

**ROBOTER**

**KR 16-2 S** mit KR C4

**Montageanleitung**

© Copyright 2016

**KUKA Roboter GmbH  
Zugspitzstraße 140  
D-86165 Augsburg**

Diese Dokumentation darf - auch auszugsweise - nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Herausgebers 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 bzw. 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 den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Technische Änderungen ohne Beeinflussung der Funktion vorbehalten.

Originaldokument

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>5</b>
1.1	Dokumentation des Roboters	5
1.2	Darstellung von Hinweisen	5
<b>2</b>	<b>Zweckbestimmung</b>	<b>7</b>
2.1	Bestimmungsgemäße Verwendung	7
2.2	Zielgruppe	8
<b>3</b>	<b>Produktbeschreibung</b>	<b>9</b>
3.1	Allgemeines	9
3.2	Hand	10
3.3	Arm	11
3.3.1	Handachsenantriebe A4 bis A6	12
3.4	Schwinge	13
3.4.1	Grundachsenantriebe A1 bis A3	15
3.5	Karussell	16
3.6	Grundgestell	18
3.7	Arbeitsbereichsbegrenzung für A1 bis A3	19
3.8	Energiezuführung	19
<b>4</b>	<b>Technische Daten</b>	<b>21</b>
4.1	Allgemeines	21
4.2	Hauptdaten	23
4.3	REACH Informationspflicht nach Art. 33 der Verordnung (EG) 1907/2006	34
<b>5</b>	<b>Sicherheit</b>	<b>35</b>
5.1	Darstellung von Hinweisen	35
5.2	Allgemein	35
5.2.1	Haftungshinweis	36
5.2.2	Bestimmungsgemäße Verwendung des Industrieroboters	36
5.2.3	EG-Konformitätserklärung und Einbauerklärung	37
5.2.4	Verwendete Begriffe	38
5.3	Personal	40
5.4	Arbeits-, Schutz- und Gefahrenbereich	41
5.5	Übersicht Schutzausstattung	41
5.5.1	Mechanische Endanschläge	41
5.5.2	Mechanische Achsbereichsbegrenzung (Option)	41
5.5.3	Achsbereichsüberwachung (Option)	42
5.5.4	Möglichkeiten zum Bewegen des Manipulators ohne Antriebsenergie	42

5.5.5	Kennzeichnungen am Industrieroboter .....	44
5.6	Sicherheitsmaßnahmen .....	44
5.6.1	Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen .....	44
5.6.2	Transport .....	46
5.6.3	Inbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme .....	46
5.6.4	Manueller Betrieb .....	47
5.6.5	Automatikbetrieb .....	48
5.6.6	Wartung und Instandsetzung .....	48
5.6.7	Außerbetriebnahme, Lagerung und Entsorgung .....	50
5.7	Angewandte Normen und Vorschriften .....	51
<b>6</b>	<b>Transport .....</b>	<b>53</b>
6.1	Allgemeines .....	53
6.2	Bodenroboter .....	54
6.3	Deckenroboter .....	57
<b>7</b>	<b>Aufstellung, Anschluss .....</b>	<b>59</b>
7.1	Allgemeines .....	59
7.2	Planungsinformation .....	60
7.3	Hauptbelastungen .....	61
7.4	Befestigungsvarianten .....	62
7.4.1	Variante 1, Fundamentbefestigung mit Zentrierung (Mörtelpatrone) .....	64
7.4.2	Variante 1, Fundamentbefestigung mit Zentrierung (Mörtelkartusche) .....	67
7.4.3	Variante 2, Maschinengestellbefestigung mit Zentrierung .....	71
7.5	Anschluss .....	73
7.5.1	Bodenroboter .....	73
7.5.2	Deckenroboter .....	76
7.6	Ungebremstes Auffahren gegen Endanschläge .....	79
7.7	Bewegen des Manipulators ohne Antriebsenergie .....	80
<b>8</b>	<b>Elektro-Installation .....</b>	<b>81</b>
8.1	Beschreibung .....	81
8.2	Steckerbelegung und Verdrahtungspläne .....	84
<b>9</b>	<b>Verbindungsleitungen .....</b>	<b>93</b>
9.1	Beschreibung .....	93
9.2	Leitungsverlegung .....	95
9.3	Anschlusskästen am Roboter .....	96
9.3.1	Codierung .....	96
9.4	Steckerfeld am Steuerschrank .....	97
9.5	Aufbau der Verbindungsleitungen .....	98
9.6	Verdrahtungspläne .....	99
<b>10</b>	<b>Anzugsdrehmomente .....</b>	<b>101</b>
<b>11</b>	<b>Angewandte Hilfs- und Betriebsstoffe .....</b>	<b>103</b>

Gültig für      **KR 16-2 S**  
mit der Variante F und mit KR C4

# 1      **Einleitung**

## 1.1      **Dokumentation des Roboters**

Zur Dokumentation dieser Roboter gehören folgende Teile:

- Montageanleitung KR 16-2 S F, KR C4
- Teilekatalog auf Datenträger

Jede dieser Anleitungen ist ein eigenes Dokument, das dem Roboter beigelegt ist.

Montageanleitung und Teilekatalog für die Steuerung sind nicht Bestandteile dieser Dokumentation.

## 1.2      **Darstellung von Hinweisen**

Hinweise, die mit diesem Piktogramm gekennzeichnet sind, 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. Sie enthalten Verweise auf sicherheitsrelevante Informationen oder allgemeine Sicherheitsmaßnahmen. Diese Hinweise beziehen sich nicht auf einzelne Gefahren oder einzelne Vorsichtsmaßnahmen.**



### **Information!**

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



## 2 Zweckbestimmung

### 2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

#### Verwendung

Handhabung von Werkzeugen oder Vorrichtungen zum Bearbeiten oder Transportieren von Bauteilen oder Produkten wie z. B.:

- Handhaben
- Montieren
- Auftragen von Kleb-, Dicht- und Konservierungsstoffen
- Bearbeiten
- MIG/MAG-Schweißen
- YAG-Laserstrahlschweißen.

Der Einsatz darf nur unter den im Kapitel 4 angegebenen klimatischen Bedingungen erfolgen.

#### Fehlanwendung

Alle von der bestimmungsgemäßen Verwendung abweichenden Anwendungen gelten als unzulässige Fehlanwendung, dazu zählen z. B.:

- Transport von Personen und Tieren
- Benützung als Aufstiegshilfen
- Einsatz außerhalb der zulässigen Betriebsgrenzen
- Einsatz in explosionsgefährdeter Umgebung
- Einsatz im Untertagebau



#### Hinweis!

**Veränderungen der Roboterstruktur, z. B. das Anbringen von Bohrungen o. ä. kann zu Schäden an den Bauteilen führen. Dies gilt als nicht bestimmungsgemäße Verwendung und führt zum Verlust von Garantie- und Haftungsansprüchen.**



#### Hinweis!

**Bei Abweichungen von, den in den Technischen Daten angegebenen, Arbeitsbedingungen oder bei Einsatz spezieller Funktionen oder Applikationen kann es z. B. zu vorzeitigem Verschleiß kommen. Rücksprache mit der KUKA Roboter GmbH ist erforderlich.**

## 2.2 Zielgruppe

Diese Dokumentation richtet sich an Benutzer mit folgenden Kenntnissen:

- Fortgeschrittene Kenntnisse im Maschinenbau
- Fortgeschrittene Kenntnisse in der Elektrotechnik
- Systemkenntnisse der Robotersteuerung



### Information!

Für den optimalen Einsatz unserer Produkte empfehlen wir unseren Kunden eine Schulung im KUKA College. Informationen zum Schulungsprogramm sind unter [www.kuka.com](http://www.kuka.com) oder direkt bei den Niederlassungen zu finden.



### 3 Produktbeschreibung

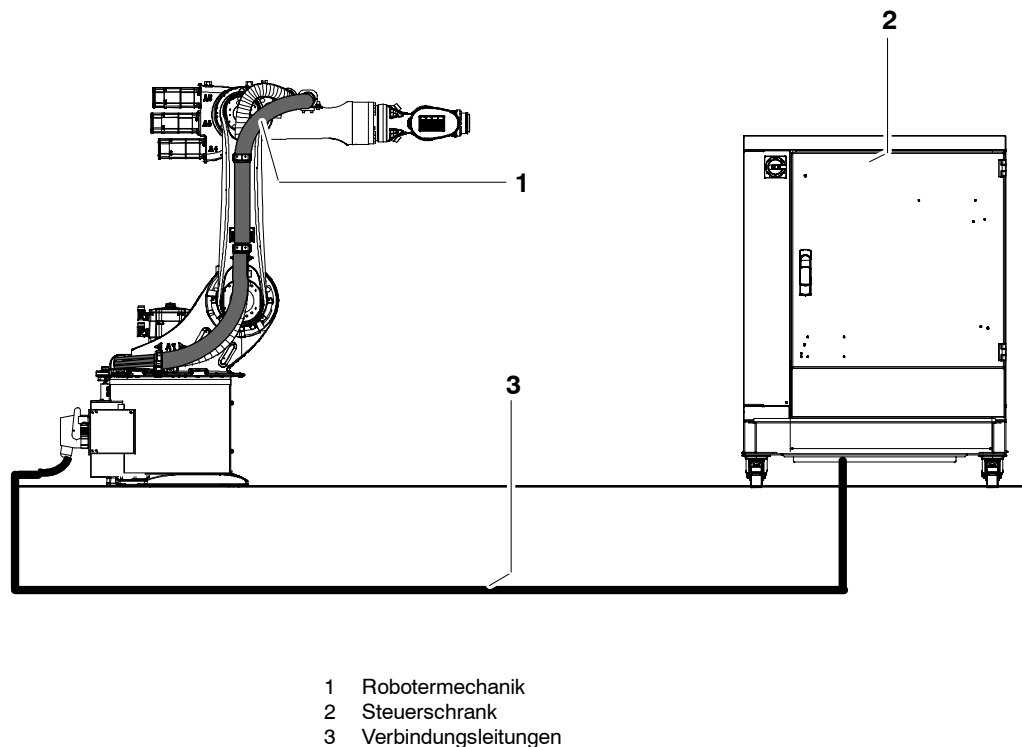


#### Information!

Diese Beschreibung gilt sinngemäß für alle in Kapitel 1 angeführten Industrieroboter, unabhängig von der gewählten Darstellung der Variante oder des Baumusters.

#### 3.1 Allgemeines

Der Industrieroboter besteht aus Manipulator (= Robotermechanik und Elektro-Installation), Steuerschrank, Programmierhandgerät (KUKAsmartPAD) und Verbindungsleitungen (Abb. 1). Die Robotermechanik ist Gegenstand dieses Kapitels. Steuerschrank und Verbindungsleitungen werden an anderer Stelle beschrieben.



**Abb. 1 Industrieroboter, Beispiel Bodenmontage**

Die Unterteilung dieses Abschnitts entspricht im wesentlichen der Gliederung der Robotermechanik in seine Hauptbaugruppen.

Die Roboterstruktur ist modular aufgebaut, d. h. die nachfolgend beschriebenen Baugruppen sind in Abhängigkeiten so kombinierbar, dass entsprechende Varianten entstehen.

### 3.2 Hand

Die Robotermechanik kann mit einer dreiachsigen Zentralhand (Abb. 2) für 16 kg Traglast ausgerüstet werden. Die Hand wird mit dem Flansch (4) am Arm über Schraubverbindungen befestigt. Der Antrieb der Handachsen A4, A5 und A6 erfolgt über die Wellen (1, 2, 3). Am Anbauflansch (6) der Achse 6 werden die Werkzeuge angebaut. Zu jeder Achse gehört eine Messeinrichtung (5), über die mit einem elektronischen Messtaster (Zubehör) die mechanische Null-Stellung der jeweiligen Achse geprüft und in die Steuerung übernommen werden kann. Drehrichtungen, Achsdaten und zulässige Lasten können dem Kapitel 4, "Technische Daten" entnommen werden.

Für größere Anforderungen an mechanische und thermische Belastung steht die Zentralhand 16 kg in der F-Variante (foundry) zur Verfügung.

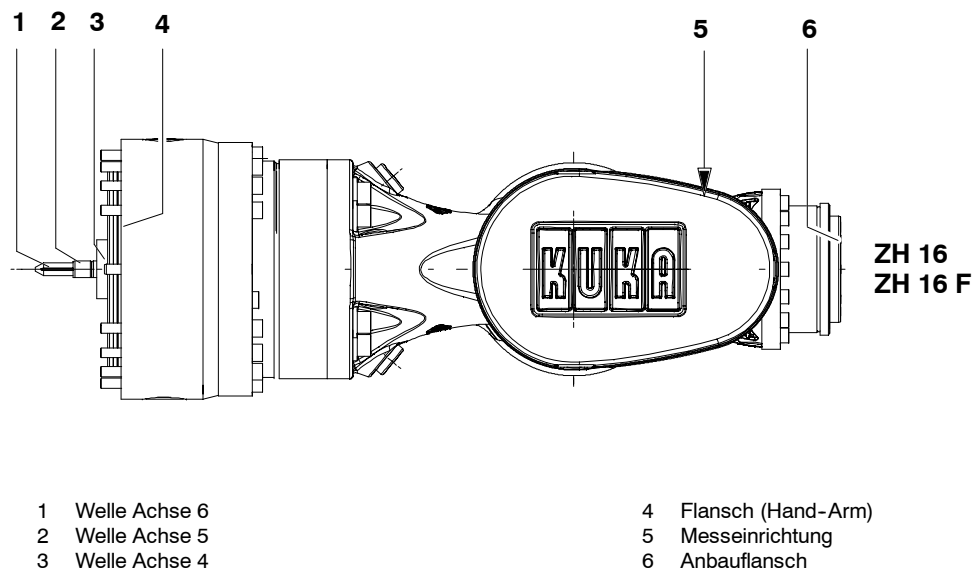


Abb. 2 Zentralhand ZH 16 II

### 3.3 Arm

Bei diesem Roboterbaumuster kommen folgende Armvarianten zum Einsatz:

- Arm für Zentralhand Standard-Variante
- Arm für Zentralhand mit "F"-Handvariante

Die Armvarianten sind in Aufbau und Funktion annähernd gleich. Der Arm für die F-Variante ist druckbelüftet und verfügt über eine Druckreglereinheit zur Regelung des Innendrucks im Arm. Die Handachsantriebe sind zusätzlich mit einzelnen Dichtungen gegenüber dem Arm abgedichtet.

Die Baugruppe Arm (Abb. 3/2) verkörpert das Abtriebsselement der Achse 3 der Robotermechanik. Der Arm ist über ein Getriebe mit integrierter Lagerung seitlich an der Schwinge (7) angeflanscht und wird vom Grundachsantrieb A3 (6) angetrieben. Die Drehachse (3) des Arms ist so gewählt, dass bei Nenn-Traglast auf ein Gegengewicht als Massenausgleich am Arm verzichtet werden kann.

Der nutzbare Software-Schwenkbereich beträgt bei dieser Robotermechanik  $+154^\circ$  bis  $-130^\circ$ , bezogen auf die elektrische Null-Stellung der Achse 3, die dann vorliegt, wenn die Längsachsen von Arm und Schwinge parallel verlaufen. Der Schwenkbereich wird zusätzlich zu den Software-Endschaltern über mechanische Endanschläge mit Pufferfunktion begrenzt.

Das Armgehäuse (8) nimmt an der Rückseite die Antriebe für die Handachsen 4 bis 6 auf.

Das Armgehäuse besteht – wie die Gehäuse von Schwinge und Karussell – aus CAD- und FEM-optimiertem Leichtmetallguss.

Auf der Vorderseite des Arms ist über eine standardisierte Schnittstelle die Zentralhand (4) befestigt, die von den Antriebseinheiten (1) über steckbare Wellen (5) im Inneren des Arms angetrieben werden. Der Arm ist zur Aufnahme von Zusatzlasten mit vier Gewindebohrungen auf der Oberseite ausgestattet.

Bei der Robotermechanik der F-Variante ist der Arm mit Luft druckbeaufschlagt. Der Druck im Arm beträgt 0,1 bar.

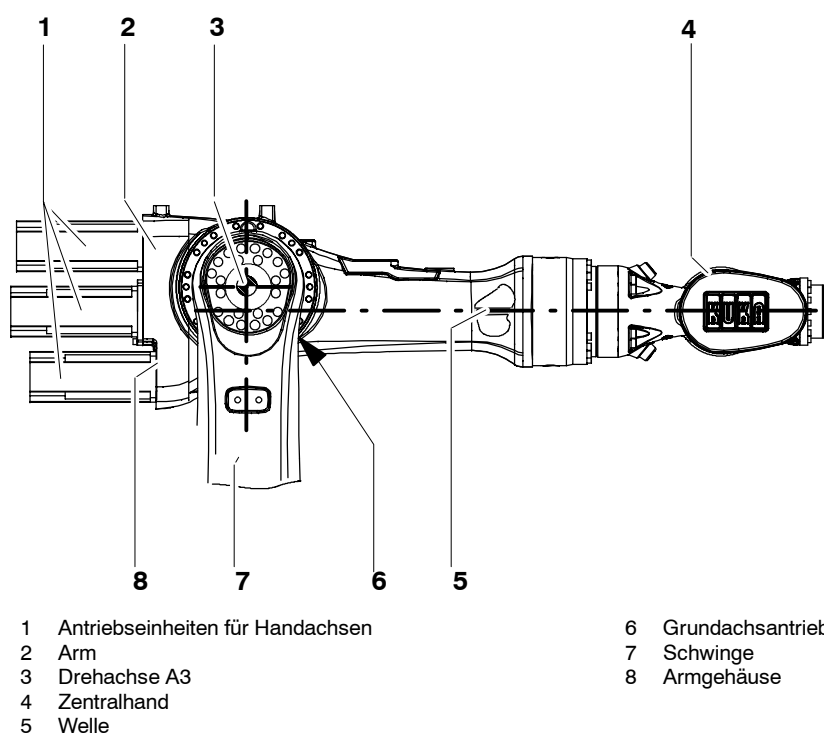


Abb. 3 Arm

### 3.3.1 Handachsenantriebe A4 bis A6

Die Handachsen werden über drei Antriebseinheiten angetrieben. Diese sind am Arm (Abb. 4/4) angeschraubt. Die Antriebseinheiten A5 (1) und A4 (3) sind baugleich und treiben über Zahnriemen und Wellen die jeweiligen Handachsen an. Die Handachse A6 wird direkt über eine steckbare Welle (5) von der Antriebseinheit A6 (2) angetrieben.

Eine Antriebseinheit für die Handachsenantriebe besteht aus einem bürstenlosen AC-Servomotor mit Permanentmagnet-Einscheibenbremse und Hohlwellenresolver (beide integriert). Die Handachsenantriebe sind bei allen Armvarianten in ihrem Aufbau gleich, für die Zentralhand 16 kg verfügen sie aber über eine höhere Leistung.

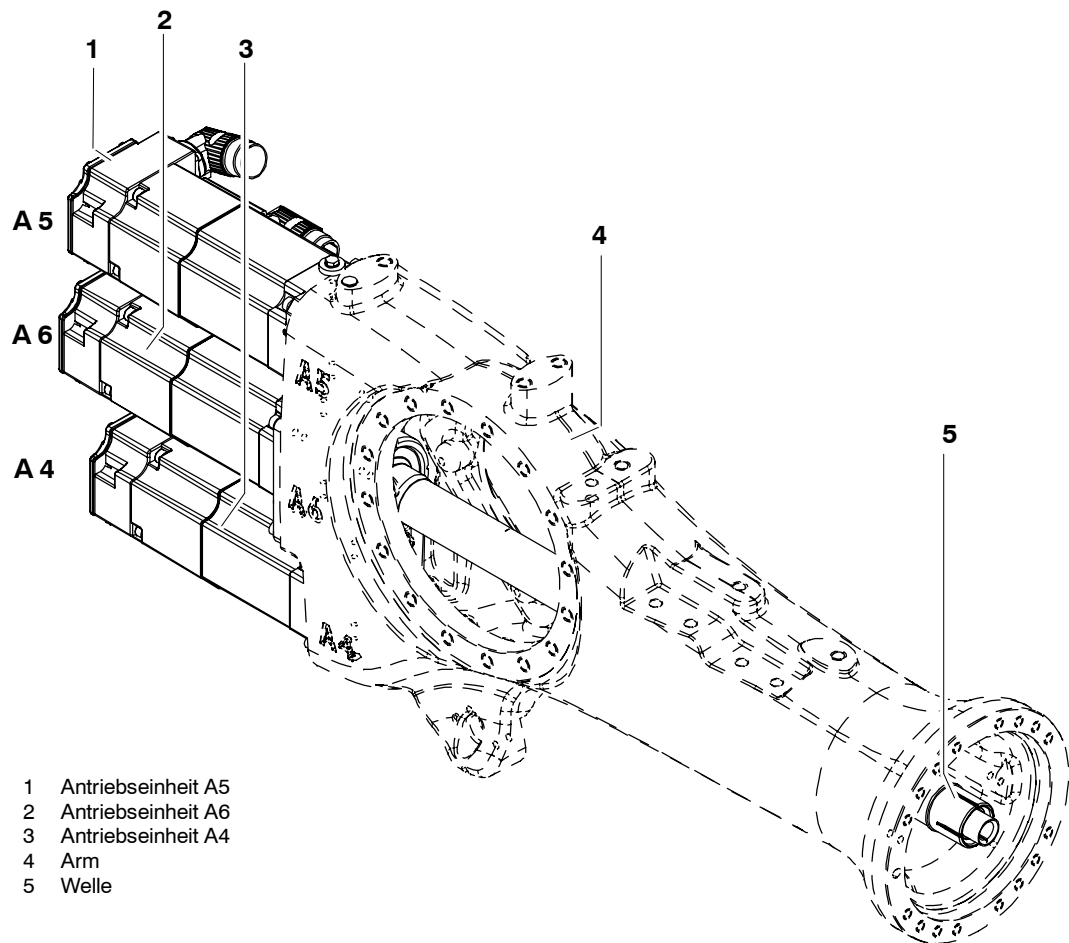
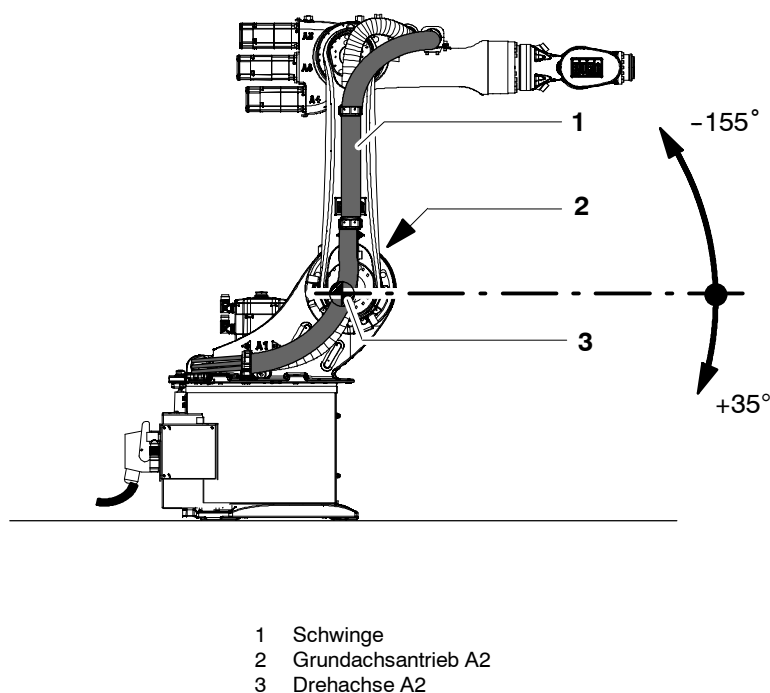


Abb. 4 Handachsenantriebe A4 bis A6

### 3.4 Schwinge

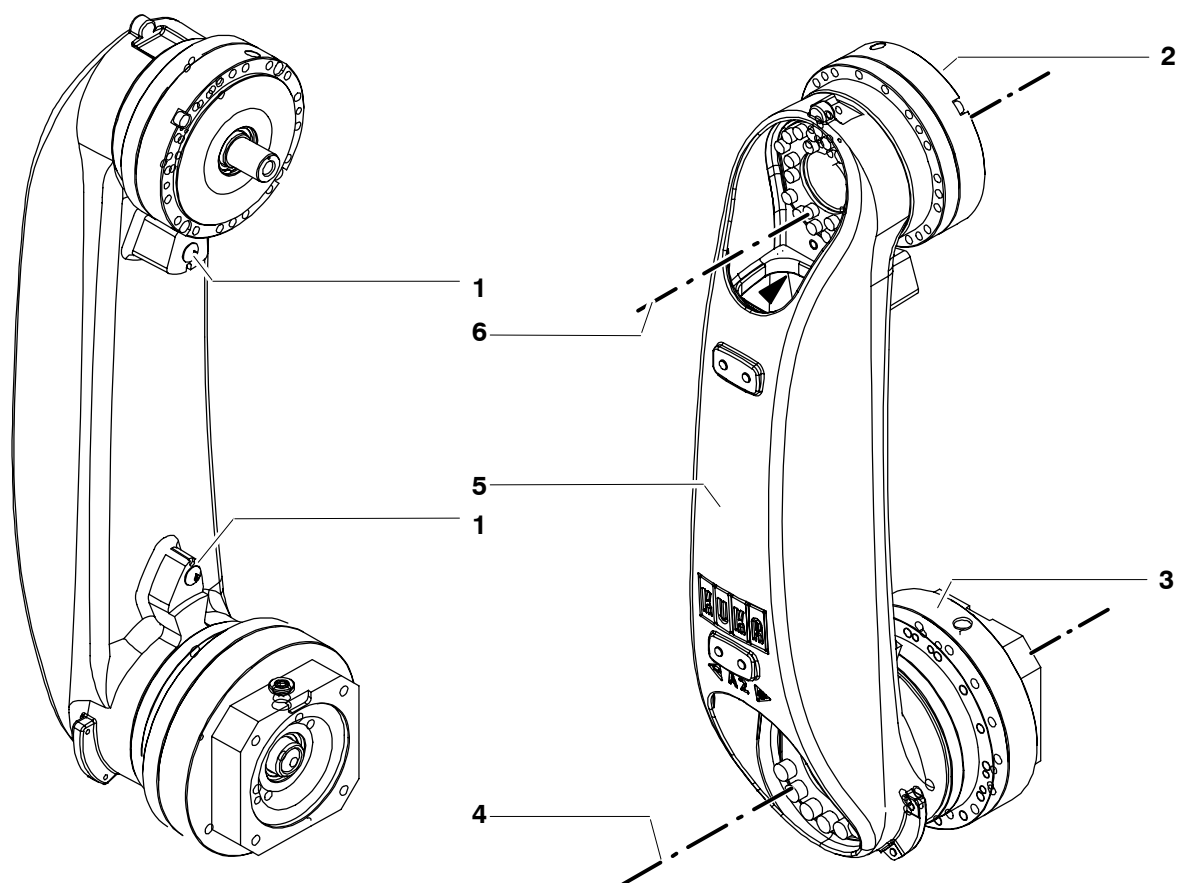
Die Schwinge (Abb. 5/1) ist das Abtriebsselement der Achse 2. Sie schwenkt mit einem nutzbaren Softwarewinkel von  $+35^\circ$  bis  $-155^\circ$  — bezogen auf die elektrische Null-Stellung der Achse 2, die der waagrechten Stellung der Schwinge in Abb. 5 entspricht — um die Drehachse A2 (3). Der nutzbare Software-Schwenkbereich wird zusätzlich zu den Software-Endschaltern über mechanische Endanschläge mit Pufferfunktion begrenzt.



**Abb. 5 Schwinge mit Drehbereich**

Die Schwinge (Abb. 6) nimmt oben das Getriebe A3 (2), unten das Getriebe A2 (3) auf. Die Getriebe (2, 3) sind zugleich Antriebselemente und Lagerung der Baugruppen Arm und Schwinge. Die Messkerben (1) und die Messpatronen in Arm und Karussell dienen der Definition und Auffindung der mechanischen Null-Stellung der Achsen 2 und 3.

Im Inneren des Schwingengehäuses werden die Leitungen für Energieversorgung und Signalübertragung vom Karussell zum Arm geführt (siehe Kapitel 8, "Elektro-Installation").



