauf der Schaltspiele muss die Baugruppe gewechselt werden.



Bei der Verkabelung der Ausgangssignale und Testsignale in der Anlage muss durch geeignete Maßnahmen eine Verbindung (Querschluss) der Spannungen verhindert werden (z. B. durch getrennte Verkabelung der Ausgangssignale und Testsignale).

Sichere Eingänge

| | |
|---|---|
| Schaltpegel der Eingänge | <p>Der Zustand für die Eingänge ist für den Spannungsbereich von 5 V ... 11 V (Übergangsbereich) nicht definiert. Es wird entweder der Ein- oder Auszustand eingenommen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Signal Off / 0: <ul style="list-style-type: none"> – Auszustand für den Spannungsbereich von -3 V ... 5 V (Ausbereich) – Zustand für nicht angeschlossene sichere Eingänge • Signal On / 1: <p>Einzustand für den Spannungsbereich von 11 V ... 30 V (Einbereich)</p> |
| Leitungsquerschnitt für die Eingänge je Kanal | $\geq 0,5 \text{ mm}^2$ |
| Kapazitive Last für die Eingänge je Kanal und angeschlossenem Schaltgerät | $< 200 \text{ nF}$ |
| Ohmsche Last für die Eingänge je Kanal und angeschlossenem Schaltgerät | $< 33 \Omega$ |
| Mindesthaltedauer für die Eingänge | 6 ms |

4.2 Abmessungen

Das folgende Bild zeigt die Abmessungen der Robotersteuerung ohne Zuggentlastung:

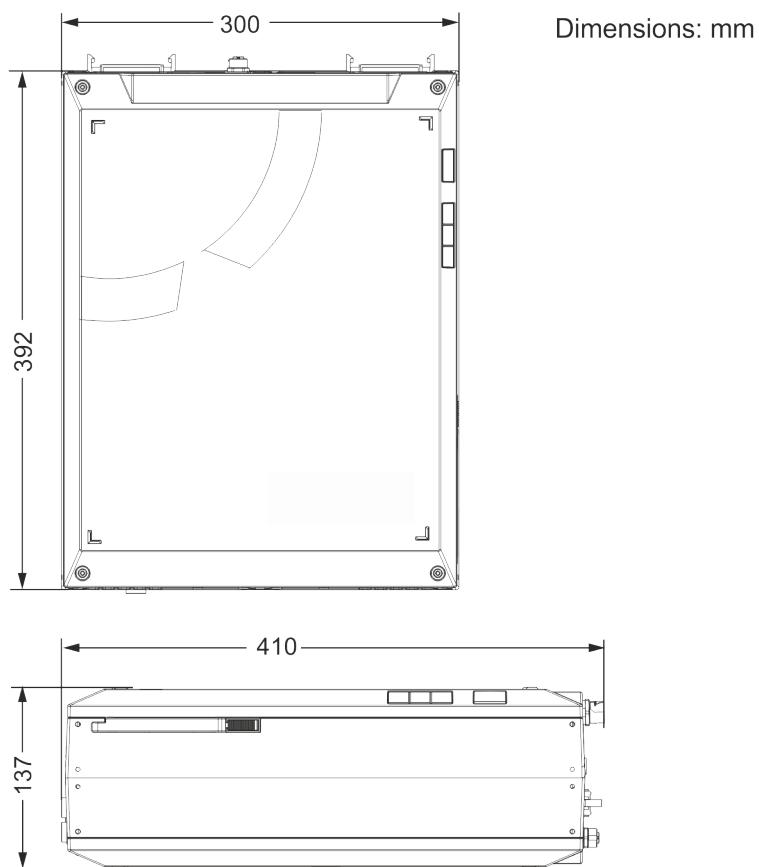


Abb. 4-1: Abmessungen

Das folgende Bild zeigt die Abmessungen der Robotersteuerung mit Zuggentlastung:

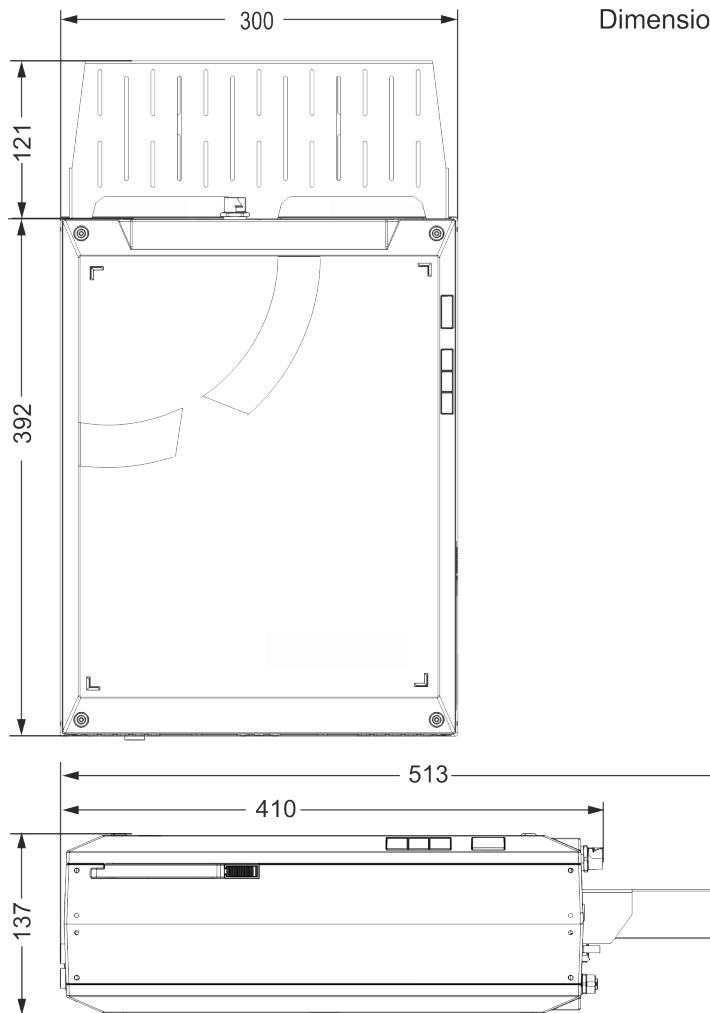


Abb. 4-2: Abmessungen

4.3 Mindestabstände Robotersteuerung

Das Bild zeigt die einzuhaltenden Mindestabstände der Robotersteuerung.

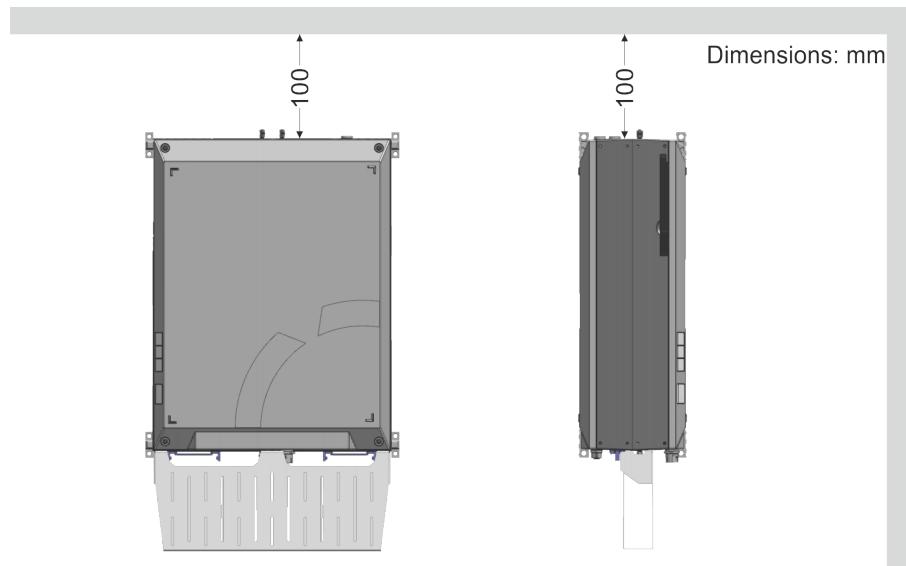


Abb. 4-3: Mindestabstände

| HINWEIS |
|--|
| <p>Sachschäden durch Nichteinhalten der Mindestabstände Wenn die Mindestabstände nicht eingehalten werden, kann es zur Beschädigung der Robotersteuerung kommen.</p> <ul style="list-style-type: none">Die angegebenen Mindestabstände unbedingt einhalten. |
| <p>Sachschäden durch gestaute Abwärme Wird die Abwärme der Robotersteuerung nicht abgeführt, kann es zu ungewollten Abschaltungen oder verkürzter Lebenszeit der Robotersteuerung kommen.</p> <ul style="list-style-type: none">Robotersteuerung so positionieren, dass sich die Abwärme der Kühlung nicht stauen kann. |

i Bestimmte Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten an der Robotersteuerung (>> [9 "Wartung" Seite 105](#)) (>> [10 "Instandsetzung" Seite 111](#)) sind von der Seite oder von hinten durchzuführen. Dafür muss die Robotersteuerung zugänglich sein. Sind Seiten- oder Rückwand nicht zugänglich, muss es möglich sein die Robotersteuerung in eine Position zu bewegen, in der die Arbeiten ausführbar sind.

4.4 Mindestabstände bei Einbau in eine Schutzumgebung

Beschreibung

Bei stark verschmutzter Umgebung muss die Robotersteuerung Stand-Alone-Variante und die Antriebsbox für Zusatzachsen in eine entsprechende Schutzumgebung integriert werden, z. B. in ein entsprechendes Gehäuse oder einen Schrank mit einem Schutzgrad von mindestens IP54.

Beim Einbau der Robotersteuerung in eine Schutzumgebung muss sicher gestellt werden, dass die anfallende Wärmeleistung der Robotersteuerung abgeführt wird. Anschlusskabel und Steckverbindungen dürfen bei Einbau nicht beschädigt werden (z. B. durch zu kleine Gehäuse).

Anforderungen für den Einbau in ein externes Gehäuse:

- Abstand zwischen der Robotersteuerung vorne (Lufteintritt) und dem Gehäuse: mindestens 150 mm
- Abstand zwischen der Robotersteuerung hinten (Luftaustritt) und dem Gehäuse: mindestens 100 mm

Das Bild zeigt die einzuhaltenden Mindestabstände.

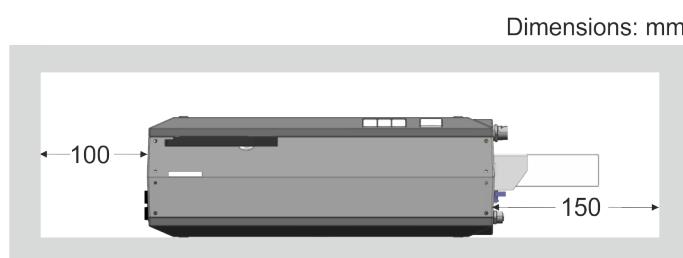


Abb. 4-4: Mindestabstände

4.5 Schilder

Übersicht

Folgende Schilder sind an der Robotersteuerung angebracht. Sie dürfen nicht entfernt oder unkenntlich gemacht werden. Unleserliche Schilder müssen ersetzt werden.

Robotersteuerung Stand-Alone-Variante

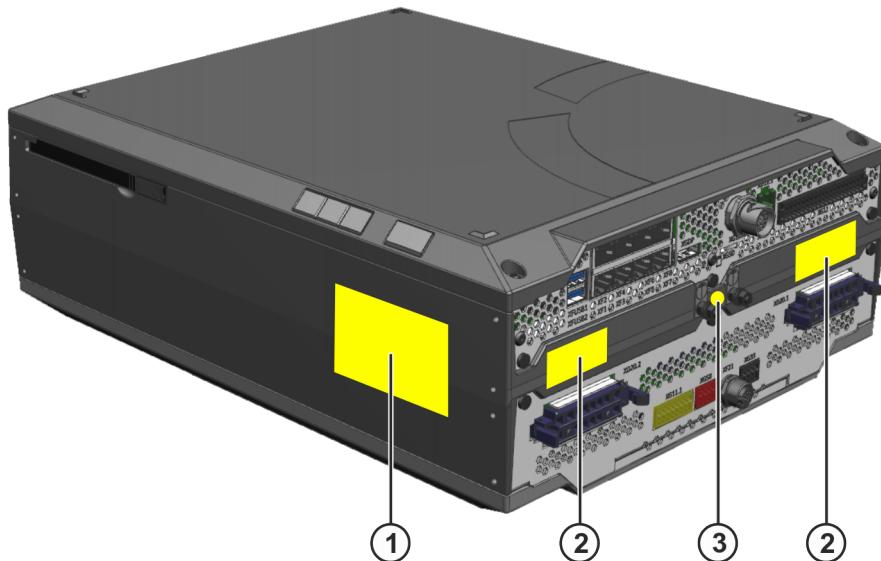
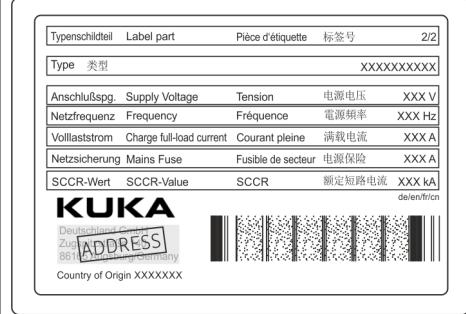


Abb. 4-5: Schilder, Frontseite

| Pos. | Beschreibung |
|------|--|
| 1 |  <p>Typenschild KSP Inhalt gemäß Maschinenrichtlinie. Der QR-Code beinhaltet einen Link zur Produktinformation in KUKA Xpert.</p> |
| 2 |  <p>Gefahr durch Stromschlag Vor Arbeiten an einer Robotersteuerung und/oder einem Schrank müssen die Betriebsanleitung und die Sicherheitsvorschriften gelesen und verstanden sein.</p> |
| 3 |  <p>Anschluss Schutzpotenzialausgleich</p> |

Weitere Schilder

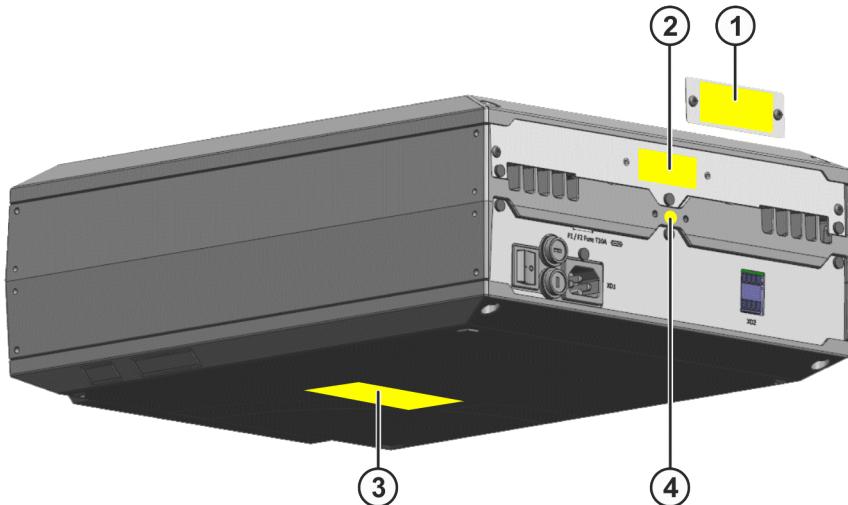


Abb. 4-6: Schilder, Rückseite

| Pos. | Beschreibung |
|---|---|
| 1 |  <p>Typenschild Robotersteuerung (Beispiel) enthält Artikelnummer und Seriennummer zur eindeutigen Identifikation der Robotersteuerung für den Kunden (Angaben für Support-Anfrage) Der QR-Code beinhaltet einen Link zur Produktinformation in KUKA Xpert.</p> |
| 2 |  <p>Typenschild Hardware-Variante (Beispiel) enthält Artikelnummer (AN) und Seriennummer (SN) zur eindeutigen Identifikation der Hardware-Variante (verbleibt immer an der Robotersteuerung)</p> |
| 3 |  <p>Gefahr durch Stromschlag Der gekennzeichnete Deckel des Leistungsteils darf nicht geöffnet werden.</p> |
| 4 |  <p>Anschluss Schutzpotenzialausgleich</p> |
|  | <p>Die Beschilderung kann, je nach Schranktyp oder wegen Aktualisierung von den dargestellten Bildern geringfügig abweichen.</p> |

4.6

REACH Informationspflicht nach Art. 33

Seit Juni 2007 ist die Verordnung (EG) 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH-Verordnung) in Kraft.

Detaillierte REACH Informationen sind in der Produkt-Information in KUKA Xpert zu finden.

5 Planung

5.1 Übersicht Planung



Dies ist eine Übersicht über die wichtigsten Planungsangaben. Die genaue Planung ist abhängig von der Applikation, vom Manipulatortyp, von den verwendeten Technologiepaketen und weiteren kundenspezifischen Gegebenheiten.
Die Übersicht erhebt deshalb keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Robotersteuerung

| Schritt | Beschreibung | Informationen |
|---------|--|--|
| 1 | Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) | (>>> 5.2 "Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)" Seite 65) |
| 2 | Aufstellbedingungen Robotersteuerung | (>>> 5.3 "Aufstell- und Einbaubedingungen" Seite 66) |
| 3 | Anschlussbedingungen | (>>> 5.6 "Anschlussbedingungen" Seite 72) |
| 4 | PE-Potenzialausgleich | (>>> 5.5 "PE-Potenzialausgleich" Seite 71) |
| 5 | Netzanschluss | (>>> 5.8 "Netzanschluss" Seite 74) |
| 6 | Sicherheitsschnittstelle XG11.1 und XG58 | (>>> 5.9.7.2 "Sicherheitsschnittstelle XG11.1" Seite 83) (>>> 5.9.7.1 "Schnittstelle XG58" Seite 82) |
| 7 | Ethernet-Schnittstelle | (>>> 5.9.3.1 "Schnittstelle KSI" Seite 78) (>>> 5.9.3.4 "Schnittstellen KLI" Seite 79) |
| 8 | EtherCAT-Schnittstelle | (>>> 5.9.3.5 "Schnittstelle KEI" Seite 79) |
| 9 | Optionale Schnittstellen | (>>> 5.9.3.3 "Schnittstelle Daisy Chain" Seite 78) |
| 10 | Performance Level | (>>> 5.10 "Performance Level" Seite 90) |

5.2 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Beschreibung

Werden Anschlussleitungen (z. B. Feldbusse, etc.) von außen zum Systemboard geführt, dürfen nur geschirmte Leitungen mit ausreichendem Abschirmungsmaß verwendet werden.



Die Robotersteuerung entspricht der EMV- Klasse A, Gruppe 1 nach EN 55011 und ist für den Einsatz in einer **industriellen Umgebung** vorgesehen. Bei Verwendung in anderen Umgebungen müssen zur Sicherstellung der elektromagnetischen Verträglichkeit weitere Maßnahmen getroffen werden.

5.3 Aufstell- und Einbaubedingungen

Abmessungen und Aufstellbedingungen der Robotersteuerung sind im Kapitel "Technische Daten" aufgeführt.

(>>> [4.1 "Grunddaten" Seite 55](#))

(>>> [4.2 "Abmessungen" Seite 57](#))

(>>> [4.3 "Mindestabstände Robotersteuerung" Seite 59](#))

HINWEIS

Zusätzlich zu den Aufstellen- und Einbaubedingungen muss darauf geachtet werden, dass alle Steckverbindungen an der Robotersteuerung leicht zugänglich sind.

Die Robotersteuerung kann als Einzelgerät oder gestapelt aufgestellt werden, an die Wand oder als Panel-mount-Variante auf ein Montageblech zum weiteren Einbau montiert werden. Optional kann die Robotersteuerung in ein 19" Rack eingebaut werden. Die Angaben im Kapitel "Technische Daten" müssen eingehalten werden.

Die Robotersteuerung ist für den Betrieb in waagerechter Position ausgelegt. Optional kann die Robotersteuerung in senkrechter Lage betrieben werden.



Bei Betrieb nach Wandmontage müssen zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen zum Brandschutz ergriffen werden. Bei Wandmontage darf die Robotersteuerung nur in einem Brandschutzgehäuse oder mit einem Tropfschutz unter der Robotersteuerung betrieben werden.



VORSICHT

Verletzungsgefahr und Sachschäden durch leitfähige Verschmutzung oder Kondensatbildung

Bei Betrieb der Robotersteuerung in einer Umgebung mit leitfähiger Verschmutzung oder Kondensatbildung kann es zu unkontrollierten elektrischen Verbindungen innerhalb der Robotersteuerung kommen. Verletzungen und Sachschäden können die Folge sein.

- Die Robotersteuerung darf ausschließlich in Umgebungen ohne leitfähige Verschmutzungen betrieben werden.
- Betauung und Kondensatbildung vermeiden.



VORSICHT

Verletzungsgefahr und Sachschäden durch Betrieb in nicht zugelassener Umgebung

Bei Betrieb der Robotersteuerung in einer Umgebung mit höherer Verschmutzung eventuell auch mit Betauung und Kondensatbildung kann es zu unkontrollierten elektrischen Verbindungen innerhalb der Robotersteuerung kommen. Diese Umweltbedingungen entsprechen einem Verschmutzungsgrad 3 oder 4.

Bei Nichtbeachtung können Verletzungen und Sachschäden die Folge sein.

- Bei stark verschmutzter Umgebung muss die Robotersteuerung in eine entsprechende Schutzumgebung integriert werden.
- Es muss sichergestellt werden, dass der Aufstellort vor leitfähiger Verschmutzung, Betauung oder Kondensatbildung geschützt ist, z. B. durch ein entsprechendes Gehäuse oder Schrank mit einem Schutzgrad von mindestens IP54. Welcher Schutzgrad für Gehäuse oder Schrank erforderlich ist, muss immer anhand der vorliegenden Umweltbedingungen ermittelt werden und kann höher als IP54 ausfallen.

Robotersteuerung aufstellen oder einbauen

Die Robotersteuerung kann ohne und mit Halter auf einen ebenen Untergrund aufgestellt oder in eine Schutzumgebung integriert werden.

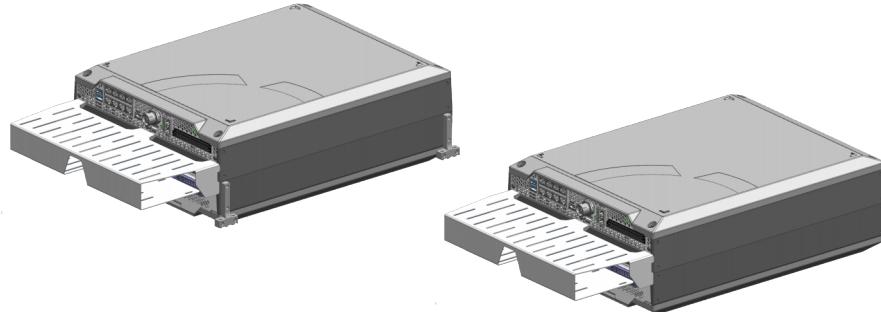


Abb. 5-1: Betrieb mit und ohne Halter

Vorder- und Rückseiten der Robotersteuerung müssen immer für die Kühlluft zugänglich sein.

Montagehalter 19" Rahmen

Wird die Robotersteuerung in ein 19" Rack eingebaut, muss ein Montagehalter 19" Rahmen verwendet werden. Die Tiefe des 19" Einschubs muss mindestens 700 mm betragen.



Abb. 5-2: Montagehalter 19" Rahmen

Der Montagehalter 19" Rahmen muss vor Einschub der Robotersteuerung in ein 19" Rack montiert werden. (>>> [10.2 "Montagehalter 19" Rahmen auswechseln" Seite 112](#))

Robotersteuerung gestapelt

Es kann eine Robotersteuerung auf eine andere gestapelt werden. Dazu sind die Halter der Robotersteuerung zu benutzen. Die untere Robotersteuerung sollte am Boden befestigt werden.

Für die Befestigung der oberen Steuerung müssen die 4 Halter diagonal an der oberen und unteren Steuerung montiert werden, wie im Bild (>>> [Abb. 5-3](#)) dargestellt.

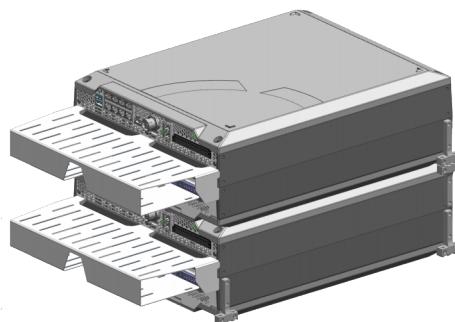


Abb. 5-3: Robotersteuerung gestapelt (flach)

HINWEIS

Es dürfen maximal 3 Robotersteuerungen übereinander gestapelt werden.

Seitlich stehend

Die Robotersteuerung kann seitlich auf einen ebenen Untergrund aufgestellt oder in einen Schrank integriert werden. Dazu sind die Halter der Robotersteuerung zu benutzen.

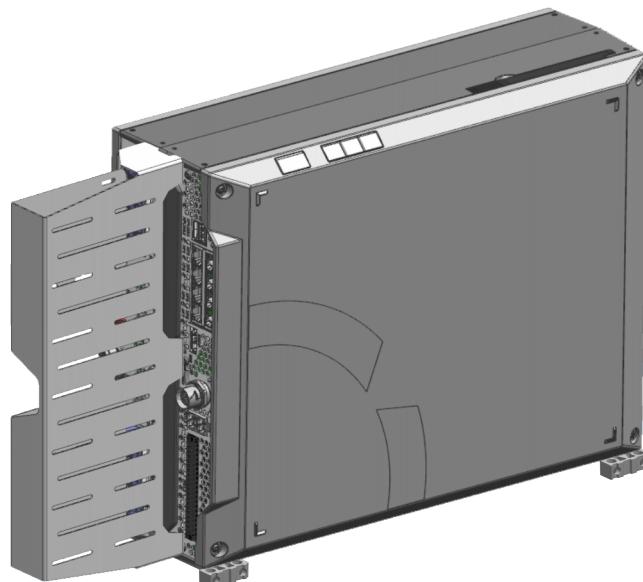


Abb. 5-4: Robotersteuerung seitlich stehend

Wandmontage

Wird die Robotersteuerung an die Wand oder als Panel-mount-Variante auf ein Montageblech montiert, muss für die Kühlung berücksichtigt werden, dass der Einzug des Lufteintritts sich auf der Unterseite befindet.

Zwei Montagearten sind möglich:

- Wandmontage flach (>>> [Abb. 5-5](#))
- Wandmontage stehend (>>> [Abb. 5-6](#))

Für die Montage an die Wand oder als Panel-mount-Variante auf ein Montageblech sind die Halter der Robotersteuerung zu benutzen.



Abb. 5-5: Wandmontage flach

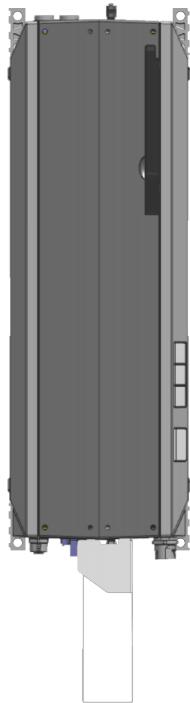


Abb. 5-6: Wandmontage stehend

5.4 Montage mit Halter

Wird die Robotersteuerung mit den Haltern auf einem ebenen Untergrund, an einer Wand oder Montageplatte befestigt, müssen die Maße der Bohrvorlagen beachtet werden.

