

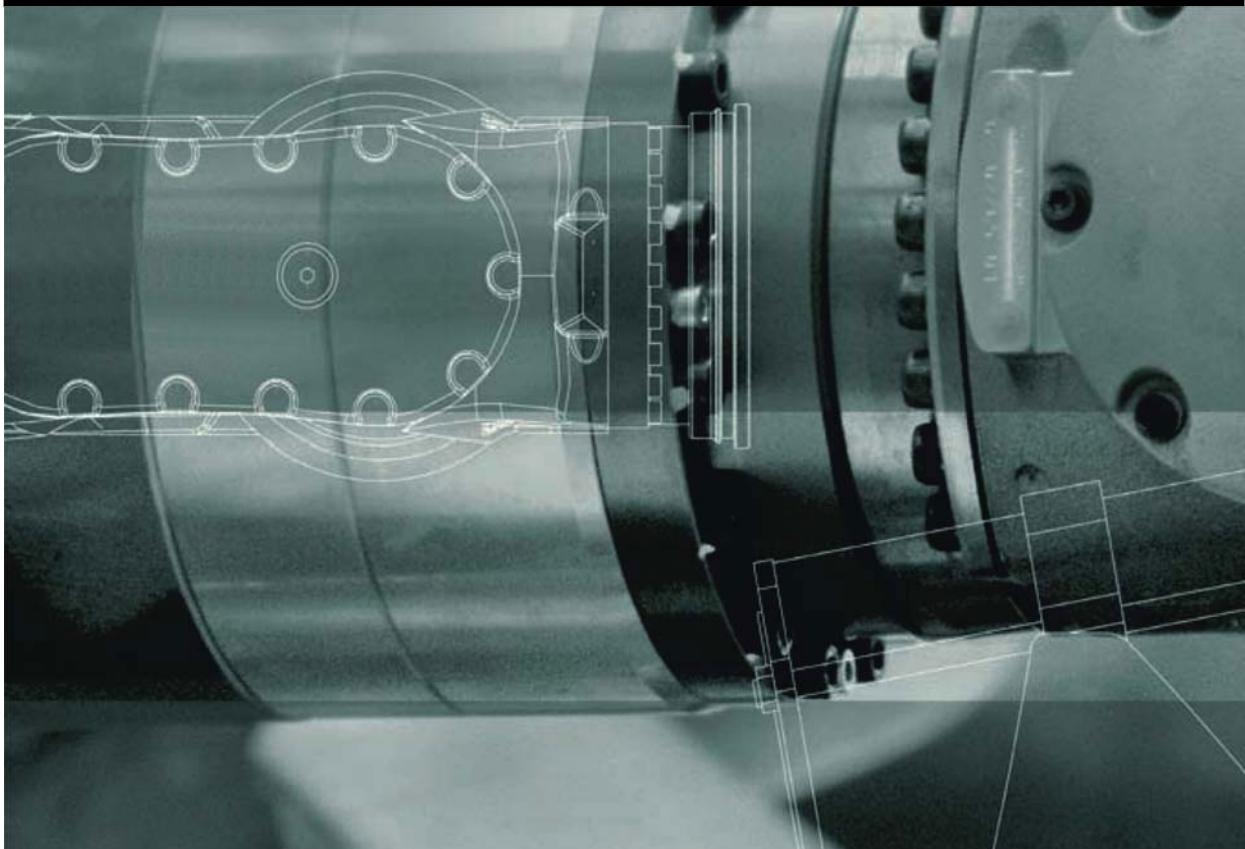
# KUKA

KUKA System Software

KUKA Roboter GmbH

## KUKA System Software 8.3

**Bedien- und Programmieranleitung für Endanwender**



Stand: 09.12.2014

Version: KSS 8.3 END V4

© Copyright 2014

KUKA Roboter GmbH  
Zugspitzstraße 140  
D-86165 Augsburg  
Deutschland

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

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

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

Technische Änderungen ohne Beeinflussung der Funktion vorbehalten.

Original-Dokumentation

KIM-PS5-DOC

Publikation: Pub KSS 8.3 END (PDF) de

Buchstruktur: KSS 8.3 END V4.1

Version: KSS 8.3 END V4

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b>	11
1.1 Zielgruppe	11
1.2 Dokumentation des Industrieroboters	11
1.3 Darstellung von Hinweisen	11
1.4 Marken	12
<b>2 Produktbeschreibung</b>	13
2.1 Übersicht des Industrieroboters	13
2.2 Übersicht KUKA System Software (KSS)	13
2.3 Systemvoraussetzungen	14
2.4 Bestimmungsgemäße Verwendung der KUKA System Software	14
2.5 KUKA-USB-Sticks	14
<b>3 Sicherheit</b>	17
3.1 Allgemein	17
3.1.1 Haftungshinweis	17
3.1.2 Bestimmungsgemäße Verwendung des Industrieroboters	17
3.1.3 EG-Konformitätserklärung und Einbauerklärung	18
3.1.4 Verwendete Begriffe	18
3.2 Personal	20
3.3 Arbeits-, Schutz- und Gefahrenbereich	21
3.3.1 Ermittlung der Anhaltewege	21
3.4 Auslöser für Stopp-Reaktionen	22
3.5 Sicherheitsfunktionen	22
3.5.1 Übersicht der Sicherheitsfunktionen	22
3.5.2 Sicherheitssteuerung	23
3.5.3 Betriebsartenwahl	23
3.5.4 Signal "Bedienerschutz"	24
3.5.5 NOT-HALT-Einrichtung	25
3.5.6 Abmelden von der übergeordneten Sicherheitssteuerung	25
3.5.7 Externe NOT-HALT-Einrichtung	26
3.5.8 Zustimmeinrichtung	26
3.5.9 Externe Zustimmeinrichtung	27
3.5.10 Externer sicherer Betriebshalt	27
3.5.11 Externer Sicherheitshalt 1 und externer Sicherheitshalt 2	27
3.5.12 Geschwindigkeitsüberwachung in T1	27
3.6 Zusätzliche Schutzausstattung	27
3.6.1 Tippbetrieb	27
3.6.2 Software-Endschalter	28
3.6.3 Mechanische Endanschläge	28
3.6.4 Mechanische Achsbereichsbegrenzung (Option)	28
3.6.5 Achsbereichsüberwachung (Option)	28
3.6.6 Möglichkeiten zum Bewegen des Manipulators ohne Antriebsenergie	29
3.6.7 Kennzeichnungen am Industrieroboter	29
3.6.8 Externe Schutzeinrichtungen	30
3.7 Übersicht Betriebsarten und Schutzfunktionen	30
3.8 Sicherheitsmaßnahmen	31

3.8.1	Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen .....	31
3.8.2	Transport .....	32
3.8.3	Inbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme .....	32
3.8.3.1	Prüfung Maschinendaten und Sicherheitskonfiguration .....	33
3.8.3.2	Inbetriebnahme-Modus .....	35
3.8.4	Manueller Betrieb .....	36
3.8.5	Simulation .....	37
3.8.6	Automatikbetrieb .....	37
3.8.7	Wartung und Instandsetzung .....	37
3.8.8	Außerbetriebnahme, Lagerung und Entsorgung .....	39
3.8.9	Sicherheitsmaßnahmen für Single Point of Control .....	39
3.9	Angewandte Normen und Vorschriften .....	40
<b>4</b>	<b>Bedienung .....</b>	<b>43</b>
4.1	Programmierhandgerät KUKA smartPAD .....	43
4.1.1	Vorderseite .....	43
4.1.2	Rückseite .....	45
4.1.3	smartPAD abstecken und anstecken .....	46
4.2	Bedienoberfläche KUKA smartHMI .....	47
4.2.1	Tastatur .....	48
4.2.2	Statusleiste .....	49
4.2.3	Statusanzeige <b>Submit-Interpreter</b> .....	50
4.2.4	Statusanzeige <b>Antriebe</b> und Fenster <b>Fahrbedingungen</b> .....	50
4.3	Robotersteuerung einschalten und KSS starten .....	52
4.4	Hauptmenü aufrufen .....	52
4.5	KSS beenden oder neu starten .....	53
4.5.1	Herunterfahren nach Spannungsausfall .....	56
4.6	Antriebe ein-/ausschalten .....	56
4.7	Robotersteuerung ausschalten .....	56
4.8	Sprache der Bedienoberfläche einstellen .....	57
4.9	Online-Dokumentation und Online-Hilfe .....	57
4.9.1	Online-Dokumentation aufrufen .....	57
4.9.2	Online-Hilfe aufrufen .....	58
4.10	Benutzergruppe wechseln .....	61
4.11	Betriebsart wechseln .....	62
4.12	Koordinatensysteme .....	63
4.13	Roboter manuell verfahren .....	64
4.13.1	Fenster <b>Handverfahroptionen</b> .....	65
4.13.1.1	Registerkarte <b>Allgemein</b> .....	66
4.13.1.2	Registerkarte <b>Tasten</b> .....	66
4.13.1.3	Registerkarte <b>Maus</b> .....	67
4.13.1.4	Registerkarte <b>Kcp Pos.</b> .....	68
4.13.1.5	Registerkarte <b>Akt. Basis/Wkzg.</b> .....	69
4.13.2	Verfahrtart aktivieren .....	69
4.13.3	Hand-Override (HOV) einstellen .....	69
4.13.4	Werkzeug und Basis auswählen .....	70
4.13.5	Mit Verfahrtasten achsspezifisch verfahren .....	70
4.13.6	Mit Verfahrtasten kartesisch verfahren .....	70
4.13.7	Space Mouse konfigurieren .....	71

4.13.8 Ausrichtung der Space Mouse festlegen .....	73
4.13.9 Mit Space Mouse kartesisch verfahren .....	74
4.13.10 Inkrementelles Handverfahren .....	74
4.14 Zusatzachsen manuell verfahren .....	75
4.15 Arbeitsraumüberwachung überbrücken .....	76
4.16 Anzeigefunktionen .....	76
4.16.1 Energieverbrauch messen und anzeigen .....	76
4.16.2 Istposition anzeigen .....	78
4.16.3 Digitale Ein-/Ausgänge anzeigen .....	79
4.16.4 Analoge Ein-/Ausgänge anzeigen .....	80
4.16.5 Ein-/Ausgänge für Automatik Extern anzeigen .....	81
4.16.6 Zyklische Flags anzeigen .....	82
4.16.7 Flags anzeigen .....	83
4.16.8 Zähler anzeigen .....	84
4.16.9 Timer anzeigen .....	85
4.16.10 Vermessungsdaten anzeigen .....	86
4.16.11 Infos zu Roboter und Robotersteuerung anzeigen .....	86
4.16.12 Roboterdaten anzeigen/bearbeiten .....	87
4.17 Sicherheitskonfiguration exportieren (XML-Export) .....	88
<b>5 Inbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme .....</b>	<b>89</b>
5.1 Inbetriebnahme-Assistent .....	89
5.2 Maschinendaten prüfen .....	89
5.3 Roboter ohne übergeordnete Sicherheitssteuerung verfahren .....	90
5.4 Aktivierung des positioniergenauen Robotermodells prüfen .....	91
5.5 Justage .....	92
5.5.1 Justagemethoden .....	93
5.5.2 Achsen mittels Justagemarken in Vorjustagestellung verfahren .....	94
5.5.3 Achsen mittels Messtaster in Vorjustagestellung verfahren .....	96
5.5.4 Justage-LEDs .....	97
5.5.5 Justieren mit dem SEMD .....	98
5.5.5.1 Erstjustage durchführen (mit SEMD) .....	98
5.5.5.2 Offset lernen (mit SEMD) .....	101
5.5.5.3 Lastjustage mit Offset prüfen (mit SEMD) .....	102
5.5.6 Justieren mit der Messuhr .....	103
5.5.7 Zusatzachsen justieren .....	105
5.5.8 Referenzjustage .....	105
5.5.9 Justieren mit MEMD und Strichmarkierung .....	106
5.5.9.1 A6 in Justagestellung bringen (mit Strichmarkierung) .....	107
5.5.9.2 Erstjustage durchführen (mit MEMD) .....	108
5.5.9.3 Offset lernen (mit MEMD) .....	111
5.5.9.4 Lastjustage mit Offset prüfen (mit MEMD) .....	112
5.5.10 Achsen manuell dejustieren .....	113
5.6 Software-Endschalter ändern .....	114
5.7 Vermessen .....	116
5.7.1 Werkzeug vermessen .....	116
5.7.1.1 TCP vermessen: XYZ 4-Punkt-Methode .....	117
5.7.1.2 TCP vermessen: XYZ Referenz-Methode .....	119
5.7.1.3 Orientierung festlegen: ABC World-Methode .....	120

5.7.1.4	Orientierung festlegen: ABC 2-Punkt-Methode .....	121
5.7.1.5	Numerische Eingabe .....	122
5.7.2	Basis vermessen .....	123
5.7.2.1	3-Punkt-Methode .....	123
5.7.2.2	Indirekte Methode .....	125
5.7.2.3	Numerische Eingabe .....	126
5.7.3	Feststehendes Werkzeug vermessen .....	126
5.7.3.1	Externen TCP vermessen .....	126
5.7.3.2	Externen TCP numerisch eingeben .....	128
5.7.3.3	Werkstück vermessen: Direkte Methode .....	129
5.7.3.4	Werkstück vermessen: Indirekte Methode .....	130
5.7.4	Werkzeug/Basis umbenennen .....	131
5.7.5	Lineareinheit .....	131
5.7.5.1	Prüfen, ob die Lineareinheit vermessen werden muss .....	132
5.7.5.2	Lineareinheit vermessen .....	132
5.7.5.3	Lineareinheit numerisch eingeben .....	133
5.7.6	Externe Kinematik vermessen .....	134
5.7.6.1	Fußpunkt vermessen .....	135
5.7.6.2	Fußpunkt numerisch eingeben .....	136
5.7.6.3	Werkstück-Basis vermessen .....	137
5.7.6.4	Werkstück-Basis numerisch eingeben .....	139
5.7.6.5	Externes Werkzeug vermessen .....	139
5.7.6.6	Externes Werkzeug numerisch eingeben .....	141
5.8	Lastdaten .....	141
5.8.1	Lasten prüfen mit KUKA.Load .....	141
5.8.2	Traglasten ermitteln mit KUKA.LoadDataDetermination .....	141
5.8.3	Traglastdaten eingeben .....	142
5.8.4	Zusatzlastdaten eingeben .....	142
5.8.5	Online-Lastdatenprüfung .....	143
5.9	Langtexte exportieren/importieren .....	143
5.10	Wartungshandbuch .....	145
5.10.1	Wartung protokollieren .....	146
5.10.2	Wartungsprotokoll anzeigen .....	147
<b>6</b>	<b>Programm- und Projektverwaltung .....</b>	<b>149</b>
6.1	Neues Programm anlegen .....	149
6.2	Neuen Ordner anlegen .....	149
6.3	Datei oder Ordner umbenennen .....	149
6.4	Dateimanager <b>Navigator</b> .....	150
6.4.1	Filter auswählen .....	151
6.5	Programm anwählen oder öffnen .....	151
6.5.1	Programm anwählen und abwählen .....	152
6.5.2	Programm öffnen .....	153
6.5.3	Zwischen Navigator und Programm wechseln .....	154
6.6	Aufbau eines KRL-Programms .....	154
6.6.1	HOME-Position .....	155
6.7	Programmteile ein-/ausblenden .....	156
6.7.1	DEF-Zeile ein-/ausblenden .....	156
6.7.2	Detailansicht anzeigen .....	156
6.7.3	Zeilenumbruch ein-/ausschalten .....	157

6.8	Programme bearbeiten .....	157
6.8.1	Kommentar oder Stempel einfügen .....	158
6.8.2	Programmzeilen löschen .....	159
6.8.3	Weitere Bearbeitungsfunktionen .....	159
6.9	Programm drucken .....	160
6.10	Daten archivieren und wiederherstellen .....	160
6.10.1	Übersicht Archivierung .....	160
6.10.2	Archivieren auf USB-Stick .....	161
6.10.3	Archivieren auf Netzwerk .....	162
6.10.4	Logbuch archivieren .....	162
6.10.5	Daten wiederherstellen .....	163
6.10.6	Daten automatisch verpacken für Fehleranalyse (KrcDiag) .....	163
6.11	Projektverwaltung .....	164
6.11.1	Fenster <b>Projektverwaltung</b> .....	164
6.11.2	Projekte, Optionspakete und RDC-Daten sichern .....	166
6.11.3	Projekte, Optionspakete und RDC-Daten wiederherstellen .....	167
<b>7</b>	<b>Programmausführung</b> .....	169
7.1	Programmablaufart auswählen .....	169
7.2	Programmablaufarten .....	169
7.3	Vorlauf .....	169
7.4	Satzzeiger .....	170
7.5	Programm-Override (POV) einstellen .....	172
7.6	Statusanzeige Roboter-Interpreter .....	173
7.7	Programm vorwärts starten (manuell) .....	173
7.8	Programm vorwärts starten (automatisch) .....	174
7.9	Satzauswahl durchführen .....	174
7.10	Programm zurücksetzen .....	174
7.11	Automatik Extern-Betrieb starten .....	175
7.12	Rückwärtsfahren über die Start-Rückwärts-Taste .....	175
7.12.1	Bewegungen rückwärts abfahren .....	175
7.12.2	Funktionsweise und Eigenschaften des Rückwärtsfahrens .....	176
7.12.2.1	Verhalten bei Unterprogrammen .....	177
7.12.2.2	Verhalten bei Überschleifen .....	177
7.12.2.3	Verhalten bei Pendelbewegungen .....	178
7.12.2.4	Wechsel von rückwärts auf vorwärts .....	179
<b>8</b>	<b>Grundlagen der Bewegungsprogrammierung</b> .....	181
8.1	Bewegungsarten Übersicht .....	181
8.2	Bewegungsart PTP .....	181
8.3	Bewegungsart LIN .....	182
8.4	Bewegungsart CIRC .....	182
8.5	Überschleifen .....	183
8.6	Orientierungsführung LIN, CIRC .....	184
8.7	Bewegungsart Spline .....	185
8.7.1	Geschwindigkeitsprofil bei Spline-Bewegungen .....	187
8.7.2	Satzauswahl bei Spline-Bewegungen .....	188
8.7.3	Änderungen an Spline-Blöcken .....	190
8.7.4	Überschleifen von Spline-Bewegungen .....	192

8.7.5	Überschliffene CP-Bewegung durch Spline-Block ersetzen .....	193
8.7.5.1	SLIN-SPL-SLIN-Übergang .....	196
8.8	Orientierungsführung CP-Spline .....	196
8.8.1	Kombinationen von <b>Orientierungsführung</b> und <b>Kreis Orientierungsführung</b> ..	198
8.9	Kreiswinkel .....	200
8.10	Singularitäten .....	200
<b>9</b>	<b>Programmierung für Benutzergruppe Anwender (Inline-Formulare)</b> .....	<b>203</b>
9.1	Namen in Inline-Formularen .....	203
9.2	PTP-, LIN-, CIRC-Bewegungen programmieren .....	203
9.2.1	PTP-Bewegung programmieren .....	203
9.2.2	Inline-Formular PTP .....	204
9.2.3	LIN-Bewegung programmieren .....	204
9.2.4	Inline-Formular LIN .....	205
9.2.5	CIRC-Bewegung programmieren .....	205
9.2.6	Inline-Formular CIRC .....	206
9.2.7	Optionsfenster <b>Frames</b> .....	206
9.2.8	Optionsfenster <b>Bewegungsparameter</b> (LIN, CIRC, PTP) .....	207
9.3	Spline-Bewegungen programmieren .....	208
9.3.1	Programmiertipps für Spline-Bewegungen .....	208
9.3.2	Spline-Block programmieren .....	209
9.3.2.1	Inline-Formular CP-Spline-Block .....	210
9.3.2.2	Inline-Formular <b>PTP SPLINE Block</b> .....	211
9.3.2.3	Optionsfenster <b>Frames</b> (CP- und PTP-Spline-Block) .....	211
9.3.2.4	Optionsfenster <b>Bewegungsparameter</b> (CP-Spline-Block) .....	212
9.3.2.5	Optionsfenster <b>Bewegungsparameter</b> (PTP-Spline-Block) .....	213
9.3.3	Segmente für Spline-Block programmieren .....	214
9.3.3.1	SPL- oder SLIN-Segment programmieren .....	214
9.3.3.2	SCIRC-Segment programmieren .....	214
9.3.3.3	Inline-Formular CP-Spline-Segment .....	214
9.3.3.4	SPTP-Segment programmieren .....	216
9.3.3.5	Inline-Formular SPTP-Segment .....	216
9.3.3.6	Optionsfenster <b>Frames</b> (CP- und PTP-Spline-Segmente) .....	217
9.3.3.7	Optionsfenster <b>Bewegungsparameter</b> (CP-Spline-Segment) .....	218
9.3.3.8	Optionsfenster <b>Bewegungsparameter</b> (SPTP) .....	219
9.3.3.9	Optionsfenster <b>Logikparameter</b> .....	219
9.3.3.10	Örtliche Verschiebung für Logikparameter teachen .....	223
9.3.4	Spline-Einzelbewegungen programmieren .....	224
9.3.4.1	SLIN-Einzelbewegung programmieren .....	224
9.3.4.2	Inline-Formular SLIN .....	224
9.3.4.3	Optionsfenster <b>Bewegungsparameter</b> (SLIN) .....	225
9.3.4.4	SCIRC-Einzelbewegung programmieren .....	226
9.3.4.5	Inline-Formular SCIRC .....	226
9.3.4.6	Optionsfenster <b>Bewegungsparameter</b> (SCIRC) .....	228
9.3.4.7	SPTP-Einzelbewegung programmieren .....	229
9.3.4.8	Inline-Formular <b>SPTP</b> .....	229
9.3.5	Bedingter Stopp .....	230
9.3.5.1	Inline-Formular <b>Spline Stop Condition</b> .....	231
9.3.5.2	Stopp-Bedingung: Beispiel und Bremsverhalten .....	232
9.3.6	Konstantfahrbereich im CP-Spline-Block .....	233

9.3.6.1	Satzanwahl in den Konstantfahrbereich .....	234
9.3.6.2	Maximale Grenzen .....	235
9.4	Bewegungsparameter ändern .....	236
9.5	Punkt umteachen .....	236
9.6	Logikanweisungen programmieren .....	237
9.6.1	Ein-/Ausgänge .....	237
9.6.2	Digitalen Ausgang setzen - OUT .....	237
9.6.3	Inline-Formular OUT .....	237
9.6.4	Impulsausgang setzen - PULSE .....	238
9.6.5	Inline-Formular PULSE .....	238
9.6.6	Analogen Ausgang setzen - ANOUT .....	239
9.6.7	Inline-Formular ANOUT statisch .....	239
9.6.8	Inline-Formular ANOUT dynamisch .....	239
9.6.9	Wartezeit programmieren - WAIT .....	240
9.6.10	Inline-Formular WAIT .....	240
9.6.11	Signalabhängige Wartefunktion programmieren - WAITFOR .....	241
9.6.12	Inline-Formular WAITFOR .....	241
9.6.13	Schalten auf der Bahn - SYN OUT .....	242
9.6.14	Inline-Formular SYN OUT, Option START/END .....	243
9.6.15	Inline-Formular SYN OUT, Option PATH .....	245
9.6.16	Puls setzen auf der Bahn - SYN PULSE .....	247
9.6.17	Inline-Formular SYN PULSE .....	248
9.6.18	Logikanweisung ändern .....	248
<b>10</b>	<b>KUKA Service .....</b>	<b>251</b>
10.1	Support-Anfrage .....	251
10.2	KUKA Customer Support .....	251
<b>Index .....</b>	<b>259</b>	



# 1 Einleitung

## 1.1 Zielgruppe

Diese Dokumentation richtet sich an Benutzer mit folgenden Kenntnissen:

- Grundkenntnisse des Industrieroboters



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.

## 1.2 Dokumentation des Industrieroboters

Die Dokumentation zum Industrieroboter besteht aus folgenden Teilen:

- Dokumentation für die Robotermechanik
- Dokumentation für die Robotersteuerung
- Bedien- und Programmieranleitung für die System Software
- Anleitungen zu Optionen und Zubehör
- Teilekatalog auf Datenträger

Jede Anleitung ist ein eigenes Dokument.

## 1.3 Darstellung von Hinweisen

### Sicherheit

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



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



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



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



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



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

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

### SICHERHEITS-ANWEISUNGEN

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

**Hinweise**

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



Hinweis zur Arbeitserleichterung oder Verweis auf weiterführende Informationen.

**1.4 Marken**

**Windows** ist eine Marke der Microsoft Corporation.

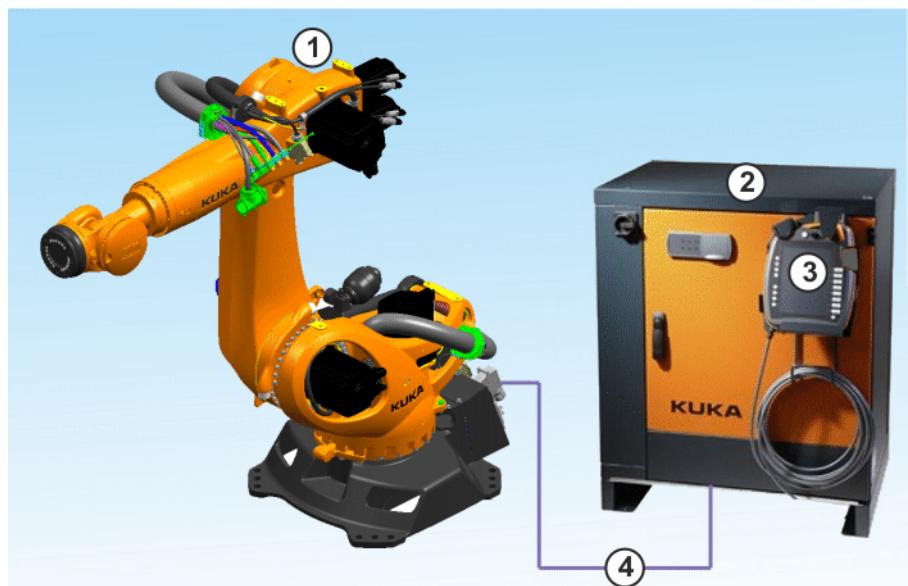
**WordPad** ist eine Marke der Microsoft Corporation.

## 2 Produktbeschreibung

### 2.1 Übersicht des Industrieroboters

Der Industrieroboter besteht aus folgenden Komponenten:

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



**Abb. 2-1: Beispiel eines Industrieroboters**

- |                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| 1 Manipulator      | 3 Programmierhandgerät |
| 2 Robotersteuerung | 4 Verbindungsleitungen |

### 2.2 Übersicht KUKA System Software (KSS)

**Beschreibung** Die KUKA System Software (KSS) übernimmt alle Grundfunktionen zum Betrieb des Industrieroboters.

- Bahnplanung
- I/O Management
- Daten- und Dateiverwaltung
- Etc.

Es können zusätzliche Technologiepakete, die applikationsspezifische Anweisungen und Konfigurationen enthalten, installiert werden.

**smartHMI** Die Bedienoberfläche der KUKA System Software heißt KUKA smartHMI (smart Human-Machine Interface).

Merkmale:

- Benutzerverwaltung
- Programm-Editor
- KRL KUKA Robot Language

- Inline-Formulare zum Programmieren
- Meldungsanzeige
- Konfigurationsfenster
- Etc.

(>>> 4.2 "Bedienoberfläche KUKA smartHMI" Seite 47)

Abhängig von kundenspezifischen Einstellungen kann die Bedienoberfläche vom Standard abweichen.

## 2.3 Systemvoraussetzungen

Die KSS 8.3 kann auf folgender Robotersteuerung eingesetzt werden:

- KR C4
- mit Windows Embedded Standard 7 V4.x
- und mit 2 GB Arbeitsspeicher

## 2.4 Bestimmungsgemäße Verwendung der KUKA System Software

### Verwendung

Die KUKA System Software ist ausschließlich zum Betreiben eines KUKA Industrieroboters oder einer Kundenkinematik bestimmt.

Jede Version der KUKA System Software darf ausschließlich unter den für sie spezifizierten Systemvoraussetzungen betrieben werden.

### Fehlanwendung

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

Zu den Fehlanwendungen zählen z. B.:

- Betreiben einer Kinematik, die kein KUKA Industrieroboter oder keine Kundenkinematik ist
- Betreiben der KSS unter anderen als den spezifizierten Systemvoraussetzungen

## 2.5 KUKA-USB-Sticks

Für die Robotersteuerung KR C4 existieren folgende KUKA-USB-Sticks:

### KUKA USB-Stick 2.0 NB 4GB

- Datenträger für Software und Archive
- Nicht bootfähig
- Art.-Nr. 00-197-266

### KUKA.Recovery USB Stick 2.1 8GB

- Für die Erzeugung und Wiederherstellung von Systemabbildern
- Bootfähig
- Art.-Nr. 00-220-397



Abb. 2-2: KUKA USB-Stick 2.0 NB 4GB (Art.-Nr. 00-197-266)



Abb. 2-3: KUKA.Recovery USB Stick 2.1 8GB (Art.-Nr. 00-220-397)



## 3 Sicherheit

### 3.1 Allgemein

#### 3.1.1 Haftungshinweis

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

Komponenten des Industrieroboters:

- Manipulator
- Robotersteuerung
- Programmierhandgerät
- Verbindungsleitungen
- 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 ausgetragen 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.

#### 3.1.2 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.

<b>Fehlanwendung</b>	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 spezifizierten Betriebsgrenzen
	■ Einsatz in explosionsgefährdeter Umgebung
	■ Einsatz ohne zusätzliche Schutzeinrichtungen
	■ Einsatz im Freien
	■ Einsatz unter Tage

### 3.1.3 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.

<b>Konformitätserklärung</b>	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.

<b>Einbauerklärung</b>	Der Industrieroboter als unvollständige Maschine wird mit einer Einbauerklärung nach Anhang II B der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG ausgeliefert. Bestandteile der Einbauerklärung sind eine Liste mit den eingehaltenen grundlegenden Anforderungen nach Anhang I und die Montageanleitung.
	Mit der Einbauerklärung wird erklärt, dass die Inbetriebnahme der unvollständigen Maschine solange unzulässig bleibt, bis die unvollständige Maschine in eine Maschine eingebaut, oder mit anderen Teilen zu einer Maschine zusammengebaut wurde, diese den Bestimmungen der EG-Maschinenrichtlinie entspricht und die EG-Konformitätserklärung gemäß Anhang II A vorliegt.

### 3.1.4 Verwendete Begriffe

STOP 0, STOP 1 und STOP 2 sind die Stopp-Definitionen nach EN 60204-1:2006.

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	Bereich, in dem sich der Manipulator bewegen darf. Der Arbeitsbereich ergibt sich aus den einzelnen Achsbereichen.

<b>Begriff</b>	<b>Beschreibung</b>
Betreiber	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 des Manipulators und der Zusatzachsen (optional).
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 betrieben wird oder nicht, da sicherheitsrelevante Bauteile auch während der Lagerung altern.
KUKA smartPAD	Siehe "smartPAD"
Manipulator	Die Robotermechanik und die zugehörige Elektroinstallation
Schutzbereich	Der Schutzbereich befindet sich außerhalb des Gefahrenbereichs.
Sicherer Betriebshalt	Der sichere Betriebshalt ist eine Stillstandsüberwachung. Er stoppt die Roboterbewegung nicht, sondern überwacht, ob die Roboterachsen still stehen. Wenn diese während des sicheren Betriebshalts bewegt werden, löst dies einen Sicherheitshalt STOP 0 aus.  Der sichere Betriebshalt kann auch extern ausgelöst werden.  Wenn ein sicherer Betriebshalt ausgelöst wird, setzt die Robotersteuerung einen Ausgang zum Feldbus. Der Ausgang wird auch dann gesetzt, wenn zum Zeitpunkt des Auslösens nicht alle Achsen stillstanden und somit ein Sicherheitshalt STOP 0 ausgelöst wird.
Sicherheitshalt STOP 0	Ein Stopp, der von der Sicherheitssteuerung ausgelöst und durchgeführt wird. Die Sicherheitssteuerung schaltet sofort die Antriebe und die Spannungsversorgung der Bremsen ab.  <b>Hinweis:</b> Dieser Stopp wird im Dokument als Sicherheitshalt 0 bezeichnet.
Sicherheitshalt STOP 1	Ein Stopp, der von der Sicherheitssteuerung ausgelöst und überwacht wird. Der Bremsvorgang wird vom nicht-sicherheitsgerichteten Teil der Robotersteuerung durchgeführt und von der Sicherheitssteuerung überwacht. Sobald der Manipulator stillsteht, schaltet die Sicherheitssteuerung die Antriebe und die Spannungsversorgung der Bremsen ab.  Wenn ein Sicherheitshalt STOP 1 ausgelöst wird, setzt die Robotersteuerung einen Ausgang zum Feldbus.  Der Sicherheitshalt STOP 1 kann auch extern ausgelöst werden.  <b>Hinweis:</b> Dieser Stopp wird im Dokument als Sicherheitshalt 1 bezeichnet.
Sicherheitshalt STOP 2	Ein Stopp, der von der Sicherheitssteuerung ausgelöst und überwacht wird. Der Bremsvorgang wird vom nicht-sicherheitsgerichteten Teil der Robotersteuerung durchgeführt und von der Sicherheitssteuerung überwacht. Die Antriebe bleiben eingeschaltet und die Bremsen geöffnet. Sobald der Manipulator stillsteht, wird ein sicherer Betriebshalt ausgelöst.  Wenn ein Sicherheitshalt STOP 2 ausgelöst wird, setzt die Robotersteuerung einen Ausgang zum Feldbus.  Der Sicherheitshalt STOP 2 kann auch extern ausgelöst werden.  <b>Hinweis:</b> Dieser Stopp wird im Dokument als Sicherheitshalt 2 bezeichnet.
Sicherheitsoptionen	Überbegriff für Optionen, die es ermöglichen, zu den Standard-Sicherheitsfunktionen zusätzliche sichere Überwachungen zu konfigurieren.  Beispiel: SafeOperation

Begriff	Beschreibung
smartPAD	<p>Programmierhandgerät für die KR C4</p> <p>Das smartPAD hat alle Bedien- und Anzeigemöglichkeiten, die für die Bedienung und Programmierung des Industrieroboters benötigt werden.</p>
Stopp-Kategorie 0	<p>Die Antriebe werden sofort abgeschaltet und die Bremsen fallen ein. Der Manipulator und die Zusatzachsen (optional) bremsen bahnhaft.</p> <p><b>Hinweis:</b> Diese Stopp-Kategorie wird im Dokument als STOP 0 bezeichnet.</p>
Stopp-Kategorie 1	<p>Der Manipulator und die Zusatzachsen (optional) bremsen bahnfrei.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Betriebsart T1: Die Antriebe werden abgeschaltet, sobald der Roboter steht, spätestens jedoch nach 680 ms.</li> <li>■ Betriebsarten T2, AUT, AUT EXT: Die Antriebe werden nach 1,5 s abgeschaltet.</li> </ul> <p><b>Hinweis:</b> Diese Stopp-Kategorie wird im Dokument als STOP 1 bezeichnet.</p>
Stopp-Kategorie 2	<p>Die Antriebe werden nicht abgeschaltet und die Bremsen fallen nicht ein. Der Manipulator und die Zusatzachsen (optional) bremsen mit einer bahnfreien Bremsrampe.</p> <p><b>Hinweis:</b> Diese Stopp-Kategorie wird im Dokument als STOP 2 bezeichnet.</p>
Systemintegrator (Anlagenintegrator)	Der Systemintegrator ist dafür verantwortlich, den Industrieroboter sicherheitsgerecht in eine Anlage zu integrieren und in Betrieb zu nehmen
T1	Test-Betriebsart Manuell Reduzierte Geschwindigkeit (<= 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

### 3.2 Personal

Folgende Personen oder Personengruppen werden für den Industrieroboter definiert:

- Betreiber
- Personal



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



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.



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

## **3.3 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.

### **3.3.1 Ermittlung der Anhaltewege**

Die Risikoberurteilung des Systemintegrators kann ergeben, dass für eine Applikation die Anhaltewege ermittelt werden müssen. Für die Ermittlung der Anhaltewege muss der Systemintegrator die sicherheitsrelevanten Stellen auf der programmierten Bahn identifizieren.

Bei der Ermittlung muss der Roboter mit dem Werkzeug und den Lasten verfahren werden, die auch in der Applikation verwendet werden. Der Roboter

muss Betriebstemperatur haben. Dies ist nach ca. 1 h im normalen Betrieb der Fall.

Beim Abfahren der Applikation muss der Roboter an der Stelle, ab der der Anhalteweg ermittelt werden soll, gestoppt werden. Dieser Vorgang ist mehrmals mit Sicherheitshalt 0 und Sicherheitshalt 1 zu wiederholen. Der ungünstigste Anhalteweg ist maßgebend.

Ein Sicherheitshalt 0 kann z. B. durch einen Sichereren Betriebshalt über die Sicherheitsschnittstelle ausgelöst werden. Wenn eine Sicherheitsoption installiert ist, kann er z. B. über eine Raumverletzung ausgelöst werden (z. B. Roboter überschreitet im Automatikbetrieb die Grenze eines aktivierten Arbeitsraums).

Ein Sicherheitshalt 1 kann z. B. durch Drücken des NOT-HALT-Geräts am smartPAD ausgelöst werden.

### 3.4 Auslöser für Stopp-Reaktionen

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

Auslöser	T1, T2	AUT, AUT EXT
Start-Taste loslassen	STOP 2	-
STOP-Taste drücken	STOP 2	
Antriebe AUS	STOP 1	
Eingang "Fahrfreigabe" fällt weg	STOP 2	
Spannung über Hauptschalter abschalten oder Spannungsausfall	STOP 0	
Interner Fehler im nicht-sicherheitsgerichteten Teil der Robotersteuerung	STOP 0 oder STOP 1 (abhängig von der Fehlerursache)	
Betriebsart wechseln während Betrieb	Sicherheitshalt 2	
Schutztür öffnen (Bedienerschutz)	-	Sicherheitshalt 1
Zustimmung lösen	Sicherheitshalt 2	-
Zustimmung durchdrücken oder Fehler	Sicherheitshalt 1	-
NOT-HALT betätigen	Sicherheitshalt 1	
Fehler in Sicherheitssteuerung oder Peripherie der Sicherheitssteuerung	Sicherheitshalt 0	

### 3.5 Sicherheitsfunktionen

#### 3.5.1 Übersicht der Sicherheitsfunktionen

Folgende Sicherheitsfunktionen sind am Industrieroboter vorhanden:

- Betriebsartenwahl
- Bedienerschutz (= Anschluss für die Verriegelung von trennenden Schutzeinrichtungen)

- NOT-HALT-Einrichtung
- Zustimmeinrichtung
- Externer sicherer Betriebshalt
- Externer Sicherheitshalt 1 (nicht bei der Steuerungsvariante "KR C4 compact")
- Externer Sicherheitshalt 2
- Geschwindigkeitsüberwachung in T1

Die Sicherheitsfunktionen des Industrieroboters erfüllen folgende Anforderungen:

- **Kategorie 3 und Performance Level d** nach EN ISO 13849-1:2008

Die Anforderungen werden jedoch nur unter folgender Voraussetzung erfüllt:

- Die NOT-HALT-Einrichtung wird mindestens alle 6 Monate betätigt.

An den Sicherheitsfunktionen sind folgende Komponenten beteiligt:

- Sicherheitssteuerung im Steuerungs-PC
- KUKA smartPAD
- Cabinet Control Unit (CCU)
- Resolver Digital Converter (RDC)
- KUKA Power Pack (KPP)
- KUKA Servo Pack (KSP)
- Safety Interface Board (SIB) (falls verwendet)

Zusätzlich gibt es Schnittstellen zu Komponenten außerhalb des Industrieroboters und zu anderen Robotersteuerungen.



**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.



Während der Anlagenplanung müssen zusätzlich die Sicherheitsfunktionen der Gesamtanlage geplant und ausgelegt werden. Der Industrieroboter ist in dieses Sicherheitssystem der Gesamtanlage zu integrieren.

### 3.5.2 Sicherheitssteuerung

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

Aufgaben der Sicherheitssteuerung:

- Antriebe ausschalten, Bremsen einfallen lassen
- Überwachung der Bremsrampe
- Überwachung des Stillstands (nach dem Stop)
- Geschwindigkeitsüberwachung in T1
- Auswertung sicherheitsrelevanter Signale
- Setzen von sicherheitsgerichteten Ausgängen

### 3.5.3 Betriebsartenwahl

Der Industrieroboter kann in folgenden Betriebsarten betrieben werden:

- Manuell Reduzierte Geschwindigkeit (T1)
- Manuell Hohe Geschwindigkeit (T2)
- Automatik (AUT)
- Automatik Extern (AUT EXT)



Die Betriebsart nicht wechseln, während ein Programm abgearbeitet wird. Wenn die Betriebsart gewechselt wird, während ein Programm abgearbeitet wird, stoppt der Industrieroboter mit einem Sicherheitshalt 2.

Betriebsart	Verwendung	Geschwindigkeiten
T1	Für Testbetrieb, Programmierung und Teachen	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Programmverifikation: Programmierte Geschwindigkeit, maximal 250 mm/s</li> <li>■ Handbetrieb: Handverfahrgeschwindigkeit, maximal 250 mm/s</li> </ul>
T2	Für Testbetrieb	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Programmverifikation: Programmierte Geschwindigkeit</li> <li>■ Handbetrieb: Nicht möglich</li> </ul>
AUT	Für Industrieroboter ohne übergeordnete Steuerung	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Programmbetrieb: Programmierte Geschwindigkeit</li> <li>■ Handbetrieb: Nicht möglich</li> </ul>
AUT EXT	Für Industrieroboter mit einer übergeordneten Steuerung, z. B. SPS	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Programmbetrieb: Programmierte Geschwindigkeit</li> <li>■ Handbetrieb: Nicht möglich</li> </ul>

### 3.5.4 Signal "Bedienerschutz"

Das Signal "Bedienerschutz" dient zur Verriegelung trennender Schutzeinrichtungen, z. B. Schutztüren. Ohne dieses Signal ist kein Automatikbetrieb möglich. Bei einem Signalverlust während des Automatikbetriebs (z. B. Schutztür wird geöffnet) stoppt der Manipulator mit einem Sicherheitshalt 1.

In den Betriebsarten Manuell Reduzierte Geschwindigkeit (T1) und Manuell Hohe Geschwindigkeit (T2) ist der Bedienerschutz nicht aktiv.



**WARNUNG** Nach einem Signalverlust darf es erst dann möglich sein, den Automatikbetrieb fortzusetzen, wenn die Schutzeinrichtung wieder geschlossen wurde und wenn diese Schließung quittiert wurde. Die Quittierung soll verhindern, dass der Automatikbetrieb versehentlich fortgesetzt wird, während sich Personen im Gefahrenbereich befinden, z. B. durch Zufallen der Schutztür.

Die Quittierung muss so gestaltet sein, dass vorher eine tatsächliche Prüfung des Gefahrenbereichs stattfinden kann. Andere Quittierungen (z. B. eine Quittierung, die automatisch auf das Schließen der Schutzeinrichtung folgt) sind unzulässig.

Der Systemintegrator ist dafür verantwortlich, dass diese Anforderungen erfüllt werden. Wenn sie nicht erfüllt werden, können Tod, schwere Verletzungen oder Sachschäden die Folge sein.

### 3.5.5 NOT-HALT-Einrichtung

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

Reaktionen des Industrieroboters, wenn das NOT-HALT-Gerät gedrückt wird:

- Der Manipulator und die Zusatzachsen (optional) stoppen mit einem Sicherheitshalt 1.

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



**WARNUNG** Werkzeuge oder andere Einrichtungen, die mit dem Manipulator verbunden sind, müssen anlagenseitig in den NOT-HALT-Kreis eingebunden werden, wenn von ihnen Gefahren ausgehen können.  
Wenn dies nicht beachtet wird, können Tod, schwere Verletzungen oder erheblicher Sachschaden die Folge sein.

Es muss immer mindestens eine externe NOT-HALT-Einrichtung installiert werden. Dies stellt sicher, dass auch bei abgestecktem smartPAD eine NOT-HALT-Einrichtung zur Verfügung steht.

(>>> 3.5.7 "Externe NOT-HALT-Einrichtung" Seite 26)

### 3.5.6 Abmelden von der übergeordneten Sicherheitssteuerung

Wenn die Robotersteuerung mit einer übergeordneten Sicherheitssteuerung verbunden ist, wird diese Verbindung in folgenden Fällen zwangsläufig unterbrochen:

- Abschalten der Spannung über den Hauptschalter der Robotersteuerung  
Oder Spannungsausfall
- Herunterfahren der Robotersteuerung über die smartHMI
- Aktivierung eines WorkVisual-Projekts von WorkVisual aus oder direkt auf der Robotersteuerung
- Änderungen unter **Inbetriebnahme > Netzwerkkonfiguration**
- Änderungen unter **Konfiguration > Sicherheitskonfiguration**
- **E/A Treiber > Rekonfigurieren**
- Wiederherstellen eines Archivs

Auswirkung der Unterbrechung:

- Wenn eine diskrete Sicherheitsschnittstelle verwendet wird, löst dies einen NOT-HALT für die Gesamtanlage aus.
- Wenn die Ethernet-Sicherheitsschnittstelle verwendet wird, erzeugt die KUKA-Sicherheitssteuerung ein Signal, das bewirkt, dass die übergeordnete Steuerung keinen NOT-HALT für die Gesamtanlage auslöst.



Wenn die Ethernet-Sicherheitsschnittstelle verwendet wird: Der Systemintegrator muss in seiner Risikobeurteilung berücksichtigen, ob die Tatsache, dass das Ausschalten der Robotersteuerung keinen NOT-HALT der Gesamtanlage auslöst, eine Gefahr darstellen kann und wie der Gefahr entgegenzuwirken ist.

Wenn diese Betrachtung unterlassen wird, können Tod, Verletzungen oder Sachschaden die Folge sein.

**⚠️ WARNING**

Wenn eine Robotersteuerung ausgeschaltet ist, ist die NOT-HALT-Einrichtung am smartPAD nicht funktionsfähig. Der Betreiber hat dafür Sorge zu tragen, dass das smartPAD entweder abgedeckt oder aus der Anlage entfernt wird. Dies dient dazu, Verwechslungen zwischen wirksamen und nicht wirksamen NOT-HALT-Einrichtungen zu vermeiden.

Wenn diese Maßnahme nicht beachtet wird, können Tod, Verletzungen oder Sachschaden die Folge sein.

### 3.5.7 Externe NOT-HALT-Einrichtung

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

Es muss immer mindestens eine externe NOT-HALT-Einrichtung installiert werden. Dies stellt sicher, dass auch bei abgestecktem smartPAD eine NOT-HALT-Einrichtung zur Verfügung steht.

Externe NOT-HALT-Einrichtungen werden über die Kundenschnittstelle angeschlossen. Externe NOT-HALT-Einrichtungen sind nicht im Lieferumfang des Industrieroboters enthalten.

### 3.5.8 Zustimmeinrichtung

Die Zustimmeinrichtung des Industrieroboters sind die Zustimmungsschalter am smartPAD.

Am smartPAD sind 3 Zustimmungsschalter angebracht. Die Zustimmungsschalter haben 3 Stellungen:

- Nicht gedrückt
- Mittelstellung
- Durchgedrückt (Panikstellung)

Der Manipulator kann in den Test-Betriebsarten nur bewegt werden, wenn ein Zustimmungsschalter in Mittelstellung gehalten wird.

- Das Loslassen des Zustimmungsschalters löst einen Sicherheitshalt 2 aus.
- Das Durchdrücken des Zustimmungsschalters löst einen Sicherheitshalt 1 aus.
- Es ist möglich, 2 Zustimmungsschalter bis zu 15 Sekunden gleichzeitig in Mittelstellung zu halten. Dies erlaubt das Umgreifen von einem Zustimmungsschalter auf einen anderen. Wenn die Zustimmungsschalter länger als 15 Sekunden gleichzeitig in Mittelstellung gehalten werden, löst dies einen Sicherheitshalt 1 aus.

Bei einer Fehlfunktion eines Zustimmungsschalter (Klemmen) kann der Industrieroboter mit folgenden Methoden gestoppt werden:

- Zustimmungsschalter durchdrücken
- NOT-HALT-Einrichtung betätigen
- Start-Taste loslassen

**⚠️ WARNING**

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

### 3.5.9 Externe Zustimmeinrichtung

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

Externe Zustimmeinrichtungen sind nicht im Lieferumfang des Industrieroboters enthalten.



Über welche Schnittstelle externe Zustimmeinrichtungen ange-  
schlossen werden können, ist in der Betriebsanleitung und in der  
Montageanleitung für die Robotersteuerung in dem Kapitel "Planung"  
beschrieben.

### 3.5.10 Externer sicherer Betriebshalt

Der sichere Betriebshalt kann über einen Eingang an der Kundenschnittstelle ausgelöst werden. Der Zustand bleibt erhalten, so lange das externe Signal FALSE ist. Wenn das externe Signal TRUE ist, kann der Manipulator wieder verfahren werden. Es ist keine Quittierung notwendig.

### 3.5.11 Externer Sicherheitshalt 1 und externer Sicherheitshalt 2

Der Sicherheitshalt 1 und der Sicherheitshalt 2 können über einen Eingang an der Kundenschnittstelle ausgelöst werden. Der Zustand bleibt erhalten, so lange das externe Signal FALSE ist. Wenn das externe Signal TRUE ist, kann der Manipulator wieder verfahren werden. Es ist keine Quittierung notwendig.



Bei der Steuerungsvariante "KR C4 compact" steht kein externer Si-  
cherheitshalt 1 zur Verfügung.

### 3.5.12 Geschwindigkeitsüberwachung in T1

In der Betriebsart T1 wird die Geschwindigkeit am TCP überwacht. Wenn die Geschwindigkeit 250 mm/s überschreitet, wird ein Sicherheitshalt 0 ausgelöst.

## 3.6 Zusätzliche Schutzausstattung

### 3.6.1 Tippbetrieb

Die Robotersteuerung kann in den Betriebsarten Manuell Reduzierte Geschwindigkeit (T1) und Manuell Hohe Geschwindigkeit (T2) ein Programm nur im Tippbetrieb abarbeiten. Das bedeutet: Ein Zustimmungsschalter und die Start-Taste müssen gedrückt gehalten werden, um ein Programm abzuarbeiten.

- Das Loslassen des Zustimmungsschalters löst einen Sicherheitshalt 2 aus.
- Das Durchdrücken des Zustimmungsschalters löst einen Sicherheitshalt 1 aus.
- Das Loslassen der Start-Taste löst einen STOP 2 aus.

### 3.6.2 Software-Endschalter

Die Achsbereiche aller Manipulator- und Positioniererachsen sind über einstellbare Software-Endschalter begrenzt. Diese Software-Endschalter dienen nur als Maschinenschutz und sind so einzustellen, dass der Manipulator/Positionierer nicht gegen die mechanischen Endanschläge fahren kann.

Die Software-Endschalter werden während der Inbetriebnahme eines Industrieroboters eingestellt.



Weitere Informationen sind in der Bedien- und Programmieranleitung zu finden.

### 3.6.3 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, kann der Manipulator nicht mehr sicher betrieben werden. Der Manipulator muss außer Betrieb gesetzt werden und vor der Wiederinbetriebnahme ist Rücksprache mit der KUKA Roboter GmbH erforderlich (>> 10 "KUKA Service" Seite 251).

### 3.6.4 Mechanische Achsbereichsbegrenzung (Option)

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



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

### 3.6.5 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.



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

### 3.6.6 Möglichkeiten zum Bewegen des Manipulators ohne Antriebsenergie



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 ohne Antriebsenergie zu bewegen, stehen folgende Möglichkeiten 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.



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 ohne Antriebsenergie bewegt werden, z. B. zur Befreiung von Personen.

### 3.6.7 Kennzeichnungen am Industrieroboter

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

Kennzeichnungen am Industrieroboter sind:

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



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

### 3.6.8 Externe Schutzeinrichtungen

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

Trennende Schutzeinrichtungen müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- Sie entsprechen den Anforderungen von EN 953.
- Sie verhindern den Zutritt von Personen in den Gefahrenbereich und können nicht auf einfache Weise überwunden werden.
- Sie sind ausreichend befestigt und halten den vorhersehbaren Betriebs- und Umgebungskräften stand.
- Sie stellen nicht selbst eine Gefährdung dar und können keine Gefährdungen verursachen.
- Der vorgeschriebene Mindestabstand zum Gefahrenbereich wird eingehalten.

Schutztüren (Wartungstüren) müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- Die Anzahl ist auf das notwendige Minimum beschränkt.
- Die Verriegelungen (z. B. Schutztürschalter) sind über Schutztür-Schaltgeräte oder Sicherheits-SPS mit dem Bedienerschutz-Eingang der Robotersteuerung verbunden.
- Schaltgeräte, Schalter und Art der Schaltung entsprechen den Anforderungen von Performance Level d und Kategorie 3 nach EN ISO 13849-1.
- Je nach Gefährdungslage: Die Schutztür ist zusätzlich mit einer Zuhaltung gesichert, die das Öffnen der Schutztür erst erlaubt, wenn der Manipulator sicher stillsteht.
- Der Taster zum Quittieren der Schutztür ist außerhalb des durch Schutzeinrichtungen abgegrenzten Raums angebracht.



Weitere Informationen sind in den entsprechenden Normen und Vorschriften zu finden. Hierzu zählt auch EN 953.

#### Andere Schutzeinrichtungen

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

### 3.7 Übersicht Betriebsarten und Schutzfunktionen

Die folgende Tabelle zeigt, bei welcher Betriebsart die Schutzfunktionen aktiv sind.

Schutzfunktionen	T1	T2	AUT	AUT EXT
Bedienerschutz	-	-	aktiv	aktiv
NOT-HALT-Einrichtung	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv
Zustimmeinrichtung	aktiv	aktiv	-	-
Reduzierte Geschwindigkeit bei Programmverifikation	aktiv	-	-	-
Tippbetrieb	aktiv	aktiv	-	-
Software-Endschalter	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv

## 3.8 Sicherheitsmaßnahmen

### 3.8.1 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.

#### smartPAD

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

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



**WARNING** Der Betreiber hat dafür Sorge zu tragen, dass abgekoppelte 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.

#### Änderungen

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

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

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

**Störungen**

Bei Störungen am Industrieroboter 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.

**3.8.2 Transport****Manipulator**

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

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

**Robotersteuerung**

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

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

**Zusatzachse  
(optional)**

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

**3.8.3 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 Sicherheitsfunktionen auf ihre sichere Funktion zu testen.



Vor der Inbetriebnahme müssen in der KUKA System Software die Passwörter für die Benutzergruppen geändert werden. Die Passwörter dürfen nur autorisiertem Personal mitgeteilt werden.



**WARNING** 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.



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 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 Potenzialausgleichs-Leitung sind ausreichend ausgelegt und korrekt angeschlossen.
- Die Verbindungskabel sind korrekt angeschlossen und die Stecker verriegelt.

**Prüfung der Sicherheitsfunktionen:**

Bei folgenden Sicherheitsfunktionen muss durch einen Funktionstest sichergestellt werden, dass sie korrekt arbeiten:

- Lokale NOT-HALT-Einrichtung
- Externe NOT-HALT-Einrichtung (Ein- und Ausgang)
- Zustimmeinrichtung (in den Test-Betriebsarten)
- Bedienerschutz
- Alle weiteren verwendeten sicherheitsrelevanten Ein- und Ausgänge
- Weitere externe Sicherheitsfunktionen

**3.8.3.1 Prüfung Maschinendaten und Sicherheitskonfiguration****⚠️ WARNUNG**

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

- 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.
- Im Rahmen der Inbetriebnahme müssen die Praxistests für die Maschinendaten durchgeführt werden.
- Nach Änderungen an den Maschinendaten muss die Sicherheitskonfiguration geprüft werden.
- Nach der Aktivierung eines WorkVisual-Projekts auf der Robotersteuerung muss die Sicherheitskonfiguration geprüft werden.

- Wenn bei der Prüfung der Sicherheitskonfiguration Maschinendaten übernommen wurden (gleichgültig, aus welchem Grund die Sicherheitskonfiguration geprüft wurde), müssen die Praxistests für die Maschinendaten durchgeführt werden.
- Ab System Software 8.3: Wenn sich die Prüfsumme der Sicherheitskonfiguration geändert hat, müssen die sicheren Achsüberwachungen geprüft werden.



Informationen zum Prüfen der Sicherheitskonfiguration und der sicheren Achsüberwachungen sind in der Bedien- und Programmieranleitung für Systemintegratoren zu finden.

Wenn die Praxistests bei einer Erstinbetriebnahme nicht erfolgreich bestanden werden, muss Kontakt zur KUKA Roboter GmbH aufgenommen werden.

Wenn die Praxistests bei einer anderen Durchführung nicht erfolgreich bestanden werden, müssen die Maschinendaten und die sicherheitsrelevante Steuerungskonfiguration kontrolliert und korrigiert werden.

#### Praxistest allgemein

Wenn Praxistests für die Maschinendaten erforderlich sind, muss dieser Test immer durchgeführt werden.

Es gibt folgende Möglichkeiten, den allgemeinen Praxistest durchzuführen:

- TCP-Vermessung mit der XYZ 4-Punkt-Methode

Der Praxistest ist bestanden, wenn der TCP erfolgreich vermessen werden konnte.

Oder:

1. Den TCP auf einen selbst gewählten Punkt ausrichten.

Der Punkt dient als Referenzpunkt. Er muss so liegen, dass umorientiert werden kann.

2. Den TCP je 1-mal mindestens 45° in A-, B- und C-Richtung manuell verfahren.

Die Bewegungen brauchen sich nicht addieren, d. h. wenn in eine Richtung verfahren wurde, kann man wieder zurückfahren, bevor man in die nächste Richtung verfährt.

Der Praxistest ist bestanden, wenn der TCP insgesamt nicht weiter als 2 cm vom Referenzpunkt abweicht.

#### Praxistest für nicht math. gekoppelte Achsen

Wenn Praxistests für die Maschinendaten erforderlich sind, muss dieser Test durchgeführt werden, wenn Achsen vorhanden sind, die nicht mathematisch gekoppelt sind.

1. Die Ausgangsposition der mathematisch nicht gekoppelten Achse markieren.
2. Die Achse manuell eine selbst gewählte Weglänge verfahren. Die Weglänge auf der smartHMI über die Anzeige **Istposition** ermitteln.
  - Lineare Achsen eine bestimmte Strecke verfahren.
  - Rotatorische Achsen einen bestimmten Winkel verfahren.
3. Den zurückgelegten Weg messen und mit dem laut smartHMI gefahrenen Weg vergleichen.  
Der Praxistest ist bestanden, wenn die Werte maximal um 10 % voneinander abweichen.
4. Den Test für jede mathematisch nicht gekoppelte Achse wiederholen.

#### Praxistest für koppelbare Achsen

Wenn Praxistests für die Maschinendaten erforderlich sind, muss dieser Test durchgeführt werden, wenn physikalisch an-/abkoppelbare Achsen vorhanden sind, z. B. eine Servozange.

1. Die koppelbare Achse physikalisch abkoppeln.

2. Alle verbleibenden Achsen einzeln verfahren.  
Der Praxistest ist bestanden, wenn alle verbleibenden Achsen verfahren werden konnten.

### 3.8.3.2 Inbetriebnahme-Modus

**Beschreibung** Der Industrieroboter kann über die Bedienoberfläche smartHMI in einen Inbetriebnahme-Modus gesetzt werden. In diesem Modus ist es möglich, den Manipulator in T1 zu verfahren, ohne dass die externen Schutzeinrichtungen in Betrieb sind.

Wann der Inbetriebnahme-Modus möglich ist, ist abhängig davon, welche Sicherheitsschnittstelle verwendet wird.

#### Diskrete Sicherheitsschnittstelle

- System Software 8.2 und kleiner:

Der Inbetriebnahme-Modus ist immer dann möglich, wenn sämtliche Eingangssignale an der diskreten Sicherheitsschnittstelle den Zustand "logisch Null" haben. Wenn dies nicht der Fall ist, dann verhindert oder beendet die Robotersteuerung den Inbetriebnahme-Modus.

Wenn zusätzlich eine diskrete Sicherheitsschnittstelle für Sicherheitsoptionen verwendet wird, müssen auch dort die Eingänge "logisch Null" sein.

- System Software 8.3 und höher:

Der Inbetriebnahme-Modus ist immer möglich. Das bedeutet auch, dass er vom Zustand der Eingänge an der diskreten Sicherheitsschnittstelle unabhängig ist.

Wenn zusätzlich eine diskrete Sicherheitsschnittstelle für Sicherheitsoptionen verwendet wird: Auch die Zustände dieser Eingänge spielen keine Rolle.

#### Ethernet-Sicherheitsschnittstelle

Die Robotersteuerung verhindert oder beendet den Inbetriebnahme-Modus, wenn eine Verbindung zu einem übergeordneten Sicherheitssystem besteht oder aufgebaut wird.

**Auswirkung** Wenn der Inbetriebnahme-Modus aktiviert wird, gehen alle Ausgänge automatisch in den Zustand "logisch Null".

Wenn die Robotersteuerung ein Peripherieschütz (US2) besitzt und wenn in der Sicherheitskonfiguration festgelegt ist, dass dieses in Abhängigkeit von der Fahrerfreigabe schaltet, dann gilt dies auch im Inbetriebnahme-Modus. D. h., wenn die Fahrerfreigabe vorhanden ist, ist – auch im Inbetriebnahme-Modus – die US2-Spannung eingeschaltet.

**Gefahren** Mögliche Gefahren und Risiken bei Verwendung des Inbetriebnahme-Modus:

- Person läuft in den Gefahrenbereich des Manipulators.
- Im Gefahrenfall wird eine nicht aktive externe NOT-HALT-Einrichtung betätigt und der Manipulator wird nicht abgeschaltet.

Zusätzliche Maßnahmen zur Risikovermeidung bei Inbetriebnahme-Modus:

- Nicht funktionsfähige NOT-HALT-Einrichtungen abdecken oder mit entsprechendem Warnschild auf die nicht funktionierende NOT-HALT-Einrichtung hinweisen.
- Wenn kein Schutzaun vorhanden ist, muss mit anderen Maßnahmen verhindert werden, dass Personen in den Gefahrenbereich des Manipulators gelangen, z. B. mit einem Sperrband.

**Verwendung**

Bestimmungsgemäße Verwendung des Inbetriebnahme-Modus:

- Zur Inbetriebnahme im T1-Betrieb, wenn die externen Schutzeinrichtungen noch nicht installiert oder in Betrieb genommen sind. Der Gefahrenbereich muss dabei mindestens mit einem Sperrband abgegrenzt werden.
- Zur Fehlereingrenzung (Peripheriefehler).
- Die Nutzung des Inbetriebnahme-Modus muss so gering wie möglich gehalten werden.



**WANRUNG** Bei Verwendung des Inbetriebnahme-Modus sind alle externen Schutzeinrichtungen außer Betrieb. Das Servicepersonal hat dafür zu sorgen, dass sich keine Personen im und in der Nähe des Gefahrenbereichs des Manipulators aufhalten, während die Schutzeinrichtungen außer Betrieb sind.  
Wenn dies nicht beachtet wird, können Tod, Verletzungen oder Sachschäden die Folge sein.

**Fehlanwendung**

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

**3.8.4 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:

- 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 Zustimmleinrichtung zur Verfügung haben.
- Alle Personen müssen ungehinderte Sicht auf den Industrieroboter haben.

- Zwischen allen Personen muss immer Möglichkeit zum Blickkontakt bestehen.
- Der Bediener muss eine Position einnehmen, aus der er den Gefahrenbereich einsehen kann und einer Gefahr ausweichen kann.

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 Zustimmseinrichtungen funktionsfähig sind.
- Der Bediener muss eine Position außerhalb des Gefahrenbereichs einnehmen.
- Es dürfen sich keine weiteren Personen im durch Schutzeinrichtungen abgegrenzten Raum aufhalten. Der Bediener muss hierfür Sorge tragen.

### 3.8.5 Simulation

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

### 3.8.6 Automatikbetrieb

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

- Alle Sicherheits- und Schutzeinrichtungen sind vorhanden und funktionsfähig.
- Es befinden sich keine Personen in der Anlage.
- 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.

### 3.8.7 Wartung und Instandsetzung

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

Die Wartung und Instandsetzung 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 Vorhangeschloss) sichern. Wenn die Tätigkeiten bei eingeschalteter Robotersteuerung durchzuführen sind, muss der Betreiber zusätzliche

Schutzmaßnahmen festlegen, um einen sicheren Personenschutz zu gewährleisten.

- Wenn die Tätigkeiten bei eingeschalteter Robotersteuerung durchzuführen sind, dürfen diese nur in der Betriebsart T1 durchgeführt werden.
- Tätigkeiten mit einem Schild an der Anlage kennzeichnen. Dieses Schild muss auch bei zeitweiser Unterbrechung der Tätigkeiten vorhanden sein.
- Die NOT-HALT-Einrichtungen müssen aktiv bleiben. Wenn Sicherheitsfunktionen oder Schutzeinrichtungen aufgrund Wartungs- oder Instandsetzungsarbeiten deaktiviert werden, muss die Schutzwirkung anschließend sofort wiederhergestellt werden.

 **GEFAHR**

Vor Arbeiten an spannungsführenden Teilen des Robotersystems muss der Hauptschalter ausgeschaltet und gegen Wiedereinschalten gesichert werden. Anschließend muss die Spannungsfreiheit festgestellt werden.  
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 780 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 Gewichtsausgleichsystemen sind:

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

#### Gefahrstoffe

Sicherheitsmaßnahmen beim Umgang mit Gefahrstoffen sind:

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



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

### **3.8.8 Außerbetriebnahme, Lagerung und Entsorgung**

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

### **3.8.9 Sicherheitsmaßnahmen für Single Point of Control**

#### **Übersicht**

Wenn am Industrieroboter bestimmte Komponenten zum Einsatz kommen, müssen Sicherheitsmaßnahmen durchgeführt werden, um das Prinzip des "Single Point of Control" (SPOC) vollständig umzusetzen.

Die relevanten Komponenten sind:

- Submit-Interpreter
- SPS
- OPC-Server
- Remote Control Tools
- Tools zur Konfiguration von Bussystemen mit Online-Funktionalität
- KUKA.RobotSensorInterface



Die Ausführung weiterer Sicherheitsmaßnahmen kann notwendig sein. Dies muss je nach Anwendungsfall geklärt werden und obliegt dem Systemintegrator, Programmierer oder Betreiber der Anlage.

Da die sicheren Zustände von Aktoren in der Peripherie der Robotersteuerung nur dem Systemintegrator bekannt sind, obliegt es ihm diese Aktoren, z. B. bei NOT-HALT, in einen sicheren Zustand zu versetzen.

#### **T1, T2**

In den Betriebsarten T1 und T2 dürfen die oben genannten Komponenten nur auf den Industrieroboter zugreifen, wenn folgende Signale folgende Zustände haben:

Signal	Zustand erforderlich für SPOC
\$USER_SAF	TRUE
\$SPOC_MOTION_ENABLE	TRUE

#### **Submit-Interpreter, SPS**

Wenn mit dem Submit-Interpreter oder der SPS über das E/A-System Bewegungen (z. B. Antriebe oder Greifer) angesteuert werden und diese nicht anderweitig abgesichert sind, so wirkt diese Ansteuerung auch in den Betriebsarten T1 und T2 oder während eines anstehenden NOT-HALT.

Wenn mit dem Submit-Interpreter oder der SPS Variablen verändert werden, die sich auf die Roboterbewegung auswirken (z. B. Override), so wirkt dies auch in den Betriebsarten T1 und T2 oder während eines anstehenden NOT-HALT.

Sicherheitsmaßnahmen:

- In T1 und T2 darf die Systemvariable \$OV\_PRO vom Submit-Interpreter aus oder von der SPS nicht beschrieben werden.

- Sicherheitsrelevante Signale und Variablen (z. B. Betriebsart, NOT-HALT, Schutztürkontakt) nicht über Submit-Interpreter oder SPS ändern.

Wenn dennoch Änderungen notwendig sind, müssen alle sicherheitsrelevanten Signale und Variablen so verknüpft werden, dass sie vom Submit-Interpreter oder der SPS nicht in einen sicherheitsgefährdenden Zustand gesetzt werden können. Dies liegt in der Verantwortung des Systemintegrators.

#### **OPC-Server, Remote Control Tools**

Mit diesen Komponenten ist es möglich, über schreibende Zugriffe Programme, Ausgänge oder sonstige Parameter der Robotersteuerung zu ändern, ohne dass dies von in der Anlage befindlichen Personen bemerkt wird.

Sicherheitsmaßnahme:

Wenn diese Komponenten verwendet werden, müssen Ausgänge, die eine Gefährdung verursachen können, in einer Risikobeurteilung ermittelt werden. Diese Ausgänge müssen so gestaltet werden, dass sie nicht ohne Zustimmung gesetzt werden können. Dies kann beispielsweise über eine externe Zustimmeinrichtung geschehen.

#### **Tools zur Konfi- guration von Bussystemen**

Wenn diese Komponenten über eine Online-Funktionalität verfügen, ist es möglich, über schreibende Zugriffe Programme, Ausgänge oder sonstige Parameter der Robotersteuerung zu ändern, ohne dass dies von in der Anlage befindlichen Personen bemerkt wird.

- WorkVisual von KUKA
- Tools anderer Hersteller

Sicherheitsmaßnahme:

In den Test-Betriebsarten dürfen Programme, Ausgänge oder sonstige Parameter der Robotersteuerung mit diesen Komponenten nicht verändert werden.

### **3.9 Angewandte Normen und Vorschriften**

Name	Definition	Ausgabe
<b>2006/42/EG</b>	<b>Maschinenrichtlinie:</b>  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>2004/108/EG</b>	<b>EMV-Richtlinie:</b>  Richtlinie 2004/108/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Dezember 2004 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit und zur Aufhebung der Richtlinie 89/336/EWG	2004
<b>97/23/EG</b>	<b>Druckgeräterichtlinie:</b>  Richtlinie 97/23/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. Mai 1997 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Druckgeräte  (Findet nur Anwendung für Roboter mit hydropneumatischem Gewichtsausgleich.)	1997

<b>EN ISO 13850</b>	<b>Sicherheit von Maschinen:</b> NOT-HALT-Gestaltungsleitsätze	2008
<b>EN ISO 13849-1</b>	<b>Sicherheit von Maschinen:</b> Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen; Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze	2008
<b>EN ISO 13849-2</b>	<b>Sicherheit von Maschinen:</b> Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen; Teil 2: Validierung	2012
<b>EN ISO 12100</b>	<b>Sicherheit von Maschinen:</b> Allgemeine Gestaltungsleitsätze, Risikobeurteilung und Risikominderung	2010
<b>EN ISO 10218-1</b>	<b>Industrieroboter:</b> Sicherheit <b>Hinweis:</b> Inhalt entspricht <b>ANSI/RIA R.15.06-2012, Teil 1</b>	2011
<b>EN 614-1</b>	<b>Sicherheit von Maschinen:</b> Ergonomische Gestaltungsgrundsätze; Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze	2009
<b>EN 61000-6-2</b>	<b>Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV):</b> Teil 6-2: Fachgrundnormen; Störfestigkeit für Industriebereich	2005
<b>EN 61000-6-4 + A1</b>	<b>Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV):</b> Teil 6-4: Fachgrundnormen; Störaussendung für Industriebereich	2011
<b>EN 60204-1 + A1</b>	<b>Sicherheit von Maschinen:</b> Elektrische Ausrüstung von Maschinen; Teil 1: Allgemeine Anforderungen	2009



## 4 Bedienung

### 4.1 Programmierhandgerät KUKA smartPAD

#### 4.1.1 Vorderseite

##### Funktion

Das smartPAD ist das Programmierhandgerät für den Industrieroboter. Das smartPAD hat alle Bedien- und Anzeigemöglichkeiten, die für die Bedienung und Programmierung des Industrieroboters benötigt werden.

Das smartPAD verfügt über einen Touch-Screen: Die smartHMI kann mit dem Finger oder einem Zeigestift bedient werden. Eine externe Maus oder externe Tastatur ist nicht notwendig.

##### Übersicht

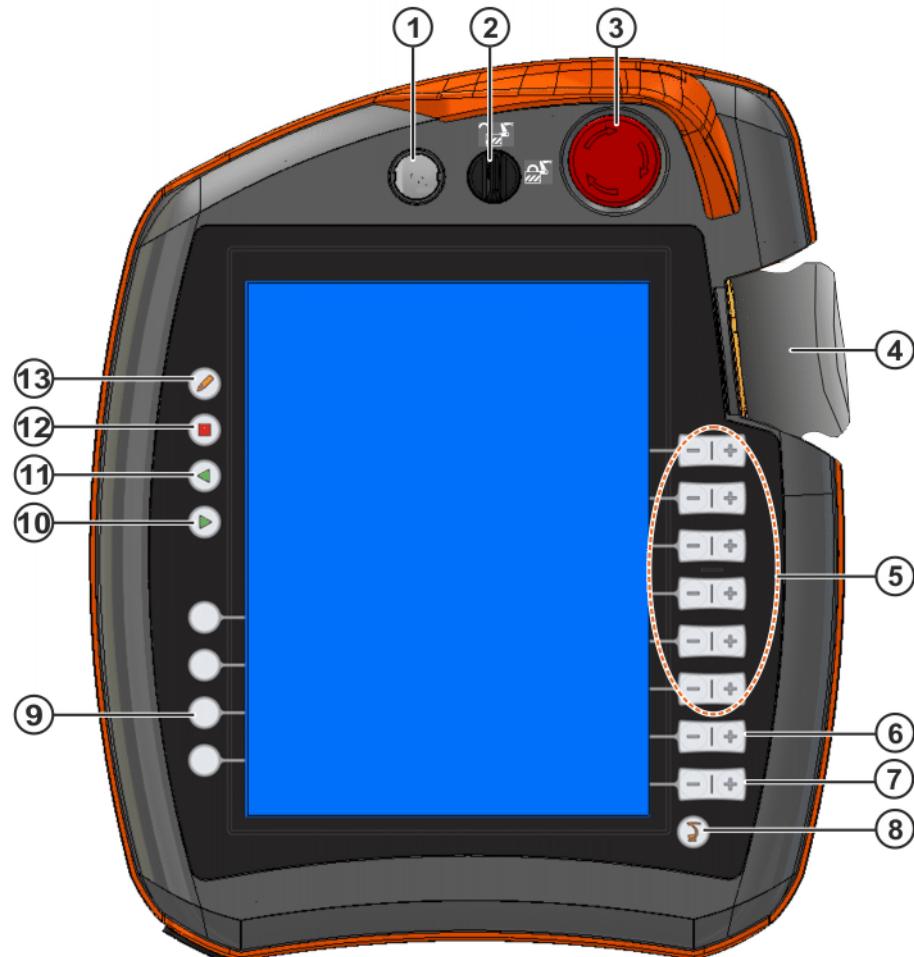


Abb. 4-1: KUKA smartPAD Vorderseite

Pos.	Beschreibung
1	Knopf zum Abstecken des smartPADs (>>> 4.1.3 "smartPAD abstecken und anstecken" Seite 46)
2	Schlüsselschalter zum Aufrufen des Verbindungs-Managers. Der Schalter kann nur umgelegt werden, wenn der Schlüssel steckt. Über den Verbindungs-Manager kann die Betriebsart gewechselt werden. (>>> 4.11 "Betriebsart wechseln" Seite 62)

Pos.	Beschreibung
3	NOT-HALT-Gerät. Zum Stoppen des Roboters in Gefahrensituationen. Das NOT-HALT-Gerät verriegelt sich, wenn es gedrückt wird.
4	Space Mouse: Zum manuellen Verfahren des Roboters (>>> 4.13 "Roboter manuell verfahren" Seite 64)
5	Verfahrtasten: Zum manuellen Verfahren des Roboters (>>> 4.13 "Roboter manuell verfahren" Seite 64)
6	Taste zum Einstellen des Programm-Overrides
7	Taste zum Einstellen des Hand-Overrides
8	Hauptmenü-Taste: Sie blendet auf der smartHMI die Menüpunkte ein (>>> 4.4 "Hauptmenü aufrufen" Seite 52)
9	Statustasten. Die Statustasten dienen hauptsächlich zur Einstellung von Parametern aus Technologiepaketen. Ihre genaue Funktion ist abhängig davon, welche Technologie-Pakete installiert sind.
10	Start-Taste: Mit der Start-Taste startet man ein Programm
11	Start-Rückwärts-Taste: Mit der Start-Rückwärts-Taste startet man ein Programm rückwärts. Das Programm wird schrittweise abgearbeitet.
12	STOP-Taste: Mit der STOP-Taste hält man ein laufendes Programm an
13	Tastatur-Taste: Blendet die Tastatur ein. In der Regel muss die Tastatur nicht eigens eingeblendet werden, da die smartHMI erkennt, wenn Eingaben über die Tastatur erforderlich sind und diese automatisch einblendet. (>>> 4.2.1 "Tastatur" Seite 48)

## 4.1.2 Rückseite

### Übersicht



**Abb. 4-2: KUKA smartPAD Rückseite**

- |   |                     |   |                     |
|---|---------------------|---|---------------------|
| 1 | Zustimmungsschalter | 4 | USB-Anschluss       |
| 2 | Start-Taste (grün)  | 5 | Zustimmungsschalter |
| 3 | Zustimmungsschalter | 6 | Typenschild         |

### Beschreibung

Element	Beschreibung
<b>Typenschild</b>	Typenschild
<b>Start-Taste</b>	Mit der Start-Taste startet man ein Programm.
<b>Zustimmungs-schalter</b>	<p>Der Zustimmungsschalter hat 3 Stellungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nicht gedrückt</li> <li>■ Mittelstellung</li> <li>■ Durchgedrückt</li> </ul> <p>Der Zustimmungsschalter muss in den Betriebsarten T1 und T2 in der Mittelstellung gehalten werden, damit der Manipulator verfahren kann.</p> <p>In den Betriebsarten Automatik und Automatik Extern hat der Zustimmungsschalter keine Funktion.</p>
<b>USB-An-schluss</b>	<p>Der USB-Anschluss wird z. B. verwendet für Archivierung/Wiederherstellung.</p> <p>Nur für FAT32 formatierte USB-Sticks.</p>

#### 4.1.3 smartPAD abstecken und anstecken

##### Beschreibung

Das smartPAD kann bei laufender Robotersteuerung abgesteckt werden.



**WARNUNG** Wenn das smartPAD abgesteckt ist, kann die Anlage nicht mehr über das NOT-HALT-Gerät des smartPAD abgeschaltet werden. Deshalb muss ein externer NOT-HALT an der Robotersteuerung angeschlossen werden.

Der Betreiber muss dafür sorgen, dass das abgesteckte smartPAD sofort aus der Anlage entfernt wird. Das smartPAD muss außer Sicht- und Reichweite des am Industrieroboter arbeitenden Personals verwahrt werden. Dadurch werden Verwechslungen zwischen wirksamen und nicht wirksamen NOT-HALT-Einrichtungen vermieden.