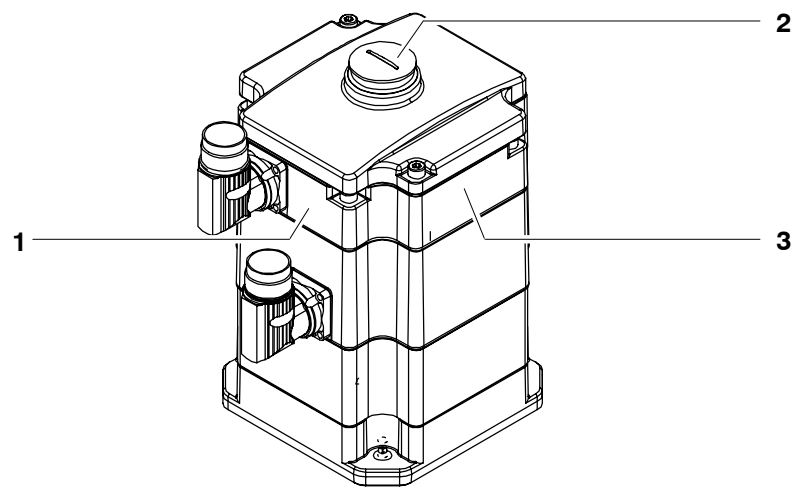
- 1 Messkerben
- 2 Getriebe Achse 3
- 3 Getriebe Achse 2
- 4 Drehachse A2
- 5 Schwingengehäuse
- 6 Drehachse A3

**Abb. 6 Aufbau Schwinge**

### 3.4.1 Grundachsantriebe A1 bis A3

Die Achsen 1, 2 und 3 werden von Antriebseinheiten gemäß Abb. 7 angetrieben. Ein Grundachs Antrieb besteht aus einem bürstenlosen AC-Servomotor (1) mit Permanentmagnet-Einscheibenbremse (3) und Hohlwellenresolver (2), beide integriert.

Die Grundachsantriebe für die Achsen 1, 2 und 3 sind baugleich, der Antrieb für die Achse 3 ist jedoch kleiner.



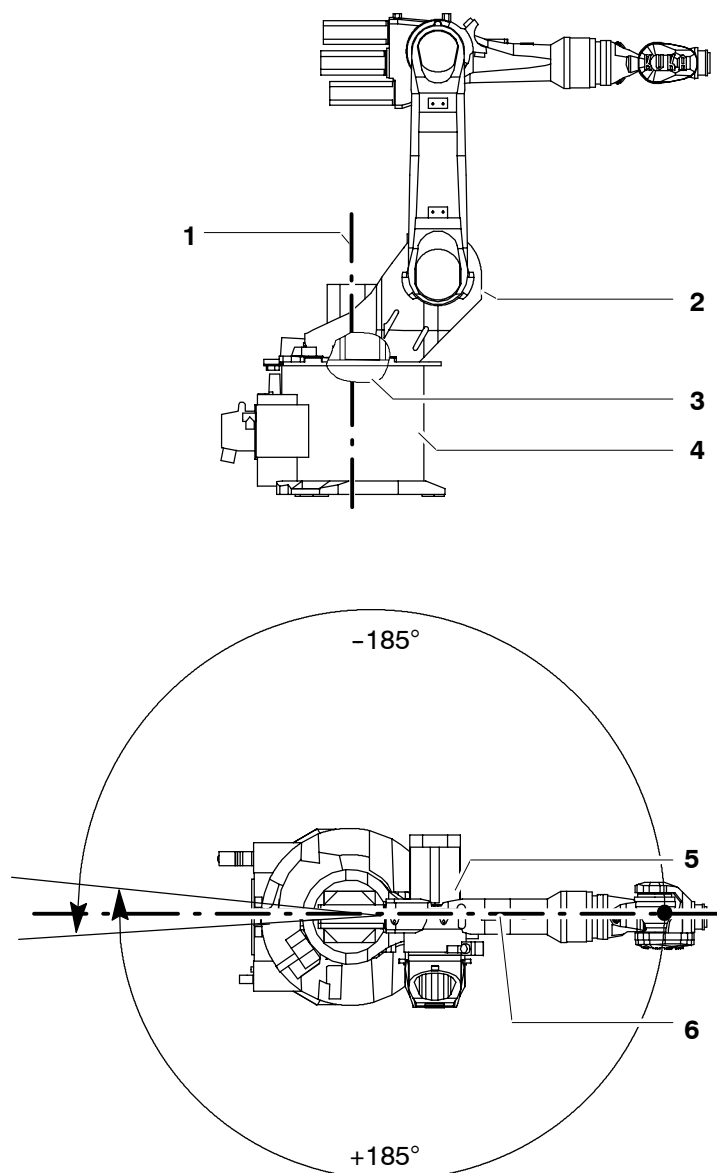
- 1 AC-Servomotor
- 2 Hohlwellenresolver
- 3 Permanentmagnet-Einscheibenbremse

**Abb. 7 Antriebseinheit für Grundachsantrieb**

### 3.5 Karussell

Das Karussell (Abb. 8/2) ist die zwischen Schwinge und Grundgestell gelegene Baugruppe. Es ist über ein Getriebe (3) drehbar mit dem Grundgestell (4) verschraubt und führt die Bewegung um die Drehachse A1 (1) aus. Der nutzbare Software-Drehbereich beträgt, gemessen von der mechanischen Null-Stellung (6) aus, in (+)– und (–)-Richtung je  $185^\circ$ .

Er wird zusätzlich zu den Software-Endschaltern über mechanische Endanschläge mit Pufferfunktion begrenzt. Dieses Endanschlagsystem arbeitet mit einem beidseitig wirkenden, im Grundgestell geführten Schleppanschlag, der den großen Drehbereich von zweimal  $185^\circ$  mechanisch begrenzt.



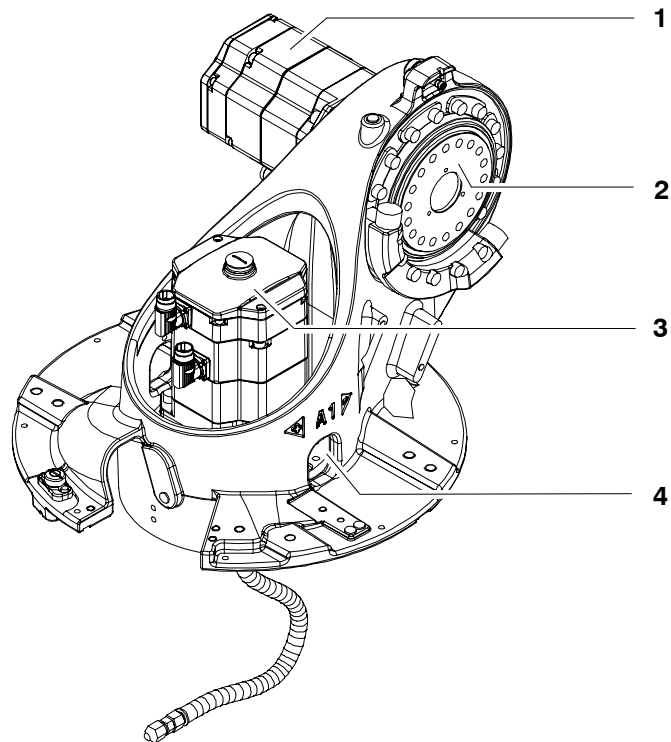
- 1 Drehachse A1
- 2 Karussell
- 3 Getriebe A1
- 4 Grundgestell
- 5 Grundachs Antrieb A2
- 6 Null-Stellung A1

**Abb. 8 Karussell mit Drehbereich**



Im Karussell ist der Grundachs Antrieb für Achse 1 (Abb. 9/3) mit dem Getriebe (4), seitlich am Karussell der Grundachs Antrieb für Achse 2 (1) mit seinem Getriebe (2) eingebaut.

Im Inneren des Karussells verläuft ein Teil der Elektro-Installation (siehe Kapitel 8, "Elektro-Installation").



- 1 Grundachs Antrieb A2
- 2 Getriebe A3
- 3 Grundachs Antrieb A1
- 4 Getriebe A1

**Abb. 9 Aufbau Karussell**

### 3.6 Grundgestell

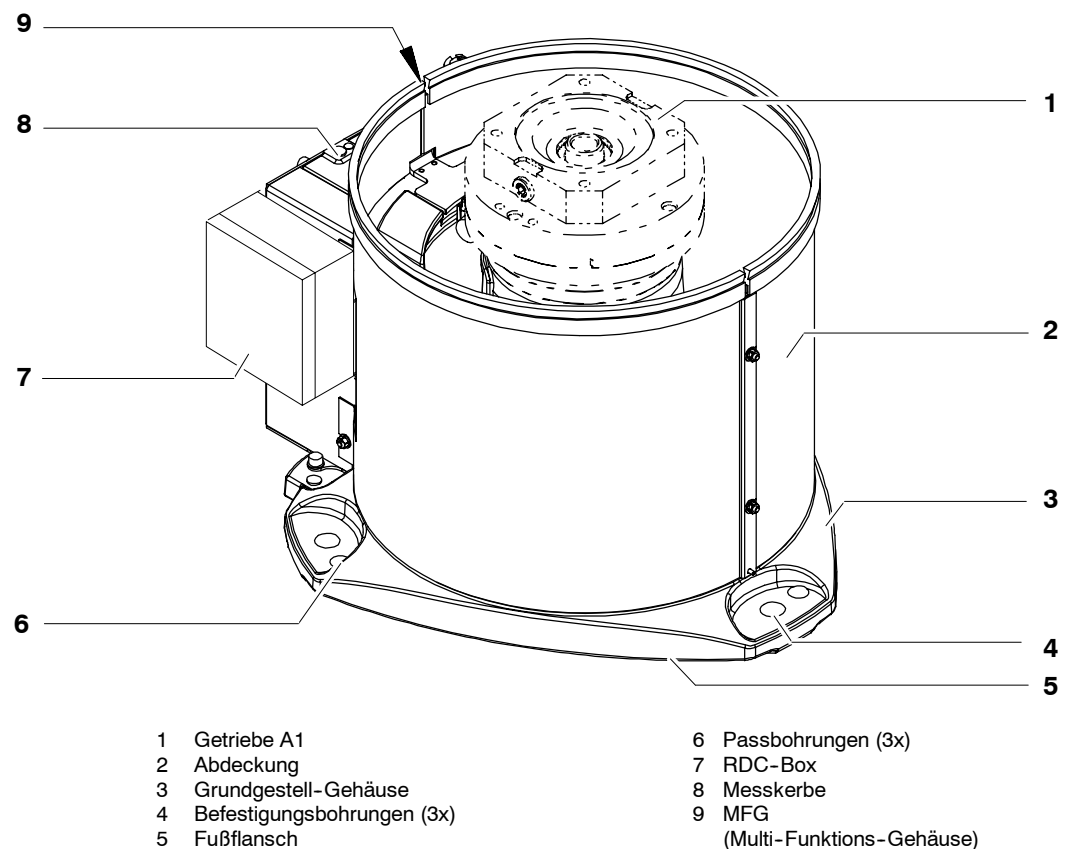
Das Grundgestell (Abb. 10) ist der feststehende Teil der Robotermechanik, auf dem sich das Karussell mit Schwinge, Arm und Hand dreht. Sein Fußflansch (5) enthält Durchgangslöcher (4) für die Roboterbefestigung und drei Passbohrungen (6), mit denen der Manipulator auf zwei Auflagebolzen (Zubehör, siehe auch Kapitel 7, "Aufstellung") gesetzt werden kann.

Auf einem Flansch im Inneren des Grundgestell-Gehäuses (3) ist das Getriebe (1) der Achse 1 befestigt. In diesen Flansch ist auch der beidseitig wirkende Schleppanschlag integriert, der zusammen mit einem Anschlagklotz am Karussell den softwarebegrenzten Bewegungsbereich um die Drehachse A1 von 370° mechanisch absichert.

Im Grundgestell werden — mit einem flexiblen Schutzschlauch zusammengefasst — die zum Karussell führenden Leitungen der Elektro-Installation belastungsfrei um die Drehachse A1 der Robotermechanik geführt. Der Raum zwischen Karussell und Grundgestell ist mit einer abnehmbaren, zweiteiligen Abdeckung (2) versehen.

An RDC-Box (7) und MFG (9) befinden sich die Steckersockel für die Verbindungsleitungen vom Manipulator zum Schaltschrank.

Die für die Ermittlung des mechanischen Null-Punktes erforderliche Messkerbe (8) befindet sich auf dem Träger.



**Abb. 10 Aufbau Grundgestell**

### **3.7 Arbeitsbereichsbegrenzung für A1 bis A3**

Als Zubehör "Arbeitsbereichsbegrenzung" sind für die Achsen A1 bis A3 mechanische Anschläge für eine aufgabenbedingte Begrenzung des jeweiligen Arbeitsbereichs lieferbar (siehe Dokumentation, "Arbeitsbereichsbegrenzung").

### **3.8 Energiezuführung**

Der Manipulator kann für den Einsatz in bestimmten Produktionstechnologien mit einer zwischen Grundgestell und Achse 6 angebauten Energiezuführung ausgestattet werden. Die Energiezuführung besteht aus einem für den jeweiligen Einsatz typischen Schlauchpaket für Medien sowie aus der für die Befestigung erforderlichen "Haltergruppe Energiezuführung". Die Energiezuführung nimmt die Elektro- und Schlauchleitungen auf und gewährleistet damit eine belastungsarme Leitungsführung über den gesamten zulässigen Arbeitsbereich.

Die Energiezuführung ist für die Mehrzahl aller Anwendungsfälle, in Bezug auf Reichweite und Verschleißfestigkeit, ausgelegt. Es kann selbstverständlich Anwendungen geben, bei denen diese Ausführung nur bedingt eingesetzt werden kann. In solchen Fällen ist eine spezielle Ausführung bzw. eine entsprechende Anpassung der Energiezuführung erforderlich.

Die Beschreibung der Energiezuführungen erfolgt in eigenen Dokumentationen.



## 4 Technische Daten



### Information!

Diese Beschreibung gilt sinngemäß für alle in Kapitel 1 angeführten Industrieroboter, unabhängig von der gewählten Darstellung der Variante oder des Baumusters.

### 4.1 Allgemeines

Die Industrieroboter der Serie KR 16-2 S sind sechssachsige Industrieroboter für den Einbau am Boden oder an der Decke. Sie sind für alle Punkt- und Bahnsteuerungsaufgaben geeignet. Die Haupteinsatzgebiete sind:

- Handhaben
- Montieren
- Auftragen von Kleb-, Dicht- und Konservierungsstoffen
- Bearbeiten
- MIG/MAG-Schweißen
- YAG-Laserstrahlschweißen.

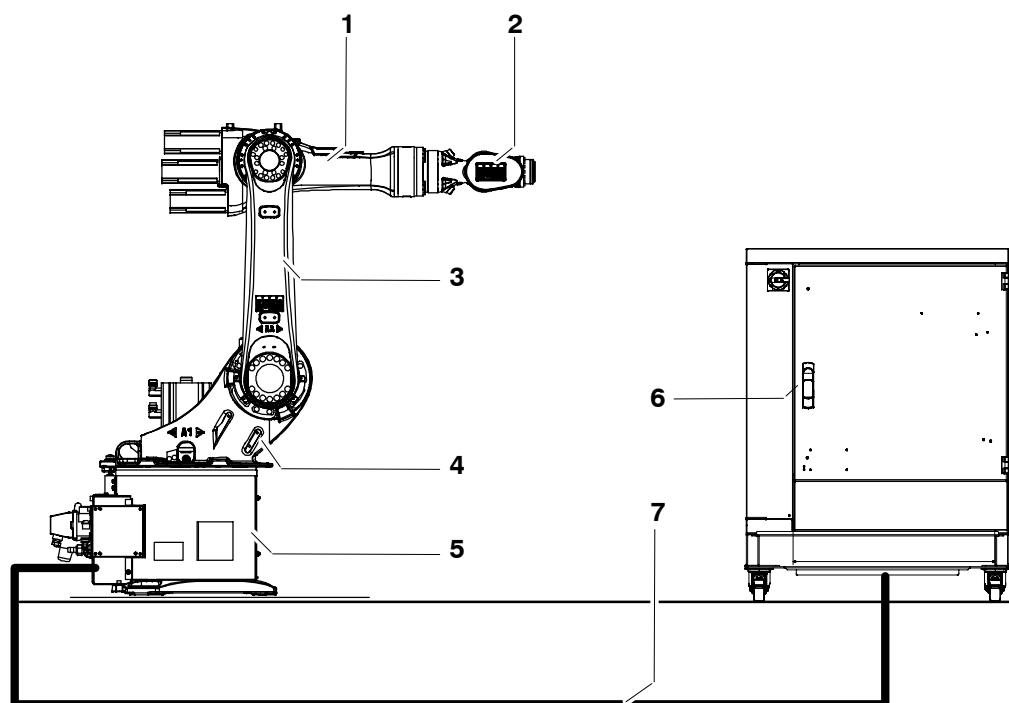


### Hinweis!

**Jede hiervon abweichende Verwendung gilt als nicht bestimmungsgemäß (siehe Kapitel 2, "Zweckbestimmung").**

**Abb. 11** zeigt den Industrieroboter mit Manipulator (= Robotermechanik und Elektroinstallation), Steuerschrank und Verbindungsleitungen.

Nachfolgende Daten gelten für Boden- und Deckenvarianten, sofern nicht ausdrücklich auf unterschiedliche Daten hingewiesen wird.



- |   |             |   |  |
|---|-------------|---|--|
| 1 | Arm         | 5 | Grundgestell                                   |
| 2 | Zentralhand | 6 | Steuerschrank (siehe gesonderte Dokumentation) |
| 3 | Schwinge    | 7 | Verbindungsleitungen                           |
| 4 | Karussell   |   |  |

**Abb. 11 Hauptbestandteile des Industrieroboters**

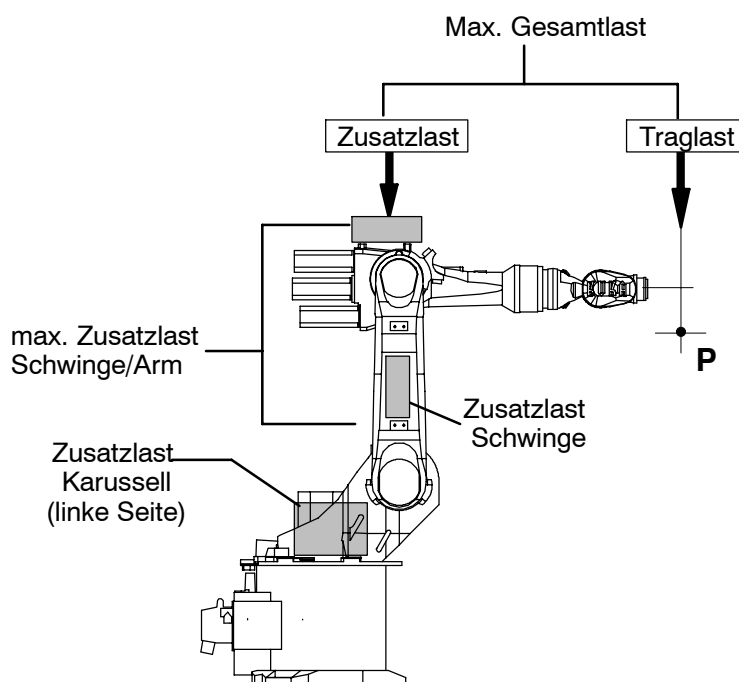
## 4.2 Hauptdaten

**Typen** KR 16-2 S

**Anzahl der Achsen** 6 (Abb. 13)

**Lastgrenzen** nachfolgende Tabelle und Abb. 12

Industrierobotertyp	KR 16-2 S
Zentralhand [kg]	ZH 16
Nenn-Traglast [kg]	16
Zusatzlast Arm [kg]	10
Zusatzlast Schwinge [kg]	variabel
Zusatzlast Karussell [kg]	20
Max. Gesamtlast [kg]	46



**Abb. 12 Lastverteilung**

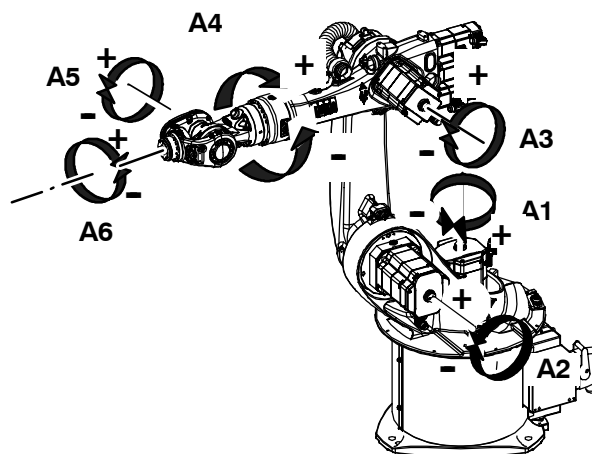
### Achsdaten

Alle Angaben in der Spalte "Bewegungsbereich" beziehen sich auf den **elektrischen** Nullpunkt der jeweiligen Manipulatorachse.

**KR 16-2 S**

- Zentralhand, Nenn-Traglast 16 kg

Achse	Bewegungsbereich softwarebegrenzt	Geschwindigkeit bei Nenntaglast 16 kg
1	$\pm 185^\circ$	192 °/s
2	+35° bis -155°	173 °/s
3	+154° bis -130°	192 °/s
4	$\pm 350^\circ$	329 °/s
5	$\pm 130^\circ$	332 °/s
6	$\pm 350^\circ$	789 °/s



**Abb. 13 Manipulatorachsen und ihre Bewegungsmöglichkeiten**

**Positionswiederholgenauigkeit (ISO 9283)**  $\pm 0,05 \text{ mm}$

**Einbaulage** Boden, Decke

**Hauptabmessungen** Abb. 15

**Arbeitsbereich** Form und Abmessungen des Arbeitsbereiches (Arbeitsraumes) gehen aus Abb. 15 hervor.

**Arbeitsraumvolumen** KR 16-2 S 14,50 m<sup>3</sup>

Bezugspunkt ist hierbei der Schnittpunkt der Achsen 4 und 5.



**Traglastschwerpunkt P** Abb. 14

Für alle Nennlasten beträgt der horizontale Abstand des Traglastschwerpunktes P von der Flanschfläche 150 mm; der vertikale Abstand von der Drehachse 6 beträgt 120 mm (jeweils Nennabstand).

**Anbauflansch**

DIN/ISO<sup>1)</sup>-Anbauflansch (Abb. 18).

Die Darstellung des Anbauflansches entspricht seiner Lage bei Null-Stellung der Achsen 4 und 6. Das Symbol  $\nabla$  kennzeichnet die Lage des Pass-Elementes (Bohrbuchse). Für die Befestigung von Traglasten sind Schrauben M6 der Qualität 10.9 zu verwenden. Die Klemmlänge der Schrauben im Flansch muss mindestens 1,5 x Nenndurchmesser betragen.

Einschraubtiefe: min. 6 mm  
max. 9 mm

---

1) DIN/ISO 9409-1:2004 beim KR 16-2 S

**Gewicht**

KR 16-2 S

ca. 235 kg

**Dynamische Hauptbelastungen**

Abb. 19

**Antriebssystem**

Elektromechanisch, mit transistorgesteuerten AC-Servomotoren

**Installierte Motorleistung**

KR 16-2 S

ca. 8,8 kW

**Schutzart des Manipulators**

IP65

betriebsbereit, mit angeschlossenen Verbindungsleitungen (nach EN 60529).

**Schutzart der Zentralhand**

IP65 (nach EN 60529)

**Schutzart der Zentralhand "F"**

IP67 (nach EN 60529)

**Belastung Zentralhand "F"**

Temperaturbelastung 10 s/min bei 453 K (180 °C)

Oberflächentemperatur 373 K (100 °C)

Beständig gegen:

- hohe Staubbelastung
- Schmier- und Kühlmittel
- Wasserdampf

Zentralhände "F" haben abweichende Wartungsintervalle

<b>Umgebungstemperatur</b>	Bei Betrieb:	
	278 K bis 328 K (+5 °C bis +55 °C).	
	Im Temperaturbereich zwischen 278 K (+5 °C) und 283 K (+10 °C) ist ein Warmfahren des Manipulators erforderlich.	
	Bei Lagerung und Transport:	
	233 K bis 333 K (-40 °C bis +60 °C).	
	Andere Temperaturgrenzen auf Anfrage.	
<b>Feuchtekategorie</b>	DIN EN 60721-3-3, Klasse 3K3	
<b>Sonderausstattung bei "F"-Variante</b>	Druckbeaufschlagter Arm	
	Überdruck im Arm:	0,01 MPa (0,1 bar)
	Druckluft:	öl- und wasserfrei
	Druckluftbedarf:	ca. 0,1 m <sup>3</sup> /h
	Anschlussgewinde:	M5
	Druckminderer:	0,01 - 0,07 MPa (0,1 - 0,7 bar)
	Manometer:	0 - 0,1 MPa (0 - 1 bar)
	Filter:	25 - 30 µm
<b>Schallpegel</b>	< 75 dB (A) außerhalb des Arbeitsbereiches	
<b>Nullpunkt-Einstellung</b>	Für die Nullpunkt-Einstellung mit dem elektronischen Messtaster (Zubehör) bei angebautelem Werkzeug muss dieses so gestaltet sein, dass genügend Platz für Ein- und Ausbau des Messtasters bleibt (Abb. 20).	
<b>Farbe</b>	<b>Manipulator</b>	
	Fußteil (feststehend) schwarz (RAL 9005)	
	bewegliche Teile KUKA-Orange 2567	
	Bei F-Variante zusätzliche Sonderlackierung des gesamten Manipulators.	
	<b>Zentralhand "F":</b>	
	Hitzebeständige und wärmereflektierende Sonderlackierung in silber.	
<b>Schilder</b>	s. Abb. 21	
<b>Anhaltewege und -zeiten</b>	gesonderte Dokumentation.	



#### Hinweis!

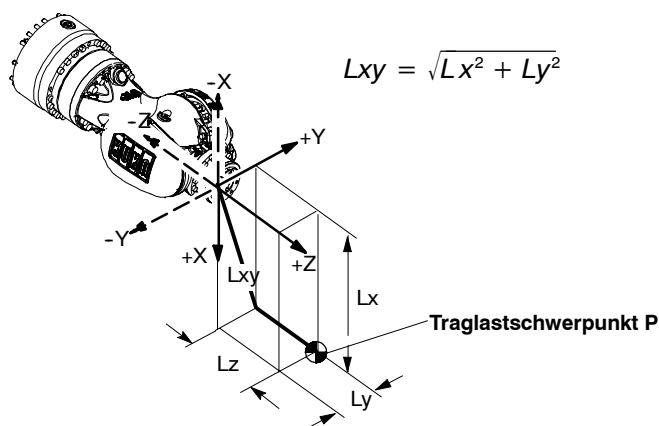
Diese Belastungskurven entsprechen der äußersten Belastbarkeit. Es müssen immer beide Werte (Traglast und Eigenträgheitsmoment) geprüft werden. Ein Überschreiten geht in die Lebensdauer des Geräts ein, überlastet im allgemeinen Motoren und Getriebe und bedarf auf alle Fälle der Rücksprache mit KUKA.



#### Information!

Die hier ermittelten Werte sind für die Einsatzplanung notwendig. Für die Inbetriebnahme des Industrieroboters sind gemäß KUKA-Software dokumenta-tion zusätzliche Eingabedaten erforderlich.

Roboterflansch-Koordinatensystem



Zulässige Massenträgheit im Auslegungspunkt  
( $L_{xy} = 120 \text{ mm}$ ,  
 $L_z = 150 \text{ mm}$ )  
 $0,36 \text{ kgm}^2$ .

**ACHTUNG:** Die Massenträgheiten müssen mit KUKA Load überprüft werden. Die Eingabe der Lastdaten in die Steuerung ist zwingend notwendig!