Benötigte Schrauben:

- Waagerechte Montage: M5
- Senkrechte Montage: M6

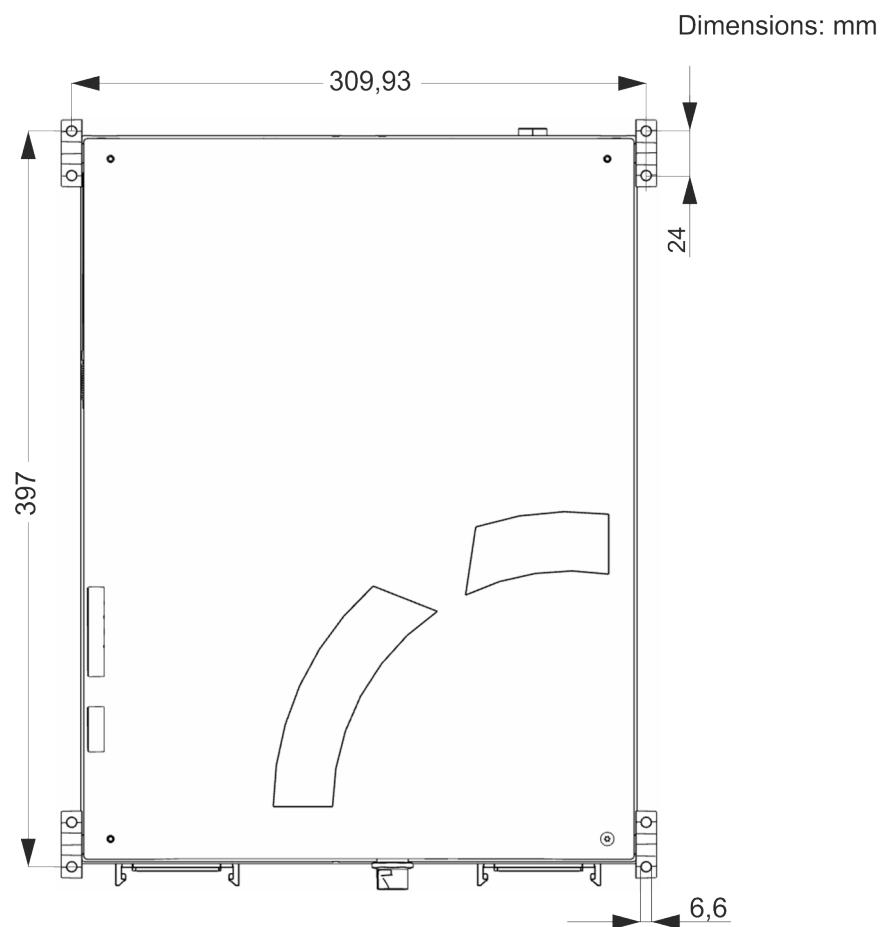


Abb. 5-7: Montage mit Halter (1)

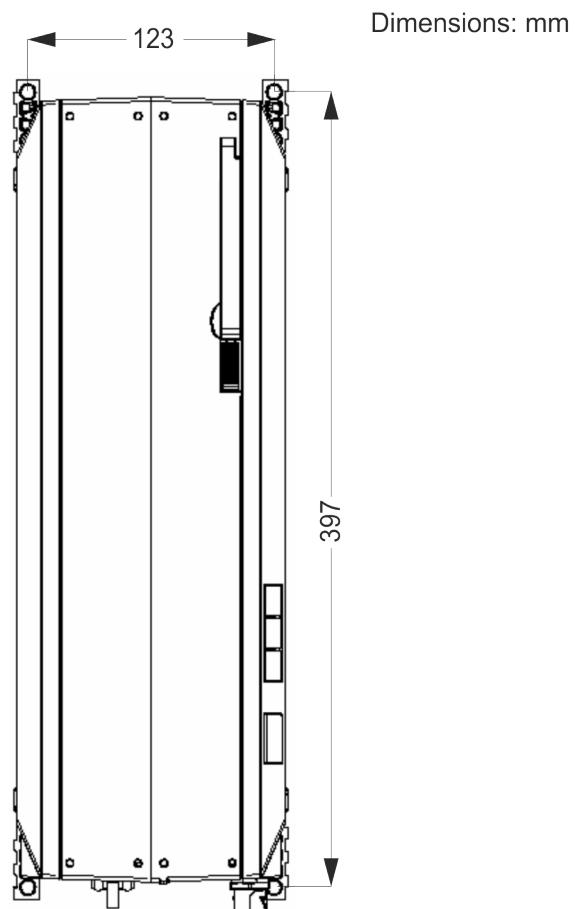


Abb. 5-8: Montage mit Halter (2)

5.5 PE-Potenzialausgleich

Beschreibung

Folgende Leitungen müssen vor der Inbetriebnahme angeschlossen werden:

- Eine 4 mm^2 -Leitung als Schutzzpotenzialausgleich zwischen Manipulator und Robotersteuerung.
- Eine zusätzliche PE-Leitung zwischen der zentralen PE-Schiene des Versorgungsschranks und PE-Anschluss der Robotersteuerung. Es wird ein Querschnitt von 4 mm^2 empfohlen.

Für die beiden PE-Anschlüsse stehen jeweils auf der Vorder- oder Rückseite der Robotersteuerung folgende Anschlussmöglichkeiten zur Verfügung:

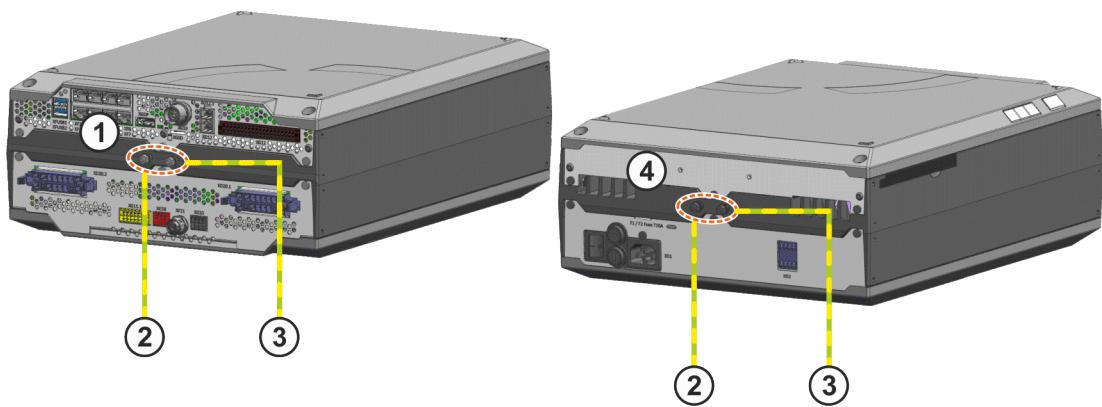


Abb. 5-9: Potenzialausgleich zwischen Roboter und Robotersteuerung

- 1 Potenzialausgleichanschluss Vorderseite der Robotersteuerung
- 2 Schutzpotenzialausgleich zwischen Roboter und Robotersteuerung
- 3 PE-Leitung zur zentralen PE-Schiene des Versorgungsschranks
- 4 Potenzialausgleichanschlüsse an der Rückseite der Robotersteuerung

5.6 Anschlussbedingungen

Anschlussbedingungen sind im Kapitel Technische Daten aufgeführt.

(>>> [4.1 "Grunddaten" Seite 55](#))



VORSICHT

Verletzungsgefahr durch Fehlfunktionen

Wird die Robotersteuerung an einem Netz **ohne** geerdetem Sternpunkt betrieben, kann dies zu Fehlfunktionen der Robotersteuerung führen. Verletzungen durch elektrische Spannung und Sachschäden an den Netzteilen können die Folge sein.

- Robotersteuerung nur an einem Netz mit geerdetem Sternpunkt betreiben.



Wenn der Einsatz eines Fehlerstrom-Schutzschalters (FI-Schutzschalter) vorgesehen ist, empfehlen wir pro Robotersteuerung folgenden FI-Schutzschalter: Auslösestromdifferenz 30 mA Typ B, allstromsensitiv, selektiv.

5.7 Verbindungsleitungen verlegen

Übersicht

- Dem Industrieroboter liegt ein Verbindungs-Kabelsatz bei. Dieser besteht in der Grundausstattung aus:
 - Motorleitungen zum Manipulator
 - Datenleitungen zum Manipulator
- Für weitere Anwendungen können folgende Kabel beiliegen:
 - Peripherieleitungen



Schutzeleiter ist nicht im Kabelsatz enthalten, muss aber angeschlossen werden.
(>>> **5.5 "PE-Potenzialausgleich" Seite 71**)

Biegeradius

Folgende Biegeradien sind einzuhalten:

- Stationäre Verlegung: 3 ... 5 x Kabdurchmesser.
- Kabelschlepp-Verlegung: 7 ... 10 x Kabdurchmesser (Kabel muss danach spezifiziert sein).



WARNUNG

Lebensgefahr durch falsch zugeordnete Kabel

Die Robotersteuerung ist für den jeweiligen Industrieroboter vorkonfiguriert. Der Manipulator und weitere Komponenten können falsche Daten erhalten, wenn sie mit einer anderen Robotersteuerung verbunden werden. Tod, schwere Verletzungen oder Sachschäden können die Folge sein.

- Den Manipulator nur mit der zugehörigen Robotersteuerung verbinden.



VORSICHT

Verletzungsgefahr durch Stolperstellen

Aufgrund unsachgemäßer Verlegung von Leitungen können Stolperstellen entstehen. Verletzungen und Sachschäden können die Folge sein.

- Alle Anschlusskabel so verlegen (z. B. Kabelkanal), dass keine Stolperstellen entstehen können.
- Mögliche Stolperstellen müssen gekennzeichnet werden.

HINWEIS

Verbindungsleitungen zwischen Roboter und Robotersteuerung so verlegen, dass eine Beschädigung der Kabel ausgeschlossen ist.

HINWEIS

Die Leitungslänge des Verbindungs-Kabelsatzes darf maximal 25 m betragen.

HINWEIS

Motorleitungen getrennt von den Datenleitungen zum Anschlusskasten des Manipulators verlegen.

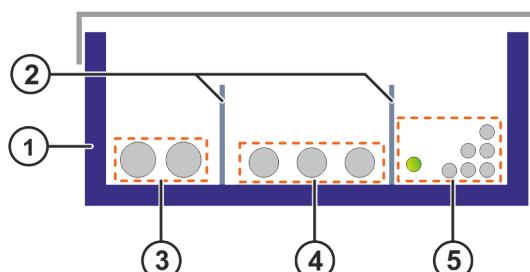


Abb. 5-10: Beispiel: Kabelverlegung im Kabelkanal

- 1 Kabelkanal
- 2 Trennsteg

- 3 Schweißleitungen
- 4 Motorleitungen
- 5 Datenleitung und PE



VORSICHT

Verletzungsgefahr und Sachschäden durch fehlerhafte Justage nach Tausch der Datenleitung

Nach einem Defekt mit anschließendem Tausch der Datenleitung kann es zu einer fehlerhaften Justage kommen. Verletzungen und Sachschäden können die Folge sein.

- Nach einem Tausch der Datenleitung eine Justage oder Justage-Prüfung aller Achsen durchführen.

5.8 Netzanschluss

Beschreibung

Für den Anschluss an das Netz ist die Robotersteuerung mit einer 3-poligen Warmgerätebuchse Typ C15 ausgestattet. Die Robotersteuerung ist über die im Lieferumfang enthaltene Geräteanschluss-Leitung oder den im Lieferumfang enthaltenen Netzstecker mit dem Netz zu verbinden.

Steckerbelegung XD1

| Pin | Beschreibung |
|-----|--------------|
| 1 | L1 |
| 2 | N |
| PE | PE |

Einspeisung

- Einphasig:
 - AC 200-240 V ± 10 %, einphasiges TN-Netz
 - AC 200-240 V ± 10 %, Einphasen 3-Leiter-Netz (single/split phase)
 - 50 Hz ± 1 Hz oder 60 Hz ± 1 Hz
- Zweiphasig:
 - 208 Y / 120 V ± 10 % Solidly grounded wye, 3 phase, 4wire
 - 240 Y / 131 V ± 10 % Solidly grounded wye, 3 phase, 4wire
 - 50 Hz ± 1 Hz oder 60 Hz ± 1 Hz

In den oben genannten Netzen mit geerdetem Sternpunkt muss die Steuerung an 2 Phasen angeschlossen werden, so dass eine Versorgungsspannung im Bereich von 200 ... 240V ± 10 % vorhanden ist.

Bei einem zweiphasigen Netz mit geerdetem Sternpunkt muss darauf geachtet werden, dass zwischen den verwendeten Phasen die Einspeisung möglichst symmetrisch erfolgt.

Absicherung geräteseitig

- 2x 10 A träge, C Charakter

5.9 Schnittstellen Übersicht

Die Robotersteuerung umfasst folgende Schnittstellen, die auf den angegeben Boards angeschlossen sind:

| Board | Schnittstellen |
|--|--|
| FCU-300 | <ul style="list-style-type: none"> • XD1 • XD2 • XD20.1 • XD20.2 |
| SCU-6-1S | <ul style="list-style-type: none"> • XG11.1 • XF21 • XG33 • XG58 |
| Systemboard "Performance" | <ul style="list-style-type: none"> • XGSD • XFUSB 1, XFUSB 2 • XF1- XF8 • XGDP • XG19 |
| Interfaceboard "Standard" (Stand-Alone-Variante) | <ul style="list-style-type: none"> • XD12, XD12.1 • XG12 |

Folgende Schnittstellen stehen an der Vorder- und Rückseite der Robotersteuerung zur Verfügung:

Frontansicht Stand-Alone-Variante

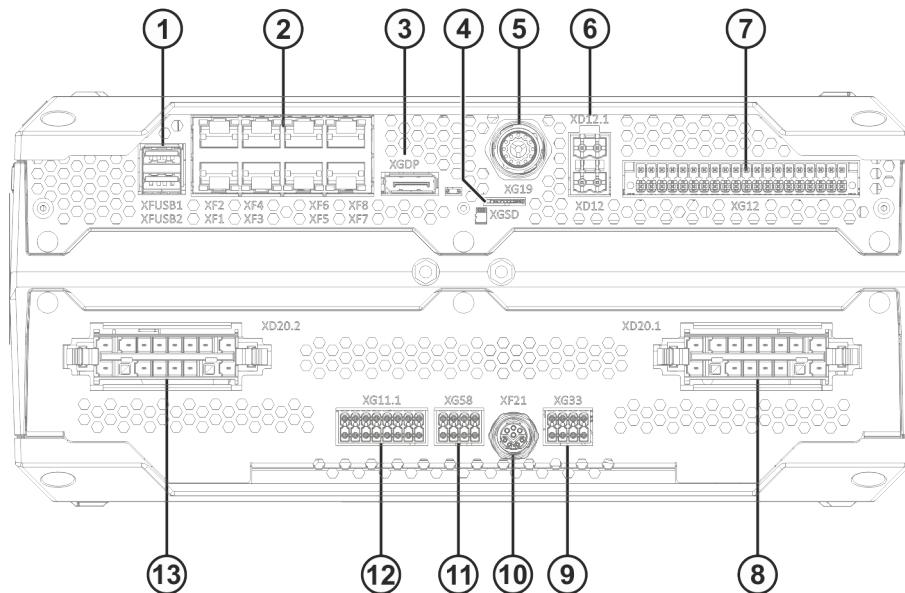


Abb. 5-11: Anschlussfeld, Frontansicht

- 1 Schnittstellen XFUSB1 und XFUSB2 für USB 3.0
- 2 Schnittstellen XF1 - XF8
Ethernet- und EtherCAT-Schnittstellen für Systemboard "Performance". Belegung abhängig von der eingesetzten Systemsoftware.
- 3 XGDP Schnittstelle
Display Port DP 1.2
- 4 Schnittstelle XGSD für microSD-Karte
- 5 Schnittstelle XG19 für smartPAD Anschluss

- 6 24V Versorgung für externe Kundenschnittstelle XG12
 - Schnittstelle XD12 24 V PWR IN
 - Schnittstelle XD12.1 24 V PWR OUT
- 7 Schnittstelle XG12 Anschluss 16 digitale Ein-/Ausgänge (I/O)
- 8 Motorschnittstelle XD20.1 Anschluss Achse A1-A3
- 9 Schnittstelle XG33 (3 Eingänge Schnelles Messen und 1 Ausgang Lampe "Antriebe bereit")
- 10 Schnittstelle XF21 RDC
- 11 Sicherheitsschnittstelle XG58 (2 sichere Eingänge für externe Zustimmeinrichtung und zusätzlichen NOT-HALT)
- 12 Sicherheitsschnittstelle XG11.1 (2 sichere Eingänge, 1 sicherer Ausgang)
- 13 Motorschnittstelle XD20.2 Anschluss Achse A4-A6

Rückansicht

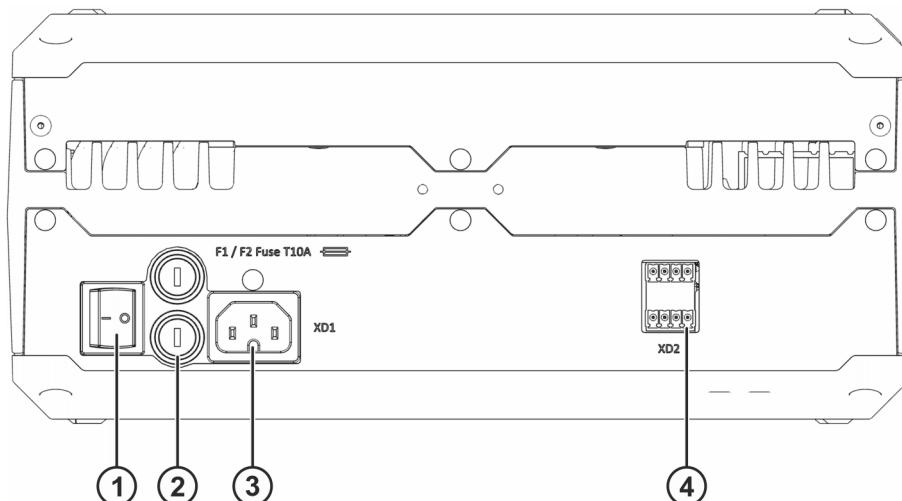


Abb. 5-12: Anschlussfeld, Rückansicht

- 1 Geräteschalter
- 2 Sicherungen F1 und F2
- 3 Schnittstelle XD1 Netzanschluss
- 4 Schnittstelle XD2
 - 24 V Spannungsversorgung der USV
 - Daisy-Chain-Verbindung zu weiteren Robotersteuerungen

5.9.1 Schnittstelle XGSD (microSD-Karte)

Beschreibung

Die microSD-Karte dient zum Speichern von roboter- und steuerungsspezifischen Daten.

5.9.2 Schnittstelle USB



An die Schnittstellen XFUSB dürfen nur USB-Sticks, Tastatur, Maus und passive Hubs (ohne eigene Stromversorgung) angeschlossen werden.



Die Leitungslänge der angeschlossenen Schnittstelle darf maximal 5 m betragen.

5.9.3 Schnittstellen XF1 - XF8

Die folgende Abbildung zeigt die Ethernet-Schnittstellen am Systemboard "Performance".

- Die KLI-OT-Schnittstelle XF5 kann in den Systemeinstellungen der Systemsoftware konfiguriert werden.
- An der KSI-Schnittstelle XF1 ist steuerungsseitig ein DHCP-Server verfügbar.



Abb. 5-13: Übersicht Schnittstellen Systemboard "Performance"

| | |
|-----|-------------------------------------|
| XF1 | KUKA Service Interface |
| XF2 | KUKA Line Interface (IT) |
| XF3 | DaisyChain |
| XF4 | DaisyChain |
| XF5 | KUKA Line Interface (OT) |
| XF6 | KUKA Line Interface (OT) |
| XF7 | KUKA Optional Network Interface |
| XF8 | KUKA Extension Interface (EtherCAT) |

Benötigtes Material

- Stecker RJ45
- Empfohlene Anschlussleitung: Ethernet tauglich min. Kategorie CAT 5e

Pinbelegung

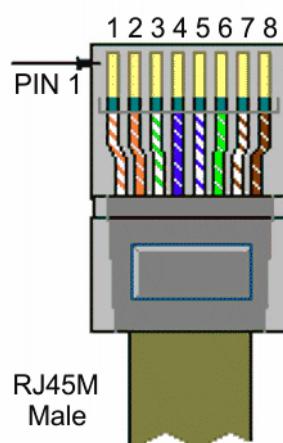


Abb. 5-14: Pinbelegung

Steckerbelegung

Pin-Belegung für die Schnittstellen Systemboard "Performance" (XF1 - 8).

| Pin | Beschreibung | |
|-----|--------------|-------------------------------------|
| 1 | BI_DB+ | |
| 2 | BI_DB- | |
| 3 | BI_DA+ | |
| 4 | BI_DD+ | Bei KEI-Schnittstelle nicht belegt. |
| 5 | BI_DD- | |
| 6 | BI_DA- | |
| 7 | BI_DC+ | Bei KEI-Schnittstelle nicht belegt. |
| 8 | BI_DC- | |

5.9.3.1 Schnittstelle KSI

Beschreibung

Die Schnittstelle KSI ist für den Anschluss eines Notebooks zur Diagnose über das KSI (KUKA Service Interface) vorgesehen.

Die Schnittstelle KSI darf nicht an ein IT-Netzwerk angeschlossen werden (z. B. an DHCP-Server).



Das angeschlossene Gerät muss gemäß EN 62368-1 oder EN 61010-1 zertifiziert sein.



Die Leitungslänge der angeschlossenen Schnittstelle darf maximal 100 m betragen.

5.9.3.2 Schnittstelle KONI

Beschreibung

Die Schnittstelle KONI kann für interne und externe Kommunikation verwendet werden. Die Schnittstelle KONI ist primär als Schnittstelle für KUKA Optionspakete vorgesehen. Dabei werden spezifische Anwendungen der KUKA Optionspakete realisiert (z. B. Anbindung einer Kamera). Die Schnittstelle wird über die Software aktiviert (Default: nicht aktiv).

5.9.3.3 Schnittstelle Daisy Chain

Beschreibung

Über die beiden Daisy Chain-Schnittstellen können mehrere Hardware-Komponenten über ein Bussystem in Reihe geschaltet werden.

- XF3 Anschluss zur nächsten Hardware-Komponente (Daisy Chain-Schnittstelle OUT)
- XF4 Anschluss zur vorherigen Hardware-Komponente (Daisy Chain-Schnittstelle IN)

5.9.3.4 Schnittstellen KLI

Beschreibung

Über die Schnittstellen können OT-Netzwerke oder IT-Netzwerke angegeschlossen werden. Folgende Möglichkeiten stehen damit zur Verfügung:

- Schnittstelle zur Klemme (z. B. PROFINET oder Ethernet/IP)
- Update Services
- Diagnose



Das angeschlossene Gerät muss gemäß EN 62368-1 oder EN 61010-1 zertifiziert sein.



Die Leitungslänge der angeschlossenen Schnittstelle darf maximal 100 m betragen.

5.9.3.5 Schnittstelle KEI

Beschreibung

Über die Schnittstelle KEI werden EtherCAT Slaves außerhalb der Robotersteuerung angeschlossen. Der EtherCAT-Strang wird aus der Robotersteuerung geführt.

5.9.4 Schnittstelle XGDP

Beschreibung

Über die Schnittstelle XGDP kann ein externer Monitor zu Servicezwecken angeschlossen werden. Die Schnittstelle XGDP stellt keine sicheren Ausgänge zur Verfügung. Die angezeigten Angaben dürfen nicht für sicherheitsrelevante Maßnahmen eingesetzt werden.



Ein VGA-Support über DP auf VGA-Adapter ist möglich.



Das angeschlossene Gerät muss gemäß EN 62368-1 oder EN 61010-1 zertifiziert sein.



Die Leitungslänge der angeschlossenen Schnittstelle darf maximal 5 m betragen.

5.9.5 Schnittstelle XG12

Beschreibung

Die digitale I/O-Schnittstelle XG12 stellt 16 nicht sichere Ein- und Ausgänge zur Verfügung:

- 16 Eingänge die sowohl NPN als auch PNP Sensoren betreiben können
- 16 Ausgänge, die sowohl NPN als auch PNP Aktoren betreiben können

Die Ein- und Ausgänge können in Gruppen zu je 8 von High-Side-Modus auf Low-Side-Modus konfiguriert werden.

- Eine Brücke von Pin 1 zu 2 schaltet die Eingänge 1 - 8 in Low-Side-Modus.

- Eine Brücke von Pin 3 zu 4 schaltet die Eingänge 9 - 16 in Low-Side-Modus.
- Eine Brücke von Pin 5 zu 6 schaltet die Ausgänge 1 - 8 in Low-Side-Modus.
- Eine Brücke von Pin 7 zu 8 schaltet die Ausgänge 9 - 16 in Low-Side-Modus.

Default: High-Side

Die Spannungsversorgung erfolgt über die Schnittstelle XD12.

Benötigtes Material

- Stecker: Phoenix 40pol
- Kabelklemmbereich: 0,2 - 1,5 mm²
- Empfohlener Kabelquerschnitt: 0,5 mm²
- Kabel: Es dürfen ausschließlich Leitungen aus Kupfer angeschlossen werden.

Polbild

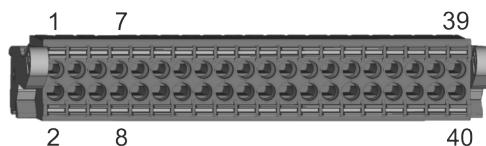


Abb. 5-15: Polbild, Ansicht steckseitig

Steckerbelegung

| Pin | Beschreibung | | |
|---|------------------|--|--|
| 1 | IN_Config 1-8 | Kanäle sind konfigurierbar (abhängig von der Position der Brücke) | |
| 2 | | | |
| 3 | IN_Config 9-16 | Kanäle sind konfigurierbar (abhängig von der Position der Brücke) | |
| 4 | | | |
| 5 | OUT_Config 1-8 | Kanäle sind konfigurierbar (abhängig von der Position der Brücke) | |
| 6 | | | |
| 7 | OUT_Config 9-16 | | |
| 8 | | | |
| 9 - 39 alle ungeraden Pin-Nummern | IN 1 ... IN 16 | Digitale Eingänge 1 - 16 | |
| 10 - 40 alle geraden Pin-Nummern | OUT 1 ... OUT 16 | Digitale Ausgänge 1 - 16 (Ausgangsstrom = 0,5 A) | |

High-Side-Mode

| | |
|---|---|
| Schaltpegel der Eingänge | Der Zustand für die Eingänge ist für den Spannungsbereich von 5 V ... 11 V (Übergangsbereich) nicht definiert. Es wird entweder der Ein- oder Auszustand eingenommen. <ul style="list-style-type: none">• Signal Off / 0: Auszustand für den Spannungsbereich von -3 V ... 5 V (Ausbereich)• Signal On / 1: Einzustand für den Spannungsbereich von 11 V ... 30 V (Einbereich) |
| Laststrom am Eingang (Signal On / 1) | 3 ... 11 mA |

Low-Side-Mode

| | |
|---|--|
| Schaltpegel der Eingänge | Der Zustand für die Eingänge ist für den Spannungsbereich von 7 V ... 18 V (Übergangsbereich) nicht definiert. Es wird entweder der Ein- oder Auszustand eingenommen. <ul style="list-style-type: none">• Signal Off / 0: Auszustand für den Spannungsbereich von 18 V ... 30 V (Ausbereich)• Signal On / 1: Einzustand für den Spannungsbereich von 0 V ... 7 V (Einbereich) |
| Laststrom am Eingang (Signal On / 1) | -2 ... -8 mA |



Die Spannungsversorgung darf nur über ein PELV/SELV-Netzteil gemäß EN 62368-1 oder EN 61010-1 mit Nennspannung 24 V \pm 10 % mit sicherer Trennung erfolgen.