Wenn diese Maßnahmen nicht beachtet werden, können Tod, Verletzungen oder Sachschaden die Folge sein.

##### Vorgehensweise

###### Abstecken:

1. Auf dem smartPAD den Knopf zum Abstecken drücken.

Auf der smartHMI werden eine Meldung und ein Zähler angezeigt. Der Zähler läuft 30 s. Während dieser Zeit kann das smartPAD von der Robotersteuerung abgesteckt werden.



Wenn das smartPAD abgesteckt wird, ohne dass der Zähler läuft, löst dies einen NOT-HALT aus. Der NOT-HALT kann nur aufgehoben werden, indem das smartPAD wieder angesteckt wird.

2. Das smartPAD von der Robotersteuerung abstecken.

Wenn der Zähler ausläuft, ohne dass das smartPAD abgesteckt wurde, hat dies keine Auswirkungen. Der Knopf zum Abstecken kann beliebig oft nochmal gedrückt werden, um den Zähler wieder anzuzeigen.

###### Anstecken:

- smartPAD an die Robotersteuerung anstecken.

Es kann jederzeit ein smartPAD angesteckt werden. Voraussetzung: Gleiche smartPAD-Variante wie das abgesteckte Gerät. 30 s nach dem Anstecken sind der NOT-HALT und die Zustimmungsschalter wieder funktionsfähig. Die smartHMI wird automatisch wieder angezeigt. (Kann länger dauern als 30 s.)

Das angesteckte smartPAD übernimmt die aktuelle Betriebsart der Robotersteuerung.



Die aktuelle Betriebsart ist nicht in jedem Fall die gleiche wie vor dem Abstecken des smartPAD: Wenn die Robotersteuerung zu einem RoboTeam gehört, kann es sein, dass die Betriebsart nach dem Abstecken geändert wurde, z. B. durch den Master.



**WARNUNG** Der Benutzer, der ein smartPAD an die Robotersteuerung ansteckt, muss danach mindestens 30 s am smartPAD verbleiben, also bis der NOT-HALT und die Zustimmungsschalter wieder funktionsfähig sind. So wird z. B. vermieden, dass ein anderer Benutzer in einer Notsituation auf einen momentan nicht wirksamen NOT-HALT zugreift.

Wenn dies nicht beachtet wird, können Tod, Verletzungen oder Sachschäden die Folge sein.

## 4.2 Bedienoberfläche KUKA smartHMI

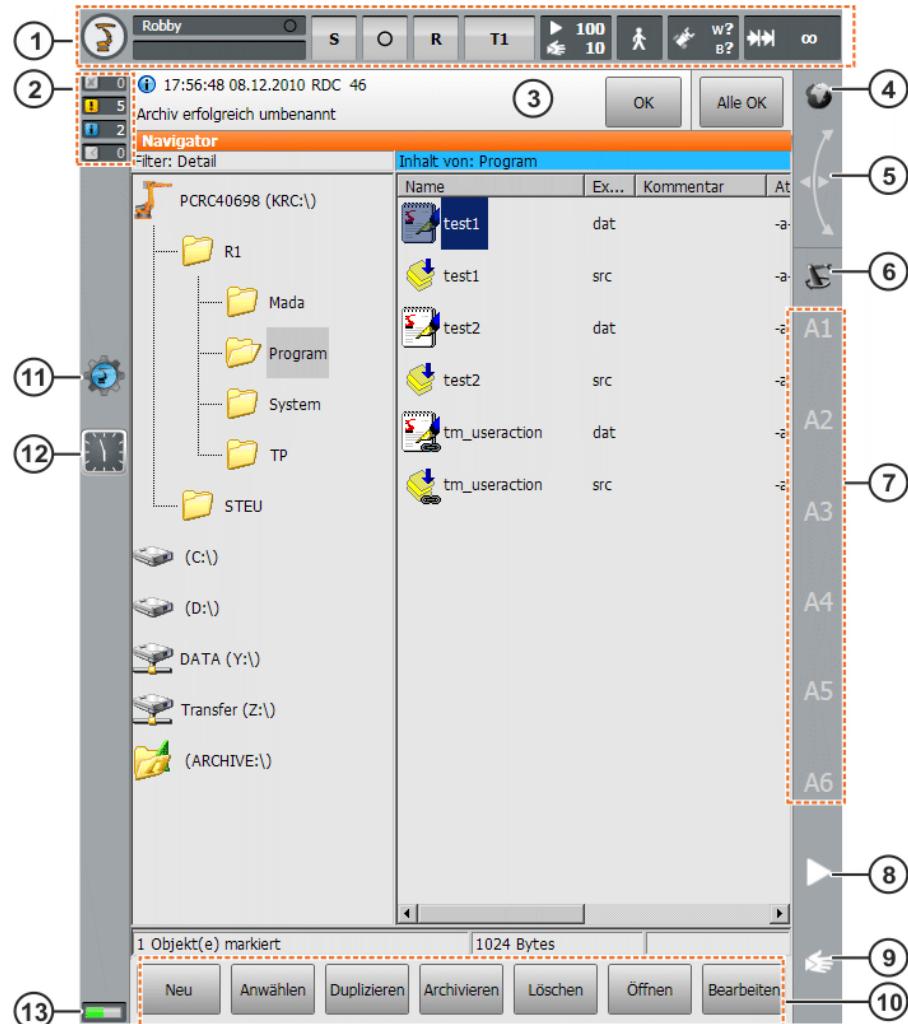


Abb. 4-3: Bedienoberfläche KUKA smartHMI

Pos.	Beschreibung
1	Statusleiste ( <a href="#">&gt;&gt;&gt; 4.2.2 "Statusleiste"</a> Seite 49)
2	Meldungszähler Der Meldungszähler zeigt an, wieviele Meldungen von jedem Meldungstyp anstehen. Das Berühren des Meldungszählers vergrößert die Anzeige.
3	Meldungsfenster Defaultmäßig wird nur die letzte Meldung angezeigt. Das Berühren des Meldungsfensters expandiert dieses und zeigt alle anstehenden Meldungen an. Mit <b>OK</b> kann eine quittierbare Meldung quittiert werden. Mit <b>Alle OK</b> können alle quittierbaren Meldungen auf einmal quittiert werden.
4	Statusanzeige <b>Space Mouse</b> Diese Anzeige zeigt das aktuelle Koordinatensystem für das manuelle Verfahren mit der Space Mouse an. Das Berühren der Anzeige blendet alle Koordinatensysteme ein und ein anderes kann ausgewählt werden.

Pos.	Beschreibung
5	<b>Anzeige Ausrichtung Space Mouse</b> Das Berühren dieser Anzeige öffnet ein Fenster, in dem die aktuelle Ausrichtung der Space Mouse angezeigt wird und geändert werden kann. (>>> 4.13.8 "Ausrichtung der Space Mouse festlegen" Seite 73)
6	<b>Statusanzeige Verfahrtasten</b> Diese Anzeige zeigt das aktuelle Koordinatensystem für das manuelle Verfahren mit den Verfahrtasten an. Das Berühren der Anzeige blendet alle Koordinatensysteme ein und ein anderes kann gewählt werden.
7	<b>Beschriftung Verfahrtasten</b> Wenn das achsspezifische Verfahren ausgewählt ist, werden hier die Achsnummern angezeigt (A1, A2 etc.). Wenn das kartesische Verfahren ausgewählt ist, werden hier die Richtungen des Koordinatensystems angezeigt (X, Y, Z, A, B, C). Das Berühren der Beschriftung zeigt an, welche Kinematikgruppe ausgewählt ist.
8	<b>Programm-Override</b> (>>> 7.5 "Programm-Override (POV) einstellen" Seite 172)
9	<b>Hand-Override</b> (>>> 4.13.3 "Hand-Override (HOV) einstellen" Seite 69)
10	Schaltflächen-Leiste. Die Schaltflächen ändern sich dynamisch und beziehen sich immer auf das Fenster, das auf der smartHMI gerade aktiv ist. Ganz rechts befindet sich die Schaltfläche <b>Bearbeiten</b> . Mit ihr können zahlreiche Befehle aufgerufen werden, die sich auf den Navigator beziehen.
11	<b>WorkVisual-Symbol</b> Durch Berühren des Symbols gelangt man zum Fenster <b>Projektverwaltung</b> . (>>> 6.11.1 "Fenster Projektverwaltung" Seite 164)
12	<b>Uhr</b> Die Uhr zeigt die Systemzeit an. Das Berühren der Uhr blendet die Systemzeit in digitaler Darstellung sowie das aktuelle Datum ein.
13	<b>Anzeige Lebenszeichen</b> Wenn die Anzeige folgendermaßen blinkt, zeigt dies an, dass die smartHMI aktiv ist: Das linke und das rechte Lämpchen leuchten abwechselnd grün. Der Wechsel ist langsam (ca. 3 s) und gleichmäßig.

#### 4.2.1 Tastatur

Das smartPAD verfügt über einen Touch-Screen: Die smartHMI kann mit dem Finger oder einem Zeigestift bedient werden.

Für die Eingabe von Buchstaben und Zahlen steht auf der smartHMI eine Tastatur zur Verfügung. Die smartHMI erkennt, wenn eine Eingabe von Buchstaben oder Zahlen notwendig ist und blendet die Tastatur automatisch ein.

Die Tastatur zeigt immer nur die erforderlichen Zeichen an. Wenn beispielsweise ein Feld editiert wird, in das nur Zahlen eingegeben werden dürfen, werden nur Zahlen und keine Buchstaben angezeigt.



Abb. 4-4: Beispiel Tastatur

#### 4.2.2 Statusleiste

Die Statusleiste zeigt den Zustand bestimmter zentraler Einstellungen des Industrieroboters an. Bei den meisten Anzeigen öffnet sich durch Berühren ein Fenster, in dem die Einstellungen geändert werden können.

##### Übersicht

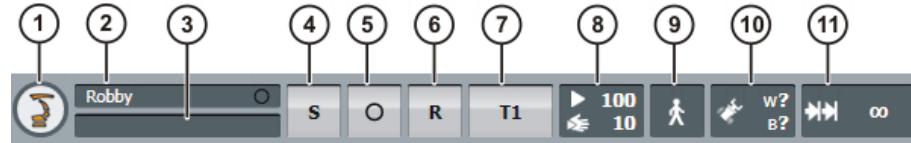


Abb. 4-5: KUKA smartHMI Statusleiste

Pos.	Beschreibung
1	Hauptmenü-Taste. Sie blendet auf der smartHMI die Menüpunkte ein. (>>> 4.4 "Hauptmenü aufrufen" Seite 52)
2	Robotername. Der Robotername kann geändert werden. (>>> 4.16.12 "Roboterdaten anzeigen/bearbeiten" Seite 87)
3	Wenn ein Programm angewählt ist, wird der Name hier angezeigt.
4	Statusanzeige <b>Submit-Interpreter</b> (>>> 4.2.3 "Statusanzeige Submit-Interpreter" Seite 50)
5	Statusanzeige <b>Antriebe</b> . Das Berühren der Anzeige öffnet ein Fenster, in dem die Antriebe ein- oder ausgeschaltet werden können. (>>> 4.2.4 "Statusanzeige Antriebe und Fenster Fahrbedingungen" Seite 50)
6	Statusanzeige <b>Roboter-Interpreter</b> . Hier können Programme zurückgesetzt oder abgewählt werden. (>>> 7.6 "Statusanzeige Roboter-Interpreter" Seite 173) (>>> 6.5.1 "Programm anwählen und abwählen" Seite 152) (>>> 7.10 "Programm zurücksetzen" Seite 174)

Pos.	Beschreibung
7	Aktuelle Betriebsart (>>> 4.11 "Betriebsart wechseln" Seite 62)
8	Statusanzeige <b>POV/HOV</b> . Zeigt den aktuellen Programm-Override und den aktuellen Hand-Override an. (>>> 7.5 "Programm-Override (POV) einstellen" Seite 172) (>>> 4.13.3 "Hand-Override (HOV) einstellen" Seite 69)
9	Statusanzeige <b>Programmablaufart</b> . Zeigt die aktuelle Programmablaufart an. (>>> 7.2 "Programmablaufarten" Seite 169)
10	Statusanzeige <b>Werkzeug/Basis</b> . Zeigt das aktuelle Werkzeug und die aktuelle Basis an. (>>> 4.13.4 "Werkzeug und Basis auswählen" Seite 70)
11	Statusanzeige <b>Inkrementelles Handverfahren</b> (>>> 4.13.10 "Inkrementelles Handverfahren" Seite 74)

#### 4.2.3 Statusanzeige Submit-Interpreter

Symbol	Farbe	Beschreibung
	gelb	Der Submit-Interpreter ist angewählt. Der Satzzeiger steht auf der ersten Zeile des angewählten SUB-Programms.
	grün	Ein SUB-Programm ist angewählt und läuft.
	rot	Der Submit-Interpreter wurde gestoppt.
	grau	Der Submit-Interpreter ist abgewählt.

#### 4.2.4 Statusanzeige Antriebe und Fenster Fahrbedingungen

##### Statusanzeige Antriebe

Die Statusanzeige **Antriebe** kann folgende Zustände anzeigen:

Zustände			
----------	--	--	--

Bedeutung der Symbole und Farben:

Symbol: <b>I</b>	Die Antriebe sind EIN. ■ Der Zwischenkreis ist vollständig geladen.
Symbol: <b>O</b>	Die Antriebe sind AUS. ■ Der Zwischenkreis ist nicht oder nicht vollständig geladen.

Farbe: Grün	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Der Zustimmungsschalter ist gedrückt (Mittelstellung), oder er ist nicht erforderlich.</li> <li>■ Und: Es stehen keine Meldungen an, die das Verfahren des Roboters verhindern.</li> </ul>
Farbe: Grau	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Der Zustimmungsschalter ist nicht gedrückt oder durchgedrückt.</li> <li>■ Und/oder: Es stehen Meldungen an, die das Verfahren des Roboters verhindern.</li> </ul>

<b>i</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Antriebe EIN bedeutet nicht automatisch, dass die KSPs in Regelung gehen und die Motoren mit Strom versorgen.</li> <li>■ Antriebe AUS bedeutet nicht automatisch, dass die KSPs die Stromversorgung der Motoren abbrechen.</li> </ul> <p>Ob die KSPs die Motoren mit Strom versorgen, ist abhängig davon, ob von der Sicherheitssteuerung die Antriebsfreigabe vorliegt.</p>
----------	---

## Fenster Fahrbedingungen

Das Berühren der Statusanzeige **Antriebe** öffnet das Fenster **Fahrbedingungen**. Hier können die Antriebe ein- oder ausgeschaltet werden.

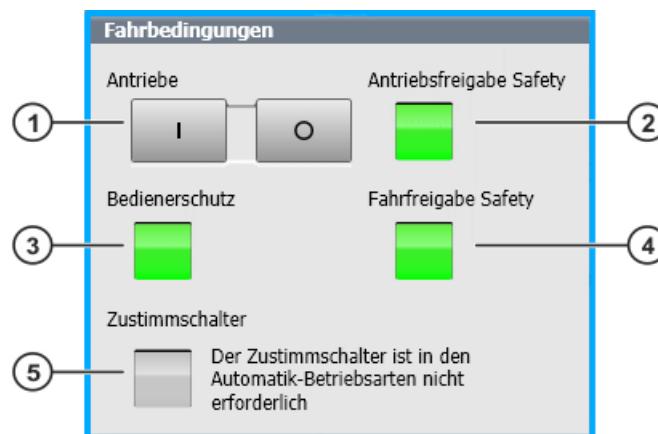


Abb. 4-6: Fenster Fahrbedingungen

Pos.	Beschreibung
1	<b>I:</b> Berühren, um die Antriebe einzuschalten. <b>O:</b> Berühren, um die Antriebe auszuschalten.
2	<b>Grün:</b> Die Antriebsfreigabe von der Sicherheitssteuerung ist vorhanden. <b>Grau:</b> Die Sicherheitssteuerung hat einen Sicherheitshalt 0 ausgelöst oder einen Sicherheitshalt 1 beendet. Keine Antriebsfreigabe vorhanden, d. h. die KSPs sind nicht in Regelung und versorgen die Motoren nicht mit Strom.
3	<b>Grün:</b> Signal <b>Bedienerschutz</b> == TRUE <b>Grau:</b> Signal <b>Bedienerschutz</b> == FALSE (>>> "Signal Bedienerschutz == TRUE" Seite 52)
4	<b>Grün:</b> Die Fahrerlaubnis von der Sicherheitssteuerung ist vorhanden. <b>Grau:</b> Die Sicherheitssteuerung hat einen Sicherheitshalt 1 oder einen Sicherheitshalt 2 ausgelöst. Keine Fahrerlaubnis vorhanden.
5	<b>Grün:</b> Der Zustimmungsschalter ist gedrückt (Mittelstellung). <b>Grau:</b> Der Zustimmungsschalter ist nicht gedrückt oder durchgedrückt, oder er ist nicht erforderlich.

**Signal Bediener-schutz == TRUE**

Die Bedingungen, unter denen das Signal **Bedienerschutz** TRUE ist, sind abhängig von der Steuerungsvariante und der Betriebsart:

<b>Steuerung</b>	<b>Betriebsart</b>	<b>Bedingung</b>
KR C4	T1, T2	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Die Zustimmung ist gedrückt.</li> </ul>
	AUT, AUT EXT	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Die trennende Schutzeinrich-tung ist geschlossen.</li> </ul>
VKR C4	T1	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Zustimmung ist gedrückt</li> <li>■ E2 ist geschlossen</li> </ul>
	T2	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Die Zustimmung ist gedrückt.</li> <li>■ E2 und E7 sind geschlossen</li> </ul>
	AUT EXT	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Die trennende Schutzeinrich-tung ist geschlossen.</li> <li>■ E2 und E7 sind offen.</li> </ul>

### 4.3 Robotersteuerung einschalten und KSS starten

- Vorgehensweise**
- Hauptschalter an der Robotersteuerung auf ON stellen.  
Das Betriebssystem und die KSS starten automatisch.
- Wenn die KSS nicht automatisch startet, beispielsweise weil der Autostart unterbunden wurde, im Pfad C:\KRC das Programm StartKRC.exe starten.
- Wenn die Robotersteuerung am Netzwerk angemeldet wird, kann der Start länger dauern.

### 4.4 Hauptmenü aufrufen

- Vorgehensweise**
- Hauptmenü-Taste auf dem smartPAD drücken. Das Fenster **Hauptmenü** öffnet sich.
- Es wird immer die Ansicht gezeigt, die das Fenster beim letzten Schließen hatte.
- Beschreibung**
- Eigenschaften Fenster **Hauptmenü**:
- In der linken Spalte wird das Hauptmenü angezeigt.
  - Das Berühren eines Menüpunkts mit Pfeil blendet das zugehörige Unter-menü ein (z. B. **Konfiguration**).
- Je nachdem, wie viele ineinander verschachtelte Untermenüs geöffnet sind, kann es sein, dass die Spalte **Hauptmenü** nicht mehr sichtbar ist, sondern nur noch die Untermenüs.
- Die Pfeiltaste rechts oben blendet das zuletzt geöffnete Untermenü wieder aus.
  - Die Home-Taste links oben blendet alle geöffneten Untermenüs aus.
  - Im unteren Bereich werden die zuletzt gewählten Menüpunkte angezeigt (maximal 6).
- Dies ermöglicht es, diese Menüpunkte direkt wieder auszuwählen, ohne vorher eventuell geöffnete Untermenüs schließen zu müssen.
- Das weiße Kreuz links schließt das Fenster.

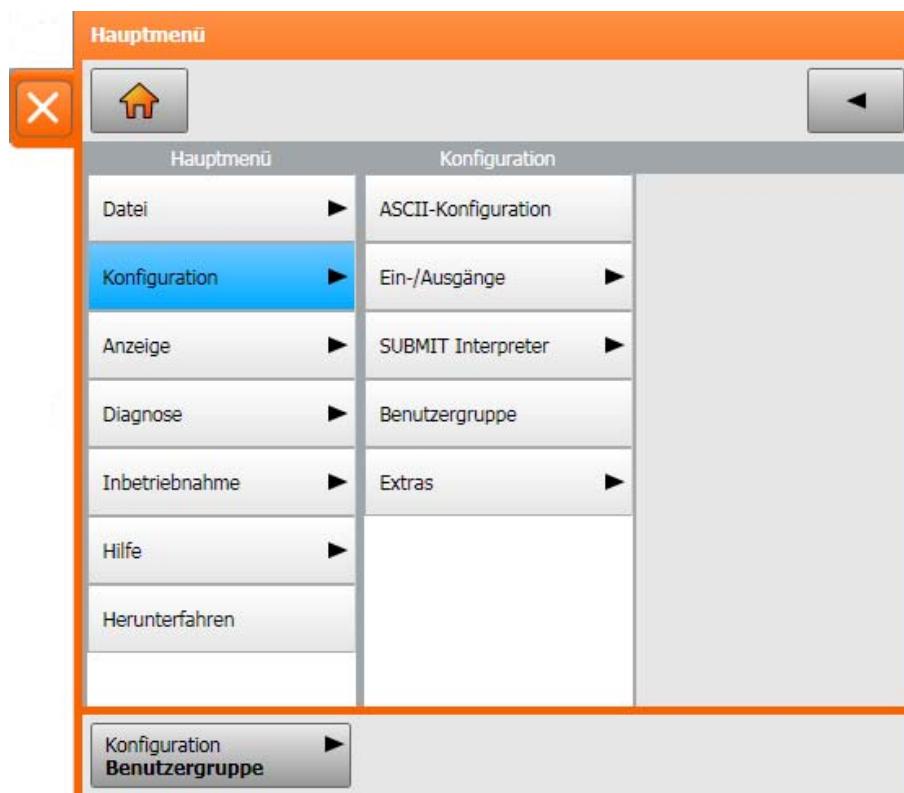


Abb. 4-7: Beispiel: Untermenü Konfiguration ist geöffnet

## 4.5 KSS beenden oder neu starten

### Voraussetzung

- Für bestimmte Optionen: Benutzergruppe Experte

#### HINWEIS

Wenn beim Beenden die Option **Steuerungs-PC neu starten** gewählt wird, darf der Hauptschalter an der Robotersteuerung nicht betätigt werden, solange der Neustart noch nicht abgeschlossen ist. Systemdateien können sonst zerstört werden.  
Wenn beim Beenden diese Option nicht gewählt wurde, kann der Hauptschalter betätigt werden, wenn die Steuerung heruntergefahren ist.

### Vorgehensweise

1. Im Hauptmenü **Herunterfahren** wählen.
2. Die gewünschten Optionen wählen.
3. Auf **Steuerungs-PC herunterfahren** oder **Steuerungs-PC neu starten** drücken.
4. Sicherheitsabfrage mit **Ja** bestätigen. Die System Software wird beendet und je nach gewählter Option wieder gestartet.

Nach dem Neustart wird folgende Meldung angezeigt:

- **Steuerungskaltstart**
- Oder, wenn **Dateien neu einlesen** gewählt wurde: *Initialer Steuerungskaltstart*

**Beschreibung****Herunterfahren**

Standardeinstellungen für das Ausschalten des Systems

Starttyp

Kaltstart       Hibernate

Power-off Wartezeit

-      +      130 [s]     

Einstellungen, die nur beim nächsten Ausschalten gelten

Kaltstart  
erzwingen

Dateien neu  
einlesen

Power-off  
Wartezeit

Sofortige Aktionen

Ausschaltoptionen

Steuerungs-PC  
herunterfahren       Steuerungs-PC neu  
starten

Antriebsbus

I      O

**Abb. 4-8: Fenster Herunterfahren**

Option	Beschreibung
<b>Standardeinstellungen für das Ausschalten des Systems</b>	
Diese Einstellungen können nur in der Benutzergruppe Experte geändert werden.	
<b>Kaltstart</b>	<b>Kaltstart</b> ist der Standard-Starttyp. ( <a href="#">&gt;&gt;&gt; "Starttypen" Seite 55</a> )
<b>Hibernate</b>	<b>Hibernate</b> ist der Standard-Starttyp.
<b>Power-off Wartezeit</b>	<p>Wenn die Robotersteuerung mittels Hauptschalter ausgeschaltet wird, fährt sie erst nach der hier festgelegten Wartezeit herunter. Während der Wartezeit wird die Robotersteuerung über ihren Akku versorgt.</p> <p>Die Wartezeit kann nur in der Benutzergruppe Experte geändert werden.</p> <p><b>Hinweise:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Die Power-off-Wartezeit gilt nur, wenn die Spannung über den Hauptschalter abgeschaltet wird. Für echte Spannungsausfälle gilt die Power-fail-Wartezeit.</li> <li>■ Ausnahme "KR C4 compact": Bei dieser Steuerungsvariante ist die Power-off-Wartezeit ohne Funktion! Hier gilt auch beim Abschalten über den Hauptschalter die Power-fail-Wartezeit.</li> </ul> <p>(<a href="#">&gt;&gt;&gt; 4.5.1 "Herunterfahren nach Spannungsausfall" Seite 56</a>)</p>
<b>Einstellungen, die nur beim nächsten Ausschalten gelten</b>	
<b>Kaltstart erzwingen</b>	Aktiv: Der nächste Start ist ein Kaltstart.  Steht nur zur Verfügung, wenn <b>Hibernate</b> ausgewählt ist.

Option	Beschreibung
<b>Dateien neu einlesen</b>	<p>Aktiv: Der nächste Start ist ein initialer Kaltstart.</p> <p>Diese Option muss in folgenden Fällen gewählt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wenn XML-Dateien direkt geändert worden sind, d. h. wenn der Benutzer die Datei geöffnet und geändert hat. (Etwaige andere Änderungen an XML-Dateien, z. B. wenn die Robotersteuerung diese im Hintergrund ändert, sind irrelevant.)</li> <li>■ Wenn nach dem Herunterfahren Hardware-Komponenten getauscht werden sollen.</li> </ul> <p>Kann nur in der Benutzergruppe Experte gewählt werden. Steht nur zur Verfügung, wenn <b>Kaltstart</b> oder <b>Kaltstart erzwingen</b> ausgewählt ist.</p> <p>Je nach Hardware dauert der initiale Kaltstart ca. 30 bis 150 sec länger als ein normaler Kaltstart.</p>
<b>Power-off Wartezeit</b>	<p>Aktiv: Die Wartezeit wird beim nächsten Herunterfahren eingehalten.</p> <p>Inaktiv: Die Wartezeit wird beim nächsten Herunterfahren ignoriert.</p>
<b>Sofortige Aktionen</b>	
Stehen nur in den Betriebsarten T1 und T2 zur Verfügung.	
<b>Steuerungs-PC herunterfahren</b>	Die Robotersteuerung fährt herunter.
<b>Steuerungs-PC neu starten</b>	Die Robotersteuerung fährt herunter und startet dann mit einem Kaltstart neu.
<b>Antriebsbus</b>	Der Antriebsbus kann aus- oder eingeschaltet werden.
<b>AUS / EIN</b>	<p>Anzeige <b>Status des Antriebsbusses</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ grün: Antriebsbus ist an.</li> <li>■ rot: Antriebsbus ist aus.</li> <li>■ grau: Status des Antriebsbusses ist unbekannt.</li> </ul>

Starttypen	Starttyp	Beschreibung
	Kaltstart	<p>Nach einem Kaltstart zeigt die Robotersteuerung den Navigator an. Es ist kein Programm angewählt. Die Robotersteuerung wird neu initialisiert, z. B. werden alle Anwenderausgänge auf FALSE gesetzt.</p> <p><b>Hinweis:</b> Wenn XML-Dateien direkt geändert worden sind, d. h. wenn der Benutzer die Datei geöffnet und geändert hat, werden diese Änderungen bei einem Kaltstart mit <b>Dateien neu einlesen</b> berücksichtigt. Dieser Kaltstart heißt "initialer Kaltstart".</p> <p>Bei einem Kaltstart ohne <b>Dateien neu einlesen</b> bleiben diese Änderungen unberücksichtigt.</p>
	Hibernate	<p>Nach einem Start mit Hibernate kann das vorher angewählte Roboterprogramm fortgesetzt werden. Der Zustand des Grundsystems, wie Programme, Satzzeiger, Variableninhalte und Ausgänge, wird komplett wieder hergestellt.</p> <p>Zusätzlich sind alle Programme, die parallel zur Robotersteuerung geöffnet waren, wieder geöffnet und in dem Zustand, den sie vor dem Herunterfahren hatten. Bei Windows wird ebenfalls der letzte Zustand wieder hergestellt.</p>

#### 4.5.1 Herunterfahren nach Spannungsausfall

Bei einem Spannungsausfall bleibt der Roboter stehen. Die Robotersteuerung fährt jedoch nicht gleich herunter, sondern erst nach Ablauf der Power-fail-Wartezeit. Kurze Spannungsaufälle werden also mit Hilfe dieser Wartezeit überbrückt. Danach müssen lediglich die Fehlermeldungen quittiert werden und das Programm kann fortgesetzt werden.

Während der Wartezeit wird die Robotersteuerung über ihren Akku versorgt.

Robotersteuerung	Power-fail-Wartezeit
Variante "KR C4 compact"	1 sec
Alle anderen Varianten der KR C4	3 sec

Wenn der Spannungsausfall länger dauert als die Power-fail-Wartezeit und die Robotersteuerung herunterfährt, dann gilt für den Neustart der Standard-Starttyp, der im Fenster **Herunterfahren** festgelegt ist.

(>>> 4.5 "KSS beenden oder neu starten" Seite 53)



- Die Power-fail-Wartezeit gilt nicht, wenn die Spannung über den Hauptschalter abgeschaltet wird. Hierfür gilt die Power-off-Wartezeit.  
Ausnahme "KR C4 compact": Bei dieser Steuerungsvariante gilt auch beim Abschalten über den Hauptschalter die Power-fail-Wartezeit.
- Die Power-fail-Wartezeit ist besonders von Bedeutung für Anlagen, die keine zuverlässige Netzversorgung haben. Wartezeiten bis 240 sec sind möglich. Wenn die bestehenden Zeiten geändert werden sollen, bitte Kontakt zur KUKA Roboter GmbH aufnehmen.

#### 4.6 Antriebe ein-/ausschalten

- Vorgehensweise**
1. In der Statusleiste die Anzeige **Antriebe** berühren. Das Fenster **Fahrbedingungen** öffnet sich.
  2. Die Antriebe ein- oder ausschalten.

#### 4.7 Robotersteuerung ausschalten



Der Hauptschalter darf nicht betätigt werden, wenn die Robotersteuerung vorher mit der Option **Steuerungs-PC neu starten** beendet wurde und der Neustart noch nicht abgeschlossen ist. Systemdateien können sonst zerstört werden.

- Vorgehensweise**
- Den Hauptschalter an der Robotersteuerung auf OFF stellen.
- Beschreibung**
- Der Roboter bleibt stehen und die Robotersteuerung fährt herunter. Die Robotersteuerung sichert die Daten automatisch.
- Wenn eine Power-off-Wartezeit konfiguriert ist, fährt die Robotersteuerung erst nach Ablauf dieser Zeit herunter. Kurze Spannungsabschaltungen werden also mit Hilfe dieser Wartezeit überbrückt. Danach müssen lediglich die Fehlermeldungen quittiert werden und das Programm kann fortgesetzt werden.
- Während der Wartezeit wird die Robotersteuerung über ihren Akku versorgt.

## 4.8 Sprache der Bedienoberfläche einstellen

- Vorgehensweise**
1. Im Hauptmenü **Konfiguration > Extras > Sprache** wählen.
  2. Gewünschte Sprache markieren. Mit **OK** bestätigen.

**Beschreibung** Folgende Sprachen stehen zur Auswahl:

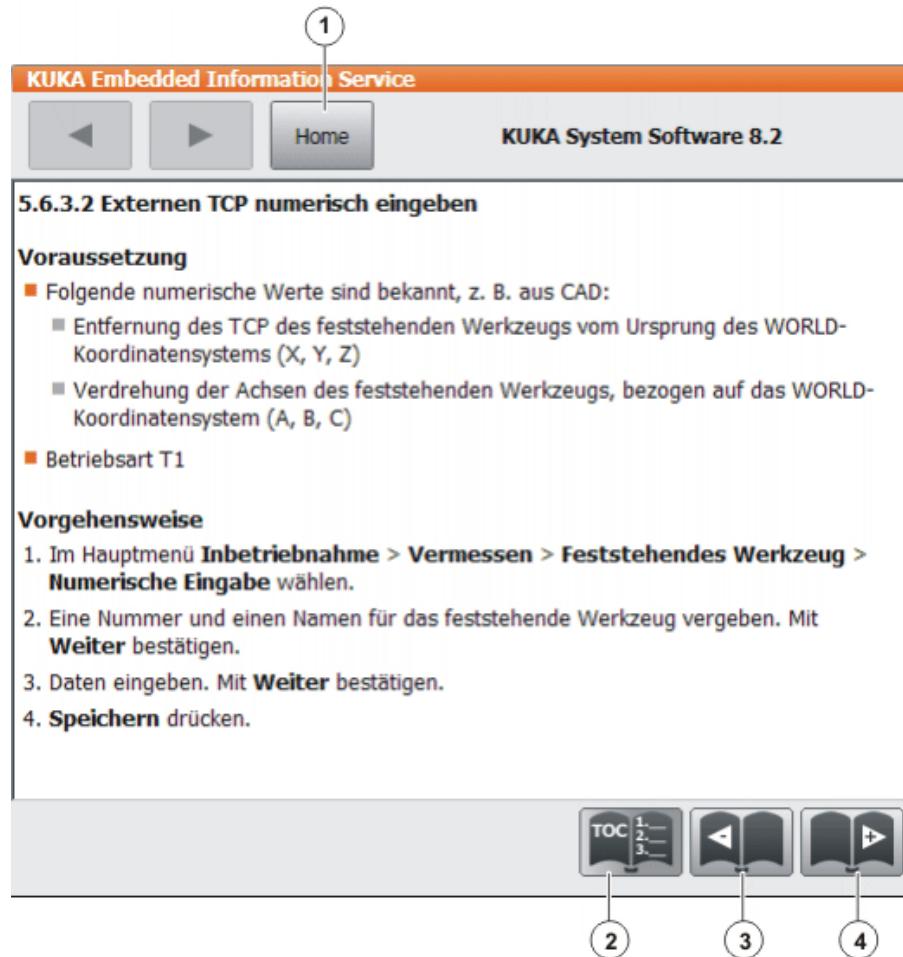
Chinesisch (Kurzzeichen)	Polnisch
Dänisch	Portugiesisch
Deutsch	Rumänisch
Englisch	Russisch
Finnisch	Schwedisch
Französisch	Slowakisch
Griechisch	Slowenisch
Italienisch	Spanisch
Japanisch	Tschechisch
Koreanisch	Türkisch
Niederländisch	Ungarisch

## 4.9 Online-Dokumentation und Online-Hilfe

### 4.9.1 Online-Dokumentation aufrufen

**Beschreibung** Die Dokumentation zur KUKA System Software kann auf der Robotersteuerung angezeigt werden. Einige Technologiepakete verfügen ebenfalls über Dokumentationen, die auf der Robotersteuerung angezeigt werden können.

- Vorgehensweise**
1. Im Hauptmenü **Hilfe > Dokumentation** wählen. Dann entweder **Systemsoftware** wählen oder den Menüpunkt für das Technologiepaket.  
Das Fenster **KUKA Embedded Information Service** öffnet sich. Das Inhaltsverzeichnis der Dokumentation wird angezeigt.
  2. Ein Kapitel berühren. Die enthaltenen Themen werden angezeigt.
  3. Ein Thema berühren. Die Beschreibung wird angezeigt.

**Beispiel**

**Abb. 4-9: Online-Dokumentation - Beispiel aus der KUKA System Software**

Pos.	Beschreibung
1, 2	Zeigt das Inhaltsverzeichnis an.
3	Zeigt das im Inhaltsverzeichnis vorausgehende Thema an.
4	Zeigt das folgende Thema an.

#### 4.9.2 Online-Hilfe aufrufen

**Beschreibung**

Die Online-Hilfe bezieht sich auf die Meldungen. Es gibt folgende Möglichkeiten, die Online-Hilfe aufzurufen:

- Zu einer Meldung, die aktuell im Meldungsfenster angezeigt wird, die Hilfe aufrufen.
- Eine Übersicht der möglichen Meldungen anzeigen und dort zu einer Meldung die Hilfe aufrufen.

**Vorgehensweise**
**Die Online-Hilfe zu einer Meldung im Meldungsfenster aufrufen**

Die meisten Meldungen enthalten einen Fragezeichen-Button. Für diese Meldungen steht eine Online-Hilfe zur Verfügung.

1. Den Fragezeichen-Button berühren. Das Fenster **KUKA Embedded Information Service – Meldungsseite** öffnet sich.  
Das Fenster enthält verschiedene Informationen zur Meldung.  
(>>> Abb. 4-10 )
2. Oft enthält das Fenster auch Infos zu den Ursachen der Meldung und den dazugehörigen Lösungen. Hierzu kann man Details anzeigen:

- a. Den Lupen-Button neben der Ursache berühren. Die Detailseite öffnet sich. ([>>> Abb. 4-11](#) )
- b. Die Beschreibungen zu Ursache und Lösung aufklappen.
- c. Wenn die Meldung mehrere mögliche Ursachen hat: Über die Lupen-Buttons mit Pfeil kann man zur vorherigen oder nächsten Detailseite springen.

**Vorgehensweise****Eine Übersicht der Meldungen anzeigen und zu einer Meldung die Online-Hilfe aufrufen**

1. Im Hauptmenü **Hilfe > Meldungen** wählen. Dann entweder **Systemsoftware** wählen oder den Menüpunkt für das Technologiepaket.  
Das Fenster **KUKA Embedded Information Service – Indexseite** öffnet sich. Die Meldungen sind nach Modulen sortiert. (Unter "Modul" ist hier ein Teilbereich der Software zu verstehen.)
2. Einen Eintrag berühren. Die Meldungen dieses Moduls werden angezeigt.
3. Eine Meldung berühren. Die Meldungsseite wird angezeigt.  
Das Fenster enthält verschiedene Informationen zur Meldung. ([>>> Abb. 4-10](#) )
4. Oft enthält das Fenster auch Infos zu den Ursachen der Meldung und den dazugehörigen Lösungen. Hierzu kann man Details anzeigen:
  - a. Den Lupen-Button neben der Ursache berühren. Die Detailseite öffnet sich. ([>>> Abb. 4-11](#) )
  - b. Die Beschreibungen zu Ursache und Lösung aufklappen.
  - c. Wenn die Meldung mehrere mögliche Ursachen hat: Über die Lupen-Buttons mit Pfeil kann man zur vorherigen oder nächsten Detailseite springen.

## Meldungsseite

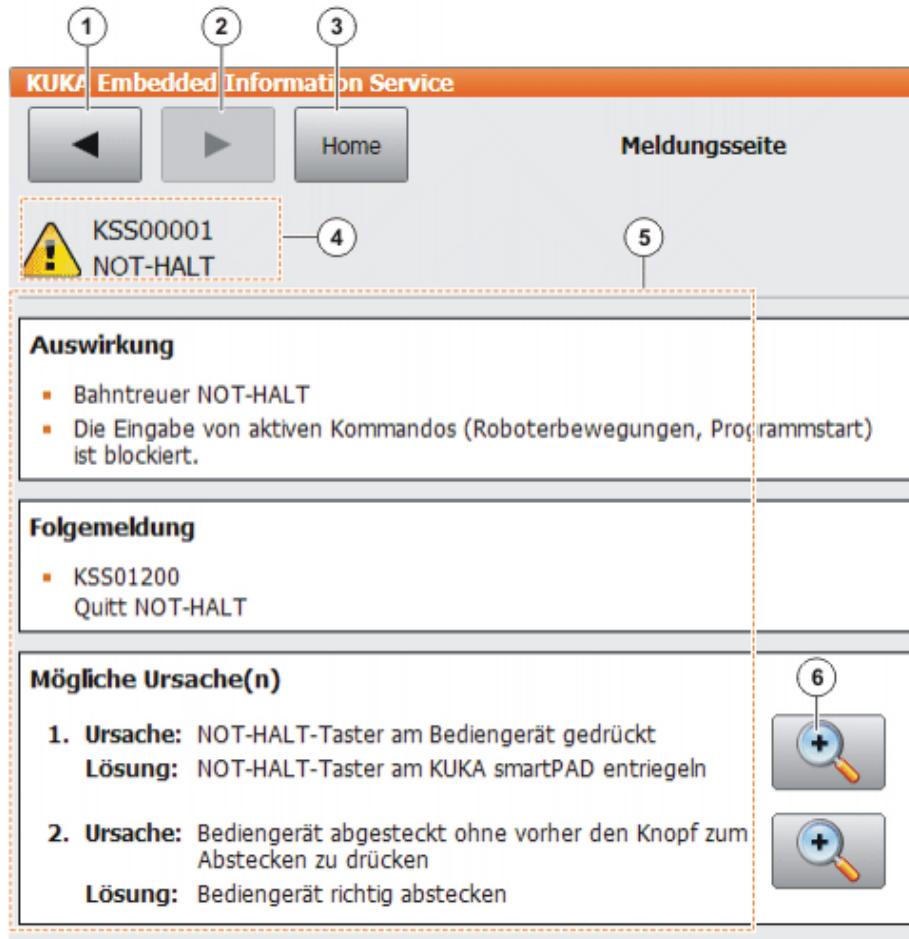


Abb. 4-10: Meldungsseite – Beispiel aus der KUKA System Software

Pos.	Beschreibung
1	Zeigt die vorherige Seite an.
2	Dieser Button ist nur aktiv, wenn mit dem anderen Pfeil-Button zur vorherigen Seite gesprungen wurde. Über diesen Button kann man dann wieder zur ursprünglichen Seite zurückkehren.
3	Zeigt die Liste mit den Software-Modulen an.
4	Meldungsnummer und -text
5	Informationen zur Meldung Es können auch weniger Informationen vorhanden sein als im Beispiel.
6	Zeigt Details zu dieser Ursache/Lösung an. ( <a href="#">&gt;&gt;&gt; Abb. 4-11</a> )

## Detailseite

**KUKA Embedded Information Service**

Detailseite

**KSS00001**  
NOT-HALT

**Ursache:** NOT-HALT-Taster am Bediengerät gedrückt

**Beschreibung**  
Der NOT-HALT-Taster am Bediengerät wurde gedrückt.

**Lösung:** NOT-HALT-Taster am KUKA smartPAD entriegeln

**Vorgehensweise**

- Zum Entriegeln den NOT-HALT-Taster (Position 1) im Uhrzeigersinn (Pfeilrichtung) drehen.



NOT-HALT-Taster am KUKA smartPAD

1/2

Abb. 4-11: Detailseite – Beispiel aus der KUKA System Software

## 4.10 Benutzergruppe wechseln

**Vorgehensweise**

1. Im Hauptmenü **Konfiguration > Benutzergruppe** wählen. Die aktuelle Benutzergruppe wird angezeigt.
2. Um in die Default-Benutzergruppe zu wechseln: **Standard** drücken. (**Standard** steht nicht zur Verfügung, wenn man sich bereits in der Default-Benutzergruppe befindet.)  
Um in eine andere Benutzergruppe zu wechseln: **Anmelden...** drücken.  
Die gewünschte Benutzergruppe markieren.
3. Falls gefordert: Passwort eingeben und mit **Anmelden** bestätigen.

**Beschreibung**

In der KSS stehen je nach Benutzergruppe unterschiedliche Funktionen zur Verfügung. Es gibt folgende Benutzergruppen:

■ **Bediener**

Benutzergruppe für den Bediener. Dies ist die Default-Benutzergruppe.

■ **Anwender**

Benutzergruppe für den Bediener. (Die Benutzergruppen Bediener und Anwender sind defaultmäßig für die gleiche Zielgruppe angelegt.)

**■ Experte**

Benutzergruppe für den Programmierer. Diese Benutzergruppe ist durch ein Passwort geschützt.

**■ Sicherheitsinstandhalter**

Benutzergruppe für den Inbetriebnehmer. Dieser Benutzer kann die Sicherheitskonfiguration des Roboters aktivieren und konfigurieren.

Diese Benutzergruppe ist durch ein Passwort geschützt.

**■ Sicherheitsinbetriebnehmer**

Diese Benutzergruppe ist nur relevant, wenn KUKA.SafeOperation oder KUKA.SafeRangeMonitoring verwendet wird. Die Benutzergruppe ist durch ein Passwort geschützt.

**■ Administrator**

Funktionen wie bei der Benutzergruppe Experte. Zusätzlich ist die Integration von Plug-Ins in die Robotersteuerung möglich.

Diese Benutzergruppe ist durch ein Passwort geschützt.

Das Default-Passwort lautet "kuka".

Beim Neustart ist die Default-Benutzergruppe ausgewählt.

Wenn in die Betriebsart AUT oder AUT EXT gewechselt wird, wechselt die Robotersteuerung aus Sicherheitsgründen in die Default-Benutzergruppe. Wenn eine andere Benutzergruppe gewünscht ist, muss danach in diese gewechselt werden.

Wenn während einer bestimmten Zeitdauer an der Bedienoberfläche keine Handlung erfolgt, wechselt die Robotersteuerung aus Sicherheitsgründen in die Default-Benutzergruppe. Die Default-Einstellung ist 300 s.

## 4.11 Betriebsart wechseln



Die Betriebsart nicht wechseln, während ein Programm abgearbeitet wird. Wenn die Betriebsart gewechselt wird, während ein Programm abgearbeitet wird, stoppt der Industrieroboter mit einem Sicherheitshalt 2.

**Voraussetzung**

- Die Robotersteuerung arbeitet kein Programm ab.
- Schlüssel für den Schalter zum Aufrufen des Verbindungs-Managers

**Vorgehensweise**

1. Am smartPAD den Schalter für den Verbindungs-Manager umlegen. Der Verbindungs-Manager wird angezeigt.
2. Die Betriebsart wählen ([>>> 3.5.3 "Betriebsartenwahl" Seite 23](#)).
3. Den Schalter für den Verbindungs-Manager wieder in die ursprüngliche Position bringen.

Die gewählte Betriebsart wird in der Statusleiste des smartPAD angezeigt.

Betriebsart	Verwendung	Geschwindigkeiten
T1	Für Testbetrieb, Programmierung und Teachen	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Programmverifikation: Programmierte Geschwindigkeit, maximal 250 mm/s</li> <li>■ Handbetrieb: Handverfahrgeschwindigkeit, maximal 250 mm/s</li> </ul>
T2	Für Testbetrieb	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Programmverifikation: Programmierte Geschwindigkeit</li> <li>■ Handbetrieb: Nicht möglich</li> </ul>
AUT	Für Industrieroboter ohne übergeordnete Steuerung	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Programmbetrieb: Programmierte Geschwindigkeit</li> <li>■ Handbetrieb: Nicht möglich</li> </ul>
AUT EXT	Für Industrieroboter mit einer übergeordneten Steuerung, z. B. SPS	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Programmbetrieb: Programmierte Geschwindigkeit</li> <li>■ Handbetrieb: Nicht möglich</li> </ul>

## 4.12 Koordinatensysteme

### Übersicht

In der Robotersteuerung sind folgende kartesische Koordinatensysteme definiert:

- WORLD
- ROBROOT
- BASE
- TOOL

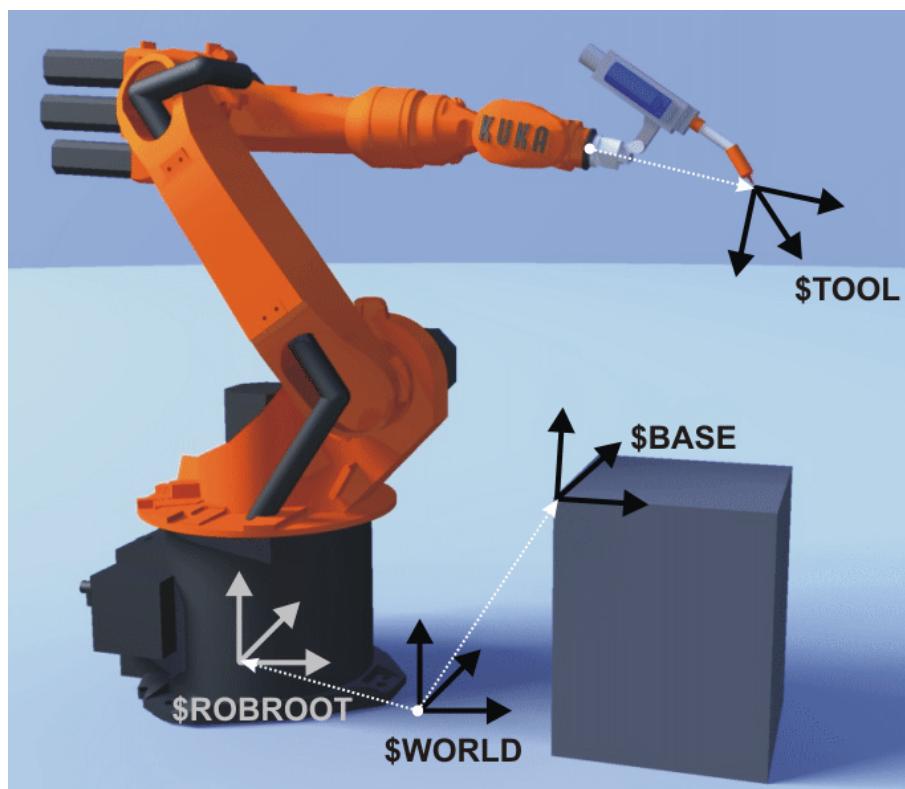


Abb. 4-12: Übersicht Koordinatensysteme

**Beschreibung****WORLD**

Das WORLD-Koordinatensystem ist ein fest definiertes kartesisches Koordinatensystem. Es ist das Ursprungskoordinatensystem für die Koordinatensysteme ROBROOT und BASE.

Defaultmäßig liegt das WORLD-Koordinatensystem im Roboterfuß.

**ROBROOT**

Das ROBROOT-Koordinatensystem ist ein kartesisches Koordinatensystem, das immer im Roboterfuß liegt. Es beschreibt die Position des Roboters in Bezug auf das WORLD-Koordinatensystem.

Defaultmäßig ist das ROBROOT-Koordinatensystem mit dem WORLD-Koordinatensystem deckungsgleich. Mit \$ROBROOT kann eine Verschiebung des Roboters zum WORLD-Koordinatensystem definiert werden.

**BASE**

Das BASE-Koordinatensystem ist ein kartesisches Koordinatensystem, das die Position des Werkstücks beschreibt. Es bezieht sich auf das WORLD-Koordinatensystem.

Defaultmäßig ist das BASE-Koordinatensystem mit dem WORLD-Koordinatensystem deckungsgleich. Es wird vom Benutzer in das Werkstück verschoben.

(>>> 5.7.2 "Basis vermessen" Seite 123)

**TOOL**

Das TOOL-Koordinatensystem ist ein kartesisches Koordinatensystem, das im Arbeitspunkt des Werkzeugs liegt.

Defaultmäßig liegt der Ursprung des TOOL-Koordinatensystems im Flanschmittelpunkt. (Es wird dann FLANGE-Koordinatensystem genannt.) Das TOOL-Koordinatensystem wird vom Benutzer in den Arbeitspunkt des Werkzeugs verschoben.

(>>> 5.7.1 "Werkzeug vermessen" Seite 116)

**Drehwinkel der Roboter-Koordinatensysteme**

Winkel	Drehung um Achse
Winkel A	Drehung um die Z-Achse
Winkel B	Drehung um die Y-Achse
Winkel C	Drehung um die X-Achse

## 4.13 Roboter manuell verfahren

**Beschreibung**

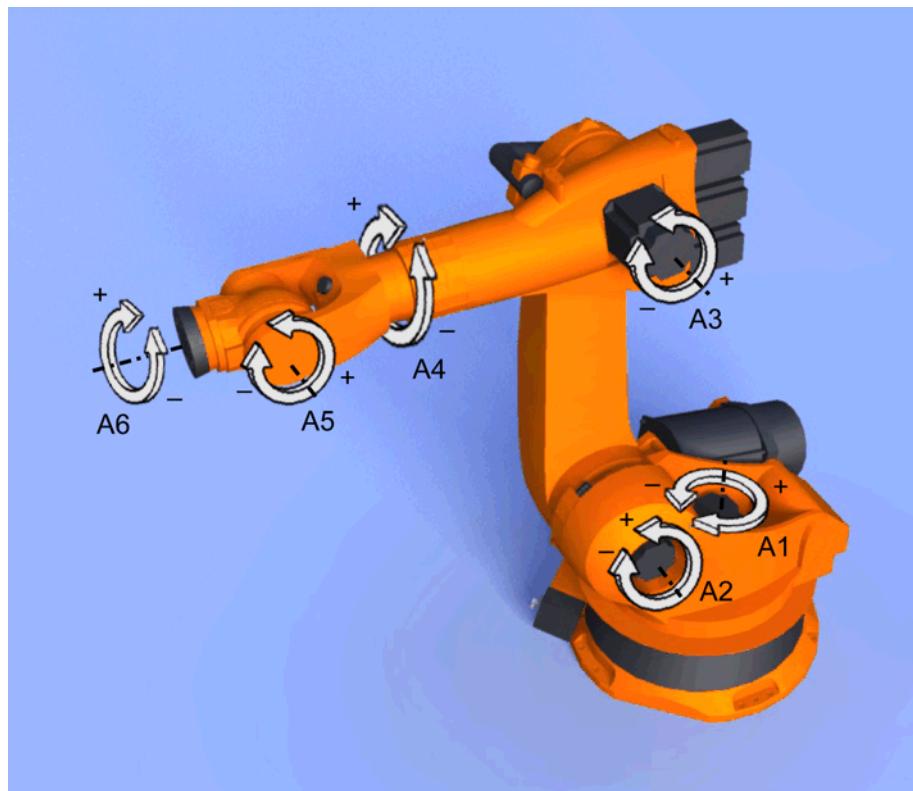
Es gibt 2 Arten, den Roboter manuell zu verfahren:

- Kartesisch verfahren

Der TCP wird in positiver oder negativer Richtung entlang der Achsen eines Koordinatensystems verfahren.

- Achsspezifisch verfahren

Jede Achse kann einzeln in positiver und negativer Richtung verfahren werden.



**Abb. 4-13: Achsspezifisch verfahren**

Es gibt 2 Bedienelemente, mit denen der Roboter verfahren werden kann:

- Verfahrtasten
- Space Mouse

## Übersicht

	Kartesisch verfahren	Achsspezifisch verfahren
Verfahrtasten	(>>> 4.13.6 "Mit Verfahrtasten kartesisch verfahren" Seite 70)	(>>> 4.13.5 "Mit Verfahrtasten achsspezifisch verfahren" Seite 70)
Space Mouse	(>>> 4.13.9 "Mit Space Mouse kartesisch verfahren" Seite 74)	Das achsspezifische Verfahren mit der Space Mouse ist möglich, wird jedoch nicht beschrieben.

### 4.13.1 Fenster Handverfahroptionen

**Beschreibung** Alle Parameter für das manuelle Verfahren des Roboters können im Fenster **Handverfahroptionen** eingestellt werden.

**Vorgehensweise** Fenster **Handverfahroptionen** öffnen:

1. Auf der smartHMI eine Statusanzeige öffnen, z. B. die Statusanzeige **POV**.  
(Nicht möglich bei den Statusanzeigen **Submit-Interpreter**, **Antriebe** und **Roboter-Interpreter**.)  
Ein Fenster öffnet sich.
2. Auf **Optionen** drücken. Das Fenster **Handverfahroptionen** öffnet sich.

Für die meisten Parameter braucht nicht eigens das Fenster **Handverfahroptionen** geöffnet werden. Sie können direkt über die Statusanzeigen der smartHMI eingestellt werden.

#### 4.13.1.1 Registerkarte Allgemein



Abb. 4-14: Registerkarte Allgemein

#### Beschreibung

Pos.	Beschreibung
1	Programm-Override einstellen (>>> 7.5 "Programm-Override (POV) einstellen" Seite 172)
2	Hand-Override einstellen (>>> 4.13.3 "Hand-Override (HOV) einstellen" Seite 69)
3	Programmablaufart wählen (>>> 7.2 "Programmablaufarten" Seite 169)

#### 4.13.1.2 Registerkarte Tasten

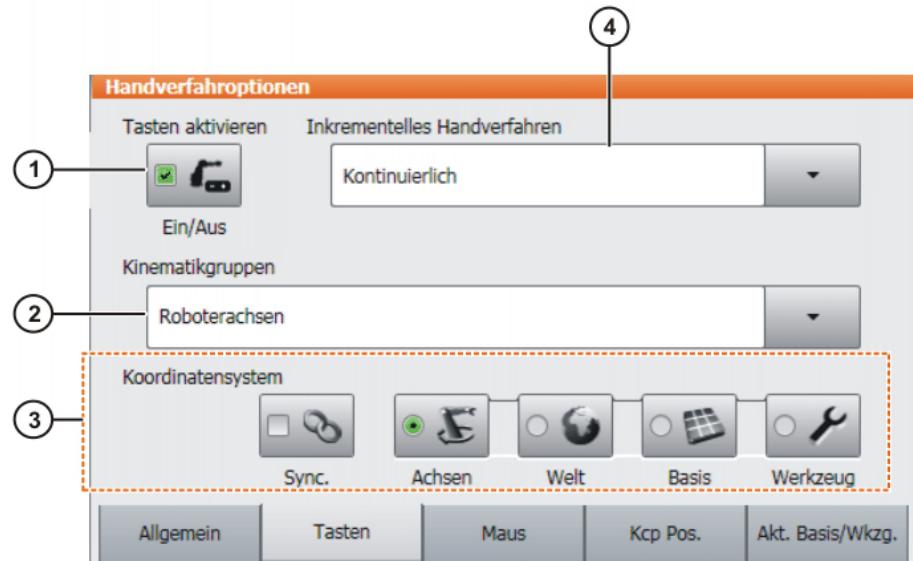


Abb. 4-15: Registerkarte Tasten

Beschreibung	Pos.	Beschreibung
	1	Verfahrtasten "Verfahrtasten" aktivieren (>>> 4.13.2 "Verfahrtasten aktivieren" Seite 69)
	2	Kinematikgruppe auswählen. Die Kinematikgruppe definiert, auf welche Achsen sich die Verfahrtasten beziehen. Default: <b>Roboterachsen</b> (= A1 ... A6) Abhängig von der Anlagenkonfiguration können weitere Kinematikgruppen zur Verfügung stehen. (>>> 4.14 "Zusatzzachsen manuell verfahren" Seite 75)
	3	Das Koordinatensystem für das Verfahren mit den Verfahrtasten auswählen: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Achsen, Welt, Basis oder Werkzeug</b></li> </ul> <p>Checkbox <b>Sync.:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ohne Häkchen (Default): In den Registerkarten <b>Tasten</b> und <b>Maus</b> können verschiedene Koordinatensysteme ausgewählt sein.</li> <li>■ Mit Häkchen: In den Registerkarten <b>Tasten</b> und <b>Maus</b> kann nur ein und dasselbe Koordinatensystem ausgewählt sein. Wenn das Koordinatensystem in der einen Registerkarte geändert wird, passt sich die Einstellung in der anderen automatisch daran.</li> </ul>
	4	Inkrementelles Handverfahren (>>> 4.13.10 "Inkrementelles Handverfahren" Seite 74)

#### 4.13.1.3 Registerkarte Maus

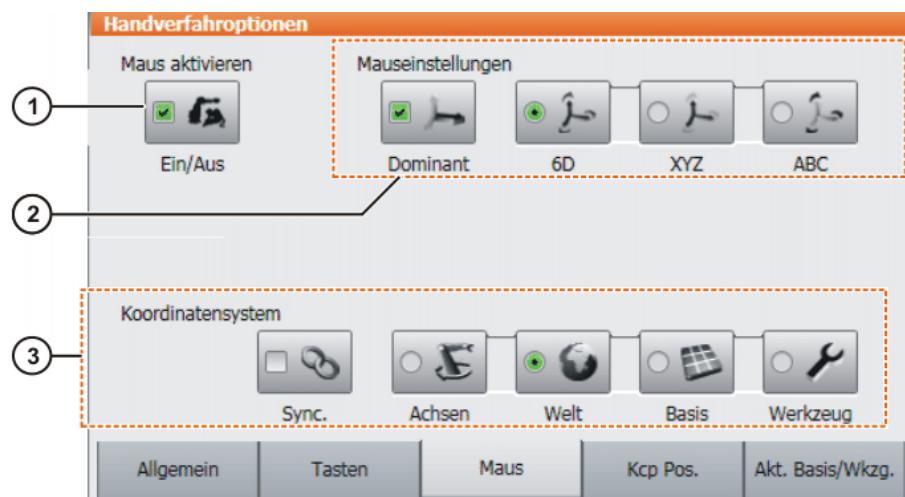


Abb. 4-16: Registerkarte Maus

Beschreibung	Pos.	Beschreibung
	1	Verfahrtasten "Space Mouse" aktivieren (>>> 4.13.2 "Verfahrtasten aktivieren" Seite 69)

Pos.	Beschreibung
2	Space Mouse konfigurieren (>>> 4.13.7 "Space Mouse konfigurieren" Seite 71)
3	Das Koordinatensystem für das Verfahren mit der Space Mouse auswählen: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Achsen, Welt, Basis oder Werkzeug</b></li> </ul> <p>Checkbox <b>Sync.:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ohne Häkchen (Default): In den Registerkarten <b>Tasten</b> und <b>Maus</b> können verschiedene Koordinatensysteme ausgewählt sein.</li> <li>■ Mit Häkchen: In den Registerkarten <b>Tasten</b> und <b>Maus</b> kann nur ein und dasselbe Koordinatensystem ausgewählt sein. Wenn das Koordinatensystem in der einen Registerkarte geändert wird, passt sich die Einstellung in der anderen automatisch daran an.</li> </ul>

#### 4.13.1.4 Registerkarte Kcp Pos.



Abb. 4-17: Registerkarte Kcp Pos.

#### Beschreibung

Pos.	Beschreibung
1	(>>> 4.13.8 "Ausrichtung der Space Mouse festlegen" Seite 73)

#### 4.13.1.5 Registerkarte Akt. Basis/Wkzg.



Abb. 4-18: Registerkarte Akt. Basis/Wkzg.

Beschreibung	Pos.	Beschreibung
	1	Hier wird das aktuelle Werkzeug angezeigt. Ein anderes Werkzeug kann ausgewählt werden. (>>> 4.13.4 "Werkzeug und Basis auswählen" Seite 70) Die Anzeige <b>Unbekannt [?]</b> bedeutet, dass noch kein Werkzeug vermessen wurde.
	2	Hier wird die aktuelle Basis angezeigt. Eine andere Basis kann ausgewählt werden. (>>> 4.13.4 "Werkzeug und Basis auswählen" Seite 70) Die Anzeige <b>Unbekannt [?]</b> bedeutet, dass noch keine Basis vermessen wurde.
	3	Interpolationsmodus auswählen: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Flansch</b>: Das Werkzeug ist am Anbauflansch montiert.</li> <li>■ <b>Ext. Wkzg.</b>: Das Werkzeug ist ein feststehendes Werkzeug.</li> </ul>

#### 4.13.2 Verfahrtart aktivieren

- Vorgehensweise**
1. Fenster **Handverfahroptionen** öffnen.  
(>>> 4.13.1 "Fenster Handverfahroptionen" Seite 65)
  2. Um die Verfahrtart "Verfahrtasten" zu aktivieren:  
In der Registerkarte **Tasten** die Checkbox **Tasten aktivieren** aktivieren.  
Um die Verfahrtart "Space Mouse" zu aktivieren:  
In der Registerkarte **Maus** die Checkbox **Maus aktivieren** aktivieren.

**Beschreibung** Die beiden Verfahrtarten "Verfahrtasten" und "Space Mouse" können gleichzeitig aktiviert sein. Wenn man den Roboter mit den Tasten verfährt, ist dann die Space Mouse gesperrt, bis der Roboter wieder still steht. Wenn man die Space Mouse betätigt, sind die Tasten gesperrt.

#### 4.13.3 Hand-Override (HOV) einstellen

**Beschreibung** Der Hand-Override bestimmt die Geschwindigkeit des Roboters beim manuellen Verfahren. Welche Geschwindigkeit der Roboter bei 100 % Hand-Over-

ride tatsächlich erreicht, ist abhängig von verschiedenen Faktoren, u. a. vom Robotertyp. Die Geschwindigkeit kann jedoch 250 mm/s nicht übersteigen.

- Vorgehensweise**
1. Die Statusanzeige **POV/HOV** berühren. Das Fenster **Overrides** öffnet sich.
  2. Den gewünschten Hand-Override einstellen. Er kann entweder über die Plus-Minus-Tasten oder über den Regler eingestellt werden.
    - Plus-Minus-Tasten: Einstellung möglich in den Schritten 100%, 75%, 50%, 30%, 10%, 3%, 1%
    - Regler: Der Override kann in 1%-Schritten geändert werden.
  3. Die Statusanzeige **POV/HOV** erneut berühren. (Oder den Bereich außerhalb des Fensters berühren.)
- Das Fenster schließt sich und der gewählte Override wird übernommen.



Im Fenster **Overrides** kann über **Optionen** das Fenster **Handverfahrenoptionen** geöffnet werden.

- Alternative Vorgehensweise**
- Alternativ kann der Override mit der Plus-Minus-Taste rechts am smartPAD eingestellt werden.  
Einstellung möglich in den Schritten 100%, 75%, 50%, 30%, 10%, 3%, 1%.

#### 4.13.4 Werkzeug und Basis auswählen

- Beschreibung**
- In der Robotersteuerung können maximal 16 TOOL- und 32 BASE-Koordinatensysteme gespeichert sein. Für das kartesische Verfahren müssen ein Werkzeug (TOOL-Koordinatensystem) und eine Basis (BASE-Koordinaten- system) ausgewählt werden.
- Vorgehensweise**
1. Die Statusanzeige **Werkzeug/Basis** berühren. Das Fenster **Akt. Basis/Wkzg.** öffnet sich.
  2. Das gewünschte Werkzeug und die gewünschte Basis auswählen.
  3. Das Fenster schließt sich und die Auswahl wird übernommen.

#### 4.13.5 Mit Verfahrtasten achsspezifisch verfahren

- Voraussetzung**
- Die Verfahrtart "Verfahrtasten" ist aktiv.
  - Betriebsart T1
- Vorgehensweise**
1. Als Koordinatensystem für die Verfahrtasten **Achsen** auswählen.
  2. Hand-Override einstellen.
  3. Zustimmungsschalter drücken und halten.  
Neben den Verfahrtasten werden die Achsen A1 bis A6 angezeigt.
  4. Auf die Plus- oder Minus-Verfahrtaste drücken, um eine Achse in positiver oder negativer Richtung zu bewegen.



Die Position des Roboters beim Verfahren kann eingeblendet werden: Im Hauptmenü **Anzeige > Istposition** wählen.

#### 4.13.6 Mit Verfahrtasten kartesisch verfahren

- Voraussetzung**
- Die Verfahrtart "Verfahrtasten" ist aktiv.
  - Betriebsart T1
  - Werkzeug und Basis sind ausgewählt.  
(>>> 4.13.4 "Werkzeug und Basis auswählen" Seite 70)

- Vorgehensweise**
1. Als Koordinatensystem für die Verfahrtasten **Welt**, **Basis** oder **Werkzeug** auswählen.
  2. Hand-Override einstellen.
  3. Zustimmungsschalter drücken und halten.  
Neben den Verfahrtasten werden folgende Bezeichnungen angezeigt:
    - **X, Y, Z**: für die linearen Bewegungen entlang der Achsen des gewählten Koordinatensystems
    - **A, B, C**: für die rotatorischen Bewegungen um die Achsen des gewählten Koordinatensystems
  4. Auf die Plus- oder Minus-Verfahrtaste drücken, um den Roboter in positiver oder negativer Richtung zu bewegen.



Die Position des Roboters beim Verfahren kann eingeblendet werden: Im Hauptmenü **Anzeige > Istposition** wählen.

#### 4.13.7 Space Mouse konfigurieren

- Vorgehensweise**
1. Das Fenster **Handverfahroptionen** öffnen und die Registerkarte **Maus** wählen.  
(>>> 4.13.1 "Fenster Handverfahroptionen" Seite 65)
  2. Gruppe **Mauseinstellungen**:
    - Checkbox **Dominant**: Den Dominantmodus wie gewünscht ein- oder ausschalten.
    - Optionsfeld **6D/XYZ/ABC**: Auswählen, ob der TCP translatorisch, rotatorisch oder auf beide Arten bewegt werden kann.
  3. Das Fenster **Handverfahroptionen** schließen.

#### Beschreibung

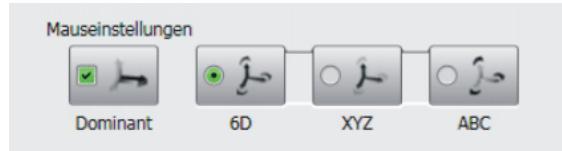


Abb. 4-19: Mauseinstellungen

##### Checkbox **Dominant**:

Abhängig vom Dominantmodus können mit der Space Mouse nur eine Achse oder mehrere Achsen gleichzeitig bewegt werden.

Checkbox	Beschreibung
Aktiv	Der Dominantmodus ist eingeschaltet. Nur die Achse, die über die Space Mouse die größte Auslenkung erfährt, wird verfahren.
Inaktiv	Der Dominantmodus ist ausgeschaltet. Je nach Achsauswahl können 3 oder 6 Achsen gleichzeitig bewegt werden.

Option	Beschreibung
<b>6D</b>	<p>Der Roboter kann durch Ziehen, Drücken, Drehen und Kippen der Space Mouse bewegt werden.</p> <p>Beim kartesischen Verfahren sind folgende Bewegungen möglich:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Translatorische Bewegungen in X-, Y- und Z-Richtung</li><li>■ Rotatorische Bewegungen um die X-, Y- und Z-Achse</li></ul>
<b>XYZ</b>	<p>Der Roboter kann nur durch Ziehen oder Drücken der Space Mouse bewegt werden.</p> <p>Beim kartesischen Verfahren sind folgende Bewegungen möglich:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Translatorische Bewegungen in X-, Y- und Z-Richtung</li></ul>
<b>ABC</b>	<p>Der Roboter kann nur durch Drehen oder Kippen der Space Mouse bewegt werden.</p> <p>Beim kartesischen Verfahren sind folgende Bewegungen möglich:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Rotatorische Bewegungen um die X-, Y- und Z-Achse</li></ul>

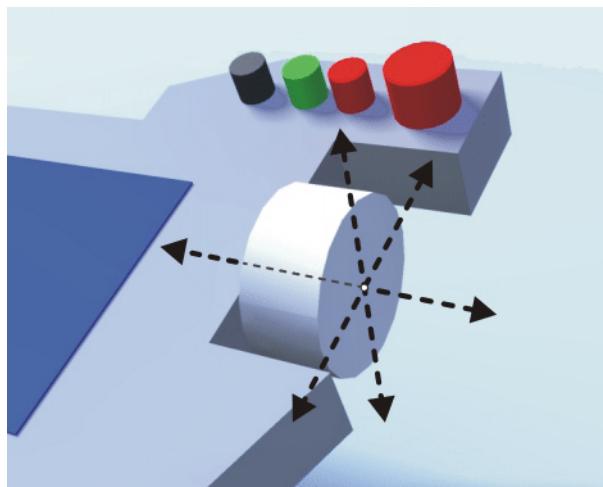
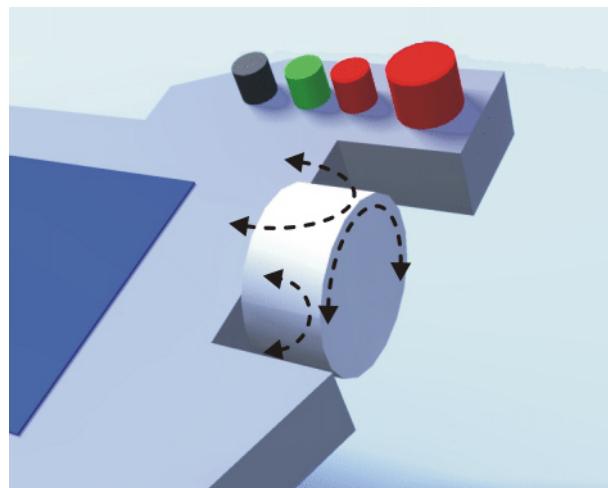


Abb. 4-20: Space Mouse ziehen und drücken



**Abb. 4-21: Space Mouse drehen und kippen**

#### 4.13.8 Ausrichtung der Space Mouse festlegen

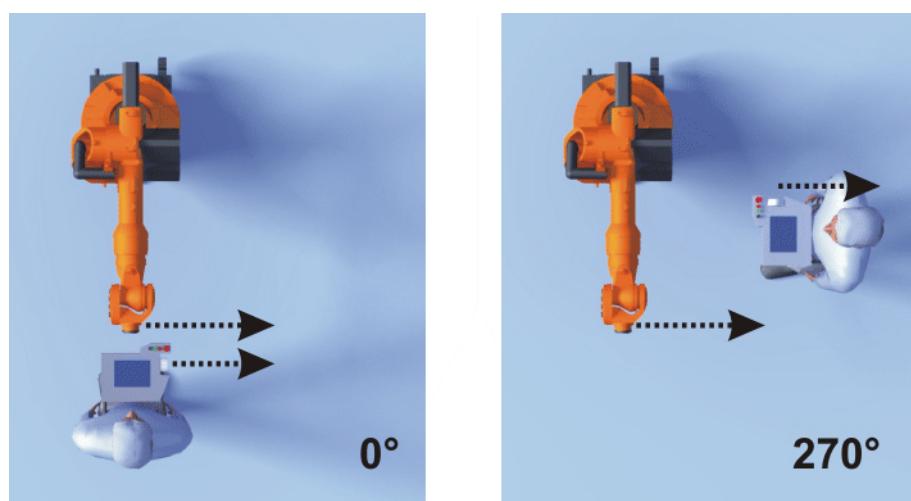
##### Beschreibung

Die Funktion der Space Mouse kann an den Standort des Benutzers angepasst werden, damit die Verfahrrichtung des TCP der Auslenkung der Space Mouse entspricht.

Der Standort des Benutzers wird in Grad angegeben. Die Bezugspunkt für die Gradangabe ist der Anschlusskasten am Grundgestell. Die Position des Roboterarms oder der Achsen ist irrelevant.

Default-Einstellung: 0°. Dies entspricht einem Benutzer, der gegenüber vom Anschlusskasten steht.

Beim Umschalten in die Betriebsart Automatik Extern wird die Ausrichtung der Space Mouse automatisch auf 0° zurückgesetzt.



**Abb. 4-22: Space Mouse: 0° und 270°**

##### Voraussetzung

- Betriebsart T1

##### Vorgehensweise

1. Das Fenster **Handverfahroptionen** öffnen und die Registerkarte **Kcp Pos.** wählen.



**Abb. 4-23: Ausrichtung der Space Mouse festlegen**

2. Das smartPAD auf die Position ziehen, die dem Standort des Benutzers entspricht. (Schritteinteilung = 45°)
3. Das Fenster **Handverfahroptionen** schließen.

#### 4.13.9 Mit Space Mouse kartesisch verfahren

##### Voraussetzung

- Die Verfahrtart "Space Mouse" ist aktiv.
- Betriebsart T1
- Werkzeug und Basis sind ausgewählt.  
(>>> 4.13.4 "Werkzeug und Basis auswählen" Seite 70)
- Die Space Mouse ist konfiguriert.  
(>>> 4.13.7 "Space Mouse konfigurieren" Seite 71)
- Die Ausrichtung der Space Mouse ist festgelegt.  
(>>> 4.13.8 "Ausrichtung der Space Mouse festlegen" Seite 73)

##### Vorgehensweise

1. Als Koordinatensystem für die Space Mouse **Welt**, **Basis** oder **Werkzeug** auswählen.
2. Hand-Override einstellen.
3. Zustimmungsschalter drücken und halten.
4. Roboter mit der Space Mouse in die gewünschte Richtung bewegen.



Die Position des Roboters beim Verfahren kann eingeblendet werden: Im Hauptmenü **Anzeige > Istposition** wählen.

#### 4.13.10 Inkrementelles Handverfahren

##### Beschreibung

Das inkrementelle Handverfahren ermöglicht es, den Roboter um eine definierte Distanz zu bewegen, z. B. um 10 mm oder 3°. Danach stoppt der Roboter selbstständig.

Das inkrementelle Handverfahren kann beim Verfahren mit den Verfahrtasten zugeschaltet werden. Beim Verfahren mit der Space Mouse ist das inkrementelle Handverfahren nicht möglich.

Anwendungsbereiche:

- Positionieren von Punkten in gleichen Abständen
- Herausfahren aus einer Position um eine definierte Distanz, z. B. im Fehlerfall
- Justage mit der Messuhr

Folgende Optionen stehen zur Verfügung:

Einstellung	Beschreibung
<b>Kontinuierlich</b>	Das inkrementelle Handverfahren ist ausgeschaltet.
<b>100mm / 10°</b>	1 Inkrement = 100 mm oder 10°
<b>10mm / 3°</b>	1 Inkrement = 10 mm oder 3°
<b>1mm / 1°</b>	1 Inkrement = 1 mm oder 1°
<b>0,1mm / 0,005°</b>	1 Inkrement = 0,1 mm oder 0,005°

Inkremente in mm:

- Gültig beim kartesischen Verfahren in X-, Y- oder Z-Richtung.

Inkremente in Grad:

- Gültig beim kartesischen Verfahren in A-, B- oder C-Richtung.
- Gültig beim achsspezifischen Verfahren.

#### Voraussetzung

- Die Verfahrtart "Verfahrtasten" ist aktiv.
- Betriebsart T1

#### Vorgehensweise

1. In der Statusleiste die Inkrementgröße auswählen.
  2. Den Roboter mit den Verfahrtasten verfahren. Er kann kartesisch oder achsspezifisch verfahren werden.
- Wenn das eingestellte Inkrement erreicht ist, stoppt der Roboter.

Wenn die Roboterbewegung unterbrochen wird, z. B. durch Loslassen des Zustimmungsschalters, wird bei der nächsten Bewegung das unterbrochene Inkrement nicht fortgesetzt, sondern ein neues Inkrement begonnen.

### 4.14 Zusatzachsen manuell verfahren

Zusatzachsen können nicht mit der Space Mouse verfahren werden. Wenn die Verfahrtart "Space Mouse" ausgewählt ist, kann nur der Roboter mit der Space Mouse verfahren werden. Die Zusatzachsen müssen dagegen mit den Verfahrtasten verfahren werden.