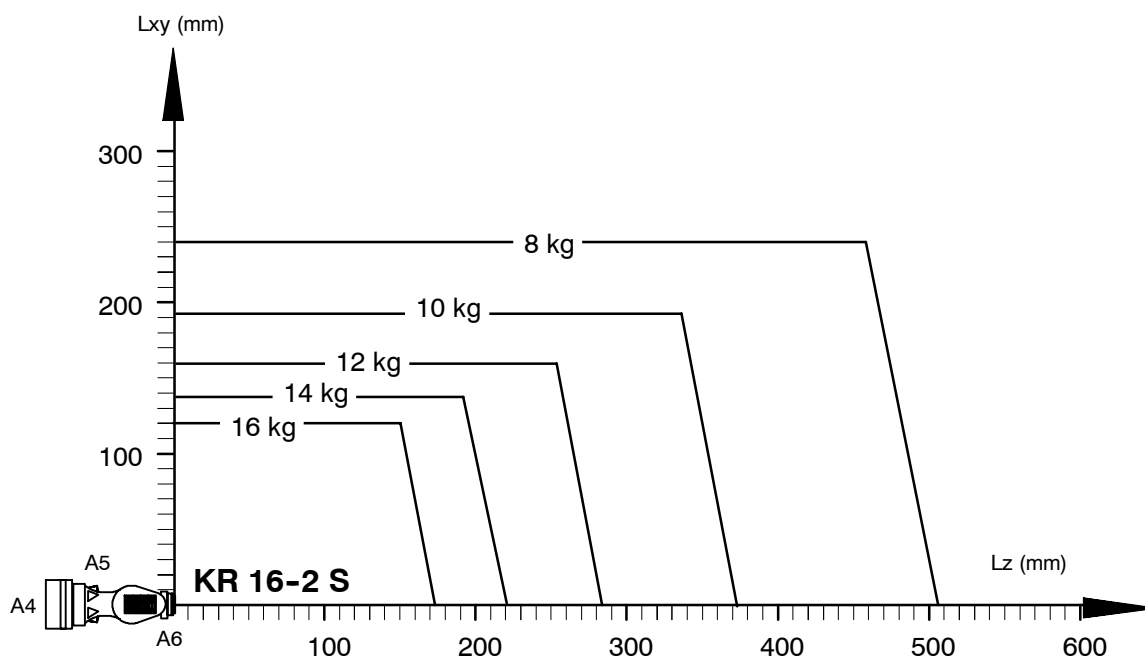
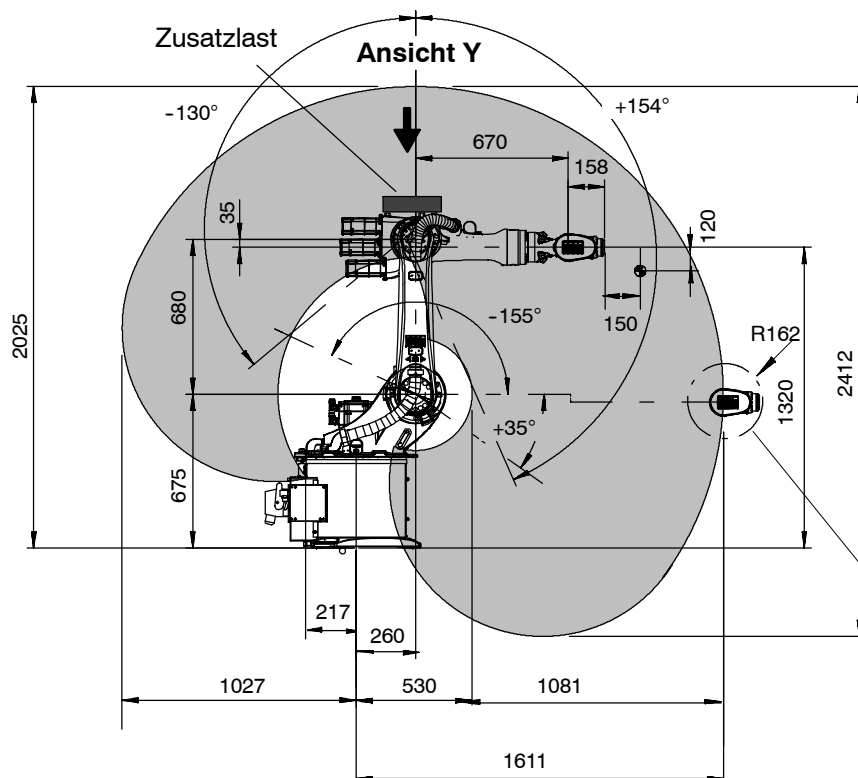
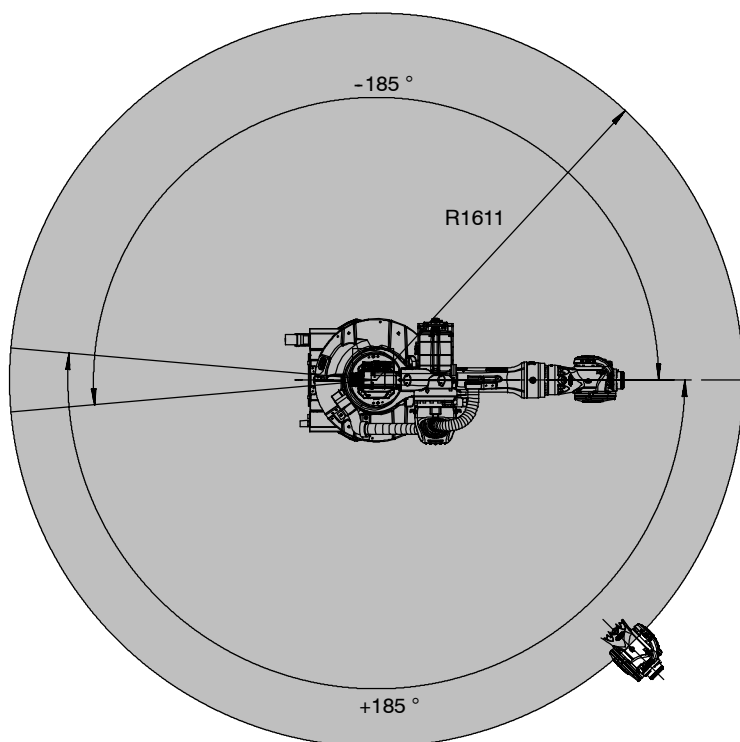


Abb. 14 Traglastschwerpunkt P und Belastungskurven für KR 16-2 S



**ACHTUNG:** Der Störkantenradius (sicherer Bereich) liegt ca. 162 mm vor dem Bezugspunkt für den Arbeitsbereich.



**HINWEIS:** Der Zusatzlast-Schwerpunkt muss so nahe wie möglich an der Drehachse 3 und an der Linie a in Abb. 16 liegen.

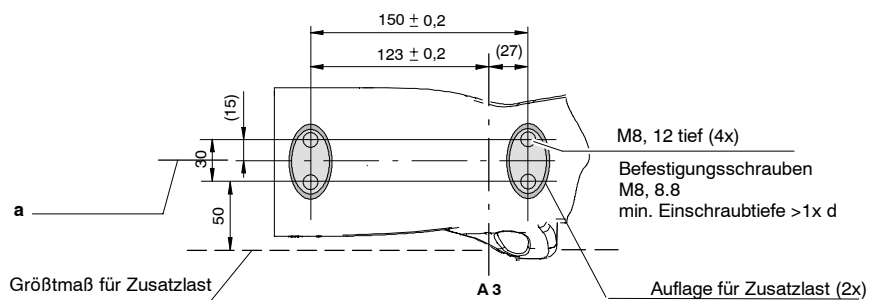
Bezugspunkt für den Arbeitsbereich ist der Schnittpunkt der Drehachsen 4 und 5.

Ansicht Y siehe Abb. 16.

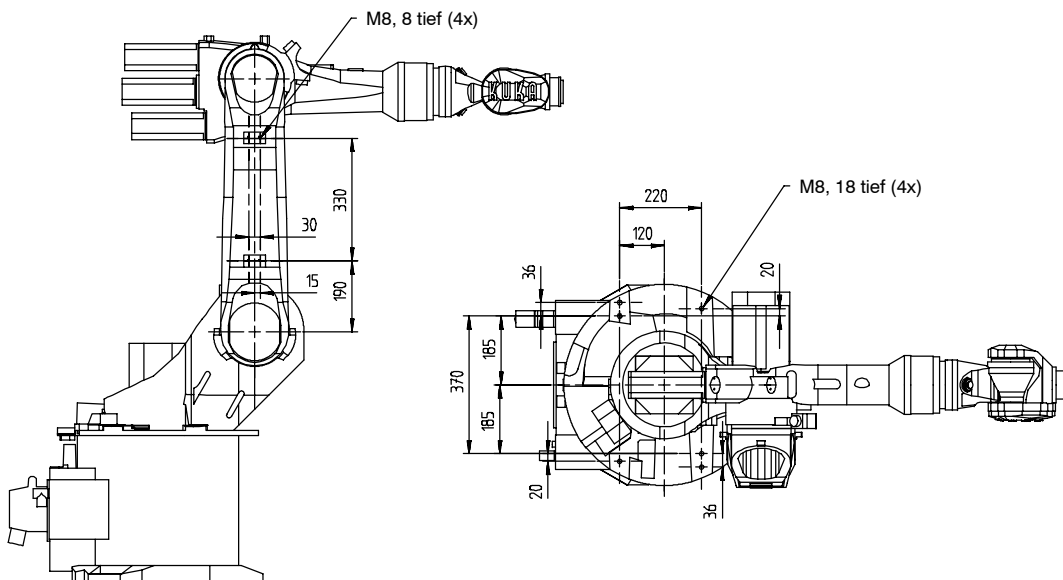
**Abb. 15 Hauptabmessungen und Arbeitsbereich KR 16-2 S (softwarebezogen)**

**Ansicht Y zu Abb. 15**

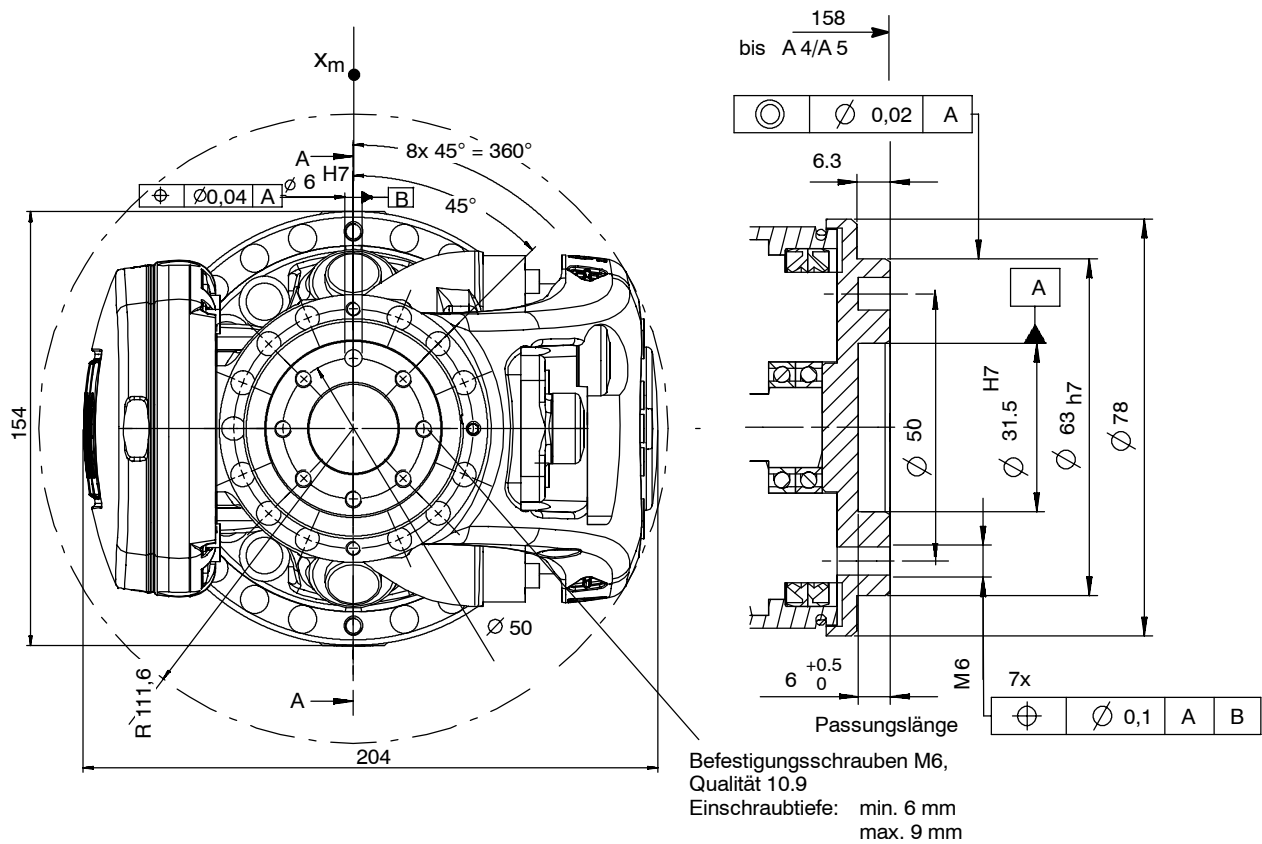
**HINWEIS:** Der Zusatzlast-Schwerpunkt muss so nahe wie möglich an der Drehachse 3 und an der Linie **a** liegen.



**Abb. 16 Befestigungsbohrungen für Zusatzlast Arm**

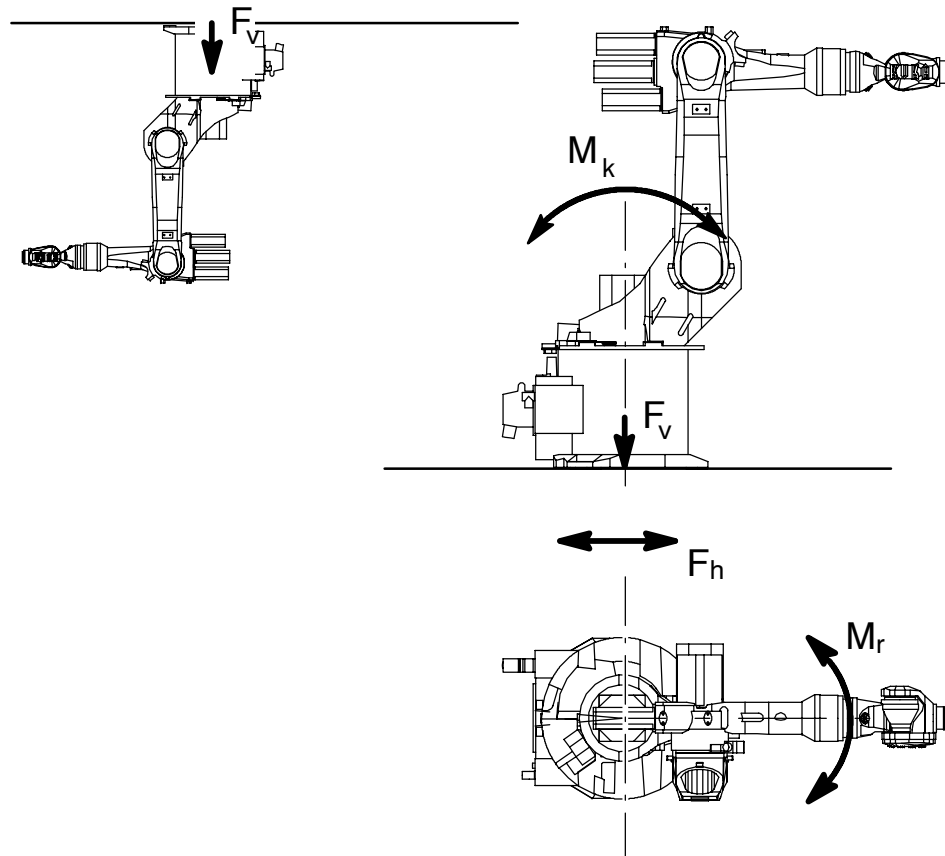


**Abb. 17 Befestigungsbohrungen für Zusatzlast Karussell und Schwinge**



**Abb. 18 DIN/ISO-Anbaufansch für Zentralhand 16 kg**

Die angegebenen Kräfte und Momente beinhalten bereits die Traglast und die Massekraft (Gewicht) des Manipulators.






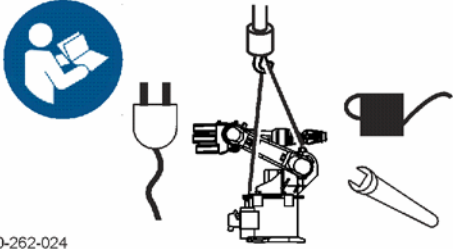

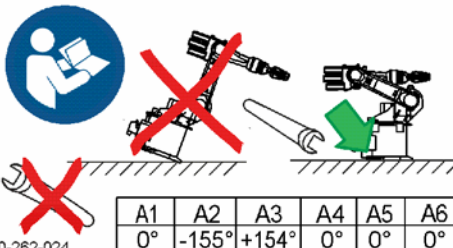
$F_v$	=	Vertikale Kraft	$F_{vmax}$	=	5 200 N
$F_h$	=	Horizontale Kraft	$F_{hmax}$	=	5 000 N
$M_k$	=	Kippmoment	$M_{kmax}$	=	5 900 Nm
$M_r$	=	Drehmoment um Achse 1	$M_{rmax}$	=	4 800 Nm



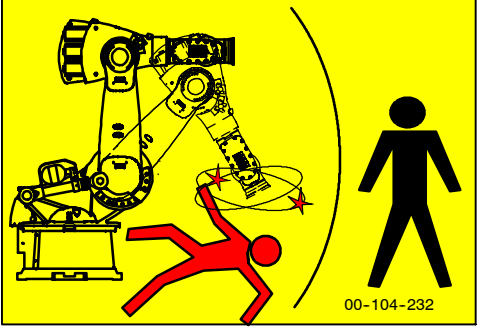
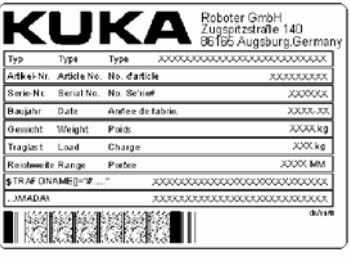
Gesamtmasse	=	Manipulator +	Gesamtlast	für Typ
		235 kg	+ 46 kg	KR 16-2 S

**Abb. 19 Hauptbelastungen des Fundaments durch Manipulator und Gesamtlast**





Pos.	Beschreibung
1	<div></div> <div><b>Hochspannung</b> Bei unsachgemäßem Umgang kann es zur Berührung stromführenden Teile kommen. Gefahr durch Stromschlag!</div>
2	<div></div> <div><b>Heiße Oberfläche</b> Beim Betrieb des Roboters können Oberflächentemperaturen erreicht werden, die zu Verbrennungen führen können. Schutzhandschuhe tragen!</div>
3	<div><div><div></div></div><div> 00-262-024</div></div> <div><div><div><b>CAUTION</b></div><div><b>ATTENTION</b></div><div><b>VORSICHT</b></div></div><div><div>Secure the system before beginning work on the robot. Read and observe the safety instructions!</div><div>Bloquer le système avant d'effectuer des travaux sur le robot. Lire et respecter les remarques relatives à la sécurité!</div><div>Vor Arbeiten am Roboter, System sichern. Sicherheitshinweise lesen und beachten!</div></div></div> <div><b>Arbeiten am Roboter</b> Vor Inbetriebnahme, Transport oder Wartung, Montage- und Betriebsanleitung lesen und die darin enthaltenen Hinweise beachten.</div>
4	<div><div><div></div></div><div> 00-262-024</div></div> <div><div><div><b>CAUTION</b></div><div><b>ATTENTION</b></div><div><b>VORSICHT</b></div></div><div><div>Move the robot into its transport position before removing the mounting base!</div><div>Amener le robot en position de transport avant de défaire la fixation aux fondations!</div><div>Roboter vor Lösen der Fundamentbefestigung in Transportstellung bringen!</div></div></div> <div><b>Transportstellung</b> Bevor die Schrauben der Fundamentbefestigung gelöst werden, muss der Roboter in Transportstellung gemäß der Tabelle befinden. Kippgefahr!</div>

5	<div data-bbox="582 313 869 582">  </div> <div data-bbox="885 313 1364 582">  </div> <div data-bbox="582 593 869 750"> <p><b>⚠ CAUTION</b></p> <p><b>⚠ ATTENTION</b></p> <p><b>⚠ VORSICHT</b></p> </div> <div data-bbox="885 593 1364 750"> <p><b>Before removing the motor, secure robot axis to prevent it from turning!</b></p> <p><b>Avant de retirer le moteur, protéger l'axe du robot contre le basculement!</b></p> <p><b>Vor Entfernen des Motors, Roboterachse gegen Bewegungen sichern!</b></p> </div> <p><b>Achsen sichern</b></p> <p>Vor jedem Motortausch jeweilige Achse durch Absicherung mittels geeigneter Hilfsmittel/Vorrichtungen vor möglichen Bewegungen sichern. Achse kann sich bewegen. Quetschgefahr!</p>
6	<div data-bbox="582 918 1085 1265">  </div> <p><b>Gefahrenbereich</b></p> <p>Aufenthalt im Gefahrenbereich des Roboters verboten, wenn dieser betriebsbereit oder im Betrieb ist. Verletzungsgefahr!</p>
7	<div data-bbox="582 1388 957 1668">  </div> <p><b>Typenschild</b></p> <p>Inhalte gemäß Maschinenrichtlinie.</p>

### 4.3 REACH Informationspflicht nach Art. 33 der Verordnung (EG) 1907/2006

Dieses Produkt enthält, vor dem Hintergrund der Auskünfte unserer Lieferanten, in seinen homogenen Bauteilen (Erzeugnissen) keine besonders besorgniserregenden Stoffe (SVHCs) in einer Konzentration von mehr als 0,1 Massenprozent, die in der "Kandidatenliste" aufgeführt sind.

## 5 Sicherheit

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



#### Information!

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

### 5.2 Allgemein



#### Hinweis!

Das vorliegende Kapitel "Sicherheit" bezieht sich auf eine mechanische Komponente eines Industrieroboters.

Wenn die mechanische Komponente zusammen mit einer KUKARobotersteuerung eingesetzt wird, dann muss das Kapitel "Sicherheit" der Betriebs- oder Montageanleitung der Robotersteuerung verwendet werden!

Dieses enthält alle Informationen aus dem vorliegenden Kapitel "Sicherheit". Zusätzlich enthält es Sicherheitsinformationen mit Bezug auf die Robotersteuerung, die unbedingt beachtet werden müssen.

Wenn im vorliegenden Kapitel "Sicherheit" der Begriff "Industrieroboter" verwendet wird, ist damit auch die einzelne mechanische Komponente gemeint, wenn anwendbar.

### 5.2.1 Haftungshinweis

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

Komponenten des Industrieroboters:

- Manipulator
- Robotersteuerung
- Programmierhandgerät
- Verbindungsleitungen
- Zusatzachsen (optional)  
z. B. Lineareinheit, Drehkipptisch, Positionierer
- 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 die KUKA Roboter GmbH ausgelegt werden. Auch wenn alle Sicherheitshinweise befolgt werden, ist nicht gewährleistet, dass der Industrieroboter keine Verletzungen oder Schäden verursacht.

Ohne Genehmigung der KUKA Roboter GmbH dürfen keine Veränderungen am Industrieroboter durchgeführt werden. Es können zusätzliche Komponenten (Werkzeuge, Software etc.), die nicht zum Lieferumfang der KUKA Roboter GmbH gehören, in den Industrieroboter integriert werden. Wenn durch diese Komponenten Schäden am Industrieroboter oder anderen Sachwerten entstehen, haftet dafür der Betreiber.

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

### 5.2.2 Bestimmungsgemäße Verwendung des Industrieroboters

Der Industrieroboter ist ausschließlich für die in der Betriebsanleitung oder der Montageanleitung im Kapitel "Zweckbestimmung" genannte Verwendung bestimmt.

Alle von der bestimmungsgemäßen Verwendung abweichenden Anwendungen gelten als Fehlanwendung und sind unzulässig. Für Schäden, die aus einer Fehlanwendung resultieren, haftet der Hersteller nicht. Das Risiko trägt allein der Betreiber.

Zur bestimmungsgemäßen Verwendung des Industrieroboters gehört auch die Beachtung der Betriebs- und Montageanleitungen der einzelnen Komponenten und besonders die Befolgung der Wartungsvorschriften.

### **Fehlanwendung**

Alle von der bestimmungsgemäßen Verwendung abweichenden Anwendungen gelten als Fehlanwendung und sind unzulässig.

Dazu zählen z. B.:

- Transport von Menschen und Tieren
- Benutzung als Aufstiegshilfen
- Einsatz außerhalb der zulässigen Betriebsgrenzen
- Einsatz in explosionsgefährdeter Umgebung
- Einsatz ohne zusätzliche Schutzeinrichtungen
- Einsatz im Freien
- Einsatz unter Tage

### **5.2.3 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 Konformitäts-Bewertungsverfahren festgestellt.

#### **Konformitätserklärung**

Der Systemintegrator muss eine Konformitätserklärung gemäß der Maschinenrichtlinie für die gesamte Anlage erstellen. Die 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-Zertifizierung gemäß der EMV-Richtlinie und der Niederspannungsrichtlinie.

#### **Einbauerklärung**

Der Industrieroboter als unvollständige Maschine wird mit einer Einbauerklärung nach Anhang II B der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG ausgeliefert. Bestandteile dieser 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.

## 5.2.4 Verwendete Begriffe

Begriff	Beschreibung
Achsbereich	Bereich jeder Achse in Grad oder Millimeter, in dem sie sich bewegen darf. Der Achsbereich muss für jede Achse definiert werden.
Anhalteweg	Anhalteweg = Reaktionsweg + Bremsweg Der Anhalteweg ist Teil des Gefahrenbereichs.
Arbeitsbereich	Im Arbeitsbereich darf sich der Manipulator bewegen. Der Arbeitsbereich ergibt sich aus den einzelnen Achsbereichen.
Betreiber (Benutzer)	Der Betreiber eines Industrieroboters kann der Unternehmer, Arbeitgeber oder die delegierte Person sein, die für die Benutzung des Industrieroboters verantwortlich ist.
Gefahrenbereich	Der Gefahrenbereich beinhaltet den Arbeitsbereich und die Anhaltewege.
Gebrauchsdauer	Die Gebrauchsdauer eines sicherheitsrelevanten Bauteils beginnt ab dem Zeitpunkt der Lieferung des Teils an den Kunden. Die Gebrauchsdauer wird nicht beeinflusst davon, ob das Teil in einer Robotersteuerung oder anderweitig betrieben wird oder nicht, da sicherheitsrelevante Bauteile auch während der Lagerung altern.
KCP	KUKA Control Panel Programmierhandgerät für die KR C2/KR C2 edition 2005 Das KCP hat alle Bedien- und Anzeigemöglichkeiten, die für die Bedienung und Programmierung des Industrieroboters benötigt werden.
KUKA smartPAD	siehe "smartPAD"
Manipulator	Die Robotermechanik und die zugehörige Elektroinstallation.
Schutzbereich	Der Schutzbereich befindet sich außerhalb des Gefahrenbereichs.
smartPAD	Programmierhandgerät für die KR C4 Das smartPAD hat alle Bedien- und Anzeigemöglichkeiten, die für die Bedienung und Programmierung des Industrieroboters benötigt werden.
Stopp-Kategorie 0	Die Antriebe werden sofort abgeschaltet und die Bremsen fallen ein. Der Manipulator und die Zusatzachsen (optional) bremsen bahnnahe. <b>Hinweis:</b> Diese Stopp-Kategorie wird im Dokument als STOP 0 bezeichnet.
Stopp-Kategorie 1	Der Manipulator und die Zusatzachsen (optional) bremsen bahntreu. Nach 1 s werden die Antriebe abgeschaltet und die Bremsen fallen ein. <b>Hinweis:</b> Diese Stopp-Kategorie wird im Dokument als STOP 1 bezeichnet.
Stopp-Kategorie 2	Die Antriebe werden nicht abgeschaltet und die Bremsen fallen nicht ein. Der Manipulator und die Zusatzachsen (optional) bremsen mit einer normalen Bremsrampe. <b>Hinweis:</b> Diese Stopp-Kategorie wird im Dokument als STOP 2 bezeichnet.
Systemintegrator (Anlagenintegrator)	Systemintegratoren sind Personen, die den Industrieroboter sicherheitsgerecht in eine Anlage integrieren und in Betrieb nehmen.
T1	Test-Betriebsart Manuell reduzierte Geschwindigkeit ( $\leq 250$ mm/s)

T2	Test-Betriebsart Manuell hohe Geschwindigkeit (> 250 mm/s zulässig)
Zusatzachse	Bewegungsachse, die nicht zum Manipulator gehört, aber mit der Robotersteuerung angesteuert wird, z. B. KUKA Lineareinheit, Drehkipptisch, Posiflex.