Die Leitungslänge einer angeschlossenen Schnittstelle darf maximal 50 m betragen.

5.9.6 Schnittstellen XD12 und XD12.1 Spannungsversorgung**Beschreibung**

Über die Schnittstellen XD12 und XD12.1 wird die Versorgungsspannung 24 V für nicht sichere I/Os zur Verfügung gestellt.

Durch die intern gleichwertige Verschaltung der Schnittstellen XD12 und XD12.1 können beide Schnittstellen als Versorgungsspannung 24 V und als 24 V Weiterleitung beim Einsatz von mehreren Robotersteuerungen verwendet werden.

Benötigtes Material

- Kabelklemmbereich: 0,35 - 2,5 mm²
- Empfohlener Kabelquerschnitt: 1,5 mm²

- Kabel: Es dürfen ausschließlich Leitungen aus Kupfer angeschlossen werden.

Polbild**Abb. 5-16: Polbild, Ansicht steckseitig****Steckerbelegung XD12 und XD12.1**

| Pin | Beschreibung |
|-----|-------------------------|
| 1 | XD12 0 V PWR IN |
| 2 | XD12 +24 V PWR IN |
| 3 | XD12.1 0 V PWR OUT |
| 4 | XD12.1 +24 V PWR OUT |



Die Spannungsversorgung darf nur über ein PELV/SELV-Netzteil gemäß EN 62368-1 oder EN 61010-1 mit Nennspannung 24 V $\pm 10\%$ mit sicherer Trennung erfolgen.



Die Versorgungsspannung 24 V muss mit maximal 10 A abgesichert werden.

5.9.7 Sicherheitsschnittstellen**5.9.7.1 Schnittstelle XG58****Beschreibung**

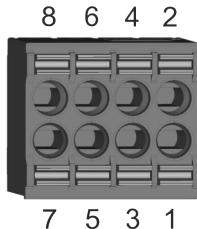
Die Schnittstelle XG58 stellt 2 sichere Eingänge zur Verfügung.

Die Konfiguration der sicheren Signale erfolgt im E/A-Konfigurationseditor.

Dort werden die verfügbaren physikalischen E/As, ihre Zuordnung zu Signalen und die Bustopologie aufgeführt.

Benötigtes Material

- Stecker: Phoenix 1053810
- Kabelklemmbereich: 0,2 - 1,5 mm²
- Vorgeschriebener Kabelquerschnitt: $\geq 0,5 \text{ mm}^2$
- Kabel: Es dürfen ausschließlich Leitungen aus Kupfer angeschlossen werden.

Polbild**Abb. 5-17: Polbild****Steckerbelegung**

- Bus: KUKA Controller Bus (KCP)
- "Device": KUKA Servo-Pack (KSP-300)

| Pin | Beschreibung | Zuordnung Bus-"Device"- E/A | Default-Konfiguration Standardsicherheits- konfiguration |
|------------|-----------------------------|--|---|
| 5 | TA_A Testausgang Kanal A | Sicherer Ein-gang 3 | unbenutzt |
| 1 | IN_A2 Eingang Kanal A | | |
| 3 | TA_B Testausgang Kanal B | Sicherer Ein-gang 3 | unbenutzt |
| 7 | IN_B2 Eingang Kanal B | | |
| 6 | TA_A Testausgang Kanal A | Sicherer Ein-gang 4 | unbenutzt |
| 2 | IN_A3 Eingang Kanal A | | |
| 4 | TA_B Testausgang Kanal B | Sicherer Ein-gang 4 | unbenutzt |
| 8 | IN_B3 Eingang Kanal B | | |



Die Leitungslänge einer angeschlossenen Schnittstelle darf maximal 50 m betragen.

5.9.7.2 Sicherheitsschnittstelle XG11.1**Beschreibung**

Über die Sicherheitsschnittstelle XG11.1 werden 2 sichere Eingänge und 1 sicherer Ausgang zur Verfügung gestellt.

Die Konfiguration der sicheren Signale erfolgt im E/A-Konfigurationseditor. Dort werden die verfügbaren physikalischen E/As, ihre Zuordnung zu Signalen und die Bustopologie aufgeführt.

Die Sicherheitsschnittstelle XG11.1 unter Beachtung folgender Punkte beschalten:

- Anlagenkonzept

- Sicherheitskonzept

Benötigtes Material

- Stecker Phoenix 1053815
- Kabelklemmbereich: 0,2 - 1,5 mm²
- Vorgeschriebener Kabelquerschnitt: ≥ 0,5 mm²
- Es dürfen ausschließlich Leitungen aus Kupfer angeschlossen werden.

Polbild

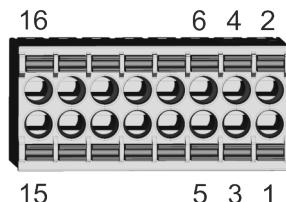


Abb. 5-18: Polbild

Steckerbelegung

- Bus: KUKA Controller Bus (KCP)
- "Device": KUKA Servo-Pack (KSP-300)

| Pin | Beschreibung | Zuordnung Bus-"Device"- E/A | Default-Konfiguration Standardsicherheits- konfiguration |
|------------|-----------------------------|--|---|
| 11 | KL23_A Ausgang Kanal A | Sicherer Aus- gang 1 | NOT-HALT Lokal |
| 16 | KL24_A Ausgang Kanal A | | |
| 15 | KL33_B Ausgang Kanal B | Sicherer Aus- gang 1 | NOT-HALT Extern |
| 14 | KL34_B Ausgang Kanal B | | |
| 5 | TA_A Testausgang Kanal A | Sicherer Ein- gang 1 | |
| 1 | IN_A0 Eingang Kanal A | | |
| 3 | TA_B Testausgang Kanal B | Sicherer Ein- gang 1 | |
| 7 | IN_B0 Eingang Kanal B | | |

| Pin | Beschreibung | Zuordnung Bus-"Device"-E/A | Default-Konfiguration Standardsicherheitskonfiguration |
|-----|-----------------------------|----------------------------|--|
| 8 | TA_A Testausgang Kanal A | Sicherer Eingang 2 | |
| 2 | IN_A1 Eingang Kanal A | | |
| 4 | TA_B Testausgang Kanal B | Sicherer Eingang 2 | |
| 10 | IN_B1 Eingang Kanal B | | |



Die Spannung, die mit den sicheren Ausgängen geschaltet wird, muss durch ein PELV-Netzteil gemäß EN 62368-1 oder EN 61010-1 mit Nennspannung $24\text{ V} \pm 10\%$ mit sicherer Trennung erzeugt werden. Folgende Bedingungen müssen erfüllt sein:

- Maximale Lastspannung an den Lastkontakte: 30 V DC
- Laststrom pro Lastkontakt: mindestens 10 mA DC
- Maximaler Laststrom pro Lastkontakt: 500 mA DC
- Bei Anschluss einer induktiven Last muss zum Schutz der Kontakte eine Lichtbogenlöschvorrichtung verwendet werden.



Die Leitungslänge einer angeschlossenen Schnittstelle darf maximal 50 m betragen.

5.9.7.3 Schaltungsbeispiele für sichere Ein- und Ausgänge

Sicherer Eingang

Die Abschaltbarkeit der Eingänge wird zyklisch überwacht.

Die Eingänge sind zweikanalig mit externer Testung ausgeführt. Die Zweikanaligkeit der Eingänge wird zyklisch überwacht.

Das folgende Bild zeigt exemplarisch den Anschluss eines sicheren Eingangs an einen kundenseitig vorhandenen potenzialfreien Schaltkontakt.

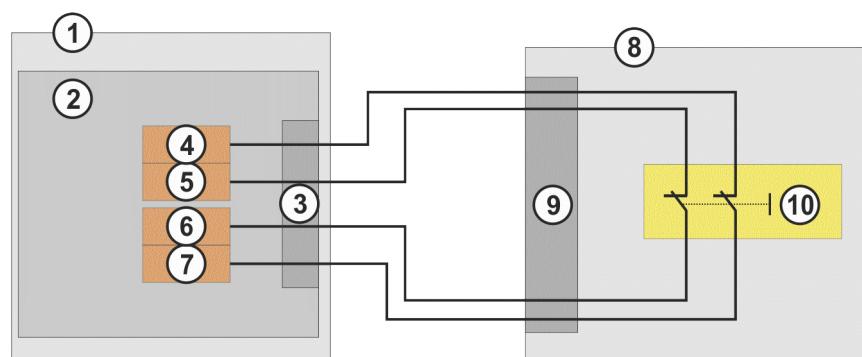


Abb. 5-19: Anbindungsprinzip sicherer Eingang

- 1 Robotersteuerung
- 2 SCU-6-1S
- 3 Schnittstelle für alle sicheren Eingänge
- 4 Eingang X Kanal A (IN_A[x])

- 5 Eingang X Kanal B (IN_B[x])
- 6 Testausgang Kanal B (TA_B)
- 7 Testausgang Kanal A (TA_A)
- 8 Anlagenseite
- 9 Alle sicheren Schnittstellen
- 10 Potenzialfreier Schaltkontakt Eingang X

Die Testausgänge A und B werden intern durch das Netzteil auf der FCU versorgt. Die Testausgänge A und B sind dauerkurzschlussfest. Die Testausgänge dürfen nur wie in (>>> Abb. 5-19) beschrieben verwendet werden und sind für andere Zwecke nicht zulässig.

Mit der beschriebenen Prinzipbeschaltung kann die Kategorie 3 und Performance Level (PL) d nach EN ISO 13849-1 erreicht werden.

Dynamische Testung

- Die Eingänge werden zyklisch auf Abschaltbarkeit getestet. Hierfür werden abwechselnd die Testausgänge TA_A und TA_B abgeschaltet.
- Die Abschaltimpulslänge ist auf 600 µs festgelegt.
- Die Zeitdauer t2 zwischen zwei Abschaltimpulsen eines Kanals beträgt < 1 s.
- Der Eingangskanal IN_A[x] muss durch das Testsignal TA_A versorgt werden. Der Eingangskanal IN_B[x] muss durch das Testsignal TA_B versorgt werden. Eine andere Versorgung ist nicht zulässig.
- Es dürfen nur Sensoren angeschlossen werden, die den Anschluss von Testsignalen ermöglichen und potenzialfreie Kontakte zur Verfügung stellen.
- Die Signale TA_A und TA_B dürfen durch das Schaltelement nicht nennenswert verzögert werden.

Abschaltimpuls-Schema

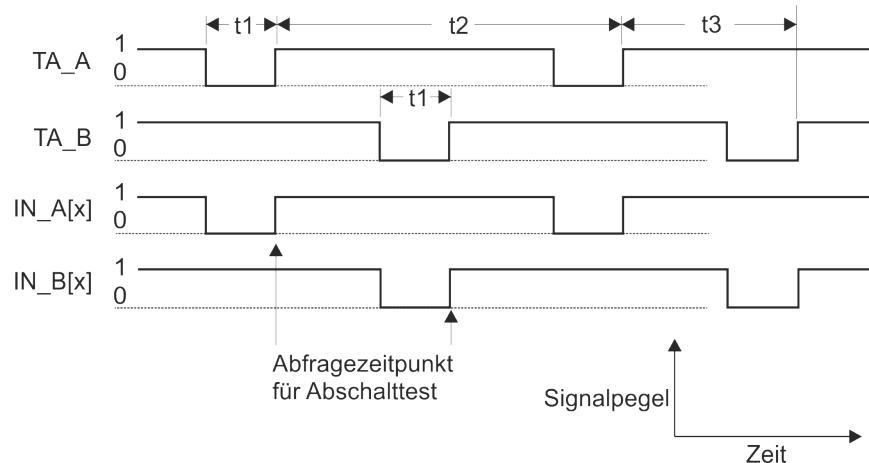


Abb. 5-20: Abschaltimpulsschema Testausgänge

- t1 Abschaltimpulslänge (600 µs)
 t2 Abschaltperiodendauer pro Kanal (< 1 s)
 t3 Versatz zwischen Abschaltimpuls beider Kanäle (50 ms)
 TA_A Testausgang Kanal A
 TA_B Testausgang Kanal B
 IN_A[x] Eingang X Kanal A
 IN_B[x] Eingang X Kanal B

Sicherer Ausgang

Es werden Ausgänge als zweikanalige potenzialfreie Relaisausgänge zur Verfügung gestellt.

Das folgende Bild zeigt exemplarisch den Anschluss eines sicheren Ausgangs an einen kundenseitig vorhandenen sicheren Eingang mit externer Testmöglichkeit. Der kundenseitig verwendete Eingang muss über eine externe Testung auf Querschluß verfügen.

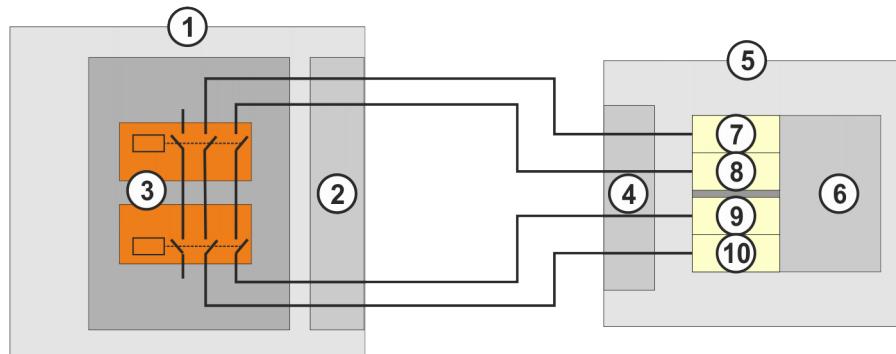


Abb. 5-21: Anbindungsprinzip sicherer Ausgang

- 1 Robotersteuerung
- 2 Schnittstelle für alle sicheren Ausgänge (z. B. XG11.1)
- 3 Ausgangsbeschaltung
- 4 Schnittstelle für alle sicheren Ausgänge (z. B. XG11.1)
- 5 Anlagenseite
- 6 Sicherer Eingang
- 7 Testausgang Kanal A
- 8 Testausgang Kanal B
- 9 Eingang X Kanal B
- 10 Eingang X Kanal A

Mit der beschriebenen Prinzipbeschaltung kann die Kategorie 3 und Performance Level (PL) d nach EN ISO 13849-1 erreicht werden.

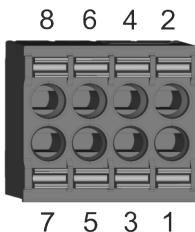
5.9.8 Schnittstelle XG33 Lampe "Antriebe bereit"

Beschreibung

Über die Schnittstelle XG33 kann die Lampe "Antriebe bereit" angeschlossen werden.

Benötigtes Material

- Stecker: Phoenix 1053810
- Kabelklemmbereich: 0,2 - 1,5 mm²
- Empfohlener Kabelquerschnitt: 0,5 mm²
- Es dürfen ausschließlich Leitungen aus Kupfer angeschlossen werden.

Polbild**Abb. 5-22: Polbild****Steckerbelegung**

| Pin | Beschreibung |
|-----|---|
| 7 | +24 V Anschluss Lampe "Antriebe bereit" (Option) |
| 8 | 0 V Anschluss Lampe "Antriebe bereit" (Option) |



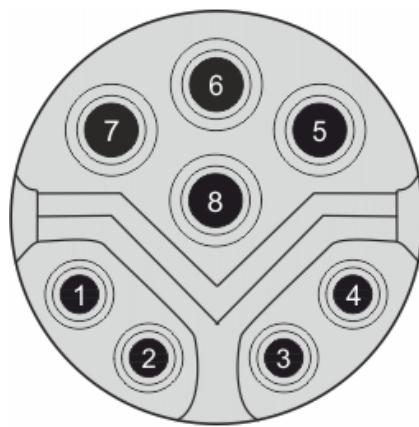
Die Leitungslänge einer angeschlossenen Schnittstelle darf maximal 50 m betragen.

5.9.9 Schnittstelle XF21**Beschreibung**

Über die Schnittstelle XF21 erfolgt die Kommunikation zwischen Robotersteuerung und Roboter. Abhängig vom Roboter stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- RDC
- TPC

Zusätzlich stellt die Schnittstelle die Spannung für die Versorgung der Boxen und der I/O Schnittstelle am Roboter zur Verfügung.

**Abb. 5-23: Polbild****Steckerbelegung XF21**

| Pin | Signal | Beschreibung |
|-----|---------|--------------------|
| 1 | LAN_RX+ | Anschluss EtherCAT |
| 2 | LAN_RX- | Anschluss EtherCAT |
| 3 | LAN_TX+ | Anschluss EtherCAT |

| Pin | Signal | Beschreibung |
|--------|------------------|---|
| 4 | LAN_TX- | Anschluss EtherCAT |
| 5 | PSU_27V1_OUT_IO | +27 V / 3 A zusätzliche Spannungsversorgung |
| 6 | PSU_GND | zusätzliche Spannungsversorgung |
| 7 | PSU_27V1_OUT_POS | +27 V Spannungsversorgung für RDC oder TPC (gepuffert) |
| 8 | PSU_GND | Spannungsversorgung für RDC oder TPC (gepuffert) |
| Schirm | - | PE |

⚠ Die Leitungslänge einer angeschlossenen Schnittstelle darf maximal 50 m betragen.

5.9.10 Motorschnittstellen XD20.1 und XD20.2

Beschreibung

Über die Motorschnittstellen XD20.1 und XD20.2 werden die Motoren und Bremsen der Roboterachsen an die Robotersteuerung angeschlossen. Die beiden baugleichen Motorstecker unterscheiden sich durch unterschiedliche vertauschsichere Kodierungen (Typ A und Typ B).

Polbild

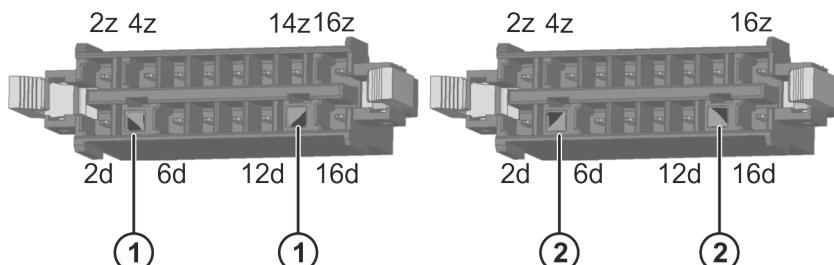


Abb. 5-24: Polbild

- 1 Kodierung für XD20.1 (Typ A)
- 2 Kodierung für XD20.2 (Typ B)

Steckerbelegung XD20.1

| Pin | Beschreibung |
|-----|--------------|
| 16d | Motor M3 U1 |
| 16z | Motor M3 V1 |
| 12d | Motor M3 W1 |
| 12z | Motor M2 U1 |
| 10d | Motor M2 V1 |
| 10z | Motor M2 W1 |
| 8d | Motor M1 U1 |
| 8z | Motor M1 V1 |
| 6d | Motor M1 W1 |

| Pin | Beschreibung |
|-----|-----------------------|
| 6z | PE |
| 2d | Bremse Achse 1-3 24 V |
| 2z | Bremse Achse 1-3 GND |
| 14z | PE |
| 4z | PE |

Steckerbelegung XD20.2

| Pin | Beschreibung |
|-----|-----------------------|
| 16d | Bremse Achse 4-6 24 V |
| 16z | Bremse Achse 4-6 GND |
| 12d | Motor M4 U1 |
| 12z | PE |
| 10d | Motor M4 V1 |
| 10z | Motor M4 W1 |
| 8d | Motor M5 U1 |
| 8z | Motor M5 V1 |
| 6d | Motor M5 W1 |
| 6z | Motor M6 U1 |
| 2z | Motor M6 W1 |
| 2d | Motor M6 V1 |
| 14z | PE |
| 4z | PE |

5.10 Performance Level

Die Sicherheitsfunktionen der Robotersteuerung erfüllen die Kategorie 3 und Performance Level (PL) d nach EN ISO 13849-1.

5.10.1 PFH-Werte der Sicherheitsfunktionen

Für die sicherheitstechnischen Kenngrößen ist eine Gebrauchsduer von 20 Jahren zugrunde gelegt.

Die PFH-Wert-Einstufung der Robotersteuerung ist nur gültig, wenn für alle Sicherheitsfunktionen Funktionsprüfungen in den festgelegten Intervallen durchgeführt werden (>>> [9 "Wartung" Seite 105](#)).

Bei der Bewertung der Sicherheitsfunktionen auf Anlagenebene ist zu berücksichtigen, dass die PFH-Werte bei einer Kombination von mehreren Steuerungen gegebenenfalls mehrfach berücksichtigt werden müssen.

Dies ist bei RoboTeam-Anlagen der Fall.

- Die PFH-Werte beziehen sich auf die Sicherheitsfunktionen der verschiedenen Steuerungsvarianten.
- Die PFH-Werte gelten für alle Sicherheitsfunktionen, die die Systemsoftware und die die Sicherheitsoptionen der KUKA.SafeOperation Technology zur Verfügung stellen.



Weitere Informationen zu den verfügbaren Sicherheitsfunktionen sind in der Dokumentation für die Systemsoftware und in den Montage- und Betriebsanleitung der Sicherheitsoptionen KUKA.SafeOperation Technology zu finden.

Übersicht Steuerungsvariante - PFH-Werte:

| Robotersteuerungsvariante | PFH-Wert |
|---------------------------|----------------------|
| KR C5 micro | $< 1 \times 10^{-7}$ |
| KR C5 S6/S7 | $< 1 \times 10^{-7}$ |
| KR C5 M6/M7 | $< 1 \times 10^{-7}$ |
| KR C5 L6/L7 | $< 1 \times 10^{-7}$ |



Für Steuerungsvarianten, die hier nicht aufgeführt sind, wenden Sie sich bitte an die KUKA Deutschland GmbH.

6 Transport

6.1 Transport mit Transportwagen

Beschreibung

Es wird empfohlen, die Robotersteuerung mit Hilfe eines Transportwagens zu transportieren.

Arbeitsmittel

Folgende Arbeitsmittel werden benötigt:

| Bezeichnung | Artikelnummer |
|----------------|---------------|
| Transportwagen | - |

Voraussetzungen

- Gehäuse der Robotersteuerung ist geschlossen.
- An der Robotersteuerung dürfen keine Leitungen angeschlossen sein.

Arbeitssicherheit

| HINWEIS |
|---|
| <p>Sachschäden durch falschen Transport Die Robotersteuerung muss bei Transport vor übermäßiger Stoßbelastung geschützt werden. Die Belastungsgrenzen dürfen bei Transport nicht überschritten werden. Sachschäden können die Folge sein.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sind höhere mechanische Belastungen zu erwarten, muss die Robotersteuerung auf schwingungsdämpfende Komponenten gesetzt werden. |

6.1.1 Robotersteuerung transportieren

Vorgehensweise

- Robotersteuerung waagerecht auf einen Transportwagen legen und vorsichtig transportieren.
Robotersteuerung ggf. gegen Herunterfallen sichern.

6.1.2 Abschließende Maßnahmen

Es sind keine abschließenden Maßnahmen erforderlich.

7 Inbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme



Dies ist eine Übersicht über die wichtigsten Schritte bei der Inbetriebnahme. Der genaue Ablauf ist abhängig von der Applikation, vom Manipulatortyp, von den verwendeten Technologiepaketen und weiteren kundenspezifischen Gegebenheiten.

Die Übersicht erhebt deshalb keinen Anspruch auf Vollständigkeit.



Diese Übersicht bezieht sich auf die Inbetriebnahme des Industrieroboters. Die Inbetriebnahme der gesamten Anlage ist nicht Gegenstand dieser Dokumentation.

Roboter

| Beschreibung | Informationen |
|--|---|
| Sichtkontrolle des Roboters durchführen. | |
| Roboterbefestigung montieren. (Fundamentbefestigung, Maschinengestellbefestigung oder Aufbaugestell) | Detaillierte Informationen sind in der Montageanleitung für den Roboter zu finden, Kapitel "Inbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme". |
| Roboter aufstellen. | |

Elektrik

| Schritt | Beschreibung | Informationen |
|---------|--|---|
| 1 | Sichtkontrolle der Robotersteuerung durchführen | - |
| 2 | Sicherstellen, dass sich in der Robotersteuerung kein Kondenswasser gebildet hat | - |
| 3 | Zugentlastung montieren | (>>> 10.1.1 "Blech für Zugentlastung montieren" Seite 111) |
| 4 | Robotersteuerung aufstellen | (>>> 7.1 "Robotersteuerung aufstellen" Seite 96) |
| 5 | Potenzialausgleich zwischen Manipulator und Robotersteuerung anschließen | (>>> 5.5 "PE-Potenzialausgleich" Seite 71) |
| 6 | Verbindungsleitungen anschließen | (>>> 7.2 "Verbindungsleitungen und Schutzleiter anschließen" Seite 98) |
| 7 | KUKA smartPAD anstecken | (>>> 7.3 "smartPAD anstecken" Seite 99) |
| 8 | Robotersteuerung an das Netz anschließen | (>>> 7.5 "Netz anschließen" Seite 100) |
| 9 | Sicherheitsschnittstelle XG11.1 konfigurieren und anstecken | (>>> 7.6 "Sicherheitsschnittstelle XG11.1 konfektionieren und anstecken" Seite 101) |
| 10 | Sicherheitsschnittstelle XG58 konfigurieren und anstecken | (>>> 7.7 "Sicherheitsschnittstelle XG58 konfektionieren und anstecken" Seite 101) |
| 11 | Ethernet und EtherCAT Schnittstellen anschließen | (>>> 5.9.3 "Schnittstellen XF1 - XF8" Seite 77) |
| 12 | Optionale Schnittstellen anschließen | - |
| 13 | Robotersteuerung einschalten | (>>> 7.8 "Robotersteuerung einschalten" Seite 101) |

| Schritt | Beschreibung | Informationen |
|---------|---------------------------------|--|
| 14 | Sicherheitseinrichtungen prüfen | Detaillierte Informationen sind in der Montageanleitung für die Robotersteuerung zu finden, Kapitel "Sicherheit" und/oder Wartung. |

Software

| Beschreibung | Informationen |
|---|---|
| Manipulator ohne Last justieren | Detaillierte Informationen sind in der Dokumentation für die Systemsoftware zu finden |
| Werkzeug anbauen und Manipulator mit Last justieren | |
| Software-Endschalter prüfen | |
| Werkzeug vermessen | |
| Bei feststehendem Werkzeug: Externen TCP vermessen | |
| Lastdaten eingeben | |
| Basis vermessen. (optional) | |
| Bei feststehendem Werkzeug: Werkstück vermessen. (optional) | |

7.1 Robotersteuerung aufstellen

Beschreibung

Die Robotersteuerung kann unter folgenden Einbaubedingungen betrieben werden:

- Horizontale Position mit oder ohne Halter
- Vertikale Position mit Halter
- Stapelbar (z. B. weiteren Robotersteuerungen) mithilfe von Haltern
- Einschub in 19" Rack
- Montage an einem Montageblech als Panel-Mounted-Variante oder direkt an einer Wand
 - Wandmontage flach (>>> *Abb. 5-5*)
 - Wandmontage stehend (>>> *Abb. 5-6*)

Voraussetzung

- Die Mindestabstände zu Wänden, anderen Schränken etc. sind einzuhalten. (>>> *5.3 "Aufstell- und Einbaubedingungen" Seite 66*)
- Bei Montage an Wand oder Montageplatte müssen die Maße der Bohrvorlagen beachtet werden. (>>> *5.4 "Montage mit Halter" Seite 69*)
- Bei Montage an eine Wand oder Montageplatte muss außer den Mindestabständen berücksichtigt werden, dass alle Schalter und Stecker frei zugänglich sind.
- Bei Montage an eine Wand oder Montageplatte muss für die Kühlung sichergestellt werden, dass sich der Einzug für den Lufteintritt auf der Unterseite befindet.
- Bei Montage an eine Wand oder Montageplatte muss die freie Sicht auf die Frontseite der Robotersteuerung sichergestellt werden.