#### Voraussetzung

- Die Verfahrtart "Verfahrtasten" ist aktiv.
- Betriebsart T1

#### Vorgehensweise

1. Im Fenster **Handverfahroptionen** in der Registerkarte **Tasten** die gewünschte Kinematikgruppe auswählen, z. B. **Zusatzachsen**.  
Die Art und Anzahl der zur Verfügung stehenden Kinematikgruppen ist abhängig von der Anlagenkonfiguration.
2. Hand-Override einstellen.
3. Zustimmungsschalter drücken und halten.  
Neben den Verfahrtasten werden die Achsen der gewählten Kinematikgruppe angezeigt.
4. Auf die Plus- oder Minus-Verfahrtaste drücken, um eine Achse in positiver oder negativer Richtung zu bewegen.

#### Beschreibung

Abhängig von der Anlagenkonfiguration können folgende Kinematikgruppen zur Verfügung stehen:

Kinematikgruppe	Beschreibung
<b>Roboterachsen</b>	Mit den Verfahrtasten können die Roboterachsen verfahren werden. Die Zusatzachsen können nicht verfahren werden.
<b>Zusatzachsen</b>	Mit den Verfahrtasten können alle konfigurierten Zusatzachsen verfahren werden, z. B. die Zusatzachsen E1 ... E5.
<b>NAME / Externe Kinematikgruppe n</b>	Mit den Verfahrtasten können die Achsen einer externen Kinematikgruppe verfahren werden. Der Name wird übernommen aus der Systemvariablen \$ETn_NAME (n = Nummer der externen Kinematik). Wenn \$ETn_NAME leer ist, wird als Default-Name <b>Externe Kinematikgruppe n</b> angezeigt.
[Benutzerdefinierte Kinematikgruppe]	Mit den Verfahrtasten können die Achsen einer benutzerdefinierten Kinematikgruppe verfahren werden. Der Name entspricht dem Namen der benutzerdefinierten Kinematikgruppe.

## 4.15 Arbeitsraumüberwachung überbrücken

- Beschreibung** Für einen Roboter können Arbeitsräume konfiguriert sein. Arbeitsräume dienen dem Anlagenschutz.  
Es gibt 2 Arten von Arbeitsräumen:
- Der Arbeitsraum ist ein nicht erlaubter Bereich.  
Der Roboter darf sich nur außerhalb des Arbeitsraums bewegen.
  - Nur der Arbeitsraum ist ein erlaubter Bereich.  
Der Roboter darf sich nicht außerhalb des Arbeitsraums bewegen.
- Welche Reaktionen auftreten, wenn der Roboter einen Arbeitsraum verletzt, ist abhängig von der Konfiguration.  
Die Reaktion kann beispielsweise sein, dass der Roboter stoppt und eine Meldung ausgegeben wird. In diesem Fall muss die Arbeitsraumüberwachung überbrückt werden. Dann kann der Roboter wieder aus dem nicht erlaubten Raum herausgefahren werden.
- Voraussetzung**
- Benutzergruppe Experte
  - Betriebsart T1
- Vorgehensweise**
1. Im Hauptmenü **Konfiguration > Extras > Arbeitsraumüberwachung > Überbrücken** wählen.
  2. Den Roboter manuell aus dem nicht erlaubten Raum herausfahren.  
Wenn der Roboter den nicht erlaubten Raum verlassen hat, ist die Arbeitsraumüberwachung automatisch wieder aktiv.

## 4.16 Anzeigefunktionen

### 4.16.1 Energieverbrauch messen und anzeigen

- Beschreibung** Der Gesamt-Energieverbrauch von Roboter und Robotersteuerung kann auf der smartHMI angezeigt werden. Voraussetzung ist, dass die Verbrauchsmessung für den verwendeten Robotertyp möglich ist.

Die Verbräuche optionaler Komponenten der Robotersteuerung (z. B. US1, US2 usw.) und von anderen Steuerungen werden nicht betrachtet. Angezeigt wird immer der Verbrauch der letzten 60 min seit dem letzten Kaltstart. Darüber hinaus hat der Benutzer die Möglichkeit, selber Messungen zu starten und zu stoppen.

Die Verbrauchswerte können getraced werden. Hierfür steht die vordefinierte Konfiguration Tracedef\_KRC\_EnergyCalc zur Verfügung.

Außerdem können die Daten mit PROFIdenergy an eine übergeordnete Steuerung übertragen werden. PROFIdenergy ist Bestandteil von KR C4 PROFINET.

Es gibt 2 Möglichkeiten, um Messungen zu starten und zu stoppen:

- Im Fenster **Energieverbrauch** ([>>> Abb. 4-24](#))
- Über KRL

#### Voraussetzung

- Die Verbrauchsmessung ist für den verwendeten Robotertyp möglich.

Wenn nicht, sind die Felder im Fenster **Energieverbrauch** gegraut.

#### Vorgehensweise

Eine Messung im Fenster **Energieverbrauch** starten und stoppen:

1. Im Hauptmenü **Anzeige > Energieverbrauch** wählen. Das Fenster **Energieverbrauch** öffnet sich.
2. Bei Bedarf das Häkchen bei **Aktualisieren** setzen.
3. Auf **Messung starten** drücken. Rechts neben der obersten Zeile zeigt jetzt ein roter Punkt an, dass eine Messung läuft.
4. Um die Messung zu stoppen, auf **Messung stoppen** drücken. Das Ergebnis wird angezeigt.

Eine Messung über KRL starten und stoppen:

1. Die Messung über \$ENERGY\_MEASURING.ACTIVE = TRUE starten (über KRL-Programm oder Variablenkorrektur möglich). Die Messung startet.
2. Im Hauptmenü **Anzeige > Energieverbrauch** wählen. Das Fenster **Energieverbrauch** öffnet sich. Rechts neben der obersten Zeile wird die laufende Messung durch einen roten Punkt angezeigt.
3. Bei Bedarf das Häkchen bei **Aktualisieren** setzen.
4. Die Messung über \$ENERGY\_MEASURING.ACTIVE = FALSE stoppen.

Das Fenster **Energieverbrauch** kann auch unabhängig von der Messung geöffnet werden. Die oberste Zeile zeigt immer das Ergebnis der laufenden oder der letzten Messung an.

#### Eigenschaften Messung

- Eine gestartete Messung läuft, bis sie gestoppt wird. Dies ist unabhängig davon, ob das Fenster **Energieverbrauch** geöffnet oder geschlossen ist.
- Eine Messung, die über KRL gestartet wurden, kann sowohl über KRL als auch über **Messung stoppen** gestoppt werden.
- Eine Messung, die über **Messung starten** gestartet wurde, kann nur über **Messung stoppen** gestoppt werden, so lange das Fenster **Energieverbrauch** geöffnet bleibt. Wenn versucht wird, die Messung über KRL zu stoppen, zeigt die Robotersteuerung folgende Meldung an: *Die Energiemessung kann aktuell nicht gestoppt werden.*

Wenn das Fenster **Energieverbrauch** wieder geschlossen wird, kann die Messung auch über KRL gestoppt werden. Dies verhindert, dass eine im Fenster **Energieverbrauch** gestartete Messung dauerhaft Messungen über KRL blockiert.

- Eine Messung zu starten, während bereits eine Messung läuft, ist nicht möglich. Die Robotersteuerung zeigt dann folgende Meldung an: *Eine*

Energiemessung ist schon aktiv. Die laufende Messung muss erst gestoppt werden.



Abb. 4-24: Fenster Energieverbrauch

Pos.	Beschreibung
1	Ergebnisse der Messungen, die der Benutzer gestartet hat Es werden die letzten 3 Ergebnisse angezeigt. Das jüngste Ergebnis wird in der obersten Zeile angezeigt. Wenn gerade eine Messung läuft, wird dies durch einen roten Punkt rechts neben der Zeile angezeigt.
2	Energieverbrauch in den letzten 60 min seit dem letzten Kaltstart
3	Startet eine Messung. <b>Messung starten</b> steht nicht zur Verfügung, wenn gerade eine Messung läuft.
4	Stoppt eine laufende Messung. Wie die Messung gestartet wurde, ob über <b>Messung starten</b> oder über KRL, spielt keine Rolle.
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mit Häkchen: Während eine Messung läuft, wird die Ergebnisanzeige laufend aktualisiert.</li> <li>■ Ohne Häkchen: Während eine Messung läuft, bleibt in der Anzeige der zuletzt aktualisierte Wert stehen. Erst nach dem Stoppen der Messung wird das Ergebnis angezeigt.</li> </ul>

#### 4.16.2 Istposition anzeigen

- Vorgehensweise**
1. Im Hauptmenü **Anzeige > Istposition** wählen. Die kartesische Istposition wird angezeigt.
  2. Um die achsspezifische Istposition anzuzeigen, auf **Achsspezifisch** drücken.
  3. Um wieder die kartesische Istposition anzuzeigen, auf **Kartesisch** drücken.

**Beschreibung**

**Istposition kartesisch:**

Die aktuelle Position (X, Y, Z) und Orientierung (A, B, C) des TCP werden angezeigt. Außerdem werden Status und Turn angezeigt.

**Istposition achsspezifisch:**

Die aktuelle Position der Achsen A1 bis A6 wird angezeigt. Wenn Zusatzachsen vorhanden sind, wird auch die Position der Zusatzachsen angezeigt.

Die Istposition kann auch angezeigt werden, während der Roboter verfährt.

Roboterposition (Achsspezifisch)			
	Achse	Pos. [deg, mm]	Motor [deg]
1	A1	0,00	0,00
2	A2	-90,00	11249,92
3	A3	90,00	11249,49
4	A4	0,00	0,00
5	A5	0,00	0,00
6	A6	0,00	0,00

Abb. 4-25: Istposition achsspezifisch

#### 4.16.3 Digitale Ein-/Ausgänge anzeigen

##### Vorgehensweise

1. Im Hauptmenü **Anzeige > Ein-/Ausgänge > Digitale E/A** wählen.
2. Um einen bestimmten Ein-/Ausgang anzuzeigen:
  - Auf die Schaltfläche **Gehe zu** drücken. Das Feld **Gehe zu:** wird angezeigt.
  - Die Nummer eingeben und mit der Eingabe-Taste bestätigen.  
Die Anzeige springt zu dem Ein-/Ausgang mit dieser Nummer.

##### Beschreibung



Digitale E/A			
Nr.	Wert	Zustand	Name
139	<input type="radio"/>		Eingang
140	<input type="radio"/>	SYS	Eingang
141	<input type="radio"/>		Eingang
142	<input checked="" type="radio"/>	SIM	Eingang
143	<input type="radio"/>		Eingang
144	<input type="radio"/>		Eingang

Eingänge
Ausgänge

-100
+100

Gehe zu
Wert

Name

Abb. 4-26: Digitale Eingänge

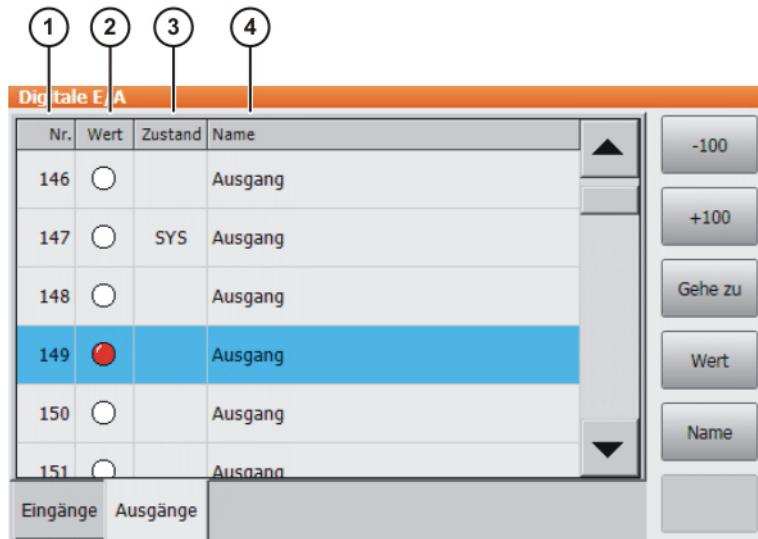


Abb. 4-27: Digitale Ausgänge

Pos.	Beschreibung
1	Nummer des Ein-/Ausgangs
2	Wert des Ein-/Ausgangs. Wenn ein Ein- oder Ausgang TRUE ist, ist er rot markiert.
3	Eintrag SIM: Der Ein-/Ausgang ist simuliert. Eintrag SYS: Der Wert des Ein-/Ausgangs ist einer Systemvariablen gespeichert. Dieser Ein-/Ausgang ist schreibgeschützt.
4	Name des Ein-/Ausgangs

Folgende Schaltflächen stehen zur Verfügung:

Schaltfläche	Beschreibung
-100	Schaltet in der Anzeige 100 Ein- oder Ausgänge zurück.
+100	Schaltet in der Anzeige 100 Ein- oder Ausgänge weiter.
Gehe zu	Die Nummer des gesuchten Ein- oder Ausgangs kann eingegeben werden.
Wert	Schaltet den markierten Ein- oder Ausgang zwischen TRUE und FALSE um. Voraussetzung: Der Zustimmungsschalter ist gedrückt.  In der Betriebsart AUT EXT steht diese Schaltfläche nicht zur Verfügung und für Eingänge nur dann, wenn die Simulation eingeschaltet ist.
Name	Der Name des markierten Ein- oder Ausgangs kann geändert werden.

#### 4.16.4 Analoge Ein-/Ausgänge anzeigen

##### Vorgehensweise

1. Im Hauptmenü **Anzeige > Ein-/Ausgänge > Analoge E/A** wählen.
2. Um einen bestimmten Ein-/Ausgang anzuzeigen:
  - Auf die Schaltfläche **Gehe zu** drücken. Das Feld **Gehe zu:** wird angezeigt.
  - Die Nummer eingeben und mit der Eingabe-Taste bestätigen. Die Anzeige springt zu dem Ein-/Ausgang mit dieser Nummer.

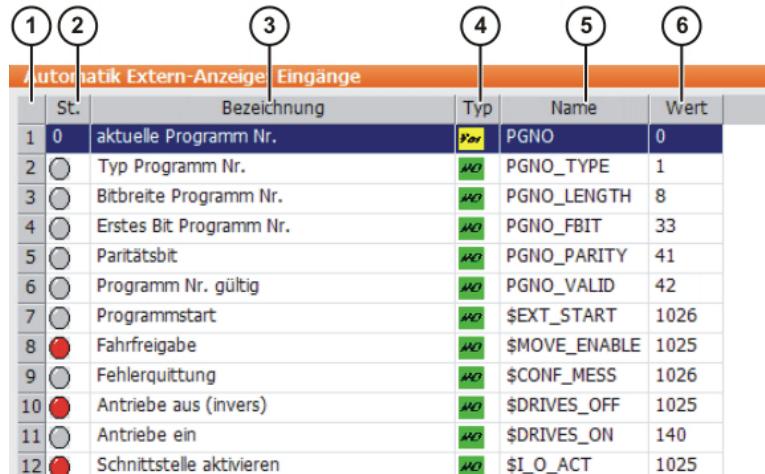
Folgende Schaltflächen stehen zur Verfügung:

Schaltfläche	Beschreibung
<b>Gehe zu</b>	Die Nummer des gesuchten Ein- oder Ausgangs kann eingegeben werden.
<b>Spannung</b>	Für den markierten Ausgang kann eine Spannung eingegeben werden. ■ -10 ... 10 V Diese Schaltfläche steht nur für Ausgänge zur Verfügung.
<b>Name</b>	Der Name des markierten Ein-/Ausgangs kann geändert werden.

#### 4.16.5 Ein-/Ausgänge für Automatik Extern anzeigen

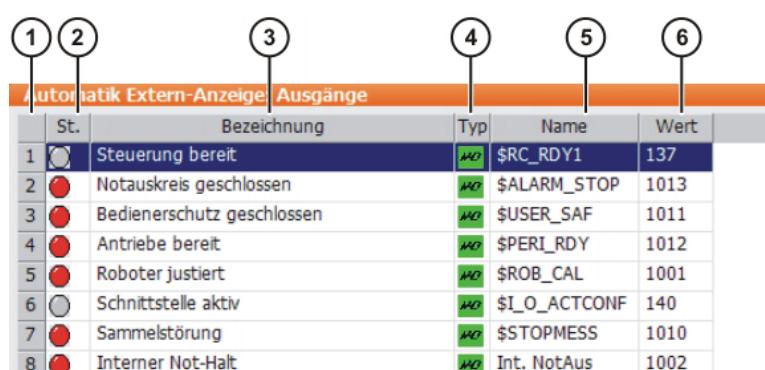
**Vorgehensweise** ■ Im Hauptmenü **Anzeige > Ein-/Ausgänge > Automatik Extern** wählen.

##### Beschreibung



St.	Bezeichnung	Typ	Name	Wert
1	aktuelle Programm Nr.	Var	PGNO	0
2	Typ Programm Nr.	MO	PGNO_TYPE	1
3	Bitbreite Programm Nr.	MO	PGNO_LENGTH	8
4	Erstes Bit Programm Nr.	MO	PGNO_FBIT	33
5	Paritätsbit	MO	PGNO_PARITY	41
6	Programm Nr. gültig	MO	PGNO_VALID	42
7	Programmstart	MO	\$EXT_START	1026
8	Fahrffreigabe	MO	\$MOVE_ENABLE	1025
9	Fehlerquittung	MO	\$CONF_MESS	1026
10	Antriebe aus (invers)	MO	\$DRIVES_OFF	1025
11	Antriebe ein	MO	\$DRIVES_ON	140
12	Schnittstelle aktivieren	MO	\$I_O_ACT	1025

Abb. 4-28: Eingänge Automatik Extern (Detailanzeige)



St.	Bezeichnung	Typ	Name	Wert
1	Steuerung bereit	MO	\$RC_RDY1	137
2	Notauskreis geschlossen	MO	\$ALARM_STOP	1013
3	Bedienerschutz geschlossen	MO	\$USER_SAF	1011
4	Antriebe bereit	MO	\$PERI_RDY	1012
5	Roboter justiert	MO	\$ROB_CAL	1001
6	Schnittstelle aktiv	MO	\$I_O_ACTCONF	140
7	Sammelstörung	MO	\$STOPMESS	1010
8	Interner Not-Halt	MO	Int. NotAus	1002

Abb. 4-29: Ausgänge Automatik Extern (Detailanzeige)

Pos.	Beschreibung
1	Nummer
2	Status ■ Grau: Inaktiv (FALSE) ■ Rot: Aktiv (TRUE)
3	Langtext-Name des Ein-/Ausgangs

Pos.	Beschreibung
4	Typ <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Grün:</b> Ein-/Ausgang</li> <li>■ <b>Gelb:</b> Variable oder Systemvariable (\$...)</li> </ul>
5	Name des Signals oder der Variable
6	Ein-/Ausgangsnummer oder Kanalnummer

Die Spalten 4, 5 und 6 werden nur angezeigt, wenn **Details** gedrückt wurde.  
Folgende Schaltflächen stehen zur Verfügung:

Schaltfläche	Beschreibung
<b>Konfig.</b>	Schaltet zur Konfiguration für Automatik Extern um.
<b>Eingänge/Ausgänge</b>	Schaltet zwischen den Fenstern für Eingänge und Ausgänge um.
<b>Details/Normal</b>	Schaltet zwischen den Ansichten <b>Details</b> und <b>Normal</b> um.

#### 4.16.6 Zyklische Flags anzeigen

##### Vorgehensweise

1. Im Hauptmenü **Anzeige > Variable > Zyklische Flags** wählen. Das Fenster **Zyklische Flags** öffnet sich.
2. Um ein bestimmtes Flag anzuzeigen:
  - Auf die Schaltfläche **Gehe zu** drücken. Das Feld **Gehe zu:** wird angezeigt.
  - Die Nummer eingeben und mit der Eingabe-Taste bestätigen.
 Die Anzeige springt zu dem Flag mit dieser Nummer.

##### Beschreibung

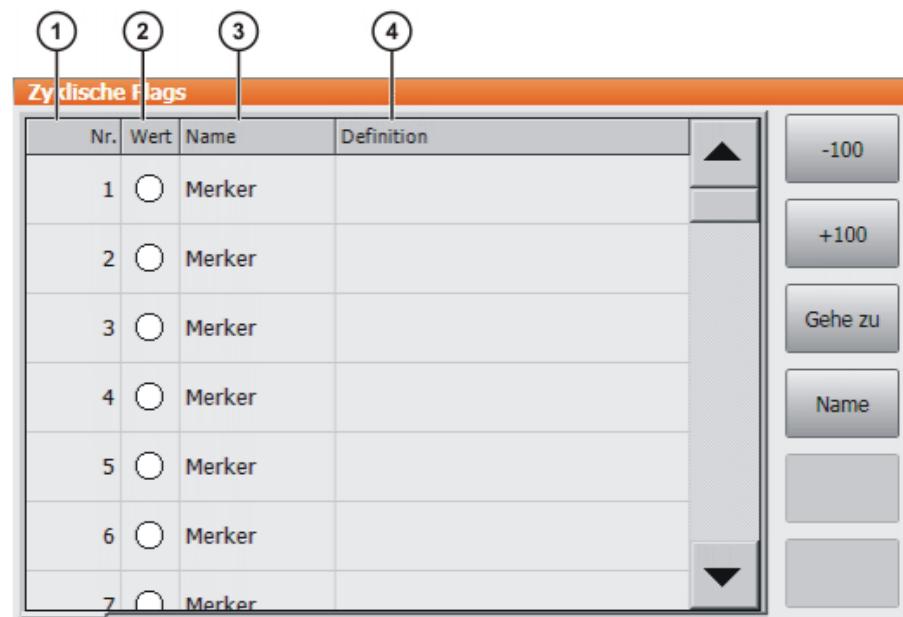


Abb. 4-30: Zyklische Flags

Pos.	Beschreibung
1	Nummer des Flags
2	Wert des Flags. Wenn ein Flag gesetzt ist, ist es rot markiert.

Pos.	Beschreibung
3	Name des Flags
4	Hier wird angezeigt, mit welchen Bedingungen das Setzen eines zyklischen Flags verknüpft ist.

Folgende Schaltflächen stehen zur Verfügung:

Schaltfläche	Beschreibung
-100	Schaltet in der Anzeige 100 Flags zurück.
+100	Schaltet in der Anzeige 100 Flags weiter.
Gehe zu	Die Nummer des gesuchten Flags kann eingegeben werden.
Name	Der Name des markierten Flags kann geändert werden.

#### 4.16.7 Flags anzeigen

##### Vorgehensweise

1. Im Hauptmenü **Anzeige > Variable > Flags** wählen. Das Fenster **Flags** öffnet sich.
2. Um ein bestimmtes Flag anzuzeigen:
  - Auf die Schaltfläche **Gehe zu** drücken. Das Feld **Gehe zu:** wird angezeigt.
  - Die Nummer eingeben und mit der Eingabe-Taste bestätigen.  
Die Anzeige springt zu dem Flag mit dieser Nummer.

##### Beschreibung

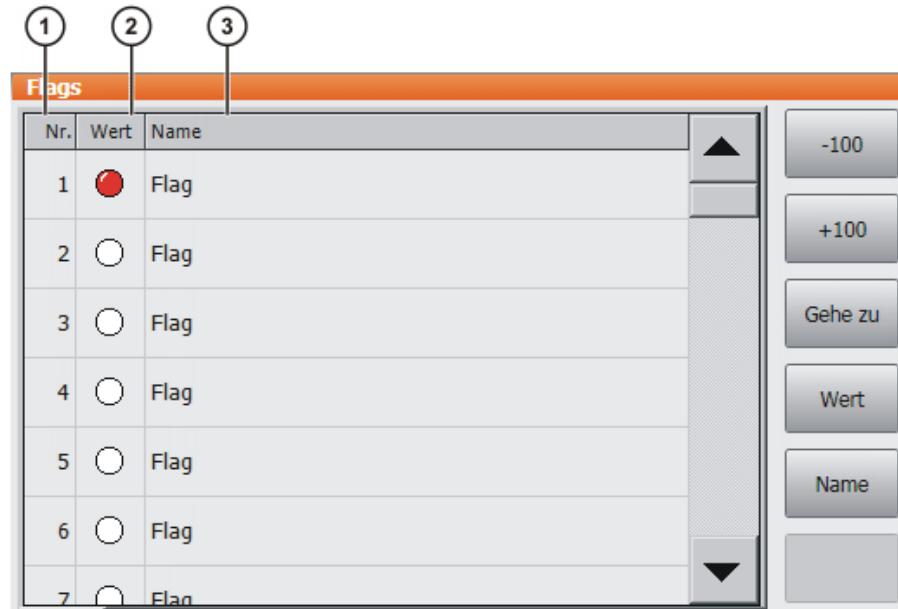


Abb. 4-31: Flags

Pos.	Beschreibung
1	Nummer des Flags
2	Wert des Flags. Wenn ein Flag gesetzt ist, ist es rot markiert.
3	Name des Flags

Folgende Schaltflächen stehen zur Verfügung:

Schaltfläche	Beschreibung
-100	Schaltet in der Anzeige 100 Flags zurück.
+100	Schaltet in der Anzeige 100 Flags weiter.
Gehe zu	Die Nummer des gesuchten Flags kann eingegeben werden.
Wert	Schaltet das markierte Flag zwischen TRUE und FALSE um. Voraussetzung: Der Zustimmungsschalter ist gedrückt.  In der Betriebsart AUT EXT steht diese Schaltfläche nicht zur Verfügung.
Name	Der Name des markierten Flags kann geändert werden.

#### 4.16.8 Zähler anzeigen

##### Vorgehensweise

1. Im Hauptmenü **Anzeige > Variable > Zähler** wählen. Das Fenster **Zähler** öffnet sich.
2. Um einen bestimmten Zähler anzuzeigen:
  - Auf die Schaltfläche **Gehe zu** drücken. Das Feld **Gehe zu:** wird angezeigt.
  - Die Nummer eingeben und mit der Eingabe-Taste bestätigen.  
Die Anzeige springt zu dem Zähler mit dieser Nummer.

##### Beschreibung

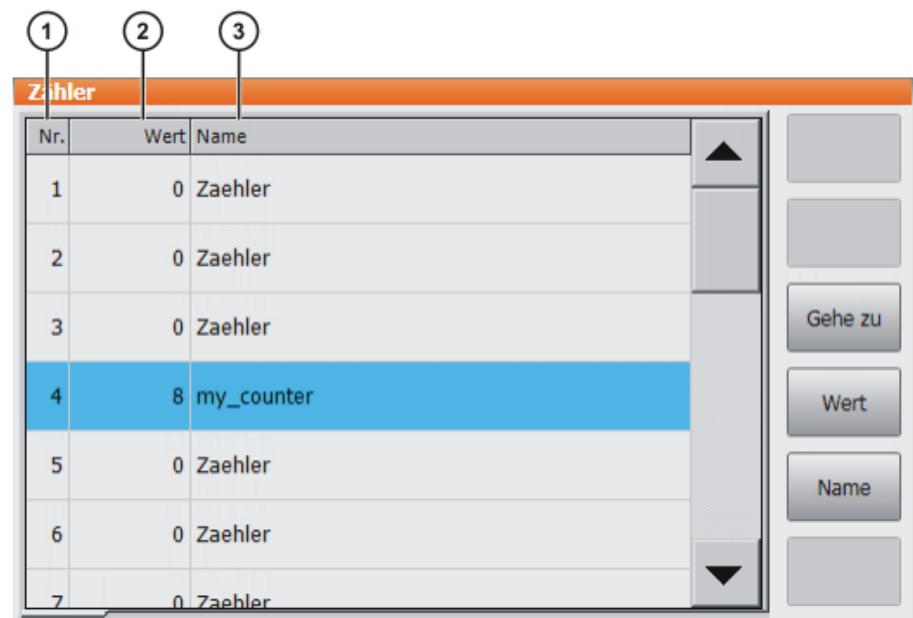


Abb. 4-32: Zähler

Pos.	Beschreibung
1	Nummer des Zählers
4	Wert des Zählers
5	Name des Zählers

Folgende Schaltflächen stehen zur Verfügung:

Schaltfläche	Beschreibung
Gehe zu	Die Nummer des gesuchten Zählers kann eingegeben werden.
Wert	Für den markierten Zähler kann ein Wert eingegeben werden.
Name	Der Name des markierten Zählers kann geändert werden.

#### 4.16.9 Timer anzeigen

##### Vorgehensweise

1. Im Hauptmenü **Anzeige > Variable > Timer** wählen. Das Fenster **Timer** öffnet sich.
2. Um einen bestimmten Timer anzuzeigen:
  - Auf die Schaltfläche **Gehe zu** drücken. Das Feld **Gehe zu:** wird angezeigt.
  - Die Nummer eingeben und mit der Eingabe-Taste bestätigen.
 Die Anzeige springt zu dem Timer mit dieser Nummer.

##### Beschreibung

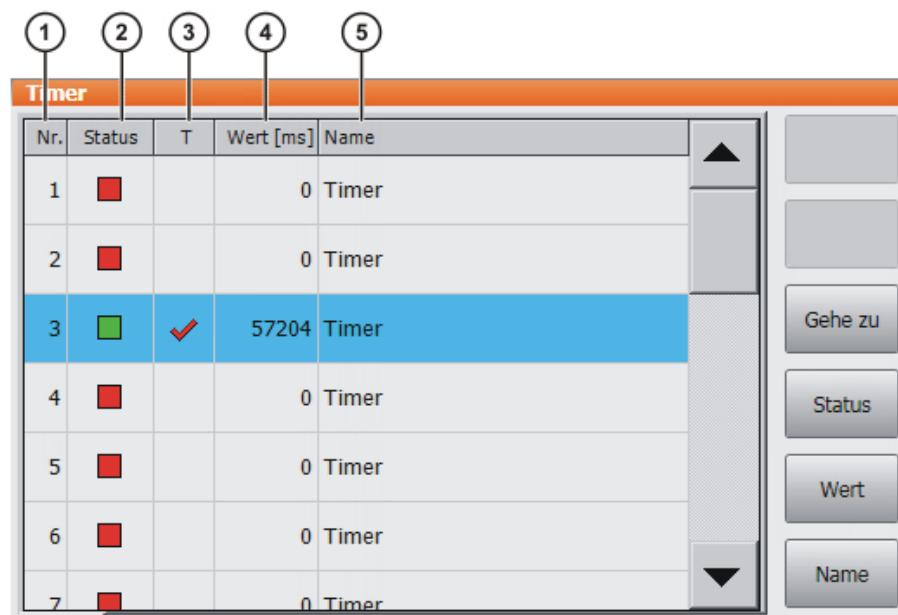


Abb. 4-33: Timer

Pos.	Beschreibung
1	Nummer des Timers
2	Status des Timers <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wenn der Timer aktiviert ist, ist er grün markiert.</li> <li>■ Wenn der Timer deaktiviert ist, ist er rot markiert.</li> </ul>
3	Zustand des Timers <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wenn der Wert des Timers <math>&gt; 0</math> ist, wird das Timer-Flag gesetzt (roter Haken).</li> <li>■ Wenn der Wert des Timers <math>\leq 0</math> ist, wird kein Timer-Flag gesetzt.</li> </ul>
4	Wert des Timers (Einheit: ms)
5	Name des Timers

Folgende Schaltflächen stehen zur Verfügung:

Schaltfläche	Beschreibung
<b>Gehe zu</b>	Die Nummer des gesuchten Timers kann eingegeben werden.
<b>Status</b>	Schaltet den markierten Timer zwischen TRUE und FALSE um. Voraussetzung: Der Zustimmungsschalter ist gedrückt.
<b>Wert</b>	Für den markierten Timer kann ein Wert eingegeben werden.
<b>Name</b>	Der Name des markierten Timers kann geändert werden.

#### 4.16.10 Vermessungsdaten anzeigen

- Vorgehensweise**
1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Vermessen > Messpunkte** wählen und den gewünschten Menüpunkt auswählen:
    - **Werkzeugtyp**
    - **Basistyp**
    - **Externe Achse**
  2. Nummer des Werkzeugs, der Basis oder der externen Kinematik eingeben.  
Die Vermessungsmethode und die Vermessungsdaten werden angezeigt.

#### 4.16.11 Infos zu Roboter und Robotersteuerung anzeigen

- Vorgehensweise**
- Im Hauptmenü **Hilfe > Info** wählen.
- Beschreibung**
- Die Informationen werden beispielsweise für Anfragen beim KUKA Customer Support benötigt.
- Die Registerkarten enthalten folgende Informationen:

Registerkarte	Beschreibung
<b>Info</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Typ der Robotersteuerung</li> <li>■ Version der Robotersteuerung</li> <li>■ Version der Bedienoberfläche</li> <li>■ Version des Grundsystems</li> </ul>
<b>Roboter</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Robotername</li> <li>■ Typ und Konfiguration des Roboters</li> <li>■ Betriebsdauer Der Betriebsstundenzähler läuft, wenn die Antriebe eingeschaltet sind. Alternativ kann die Betriebsdauer über die Variable \$ROBRUNTIME angezeigt werden.</li> <li>■ Anzahl der Achsen</li> <li>■ Liste der Zusatzachsen</li> <li>■ Version der Maschinendaten</li> </ul>
<b>System</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Name des Steuerungs-PCs</li> <li>■ Version des Betriebssystems</li> <li>■ Speicherkapazitäten</li> </ul>
<b>Optionen</b>	Zusätzlich installierte Optionen und Technologiepakete

Registerkarte	Beschreibung
<b>Kommentare</b>	Zusätzliche Kommentare
<b>Module</b>	Name und Version wichtiger Systemdateien Die Schaltfläche <b>Exportieren</b> exportiert den Inhalt der Registerkarte <b>Module</b> in die Datei C:\KRC\ROBOTER\LOG\FILEVERSIONS.TXT.

#### 4.16.12 Roboterdaten anzeigen/bearbeiten

- Voraussetzung**
- Betriebsart T1 oder T2
  - Kein Programm ist angewählt.

- Vorgehensweise**
- Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Roboterdaten** wählen.

**Beschreibung**

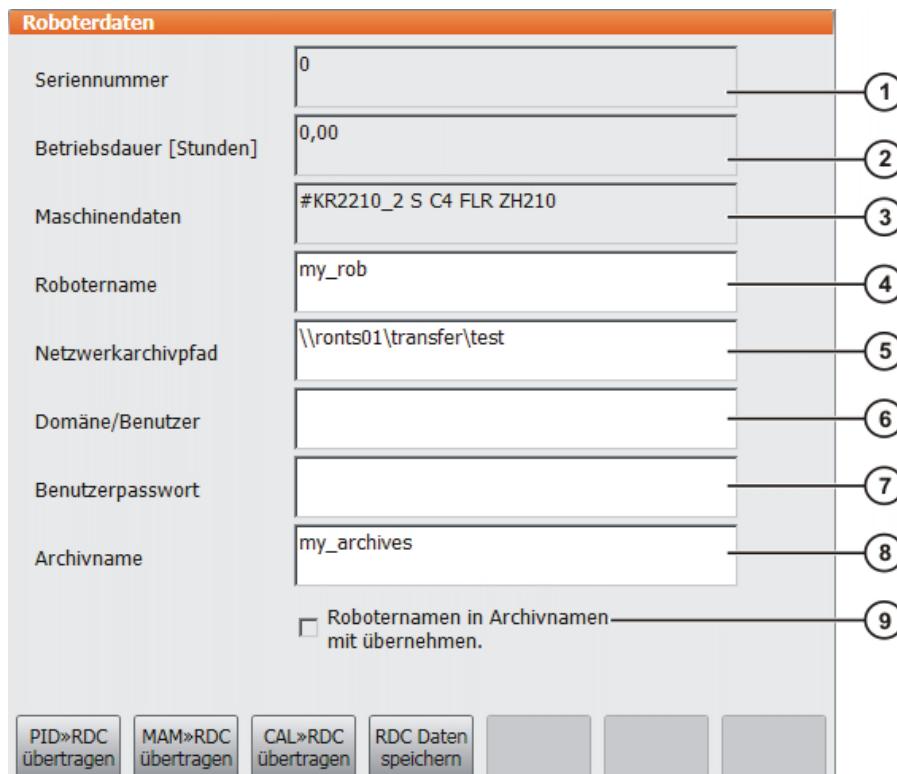


Abb. 4-34: Fenster Roboterdaten

Pos.	Beschreibung
1	Seriennummer
2	Betriebsdauer. Der Betriebsstundenzähler läuft, wenn die Antriebe eingeschaltet sind. Alternativ kann die Betriebsdauer über die Variable \$ROBRUNTIME angezeigt werden.
3	Name der Maschinendaten
4	Robotername. Der Robotername kann geändert werden.
5	Daten der Robotersteuerung können archiviert werden. Hier wird das Ziel-Verzeichnis festgelegt. Es kann ein Netzwerk-Verzeichnis oder ein lokales Verzeichnis sein.  Wenn hier ein Verzeichnis festgelegt ist, dann steht dieses auch für den Import/Export von Langtexten zur Verfügung.

Pos.	Beschreibung
6	Wenn für die Archivierung auf das Netzwerk ein Benutzernamen und ein Passwort erforderlich sind, können diese hier eingetragen werden. Sie brauchen dann bei der Archivierung nicht jedesmal angegeben werden.
7	Dieses Feld wird nur angezeigt, wenn die Checkbox <b>Roboternamen in Archivnamen mit übernehmen</b> nicht aktiv ist. Hier kann ein Name für die Archivdatei festgelegt werden.
8	Dieses Feld wird nur angezeigt, wenn die Checkbox <b>Roboternamen in Archivnamen mit übernehmen</b> nicht aktiv ist. Hier kann ein Name für die Archivdatei festgelegt werden.
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Checkbox aktiv:</b> Als Name für die Archivdatei wird der Robotername verwendet. Falls kein Robotername festgelegt ist, wird als Name <i>archive</i> verwendet.</li> <li>■ <b>Checkbox inaktiv:</b> Für die Archivdatei kann ein eigener Name festgelegt werden.</li> </ul>

Die Schaltflächen stehen in der Benutzergruppe Anwender nicht zur Verfügung.

#### 4.17 Sicherheitskonfiguration exportieren (XML-Export)

##### Beschreibung

Teile der Sicherheitskonfiguration können exportiert werden. Der Export erzeugt eine XML-Datei. Diese enthält ausschließlich die Parameter, die in Zusammenhang mit Sicherheitsoptionen, z. B. SafeOperation, relevant sind.

- Der Export ist immer möglich, unabhängig davon, ob eine Sicherheitsoption installiert ist oder nicht. Sinnvoll ist der Export jedoch nur mit einer Sicherheitsoption.
- Wenn auf der Robotersteuerung keine Sicherheitsoption installiert ist, sind die Parameter in der XML-Datei mit Default-Werten befüllt (häufig "0").



Wenn eine Sicherheitsoption installiert ist, besteht zusätzlich zum Export auch die Möglichkeit, eine Sicherheitskonfiguration zu importieren. Genaue Informationen zum Export und Import sind in den Dokumentationen zu den Sicherheitsoptionen zu finden.  
In WorkVisual besteht ebenfalls die Möglichkeit, Sicherheitskonfigurationen zu importieren oder zu exportieren. Informationen dazu sind in der Dokumentation zu WorkVisual zu finden.

##### Vorgehensweise

1. Im Hauptmenü **Konfiguration > Sicherheitskonfiguration** wählen.  
Das Fenster **Sicherheitskonfiguration** öffnet sich.
2. Auf **Exportieren** drücken. Die vorhandenen Laufwerke werden angezeigt.
3. Gewünschten Speicherort auswählen und auf **Exportieren** drücken.  
Die Sicherheitskonfiguration wird in einer XML-Datei gespeichert. Der Dateiname wird automatisch erzeugt.

## 5 Inbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme

### 5.1 Inbetriebnahme-Assistent

**Beschreibung** Die Inbetriebnahme kann mit Hilfe des Inbetriebnahme-Assistenten durchgeführt werden. Dieser leitet den Benutzer durch die grundlegenden Schritte der Inbetriebnahme.

- Voraussetzung**
- Es ist kein Programm angewählt.
  - Betriebsart T1

- Vorgehensweise**
- Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Inbetriebnahme-Assistent** auswählen.

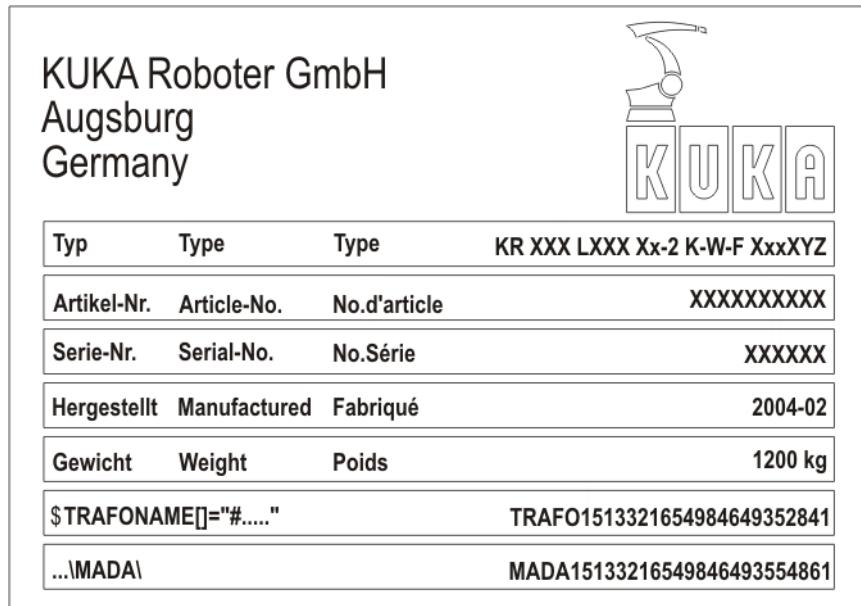
### 5.2 Maschinendaten prüfen

**Beschreibung** Die richtigen Maschinendaten müssen geladen sein. Dies muss überprüft werden, indem man die geladenen Maschinendaten mit den Maschinendaten auf dem Typenschild vergleicht.

Wenn Maschinendaten neu geladen werden, muss der Stand der Maschinendaten exakt zum Stand der KSS passen. Dies ist gewährleistet, wenn die Maschinendaten verwendet werden, die zusammen mit dem verwendeten KSS-Release ausgeliefert wurden.



**WARNING** 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.



**Abb. 5-1: Typenschild**

Der Pfad, auf dem sich die Maschinendaten auf der CD befinden, ist auf dem Typenschild in der Zeile ...\\MADA\\ angegeben.

- Voraussetzung**
- Betriebsart T1 oder T2
  - Kein Programm ist angewählt.

- Vorgehensweise**
1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Roboterdaten** wählen.

- Das Fenster **Roboterdaten** öffnet sich.
2. Folgende Angaben abgleichen:
- Im Fenster **Roboterdaten**: Angabe im Feld **Maschinendaten**
  - Auf dem Typenschild an der Basis des Roboters: Angabe in der Zeile **\$TRAFONAME()="# ..... "**

### 5.3 Roboter ohne übergeordnete Sicherheitssteuerung verfahren

**Beschreibung** Um den Roboter ohne übergeordnete Sicherheitssteuerung zu verfahren, muss der Inbetriebnahme-Modus aktiviert werden. Der Roboter kann dann in T1 verfahren werden.

Wenn die Option RoboTeam verwendet wird, dann ist es nur über das lokale smartPAD möglich, den Inbetriebnahme-Modus zu aktivieren und den Roboter zu verfahren.



Im Inbetriebnahme-Modus sind die externen Schutzeinrichtungen außer Betrieb. Die Sicherheitshinweise zum Inbetriebnahme-Modus beachten.  
(>>> 3.8.3.2 "Inbetriebnahme-Modus" Seite 35)

In folgenden Fällen beendet die Robotersteuerung den Inbetriebnahme-Modus automatisch:

- Wenn 30 min nach der Aktivierung noch keine Bedienhandlung vorgenommen wurde.
- Wenn das smartPAD passiv geschaltet wird oder von der Robotersteuerung getrennt wird.
- Wenn die Ethernet-Sicherheitsschnittstelle verwendet wird: Wenn eine Verbindung zu einer übergeordneten Sicherheitssteuerung aufgebaut wird.
- Wenn eine diskrete Sicherheitsschnittstelle verwendet wird:  
System Software 8.2 und kleiner: Die Robotersteuerung beendet den Inbetriebnahme-Modus automatisch, wenn nicht mehr sämtliche Eingangssignale an der diskreten Schnittstelle (und, falls verwendet, an der diskreten Sicherheitsschnittstelle für Sicherheitsoptionen) den Zustand "logisch Null" haben.

Ab der System Software 8.3 dagegen ist der Inbetriebnahme-Modus unabhängig von den Eingängen an den diskreten Sicherheitsschnittstellen.

**Auswirkung** Wenn der Inbetriebnahme-Modus aktiviert wird, gehen alle Ausgänge automatisch in den Zustand "logisch Null".

Wenn die Robotersteuerung ein Peripherieschütz (US2) besitzt und wenn in der Sicherheitskonfiguration festgelegt ist, dass dieses in Abhängigkeit von der Fahrerfreigabe schaltet, dann gilt dies auch im Inbetriebnahme-Modus. D. h., wenn die Fahrerfreigabe vorhanden ist, ist – auch im Inbetriebnahme-Modus – die US2-Spannung eingeschaltet.

Im Inbetriebnahme-Modus wird auf folgendes simuliertes Eingangsabbild umgeschaltet:

- Der externe NOT-HALT liegt nicht an.
- Die Schutztür ist geöffnet.
- Der Sicherheitshalt 1 wird nicht angefordert.
- Der Sicherheitshalt 2 wird nicht angefordert.
- Der sichere Betriebshalt wird nicht angefordert.
- Nur für VKR C4: E2 ist geschlossen.

Wenn SafeOperation oder SafeRangeMonitoring verwendet wird, beeinflusst der Inbetriebnahme-Modus weitere Signale.



Informationen zu den Auswirkungen des Inbetriebnahme-Modus, wenn SafeOperation oder SafeRangeMonitoring verwendet wird, sind in den Dokumentationen **SafeOperation** und **SafeRangeMonitoring** zu finden.

#### Voraussetzung

- Betriebsart T1
- Bei VKR C4: Es sind keine E2/E7-Signale über USB-Stick oder Retrofit-Schnittstelle aktiviert.
- Bei RoboTeam: Das lokale smartPAD wird verwendet.
- Wenn die Ethernet-Sicherheitsschnittstelle verwendet wird: Keine Verbindung zu einer übergeordneten Sicherheitssteuerung
- Wenn eine diskrete Sicherheitsschnittstelle verwendet wird:  
Nur für System Software 8.2: Sämtliche Eingangssignale haben den Zustand "logisch Null". Wenn zusätzlich die diskrete Sicherheitsschnittstelle für Sicherheitsoptionen verwendet wird, müssen auch dort die Eingänge "logisch Null" sein.  
(Ab der System Software 8.3 ist der Inbetriebnahme-Modus unabhängig vom Zustand dieser Eingänge.)

#### Vorgehensweise

- Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Service > Inbetriebnahme-Modus** wählen.

Menü	Beschreibung
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Inbetriebnahme-Modus</b>	Der Inbetriebnahme-Modus ist aktiv. Berühren des Menüpunkt deaktiviert den Modus.
<input type="checkbox"/> <b>Inbetriebnahme-Modus</b>	Der Inbetriebnahme-Modus ist nicht aktiv. Berühren des Menüpunkt aktiviert den Modus.

#### 5.4 Aktivierung des positioniergenauen RobotermodeLLs prüfen

##### Beschreibung

Wenn ein positioniergenauer Roboter verwendet wird, muss überprüft werden, ob das positioniergenaue RobotermodeLL aktiviert ist.

Bei positioniergenauen Robotern werden Positionsabweichungen aufgrund von Bauteiltoleranzen und elastischen Effekten der einzelnen Roboter kompensiert. Der positioniergenaue Roboter positioniert den programmierten TCP im gesamten kartesischen Arbeitsraum innerhalb der Toleranzgrenzen. Die Modellparameter des positioniergenauen Roboters werden an einem Messplatz ermittelt und dauerhaft am Roboter gespeichert (RDC).



Das positioniergenaue RobotermodeLL ist nur für den Auslieferungszustand des Roboters gültig.

Nach Um- oder Nachrüsten des Roboters, z. B. durch Armverlängerung oder neue Hand, muss der Roboter neu vermessen werden.

##### Funktionen

Ein positioniergenauer Roboter verfügt über folgende Funktionen:

- Erhöhte Positioniergenauigkeit, ca. um den Faktor 10
- Erhöhte Bahngenaugkeit



Voraussetzung für die erhöhte Positionier- und Bahngenaugkeit ist die korrekte Eingabe der Lastdaten in die Robotersteuerung.

- Vereinfachte Übernahme von Programmen bei Austausch des Roboters (Kein Nachteachen)
- Vereinfachte Übernahme von Programmen nach Offline-Programmierung mit WorkVisual (Kein Nachteachen)

**Vorgehensweise**

1. Im Hauptmenü **Hilfe > Info** wählen.
2. In der Registerkarte **Roboter** prüfen, ob das positioniergenaue Robotermodell aktiviert ist. (= Angabe **Positioniergenauer Roboter**).

## 5.5 Justage

**Übersicht**

Jeder Roboter muss justiert werden. Nur wenn der Roboter justiert ist, kann er kartesisch bewegt werden und programmierte Positionen anfahren. Bei der Justage werden die mechanische Position und die elektronische Position des Roboters in Übereinstimmung gebracht. Dazu wird der Roboter in eine definierte mechanische Position gebracht, die Justagestellung. Dann wird für jede Achse der Geberwert gespeichert.

Die Justagestellung ist bei allen Robotern ähnlich, jedoch nicht gleich. Die genauen Positionen können sich auch zwischen den einzelnen Robotern eines Robotertyps unterscheiden.



**Abb. 5-2: Justagestellung - Ungefähre Position**

Ein Roboter muss in folgenden Fällen justiert werden:

Fall	Bemerkung
Bei der Inbetriebnahme	- - -
Nach Instandhaltungsmaßnahmen, bei denen der Roboter die Justage verloren, z. B. Austausch von Motor oder RDC	(>> 5.5.8 "Referenzjustage" Seite 105)

Fall	Bemerkung
Wenn der Roboter ohne die Robotersteuerung bewegt wurde (z. B. mit der Freidreh-Vorrichtung)	- - -
Nach Austausch eines Getriebes	Vor der neuen Justage müssen die alten Justagedaten gelöscht werden! Justagedaten werden gelöscht, indem man die Achsen manuell dejustiert.
Nach dem Auffahren auf einen Endanschlag mit mehr als 250 mm/s	
Nach einer Kollision	(>>> 5.5.10 "Achsen manuell dejustieren" Seite 113)

### 5.5.1 Justagemethoden

#### Übersicht

Welche Justagemethoden für einen Roboter verwendet werden können, ist abhängig davon, mit welchem Typ Messpatrone er ausgestattet ist. Die Typen unterscheiden sich hinsichtlich der Größe ihrer Schutzkappen.

Typ Messpatrone	Justagemethoden
Messpatrone für <b>SEMD</b> (Standard Electronic Mastering Device)	Justage mit dem Messtaster, Typ <b>SEMD</b> (>>> 5.5.5 "Justieren mit dem SEMD" Seite 98)
Schutzkappe mit M20-Feingewinde	Justage mit der Messuhr (>>> 5.5.6 "Justieren mit der Messuhr" Seite 103)
	Referenzjustage Nur für die Justage nach bestimmten Instandhaltungs-Maßnahmen (>>> 5.5.8 "Referenzjustage" Seite 105)
Messpatrone für <b>MEMD</b> (Mikro Electronic Mastering Device)	Justage mit dem Messtaster, Typ <b>MEMD</b> Teilweise an der A6: Justage auf Strichmarkierung
Schutzkappe mit M8-Feingewinde	(>>> 5.5.9 "Justieren mit MEMD und Strichmarkierung" Seite 106)

#### SEMD/MEMD

SEMD und/oder MEMD sind im Justage-Set von KUKA enthalten. Es gibt mehrere Varianten des Justage-Sets.



Abb. 5-3: Justage-Set mit SEMD und MEMD

- |                            |             |
|----------------------------|-------------|
| 1 Justage-Box              | 4 SEMD      |
| 2 Schraubendreher für MEMD | 5 Leitungen |
| 3 MEMD                     |             |

Die dünneren Leitung ist die Messleitung. Sie verbindet das SEMD oder MEMD mit der Justage-Box.

Die dickere Leitung ist die EtherCAT-Leitung. Sie wird an der Justage-Box und am Roboter am X32 angeschlossen.

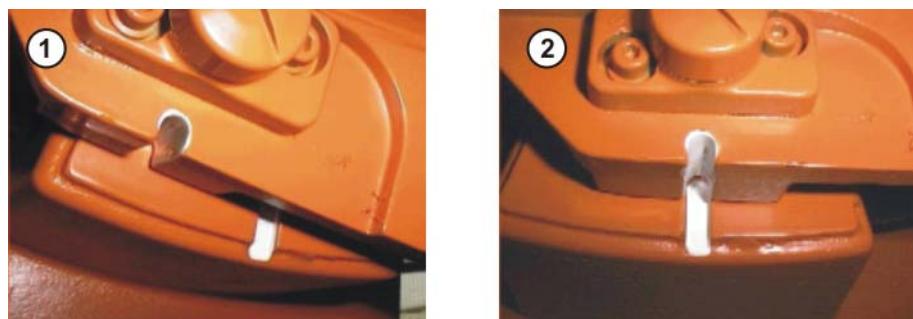
### HINWEIS

- Die Messleitung an der Justage-Box angesteckt lassen und möglichst selten abstecken. Die Steckbarkeit des Sensor-Steckverbinder M8 ist begrenzt. Bei häufigem Ab-/Anstecken können am Steckverbinder Schäden auftreten.
- Für Messtaster, an denen die Messleitung nicht fest angebracht ist, gilt: Das Gerät immer ohne Messleitung an der Messpatrone anschrauben. Danach erst die Leitung am Gerät anbringen. Andernfalls kann die Leitung beschädigt werden. Ebenso beim Entfernen des Geräts immer zuerst die Messleitung vom Gerät entfernen. Danach erst das Gerät von der Messpatrone entfernen.
- Nach der Justage die EtherCAT-Leitung vom Anschluss X32 entfernen. Andernfalls können Störsignale auftreten oder Schäden verursacht werden.

## 5.5.2 Achsen mittels Justagemarken in Vorjustagestellung verfahren

### Beschreibung

Vor jeder Justage müssen die Achsen in Vorjustagestellung gebracht werden. Dafür wird jede Achse so verfahren, dass die Justagemarken übereinander liegen.

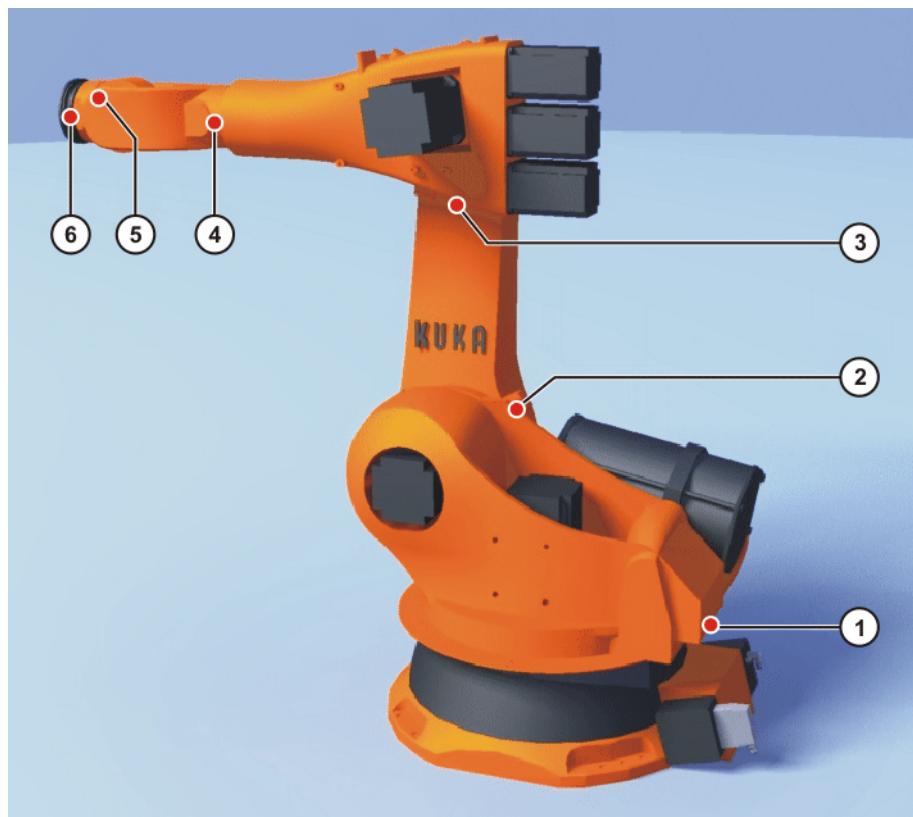


**Abb. 5-4: Achse in Vorjustagestellung verfahren**



In manchen Fällen ist es nicht möglich, die Achsen mit Hilfe der Justagemarken auszurichten, z. B. weil die Marken aufgrund von Verunreinigungen nicht mehr erkennbar sind. Statt mit den Justagemarken können die Achsen auch mit Hilfe des Messtasters ausgerichtet werden.  
(>>> 5.5.3 "Achsen mittels Messtaster in Vorjustagestellung verfahren" Seite 96)

Die folgende Abbildung zeigt, wo am Roboter sich die Justagemarken befinden. Je nach Robotertyp weichen die Positionen geringfügig von der Abbildung ab.



**Abb. 5-5: Justagemarken am Roboter**

#### Voraussetzung

- Die Verfahrtart "Verfahrtasten" ist aktiv.
- Betriebsart T1

#### HINWEIS

Bevor A4 und A6 in die Vorjustagestellung verfahren werden, sicherstellen, dass sich die Energiezuführung – sofern vorhanden – in ihrer korrekten Position befindet und nicht um 360° verdreht ist.

- Vorgehensweise**
1. Als Koordinatensystem für die Verfahrtasten **Achsen** auswählen.
  2. Zustimmungsschalter drücken und halten.  
Neben den Verfahrtasten werden die Achsen A1 bis A6 angezeigt.
  3. Auf die Plus- oder Minus-Verfahrtaste drücken, um eine Achse in positiver oder negativer Richtung zu bewegen.
  4. Die Achsen aufsteigend von A1 an so verfahren, dass die Justagemarken übereinander liegen. (Außer die A6 bei Robotern, bei denen diese Achse über die Strichmarkierung justiert wird.)

### 5.5.3 Achsen mittels Messtaster in Vorjustagestellung verfahren

**Beschreibung** Vor jeder Justage müssen die Achsen in Vorjustagestellung gebracht werden. In der Regel geschieht dies mit Hilfe der Justagemarken.

Manchmal ist dies jedoch nicht möglich, z. B. weil die Marken aufgrund von Verunreinigungen nicht mehr erkennbar sind. Statt mit den Justagemarken können die Achsen auch mit Hilfe des Messtasters ausgerichtet werden. Eine LED auf der smartHMI zeigt an, wann die Vorjustagestellung erreicht ist.

- Voraussetzung**
- Die Verfahrtart "Verfahrtasten" ist aktiv.
  - Betriebsart T1
  - Es ist kein Programm angewählt.
  - Der Benutzer kennt ungefähr die Vorjustagestellung der Achsen.

**HINWEIS**

Bevor A4 und A6 in die Vorjustagestellung verfahren werden, sicherstellen, dass sich die Energiezuführung – sofern vorhanden – in ihrer korrekten Position befindet und nicht um 360° verdreht ist.

- Vorgehensweise**
1. Den Roboter manuell in eine Position verfahren, in der die Achsen sich ein kurzes Stück neben ihrer Vorjustagestellung befinden. Sie sollen nachher in Minus-Richtung in die Vorjustagestellung gefahren werden können.
  2. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Justieren > EMD > Mit Lastkorrektur** wählen.  
Abhängig davon, für welchen Vorgang man die Achsen ausrichten will, wählt man nun **Erstjustage** oder **Offset lernen** oder **Mit Offset**.
  3. Fortfahren gemäß der Anleitung zum jeweiligen Justagevorgang, bis der Messtaster an der A1 angebracht ist und über die Justage-Box mit dem X32 verbunden ist.



Danach NICHT weiter der Beschreibung des Justageablaufs folgen!  
D. h., NICHT **Justiere** oder **Lernen** oder **Prüfen** drücken!

4. Auf der smartHMI wird die LED **EMD im Justagebereich** angezeigt. Sie muss jetzt rot sein. Diese LED aufmerksam beobachten.  
(>>> 5.5.4 "Justage-LEDs" Seite 97)
5. Den Roboter manuell in Minus-Richtung verfahren. Sobald die LED von Rot auf Grün wechselt, den Roboter stoppen.  
Die A1 ist jetzt in Vorjustagestellung.



Die Achsen, die neben den LEDs angezeigt werden, blenden sich nicht wie gewohnt nach und nach aus. Dies geschieht erst bei der tatsächlichen Justage.



Die Achse nicht jetzt justieren. Erst wenn alle Achsen in Vorjustagestellung sind, darf die eigentliche Justage durchgeführt werden.  
Wenn dies nicht beachtet wird, kann keine korrekte Justage erreicht werden.

6. Den Messtaster so, wie im Justageablauf beschrieben, von der Messpatrone entfernen und die Schutzkappe wieder anbringen.
7. Die verbleibenden Achsen in aufsteigender Reihenfolge und auf die gleiche Weise in Vorjustagestellung bringen. (Außer die A6 bei Robotern, bei denen diese Achse über die Strichmarkierung justiert wird.)
8. Das Fenster mit den Justage-LEDs schließen.
9. Die EtherCAT-Leitung vom Anschluss X32 und von der Justage-Box entfernen.

#### HINWEIS

Die Messleitung an der Justage-Box angesteckt lassen und möglichst selten abstecken. Die Steckbarkeit des Sensor-Steckverbinder M8 ist begrenzt. Bei häufigem Ab-/Anstecken können am Steckverbinder Schäden auftreten.

#### 5.5.4 Justage-LEDs

Bei den meisten Justagevorgängen zeigt die smartHMI eine Liste mit Achsen an. Rechts neben der Liste befinden sich 2 LEDs.

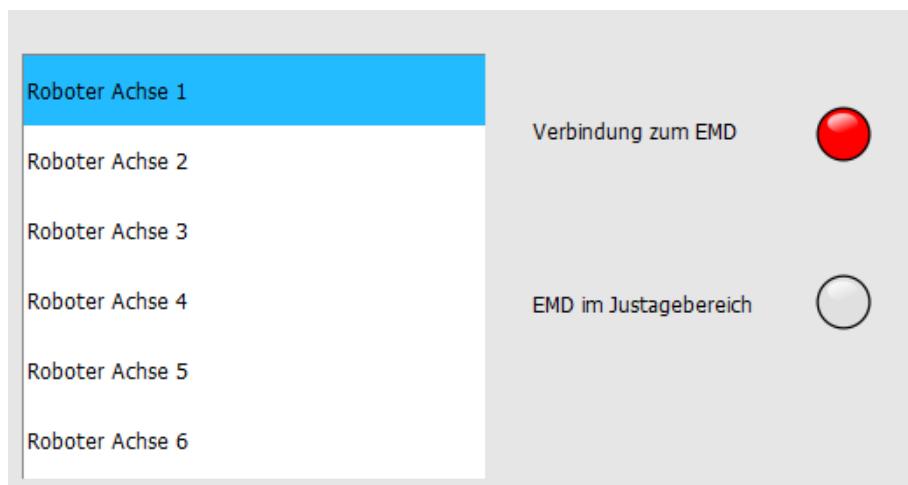


Abb. 5-6: Justage-LEDs

LED	Beschreibung
<b>Verbindung zum EMD</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Rot:</b> Der Messtaster ist nicht mit dem Anschluss X32 verbunden.</li> <li>■ <b>Grün:</b> Der Messtaster ist mit dem Anschluss X32 verbunden.</li> </ul> <p>Wenn diese LED rot ist, ist die LED <b>EMD im Justagebereich</b> grau.</p>
<b>EMD im Justagebereich</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Grau:</b> Der Messtaster ist nicht mit dem Anschluss X32 verbunden.</li> <li>■ <b>Rot:</b> Der Messtaster befindet sich an einer Position, an der keine Justage möglich ist.</li> <li>■ <b>Grün:</b> Der Messtaster befindet sich entweder unmittelbar neben der Justagekerbe oder in der Kerbe.</li> </ul>

Die LED **EMD im Justagebereich** kann verwendet werden, um die Achsen mit Hilfe des Messtasters in Vorjustagestellung zu bringen. In dem Moment, in dem beim Handverfahren in Minus-Richtung die LED von Rot auf Grün wechselt, ist die Vorjustagestellung erreicht.

(>>> 5.5.3 "Achsen mittels Messtaster in Vorjustagestellung verfahren" Seite 96)

### 5.5.5 Justieren mit dem SEMD

#### Übersicht

Beim Justieren mit dem SEMD wird die Justagestellung von der Robotersteuerung automatisch angefahren. Es wird zuerst ohne, dann mit Last justiert. Es ist möglich, mehrere Justagen für verschiedene Lasten zu speichern.

Schritt	Beschreibung
1	<b>Erstjustage</b> (>>> 5.5.5.1 "Erstjustage durchführen (mit SEMD)" Seite 98) Die Erstjustage wird ohne Last durchgeführt.
2	<b>Offset lernen</b> (>>> 5.5.5.2 "Offset lernen (mit SEMD)" Seite 101) "Offset lernen" wird mit Last durchgeführt. Die Differenz zur Erstjustage wird gespeichert.
3	Bei Bedarf: <b>Lastjustage mit Offset prüfen</b> (>>> 5.5.5.3 "Lastjustage mit Offset prüfen (mit SEMD)" Seite 102) "Lastjustage mit Offset prüfen" wird mit einer Last durchgeführt, für die bereits ein Offset gelernt wurde. Anwendungsbereich: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Prüfen der Erstjustage</li> <li>■ Wiederherstellen der Erstjustage, wenn diese verloren gegangen ist (z. B. nach Motortausch oder Kollision). Da ein gelernter Offset auch bei einem Justageverlust erhalten bleibt, kann die Robotersteuerung die Erstjustage errechnen.</li> </ul>

#### 5.5.5.1 Erstjustage durchführen (mit SEMD)

##### Voraussetzung

- Der Roboter ist ohne Last. D. h., es ist kein Werkzeug oder Werkstück und keine Zusatzlast montiert.
- Alle Achsen sind in Vorjustagestellung.
- Es ist kein Programm angewählt.
- Betriebsart T1

##### Vorgehensweise

###### HINWEIS

Das SEMD immer ohne Messleitung an der Messpatrone anschrauben. Danach erst die Leitung am SEMD anbringen. Andernfalls kann die Leitung beschädigt werden. Ebenso beim Entfernen des SEMD immer zuerst die Messleitung vom SEMD entfernen. Danach erst das SEMD von der Messpatrone entfernen. Nach der Justage die EtherCAT-Leitung vom Anschluss X32 entfernen. Andernfalls können Störsignale auftreten oder Schäden verursacht werden.

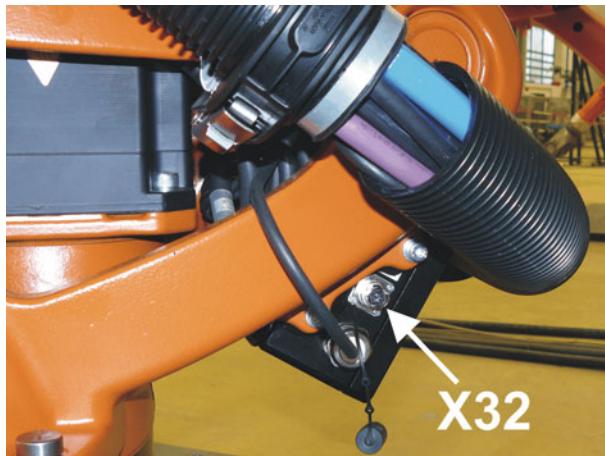


Das tatsächlich verwendete SEMD muss nicht genau dem in den Bildern dargestellten Modell entsprechen. Die Anwendung ist die gleiche.

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Justieren > EMD > Mit Lastkorrektur > Erstjustage** wählen.

Ein Fenster öffnet sich. Alle zu justierenden Achsen werden angezeigt.  
Die Achse mit der niedrigsten Nummer ist markiert.

2. Am Anschluss X32 den Deckel abnehmen.



**Abb. 5-7: Deckel vom X32 abnehmen**

3. Die EtherCAT-Leitung am X32 und an der Justage-Box anschließen.



**Abb. 5-8: EtherCAT-Leitung am X32 anschließen**

4. An der Achse, die im Fenster markiert ist, die Schutzhülle der Messpatrone entfernen. (Das umgedrehte SEMD kann als Schraubendreher verwendet werden.)



**Abb. 5-9: Schutzkappe der Messpatrone entfernen**

5. Das SEMD auf die Messpatrone schrauben.



**Abb. 5-10: SEMD auf Messpatrone schrauben**

6. Die Messleitung am SEMD anbringen. An der Kabelbuchse kann man erkennen, wie herum sie auf die Steckerstifte am SEMD gehört.



**Abb. 5-11: Messleitung am SEMD anbringen**

7. Die Messleitung an der Justage-Box anschließen, falls nicht bereits verbunden.
8. **Justiere drücken.**
9. Zustimmungsschalter und Start-Taste drücken.

Wenn das SEMD die Messkerbe durchlaufen hat, wird die Justagestellung berechnet. Der Roboter stoppt automatisch. Die Werte werden gespeichert. Im Fenster wird die Achse ausgeblendet.

10. Messleitung vom SEMD entfernen. Dann SEMD von der Messpatrone entfernen und Schutzkappe wieder anbringen.
11. Schritte 4. bis 10. für alle zu justierenden Achsen wiederholen.
12. Das Fenster schließen.
13. Die EtherCAT-Leitung vom Anschluss X32 und von der Justage-Box entfernen.

### HINWEIS

Die Messleitung an der Justage-Box angesteckt lassen und möglichst selten abstecken. Die Steckbarkeit des Sensor-Steckverbinders M8 ist begrenzt. Bei häufigem Ab-/Anstecken können am Steckverbinder Schäden auftreten.

#### 5.5.5.2 Offset lernen (mit SEMD)

##### Beschreibung

**Offset lernen** wird mit Last durchgeführt. Die Differenz zur Erstjustage wird gespeichert.

Wenn der Roboter mit verschiedenen Lasten arbeitet, muss **Offset lernen** für jede Last durchgeführt werden. Bei Greifern, die schwere Teile aufnehmen, muss **Offset lernen** jeweils für den Greifer ohne Teil und für den Greifer mit Teil durchgeführt werden.

##### Voraussetzung

- Gleiche Umgebungsbedingungen (Temperatur etc.) wie bei der Erstjustage
- Die Last ist am Roboter montiert.
- Alle Achsen sind in Vorjustagestellung.
- Es ist kein Programm angewählt.
- Betriebsart T1

##### Vorgehensweise

### HINWEIS

Das SEMD immer ohne Messleitung an der Messpatrone anschrauben. Danach erst die Leitung am SEMD anbringen. Andernfalls kann die Leitung beschädigt werden. Ebenso beim Entfernen des SEMD immer zuerst die Messleitung vom SEMD entfernen. Danach erst das SEMD von der Messpatrone entfernen. Nach der Justage die EtherCAT-Leitung vom Anschluss X32 entfernen. Andernfalls können Störsignale auftreten oder Schäden verursacht werden.

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Justieren > EMD > Mit Lastkorrektur > Offset lernen** wählen.
2. Werkzeugnummer eingeben. Mit **Werkzeug OK** bestätigen.  
Ein Fenster öffnet sich. Alle Achsen, für die das Werkzeug noch nicht gelernt wurde, werden angezeigt. Die Achse mit der niedrigsten Nummer ist markiert.
3. Am Anschluss X32 den Deckel abnehmen. Die EtherCAT-Leitung am X32 und an der Justage-Box anschließen.
4. An der Achse, die im Fenster markiert ist, die Schutzkappe der Messpatrone entfernen. (Das umgedrehte SEMD kann als Schraubendreher verwendet werden.)
5. Das SEMD auf die Messpatrone schrauben.
6. Die Messleitung am SEMD anbringen. An der Kabelbuchse kann man erkennen, wie herum sie auf die Steckerstifte am SEMD gehört.
7. Die Messleitung an der Justage-Box anschließen, falls nicht bereits verbunden.
8. **Lernen drücken.**

9. Zustimmungsschalter und Start-Taste drücken.  
Wenn das SEMD die Messkerbe durchlaufen hat, wird die Justagestellung berechnet. Der Roboter stoppt automatisch. Ein Fenster öffnet sich. Die Abweichung bei dieser Achse gegenüber der Erstjustage wird in Inkrementen und Grad angezeigt.
10. Mit **OK** bestätigen. Im Fenster wird die Achse ausgeblendet.
11. Messleitung vom SEMD entfernen. Dann SEMD von der Messpatrone entfernen und Schutzkappe wieder anbringen.
12. Schritte 4. bis 11. für alle zu justierenden Achsen wiederholen.
13. Das Fenster schließen.
14. Die EtherCAT-Leitung vom Anschluss X32 und von der Justage-Box entfernen.

**HINWEIS**

Die Messleitung an der Justage-Box angesteckt lassen und möglichst selten abstecken. Die Steckbarkeit des Sensor-Steckverbinder M8 ist begrenzt. Bei häufigem Ab-/Anstecken können am Steckverbinder Schäden auftreten.

#### 5.5.5.3 Lastjustage mit Offset prüfen (mit SEMD)

**Beschreibung**

Anwendungsbereich:

- Prüfen der Erstjustage
- Wiederherstellen der Erstjustage, wenn diese verlorengegangen ist (z. B. nach Motortausch oder Kollision). Da ein gelernter Offset auch bei einem Justageverlust erhalten bleibt, kann die Robotersteuerung die Erstjustage errechnen.

Eine Achse kann nur geprüft werden, wenn alle Achsen mit niedrigerer Nummer justiert sind.

**Voraussetzung**

- Gleiche Umgebungsbedingungen (Temperatur etc.) wie bei der Erstjustage
- Am Roboter ist eine Last montiert, für die **Offset lernen** durchgeführt wurde.
- Alle Achsen sind in Vorjustagestellung.
- Es ist kein Programm angewählt.
- Betriebsart T1

**Vorgehensweise****HINWEIS**

Das SEMD immer ohne Messleitung an der Messpatrone anschrauben. Danach erst die Leitung am SEMD anbringen. Andernfalls kann die Leitung beschädigt werden. Ebenso beim Entfernen des SEMD immer zuerst die Messleitung vom SEMD entfernen. Danach erst das SEMD von der Messpatrone entfernen. Nach der Justage die EtherCAT-Leitung vom Anschluss X32 entfernen. Andernfalls können Störsignale auftreten oder Schäden verursacht werden.

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Justieren > EMD > Mit Lastkorrektur > Lastjustage > Mit Offset** wählen.
2. Werkzeugnummer eingeben. Mit **Werkzeug OK** bestätigen.  
Ein Fenster öffnet sich. Alle Achsen, für die ein Offset mit diesem Werkzeug gelernt wurde, werden angezeigt. Die Achse mit der niedrigsten Nummer ist markiert.
3. Am Anschluss X32 den Deckel abnehmen. Die EtherCAT-Leitung am X32 und an der Justage-Box anschließen.

4. An der Achse, die im Fenster markiert ist, die Schutzkappe der Messpatrone entfernen. (Das umgedrehte SEMD kann als Schraubendreher verwendet werden.)
5. Das SEMD auf die Messpatrone schrauben.
6. Die Messleitung am SEMD anbringen. An der Kabelbuchse kann man erkennen, wie herum sie auf die Steckerstifte am SEMD gehört.
7. Die Messleitung an der Justage-Box anschließen, falls nicht bereits verbunden.
8. **Prüfen** drücken.
9. Zustimmungsschalter halten und Start-Taste drücken.  
Wenn das SEMD die Messkerbe durchlaufen hat, wird die Justagestellung berechnet. Der Roboter stoppt automatisch. Die Differenz zu "Offset lernen" wird angezeigt.
10. Bei Bedarf die Werte mit **Sichern** speichern. Die alten Justagewerte werden dadurch gelöscht.  
Um eine verlorene Erstjustage wiederherzustellen, Werte immer speichern.



Die Achsen A4, A5 und A6 sind mechanisch gekoppelt. Dies bedeutet:

Wenn die Werte von A4 gelöscht werden, werden dadurch auch die Werte von A5 und A6 gelöscht.  
Wenn die Werte von A5 gelöscht werden, werden dadurch auch die Werte von A6 gelöscht.

11. Messleitung vom SEMD entfernen. Dann SEMD von der Messpatrone entfernen und Schutzkappe wieder anbringen.
12. Schritte 4. bis 11. für alle zu justierenden Achsen wiederholen.
13. Das Fenster schließen.
14. Die EtherCAT-Leitung vom Anschluss X32 und von der Justage-Box entfernen.

#### HINWEIS

Die Messleitung an der Justage-Box angesteckt lassen und möglichst selten abstecken. Die Steckbarkeit des Sensor-Steckverbinder M8 ist begrenzt. Bei häufigem Ab-/Anstecken können am Steckverbinde Schäden auftreten.

### 5.5.6 Justieren mit der Messuhr

#### Beschreibung

Beim Justieren mit der Messuhr wird die Justagestellung vom Benutzer manuell angefahren. Es wird immer mit Last justiert. Es ist nicht möglich, mehrere Justagen für verschiedene Lasten zu speichern.



Abb. 5-12: Messuhr

#### Voraussetzung

- Die Last ist am Roboter montiert.
- Alle Achsen sind in Vorjustagestellung.
- Die Verfahrtart "Verfahrtasten" ist aktiv und als Koordinatensystem ist **Achsen** ausgewählt.
- Es ist kein Programm angewählt.
- Betriebsart T1

#### Vorgehensweise

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Justieren > Uhr** wählen.  
Ein Fenster öffnet sich. Alle Achsen, die nicht justiert sind, werden angezeigt. Die Achse, die als erste justiert werden muss, ist markiert.
2. An der Achse die Schutzkappe der Messpatrone entfernen und die Messuhr auf der Messpatrone anbringen.  
Mit dem Innensechskant-Schlüssel die Schrauben am Hals der Messuhr lockern. Das Zifferblatt so drehen, dass es gut eingesehen werden kann. Den Bolzen der Messuhr bis zum Anschlag in die Messuhr hineindrücken.  
Mit dem Innensechskant-Schlüssel die Schrauben am Hals der Messuhr wieder festziehen.
3. Hand-Override auf 1% reduzieren.
4. Achse von "+" nach "-" verfahren. An der tiefsten Stelle der Messkerbe, erkennbar an der Umkehr des Zeigers, die Messuhr auf Null stellen.  
Wenn die tiefste Stelle versehentlich überschritten wurde, Achse solange hin- und herverfahren, bis die tiefste Stelle erreicht ist. Es spielt keine Rolle, ob von "+" nach "-" oder "-" von "+" nach verfahren wird.
5. Achse wieder in Vorjustagestellung bringen.
6. Achse von "+" nach "-" verfahren, bis sich der Zeiger etwa 5 bis 10 Skalenteile vor Null befindet.
7. Auf das inkrementelle Handverfahren umschalten.
8. Achse von "+" nach "-" verfahren, bis die Null erreicht ist.