## 5.3 Personal

Folgende Personen oder Personengruppen werden für den Industrieroboter definiert:

- Betreiber
- Personal



### Hinweis!

**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.

### 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



### Hinweis!

**Aufstellung, Austausch, Einstellung, Bedienung, Wartung und Instandsetzung dürfen nur nach Vorschrift der Betriebs- oder Montageanleitung der jeweiligen Komponente des Industrieroboters und von hierfür speziell ausgebildetem Personal durchgeführt werden.**

### Systemintegrator

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

Der Systemintegrator ist für folgende Aufgaben verantwortlich:

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



### Anwender

Der Anwender muss folgende Voraussetzungen erfüllen:

- Der Anwender muss für die auszuführenden Arbeiten geschult sein.
- Tätigkeiten am Industrieroboter 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.



#### Hinweis!

**Arbeiten an der Elektrik und Mechanik des Industrieroboters dürfen nur von Fachkräften vorgenommen werden.**

## 5.4 Arbeits-, Schutz- und Gefahrenbereich

Arbeitsbereiche müssen auf das erforderliche Mindestmaß beschränkt werden. Ein Arbeitsbereich ist mit Schutzeinrichtungen abzusichern.

Die Schutzeinrichtungen (z. B. Schutztüre) müssen sich im Schutzbereich befinden. Bei einem Stopp bremsen Manipulator und Zusatzachsen (optional) und kommen im Gefahrenbereich zu stehen.

Der Gefahrenbereich beinhaltet den Arbeitsbereich und die Anhaltewege des Manipulators und der Zusatzachsen (optional). Sie sind durch trennende Schutzeinrichtungen zu sichern, um eine Gefährdung von Personen oder Sachen auszuschließen.

## 5.5 Übersicht Schutzausstattung

Die Schutzausstattung der mechanischen Komponente kann umfassen:

- Mechanische Endanschläge
- Mechanische Achsbereichsbegrenzung (Option)
- Achsbereichsüberwachung (Option)
- Freidreh-Einrichtung (Option)
- Kennzeichnungen von Gefahrenstellen

Nicht jede Ausstattung ist auf jede mechanische Komponente anwendbar.

### 5.5.1 Mechanische Endanschläge

Die Achsbereiche der Grund- und Handachsen des Manipulators sind je nach Robotervariante teilweise durch mechanische Endanschläge begrenzt.

An den Zusatzachsen können weitere mechanische Endanschläge montiert sein.



#### Warnung!

**Wenn der Manipulator oder eine Zusatzachse gegen ein Hindernis oder einen mechanischen Endanschlag oder die Achsbereichsbegrenzung fährt, können Sachschäden am Industrieroboter entstehen. Der Manipulator muss außer Betrieb gesetzt werden und vor der Wiederinbetriebnahme ist Rücksprache mit der KUKA Roboter GmbH erforderlich.**

### 5.5.2 Mechanische Achsbereichsbegrenzung (Option)

Einige Manipulatoren können in den Achsen A1 bis A3 mit mechanischen Achsbereichsbegrenzungen ausgerüstet werden. Die verstellbaren Achsbereichsbegrenzungen beschrän-

ken den Arbeitsbereich auf das erforderliche Minimum. Damit wird der Personen- und Anlagenschutz erhöht.

Bei Manipulatoren, die nicht für die Ausrüstung mit mechanischen Achsbereichsbegrenzungen vorgesehen sind, ist der Arbeitsraum so zu gestalten, dass auch ohne mechanische Arbeitsbereichsbegrenzungen keine Gefährdung von Personen oder Sachen eintreten kann.

Wenn dies nicht möglich ist, muss der Arbeitsbereich durch anlagenseitige Lichtschranken, Lichtvorhänge oder Hindernisse begrenzt werden. An Einlege- und Übergabebereichen dürfen keine Scher- und Quetschstellen entstehen.

**Information!**

Diese Option ist nicht für alle Robotermodelle verfügbar. Informationen zu bestimmten Robotermodellen können bei der KUKA Roboter GmbH erfragt werden.

### 5.5.3 Achsbereichsüberwachung (Option)

Einige Manipulatoren können in den Grundachsen A1 bis A3 mit 2-kanaligen Achsbereichsüberwachungen ausgerüstet werden. Die Positioniererachsen können mit weiteren Achsbereichsüberwachungen ausgerüstet sein. Mit einer Achsbereichsüberwachung kann für eine Achse der Schutzbereich eingestellt und überwacht werden. Damit wird der Personen- und Anlagenschutz erhöht.

**Information!**

Diese Option ist nicht für alle Robotermodelle und nicht bei KR C4 verfügbar. Informationen zu bestimmten Robotermodellen können bei der KUKA Roboter GmbH erfragt werden.

### 5.5.4 Möglichkeiten zum Bewegen des Manipulators ohne Antriebsenergie

**Vorsicht!**

**Der Betreiber der Anlage muss dafür Sorge tragen, dass die Ausbildung des Personals hinsichtlich des Verhaltens in Notfällen oder außergewöhnlichen Situationen auch umfasst, wie der Manipulator ohne Antriebsenergie bewegt werden kann.**

**Beschreibung**

Um den Manipulator nach einem Unfall oder Störfall manuell bewegen zu können, stehen folgende Vorrichtungen zur Verfügung:

- Freidreh-Vorrichtung (Option)  
Die Freidreh-Vorrichtung kann für die Grundachs-Antriebsmotoren und je nach Robotervariante auch für die Handachs-Antriebsmotoren verwendet werden.
- Bremsenöffnungs-Gerät (Option)  
Das Bremsenöffnungs-Gerät ist für Robotervarianten bestimmt, deren Motoren nicht frei zugänglich sind.
- Handachsen direkt mit der Hand bewegen  
Bei Varianten der niedrigen Traglastklasse steht für die Handachsen keine Freidreh-Vorrichtung zur Verfügung. Diese ist nicht notwendig, da die Handachsen direkt mit der Hand bewegt werden können.

**Information!**

Informationen dazu, welche Möglichkeiten für welche Robotermodelle verfügbar sind und wie sie anzuwenden sind, sind in der Montage- oder Betriebsanleitung für den Roboter zu finden oder können bei der KUKA Roboter GmbH erfragt werden.

**Hinweis!**

**Wenn der Manipulator ohne Antriebsenergie bewegt wird, kann dies die Motorbremsen der betroffenen Achsen beschädigen. Wenn die Bremse beschädigt wurde, muss der Motor getauscht werden. Der Manipulator darf deshalb nur in Notfällen oder außergewöhnlichen Situationen ohne Antriebsenergie bewegt werden, z. B. zur Befreiung von Personen.**

### 5.5.5 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



#### Information!

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

## 5.6 Sicherheitsmaßnahmen

### 5.6.1 Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen

Der Industrieroboter darf nur in technisch einwandfreiem Zustand sowie bestimmungsgemäß und sicherheitsbewusst benutzt werden. Bei Fehlhandlungen können Personen- und Sachschäden 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) können Manipulator oder Zusatzachsen absacken. Wenn am ausgeschalteten Industrieroboter gearbeitet wird, sind Manipulator und Zusatzachsen vorher so in Stellung zu bringen, dass sie sich mit und ohne Traglast nicht selbständig bewegen können. Wenn das nicht möglich ist, müssen Manipulator und Zusatzachsen entsprechend abgesichert werden.



#### Gefahr!

**Der Industrieroboter kann ohne funktionsfähige Sicherheitsfunktionen und Schutzeinrichtungen Personen- oder Sachschaden verursachen. Wenn Sicherheitsfunktionen oder Schutzeinrichtungen deaktiviert oder demontiert sind, darf der Industrieroboter nicht betrieben werden.**



#### Gefahr!

**Der Aufenthalt unter der Robotermechanik kann zum Tod oder zu Verletzungen führen. Aus diesem Grund ist der Aufenthalt unter der Robotermechanik verboten!**



#### Vorsicht!

**Die Motoren erreichen während des Betriebs Temperaturen, die zu Hautverbrennungen führen können. Berührungen sind zu vermeiden. Es sind geeignete Schutzmaßnahmen zu ergreifen, z. B. Schutzhandschuhe tragen.**

### KCP/smartPAD

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

Wenn mehrere KCPs/smartPADs an einer Anlage verwendet werden, muss darauf geachtet werden, dass jedes Gerät dem zugehörigen Industrieroboter eindeutig zugeordnet ist. Es darf keine Verwechslung stattfinden.



#### Warnung!

**Der Betreiber hat dafür Sorge zu tragen, dass abgekoppelte KCPs/smartPADs sofort aus der Anlage entfernt werden und außer Sicht- und Reichweite des am Industrieroboter arbeitenden Personals verwahrt werden. Dies dient dazu, Verwechslungen zwischen wirksamen und nicht wirksamen NOT-HALT-Einrichtungen zu vermeiden. Wenn dies nicht beachtet wird, können Tod, schwere Verletzungen oder erheblicher Sachschaden die Folge sein.**

### Externe Tastatur, externe Maus

Eine externe Tastatur und/oder eine externe Maus darf nur unter folgenden Voraussetzungen verwendet werden:

- Inbetriebnahme- oder Wartungsarbeiten werden durchgeführt.
- Die Antriebe sind abgeschaltet.
- Im Gefahrenbereich halten sich keine Personen auf.

Das KCP/smartPAD darf nicht benutzt werden, solange eine externe Tastatur und/oder eine externe Maus am Steuerschrank angeschlossen sind.

Die externe Tastatur und/oder die externe Maus sind vom Steuerschrank zu entfernen, sobald die Inbetriebnahme- oder Wartungsarbeiten abgeschlossen sind oder das KCP/smartPAD angeschlossen wird.

### Änderungen

Nach Änderungen am Industrieroboter muss geprüft werden, ob das erforderliche Sicherheitsniveau gewährleistet ist. Für diese Prüfung sind die geltenden staatlichen oder regionalen Arbeitsschutzvorschriften zu beachten. Zusätzlich sind alle Sicherheitsstromkreise 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 ist wie folgt vorzugehen:

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

## 5.6.2 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 in der Robotersteuerung 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.

### Zusatzachse (optional)

Die vorgeschriebene Transportstellung der Zusatzachse (z. B. KUKA Lineareinheit, Drehkipptisch, Positionierer) muss beachtet werden. Der Transport muss gemäß der Betriebsanleitung oder Montageanleitung für die Zusatzachse erfolgen.

## 5.6.3 Inbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme

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 Sicherheitsstromkreise auf ihre sichere Funktion zu testen.



#### Hinweis!

Die Passwörter für die Anmeldung als Experte und Administrator in der KUKA System Software müssen vor der Inbetriebnahme geändert werden und dürfen nur autorisiertem Personal mitgeteilt werden.



#### Gefahr!

Die Robotersteuerung ist für den jeweiligen Industrieroboter vorkonfiguriert. Der Manipulator und die Zusatzachsen (optional) können bei vertauschten Kabeln falsche Daten erhalten und dadurch Personen- oder Sachschaden verursachen. Wenn eine Anlage aus mehreren Manipulatoren besteht, die Verbindungsleitungen immer an Manipulator und zugehöriger Robotersteuerung anschließen.



#### Hinweis!

Wenn zusätzliche Komponenten (z. B. Leitungen), die nicht zum Lieferumfang der KUKA Roboter GmbH gehören, in den Industrieroboter integriert werden, ist der Betreiber dafür verantwortlich, dass diese Komponenten keine Sicherheitsfunktionen beeinträchtigen oder außer Funktion setzen.



#### Hinweis!

Wenn die Schrankinnentemperatur der Robotersteuerung stark von der Umgebungstemperatur abweicht, kann sich Kondenswasser bilden, das zu Schäden an der Elektrik führt. Robotersteuerung erst in Betrieb nehmen, wenn sich die Schrankinnentemperatur der Umgebungstemperatur angepasst hat.

### 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.
- Es sind keine Beschädigungen am Roboter vorhanden, die darauf schließen lassen, dass sie durch äußere Krafteinwirkung entstanden sind. Beispiel: Dellen oder Farbabriebe, die durch einen Schlag oder eine Kollision entstanden sein könnten.



#### Warnung!

**Wenn eine solche Beschädigung vorhanden ist, müssen die betroffenen Komponenten ausgetauscht werden. Motor und Gewichtsausgleich müssen besonders aufmerksam geprüft werden.**

**Durch äußere Krafteinwirkung 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, Verletzungen oder erheblicher Sachschaden können sonst die Folge sein.**

- Es sind keine Fremdkörper oder defekte, lockere oder lose Teile am Industrieroboter.
- Alle erforderlichen Schutzeinrichtungen sind korrekt installiert und funktionsfähig.
- Die Anschlusswerte des Industrieroboters stimmen mit der örtlichen Netzspannung und Netzform überein.
- Der Schutzleiter und die Potentialausgleichs-Leitung sind ausreichend ausgelegt und korrekt angeschlossen.
- Die Verbindungskabel sind korrekt angeschlossen und die Stecker verriegelt.

#### Maschinendaten

Es ist sicherzustellen, dass das Typenschild an der Robotersteuerung die gleichen Maschinendaten besitzt, die in der Einbauerklärung eingetragen sind.

Die Maschinendaten auf dem Typenschild des Manipulators und der Zusatzachsen (optional) müssen bei der Inbetriebnahme eingetragen werden.



#### Warnung!

**Wenn die falschen Maschinendaten geladen sind, darf der Industrieroboter nicht verfahren werden! Tod, schwere Verletzungen oder erhebliche Sachschäden können sonst die Folge sein. Die richtigen Maschinendaten müssen geladen werden.**

### 5.6.4 Manueller Betrieb

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:

- Wenn die Antriebe nicht benötigt werden, müssen sie abgeschaltet werden, damit der Manipulator oder die Zusatzachsen (optional) nicht versehentlich verfahren wird.
- Neue oder geänderte Programme müssen immer zuerst in der Betriebsart Manuell Reduzierte Geschwindigkeit (T1) getestet werden.
- Werkzeuge, Manipulator oder Zusatzachsen (optional) 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 Raumes durchgeführt werden.

Wenn die Einrichtarbeiten von innerhalb des durch Schutzeinrichtungen abgegrenzten Raumes durchgeführt werden müssen, muss Folgendes beachtet werden.

In der Betriebsart **Manuell Reduzierte Geschwindigkeit (T1)**:

- Wenn vermeidbar, dürfen sich keine weiteren Personen 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 Zustimmungseinrichtung 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.

In der Betriebsart **Manuell Hohe Geschwindigkeit (T2)**:

- Diese Betriebsart darf nur verwendet werden, wenn die Anwendung einen Test mit höherer als mit der Manuell Reduzierten Geschwindigkeit erfordert.
- Teachen und Programmieren sind in dieser Betriebsart nicht erlaubt.
- Der Bediener muss vor Beginn des Tests sicherstellen, dass die Zustimmungseinrichtungen funktionsfähig sind.
- Der Bediener muss eine Position außerhalb des Gefahrenbereichs einnehmen.
- Es dürfen sich keine weiteren Personen in dem durch Schutzeinrichtungen abgegrenzten Raum aufhalten. Der Bediener muss hierfür Sorge tragen.

### 5.6.5 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.
- Die festgelegten Arbeitsverfahren werden befolgt.

Wenn der Manipulator oder eine Zusatzachse (optional) ohne ersichtlichen Grund stehen bleibt, darf der Gefahrenbereich erst betreten werden, wenn ein NOT-HALT ausgelöst wurde.

### 5.6.6 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 Sicherheitsstromkreise auf ihre sichere Funktion zu testen.

Die Wartung und Instandsetzung soll sicherstellen, dass der funktionsfähige Zustand erhalten bleibt oder bei Ausfall wieder hergestellt 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 von Wartungs- oder Instandsetzungsarbeiten deaktiviert werden, muss die Schutzwirkung anschließend sofort wiederhergestellt werden.



#### **Gefahr!**

**Vor Arbeiten an spannungsführenden Teilen des Robotersystems muss der Hauptschalter ausgeschaltet und gegen unbefugtes Wiedereinschalten gesichert werden. Anschließend muss die Spannungsfreiheit festgestellt werden.**

**Wenn die Robotersteuerung KR C4 oder VKR C4 verwendet wird:**

**Es genügt nicht, vor Arbeiten an spannungsführenden Teilen einen NOT-HALT oder einen Sicherheitshalt auszulösen oder die Antriebe auszuschalten, weil dabei das Robotersystem nicht vom Netz getrennt wird. Es stehen weiterhin Teile unter Spannung. Tod oder schwere Verletzungen können die Folge sein.**

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

Reinigungs- und Pflegearbeiten sind gemäß der Betriebsanleitung durchzuführen.

#### **Robotersteuerung**

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

Bei Tätigkeiten an Komponenten in der Robotersteuerung müssen die EGB-Vorschriften eingehalten werden.

Nach Ausschalten der Robotersteuerung kann an verschiedenen Komponenten mehrere Minuten eine Spannung von über 50 V (bis zu 600 V) anliegen. Um lebensgefährliche Verletzungen zu verhindern, dürfen in diesem Zeitraum keine Tätigkeiten am Industrieroboter durchgeführt werden.

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

#### **Gewichtsausgleich**

Einige Robotervarianten sind mit einem hydropneumatischen, Feder- oder Gaszylinder-Gewichtsausgleich ausgestattet.

Die hydropneumatischen und Gaszylinder-Gewichtsausgleiche sind Druckgeräte. Sie gehören zu den überwachungspflichtigen Anlagen und unterliegen der Druckgeräterichtlinie.

Der Betreiber muss die landesspezifischen Gesetze, Vorschriften und Normen für Druckgeräte beachten.

Prüffristen in Deutschland nach Betriebssicherheitsverordnung §14 und §15. Prüfung vor Inbetriebnahme am Aufstellort durch den Betreiber.

Sicherheitsmaßnahmen bei Tätigkeiten an Gewichtsausgleichssystemen sind:

- Die von den Gewichtsausgleichssystemen unterstützten Baugruppen des Manipulators müssen gesichert werden.
- Tätigkeiten an den Gewichtsausgleichssystemen darf nur qualifiziertes Personal durchführen.

#### **Gefahrstoffe**

Sicherheitsmaßnahmen beim Umgang mit Gefahrstoffen sind:

- Längeren und wiederholten intensiven Hautkontakt vermeiden.
- Einatmen von Önebeln und -dämpfen vermeiden.
- Für Hautreinigung und Hautpflege sorgen.



#### **Hinweis!**

**Für den sicheren Einsatz unserer Produkte empfehlen wir unseren Kunden regelmäßig die aktuellen Sicherheitsdatenblätter von den Herstellern der Gefahrstoffe anzufordern.**

### **5.6.7 Außerbetriebnahme, Lagerung und Entsorgung**

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

## 5.7 Angewandte Normen und Vorschriften

Name	Definition	Ausgabe
<b>2006/42/EG</b>	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)	2006
<b>2014/30/EU</b>	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	2014
<b>2014/68/EU</b>	Druckgeräterichtlinie: Richtlinie 2014/68/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Mai 2014 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über Druckgeräte (Findet nur Anwendung für Roboter mit hydropneumatischem Gewichtsausgleich.)	2014
<b>EN ISO 13850</b>	Sicherheit von Maschinen: NOT-HALT-Gestaltungsleitsätze	2015
<b>EN ISO 13849-1</b>	Sicherheit von Maschinen: Sicherheitbezogene Teile von Steuerungen; Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze	2015
<b>EN ISO 13849-2</b>	Sicherheit von Maschinen: Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen; Teil 2: Validierung	2012
<b>EN ISO 12100</b>	Sicherheit von Maschinen: Allgemeine Gestaltungsleitsätze, Risikobeurteilung und Risikominderung	2010
<b>EN ISO 10218-1</b>	Industrieroboter – Sicherheitsanforderungen: Teil 1: Roboter Hinweis: Inhalt entspricht ANSI/RIA R.15.06-2012, Teil 1	2011
<b>EN 614-1 + A1</b>	Sicherheit von Maschinen: Ergonomische Gestaltungsgrundsätze; Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze	2009
<b>EN 61000-6-2</b>	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV): Teil 6-2: Fachgrundnormen; Störfestigkeit für Industriebereich	2005
<b>EN 61000-6-4 + A1</b>	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV): Teil 6-4: Fachgrundnormen; Störaussendung für Industriebereich	2011
<b>EN 60204-1 + A1</b>	Sicherheit von Maschinen: Elektrische Ausrüstung von Maschinen; Teil 1: Allgemeine Anforderungen	2009



## 6 Transport



### Information!

Diese Beschreibung gilt sinngemäß für alle in Kapitel 1 angeführten Industrieroboter, unabhängig von der gewählten Darstellung der Variante oder des Baumusters.

### 6.1 Allgemeines



### Vorsicht!

Wird der Manipulator mit dem Gabelstapler transportiert, müssen die Gabeln durch die Taschen geführt werden. Jede andere Aufnahmen des Manipulators mit dem Gabelstapler ist verboten!

Gabelstapler, Hebezeug und Kran müssen für das Handhaben des Manipulators geeignet sein. Gewicht siehe Kapitel 4, "Technische Daten".

Vor jedem Transport muss der Manipulator in Transportstellung gebracht werden. Beim Transport des Manipulators ist auf die Standsicherheit zu achten.

Solange der Manipulator nicht - je nach Typ - auf dem Boden, an der Decke oder einem schwenkbaren Stahlfundament befestigt ist, muss er in Transportstellung gehalten werden.

Bevor der Manipulator abgehoben wird, ist sicherzustellen, dass er frei ist.

Transportsicherungen wie Nägel und Schrauben sind vorher vollständig zu entfernen; Rost- oder Klebekontakt ist vorher zu lösen.

Die Maßangaben für die einzelnen Robotervarianten sind Abb. 25 zu entnehmen. Die Lage des Schwerpunkts und das Gewicht variieren zwischen den einzelnen Robotervarianten geringfügig.

Für die Transportart ist in erster Linie die Einbaulage des Manipulators maßgebend. Wird der Manipulator mit dem Transportgeschirr bewegt, sind vorher die Gabelstaplertaschen (2) abzubauen und zwei der drei Ringschrauben M12x30 DIN 580 (1) in die hinteren freiwerdenden Gewinde einzusetzen.

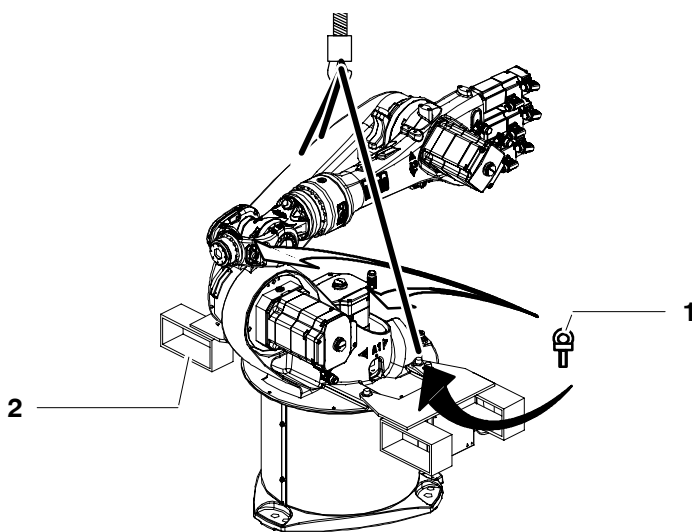


Abb. 22 Transportstellung

## 6.2 Bodenroboter



### Information!

Abschnitt 6.1 dieses Kapitels beachten!

Der Manipulator kann wie folgt transportiert werden:

- Mit Transportgeschirr und Kran (Abb. 24, links)

Der Manipulator lässt sich mit einem Transportgeschirr, das in drei Ringschrauben am Karussell eingehängt wird, an den Kranhaken hängen und so transportieren.



### Vorsicht!

Die Seile oder Bänder des Transportgeschirrs sind so zu führen, dass das Kippen des Manipulators zur Seite sicher vermieden wird und Installationen bzw. Stecker nicht beschädigt werden.



### Vorsicht!

Für den Transport des Manipulators dürfen nur zugelassene Transportmittel, Last- und Transportgeschirre mit ausreichender Tragkraft verwendet werden. Manipulatorgewicht siehe Kapitel 4, "Technische Daten". Es müssen unbedingt alle drei Ringschrauben des Karussells für die Aufhängung verwendet werden.

- Mit Gabelstapler (Abb. 24, rechts)

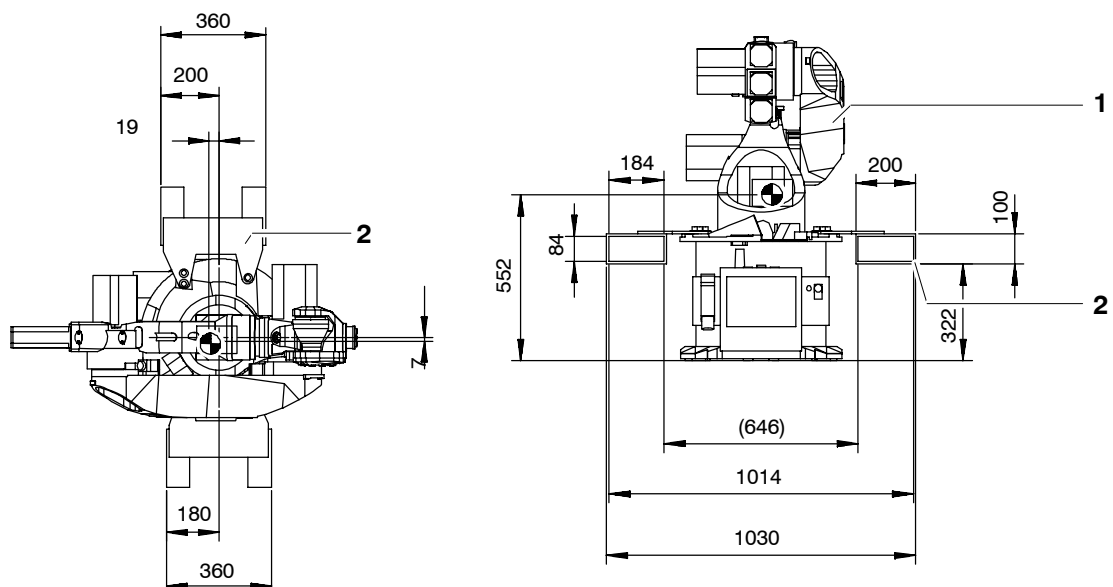
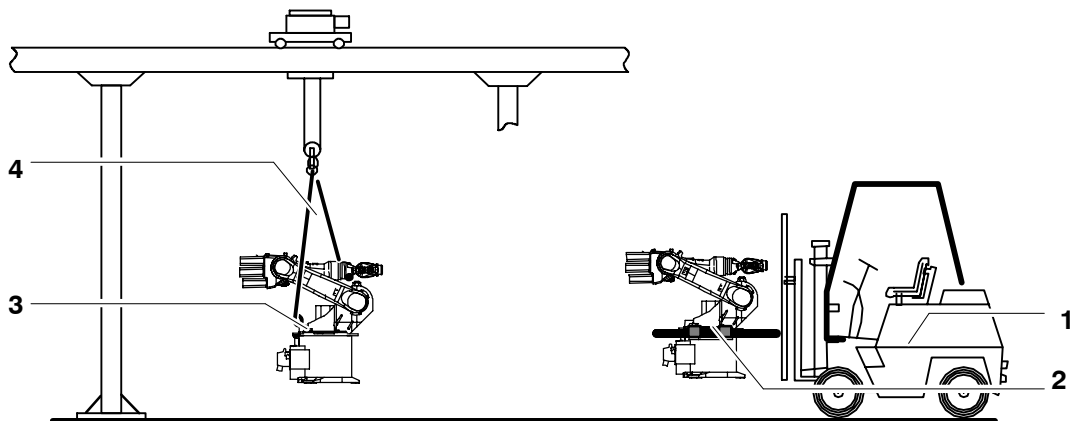


Abb. 23 Gabelstaplertaschen

Für den Transport mit dem Gabelstapler sind am Karussell zwei abnehmbare, durchgehende Gabelstaplertaschen (Abb. 23/2) angebracht. Dadurch kann der Manipulator (1) von zwei Seiten aufgenommen werden.



**Abb. 24 Transport Bodenroboter**

Soll der Manipulator vom Einsatzort wegtransportiert werden, ist folgendes zu beachten:



**Warnung!**

**Hauptschalter am Steuerschrank des Manipulators in Stellung "AUS" bringen und mit Vorhängeschloss gegen unbefugtes Wiedereinschalten sichern.**

- (1) Werkzeug und Zusatzeinrichtungen abbauen, falls diese das Erreichen der Transportstellung oder generell den Transport behindern.