HINWEIS**Sachschäden durch gestaute Abwärme**

Wird die Abwärme der Robotersteuerung nicht abgeführt, kann es zu ungewollten Abschaltungen oder verkürzter Lebenszeit der Robotersteuerung kommen.

- Robotersteuerung so positionieren, dass sich die Abwärme der Kühlung nicht stauen kann.

7.1.1 Horizontale Position als Stand-Alone-Variante mit Halter

Vorgehensweise

1. Robotersteuerung auf Transportschäden prüfen.
2. Abhängig von der Einbaulage die 4 Halter auf beiden Seiten der Robotersteuerung montieren.

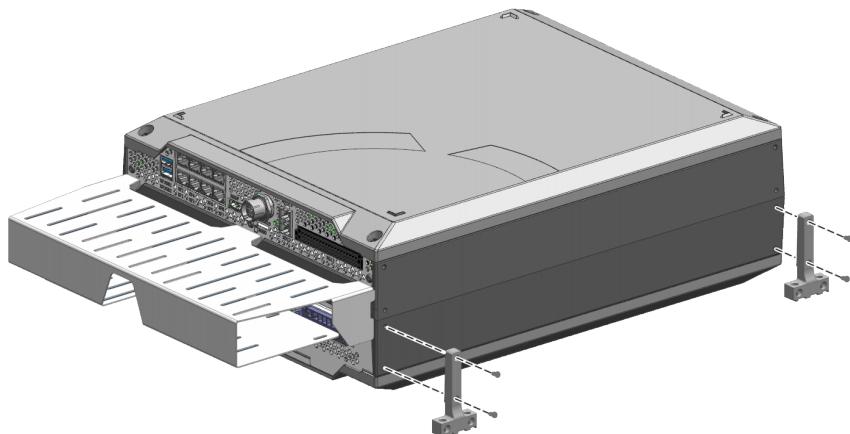


Abb. 7-1: Halter montieren (Beispiel Stand-Alone-Variante)

3. Robotersteuerung aufstellen oder einbauen. (>>> *5.3 "Aufstell- und Einbaubedingungen" Seite 66*)

7.1.2 Montage einer weiteren Robotersteuerung

Beschreibung

Es können bis zu 2 weitere Robotersteuerungen auf einer Robotersteuerung gestapelt werden. Dazu sind die Halter der Komponenten zu benutzen. Bei Stand-Alone-Betrieb sollte die untere Robotersteuerung am Boden befestigt werden.

Für die Befestigung der oberen Komponente müssen die 4 Halter diagonal an der oberen und unteren Komponente montiert werden, wie im Bild (>>> *Abb. 7-2*) dargestellt.

Vorgehensweise

1. Beide Robotersteuerungen auf Transportschäden prüfen.
2. An der unteren Robotersteuerung 6 Halter und an der oberen Robotersteuerung 2 Halter montieren.

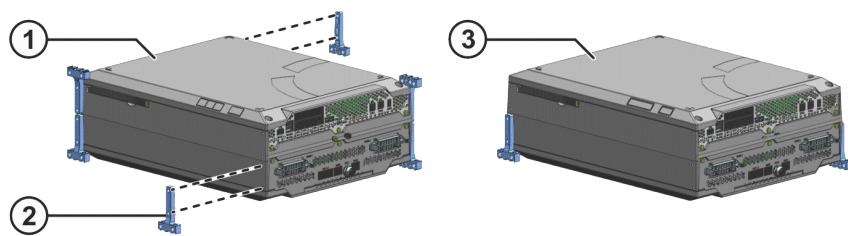


Abb. 7-2: Halter montieren (Beispiel)

- 1 Untere Robotersteuerung
- 2 Halter (8 Stück)
- 3 Obere Robotersteuerung

3. Die übereinander stehenden Halter mit 4 TORX-Schrauben M5x20 miteinander verbinden.

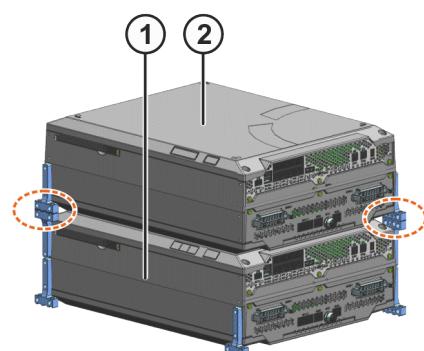


Abb. 7-3: Halter verbinden

- 1 Untere Robotersteuerung
- 2 Obere Robotersteuerung

4. Die gestapelten Komponenten aufstellen. (>>> **5.3 "Aufstell- und Einbaubedingungen" Seite 66**)

7.2 Verbindungsleitungen und Schutzleiter anschließen



GEFAHR

Verletzungsgefahr durch beschädigte Leitungen

Aufgrund unsachgemäßer Verlegung können Leitungen beschädigt werden. Tod, Verletzungen und Sachschäden können die Folge sein.

- Elektrische Leitungen so verlegen, dass sie nicht an scharfen Kanten, Werkzeug oder sonstigen Materialien beschädigt werden können.



VORSICHT

Verletzungsgefahr durch Stolperstellen

Aufgrund unsachgemäßer Verlegung von Leitungen können Stolperstellen entstehen. Verletzungen und Sachschäden können die Folge sein.

- Alle Anschlusskabel so verlegen (z. B. Kabelkanal), dass keine Stolperstellen entstehen können.
- Mögliche Stolperstellen müssen gekennzeichnet werden.

Übersicht

Dem Robotersystem liegt ein Kabelsatz bei. Der Kabelsatz besteht in der Grundausrüstung aus:

- Motorleitung
- Datenleitung
- Netzanschlussleitung
(>>> [7.4 "Netzanschluss" Seite 100](#))
- Steckerbeipack für Standardschnittstellen (Daten-/Sicherheitsschnittstellen) (>>> [5.9 "Schnittstellen Übersicht" Seite 74](#))



Die Länge der Verbindungsleitungen (Motorleitung und Datenleitung) zwischen Robotersteuerung und Roboter darf 25 m nicht überschreiten.



Schutzleiter ist nicht im Kabelsatz enthalten, muss aber angeschlossen werden.
(>>> [5.5 "PE-Potenzialausgleich" Seite 71](#))

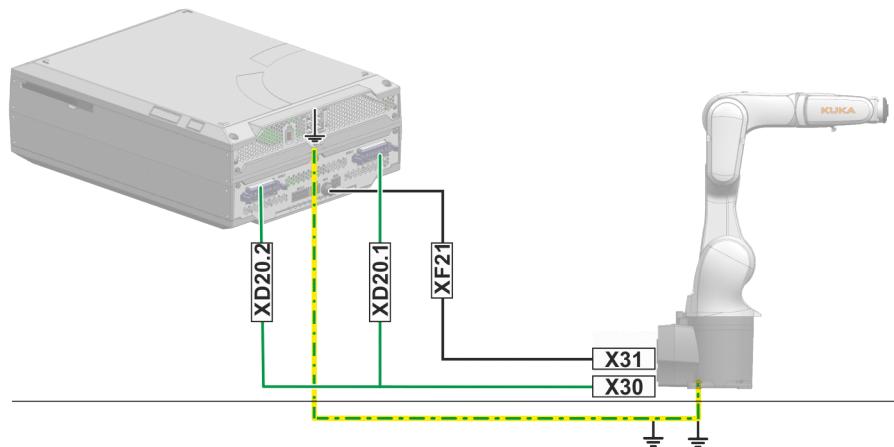


Abb. 7-4: Verbindungsleitungen, Anschluss an Roboter

Vorgehensweise

1. Schutzleiter anschließen (>>> [5.5 "PE-Potenzialausgleich" Seite 71](#))
2. Datenleitung und Motorleitung anschließen.

7.3 smartPAD anstecken

Beschreibung

An die Schnittstelle XG19 wird das smartPAD angeschlossen.

Vorgehensweise

- Das smartPAD an XG19 der Robotersteuerung anstecken.
- NOT-HALT-Einrichtung konfigurieren.



Die Funktionsprüfung aller Zustimmungsschalter ist vor der Inbetriebnahme und mindestens alle 12 Monate durchzuführen.



Die Robotersteuerung darf nur mit angeschlossenem smartPAD betrieben werden.



Weitere Informationen zum smartPAD sind in der entsprechenden Betriebsanleitung und /oder in der Dokumentation der Systemsoftware zu finden.

7.4 Netzanschluss

Beschreibung

Für den Anschluss an das Netz ist die Robotersteuerung mit einer 3-poligen Warmgerätebuchse Typ C15 ausgestattet. Die Robotersteuerung ist über die im Lieferumfang enthaltene Geräteanschluss-Leitung oder den im Lieferumfang enthaltenen Netzstecker mit dem Netz zu verbinden.

Steckerbelegung XD1

| Pin | Beschreibung |
|-----|--------------|
| 1 | L1 |
| 2 | N |
| PE | PE |

Einspeisung

- Einphasig:
 - AC 200-240 V ± 10 %, einphasiges TN-Netz
 - AC 200-240 V ± 10 %, Einphasen 3-Leiter-Netz (single/split phase)
 - 50 Hz ± 1 Hz oder 60 Hz ± 1 Hz
- Zweiphasig:
 - 208 Y / 120 V ± 10 % Solidly grounded wye, 3 phase, 4wire
 - 240 Y / 131 V ± 10 % Solidly grounded wye, 3 phase, 4wire
 - 50 Hz ± 1 Hz oder 60 Hz ± 1 Hz

In den oben genannten Netzen mit geerdetem Sternpunkt muss die Steuerung an 2 Phasen angeschlossen werden, so dass eine Versorgungsspannung im Bereich von 200 ... 240V ± 10 % vorhanden ist.

Bei einem zweiphasigen Netz mit geerdetem Sternpunkt muss darauf geachtet werden, dass zwischen den verwendeten Phasen die Einspeisung möglichst symmetrisch erfolgt.

Absicherung geräteseitig

- 2x 10 A träge, C Charakter

7.5 Netz anschließen

Beschreibung

Die Robotersteuerung darf nur über die im Lieferumfang enthaltene Geräteanschluss-Leitung oder den im Lieferumfang enthaltenen Netzanschlussstecker an das Netz angeschlossen werden.

Voraussetzung

- Robotersteuerung ist ausgeschaltet.
- Netzzuleitung ist spannungsfrei geschaltet.

Vorgehensweise

- Robotersteuerung über XD1 an das Netz anschließen.

7.6 Sicherheitsschnittstelle XG11.1 konfektionieren und anstecken**Voraussetzung**

- Robotersteuerung ist ausgeschaltet.

Vorgehensweise

1. Den Stecker XG11.1 nach Anlagen- und Sicherheitskonzept konfektionieren.
2. Schnittstellenstecker XG11.1 an der Robotersteuerung anstecken.

HINWEIS**Sachschäden durch ein- oder ausstecken von Steckern unter Spannung**

Alle Stecker XG11 und XG13 der Sicherheitsschnittstellen dürfen nur ein- oder ausgesteckt werden, wenn die Robotersteuerung ausgeschaltet ist. Wenn Stecker unter Spannung ein- oder ausgesteckt werden, kann es zu Sachschäden kommen.

- Robotersteuerung ausschalten.

7.7 Sicherheitsschnittstelle XG58 konfektionieren und anstecken**Voraussetzung**

- Robotersteuerung ist ausgeschaltet.

Vorgehensweise

1. Den Stecker XG58 nach Anlagen- und Sicherheitskonzept konfektionieren.
2. Schnittstellenstecker XG58 an der Robotersteuerung anstecken.

HINWEIS**Sachschäden durch ein- oder ausstecken von Steckern unter Spannung**

Der Stecker XG58 darf nur ein- oder ausgesteckt werden, wenn die Robotersteuerung ausgeschaltet ist. Wenn der Stecker XG58 unter Spannung ein- oder ausgesteckt wird, kann es zu Sachschäden kommen.

- Robotersteuerung ausschalten.

7.8 Robotersteuerung einschalten**Voraussetzung**

- Manipulator ist gemäß Betriebsanleitung aufgebaut.
- Sichtkontrolle: Es sind keine Schäden an der Robotersteuerung, Leitungen oder Manipulator vorhanden.
- Alle elektrischen Verbindungen sind korrekt angeschlossen und an der Zugentlastung gegen unbeabsichtigtes Abstecken gesichert.
- Gehäuse der Robotersteuerung ist geschlossen.
- Die peripheren Einrichtungen sind richtig angeschlossen.

- Es dürfen sich keine Personen oder Gegenstände im Gefahrenbereich des Manipulators befinden.
- Alle Schutzeinrichtungen und Schutzmaßnahmen sind vollständig und funktionstüchtig.
- Die Innentemperatur der Robotersteuerung muss sich der Umgebungstemperatur angepasst haben.

Vorgehensweise

1. NOT-HALT-Gerät am smartPAD entriegeln.
2. Geräteschalter einschalten.

Der Steuerungs-PC beginnt mit dem Hochfahren (Laden) des Betriebssystems und der Steuerungssoftware.



Das Booten erfolgt in folgender Reihenfolge:

- Recovery Stick
- Externe Festplatte
- Interne Festplatte

Wird eine externe Festplatte erkannt, wird eine möglicherweise vorhandene interne Festplatte deaktiviert. Wird keine externe Festplatte erkannt, findet kein automatischer Wechsel auf die interne Festplatte statt.



Weitere Informationen zum smartPAD sind in der entsprechenden Betriebsanleitung und /oder in der Dokumentation der Systemsoftware zu finden.

7.9 Abschließende Maßnahmen

Folgende abschließende Maßnahmen müssen durchgeführt werden:

- Roboter verfahren und auf Unregelmäßigkeiten achten.

8 Bedienung

8.1 Robotersteuerung einschalten

Voraussetzung

- Manipulator ist gemäß Betriebsanleitung aufgebaut.
- Sichtkontrolle: Es sind keine Schäden an der Robotersteuerung, Leistungen oder Manipulator vorhanden.
- Alle elektrischen Verbindungen sind korrekt angeschlossen und an der Zugentlastung gegen unbeabsichtigtes Abstecken gesichert.
- Gehäuse der Robotersteuerung ist geschlossen.
- Die peripheren Einrichtungen sind richtig angeschlossen.
- Es dürfen sich keine Personen oder Gegenstände im Gefahrenbereich des Manipulators befinden.
- Alle Schutzeinrichtungen und Schutzmaßnahmen sind vollständig und funktionstüchtig.
- Die Innentemperatur der Robotersteuerung muss sich der Umgebungstemperatur angepasst haben.

Vorgehensweise

1. NOT-HALT-Gerät am smartPAD entriegeln.
2. Geräteschalter einschalten.

Der Steuerungs-PC beginnt mit dem Hochfahren (Laden) des Betriebssystems und der Steuerungssoftware.



Das Booten erfolgt in folgender Reihenfolge:

- Recovery Stick
- Externe Festplatte
- Interne Festplatte

Wird eine externe Festplatte erkannt, wird eine möglicherweise vorhandene interne Festplatte deaktiviert. Wird keine externe Festplatte erkannt, findet kein automatischer Wechsel auf die interne Festplatte statt.



Weitere Informationen zum smartPAD sind in der entsprechenden Betriebsanleitung und /oder in der Dokumentation der Systemsoftware zu finden.

8.2 Funktion Softpower Button

Beschreibung

- Kurzer Druck bei eingeschalteter Robotersteuerung:
Die Robotersteuerung fährt herunter.
- Kurzer Druck bei ausgeschalteter Robotersteuerung:
Die Robotersteuerung wird wieder gestartet.
- Langer Druck bei eingeschalteter Robotersteuerung (mindestens 5 Sekunden):
Die Robotersteuerung schaltet ohne Herunterzufahren hart ab.



Es sollte vermieden werden, dass die Robotersteuerung hart ausgeschaltet wird. Das Ausschalten ohne Herunterfahren kann zu Zerstörung der Installation führen.

9 Wartung

Beschreibung

Wartungsarbeiten werden mit den angegebenen Wartungsfristen nach der Inbetriebnahme beim Kunden durchgeführt.

Voraussetzung

- Die Robotersteuerung muss ausgeschaltet und gegen unbefugtes Wiedereinschalten gesichert sein.
- Netzzuleitung muss ausgesteckt sein.

Arbeitssicherheit



WARNUNG

Lebensgefahr durch hohe Zwischenkreisspannungen

Wenn die Robotersteuerung ausgeschaltet wird, können mehrere Komponenten bis zu 5 Minuten unter Spannung stehen (60 ... 800 V). Tod, schwere Verletzungen oder Sachschäden können die Folge sein.

- Nach dem Ausschalten mindestens 5 Minuten warten bis sich der Zwischenkreis entladen hat.
Folgende Komponenten können bis zu 5 Minuten unter Spannung stehen:
 - KSP
 - Anschlüsse Motorstecker und angeschlossene Motorleitungen



WARNUNG

Lebensgefahr durch Arbeiten an spannungsführenden Teilen

Vor Arbeiten an spannungsführenden Teilen des Robotersystems und/oder in elektrischen Anlagen müssen Maßnahmen zur Einhaltung der 5 Sicherheitsregeln umgesetzt werden. Die Reihenfolge der 5 Sicherheitsregeln ist dabei unbedingt einzuhalten. Tod, schwere Verletzungen oder Sachschäden können die Folge sein.

1. Freischalten
2. Gegen Wiedereinschalten sichern
3. Spannungsfreiheit feststellen
4. Erden und kurzschließen
5. Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken

Nach den Arbeiten müssen Werkzeuge und Hilfsmittel entfernt und diese Maßnahmen in umgekehrter Reihenfolge wieder aufgehoben werden.



WARNUNG

Lebensgefahr durch anliegende Netzspannung

Leitungen, die vom Netzanchluss (z. B. Klemmleiste) zum Hauptschalter geführt werden, stehen auch im ausgeschalteten Zustand unter Spannung. Tod, schwere Verletzungen oder Sachschäden können die Folge sein.

- Netzzuleitung vor Beginn der Arbeiten spannungsfrei schalten.
- Spannungsfreiheit vor Beginn der Arbeiten sicherstellen.

HINWEIS**Bauteilschädigung oder -zerstörung durch elektrostatische Entladung (ESD)**

Elektrostatische Entladungen bei Ein- und Ausbauarbeiten können zur Zerstörung oder Teilschädigung von Elektronikbauteilen führen.

- Nach ESD-Richtlinien arbeiten.

Wartungssymbole

In der Übersicht können Wartungssymbole enthalten sein, die nicht für die Wartungsarbeiten an diesem Produkt relevant sind. Eine Übersicht der relevanten Wartungsarbeiten ist der jeweiligen Abbildung zu den Wartungsarbeiten zu entnehmen.



Ölwechsel



Schmieren mit Fettpresse



Schmieren mit Pinsel



Schmieren mit Sprühfett



Schraube, Mutter festdrehen



Komponente prüfen, Sichtkontrolle



Komponente reinigen



Batterie/Akku auswechseln



Komponente auswechseln



Zahnriemenspannung prüfen

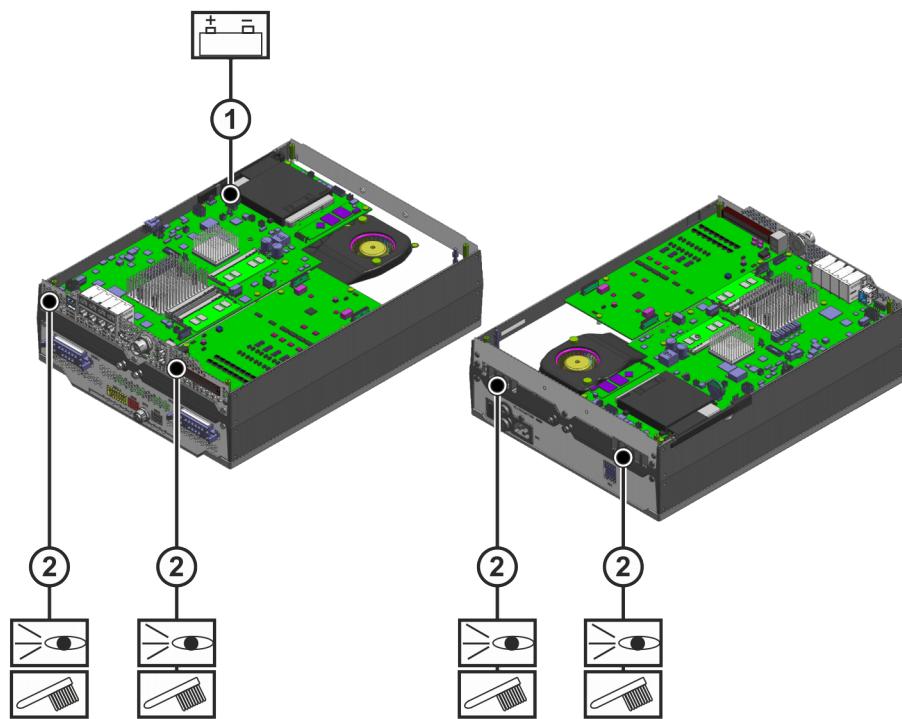


Abb. 9-1: Wartungsbild

| Frist | Pos. | Tätigkeit |
|---|------|--|
| Prüfung der Sicherheitsfunktionen: | | |
| 1 Jahr | - | Zyklischer Funktionstest von Bedienerschutz und allen NOT-HALT-Einrichtungen (z. B. smartPAD, externe NOT-HALT-Einrichtungen) |
| | - | Funktionsprüfung aller Zustimmungsschalter am smartPAD (Zustimmeinrichtung des Industrieroboters) durchführen (>>> 9.1 "Zustimmeinrichtung prüfen" Seite 108) |
| | - | Funktionsprüfung der externen Zustimmeinrichtungen |
| Allgemeine Wartungsarbeiten: | | |
| vor jedem Betreten des Gefahrenbereichs | - | Funktionsprüfung der Lampe "Antriebe bereit" durchführen (>>> 9.2 "Funktion Lampe "Antriebe bereit" testen" Seite 108) |
| spätestens 1 Jahr | 2 | je nach Aufstellbedingungen und Verschmutzungsgrad Schutzgitter des Lüfters mit Bürste reinigen |
| 10 Jahre | 1 | Systemboard Batterie auswechseln (>>> 10.4 "Systemboard Batterie auswechseln" Seite 116) |

Wird eine Tätigkeit aus der Wartungstabelle durchgeführt, dann muss eine Sichtkontrolle mit folgenden Punkten durchgeführt werden:

- Steckverbindungen auf festen Sitz prüfen
- Alle Anlagenkomponenten auf Verschleiß und Beschädigung prüfen

**GEFAHR****Verletzungsgefahr durch beschädigte Basisisolierung**

Aufgrund unsachgemäßer Verlegung oder Tätigkeiten können Basisisolierungen beschädigt werden. Tod, Verletzungen und Sachschäden können die Folge sein.

- In regelmäßigen Abständen, spätestens bei Durchführung einer Tätigkeit aus der Wartungstabelle, die Motorleitungen und die Netzzuleitung auf Beschädigungen der Basisisolierung prüfen.

9.1 Zustimmeinrichtung prüfen

Funktionsprüfung

Die Funktion der Zustimmungsschalter muss in folgenden Fällen geprüft werden:

- Nach der Erst- oder Wiederinbetriebnahme des Industrieroboters
- Nach einem Software-Update
- Nach dem Abstecken und Wiederanstecken eines smartPAD (desselben oder eines anderen smartPAD)
- Die Prüfung muss mindestens alle 12 Monate durchgeführt werden.

Zur Prüfung die folgenden Schritte für jeden Zustimmungsschalter gesondert durchführen:

1. Den Manipulator in einer Test-Betriebsart verfahren.
2. Während der Manipulator verfährt, den Zustimmungsschalter durchdrücken und 3 Sekunden durchgedrückt halten.

Die Prüfung ist in folgendem Fall bestanden:

- Der Manipulator stoppt.
- Und: Es wird keine Fehlermeldung zur Zustimmeinrichtung angezeigt (*Fehler Zustimmtaster* oder vergleichbar).

Wenn die Prüfung an einem oder mehreren Zustimmungsschaltern nicht bestanden wird, muss das smartPAD ausgewechselt werden und die Prüfung erneut durchgeführt werden.

9.2 Funktion Lampe "Antriebe bereit" testen

Die Lampe "Antriebe bereit" leuchtet, wenn die Antriebsenergie eingeschaltet ist und/oder die Antriebsfreigabe von der Sicherheitssteuerung erteilt ist.

Vor jedem Betreten des Gefahrenbereichs muss die Lampe "Antriebe bereit" auf Funktion getestet werden.

1. Die Betriebsart T1 wählen und den Zustimmungsschalter in Mittelstellung halten.
2. Zustimmungsschalter in Panikstellung bringen.
3. Zustimmungsschalter wieder loslassen.

Die Prüfung ist bestanden, wenn die Lampe bei Schritt 1 leuchtet und bei Schritt 2 wieder erlischt.

Wenn die Prüfung nicht bestanden wurde, darf der Gefahrenbereich nicht betreten werden, außer für Arbeiten an der Lampe.

9.3 Robotersteuerung reinigen

Beschreibung

In der folgenden Anleitung wird beschrieben, wie die Robotersteuerung gereinigt wird.

Arbeitsmittel

Folgende Arbeitsmittel werden benötigt:

| Bezeichnung | Artikelnummer |
|--|---------------|
| Zugelassene Reinigungswerkzeuge (z. B. Lappen, Bürste) | - |
| Staubsauger | - |

Material

Folgendes Material wird benötigt:

| Bezeichnung | Artikelnummer | Menge |
|--|---------------|-------|
| Reinigungsmittel lösungsmittelfrei, wasserlöslich, nicht entflammbar, nicht aggressiv, kein Dampf, kein Kältemittel | - | - |

Voraussetzung

- Robotersteuerung muss ausgeschaltet und gegen unbefugtes Wiedereinschalten gesichert sein.
- Netzzuleitung ausgesteckt.
- 5 Minuten warten bis sich der Zwischenkreis entladen hat.