Wenn die Null überschritten wurde: Schritte 5. bis 8. wiederholen.

9. **Justiere drücken**. Die justierte Achse wird aus dem Fenster ausgeblendet.
10. Messuhr von der Messpatrone entfernen und Schutzkappe wieder anbringen.
11. Vom inkrementellen Handverfahren wieder in den normalen Verfahrmodus zurückschalten.
12. Schritte 2. bis 11. für alle zu justierenden Achsen wiederholen.

13. Das Fenster schließen.

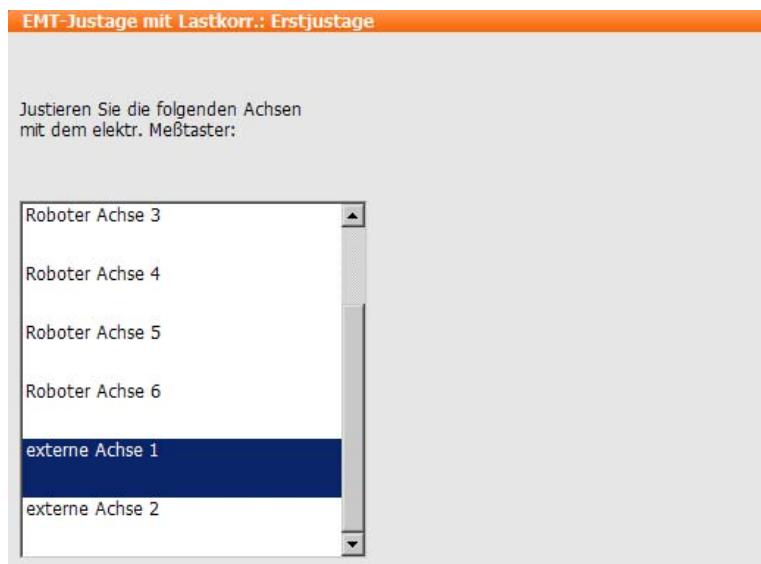
### 5.5.7 Zusatzachsen justieren

#### Beschreibung

- Zusatzachsen von KUKA können sowohl mit dem Messtaster als auch mit der Messuhr justiert werden.
- Zusatzachsen, die nicht von KUKA stammen, können mit der Messuhr justiert werden. Wenn eine Justage mit dem Messtaster gewünscht ist, muss die Zusatzachse mit Messpatronen ausgerüstet werden.

#### Vorgehensweise

- Der Ablauf der Justage von Zusatzachsen ist der gleiche wie bei der Justage der Roboterachsen. Neben den Roboterachsen erscheinen in der Achsauswahl nun auch die projektierten Zusatzachsen.



**Abb. 5-13: Auswahlliste der zu justierenden Achsen**



Justage bei Industrierobotern mit mehr als 2 Zusatzachsen: Bei mehr als 8 Achsen im System ist darauf zu achten, dass die Messleitung des Messtasters ggf. am zweiten RDC angeschlossen wird.

### 5.5.8 Referenzjustage



Die hier beschriebene Vorgehensweise darf nicht bei der Inbetriebnahme des Roboters verwendet werden.

#### Beschreibung

Die Referenzjustage ist geeignet, wenn bei einem korrekt justierten Roboter Instandhaltungsmaßnahmen anstehen und damit zu rechnen ist, dass der Roboter dabei die Justage verliert. Beispiele:

- RDC-Tausch
- Motortausch

Der Roboter wird vor den Instandhaltungsmaßnahmen in die Position \$MAMES verfahren. Danach werden dem Roboter durch die Referenzjustage die Achswerte dieser Systemvariablen wieder zugewiesen. Der Zustand des Roboters ist dann wieder so, wie er vor dem Justageverlust war. Gelernte Offsets bleiben erhalten. Ein EMD oder eine Messuhr werden nicht benötigt.

Bei der Referenzjustage ist es unrelevant, ob am Roboter eine Last montiert ist oder nicht. Die Referenzjustage kann auch für Zusatzachsen verwendet werden.

**Vorbereitung**

- Vor den Instandhaltungsmaßnahmen den Roboter in die Position \$MAMES verfahren. Dafür einen Punkt PTP \$MAMES programmieren und anfahren. Dies kann nur von der Benutzergruppe Experte durchgeführt werden!

**WARNING**

Der Roboter darf nicht statt auf \$MAMES auf die Default-HOME-Position verfahren werden. \$MAMES ist teilweise, aber nicht immer identisch mit der Default-HOME-Position. Nur auf der Position \$MAMES wird der Roboter mit der Referenzjustage korrekt justiert. Wenn der Roboter auf einer anderen Position als \$MAMES mit der Referenzjustage justiert wird, können Verletzungen und Sachschäden die Folge sein.

**Voraussetzung**

- Es ist kein Programm angewählt.
- Betriebsart T1
- Die Position des Roboters wurde während der Instandhaltungsmaßnahmen nicht verändert.
- Wenn der RDC getauscht wurde: Die Roboterdaten wurden von der Festplatte auf den RDC übertragen. (Dies kann nur von der Benutzergruppe Experte durchgeführt werden!)

**Vorgehensweise**

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Justieren > Referenz** wählen.  
Das Optionsfenster **Referenz-Justage** öffnet sich. Alle Achsen, die nicht justiert sind, werden angezeigt. Die Achse, die als erste justiert werden muss, ist markiert.
2. **Justiere drücken**. Die markierte Achse wird justiert und aus dem Optionsfenster ausgeblendet.
3. Schritt 2 für alle zu justierenden Achsen wiederholen.

### 5.5.9 Justieren mit MEMD und Strichmarkierung

**Übersicht**

Beim Justieren mit dem MEMD wird die Justagestellung von der Robotersteuerung automatisch angefahren. Es wird zuerst ohne, dann mit Last justiert. Es ist möglich, mehrere Justagen für verschiedene Lasten zu speichern.

- Bei Robotern, die an der A6 keine herkömmlichen Justagemarken haben, sondern Strichmarkierungen, wird die A6 ohne MEMD justiert.  
(>>> 5.5.9.1 "A6 in Justagestellung bringen (mit Strichmarkierung)" Seite 107)
- Bei Roboter, die an der A6 Justagemarken haben, wird die A6 wie die anderen Achsen justiert.

Schritt	Beschreibung
1	<b>Erstjustage</b> (>>> 5.5.9.2 "Erstjustage durchführen (mit MEMD)" Seite 108) Die Erstjustage wird ohne Last durchgeführt.

Schritt	Beschreibung
2	<p><b>Offset lernen</b></p> <p>(&gt;&gt;&gt; 5.5.9.3 "Offset lernen (mit MEMD)" Seite 111)</p> <p>"Offset lernen" wird mit Last durchgeführt. Die Differenz zur Erstjustage wird gespeichert.</p>
3	<p>Bei Bedarf: <b>Lastjustage mit Offset prüfen</b></p> <p>(&gt;&gt;&gt; 5.5.9.4 "Lastjustage mit Offset prüfen (mit MEMD)" Seite 112)</p> <p>"Lastjustage mit Offset prüfen" wird mit einer Last durchgeführt, für die bereits ein Offset gelernt wurde.</p> <p>Anwendungsbereich:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Prüfen der Erstjustage</li> <li>■ Wiederherstellen der Erstjustage, wenn diese verloren gegangen ist (z. B. nach Motortausch oder Kollision). Da ein gelernter Offset auch bei einem Justageverlust erhalten bleibt, kann die Robotersteuerung die Erstjustage errechnen.</li> </ul>

### 5.5.9.1 A6 in Justagestellung bringen (mit Strichmarkierung)

- Beschreibung** Bei Robotern, die an der A6 keine herkömmlichen Justagemarken haben, sondern Strichmarkierungen, wird die A6 ohne MEMD justiert.
- Vor der Justage muss die A6 in ihre Justagestellung gebracht werden. (Gemeint ist vor dem Gesamt-Justagevorgang, nicht direkt vor der Justage der A6 selber). Zu diesem Zweck befinden sich an der A6 feine Strichmarkierungen im Metall.
- Um die A6 in Justagestellung zu bringen, die Striche exakt aufeinander ausrichten.



Beim Anfahren der Justagestellung ist es wichtig, in gerader Linie von vorn auf den feststehenden Strich zu blicken. Wenn man von der Seite auf den Strich blickt, kann der bewegliche Strich nicht exakt genug ausgerichtet werden. Die Folge ist eine unkorrekte Justage.

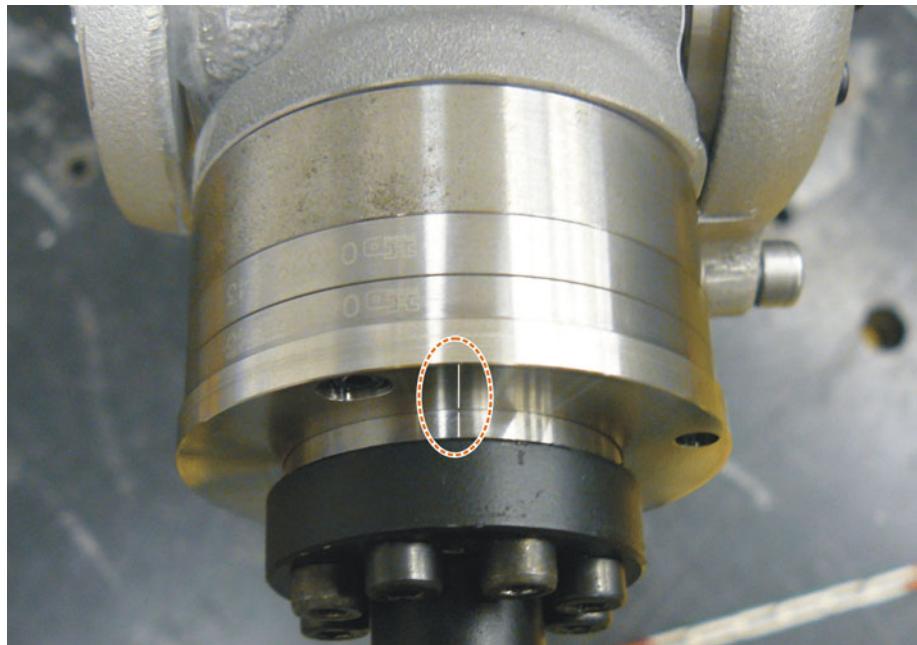


Abb. 5-14: Justagestellung A6 – Ansicht von oben vorn

#### Justagevorrichtung

Für die Justage der A6 am KR AGILUS existiert eine Justagevorrichtung. Diese kann optional verwendet werden. Mit der Vorrichtung lässt sich bei der Justage eine höhere Genauigkeit und eine höhere Wiederholgenauigkeit erreichen.



Weitere Informationen zur Justagevorrichtung sind in der Dokumentation **Justagevorrichtung A6** zu finden.

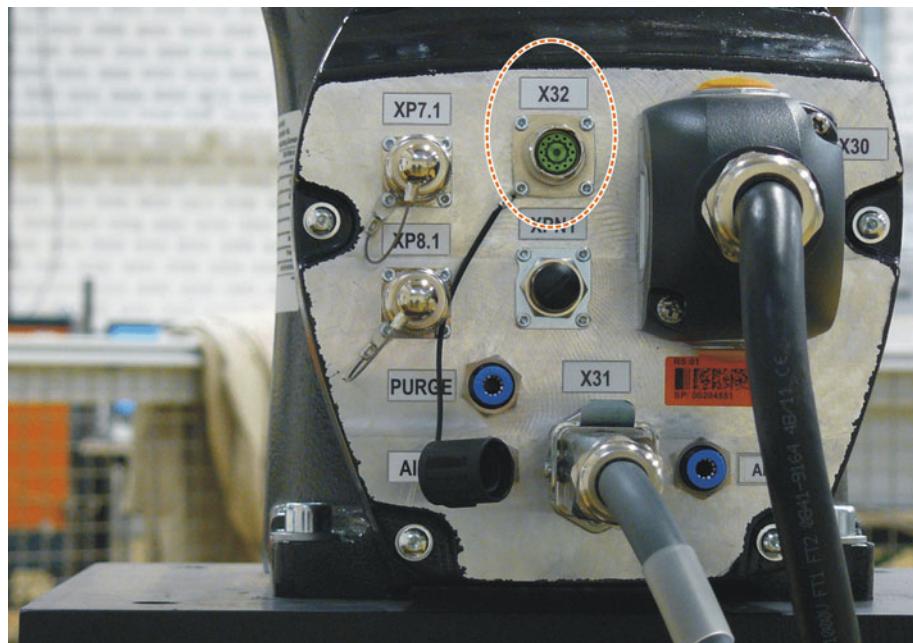
#### 5.5.9.2 Erstjustage durchführen (mit MEMD)

##### Voraussetzung

- Der Roboter ist ohne Last. D. h., es ist kein Werkzeug oder Werkstück und keine Zusatzlast montiert.
- Die Achsen sind in Vorjustagestellung.  
Ausnahme A6, falls diese eine Strichmarkierung hat: A6 ist in Justagestellung.
- Es ist kein Programm angewählt.
- Betriebsart T1

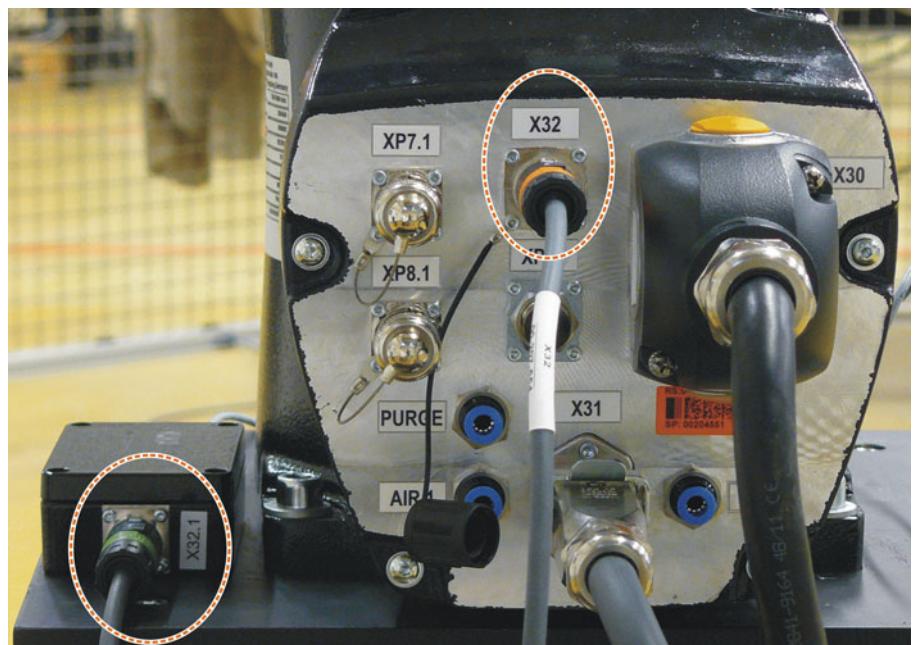
##### Vorgehensweise

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Justieren > EMD > Mit Lastkorrektur > Erstjustage** wählen.  
Ein Fenster öffnet sich. Alle zu justierenden Achsen werden angezeigt.  
Die Achse mit der niedrigsten Nummer ist markiert.
2. Am Anschluss X32 den Deckel abnehmen.



**Abb. 5-15: X32 ohne Deckel**

3. Die EtherCAT-Leitung am X32 und an der Justage-Box anschließen.



**Abb. 5-16: Leitung am X32 anschließen**

4. An der Achse, die im Fenster markiert ist, die Schutzkappe der Messpatrone entfernen.



**Abb. 5-17: Schutzkappe der Messpatrone entfernen**

5. Das MEMD auf die Messpatrone schrauben.



**Abb. 5-18: MEMD auf Messpatrone schrauben**

6. Die Messleitung an der Justage-Box anschließen, falls nicht bereits verbunden.
7. **Justiere** drücken.
8. Zustimmungsschalter und Start-Taste drücken.  
Wenn das MEMD die Messkerbe durchlaufen hat, wird die Justagestellung berechnet. Der Roboter stoppt automatisch. Die Werte werden gespeichert. Im Fenster wird die Achse ausgeblendet.
9. MEMD von der Messpatrone entfernen und Schutzkappe wieder anbringen.
10. Schritte 4. bis 9. für alle zu justierenden Achsen wiederholen.  
Ausnahme: Nicht für die A6, wenn diese eine Strichmarkierung hat.
11. Das Fenster schließen.
12. Nur durchführen, wenn die A6 eine Strichmarkierung hat:
  - a. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Justieren > Referenz** wählen.

- Das Optionsfenster **Referenz-Justage** öffnet sich. Die A6 wird angezeigt und ist markiert.
- b. **Justiere** drücken. Die A6 wird justiert und aus dem Optionsfenster ausgeblendet.
  - c. Das Fenster schließen.
13. Die EtherCAT-Leitung vom Anschluss X32 und von der Justage-Box entfernen.

**HINWEIS**

Die Messleitung an der Justage-Box angesteckt lassen und möglichst selten abstecken. Die Steckbarkeit des Sensor-Steckverbinder M8 ist begrenzt. Bei häufigem Ab-/Anstecken können am Steckverbinder Schäden auftreten.

**5.5.9.3 Offset lernen (mit MEMD)****Beschreibung**

**Offset lernen** wird mit Last durchgeführt. Die Differenz zur Erstjustage wird gespeichert.

Wenn der Roboter mit verschiedenen Lasten arbeitet, muss **Offset lernen** für jede Last durchgeführt werden. Bei Greifern, die schwere Teile aufnehmen, muss **Offset lernen** jeweils für den Greifer ohne Teil und für den Greifer mit Teil durchgeführt werden.

**Voraussetzung**

- Gleiche Umgebungsbedingungen (Temperatur etc.) wie bei der Erstjustage
- Die Last ist am Roboter montiert.
- Die Achsen sind in Vorjustagestellung.  
Ausnahme A6, falls diese eine Strichmarkierung hat: A6 ist in Justagestellung.
- Es ist kein Programm angewählt.
- Betriebsart T1

**Vorgehensweise**

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Justieren > EMD > Mit Lastkorrektur > Offset lernen** wählen.
2. Werkzeugnummer eingeben. Mit **Werkz. OK** bestätigen.  
Ein Fenster öffnet sich. Alle Achsen, für die das Werkzeug noch nicht gelernt wurde, werden angezeigt. Die Achse mit der niedrigsten Nummer ist markiert.
3. Am Anschluss X32 den Deckel abnehmen.
4. Die EtherCAT-Leitung am X32 und an der Justage-Box anschließen.
5. An der Achse, die im Fenster markiert ist, die Schutzkappe der Messpatrone entfernen.
6. Das MEMD auf die Messpatrone schrauben.
7. Die Messleitung an der Justage-Box anschließen, falls nicht bereits verbunden.
8. **Lernen** drücken.
9. Zustimmungsschalter und Start-Taste drücken.  
Wenn das MEMD die Messkerbe durchlaufen hat, wird die Justagestellung berechnet. Der Roboter stoppt automatisch. Ein Fenster öffnet sich. Die Abweichung bei dieser Achse gegenüber der Erstjustage wird in Inkrementen und Grad angezeigt.
10. Mit **OK** bestätigen. Im Fenster wird die Achse ausgeblendet.
11. MEMD von der Messpatrone entfernen und Schutzkappe wieder anbringen.
12. Schritte 5. bis 11. für alle zu justierenden Achsen wiederholen.

- Ausnahme: Nicht für die A6, wenn diese eine Strichmarkierung hat.
13. Das Fenster schließen.
  14. Nur durchführen, wenn die A6 eine Strichmarkierung hat:
    - a. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Justieren > Referenz** wählen.  
Das Optionsfenster **Referenz-Justage** öffnet sich. Die A6 wird angezeigt und ist markiert.
    - b. **Justiere** drücken. Die A6 wird justiert und aus dem Optionsfenster ausgeblendet.
    - c. Das Fenster schließen.
  15. Die EtherCAT-Leitung vom Anschluss X32 und von der Justage-Box entfernen.

**HINWEIS**

Die Messleitung an der Justage-Box angesteckt lassen und möglichst selten abstecken. Die Steckbarkeit des Sensor-Steckverbinder M8 ist begrenzt. Bei häufigem Ab-/Anstecken können am Steckverbinder Schäden auftreten.

#### 5.5.9.4 Lastjustage mit Offset prüfen (mit MEMD)

<b>Beschreibung</b>	Anwendungsbereich: <ul style="list-style-type: none"><li>■ Prüfen der Erstjustage</li><li>■ Wiederherstellen der Erstjustage, wenn diese verlorengegangen ist (z. B. nach Motortausch oder Kollision). Da ein gelernter Offset auch bei einem Justageverlust erhalten bleibt, kann die Robotersteuerung die Erstjustage errechnen.</li></ul>
<b>Voraussetzung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Gleiche Umgebungsbedingungen (Temperatur etc.) wie bei der Erstjustage</li><li>■ Am Roboter ist eine Last montiert, für die <b>Offset lernen</b> durchgeführt wurde.</li><li>■ Die Achsen sind in Vorjustagestellung. Ausnahme A6, falls diese eine Strichmarkierung hat: A6 ist in Justagestellung.</li><li>■ Es ist kein Programm angewählt.</li><li>■ Betriebsart T1</li></ul>
<b>Vorgehensweise</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Im Hauptmenü <b>Inbetriebnahme &gt; Justieren &gt; EMD &gt; Mit Lastkorrektur &gt; Lastjustage &gt; Mit Offset</b> wählen.</li><li>2. Werkzeugnummer eingeben. Mit <b>Werkz. OK</b> bestätigen. Ein Fenster öffnet sich. Alle Achsen, für die ein Offset mit diesem Werkzeug gelernt wurde, werden angezeigt. Die Achse mit der niedrigsten Nummer ist markiert.</li><li>3. Am Anschluss X32 den Deckel abnehmen.</li><li>4. Die EtherCAT-Leitung am X32 und an der Justage-Box anschließen.</li><li>5. An der Achse, die im Fenster markiert ist, die Schutzkappe der Messpatrone entfernen.</li><li>6. Das MEMD auf die Messpatrone schrauben.</li></ol>

7. Die Messleitung an der Justage-Box anschließen, falls nicht bereits verbunden.
8. **Prüfen** drücken.
9. Zustimmungsschalter halten und Start-Taste drücken.  
Wenn das MEMD die Messkerbe durchlaufen hat, wird die Justagestellung berechnet. Der Roboter stoppt automatisch. Die Differenz zu "Offset lernen" wird angezeigt.
10. Bei Bedarf die Werte mit **Sichern** speichern. Die alten Justagewerte werden dadurch gelöscht.  
Um eine verlorene Erstjustage wiederherzustellen, Werte immer speichern.



Die Achsen A4, A5 und A6 sind mechanisch gekoppelt. Dies bedeutet:

Wenn die Werte von A4 gelöscht werden, werden dadurch auch die Werte von A5 und A6 gelöscht.  
Wenn die Werte von A5 gelöscht werden, werden dadurch auch die Werte von A6 gelöscht.

11. MEMD von der Messpatrone entfernen und Schutzkappe wieder anbringen.
12. Schritte 5. bis 11. für alle zu justierenden Achsen wiederholen.  
Ausnahme: Nicht für die A6, wenn diese eine Strichmarkierung hat.
13. Das Fenster schließen.
14. Nur durchführen, wenn die A6 eine Strichmarkierung hat:
  - a. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Justieren > Referenz** wählen.  
Das Optionsfenster **Referenz-Justage** öffnet sich. Die A6 wird angezeigt und ist markiert.
  - b. **Justiere** drücken, um eine verlorene Erstjustage wiederherzustellen.  
Die A6 wird aus dem Optionsfenster ausgeblendet.
  - c. Das Fenster schließen.
15. Die EtherCAT-Leitung vom Anschluss X32 und von der Justage-Box entfernen.

### **HINWEIS**

Die Messleitung an der Justage-Box angesteckt lassen und möglichst selten abstecken. Die Steckbarkeit des Sensor-Steckverbinder M8 ist begrenzt. Bei häufigem Ab-/Anstecken können am Steckverbinder Schäden auftreten.

#### 5.5.10 Achsen manuell dejustieren

##### Beschreibung

Die Justagewerte der einzelnen Achsen können gelöscht werden. Beim Dejustieren bewegen sich die Achsen nicht.



Die Achsen A4, A5 und A6 sind mechanisch gekoppelt. Dies bedeutet:

Wenn die Werte von A4 gelöscht werden, werden dadurch auch die Werte von A5 und A6 gelöscht.  
Wenn die Werte von A5 gelöscht werden, werden dadurch auch die Werte von A6 gelöscht.

### **HINWEIS**

Bei einem dejustierten Roboter sind die Software-Endschalter deaktiviert. Der Roboter kann gegen die Puffer an den Endanschlägen fahren, wodurch er beschädigt werden kann und die Puffer ausgetauscht werden müssen. Einen dejustierten Roboter möglichst nicht verfahren oder Hand-Override soweit wie möglich reduzieren.

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>Voraussetzung</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Es ist kein Programm angewählt.</li> <li>■ Betriebsart T1</li> </ul>  |
| <b>Vorgehensweise</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Im Hauptmenü <b>Inbetriebnahme &gt; Justieren &gt; Dejustieren</b> wählen. Ein Fenster öffnet sich.</li> <li>2. Die zu dejustierende Achse markieren.</li> <li>3. Auf <b>Dejustiere</b> drücken. Die Justagedaten der Achse werden gelöscht.</li> <li>4. Schritte 2 und 3 für alle zu dejustierenden Achsen wiederholen.</li> <li>5. Das Fenster schließen.</li> </ol> |

## 5.6 Software-Endschalter ändern

Es gibt 2 Möglichkeiten, die Software-Endschalter zu ändern:

- Die gewünschten Werte manuell eingeben.
- Oder die Endschalter automatisch an ein oder mehrere Programme anpassen.

Hierbei ermittelt die Robotersteuerung die minimalen und maximalen Achspositionen, die in den Programmen vorkommen. Diese Werte können dann als Software-Endschalter gesetzt werden.

- |                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Voraussetzung</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Benutzergruppe Experte</li> <li>■ Betriebsart T1, T2 oder AUT</li> </ul> |
|----------------------|---|

### **Software-Endschalter manuell ändern:**

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Service > Software-Endschalter** wählen. Das Fenster **Software-Endschalter** öffnet sich.
2. In den Spalten **Negativ** und **Positiv** die Endschalter nach Bedarf ändern.
3. Die Änderungen mit **Speichern** speichern.

### **Software-Endschalter an Programm anpassen:**

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Service > Software-Endschalter** wählen. Das Fenster **Software-Endschalter** öffnet sich.
2. Auf **Automat. ermitteln** drücken. Folgende Meldung wird angezeigt: *Automatische Ermittlung läuft.*
3. Das Programm starten, an das die Endschalter angepasst werden sollen. Das Programm vollständig ablaufen lassen und dann abwählen.

Im Fenster **Software-Endschalter** wird die erreichte maximale und minimale Position jeder Achse angezeigt.

4. Schritt 3 für alle Programme wiederholen, an die die Endschalter angepasst werden sollen.
5. Wenn alle gewünschten Programme durchlaufen wurden, im Fenster **Software-Endschalter** auf **Ende** drücken.
6. Auf **Speichern** drücken, um die ermittelten Werte als Software-Endschalter zu übernehmen.
7. Bei Bedarf die automatisch ermittelten Werte noch manuell ändern.

**i** Empfehlung: Die ermittelten Minimalwerte um 5° verringern. Die ermittelten Maximalwerte um 5° erhöhen.  
Dieser Puffer verhindert, dass die Achsen während des Programmelaufs die Endschalter erreichen und dadurch ein Stopp ausgelöst wird.

8. Die Änderungen mit **Speichern** speichern.

**Beschreibung****Fenster Software-Endschalter:**

Achse	Negativ	Aktuelle Position	Positiv
A1 [°]	-185.00	0.00	185.00
A2 [°]	-146.00	-90.00	0.00
A3 [°]	-119.00	90.00	155.00
A4 [°]	-350.00	0.00	350.00
A5 [°]	-125.00	0.00	125.00
A6 [°]	-350.00	0.00	350.00

**Abb. 5-19: Vor der automatischen Ermittlung**

Pos.	Beschreibung
1	Aktueller negativer Endschalter
2	Aktuelle Position der Achse
3	Aktueller positiver Endschalter

Achse	Minimum	Aktuelle Position	Maximum
A1 [°]	-123.38	0.00	136.65
A2 [°]	-126.85	-90.00	-90.00
A3 [°]	90.00	90.00	123.89
A4 [°]	0.00	0.00	0.00
A5 [°]	0.00	0.00	0.00
A6 [°]	-61.84	0.00	0.00

**Abb. 5-20: Während der automatischen Ermittlung**

Pos.	Beschreibung
4	Minimale Position, die die Achse seit Start der Ermittlung eingenommen hat
5	Maximale Position, die die Achse seit Start der Ermittlung eingenommen hat

Schaltflächen	Folgende Schaltflächen stehen zur Verfügung (nur in Benutzergruppe Experten):
Schaltfläche	Beschreibung
<b>Automat. ermitteln</b>	Startet die automatische Ermittlung:  Die Robotersteuerung schreibt die Minimal- und Maximalpositionen, die die Achsen ab jetzt einnehmen, ins Fenster <b>Software-Endschalter</b> in die Spalten <b>Minimum</b> und <b>Maximum</b> .
<b>Ende</b>	Beendet die automatische Ermittlung. Überträgt die ermittelten Minimal-/Maximalpositionen in die Spalten <b>Negativ</b> und <b>Positiv</b> , aber speichert sie noch nicht.
<b>Speichern</b>	Speichert die Werte in den Spalten <b>Negativ</b> und <b>Positiv</b> als Software-Endschalter.

5.7 Vermessen

### 5.7.1 Werkzeug vermessen

**Beschreibung** Bei der Werkzeugvermessung weist der Benutzer einem Werkzeug, das am Anbaulansch angebracht ist, ein kartesisches Koordinatensystem (TOOL-Koordinatensystem) zu.

Das TOOL-Koordinatensystem hat seinen Ursprung in einem vom Benutzer festgelegten Punkt. Dieser heißt TCP (Tool Center Point). In der Regel wird der TCP in den Arbeitspunkt des Werkzeugs gelegt.



Bei einem feststehenden Werkzeug darf die hier beschriebene Vermessung nicht verwendet werden. Für feststehende Werkzeuge muss eine eigene Art der Vermessung verwendet werden.  
7.3 "Feststehendes Werkzeug vermessen" Seite 126)

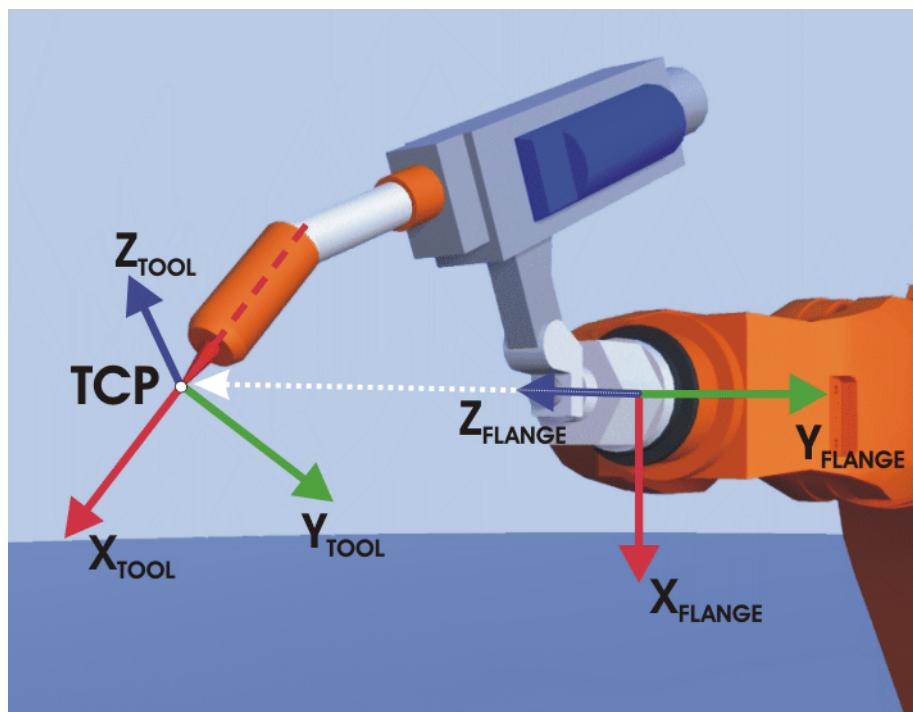
#### Vorteile der Werkzeugvermessung:

- Das Werkzeug kann geradlinig in Stoßrichtung verfahren werden.
  - Das Werkzeug kann um den TCP gedreht werden, ohne dass sich die Position des TCPs ändert.
  - Im Programmbetrieb: Die programmierte Verfahrgeschwindigkeit wird entlang der Bahn am TCP gehalten.

Maximal 16 TOOL-Koordinatensysteme können gespeichert werden. Variable: TOOL\_DATA[1...16]).

Gespeichert werden folgende Daten:

- X, Y, Z:  
Ursprung des TOOL-Koordinatensystems, bezogen auf das FLANGE-Koordinatensystem
  - A, B, C:  
Orientierung des TOOL-Koordinatensystems, bezogen auf das FLANGE-Koordinatensystem



**Abb. 5-21: Prinzip der TCP-Vermessung**

## Übersicht

Die Werkzeugvermessung besteht aus 2 Schritten:

Schritt	Beschreibung
1	<p><b>Ursprung des TOOL-Koordinatensystems festlegen</b></p> <p>Folgende Methoden stehen zur Auswahl:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ XYZ-4-Punkt            (&gt;&gt;&gt; 5.7.1.1 "TCP vermessen: XYZ 4-Punkt-Methode" Seite 117)</li> <li>■ XYZ-Referenz            (&gt;&gt;&gt; 5.7.1.2 "TCP vermessen: XYZ Referenz-Methode" Seite 119)</li> </ul>
2	<p><b>Orientierung des TOOL-Koordinatensystems festlegen</b></p> <p>Folgende Methoden stehen zur Auswahl:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ ABC-2-Punkt            (&gt;&gt;&gt; 5.7.1.4 "Orientierung festlegen: ABC 2-Punkt-Methode" Seite 121)</li> <li>■ ABC-World            (&gt;&gt;&gt; 5.7.1.3 "Orientierung festlegen: ABC World-Methode" Seite 120)</li> </ul>

Wenn die Vermessungsdaten bereits bekannt sind, können sie direkt eingegeben werden. (>>> 5.7.1.5 "Numerische Eingabe" Seite 122)

### 5.7.1.1 TCP vermessen: XYZ 4-Punkt-Methode



Die XYZ 4-Punkt-Methode kann für Palettiroboter nicht verwendet werden.

## Beschreibung

Mit dem TCP des zu vermessenden Werkzeugs fährt man einen Referenzpunkt aus 4 verschiedenen Richtungen an. Der Referenzpunkt kann beliebig

gewählt werden. Aus den unterschiedlichen Flanschpositionen berechnet die Robotersteuerung den TCP.



Die 4 Flanschpositionen, mit denen der Referenzpunkt angefahren wird, müssen ausreichend weit auseinander liegen.

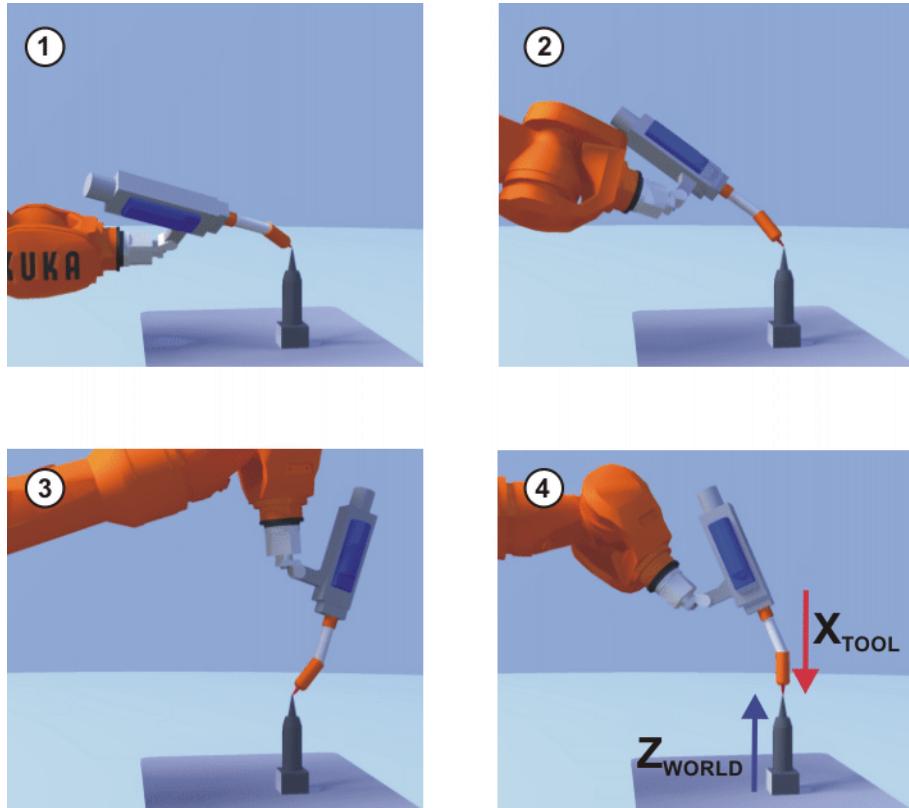


Abb. 5-22: XYZ-4-Punkt-Methode

#### Voraussetzung

- Das zu vermessende Werkzeug ist am Anbauflansch montiert.
- Betriebsart T1

#### Vorgehensweise

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Vermessen > Werkzeug > XYZ 4-Punkt** wählen.
2. Eine Nummer und einen Namen für das zu vermessende Werkzeug vergeben. Mit **Weiter** bestätigen.
3. Mit dem TCP einen Referenzpunkt anfahren. **Vermessen** drücken. Die Sicherheitsabfrage mit **Ja** beantworten.
4. Mit dem TCP den Referenzpunkt aus einer anderen Richtung anfahren. **Vermessen** drücken. Die Sicherheitsabfrage mit **Ja** beantworten.
5. Schritt 4 zweimal wiederholen.
6. Die Traglastdaten eingeben. (Dieser Schritt kann übersprungen werden, wenn die Traglastdaten stattdessen gesondert eingegeben werden.)  
(>>> 5.8.3 "Traglastdaten eingeben" Seite 142)
7. Mit **Weiter** bestätigen.
8. Bei Bedarf können Koordinaten und Orientierung der vermessenen Punkte in Inkrementen und Grad angezeigt werden (bezogen auf das FLANGE-Koordinatensystem). Hierzu auf **Meßpunkte** drücken. Danach über **Zurück** zur vorherigen Ansicht zurückkehren.
9. Entweder: **Speichern** drücken und dann das Fenster über das **Schließen**-Symbol schließen.

Oder: **ABC 2-Punkt** oder **ABC World** drücken. Die bisherigen Daten werden automatisch gespeichert und es öffnet sich ein Fenster, in dem man die Orientierung des TOOL-Koordinatensystems festlegen kann.

(>>> 5.7.1.4 "Orientierung festlegen: ABC 2-Punkt-Methode" Seite 121)

(>>> 5.7.1.3 "Orientierung festlegen: ABC World-Methode" Seite 120)

### 5.7.1.2 TCP vermessen: XYZ Referenz-Methode

#### Beschreibung

Bei der XYZ Referenz-Methode wird ein neues Werkzeug mit einem bereits vermessenen Werkzeug vermessen. Die Robotersteuerung vergleicht die Flanschpositionen und errechnet den TCP des neuen Werkzeugs.



Abb. 5-23: XYZ-Referenz-Methode

#### Voraussetzung

- Ein bereits vermessenes Werkzeug ist am Anbauflansch montiert.
- Betriebsart T1

#### Vorbereitung

Die TCP-Daten des vermessenen Werkzeugs ermitteln:

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Vermessen > Werkzeug > XYZ Referenz** wählen.
2. Die Nummer des vermessenen Werkzeugs eingeben.
3. Die Werkzeugdaten werden angezeigt. Den X-, Y- und Z-Wert notieren.
4. Das Fenster schließen.

#### Vorgehensweise

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Vermessen > Werkzeug > XYZ Referenz** wählen.
2. Eine Nummer und einen Namen für das neue Werkzeug vergeben. Mit **Weiter** bestätigen.
3. TCP-Daten des bereits vermessenen Werkzeugs eingeben. Mit **Weiter** bestätigen.
4. Mit dem TCP einen Referenzpunkt anfahren. **Vermessen** drücken. Die Sicherheitsabfrage mit **Ja** beantworten.
5. Das Werkzeug freifahren und abmontieren. Das neue Werkzeug montieren.
6. Mit dem TCP des neuen Werkzeugs den Referenzpunkt anfahren. **Vermessen** drücken. Die Sicherheitsabfrage mit **Ja** beantworten.
7. Die Traglastdaten eingeben. (Dieser Schritt kann übersprungen werden, wenn die Traglastdaten stattdessen gesondert eingegeben werden.)  
(>>> 5.8.3 "Traglastdaten eingeben" Seite 142)
8. Mit **Weiter** bestätigen.
9. Bei Bedarf können Koordinaten und Orientierung der vermessenen Punkte in Inkrementen und Grad angezeigt werden (bezogen auf das FLANGE-Koordinatensystem). Hierzu auf **Meßpunkte** drücken. Danach über **Zurück** zur vorherigen Ansicht zurückkehren.

10. Entweder: **Speichern** drücken und dann das Fenster über das **Schließen**-Symbol schließen.

Oder: **ABC 2-Punkt** oder **ABC World** drücken. Die bisherigen Daten werden automatisch gespeichert und es öffnet sich ein Fenster, in dem man die Orientierung des TOOL-Koordinatensystems festlegen kann.

(>>> 5.7.1.4 "Orientierung festlegen: ABC 2-Punkt-Methode" Seite 121)

(>>> 5.7.1.3 "Orientierung festlegen: ABC World-Methode" Seite 120)

### 5.7.1.3 Orientierung festlegen: ABC World-Methode

#### Beschreibung

Der Benutzer richtet die Achsen des TOOL-Koordinatensystems parallel zu den Achsen des WORLD-Koordinatensystems aus. Dadurch wird der Robotersteuerung die Orientierung des TOOL-Koordinatensystems bekanntgegeben.

Die Methode hat 2 Varianten:

- **5D**: Der Benutzer gibt der Robotersteuerung die Stoßrichtung des Werkzeugs bekannt. Die Stoßrichtung ist defaultmäßig die X-Achse. Die Orientierung der anderen Achsen wird vom System festgelegt und kann vom Benutzer nicht beeinflusst werden.

Das System legt die Orientierung der anderen Achsen immer gleich fest. Falls das Werkzeug später ein weiteres Mal vermessen werden muss, z. B. nach einem Crash, reicht es deshalb, die Stoßrichtung erneut festzulegen. Auf die Verdrehung um die Stoßrichtung muss nicht geachtet werden.

- **6D**: Der Benutzer gibt der Robotersteuerung die Richtung aller 3 Achsen bekannt.

#### Voraussetzung

- Das zu vermessende Werkzeug ist am Anbaulansch montiert.
- Der TCP des Werkzeugs ist bereits vermessen.
- Betriebsart T1



Die folgende Vorgehensweise ist gültig, wenn die Werkzeug-Stoßrichtung die Default-Stoßrichtung (= X-Richtung) ist. Wenn die Stoßrichtung auf Y oder Z geändert wurde, muss auch die Vorgehensweise entsprechend geändert werden.

#### Vorgehensweise

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Vermessen > Werkzeug > ABC World** wählen.

2. Die Nummer des Werkzeugs eingeben. Mit **Weiter** bestätigen.

3. Im Feld **5D/6D** eine Variante auswählen. Mit **Weiter** bestätigen.

4. Wenn **5D** gewählt wurde:

+X<sub>TOOL</sub> parallel zu -Z<sub>WORLD</sub> ausrichten. (+X<sub>TOOL</sub> = Stoßrichtung)

Wenn **6D** gewählt wurde:

Die Achsen des TOOL-Koordinatensystems folgendermaßen ausrichten.

- +X<sub>TOOL</sub> parallel zu -Z<sub>WORLD</sub>. (+X<sub>TOOL</sub> = Stoßrichtung)
- +Y<sub>TOOL</sub> parallel zu +Y<sub>WORLD</sub>
- +Z<sub>TOOL</sub> parallel zu +X<sub>WORLD</sub>

5. **Vermessen** drücken. Die Sicherheitsabfrage mit **Ja** beantworten.



Die beiden folgenden Schritte fallen weg, wenn man die Vorgehensweise nicht über das Hauptmenü aufgerufen hat, sondern nach der TCP-Vermessung über die Schaltfläche **ABC World**.

6. Die Traglastdaten eingeben. (Dieser Schritt kann übersprungen werden, wenn die Traglastdaten stattdessen gesondert eingegeben werden.)

(>>> 5.8.3 "Traglastdaten eingeben" Seite 142)

7. Mit **Weiter** bestätigen.
8. Bei Bedarf können Koordinaten und Orientierung der vermessenen Punkte in Inkrementen und Grad angezeigt werden (bezogen auf das FLANGE-Koordinatensystem). Hierzu auf **Meßpunkte** drücken. Danach über **Zurück** zur vorherigen Ansicht zurückkehren.
9. **Speichern** drücken.

#### 5.7.1.4 Orientierung festlegen: ABC 2-Punkt-Methode

##### Beschreibung

Der Robotersteuerung werden die Achsen des TOOL-Koordinatensystems bekanntgegeben, indem ein Punkt auf der X-Achse und ein Punkt in der XY-Ebene angefahren wird.

Diese Methode wird benutzt, wenn die Achsrichtungen besonders exakt festgelegt werden müssen.

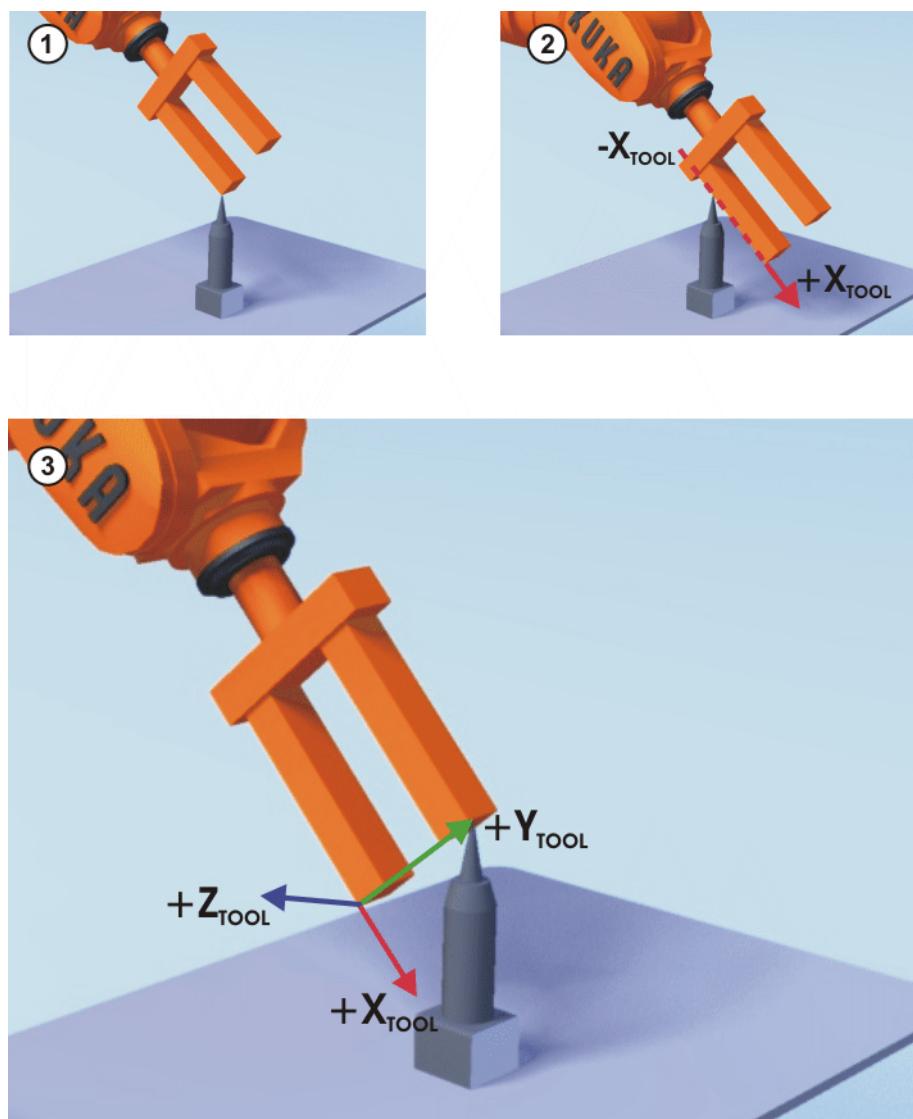


Abb. 5-24: ABC 2-Punkt-Methode

##### Voraussetzung

- Das zu vermessende Werkzeug ist am Anbauflansch montiert.
- Der TCP des Werkzeugs ist bereits vermessen.
- Betriebsart T1



Die folgende Vorgehensweise ist gültig, wenn die Werkzeug-Stoßrichtung die Default-Stoßrichtung (= X-Richtung) ist. Wenn die Stoßrichtung auf Y oder Z geändert wurde, muss auch die Vorgehensweise entsprechend geändert werden.

### Vorgehensweise

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Vermessen > Werkzeug > ABC 2-Punkt** wählen.
2. Die Nummer des montierten Werkzeugs eingeben. Mit **Weiter** bestätigen.
3. Mit dem TCP einen beliebigen Referenzpunkt anfahren. **Vermessen** drücken. Die Sicherheitsabfrage mit **Ja** beantworten.
4. Das Werkzeug so verfahren, dass der Referenzpunkt auf der X-Achse auf einem Punkt mit negativem X-Wert (d. h. entgegen der Stoßrichtung) zu liegen kommt. **Vermessen** drücken. Die Sicherheitsabfrage mit **Ja** beantworten.
5. Das Werkzeug so verfahren, dass der Referenzpunkt auf der XY-Ebene auf einem Punkt mit positivem Y-Wert zu liegen kommt. **Vermessen** drücken. Die Sicherheitsabfrage mit **Ja** beantworten.



Die beiden folgenden Schritte fallen weg, wenn man die Vorgehensweise nicht über das Hauptmenü aufgerufen hat, sondern nach der TCP-Vermessung über die Schaltfläche **ABC 2-Pkt.**

6. Die Traglastdaten eingeben. (Dieser Schritt kann übersprungen werden, wenn die Traglastdaten stattdessen gesondert eingegeben werden.)  
(>>> 5.8.3 "Traglastdaten eingeben" Seite 142)
7. Mit **Weiter** bestätigen.
8. Bei Bedarf können Koordinaten und Orientierung der vermessenen Punkte in Inkrementen und Grad angezeigt werden (bezogen auf das FLANGE-Koordinatensystem). Hierzu auf **Meßpunkte** drücken. Danach über **Zurück** zur vorherigen Ansicht zurückkehren.
9. **Speichern** drücken.

#### 5.7.1.5 Numerische Eingabe

##### Beschreibung

Die Daten des Werkzeugs können manuell eingegeben werden.

Mögliche Datenquellen:

- CAD
- Extern vermessenes Werkzeug
- Angaben des Werkzeug-Herstellers



Bei Palettierrobotern mit 4 Achsen müssen die Werkzeugdaten numerisch eingegeben werden. Die XYZ- und ABC-Methoden können nicht verwendet werden, da bei diesen Robotern ein Umorientieren nur begrenzt möglich ist.

##### Voraussetzung

- Folgende Werte sind bekannt:

- X, Y, Z in Bezug auf das FLANGE-Koordinatensystem
- A, B, C in Bezug auf das FLANGE-Koordinatensystem

- Betriebsart T1

##### Vorgehensweise

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Vermessen > Werkzeug > Numerische Eingabe** wählen.
2. Eine Nummer und einen Namen für das zu vermessende Werkzeug vergeben. Mit **Weiter** bestätigen.
3. Die Werkzeugdaten eingeben. Mit **Weiter** bestätigen.

4. Die Traglastdaten eingeben. (Dieser Schritt kann übersprungen werden, wenn die Traglastdaten stattdessen gesondert eingegeben werden.)  
(>>> 5.8.3 "Traglastdaten eingeben" Seite 142)
5. Wenn die Online-Lastdatenprüfung zur Verfügung steht (dies ist abhängig vom Robotertyp): Nach Bedarf konfigurieren.  
(>>> 5.8.5 "Online-Lastdatenprüfung" Seite 143)
6. Mit **Weiter** bestätigen.
7. **Speichern** drücken.

### 5.7.2 Basis vermessen

#### Beschreibung

Bei der Basisvermessung weist der Benutzer einer Arbeitsfläche oder dem Werkstück ein kartesisches Koordinatensystem (BASE-Koordinatensystem) zu. Das BASE-Koordinatensystem hat seinen Ursprung in einem vom Benutzer festgelegten Punkt.



Wenn das Werkstück am Anbauflansch angebracht ist, darf die hier beschriebene Vermessung nicht verwendet werden. Für Werkstücke am Anbauflansch muss eine eigene Art der Vermessung verwendet werden. (>>> 5.7.3 "Feststehendes Werkzeug vermessen" Seite 126)

Vorteile der Basisvermessung:

- Der TCP kann entlang der Kanten der Arbeitsfläche oder des Werkstücks manuell verfahren werden.
- Punkte können mit Bezug auf die Basis geteacht werden. Wenn die Basis verschoben werden muss, z. B. weil die Arbeitsfläche verschoben wurde, wandern die Punkte mit und müssen nicht neu geteacht werden.

Maximal 32 BASE-Koordinatensysteme können gespeichert werden. Variable: BASE\_DATA[1...32].

#### Übersicht

Es gibt 2 Methoden, um eine Basis zu vermessen:

- 3-Punkt-Methode (>>> 5.7.2.1 "3-Punkt-Methode" Seite 123)
- Indirekte Methode (>>> 5.7.2.2 "Indirekte Methode" Seite 125)

Wenn die Vermessungsdaten bereits bekannt sind, können sie direkt eingegeben werden. (>>> 5.7.2.3 "Numerische Eingabe" Seite 126)

#### 5.7.2.1 3-Punkt-Methode

#### Beschreibung

Der Ursprung und 2 weitere Punkte der neuen Basis werden angefahren. Diese 3 Punkte definieren die neue Basis.

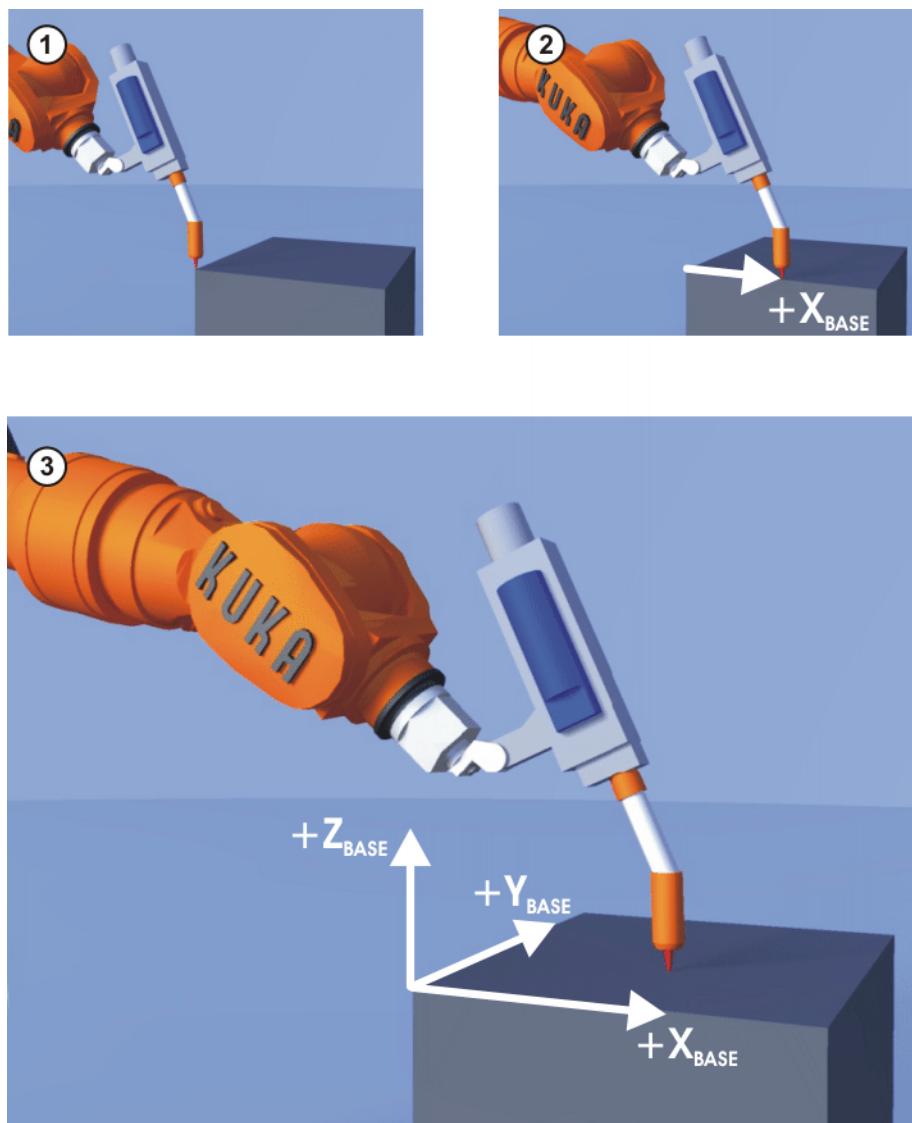


Abb. 5-25: 3-Punkt-Methode

#### Voraussetzung

- Ein bereits vermessenes Werkzeug ist am Anbauflansch montiert.
- Betriebsart T1

#### Vorgehensweise

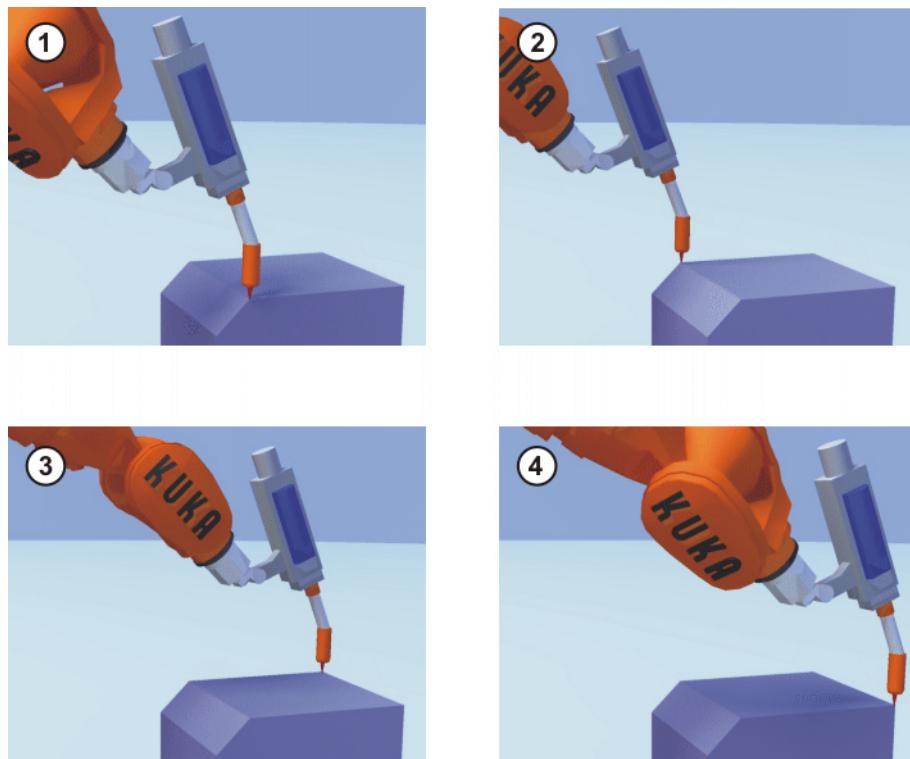
1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Vermessen > Basis > 3-Punkt** wählen.
2. Eine Nummer und einen Namen für die Basis vergeben. Mit **Weiter** bestätigen.
3. Die Nummer des montierten Werkzeugs eingeben. Mit **Weiter** bestätigen.
4. Mit dem TCP den Ursprung der neuen Basis anfahren. **Vermessen** drücken. Die Sicherheitsabfrage mit **Ja** beantworten.
5. Mit dem TCP einen Punkt auf der positiven X-Achse der neuen Basis anfahren. **Vermessen** drücken. Die Sicherheitsabfrage mit **Ja** beantworten.
6. Mit dem TCP auf der XY-Ebene einen Punkt mit positivem Y-Wert anfahren. **Vermessen** drücken. Die Sicherheitsabfrage mit **Ja** beantworten.
7. Bei Bedarf können Koordinaten und Orientierung der vermessenen Punkte in Inkrementen und Grad angezeigt werden (bezogen auf das FLANGE-Koordinatensystem). Hierzu auf **Meßpunkte** drücken. Danach über **Zurück** zur vorherigen Ansicht zurückkehren.
8. **Speichern** drücken.

### 5.7.2.2 Indirekte Methode

#### Beschreibung

Die indirekte Methode wird verwendet, wenn der Ursprung der Basis nicht angefahren werden kann, z. B. weil er im Innern eines Werkstücks oder außerhalb des Arbeitsraums des Roboters liegt.

4 Punkte der Basis, deren Koordinaten bekannt sein müssen, werden angefahren. Die Robotersteuerung berechnet die Basis auf Grundlage dieser Punkte.



**Abb. 5-26: Indirekte Methode**

#### Voraussetzung

- Ein vermessenes Werkzeug ist am Anbauflansch montiert.
- Die Koordinaten von 4 Punkten der neuen Basis sind bekannt, z. B. aus CAD. Die 4 Punkte sind für den TCP erreichbar.
- Betriebsart T1

#### Vorgehensweise

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Vermessen > Basis > Indirekt** wählen.
2. Eine Nummer und einen Namen für die Basis vergeben. Mit **Weiter** bestätigen.
3. Die Nummer des montierten Werkzeugs eingeben. Mit **Weiter** bestätigen.
4. Die Koordinaten eines bekannten Punktes der neuen Basis eingeben und den Punkt mit dem TCP anfahren. **Vermessen** drücken. Die Sicherheitsabfrage mit **Ja** beantworten.
5. Schritt 4 dreimal wiederholen.
6. Bei Bedarf können Koordinaten und Orientierung der vermessenen Punkte in Inkrementen und Grad angezeigt werden (bezogen auf das FLANGE-Koordinatensystem). Hierzu auf **Meßpunkte** drücken. Danach über **Zurück** zur vorherigen Ansicht zurückkehren.
7. **Speichern** drücken.

### 5.7.2.3 Numerische Eingabe

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>Voraussetzung</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Folgende numerische Werte sind bekannt, z. B. aus CAD:<br/>Entfernung des Ursprungs der Basis vom Ursprung des WORLD-Koordinatensystems<br/>Verdrehung der Achsen der Basis, bezogen auf das WORLD-Koordinatensystem</li> <li>■ Betriebsart T1</li> </ul>  |
| <b>Vorgehensweise</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Im Hauptmenü <b>Inbetriebnahme &gt; Vermessen &gt; Basis &gt; Numerische Eingabe</b> wählen.</li> <li>2. Eine Nummer und einen Namen für die Basis vergeben. Mit <b>Weiter</b> bestätigen.</li> <li>3. Daten eingeben. Mit <b>Weiter</b> bestätigen.</li> <li>4. <b>Speichern</b> drücken.</li> </ol> |

### 5.7.3 Feststehendes Werkzeug vermessen

**Übersicht** Die Vermessung eines feststehenden Werkzeugs besteht aus 2 Schritten:

Schritt	Beschreibung
1	<p><b>TCP des feststehenden Werkzeugs vermessen</b></p> <p>Der TCP eines feststehenden Werkzeugs wird externer TCP genannt.</p> <p>(&gt;&gt;&gt; 5.7.3.1 "Externen TCP vermessen" Seite 126)</p> <p>Wenn die Vermessungsdaten bereits bekannt sind, können sie direkt eingegeben werden.</p> <p>(&gt;&gt;&gt; 5.7.3.2 "Externen TCP numerisch eingeben" Seite 128)</p>
2	<p><b>Werkstück vermessen</b></p> <p>Folgende Methoden stehen zur Auswahl:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Direkte Methode (&gt;&gt;&gt; 5.7.3.3 "Werkstück vermessen: Direkte Methode" Seite 129)</li> <li>■ Indirekte Methode (&gt;&gt;&gt; 5.7.3.4 "Werkstück vermessen: Indirekte Methode" Seite 130)</li> </ul>

Die Robotersteuerung speichert den externen TCP als BASE-Koordinatensystem und das Werkstück als TOOL-Koordinatensystem. Insgesamt können maximal 32 BASE-Koordinatensysteme und 16 TOOL-Koordinatensysteme gespeichert werden.

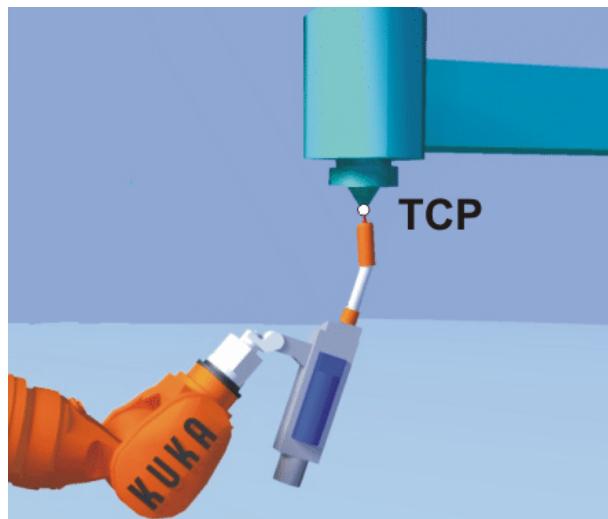
#### 5.7.3.1 Externen TCP vermessen

- |                     |  |
|---------------------|--|
| <b>Beschreibung</b> | Zuerst gibt der Benutzer der Robotersteuerung den TCP des feststehenden Werkzeugs bekannt. Dazu wird der TCP mit einem bereits vermessenen Werkzeug angefahren.<br><br>Dann wird der Robotersteuerung die Orientierung des Koordinatensystems des feststehenden Werkzeugs bekanntgegeben. Dazu richtet der Benutzer das Koordinatensystem des bereits vermessenen Werkzeugs parallel zum neuen Koordinatensystem aus. Es gibt 2 Varianten: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>5D</b>: Der Benutzer gibt der Robotersteuerung die Stoßrichtung des Werkzeugs bekannt. Die Stoßrichtung ist defaultmäßig die X-Achse. Die Orien-</li> </ul> |
|---------------------|--|

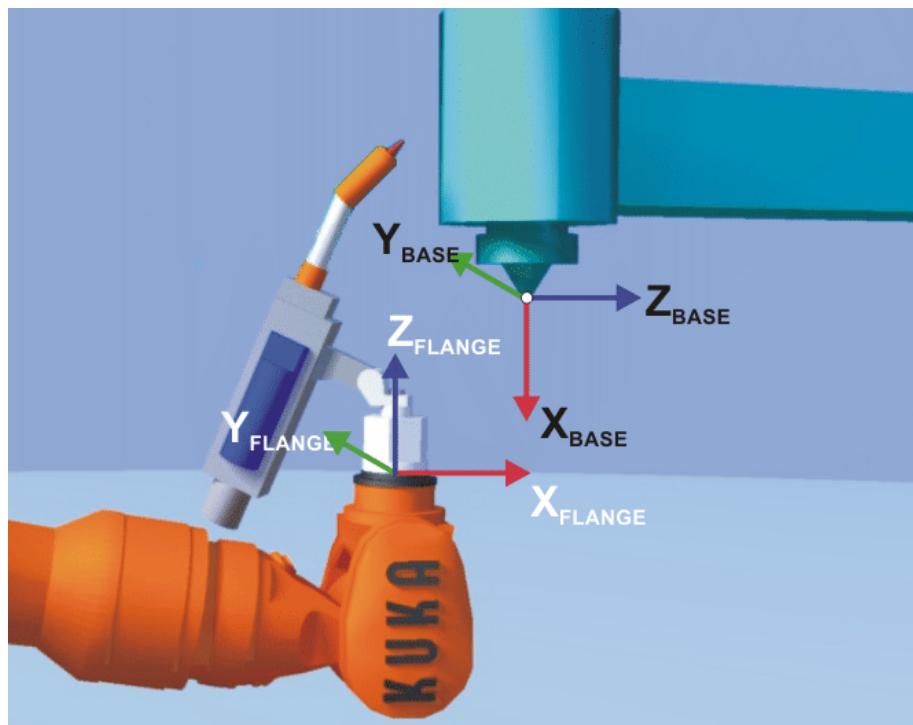
tierung der anderen Achsen wird vom System festgelegt und kann vom Benutzer nicht beeinflusst werden.

Das System legt die Orientierung der anderen Achsen immer gleich fest. Falls das Werkzeug später ein weiteres Mal vermessen werden muss, z. B. nach einem Crash, reicht es deshalb, die Stoßrichtung erneut festzulegen. Auf die Verdrehung um die Stoßrichtung muss nicht geachtet werden.

- **6D:** Der Benutzer gibt der Robotersteuerung die Orientierungen aller 3 Achsen bekannt.



**Abb. 5-27: Externen TCP anfahren**



**Abb. 5-28: Koordinatensysteme parallel ausrichten**

#### Voraussetzung

- Ein bereits vermessenes Werkzeug ist am Anbauflansch montiert.
- Betriebsart T1



Die folgende Vorgehensweise ist gültig, wenn die Werkzeug-Stoßrichtung die Default-Stoßrichtung (= X-Richtung) ist. Wenn die Stoßrichtung auf Y oder Z geändert wurde, muss auch die Vorgehensweise entsprechend geändert werden.

- Vorgehensweise**
1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Vermessen > Feststehendes Werkzeug > Werkzeug** wählen.
  2. Eine Nummer und einen Namen für das feststehende Werkzeug vergeben. Mit **Weiter** bestätigen.
  3. Nummer des bereits vermessenen Werkzeugs eingeben. Mit **Weiter** bestätigen.
  4. Im Feld **5D/6D** eine Variante auswählen. Mit **Weiter** bestätigen.
  5. Mit dem TCP des bereits vermessenen Werkzeugs den TCP des feststehenden Werkzeugs anfahren. **Vermessen** drücken. Die Sicherheitsabfrage mit **Ja** beantworten.
  6. Wenn **5D** gewählt wurde:  
+X<sub>BASE</sub> parallel zu -Z<sub>FLANGE</sub> ausrichten.  
(D. h. den Anbauflansch senkrecht zur Stoßrichtung des feststehenden Werkzeugs ausrichten.)  
Wenn **6D** gewählt wurde:  
Den Anbauflansch so ausrichten, dass seine Achsen parallel zu den Achsen des feststehenden Werkzeugs sind:
    - +X<sub>BASE</sub> parallel zu -Z<sub>FLANGE</sub>  
(D. h. den Anbauflansch senkrecht zur Stoßrichtung des Werkzeugs ausrichten.)
    - +Y<sub>BASE</sub> parallel zu +Y<sub>FLANGE</sub>
    - +Z<sub>BASE</sub> parallel zu +X<sub>FLANGE</sub>
  7. **Vermessen** drücken. Die Sicherheitsabfrage mit **Ja** beantworten.
  8. Bei Bedarf können Koordinaten und Orientierung der vermessenen Punkte in Inkrementen und Grad angezeigt werden (bezogen auf das FLANGE-Koordinatensystem). Hierzu auf **Meßpunkte** drücken. Danach über **Zurück** zur vorherigen Ansicht zurückkehren.
  9. **Speichern** drücken.

### 5.7.3.2 Externen TCP numerisch eingeben

- Voraussetzung**
- Folgende numerische Werte sind bekannt, z. B. aus CAD:
    - Entfernung des TCP des feststehenden Werkzeugs vom Ursprung des WORLD-Koordinatensystems (X, Y, Z)
    - Verdrehung der Achsen des feststehenden Werkzeugs, bezogen auf das WORLD-Koordinatensystem (A, B, C)
  - Betriebsart T1
- Vorgehensweise**
1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Vermessen > Feststehendes Werkzeug > Numerische Eingabe** wählen.
  2. Eine Nummer und einen Namen für das feststehende Werkzeug vergeben. Mit **Weiter** bestätigen.
  3. Daten eingeben. Mit **Weiter** bestätigen.
  4. **Speichern** drücken.

### 5.7.3.3 Werkstück vermessen: Direkte Methode

#### Beschreibung

Der Robotersteuerung werden der Ursprung und 2 weitere Punkte des Werkstücks bekanntgegeben. Diese 3 Punkte definieren das Werkstück eindeutig.

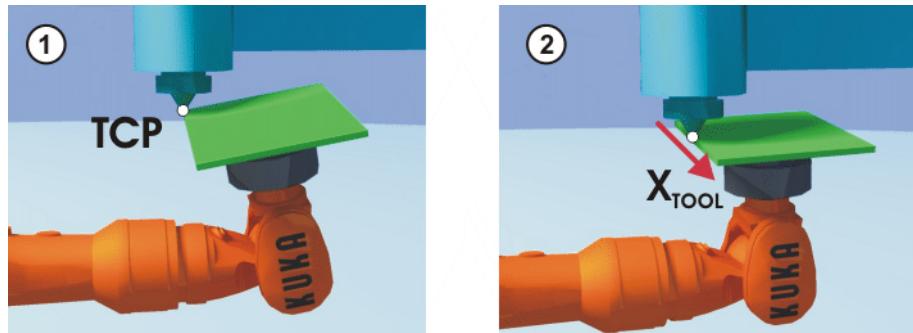


Abb. 5-29

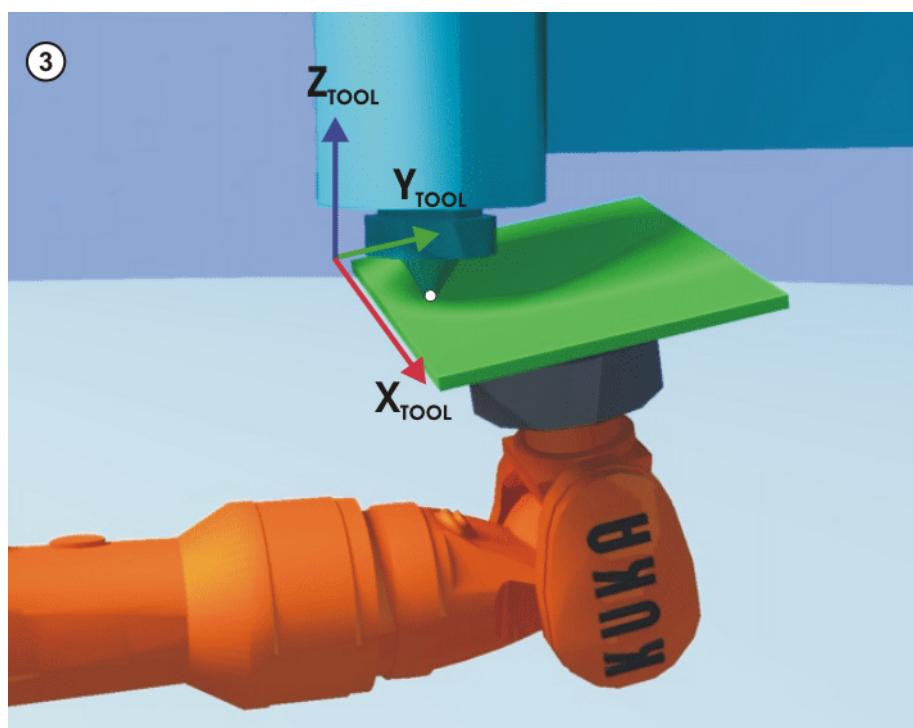


Abb. 5-30: Werkstück vermessen: Direkte Methode

#### Voraussetzung

- Das Werkstück ist am Anbauflansch montiert.
- Ein bereits vermessenes feststehendes Werkzeug ist montiert.
- Betriebsart T1

#### Vorgehensweise

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Vermessen > Feststehendes Werkzeug > Werkstück > Direkte Vermessung** wählen.
2. Eine Nummer und einen Namen für das Werkstück vergeben. Mit **Weiter** bestätigen.
3. Die Nummer des feststehenden Werkzeugs eingeben. Mit **Weiter** bestätigen.
4. Den Ursprung des Werkstück-Koordinatensystems an den TCP des feststehenden Werkzeugs verfahren. **Vermessen** drücken. Die Sicherheitsabfrage mit **Ja** beantworten.
5. Einen Punkt auf der positiven X-Achse des Werkstück-Koordinatensystems an den TCP des feststehenden Werkzeugs verfahren. **Vermessen** drücken. Die Sicherheitsabfrage mit **Ja** beantworten.

6. Einen Punkt, der auf der XY-Ebene des Werkstück-Koordinatensystems einen positivem Y-Wert hat, an den TCP des feststehenden Werkzeugs verfahren. **Vermessen** drücken. Die Sicherheitsabfrage mit **Ja** beantworten.
7. Die Lastdaten des Werkstücks eingeben. (Dieser Schritt kann übersprungen werden, wenn die Lastdaten stattdessen gesondert eingegeben werden.)  
(>>> 5.8.3 "Traglastdaten eingeben" Seite 142)
8. Mit **Weiter** bestätigen.
9. Bei Bedarf können Koordinaten und Orientierung der vermessenen Punkte in Inkrementen und Grad angezeigt werden (bezogen auf das FLANGE-Koordinatensystem). Hierzu auf **Meßpunkte** drücken. Danach über **Zurück** zur vorherigen Ansicht zurückkehren.
10. **Speichern** drücken.

#### 5.7.3.4 Werkstück vermessen: Indirekte Methode

##### Beschreibung

Die Robotersteuerung berechnet das Werkstück auf Grundlage von 4 Punkten, deren Koordinaten bekannt sein müssen. Der Ursprung des Werkstücks wird nicht angefahren.