**Warnung!**

**Vor dem nächsten Arbeitsschritt muss sichergestellt werden, dass sich niemand im Bereich des sich langsam bewegenden Manipulators verletzen kann. Der Manipulator darf nur unter Beachtung aller hierfür zutreffenden Sicherheitsvorschriften und mit Handverfahrgeschwindigkeit bewegt werden.**

(2) Manipulator in Betrieb nehmen und in Transportstellung (Abb. 25) bringen.

A1	A2	A3	A4	A5	A6
0°	-155°	+154°	0°	0°	0° *

\* Winkelangaben beziehen sich auf die elektrische "Null-Stellung" oder die Anzeige am KCP.

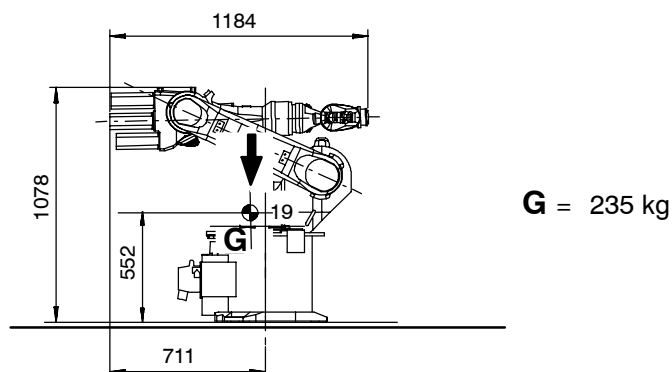


Abb. 25 Transportstellung Bodenroboter



**Warnung!**

Hauptschalter am Steuerschrank des Manipulators in Stellung "AUS" bringen und mit Vorhängeschloss gegen unbefugtes Wiedereinschalten sichern.

Weitere Arbeitsschritte siehe Kapitel 7.5, "Aufstellung, Anschluss".



## 6.3 Deckenroboter



### Information!

Abschnitt 6.1 dieses Kapitels beachten!

Der Manipulator kann wie folgt transportiert werden:

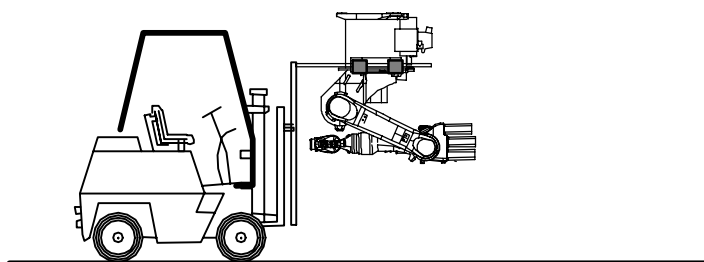
- Mit Gabelstapler (Abb. 26)

Für die Befestigung an der Decke wird der Manipulator in einem speziellen Transportgestell hängend geliefert. Aus diesem kann er mit dem Gabelstapler bereits in der richtigen Einbaulage entnommen und weitertransportiert werden.



### Vorsicht!

**Das Transportgestell muss auch zum Wenden des Manipulators vor oder nach bestimmten Instandsetzungsarbeiten verwendet werden.**



**Abb. 26 Transport Deckenroboter**

Soll der Manipulator vom Einsatzort wegtransportiert werden, ist folgendes zu beachten:



### Warnung!

**Hauptschalter am Steuerschrank des Manipulators in Stellung "AUS" bringen und mit Vorhängeschloss gegen unbefugtes Wiedereinschalten sichern.**

- (1) Werkzeug und Zusatzeinrichtungen abbauen, falls diese das Erreichen der Transportstellung oder generell den Transport behindern.



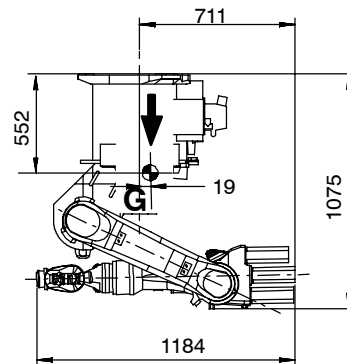
### Warnung!

**Vor dem nächsten Arbeitsschritt muss sichergestellt werden, dass sich niemand im Bereich des sich langsam bewegenden Manipulators verletzen kann. Der Manipulator darf nur unter Beachtung aller hierfür zutreffenden Sicherheitsvorschriften und mit Handverfahrgeschwindigkeit bewegt werden.**

- (2) Manipulator in Betrieb nehmen und in Transportstellung (Abb. 27) bringen.

A1	A2	A3	A4	A5	A6
0°	-155°	+154°	0°	0°	0° *

\* Winkelangaben beziehen sich auf die elektrische "Null-Stellung" oder die Anzeige am KCP.



**G** = 235 kg

**Abb. 27 Transportstellung Deckenroboter**



**Warnung!**

**Hauptschalter am Steuerschrank des Manipulators in Stellung "AUS" bringen und mit Vorhängeschloss gegen unbefugtes Wiedereinschalten sichern.**

Weitere Arbeitsschritte siehe Abschnitt 7.5, "Aufstellung, Anschluss".

## 7 Aufstellung, Anschluss



### Information!

Diese Beschreibung gilt sinngemäß für alle in Kapitel 1 angeführten Industrieroboter, unabhängig von der gewählten Darstellung der Variante oder des Baumusters.

### 7.1 Allgemeines



#### Vorsicht!

**Kapitel 5, "Sicherheit" beachten!**

Bei allen Arbeiten zum Anschluss des Manipulators (und des Steuerschranks) muss die Dokumentation Steuerschrank, "Erstinbetriebnahme", beachtet werden.



#### Hinweis!

Bei Inbetriebnahme des Industrieroboters nach der Erstaufstellung oder nach Austausch ist eine Nullpunkt-Einstellung gemäß Bedienhandbuch Software KR C4, Kapitel "Inbetriebnahme, Abschnitt Roboterjustage/ -dejustage" durchzuführen.

Vor Beginn der Aufstell- und Austauscharbeiten müssen Werkzeug und Zusatzeinrichtungen abgebaut werden, wenn sie die Aufstell- und Austauscharbeiten behindern.



#### Vorsicht!

Wird der Manipulator mit dem Gabelstapler transportiert, müssen die Gabeln durch die Taschen geführt werden. Jede andere Aufnahme des Manipulators mit dem Gabelstapler ist verboten!

Gabelstapler, Hebezeug und Kran müssen für das Handhaben des Manipulators geeignet sein. Gewicht siehe Kapitel 4, "Technische Daten".

Vor jedem Transport muss der Manipulator in Transportstellung gebracht werden. Beim Transport des Manipulators ist auf die Standsicherheit zu achten.

Solange der Manipulator nicht - je nach Typ - auf dem Boden, an der Decke oder einem schwenkbaren Stahlfundament befestigt ist, muss er in Transportstellung gehalten werden.

Bevor der Manipulator abgehoben wird, ist sicherzustellen, dass er frei ist.

Transportsicherungen wie Nägel und Schrauben sind vorher vollständig zu entfernen; Rost- oder Klebekontakt ist vorher zu lösen.

Die Beschreibung der Aufstell- und Austauscharbeiten ist in Arbeitsschritte mit vorangestellter Zahl in Klammern unterteilt. Bei jedem dieser Arbeitsschritte muss auch der unmittelbar folgende Text gelesen werden, sofern dieser mit **Handsymbol** oder **Warndreieck** besonders markiert ist. Viele dieser markierten Texte beziehen sich auf den vorhergehenden Arbeitsschritt.

**Beispiel:**

(8) Manipulator langsam und ohne Verkanten absenken.

**Hinweis!**

**Der Manipulator muss senkrecht nach unten gesenkt werden, bis die beiden Auflagebolzen frei sind.**

Ein Teil der besonders markierten Texte bezieht sich ausschließlich auf die nachfolgenden Arbeitsschritte – bis zur ausdrücklichen Aufhebung oder bis zum Abschluss der Arbeit am Ende eines Abschnitts.

**Beispiel:****Warnung!**

**Hauptschalter am Steuerschrank des Manipulators in Stellung "AUS" bringen und mit Vorhängeschloss gegen unbefugtes Wiedereinschalten sichern.**

**Warnung!**

**Wird unter einem Manipulator gearbeitet, ist dieser gegen mögliche unbeabsichtigte Bewegungen nach unten abzusichern. Dies kann durch Unterstützen von unten oder durch Sicherung mittels Seil von oben erfolgen.**

**Der Aufenthalt unter schwebenden Lasten ist verboten!**

## 7.2 Planungsinformation

Bei der Planung und Auslegung muss darauf geachtet werden, welche Funktionen oder Applikationen die Kinematik ausführen soll. Folgende Bedingungen können zu vorzeitigem Verschleiß führen. Sie erfordern verkürzte Wartungsintervalle und/oder vorgezogenen Komponententausch. Zusätzlich müssen bei der Planung die, in den Technischen Daten angegebenen, zulässigen Betriebsgrenzen beachtet werden.

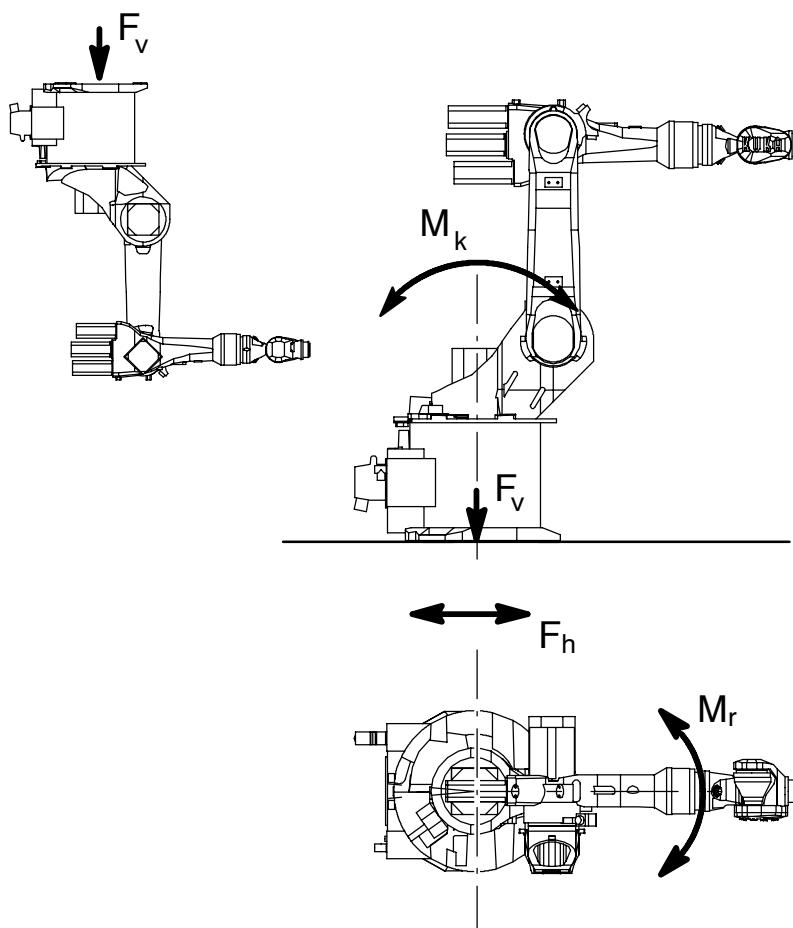
- Dauerhafter Betrieb nahe der Temperaturgrenzen oder in abrasiver Umgebung.
- Dauerhafter Betrieb nahe der Leistungsgrenzen, z. B. hohes Drehzahlniveau einer Achse.
- Hohe Einschaltdauer einzelner Achsen.
- Monotone Bewegungsprofile, z. B. kurze, zyklisch häufig wiederkehrende Achsbewegungen.
- Statische Achslage, z. B. dauerhafte senkrechte Lage einer Handachse

Werden beim Betrieb der Kinematik ein oder mehrere Bedingungen erfüllt, muss Rücksprache mit KUKA Roboter GmbH gehalten werden.

## 7.3 Hauptbelastungen

Während des Betriebs treten Kräfte auf, die sicher in den Boden, die Wand- oder die Deckenkonstruktion geleitet werden müssen. Für Boden- und Deckenroboter ist hierbei Abb. 28 maßgebend. Die Daten aus diesen Abbildungen können auch für weitergehende statische Untersuchungen herangezogen werden.

Die angegebenen Kräfte und Momente beinhalten bereits die Traglast und die Massekraft (Gewicht) des Manipulators.



$F_v$	=	Vertikale Kraft	$F_{vmax}$	=	5 200 N
$F_h$	=	Horizontale Kraft	$F_{hmax}$	=	5 000 N
$M_k$	=	Kippmoment	$M_{kmax}$	=	5 900 Nm
$M_r$	=	Drehmoment um Achse 1	$M_{rmax}$	=	4 800 Nm

Gesamtmasse	=	Manipulator +	Gesamtlast	für Typ
235 kg	+	46 kg		KR 16-2 S

**Abb. 28 Hauptbelastungen des Bodens oder der Decke durch Manipulator und Gesamtlast**

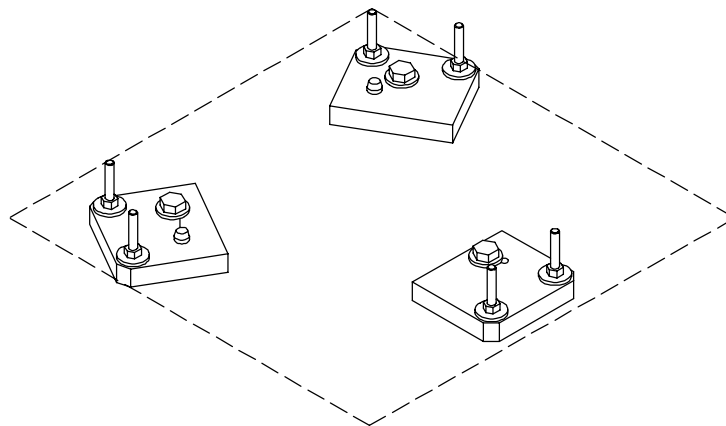
## 7.4 Befestigungsvarianten

Der Manipulator kann am Boden oder an der Decke eingebaut werden.

Für den Einbau des Manipulators am Boden stehen zwei Befestigungsvarianten zur Verfügung.

- **Variante 1**

- Fundamentbefestigung mit Zentrierung (siehe Abschnitt 7.4.1 und 7.4.2)



**Abb. 29 Fundamentbefestigung mit Zentrierung**

Es stehen bei dieser Fundamentvariante zwei Verfahren zur Verfügung:

- Fundamentbefestigung mit Mörtelpatrone (Abschnitt 7.4.1)
- Fundamentbefestigung mit Mörtelkartusche (Abschnitt 7.4.2)

Beide Verfahren setzen eine ebene und glatte Oberfläche auf einem tragfähigen Betonfundament voraus. Das Betonfundament muss die auftretenden Kräfte sicher aufnehmen können. Zwischen den Fundamentplatten und dem Betonfundament dürfen sich keine Isolier- oder Estrichschichten befinden. Bei der Herstellung von Fundamenten aus Beton auf die Tragfähigkeit des Untergrunds und auf landesspezifische Bauvorschriften achten. Der Beton muss die Qualität folgender Norm erfüllen:

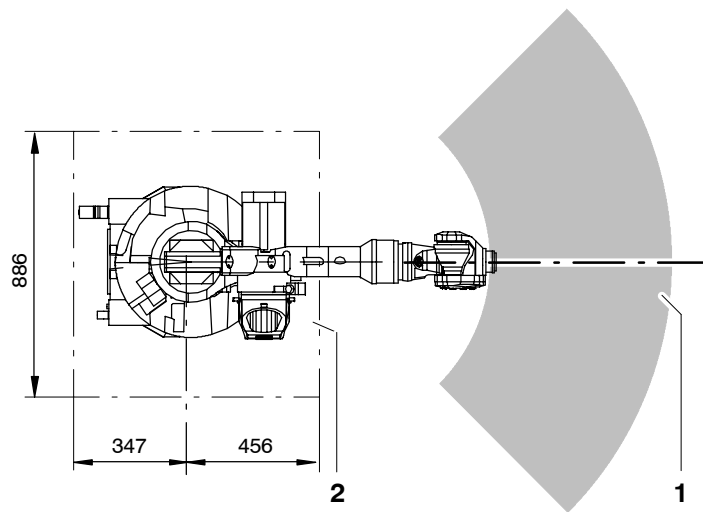
- C20/25 nach DIN EN 206-1:2001/DIN 1045-2:2008

Wenn die Oberfläche des Betonfundaments nicht ausreichend glatt und eben ist, müssen die Unterschiede mit einer geeigneten Ausgleichsmasse ausgeglichen werden.

Bei der Verwendung von Klebedübeln nur Klebemörtel und Anker vom gleichen Hersteller verwenden. Zum Herstellen der Dübelbohrungen dürfen keine Diamantwerkzeuge oder Kernlochbohrer eingesetzt werden; vorzugsweise Bohrwerkzeuge des Dübelherstellers verwenden. Die Herstellerangaben zur Verarbeitung der Klebedübel zusätzlich beachten.

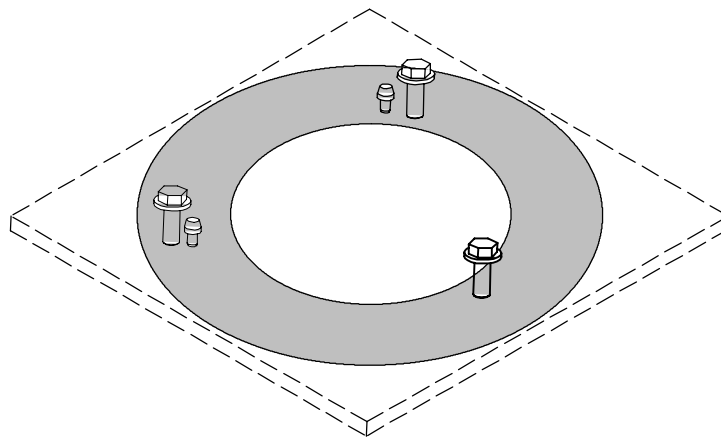
Um das Grundgestell des Manipulators oder die Platte beim Festschrauben auf dem Betonfundament nicht zu verspannen, müssen Niveaudifferenzen zwischen Betonfundament und Platten mittels Ausgleichsmasse (Füllmasse) ausgeglichen werden.

In der nachstehenden Abbildung sind die Mindestfundamentmaße und die Zuordnung des Arbeitsbereichs zum Manipulator dargestellt.



**Abb. 30 Zuordnung Arbeitsbereich und Betonfundament**

- **Variante 2**
  - Maschinengestellbefestigung (siehe Abschnitt 7.4.3)



**Abb. 31 Maschinengestellbefestigung mit Zentrierung**





- (3) Lage des Manipulators zum Arbeitsbereich (Abb. 30/1) auf dem Betonfundament (2) markieren.
- (4) Manipulator auf die Einbauposition bringen.
- (5) Manipulator horizontal ausrichten.



#### Information!

Liegen die Fundamentplatten (1) auf dem Betonfundament (Abb. 33/4) nicht vollständig auf, kann es zu Verspannungen oder zum Lockern der Fundamente kommen. Spalt mit Ausgleichsmasse (2) füllen. Hierzu Manipulator nochmals anheben und Fundamentplatten unten mit ausreichend Ausgleichsmasse bestreichen. Danach Manipulator erneut absetzen und ausrichten, überschüssige Ausgleichsmasse entfernen. Ausgleichsmasse ca. 3 Stunden aushärten lassen. Die Aushärtezeit verlängert sich bei Temperaturen unter 293 K (+20 °C).

Der Bereich (3) unter der Schraube (1) muss frei von Ausgleichsmasse bleiben.

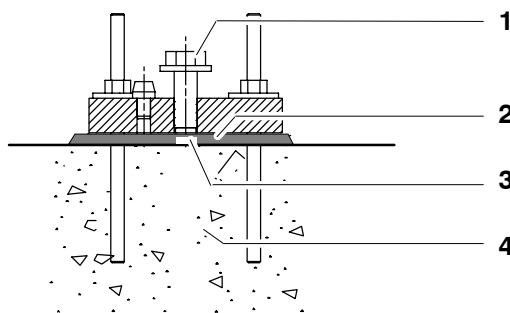


Abb. 33 Ausgleichsmasse



#### Information!

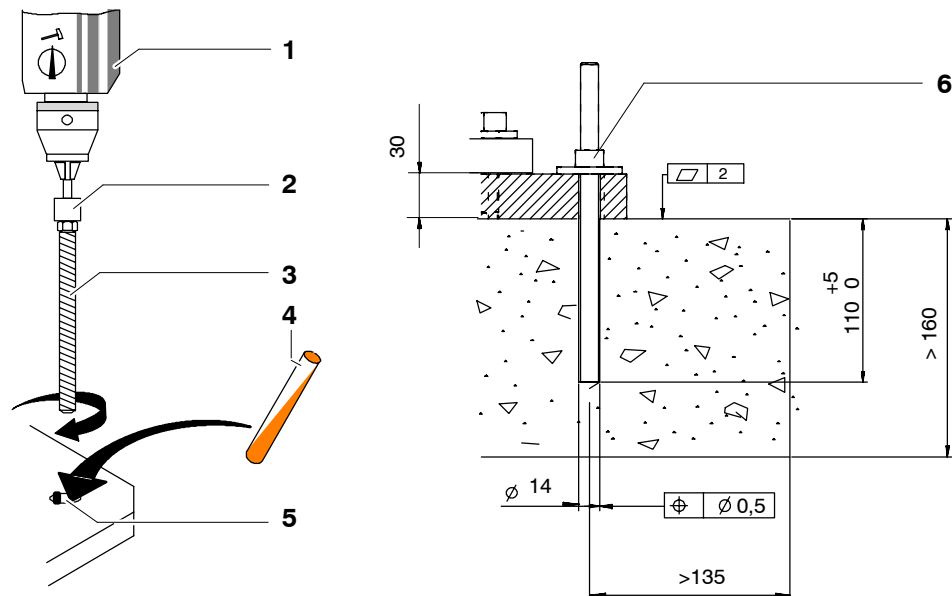
Nach Ablauf der Aushärtezeit können die Dübelbohrungen angefertigt werden.

- (6) Sechs Dübelbohrungen (Abb. 33/5) durch die Bohrungen der Fundamentplatten bohren; Bohrtiefe in Beton 110 mm.
- (7) Dübelbohrungen reinigen, hierzu Dübelbohrung ausblasen, ausbürsten und anschließend nochmals ausblasen.
- (8) Sechs Mörtelpatronen (4) einsetzen.
- (9) Je Dübelbohrung (5) eine Gewindestange (3) einsetzen. Hierzu Setzwerkzeug (2) in Schlagbohrmaschine (1) befestigen, Gewindestange aufsetzen und bei max. 750 min<sup>-1</sup> in die Dübelbohrung einbringen. Die Gewindestange ist gesetzt, wenn der Klebemörtel richtig durchmischt ist und die Dübelbohrung im Beton oben vollständig ausgefüllt ist. Wird die Dübelbohrung nicht vollständig ausgefüllt, muss die Gewindestange sofort wieder herausgezogen und eine neue Mörtelpatrone eingesetzt werden.
- (10) Klebemörtel aushärten lassen.

Die Aushärtezeit beträgt bei

Temperatur:	Zeit:
293 K (+20 °C)	20 Minuten
283 K (+10 °C)	30 Minuten
273 K (0 °C)	1 Stunde
268 K (-5 °C)	5 Stunden

- (11) Sechskantmuttern (6) einschließlich Scheiben aufsetzen und Sechskantmuttern mit Drehmomentschlüssel über Kreuz anziehen; dabei Anzugsdrehmoment in mehreren Stufen bis zum vorgeschriebenen Wert steigern ( $M_A = 40 \text{ Nm}$ ).
- (12) Sechskantmuttern (6) nach 100 Betriebsstunden nachziehen.



**Abb. 34 Roboterbefestigung, Variante 1 mit Patrone**

Der Manipulator ist nun für den Anschluss an die Steuerung vorbereitet.

## 7.4.2 Variante 1, Fundamentbefestigung mit Zentrierung (Mörtelkartusche)

### Merkmale:

- Nur für Boden- (= Stand-) Manipulator.
- Befestigung von 3 Fundamentplatten mit je 2 Klebedübeln.
- Aufstellung des Manipulators auf den drei Fundamentplatten.



### Hinweis!

Bei der Verwendung von Verbundankern (Klebedübel) dürfen Mörtelkartuschen und Anker (Gewindestangen) nur vom gleichen Hersteller verwendet werden.

Zum Herstellen der Dübelbohrungen dürfen keine Diamantwerkzeuge oder Kernlochbohrer eingesetzt werden; vorzugsweise sind Bohrwerkzeuge der Dübelherstellerfirma zu verwenden.

Die Herstellerangaben zur Verarbeitung der Klebedübel müssen zusätzlich beachtet werden.

Bei diesem Verfahren werden nachstehende Mörtelkartuschen verwendet :

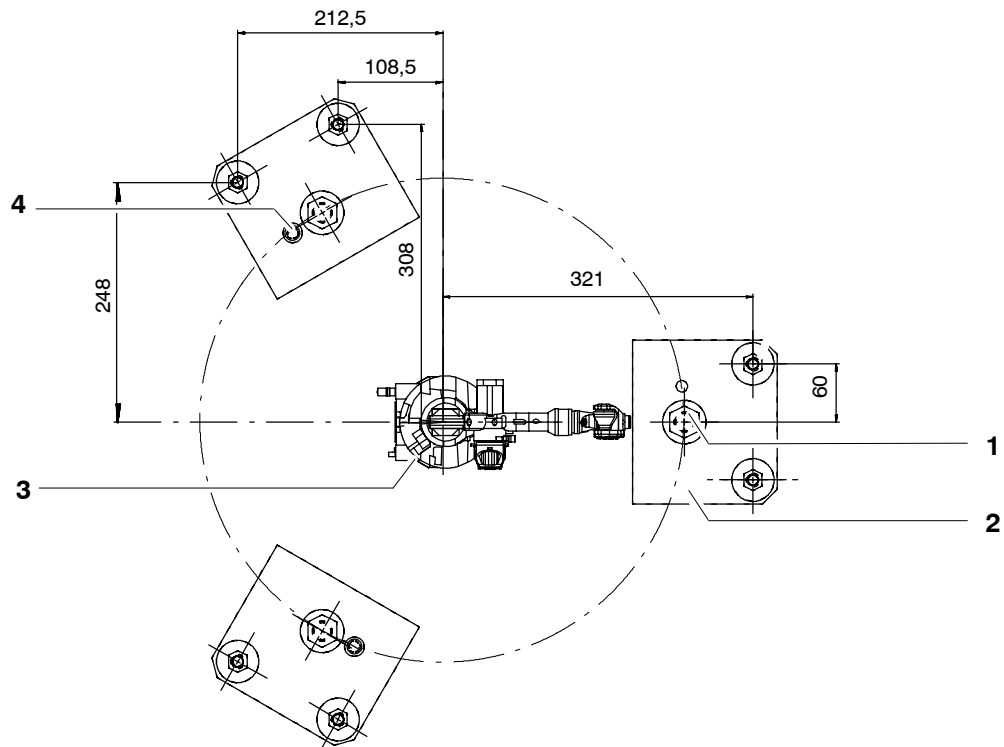
- Mörtelkartusche mit Statikmischer für bis zu sieben Dübelbohrungen mit handelsüblicher Auspress-Pistole.

Es darf nur eine richtig durchmischte Mörtelmasse zur Verarbeitung kommen. Um dies sicherzustellen, ist nach Inbetriebnahme soviel Mörtelmasse zu verwerfen, bis eine homogene Mörtelmasse austritt. Dies gilt auch bei Arbeitspausen (Überschreiten der Verarbeitungszeit), ggf. ist ein neuer Statikmischer einzusetzen.

### ● Aufstellung:

- (1) Manipulator mittels Gabelstapler oder Hebegerüst abheben.
- (2) Drei Fundamentplatten (Abb. 35/2) mit je einer Sechskantschraube (1) M20x55-8.8-A2K ISO 4017 einschließlich Spannscheiben am Manipulator (3) befestigen. Hierzu Sechskantschraube (1) einschließlich Spannscheibe einsetzen und mit Drehmomentschlüssel über Kreuz anziehen; dabei Anzugsdrehmoment  $M_A$  in mehreren Stufen bis zum vorgeschriebenen Wert steigern ( $M_A = 370 \text{ Nm}$ ).

Zwei Fundamentplatten sind mit Aufnahmebolzen (4) zur Zentrierung ausgestattet.