Arbeitssicherheit



WARNUNG

Lebensgefahr durch hohe Zwischenkreisspannungen

Wenn die Robotersteuerung ausgeschaltet wird, können mehrere Komponenten bis zu 5 Minuten unter Spannung stehen (60 ... 800 V). Tod, schwere Verletzungen oder Sachschäden können die Folge sein.

- Nach dem Ausschalten mindestens 5 Minuten warten bis sich der Zwischenkreis entladen hat.
Folgende Komponenten können bis zu 5 Minuten unter Spannung stehen:
 - KSP
 - Anschlüsse Motorstecker und angeschlossene Motorleitungen

**WARNUNG****Lebensgefahr durch anliegende Spannung**

Der Geräteschalter an der Robotersteuerung besitzt keine netztrennende Funktion. Wenn dies nicht beachtet wird, können Tod oder schwere Verletzungen die Folge sein.

- Vor Arbeiten an der Robotersteuerung muss die Netzzuleitung an der Robotersteuerung abgesteckt werden.
- Abgesteckte Netzzuleitung außer Sicht- und Reichweite des an der Robotersteuerung arbeitenden Personals verwahren.
- Beteiligte Personen durch Hinweisschild über das Ausschalten der Robotersteuerung informieren (z. B. Anbringen eines Warnhinweises).

HINWEIS**Bauteilschädigung oder -zerstörung durch elektrostatische Entladung (ESD)**

Elektrostatische Entladungen bei Ein- und Ausbauarbeiten können zur Zerstörung oder Teilschädigung von Elektronikbauteilen führen.

- Nach ESD-Richtlinien arbeiten.

Arbeitsregeln

- Bei Reinigungsarbeiten sind die Anweisungen der Reinigungsmittel-Hersteller zu beachten.
- Das Eindringen von Reinigungsmitteln in elektrische Bauteile muss verhindert werden.
- Zum Reinigen keine Druckluft verwenden.
- Nicht mit Wasser abspritzen.

9.3.1 Robotersteuerung reinigen**Vorgehensweise**

1. Staubablagerungen lösen und absaugen.
2. Gehäuse der Robotersteuerung mit in mildem Reinigungsmittel getränktem Lappen reinigen.
3. Leitungen, Kunststoffteile und Schläuche mit lösungsmittelfreiem Reinigungsmittel reinigen.
4. Beschädigte oder unleserliche Beschriftungen und Schilder austauschen und fehlende ergänzen.

9.3.2 Abschließende Maßnahmen

Es sind folgende abschließende Maßnahmen durchzuführen:

- Netzzuleitung anstecken.
- Robotersteuerung einschalten und Funktion prüfen.

10 Instandsetzung

10.1 Blech für Zugentlastung auswechseln

Beschreibung

In den nachfolgenden Abschnitten wird die Montage und die Demontage des Blechs für Zugentlastung an der KR C5 micro beschrieben.



Bei entsprechender Belastung können sich Steckverbindungen lockern oder Winkelstecker abbrechen. Es wird empfohlen die Kabel aller Stecker an dem Blech für Zugentlastung zu befestigen.

Arbeitsmittel

Folgende Arbeitsmittel werden benötigt:

| Bezeichnung | Artikelnummer |
|----------------------------------|---------------|
| TORX-Schraubendrehereinsatz TX10 | - |

Material

Folgendes Material wird benötigt:

| Bezeichnung | Artikelnummer | Menge |
|---|---------------|-------|
| beiliegendes Zugentlastungsblech Micro mit TORX-Schrauben | - | 1 |
| Kabelbinder | | |

Arbeitssicherheit

Es sind keine besonderen Sicherheitshinweise zu beachten.

10.1.1 Blech für Zugentlastung montieren

Vorgehensweise

1. Blech für Zugentlastung mit 3 TORX-Schrauben an der Robotersteuerung befestigen; Anzugsdrehmoment $M_A = 0,6 \text{ Nm}$.

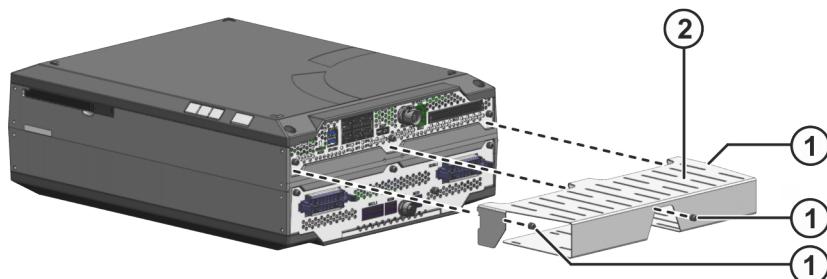


Abb. 10-1: Blech für Zugentlastung

- 1 TORX-Schrauben M3
- 2 Blech für Zugentlastung

10.1.2 Blech für Zugentlastung demontieren

Vorgehensweise

1. Kabelbinder lösen.
2. 3 TORX-Schrauben an der Robotersteuerung lösen.

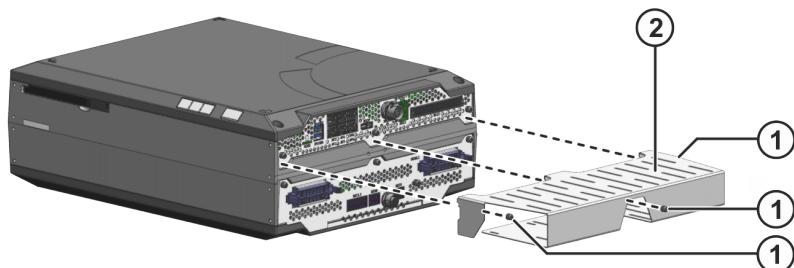


Abb. 10-2: Blech für Zugentlastung

- 1 TORX-Schrauben M3
2 Blech für Zugentlastung

10.1.3 Abschließende Maßnahmen

Folgende abschließende Maßnahmen müssen nach der Montage durchgeführt werden:

- Blech auf festen Sitz prüfen.
- Kabel aller Stecker am Blech für Zugentlastung mit Kabelbinder befestigen.

10.2 Montagehalter 19" Rahmen auswechseln

Beschreibung

In den nachfolgenden Abschnitten wird die Montage und die Demontage des Montagehalter 19" Rahmen an der KR C5 micro beschrieben.

Arbeitsmittel

Folgende Arbeitsmittel werden benötigt:

| Bezeichnung | Artikelnummer |
|----------------------------------|---------------|
| TORX-Schraubendrehereinsatz TX10 | - |

Material

Folgendes Material wird benötigt:

| Bezeichnung | Artikelnummer | Menge |
|--------------------------|---------------|-------|
| Montagehalter 19" Rahmen | 0000-346-287 | 1x |

Arbeitssicherheit

Es sind keine besonderen Sicherheitshinweise zu beachten.

10.2.1 Montagehalter 19" Rahmen montieren

Vorgehensweise

1. Montagehalter 19" Rahmen mit 4 TORX-Schrauben an der Robotersteuerung befestigen; Anzugsdrehmoment $M_A = 0,6 \text{ Nm}$.

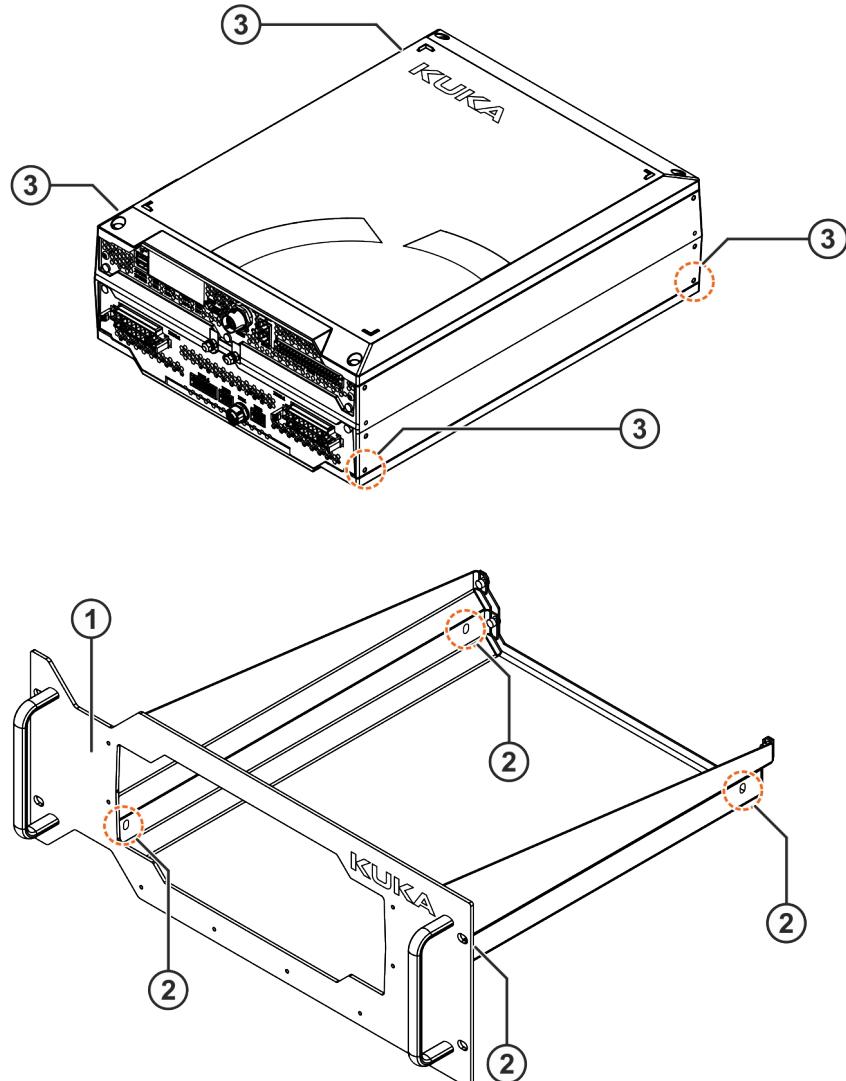


Abb. 10-3: Montagehalter 19" Rahmen

- 1 Montagehalter 19" Rahmen
- 2 Bohrungen
- 3 Bohrungen mit Gewinde

10.2.2 Montagehalter 19" Rahmen demontieren

Vorgehensweise

1. 4 TORX-Schrauben an der Robotersteuerung lösen.

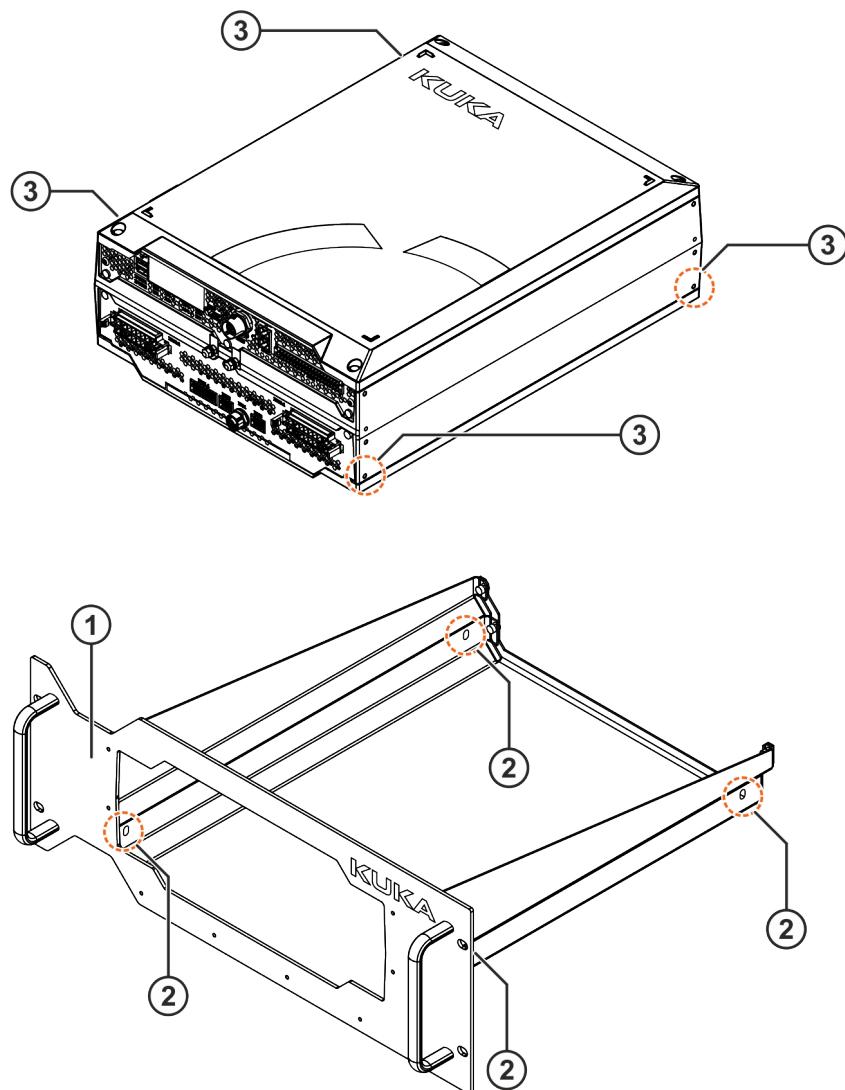


Abb. 10-4: Montagehalter 19" Rahmen

- 1 Montagehalter 19" Rahmen
- 2 Bohrungen
- 3 Bohrungen mit Gewinde

10.2.3 Abschließende Maßnahmen

Folgende abschließende Maßnahmen müssen nach der Montage des Montagehalter 19" Rahmen durchgeführt werden:

- Montagehalter 19" Rahmen auf festen Sitz prüfen.

10.3 SSD-Festplatte auswechseln

Beschreibung

Im nachfolgenden Abschnitt wird das Auswechseln der SSD-Festplatte beschrieben.

Arbeitsmittel

Es werden keine Arbeitsmittel benötigt.

Material

Folgendes Material wird benötigt:

| Bezeichnung | Artikelnummer | Menge |
|--------------------------|---------------|-------|
| EP KR C5 SSD extern 60GB | 0000-423-977 | 1x |

Voraussetzung

- Auf der SSD-Festplatte befindet sich eine Kopie des Betriebssystems.

Arbeitssicherheit

Es sind keine besonderen Sicherheitshinweise zu beachten.

10.3.1 SSD-Festplatte ausbauen

Vorgehensweise

- Verriegelung an der Abdeckung des Einschubs entriegeln. Die Abdeckung klappt auf.

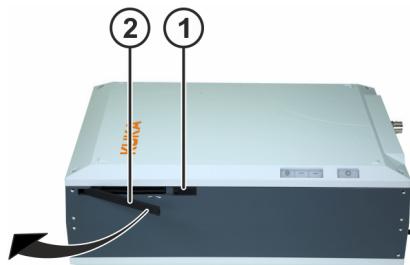


Abb. 10-5: SSD-Slot öffnen

1 Verriegelung

2 Abdeckung

- Abdeckung vollständig öffnen. Der SSD-Slot ist zugänglich.
- SSD-Festplatte herausziehen.

10.3.2 SSD-Festplatte einbauen

Vorgehensweise

- Die neue SSD-Festplatte so weit wie möglich in den SSD-Slot hineinschieben.
- Abdeckung schließen. Die SSD-Festplatte wird dabei in die finale Position geschoben und rastet ein.
- Abdeckung verriegeln.

10.3.3 Abschließende Maßnahmen

Nach dem Austauschen der SSD-Festplatte müssen folgende Tätigkeiten durchgeführt werden:

Vorgehensweise

- Robotersteuerung einschalten und Einstellungen überprüfen.
- Funktionstest durchführen.

10.4 Systemboard Batterie auswechseln

Beschreibung

Im nachfolgenden Abschnitt wird das Auswechseln der Systemboard Batterie beschrieben.

Arbeitsmittel

Folgende Arbeitsmittel werden benötigt:

| Bezeichnung | Artikelnummer |
|--|---------------|
| Schlitzschraubendreher Gr. 2; 3, 3,5; 4 | - |
| TORX-Schraubendrehereinsatz TX10 | - |
| USB-Tastatur | - |
| ESD Handgelenkband | 0000-121-401 |

Material

Folgendes Material wird benötigt:

| Bezeichnung | Artikelnummer | Menge |
|----------------------------------|---------------|-------|
| Lithium Metall Knopfzelle CR2032 | 0000-101-677 | 1x |

Ersatzteilbeschaffung

Defekte Bauteile dürfen nur durch Originalersatzteile der KUKA Deutschland GmbH ersetzt werden. Bei Missachtung entfallen Gewährleistungs- und Haftungsansprüche.

Zusammen mit den Ersatzteilen wird eine "Reparaturkarte" geliefert. Diese muss ausgefüllt und gemeinsam mit dem defekten Bauteil in folgenden Fällen an KUKA Deutschland GmbH zurückgeschickt werden.

- Innerhalb der Laufzeit für die Gewährleistung
- Wenn, nach Rücksprache mit KUKA Deutschland GmbH, eine Untersuchung des defekten Bauteils durch KUKA erforderlich ist.

Voraussetzung

- Robotersteuerung muss ausgeschaltet und gegen unbefugtes Wiedereinschalten gesichert sein.
- Netzzuleitung ausgesteckt.

Arbeitssicherheit



WARNUNG

Lebensgefahr durch Arbeiten an spannungsführenden Teilen

Vor Arbeiten an spannungsführenden Teilen des Robotersystems und/oder in elektrischen Anlagen müssen Maßnahmen zur Einhaltung der 5 Sicherheitsregeln umgesetzt werden. Die Reihenfolge der 5 Sicherheitsregeln ist dabei unbedingt einzuhalten. Tod, schwere Verletzungen oder Sachschäden können die Folge sein.

1. Freischalten
2. Gegen Wiedereinschalten sichern
3. Spannungsfreiheit feststellen
4. Erden und kurzschließen
5. Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken

Nach den Arbeiten müssen Werkzeuge und Hilfsmittel entfernt und diese Maßnahmen in umgekehrter Reihenfolge wieder aufgehoben werden.



WARNUNG

Lebensgefahr durch anliegende Spannung

Der Geräteschalter an der Robotersteuerung besitzt keine netztrennende Funktion. Wenn dies nicht beachtet wird, können Tod oder schwere Verletzungen die Folge sein.

- Vor Arbeiten an der Robotersteuerung muss die Netzzuleitung an der Robotersteuerung abgesteckt werden.
- Abgesteckte Netzzuleitung außer Sicht- und Reichweite des an der Robotersteuerung arbeitenden Personals verwahren.
- Beteiligte Personen durch Hinweisschild über das Ausschalten der Robotersteuerung informieren (z. B. Anbringen eines Warnhinweises).

HINWEIS

Bauteilschädigung oder -zerstörung durch elektrostatische Entladung (ESD)

Elektrostatische Entladungen bei Ein- und Ausbauarbeiten können zur Zerstörung oder Teilschädigung von Elektronikbauteilen führen.

- Nach ESD-Richtlinien arbeiten.

10.4.1 Gehäusedeckel demontieren

Vorgehensweise

1. 4 TORX-Schrauben lösen.



Abb. 10-6: Gehäusedeckel Schrauben

- 1 TORX-Schrauben
2. Gehäusedeckel öffnen.
3. Steckverbindung von Robotersteuerung trennen.



Abb. 10-7: Kabel Gehäusedeckel

- 1 Steckverbindung

10.4.2 Batterie entnehmen

Vorgehensweise

1. Sicherungsfeder an der Batteriehalterung mit einem kleinen Schlitzschraubendreher nach oben drücken und Batterie entnehmen.



Abb. 10-8: Lithium Knopfzelle

1 Batterie

10.4.3 Batterie einsetzen

Vorgehensweise

1. Neue Batterie mit dem Einbaudatum beschriften und in die Batteriehalterung einsetzen. Sicherungsfeder muss beim Einsetzen der Batterie einrasten.



Abb. 10-9: Lithium Knopfzelle

1 Batterie

10.4.4 Gehäusedeckel montieren

Vorgehensweise

1. Steckverbindung an Robotersteuerung anschließen.



Abb. 10-10: Kabel Gehäusedeckel

- 1 Steckverbindung
2. Gehäusedeckel auf Robotersteuerung aufsetzen.
3. Gehäusedeckel mit 4 TORX-Schrauben an der Robotersteuerung befestigen; Anzugsdrehmoment $M_A = 0,6 \text{ Nm}$.



Abb. 10-11: Gehäusedeckel Schrauben

- 1 TORX-Schrauben

10.4.5 Abschließende Maßnahmen

Nach dem Austauschen der Batterie müssen folgende Tätigkeiten durchgeführt werden:

Vorgehensweise

1. USB Tastatur anstecken.
2. BIOS Menü öffnen.
3. Datum und Zeit einstellen.

4. Defaultwerte laden.
5. Funktionstest durchführen.

10.5 Sicherung Einspeisung auswechseln

Beschreibung

Im nachfolgenden Abschnitt wird das Auswechseln der Sicherung F1 und F2 an der Rückseite der Robotersteuerung beschrieben.

Arbeitsmittel

Folgende Arbeitsmittel werden benötigt:

| Bezeichnung | Artikelnummer |
|------------------------|---------------|
| Schlitzschraubendreher | - |

Material

Folgendes Material wird benötigt:

| Bezeichnung | Artikelnummer | Menge |
|-------------------------------------|---------------|-------|
| Feinsicherung 10A,250V,träge,5x20mm | 0000-404-535 | 1x |

Ersatzteilbeschaffung

Defekte Bauteile dürfen nur durch Originalersatzteile der KUKA Deutschland GmbH ersetzt werden. Bei Missachtung entfallen Gewährleistungs- und Haftungsansprüche.

Zusammen mit den Ersatzteilen wird eine "Reparaturkarte" geliefert. Diese muss ausgefüllt und gemeinsam mit dem defekten Bauteil in folgenden Fällen an KUKA Deutschland GmbH zurückgeschickt werden.

- Innerhalb der Laufzeit für die Gewährleistung
- Wenn, nach Rücksprache mit KUKA Deutschland GmbH, eine Untersuchung des defekten Bauteils durch KUKA erforderlich ist.

Voraussetzung

- Robotersteuerung muss ausgeschaltet und gegen unbefugtes Wiedereinschalten gesichert sein.
- Netzzuleitung ausgesteckt.

| HINWEIS |
|---|
| Bauteilschädigung oder -zerstörung durch elektrostatische Entladung (ESD) Elektrostatische Entladungen bei Ein- und Ausbauarbeiten können zur Zerstörung oder Teilschädigung von Elektronikbauteilen führen. <ul style="list-style-type: none"> • Nach ESD-Richtlinien arbeiten. |

10.5.1 Sicherung Einspeisung auswechseln

Vorgehensweise

1. Robotersteuerung ausschalten und abstecken.
2. Abdeckung der defekten Sicherung mit Schraubendreher öffnen und aus dem Gehäuse ziehen.

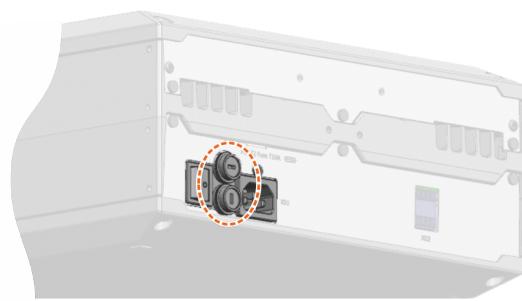


Abb. 10-12: Abdeckungen Sicherungen

3. Sicherung auswechseln und wieder einbauen.

10.5.2 Abschließende Maßnahmen

Nach dem Auswechseln der Sicherungen müssen folgende Tätigkeiten durchgeführt werden:

Vorgehensweise

- Robotersteuerung einschalten und auf fehlerfreies Hochfahren achten.
- Programm in T1 abfahren.

10.6 Systemboard auswechseln, KR C5 micro

Beschreibung

In den folgenden Abschnitten wird das Auswechseln des Systemboards der Robotersteuerung KR C5 micro (Stand-Alone-Variante) beschrieben.



Abb. 10-13: Übersicht (Beispiel)

- 1 Interfaceboard
- 2 Systemboard
- 3 interner SSD-Speicher

Arbeitsmittel

Folgende Arbeitsmittel werden benötigt:

| Bezeichnung | Artikelnummer |
|---------------------------|---------------|
| TORX-Schraubendreher TX10 | - |
| Ringmaulschlüssel 5,5 mm | - |
| ESD Handgelenkband | 0000-121-401 |

Material

Folgendes Material wird benötigt:

| Bezeichnung | Artikelnummer | Menge |
|--|---------------|-------|
| EP SML SysPerform kompl. mit 4/4GB u.M.2 | 0000-372-438 | 1 |

Ersatzteilbeschaffung

Defekte Bauteile dürfen nur durch Originalersatzteile der KUKA Deutschland GmbH ersetzt werden. Bei Missachtung entfallen Gewährleistungs- und Haftungsansprüche.

Zusammen mit den Ersatzteilen wird eine "Reparaturkarte" geliefert. Diese muss ausgefüllt und gemeinsam mit dem defekten Bauteil in folgenden Fällen an KUKA Deutschland GmbH zurückgeschickt werden.

- Innerhalb der Laufzeit für die Gewährleistung
- Wenn, nach Rücksprache mit KUKA Deutschland GmbH, eine Untersuchung des defekten Bauteils durch KUKA erforderlich ist.

Anzugsdrehmomente

Die Anzugsdrehmomente sind zu finden unter: (>> [13.2 "Anzugsdrehmomente" Seite 158](#))

Diese gelten für Schrauben und Muttern, wenn keine anderen Angaben vorhanden sind.

Schrauben mit der Festigkeitsklasse 10.9 und höher sowie Schrauben mit Prüfbescheinigung dürfen nur einmal mit dem Nenn-Anzugsdrehmoment angezogen werden, nach dem ersten Lösen müssen diese gegen neue Schrauben ausgetauscht werden.

Voraussetzung

- Robotersteuerung ist ausgeschaltet und gegen unbefugtes Wiedereinschalten gesichert.
- Netzzuleitung ist ausgesteckt.

Arbeitssicherheit



WARNUNG

Lebensgefahr durch Arbeiten an spannungsführenden Teilen

Vor Arbeiten an spannungsführenden Teilen des Robotersystems und/oder in elektrischen Anlagen müssen Maßnahmen zur Einhaltung der 5 Sicherheitsregeln umgesetzt werden. Die Reihenfolge der 5 Sicherheitsregeln ist dabei unbedingt einzuhalten. Tod, schwere Verletzungen oder Sachschäden können die Folge sein.

1. Freischalten
2. Gegen Wiedereinschalten sichern
3. Spannungsfreiheit feststellen
4. Erden und kurzschließen
5. Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken

Nach den Arbeiten müssen Werkzeuge und Hilfsmittel entfernt und diese Maßnahmen in umgekehrter Reihenfolge wieder aufgehoben werden.



WARNUNG

Lebensgefahr durch anliegende Spannung

Der Geräteschalter an der Robotersteuerung besitzt keine netztrennende Funktion. Wenn dies nicht beachtet wird, können Tod oder schwere Verletzungen die Folge sein.