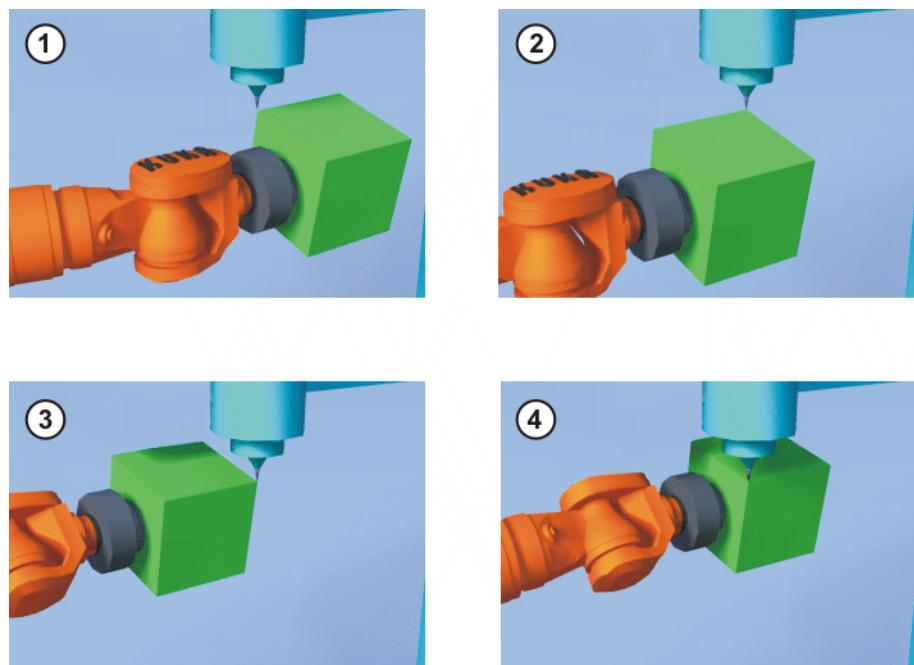


Abb. 5-31: Werkstück vermessen: Indirekte Methode

##### Voraussetzung

- Ein bereits vermessenes feststehendes Werkzeug ist montiert.
- Das zu vermessende Werkstück ist am Anbauflansch montiert.
- Die Koordinaten von 4 Punkten des neuen Werkstücks sind bekannt, z. B. aus CAD. Die 4 Punkte sind für den TCP erreichbar.
- Betriebsart T1

##### Vorgehensweise

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Vermessen > Feststehendes Werkzeug > Werkstück > Indirekte Vermessung** wählen.
2. Eine Nummer und einen Namen für das Werkstück vergeben. Mit **Weiter** bestätigen.
3. Die Nummer des feststehenden Werkzeugs eingeben. Mit **Weiter** bestätigen.

4. Die Koordinaten eines bekannten Punktes des Werkstücks eingeben und mit diesem Punkt den TCP des feststehenden Werkzeugs anfahren. **Vermessen** drücken. Die Sicherheitsabfrage mit **Ja** beantworten.
5. Schritt 4 dreimal wiederholen.
6. Die Lastdaten des Werkstücks eingeben. (Dieser Schritt kann übersprungen werden, wenn die Lastdaten stattdessen gesondert eingegeben werden.)  
(>>> 5.8.3 "Traglastdaten eingeben" Seite 142)
7. Mit **Weiter** bestätigen.
8. Bei Bedarf können Koordinaten und Orientierung der vermessenen Punkte in Inkrementen und Grad angezeigt werden (bezogen auf das FLANGE-Koordinatensystem). Hierzu auf **Meßpunkte** drücken. Danach über **Zurück** zur vorherigen Ansicht zurückkehren.
9. **Speichern** drücken.

#### **5.7.4 Werkzeug/Basis umbenennen**

<b>Voraussetzung</b>	■ Betriebsart T1
<b>Vorgehensweise</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Im Hauptmenü <b>Inbetriebnahme &gt; Vermessen &gt; Werkzeug oder Basis &gt; Name ändern</b> wählen.</li> <li>2. Werkzeug oder Basis markieren und <b>Name</b> drücken.</li> <li>3. Neuen Namen eingeben und mit <b>Speichern</b> bestätigen.</li> </ol>

#### **5.7.5 Lineareinheit**

Die KUKA Lineareinheit ist eine am Boden oder an der Decke montierte eigenständige 1-achsige Lineareinheit. Sie dient dem linearen Verfahren des Roboters und wird von der Robotersteuerung wie eine Zusatzachse gesteuert.

Die Lineareinheit ist eine ROBROOT-Kinematik. Beim Verfahren der Lineareinheit verändert sich die Position des Roboters im WORLD-Koordinatensystem. Die aktuelle Position des Roboters im WORLD-Koordinatensystem beschreibt der Vektor \$ROBROOT\_C.

\$ROBROOT\_C setzt sich zusammen aus:

- \$ERSYSROOT (statischer Anteil)  
Fußpunkt der Lineareinheit, bezogen auf \$WORLD. Der Fußpunkt liegt defaultmäßig in der Nullposition der Lineareinheit und ist abhängig von \$MAMES.
- #ERSYS (dynamischer Anteil)  
Aktuelle Position des Roboters auf der Lineareinheit, bezogen auf \$ERSYSROOT

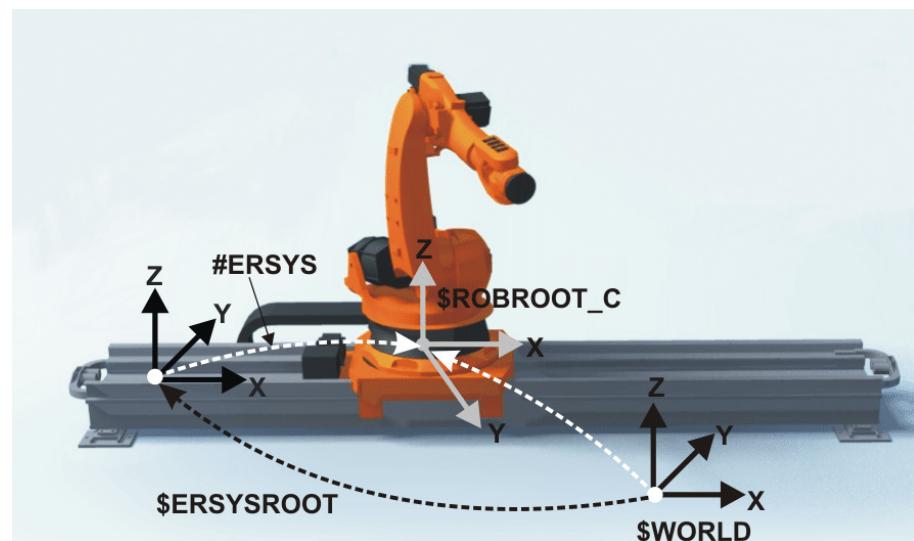


Abb. 5-32: ROBROOT-Kinematik - Lineareinheit

#### 5.7.5.1 Prüfen, ob die Lineareinheit vermessen werden muss

##### Beschreibung

Der Roboter steht auf dem Flansch der Lineareinheit. Im Idealfall ist das ROBROOT-Koordinatensystem des Roboters deckungsgleich mit dem FLANGE-Koordinatensystem der Lineareinheit. In der Realität gibt es hier oft kleine Abweichungen, die dazu führen, dass Positionen nicht korrekt angefahren werden können. Das Vermessen dient dazu, diese Abweichungen rechnerisch zu korrigieren. (Verdrehungen um die Bewegungsrichtung der Lineareinheit können nicht korrigiert werden. Sie führen jedoch auch nicht zu Fehlern beim Anfahren von Positionen.)

Wenn keine Abweichungen vorhanden sind, muss die Lineareinheit nicht vermessen werden. Mit der folgenden Vorgehensweise kann man ermitteln, ob sie vermessen werden muss.

##### Voraussetzung

- Die Maschinendaten der Lineareinheit sind konfiguriert und auf die Robotersteuerung gespielt.
- Ein bereits vermessenes Werkzeug ist am Anbauflansch montiert.
- Es ist kein Programm geöffnet oder angewählt.
- Betriebsart T1

##### Vorgehensweise

1. Den TCP auf einen beliebigen Punkt ausrichten und beobachten.
  2. Die Lineareinheit kartesisch verfahren. (Nicht achsspezifisch!)
    - Wenn der TCP stehenbleibt: Die Linearachse muss nicht vermessen werden.
    - Wenn sich der TCP bewegt: Die Linearachse muss vermessen werden.
- (>>> 5.7.5.2 "Lineareinheit vermessen" Seite 132)

Wenn die Vermessungsdaten bereits bekannt sind (z. B. aus CAD), können sie direkt eingegeben werden. (>>> 5.7.5.3 "Lineareinheit numerisch eingeben" Seite 133)

#### 5.7.5.2 Lineareinheit vermessen

##### Beschreibung

Bei der Vermessung wird ein Referenzpunkt mit dem TCP eines bereits vermessenen Werkzeugs 3-mal angefahren.

- Der Referenzpunkt kann beliebig gewählt werden.

- Die Position des Roboters auf der Lineareinheit, von der aus der Referenzpunkt angefahren wird, muss 3-mal unterschiedlich sein. Die 3 Positionen müssen ausreichend weit auseinanderliegen.

Die Korrekturwerte, die durch die Vermessung ermittelt werden, fließen in die Systemvariable \$ETx\_TFLA3 ein.

#### Voraussetzung

- Die Maschinendaten der Lineareinheit sind konfiguriert und auf die Robotersteuerung gespielt.
- Ein bereits vermessenes Werkzeug ist am Anbauflansch montiert.
- Es ist kein Programm geöffnet oder angewählt.
- Betriebsart T1

#### Vorgehensweise

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Vermessen > Externe Kinematik > Lineareinheit** wählen.  
Die Robotersteuerung detektiert die Lineareinheit automatisch und zeigt folgende Daten an:
  - **Ext. Kinematik Nr.:** Nummer der Externen Kinematik (1 ... 6) (\$EX\_KIN)
  - **Achse:** Nummer der Zusatzachse (1 ... 6) (\$ETx\_AX)
  - **Name der ext. Kinematik (\$ETx\_NAME)**
 (Wenn die Robotersteuerung diese Werte nicht ermitteln kann, z. B. weil die Lineareinheit noch nicht konfiguriert ist, kann die Vermessung nicht fortgesetzt werden.)
2. Lineareinheit mit der Verfahrtaste "+" verfahren.
3. Angeben, ob die Lineareinheit nach "+" oder nach "-" gefahren ist. Mit **Weiter** bestätigen.
4. Mit dem TCP den Referenzpunkt anfahren.
5. **Vermessen** drücken.
6. Schritt 4 und 5 zweimal wiederholen, jedoch jedes Mal vorher die Lineareinheit verfahren, um den Referenzpunkt aus verschiedenen Position anzufahren.
7. **Speichern** drücken. Die Vermessungsdaten werden gespeichert.
8. Es wird eine Abfrage angezeigt, ob bereits geteachte Positionen korrigiert werden sollen.
  - Wenn vor dem Vermessen noch keine Positionen geteacht worden sind, ist es gleichgültig, ob die Abfrage mit **Ja** oder **Nein** beantwortet wird.
  - Wenn vor dem Vermessen Positionen geteacht worden sind:  
Wenn die Abfrage mit **Ja** beantwortet wird, werden Positionen mit Basis 0 automatisch korrigiert. Andere Positionen werden nicht korrigiert!  
Wenn die Abfrage mit **Nein** beantwortet wird, werden keine Positionen korrigiert.

#### HINWEIS

Nach dem Vermessen einer Lineareinheit müssen folgende Sicherheitsmaßnahmen durchgeführt werden:

1. Software-Endschalter der Lineareinheit prüfen und gegebenenfalls anpassen.
2. Programme in T1 testen.

Sachschäden können sonst die Folge sein.

#### 5.7.5.3 Lineareinheit numerisch eingeben

#### Voraussetzung

- Die Maschinendaten der Lineareinheit sind konfiguriert und auf die Robotersteuerung gespielt.

- Es ist kein Programm geöffnet oder angewählt.
- Folgende numerische Werte sind bekannt, z. B. aus CAD:
  - Entfernung des Roboterfuß-Flansches vom Ursprung des ERSYS-ROOT-Koordinatensystems (X, Y, Z)
  - Orientierung des Roboterfuß-Flansches bezogen auf das ERSYS-ROOT-Koordinatensystem (A, B, C)
- Betriebsart T1

**Vorgehensweise**

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Vermessen > Externe Kinematik > Lineareinheit (numerisch)** wählen.

Die Robotersteuerung detektiert die Lineareinheit automatisch und zeigt folgende Daten an:

- **Ext. Kinematik Nr.:** Nummer der Externen Kinematik (1 ... 6)
- **Achse:** Nummer der Zusatzachse (1 ... 6)
- **Name der ext. Kinematik**

(Wenn die Robotersteuerung diese Werte nicht ermitteln kann, z. B. weil die Lineareinheit noch nicht konfiguriert ist, kann die Vermessung nicht fortgesetzt werden.)

2. Lineareinheit mit der Verfahrtaste "+" verfahren.
3. Angeben, ob die Lineareinheit nach "+" oder nach "-" gefahren ist. Mit **Weiter** bestätigen.
4. Daten eingeben. Mit **Weiter** bestätigen.
5. **Speichern** drücken. Die Vermessungsdaten werden gespeichert.
6. Es wird eine Abfrage angezeigt, ob bereits geteachte Positionen korrigiert werden sollen.
  - Wenn vor dem Vermessen noch keine Positionen geteacht worden sind, ist es gleichgültig, ob die Abfrage mit **Ja** oder **Nein** beantwortet wird.
  - Wenn vor dem Vermessen Positionen geteacht worden sind:
    - Wenn die Abfrage mit **Ja** beantwortet wird, werden Positionen mit Basis 0 automatisch korrigiert. Andere Positionen werden nicht korrigiert!
    - Wenn die Abfrage mit **Nein** beantwortet wird, werden keine Positionen korrigiert.

**HINWEIS**

Nach dem Vermessen einer Lineareinheit müssen folgende Sicherheitsmaßnahmen durchgeführt werden:

1. Software-Endschalter der Lineareinheit prüfen und gegebenenfalls anpassen.
2. Programme in T1 testen.

Sachschäden können sonst die Folge sein.

### 5.7.6 Externe Kinematik vermessen

**Beschreibung**

Die Vermessung der externen Kinematik ist notwendig, damit die Achsen der Kinematik synchron und mathematisch gekoppelt mit den Roboterachsen bewegt werden können. Eine externe Kinematik kann z. B. ein Drehkipptisch oder ein Positionierer sein.



Für Lineareinheiten darf die hier beschriebene Vermessung nicht verwendet werden. Für Lineareinheiten muss eine eigene Art der Vermessung verwendet werden.

(>>> 5.7.5 "Lineareinheit" Seite 131)

**Übersicht**

Die Vermessung einer externen Kinematik besteht aus 2 Schritten:

Schritt	Beschreibung
1	<p>Fußpunkt der externen Kinematik vermessen.</p> <p>(&gt;&gt;&gt; 5.7.6.1 "Fußpunkt vermessen" Seite 135)</p> <p>Wenn die Vermessungsdaten bereits bekannt sind, können sie direkt eingegeben werden.</p> <p>(&gt;&gt;&gt; 5.7.6.2 "Fußpunkt numerisch eingeben" Seite 136)</p>
2	<p>Wenn sich auf der externen Kinematik ein Werkstück befindet: Basis des Werkstücks vermessen.</p> <p>(&gt;&gt;&gt; 5.7.6.3 "Werkstück-Basis vermessen" Seite 137)</p> <p>Wenn die Vermessungsdaten bereits bekannt sind, können sie direkt eingegeben werden.</p> <p>(&gt;&gt;&gt; 5.7.6.4 "Werkstück-Basis numerisch eingeben" Seite 139)</p> <p>Wenn auf der externen Kinematik ein Werkzeug montiert ist: Externes Werkzeug vermessen.</p> <p>(&gt;&gt;&gt; 5.7.6.5 "Externes Werkzeug vermessen" Seite 139)</p> <p>Wenn die Vermessungsdaten bereits bekannt sind, können sie direkt eingegeben werden.</p> <p>(&gt;&gt;&gt; 5.7.6.6 "Externes Werkzeug numerisch eingeben" Seite 141)</p>

### 5.7.6.1 Fußpunkt vermessen

#### Beschreibung

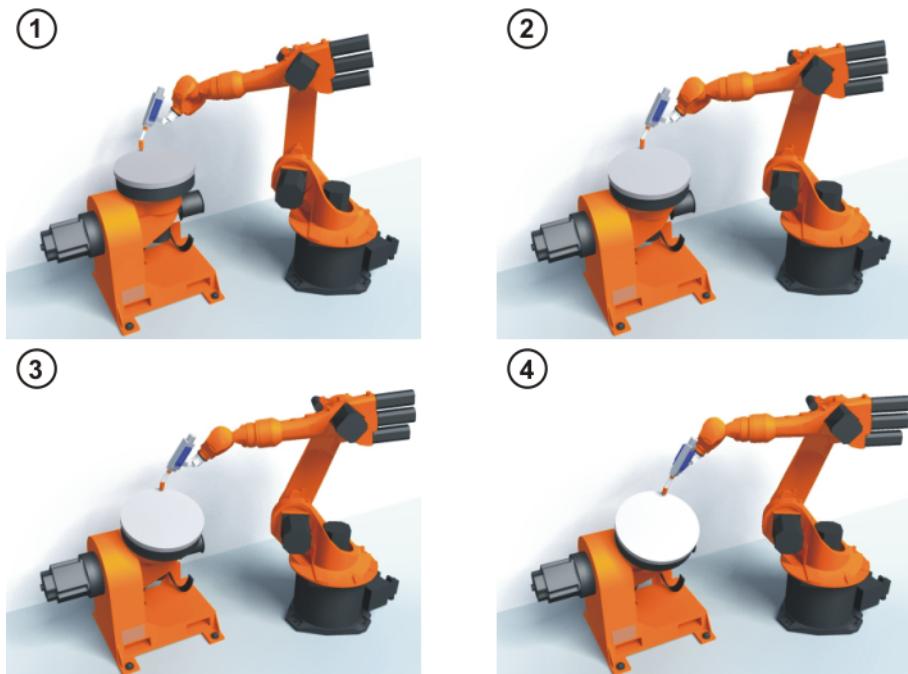
Um den Roboter mathematisch gekoppelt mit einer Kinematik verfahren zu können, muss der Roboter den genauen Standort der Kinematik kennen. Dieser Standort wird mit der Fußpunkt-Vermessung bekanntgegeben.

Mit dem TCP eines bereits vermessenen Werkzeugs wird ein Referenzpunkt auf der Kinematik 4-mal angefahren. Die Position des Referenzpunktes muss dabei jedesmal verschieden sein. Dies wird erreicht, indem die Achsen der Kinematik verfahren werden. Aus den unterschiedlichen Positionen des Referenzpunkts berechnet die Robotersteuerung den Fußpunkt der Kinematik.

Bei externen Kinematiken von KUKA ist der Referenzpunkt in den Maschinendaten in der Systemvariable \$ETx\_TPINFL konfiguriert. Diese enthält die Lage des Referenzpunkts relativ zum FLANGE-Koordinatensystem der Kinematik. (x = Nummer der Kinematik.) Der Referenzpunkt ist außerdem auf der Kinematik markiert. Beim Vermessen muss dieser Referenzpunkt angefahren werden.

Bei externen Kinematiken, die nicht von KUKA stammen, muss der Referenzpunkt in den Maschinendaten konfiguriert werden.

Die Robotersteuerung speichert die Koordinaten des Fußpunkts als BASE-Koordinatensystem.



**Abb. 5-33: Prinzip der Fußpunkt-Vermessung**

#### Voraussetzung

- Die Maschinendaten der Kinematik sind konfiguriert und auf die Robotersteuerung gespielt.
- Die Nummer der externen Kinematik ist bekannt.
- Ein bereits vermessenes Werkzeug ist am Anbauflansch montiert.
- Falls \$ETx\_TPINFL geändert werden soll: Benutzergruppe Experte
- Betriebsart T1

#### Vorgehensweise

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Vermessen > Externe Kinematik > Fußpunkt** wählen.
2. Die Nummer des BASE-Koordinatensystems wählen, als das der Fußpunkt gespeichert werden soll. Mit **Weiter** bestätigen.
3. Die Nummer der externen Kinematik eingeben.
4. Einen Namen für die externe Kinematik vergeben. Mit **Weiter** bestätigen.
5. Die Nummer des Referenzwerkzeugs eingeben. Mit **Weiter** bestätigen.
6. Der Wert von \$ETx\_TPINFL wird angezeigt.
  - Wenn der Wert nicht korrekt ist: In der Benutzergruppe Experte kann der Wert hier geändert werden.
  - Wenn der Wert korrekt ist: Mit **Weiter** bestätigen.
7. Mit dem TCP den Referenzpunkt anfahren.
8. **Vermessen** drücken. Mit **Weiter** bestätigen.
9. Schritt 7 und 8 dreimal wiederholen. Jedes Mal vorher die Kinematik verfahren, um den Referenzpunkt aus verschiedenen Positionen anzufahren.
10. **Speichern** drücken.

#### 5.7.6.2 Fußpunkt numerisch eingeben

#### Voraussetzung

- Folgende numerische Werte sind bekannt, z. B. aus CAD:
  - Entfernung des Ursprungs des ROOT-Koordinatensystems vom Ursprung des WORLD-Koordinatensystems (X, Y, Z)
  - Orientierung des ROOT-Koordinatensystems, bezogen auf das WORLD-Koordinatensystem (A, B, C)

- Die Nummer der externen Kinematik ist bekannt.
- Betriebsart T1

- Vorgehensweise**
1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Vermessen > Externe Kinematik > Fußpunkt (numerisch)** wählen.
  2. Die Nummer des BASE-Koordinatensystems wählen, als das der Fußpunkt gespeichert werden soll. Mit **Weiter** bestätigen.
  3. Die Nummer der externen Kinematik eingeben.
  4. Einen Namen für die externe Kinematik vergeben. Mit **Weiter** bestätigen. (Der Name wird automatisch auch dem BASE-Koordinatensystem zugewiesen.)
  5. Die Daten des ROOT-Koordinatensystems eingeben. Mit **Weiter** bestätigen.
  6. **Speichern** drücken.

#### 5.7.6.3 Werkstück-Basis vermessen

**Beschreibung** Bei dieser Vermessung weist der Benutzer einem Werkstück, das sich auf der Kinematik befindet, ein BASE-Koordinatensystem zu. Dieses BASE-Koordinatensystem bezieht sich auf das FLANGE-Koordinatensystem der Kinematik. Die Basis ist somit eine bewegliche Basis und bewegt sich in derselben Art wie die Kinematik.

Es ist nicht zwingend erforderlich, eine Basis zu vermessen. Wenn keine vermessen wird, gilt das FLANGE-Koordinatensystem der Kinematik als Basis.

Bei der Vermessung werden mit dem TCP eines bereits vermessenen Werkzeugs der Ursprung und 2 weitere Punkte der gewünschten Basis angefahren. Diese 3 Punkte definieren die Basis. Pro Kinematik kann nur eine Basis vermessen werden.

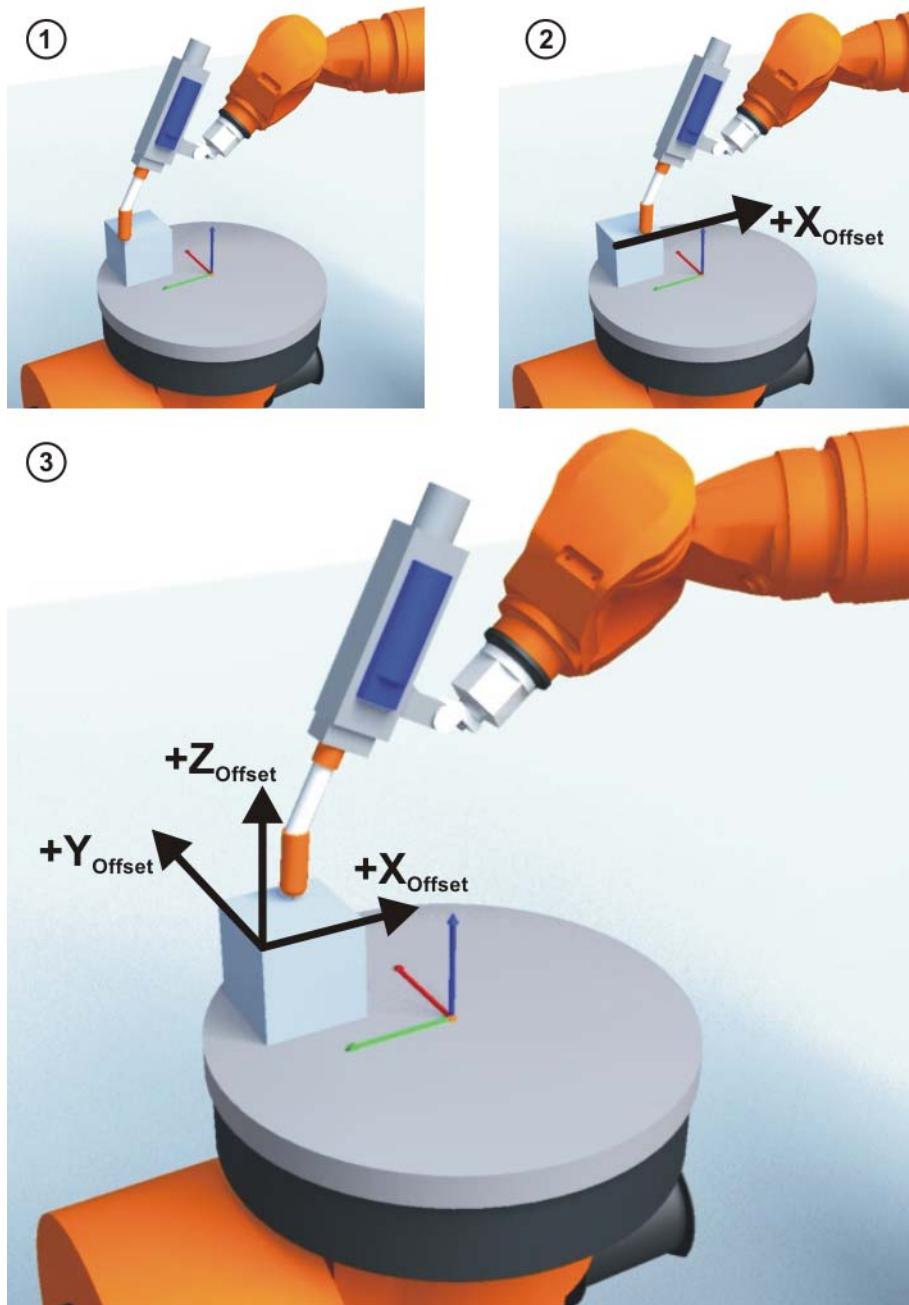


Abb. 5-34: Prinzip der Basis-Vermessung

#### Voraussetzung

- Die Maschinendaten der Kinematik sind konfiguriert und auf die Robotesteuerung gespielt.
- Ein bereits vermessenes Werkzeug ist am Anbauflansch montiert.
- Der Fußpunkt der externen Kinematik ist vermessen.
- Die Nummer der externen Kinematik ist bekannt.
- Betriebsart T1

#### Vorgehensweise

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Vermessen > Externe Kinematik > Offset** wählen.
2. Die Nummer des BASE-Koordinatensystems eingeben, als das der Fußpunkt gespeichert wurde. Der Name des BASE-Koordinatensystems wird angezeigt.  
Mit **Weiter** bestätigen.
3. Die Nummer der externen Kinematik eingeben. Der Name der externen Kinematik wird angezeigt.

- Mit **Weiter** bestätigen.
4. Die Nummer des Referenzwerkzeugs eingeben. Mit **Weiter** bestätigen.
  5. Mit dem TCP den Ursprung der Werkstück-Basis anfahren. **Vermessen** drücken und mit **Weiter** bestätigen.
  6. Mit dem TCP einen Punkt auf der positiven X-Achse der Werkstück-Basis anfahren. **Vermessen** drücken und mit **Weiter** bestätigen.
  7. Mit dem TCP auf der XY-Ebene einen Punkt mit positivem Y-Wert anfahren. **Vermessen** drücken und mit **Weiter** bestätigen.
  8. **Speichern** drücken.

#### 5.7.6.4 Werkstück-Basis numerisch eingeben

##### Voraussetzung

- Folgende numerische Werte sind bekannt, z. B. aus CAD:
  - Entfernung des Ursprungs der Werkstück-Basis vom Ursprung des FLANGE-Koordinatensystems der Kinematik (X, Y, Z)
  - Verdrehung der Achsen der Werkstück-Basis, bezogen auf das FLANGE-Koordinatensystem der Kinematik (A, B, C)
- Der Fußpunkt der externen Kinematik ist vermessen.
- Die Nummer der externen Kinematik ist bekannt.
- Betriebsart T1

##### Vorgehensweise

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Vermessen > Externe Kinematik > Offset (numerisch)** wählen.
2. Die Nummer des BASE-Koordinatensystems eingeben, als das der Fußpunkt gespeichert wurde. Der Name des BASE-Koordinatensystems wird angezeigt.  
Mit **Weiter** bestätigen.
3. Die Nummer der externen Kinematik eingeben. Der Name der externen Kinematik wird angezeigt.  
Mit **Weiter** bestätigen.
4. Daten eingeben. Mit **Weiter** bestätigen.
5. **Speichern** drücken.

#### 5.7.6.5 Externes Werkzeug vermessen

##### Beschreibung

Bei der Vermessung des externen Werkzeugs weist der Benutzer einem Werkzeug, das auf der Kinematik angebracht ist, ein Koordinatensystem zu. Dieses Koordinatensystem hat seinen Ursprung im TCP des externen Werkzeugs und bezieht sich auf das FLANGE-Koordinatensystem der Kinematik.

Zuerst gibt der Benutzer der Robotersteuerung den TCP des Werkzeugs, das auf der Kinematik angebracht ist, bekannt. Dazu wird der TCP mit einem bereits vermessenen Werkzeug angefahren.

Dann wird der Robotersteuerung die Orientierung des Koordinatensystems des Werkzeugs bekanntgegeben. Dazu richtet der Benutzer das Koordinatensystem des bereits vermessenen Werkzeugs parallel zum neuen Koordinatensystem aus. Es gibt 2 Varianten:

- **5D:** Der Benutzer gibt der Robotersteuerung die Stoßrichtung des Werkzeugs bekannt. Die Stoßrichtung ist defaultmäßig die X-Achse. Die Orientierung der anderen Achsen wird vom System festgelegt und kann vom Benutzer nicht beeinflusst werden.

Das System legt die Orientierung der anderen Achsen immer gleich fest. Falls das Werkzeug später ein weiteres Mal vermessen werden muss, z. B. nach einem Crash, reicht es deshalb, die Stoßrichtung erneut festzule-

gen. Auf die Verdrehung um die Stoßrichtung muss nicht geachtet werden.

- **6D:** Der Benutzer gibt der Robotersteuerung die Richtung aller 3 Achsen bekannt.



Wenn **6D** verwendet wird: Es empfiehlt sich, die Ausrichtung aller Achsen zu dokumentieren. Falls das Werkzeug später ein weiteres Mal vermessen werden muss, z. B. nach einem Crash, müssen die Achsen wie beim ersten Mal ausgerichtet werden, um bestehende Punkte weiterhin korrekt anfahren zu können.

Die Robotersteuerung speichert die Koordinaten des externen Werkzeugs als BASE-Koordinatensystem.

#### Voraussetzung

- Die Maschinendaten der Kinematik sind konfiguriert und auf die Robotersteuerung gespielt.
- Ein bereits vermessenes Werkzeug ist am Anbauflansch montiert.
- Der Fußpunkt der externen Kinematik ist vermessen.
- Die Nummer der externen Kinematik ist bekannt.
- Betriebsart T1



Die folgende Vorgehensweise ist gültig, wenn die Werkzeug-Stoßrichtung die Default-Stoßrichtung (= X-Richtung) ist. Wenn die Stoßrichtung auf Y oder Z geändert wurde, muss auch die Vorgehensweise entsprechend geändert werden.

#### Vorgehensweise

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Vermessen > Feststehendes Werkzeug > Offset externer Kinematik** wählen.  
Mit **Weiter** bestätigen.
2. Die Nummer des BASE-Koordinatensystems eingeben, als das der Fußpunkt gespeichert wurde. Der Name des BASE-Koordinatensystems wird angezeigt.  
Mit **Weiter** bestätigen.
3. Die Nummer der externen Kinematik eingeben. Der Name der externen Kinematik wird angezeigt.  
Mit **Weiter** bestätigen.
4. Die Nummer des Referenzwerkzeugs eingeben. Mit **Weiter** bestätigen.
5. Im Feld **5D/6D** eine Variante auswählen. Mit **Weiter** bestätigen.
6. Mit dem TCP des bereits vermessenen Werkzeugs den TCP des externen Werkzeugs anfahren. **Vermessen** drücken und mit **Weiter** bestätigen.
7. Wenn **5D** gewählt wurde:  
+X<sub>BASE</sub> parallel zu -Z<sub>FLANGE</sub> ausrichten.  
(D. h. den Anbauflansch senkrecht zur Stoßrichtung des externen Werkzeugs ausrichten.)  
Wenn **6D** gewählt wurde:  
Den Anbauflansch so ausrichten, dass seine Achsen parallel zu den Achsen des externen Werkzeugs sind:
  - +X<sub>BASE</sub> parallel zu -Z<sub>FLANGE</sub>  
(D. h. den Anbauflansch senkrecht zur Stoßrichtung des externen Werkzeugs ausrichten.)
  - +Y<sub>BASE</sub> parallel zu +Y<sub>FLANGE</sub>
  - +Z<sub>BASE</sub> parallel zu +X<sub>FLANGE</sub>
8. **Vermessen** drücken und mit **Weiter** bestätigen.
9. **Speichern** drücken.

### 5.7.6.6 Externes Werkzeug numerisch eingeben

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>Voraussetzung</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Folgende numerische Werte sind bekannt, z. B. aus CAD:           <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Entfernung des TCP des externen Werkzeugs vom Ursprung des FLANGE-Koordinatensystems der Kinematik (X, Y, Z)</li> <li>■ Verdrehung der Achsen des externen Werkzeugs, bezogen auf das FLANGE-Koordinatensystem der Kinematik (A, B, C)</li> </ul> </li> <li>■ Betriebsart T1</li> </ul> |
| <b>Vorgehensweise</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Im Hauptmenü <b>Inbetriebnahme &gt; Vermessen &gt; Feststehendes Werkzeug &gt; Numerische Eingabe</b> wählen.</li> <li>2. Eine Nummer und einen Namen für das externe Werkzeug vergeben. Mit <b>Weiter</b> bestätigen.</li> <li>3. Daten eingeben. Mit <b>Weiter</b> bestätigen.</li> <li>4. <b>Speichern</b> drücken.</li> </ol>  |

## 5.8 Lastdaten

Die Lastdaten fließen in die Berechnung der Bahnen und Beschleunigungen ein und tragen zur Optimierung der Taktzeiten bei. Die Lastdaten müssen in die Robotersteuerung eingegeben werden.

- |                |   |
|----------------|---|
| <b>Quellen</b> | Lastdaten können folgenden Quellen entnommen werden:  |
|                | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Software-Option KUKA.LoadDataDetermination (nur für Traglasten am Flansch)</li> <li>■ Herstellerangaben</li> <li>■ Manuelle Berechnung</li> <li>■ CAD-Programme</li> </ul> |

### 5.8.1 Lasten prüfen mit KUKA.Load

Alle Lastdaten (Traglast und Zusatzlasten) müssen mit der Software KUKA.Load geprüft werden. Ausnahme: Wenn die Traglast mit KUKA.LoadDataDetermination geprüft wird, ist eine Prüfung mit KUKA.Load nicht notwendig.

Mit KUKA.Load kann ein Abnahmeprotokoll (Sign Off Sheet) für die Lasten erzeugt werden. KUKA.Load kann inklusive Dokumentation kostenlos von der KUKA Website [www.kuka.com](http://www.kuka.com) heruntergeladen werden.



Weitere Informationen sind in der Dokumentation **KUKA.Load** zu finden.

### 5.8.2 Traglasten ermitteln mit KUKA.LoadDataDetermination

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>Beschreibung</b>   | Mit KUKA.LoadDataDetermination können Traglasten exakt bestimmt werden und in die Robotersteuerung übertragen werden.                |
| <b>Voraussetzung</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Betriebsart T1 oder T2</li> <li>■ Kein Programm ist angewählt.</li> </ul>                   |
| <b>Vorgehensweise</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Im Hauptmenü <b>Inbetriebnahme &gt; Service &gt; Lastdatenermittlung</b> wählen.</li> </ul> |



Weitere Informationen sind in der Dokumentation **KUKA.LoadData-Determination** zu finden.

### 5.8.3 Traglastdaten eingeben

- Beschreibung** Die Traglastdaten müssen in die Robotersteuerung eingegeben werden und dem richtigen Werkzeug zugewiesen werden.
- Ausnahme: Wenn die Traglastdaten bereits mit KUKA.LoadDataDetermination in die Robotersteuerung übertragen wurden, ist keine manuelle Eingabe mehr notwendig.
- Voraussetzung**
- Die Traglastdaten wurden mit KUKA.Load oder KUKA.LoadDataDetermination geprüft und der Roboter ist für diese Traglasten geeignet.
- Vorgehensweise**
1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Vermessen > Werkzeug > Werkzeuglastdaten** wählen.
  2. Im Feld **Werkzeug Nr.** die Nummer des Werkzeugs eingeben. Mit **Weiter** bestätigen.
  3. Die Traglastdaten eingeben:
    - Feld **M**: Masse
    - Felder **X, Y, Z**: Lage des Schwerpunkts relativ zum Flansch
    - Felder **A, B, C**: Orientierung der Haupt-Trägheitsachsen relativ zum Flansch
    - Felder **JX, JY, JZ**: Massen-Trägheitsmomente  
(JX ist die Trägheit um die X-Achse des Koordinatensystems, das durch A, B und C relativ zum Flansch verdreht ist. JY und JZ analog die Trägheiten um die Y- und Z-Achse.)
  - Oder, wenn die Default-Werte für diesen Robotertyp verwendet werden sollen: Auf **Default** drücken.
  4. Wenn die Online-Lastdatenprüfung zur Verfügung steht (dies ist abhängig vom Robotertyp): Nach Bedarf konfigurieren.  
(>>> 5.8.5 "Online-Lastdatenprüfung" Seite 143)
  5. Mit **Weiter** bestätigen.
  6. **Speichern** drücken.

### 5.8.4 Zusatzlastdaten eingeben

- Beschreibung** Die Zusatzlastdaten müssen in die Robotersteuerung eingegeben werden. Bezugssysteme der X-, Y-, Z-Werte je Zusatzlast:

Last	Bezugssystem
Zusatzlast A1	ROBROOT-Koordinatensystem A1 = 0°
Zusatzlast A2	ROBROOT-Koordinatensystem A2 = -90°
Zusatzlast A3	FLANGE-Koordinatensystem A4 = 0°, A5 = 0°, A6 = 0°

- Voraussetzung**
- Die Zusatzlastdaten wurden mit KUKA.Load geprüft und sind für diesen Robotertyp geeignet.
- Vorgehensweise**
1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Vermessen > Zusatzlastdaten** wählen.
  2. Die Nummer der Achse eingeben, an der die Zusatzlast befestigt wird. Mit **Weiter** bestätigen.
  3. Die Lastdaten eingeben. Mit **Weiter** bestätigen.

4. **Speichern** drücken.

### 5.8.5 Online-Lastdatenprüfung

**Konfiguration** Die OLDC kann an folgenden Stellen konfiguriert werden:

- Bei der manuellen Eingabe der Werkzeugdaten  
(>>> 5.7.1.5 "Numerische Eingabe" Seite 122)
- Bei der gesonderten Eingabe der Traglastdaten  
(>>> 5.8.3 "Traglastdaten eingeben" Seite 142)

In demselben Fenster, in dem auch die Traglastdaten eingegeben werden, werden folgende Felder angezeigt:

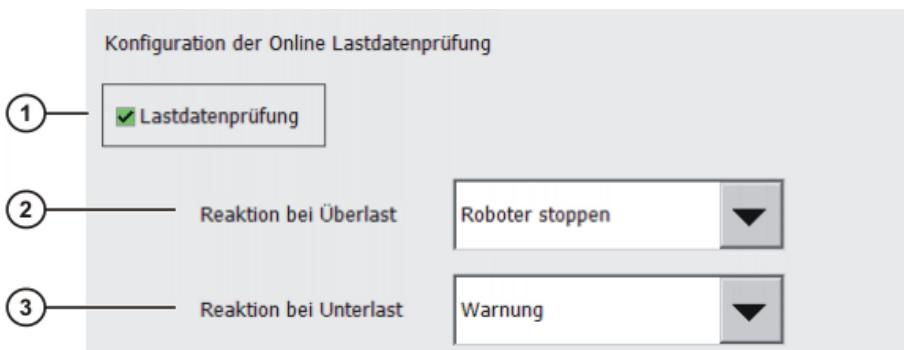


Abb. 5-35: Online-Lastdatenprüfung

Pos.	Beschreibung
1	<p><b>TRUE:</b> Die OLDC für das im gleichen Fenster angezeigte Werkzeug ist aktiv. Bei Über- oder Unterlast erfolgen die definierten Reaktionen.</p> <p><b>FALSE:</b> Die OLDC für das im gleichen Fenster angezeigte Werkzeug ist inaktiv. Bei Über- oder Unterlast erfolgt keine Reaktion.</p>
2	<p>Hier kann definiert werden, welche Reaktion bei Überlast erfolgen soll.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Keine:</b> Keine Reaktion.</li> <li>■ <b>Warnung:</b> Die Robotersteuerung gibt folgende Zustandsmeldung aus: <i>Beim Überprüfen der Roboterlast (Tool {Nr.}) ist Überlast ermittelt worden.</i></li> <li>■ <b>Roboter stoppen:</b> Die Robotersteuerung gibt eine Quittierungsmeldung aus mit dem gleichen Inhalt wie bei <b>Warnung</b>. Der Roboter stoppt mit einem STOP 2.</li> </ul>
3	Hier kann definiert werden, welche Reaktion bei Unterlast erfolgen soll. Die möglichen Reaktionen sind analog zu denen bei Überlast.

Die Reaktionen können im KRL-Programm über die Systemvariable \$LDC\_CONFIG geändert werden.

### 5.9 Langtexte exportieren/importieren

#### Beschreibung

Wenn Ein-/Ausgängen, Flags usw. Namen zugeordnet wurden, können diese Namen (die sogenannten "Langtexte") in eine Datei exportiert werden. Ebenso ist es möglich, eine Datei mit Langtext-Namen zu importieren. Auf diese Weise müssen die Langtexte nach einer Neuinstallation nicht bei jedem Roboter von Hand eingegeben werden.

Die Langtexte können auf einen USB-Stick exportiert werden oder in das Verzeichnis, das im Fenster **Roboterdaten** im Feld **Netzwerkarchivpfad** festge-

legt ist. Die gleichen Verzeichnisse stehen auch als Quellen für den Import zur Verfügung.

#### Voraussetzung

- Entweder: USB-Stick
- Oder: Das Ziel ist im Fenster **Roboterdaten** im Feld **Netzwerkarchivpfad** konfiguriert.

Nur für den Import:

- Die Langtext-Namen liegen in einer TXT- oder CSV-Datei vor.
- Die Datei ist so aufgebaut, dass sie importiert werden kann.

Eine Datei, die bereits aus einem Langtext-Export stammt, ist automatisch so aufgebaut, dass sie auch wieder importiert werden kann. Wenn eine Datei manuell mit Namen befüllt werden soll, wird empfohlen, zuerst in der Robotersteuerung wenige Dummy-Langtexte zu vergeben, dann einen Export durchzuführen und die exportierte Datei zu befüllen.

#### Vorgehensweise

1. Wenn ein USB-Stick verwendet wird, diesen am Schrank oder am smart-PAD anstecken.
2. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Service > Langtexte** wählen. Das Fenster **Langtexte** öffnet sich.
3. Nach Bedarf die Registerkarte **Exportieren** oder **Importieren** wählen. Die benötigten Einstellungen vornehmen.
4. Auf die Schaltfläche **Exportieren** bzw. **Importieren** drücken.

Wenn der Import abgeschlossen ist, wird die Meldung *Import erfolgreich.* angezeigt.

Wenn der Export abgeschlossen ist, wird die Meldung *Export erfolgreich.* angezeigt.

#### Registerkarte Exportieren

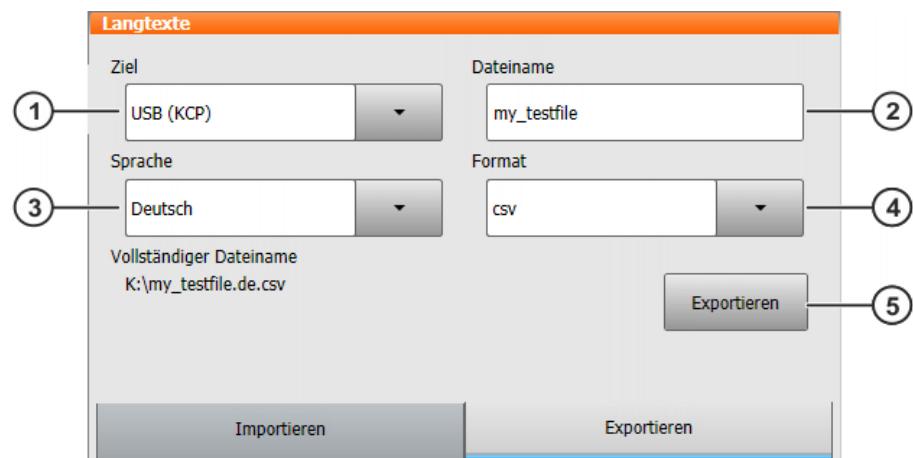


Abb. 5-36: Langtexte exportieren

Pos.	Beschreibung
1	Auswählen, wohin die Datei exportiert werden soll. Der Eintrag <b>Netzwerk</b> steht hier nur zur Auswahl, wenn im Fenster <b>Roboterdaten</b> ein Pfad konfiguriert ist.
2	Den gewünschten Dateinamen angeben. Wenn unter Pos. 1 <b>Netzwerk</b> ausgewählt wurde, wird der Archivname angezeigt, der im Fenster <b>Roboterdaten</b> konfiguriert ist. Der Name kann hier geändert werden. Im Fenster <b>Roboterdaten</b> ändert er sich dadurch nicht. Der Name wird noch mit einem automatischen Zusatz versehen, je nach gewählter Sprache.

Pos.	Beschreibung
3	Wählen, aus welcher Sprache die Langtexte exportiert werden sollen. Wenn z. B. die smartHMI auf "English" eingestellt ist und man wählt hier "Italiano", wird eine Datei mit dem Zusatz "it" erstellt. Sie enthält die Langtexte, die auf der italienischen smartHMI hinterlegt wurden. Auch <b>Alle Sprachen</b> kann ausgewählt werden.
4	Das gewünschte Dateiformat wählen.
5	Startet den Export.

## Registerkarte Importieren



Abb. 5-37: Langtexte importieren

Pos.	Beschreibung
1	Angeben, von wo importiert werden soll. Der Eintrag <b>Netzwerk</b> steht hier nur zur Auswahl, wenn im Fenster <b>Roboterdaten</b> ein Pfad konfiguriert ist.
2	Den Namen der zu importierenden Datei angeben, jedoch ohne Sprachkürzel. Wenn unter Pos. 1 <b>Netzwerk</b> ausgewählt wurde, wird der Archivname angezeigt, der im Fenster <b>Roboterdaten</b> konfiguriert ist. Der Name kann hier geändert werden. Im Fenster <b>Roboterdaten</b> ändert er sich dadurch nicht.
3	Die Sprache angeben, die zum Sprachkürzel der Datei passt.
4	Das Format der Datei angeben.
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Aktiv:</b> Alle bestehenden Langtexte werden gelöscht. Der Inhalt der Datei wird übernommen.</li> <li>■ <b>Inaktiv:</b> Einträge in der Datei überschreiben bestehende Langtexte. Bestehende Langtexte, zu denen in der Datei kein Eintrag existiert, bleiben erhalten.</li> </ul>
6	Startet den Import.

## 5.10 Wartungshandbuch

In der KUKA System Software steht die Funktionalität **Wartungshandbuch** zur Verfügung. Das Wartungshandbuch ermöglicht es, Wartungen zu protokollieren. Die protokollierten Wartungen können in einer Übersicht angezeigt werden.

Die Robotersteuerung macht mit Meldungen darauf aufmerksam, wenn eine Wartung fällig wird:

- Einen Monat vor der Fälligkeit wird eine Meldung ausgegeben. Diese Meldung kann quittiert werden.
- Nach Ablauf des Monats gibt die Robotersteuerung eine Meldung aus, dass die Wartung fällig ist. Diese Meldung kann nicht quittiert werden. Zusätzlich blinkt die LED4 am Controller System Panel (= erste LED von links in der unteren Reihe).  
Erst wenn die entsprechende Wartung protokolliert wurde, blendet die Robotersteuerung die Meldung aus und die LED hört auf zu blinken.



Die Steuerungsvariante "KR C4 compact" besitzt kein Controller System Panel und keine Blinkanzeige für fällige Wartungen.

Die Fälligkeiten richten sich nach den Wartungsintervallen in den KUKA-Wartungsverträgen. Die Intervalle werden ab dem Zeitpunkt der Erstinbetriebnahme der Robotersteuerung gezählt. Gezählt wird die Betriebsdauer des Roboters.

### 5.10.1 Wartung protokollieren

#### Beschreibung

Es ist nicht möglich, an einem Tag mehrere Wartungen der gleichen Art zu protokollieren.



Nach dem Speichern sind keine Änderungen mehr möglich.

#### Voraussetzung

- Benutzergruppe Experte

#### Vorgehensweise

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Service > Wartungshandbuch** wählen. Das Fenster **Wartungshandbuch** öffnet sich.
2. Die Registerkarte **Wartungseingabe** wählen und die Angaben zur Wartung eintragen. Es muss in alle Felder eine Eintragung gemacht werden.
3. **Speichern** drücken. Eine Sicherheitsabfrage wird angezeigt.
4. Wenn alle Angaben korrekt sind, die Sicherheitsabfrage mit **Ja** beantworten.

Die Angaben sind jetzt gespeichert. Wenn man zur Registerkarte **Wartungsübersicht** wechselt, wird die Wartung dort angezeigt.

**Abb. 5-38: Wartungseingabe**

<b>Pos.</b>	<b>Beschreibung</b>
1	Auswählen, welche Art Wartung durchgeführt wurde.
2	Eintragen, wer die Wartung durchgeführt hat.
3	Bei Wartungen, die von KUKA-Mitarbeitern durchgeführt und protokolliert werden: Die Auftragsnummer eintragen. Bei anderen Wartungen: Eine beliebige Nummer eintragen.
4	Einen Kommentar eintragen.

**Wartungsarten**

Defaultmäßig können folgenden Wartungsarten ausgewählt werden:

- **Basisinspektion**
- **Zentralhandwartung**
- **Grundachswartung**
- **Getriebespielmessung**
- **Kleine Elektrowartung**
- **Große Elektrowartung**
- **Datensicherung mit Ersatzfestplatte**
- **Reparatur**

Diese Wartungsarten entsprechen denjenigen in den KUKA-Wartungsverträgen. Abhängig davon, welche Optionen verwendet werden (z. Bsp. eine Linearachse oder Technologiepakete), können weitere Wartungsarten zur Auswahl stehen.

**5.10.2 Wartungsprotokoll anzeigen****Beschreibung**

Die protokollierten Wartungen können in einer Übersicht angezeigt werden. Wenn die KUKA System Software upgedatet wird, bleibt diese Übersicht erhalten.

Wenn eine Archivierung durchgeführt wird, werden die protokollierten Wartungen immer mitarchiviert. Wenn die Daten wiederhergestellt werden und auf der Robotersteuerung inzwischen weitere Wartungen protokolliert wurden, werden diese nicht überschrieben, sondern die Übersicht wird mit den wiederhergestellten Protokollen ergänzt.

**Vorgehensweise**

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Service > Wartungshandbuch** wählen. Das Fenster **Wartungshandbuch** öffnet sich.
2. Die Registerkarte **Wartungsübersicht** wählen.

Basisinspektion				
Datum	Ausführender/Firma	Betriebsdauer	AuftragsNr.	Kommentar
28.01.2011	KUKA	10000	123456	my test description
Zentralhandwartung				
Datum	Ausführender/Firma	Betriebsdauer	AuftragsNr.	Kommentar
28.01.2011	XY	10000	654321	my test2 description

Wartungseingabe      Wartungsübersicht

**Abb. 5-39: Wartungsübersicht**

## 6 Programm- und Projektverwaltung

### 6.1 Neues Programm anlegen

**Beschreibung** In der Benutzergruppe Anwender kann kein Template ausgewählt werden. Es wird defaultmäßig ein Programm vom Typ "Modul" angelegt.

**Voraussetzung** ■ Der Navigator wird angezeigt.

**Vorgehensweise**

1. In der Verzeichnisstruktur den Ordner markieren, in dem das Programm angelegt werden soll, z. Bsp. den Ordner **Program**. (Nicht in allen Ordner können Programme angelegt werden.)
2. **Neu** drücken.
3. Nur in Benutzergruppe Experte:  
Das Fenster **Template Auswahl** öffnet sich. Das gewünschte Template markieren und mit **OK** bestätigen.
4. Einen Namen für das Programm eingeben und mit **OK** bestätigen.

### 6.2 Neuen Ordner anlegen

**Voraussetzung** ■ Der Navigator wird angezeigt.

**Vorgehensweise**

1. In der Verzeichnisstruktur den Ordner markieren, in dem der neue Ordner angelegt werden soll, z. Bsp. den Ordner **R1**.  
Nicht in allen Ordner können neue Ordner angelegt werden. In den Benutzergruppen Anwender und Bediener können ausschließlich im Ordner **R1** neue Ordner angelegt werden.
2. **Neu** drücken.
3. Einen Namen für den Ordner eingeben und mit **OK** bestätigen.

### 6.3 Datei oder Ordner umbenennen

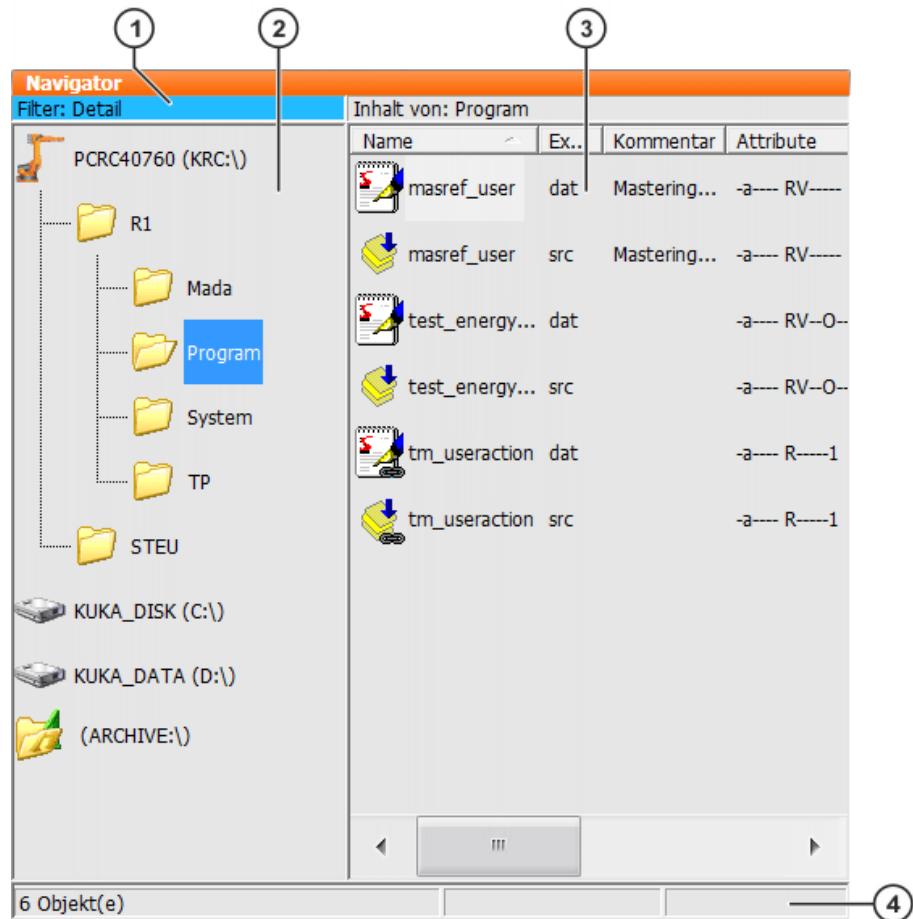
**Voraussetzung** ■ Der Navigator wird angezeigt.

**Vorgehensweise**

1. In der Verzeichnisstruktur den Ordner markieren, in dem sich die Datei oder der umzubenennende Ordner befindet.
2. In der Dateiliste die Datei oder den Ordner markieren.
3. **Bearbeiten > Umbenennen** wählen.
4. Den Namen mit dem neuen Namen überschreiben und mit **OK** bestätigen.

## 6.4 Dateimanager Navigator

### Übersicht



**Abb. 6-1: Navigator**

- |                       |               |
|-----------------------|---------------|
| 1 Kopfzeile           | 3 Dateiliste  |
| 2 Verzeichnisstruktur | 4 Statuszeile |

### Beschreibung

Im Navigator verwaltet der Benutzer Programme und systemspezifische Dateien.

#### Kopfzeile

- Linker Bereich: Der gewählte Filter wird angezeigt.  
(>>> 6.4.1 "Filter auswählen" Seite 151)
- Rechter Bereich: Das Verzeichnis oder Laufwerk, das in der Verzeichnisstruktur markiert ist, wird angezeigt.

#### Verzeichnisstruktur

Übersicht über Verzeichnisse und Laufwerke. Welche Verzeichnisse und Laufwerke angezeigt werden, ist abhängig von der Benutzergruppe und von der Konfiguration.

#### Dateiliste

Der Inhalt des Verzeichnisses oder Laufwerks, das in der Verzeichnisstruktur markiert ist, wird angezeigt. In welcher Form Programme angezeigt werden, ist abhängig vom gewählten Filter.

Die Dateiliste hat folgende Spalten:

<b>Spalte</b>	<b>Beschreibung</b>
Name	Verzeichnis- oder Dateiname
Extension	Dateierweiterung Diese Spalte wird in der Benutzergruppe Anwender nicht angezeigt.
Kommentar	Kommentar
Attribute	Betriebssystem- und Grundsystem-Attribute Diese Spalte wird in der Benutzergruppe Anwender nicht angezeigt.
Größe	Dateigröße in KBytes Diese Spalte wird in der Benutzergruppe Anwender nicht angezeigt.
#	Anzahl der Änderungen an der Datei
Geändert	Datum und Uhrzeit der letzten Änderung
Erstellt	Datum und Uhrzeit der Erstellung Diese Spalte wird in der Benutzergruppe Anwender nicht angezeigt.

### **Statuszeile**

Die Statuszeile kann folgende Informationen anzeigen:

- Markierte Objekte
- Laufende Aktionen
- Benutzer-Dialoge
- Aufforderungen für Benutzer-Eingaben
- Sicherheitsabfragen

#### **6.4.1 Filter auswählen**

<b>Beschreibung</b>	Diese Funktion steht nicht in der Benutzergruppe "Anwender" zur Verfügung.  Der Filter legt fest, wie Programme in der Dateiliste angezeigt werden. Folgende Filter stehen zur Auswahl: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Detail</b> Programme werden als SRC- und DAT-Dateien angezeigt. (Defaulteinstellung)</li> <li>■ <b>Module</b> Programme werden als Module angezeigt.</li> </ul>
<b>Voraussetzung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Benutzergruppe Experte</li> </ul>
<b>Vorgehensweise</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menüfolge <b>Bearbeiten &gt; Filter</b> wählen.</li> <li>2. Im linken Bereich des Navigators den gewünschten Filter markieren.</li> <li>3. Mit <b>OK</b> bestätigen.</li> </ol>

#### **6.5 Programm anwählen oder öffnen**

<b>Übersicht</b>	Ein Programm kann angewählt oder geöffnet werden. Statt dem Navigator wird dann ein Editor mit dem Programm angezeigt.  (>>> 6.5.1 "Programm anwählen und abwählen" Seite 152) (>>> 6.5.2 "Programm öffnen" Seite 153)
------------------	---

Zwischen der Programmanzeige und dem Navigator kann man hin- und herwechseln.

(>>> 6.5.3 "Zwischen Navigator und Programm wechseln" Seite 154)

**Unterschiede****Programm ist angewählt:**

- Der Satzzeiger wird angezeigt.
- Das Programm kann gestartet werden.
- Das Programm kann eingeschränkt bearbeitet werden.

Angewählte Programme sind besonders für die Bearbeitung durch die Benutzergruppe Anwender geeignet.

Beispiel: KRL-Anweisungen, die sich über mehrere Zeilen erstrecken (z. B. LOOP ... ENDLOOP) sind nicht zulässig.

- Änderungen werden beim Abwählen ohne Sicherheitsabfrage übernommen. Wenn nicht zulässige Änderungen programmiert wurden, wird eine Fehlermeldung angezeigt.

**Programm ist geöffnet:**

- Das Programm kann nicht gestartet werden.
- Das Programm kann bearbeitet werden.

Geöffnete Programme sind besonders für die Bearbeitung durch die Benutzergruppe Experte geeignet.

- Beim Schließen kommt eine Sicherheitsabfrage. Änderungen können übernommen oder verworfen werden.

### 6.5.1 Programm anwählen und abwählen



Wenn ein angewähltes Programm in der Benutzergruppe Experte bearbeitet wird, muss danach der Cursor aus der bearbeiteten Zeile genommen werden und in eine beliebige andere Zeile gesetzt werden! Nur so ist gewährleistet, dass die Bearbeitung übernommen wird, wenn das Programm wieder abgewählt wird.

**Voraussetzung**

- Betriebsart T1, T2 oder AUT

**Vorgehensweise**

1. Programm im Navigator markieren und **Anwählen** drücken.

Das Programm wird im Editor angezeigt. Es ist gleichgültig, ob ein Modul, eine SRC-Datei oder eine DAT-Datei markiert wurden. Im Editor wird immer die SRC-Datei angezeigt.

2. Programm starten oder bearbeiten.

3. Programm wieder abwählen:

**Bearbeiten > Programm abwählen** wählen.

Oder: In der Statusleiste die Statusanzeige **Roboter-Interpreter** berühren. Ein Fenster öffnet sich. **Programm abwählen** wählen.



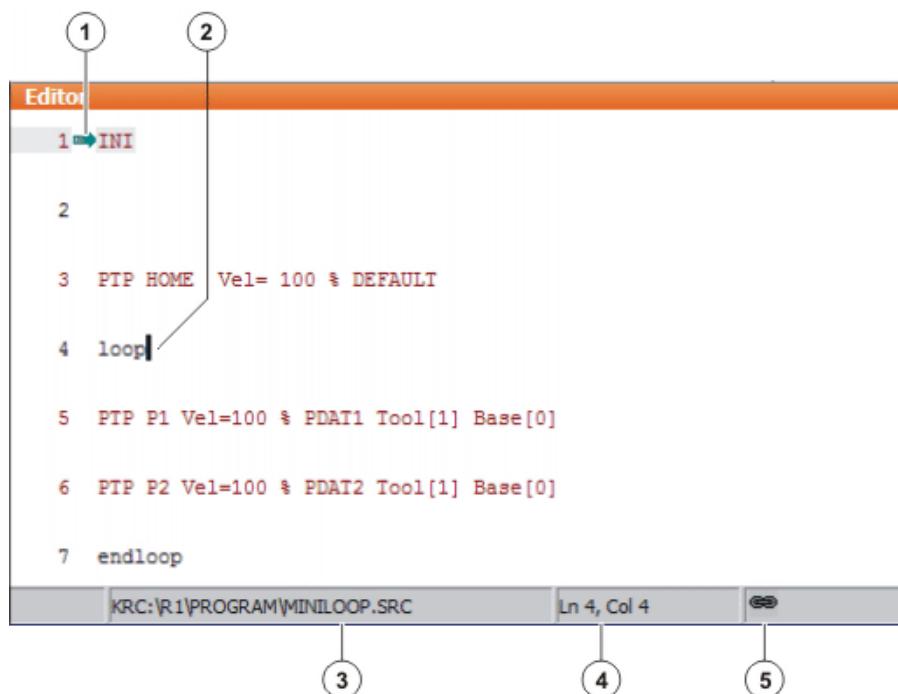
Änderungen werden beim Abwählen ohne Sicherheitsabfrage übernommen!

Wenn das Programm läuft, muss es gestoppt werden, bevor man es wieder abwählen kann.

**Beschreibung**

Wenn ein Programm angewählt ist, wird dies von der Statusanzeige **Roboter-Interpreter** angezeigt.

(>>> 7.6 "Statusanzeige Roboter-Interpreter" Seite 173)



**Abb. 6-2: Programm ist angewählt**

- 1 Satzzeiger
- 2 Cursor
- 3 Pfad des Programms und Dateiname
- 4 Position des Cursors im Programm
- 5 Das Symbol zeigt, dass das Programm angewählt ist.

### 6.5.2 Programm öffnen

#### Voraussetzung

- Betriebsart T1, T2 oder AUT

In der Betriebsart AUT EXT kann man ein Programm zwar öffnen, aber nicht bearbeiten.

#### Vorgehensweise

1. Programm im Navigator markieren und **Öffnen** drücken. Das Programm wird im Editor angezeigt.  
Wenn ein Modul markiert wurde, wird im Editor die SRC-Datei angezeigt.  
Wenn eine SRC- oder DAT-Datei markiert wurde, wird im Editor die jeweilige Datei angezeigt.
2. Programm bearbeiten.
3. Programm schließen.
4. Um die Änderungen zu übernehmen, die Sicherheitsabfrage mit **Ja** beantworten.

**Beschreibung**

```

1  INI
2
3 PTP HOME Vel= 100 % DEFAULT
4 loop|           ← Cursor
5 PTP P1 Vel=100 % PDAT1 Tool[1] Base[0]
6 PTP P2 Vel=100 % PDAT2 Tool[1] Base[0]
7 endloop

```

KRC:\R1\PROGRAM\MINILOOP.SRC      Ln 4, Col 4

**Abb. 6-3: Programm ist geöffnet**

- 1 Cursor
- 2 Pfad des Programms und Dateiname
- 3 Position des Cursors im Programm

**6.5.3 Zwischen Navigator und Programm wechseln****Beschreibung**

Wenn ein Programm angewählt oder geöffnet ist, kann man den Navigator wieder anzeigen, ohne das Programm abwählen oder schließen zu müssen. Danach kann man wieder zum Programm zurückkehren.

**Vorgehensweise****Programm ist angewählt:**

- Vom Programm zum Navigator wechseln: Menüfolge **Bearbeiten > Navigator** wählen.
- Vom Navigator zum Programm wechseln: **PROGRAM** drücken.

**Programm ist geöffnet:**

- Vom Programm zum Navigator wechseln: Menüfolge **Bearbeiten > Navigator** wählen.
- Vom Navigator zum Programm wechseln: **EDITOR** drücken.



Laufende oder angehaltene Programme müssen erst gestoppt werden, damit die genannten Menüfolgen und Schaltflächen zur Verfügung stehen.

**6.6 Aufbau eines KRL-Programms**

```

1 DEF my_program( )
2  INI
3
4   PTP HOME   Vel= 100 % DEFAULT
5
6   LIN point_5 CONT Vel= 2 m/s CPDAT1 Tool[3] Base[4]

```

```

...
14 PTP point_1 CONT Vel= 100 % PDAT1 Tool[3] Base[4]
...
20 PTP HOME  Vel= 100 % DEFAULT
21
22 END

```

<b>Zeile</b>	<b>Beschreibung</b>
1	Die DEF-Zeile zeigt den Namen des Programms an. Wenn das Programm eine Funktion ist, beginnt die DEF-Zeile mit "DEFFCT" und enthält noch weitere Angaben. Die DEF-Zeile kann ein- oder ausgeblendet werden. (>>> 6.7.1 "DEF-Zeile ein-/ausblenden" Seite 156)
2	DieINI-Zeile enthält Initialisierungen für interne Variablen und Parameter.
4	HOME-Position (>>> 6.6.1 "HOME-Position" Seite 155)
8	LIN-Bewegung (>>> 9.2.3 "LIN-Bewegung programmieren" Seite 204)
14	PTP-Bewegung (>>> 9.2.1 "PTP-Bewegung programmieren" Seite 203)
20	HOME-Position
22	Die END-Zeile ist die letzte Zeile in jedem Programm. Wenn das Programm eine Funktion ist, lautet die END-Zeile "END-FCT". Die END-Zeile darf nicht gelöscht werden!

Die erste Bewegungsanweisung in einem KRL-Programm muss eine eindeutige Ausgangslage definieren. Bei der HOME-Position, die defaultmäßig in der Robotersteuerung angelegt ist, ist dies gewährleistet.

Wenn die erste Bewegungsanweisung nicht die Default-HOME-Position ist oder diese geändert wurde, muss eine der folgenden Anweisungen verwendet werden:

- Vollständige PTP-Anweisung vom Typ POS oder E6POS
- Vollständige PTP-Anweisung vom Typ AXIS oder E6AXIS

"Vollständig" bedeutet, dass alle Komponenten des Zielpunkts angegeben werden müssen.



**WARNING** Wenn die HOME-Position geändert wird, wirkt sich das auf alle Programme aus, in denen sie verwendet wird. Verletzungen und Sachschäden können die Folge sein.

In Programmen, die ausschließlich als Unterprogramme verwendet werden, können auch andere Anweisungen als erste Bewegungsanweisung verwendet werden.

### 6.6.1 HOME-Position

Die HOME-Position ist eine programmübergreifend gültige Position. Sie wird in der Regel als erste und letzte Position im Programm verwendet, weil sie eindeutig definiert und unkritisch ist.

Die HOME-Position ist defaultmäßig mit folgenden Werten in der Robotersteuerung angelegt:

Achse	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Pos.	0°	- 90°	+ 90°	0°	0°	0°

Es können weitere HOME-Positionen geteacht werden. Eine HOME-Position muss folgende Bedingungen erfüllen:

- Günstige Ausgangsposition für den Programmlauf
- Günstige Stillstandsposition. Beispielsweise darf der Roboter im Stillstand kein Hindernis darstellen.



**WARNING** Wenn die HOME-Position geändert wird, wirkt sich das auf alle Programme aus, in denen sie verwendet wird. Verletzungen und Sachschäden können die Folge sein.

## 6.7 Programmteile ein-/ausblenden

### 6.7.1 DEF-Zeile ein-/ausblenden

#### Beschreibung

Die DEF-Zeile ist defaultmäßig ausgeblendet. In einem Programm können nur Deklarationen vorgenommen werden, wenn die DEF-Zeile eingeblendet ist.

Die DEF-Zeile wird für geöffnete und angewählte Programme getrennt ein- und ausgeblendet. Wenn die Detailansicht eingeschaltet ist, ist die DEF-Zeile sichtbar und braucht nicht gesondert eingeblendet werden.

#### Voraussetzung

- Benutzergruppe Experte
- Programm ist angewählt oder geöffnet.

#### Vorgehensweise

1. Menüfolge **Bearbeiten > Ansicht** wählen. Der Unterpunkt **DEF-Zeile** zeigt den aktuellen Zustand an:
  - **Ohne Häkchen**: Die DEF-Zeile ist ausgeblendet.
  - **Mit Häkchen**: Die DEF-Zeile ist eingeblendet.



2. Um den Zustand zu ändern, den Menüpunkt **DEF-Zeile** berühren. Danach schließt sich das Menü automatisch.

### 6.7.2 Detailansicht anzeigen

#### Beschreibung

Die Detailansicht ist defaultmäßig ausgeschaltet, um das Programm übersichtlich zu halten. Wenn die Detailansicht eingeschaltet wird, werden verborgene Programmzeilen eingeblendet, beispielsweise FOLD- und ENDFOLD-Zeilen und die DEF-Zeile.

Die Detailansicht wird für geöffnete und angewählte Programme getrennt ein- und ausgeschaltet.

#### Voraussetzung

- Benutzergruppe Experte

#### Vorgehensweise

1. Menüfolge **Bearbeiten > Ansicht** wählen. Der Unterpunkt **Detailansicht (ASCII)** zeigt den aktuellen Zustand an:
  - **Ohne Häkchen**: Die Detailansicht ist ausgeschaltet.
  - **Mit Häkchen**: Die Detailansicht ist eingeschaltet.



2. Um den Zustand zu ändern, den Menüpunkt **Detailansicht (ASCII)** berühren.  
Danach schließt sich das Menü automatisch.

### 6.7.3 Zeilenumbruch ein-/ausschalten

**Beschreibung** Wenn eine Zeile breiter ist als das Programmfenster, wird sie defaultmäßig umgebrochen. Der umgebrochene Teil der Zeile besitzt keine Zeilennummer und ist durch einen schwarzen, L-förmigen Pfeil markiert.

```
8 EXT IBGN (IBGN_COMMAND :IN,BOOL :IN,REAL :IN,REAL
  ↴ :IN,BOOL :IN,E6POS :OUT )
```

**Abb. 6-4: Zeilenumbruch**

Der Zeilenumbruch kann ausgeschaltet werden. Wenn eine Zeile breiter ist als das Programmfenster, ist sie nun nicht mehr auf einmal sichtbar. Unterhalb des Programmfensters blendet sich ein Scroll-Balken ein.

Der Zeilenumbruch wird für geöffnete und angewählte Programme getrennt ein- und ausgeschaltet.

**Voraussetzung**

- Benutzergruppe Experte
- Programm ist angewählt oder geöffnet.

**Vorgehensweise**

1. Menüfolge **Bearbeiten > Ansicht** wählen. Der Unterpunkt **Zeilenumbruch** zeigt den aktuellen Zustand an:

- **Ohne Häkchen:** Der Zeilenumbruch ist ausgeschaltet.
- **Mit Häkchen:** Der Zeilenumbruch ist eingeschaltet.



2. Um den Zustand zu ändern, den Menüpunkt **Zeilenumbruch** berühren.  
Danach schließt sich das Menü automatisch.

## 6.8 Programme bearbeiten

**Übersicht**

- Ein laufendes Programm kann nicht bearbeitet werden.
- In der Betriebsart AUT EXT können Programme nicht bearbeitet werden.



Wenn ein angewähltes Programm in der Benutzergruppe Experte bearbeitet wird, muss danach der Cursor aus der bearbeiteten Zeile genommen werden und in eine beliebige andere Zeile gesetzt werden! Nur so ist gewährleistet, dass die Bearbeitung übernommen wird, wenn das Programm wieder abgewählt wird.

Aktion	Möglich in Benutzergruppe ...?
Kommentar oder Stempel einfügen	<b>Anwender:</b> Ja <b>Experte:</b> Ja
Zeilen löschen	<b>Anwender:</b> Ja <b>Experte:</b> Ja
Folds anlegen	<b>Anwender:</b> Nein <b>Experte:</b> Ja

Aktion	Möglich in Benutzergruppe ...?
Kopieren	<b>Anwender:</b> Nein <b>Experte:</b> Ja
Einfügen	<b>Anwender:</b> Nein <b>Experte:</b> Ja
Leerzeilen einfügen (Eingabe-Taste drücken)	<b>Anwender:</b> Nein <b>Experte:</b> Ja
Ausschneiden	<b>Anwender:</b> Nein <b>Experte:</b> Ja
Suchen	<b>Anwender:</b> Ja <b>Experte:</b> Ja Für alle Benutzergruppen bei geöffnetem Programm auch in der Betriebsart AUT EXT möglich.
Ersetzen	<b>Anwender:</b> Nein <b>Experte:</b> Ja (Programm ist geöffnet, nicht angewählt)
Mit Inline-Formularen programmieren	<b>Anwender:</b> Ja <b>Experte:</b> Ja
KRL programmieren	<b>Anwender:</b> Eingeschränkt möglich. KRL-Anweisungen, die sich über mehrere Zeilen erstrecken (z. B. LOOP ... ENDLOOP) sind nicht zulässig. <b>Experte:</b> Ja

### 6.8.1 Kommentar oder Stempel einfügen

#### Voraussetzung

- Programm ist angewählt oder geöffnet.
- Betriebsart T1

#### Vorgehensweise

1. Die Zeile markieren, nach der der Kommentar oder der Stempel eingefügt werden soll.
2. Menüfolge **Befehle > Kommentar > Normal oder Stempel** wählen.
3. Gewünschte Daten eingeben. Wenn bereits vorher ein Kommentar oder Stempel eingefügt worden sind, enthält das Inline-Formular noch die gleichen Angaben.
  - Beim Kommentar kann mit **Text NEU** das Feld geleert werden, um einen neuen Text einzugeben.
  - Beim Stempel kann außerdem mit **Zeit NEU** die Systemzeit aktualisiert werden und mit **Name NEU** das Feld **NAME** geleert werden.
4. Mit **Befehl OK** speichern.

#### Beschreibung Kommentar



Abb. 6-5: Inline-Formular Kommentar

Pos.	Beschreibung
1	Beliebiger Text

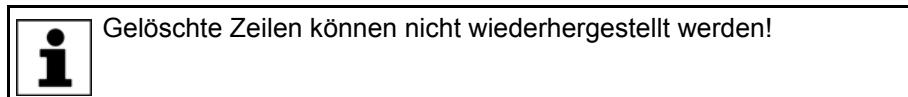
<b>Beschreibung</b>	Ein Stempel ist ein Kommentar, der um Systemdatum, -zeit und Benutzerkennung erweitert ist.
<b>Stempel</b>	



Abb. 6-6: Inline-Formular Stempel

Pos.	Beschreibung
1	Systemdatum (nicht editierbar)
2	Systemzeit
3	Name oder Kennung des Benutzers
4	Beliebiger Text

## 6.8.2 Programmzeilen löschen



<b>Beschreibung</b>	Wenn eine Programmzeile gelöscht wird, die eine Bewegungsanweisung enthält, so bleiben Punktname und -koordinaten in der DAT-Datei gespeichert. Der Punkt kann in anderen Bewegungsanweisungen verwendet werden und muss nicht noch einmal geteacht werden.
---------------------	---

<b>Voraussetzung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Programm ist angewählt oder geöffnet.</li> <li>■ Betriebsart T1</li> </ul>
----------------------	---

<b>Vorgehensweise</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die Zeile markieren, die gelöscht werden soll. (Die Zeile muss nicht farbig hinterlegt sein. Es reicht, wenn der Cursor in der Zeile steht.) Wenn mehrere aufeinanderfolgende Zeilen gelöscht werden sollen: Den Finger oder Zeigestift über den gewünschten Bereich ziehen. (Der Bereich muss dann farbig hinterlegt sein.)</li> <li>2. Menüfolge <b>Bearbeiten</b> &gt; <b>Löschen</b> wählen.</li> <li>3. Sicherheitsabfrage mit <b>Ja</b> bestätigen.</li> </ol>
-----------------------	--

## 6.8.3 Weitere Bearbeitungsfunktionen

Folgende weitere Funktionen zum Bearbeiten von Programmen können über **Bearbeiten** aufgerufen werden:

### Kopieren

Voraussetzung:

- Programm ist angewählt oder geöffnet.
- Benutzergruppe Experte
- Betriebsart T1

### Einfügen

Voraussetzung:

- Programm ist angewählt oder geöffnet.
- Benutzergruppe Experte
- Betriebsart T1

**Ausschneiden**

Voraussetzung:

- Programm ist angewählt oder geöffnet.
- Benutzergruppe Experte
- Betriebsart T1

**Suchen**

Voraussetzung:

- Programm ist angewählt oder geöffnet.