**Abb. 35 Fundamentplatten**

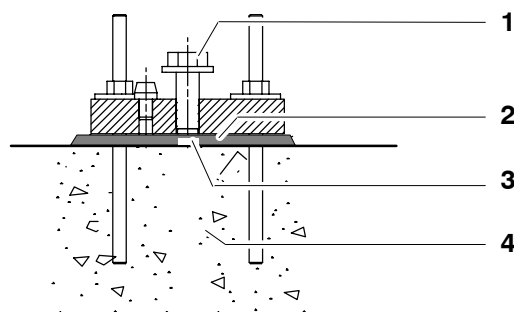
- (3) Lage des Manipulators zum Arbeitsbereich (Abb. 30/1) auf dem Betonfundament (2) ermitteln.
- (4) Manipulator auf die Einbauposition bringen.
- (5) Manipulator horizontal ausrichten.



**Information!**

Liegen die Fundamentplatten auf dem Betonfundament (Abb. 36/4) nicht vollständig auf, kann es zu Verspannungen oder zum Lockern der Fundamente kommen. Spalt mit Ausgleichsmasse füllen. Hierzu Manipulator nochmals anheben und Fundamentplatten unten mit ausreichend Ausgleichsmasse (Abb. 36/2) bestreichen. Danach Manipulator erneut absetzen und ausrichten, überschüssige Ausgleichsmasse entfernen. Ausgleichsmasse ca. 3 Stunden aushärten lassen. Die Aushärtezeit verlängert sich bei Temperaturen unter 293 K (+20 °C).

Der Bereich (3) unter der Schraube (1) muss frei von Ausgleichsmasse bleiben.



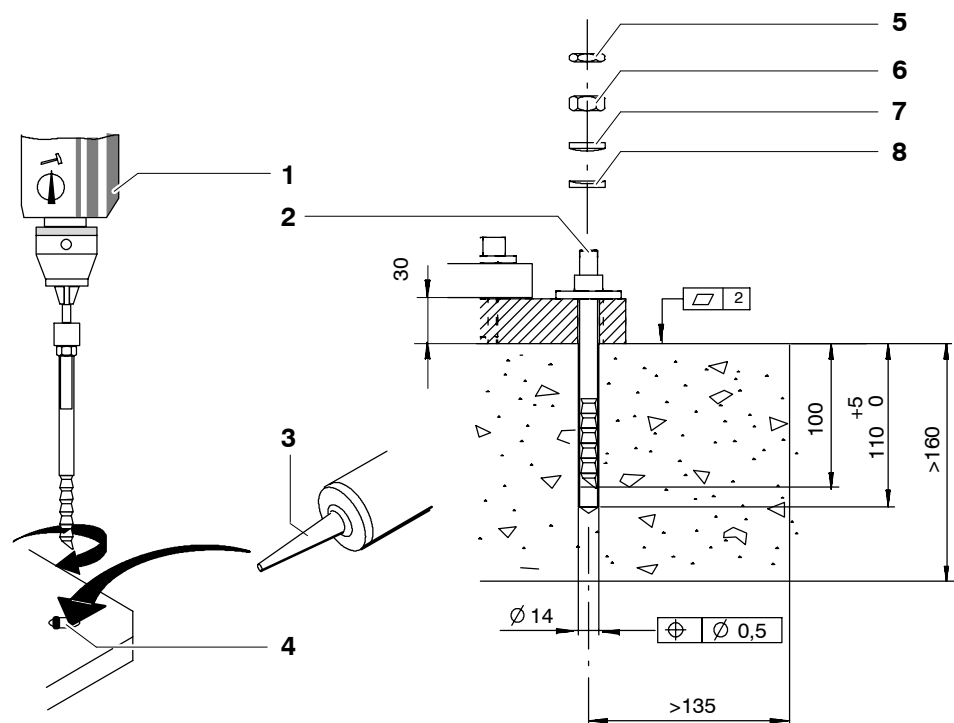
**Abb. 36 Ausgleichsmasse**



**Information!**

Nach Ablauf der Aushärtezeit können die Dübelbohrungen angefertigt werden.

- (6) Sechs Dübelbohrungen (Abb. 37/4) durch die Bohrungen der Fundamentplatten in das Fundament bohren; Bohrtiefe in Beton 110 mm.
- (7) Dübelbohrungen reinigen, hierzu Dübelbohrung ausblasen, ausbürsten und anschließend nochmals ausblasen.
- (8) Dübelbohrung mit Mörtelmasse (8 Skalenteile an der Mörtelkartusche) ausfüllen, anschließend sofort Anker (2) einsetzen. Die Dübelbohrung muss vollständig ausgefüllt sein. Ist dies nicht der Fall, Anker sofort ziehen, zusätzliche Mörtelmasse nachspritzen und Anker erneut einsetzen.
- (9) Setzvorgang an den restlichen Dübeln durchführen.



**Abb. 37 Roboterbefestigung mit Kartusche**

- (10) Klebemörtel aushärten lassen. Hierbei sind folgende Verarbeitungs- und Aushärtezeiten zu beachten.

Diese Zeiten gelten für trockenen Beton, bei feuchtem Beton verdoppeln sich die Aushärtezeiten.

Bei Mörtelmasse darf nicht in stehendem Wasser verarbeitet werden.

Kartuschen-Temperatur	Verarbeitungszeit
< 278 K (+5 °C)	Keine Verarbeitung zulässig
278 K (+5 °C)	15 Minuten
293 K (+20 °C)	6 Minuten
303 K (+30 °C)	4 Minuten
318 K (+40 °C)	2 Minuten

Fundament-Temperatur	Aushärteszeit
268 K (-5 °C)	360 Minuten
273 K (0 °C)	180 Minuten
278 K (+5 °C)	90 Minuten
293 K (+20 °C)	35 Minuten
303 K (+30 °C)	20 Minuten
318 K (+40 °C)	12 Minuten

- (11) Je Anker (Abb. 37/2) eine Scheibe (8) mit Kugelpfanne (nach oben) und Kugelscheibe (7) aufsetzen; anschließend Sechskantmutter (6) aufschrauben.
- (12) Sechskantmutter (6) mit Drehmomentschlüssel über Kreuz anziehen. Das Anzugsdrehmoment in mehreren Stufen bis zum Wert von 40 Nm steigern.
- (13) Sicherungsmutter (5) aufsetzen und anziehen; MA = 40 Nm.
- (14) Statikmischer mit Füllschlauch versehen und Durchgangsbohrung der Scheibe (8) mit Kugelpfanne mit Mörtelmasse vollständig ausfüllen.
- (15) Sechskantmutter nach 100 Betriebsstunden nachziehen.

Der Manipulator ist nun für den Anschluss an die Steuerung vorbereitet.

### 7.4.3 Variante 2, Maschinengestellbefestigung mit Zentrierung

#### **Merkmale:**

- Für Boden- und Deckenroboter.
- Aufstellung des Manipulators auf einer kundenseitig vorbereiteten Stahlkonstruktion (oder auf einer Lineareinheit der Serie KL 250).
- Befestigung des Manipulators mit Hilfe von drei Sechskantschrauben M20x55 ISO4017.

#### ● **Aufstellung**

- (1) Auflageflächen (Abb. 38/2) an der Stahlkonstruktion gemäß Abb. 38 vorbereiten.
- (2) Drei Gewindebohrungen M20 für Befestigungsschrauben (3) und zwei Passbohrungen für Auflagebolzen (1) und Auflagebolzen (4) anfertigen.
- (3) Auflagebolzen (1, 4) einsetzen.



#### **Information!**

Beim Anfertigen der Bohrungen ist auf die vorgesehene Einbauposition des Manipulators, d. h. auf die richtige Lage zum Arbeitsbereich (Abb. 30/1) zu achten.



#### **Information!**

Lage der Auflagebolzen zum Arbeitsbereich beachten:  
Wenn man vom Manipulator aus nach vorn auf den Arbeitsbereich schaut – dorthin zeigt der Manipulatorarm bei "A1 in Null-Stellung" –, dann müssen sich die Auflagebolzen (1) und (4) hinten befinden.

Das Fundament ist nun für die Aufstellung des Manipulators vorbereitet. Sie erfolgt gemäß den Arbeitsschritten in Abschnitt 7.5.1 für Bodenroboter, in Abschnitt 7.5.2 für Deckenroboter.

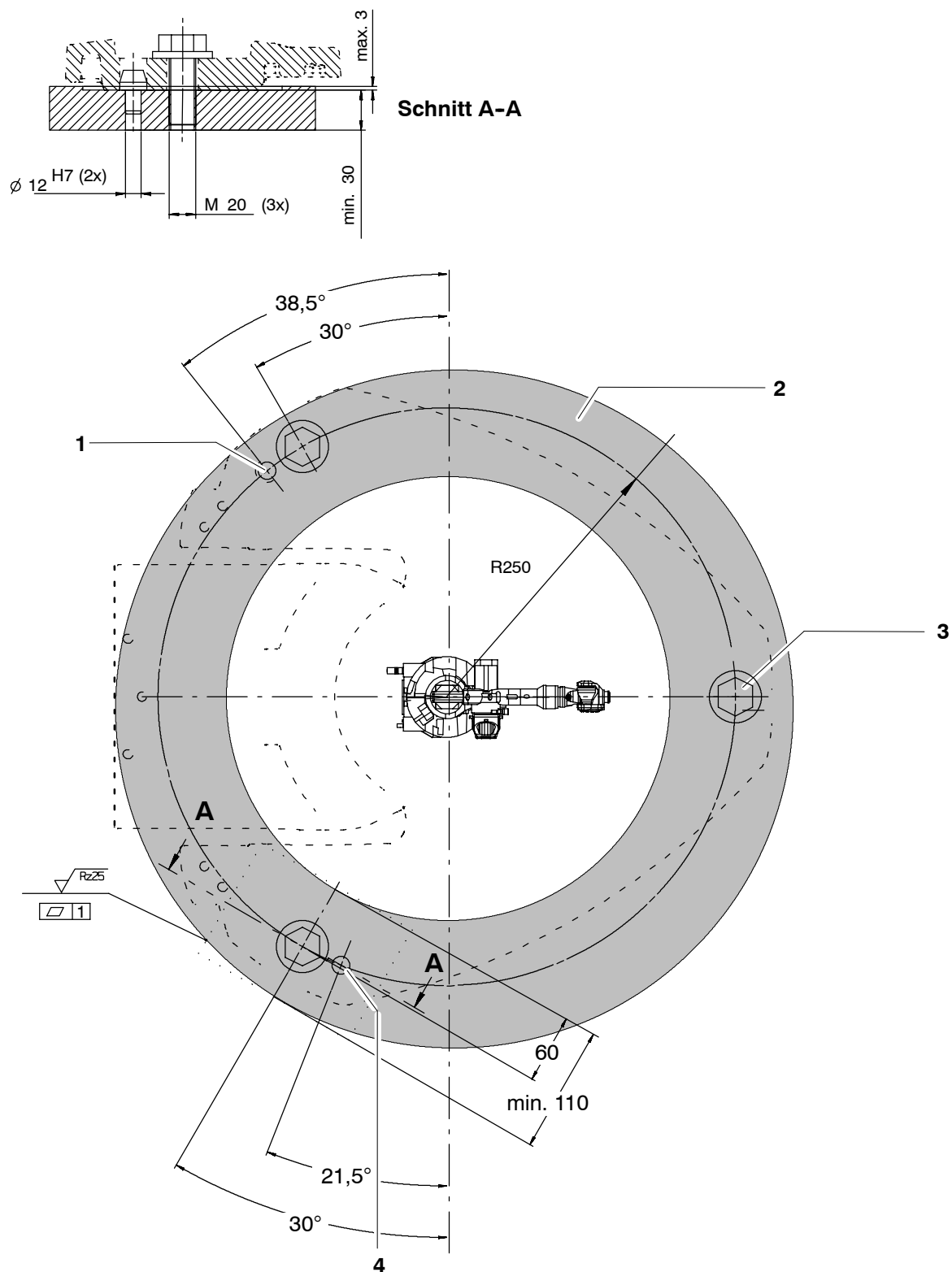


Abb. 38 Roboterbefestigung, Variante 2



## 7.5 Anschluss



### Information!

Kapitel 6, "Transport" beachten!

### 7.5.1 Bodenroboter

Diese Beschreibung gilt nur für Bodenroboter und bei allen Befestigungsvarianten. Bei der Aufstellung am Boden mit Schrägstellung ist ggf. Rücksprache mit KUKA Roboter GmbH erforderlich.

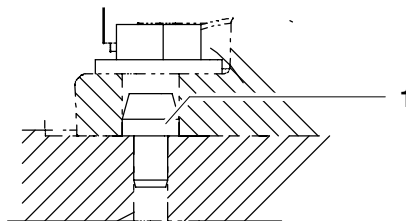
Bei der Aufstellung des Manipulators (gleichgültig, ob Erstaufstellung oder Austausch) ist mit folgenden Arbeitsschritten vorzugehen:

- (1) Beide Auflagebolzen (Abb. 39/1) auf Beschädigung und festen Sitz prüfen.



### Hinweis!

**Beschädigte Auflagebolzen müssen durch neue ersetzt werden.**



**Abb. 39 Auflagebolzen**



### Vorsicht!

**Der Manipulator muss sich in Transportstellung (Abb. 40) befinden.**

A1	A2	A3	A4	A5	A6
0°	-155°	+154°	0°	0°	0°*

\* Winkelangaben beziehen sich auf die elektrische "Null-Stellung" oder die Anzeige am KCP.

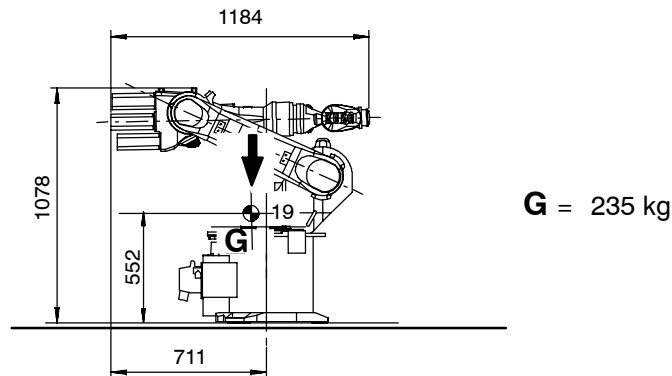


Abb. 40 Transportstellung Bodenroboter

- (2) Manipulator mit Gabelstapler oder Hebegeschirr, das in drei Ringschrauben am Karussell eingehängt wird, anheben.



**Vorsicht!**

Der Manipulator muss bei Verwendung eines Hebegeschirrs aus Sicherheitsgründen unbedingt an den vorgeschriebenen Punkten aufgehängt werden. Verletzungsgefahr! Die Transporthinweise im Kapitel 6 müssen beachtet werden.



**Vorsicht!**

Wird der Manipulator mit dem Gabelstapler transportiert, müssen die Gabeln durch die Taschen im Grundgestell geführt werden. Jede andere Aufnahme des Manipulators mit dem Gabelstapler ist verboten!

Solange der Manipulator nicht - je nach Typ - auf dem Boden, an der Decke oder einem schwenkbaren Stahlfundament befestigt ist, muss er in Transportstellung gehalten werden.

Bevor der Manipulator abgehoben wird, ist sicherzustellen, dass er frei ist. Transportsicherungen wie Nägel und Schrauben sind vorher vollständig zu entfernen; Rost- oder Klebekontakt ist vorher zu lösen.

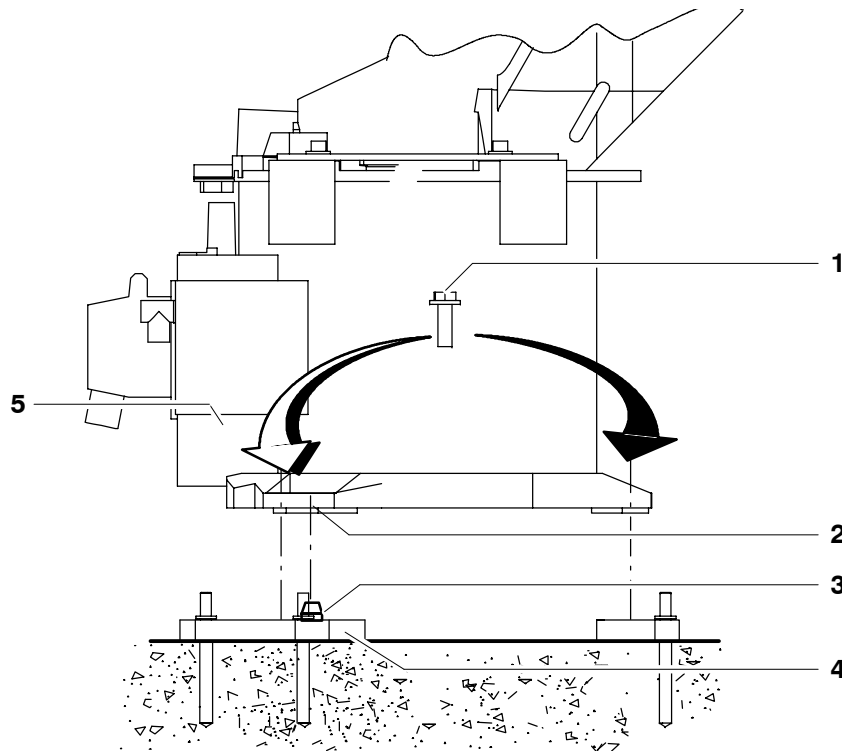
Eine übermäßige Belastung der Gabelstaplertaschen durch Zusammen- oder Auseinanderfahren hydraulisch verstellbarer Gabeln des Gabelstaplers ist zu vermeiden.

- (3) Manipulator (Abb. 41/5) senkrecht auf Fundamentplatten (4) oder Stahlkonstruktion setzen. Wird der Manipulator mit Hebegeschirr aufgesetzt, ist besonders genau auf senkrechte Lage zu achten, um eine Beschädigung der Bolzen zu verhindern.



**Hinweis!**

Beim Absetzen muss der Manipulator möglichst genau mit den Bohrungen (2) auf die beiden Bolzen (3) ausgerichtet werden. Je ungenauer der Vorgang erfolgt, desto größer ist die Gefahr der Beschädigung von Bauteilen.



**Abb. 41 Manipulatoreinbau am Boden**

- (4) Drei Sechskantschrauben M20x55 ISO 4017 (1) einschließlich Spannscheiben einsetzen und mittels Drehmomentschlüssel über Kreuz anziehen; dabei Anzugsdrehmoment  $M_A$  in mehreren Stufen bis zum vorgeschriebenen Wert steigern ( $M_A = 370 \text{ Nm}$ ).



**Hinweis!**

**Sechskantschrauben (1) nach 100 Betriebsstunden nachziehen.**

- (5) Ggf. Hebegeschirr entfernen.  
(6) Schutzleiter, Verbindungs- und Druckluftleitungen anschließen.



**Warnung!**

**Vor dem nächsten Arbeitsschritt muss sichergestellt werden, dass sich niemand im Bereich des sich langsam bewegenden Manipulators verletzen kann. Der Manipulator darf nur unter Beachtung aller hierfür zutreffenden Sicherheitsvorschriften und mit Handverfahrgeschwindigkeit bewegt werden.**

- (7) Industrieroboter in Betrieb nehmen und in eine für den Anbau von Werkzeug und Zusatzeinrichtungen geeignete Stellung bringen.



**Warnung!**

**Hauptschalter am Steuerschrank des Industrieroboters in Stellung "AUS" bringen und mit Vorhängeschloss gegen unbefugtes Wiedereinschalten sichern.**

- (8) Werkzeug und Zusatzeinrichtungen anbauen.  
(9) Ggf. alle anderen abgebauten Leitungen anschließen.  
(10) Industrieroboter in Betrieb nehmen.

## 7.5.2 Deckenroboter



### Vorsicht!

Ein für die Einbaulage "Boden" konfigurierter Manipulator darf nicht in Einbaulage "Decke" aufgestellt werden, da es zu Schmierungsproblemen der Achse 1 wegen der unterschiedlichen Ölmengen im Getriebe A1 kommen kann.

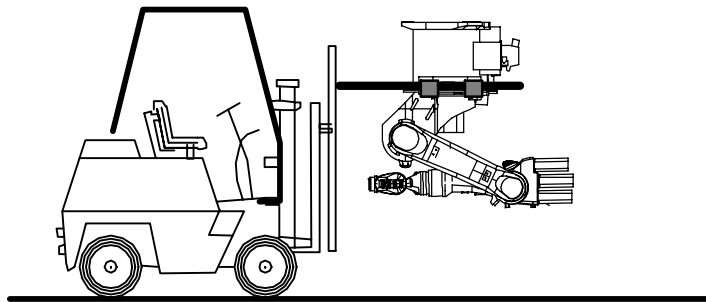


### Information!

Abschnitt 7.1 beachten!

Diese Beschreibung gilt nur für Deckenroboter mit Befestigungsvariante 2 (Abschnitt 3.2).

Für den Einbau an der Decke kann der Manipulator in einem Transportgestell – bereits in der richtigen Einbaulage – transportiert werden. Aus diesem Gestell wird er mit dem Gabelstapler entnommen und an den Einbauort gebracht (Abb. 42).



**Abb. 42 Transport des Manipulators für Befestigung an der Decke**

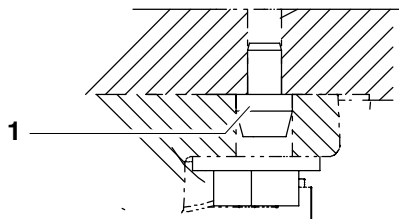
Beim Einbau des Manipulators an der Decke (gleichgültig, ob Ersteinbau oder Austausch) ist mit folgenden Arbeitsschritten vorzugehen:

- (1) Auflagebolzen (Abb. 43/1) auf Beschädigung und festen Sitz prüfen.



### Hinweis!

Beschädigte Auflagebolzen müssen durch neue ersetzt werden.



**Abb. 43 Auflagebolzen**

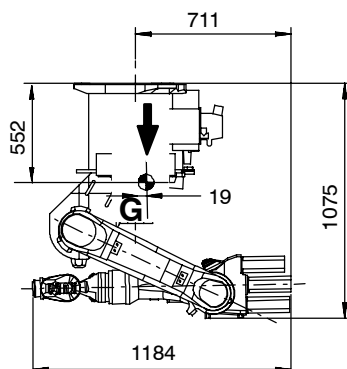


**Vorsicht!**

**Der Manipulator muss sich in Transportstellung (Abb. 44) befinden.**

A1	A2	A3	A4	A5	A6
0°	-155°	+154°	0°	0°	0° *

\* Winkelangaben beziehen sich auf die elektrische "Null-Stellung" oder die Anzeige am KCP.



**G** = 235 kg

**Abb. 44 Transportstellung Deckenroboter**

- (2) Manipulator (Abb. 45/4) mit dem Gabelstapler senkrecht anheben und an die Deckenkonstruktion (1) setzen.



**Hinweis!**

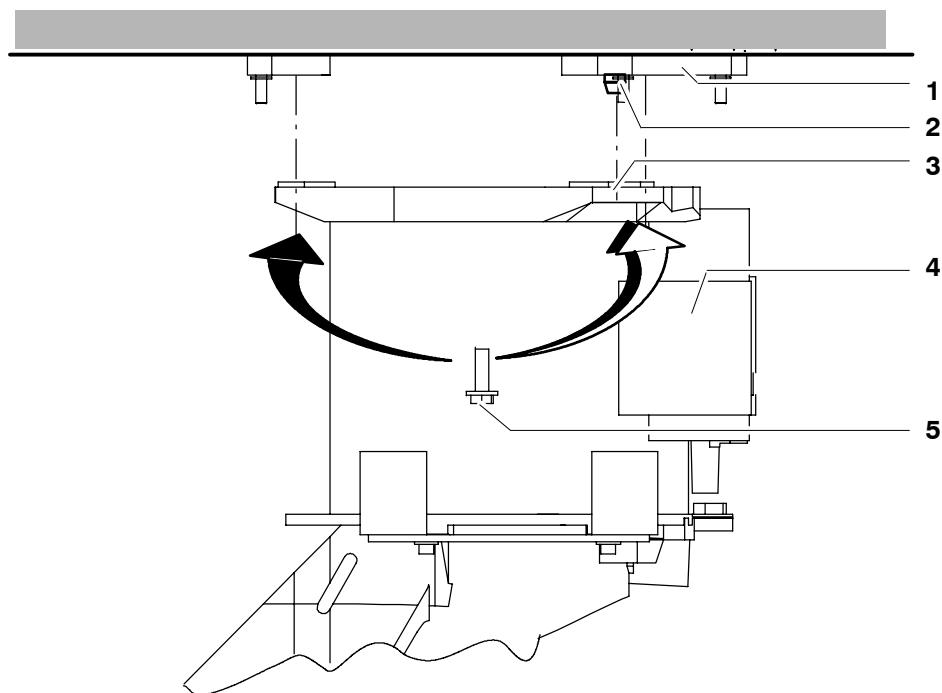
**Beim Anheben muss der Manipulator möglichst genau mit den Bohrungen (3) auf die beiden Bolzen (2) ausgerichtet werden. Je ungenauer der Vorgang erfolgt, desto größer ist die Gefahr der Beschädigung von Bauteilen.**



**Vorsicht!**

**Sobald der Manipulator exakt an der Decke anliegt, muss er fest an die Decke gepresst werden, bis das Festschrauben beendet ist.**

- (3) Sechskantschrauben M20x55 ISO 4017 (5) einschließlich Spannscheiben einsetzen und mit Drehmomentschlüssel über Kreuz anziehen; dabei Anzugsdrehmoment  $M_A$  in mehreren Stufen bis zum vorgeschriebenen Wert steigern ( $M_A = 370 \text{ Nm}$ ).



**Abb. 45 Manipulatoreinbau an der Decke**

- (4) Sechskantschrauben (5) nach 100 Betriebsstunden nachziehen.
- (5) Gabelstapler entfernen.
- (6) Schutzleiter-, Verbindungs- u. Druckluftleitungen anschließen.



**Warnung!**

**Vor dem nächsten Arbeitsschritt muss sichergestellt werden, dass sich niemand im Bereich des sich langsam bewegenden Manipulators verletzen kann. Der Manipulator darf nur unter Beachtung aller hierfür zutreffenden Sicherheitsvorschriften und mit Handverfahrgeschwindigkeit bewegt werden.**

- (7) Manipulator in Betrieb nehmen und in eine für den Anbau von Werkzeug und Zusatzeinrichtungen geeignete Stellung bringen.



**Warnung!**

**Hauptschalter am Steuerschrank des Manipulators in Stellung "AUS" bringen und mit Vorhängeschloss gegen unbefugtes Wiedereinschalten sichern.**

- (8) Werkzeug und Zusatzeinrichtungen anbauen.
- (9) Ggf. alle anderen abgebauten Leitungen wieder anschließen.
- (10) Manipulator in Betrieb nehmen.

## 7.6 Ungebremstes Auffahren gegen Endanschläge



### **Vorsicht!**

Wenn der Roboter gegen ein Hindernis oder einen Puffer am mechanischen Endanschlag oder der Achsbereichsbegrenzung fährt, können Sachschäden am Roboter entstehen. Vor der Wiederinbetriebnahme des Roboters ist Rücksprache mit der KUKA Roboter GmbH erforderlich. Der betroffene Puffer ist sofort gegen einen neuen Puffer zu tauschen.

Fährt der Roboter schneller als 250 mm/s gegen einen Puffer, muss der Roboter getauscht werden oder eine Wiederinbetriebnahme durch die KUKA Roboter GmbH durchgeführt werden.

## 7.7 Bewegen des Manipulators ohne Antriebsenergie

Um den Manipulator (nur Achse 1 bis A3) nach einem Unfall oder Störfall ohne Antriebsenergie bewegen zu können, kann die Freidreh-Vorrichtung (Option) eingesetzt werden. Diese Möglichkeit darf nur in Ausnahmesituationen und Notfällen, z. B. für die Befreiung von Personen, eingesetzt werden.



### Warnung!

**Hauptschalter am Steuerschrank des Manipulators in Stellung "AUS" bringen und mit Vorhängeschloss gegen unbefugtes Wiedereinschalten sichern.**

- (1) Schutzkappe (Abb. 46/1) am Motor entfernen.
- (2) Freidreh-Vorrichtung (2) auf den entsprechenden Motor aufsetzen und die Achse in die gewünschte Richtung bewegen.