- Vor Arbeiten an der Robotersteuerung muss die Netzzuleitung an der Robotersteuerung abgesteckt werden.
- Abgesteckte Netzzuleitung außer Sicht- und Reichweite des an der Robotersteuerung arbeitenden Personals verwahren.
- Beteiligte Personen durch Hinweisschild über das Ausschalten der Robotersteuerung informieren (z. B. Anbringen eines Warnhinweises).

HINWEIS

Bauteilschädigung oder -zerstörung durch elektrostatische Entladung (ESD)

Elektrostatische Entladungen bei Ein- und Ausbauarbeiten können zur Zerstörung oder Teilschädigung von Elektronikbauteilen führen.

- Nach ESD-Richtlinien arbeiten.

10.6.1 Gehäusedeckel demontieren

Vorgehensweise

1. 4 TORX-Schrauben lösen.



Abb. 10-14: Gehäusedeckel Schrauben

1 TORX-Schrauben

2. Gehäusedeckel öffnen.
3. Steckverbindung von Robotersteuerung trennen.



Abb. 10-15: Kabel Gehäusedeckel

1 Steckverbindung

10.6.2 microSD-Karte und SSD-Festplatte entnehmen

Vorgehensweise

1. microSD-Karte entfernen.



Abb. 10-16: microSD-Karte

1 microSD-Karte

2. Abdeckung vor dem SSD-Slot entriegeln und öffnen.

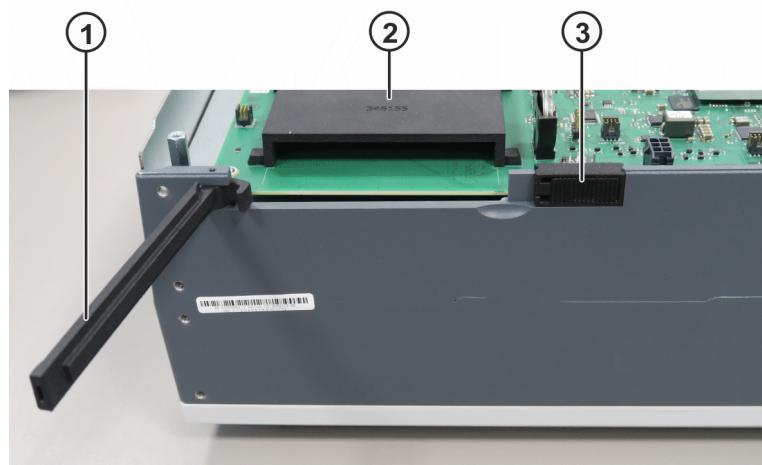


Abb. 10-17: Abdeckung SSD-Slot

1 Abdeckung

2 SSD-Slot

3 Verriegelung

3. SSD-Festplatte entnehmen (falls vorhanden).

10.6.3 Internen SSD-Speicher entnehmen

Vorgehensweise

1. Internen SSD-Speicher entfernen.



Abb. 10-18: Übersicht (Beispiel)

- 1 Interfaceboard
- 2 Systemboard
- 3 interner SSD-Speicher

10.6.4 Steckverbindungen abstecken

Vorgehensweise

1. Flachbandkabel X1000 auf dem Systemboard abstecken.

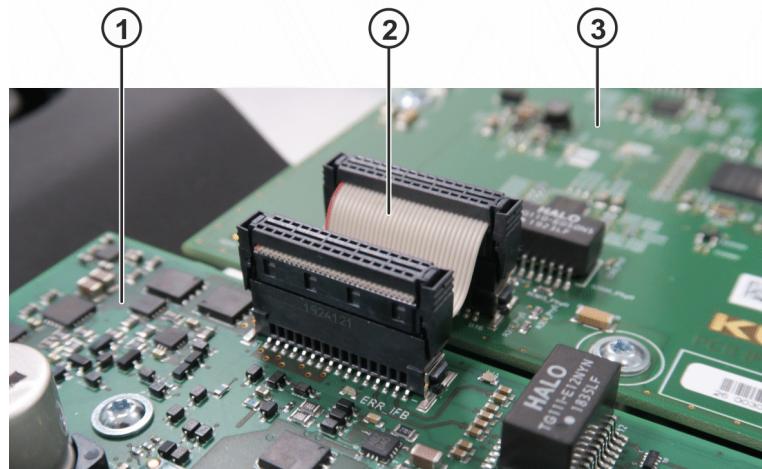


Abb. 10-19: Flachbandkabel X1000

- 1 Systemboard
- 2 Flachbandkabel X1000
- 3 Interfaceboard

2. Schnittstelle XG19 auf dem Systemboard abstecken.

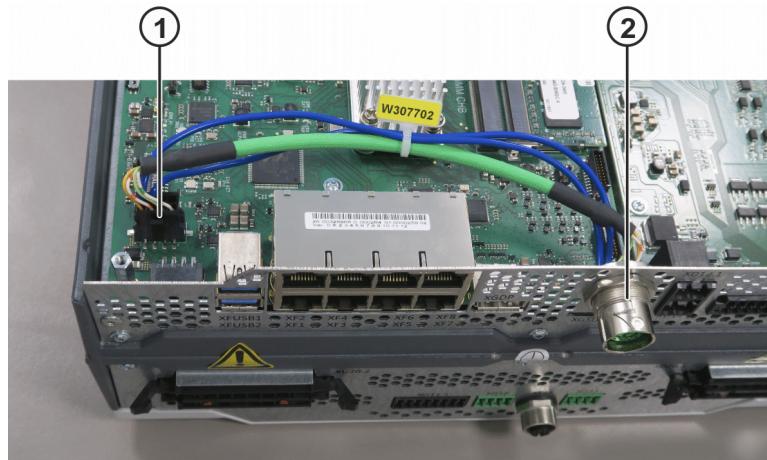


Abb. 10-20: Steckverbindung

- 1 Steckverbindung
- 2 Schnittstelle XG19

10.6.5 Systemboard ausbauen

Vorgehensweise

1. 8 TORX-Schrauben M3x6-10.9-TX10-A2K-KLF herausdrehen.
2. 1 Bolzen M3 herausdrehen.



Abb. 10-21: Befestigung Systemboard

- 1 TORX-Schraube M3x6-10.9-TX10-A2K-KLF (8x)
- 2 Systemboard
- 3 Bolzen M3

3. Systemboard vorsichtig herausnehmen.



Das Systemboard ist über eine senkrecht eingebaute Verbindungsplatine mit dem Leistungsteil verbunden. Darauf achten, diese nicht zu beschädigen.

10.6.6 Systemboard einbauen

Vorgehensweise

1. Systemboard einsetzen. Darauf achten, dass die senkrecht verbaute Verbindungsplatine zum Leistungsteil nicht beschädigt wird.

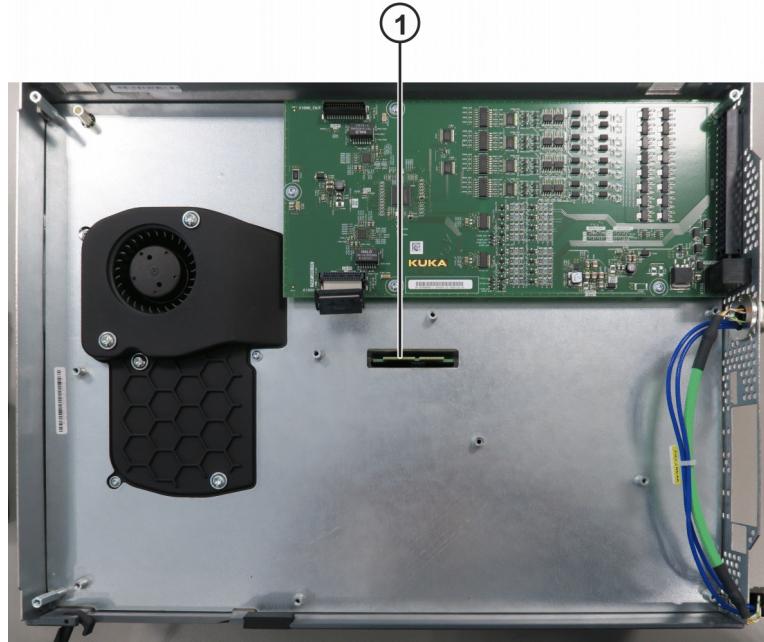


Abb. 10-22: Verbindungsplatine zwischen Leistungsteil und Systemboard

- 1 Verbindungsplatine zwischen Leistungsteil und Systemboard
- 2 Systemboard mit 8 TORX-Schrauben M3x6-10.9-TX10-A2K-KLF und 1 Bolzen M3 befestigen. Schrauben und Bolzen mit dem vorgeschriebenen Drehmoment anziehen.

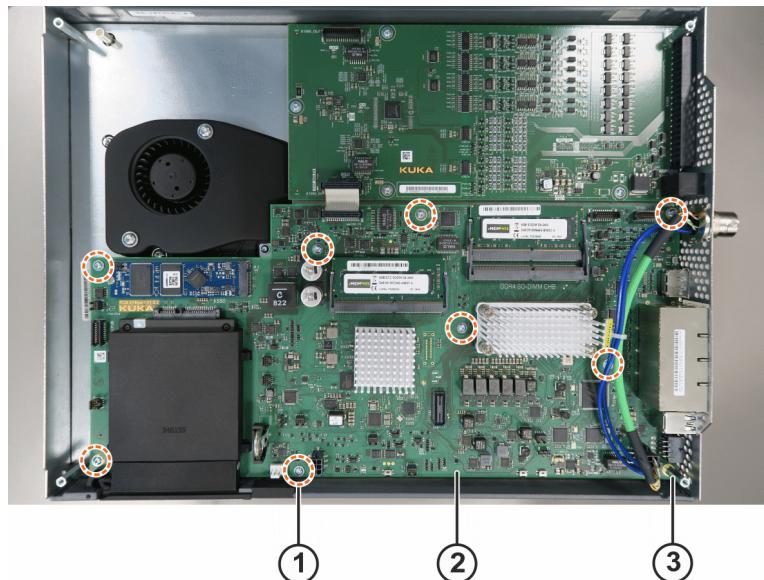


Abb. 10-23: Befestigung Systemboard

- 1 TORX-Schraube M3x6-10.9-TX10-A2K-KLF (8x)
- 2 Systemboard

3 Bolzen M3

10.6.7 Steckverbindungen anstecken

Vorgehensweise

1. Schnittstelle XG19 auf dem Systemboard anstecken.

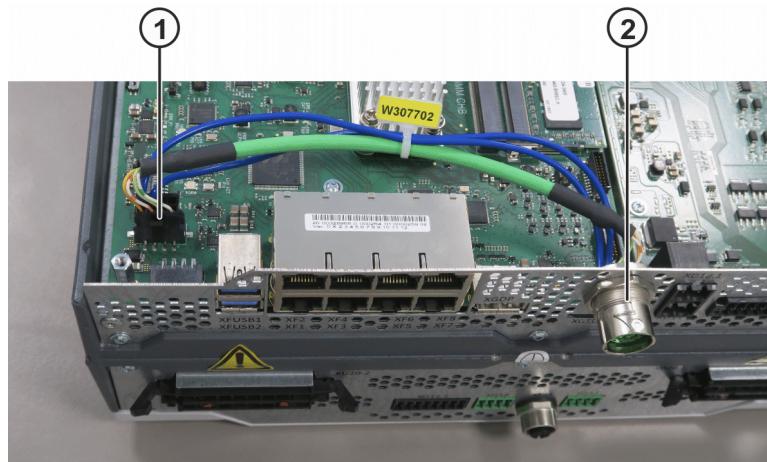


Abb. 10-24: Steckverbindung

- 1 Steckverbindung
- 2 Schnittstelle XG19

2. Flachbandkabel X1000 auf dem Systemboard anstecken.

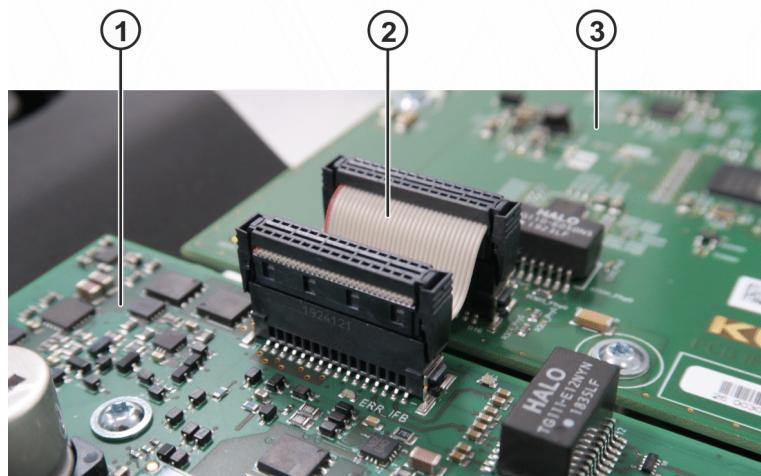


Abb. 10-25: Flachbandkabel X1000

- 1 Systemboard
- 2 Flachbandkabel X1000
- 3 Interfaceboard

10.6.8 microSD-Karte und SSD-Festplatte einbauen

Vorgehensweise

1. SSD-Festplatte einbauen (falls vorhanden).
2. Abdeckung vor dem SSD-Slot schließen und verriegeln.

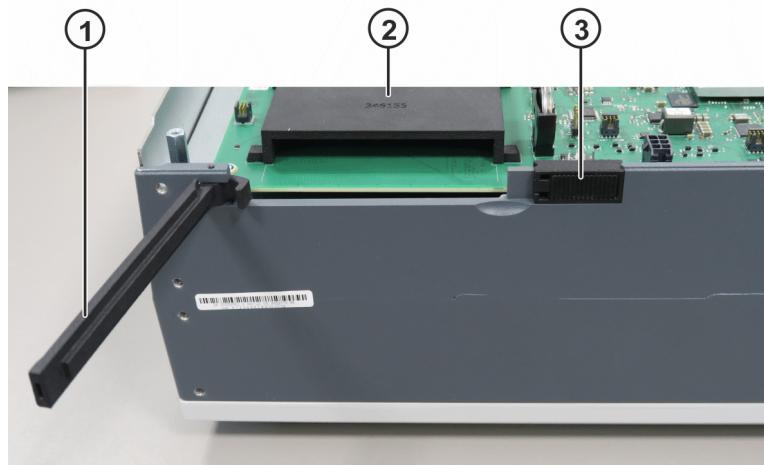


Abb. 10-26: Abdeckung SSD-Slot

- 1 Abdeckung
- 2 SSD-Slot
- 3 Verriegelung

3. microSD-Karte einbauen. Sicherstellen, dass die Kontaktseite der microSD-Karte nach oben zeigt.



Abb. 10-27: microSD-Karte

- 1 microSD-Karte

10.6.9 Internen SSD-Speicher einbauen

Vorgehensweise

1. Internen SSD-Speicher einbauen.



Abb. 10-28: Übersicht (Beispiel)

- 1 Interfaceboard
- 2 Systemboard
- 3 interner SSD-Speicher

10.6.10 Gehäusedeckel montieren

Vorgehensweise

1. Steckverbindung an Robotersteuerung anschließen.



Abb. 10-29: Kabel Gehäusedeckel

- 1 Steckverbindung
2. Gehäusedeckel auf Robotersteuerung aufsetzen.
3. Gehäusedeckel mit 4 TORX-Schrauben an der Robotersteuerung befestigen; Anzugsdrehmoment $M_A = 0,6 \text{ Nm}$.



Abb. 10-30: Gehäusedeckel Schrauben

1 TORX-Schrauben

10.6.11 Abschließende Maßnahmen

Folgende abschließende Maßnahmen müssen durchgeführt werden:

- Robotersteuerung hochfahren und auf Unregelmäßigkeiten achten.

10.7 Interfaceboard auswechseln, KR C5 micro

Beschreibung

In den folgenden Abschnitten wird das Auswechseln des Interfaceboards der Robotersteuerung KR C5 micro (Stand-Alone-Variante) beschrieben.



Abb. 10-31: Übersicht (Beispiel)

- 1 Interfaceboard
- 2 Systemboard
- 3 Interner SSD-Speicher

Arbeitsmittel

Folgende Arbeitsmittel werden benötigt:

| Bezeichnung | Artikelnummer |
|---------------------------|---------------|
| TORX-Schraubendreher TX10 | - |
| Ringmaulschlüssel 5,5 mm | - |
| ESD Handgelenkband | 0000-121-401 |

Material

Folgendes Material wird benötigt:

| Bezeichnung | Artikelnummer | Menge |
|-------------------------------------|---------------|-------|
| EP Interface Board Standard IFB Std | 0000-338-239 | 1 |

Ersatzteilbeschaffung

Defekte Bauteile dürfen nur durch Originalersatzteile der KUKA Deutschland GmbH ersetzt werden. Bei Missachtung entfallen Gewährleistungs- und Haftungsansprüche.

Zusammen mit den Ersatzteilen wird eine "Reparaturkarte" geliefert. Diese muss ausgefüllt und gemeinsam mit dem defekten Bauteil in folgenden Fällen an KUKA Deutschland GmbH zurückgeschickt werden.

- Innerhalb der Laufzeit für die Gewährleistung
- Wenn, nach Rücksprache mit KUKA Deutschland GmbH, eine Untersuchung des defekten Bauteils durch KUKA erforderlich ist.

Anzugsdrehmomente

Die Anzugsdrehmomente sind zu finden unter: (>> [13.2 "Anzugsdrehmomente" Seite 158](#))

Diese gelten für Schrauben und Muttern, wenn keine anderen Angaben vorhanden sind.

Schrauben mit der Festigkeitsklasse 10.9 und höher sowie Schrauben mit Prüfbescheinigung dürfen nur einmal mit dem Nenn-Anzugsdrehmoment angezogen werden, nach dem ersten Lösen müssen diese gegen neue Schrauben ausgetauscht werden.

Voraussetzung

- Robotersteuerung ist ausgeschaltet und gegen unbefugtes Wiedereinschalten gesichert.
- Netzzuleitung ist ausgesteckt.

Arbeitssicherheit



WARNUNG

Lebensgefahr durch Arbeiten an spannungsführenden Teilen

Vor Arbeiten an spannungsführenden Teilen des Robotersystems und/oder in elektrischen Anlagen müssen Maßnahmen zur Einhaltung der 5 Sicherheitsregeln umgesetzt werden. Die Reihenfolge der 5 Sicherheitsregeln ist dabei unbedingt einzuhalten. Tod, schwere Verletzungen oder Sachschäden können die Folge sein.

1. Freischalten
2. Gegen Wiedereinschalten sichern
3. Spannungsfreiheit feststellen
4. Erden und kurzschließen
5. Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken

Nach den Arbeiten müssen Werkzeuge und Hilfsmittel entfernt und diese Maßnahmen in umgekehrter Reihenfolge wieder aufgehoben werden.



WARNUNG

Lebensgefahr durch anliegende Spannung

Der Geräteschalter an der Robotersteuerung besitzt keine netztrennende Funktion. Wenn dies nicht beachtet wird, können Tod oder schwere Verletzungen die Folge sein.

- Vor Arbeiten an der Robotersteuerung muss die Netzzuleitung an der Robotersteuerung abgesteckt werden.
- Abgesteckte Netzzuleitung außer Sicht- und Reichweite des an der Robotersteuerung arbeitenden Personals verwahren.
- Beteiligte Personen durch Hinweisschild über das Ausschalten der Robotersteuerung informieren (z. B. Anbringen eines Warnhinweises).

HINWEIS

Bauteilschädigung oder -zerstörung durch elektrostatische Entladung (ESD)

Elektrostatische Entladungen bei Ein- und Ausbauarbeiten können zur Zerstörung oder Teilschädigung von Elektronikbauteilen führen.

- Nach ESD-Richtlinien arbeiten.

10.7.1 Gehäusedeckel demontieren

Vorgehensweise

1. 4 TORX-Schrauben lösen.



Abb. 10-32: Gehäusedeckel Schrauben

1 TORX-Schrauben

2. Gehäusedeckel öffnen.
3. Steckverbindung von Robotersteuerung trennen.



Abb. 10-33: Kabel Gehäusedeckel

1 Steckverbindung

10.7.2 Interfaceboard ausbauen

Vorgehensweise

1. Flachbandkabel X1000 auf dem Interfaceboard ausstecken.

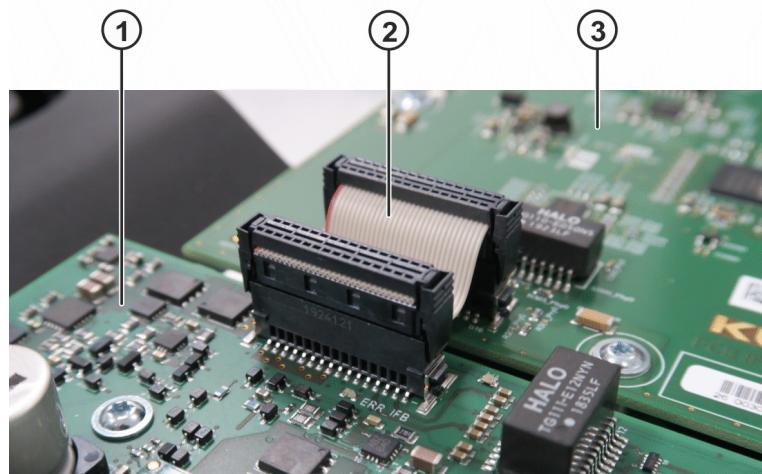


Abb. 10-34: Flachbandkabel X1000

- 1 Systemboard
- 2 Flachbandkabel X1000
- 3 Interfaceboard

2. 4 TORX-Schrauben M3x6-10.9-TX10-A2K-KLF herausdrehen.

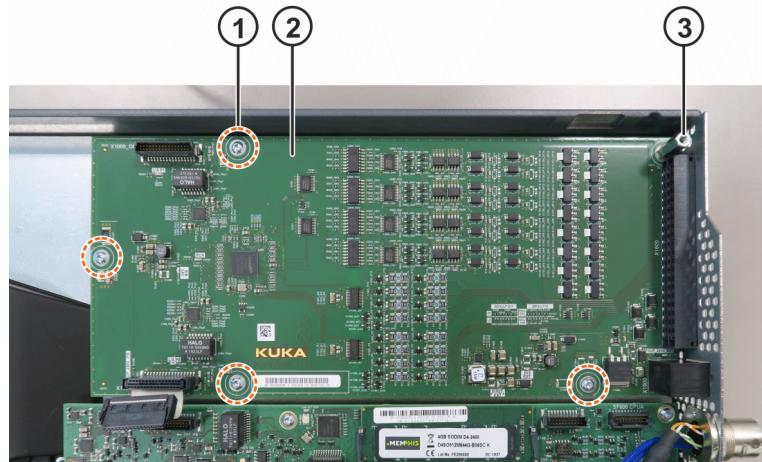


Abb. 10-35: Interfaceboard

- 1 TORX-Schraube M3x6-10.9-TX10-A2K-KLF (4x)
- 2 Interfaceboard
- 3 Bolzen M3

3. 1 Bolzen M3 herausdrehen.
4. Interfaceboard vorsichtig herausnehmen.

10.7.3 Interfaceboard einbauen

Vorgehensweise

1. Interfaceboard einsetzen.
2. Interfaceboard mit 4 TORX-Schrauben M3x6-10.9-TX10-A2K-KLF und 1 Bolzen M3 befestigen. Schrauben mit dem vorgeschriebenen Drehmoment anziehen.

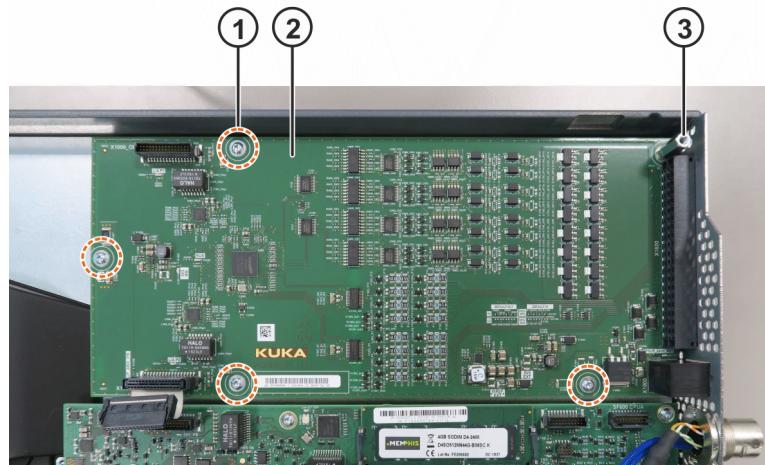


Abb. 10-36: Interfaceboard

1 TORX-Schraube M3x6-10.9-TX10-A2K-KLF (4x)

2 Interfaceboard

3 Bolzen M3

3. Flachbandkabel X1000 auf dem Interfaceboard einstecken.

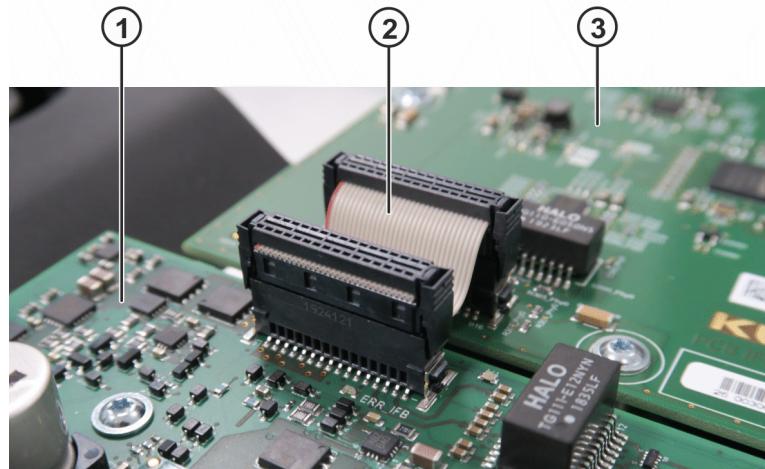


Abb. 10-37: Flachbandkabel X1000

1 Systemboard

2 Flachbandkabel X1000

3 Interfaceboard

10.7.4 Gehäusedeckel montieren

Vorgehensweise

1. Steckverbindung an Robotersteuerung anschließen.

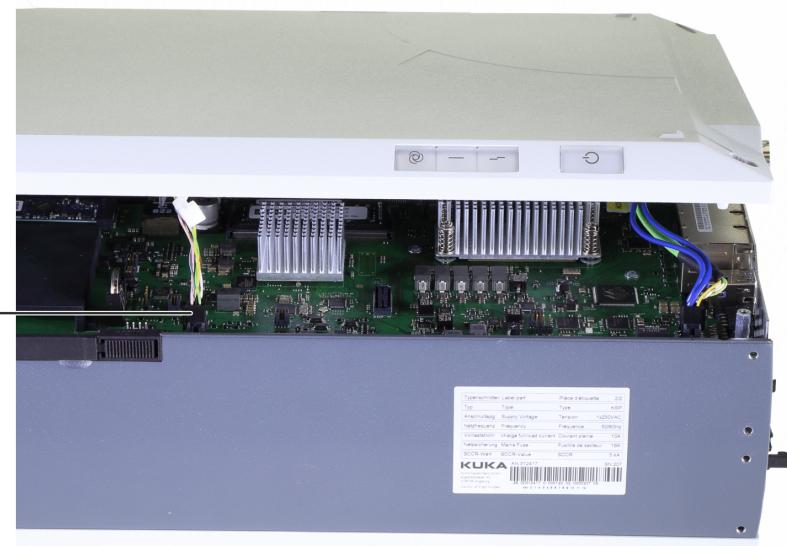


Abb. 10-38: Kabel Gehäusedeckel

- 1 Steckverbindung
2. Gehäusedeckel auf Robotersteuerung aufsetzen.
3. Gehäusedeckel mit 4 TORX-Schrauben an der Robotersteuerung befestigen; Anzugsdrehmoment $M_A = 0,6 \text{ Nm}$.