**Ersetzen**

Voraussetzung:

- Programm ist geöffnet.
- Benutzergruppe Experte
- Betriebsart T1

**6.9 Programm drucken**

- Vorgehensweise**
1. Das Programm im Navigator markieren. Es können auch mehrere Programme markiert werden.
  2. Menüfolge **Bearbeiten > Drucken** wählen.

**6.10 Daten archivieren und wiederherstellen****6.10.1 Übersicht Archivierung****Zielorte**

Auf folgende Zielorte kann archiviert werden:

- USB-Stick am smartPAD oder an der Robotersteuerung
- Netzwerk

**Menüpunkte**

Folgende Menüpunkte stehen zur Auswahl:

("\*.\*" bedeutet: Alle Dateien und Unterverzeichnisse.)

Menüpunkt	Archiviert die Verzeichnisse/Dateien
<b>Alles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ KRC:\*.*</li> <li>■ C:\KRC\Roboter\Config\User\*.*</li> <li>■ C:\KRC\Roboter\Config\System\Common\Mada\*.*</li> <li>■ C:\KRC\Roboter\Init\*.*</li> <li>■ C:\KRC\Roboter\Ir_Spec\*.*</li> <li>■ C:\KRC\Roboter\Template\*.*</li> <li>■ C:\KRC\Roboter\Rdc\*.*</li> <li>■ C:\KRC\User\*.*</li> <li>■ C:\KRC\Roboter\log\Mastery.log</li> <li>■ Einige weitere Log-Daten</li> </ul>
<b>Anwendungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ KRC:\R1\Program\*.*</li> <li>■ KRC:\R1\System\*.*</li> <li>■ KRC:\R1\cell\*.*</li> <li>■ KRC:\Steu\$config\*.*</li> </ul>

Menüpunkt	Archiviert die Verzeichnisse/Dateien
<b>Systemdaten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ KRC:\R1\Mada\*.*</li> <li>■ KRC:\R1\System\*.*</li> <li>■ KRC:\R1\TP\*.*</li> <li>■ KRC:\Steu\Mada\*.*</li> <li>■ C:\KRC\Roboter\Config\User\*.*</li> <li>■ C:\KRC\Roboter\Config\System\Common\Mada\*.*</li> <li>■ C:\KRC\Roboter\Init\*.*</li> <li>■ C:\KRC\Roboter\Ir_Spec\*.*</li> <li>■ C:\KRC\Roboter\Template\*.*</li> <li>■ C:\KRC\Roboter\Rdc\*.*</li> <li>■ C:\KRC\User\*.*</li> </ul>
<b>Log Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ C:\KRC\Roboter\log\*.*</li> </ul> <p>Außer: Poslog.xsl sowie Dateien mit der Endung DMP</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Einige weitere Log-Daten</li> </ul>
<b>KrcDiag</b>	<p>Wenn ein Fehler von der KUKA Roboter GmbH analysiert werden muss, kann man über diesen Menüpunkt die benötigten Daten verpacken, um sie KUKA zukommen zu lassen.</p> <p>Für das Datenpaket wird automatisch ein Screenshot von der aktuellen Ansicht der smartHMI erzeugt. Deshalb vor dem Starten des Vorgangs auf der smartHMI fehlerrelevante Informationen einblenden: Zum Bsp. das Meldungsfenster expandieren oder das Logbuch anzeigen. Welche Informationen sinnvoll sind, ist vom abhängig vom Einzelfall.</p> <p>Außer über <b>Datei &gt; Archivieren</b> können diese Daten auch mit anderen Vorgehensweisen verpackt werden.</p> <p>(&gt;&gt;&gt; 6.10.6 "Daten automatisch verpacken für Fehleranalyse (KrcDiag)" Seite 163)</p>

Wenn über den Menüpunkt **Alles** archiviert wird und bereits ein Archiv vorhanden ist, wird dieses überschrieben.

Wenn über einen anderen Menüpunkt als **Alles** oder **KrcDiag** archiviert wird und bereits ein Archiv vorhanden ist, vergleicht die Robotersteuerung ihren Roboternamen mit dem des Archivs. Wenn die Namen unterschiedlich sind, kommt eine Sicherheitsabfrage.

Wenn mehrmals über **KrcDiag** archiviert wird, können maximal 10 Archive erstellt werden. Weitere Archive überschreiben das älteste vorhandene Archiv.

Außerdem kann das Logbuch archiviert werden. (>>> 6.10.4 "Logbuch archivieren" Seite 162)

## 6.10.2 Archivieren auf USB-Stick

### Beschreibung

Diese Vorgehensweise erzeugt auf dem Stick eine ZIP-Datei. Diese hat defaultmäßig den gleichen Namen wie der Roboter. Unter **Roboterdaten** kann jedoch auch ein eigener Name für die Datei festgelegt werden.

(>>> 4.16.12 "Roboterdaten anzeigen/bearbeiten" Seite 87)

Das Archiv wird im Navigator im Verzeichnis ARCHIVE:\ angezeigt. Zusätzlich zum Stick wird automatisch auch auf D:\ archiviert. Hier wird die Datei INTERN.ZIP erzeugt.

**Sonderfall KrcDiag:**

Dieser Menüpunkt erzeugt auf dem Stick den Ordner **KRCdiag**. Dieser enthält eine ZIP-Datei. Zusätzlich wird die ZIP-Datei automatisch auch auf C:\KUKA\KRCdiag archiviert.

**HINWEIS**

Es muss ein nicht-bootfähiger USB-Stick verwendet werden.

Es wird empfohlen, einen nicht-bootfähigen KUKA-Stick zu verwenden. Wenn ein Stick eines anderen Herstellers verwendet wird, können Daten verloren gehen.

**Vorgehensweise**

1. Einen USB-Stick anstecken (an smartPAD oder Schrank).
2. Im Hauptmenü **Datei > Archivieren > USB (KCP) oder USB (Schrank)** wählen und dann den gewünschten Unterpunkt wählen.
3. Die Sicherheitsabfrage mit **Ja** bestätigen. Das Archiv wird erstellt. Im Meldungsfenster wird angezeigt, wenn die Archivierung abgeschlossen ist.  
**Sonderfall KrcDiag:** Wenn über diesen Menüpunkt archiviert wird, wird in einem gesonderten Fenster angezeigt, wenn die Archivierung abgeschlossen ist. Das Fenster blendet sich danach selbstständig wieder aus.
4. Der Stick kann jetzt abgezogen werden.

**6.10.3 Archivieren auf Netzwerk****Beschreibung**

Diese Vorgehensweise erzeugt auf dem Netzwerk-Pfad eine ZIP-Datei. Diese hat defaultmäßig den gleichen Namen wie der Roboter. Unter **Inbetriebnahme > Roboterdaten** kann jedoch auch ein eigener Name für die Datei festgelegt werden.

Der Netzwerk-Pfad, auf den archiviert werden soll, muss im Fenster **Roboterdaten** konfiguriert werden. Wenn ein Benutzername und ein Passwort erforderlich sind, damit auf diesen Pfad archiviert werden kann, können diese dort ebenfalls eingegeben werden.

(>>> 4.16.12 "Roboterdaten anzeigen/bearbeiten" Seite 87)

Das Archiv wird im Navigator im Verzeichnis ARCHIVE:\ angezeigt. Zusätzlich zum Netzwerk-Pfad wird automatisch auch auf D:\ archiviert. Hier wird die Datei INTERN.ZIP erzeugt.

**Sonderfall KrcDiag:**

Dieser Menüpunkt erzeugt auf dem Netzwerk-Pfad den Ordner **KRCdiag**. Dieser enthält eine ZIP-Datei. Zusätzlich wird die ZIP-Datei automatisch auch auf C:\KUKA\KRCdiag archiviert.

**Voraussetzung**

- Der Netzwerk-Pfad, auf den archiviert werden soll, ist konfiguriert.

**Vorgehensweise**

1. Im Hauptmenü **Datei > Archivieren > Netzwerk** wählen und dann den gewünschten Unterpunkt wählen.
2. Die Sicherheitsabfrage mit **Ja** bestätigen. Das Archiv wird erstellt. Im Meldungsfenster wird angezeigt, wenn die Archivierung abgeschlossen ist.  
**Sonderfall KrcDiag:** Wenn über diesen Menüpunkt archiviert wird, wird in einem gesonderten Fenster angezeigt, wenn die Archivierung abgeschlossen ist. Das Fenster blendet sich danach selbstständig wieder aus.

**6.10.4 Logbuch archivieren****Beschreibung**

Als Archiv wird im Verzeichnis C:\KRC\ROBOTER\LOG die Datei Logbuch.txt erzeugt.

- Vorgehensweise**
- Im Hauptmenü **Datei > Archivieren > Logbuch** wählen.  
Das Archiv wird erstellt. Im Meldungsfenster wird angezeigt, wenn die Archivierung abgeschlossen ist.

#### 6.10.5 Daten wiederherstellen

**Beschreibung**

**WARNING** In die KSS 8.3 dürfen ausschließlich Archive der KSS 8.3 geladen werden. Wenn andere Archive geladen werden, können als Folgen auftreten:

- Fehlermeldungen
- Robotersteuerung ist nicht lauffähig.
- Personen- und Sachschäden

Beim Wiederherstellen stehen folgende Menüpunkte zur Auswahl:

- **Alles**
- **Anwendungen**
- **Systemdaten**

Wenn die archivierten Dateien nicht die gleiche Version haben wie die im System vorhandenen Dateien, wird beim Wiederherstellen eine Fehlermeldung ausgegeben.

Wenn die Version der archivierten Technologiepakete nicht mit der installierten Version übereinstimmt, wird ebenfalls eine Fehlermeldung ausgegeben.

**Voraussetzung**

- Wenn von USB-Stick wiederhergestellt werden soll: Ein USB-Stick mit dem Archiv ist angeschlossen.  
Der Stick kann am smartPAD oder an der Robotersteuerung angeschlossen werden.

**HINWEIS**

Es muss ein nicht-bootfähiger USB-Stick verwendet werden.

Es wird empfohlen, einen nicht-bootfähigen KUKA-Stick zu verwenden.  
Wenn ein Stick eines anderen Herstellers verwendet wird, können Daten verloren gehen.

**Vorgehensweise**

1. Im Hauptmenü **Datei > Wiederherstellen** wählen und dann die gewünschten Unterpunkte wählen.
2. Die Sicherheitsabfrage mit **Ja** bestätigen. Die archivierten Dateien werden auf der Robotersteuerung wiederhergestellt. Eine Meldung zeigt an, wenn die Wiederherstellung abgeschlossen ist.
3. Wenn von USB-Stick wiederhergestellt wurde: Der Stick kann jetzt abgezogen werden.
4. Die Robotersteuerung neu starten.

#### 6.10.6 Daten automatisch verpacken für Fehleranalyse (KrcDiag)

**Beschreibung**

Wenn ein Fehler von der KUKA Roboter GmbH analysiert werden muss, kann man mit dieser Vorgehensweise die benötigten Daten verpacken, um sie KUKA zukommen zu lassen. Die Vorgehensweise erzeugt auf C:\KUKA\KRC-Diag eine ZIP-Datei. Diese enthält die Daten, die die KUKA Roboter GmbH benötigt, um einen Fehler zu analysieren. Hierzu gehören Informationen über Systemressourcen, Screenshots und vieles mehr.

**Vorbereitung**

Für das Datenpaket wird automatisch ein Screenshot von der aktuellen Ansicht der smartHMI erzeugt.

- Deshalb vor dem Starten des Vorgangs auf der smartHMI, wenn möglich, fehlerrelevante Informationen einblenden: Zum Bsp. das Meldungsfenster expandieren oder das Logbuch anzeigen.  
Welche Informationen sinnvoll sind, ist vom abhängig vom Einzelfall.
- Vorgehensweise über "Diagnose"**
  - Im Hauptmenü **Diagnose > KrcDiag** wählen.  
Die Daten werden verpackt. Der Fortschritt wird in einem Fenster angezeigt. Wenn der Vorgang abgeschlossen ist, wird dies ebenfalls in dem Fenster angezeigt. Danach blendet sich das Fenster selbstständig wieder aus.
- Vorgehensweise über smartPAD**
  - Diese Vorgehensweise verwendet keine Menüpunkte, sondern Tasten auf dem smartPAD. Sie kann deshalb auch dann eingesetzt werden, wenn die smartHMI nicht zur Verfügung steht, z. Bsp. aufgrund von Windows-Problemen.

**Voraussetzung:**

  - Das smartPAD ist an der Robotersteuerung angesteckt.
  - Die Robotersteuerung ist eingeschaltet.

 Der Tasten müssen innerhalb von 2 Sekunden gedrückt werden. Ob auf der smartHMI dabei das Hauptmenü und die Tastatur angezeigt werden, ist irrelevant.

  1. Die Hauptmenü-Taste drücken und halten.
  2. Die Tastatur-Taste 2-mal drücken.
  3. Die Hauptmenü-Taste loslassen.

Die Daten werden verpackt. Der Fortschritt wird in einem Fenster angezeigt. Wenn der Vorgang abgeschlossen ist, wird dies ebenfalls in dem Fenster angezeigt. Danach blendet sich das Fenster selbstständig wieder aus.
- Vorgehensweise über "Archivieren"**
  - Außerdem können die Daten auch über **Datei > Archivieren > [...]** verpackt werden. Hierbei besteht die Möglichkeit, sie auf einem USB-Stick oder einem Netzwerk-Pfad abzulegen.  
(>>> 6.10 "Daten archivieren und wiederherstellen" Seite 160)

## 6.11 Projektverwaltung

### 6.11.1 Fenster Projektverwaltung

#### Übersicht

Das Fenster **Projektverwaltung** öffnet man über das WorkVisual-Symbol auf der smartHMI.

Neben den regulären Projekten enthält das Fenster **Projektverwaltung** folgende spezielle Projekte:

<b>Projekt</b>	<b>Beschreibung</b>
Initialprojekt	Das Initialprojekt ist immer vorhanden. Es kann vom Benutzer nicht verändert werden. Es enthält den Zustand der Robotersteuerung bei der Auslieferung.
Basisprojekt	<p>Der Benutzer kann das aktive Projekt als Basisprojekt speichern. Diese Funktionalität wird in der Regel dafür benutzt, um einen funktionstüchtigen, bewährten Projektzustand zu sichern.</p> <p>Das Basisprojekt kann nicht aktiviert, aber kopiert werden. Das Basisprojekt kann vom Benutzer nicht mehr verändert werden. Es kann aber durch das Speichern eines neuen Basisprojekts überschrieben werden (nach einer Sicherheitsabfrage).</p> <p>Wenn ein Projekt aktiviert wird, das nicht alle Konfigurations-Dateien enthält, werden die fehlenden Informationen aus dem Basisprojekt übernommen. Die kann z. B. der Fall sein, wenn ein Projekt aus einer früheren WorkVisual-Version aktiviert wird. (Zu den Konfigurations-Dateien zählen Maschinendaten-Dateien, Dateien der Sicherheitskonfiguration und zahlreiche weitere.)</p>

**i** Bei einem KSS/VSS-Update werden Initialprojekt und Basisprojekt durch Kopien des aktiven Projekts überschrieben.

### Beschreibung

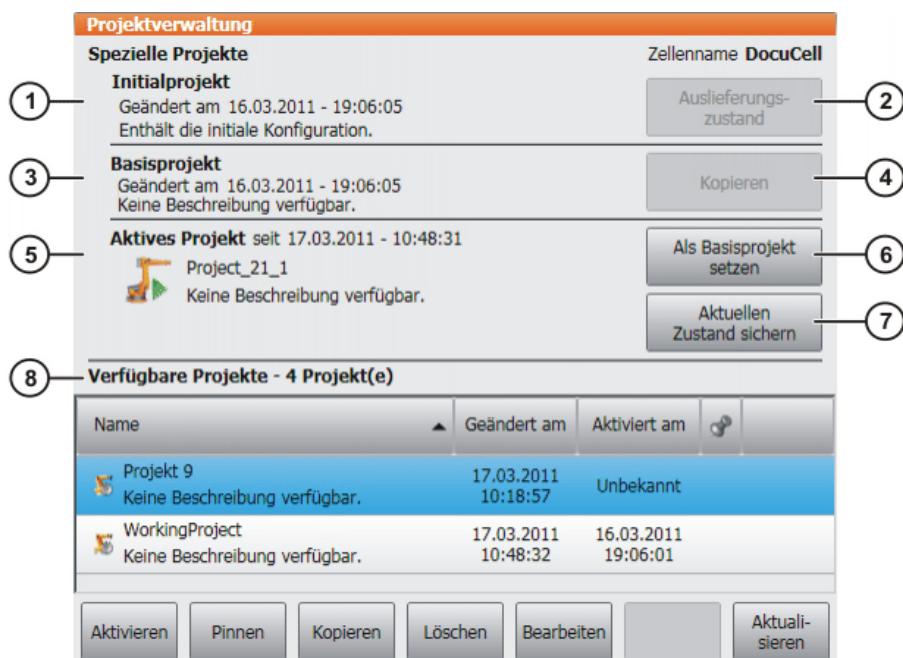


Abb. 6-7: Fenster Projektverwaltung

<b>Pos.</b>	<b>Beschreibung</b>
1	Das Initialprojekt wird angezeigt.
2	Stellt den Auslieferungszustand der Robotersteuerung wieder her. Steht ab der Benutzergruppe Experte zur Verfügung.
3	Das Basisprojekt wird angezeigt.
4	Erstellt eine Kopie des Basisprojekts. Steht ab der Benutzergruppe Experte zur Verfügung.

Pos.	Beschreibung
5	Das aktive Projekt wird angezeigt.
6	Speichert das aktive Projekt als Basisprojekt. Das aktive Projekt bleibt aktiv. Steht ab der Benutzergruppe Experte zur Verfügung.
7	Erstellt eine gepinnte Kopie des aktiven Projekts. Steht ab der Benutzergruppe Experte zur Verfügung.
8	Liste der inaktiven Projekte (außer Basis- und Initialprojekt)

Bei allen Kopiervorgängen öffnet sich ein Fenster, in dem ein Name und eine Beschreibung für die Kopie eingegeben werden können.

### Schaltflächen

Folgende Schaltflächen stehen zur Verfügung:

Schaltfläche	Beschreibung
<b>Aktivieren</b>	Aktiviert das markierte Projekt.  Wenn das markierte Projekt gepinnt ist: Erstellt eine Kopie des markierten Projekts. (Ein gepinntes Projekt kann nicht selber aktiviert werden, nur eine Kopie davon.) Der Benutzer kann dann entscheiden, ob die Kopie gleich aktiviert werden soll oder das bisherige Projekt aktiv bleiben soll.  Steht ab der Benutzergruppe Experte zur Verfügung.
<b>Pinnen</b>	Steht nur zur Verfügung, wenn ein ungepinntes Projekt markiert ist. Steht ab der Benutzergruppe Experte zur Verfügung.
<b>Entpinnen</b>	Entpinnt das Projekt.  Steht nur zur Verfügung, wenn ein gepinntes Projekt markiert ist. Steht ab der Benutzergruppe Experte zur Verfügung.
<b>Kopieren</b>	Kopiert das markierte Projekt.  Steht ab der Benutzergruppe Experte zur Verfügung.
<b>Löschen</b>	Löscht das markierte Projekt.  Steht nur zur Verfügung, wenn ein nicht aktives, nicht gepinntes Projekt markiert ist. Steht ab der Benutzergruppe Experte zur Verfügung.
<b>Bearbeiten</b>	Öffnet ein Fenster, in dem der Name und/oder die Beschreibung des markierten Projekts geändert werden können.  Steht nur zur Verfügung, wenn ein nicht gepinntes Projekt markiert ist. Steht ab der Benutzergruppe Experte zur Verfügung.
<b>Aktualisieren</b>	Aktualisiert die Projektliste. Auf diese Weise werden z. B. Projekte angezeigt, die seit dem Öffnen der Anzeige auf die Robotersteuerung übertragen wurden.

### 6.11.2 Projekte, Optionspakete und RDC-Daten sichern

#### Projekte

Defaultmäßig werden folgende Projekte gesichert:

- Aktives Projekt
- Initialprojekt

- Basisprojekt

#### **Optionspaket**

Optionspaket werden unter folgenden Voraussetzungen gesichert:

- Zum Optionspaket gehört eine KOP-Datei.
- Das Optionspaket wurde dem Projekt ursprünglich in WorkVisual hinzugefügt. Das Projekt ist jetzt auf der Robotersteuerung aktiv.

Oder:

Das Optionspaket wurde im aktiven Projekt über **Inbetriebnahme > Zusatzsoftware** installiert. Das Optionspaket lag bei der Installation als einzelne KOP-Datei vor. (Nicht als Verzeichnisstruktur!)

#### **RDC-Daten**

Bei der Sicherung wird immer eine Datei *[Roboterseriennummer].RDC* erstellt. Sie enthält die CAL-, MAM- und PID-Datei. Es sind nicht immer alle Dateien vorhanden (abhängig vom Roboter).

#### **Voraussetzung**

- Momentan läuft nicht bereits eine Sicherung oder Wiederherstellung.

#### **Vorgehensweise**

- Im Hauptmenü **Datei > Backup-Manager** wählen, und dann einen der folgenden Menüpunkte wählen:

- **Sichern**

Das Zielverzeichnis ist D:\ProjectBackup, sofern kein anderes Verzeichnis konfiguriert wurde. Der Pfad wird automatisch angelegt, falls er noch nicht vorhanden ist.

- Oder **Sichern unter ...**

Hier kann ein Zielverzeichnis ausgewählt werden. Es gilt nur für diese Sicherung.

Die Sicherung wird durchgeführt. Die Robotersteuerung zeigt mit Meldungen an, wenn die Sicherung erfolgreich verlaufen ist. Sie gibt pro Projekt und pro Optionspaket eine Meldung aus, sowie eine Meldung zu den RDC-Daten.

Optionspaket werden jedoch nicht gesichert, wenn die gleiche Paketversion im Zielverzeichnis bereits vorhanden ist.

### **6.11.3 Projekte, Optionspakte und RDC-Daten wiederherstellen**



Detaillierte Informationen zur Wiederherstellung sind in der Bedien- und Programmieranleitung für Systemintegratoren zu finden.

Projekte und Optionspakte einerseits und RDC-Daten andererseits können nur getrennt voneinander wiederhergestellt werden.

#### **Projekte, Optionspakte**

Für eine Wiederherstellung an sich sind keine besonderen Voraussetzungen erforderlich.

Nach einer Wiederherstellung muss jedoch in der Regel ein Optionspaket installiert werden und/oder ein Projekt aktiviert werden. Hierfür ist es notwendig, dass der Benutzer sich in der Benutzergruppe Experte oder höher befindet.

#### **RDC-Daten**

Für die Wiederherstellung von RDC-Daten ist es notwendig, dass der Benutzer sich in der Benutzergruppe Experte oder höher befindet.



## 7 Programmausführung

### 7.1 Programmablaufart auswählen

#### Vorgehensweise

1. Die Statusanzeige **Programmablaufart** berühren. Das Fenster **Programmablaufart** öffnet sich.
2. Die gewünschte Programmablaufart auswählen.  
(>>> 7.2 "Programmablaufarten" Seite 169)  
Das Fenster schließt sich und die gewählte Programmablaufart wird übernommen.

### 7.2 Programmablaufarten

Bezeichnung	Statusanzeige	Beschreibung
<b>Go</b> #GO		Das Programm läuft ohne Stopp bis zum Programmende ab.
<b>Bewegung</b> #MSTEP		Das Programm läuft mit einem Stopp an jedem Punkt ab, auch an Hilfspunkten und an Spline-Segmentpunkten. Die Start-Taste muss für jeden Punkt neu gedrückt werden. Das Programm läuft ohne Vorlauf ab.
<b>Einzelschritt</b> #ISTEP		Das Programm läuft mit einem Stopp nach jeder Programmzeile ab. Auch nach Programmzeilen, die nicht sichtbar sind, und nach Leerzeilen wird gestoppt. Die Start-Taste muss für jede Zeile neu gedrückt werden. Das Programm läuft ohne Vorlauf ab.  <b>Einzelschritt</b> steht nur in der Benutzergruppe Experte zur Verfügung.
<b>Rückwärts</b> #BSTEP		Diese Programmablaufart wird automatisch angewählt, wenn die Start-Rückwärts-Taste gedrückt wird. Sie kann nicht auf eine andere Art angewählt werden.  Das Verhalten ist wie bei <b>Bewegung</b> , mit folgender Ausnahme: CIRC-Bewegungen werden rückwärts so abgefahren wie beim letzten Vorwärtfahren. D.h. wenn vorwärts am Hilfspunkt nicht gestoppt wurde, wird dort auch rückwärts nicht gestoppt.  Für SCIRC-Bewegungen gilt die Ausnahme nicht. Hier wird rückwärts immer am Hilfspunkt gestoppt.

### 7.3 Vorlauf

Der Vorlauf ist die maximale Anzahl der Bewegungssätze, die die Robotерsteuerung beim Programmlauf im Voraus berechnet und plant. Die tatsächliche Anzahl ist abhängig von der Rechnerauslastung. Der Defaultwert ist 3.

Der Vorlauf bezieht sich auf die aktuelle Position des Satzzeigers. Der Vorlauf ist unter anderem notwendig, um Überschleifbewegungen berechnen zu können.

Manche Anweisungen lösen einen Vorlaufstopp aus. Dazu gehören Anweisungen, die die Peripherie beeinflussen, z. B. OUT-Anweisungen.

## 7.4 Satzzeiger

### Übersicht

Beim Programmablauf zeigt der Satzzeiger verschiedene Informationen an:

- Welche Bewegung der Roboter gerade abfährt oder abgeschlossen hat
- Ob gerade ein Hilfspunkt oder ein Zielpunkt angefahren wird
- Die Richtung, in der der Roboter das Programm abfährt

Zeiger	Richtung	Beschreibung
	Vorwärts	Der Zielpunkt wird angefahren.
	Rückwärts	
	Vorwärts	Der Zielpunkt wurde mit Genauhalt erreicht.
	Rückwärts	
	Vorwärts	Der Hilfspunkt wird angefahren.
	Rückwärts	
	Vorwärts	Der Hilfspunkt wurde mit Genauhalt erreicht.
	Rückwärts	

### Beispiele für Vorwärts

```
5 PTP P3 Vel=100 % PDAT1 Tool[1] Base[0]
6 ➔ PTP P4 Vel=100 % PDAT2 Tool[1] Base[0]
7 PTP P5 Vel=100 % PDAT3 Tool[1] Base[0]
```

Abb. 7-1: Der Roboter bewegt sich von P3 nach P4

```
5 PTP P3 Vel=100 % PDAT1 Tool[1] Base[0]
6 ➔ PTP P4 Vel=100 % PDAT2 Tool[1] Base[0]
7 PTP P5 Vel=100 % PDAT3 Tool[1] Base[0]
```

Abb. 7-2: Der Roboter hat P4 mit Genauhalt erreicht

```
6 PTP P5 Vel=100 % PDAT3 Tool[1] Base[0]
```

```
7 ➔CIRC P6 P7 Vel=2 m/s CPDAT1 Tool[1] Base[0]
```

```
8 PTP P8 Vel=100 % PDAT16 Tool[1] Base[0]
```

Abb. 7-3: Der Roboter bewegt sich von P5 zum Hilfspunkt P6

```
6 PTP P5 Vel=100 % PDAT3 Tool[1] Base[0]
```

```
7 ➔CIRC P6 P7 Vel=2 m/s CPDAT1 Tool[1] Base[0]
```

```
8 PTP P8 Vel=100 % PDAT16 Tool[1] Base[0]
```

Abb. 7-4: Der Roboter hat den Hilfspunkt P6 mit Genauhalt erreicht

```
6 PTP P5 Vel=100 % PDAT3 Tool[1] Base[0]
```

```
7 ➔CIRC P6 P7 Vel=2 m/s CPDAT1 Tool[1] Base[0]
```

```
8 PTP P8 Vel=100 % PDAT16 Tool[1] Base[0]
```

Abb. 7-5: Der Roboter bewegt sich vom Hilfspunkt P6 nach P7

```
6 PTP P5 Vel=100 % PDAT3 Tool[1] Base[0]
```

```
7 ➔CIRC P6 P7 Vel=2 m/s CPDAT1 Tool[1] Base[0]
```

```
8 PTP P8 Vel=100 % PDAT16 Tool[1] Base[0]
```

Abb. 7-6: Der Roboter hat P7 mit Genauhalt erreicht

## Beispiele für Rückwärts

```
6 PTP P5 Vel=100 % PDAT3 Tool[1] Base[0]
```

```
7 CIRC P6 P7 Vel=2 m/s CPDAT1 Tool[1] Base[0]
```

```
8 ↑PTP P8 Vel=100 % PDAT16 Tool[1] Base[0]
```

Abb. 7-7: Der Roboter bewegt sich von P8 nach P7

```
6 PTP P5 Vel=100 % PDAT3 Tool[1] Base[0]
```

```
7 ➔CIRC P6 P7 Vel=2 m/s CPDAT1 Tool[1] Base[0]
```

```
8 PTP P8 Vel=100 % PDAT16 Tool[1] Base[0]
```

Abb. 7-8: Der Roboter hat P7 mit Genauhalt erreicht

```
6 PTP P5 Vel=100 % PDAT3 Tool[1] Base[0]
```

```
7 ↑ CIRC P6 P7 Vel=2 m/s CPDAT1 Tool[1] Base[0]
```

```
8 PTP P8 Vel=100 % PDAT16 Tool[1] Base[0]
```

Abb. 7-9: Der Roboter bewegt sich von P7 zum Hilfspunkt P6

```
6 PTP P5 Vel=100 % PDAT3 Tool[1] Base[0]
```

```
7 → CIRC P6 P7 Vel=2 m/s CPDAT1 Tool[1] Base[0]
```

```
8 PTP P8 Vel=100 % PDAT16 Tool[1] Base[0]
```

Abb. 7-10: Der Roboter hat den Hilfspunkt P6 mit Genauhalt erreicht

**Doppelpfeil nach oben/unten**

Wenn das Programmfenster einen Abschnitt anzeigt, in dem der Satzzeiger gerade nicht ist, zeigt ein Doppelpfeil an, in welcher Richtung er sich befindet.

```
7 ↑ PTP P6 Vel=100 % PDAT4 Tool[1] Base[0]
```

```
8 PTP P7 Vel=100 % PDAT5 Tool[1] Base[0]
```

Abb. 7-11: Der Satzzeiger befindet sich weiter oben im Programm

```
14 PTP P13 Vel=100 % PDAT11 Tool[1] Base[0]
```

```
15 PTP P14 Vel=100 % PDAT12 Tool[1] Base[0]
```



Abb. 7-12: Der Satzzeiger befindet sich weiter unten im Programm

## 7.5 Programm-Override (POV) einstellen

### Beschreibung

Der Programm-Override ist die Geschwindigkeit des Roboters beim Programmlauf. Der Programm-Override wird in Prozent angegeben und bezieht sich auf die programmierte Geschwindigkeit.

In der Betriebsart T1 ist die maximale Geschwindigkeit 250 mm/s, unabhängig vom eingestellten Wert.

### Vorgehensweise

1. Die Statusanzeige **POV/HOV** berühren. Das Fenster **Overrides** öffnet sich.
  2. Den gewünschten Programm-Override einstellen. Er kann entweder über die Plus-Minus-Tasten oder über den Regler eingestellt werden.
    - Plus-Minus-Tasten: Einstellung möglich in den Schritten 100%, 75%, 50%, 30%, 10%, 3%, 1%
    - Regler: Der Override kann in 1%-Schritten geändert werden.
  3. Die Statusanzeige **POV/HOV** erneut berühren. (Oder den Bereich außerhalb des Fensters berühren.)
- Das Fenster schließt sich und der gewählte Override wird übernommen.

 Im Fenster **Overrides** kann über **Optionen** das Fenster **Handverfahroptionen** geöffnet werden.

#### Alternative Vorgehensweise

Alternativ kann der Override mit der Plus-Minus-Taste rechts am smartPAD eingestellt werden.

Einstellung möglich in den Schritten 100%, 75%, 50%, 30%, 10%, 3%, 1%.

## 7.6 Statusanzeige Roboter-Interpreter

Symbol	Farbe	Beschreibung
	grau	Kein Programm ist angewählt.
	gelb	Satzzeiger steht auf der ersten Zeile des angewählten Programms.
	grün	Programm ist angewählt und läuft ab.
	rot	Angewähltes und gestartetes Programm wurde angehalten.
	schwarz	Satzzeiger steht am Ende des angewählten Programms.

## 7.7 Programm vorwärts starten (manuell)

#### Voraussetzung

- Programm ist angewählt.
- Betriebsart T1 oder T2

#### Vorgehensweise

1. Programmablaufart wählen.
2. Zustimmungsschalter gedrückt halten und warten, bis die Statusleiste "Antriebe bereit" anzeigen:



Abb. 7-13

3. SAK-Fahrt durchführen: Start-Taste drücken und halten, bis im Meldungsfenster "SAK erreicht" angezeigt wird. Der Roboter bleibt stehen.



Die SAK-Fahrt erfolgt als LIN- oder PTP-Bewegung von der Istposition zur Zielposition. Die Geschwindigkeit ist automatisch reduziert. Der Verlauf der Bewegung ist nicht sicher vorhersehbar. Die Bewegung während der SAK-Fahrt beobachten, damit der Roboter rechtzeitig gestoppt werden kann, falls sich eine Kollision abzeichnet.

4. Start-Taste drücken und gedrückt halten.  
Das Programm läuft ab, je nach Programmablaufart mit oder ohne Stopps.  
Um ein manuell gestartetes Programm zu stoppen, die Start-Taste loslassen.

## 7.8 Programm vorwärts starten (automatisch)

### Voraussetzung

- Programm ist angewählt.
- Betriebsart Automatik (nicht Automatik extern)

### Vorgehensweise

1. Die Programmablaufart **Go** wählen.
2. Die Antriebe einschalten.
3. SAK-Fahrt durchführen:

Start-Taste drücken und halten, bis im Meldungsfenster "SAK erreicht" angezeigt wird. Der Roboter bleibt stehen.



**VORSICHT** Die SAK-Fahrt erfolgt als LIN- oder PTP-Bewegung von der Istposition zur Zielposition. Die Geschwindigkeit ist automatisch reduziert. Der Verlauf der Bewegung ist nicht sicher vorhersehbar. Die Bewegung während der SAK-Fahrt beobachten, damit der Roboter rechtzeitig gestoppt werden kann, falls sich eine Kollision abzeichnet.

4. Start-Taste drücken. Das Programm läuft ab.

Um ein im Automatik-Betrieb gestartetes Programm zu stoppen, die STOP-Taste drücken.

## 7.9 Satzanwahl durchführen

### Beschreibung

Ein Programm kann mit der Satzanwahl an einem beliebigen Punkt gestartet werden.

### Voraussetzung

- Programm ist angewählt.
- Betriebsart T1 oder T2

### Vorgehensweise

1. Programmablaufart wählen.
2. Den Bewegungssatz markieren, an dem das Programm gestartet werden soll.
3. **Satzanwahl** drücken. Der Satzzeiger zeigt auf den Bewegungssatz.
4. Zustimmungsschalter gedrückt halten und warten, bis die Statusleiste "Antriebe bereit" anzeigt:



5. SAK-Fahrt durchführen: Start-Taste drücken und halten, bis im Meldungsfenster "SAK erreicht" angezeigt wird. Der Roboter bleibt stehen.



**VORSICHT** Die SAK-Fahrt erfolgt als LIN- oder PTP-Bewegung von der Istposition zur Zielposition. Die Geschwindigkeit ist automatisch reduziert. Der Verlauf der Bewegung ist nicht sicher vorhersehbar. Die Bewegung während der SAK-Fahrt beobachten, damit der Roboter rechtzeitig gestoppt werden kann, falls sich eine Kollision abzeichnet.

6. Das Programm kann jetzt manuell oder automatisch gestartet werden. Es ist nicht notwendig, dabei die SAK-Fahrt nochmal durchzuführen.

## 7.10 Programm zurücksetzen

### Beschreibung

Um ein unterbrochenes Programm wieder von vorne zu starten, muss es zurückgesetzt werden. Dies bringt das Programm wieder in den Anfangszustand.

### Voraussetzung

- Programm ist angewählt.

- Vorgehensweise** ■ Menüfolge **Bearbeiten > Programm zurücksetzen** wählen.
- Alternative Vorgehensweise** ■ In der Statusleiste die Statusanzeige **Roboter-Interpreter** berühren. Ein Fenster öffnet sich.  
■ **Programm zurücksetzen** wählen.

## 7.11 Automatik Extern-Betrieb starten

### HINWEIS

Im Automatik Extern-Betrieb gibt es keine SAK-Fahrt. Dies bedeutet, dass der Roboter die erste programmierbare Position nach dem Start mit programmierte (nicht reduzierter) Geschwindigkeit anfährt und dort nicht stoppt.

- Voraussetzung** ■ Betriebsart T1 oder T2  
■ Die Ein-/Ausgänge für Automatik Extern sind konfiguriert.  
■ Das Programm CELL.SRC ist konfiguriert.
- Vorgehensweise**
1. Im Navigator das Programm CELL.SRC anwählen. (Befindet sich im Ordner "R1".)
  2. Programm-Override auf 100% einstellen. (Dies ist die empfohlene Einstellung. Bei Bedarf kann ein anderer Wert eingestellt werden.)
  3. SAK-Fahrt durchführen:  
Zustimmungsschalter drücken und halten. Dann Start-Taste drücken und halten, bis im Meldungsfenster "SAK erreicht" angezeigt wird.
- VORSICHT** Die SAK-Fahrt erfolgt als LIN- oder PTP-Bewegung von der Istposition zur Zielposition. Die Geschwindigkeit ist automatisch reduziert. Der Verlauf der Bewegung ist nicht sicher vorhersehbar. Die Bewegung während der SAK-Fahrt beobachten, damit der Roboter rechtzeitig gestoppt werden kann, falls sich eine Kollision abzeichnet.
4. Betriebsart "Automatik Extern" wählen.
  5. Das Programm von einer übergeordneten Steuerung (SPS) aus starten.
- Um ein im Automatik-Betrieb gestartetes Programm zu stoppen, die STOP-Taste drücken.

## 7.12 Rückwärtfahren über die Start-Rückwärts-Taste

Die folgenden Ausführungen gelten für das Rückwärtfahren über die Start-Rückwärts-Taste. Sie gelten nicht für andere Rückwärts-Funktionalitäten, z. B. für Rückwärtsbewegungen im Rahmen von Fehlerstrategien in Technologiepaketen.

### 7.12.1 Bewegungen rückwärts abfahren

- Beschreibung** Das Rückwärtfahren wird häufig verwendet, wenn eine Abfolge von Bewegungen optimiert werden soll und zu diesem Zweck einzelne Punkte umgeleuchtet werden sollen. Der Benutzer fährt die Bahn rückwärts ab, bis der zu korrigierende Punkt erreicht ist. Wenn er den Punkt umgeleuchtet hat, fährt er bei Bedarf weiter rückwärts, um weitere Punkte zu korrigieren.

Beim Rückwärtfahren gilt automatisch die Programmablaufart #BSTEP.

Beim Rückwärtfahren ist es nicht möglich, zu überschleifen oder zu pendeln. Wenn also vorwärts Punkte überschliffen wurden oder gependelt wurde, unterscheidet sich die Rückwärtsbahn von der Vorwärtsbahn. Dadurch kann es

nach dem Rückwärts-Start sein, dass der Roboter erst eine SAK-Fahrt durchführen muss, obwohl er die Bahn vorwärts gar nicht verlassen hatte.



**VORSICHT** Die SAK-Fahrt erfolgt als LIN- oder PTP-Bewegung von der Istposition zur Zielposition. Die Geschwindigkeit ist automatisch reduziert. Der Verlauf der Bewegung ist nicht sicher vorhersehbar. Die Bewegung während der SAK-Fahrt beobachten, damit der Roboter rechtzeitig gestoppt werden kann, falls sich eine Kollision abzeichnet.

#### Voraussetzung

- Programm ist angewählt.
- Die Bewegungen, die rückwärts gefahren werden sollen, wurden vorwärts abgefahren.
- Betriebsart T1 oder T2

#### Vorgehensweise

1. Zustimmungsschalter gedrückt halten und warten, bis die Statusleiste "Antriebe bereit" angezeigt:



2. Die Start-Rückwärts-Taste drücken und halten.
  - Wenn sich der Roboter bereits auf der Rückwärtsbahn befindet, fährt er nun rückwärts.
  - Wenn sich der Roboter nicht auf der Rückwärtsbahn befindet, fährt er nun dorthin. Wenn im Meldungsfenster "SAK erreicht" angezeigt wird, hat er die Bahn erreicht. Der Roboter bleibt stehen.
 Die Start-Rückwärts-Taste erneut drücken. Der Roboter fährt nun rückwärts.
3. Die Start-Rückwärts-Taste für jeden Bewegungssatz erneut drücken.

#### 7.12.2 Funktionsweise und Eigenschaften des Rückwärtsfahrens

##### Funktionsweise

Beim Vorwärtsfahren speichert die Robotersteuerungen die abgearbeiteten Bewegungen in einem Ringpuffer. Beim Rückwärtsfahren werden die Bewegungen auf Basis der gespeicherten Informationen abgefahrene.

##### Kein Rückwärtsfahren möglich nach Pufferlöschung:

In den folgenden Fällen wird der Inhalt des Puffers gelöscht. Danach ist das Rückwärtsfahren erst wieder möglich, wenn wieder Bewegungen vorwärts abgefahrene wurden.

- Programm wird zurückgesetzt.
- Programm wird abgewählt.
- In das Programm werden Zeilen eingefügt oder gelöscht.
- KRL-Anweisung RESUME
- Eine Satzanwahl auf eine andere Bewegung als die aktuelle Bewegung. Ohne Einschränkung möglich ist jedoch eine Satzanwahl auf einen beliebigen Segmentpunkt innerhalb des aktuellen Spline-Blocks. Dies gilt als Satzanwahl auf die aktuelle Bewegung, da die Robotersteuerung den Spline-Block als 1 Bewegung plant und ausführt.

Die Robotersteuerung löscht den Puffer, ohne eine Meldung dazu auszugeben.

##### Eigenschaften

- Das Rückwärtsfahren ist nur möglich in T1 und T2.
- Beim Rückwärtsfahren werden ausschließlich Bewegungen ausgeführt, keine Kontrollstrukturen und Steueranweisungen.

- Ausgänge, Flags und Cycflag werden beim Vorwärtsfahren nicht aufgezeichnet. Beim Rückwärtsfahren werden deshalb ihre vorigen Zustände nicht wiederhergestellt.
- Die Geschwindigkeit ist wie beim Vorwärtsfahren.  
Es ist möglich, dass in T2 beim Rückwärtsfahren Überwachungen ansprechen, die in Vorwärtsrichtung nicht ansprechen. In diesem Fall muss der Programm-Override reduziert werden.
- Das Rückwärtsfahren ist defaultmäßig aktiv. In der Benutzergruppe Expert ist es möglich, es zu deaktivieren oder es für bestimmte Bewegungen gezielt zu verhindern.



Weitere Informationen sind in der Bedien- und Programmieranleitung für Systemintegratoren zu finden.

**Momenten-/Kraftbetrieb, Vectormove**

Für Bewegungen mit Momenten- oder Kraftbetrieb oder Vectormove gilt:

- Bei herkömmlichen Bewegungen ist das Rückwärtsfahren möglich, jedoch wird der Momenten- oder Kraftbetrieb oder Vectormove dabei automatisch ausgeschaltet.
- Spline-Bewegungen können nicht rückwärts abgefahren werden.

#### 7.12.2.1 Verhalten bei Unterprogrammen

- Bewegungen, die in einem Interrupt-Programm vorwärts gefahren werden, werden nicht aufgezeichnet. Sie können deshalb auch nicht rückwärts abgefahren werden.
- Wenn ein Unterprogramm beim Vorwärtsfahren vollständig durchfahren wurde, kann es nicht rückwärts durchfahren werden.
- Wenn die Vorwärts-Bewegung in einem Unterprogramm angehalten wurde, hängt das Verhalten von der Position des Vorlaufzeigers ab:

Position Vorlaufzeiger	Verhalten
Vorlaufzeiger steht innerhalb des Unterprogramms.	Rückwärtsfahren ist möglich.
Vorlaufzeiger hat Unterprogramm bereits verlassen.	Rückwärtsfahren ist nicht möglich.  Vorbeugung:  Vor dem END des Unterprogramms einen Vorlaufstop auslösen, z. B. mit WAIT SEC 0. Allerdings ist an dieser Stelle dann kein Überschleifen mehr möglich.  Oder \$ADVANCE auf "1" setzen. Verhindert die Fehlermeldung nicht in jedem Fall, verringert aber die Wahrscheinlichkeit. Ein Überschleifen ist weiterhin möglich.

#### 7.12.2.2 Verhalten bei Überschleifen

**Beschreibung**

Beim Rückwärtsfahren ist es nicht möglich, zu überschleifen. Wenn also vorwärts Punkte überschritten wurden, unterscheidet sich die Rückwärtsbahn von der Vorwärtsbahn. Dadurch kann es nach dem Rückwärts-Start sein, dass der Roboter erst eine SAK-Fahrt zur Rückwärtsbahn durchführen muss, obwohl er die Bahn vorwärts gar nicht verlassen hatte.

**Beispiel 1**

**Rückwärts-Start außerhalb eines Überschleifbereichs:**

Die Start-Rückwärts-Taste wird gedrückt, während sich der Roboter auf der Bahn befindet, jedoch nicht in einem Überschleifbereich. Der Roboter fährt nun auf der Bahn rückwärts zum Zielpunkt der vorigen Bewegung.

$P_{BACK}$  = Position des Roboters zum Zeitpunkt, an dem die Start-Rückwärts-Taste gedrückt wird

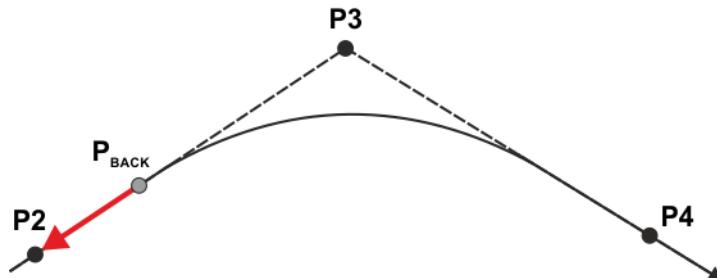


Abb. 7-14: Fall 1: Rückwärts-Start außerhalb eines Überschleifbereichs

Wenn der Zielpunkt der vorigen Bewegung überschliffen ist, wird er trotzdem genau angefahren.

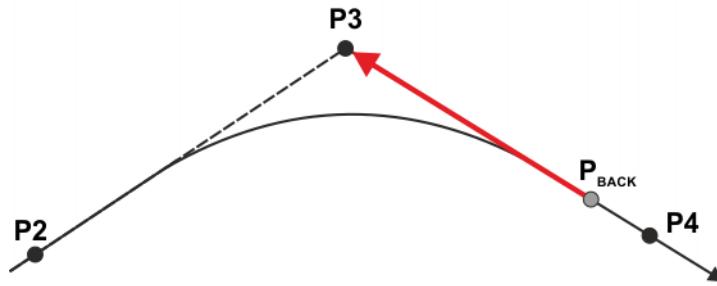


Abb. 7-15: Fall 2: Rückwärts-Start außerhalb eines Überschleifbereichs

## Beispiel 2

### Rückwärts-Start im Überschleifbereich:

Die Start-Rückwärts-Taste wird gedrückt, während sich der Roboter in einem Überschleifbereich befindet. Der Roboter führt nun eine SAK-Fahrt an den Beginn des Überschleifbereichs durch und stoppt dort. Wenn die Start-Rückwärts-Taste nun noch einmal gedrückt wird, beginnt das eigentliche Rückwärtsfahren, d. h. der Roboter fährt auf der Bahn rückwärts zum Zielpunkt der vorigen Bewegung.

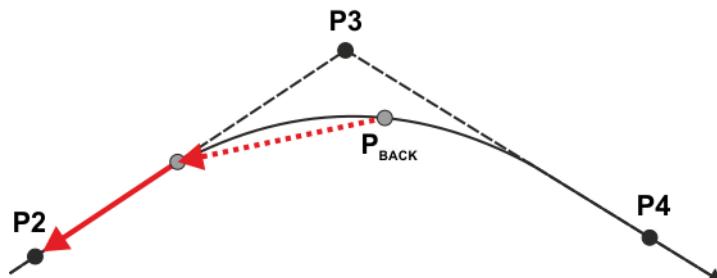


Abb. 7-16: Rückwärts-Start im Überschleifbereich

### 7.12.2.3 Verhalten bei Pendelbewegungen

#### Beschreibung

Beim Rückwärtsfahren ist kein Pendeln möglich. Wenn also vorwärts gependelt wurde, unterscheidet sich die Rückwärtsbahn von der Vorwärtsbahn. Nach dem Rückwärts-Start muss der Roboter deshalb erst eine SAK-Fahrt zur

Rückwärtsbahn durchführen, obwohl er die Bahn vorwärts nicht verlassen hatte.

## Beispiel

### Rückwärts-Start auf Pendelbahn:

Die Start-Rückwärts-Taste wird gedrückt, während sich der Roboter pendelt. Der Roboter führt nun eine SAK-Fahrt zur geteachten Bahn durch und stoppt dort. Wenn die Start-Rückwärts-Taste nun noch einmal gedrückt wird, beginnt das eigentliche Rückwärtsfahren, d. h. der Roboter fährt auf der Bahn rückwärts zum Zielpunkt der vorigen Bewegung.

$P_{BACK}$  = Position des Roboters zum Zeitpunkt, an dem die Start-Rückwärts-Taste gedrückt wird

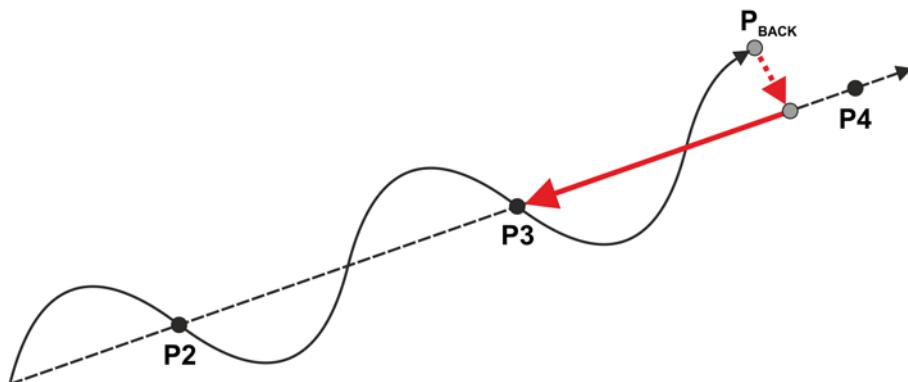


Abb. 7-17: Rückwärts-Start auf Pendelbahn

#### 7.12.2.4 Wechsel von rückwärts auf vorwärts

##### Voraussetzung

Nach dem Rückwärtsfahren wieder vorwärts zu fahren, ist nur unter folgenden Voraussetzungen möglich:

- Auf die Programmzeile, an der der Rückwärts-Satzzeiger gerade steht, ist eine Satzanwahl möglich.
- Wenn die erste Bewegung, die wieder vorwärts gefahren werden soll, eine herkömmliche Bewegung ist, muss sie vollständig programmiert sein.  
Es ist also z. B. nicht möglich, von rückwärts auf vorwärts zu wechseln, wenn die erste Bewegung ein PTP\_REL ist.  
Für Spline-Bewegungen gilt diese Einschränkung bis auf wenige Ausnahmen nicht.

##### Verhalten

Wenn man nach dem Rückwärtsfahren zum ersten Mal die Start-Vorwärts-Taste drückt, ist das Verhalten folgendermaßen:

- Wenn SAK vorhanden ist, wird die zuletzt vorwärts gefahrene Programmablaufart automatisch wiederhergestellt und der Roboter fährt auf der Bahn vorwärts.
- Wenn keine SAK vorhanden ist, wird eine SAK-Fahrt ausgeführt. Währenddessen bleibt die Programmablaufart noch auf #BSTEP. Nach der SAK-Fahrt stoppt der Roboter. Nun muss nochmal die Start-Vorwärts-Taste gedrückt werden. Die zuletzt vorwärts gefahrene Programmablaufart wird automatisch wiederhergestellt und der Roboter fährt nun auf der Bahn vorwärts.

Wenn man innerhalb einer Kontrollstruktur von Rückwärts auf Vorwärts wechselt, so fährt der Roboter zunächst vorwärts bis zum Ende der Kontrollstruktur. Danach stoppt er mit der Meldung *Kontrollstruktur nächster Satz {Satznummer}*. Die Satznummer gibt den ersten Satz nach der Kontrollstruktur an.



## 8 Grundlagen der Bewegungsprogrammierung

### 8.1 Bewegungsarten Übersicht

Folgende Bewegungsarten können programmiert werden:

- **Point-to-Point-Bewegung (PTP)**  
(>>> 8.2 "Bewegungsart PTP" Seite 181)
- **Linear-Bewegung (LIN)**  
(>>> 8.3 "Bewegungsart LIN" Seite 182)
- **Circular-Bewegung (CIRC)**  
(>>> 8.4 "Bewegungsart CIRC" Seite 182)
- **Spline-Bewegungen**

Spline-Bewegungen haben eine Reihe von Vorteilen gegenüber den herkömmlichen PTP-, LIN- und CIRC-Bewegungen.

(>>> 8.7 "Bewegungsart Spline" Seite 185)



Der Startpunkt einer Bewegung ist immer der Zielpunkt der vorhergehenden Bewegung.

Folgende Bewegungen werden unter dem Begriff "CP-Bewegungen" ("Continuous Path") zusammengefasst:

- LIN, CIRC, CP-Spline-Blöcke, SLIN, SCIRC

### 8.2 Bewegungsart PTP

Der Roboter führt den TCP entlang der schnellsten Bahn zum Zielpunkt. Die schnellste Bahn ist in der Regel nicht die kürzeste Bahn und somit keine Gerade. Da sich die Roboterachsen rotatorisch bewegen, können geschwungene Bahnen schneller ausgeführt werden als gerade Bahnen.

Der exakte Verlauf der Bewegung ist nicht vorhersehbar.

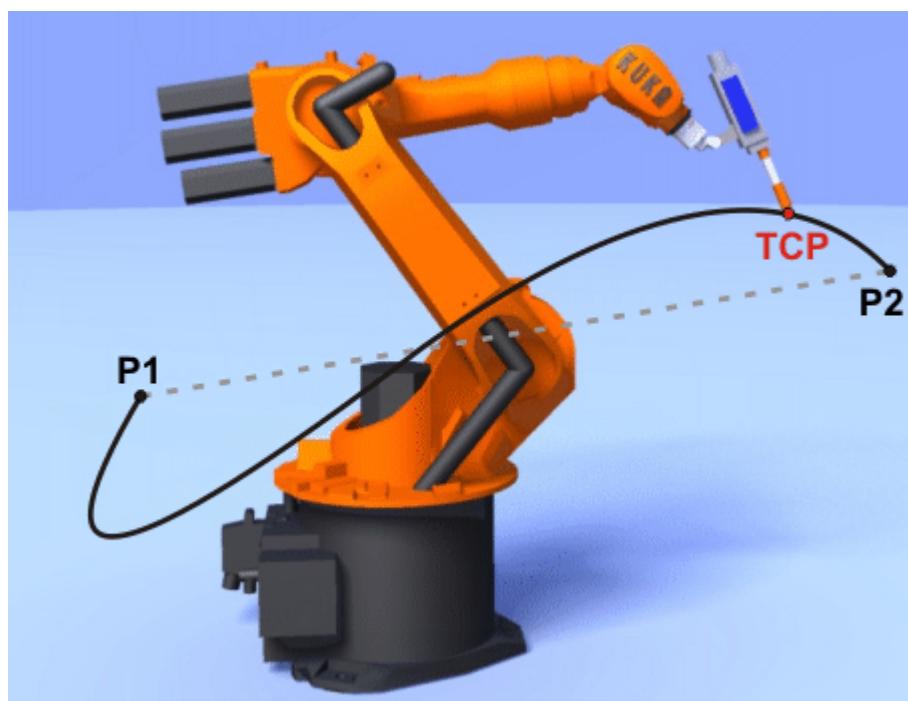


Abb. 8-1: PTP-Bewegung

### 8.3 Bewegungsart LIN

Der Roboter führt den TCP mit der definierten Geschwindigkeit entlang einer Geraden zum Zielpunkt.

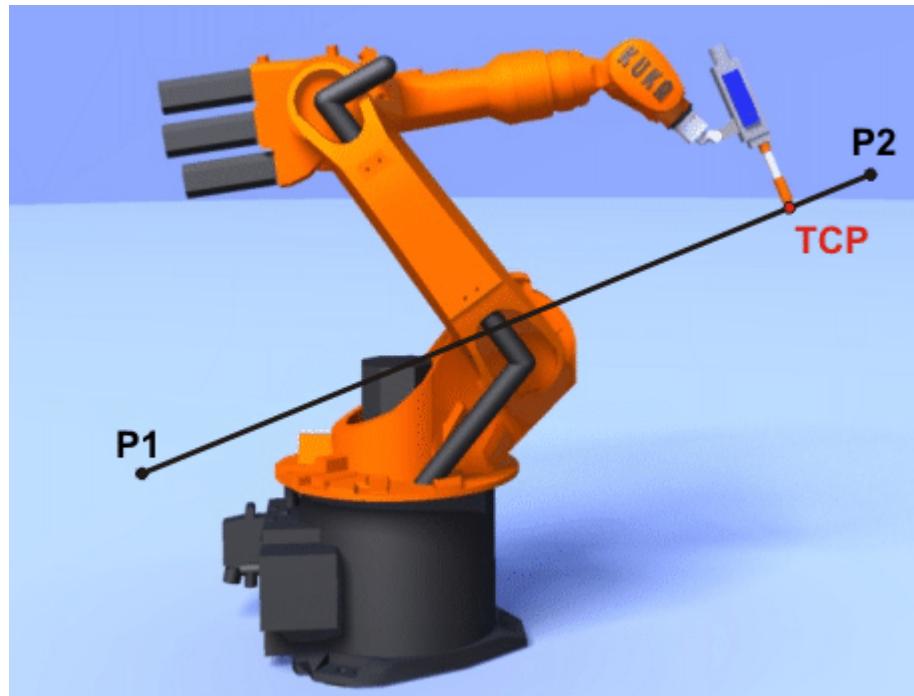


Abb. 8-2: LIN-Bewegung

### 8.4 Bewegungsart CIRC

Der Roboter führt den TCP mit der definierten Geschwindigkeit entlang einer Kreisbahn zum Zielpunkt. Die Kreisbahn ist definiert durch Startpunkt, Hilfspunkt und Zielpunkt.

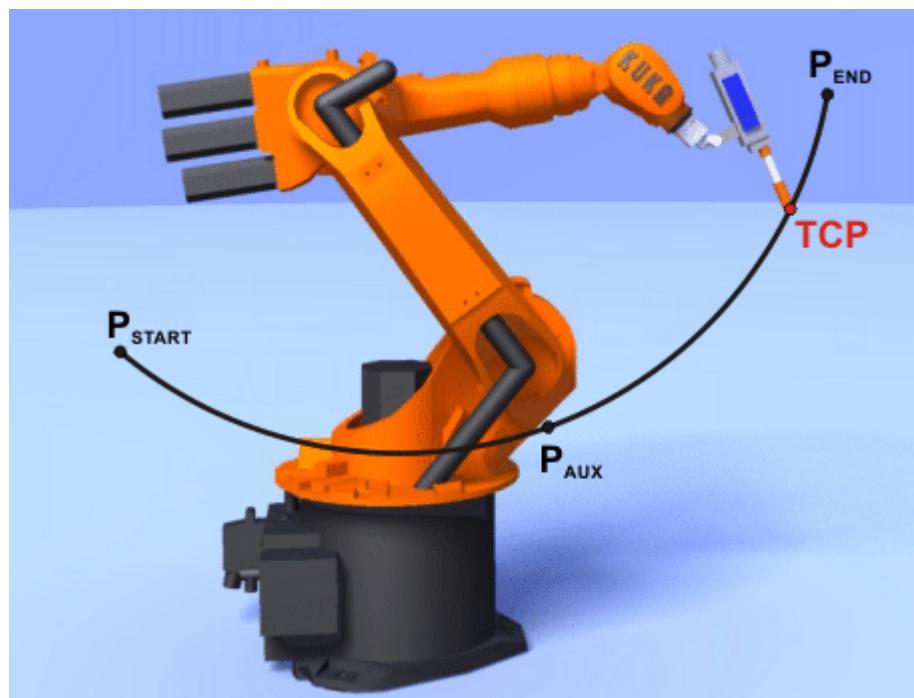


Abb. 8-3: CIRC-Bewegung

## 8.5 Überschleifen

Überschleifen bedeutet: Der programmierte Punkt wird nicht genau angefahren. Überschleifen ist eine Option, die bei der Bewegungsprogrammierung ausgewählt werden kann.

Überschleifen ist nicht möglich, wenn nach der Bewegungsanweisung eine Anweisung folgt, die einen Vorlaufstopp auslöst.

### Überschleifen bei einer PTP-Bewegung

Der TCP verlässt die Bahn, auf der er den Zielpunkt genau anfahren würde, und fährt eine schnellere Bahn. Beim Programmieren der Bewegung wird die Distanz zum Zielpunkt festgelegt, bei der der TCP frühestens von seiner ursprünglichen Bahn abweichen darf.

Der Bahnverlauf bei einer überschliffenen PTP-Bewegung ist nicht vorhersehbar. Es ist auch nicht vorhersehbar, auf welcher Seite des überschliffenen Punkts die Bahn verlaufen wird.

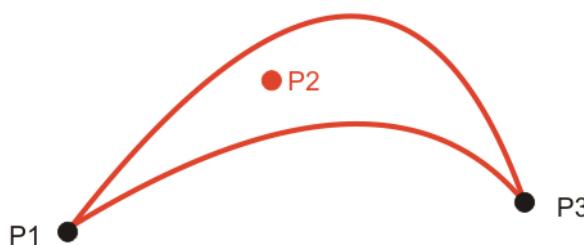


Abb. 8-4: PTP-Bewegung, P2 ist überschliffen

### Überschleifen bei einer LIN-Bewegung

Der TCP verlässt die Bahn, auf der er den Zielpunkt genau anfahren würde, und fährt eine kürzere Bahn. Beim Programmieren der Bewegung wird die Distanz zum Zielpunkt festgelegt, bei der der TCP frühestens von seiner ursprünglichen Bahn abweichen darf.

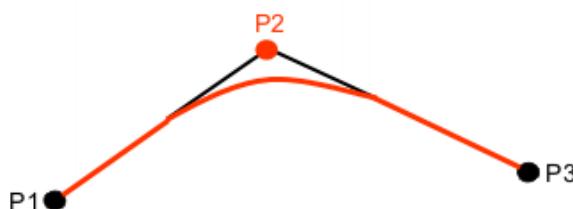


Abb. 8-5: LIN-Bewegung, P2 ist überschliffen

### Überschleifen bei einer CIRC-Bewegung

Der TCP verlässt die Bahn, auf der er den Zielpunkt genau anfahren würde, und fährt eine kürzere Bahn. Beim Programmieren der Bewegung wird die Distanz zum Zielpunkt festgelegt, bei der der TCP frühestens von seiner ursprünglichen Bahn abweichen darf.

Der Hilfspunkt wird genau durchfahren.

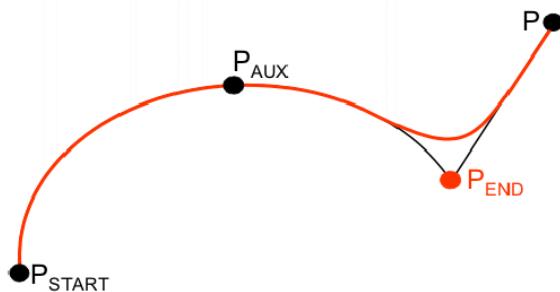


Abb. 8-6: CIRC-Bewegung, P<sub>END</sub> ist überschliffen

## 8.6 Orientierungsführung LIN, CIRC

### Beschreibung

Der TCP kann am Start- und am Zielpunkt einer Bewegung unterschiedliche Orientierungen haben. Die Start-Orientierung kann auf mehrere Arten in die Ziel-Orientierung übergehen. Beim Programmieren einer CP-Bewegung muss eine Art ausgewählt werden.

Die Orientierungsführung für LIN- und CIRC-Bewegungen wird folgendermaßen festgelegt:

- Im Optionsfenster **Bewegungsparameter**

### LIN-Bewegung

Orientierungsführung	Beschreibung
<b>Konstante Orientierung</b>	Die Orientierung des TCP bleibt während der Bewegung konstant. Für den Zielpunkt wird die programmierte Orientierung ignoriert und die des Startpunkts beibehalten.
<b>Standard</b>	Die Orientierung des TCP ändert sich während der Bewegung kontinuierlich. <b>Hinweis:</b> Wenn der Roboter mit <b>Standard</b> in eine Handachsen-Singularität gerät, stattdessen <b>Hand PTP</b> verwenden.
<b>Hand PTP</b>	Die Orientierung des TCP ändert sich während der Bewegung kontinuierlich. Dies geschieht durch lineare Überführung (achs-spezifisches Verfahren) der Handachswinkel. <b>Hinweis:</b> <b>Hand PTP</b> dann verwenden, wenn der Roboter mit <b>Standard</b> in eine Handachsen-Singularität gerät. Die Orientierung des TCP ändert sich während der Bewegung kontinuierlich, jedoch nicht ganz gleichmäßig. <b>Hand PTP</b> ist deshalb nicht geeignet, wenn ein bestimmter Verlauf der Orientierung exakt gehalten muss, z. B. beim Laserschweißen.

**i** Wenn mit **Standard** eine Handachsen-Singularität auftritt und mit **Hand PTP** die gewünschte Orientierung nicht exakt genug gehalten wird, wird folgende Abhilfe empfohlen:  
Start- und/oder Zielpunkt neu teachen. Die Orientierungen dabei so ausrichten, dass keine Handachsen-Singularität mehr auftritt und die Bahn mit **Standard** gefahren werden kann.

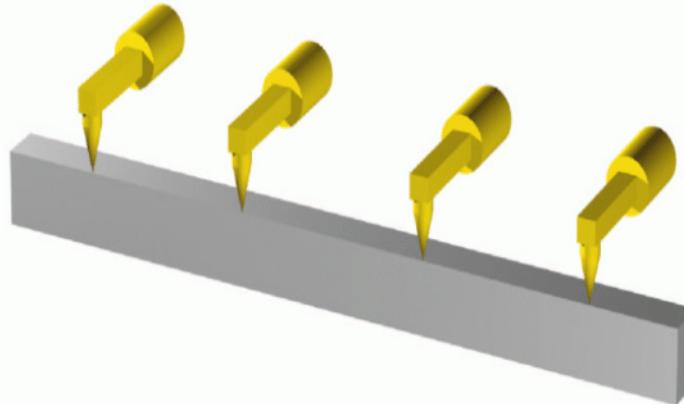


Abb. 8-7: Konstante Orientierung

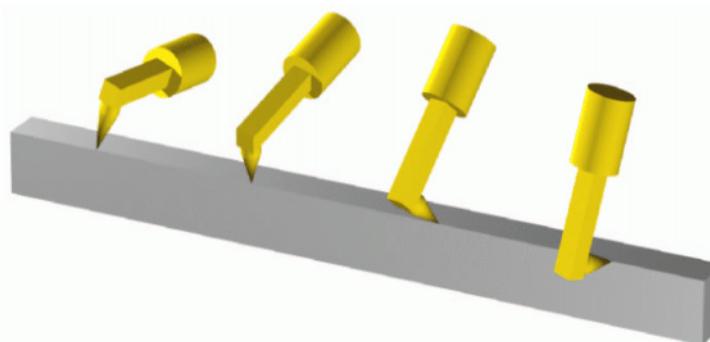


Abb. 8-8: Standard oder Hand PTP

#### CIRC-Bewegung

Für CIRC-Bewegungen stehen die gleichen Orientierungsführungen zur Auswahl wie für LIN-Bewegungen.

Bei CIRC-Bewegungen berücksichtigt die Robotersteuerung nur die programmierte Orientierung des Zielpunkts. Die programmierte Orientierung des Hilfspunkts wird ignoriert.

#### 8.7 Bewegungsart Spline

Der Spline ist eine Bewegungsart, die besonders für komplexe geschwungene Bahnen geeignet ist. Solche Bahnen können grundsätzlich auch mit überschliffenen LIN- und CIRC-Bewegungen erzeugt werden, der Spline hat jedoch Vorteile.

Die vielseitigste Spline-Bewegung ist der Spline-Block. Mit einem Spline-Block fasst man mehrere Bewegungen zu einer Gesamtbewegung zusammen. Der Spline-Block wird von der Robotersteuerung als 1 Bewegungssatz geplant und ausgeführt.

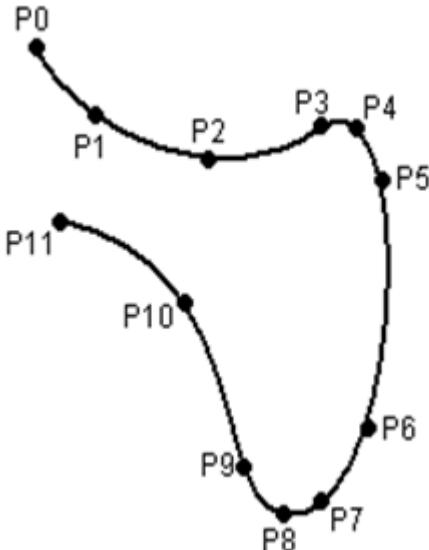
Die Bewegungen, die in einem Spline-Block stehen können, heißen Spline-Segmente. Sie werden einzeln geteacht.

- Ein CP-Spline-Block kann SPL-, SLIN- und SCIRC-Segmente enthalten.

- Ein PTP-Spline-Block kann SPTP-Segmente enthalten.

Außer Spline-Blöcken können auch Spline-Einzelbewegungen programmiert werden: SLIN, SCIRC und SPTP.

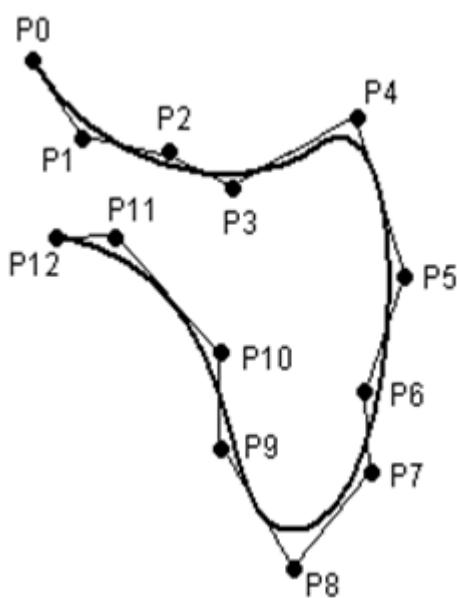
### Vorteile Spline-Block



**Abb. 8-9: Geschwungene Bahn mit Spline-Block**

- Die Bahn wird definiert über Punkte, die auf der Bahn liegen. Die gewünschte Bahn kann einfach erzeugt werden.
- Die programmierte Geschwindigkeit wird besser gehalten als bei den herkömmlichen Bewegungsarten. Nur in wenigen Fällen kommt es zu einer Geschwindigkeitsreduzierung.  
(>>> 8.7.1 "Geschwindigkeitsprofil bei Spline-Bewegungen" Seite 187)  
In CP-Spline-Blöcken können darüber hinaus spezielle Konstantfahrbereiche definiert werden.
- Der Bahnverlauf ist immer gleich, unabhängig von Override, Geschwindigkeit oder Beschleunigung.
- Kreise und enge Radien werden mit hoher Präzision gefahren.

### Nachteile LIN/CIRC



**Abb. 8-10: Geschwungene Bahn mit überschliffenen LIN-Bewegungen**

- Die Bahn wird definiert über überschliffene Punkte, die nicht auf der Bahn liegen. Die Überschleifbereiche sind schwer vorhersehbar. Es ist aufwendig, die gewünschte Bahn zu erzeugen.
- In zahlreichen Fällen kommt es zu schwer vorhersehbaren Geschwindigkeitsreduzierungen, z. B. in den Überschleifbereichen und bei nahe beieinanderliegenden Punkten.
- Der Bahnverlauf ändert sich, wenn das Überschleifen nicht möglich ist, z. B. aus Zeitgründen.
- Der Bahnverlauf ändert sich abhängig von Override, Geschwindigkeit oder Beschleunigung.

### 8.7.1 Geschwindigkeitsprofil bei Spline-Bewegungen

Die Bahn verläuft immer gleich, unabhängig von Override, Geschwindigkeit oder Beschleunigung.

Die Robotersteuerung berücksichtigt bereits bei der Planung die physikalischen Grenzen des Roboters. Der Roboter bewegt sich im Rahmen der programmierten Geschwindigkeit so schnell wie möglich, d. h. so, wie es seine physikalischen Grenzen erlauben. Dies ist ein Vorteil gegenüber den herkömmlichen LIN- und CIRC-Bewegungen, bei denen die physikalischen Grenzen bei der Planung nicht berücksichtigt werden. Sie wirken sich dort erst während der Bewegungsausführung aus und lösen gegebenenfalls Stopps aus.

#### Absenkung der Geschwindigkeit

Zu den Fällen, in denen die programmierte Geschwindigkeit unterschritten werden muss, gehören vor allem:

- Ausgeprägte Ecken
- Große Umorientierungen
- Große Bewegungen der Zusatzachsen
- In der Nähe von Singularitäten

Eine Absenkung der Geschwindigkeit aufgrund von großen Umorientierungen kann man bei Spline-Segmenten vermeiden, indem man die Orientierungsführung **Ohne Orientierung** auswählt.

#### Absenkung der Geschwindigkeit auf 0

Dies ist der Fall bei:

- Aufeinanderfolgenden Punkten mit gleichen Koordinaten
- Aufeinanderfolgenden SLIN- und/oder SCIRC-Segmenten. Ursache: Unstetiger Verlauf der Geschwindigkeitsrichtung.

Bei SLIN-SCIRC-Übergängen wird die Geschwindigkeit auch dann 0, wenn die Gerade tangential in den Kreis übergeht, da der Kreis im Gegensatz zur Geraden gekrümmt ist.

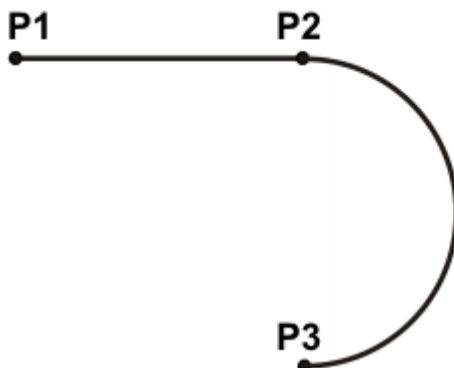


Abb. 8-11: Genauhalt in P2

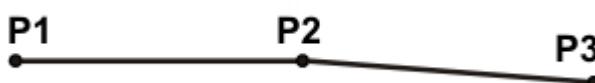


Abb. 8-12: Genauhalt in P2

Ausnahmen:

- Wenn SLIN-Segmente aufeinanderfolgen, die eine Gerade ergeben und bei denen sich die Orientierungen gleichmäßig ändern, wird die Geschwindigkeit nicht reduziert.

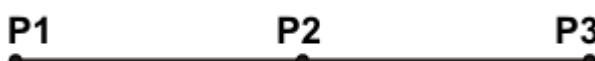


Abb. 8-13: P2 wird ohne Genauhalt durchfahren.

- Bei einem SCIRC-SCIRC-Übergang wird die Geschwindigkeit nicht reduziert, wenn beide Kreise den gleichen Mittelpunkt und den gleichen Radius haben, und wenn sich die Orientierungen gleichmäßig ändern. (Schwierig zu teachen, deshalb Punkte berechnen und programmieren.)



Kreise mit gleichem Mittelpunkt und gleichem Radius werden manchmal programmiert, um Kreise  $\geq 360^\circ$  zu erhalten. Eine einfachere Möglichkeit ist es, einen Kreiswinkel zu programmieren.

### 8.7.2 Satzanwahl bei Spline-Bewegungen

#### Spline-Block

Auf die Segmente eines Spline-Blocks kann eine Satzanwahl ausgeführt werden.

- CP-Spline-Block:

Die SAK-Fahrt wird als herkömmliche LIN-Bewegung ausgeführt. Dies wird durch eine Meldung angekündigt, die quittiert werden muss.

- PTP-Spline-Block:

Die SAK-Fahrt wird als herkömmliche PTP-Bewegung ausgeführt. Dies wird nicht durch eine Meldung angekündigt.

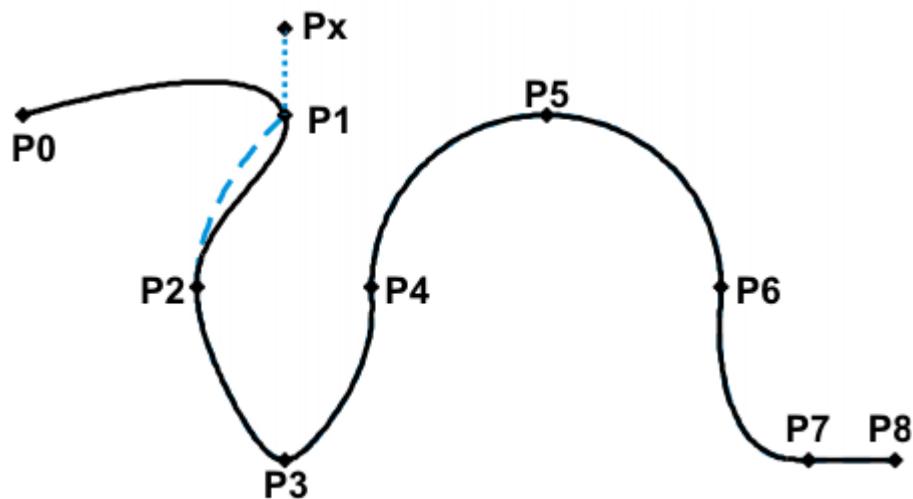
Nach einer Satzanwahl verläuft die Bahn in der Regel genauso, wie wenn der Spline im normalen Programmablauf abgefahren würde.