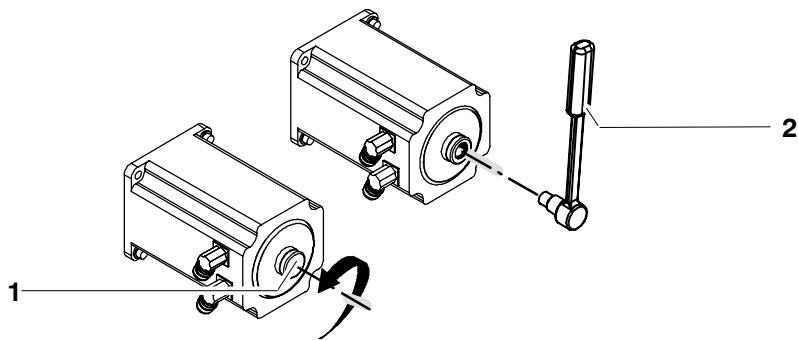


Abb. 46 Freidrehvorrichtung



### Hinweis!

Die Richtungen sind mit Pfeilen auf den Motoren gekennzeichnet. Der Widerstand der mechanischen Motorbremse und gegebenenfalls zusätzliche Achslasten sind zu überwinden.



### Vorsicht!

**Beim Bewegen einer Achse mit der Freidreh-Vorrichtung kann die Motorbremse beschädigt werden. Es können Personen- und Sachschäden entstehen. Nach Benutzen der Freidreh-Vorrichtung muss der Motor getauscht werden.**



### Hinweis!

Wurde eine Roboterachse mit der Freidreh-Vorrichtung bewegt, müssen alle Achsen des Roboters neu justiert werden.



## 8 Elektro-Installation



### Information!

Diese Beschreibung gilt sinngemäß für alle in Kapitel 1 angeführten Industrieroboter, unabhängig von der gewählten Darstellung der Variante oder des Baumusters.

Die Elektro-Installation des Roboters (Manipulators) ist eine eigene Baugruppe. Sie umfasst den "Kabelsatz" (Abb. 48), der alle elektrischen Leitungen (Abb. 49 bis Abb. 57) enthält. Der Kabelsatz ist steckbar, so dass Austauscharbeiten schnell erledigt werden können. Verdrahtungsarbeiten sind nicht erforderlich.

Aufbau, Bezeichnung und Zuordnung der Leitungen sind aus den Abbildungen zu entnehmen. Die Stecker sind gekennzeichnet und codiert. Die Schutzleiter sind mit Kabelschuhen an Gewindebolzen befestigt.

### 8.1 Beschreibung

Am Einschub befinden sich die RDC-Box (Abb. 48/7) und das MFG (Multifunktionsgehäuse) (3). Diese beiden Gehäuse sind mit ihren Steckern die Schnittstellen zu den Verbindungsleitungen.

Im Multifunktionsgehäuse (MFG) (3) sind die Motorleitungen für die Achsen 1 bis 6 zusammengefasst und auf einem Stecker X30 verdrahtet. Dieser Stecker ist gleichzeitig der roboterseitige Anschlussstecker für die Verbindungsleitung (Motorleitung) zwischen Roboter und Steuerschrank. Der Stecker besteht aus sechs separaten Steckmodulen. Jedem Steckmodul ist ein bestimmter Motorstecker (z.B. XM1) zugeordnet.

Das Schutzleitersystem ist am Grundgestell auf am Einschub (2) geklemmt.

In der Resolver-Digital-Converter-Box (RDC-Box) (7) sind die Steuerleitungen für die Achsen 1 bis 6 zusammengefasst und auf einer RDC-Platine (6) gesteckt. Jede Steuerleitung hat einen separaten Stecker. Die Schnittstelle an der RDC-Box zur Verbindungsleitung (Datenleitung) zwischen Roboter und Steuerschrank bildet der Stecker X31. Der Stecker X32 dient zum Anschluss des EMD für die Nullpunkt-Justage. Innerhalb der RDC-Box befinden sich die EDS (5) und die RDC (6). Beide Bauteile (Platinen) sind durch die EMS- und RDC-Kabel verbunden.

An der Rückseite der RDC-Box ist eine Kabelverschraubung angebracht. Von dieser Verschraubung aus werden die Leitungen zum Grundgestell und von dort über den gemeinsamen Schutzschlauch A1 zum drehbaren Karussell geführt. Der Schutzschlauch A1 gewährleistet eine belastungs- und störkantenarme Führung der Leitungen, ohne die Drehbewegung der Achse 1 zu beeinträchtigen. Im Karussell zweigen die Leitungen für die Antriebe der Achsen 1 und 2 ab.

Die Leitungen für die Antriebe der Achsen 3 bis 6 verlaufen in einem Schutzschlauch in der hohlen Schwinde vom Karussell zum Arm. Die Schutzschläuche ermöglichen eine knickfreie Leitungsführung.

Die im Roboter installierten Leitungen sind in Abb. 47 zusammengefasst und in Abb. 48 schematisch dargestellt.

Leitung	von	nach	Leitung	von	nach
Schutzleitersystem 00-186-281	Bolzen Grundgestell	Bolzen Karussell	Luftleitung, PUN 6x1, bl <b>Nur bei Variante F</b>	Grundgestell	Arm, Achse 3
	Bolzen Karussell	Bolzen Arm			
Motorleitung A1 00-178-587	Stecker X30/a	XM1	Steuerleitung A1 00-176-365	Stecker X1	XP1
Motorleitung A2 00-178-588	Stecker X30/b	XM2	Steuerleitung A2 00-176-366	Stecker X2	XP2
Motorleitung A3 00-178-590	Stecker X30/c	XM3	Steuerleitung A3 00-176-367	Stecker X3	XP3
Motorleitung A4 00-178-592	Stecker X30/d	XM4	Steuerleitung A4 00-176-368	Stecker X4	XP4
Motorleitung A5 00-178-593	Stecker X30/e	XM5	Steuerleitung A5 00-176-369	Stecker X5	XP5
Motorleitung A6 00-178-594	Stecker X30/f	XM6	Steuerleitung A6 00-176-370	Stecker X6	XP6