Abb. 10-39: Gehäusedeckel Schrauben

- 1 TORX-Schrauben

10.7.5 Abschließende Maßnahmen

Folgende abschließende Maßnahmen müssen durchgeführt werden:

- Robotersteuerung hochfahren und auf Unregelmäßigkeiten achten.

10.8 Systemboard auswechseln, KR C5 micro 4CAB

Beschreibung

In den folgenden Abschnitten wird das Auswechseln des Systemboards der Robotersteuerung KR C5 micro 4CAB (Schrank-Variante) beschrieben.

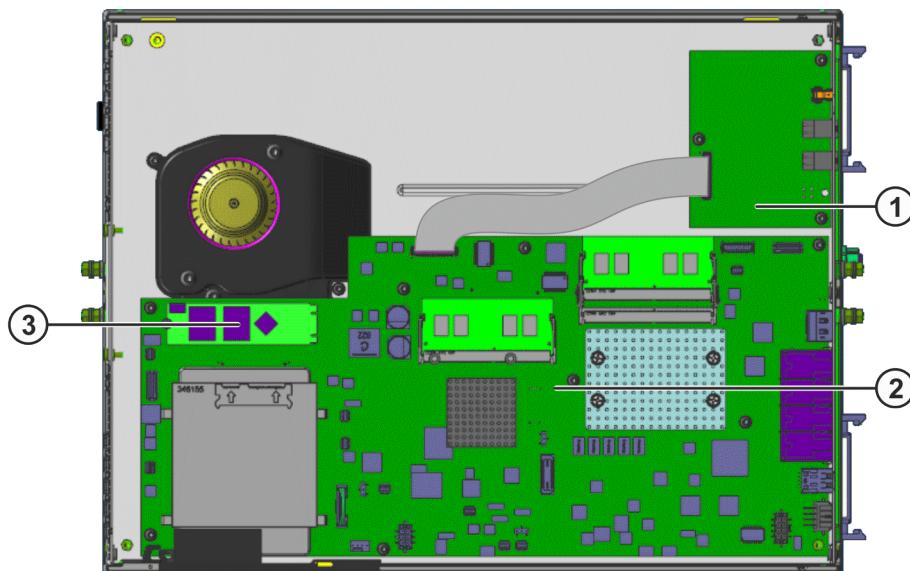


Abb. 10-40: Übersicht (Beispiel)

- 1 Interfaceboard TCA-OUT
- 2 Systemboard
- 3 Interner SSD-Speicher

Arbeitsmittel

Folgende Arbeitsmittel werden benötigt:

| Bezeichnung | Artikelnummer |
|---------------------------|---------------|
| TORX-Schraubendreher TX10 | - |
| Ringmaulschlüssel 5,5 mm | - |
| ESD Handgelenkband | 0000-121-401 |

Material

Folgendes Material wird benötigt:

| Bezeichnung | Artikelnummer | Menge |
|--|---------------|-------|
| EP SML SysPerform kompl. mit 4/4GB u.M.2 | 0000-372-438 | 1 |

Ersatzteilbeschaffung

Defekte Bauteile dürfen nur durch Originalersatzteile der KUKA Deutschland GmbH ersetzt werden. Bei Missachtung entfallen Gewährleistungs- und Haftungsansprüche.

Zusammen mit den Ersatzteilen wird eine "Reparaturkarte" geliefert. Diese muss ausgefüllt und gemeinsam mit dem defekten Bauteil in folgenden Fällen an KUKA Deutschland GmbH zurückgeschickt werden.

- Innerhalb der Laufzeit für die Gewährleistung

- Wenn, nach Rücksprache mit KUKA Deutschland GmbH, eine Untersuchung des defekten Bauteils durch KUKA erforderlich ist.

Anzugsdrehmomente

Die Anzugsdrehmomente sind zu finden unter: (>>> **13.2 "Anzugsdrehmomente" Seite 158**)

Diese gelten für Schrauben und Muttern, wenn keine anderen Angaben vorhanden sind.

Schrauben mit der Festigkeitsklasse 10.9 und höher sowie Schrauben mit Prüfbescheinigung dürfen nur einmal mit dem Nenn-Anzugsdrehmoment angezogen werden, nach dem ersten Lösen müssen diese gegen neue Schrauben ausgetauscht werden.

Voraussetzung

- Robotersteuerung muss ausgebaut sein.

Arbeitssicherheit



WARNUNG

Lebensgefahr durch Arbeiten an spannungsführenden Teilen

Vor Arbeiten an spannungsführenden Teilen des Robotersystems und/oder in elektrischen Anlagen müssen Maßnahmen zur Einhaltung der 5 Sicherheitsregeln umgesetzt werden. Die Reihenfolge der 5 Sicherheitsregeln ist dabei unbedingt einzuhalten. Tod, schwere Verletzungen oder Sachschäden können die Folge sein.

1. Freischalten
2. Gegen Wiedereinschalten sichern
3. Spannungsfreiheit feststellen
4. Erden und kurzschließen
5. Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschranken

Nach den Arbeiten müssen Werkzeuge und Hilfsmittel entfernt und diese Maßnahmen in umgekehrter Reihenfolge wieder aufgehoben werden.



WARNUNG

Lebensgefahr durch anliegende Spannung

Der Geräteschalter an der Robotersteuerung besitzt keine netztrennende Funktion. Wenn dies nicht beachtet wird, können Tod oder schwere Verletzungen die Folge sein.

- Vor Arbeiten an der Robotersteuerung muss die Netzzuleitung an der Robotersteuerung abgesteckt werden.
- Abgesteckte Netzzuleitung außer Sicht- und Reichweite des an der Robotersteuerung arbeitenden Personals verwahren.
- Beteiligte Personen durch Hinweisschild über das Ausschalten der Robotersteuerung informieren (z. B. Anbringen eines Warnhinweises).

HINWEIS

Bauteilschädigung oder -zerstörung durch elektrostatische Entladung (ESD)

Elektrostatische Entladungen bei Ein- und Ausbauarbeiten können zur Zerstörung oder Teilschädigung von Elektronikbauteilen führen.

- Nach ESD-Richtlinien arbeiten.

10.8.1 Gehäusedeckel demontieren

Vorgehensweise

1. 4 TORX-Schrauben lösen.



Abb. 10-41: Gehäusedeckel Schrauben

- 1 TORX-Schrauben
2. Gehäusedeckel öffnen.
3. Steckverbindung von Robotersteuerung trennen.

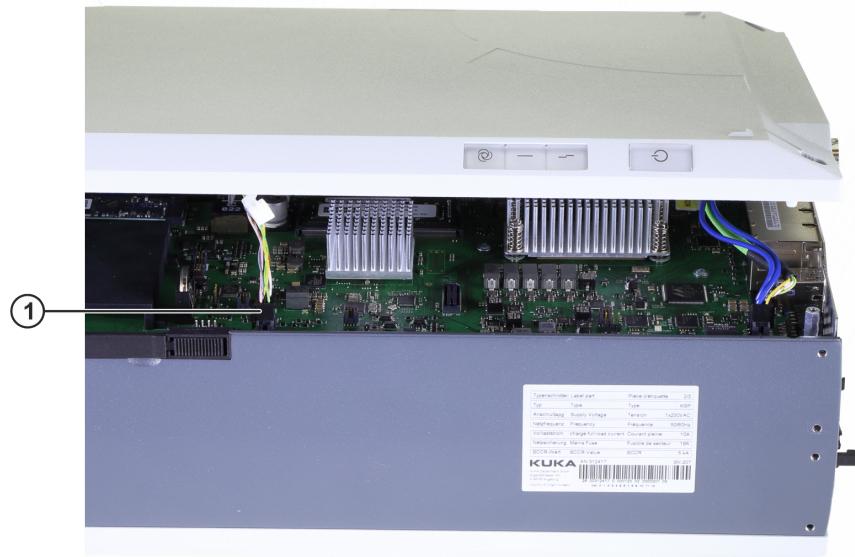


Abb. 10-42: Kabel Gehäusedeckel

- 1 Steckverbindung

10.8.2 microSD-Karte und SSD-Festplatte entnehmen

Vorgehensweise

1. microSD-Karte entfernen.



Abb. 10-43: microSD-Karte

1 microSD-Karte

2. Abdeckung vor dem SSD-Slot entriegeln und öffnen.

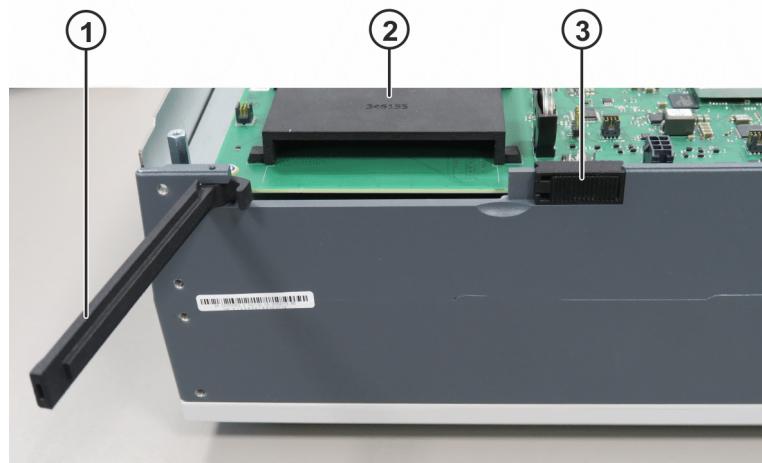


Abb. 10-44: Abdeckung SSD-Slot

1 Abdeckung

2 SSD-Slot

3 Verriegelung

3. SSD-Festplatte entnehmen (falls vorhanden).

10.8.3 Internen SSD-Speicher entnehmen

Vorgehensweise

1. Internen SSD-Speicher entfernen.

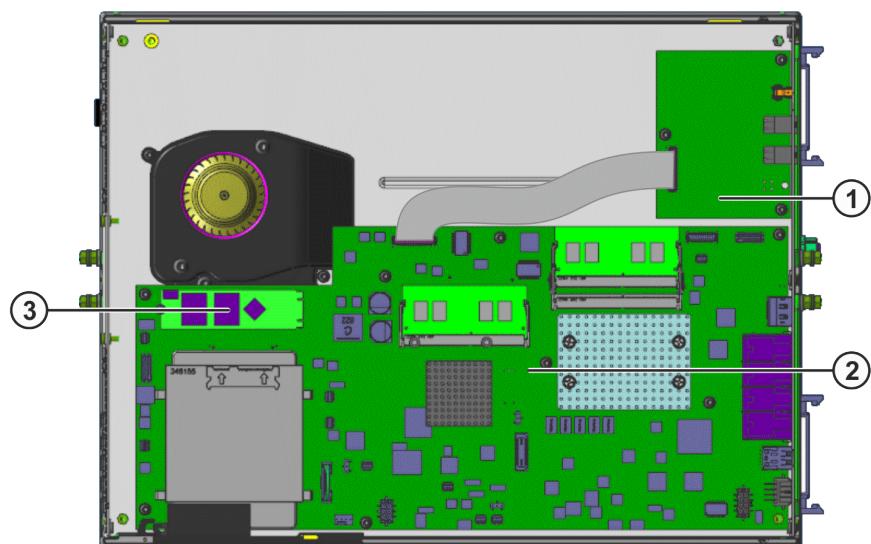


Abb. 10-45: Übersicht (Beispiel)

- 1 Interfaceboard TCA-OUT
- 2 Systemboard
- 3 Interner SSD-Speicher

10.8.4 Steckverbindungen abstecken

Vorgehensweise

1. Flachbandkabel X1000 auf dem Systemboard abstecken.

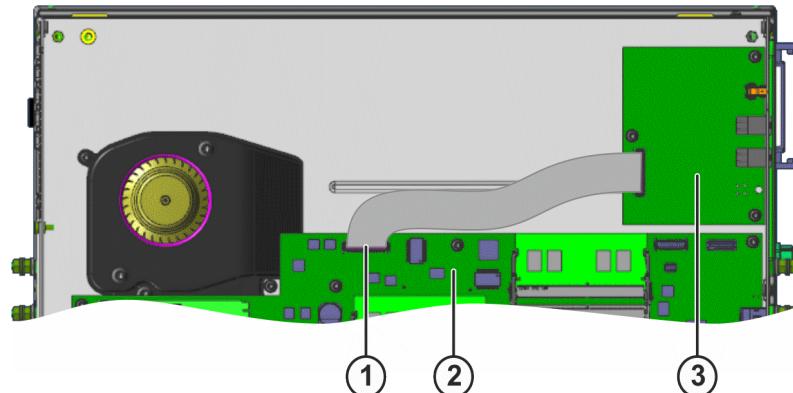


Abb. 10-46: Übersicht (Beispiel)

- 1 Flachbandkabel X1000
- 2 Systemboard
- 3 Interfaceboard IFB-TCA

2. Schnittstelle XG19 auf dem Systemboard abstecken.

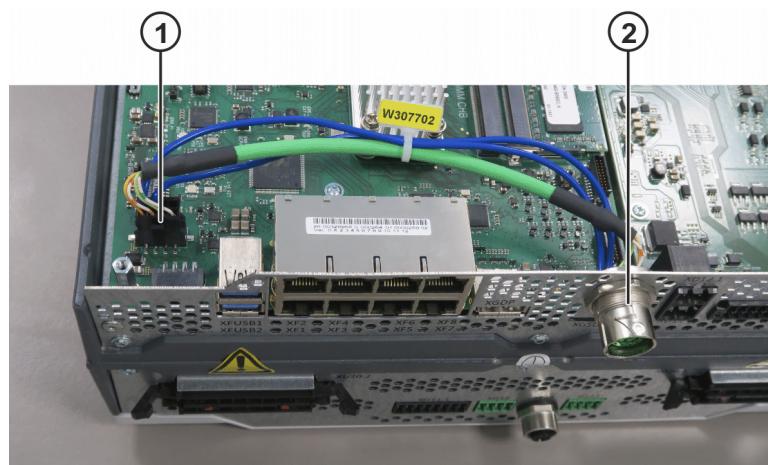


Abb. 10-47: Steckverbindung

- 1 Steckverbindung
- 2 Schnittstelle XG19

10.8.5 Systemboard ausbauen

Vorgehensweise

1. 8 TORX-Schrauben M3x6-10.9-TX10-A2K-KLF herausdrehen.
2. 1 Bolzen M3 herausdrehen.

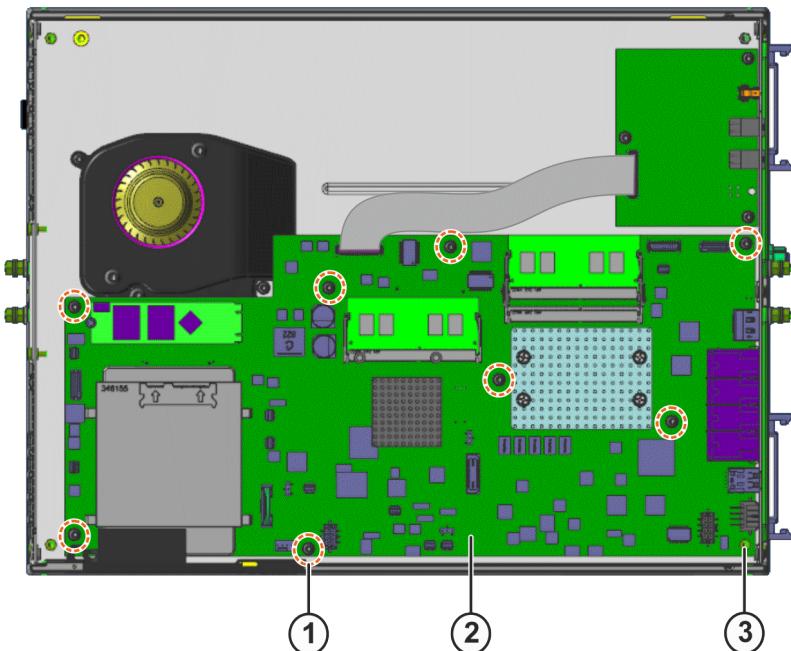


Abb. 10-48: Befestigung Systemboard

- 1 TORX-Schraube M3x6-10.9-TX10-A2K-KLF (8x)
- 2 Systemboard
- 3 Bolzen

3. Systemboard vorsichtig herausnehmen.



Das Systemboard ist über eine senkrecht eingebaute Verbindungsplatine mit dem Leistungsteil verbunden. Darauf achten, diese nicht zu beschädigen.

10.8.6 Systemboard einbauen

Vorgehensweise

1. Systemboard einsetzen. Darauf achten, dass die senkrecht verbaute Verbindungsplatine zum Leistungsteil nicht beschädigt wird.

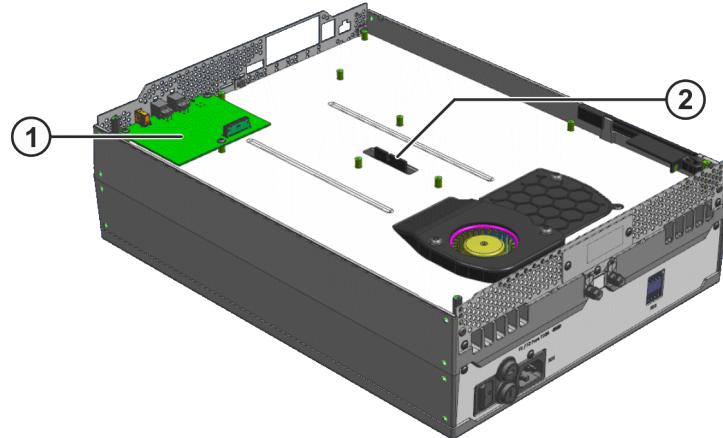


Abb. 10-49: Verbindungsplatine zwischen Leistungsteil und Systemboard

- 1 Interfaceboard TCA-OUT
- 2 Verbindungsplatine zwischen Leistungsteil und Systemboard
2. Systemboard mit 8 TORX-Schrauben M3x6-10.9-TX10-A2K-KLF und 1 Bolzen M3 befestigen. Schrauben und Bolzen mit dem vorgeschriebenen Drehmoment anziehen.

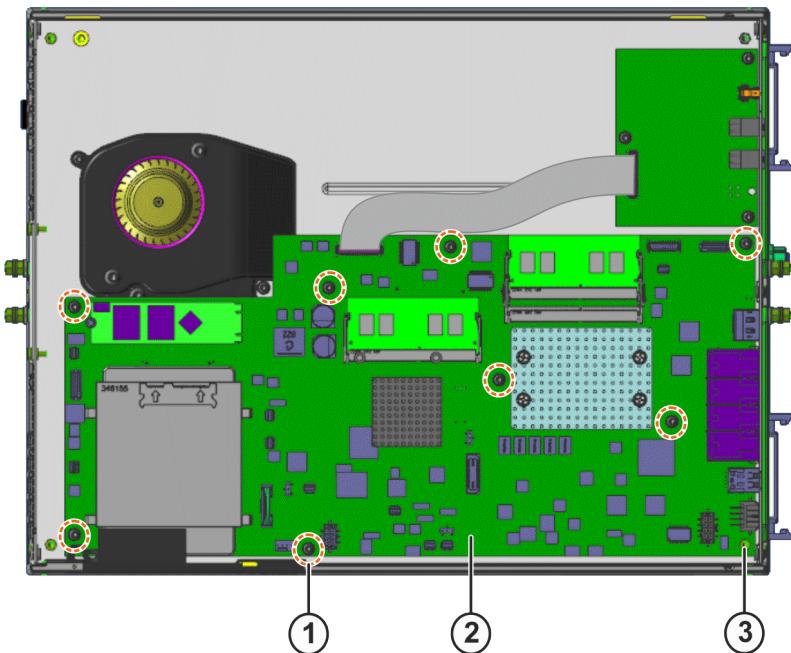


Abb. 10-50: Befestigung Systemboard

- 1 TORX-Schraube M3x6-10.9-TX10-A2K-KLF (8x)
- 2 Systemboard
- 3 Bolzen

10.8.7 Steckverbindungen anstecken

Vorgehensweise

1. Schnittstelle XG19 auf dem Systemboard anstecken.

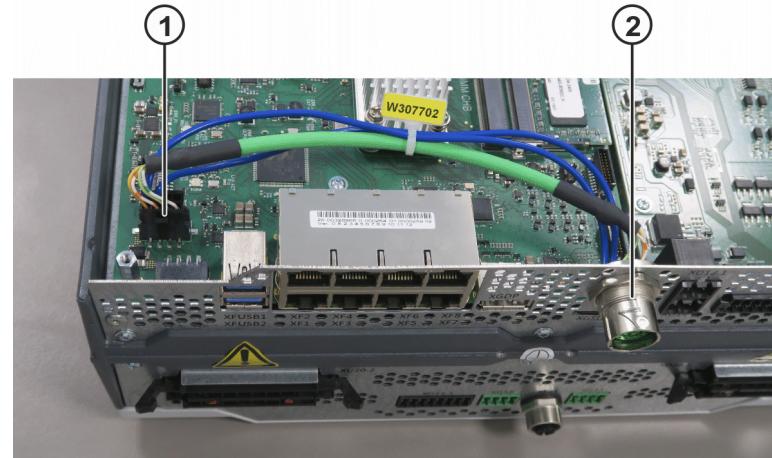


Abb. 10-51: Steckverbindung

- 1 Steckverbindung
- 2 Schnittstelle XG19

2. Flachbandkabel X1000 auf dem Systemboard anstecken.

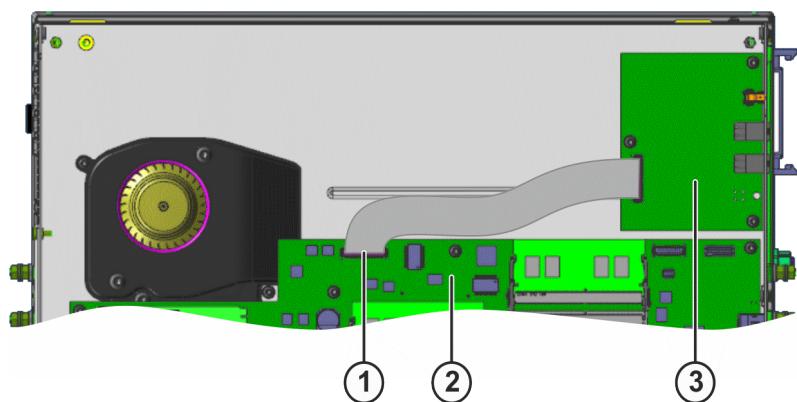


Abb. 10-52: Übersicht (Beispiel)

- 1 Flachbandkabel X1000
- 2 Systemboard
- 3 Interfaceboard IFB-TCA

10.8.8 microSD-Karte und SSD-Festplatte einbauen

Vorgehensweise

1. SSD-Festplatte einbauen (falls vorhanden).
2. Abdeckung vor dem SSD-Slot schließen und verriegeln.

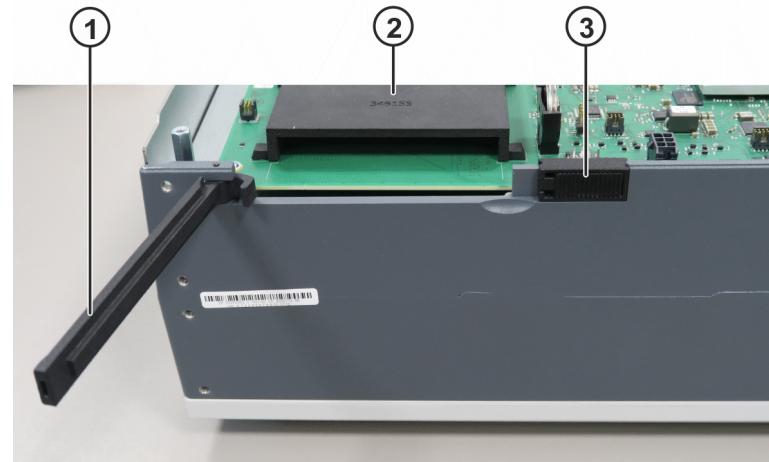


Abb. 10-53: Abdeckung SSD-Slot

- 1 Abdeckung
- 2 SSD-Slot
- 3 Verriegelung

3. microSD-Karte einbauen. Sicherstellen, dass die Kontaktseite der microSD-Karte nach oben zeigt.



Abb. 10-54: microSD-Karte

1 microSD-Karte

10.8.9 Internen SSD-Speicher einbauen

Vorgehensweise

1. Internen SSD-Speicher einbauen.

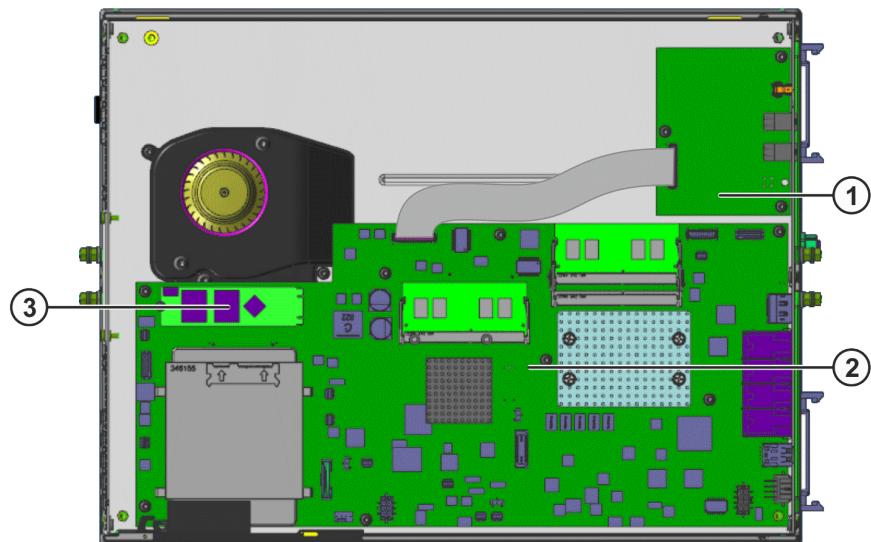


Abb. 10-55: Übersicht (Beispiel)

1 Interfaceboard TCA-OUT
 2 Systemboard
 3 interner SSD-Speicher

10.8.10 Gehäusedeckel montieren

Vorgehensweise

1. Steckverbindung an Robotersteuerung anschließen.



Abb. 10-56: Kabel Gehäusedeckel

- 1 Steckverbindung
2. Gehäusedeckel auf Robotersteuerung aufsetzen.
3. Gehäusedeckel mit 4 TORX-Schrauben an der Robotersteuerung befestigen; Anzugsdrehmoment $M_A = 0,6 \text{ Nm}$.