Ausnahmen sind möglich, falls der Spline vor der Satzanwahl noch nie abgefahrene wurde und wenn in diesem Fall eine Satzanwahl auf den Anfang des Spline-Blocks durchgeführt wird:

Der Startpunkt der Spline-Bewegung ist der letzte Punkt vor dem Spline-Block, d. h. der Startpunkt liegt außerhalb des Blocks. Die Robotersteuerung speichert den Startpunkt beim normalen Abfahren eines Splines. Dadurch ist er bekannt, wenn zu einem späteren Zeitpunkt eine Satzanwahl durchgeführt wird. Wenn der Spline-Block jedoch noch nie abgefahrene wurde, ist der Startpunkt nicht bekannt.

Wenn nach der SAK-Fahrt die Start-Taste gedrückt wird, wird die veränderte Bahn mit einer Meldung angekündigt, die quittiert werden muss.

#### **Beispiel: Veränderte Bahn bei Satzanwahl auf P1**



**Abb. 8-14: Beispiel: Veränderte Bahn bei Satzanwahl auf P1**

```

1 PTP P0
2 SPLINE
3 SPL P1
4 SPL P2
5 SPL P3
6 SPL P4
7 SCIRC P5, P6
8 SPL P7
9 SLIN P8
10 ENDSPLINE

```

<b>Zeile</b>	<b>Beschreibung</b>
2	Kopfzeile/Beginn des CP-Spline-Blocks
3 ... 9	Spline-Segmente
10	Ende des CP-Spline-Blocks

#### **SCIRC**

Bei Satzanwahl auf ein SCIRC-Segment, für das ein Kreiswinkel programmiert ist, wird der Zielpunkt unter Berücksichtigung des Kreiswinkels angefahren, vorausgesetzt, dass die Robotersteuerung den Startpunkt kennt.

Wenn die Robotersteuerung den Startpunkt nicht kennt, wird der programmierte Zielpunkt angefahren. In diesem Fall zeigt eine Meldung an, dass der Kreiswinkel nicht berücksichtigt wird.

Bei einer Satzanwahl auf eine SCIRC-Einzelbewegung wird der Kreiswinkel nie berücksichtigt.

### 8.7.3 Änderungen an Spline-Blöcken

#### Beschreibung

##### ■ Änderung der Punktposition:

Wenn ein Punkt innerhalb eines Spline-Blocks verschoben wird, ändert sich die Bahn maximal in den 2 Segmenten vor diesem Punkt und in den 2 Segmenten danach.

Kleine Punktverschiebungen ergeben in der Regel kleine Bahnänderungen. Wenn jedoch sehr lange und sehr kurze Segmente aufeinanderfolgen, können kleine Änderungen sehr große Auswirkungen haben.

##### ■ Änderung des Segmenttyps:

Wenn ein SPL-Segment in ein SLIN-Segment geändert wird oder umgekehrt, ändert sich die Bahn im vorhergehenden Segment und im folgenden Segment.

#### Beispiel 1

#### Ursprüngliche Bahn:

```
PTP P0
SPLINE
SPL P1
SPL P2
SPL P3
SPL P4
SCIRC P5, P6
SPL P7
SLIN P8
ENDSPLINE
```

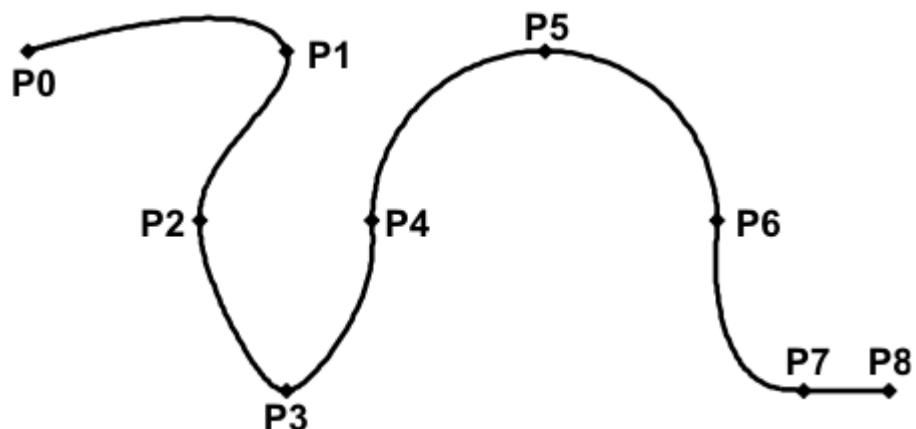


Abb. 8-15: Ursprüngliche Bahn

#### Gegenüber der ursprünglichen Bahn wird ein Punkt verschoben:

P3 wird verschoben. Dadurch ändert sich die Bahn in den Segmenten P1 - P2, P2 - P3 und P3 - P4. Das Segment P4 - P5 ändert sich in diesem Fall nicht, da es zu einem SCIRC gehört und dadurch eine Kreisbahn festgelegt ist.

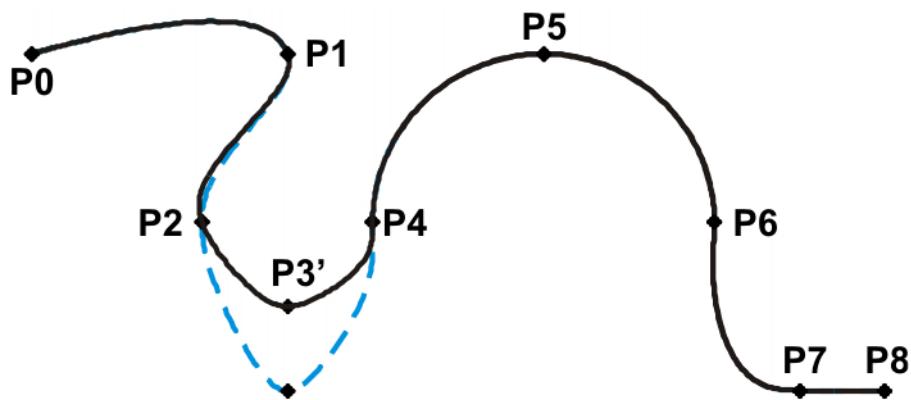


Abb. 8-16: Punkt wurde verschoben

Gegenüber der ursprünglichen Bahn wird der Typ eines Segments geändert:

Bei der ursprünglichen Bahn wird der Segmenttyp von P2 - P3 von SPL in SLIN geändert. Die Bahn ändert sich in den Segmenten P1 - P2, P2 - P3 und P3 - P4.

```

PTP P0
SPLINE
SPL P1
SPL P2
SLIN P3
SPL P4
SCIRC P5, P6
SPL P7
SLIN P8
ENDSPLINE

```

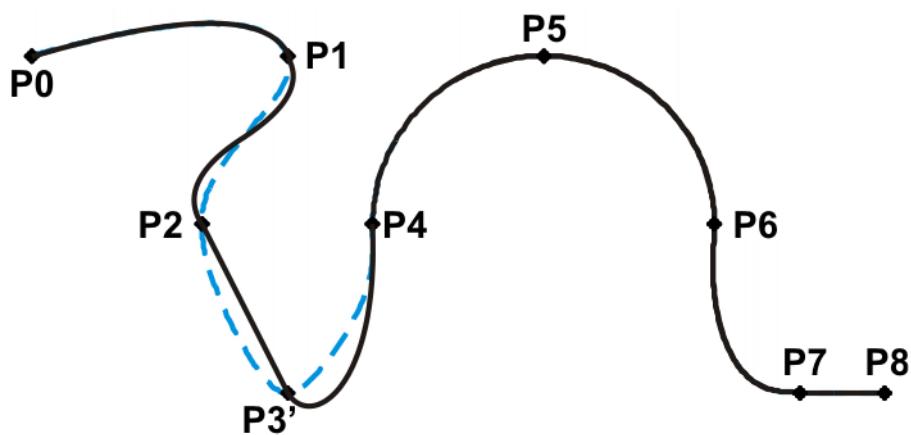


Abb. 8-17: Segmenttyp wurde geändert

### Beispiel 2

Ursprüngliche Bahn:

```

...
SPLINE
SPL {X 100, Y 0, ...}
SPL {X 102, Y 0}
SPL {X 104, Y 0}

```

```
SPL {X 204, Y 0}
ENDSPLINE
```

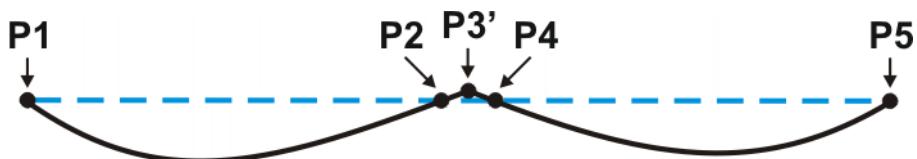


**Abb. 8-18: Ursprüngliche Bahn**

**Gegenüber der ursprünglichen Bahn wird ein Punkt verschoben:**

P3 wird verschoben. Dadurch ändert sich die Bahn in allen dargestellten Segmenten. Da P2 - P3 und P3 - P4 sehr kurze Segmente und P1 - P2 und P4 - P5 lange Segmente sind, bewirkt die kleine Verschiebung ein starke Änderung der Bahn.

```
...
SPLINE
SPL {X 100, Y 0, ...}
SPL {X 102, Y 1}
SPL {X 104, Y 0}
SPL {X 204, Y 0}
ENDSPLINE
```



**Abb. 8-19: Punkt wurde verschoben**

Abhilfe:

- Punktabstände gleichmäßiger verteilen
- Geraden (außer sehr kurze Geraden) als SLIN-Segmente programmieren

#### 8.7.4 Überschleifen von Spline-Bewegungen

Alle Spline-Blöcke und alle Spline-Einzelbewegungen können miteinander überschlagen werden. Es ist gleichgültig, ob es sich um CP- oder PTP-Spline-Blöcke handelt oder um welche Einzelbewegung es sich handelt.

Der Überschleifbogen entspricht vom Bewegungstyp her immer der zweiten Bewegung. Beim SPTP-SLIN-Überschlagen z. B. ist der Überschleifbogen vom Typ CP.

Spline-Bewegungen können nicht mit herkömmlichen Bewegungen (LIN, CIRC, PTP) überschlagen werden.

**Überschleifen nicht möglich wegen Zeit oder Vorlaufstopps:**

Wenn ein Überschleifen aus zeitlichen Gründen oder wegen Vorlaufstopps nicht möglich ist, wartet der Roboter am Beginn des Überschleifbogens.

- Bei zeitlichen Gründen: Der Roboter fährt weiter, sobald der nächste Satz geplant werden konnte.
- Bei einem Vorlaufstop: Mit dem Beginn des Überschleifbogens ist das Ende des aktuellen Satzes erreicht. D. h., der Vorlaufstop ist aufgehoben und die Robotersteuerung kann den nächsten Satz planen. Der Roboter fährt weiter.

In beiden Fällen fährt der Roboter nun den Überschleifbogen. Das Überschleifen ist also genaugenommen möglich, es verzögert sich nur.

Dieses Verhalten steht im Gegensatz zu LIN-, CIRC- oder PTP-Bewegungen. Wenn hier ein Überschleifen aus den genannten Gründen nicht möglich ist, wird der Zielpunkt genau angefahren.

#### **Kein Überschleifen in MSTEP und ISTEP:**

In den Programmablaufarten MSTEP und ISTEP wird auch bei überschliffenen Bewegungen der Zielpunkt genau angefahren.

Beim Überschleifen von Spline-Block zu Spline-Block ist als Folge dieses Genauhalts die Bahn im letzten Segment des ersten Blocks und im ersten Segment des zweiten Blocks anders als in der Programmablaufart GO.

Bei allen anderen Segmenten in den beiden Spline-Blöcken ist die Bahn in MSTEP, ISTEP und GO gleich.

### **8.7.5 Überschliffene CP-Bewegung durch Spline-Block ersetzen**

#### **Beschreibung**

Um herkömmliche überschliffene CP-Bewegungen durch Spline-Blöcke zu ersetzen, muss das Programm folgendermaßen geändert werden:

- LIN - LIN ersetzen durch SLIN - SPL - SLIN.
- LIN - CIRC ersetzen durch SLIN - SPL - SCIRC.

Empfehlung: Den SPL ein Stück in den ursprünglichen Kreis hineinragen lassen. Der SCIRC beginnt somit später als der ursprüngliche CIRC.

Bei überschliffenen Bewegungen wird der Eckpunkt programmiert. Im Spline-Block werden stattdessen Punkte am Überschleifbeginn und am Überschleifende programmiert.

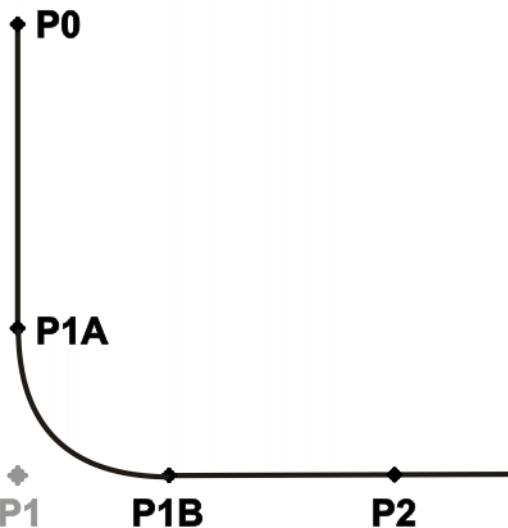
Folgende überschliffene Bewegung soll nachgebildet werden:

```
LIN P1 C_DIS
LIN P2
```

Spline-Bewegung:

```
SPLINE
  SLIN P1A
  SPL P1B
  SLIN P2
ENDSPLINE
```

P1A = Überschleifbeginn, P1B = Überschleifende



**Abb. 8-20: Überschliffene Bewegung - Spline-Bewegung**

Möglichkeiten, um P1A und P1B zu ermitteln:

- Die überschliffene Bahn abfahren und an der gewünschten Stelle die Positionen über Trigger speichern.
- Punkte im Programm mit KRL berechnen.
- Der Überschleifbeginn kann aus dem Überschleifkriterium ermittelt werden. Beispiel: Wenn als Überschleifkriterium C\_DIS angegeben ist, entspricht der Abstand vom Überschleifbeginn bis zum Eckpunkt dem Wert von \$APO.CDIS.

Das Überschleifende ist abhängig von der programmierten Geschwindigkeit.

Die SPL-Bahn entspricht nicht exakt dem Überschleifbogen, selbst wenn P1A und P1B genau am Überschleifbeginn und am Überschleifende liegen. Um exakt den Überschleifbogen zu erhalten, müssen zusätzliche Punkte in den Spline eingefügt werden. In der Regel ist ein Punkt ausreichend.

### Beispiel

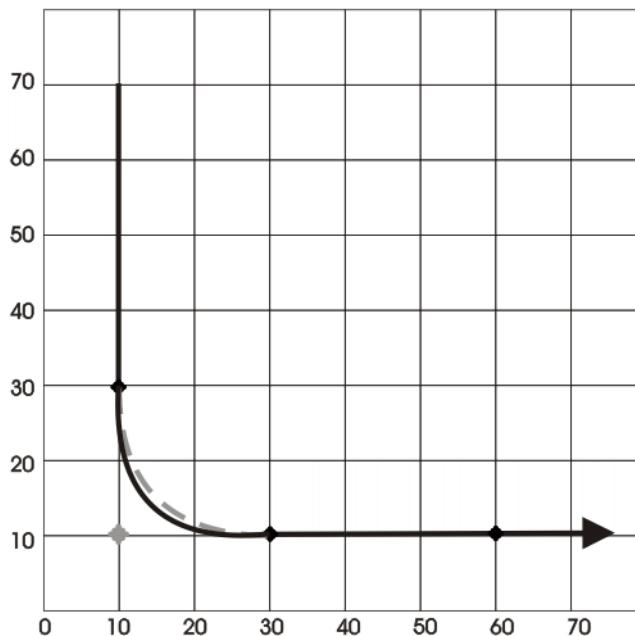
Folgende übergeschliffene Bewegung soll nachgebildet werden:

```
$APO.CDIS=20
$VEL.CP=0.5
LIN {Z 10} C_DIS
LIN {Y 60}
```

Spline-Bewegung:

```
SPLINE WITH $VEL.CP=0.5
SLIN {Z 30}
SPL {Y 30, Z 10}
SLIN {Y 60}
ENDSPLINE
```

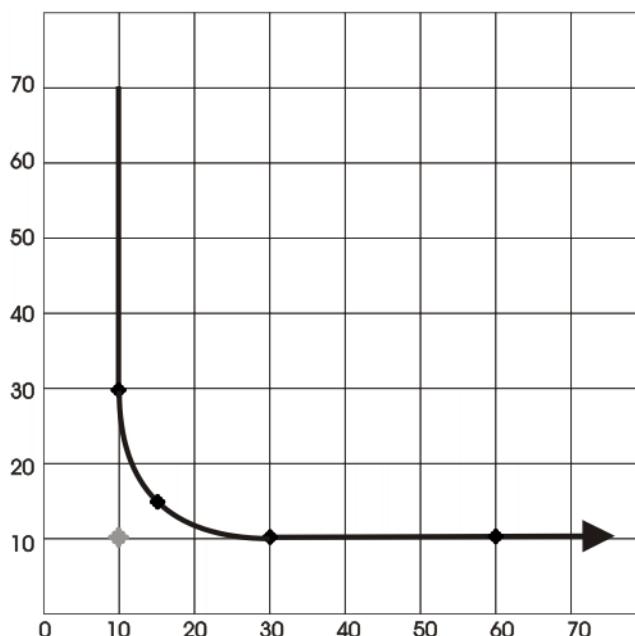
Der Beginn des Überschleifbogens wurde aus dem Überschleifkriterium errechnet.



**Abb. 8-21: Beispiel: Überschliffene Bewegung - Spline-Bewegung, 1**

Die SPL-Bahn entspricht noch nicht exakt dem Überschleifbogen. Deswegen wird ein weiteres SPL-Segment in den Spline eingefügt.

```
SPLINE WITH $VEL.CP=0.5
  SLIN {Z 30}
  SPL {Y 15, Z 15}
  SPL {Y 30, Z 10}
  SLIN {Y 60}
ENDSPLINE
```



**Abb. 8-22: Beispiel: Überschliffene Bewegung - Spline-Bewegung, 2**

Durch den zusätzlichen Punkt entspricht die Bahn nun dem Überschleifbogen.

### 8.7.5.1 SLIN-SPL-SLIN-Übergang

Bei einer Segmentfolge SLIN-SPL-SLIN ist es in der Regel erwünscht, dass das SPL-Segment innerhalb des kleineren Winkels zwischen den beiden Geraden verläuft. Abhängig von Start- und Zielpunkt des SPL-Segments kann die Bahn jedoch auch außerhalb verlaufen.

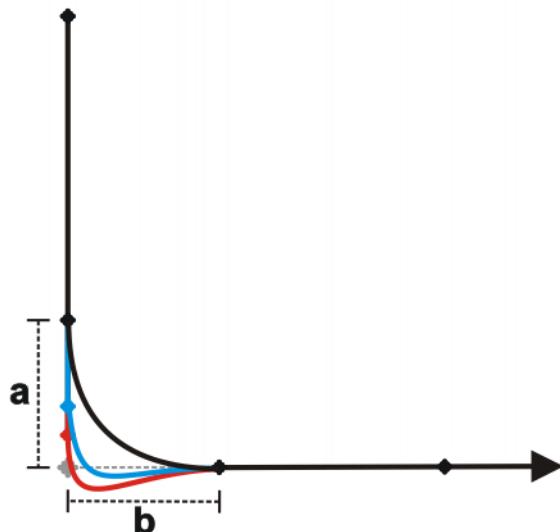


Abb. 8-23: SLIN-SPL-SLIN

Die Bahn verläuft innerhalb, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- Die beiden SLIN-Segmente schneiden sich in ihrer Verlängerung.
  - $2/3 \leq a/b \leq 3/2$
- $a$  = Abstand vom Startpunkt des SPL-Segments zum Schnittpunkt der SLIN-Segmente  
 $b$  = Abstand vom Schnittpunkt der SLIN-Segmente zum Zielpunkt des SPL-Segments

## 8.8 Orientierungsführung CP-Spline

### Beschreibung

Der TCP kann am Start- und am Zielpunkt einer Bewegung unterschiedliche Orientierungen haben. Beim Programmieren einer CP-Spline-Bewegung muss ausgewählt werden, wie mit den unterschiedlichen Orientierungen umgegangen werden soll.

Die Orientierungsführung wird im Optionsfenster **Bewegungsparameterfest** gelegt.

Orientierungsführung	Beschreibung
<b>Konstante Orientierung</b>	Die Orientierung des TCP bleibt während der Bewegung konstant.  Die Orientierung des Startpunkts wird beibehalten. Die programmierte Orientierung des Zielpunkts wird nicht berücksichtigt.
<b>Standard</b>	Die Orientierung des TCP ändert sich während der Bewegung kontinuierlich. Im Zielpunkt hat der TCP die programmierte Orientierung.

Orientierungsführung	Beschreibung
<b>Hand PTP</b>	<p>Die Orientierung des TCP ändert sich während der Bewegung kontinuierlich. Dies geschieht durch lineare Überführung (achspezifisches Verfahren) der Handachswinkel.</p> <p><b>Hinweis:</b> <b>Hand PTP</b> dann verwenden, wenn der Roboter mit <b>Standard</b> in eine Handachsen-Singularität gerät.</p> <p>Die Orientierung des TCP ändert sich während der Bewegung kontinuierlich, jedoch nicht ganz gleichmäßig. <b>Hand PTP</b> ist deshalb nicht geeignet, wenn ein bestimmter Verlauf der Orientierung exakt gehalten muss, z. B. beim Laserschweißen.</p>
<b>Ohne Orientierung</b>	<p>Diese Option steht nur für CP-Spline-Segmente zur Verfügung. (Nicht für den Spline-Block oder für Spline-Einzelbewegungen.)</p> <p>Diese Option verwendet man, wenn an einem Punkt keine bestimmte Orientierung erforderlich ist.</p> <p>(&gt;&gt;&gt; "Ohne Orientierung" Seite 197)</p>

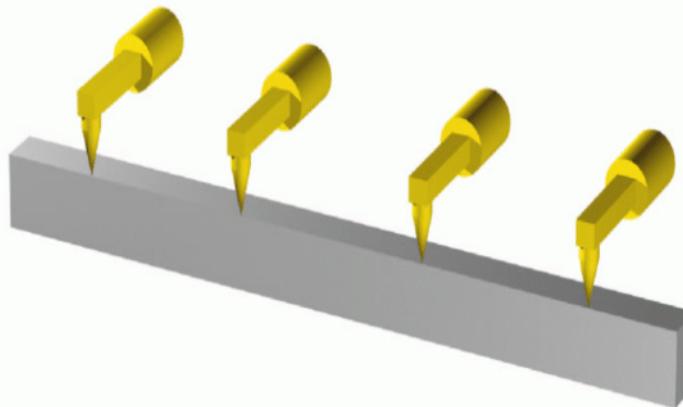


Abb. 8-24: Konstante Orientierung

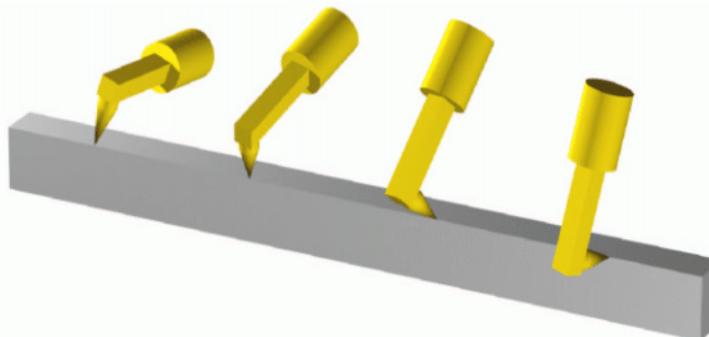


Abb. 8-25: Orientierungsführung Standard

**Ohne Orientierung** verwendet man, wenn an einem Punkt keine bestimmte Orientierung erforderlich ist. Wenn diese Option ausgewählt ist, ignoriert die Robotersteuerung die geteichte oder programmierte Orientierung des Punktes. Stattdessen errechnet sie auf Grundlage der Orientierungen der umgebenden Punkte die optimale Orientierung für diesen Punkt. Dies verringert die Taktzeit.

#### Eigenschaften von **Ohne Orientierung**:

- In den Programmablaufarten MSTEP und ISTEP stoppt der Roboter mit den von der Robotersteuerung errechneten Orientierungen.

- Bei einer Satzanwahl auf einen Punkt mit **Ohne Orientierung** nimmt der Roboter die von der Robotersteuerung errechnete Orientierung an.

Für folgende Segmente ist **Ohne Orientierung** nicht erlaubt:

- Das letzte Segment in einem Spline-Block
- SCIRC-Segmente mit der Kreis-Orientierungsführung **bahnbezogen**
- Segmente, auf die ein SCIRC-Segment folgt mit **bahnbezogen**
- Segmente, auf die ein Segment folgt mit **Konstante Orientierung**

## SCIRC

Für SCIRC-Bewegungen stehen die gleichen Orientierungsführungen zur Auswahl wie für SLIN-Bewegungen. Für SCIRC-Bewegungen kann zusätzlich festgelegt werden, ob die Orientierungsführung raumbezogen oder bahnbezogen sein soll.

Orientierungsführung	Beschreibung
<b>basisbezogen</b>	Basisbezogene Orientierungsführung während der Kreisbewegung
<b>bahnbezogen</b>	Bahnbezogene Orientierungsführung während der Kreisbewegung

(>>> 8.8.1 "Kombinationen von Orientierungsführung und Kreis Orientierungsführung" Seite 198)

Für folgende Bewegungen ist die Option **bahnbezogen** nicht erlaubt:

- SCIRC-Segmente, für die **Ohne Orientierung** gilt
- SCIRC-Bewegungen, denen ein Spline-Segment vorausgeht, für das **Ohne Orientierung** gilt

### Orientierung des Hilfspunkts:

Bei SCIRC-Bewegungen mit der Orientierungsführung **Standard** berücksichtigt die Robotersteuerung die programmierte Orientierung des Hilfspunkts, allerdings nur bedingt.

Die Startorientierung wird auf dem Weg in die Zielorientierung überführt, der die programmierte Orientierung des Hilfspunkts miteinschließt. D. h., die Orientierung des Hilfspunkts wird unterwegs angenommen, aber nicht notwendigerweise im Hilfspunkt.

### 8.8.1 Kombinationen von Orientierungsführung und Kreis Orientierungsführung

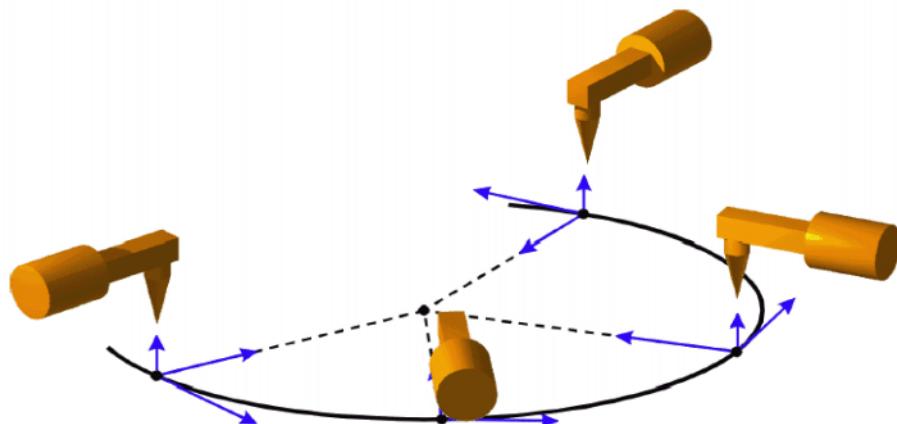


Abb. 8-26: Konstante Orientierungsführung + bahnbezogen

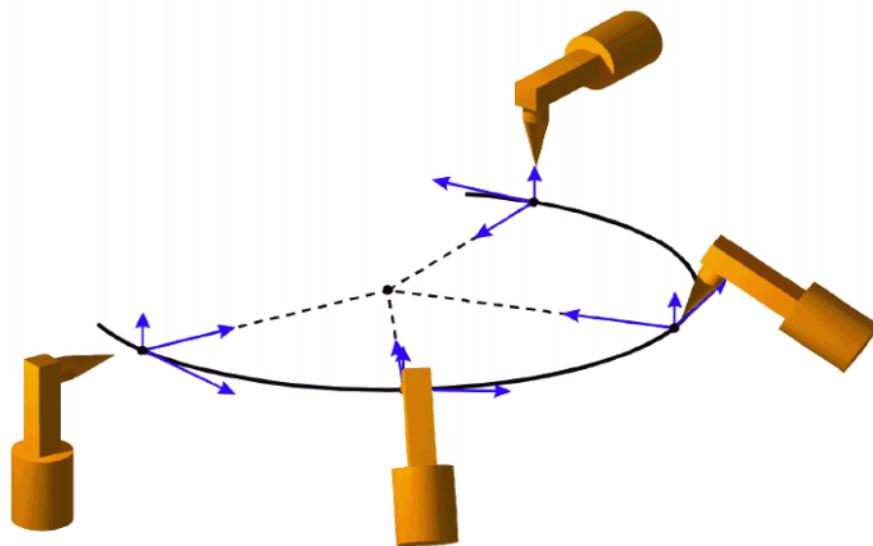


Abb. 8-27: Standard + bahnbezogen

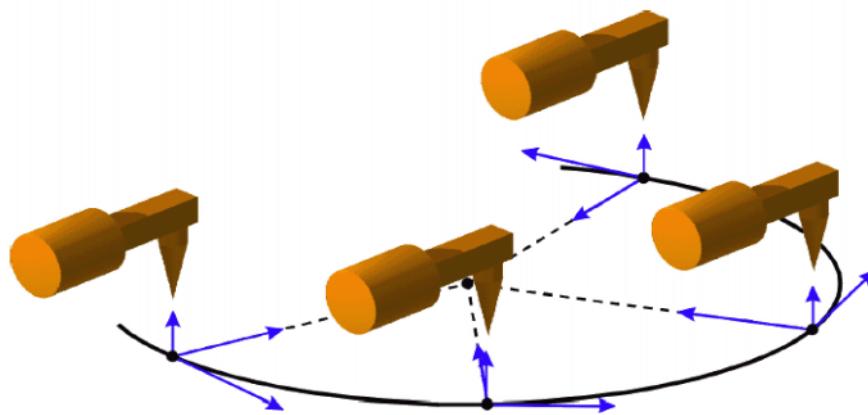


Abb. 8-28: Konstante Orientierungsführung + basisbezogen

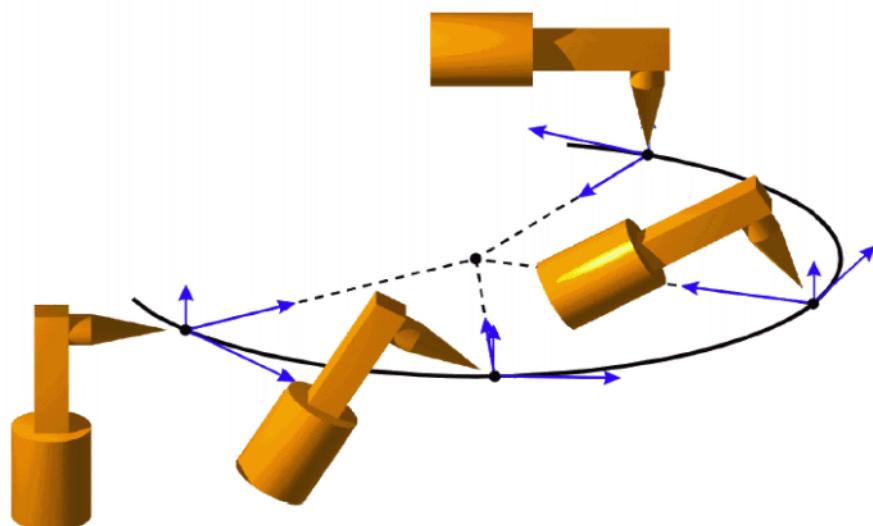


Abb. 8-29: Standard + basisbezogen

## 8.9 Kreiswinkel

Für die meisten Kreisbewegungen kann ein Kreiswinkel programmiert werden.



Informationen dazu, ob dies für eine bestimmte Kreisbewegung möglich ist, können der Beschreibung zur Bewegung im Programmierteil dieser Dokumentation entnommen werden.

Der Kreiswinkel gibt den Gesamtwinkel der Bewegung an. Er ermöglicht dadurch eine Verlängerung der Bewegung über den programmierten Zielpunkt hinaus, oder auch eine Verkürzung. Der tatsächliche Zielpunkt entspricht dadurch nicht mehr dem programmierten Zielpunkt.

Einheit: Grad. Es können Kreiswinkel größer + 360° und kleiner - 360° programmiert werden.

Das Vorzeichen bestimmt, in welcher Richtung die Kreisbahn abgefahren wird:

- Positiv: Richtung **Startpunkt** → **Hilfspunkt** → **Zielpunkt**
- Negativ: Richtung **Startpunkt** → **Zielpunkt** → **Hilfspunkt**

## 8.10 Singularitäten

Die KUKA Roboter mit 6 Freiheitsgraden haben 3 verschiedene singuläre Stellungen.

- Überkopf-Singularität
- Strecklagen-Singularität
- Handachsen-Singularität

Eine singuläre Stellung ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Rückwärtstransformation (Umrechnung kartesischer Koordinaten in achsspezifische Werte) trotz vorgegebenem Status und Turn nicht eindeutig möglich ist. In diesem Fall oder wenn kleinste kartesische Änderungen zu sehr großen Achswinkel-Änderungen führen, spricht man von singulären Stellungen.

### Überkopf

Bei der Überkopf-Singularität liegt der Handwurzelpunkt (= Mittelpunkt der Achse A5) senkrecht auf der Achse A1 des Roboters.

Die Position der Achse A1 ist durch Rückwärtstransformation nicht eindeutig bestimmbar und kann deshalb beliebige Werte annehmen.

Liegt der Zielpunkt eines PTP-Bewegungssatzes in dieser Überkopf-Singularität kann die Robotersteuerung durch die Systemvariable \$SINGUL\_POS[1] wie folgt reagieren:

- **0:** Der Winkel der Achse A1 wird auf Null Grad festgelegt. (Default-Einstellung)
- **1:** Der Winkel der Achse A1 bleibt vom Start- bis zum Zielpunkt gleich.

### Strecklagen

Bei der Strecklagen-Singularität liegt der Handwurzelpunkt (= Mittelpunkt der Achse A5) in Verlängerung der Achse A2 und A3 des Roboters.

Der Roboter befindet sich am Rand seines Arbeitsbereichs.

Die Rückwärtstransformation liefert eindeutige Achswinkel, aber kleine kartesische Geschwindigkeiten haben große Achsgeschwindigkeiten der Achse A2 und A3 zur Folge.

Liegt der Zielpunkt eines PTP-Bewegungssatzes in dieser Strecklagen-Singularität kann die Robotersteuerung durch die Systemvariable \$SINGUL\_POS[2] wie folgt reagieren:

- **0:** Der Winkel der Achse A2 wird auf Null Grad festgelegt. (Default-Einstellung).
- **1:** Der Winkel der Achse A2 bleibt vom Start- bis zum Zielpunkt gleich.

**Handachsen**

Bei der Handachsen-Singularität stehen die Achsen A4 und A6 parallel zueinander und Achse A5 innerhalb des Bereichs von  $\pm 0,01812^\circ$ .

Die Stellung der beiden Achsen ist durch eine Rückwärtstransformation nicht eindeutig bestimmbar. Es gibt aber beliebig viele Achsstellungen für Achse A4 und A6 deren Achswinkelsummen identisch sind.

Liegt der Zielpunkt eines PTP-Bewegungssatzes in dieser Handachsen-Singularität kann die Robotersteuerung durch die Systemvariable \$SINGUL\_POS[3] wie folgt reagieren:

- **0:** Der Winkel der Achse A4 wird auf Null Grad festgelegt. (Default-Einstellung)
- **1:** Der Winkel der Achse A4 bleibt vom Start- bis zum Zielpunkt gleich.



## 9 Programmierung für Benutzergruppe Anwender (Inline-Formulare)

### HINWEIS

Bei Programmen mit folgenden Achsbewegungen oder -positionen kann es an den Getrieben der Achsen zu einer Unterbrechung des Schmierfilms kommen:

- Bewegungen < 3°
- Oszillierende Bewegungen
- Dauerhaft oben liegende Getriebebereiche

Es muss sichergestellt werden, dass die Getriebe ausreichend mit Öl versorgt werden. Hierfür muss bei oszillierenden oder kurzen Bewegungen (< 3°) so programmiert werden, dass sich die betroffenen Achsen regelmäßig (z. Bsp. je Zyklus) um mehr als 40° bewegen.

Im Falle dauerhaft oben liegender Getriebebereiche muss eine ausreichende Ölversorgung erreicht werden, indem man Umorientierungen der Zentralhand programmiert. Auf diese Weise kann das Öl durch die Schwerkraft in alle Getriebebereiche gelangen. Erforderliche Häufigkeit der Umorientierungen:

- Bei geringer Belastung (Getriebetemperatur < +35 °C): 1-mal täglich
- Bei mittlerer Belastung (Getriebetemperatur +35 bis 55 °C): stündlich
- Bei starker Belastung (Getriebetemperatur > +55 °C): alle 10 min

Wenn dies nicht beachtet wird, können Schäden an den Getrieben entstehen.

### 9.1 Namen in Inline-Formularen

In Inline-Formularen können Namen für Datensätze eingegeben werden. Dazu gehören z. B. Punktnamen, Namen für Bewegungsdatensätze etc.

Für die Namen gelten folgende Einschränkungen:

- Maximale Länge 23 Zeichen
- Es sind keine Sonderzeichen zulässig außer \$.
- An erster Stelle ist keine Ziffer zulässig.

Die Einschränkungen gelten nicht für Namen von Ausgängen.

Für Inline-Formulare in Technologiepaketen können andere Einschränkungen gelten.

### 9.2 PTP-, LIN-, CIRC-Bewegungen programmieren

#### 9.2.1 PTP-Bewegung programmieren

### HINWEIS

Beim Programmieren von Bewegungen ist darauf zu achten, dass sich die Energiezuführung beim Programmablauf nicht aufwickelt oder beschädigt wird.

##### Voraussetzung

- Programm ist angewählt.
- Betriebsart T1

##### Vorgehensweise

1. Den TCP an die Position verfahren, die als Zielpunkt geteacht werden soll.
2. Cursor in die Zeile setzen, nach der die Bewegungsanweisung eingefügt werden soll.
3. Menüfolge **Befehle > Bewegung > PTP** wählen.

4. Im Inline-Formular die Parameter einstellen.  
(>>> 9.2.2 "Inline-Formular PTP" Seite 204)
5. Anweisung mit **Befehl OK** speichern.

### 9.2.2 Inline-Formular PTP

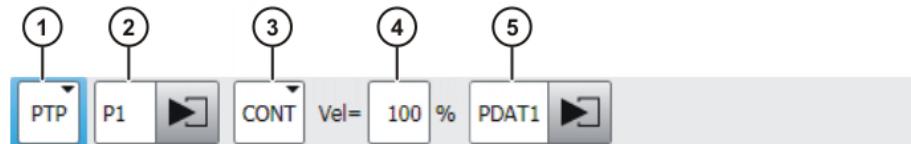


Abb. 9-1: Inline-Formular PTP-Bewegung

Pos.	Beschreibung
1	Bewegungsart <b>PTP</b>
2	Name des Zielpunkts Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden. (>>> 9.1 "Namen in Inline-Formularen" Seite 203) Zum Bearbeiten der Punktdaten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich. (>>> 9.2.7 "Optionsfenster Frames" Seite 206)
3	■ <b>CONT</b> : Zielpunkt wird überschliffen. ■ <b>[leer]</b> : Zielpunkt wird genau angefahren.
4	Geschwindigkeit ■ <b>1 ... 100 %</b>
5	Name für den Bewegungsdatensatz Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden. Zum Bearbeiten der Punktdaten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich. (>>> 9.2.8 "Optionsfenster Bewegungsparameter (LIN, CIRC, PTP)" Seite 207)

### 9.2.3 LIN-Bewegung programmieren

**HINWEIS** Beim Programmieren von Bewegungen ist darauf zu achten, dass sich die Energiezuführung beim Programmablauf nicht aufwickelt oder beschädigt wird.

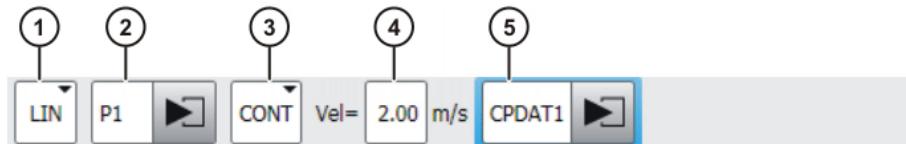
#### Voraussetzung

- Programm ist angewählt.
- Betriebsart T1

#### Vorgehensweise

1. Den TCP an die Position verfahren, die als Zielpunkt geteacht werden soll.
2. Cursor in die Zeile setzen, nach der die Bewegungsanweisung eingefügt werden soll.
3. Menüfolge **Befehle > Bewegung > LIN** wählen.
4. Im Inline-Formular die Parameter einstellen.  
(>>> 9.2.4 "Inline-Formular LIN" Seite 205)
5. Anweisung mit **Befehl OK** speichern.

## 9.2.4 Inline-Formular LIN



**Abb. 9-2: Inline-Formular LIN-Bewegung**

Pos.	Beschreibung
1	Bewegungsart <b>LIN</b>
2	Name des Zielpunkts Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden. (>>> 9.1 "Namen in Inline-Formularen" Seite 203) Zum Bearbeiten der Punktdaten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich. (>>> 9.2.7 "Optionsfenster Frames" Seite 206)
3	■ <b>CONT</b> : Zielpunkt wird überschliffen. ■ <b>[leer]</b> : Zielpunkt wird genau angefahren.
4	Geschwindigkeit ■ <b>0.001 ... 2 m/s</b>
5	Name für den Bewegungsdatensatz Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden. Zum Bearbeiten der Punktdaten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich. (>>> 9.2.8 "Optionsfenster Bewegungsparameter (LIN, CIRC, PTP)" Seite 207)

## 9.2.5 CIRC-Bewegung programmieren

### HINWEIS

Beim Programmieren von Bewegungen ist darauf zu achten, dass sich die Energiezuführung beim Programmablauf nicht aufwickelt oder beschädigt wird.

#### Voraussetzung

- Programm ist angewählt.
- Betriebsart T1

#### Vorgehensweise

1. Den TCP an die Position verfahren, die als Hilfspunkt geteacht werden soll.
2. Cursor in die Zeile setzen, nach der die Bewegungsanweisung eingefügt werden soll.
3. Menüfolge **Befehle > Bewegung > CIRC** wählen.
4. Im Inline-Formular die Parameter einstellen.  
(>>> 9.2.6 "Inline-Formular CIRC" Seite 206)
5. **Touchup HP** drücken.
6. Den TCP an die Position verfahren, die als Zielpunkt geteacht werden soll.
7. Anweisung mit **Befehl OK** speichern.

## 9.2.6 Inline-Formular CIRC

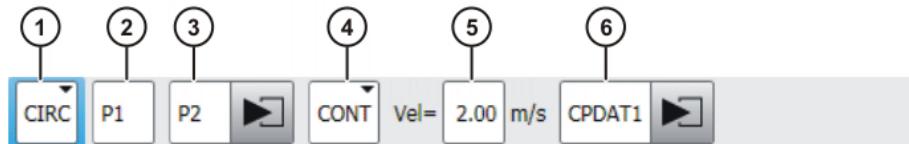


Abb. 9-3: Inline-Formular CIRC-Bewegung

Pos.	Beschreibung
1	Bewegungsart <b>CIRC</b>
2	Name des Hilfspunkts Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden. (>>> 9.1 "Namen in Inline-Formularen" Seite 203)
3	Name des Zielpunkts Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden. Zum Bearbeiten der Punktdaten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich. (>>> 9.2.7 "Optionsfenster Frames" Seite 206)
4	■ <b>CONT</b> : Zielpunkt wird überschliffen. ■ <b>[leer]</b> : Zielpunkt wird genau angefahren.
5	Geschwindigkeit ■ <b>0.001 ... 2 m/s</b>
6	Name für den Bewegungsdatensatz Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden. Zum Bearbeiten der Punktdaten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich. (>>> 9.2.8 "Optionsfenster Bewegungsparameter (LIN, CIRC, PTP)" Seite 207)

## 9.2.7 Optionsfenster Frames

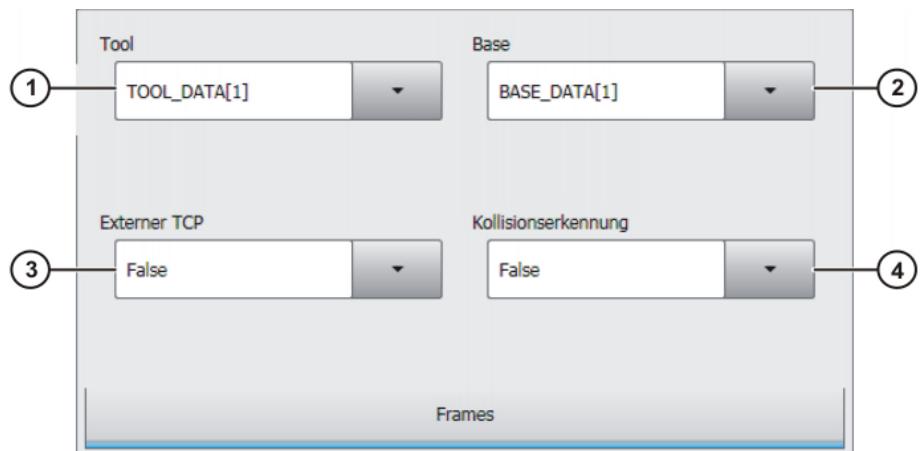


Abb. 9-4: Optionsfenster Frames

<b>Pos.</b>	<b>Beschreibung</b>
1	Werkzeug auswählen. Wenn <b>True</b> im Feld <b>Externer TCP</b> : Werkstück auswählen. Wertebereich: [1] ... [16]
2	Basis auswählen. Wenn <b>True</b> im Feld <b>Externer TCP</b> : Feststehendes Werkzeug auswählen. Wertebereich: [1] ... [32]
3	Interpolationsmodus <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>False</b>: Das Werkzeug ist am Anbaulansch montiert.</li> <li>■ <b>True</b>: Das Werkzeug ist ein feststehendes Werkzeug.</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>True</b>: Für diese Bewegung ermittelt die Robotersteuerung die Achsmomente. Diese werden für die Kollisionserkennung benötigt.</li> <li>■ <b>False</b>: Für diese Bewegung ermittelt die Robotersteuerung keine Achsmomente. Eine Kollisionserkennung ist für diese Bewegung daher nicht möglich.</li> </ul>

#### 9.2.8 Optionsfenster Bewegungsparameter (LIN, CIRC, PTP)

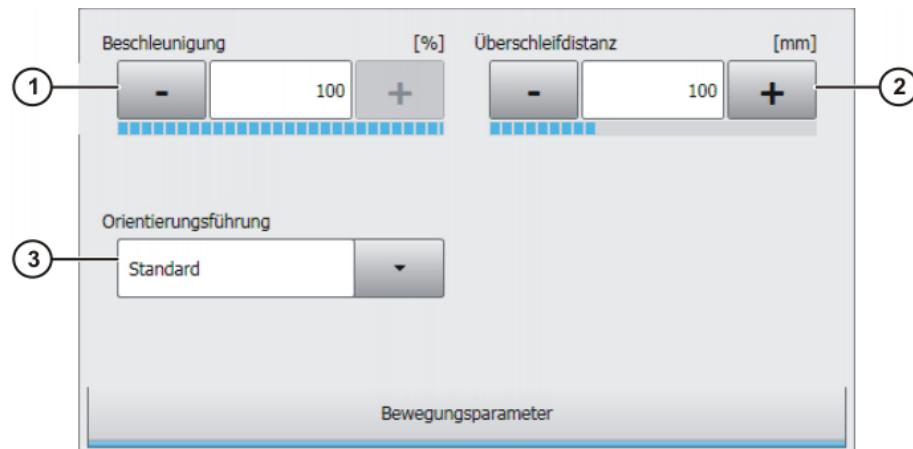


Abb. 9-5: Optionsfenster Bewegungsparameter (LIN, CIRC, PTP)

<b>Pos.</b>	<b>Beschreibung</b>
1	Beschleunigung  Bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert. Der Maximalwert ist abhängig vom Robotertyp und der eingestellten Betriebsart.

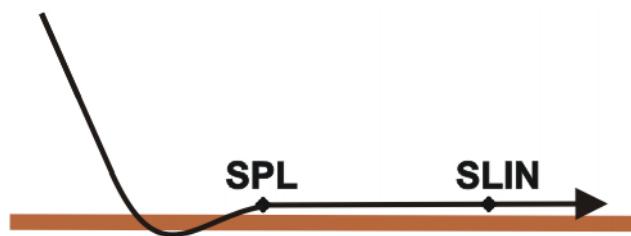
Pos.	Beschreibung
2	<p>Dieses Feld wird nur angezeigt, wenn im Inline-Formular ausgewählt wurde, dass der Punkt überschliffen werden soll.</p> <p>Distanz vor dem Zielpunkt, bei der das Überschleifen frühestens beginnt</p> <p>Die Distanz kann maximal die halbe Entfernung zwischen Startpunkt und Zielpunkt betragen. Wenn hier ein höherer Wert eingegeben wird, wird dieser ignoriert und der Maximalwert verwendet.</p>
3	<p>Dieses Feld wird nur für LIN- und CIRC-Bewegungen angezeigt.</p> <p>Orientierungsführung auswählen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Standard</b></li> <li>■ <b>Hand PTP</b></li> <li>■ <b>Konstante Orientierungsführung</b></li> </ul> <p>(&gt;&gt;&gt; 8.6 "Orientierungsführung LIN, CIRC" Seite 184)</p>

## 9.3 Spline-Bewegungen programmieren

### 9.3.1 Programmertipps für Spline-Bewegungen

- Die vollen Vorteile der Bewegungsart Spline können nur ausgeschöpft werden, wenn Spline-Blöcke verwendet werden.
- Ein Spline-Block soll nur einen Prozess umfassen (z. B. eine Klebetaht). Mehrere Prozesse in einem Spline-Block machen das Programm unübersichtlich und erschweren Änderungen.
- Wo durch das Werkstück Geraden und Kreisabschnitte vorgegeben sind, SLIN- und SCIRC-Segmente verwenden. (Ausnahme: Für sehr kurze Geraden SPL-Segmente verwenden.) Ansonsten SPL-Segmente verwenden, besonders bei kurzen Punktabständen.
- Vorgehensweise bei der Festlegung der Bahn:
  - a. Zunächst wenige charakteristische Punkte teachen oder berechnen. Beispiel: Punkte, an denen die Krümmung umschlägt.
  - b. Die Bahn testen. An den Stellen, an denen die Genauigkeit noch nicht ausreicht, weitere SPL-Punkte einfügen.
- Aufeinanderfolgende SLIN- und/oder SCIRC-Segmente vermeiden, da die Geschwindigkeit hierdurch häufig auf 0 reduziert wird.  
Zwischen SLIN- und SCIRC-Segmenten SPL-Segmente programmieren. Die Länge der SPL-Segmente muss mindestens > 0,5 mm sein. Abhängig vom konkreten Bahnverlauf können auch deutlich größere SPL-Segmente erforderlich sein.
- Aufeinanderfolgende Punkte mit gleichen kartesischen Koordinaten vermeiden, da die Geschwindigkeit hierdurch auf 0 reduziert wird.
- Die Parameter (Tool, Base, Geschwindigkeit etc.), die dem Spline-Block zugewiesen werden, wirken sich genauso aus wie Zuweisungen vor dem Spline-Block. Die Zuweisung zum Spline-Block hat jedoch den Vorteil, dass im Fall einer Satzanwahl die korrekten Parameter eingelesen werden.
- Wenn bei einem SLIN-, SCIRC- oder SPL-Segment keine bestimmte Orientierung erforderlich ist, die Option **Ohne Orientierung** verwenden. Die Robotersteuerung errechnet dann auf Grundlage der Orientierungen der umgebenden Punkte die optimale Orientierung für diesen Punkt. Dies verbessert die Taktzeit.
- Der Ruck kann verändert werden. Der Ruck ist die Beschleunigungsänderung. Vorgehensweise:

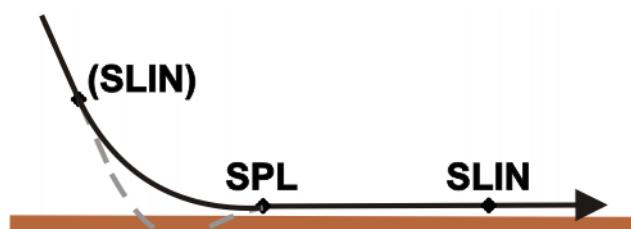
- a. Zunächst die Defaultwerte verwenden.
- b. Wenn Schwingungen an kleinen Ecken auftreten: Werte reduzieren.  
Wenn Geschwindigkeitseinbrüche auftreten oder die erwünschte Geschwindigkeit nicht erreicht wird: Werte erhöhen oder Beschleunigung erhöhen.
- Wenn der Roboter Punkte abfährt, die auf einer Arbeitsfläche liegen, kann es beim Anfahren des ersten Punkts zu einer Kollision mit der Arbeitsfläche kommen.



**Abb. 9-6: Kollision mit Arbeitsfläche**

Um eine Kollision zu vermeiden, die Empfehlungen für den SLIN-SPL-SLIN-Übergang beachten.

(>>> 8.7.5.1 "SLIN-SPL-SLIN-Übergang" Seite 196)



**Abb. 9-7: Kollision mit Arbeitsfläche vermeiden**

- Bei PTP-Spline-Blöcken mit mehreren SPTP-Segmenten kann es vorkommen, dass beim Programmlauf die Software-Endschalter verletzt werden, obwohl die Punkte innerhalb der Grenzen liegen!

In diesem Fall müssen die Punkte umgeteacht werden, d. h. sie müssen weiter von den Software-Endschaltern entfernt werden. Alternativ können die Software-Endschalter geändert werden, unter der Voraussetzung, dass der erforderliche Maschinenschutz weiterhin gewährleistet ist.

### 9.3.2 Spline-Block programmieren

#### Beschreibung

Mit einem Spline-Block kann man mehrere Bewegungen zu einer Gesamtbewegung zusammenfassen. Die Bewegungen, die in einem Spline-Block stehen können, heißen Spline-Segmente. Sie werden einzeln geteacht.

Ein Spline-Block wird von der Robotersteuerung als 1 Bewegungssatz geplant und ausgeführt.

- Ein CP-Spline-Block darf SPL-, SLIN- und SCIRC-Segmente enthalten.
- Ein PTP-Spline-Block darf SPTP-Segmente enthalten.

Ein Spline-Block, der keine Segmente enthält, ist keine Bewegungsanweisung. Die Anzahl der Segmente im Block ist nur durch die Speicherkapazität begrenzt. Außer den Segmenten darf ein Spline-Block folgende Elemente enthalten:

- Inline-Befehle aus Technologiepaketen, die über die Spline-Funktionalität verfügen
- Kommentare und Leerzeilen

Ein Spline-Block darf keine sonstigen Anweisungen, z. B. Variablenzuweisungen oder Logikanweisungen, enthalten.



- Der Startpunkt eines Spline-Blocks ist der letzte Punkt vor dem Spline-Block.
- Der Zielpunkt eines Spline-Blocks ist der letzte Punkt im Spline-Block.
- Ein Spline-Block löst keinen Vorlaufstopf aus.

#### Voraussetzung

- Programm ist angewählt.
- Betriebsart T1

#### Vorgehensweise

1. Den Cursor in die Zeile setzen, nach der der Spline-Block eingefügt werden soll.
2. Menüfolge **Befehle > Bewegung** wählen.
  - Dann für einen CP-Spline-Block **SPLINE Block** wählen.
  - Oder für einen PTP-Spline-Block **PTP SPLINE Block** wählen.
3. Im Inline-Formular die Parameter einstellen.
  - (>>> 9.3.2.1 "Inline-Formular CP-Spline-Block" Seite 210)
  - (>>> 9.3.2.2 "Inline-Formular PTP SPLINE Block" Seite 211)
4. **Befehl OK** drücken.
5. **Fold öffn/schl** drücken. Nun können Spline-Segmente in den Block eingefügt werden.

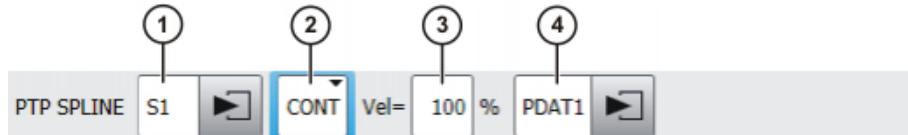
#### 9.3.2.1 Inline-Formular CP-Spline-Block



Abb. 9-8: Inline-Formular CP-Spline-Block

Pos.	Beschreibung
1	Name des Spline-Blocks. Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden. (>>> 9.1 "Namen in Inline-Formularen" Seite 203) Zum Bearbeiten der Bewegungsdaten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich. (>>> 9.3.2.3 "Optionsfenster Frames (CP- und PTP-Spline-Block)" Seite 211)
2	■ <b>CONT</b> : Zielpunkt wird überschliffen. ■ <b>[leer]</b> : Zielpunkt wird genau angefahren.
3	Kartesische Geschwindigkeit ■ <b>0.001 ... 2 m/s</b>
4	Name für den Bewegungsdatensatz. Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden. Zum Bearbeiten der Bewegungsdaten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich. (>>> 9.3.2.4 "Optionsfenster Bewegungsparameter (CP-Spline-Block)" Seite 212)

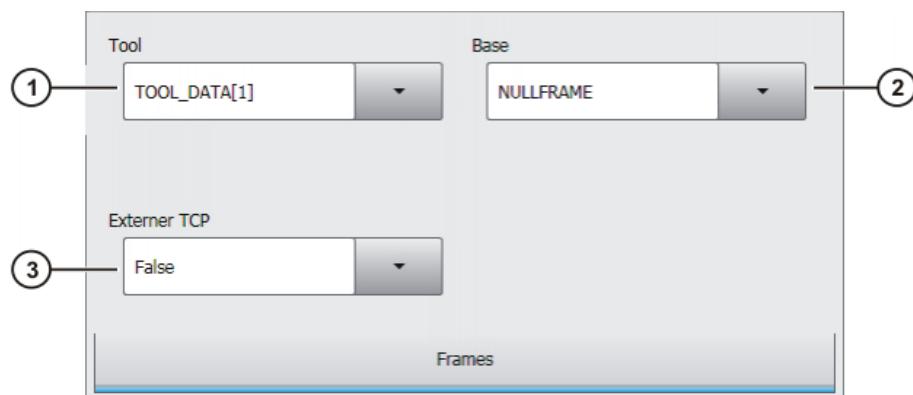
### 9.3.2.2 Inline-Formular PTP SPLINE Block



**Abb. 9-9: Inline-Formular PTP SPLINE Block**

Pos.	Beschreibung
1	Name des Spline-Blocks. Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden. (>>> 9.1 "Namen in Inline-Formularen" Seite 203) Zum Bearbeiten der Bewegungsdaten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich. (>>> 9.3.2.3 "Optionsfenster Frames (CP- und PTP-Spline-Block)" Seite 211)
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>CONT:</b> Zielpunkt wird überschliffen.</li> <li>■ <b>[leer]:</b> Zielpunkt wird genau angefahren.</li> </ul>
3	Achsgeschwindigkeit <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>1 ... 100 %</b></li> </ul>
4	Name für den Bewegungsdatensatz. Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden. Zum Bearbeiten der Bewegungsdaten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich. (>>> 9.3.2.5 "Optionsfenster Bewegungsparameter (PTP-Spline-Block)" Seite 213)

### 9.3.2.3 Optionsfenster Frames (CP- und PTP-Spline-Block)



**Abb. 9-10: Optionsfenster Frames (CP- und PTP-Spline-Block)**

Pos.	Beschreibung
1	Werkzeug auswählen. Oder: Wenn <b>True</b> im Feld <b>Externer TCP</b> : Werkstück auswählen. ■ [1] ... [16]
2	Basis auswählen. Oder: Wenn <b>True</b> im Feld <b>Externer TCP</b> : Feststehendes Werkzeug auswählen. ■ [1] ... [32]
3	Interpolationsmodus ■ <b>False</b> : Das Werkzeug ist am Anbauflansch montiert. ■ <b>True</b> : Das Werkzeug ist ein feststehendes Werkzeug.

#### 9.3.2.4 Optionsfenster Bewegungsparameter (CP-Spline-Block)

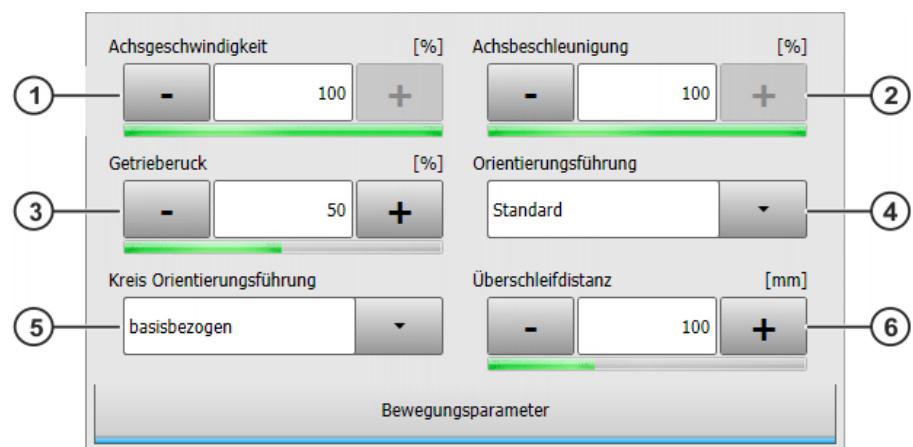


Abb. 9-11: Optionsfenster Bewegungsparameter (CP-Spline-Block)

Pos.	Beschreibung
1	Achsgeschwindigkeit. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert. ■ 1 ... 100 %
2	Achsbeschleunigung. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert. ■ 1 ... 100 %
3	Getrieberuck. Der Ruck ist die Beschleunigungsänderung. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert. ■ 1 ... 100 %
4	Orientierungsführung auswählen.

Pos.	Beschreibung
5	Bezugssystem der Orientierungsführung auswählen. Dieser Parameter wirkt sich nur auf SCIRC-Segmente aus (falls vorhanden).
6	Dieses Feld wird nur angezeigt, wenn im Inline-Formular <b>CONT</b> ausgewählt wurde.  Distanz vor dem Zielpunkt, bei der das Überschleifen frühestens beginnt  Die Distanz kann maximal so groß sein wie das letzte Segment im Spline. Wenn nur ein Segment vorhanden ist, kann sie maximal die halbe Segmentlänge betragen. Wenn hier ein höherer Wert eingetragen wird, wird dieser ignoriert und der Maximalwert verwendet.

### 9.3.2.5 Optionsfenster Bewegungsparameter (PTP-Spline-Block)

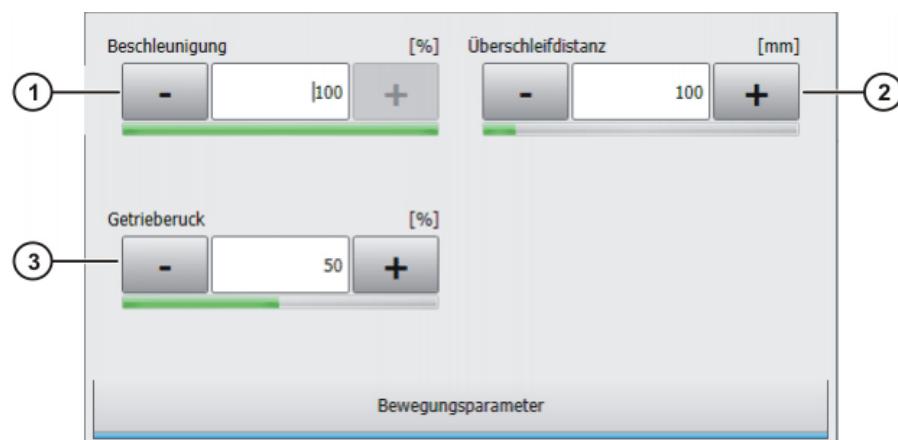


Abb. 9-12: Optionsfenster Bewegungsparameter (PTP-Spline-Block)

Pos.	Beschreibung
1	Achsbeschleunigung. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert.  ■ 1 ... 100 %
2	Dieses Feld wird nur angezeigt, wenn im Inline-Formular <b>CONT</b> ausgewählt wurde.  Distanz vor dem Zielpunkt, bei der das Überschleifen frühestens beginnt  Die Distanz kann maximal so groß sein wie das letzte Segment im Spline. Wenn nur ein Segment vorhanden ist, kann sie maximal die halbe Segmentlänge betragen. Wenn hier ein höherer Wert eingetragen wird, wird dieser ignoriert und der Maximalwert verwendet.
3	Getrieberuck. Der Ruck ist die Beschleunigungsänderung.  Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert.  ■ 1 ... 100 %

### 9.3.3 Segmente für Spline-Block programmieren

#### 9.3.3.1 SPL- oder SLIN-Segment programmieren

**HINWEIS**

Beim Programmieren von Bewegungen ist darauf zu achten, dass sich die Energiezuführung beim Programmablauf nicht aufwickelt oder beschädigt wird.

**Voraussetzung**

- Programm ist angewählt.
- Betriebsart T1
- Der Fold des CP-Spline-Blocks ist geöffnet.

**Vorgehensweise**

1. Den TCP an den Zielpunkt verfahren.
2. Den Cursor in die Zeile im Spline-Block setzen, nach der das Segment eingefügt werden soll.
3. Menüfolge **Befehle > Bewegung > SPL** oder **SLIN** wählen.
4. Im Inline-Formular die Parameter einstellen.  
(>>> 9.3.3.3 "Inline-Formular CP-Spline-Segment" Seite 214)
5. **Befehl OK** drücken.

#### 9.3.3.2 SCIRC-Segment programmieren

**HINWEIS**

Beim Programmieren von Bewegungen ist darauf zu achten, dass sich die Energiezuführung beim Programmablauf nicht aufwickelt oder beschädigt wird.

**Voraussetzung**

- Programm ist angewählt.
- Betriebsart T1
- Der Fold des CP-Spline-Blocks ist geöffnet.

**Vorgehensweise**

1. Den TCP an den Hilfspunkt verfahren.
2. Den Cursor in die Zeile im Spline-Block setzen, nach der das Segment eingefügt werden soll.
3. Menüfolge **Befehle > Bewegung > SCIRC** wählen.
4. Im Inline-Formular die Parameter einstellen.  
(>>> 9.3.3.3 "Inline-Formular CP-Spline-Segment" Seite 214)
5. **Touchup HP** drücken.
6. Den TCP an den Zielpunkt verfahren.
7. **Befehl OK** drücken.

#### 9.3.3.3 Inline-Formular CP-Spline-Segment

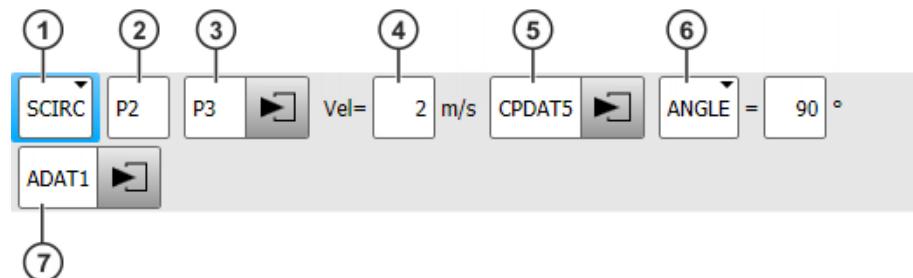


Abb. 9-13: Inline-Formular CP-Spline-Segment

Defaultmäßig werden nicht alle Felder des Inline-Formulars angezeigt. Über die Schaltfläche **Parameter wechseln** können die Felder ein- und ausgeblendet werden.

<b>Pos.</b>	<b>Beschreibung</b>
1	<p>Bewegungsart</p> <p>■ <b>SPL, SLIN oder SCIRC</b></p>
2	<p>Nur bei <b>SCIRC</b>: Punktname für den Hilfspunkt</p> <p>Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden.</p> <p>(&gt;&gt;&gt; 9.1 "Namen in Inline-Formularen" Seite 203)</p>
3	<p>Punktname für den Zielpunkt. Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden.</p> <p>Zum Bearbeiten der Punktdataen Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich.</p> <p>(&gt;&gt;&gt; 9.3.3.6 "Optionsfenster Frames (CP- und PTP-Spline-Segmente)" Seite 217)</p>
4	<p>Kartesische Geschwindigkeit</p> <p>Defaultmäßig gilt für das Segment der für den Spline-Block gültige Wert. Bei Bedarf kann hier dem Segment gesondert ein Wert zugewiesen werden. Der Wert gilt nur für dieses Segment.</p> <p>■ <b>0.001 ... 2 m/s</b></p>
5	<p>Name für den Bewegungsdatensatz. Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden.</p> <p>Defaultmäßig gelten für das Segment die für den Spline-Block gültigen Werte. Bei Bedarf können hier dem Segment gesondert Werte zugewiesen werden. Die Werte gelten nur für dieses Segment.</p> <p>Zum Bearbeiten der Daten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich.</p> <p>(&gt;&gt;&gt; 9.3.3.7 "Optionsfenster Bewegungsparameter (CP-Spline-Segment)" Seite 218)</p>
6	<p>Kreiswinkel</p> <p>Steht nur zur Verfügung, wenn die Bewegungsart <b>SCIRC</b> ausgewählt wurde.</p> <p>■ <b>- 9 999° ... + 9 999°</b></p> <p>Wenn ein Wert kleiner - 400° oder größer + 400° eingegeben wird, öffnet sich beim Speichern des Inline-Formulars eine Abfrage, in der die Eingabe bestätigt oder verworfen werden muss.</p>
7	<p>Name für den Datensatz mit Logikparametern. Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden.</p> <p>Zum Bearbeiten der Daten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich.</p> <p>(&gt;&gt;&gt; 9.3.3.9 "Optionsfenster Logikparameter" Seite 219)</p>

### 9.3.3.4 SPTP-Segment programmieren

#### HINWEIS

Beim Programmieren von Bewegungen ist darauf zu achten, dass sich die Energiezuführung beim Programmablauf nicht aufwickelt oder beschädigt wird.

#### Voraussetzung

- Programm ist angewählt.
- Betriebsart T1
- Der Fold des PTP-Spline-Blocks ist geöffnet.

#### Vorgehensweise

1. Den TCP an den Zielpunkt verfahren.
2. Den Cursor in die Zeile im Spline-Block setzen, nach der das Segment eingefügt werden soll.
3. Menüfolge **Befehle > Bewegung > SPTP** wählen.
4. Im Inline-Formular die Parameter einstellen.  
(>>> 9.3.3.5 "Inline-Formular SPTP-Segment" Seite 216)
5. **Befehl OK** drücken.

### 9.3.3.5 Inline-Formular SPTP-Segment

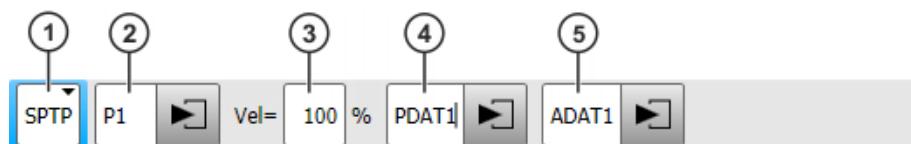


Abb. 9-14: Inline-Formular SPTP-Segment

Defaultmäßig werden nicht alle Felder des Inline-Formulars angezeigt. Über die Schaltfläche **Parameter wechseln** können die Felder ein- und ausgeblendet werden.

Pos.	Beschreibung
1	Bewegungsart <b>SPTP</b>
2	Punktname für Zielpunkt. Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden. (>>> 9.1 "Namen in Inline-Formularen" Seite 203) Zum Bearbeiten der Punktdaten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich. (>>> 9.3.3.6 "Optionsfenster Frames (CP- und PTP-Spline-Segmente)" Seite 217)
3	Achsgeschwindigkeit Defaultmäßig gilt für das Segment der für den Spline-Block gültige Wert. Bei Bedarf kann hier dem Segment gesondert ein Wert zugewiesen werden. Der Wert gilt nur für dieses Segment. ■ 1 ... 100 %

<b>Pos.</b>	<b>Beschreibung</b>
4	<p>Name für den Bewegungsdatensatz. Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden.</p> <p>Defaultmäßig gelten für das Segment die für den Spline-Block gültigen Werte. Bei Bedarf können hier dem Segment gesondert Werte zugewiesen werden. Die Werte gelten nur für dieses Segment.</p> <p>Zum Bearbeiten der Punktdaten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich.</p> <p>(&gt;&gt;&gt; 9.3.3.8 "Optionsfenster Bewegungsparameter (SPTP)" Seite 219)</p>
5	<p>Name für den Datensatz mit Logikparametern. Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden.</p> <p>Zum Bearbeiten der Daten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich.</p> <p>(&gt;&gt;&gt; 9.3.3.9 "Optionsfenster Logikparameter" Seite 219)</p>

### 9.3.3.6 Optionsfenster Frames (CP- und PTP-Spline-Segmente)

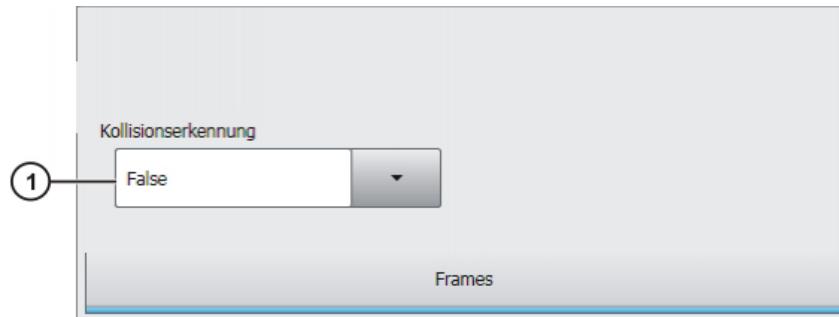


Abb. 9-15: Optionsfenster Frames (CP- und PTP-Spline-Segmente)

<b>Pos.</b>	<b>Beschreibung</b>
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>True:</b> Für diese Bewegung ermittelt die Robotersteuerung die Achsmomente. Diese werden für die Kollisionserkennung benötigt.</li> <li>■ <b>False:</b> Für diese Bewegung ermittelt die Robotersteuerung keine Achsmomente. Eine Kollisionserkennung ist für diese Bewegung daher nicht möglich.</li> </ul>

### 9.3.3.7 Optionsfenster Bewegungsparameter (CP-Spline-Segment)

#### Bewegungspara- meter

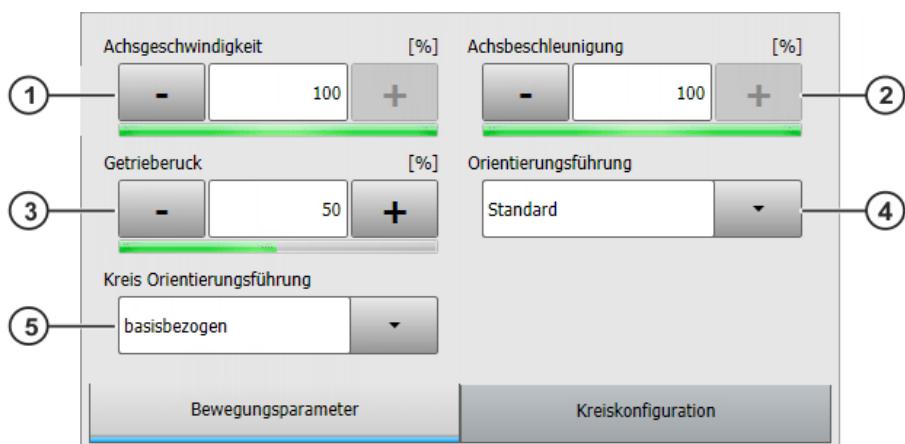


Abb. 9-16: Optionsfenster Bewegungsparameter (CP-Spline-Segment)

Pos.	Beschreibung
1	Achsgeschwindigkeit. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert. ■ 1 ... 100 %
2	Achsbeschleunigung. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert. ■ 1 ... 100 %
3	Getrieberuck. Der Ruck ist die Beschleunigungsänderung. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert. ■ 1 ... 100 %
4	Orientierungsführung auswählen
5	Nur bei SCIRC-Segmenten: Bezugssystem der Orientierungsführung auswählen.