**Abb. 47 Tabelle der installierten Leitungen am Roboter mit KR C4**

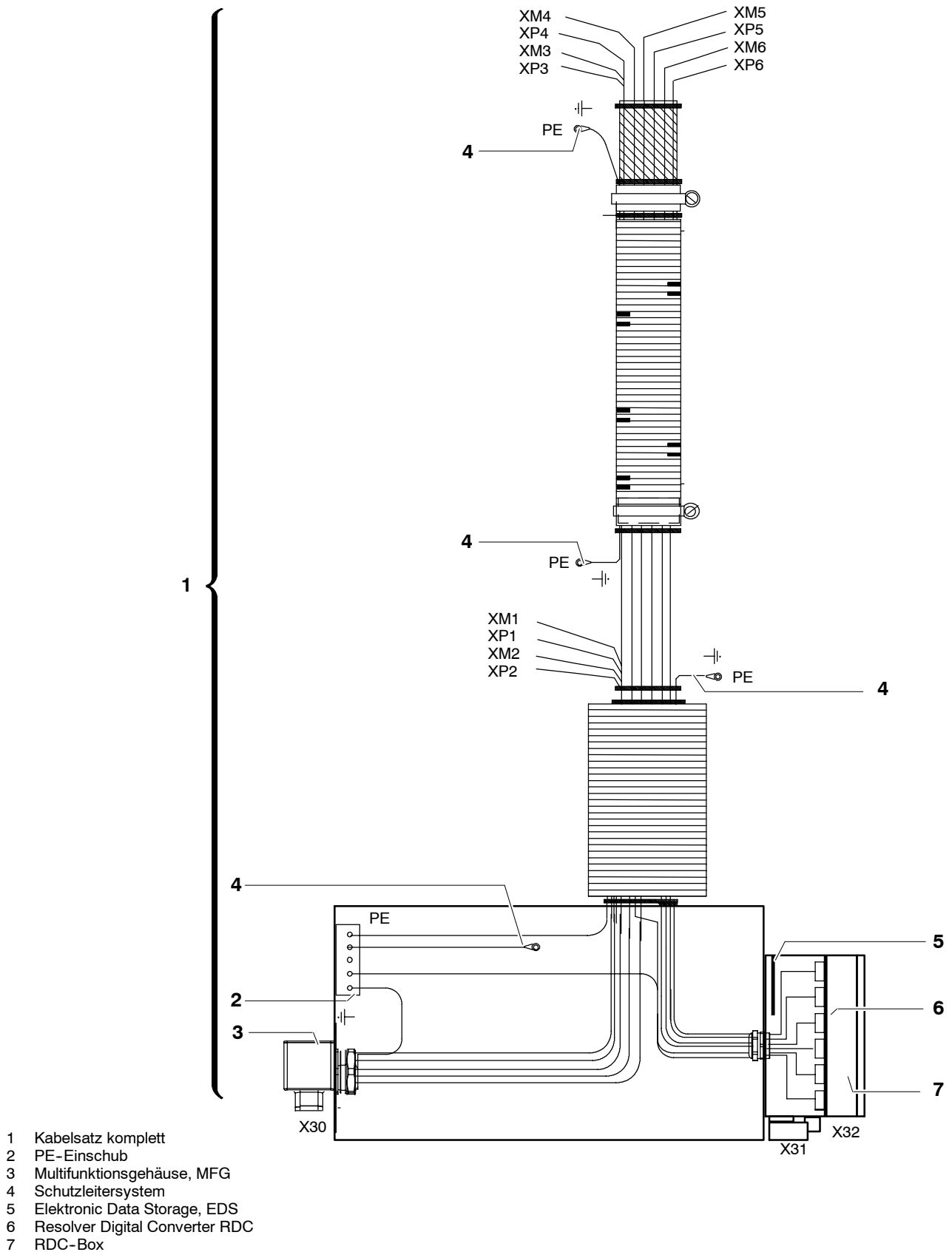


Abb. 48 Kabelsatz komplett

## 8.2 Steckerbelegung und Verdrahtungspläne

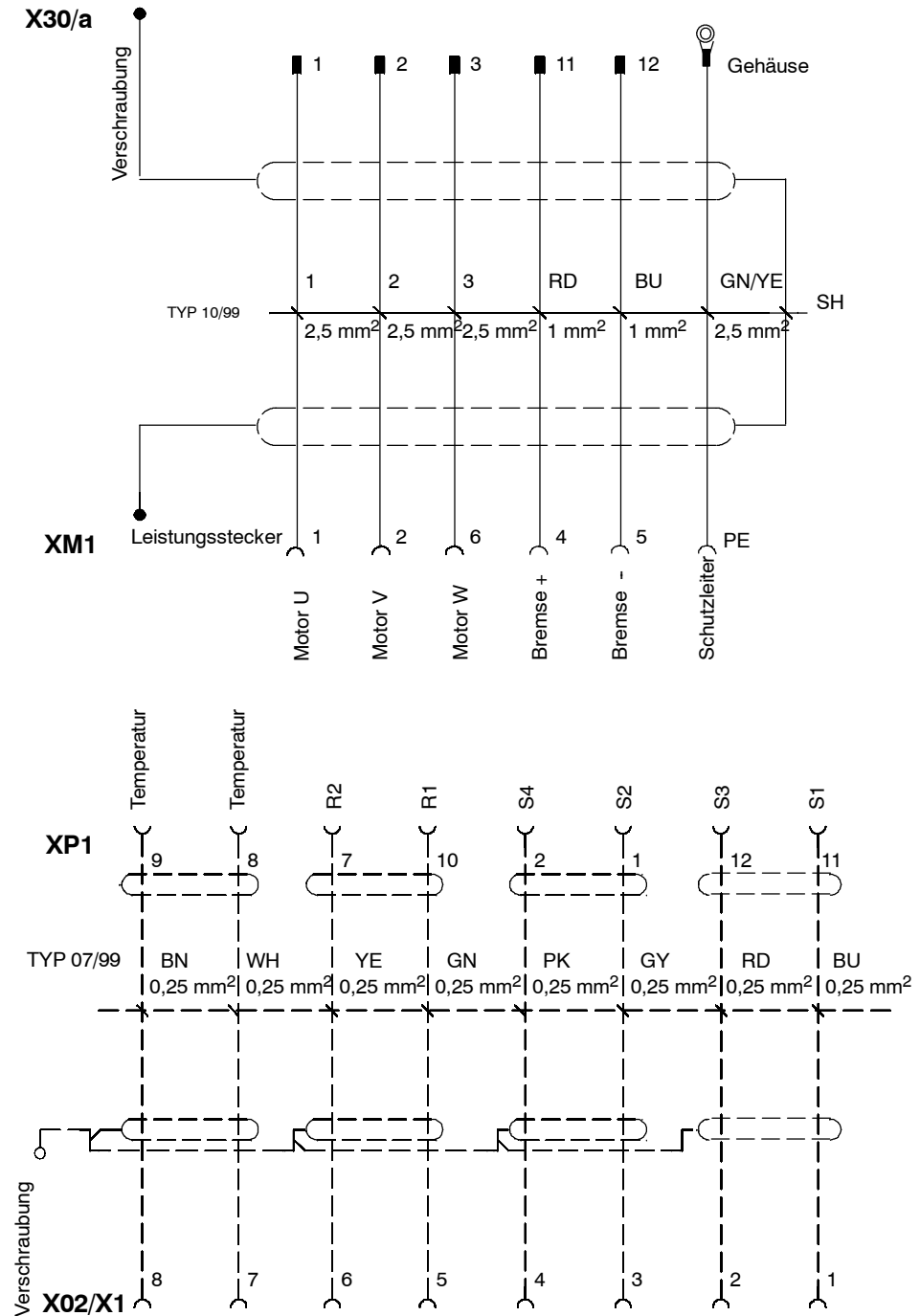


Abb. 49 Verdrahtungsplan Antrieb A1

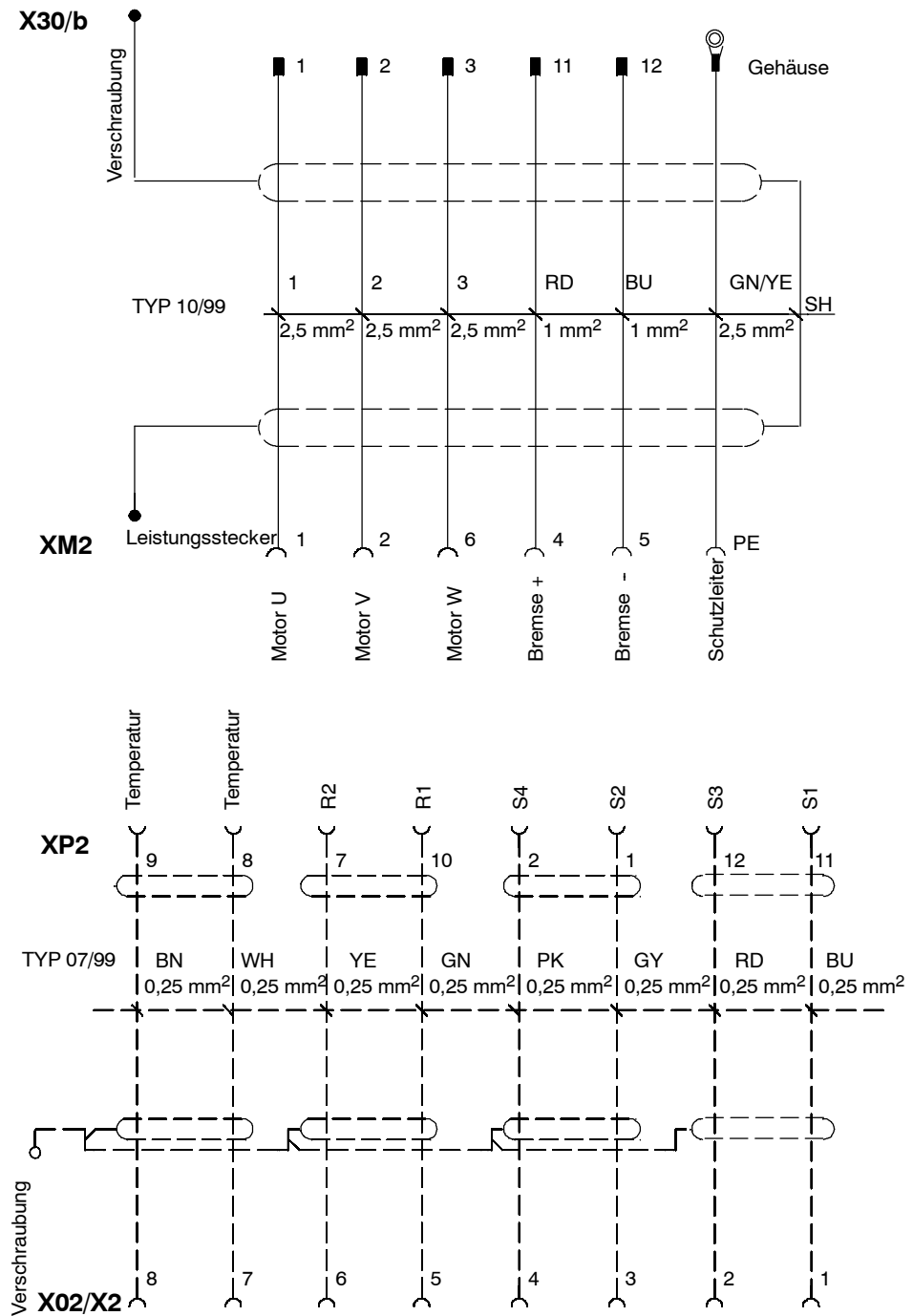


Abb. 50 Verdrahtungsplan Antrieb A2

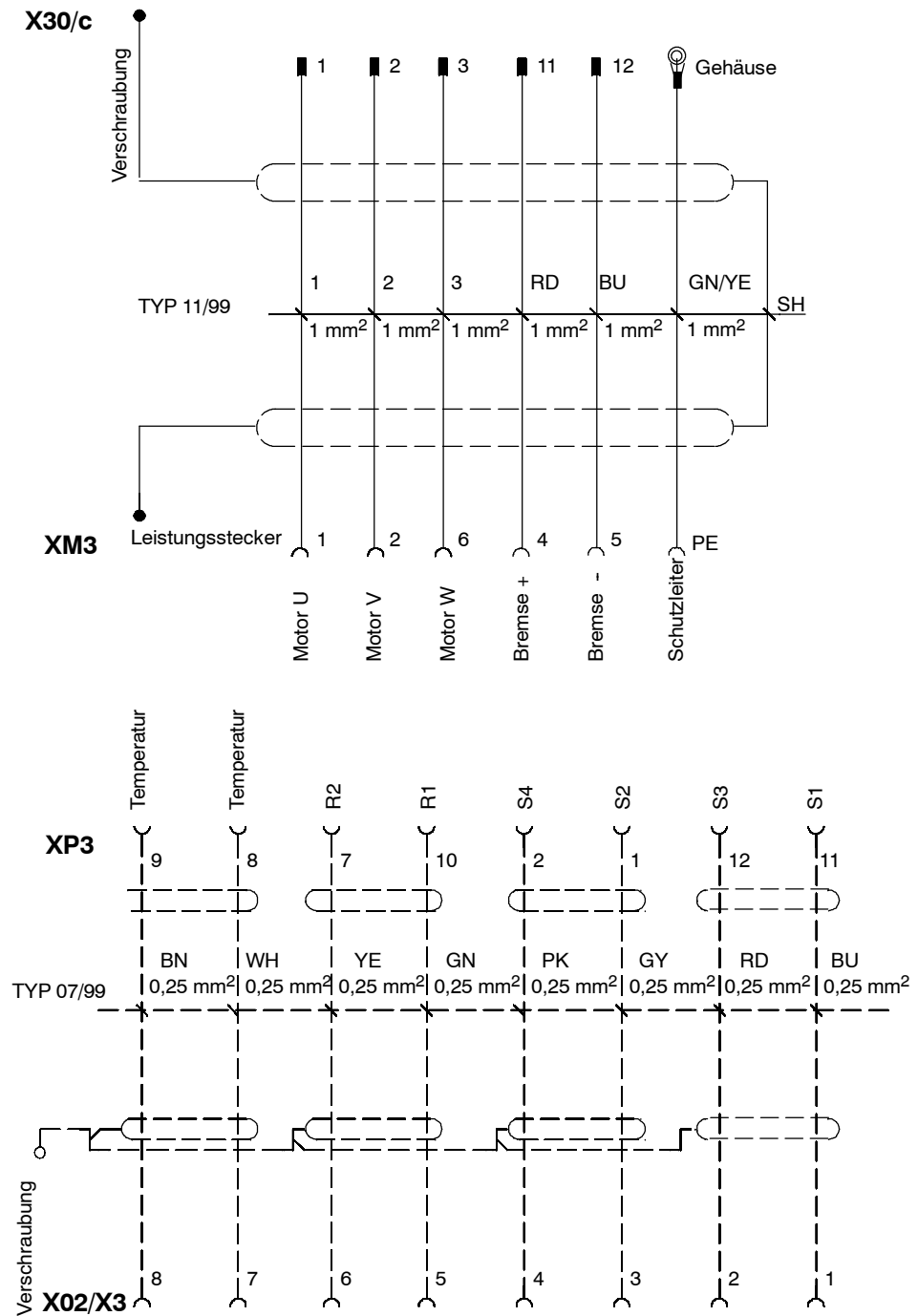


Abb. 51 Verdrahtungsplan Antrieb A3

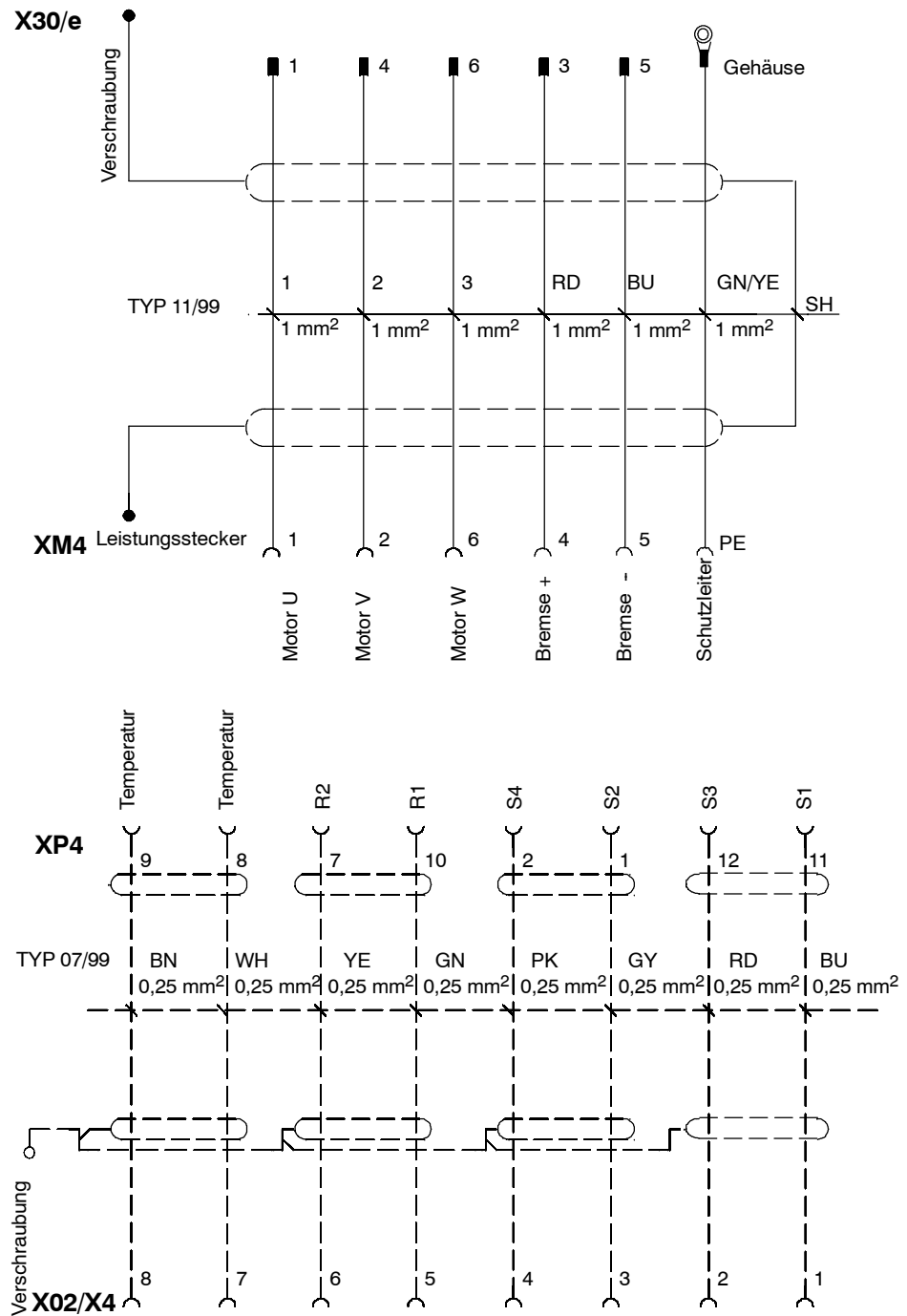


Abb. 52 Verdrahtungsplan Antrieb A4





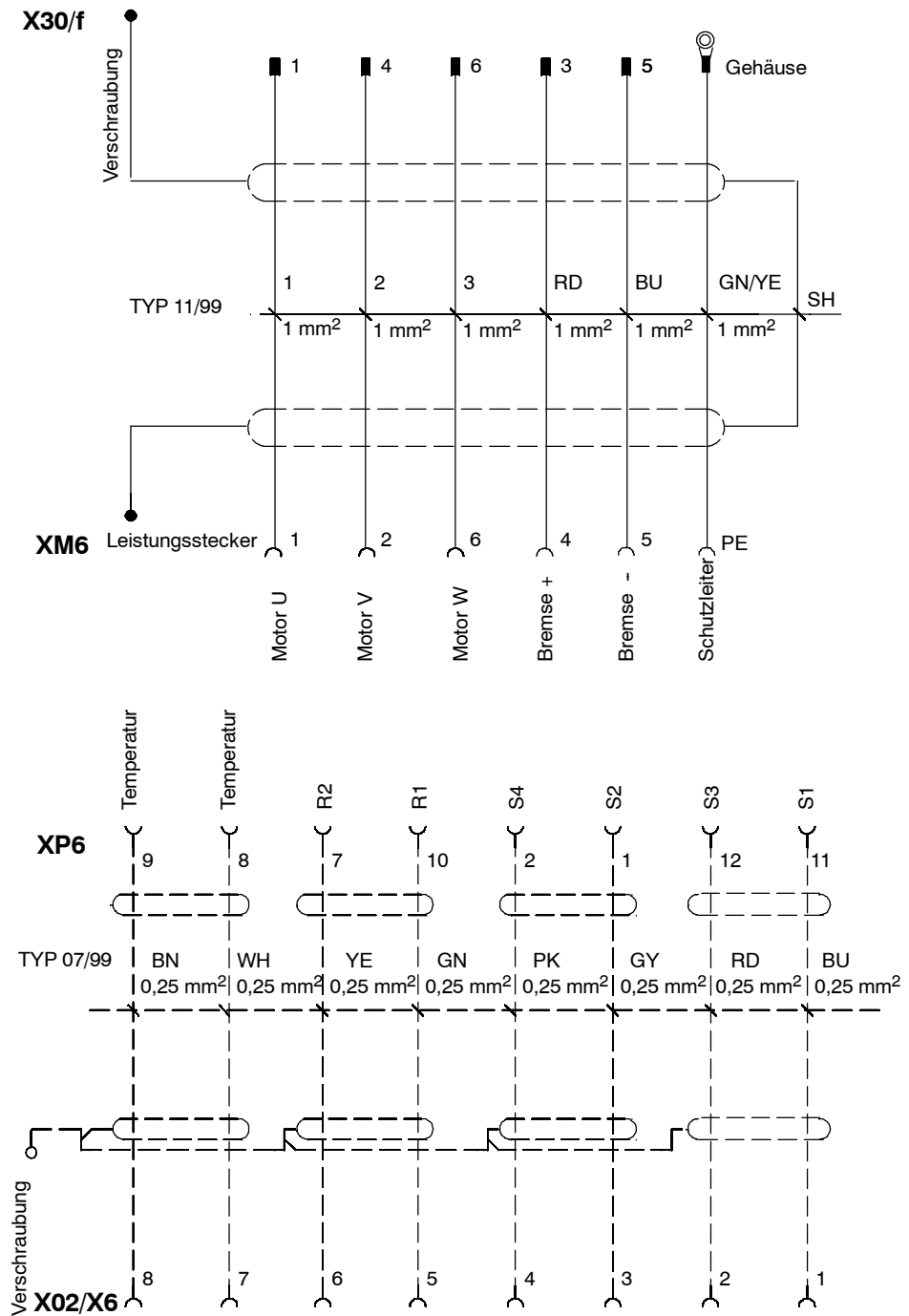


Abb. 54 Verdrahtungsplan Antrieb A6

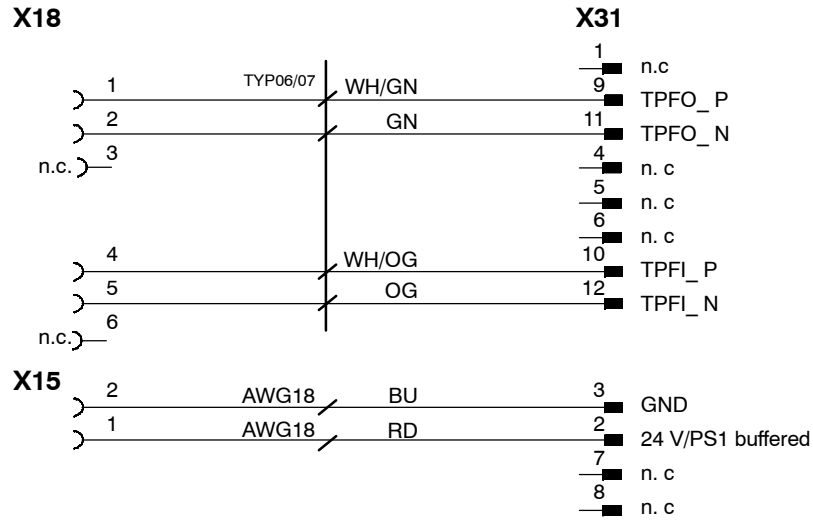


Abb. 55 Verdrahtungsplan RDC intern X31

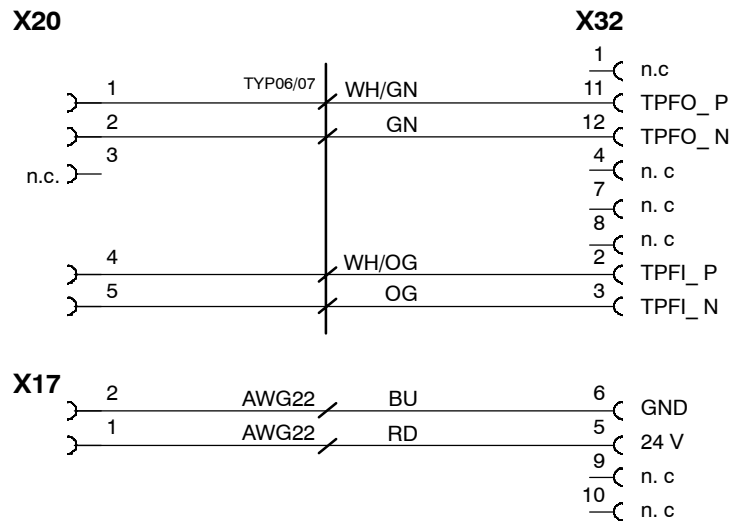
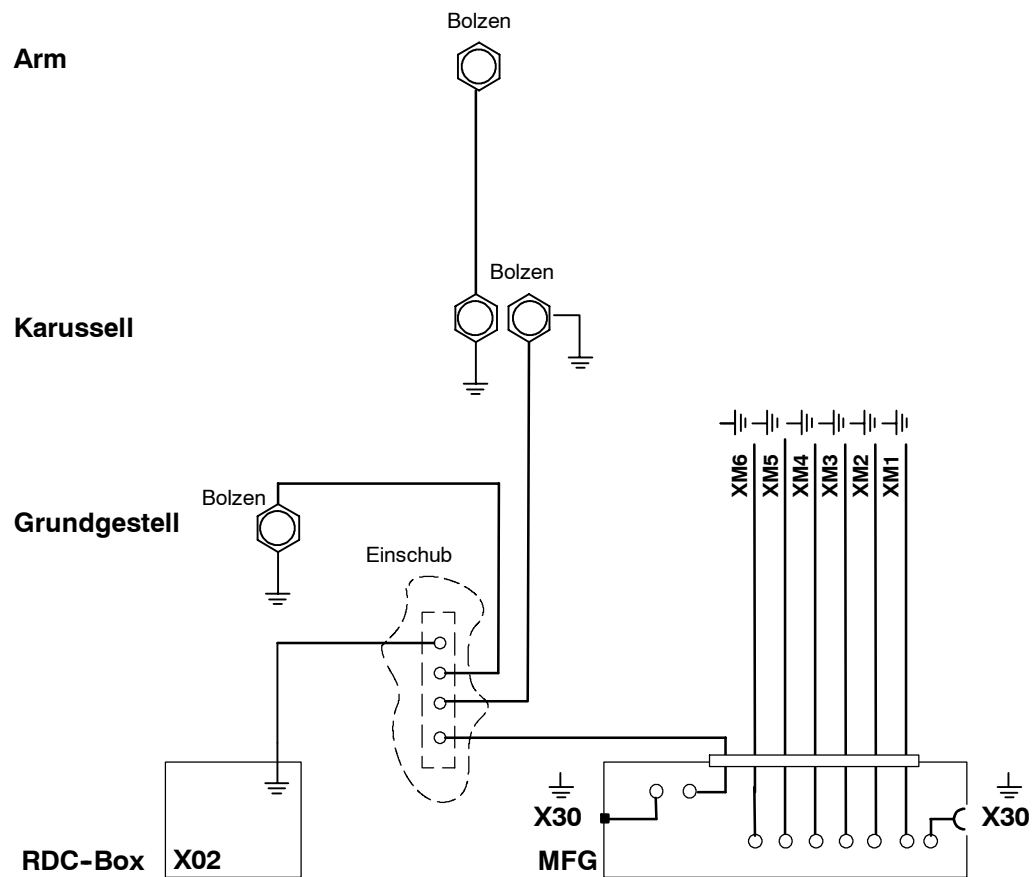


Abb. 56 Verdrahtungsplan RDC intern X32



Schutzleiter-Querschnitte 10 mm<sup>2</sup>

**Abb. 57 Schutzleiter-Installation, Schutzleitersystem**



## 9 Verbindungsleitungen



### Information!

Diese Beschreibung gilt sinngemäß für alle in Kapitel 1 angeführten Industrieroboter, unabhängig von der gewählten Darstellung der Variante oder des Baumusters.

### 9.1 Beschreibung

Verbindungsleitungen sind alle Leitungen zwischen Roboter (= Manipulator) und Steuerschrank (Abb. 58). Sie sind beidseitig steckbar. Die Belegung der Stecker wird im Abschnitt 9.6 angegeben. Um Verwechslungen beim Einstecken auszuschließen, ist jedes Leitungsende mit einem Bezeichnungsschild versehen, das mit dem entsprechenden Steckplatz am Roboter oder am Steuerschrank übereinstimmen muss. Die Leitungsanschlüsse am jeweiligen Gerät erfolgen gemäß Abb. 58.

Die Anschlussstellen der Verbindungsleitungen sind die RDC-Box für die Datenleitung und das MFG (Multifunktionsgehäuse) für die Motorleitung am Roboter (Abb. 60) sowie das Steckerfeld am Steuerschrank (Abb. 61).



### Hinweis!

**Die Stecker müssen vorsichtig gesteckt werden, da sonst Kontaktverbiegungen möglich sind.**

Die Schutzleiter werden mit Kabelschuhen an Gewindebolzen befestigt. Die Gewindebolzen sind im Lieferumfang enthalten.

Die Schutzleiter sind nicht im Lieferumfang der Verbindungsleitungen, können aber optional bestellt werden.

**Vorsicht!**

Die durchgehende Schutzleiterverbindung zwischen Steuerschrank und Roboter muss vor Inbetriebnahme des Roboters durch eine Schutzleiter-Messung entsprechend DIN EN 60204-1 und den landesspezifischen Vorschriften überprüft werden.

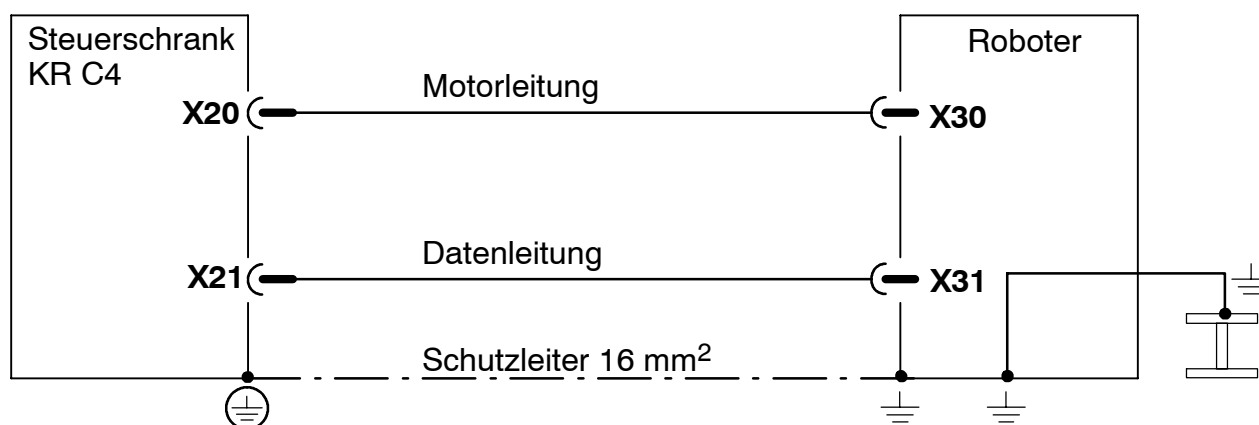
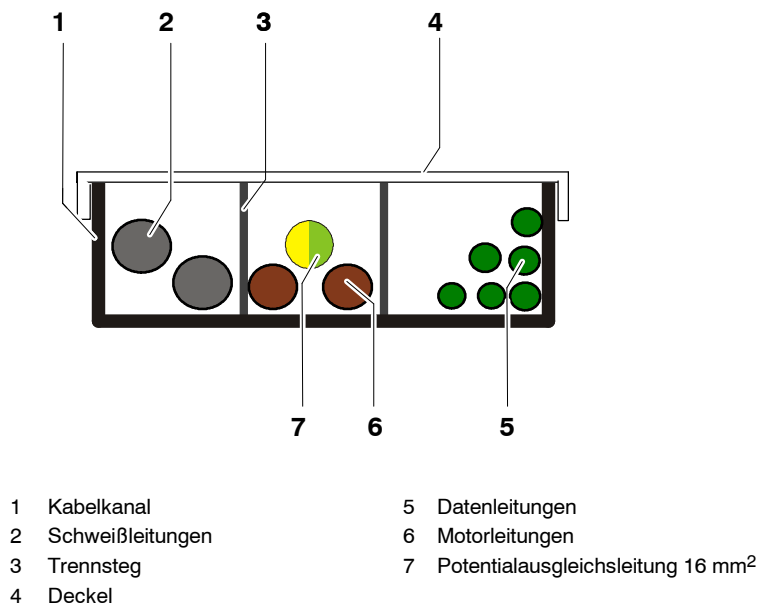


Abb. 58 Verbindungsleitungen (Schema)

## 9.2 Leitungsverlegung

Bei der Verlegung der Leitungen sind folgende Punkte zu beachten:

- Biegeradius der Leitungen für feste Verlegung
  - Motorleitung 150 mm
  - Steuerleitung 60 mm
 nicht unterschreiten
- Leitungen vor mechanischen Einwirkungen schützen
- Leitungen zugfrei (keine Zugkräfte auf die Stecker) verlegen
- Leitungen nur im Innenbereich verlegen
- Temperaturbereich (fest verlegt) 263 K (-10 °C) bis 328 K (+55 °C) beachten
- Leitungen getrennt nach Motor- und Datenleitungen in Blechkanälen (Abb. 59) verlegen (ggf. zusätzliche EMV-Maßnahmen ergreifen)



**Abb. 59 Verlegung in Kabelkanälen**

### 9.3 Anschlusskästen am Roboter

Die Steckeranschlüsse am Roboter befinden sich am Multifunktionsgehäuse am Grundgestell für die Motorleitung und an der RDC-Box für die Datenleitung. Die Anordnung der Anschlusskästen und der zugehörigen Stecker für die verschiedenen Roboter geht aus Abb. 60 hervor.

Grundsätzlich muss ein Potentialausgleich (Schutzleiter) zwischen Steuerschrank und Roboter über je einen PE-Bolzen M8 hergestellt sein. Für die ordnungsgemäße Ausführung ist der Betreiber des Roboters verantwortlich.

Der Schutzleiter ist **nicht** Bestandteil des Verbindungsleitungssatzes.

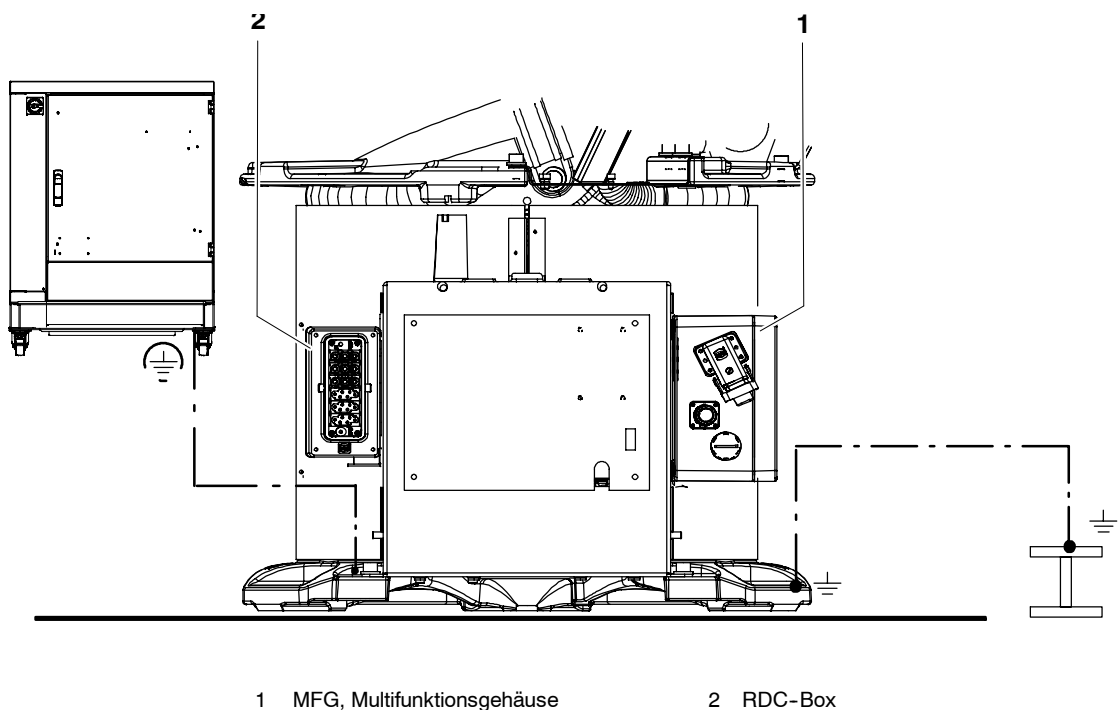
#### 9.3.1 Codierung

##### Motorleitung:

In den Steckern X20 und X30 sind jeweils zwei Codierstifte eingebaut, die eine unzulässige Verwendung verhindern.

##### Datenleitungen:

Bei der Datenleitung wird die Codierung durch die Steckerform und die Pin-Ausführung erreicht.



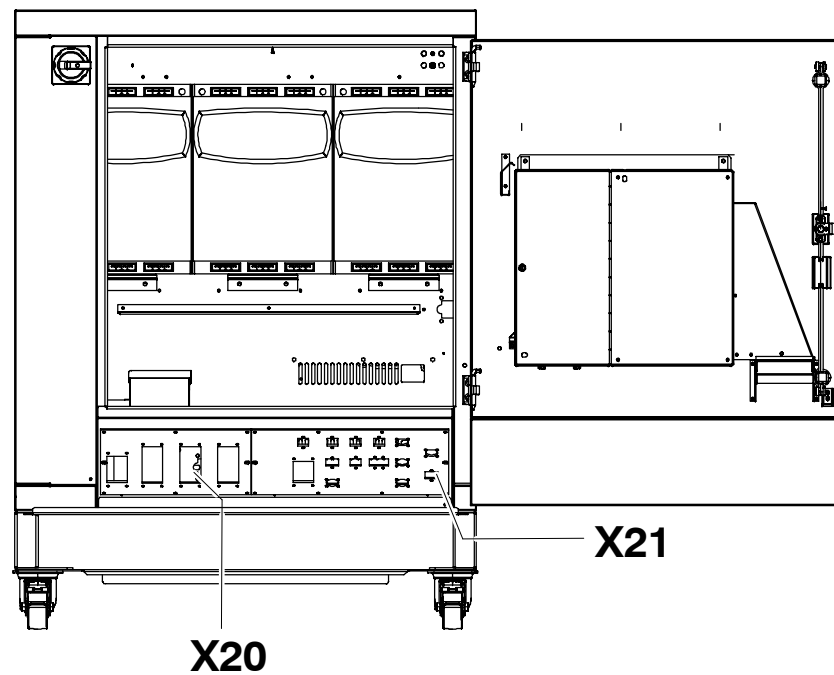
**Abb. 60 Anschlusskästen und MFG**



## 9.4 Steckerfeld am Steuerschrank

Das Steckerfeld (Abb. 61) ist nach Öffnen der Schranktüre zugänglich.

Die gesteckten Leitungen werden unter dem Steuerschrank nach hinten weggeführt.



**Abb. 61 Steckerfeld am Steuerschrank**

## 9.5 Aufbau der Verbindungsleitungen

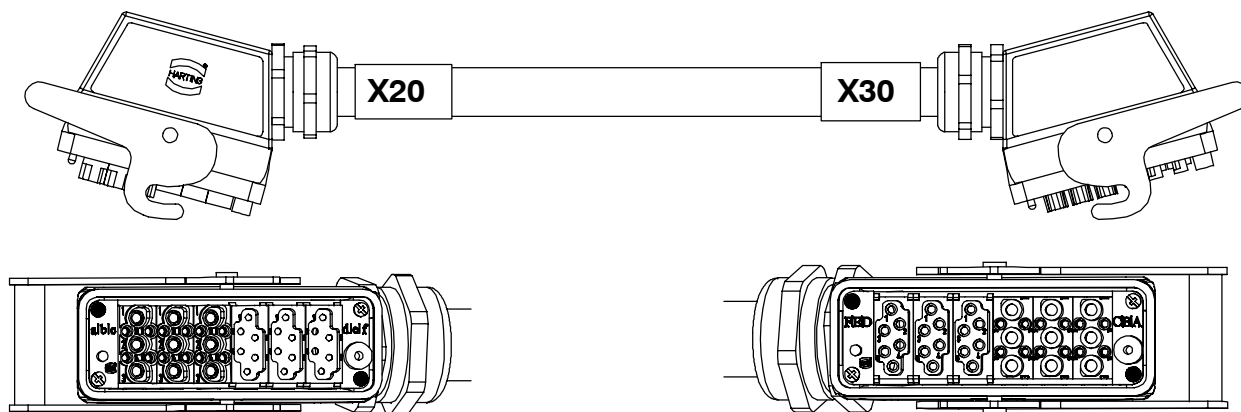
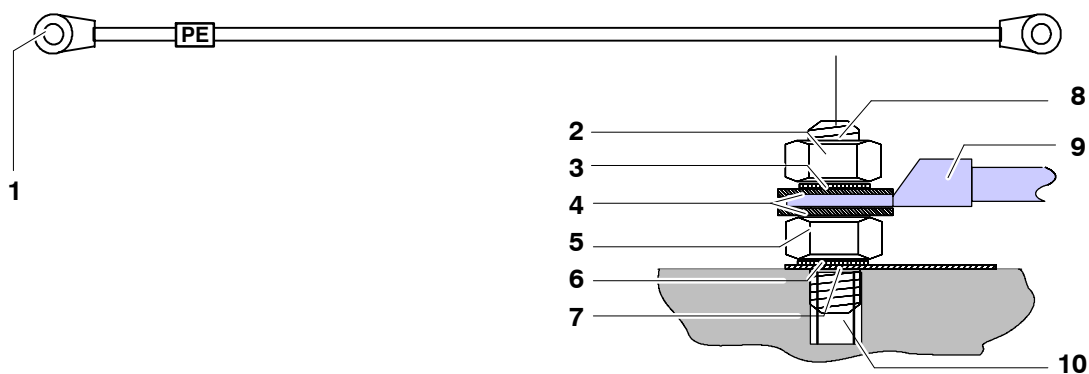


Abb. 62 Motorleitung



Abb. 63 Datenleitung



- |                     |                 |
|---------------------|-----------------|
| 1 Ringkabelschuh M8 | 6 Spannscheibe  |
| 2 Mutter M8         | 7 Erdungsschild |
| 3 Spannscheibe      | 8 PE-Bolzen     |
| 4 Scheibe 8,4       | 9 Kabelschuh    |
| 5 Mutter M8         | 10 Gewinde M8   |

Abb. 64 Schutzleiter

## 9.6 Verdrahtungspläne

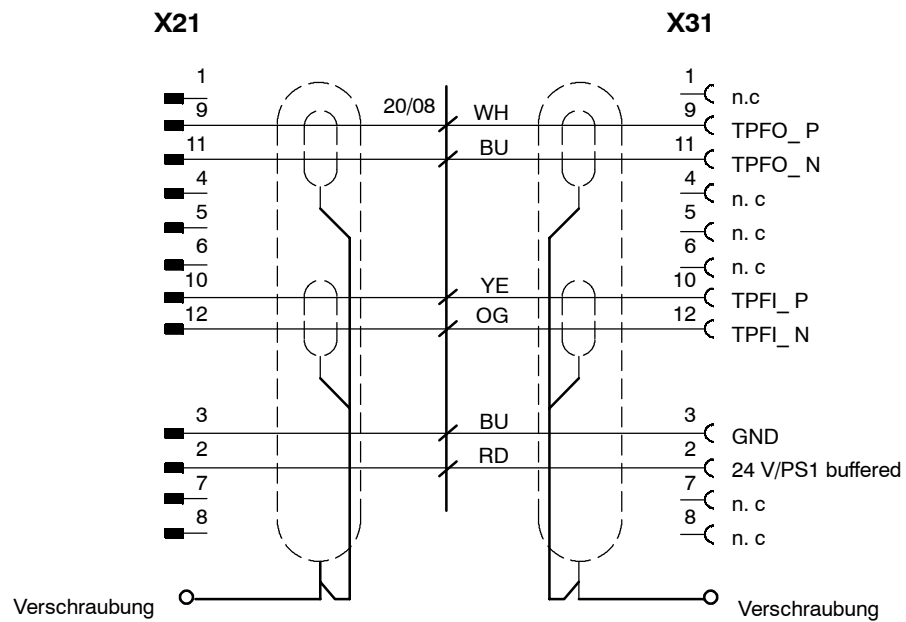


Abb. 65 Datenleitung X21

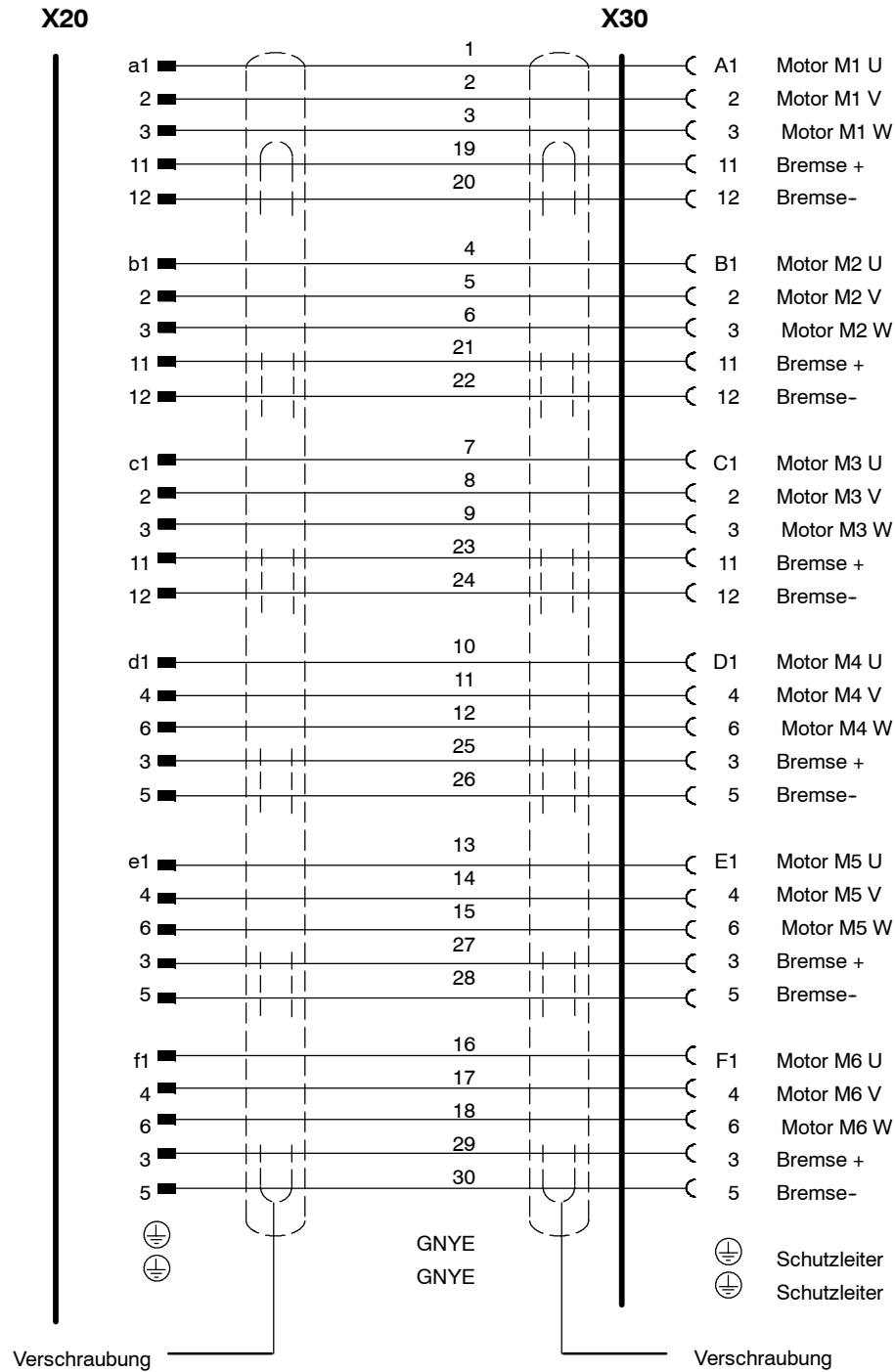


Abb. 66 Motorleitung X20

## 10 Anzugsdrehmomente



### Information!

Die folgenden Anzugsdrehmomente 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.



### Hinweis!

**Durch ein zu hohes Anzugsdrehmoment können Schrauben überlastet werden und brechen. Die Beschädigung von Bauteilen kann die Folge sein.**

**Zur Vermeidung von Schäden, Schrauben mit dem vorgeschriebenen Anzugsdrehmoment anziehen.**

	Festigkeitsklassen		
Geweinde	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
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



## 11 Angewandte Hilfs- und Betriebsstoffe

Produktbezeichnung	Verwendung	Firmenbezeichnung/Adresse
<b>Microlube GL 261</b>	Schmierfett	<b>Klüber Lubrication München KG</b> Geisenhausenerstr. 7 D-81379 München Germany
<b>Optitemp RB 2</b>	Schmierfett	<b>Deutsche BP Aktiengesellschaft - Industrial Lubricants &amp; Services</b> Erkelenzer Straße 20 D-41179 Mönchengladbach Germany
<b>RV OIL SB150</b>	Schmieröl	<b>Kyodo Yushi Co., Ltd.</b> 2-2-30 Tsujido Kandai Fujisawa-shi, Kanagawa 251-8588 Japan
<b>OIL CLS</b>	Schmierfett	<b>Deutsche BP Aktiengesellschaft - Industrial Lubricants &amp; Services</b> Erkelenzer Straße 20 D-41179 Mönchengladbach Germany



### Information!

Für den sicheren Einsatz unserer Produkte empfehlen wir, regelmäßig die aktuellen Sicherheitsdatenblätter bei den Herstellern der Hilfs- und Betriebsstoffe anzufordern.