Abb. 10-57: Gehäusedeckel Schrauben

- 1 TORX-Schrauben

10.8.11 Abschließende Maßnahmen

Folgende abschließende Maßnahmen müssen durchgeführt werden:

- Robotersteuerung hochfahren und auf Unregelmäßigkeiten achten.

11 Fehlerbehebung

11.1 Systemboard LED-Fehleranzeige

Beschreibung

Auf dem Systemboard befinden sich LEDs, die im Fehlerfall rot leuchten. Das Leuchten ist durch die Öffnungen am Lufteintritt der Kühlung zu sehen.

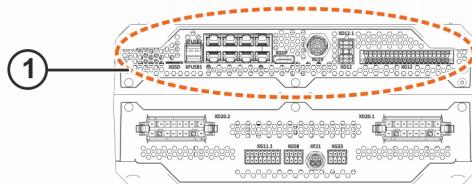


Abb. 11-1: Frontansicht

1 Systemboard

Vorgehensweise

1. Robotersteuerung ausschalten.
2. Netzzuleitung abstecken. Abgesteckte Netzzuleitung außer Sicht- und Reichweite der Robotersteuerung verwahren.
3. KUKA Customer Support kontaktieren.

12 Außerbetriebnahme, Lagerung und Entsorgung

12.1 Außerbetriebnahme

Beschreibung

Dieser Abschnitt beschreibt alle Arbeiten, die zur Außerbetriebnahme der Robotersteuerung erforderlich sind, wenn die Robotersteuerung aus der Anlage ausgebaut wird. Nach der Außerbetriebnahme erfolgt die Vorbereitung für die Lagerung oder der Transport zu einem anderen Einsatzort.

Arbeitsmittel

Folgende Arbeitsmittel werden benötigt:

| Bezeichnung | Artikelnummer |
|----------------------------------|---------------|
| TORX-Schraubendrehereinsatz TX10 | - |

Voraussetzung

- Ausbauort ist frei zugänglich.
- Es besteht keine Gefährdung durch andere Anlagenteile.
- Robotersteuerung ist am Geräteschalter ausgeschaltet und der Netzanschluss ist abgesteckt.

Arbeitssicherheit



Arbeiten an der Elektrik und Mechanik der Maschine dürfen nur von Fachkräften vorgenommen werden.

Vorgehensweise

- Peripherie-Anschlüsse lösen und abziehen.
- Motorleitungs- und Steuerleitungs-Stecker lösen und abziehen.
- Schutzleiter lösen und abziehen.
- Robotersteuerung für die Lagerung vorbereiten.

12.1.1 Abschließende Maßnahmen

Folgende abschließende Maßnahmen müssen durchgeführt werden:

- Einzelne Komponenten zur Lagerung vorbereiten (>>> [12.2 "Lagerung" Seite 153](#)) oder sachgerecht entsorgen (>>> [12.3 "Entsorgung" Seite 154](#)).

12.2 Lagerung

Beschreibung

Die Robotersteuerung kann vollständig montiert gelagert werden.

Lagerort

Wird die Robotersteuerung für längere Zeit eingelagert, folgende Punkte beachten:

- Der Lagerort muss weitgehend staubfrei und trocken sein.
- Temperaturschwankungen vermeiden.

- Wind und Zugluft vermeiden.
- Kondenswasserbildung vermeiden.
- Temperaturbereiche für Lagerung beachten und einhalten.
- Lagerort so wählen, dass die Verpackungsfolie nicht beschädigt werden kann.
- Die Robotersteuerung nur in geschlossenen Räumen lagern.

Vorgehensweise

1. Robotersteuerung reinigen. Es dürfen keine Verunreinigungen an oder in der Robotersteuerung verbleiben.
2. Robotersteuerung einer Sichtkontrolle auf Beschädigungen unterziehen.
3. Batterien ausbauen und entsprechend Herstellerangaben lagern.
4. Fremdkörper entfernen.
5. Mögliche Korrosionsstellen fachgerecht beseitigen.
6. Alle Abdeckungen an der Robotersteuerung anbringen und sicherstellen, dass die Dichtungen funktionsfähig sind.
7. Elektrische Anschlüsse mit geeigneten Abdeckungen verschließen.
8. Robotersteuerung mit Folie abdecken und Folie staubdicht verschließen.

Bei Bedarf unter der Folie zusätzliche Trocknungsmittel einbringen.

12.3 Entsorgung

Am Ende der Nutzungsphase der Robotersteuerung kann diese zerlegt und gemäß den Materialgruppen fachgerecht entsorgt werden.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die in der Steuerung verwendeten Werkstoffe. Die Kunststoffteile tragen zum Teil Materialkennzeichnungen, die bei der Entsorgung zu berücksichtigen sind.



Der Kunde ist zur Rückgabe gebrauchter Batterien als Endnutzer gesetzlich verpflichtet. Die Batterien können nach dem Gebrauch an den Verkäufer oder in den dafür vorgesehenen Rücknahmestellen (z. B. in kommunalen Sammelstellen oder im Handel) unentgeltlich zurückgegeben werden. Die Batterien können auch per Post an den Verkäufer gesendet werden.

Folgende Symbole sind auf den Batterien abgebildet:

- Durchgestrichene Mülltonne: Batterie nicht in den Hausmüll werfen
- Pb: Batterie enthält mehr als 0,004 Masseprozent Blei
- Cd: Batterie enthält mehr als 0,002 Masseprozent Cadmium
- Hg: Batterie enthält mehr als 0,0005 Masseprozent Quecksilber

| Material | Baugruppe, Bauteil | Weitere Informationen |
|---------------------|--|-----------------------|
| Metalle | | |
| Aluminium | Gehäusedeckel und Kühlkörper der Steuerung | |
| CuZn (vergoldet) | Steckverbinder, Kontakte | Unzerlegt entsorgen |
| Kupfer | Elektrische Leitungen, Adern | |

| Material | Baugruppe, Bauteil | Weitere Informationen |
|------------------------|--|---|
| Stahl | Schrauben, Scheiben, Bleche | |
| Stahl (ST 52-3) | Schrauben, Scheiben | |
| Elektrobauteile | | |
| | Elektrokomponenten z. B. RDC, TDC, Platinen | Unzerlegt als Elektroschrott entsorgen |
| Lithium Batterie | Pufferbatterien | Als Sondermüll entsorgen. |
| Bleigel Akku | | |
| Kunststoffe | | |
| EPDM | Dichtungen, Deckel | |
| ETFE | Schutzschlauch | |
| NBR | O-Ringe | |
| PE | Kabelbinder | |
| PUR | Leitungsummantelung | |

13 Anhang

13.1 Angewandte Normen und Vorschriften

Aus Gründen der Vollständigkeit enthält die Tabelle auch die angewandten nordamerikanischen und kanadischen Normen und Vorschriften.

Die nordamerikanischen und kanadischen Normen gelten nur für Produkte, für die eine entsprechende Zertifizierung vorliegt (z. B. eine NRTL-Zertifizierung).

| Name/Ausgabe | Definition |
|---|--|
| 2006/42/EG | Maschinenrichtlinie: Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung) |
| 2014/30/EU | EMV-Richtlinie: Richtlinie 2014/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit |
| ANSI/RIA R15.06-2012 | Industrial Robots and Robot System |
| CAN/CSA C22.2 No.301-16 | Industrial electrical machinery |
| CAN/CSA-C22.2 No. 61010-2-201:2018 | Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control, and Laboratory Use Part 2-201: Particular Requirements for Control Equipment |
| CAN/CSA-Z434-14 | Industrial Robots and Robot Systems: General Safety Requirements |
| EN 55011:2016 + A1:2017 + A11:2020 | Industrielle, wissenschaftliche und medizinische Geräte Funkstörungen - Grenzwerte und Messverfahren |
| EN 60204-1:2018 | Sicherheit von Maschinen: Elektrische Ausrüstung von Maschinen; Teil 1: Allgemeine Anforderungen |
| EN 61000-6-2:2005 | Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV): Teil 6-2: Fachgrundnormen; Störfestigkeit für Industriebereich |
| EN 61000-6-4:2007 + A1:2011 | Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV): Teil 6-4: Fachgrundnormen; Störaussendung für Industriebereich |
| EN 614-1:2006 + A1:2009 | Sicherheit von Maschinen: Ergonomische Gestaltungsgrundsätze; Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze |
| EN IEC 61000-6-2:2019 | Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV): Teil 6-2: Fachgrundnormen - Störfestigkeit für Industriebereiche |

| | |
|--------------------------------|---|
| EN IEC 61000-6-4:2019 | Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV): Teil 6-4: Fachgrundnormen; Störaussendung für Industriebereich |
| EN IEC 61010-2-201:2018 | Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte Teil 2-201: Besondere Anforderungen für Steuer- und Regelgeräte |
| EN IEC 62061:2021 | Sicherheit von Maschinen Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener Steuerungssysteme |
| EN ISO 10218-1:2011 | Industrieroboter - Sicherheitsanforderungen: Teil 1: Roboter |
| EN ISO 12100:2010 | Sicherheit von Maschinen: Allgemeine Gestaltungsleitsätze, Risikobeurteilung und Risikominde- rung |
| EN ISO 13849-1:2015 | Sicherheit von Maschinen: Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen; Teil 1: Allgemeine Ge- staltungsleitsätze |
| EN ISO 13849-2:2012 | Sicherheit von Maschinen: Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen; Teil 2: Validierung |
| EN ISO 13850:2015 | Sicherheit von Maschinen: NOT-HALT-Gestaltungsleitsätze |
| NFPA 79:2018 | Electrical Standard for Industrial Machinery |
| UL 1740:2018 | Robots and Robotic Equipment |
| UL 61010-2-201:2018 | Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use Part 2-201: Particular requirements for control equipment |

13.2 Anzugsdrehmomente

Anzugsdrehmomente

Die folgenden Anzugsdrehmomente (Nm) gelten für Schrauben und Muttern, wenn keine anderen Angaben vorhanden sind.

Die angegebenen Werte gelten für leicht geölte, schwarze (z. B. phosphatierte) und beschichtete (z. B. mech. Zn, Zinklamellenüberzüge, Schraubensicherungen) Schrauben und Muttern.

| Gewinde | Festigkeitsklasse | | |
|----------------|--------------------------|-------------|-------------|
| | 8.8 | 10.9 | 12.9 |
| M1,6 | 0,17 Nm | 0,24 Nm | 0,28 Nm |
| M2 | 0,35 Nm | 0,48 Nm | 0,56 Nm |
| M2,5 | 0,68 Nm | 0,93 Nm | 1,10 Nm |
| M3 | 1,2 Nm | 1,6 Nm | 2,0 Nm |
| M4 | 2,8 Nm | 3,8 Nm | 4,4 Nm |

| Gewinde | Festigkeitsklasse | | |
|----------------|--------------------------|-------------|-------------|
| | 8.8 | 10.9 | 12.9 |
| M5 | 5,6 Nm | 7,5 Nm | 9,0 Nm |
| M6 | 9,5 Nm | 12,5 Nm | 15,0 Nm |
| M8 | 23,0 Nm | 31,0 Nm | 36,0 Nm |
| M10 | 45,0 Nm | 60,0 Nm | 70,0 Nm |
| M12 | 78,0 Nm | 104,0 Nm | 125,0 Nm |
| M14 | 125,0 Nm | 165,0 Nm | 195,0 Nm |
| M16 | 195,0 Nm | 250,0 Nm | 305,0 Nm |
| M20 | 370,0 Nm | 500,0 Nm | 600,0 Nm |
| M24 | 640,0 Nm | 860,0 Nm | 1030,0 Nm |
| M30 | 1330,0 Nm | 1700,0 Nm | 2000,0 Nm |

| Gewinde | Festigkeitsklasse | |
|----------------|---|---|
| | 8.8 ISO7991 Innensechskant | 10.9 ISO7380, ISO07381 Linsenflanschkopf |
| M3 | 0,8 Nm | 0,8 Nm |
| M4 | 1,9 Nm | 1,9 Nm |
| M5 | 3,8 Nm | 3,8 Nm |

| Gewinde | Festigkeitsklasse | |
|----------------|--|--|
| | 10.9 DIN7984 Flachkopfschrauben | |
| M4 | 2,8 Nm | |

Hutmuttern M5 mit 4,2 Nm anziehen.

14 KUKA Service

14.1 Support-Anfrage

Einleitung

Diese Dokumentation bietet Informationen zu Betrieb und Bedienung und unterstützt Sie bei der Behebung von Störungen. Für weitere Anfragen steht Ihnen die lokale Niederlassung zur Verfügung.

Informationen

Zur Abwicklung einer Anfrage werden folgende Informationen benötigt:

- Problembeschreibung inkl. Angaben zu Dauer und Häufigkeit der Störung
- Möglichst umfassende Informationen zu den Hardware- und Software-Komponenten des Gesamtsystems

Die folgende Liste gibt Anhaltspunkte, welche Informationen häufig relevant sind:

- Typ und Seriennummer der Kinematik, z. B. des Manipulators
- Typ und Seriennummer der Steuerung
- Typ und Seriennummer der Energiezuführung
- Bezeichnung und Version der Systemsoftware
- Bezeichnungen und Versionen weiterer/anderer Software-Komponenten oder Modifikationen
- Diagnosepaket der Systemsoftware

Für KUKA Sunrise zusätzlich: Vorhandene Projekte inklusive Applikationen

Für Versionen der KUKA System Software älter als V8: Archiv der Software (Diagnosepaket steht hier noch nicht zur Verfügung.)

- Vorhandene Applikation
- Vorhandene Zusatzachsen

14.2 KUKA Customer Support

Die Kontaktdaten der lokalen Niederlassungen finden Sie unter:
www.kuka.com/customer-service-contacts

Index

| | |
|-----------------|-----|
| 2006/42/EG..... | 157 |
| 2014/30/EU..... | 157 |
| 95/16/EG..... | 157 |

A

Abmessungen

| | |
|--------------------------------------|---------|
| Robotersteuerung..... | 57 |
| Absicherung..... | 74, 100 |
| Achsbereich..... | 22 |
| Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen..... | 37 |
| Anhalteweg..... | 22 |
| Anhang..... | 157 |
| Anlagenintegrator..... | 24 |
| Anschlussbedingungen..... | 72 |
| Anschlussfeld..... | 15 |
| ANSI/RIA R15.06-2012..... | 157 |
| Antriebsbox..... | 17 |
| Anwender..... | 25 |
| Anzugsdrehmomente..... | 158 |
| Arbeitsbereich..... | 22, 26 |
| Arbeitsmittel..... | 116 |
| Arbeitssicherheit..... | 117 |
| Aufstell- und Einbaubedingungen..... | 66 |
| Außenbetriebnahme..... | 45, 153 |
| AUT (Betriebsart)..... | 22 |
| Automatik (Betriebsart)..... | 22 |
| Automatikbetrieb..... | 43 |

B

| | |
|-----------------------------------|---------------|
| Batteriepack..... | 17 |
| Bedienerschutz..... | 29, 32 |
| Bedienung..... | 103 |
| Begriffe | |
| verwendete..... | 10 |
| Begriffe, Sicherheit..... | 22 |
| Beschreibung..... | 114, 116, 121 |
| Komponenten Industrieroboter..... | 15 |
| Bestimmungsgemäße Verwendung..... | 19 |
| Betreiber..... | 22, 25 |
| Betriebsartenwahl..... | 36 |
| Br M..... | 10 |
| Bremsdefekt..... | 37 |
| Bremsweg..... | 22 |

C

| | |
|---|-----|
| CAN/CSA-C22.2 No. 61010-2-201:2018..... | 157 |
| CAN/CSA-Z434-14..... | 157 |
| CAN/CSA C22.2 No.301-16..... | 157 |
| CE-Kennzeichnung..... | 22 |
| Commander..... | 22 |
| Controller System Panel..... | 18 |
| CSP..... | 18 |

D

| | |
|--------------------------------------|-----|
| Daisy Chain..... | 10 |
| Schnittstelle XF3..... | 78 |
| Schnittstelle XF34..... | 78 |
| Datenleitungen | |
| XF21..... | 88 |
| Diagnosepaket..... | 161 |
| Dokumentation, Industrieroboter..... | 9 |
| Dynamische Testung..... | 86 |

E

| | |
|---|-------------------------|
| EDS..... | 10 |
| EDS cool..... | 10 |
| EG-Konformitätserklärung..... | 21 |
| Einbauerklärung..... | 21, 22 |
| Einleitung..... | 9 |
| Einspeisung..... | 74, 100 |
| Electrical Standard for Industrial Machinery..... | 158 |
| Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)..... | 157, 158 |
| Elektromagnetische Verträglichkeit, EMV..... | 65 |
| EMD..... | 10 |
| EMV..... | 10 |
| EMV-Richtlinie..... | 22, 157 |
| EN 55011:2016 + A1:2017 + A11:2020..... | 157 |
| EN 60204-1:2018..... | 157 |
| EN 61000-6-2:2005..... | 157 |
| EN 61000-6-4:2007 + A1:2011..... | 157 |
| EN 61000-6-4:2019..... | 158 |
| EN 614-1:2006 + A1:2009..... | 157 |
| EN IEC 61000-6-2:2019..... | 157 |
| EN IEC 61010-2-201:2018..... | 158 |
| EN IEC 62061:2021..... | 158 |
| EN ISO 10218-1:2011..... | 158 |
| EN ISO 12100:2010..... | 158 |
| EN ISO 13849-1:2015..... | 158 |
| EN ISO 13849-2:2012..... | 158 |
| EN ISO 13850:2015..... | 158 |
| Entsorgung..... | 45, 153, 154 |
| Ersatzteil..... | 116, 121, 123, 134, 140 |
| Ethernet-Schnittstelle | |
| KSI..... | 78 |
| EtherNet/IP..... | 10 |

F

| | |
|-----------------------|-----|
| Fehlanwendung..... | 19 |
| Fehlerbehebung..... | 151 |
| Funktionsprüfung..... | 40 |

G

| | |
|----------------------------------|--------|
| Gefahrenbereich..... | 22, 26 |
| Gefahrstoffe..... | 44 |
| Geräteanschluss-Leitung..... | 17 |
| Geschwindigkeitsüberwachung..... | 31 |

| | |
|--|---------------------------|
| H | |
| Haftungshinweis..... | 21 |
| High-Side-Mode..... | 81 |
| Hinweise..... | 9 |
| HMI..... | 10 |
| I | |
| IFBstd..... | 11 |
| Inbetriebnahme..... | 39, 95 |
| Industrial Robots and Robot System..... | 157 |
| Industrielle, wissenschaftliche und medizinische Geräte..... | 157 |
| Industrieroboter..... | 21 |
| Instandsetzung..... | 43, 111 |
| IT-Netzwerk..... | 11 |
| K | |
| KCB..... | 11 |
| KEB..... | 11 |
| KEI..... | 11, 79 |
| Kennzeichnungen..... | 35 |
| KLI..... | 11 |
| XF5..... | 79 |
| XF6..... | 79 |
| Kollaborativer Betrieb, MRK..... | 33 |
| Komponenten | |
| Manipulator..... | 15 |
| Optionen..... | 15 |
| Programmierhandgerät..... | 15 |
| Robotersteuerung..... | 15 |
| Software..... | 15 |
| Verbindungsleitungen..... | 15 |
| Zubehör..... | 15 |
| Konformitätserklärung..... | 21 |
| KONI | |
| Schnittstelle..... | 78 |
| KRF..... | 23 |
| KSB..... | 11 |
| KSI..... | 11, 78 |
| KSP..... | 11 |
| KUKA Customer Support..... | 161 |
| KUKA Service..... | 161 |
| KUKA smartPAD-2..... | 11 |
| KUKA smartPAD pro..... | 11, 23 |
| L | |
| Lagerung..... | 45, 153 |
| Lampe "Antriebe bereit"..... | 87, 108 |
| LED-Fehleranzeige | |
| Systemboard..... | 151 |
| Leistungsteil..... | 15 |
| Low-Side-Mode..... | 81 |
| M | |
| M..... | 11 |
| Manipulator..... | 11, 21, 23 |
| Manueller Betrieb..... | 42 |
| Marken..... | 10 |
| Maschinenrichtlinie..... | 22, 157 |
| Material..... | 115, 116, 121 |
| Materialkennzeichnung..... | 154 |
| Maximale Leitungslänge.... | 77–79, 81, 83, 85, 88, 89 |
| microSD-Karte..... | 76 |
| Mindestabstände Robotersteuerung..... | 59 |
| mini CSP..... | 11 |
| Motorleitung, Datenleitung..... | 17 |
| Motorschmittstelle | |
| XD20.1..... | 89 |
| XD20.2..... | 89 |
| MRK..... | 23 |
| N | |
| NA..... | 11 |
| Netz anschließen..... | 100 |
| Netzanschluss | |
| XD1..... | 74, 100 |
| NFPA 79..... | 158 |
| Niederspannungsrichtlinie..... | 22 |
| Normen..... | 157 |
| NOT-HALT | |
| extern..... | 11, 23 |
| lokal..... | 11, 23 |
| NOT-HALT-Einrichtung..... | 33 |
| extern..... | 11, 23 |
| lokal..... | 11, 23 |
| NOT-HALT-Einrichtung, lokal..... | 30 |
| NOT-HALT-Gerät..... | 30 |
| NOT-HALT, Ausgang..... | 33 |
| NOT-HALT, extern..... | 33 |
| O | |
| Optionen..... | 21 |
| OT-Netzwerk..... | 11 |
| P | |
| Panikstellung..... | 30 |
| PE-Potenzialausgleich..... | 71 |
| PELV..... | 12 |
| PELV Netzteil..... | 81, 82 |
| Performance Level..... | 90 |
| Performance Level..... | 27 |
| Peripherieleitungen..... | 17 |
| Personal..... | 24 |
| Persönliche Schutzausrüstung..... | 25 |
| PFH-Werte..... | 90 |
| Pflegearbeiten..... | 44 |
| PL..... | 90 |
| Planung..... | 65 |
| Planung, Übersicht..... | 65 |
| PLC..... | 12 |
| PoE..... | 12 |

| | | | |
|--|----------|---------------------------------------|------------|
| Produktbeschreibung..... | 15 | Sicherheitshalt 0..... | 23 |
| Programmierhandgerät..... | 21 | Sicherheitshalt 1 (bahntreu)..... | 23 |
| PSA..... | 25 | Sicherheitshalt 1 (MRK)..... | 23 |
| Q | | Sicherheitshinweise..... | 9 |
| QBS..... | 12 | Sicherheitslogik..... | 15 |
| R | | Sicherheitsschnittstelle | |
| RDC..... | 12 | XG11.1..... | 101 |
| RDC cool..... | 12 | XG58..... | 101 |
| Reaktionsweg..... | 22 | Sicherheitsschnittstellen..... | 17 |
| Reinigung..... | 109 | Sicherheitssteuerung..... | 29 |
| Reinigungsarbeiten..... | 44 | Sicherung | |
| Richtlinien..... | 157 | auswechseln..... | 121 |
| Robotersteuerung..... | 15, 21 | Simulation..... | 43 |
| aufstellen..... | 96 | Single Point of Control..... | 45 |
| einschalten..... | 101, 103 | SION..... | 12 |
| Robotersteuerung gestapelt..... | 67 | smartPAD..... | 12, 38 |
| Rüttelfestigkeit..... | 56 | anstecken..... | 99 |
| S | | smartPAD-Leitung..... | 17 |
| Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control, and Laboratory Use..... | 158 | Softpower Button..... | 103 |
| Schilder..... | 61 | Software..... | 21 |
| Schnittstelle | | Software-Endschalter..... | 34 |
| Daisy Chain..... | 78 | SOP..... | 12 |
| KEI..... | 79 | SPOC..... | 45 |
| KLI..... | 79 | SPS..... | 12 |
| KONI..... | 78 | SSD..... | 12 |
| KSI Ethernet..... | 78 | auswechseln..... | 114 |
| USB..... | 76 | Steuerbox | |
| XD12..... | 81 | Systemboard "Performance"..... | 16 |
| XD12.1..... | 81 | Steuerteil..... | 15 |
| XF21 Datenleitung..... | 88 | STOP 0..... | 24 |
| XG12..... | 79 | STOP 1 (bahntreu)..... | 24 |
| XGDP..... | 79 | STOP 1 (MRK)..... | 24 |
| Schnittstelle Daisy Chain | | STOP 2..... | 24 |
| XF3..... | 78 | Stopp-Kategorie 0..... | 24 |
| XF4..... | 78 | Stopp-Kategorie 1 (bahntreu)..... | 24 |
| Schulungen..... | 9 | Stopp-Kategorie 1 (MRK)..... | 24 |
| Schutzausstattung..... | 34 | Stopp-Kategorie 2..... | 24 |
| Schutzbereich..... | 23, 26 | Stopp-Reaktionen..... | 26 |
| Schutzeinrichtungen, extern..... | 35 | Störungen..... | 39 |
| Schutzleiter | | Support-Anfrage..... | 161 |
| anschließen..... | 98 | Systemboard..... | 12 |
| Sichere Ausgänge..... | 56 | LED-Fehleranzeige..... | 151 |
| Sichere Eingänge..... | 57 | Systemboard Batterie auswechseln..... | 116 |
| sichere Trennung..... | 81, 82 | Systemintegrator..... | 22, 24, 25 |
| Sicherer Ausgang..... | 87 | | |
| Sicherer Eingang..... | 85 | | |
| Sicherheit..... | 21 | | |
| Sicherheit von Maschinen..... | 157, 158 | | |
| Sicherheit, Allgemein..... | 21 | | |
| Sicherheitsfunktionen..... | 27 | | |
| Sicherheitsfunktionen, Übersicht..... | 27 | | |
| Sicherheitshalt..... | 23 | | |

| | |
|--------------------|--------|
| UL 1740:2018..... | 158 |
| US1..... | 13 |
| US2..... | 13 |
| USB..... | 13 |
| Schnittstelle..... | 76 |
| USV..... | 13, 17 |

V

| | |
|---------------------------|-----|
| Verbindungsleitungen..... | 21 |
| anschließen..... | 98 |
| verlegen..... | 72 |
| Verwendete Begriffe..... | 10 |
| Vorschriften..... | 157 |

W

| | |
|---------------------------|---------|
| Wartung..... | 43, 105 |
| Wartungssymbole..... | 106 |
| Wiederinbetriebnahme..... | 39, 95 |

X

| | |
|------------------------------|---------|
| XD1 | |
| Netzanschluss..... | 74, 100 |
| XD12 | |
| Spannungsversorgung..... | 81 |
| XD12.1 | |
| Spannungsversorgung..... | 81 |
| XD20.1 | |
| Motorschmittstelle..... | 89 |
| XD20.2 | |
| Motorschmittstelle..... | 89 |
| XF1 - XF8 | |
| Schnittstelle..... | 77 |
| XF21 | |
| Datenleitungen..... | 88 |
| XG11.1 | |
| konfektionieren..... | 101 |
| XG12..... | 79 |
| XG33 | |
| Lampe "Antriebe bereit"..... | 87 |
| XG58 | |
| konfektionieren..... | 101 |
| Schnittstelle..... | 82 |
| XGDP..... | 79 |
| XGSD | |
| microSD-Karte..... | 76 |
| Schnittstelle..... | 76 |

Z

| | |
|---------------------------------|----|
| Zielgruppe..... | 9 |
| Zubehör..... | 21 |
| Zustimmeinrichtung..... | 30 |
| Zustimmeinrichtung, extern..... | 34 |
| Zustimmungsschalter..... | 30 |