#### Kreiskonfigu- ration

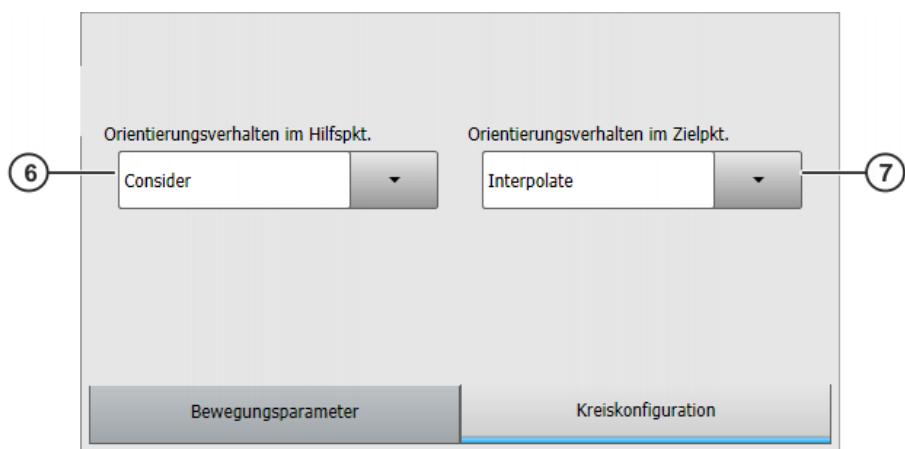


Abb. 9-17: Kreiskonfiguration (SCIRC-Segment)

<b>Pos.</b>	<b>Beschreibung</b>
6	Nur bei SCIRC-Segmenten: Orientierungsverhalten im Hilfspunkt auswählen
7	Nur bei SCIRC-Segmenten: Dieses Feld wird nur angezeigt, wenn im Inline-Formular <b>ANGLE</b> ausgewählt wurde. Orientierungsverhalten im Zielpunkt auswählen

### 9.3.3.8 Optionsfenster Bewegungsparameter (SPTP)

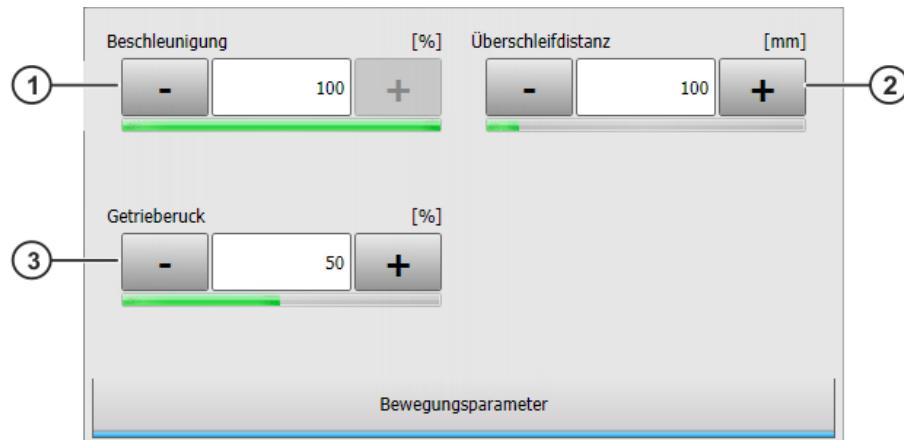


Abb. 9-18: Optionsfenster Bewegungsparameter (SPTP)

<b>Pos.</b>	<b>Beschreibung</b>
1	Achsbeschleunigung. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert.  ■ 1 ... 100 %
2	Dieses Feld steht für SPTP-Segmente nicht zur Verfügung. Bei SPTP-Einzelbewegungen wird dieses Feld nur angezeigt, wenn im Inline-Formular <b>CONT</b> ausgewählt wurde.  Distanz vor dem Zielpunkt, bei der das Überschleifen frühestens beginnt  Die Distanz kann maximal die halbe Entfernung zwischen Startpunkt und Zielpunkt betragen. Wenn hier ein höherer Wert einge tragen wird, wird dieser ignoriert und der Maximalwert verwendet.
3	Getrieberuck. Der Ruck ist die Beschleunigungsänderung.  Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert.  ■ 1 ... 100 %

### 9.3.3.9 Optionsfenster Logikparameter

Trigger

Trigger



Abb. 9-19: Trigger



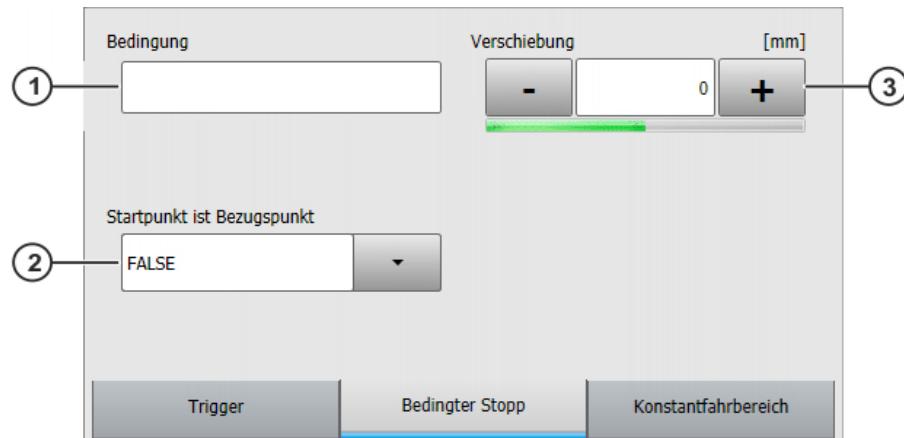
Informationen darüber, wo der Schaltpunkt liegt, wenn Bezugspunkt überschliffen ist, sind in der Bedien- und Programmieranleitung für Systemintegratoren zu finden. Ebenso sind dort Informationen zu den Maximalgrenzen für die Verschiebungen zu finden.

Pos.	Beschreibung
1	Über die Schaltfläche <b>Aktion wählen &gt; Trigger hinzufügen</b> kann man hier der Bewegung einen (weiteren) Trigger zuordnen. Wenn es der erste Trigger für diese Bewegung ist, blendet dieser Befehl auch das Feld <b>Trigger</b> ein.  Pro Bewegung sind max. 8 Trigger möglich.  (Ein Trigger kann über <b>Aktion wählen &gt; Trigger entfernen</b> wieder entfernt werden.)
2	Bezugspunkt des Triggers <ul style="list-style-type: none"><li>■ <b>TRUE:</b> Startpunkt</li><li>■ <b>FALSE:</b> Zielpunkt</li></ul>
3	Örtliche Verschiebung in Bezug auf den Ziel- oder Startpunkt <ul style="list-style-type: none"><li>■ Negativer Wert: Verschiebung in Richtung Bewegungsanfang</li><li>■ Positiver Wert: Verschiebung in Richtung Bewegungsende</li></ul> Die örtliche Verschiebung kann auch geteacht werden. Wenn dies geschieht, wird das Feld <b>Startpunkt ist Bezugspunkt</b> automatisch auf <b>FALSE</b> gesetzt.  (>>> 9.3.3.10 "Örtliche Verschiebung für Logikparameter teachen" Seite 223)

<b>Pos.</b>	<b>Beschreibung</b>
4	<p>Zeitliche Verschiebung in Bezug auf <b>Verschiebung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Negativer Wert: Verschiebung in Richtung Bewegungsanfang.</li> <li>■ Positiver Wert: Trigger wird nach Ablauf von <i>Zeit</i> geschaltet.</li> </ul>
5	<p>Anweisung, die der Trigger auslösen soll. Möglich sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wertzuweisung an eine Variable <b>Hinweis:</b> Auf der linken Seite der Zuweisung darf keine Laufzeit-Variable stehen.</li> <li>■ OUT-Anweisung; PULSE-Anweisung; CYCFLAG-Anweisung</li> <li>■ Aufruf eines Unterprogramms. In diesem Fall muss die Priorität angegeben werden. Beispiel: my_subprogram() PRIO = 81 Zur Verfügung stehen die Prioritäten 1, 2, 4 - 39 sowie 81 - 128. Die Prioritäten 40 - 80 sind reserviert für Fälle, in denen die Priorität automatisch durch das System vergeben wird. Wenn die Priorität automatisch durch das System vergeben werden soll, programmiert man: PRIO = -1. Wenn mehrere Trigger gleichzeitig Unterprogramme aufrufen, wird zuerst der Trigger mit der höchsten Priorität bearbeitet, dann die Trigger mit niedrigerer Priorität. 1 = höchste Priorität.</li> </ul>

**Bedingter Stopp****Bedingter Stopp**

**i** In dieser Dokumentation sind weiterführende Informationen zum Bedingten Stopp zu finden.  
(>>> 9.3.5 "Bedingter Stopp" Seite 230)

**Abb. 9-20: Bedingter Stopp**

Pos.	Beschreibung
1	<p>Stopp-Bedingung. Zulässig sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ eine globale boolesche Variable</li> <li>■ ein Signalname</li> <li>■ ein Vergleich</li> <li>■ eine einfache logische Verknüpfung: NOT, OR, AND oder EXOR</li> </ul>
2	<p>Der Bedingte Stopp kann sich entweder auf den Startpunkt oder auf den Zielpunkt der Bewegung beziehen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>TRUE</b>: Startpunkt</li> <li>■ <b>FALSE</b>: Zielpunkt</li> </ul> <p>Wenn der Bezugspunkt überschliffen ist, gelten die gleichen Regeln wie beim PATH-Trigger.</p> <p><b>Hinweis:</b> Informationen zum Überschleifen beim PATH-Trigger sind in der Bedien-/Programmieranleitung für Systemintegratoren zu finden.</p>
3	<p>Der Stopp-Punkt kann örtlich verschoben werden. Dazu muss hier die gewünschte Entfernung zum Start- bzw. Zielpunkt angegeben werden. Wenn keine örtliche Verschiebung gewünscht ist, "0" eintragen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Positiver Wert: Verschiebung in Richtung Bewegungsende</li> <li>■ Negativer Wert: Verschiebung in Richtung Bewegungsanfang</li> </ul> <p>Der Stopp-Punkt kann nicht beliebig weit verschoben werden. Es gelten die gleichen Grenzen wie beim PATH-Trigger.</p> <p>Die örtliche Verschiebung kann auch geteacht werden. Wenn dies geschieht, wird das Feld <b>Startpunkt ist Bezugspunkt</b> automatisch auf <b>FALSE</b> gesetzt.</p> <p>(&gt;&gt;&gt; 9.3.3.10 "Örtliche Verschiebung für Logikparameter teachen" Seite 223)</p> <p><b>Hinweis:</b> Informationen zu den Verschiebegrenzen beim PATH-Trigger sind in der Bedien-/Programmieranleitung für Systemintegratoren zu finden.</p>

**Konstantfahrbereich****Konstantfahrbereich**

**Konstantfahrbereich** steht nur für CP-Spline-Segmente zur Verfügung.



In dieser Dokumentation sind weiterführende Informationen zu Konstantfahrbereichen zu finden.

(>>> 9.3.6 "Konstantfahrbereich im CP-Spline-Block" Seite 233)

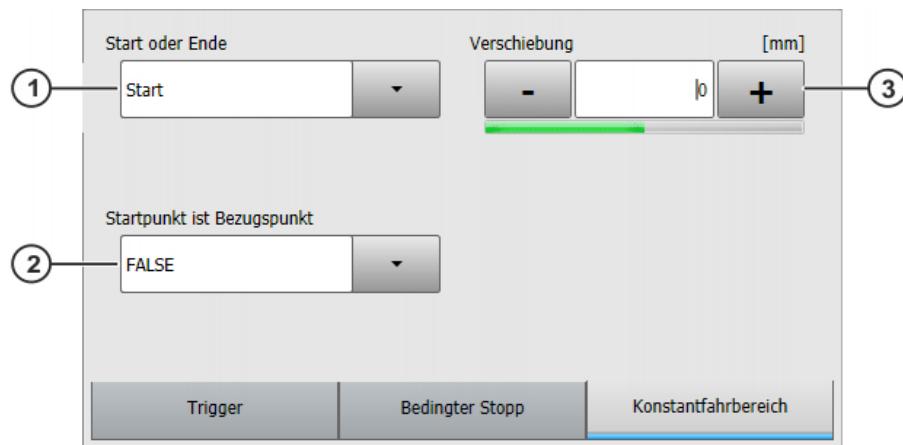


Abb. 9-21: Konstantfahrbereich

Pos.	Beschreibung
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Start:</b> Legt den Anfang des Konstantfahrbereiches fest.</li> <li>■ <b>End:</b> Legt das Ende des Konstantfahrbereiches fest.</li> </ul>
2	<p><b>Start</b> bzw. <b>End</b> kann sich entweder auf den Startpunkt oder auf den Zielpunkt der Bewegung beziehen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>TRUE:</b> <b>Start</b> bzw. <b>End</b> bezieht sich auf den Startpunkt. Wenn der Startpunkt überschritten ist, ergibt sich der Bezugspunkt auf die gleiche Weise wie beim homogenen Überschreiten beim PATH-Trigger.</li> <li><b>Hinweis:</b> Informationen zum Überschreiten beim PATH-Trigger sind in der Bedien-/Programmieranleitung für Systemintegriatoren zu finden.</li> <li>■ <b>FALSE:</b> <b>Start</b> bzw. <b>End</b> bezieht sich auf den Zielpunkt. Wenn der Zielpunkt überschritten ist, bezieht sich <b>Start</b> bzw. <b>End</b> auf den Anfang des Überschleifbogens.</li> </ul>
3	<p>Der Anfang bzw. das Ende des Konstantfahrbereichs kann örtlich verschoben werden. Dazu muss hier die gewünschte Strecke angegeben werden. Wenn keine örtliche Verschiebung gewünscht ist, "0" eintragen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Positiver Wert: Verschiebung in Richtung Bewegungsende</li> <li>■ Negativer Wert: Verschiebung in Richtung Bewegungsanfang</li> </ul> <p>(&gt;&gt;&gt; 9.3.6.2 "Maximale Grenzen" Seite 235)</p> <p>Die örtliche Verschiebung kann auch geteacht werden. Wenn dies geschieht, wird das Feld <b>Startpunkt ist Bezugspunkt</b> automatisch auf <b>FALSE</b> gesetzt.</p> <p>(&gt;&gt;&gt; 9.3.3.10 "Örtliche Verschiebung für Logikparameter teachen" Seite 223)</p>

### 9.3.3.10 Örtliche Verschiebung für Logikparameter teachen

#### Beschreibung

Im Optionsfenster **Logikparameter** können für Trigger, Bedingten Stopp und Konstantfahrbereich örtliche Verschiebungen angegeben werden. Statt diese Verschiebungen numerisch anzugeben, können sie auch geteacht werden.



Wenn eine Verschiebung geteacht wird, wird das Feld **Startpunkt ist Bezugspunkt** in der jeweiligen Registerkarte automatisch auf **FALSE** gesetzt, da sich die geteachte Entfernung auf den Zielpunkt der Bewegung bezieht.

- Voraussetzung**
- Programm ist angewählt.
  - Betriebsart T1
  - Der Punkt, für den die Verschiebung gelten soll, wurde bereits geteacht.
- Vorgehensweise**
1. Die gewünschte Position mit dem TCP anfahren.
  2. Den Cursor in die Zeile mit der Bewegungsanweisung setzen, für die die Verschiebung geteacht werden soll.
  3. Auf **Ändern** drücken. Das Inline-Formular zur Anweisung öffnet sich.
  4. Das Optionsfenster **Logikparameter** öffnen und die benötigte Registerkarte wählen.
  5. Auf **Aktion wählen** drücken, dann auf eine der folgenden Schaltflächen drücken, je nachdem, für was die Verschiebung geteacht werden soll:
    - **Trigger Path aufnehmen**
    - **Bedingter Stopp Path aufnehmen**
    - **Konstantfahr-Bereich Path aufnehmen**
 Die Entfernung vom Zielpunkt der aktuellen Bewegungsanweisung wird nun als Wert für die örtliche Verschiebung übernommen.
  6. Die Änderung mit **Befehl OK** speichern.

### 9.3.4 Spline-Einzelbewegungen programmieren

#### 9.3.4.1 SLIN-Einzelbewegung programmieren

**HINWEIS** Beim Programmieren von Bewegungen ist darauf zu achten, dass sich die Energiezuführung beim Programmablauf nicht aufwickelt oder beschädigt wird.

- Voraussetzung**
- Programm ist angewählt.
  - Betriebsart T1
- Vorgehensweise**
1. Den TCP an den Zielpunkt verfahren.
  2. Den Cursor in die Zeile setzen, nach der die Bewegung eingefügt werden soll.
  3. **Befehle > Bewegung > SLIN** wählen.
  4. Im Inline-Formular die Parameter einstellen.  
(>>> 9.3.4.2 "Inline-Formular SLIN" Seite 224)
  5. **Befehl OK** drücken.

#### 9.3.4.2 Inline-Formular SLIN

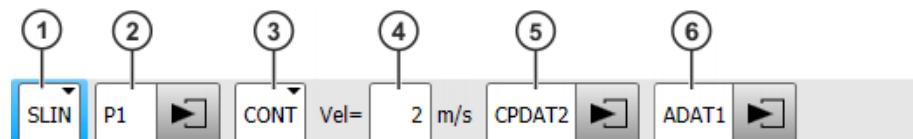


Abb. 9-22: Inline-Formular SLIN (Einzelbewegung)

<b>Pos.</b>	<b>Beschreibung</b>
1	Bewegungsart <b>SLIN</b>
2	Punktname für Zielpunkt. Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden. (>>> 9.1 "Namen in Inline-Formularen" Seite 203) Zum Bearbeiten der Punktdaten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich. (>>> 9.2.7 "Optionsfenster Frames" Seite 206)
3	■ <b>CONT</b> : Zielpunkt wird überschliffen. ■ <b>[leer]</b> : Zielpunkt wird genau angefahren.
4	Geschwindigkeit ■ <b>0.001 ... 2 m/s</b>
5	Name für den Bewegungsdatensatz. Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden. Zum Bearbeiten der Punktdaten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich. (>>> 9.3.4.3 "Optionsfenster Bewegungsparameter (SLIN)" Seite 225)
6	Dieses Feld kann über <b>Parameter wechseln</b> ein- und ausgeblendet werden. Name für den Datensatz mit Logikparametern. Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden. Zum Bearbeiten der Daten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich. (>>> 9.3.3.9 "Optionsfenster Logikparameter" Seite 219)

### 9.3.4.3 Optionsfenster Bewegungsparameter (SLIN)

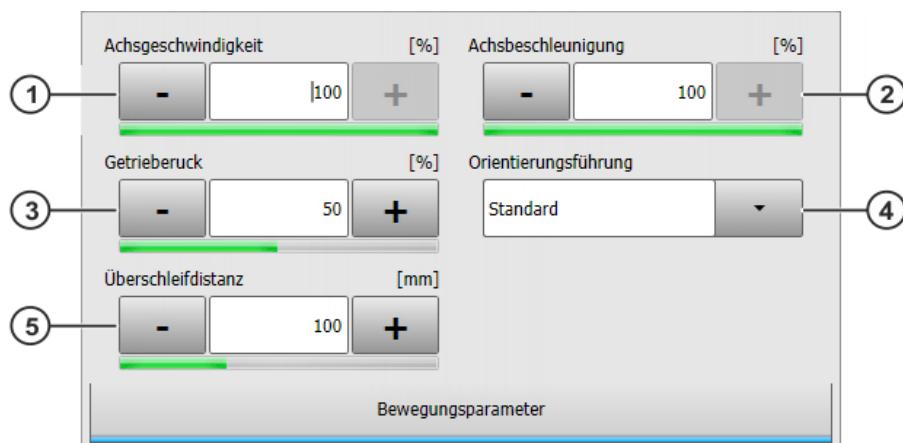


Abb. 9-23: Optionsfenster Bewegungsparameter (SLIN)

<b>Pos.</b>	<b>Beschreibung</b>
1	Achsgeschwindigkeit. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert. ■ <b>1 ... 100 %</b>
2	Achsbeschleunigung. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert. ■ <b>1 ... 100 %</b>

Pos.	Beschreibung
3	Getrieberuck. Der Ruck ist die Beschleunigungsänderung. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert. ■ 1 ... 100 %
4	Orientierungsführung auswählen.
5	Dieses Feld wird nur angezeigt, wenn im Inline-Formular <b>CONT</b> ausgewählt wurde.  Distanz vor dem Zielpunkt, bei der das Überschleifen frühestens beginnt  Die Distanz kann maximal die halbe Entfernung zwischen Startpunkt und Zielpunkt betragen. Wenn hier ein höherer Wert einge tragen wird, wird dieser ignoriert und der Maximalwert verwendet.

#### 9.3.4.4 SCIRC-Einzelbewegung programmieren

##### HINWEIS

Beim Programmieren von Bewegungen ist darauf zu achten, dass sich die Energiezuführung beim Programmablauf nicht aufwickelt oder beschädigt wird.

##### Voraussetzung

- Programm ist angewählt.
- Betriebsart T1

##### Vorgehensweise

1. Den TCP an den Hilfspunkt verfahren.
2. Den Cursor in die Zeile setzen, nach der die Bewegung eingefügt werden soll.
3. Menüfolge **Befehle > Bewegung > SCIRC** wählen.
4. Im Inline-Formular die Parameter einstellen.  
(>>> 9.3.4.5 "Inline-Formular SCIRC" Seite 226)
5. **Touchup HP** drücken.
6. Den TCP an den Zielpunkt verfahren.
7. **Befehl OK** drücken.

#### 9.3.4.5 Inline-Formular SCIRC

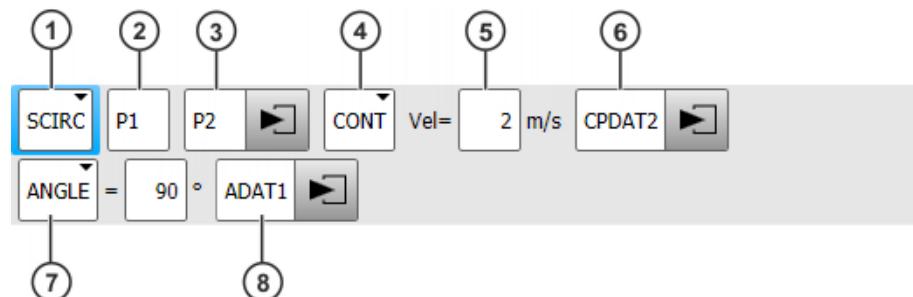


Abb. 9-24: Inline-Formular SCIRC (Einzelbewegung)

<b>Pos.</b>	<b>Beschreibung</b>
1	Bewegungsart <b>SCIRC</b>
2	Punktname für den Hilfspunkt Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden. (>>> 9.1 "Namen in Inline-Formularen" Seite 203)
3	Punktname für den Zielpunkt Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden. Zum Bearbeiten der Punktdaten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich. (>>> 9.2.7 "Optionsfenster Frames" Seite 206)
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>CONT</b>: Zielpunkt wird überschliffen.</li> <li>■ <b>[leer]</b>: Zielpunkt wird genau angefahren.</li> </ul>
5	Geschwindigkeit <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>0.001 ... 2 m/s</b></li> </ul>
6	Name für den Bewegungsdatensatz. Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden. Zum Bearbeiten der Punktdaten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich. (>>> 9.3.4.6 "Optionsfenster Bewegungsparameter (SCIRC)" Seite 228)
7	Kreiswinkel <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>- 9 999° ... + 9 999°</b></li> </ul> <p>Wenn ein Kreiswinkel kleiner - 400° oder größer + 400° eingegeben wird, öffnet sich beim Speichern des Inline-Formulars eine Abfrage, in der die Eingabe bestätigt oder verworfen werden muss.</p>
8	Dieses Feld kann über <b>Parameter wechseln</b> ein- und ausgeblendet werden. Name für den Datensatz mit Logikparametern. Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden. Zum Bearbeiten der Daten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich. (>>> 9.3.3.9 "Optionsfenster Logikparameter" Seite 219)

### 9.3.4.6 Optionsfenster Bewegungsparameter (SCIRC)

#### Bewegungspara- meter

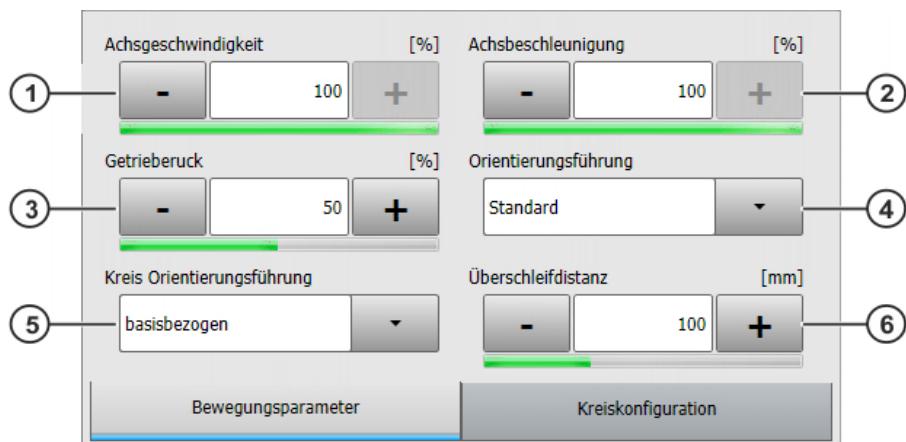


Abb. 9-25: Bewegungsparameter (SCIRC)

Pos.	Beschreibung
1	Achsgeschwindigkeit. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert.  ■ 1 ... 100 %
2	Achsbeschleunigung. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert.  ■ 1 ... 100 %
3	Getrieberuck. Der Ruck ist die Beschleunigungsänderung.  Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert.  ■ 1 ... 100 %
4	Orientierungsführung auswählen
5	Bezugssystem der Orientierungsführung auswählen.
6	Dieses Feld wird nur angezeigt, wenn im Inline-Formular <b>CONT</b> ausgewählt wurde.  Distanz vor dem Zielpunkt, bei der das Überschleifen最早estens beginnt  Die Distanz kann maximal die halbe Entfernung zwischen Startpunkt und Zielpunkt betragen. Wenn hier ein höherer Wert einge tragen wird, wird dieser ignoriert und der Maximalwert verwendet.

#### Kreiskonfigu- ration

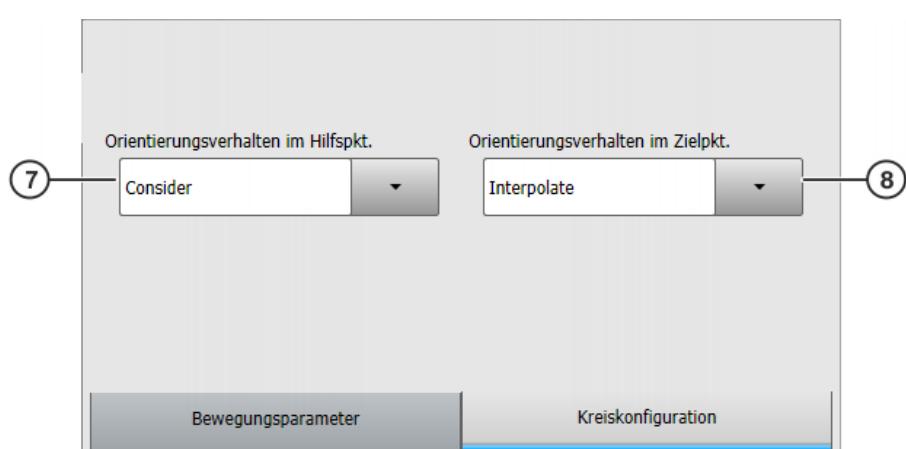


Abb. 9-26: Kreiskonfiguration (SCIRC)

<b>Pos.</b>	<b>Beschreibung</b>
7	Orientierungsverhalten im Hilfspunkt auswählen
8	Dieses Feld wird nur angezeigt, wenn im Inline-Formular <b>ANGLE</b> ausgewählt wurde. Orientierungsverhalten im Zielpunkt auswählen

#### 9.3.4.7 SPTP-Einzelbewegung programmieren

**HINWEIS** Beim Programmieren von Bewegungen ist darauf zu achten, dass sich die Energiezuführung beim Programmablauf nicht aufwickelt oder beschädigt wird.

- Voraussetzung**
- Programm ist angewählt.
  - Betriebsart T1

- Vorgehensweise**
1. Den TCP an den Zielpunkt verfahren.
  2. Den Cursor in die Zeile setzen, nach der die Bewegung eingefügt werden soll.
  3. **Befehle > Bewegung > SPTP** wählen.
  4. Im Inline-Formular die Parameter einstellen.  
(>>> 9.3.4.8 "Inline-Formular SPTP" Seite 229)
  5. **Befehl OK** drücken.

#### 9.3.4.8 Inline-Formular SPTP

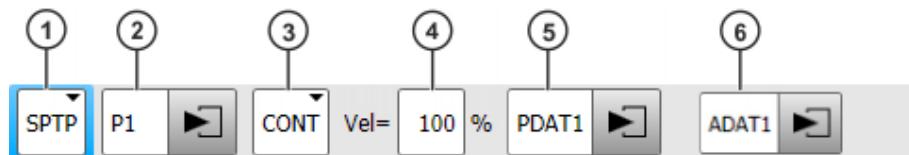


Abb. 9-27: Inline-Formular SPTP (Einzelbewegung)

<b>Pos.</b>	<b>Beschreibung</b>
1	Bewegungsart <b>SPTP</b>
2	Punktname für Zielpunkt. Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden. (>>> 9.1 "Namen in Inline-Formularen" Seite 203) Zum Bearbeiten der Punktdaten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich. (>>> 9.2.7 "Optionsfenster Frames" Seite 206)
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>CONT</b>: Zielpunkt wird überschliffen.</li> <li>■ <b>[leer]</b>: Zielpunkt wird genau angefahren.</li> </ul>
4	Geschwindigkeit <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>1 ... 100 %</b></li> </ul>

Pos.	Beschreibung
5	<p>Name für den Bewegungsdatensatz. Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden.</p> <p>Zum Bearbeiten der Punktdaten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich.</p> <p>(&gt;&gt;&gt; 9.3.3.8 "Optionsfenster Bewegungsparameter (SPTP)" Seite 219)</p>
6	<p>Dieses Feld kann über <b>Parameter wechseln</b> ein- und ausgeblendet werden.</p> <p>Name für den Datensatz mit Logikparametern. Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden. Zum Bearbeiten der Daten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich.</p> <p>(&gt;&gt;&gt; 9.3.3.9 "Optionsfenster Logikparameter" Seite 219)</p>

### 9.3.5 Bedingter Stopp

#### Beschreibung

Der "Bedingte Stopp" ermöglicht es dem Benutzer, eine Stelle auf der Bahn zu definieren, an der der Roboter stoppt, falls eine bestimmte Bedingung erfüllt ist. Die Stelle wird "Stopp-Punkt" genannt. Sobald die Bedingung nicht mehr erfüllt ist, fährt der Roboter wieder weiter.

Die Robotersteuerung errechnet während der Laufzeit den Punkt, an dem sie spätestens bremsen muss, um am Stopp-Punkt stoppen zu können. Ab diesem Punkt (= "Bremspunkt") wertet sie aus, ob die Bedingung erfüllt ist oder nicht.

- Wenn die Bedingung am Bremspunkt erfüllt ist, bremst der Roboter, um am Stopp-Punkt zu stoppen.  
Falls jedoch die Bedingung dann vor Erreichen des Stopp-Punkts wieder auf "nicht erfüllt" wechselt, beschleunigt der Roboter wieder und stoppt nicht.
- Wenn die Bedingung am Bremspunkt nicht erfüllt ist, fährt der Roboter weiter, ohne zu bremsen.

Grundsätzlich können beliebig viele Bedingte Stopps programmiert werden. Es dürfen sich jedoch maximal 10 Strecken "Bremspunkt → Stopp-Punkt" überschneiden.

Während eines Bremsvorgangs zeigt die Robotersteuerung in T1/T2 folgende Meldung an: *Bedingter Stopp aktiv (Zeile {Zeilennummer})*.

(>>> 9.3.5.2 "Stopp-Bedingung: Beispiel und Bremsverhalten" Seite 232)

#### Programmierung

Programmierung mit KRL-Syntax:

- über die Anweisung STOP WHEN PATH

Programmierung über Inline-Formulare:

- Im Spline-Block (CP und PTP) oder im Spline-Einzelsatz:  
im Optionsfenster **Logikparameter**
- Vor einem Spline-Block (CP und PTP):  
über das Inline-Formular **Spline Stop Condition**

### 9.3.5.1 Inline-Formular Spline Stop Condition

Dieses Inline-Formular darf nur vor einem Spline-Block verwendet werden. Zwischen dem Inline-Formular und dem Spline-Block dürfen weitere Anweisungen stehen, jedoch keine Bewegungsanweisungen.



**Abb. 9-28: Inline-Formular Spline Stop Condition**

Pos.	Beschreibung
1	<p>Punkt, auf den sich der Bedingte Stopp bezieht</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ mit ONSTART: letzter Punkt vor dem Spline-Block</li> <li>■ ohne ONSTART: letzter Punkt im Spline-Block</li> </ul> <p>Wenn der Spline überschliffen ist, gelten die gleichen Regeln wie beim PATH-Trigger.</p> <p><b>Hinweis:</b> Informationen zum Überschleifen beim PATH-Trigger sind in der Bedien-/Programmieranleitung für Systemintegratoren zu finden.</p> <p>ONSTART kann über die Schaltfläche <b>Umsch. OnStart</b> gesetzt oder entfernt werden.</p>
2	<p>Der Stopp-Punkt kann örtlich verschoben werden. Dazu muss hier die gewünschte Entfernung zum Bezugspunkt angegeben werden. Wenn keine örtliche Verschiebung gewünscht ist, "0" eintragen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Positiver Wert: Verschiebung in Richtung Bewegungsende</li> <li>■ Negativer Wert: Verschiebung in Richtung Bewegungsanfang</li> </ul> <p>Der Stopp-Punkt kann nicht beliebig weit verschoben werden. Es gelten die gleichen Grenzen wie beim PATH-Trigger.</p> <p>Die örtliche Verschiebung kann auch geteacht werden. (&gt;&gt;&gt; "Path aufnehmen" Seite 232)</p>
3	<p>Stopp-Bedingung. Zulässig sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ eine globale boolesche Variable</li> <li>■ ein Signalname</li> <li>■ ein Vergleich</li> <li>■ eine einfache logische Verknüpfung: NOT, OR, AND oder EXOR</li> </ul>

Path aufnehmen	Schaltfläche	Beschreibung
	<b>Path aufnehmen</b>	<p>Wenn eine Verschiebung gewünscht ist, muss der Wert nicht unbedingt numerisch ins Inline-Formular eingegeben werden, sondern die Verschiebung kann auch geteacht werden. Dies geschieht über <b>Path aufnehmen</b>.</p> <p>Wenn eine Verschiebung geteacht wird, wird ON-START, falls im Inline-Formular gesetzt, automatisch entfernt, da sich die geteachte Entfernung immer auf den Zielpunkt der Bewegung bezieht.</p> <p>Der Ablauf beim Teachen ist analog zum Ablauf für das Optionsfenster <b>Logikparameter</b>. (&gt;&gt;&gt; 9.3.3.10 "Örtliche Verschiebung für Logikparameter teachen" Seite 223)</p>

### 9.3.5.2 Stopp-Bedingung: Beispiel und Bremsverhalten

#### Beispiel

Die Einrückungen sind defaultmäßig nicht vorhanden und wurden hier der besseren Übersicht wegen eingefügt.

```

PTP P0 Vel=100 % PDAT1 Tool[1] Base[0]

SPLINE S1 Vel=2 m/s CPDAT1 Tool[1] Base[0]

SPL P1 ADAT1

STOP WHEN PATH = 50 IF $in[77]==FALSE

SPL XP1

SPL P2

SPL P3

ENDSPLINE

```

Abb. 9-29: Beispiel Inline-Programmierung (Folds aufgeklappt)

Zeile	Beschreibung
4	Wenn der Eingang \$IN[77] FALSE ist, stoppt der Roboter 50 mm nach P2 und wartet, bis \$IN[77] TRUE wird.

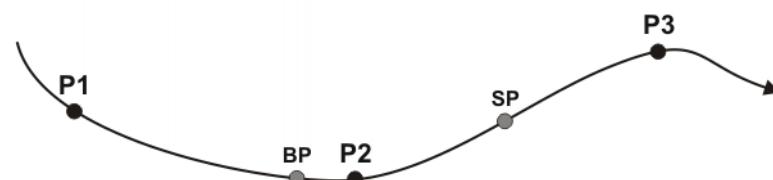


Abb. 9-30: STOP WHEN PATH Beispiel

Punkt	Beschreibung
<b>BP</b>	Bremspunkt ( <b>Brake Point</b> ): Hier muss der Roboter anfangen zu bremsen, damit er am Stopp-Punkt zum Stehen kommt. Ab diesem Punkt wertet die Robotersteuerung aus, ob die Stopp-Bedingung erfüllt ist oder nicht. Die Position von <b>BP</b> ist abhängig von der Geschwindigkeit und vom Override und ist für den Benutzer nicht erkennbar.
<b>SP</b>	Stopp-Punkt ( <b>Stop Point</b> ) Die Strecke <b>P2 → SP</b> ist 50 mm lang.

**Bremsverhalten**

Situation am BP	Verhalten des Roboters
\$IN[77] == FALSE	Der Roboter bremst und stoppt am <b>SP</b> .
\$IN[77] == TRUE	Der Roboter bremst nicht und stoppt am <b>SP</b> nicht. Das Programm wird abgefahren, wie wenn die Anweisung STOP WHEN PATH nicht vorhanden wäre.
1. Am <b>BP</b> ist \$IN[77] == FALSE. 2. Zwischen <b>BP</b> und <b>SP</b> wechselt der Eingang auf TRUE.	1. Der Roboter bremst am <b>BP</b> . 2. Wenn der Eingang TRUE wird, beschleunigt der Roboter wieder und stoppt nicht am <b>SP</b> .
1. Am <b>BP</b> ist \$IN[77] == TRUE. 2. Zwischen <b>BP</b> und <b>SP</b> wechselt der Eingang auf FALSE.	1. Der Roboter bremst am <b>BP</b> nicht. 2. Wenn der Eingang FALSE wird, stoppt der Roboter mit einem bahntreuen NOT-HALT und kommt an einem nicht vorhersehbaren Punkt zum Stehen.

Wenn sich die Bedingung für den Stopp erst erfüllt, wenn der Roboter den **BP** bereits passiert hat, ist es zu spät, um mit einer normalen Bremsrampe am **SP** anzuhalten. Der Roboter stoppt in diesem Fall mit einem bahntreuen NOT-HALT und kommt an einem nicht vorhersehbaren Punkt zum Stehen.

- Falls der Roboter durch den NOT-HALT nach dem **SP** zum Stehen kommt, kann das Programm erst fortgesetzt werden, wenn die Stopp-Bedingung nicht mehr erfüllt ist.
- Falls der Roboter durch den bahntreuen NOT-HALT vor dem **SP** zum Stehen kommt, geschieht Folgendes, wenn das Programm fortgesetzt wird:
  - Wenn die Stopp-Bedingung nicht mehr erfüllt ist: Der Roboter fährt weiter.
  - Wenn die Stopp-Bedingung noch erfüllt ist: Der Roboter fährt bis zum **SP** und bleibt dort stehen.

**9.3.6 Konstantfahrbereich im CP-Spline-Block****Beschreibung**

In einem CP-Spline-Block kann ein Bereich definiert werden, in dem der Roboter die programmierte Geschwindigkeit konstant hält, sofern möglich. Der Bereich wird "Konstantfahrbereich" genannt.

- Pro CP-Spline-Block kann 1 Konstantfahrbereich definiert werden.
- Ein Konstantfahrbereich ist definiert durch eine Start-Anweisung und eine Ende-Anweisung.
- Der Bereich kann sich nicht über den Spline-Block hinaus erstrecken.

- Der Bereich kann beliebig klein sein.

Wenn es nicht möglich ist, die programmierte Geschwindigkeit konstant zu halten, zeigt die Robotersteuerung dies beim Programmlauf durch eine Meldung an.

#### Konstantfahrbereich über mehrere Segmente:

Ein Konstantfahrbereich kann sich über mehrere Segmente mit verschiedenen programmierten Geschwindigkeiten erstrecken. In diesem Fall gilt die niedrigste der Geschwindigkeiten für den gesamten Bereich.

Auch in den Segmenten mit höherer programmierte Geschwindigkeit wird in diesem Fall mit der niedrigsten Geschwindigkeit verfahren. Hier wird keine Meldung wegen Geschwindigkeits-Unterschreitung ausgegeben. Dies geschieht nur, wenn die niedrigste Geschwindigkeit nicht gehalten werden kann.

#### Programmierung

Es gibt folgende Möglichkeiten, einen Konstantfahrbereich zu programmieren:

- Bei Programmierung mit KRL-Syntax: über die Anweisung CONST\_VEL
- Bei Programmierung über Inline-Formulare:

Start bzw. Ende des Bereichs hinterlegt man am jeweiligen CP-Segment, im Optionsfenster **Logikparameter**.

##### 9.3.6.1 Satzanwahl in den Konstantfahrbereich

#### Beschreibung

Wenn eine Satzanwahl in einen Konstantfahrbereich durchgeführt wird, ignoriert die Robotersteuerung diesen und gibt diesbezüglich eine Meldung aus. Die Bewegungen werden ausgeführt, wie wenn kein Konstantfahrbereich programmiert wäre.

Als Satzanwahl in den Konstantfahrbereich gilt eine Satzanwahl in den Bahnabschnitt, der durch die Verschiebungs-Werte definiert ist. In welchen Bewegungssätzen Anfang und Ende des Bereichs programmiert sind, spielt dagegen keine Rolle.

#### Beispiel

```
SPLINE S1 Vel=2 m/s CPDAT1 Tool[1] Base[0]

SLIN P1 ADAT1

CONST_VEL START = 50

SLIN XP1

SLIN P2

SLIN P3

SLIN P4 ADAT2

CONST_VEL END = -50 ONSTART

SLIN XP4

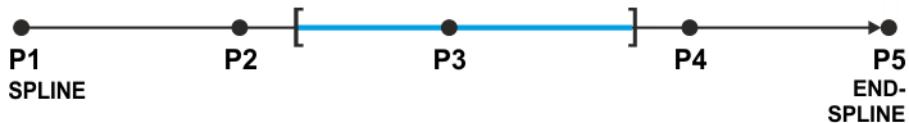
SLIN P5

ENDSPLINE
```

Abb. 9-31: Beispiel Konstantfahrbereich (Inline-Programmierung)

Die Folds im Programm sind aufgeklappt. Die Einrückungen sind defaultmäßig nicht vorhanden und wurden hier der besseren Übersicht wegen eingefügt.

Der Anfang des Konstantfahrbereichs ist im Programm an P1 hinterlegt. Das Ende ist an P4 hinterlegt. Um zu beurteilen, was als Satzanwahl in den Konstantfahrbereich gilt, ist jedoch ausschlaggebend, wo sich der Bereich auf der Bahn befindet:



**Abb. 9-32: Beispiel Konstantfahrbereich (Bahn)**

#### Was gilt als Satzanwahl in den Konstantfahrbereich?

Satzanwahl auf Punkt ...	P1	P2	P3	P4
= Im Konstantfahrbereich?	Nein	Nein	Ja	Nein

#### 9.3.6.2 Maximale Grenzen

##### Wenn der Start- bzw. Zielpunkt des Spline-Blocks ein Genauhalt ist:

- Der Konstantfahrbereich beginnt frühestens am Startpunkt.
- Der Konstantfahrbereich endet spätestens am Zielpunkt.

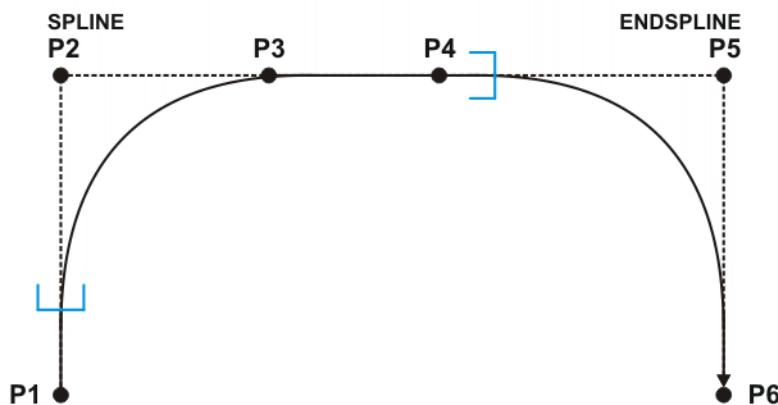
Wenn der Verschiebewert so ist, dass diese Grenzen überschritten würden, dann reduziert die Robotersteuerung den Offset automatisch und gibt folgende Meldung aus: *CONST\_VEL {Start/End} = {Offset} nicht realisierbar, {Neuer Offset} wird verwendet.*

Die Robotersteuerung reduziert den Offset soweit, dass ein Bereich entsteht, in dem sie die programmierte Geschwindigkeit konstant halten kann. Das heißt: Sie schiebt die Grenze nicht unbedingt genau auf den Start- oder Zielpunkt des Spline-Blocks, sondern eventuell weiter nach innen.

Die gleiche Meldung kommt, wenn der Bereich zwar von vorneherein innerhalb des Spline-Blocks liegt, aber die definierte Geschwindigkeit aufgrund des Offsets nicht gehalten werden kann. Auch dann reduziert die Robotersteuerung den Offset.

##### Wenn der Start- bzw. Zielpunkt des Spline-Blocks überschliffen ist:

- Der Konstantfahrbereich beginnt frühestens am Anfang des Überschleifbogens des Startpunkts.
- Der Konstantfahrbereich endet spätestens am Anfang des Überschleifbogens des Zielpunkts.



**Abb. 9-33: Maximale Grenzen bei überschliffenem SPLINE/ENDSPLINE**

Wenn der Offset so ist, dass diese Grenzen überschritten würden, dann setzt die Robotersteuerung die Grenze automatisch auf den Anfang des jeweiligen Überschleifbogens. Sie gibt keine Meldung aus.

#### 9.4 Bewegungsparameter ändern

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>Voraussetzung</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Programm ist angewählt.</li> <li>■ Betriebsart T1</li> </ul>   |
| <b>Vorgehensweise</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cursor in die Zeile mit der Anweisung setzen, die geändert werden soll.</li> <li>2. <b>Ändern</b> drücken. Das Inline-Formular zur Anweisung öffnet sich.</li> <li>3. Parameter ändern.</li> <li>4. Änderungen mit <b>Befehl OK</b> speichern.</li> </ol> |

#### 9.5 Punkt umteachen

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>Beschreibung</b>   | <p>Die Koordinaten eines geteachten Punkts können geändert werden. Dazu fährt man die gewünschte neue Position an und überschreibt den alten Punkt mit der neuen Position.</p>   |
| <b>Voraussetzung</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Programm ist angewählt.</li> <li>■ Betriebsart T1</li> </ul>  |
| <b>Vorgehensweise</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gewünschte Position mit dem TCP anfahren.</li> <li>2. Cursor in die Zeile mit der Bewegungsanweisung setzen, die geändert werden soll.</li> <li>3. <b>Ändern</b> drücken. Das Inline-Formular zur Anweisung öffnet sich.</li> <li>4. Für PTP- und LIN-Bewegungen: <b>Touch Up</b> drücken, um die aktuelle Position des TCP als neuen Zielpunkt zu übernehmen.<br/>Für CIRC-Bewegungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Touchup HP</b> drücken, um die aktuelle Position des TCP als neuen Hilfspunkt zu übernehmen.</li> <li>■ Oder <b>Touchup ZP</b> drücken, um die aktuelle Position des TCP als neuen Zielpunkt zu übernehmen.</li> </ul> </li> <li>5. Sicherheitsabfrage mit <b>Ja</b> bestätigen.</li> <li>6. Änderung mit <b>Befehl OK</b> speichern.</li> </ol> |

## 9.6 Logikanweisungen programmieren

### 9.6.1 Ein-/Ausgänge

#### Digitale Ein-/Ausgänge

Die Robotersteuerung kann maximal 8192 digitale Eingänge und 8192 digitale Ausgänge verwalten. Defaultmäßig stehen 4096 Ein-/Ausgänge zur Verfügung.

#### Analoge Ein-/Ausgänge

Die Robotersteuerung kann 32 analoge Eingänge und 32 analoge Ausgänge verwalten.

Die Ein-/Ausgänge werden über folgende Systemvariablen verwaltet:

	Eingänge	Ausgänge
Digital	\$IN[1] ... \$IN[8192]	\$OUT[1] ... \$OUT[8192]
Analog	\$ANIN[1] ... \$ANIN[32]	\$ANOUT[1] ... \$ANOUT[32]

\$ANIN[...] zeigt die Eingangsspannung an, angepasst auf den Bereich zwischen -1.0 und +1.0. Die tatsächliche Spannung hängt von den Einstellungen des Analogmoduls ab.

Über \$ANOUT[...] kann eine Analogspannung gesetzt werden. \$ANOUT[...] kann mit Werten von -1.0 bis +1.0 beschrieben werden. Die tatsächlich erzeugte Spannung hängt von den Einstellungen des Analogmoduls ab. Wenn man versucht, Spannungen außerhalb des Wertebereichs zu setzen, zeigt die Robotersteuerung folgende Meldung an: *Begrenzung {Signalname}*

### 9.6.2 Digitalen Ausgang setzen - OUT

#### Voraussetzung

- Programm ist angewählt.
- Betriebsart T1

#### Vorgehensweise

1. Cursor in die Zeile setzen, nach der die Logikanweisung eingefügt werden soll.
2. Menüfolge **Befehle > Logik > OUT > OUT** wählen.
3. Im Inline-Formular die Parameter einstellen.  
(>>> 9.6.3 "Inline-Formular OUT" Seite 237)
4. Anweisung mit **Befehl OK** speichern.

### 9.6.3 Inline-Formular OUT

Die Anweisung setzt einen digitalen Ausgang.

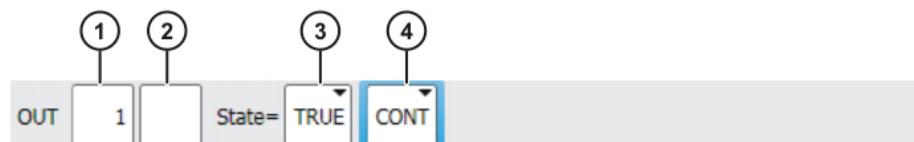


Abb. 9-34: Inline-Formular OUT

Pos.	Beschreibung
1	Nummer des Ausgangs
2	Wenn für den Ausgang ein Name existiert, wird er angezeigt. Nur für Benutzergruppe Experte: Durch Drücken auf <b>Langtext</b> kann ein Name eingegeben werden. Der Name ist frei wählbar.
3	Status, auf den der Ausgang geschaltet wird <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>TRUE</b></li> <li>■ <b>FALSE</b></li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>CONT</b>: Bearbeitung im Vorlauf</li> <li>■ <b>[leer]</b>: Bearbeitung mit Vorlaufstopp</li> </ul>

#### 9.6.4 Impulsausgang setzen - PULSE

- Voraussetzung**
- Programm ist angewählt.
  - Betriebsart T1
- Vorgehensweise**
1. Cursor in die Zeile setzen, nach der die Logikanweisung eingefügt werden soll.
  2. Menüfolge **Befehle > Logik > OUT > PULSE** wählen.
  3. Im Inline-Formular die Parameter einstellen.  
(>>> 9.6.5 "Inline-Formular PULSE" Seite 238)
  4. Anweisung mit **Befehl OK** speichern.

#### 9.6.5 Inline-Formular PULSE

Die Anweisung setzt einen Impuls mit der definierten Länge.

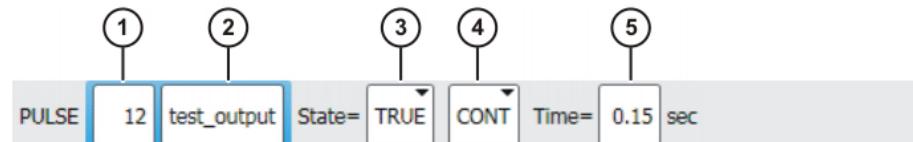


Abb. 9-35: Inline-Formular PULSE

Pos.	Beschreibung
1	Nummer des Ausgangs
2	Wenn für den Ausgang ein Name existiert, wird er angezeigt. Nur für Benutzergruppe Experte: Durch Drücken auf <b>Langtext</b> kann ein Name eingegeben werden. Der Name ist frei wählbar.
3	Status, auf den der Ausgang geschaltet wird <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>TRUE</b>: Pegel "High"</li> <li>■ <b>FALSE</b>: Pegel "Low"</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>CONT</b>: Bearbeitung im Vorlauf</li> <li>■ <b>[leer]</b>: Bearbeitung mit Vorlaufstopp</li> </ul>
5	Länge des Impulses <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>0.10 ... 3.00 s</b></li> </ul>

## 9.6.6 Analogen Ausgang setzen - ANOUT

### Voraussetzung

- Programm ist angewählt.
- Betriebsart T1

### Vorgehensweise

1. Cursor in die Zeile setzen, nach der die Anweisung eingefügt werden soll.
2. **Befehle > Analogausgabe > Statisch oder Dynamisch** wählen.
3. Im Inline-Formular die Parameter einstellen.  
 (>>>> 9.6.7 "Inline-Formular ANOUT statisch" Seite 239)  
 (>>>> 9.6.8 "Inline-Formular ANOUT dynamisch" Seite 239)
4. Anweisung mit **Befehl OK** speichern.

## 9.6.7 Inline-Formular ANOUT statisch

Diese Anweisung setzt einen statischen analogen Ausgang. Die Spannung wird durch einen Faktor auf eine feste Höhe gesetzt. Wie hoch die Spannung tatsächlich ist, ist abhängig vom verwendeten Analogmodul. Zum Beispiel liefert ein 10 V-Modul bei einem Faktor von 0.5 eine Spannung von 5 V.

ANOUT löst einen Vorlaufstopp aus.



**Abb. 9-36: Inline-Formular ANOUT statisch**

Pos.	Beschreibung
1	Nummer des analogen Ausgangs ■ CHANNEL_1 ... CHANNEL_32
2	Faktor für die Spannung ■ 0 ... 1 (Abstufung: 0.01)

## 9.6.8 Inline-Formular ANOUT dynamisch

Diese Anweisung schaltet einen dynamischen analogen Ausgang ein oder aus.

Maximal 4 dynamische analoge Ausgänge können gleichzeitig eingeschaltet sein. ANOUT löst einen Vorlaufstopp aus.

Die Spannung wird durch einen Faktor festgelegt. Wie hoch die Spannung tatsächlich ist, ist abhängig von folgenden Werten:

- Geschwindigkeit oder Funktionsgenerator  
Zum Beispiel ergibt eine Geschwindigkeit von 1m/s bei einem Faktor von 0.5 eine Spannung von 5 V.
- Offset  
Zum Beispiel ergibt ein Offset von +0.15 auf eine Spannung von 0.5 V eine Spannung von 6.5 V.

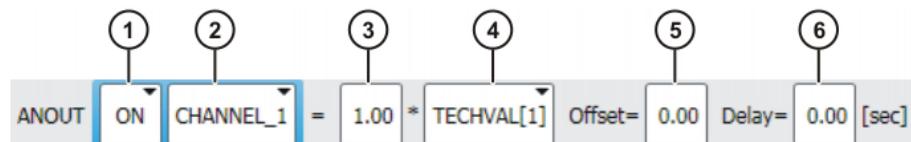


Abb. 9-37: Inline-Formular ANOUT dynamisch

Pos.	Beschreibung
1	Ein- oder Ausschalten des analogen Ausgangs <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>ON</b></li> <li>■ <b>OFF</b></li> </ul>
2	Nummer des analogen Ausgangs <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>CHANNEL_1 ... CHANNEL_32</b></li> </ul>
3	Faktor für die Spannung <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>0 ... 10</b> (Abstufung: 0.01)</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>VEL_ACT</b>: Die Spannung ist abhängig von der Geschwindigkeit.</li> <li>■ <b>TECHVAL[1] ... TECHVAL[6]</b>: Die Spannung wird über einen Funktionsgenerator gesteuert.</li> </ul>
5	Wert, um den die Spannung erhöht oder verringert wird <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>-1 ... +1</b> (Abstufung: 0.01)</li> </ul>
6	Zeit, um die das Ausgabesignal verzögert (+) oder vorzeitig (-) ausgegeben wird <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>-0.2 ... +0.5 s</b></li> </ul>

### 9.6.9 Wartezeit programmieren - WAIT

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>Voraussetzung</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Programm ist angewählt.</li> <li>■ Betriebsart T1</li> </ul>   |
| <b>Vorgehensweise</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cursor in die Zeile setzen, nach der die Logikanweisung eingefügt werden soll.</li> <li>2. Menüfolge <b>Befehle &gt; Logik &gt; WAIT</b> wählen.</li> <li>3. Im Inline-Formular die Parameter einstellen.<br/>(&gt;&gt;&gt; 9.6.10 "Inline-Formular WAIT" Seite 240)</li> <li>4. Anweisung mit <b>Befehl OK</b> speichern.</li> </ol> |

### 9.6.10 Inline-Formular WAIT

Mit WAIT kann eine Wartezeit programmiert werden. Die Roboterbewegung wird für die programmierte Zeit angehalten. WAIT löst immer einen Vorlaufstopp aus.

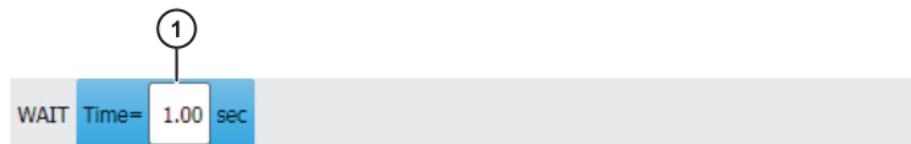


Abb. 9-38: Inline-Formular WAIT

<b>Pos.</b>	<b>Beschreibung</b>
1	Wartezeit ■ $\geq 0$ s

### 9.6.11 Signalabhängige Wartefunktion programmieren - WAITFOR

- Voraussetzung**
- Programm ist angewählt.
  - Betriebsart T1

- Vorgehensweise**
1. Cursor in die Zeile setzen, nach der die Logikanweisung eingefügt werden soll.
  2. Menüfolge **Befehle > Logik > WAITFOR** wählen.
  3. Im Inline-Formular die Parameter einstellen.  
(>>> 9.6.12 "Inline-Formular WAITFOR" Seite 241)
  4. Anweisung mit **Befehl OK** speichern.

### 9.6.12 Inline-Formular WAITFOR

Die Anweisung setzt eine signalabhängige Wartefunktion.

Bei Bedarf können mehrere Signale (maximal 12) logisch verknüpft werden. Wenn eine Verknüpfung hinzugefügt wird, werden im Inline-Formular Felder für die zusätzlichen Signale und für weitere Verknüpfungen eingeblendet.

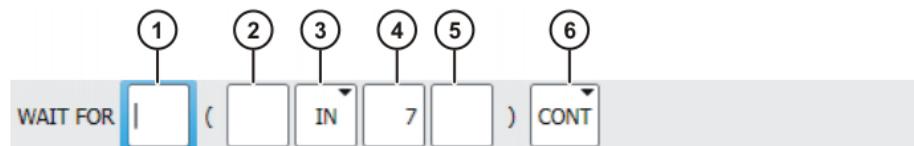


Abb. 9-39: Inline-Formular WAITFOR

Pos.	Beschreibung
1	<p>Äußere Verknüpfung hinzufügen. Der Operator steht zwischen den geklammerten Ausdrücken.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>AND</b></li> <li>■ <b>OR</b></li> <li>■ <b>EXOR</b></li> </ul> <p>NOT hinzufügen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>NOT</b></li> <li>■ <b>[leer]</b></li> </ul> <p>Den gewünschten Operator über die entsprechende Schaltfläche einfügen.</p>
2	<p>Innere Verknüpfung hinzufügen. Der Operator steht innerhalb eines geklammerten Ausdrucks.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>AND</b></li> <li>■ <b>OR</b></li> <li>■ <b>EXOR</b></li> </ul> <p>NOT hinzufügen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>NOT</b></li> <li>■ <b>[leer]</b></li> </ul> <p>Den gewünschten Operator über die entsprechende Schaltfläche einfügen.</p>
3	<p>Signal, auf das gewartet wird</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>IN</b></li> <li>■ <b>OUT</b></li> <li>■ <b>CYCFLAG</b></li> <li>■ <b>TIMER</b></li> <li>■ <b>FLAG</b></li> </ul>
4	Nummer des Signals
5	<p>Wenn für das Signal ein Name existiert, wird er angezeigt. Nur für Benutzergruppe Experte: Durch Drücken auf <b>Langtext</b> kann ein Name eingegeben werden. Der Name ist frei wählbar.</p>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>CONT</b>: Bearbeitung im Vorlauf</li> <li>■ <b>[leer]</b>: Bearbeitung mit Vorlaufstopp</li> </ul>

### 9.6.13 Schalten auf der Bahn - SYN OUT

#### Voraussetzung

- Programm ist angewählt.
- Betriebsart T1

#### Vorgehensweise

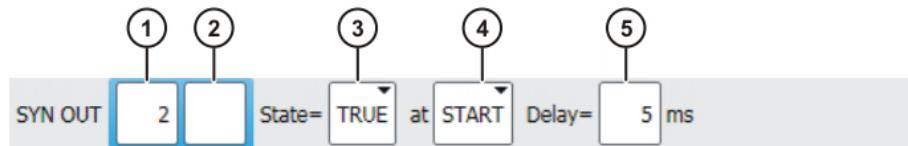
1. Cursor in die Zeile setzen, nach der die Logikanweisung eingefügt werden soll.
2. Menüfolge **Befehle > Logik > OUT > SYN OUT** wählen.
3. Im Inline-Formular die Parameter einstellen.  
 (>>>> 9.6.14 "Inline-Formular SYN OUT, Option START/END" Seite 243)  
 (>>>> 9.6.15 "Inline-Formular SYN OUT, Option PATH" Seite 245)
4. Anweisung mit **Befehl OK** speichern.

### 9.6.14 Inline-Formular SYN OUT, Option START/END

Die Schaltaktion kann bezogen auf den Start- oder den Zielpunkt der Bewegung ausgelöst werden. Die Schaltaktion kann zeitlich verschoben werden. Die Bewegung kann LIN, CIRC oder PTP sein.

Anwendungsfälle sind z. B.:

- Schließen oder Öffnen der Schweißzange beim Punktschweißen
- Ein- oder Ausschalten des Schweißstroms beim Bahnschweißen
- Zu- oder Abschalten des Volumenstroms beim Kleben oder Abdichten



**Abb. 9-40: Inline-Formular SYN OUT, Option START/END**

Pos.	Beschreibung
1	Nummer des Ausgangs
2	Wenn für den Ausgang ein Name existiert, wird er angezeigt. Nur für Benutzergruppe Experte: Durch Drücken auf <b>Langtext</b> kann ein Name eingegeben werden. Der Name ist frei wählbar.
3	Status, auf den der Ausgang geschaltet wird <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>TRUE</b></li> <li>■ <b>FALSE</b></li> </ul>
4	Punkt, auf den sich SYN OUT bezieht: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>START</b>: Startpunkt der Bewegung</li> <li>■ <b>END</b>: Zielpunkt der Bewegung</li> </ul>
5	Zeitliche Verschiebung der Schaltaktion <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>-1 000 ... +1 000 ms</b></li> </ul> <b>Hinweis:</b> Die Zeitangabe ist absolut. D. h., der Schaltpunkt ändert sich je nach Geschwindigkeit des Roboters.

#### Beispiel 1

Start- und Zielpunkt sind Genauhaltepunkte.

```

LIN P1 VEL=0.3m/s CPDAT1
LIN P2 VEL=0.3m/s CPDAT2
SYN OUT 1 '' State= TRUE at START Delay=20ms
SYN OUT 2 '' State= TRUE at END Delay=-20ms
LIN P3 VEL=0.3m/s CPDAT3
LIN P4 VEL=0.3m/s CPDAT4
  
```

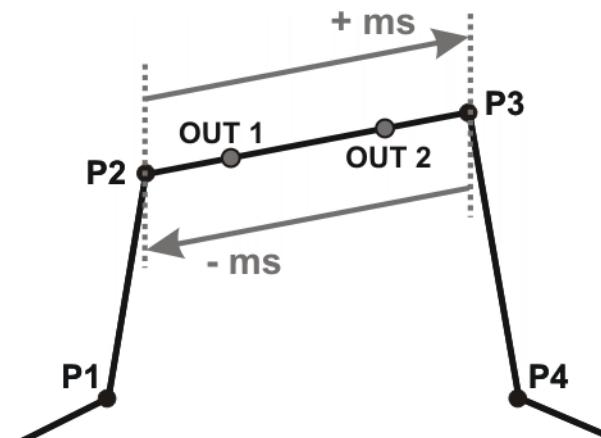


Abb. 9-41

OUT 1 und OUT 2 geben die ungefähren Positionen an, an denen geschaltet wird. Die gepunkteten Linien geben die Schaltgrenzen an.

Schaltgrenzen:

- START: Der Schaltpunkt kann maximal bis zum Genauhaltepunkt P3 verzögert werden (+ ms).
- END: Der Schaltpunkt kann maximal bis zum Genauhaltepunkt P2 vorverlegt werden (- ms).

Wenn für die zeitliche Verschiebung größere Werte angegeben werden, schaltet die Steuerung automatisch an der Schaltgrenze.

### Beispiel 2

Startpunkt ist Genauhaltepunkt und Zielpunkt ist überschliffen.

```
LIN P1 VEL=0.3m/s CPDAT1
LIN P2 VEL=0.3m/s CPDAT2
SYN OUT 1 '' State= TRUE at START Delay=20ms
SYN OUT 2 '' State= TRUE at END Delay=-20ms
LIN P3 CONT VEL=0.3m/s CPDAT3
LIN P4 VEL=0.3m/s CPDAT4
```

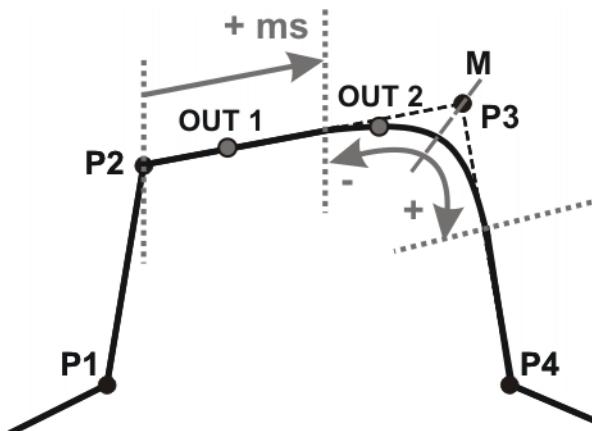


Abb. 9-42

OUT 1 und OUT 2 geben die ungefähren Positionen an, an denen geschaltet wird. Die gepunkteten Linien geben die Schaltgrenzen an. M = Mitte des Überschleifbereichs.

Schaltgrenzen:

- START: Der Schaltpunkt kann maximal bis zum Beginn des Überschleifbereichs von P3 verzögert werden (+ ms).

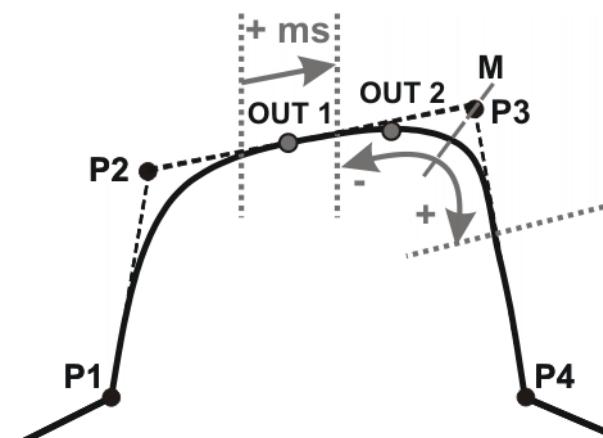
- END: Der Schaltpunkt kann maximal bis zum Beginn des Überschleifbereichs von P3 vorverlegt werden (-).  
Der Schaltpunkt kann maximal bis zum Ende des Überschleifbereichs von P3 verzögert werden (+).

Wenn für die zeitliche Verschiebung größere Werte angegeben werden, schaltet die Steuerung automatisch an der Schaltgrenze.

### **Beispiel 3**

Start- und Zielpunkt sind überschliffen.

```
LIN P1 VEL=0.3m/s CPDAT1
LIN P2 CONT VEL=0.3m/s CPDAT2
SYN OUT 1 '' State= TRUE at START Delay=20ms
SYN OUT 2 '' State= TRUE at END Delay=-20ms
LIN P3 CONT VEL=0.3m/s CPDAT3
LIN P4 VEL=0.3m/s CPDAT4
```



**Abb. 9-43**

OUT 1 und OUT 2 geben die ungefähren Positionen an, an denen geschaltet wird. Die gepunkteten Linien geben die Schaltgrenzen an. M = Mitte des Überschleifbereichs.

Schaltgrenzen:

- START: Der Schaltpunkt kann frühestens am Ende des Überschleifbereichs von P2 liegen.  
Der Schaltpunkt kann maximal bis zum Beginn des Überschleifbereichs von P3 verzögert werden (+ ms).
- END: Der Schaltpunkt kann maximal bis zum Beginn des Überschleifbereichs von P3 vorverlegt werden (-).  
Der Schaltpunkt kann maximal bis zum Ende des Überschleifbereichs von P3 verzögert werden (+).

Wenn für die zeitliche Verschiebung größere Werte angegeben werden, schaltet die Steuerung automatisch an der Schaltgrenze.

### **9.6.15 Inline-Formular SYN OUT, Option PATH**

Die Schaltaktion bezieht sich auf den Zielpunkt der Bewegung. Die Schaltaktion kann örtlich und zeitlich verschoben werden. Die Bewegung kann LIN oder CIRC sein. Sie darf keine PTP-Bewegung sein.

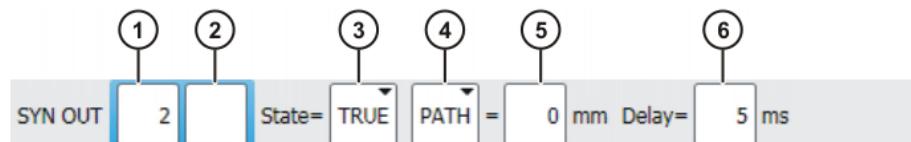


Abb. 9-44: Inline-Formular SYN OUT, Option PATH

Pos.	Beschreibung
1	Nummer des Ausgangs
2	Wenn für den Ausgang ein Name existiert, wird er angezeigt. Nur für Benutzergruppe Experte: Durch Drücken auf <b>Langtext</b> kann ein Name eingegeben werden. Der Name ist frei wählbar.
3	Status, auf den der Ausgang geschaltet wird <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>TRUE</b></li> <li>■ <b>FALSE</b></li> </ul>
4	■ <b>PATH:</b> SYN OUT bezieht sich auf den Zielpunkt der Bewegung.
5	Dieses Feld wird nur angezeigt, wenn <b>PATH</b> ausgewählt wurde. Entfernung des Schaltpunkts vom Zielpunkt <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>-2 000 ... +2 000 mm</b></li> </ul>
6	Zeitliche Verschiebung der Schaltaktion <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>-1 000 ... +1 000 ms</b></li> </ul> <p><b>Hinweis:</b> Die Zeitangabe ist absolut. D. h., der Schaltpunkt ändert sich je nach Geschwindigkeit des Roboters.</p>

**Beispiel 1**

Startpunkt ist Genauhaltepunkt und Zielpunkt ist überschliffen.

```
LIN P1 VEL=0.3m/s CPDAT1
SYN OUT 1 '' State= TRUE at START PATH=20mm Delay=-5ms
LIN P2 CONT VEL=0.3m/s CPDAT2
LIN P3 CONT VEL=0.3m/s CPDAT3
LIN P4 VEL=0.3m/s CPDAT4
```

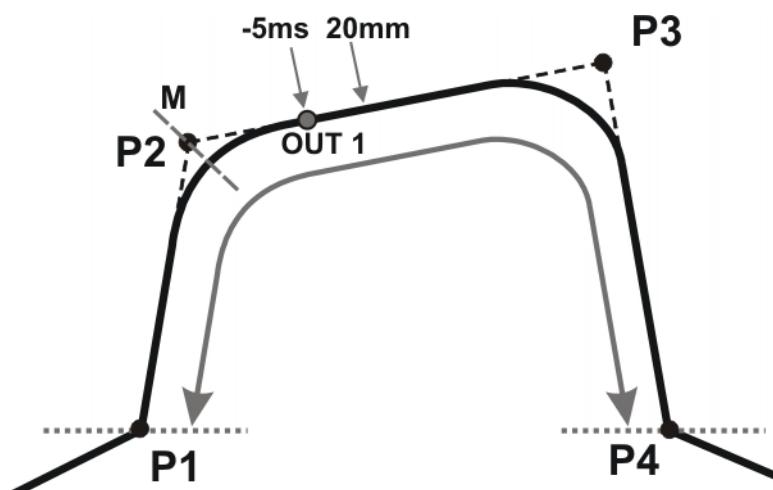


Abb. 9-45

OUT 1 gibt die ungefähre Position an, an der geschaltet wird. Die gepunkteten Linien geben die Schaltgrenzen an. M = Mitte des Überschleifbereichs.

Schaltgrenzen:

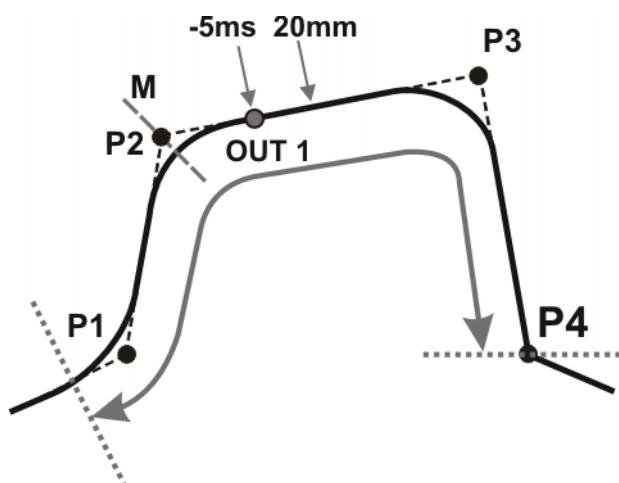
- Der Schaltpunkt kann frühestens bis zum Genauhaltepunkt P1 vorverlegt werden.
- Der Schaltpunkt kann maximal bis zum nächsten Genauhaltepunkt P4 verzögert werden. Wenn P3 ein Genauhaltepunkt wäre, könnte der Schaltpunkt maximal bis P3 verzögert werden.

Wenn für die örtliche oder zeitliche Verschiebung größere Werte angegeben werden, schaltet die Steuerung automatisch an der Schaltgrenze.

## Beispiel 2

Start- und Zielpunkt sind überschliffen.

```
LIN P1 CONT VEL=0.3m/s CPDATA1
SYN OUT 1 '' State= TRUE at START PATH=20mm Delay=-5ms
LIN P2 CONT VEL=0.3m/s CPDATA2
LIN P3 CONT VEL=0.3m/s CPDATA3
LIN P4 VEL=0.3m/s CPDATA4
```



**Abb. 9-46**

OUT 1 gibt die ungefähre Position an, an der geschaltet wird. Die gepunkteten Linien geben die Schaltgrenzen an. M = Mitte des Überschleifbereichs.

Schaltgrenzen:

- Der Schaltpunkt kann frühestens bis zum Beginn des Überschleifbereichs von P1 vorverlegt werden.
- Der Schaltpunkt kann maximal bis zum nächsten Genauhaltepunkt P4 verzögert werden. Wenn P3 ein Genauhaltepunkt wäre, könnte der Schaltpunkt maximal bis P3 verzögert werden.

Wenn für die örtliche oder zeitliche Verschiebung größere Werte angegeben werden, schaltet die Steuerung automatisch an der Schaltgrenze.

### 9.6.16 Puls setzen auf der Bahn - SYN PULSE

#### Voraussetzung

- Programm ist angewählt.
- Betriebsart T1

#### Vorgehensweise

1. Cursor in die Zeile setzen, nach der die Logikanweisung eingefügt werden soll.
2. Menüfolge **Befehle > Logik > OUT > SYN PULSE** wählen.
3. Im Inline-Formular die Parameter einstellen.  
(>>> 9.6.17 "Inline-Formular SYN PULSE" Seite 248)
4. Anweisung mit **Befehl OK** speichern.

### 9.6.17 Inline-Formular SYN PULSE

Mit SYN PULSE kann am Start- oder am Zielpunkt der Bewegung ein Impuls ausgelöst werden. Der Impuls kann zeitlich und/oder örtlich verschoben werden: D. h., er muss nicht genau am Punkt ausgelöst werden, sondern er kann auch vorher oder nachher ausgelöst werden.



Abb. 9-47: Inline-Formular SYN PULSE

Pos.	Beschreibung
1	Nummer des Ausgangs
2	Wenn für den Ausgang ein Name existiert, wird er angezeigt. Nur für Benutzergruppe Experte: Durch Drücken auf <b>Langtext</b> kann ein Name eingegeben werden. Der Name ist frei wählbar.
3	Status, auf den der Ausgang geschaltet wird <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>TRUE</b></li> <li>■ <b>FALSE</b></li> </ul>
4	Dauer des Impulses <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>0,1 ... 3 s</b></li> </ul>
5	Punkt, auf den sich SYN PULSE bezieht: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>START</b>: Startpunkt der Bewegung</li> <li>■ <b>END</b>: Zielpunkt der Bewegung</li> </ul> <p>Beispiele und Schaltgrenzen siehe SYN OUT. (&gt;&gt;&gt; 9.6.14 "Inline-Formular SYN OUT, Option START/END" Seite 243)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>PATH</b>: SYN PULSE bezieht sich auf den Zielpunkt. Zusätzlich ist eine örtliche Verschiebung möglich.</li> </ul> <p>Beispiele und Schaltgrenzen siehe SYN OUT. (&gt;&gt;&gt; 9.6.15 "Inline-Formular SYN OUT, Option PATH" Seite 245)</p>
6	Entfernung des Schaltpunkts vom Zielpunkt <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>-2 000 ... +2 000 mm</b></li> </ul> <p>Diese Feld wird nur angezeigt, wenn <b>PATH</b> ausgewählt wurde.</p>
7	Zeitliche Verschiebung der Schaltaktion <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>-1 000 ... +1 000 ms</b></li> </ul> <p><b>Hinweis:</b> Die Zeitangabe ist absolut. Der Schaltpunkt ändert sich je nach Geschwindigkeit des Roboters.</p>

### 9.6.18 Logikanweisung ändern

#### Voraussetzung

- Programm ist angewählt.

- Betriebsart T1

- Vorgehensweise**
1. Cursor in die Zeile mit der Anweisung setzen, die geändert werden soll.
  2. **Ändern** drücken. Das Inline-Formular zur Anweisung öffnet sich.
  3. Die Parameter ändern.
  4. Änderungen mit **Befehl OK** speichern.



## 10 KUKA Service

### 10.1 Support-Anfrage

**Einleitung**

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

**Informationen****Zur Abwicklung einer Anfrage werden folgende Informationen benötigt:**

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

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

- Typ und Seriennummer der Kinematik, z. B. des Manipulators
- Typ und Seriennummer der Steuerung
- Typ und Seriennummer der Energiezuführung
- Bezeichnung und Version der System Software
- Bezeichnungen und Versionen weiterer/anderer Software-Komponenten oder Modifikationen
- Diagnosepaket **KrcDiag**
  - Für KUKA Sunrise zusätzlich: Vorhandene Projekte inklusive Applikationen
  - Für Versionen der KUKA System Software älter als V8: Archiv der Software (**KrcDiag** steht hier noch nicht zur Verfügung.)
- Vorhandene Applikation
- Vorhandene Zusatzachsen

### 10.2 KUKA Customer Support

**Verfügbarkeit**

Der KUKA Customer Support ist in vielen Ländern verfügbar. Bei Fragen stehen wir gerne zur Verfügung!

**Argentinien**

Ruben Costantini S.A. (Agentur)  
Luis Angel Huergo 13 20  
Parque Industrial  
2400 San Francisco (CBA)  
Argentinien  
Tel. +54 3564 421033  
Fax +54 3564 428877  
[ventas@costantini-sa.com](mailto:ventas@costantini-sa.com)

**Australien**

KUKA Robotics Australia Pty Ltd  
45 Fennell Street  
Port Melbourne VIC 3207  
Australien  
Tel. +61 3 9939 9656  
[info@kuka-robotics.com.au](mailto:info@kuka-robotics.com.au)  
[www.kuka-robotics.com.au](http://www.kuka-robotics.com.au)

<b>Belgien</b>	KUKA Automatisering + Robots N.V. Centrum Zuid 1031 3530 Houthalen Belgien Tel. +32 11 516160 Fax +32 11 526794 <a href="mailto:info@kuka.be">info@kuka.be</a> <a href="http://www.kuka.be">www.kuka.be</a>
<b>Brasilien</b>	KUKA Roboter do Brasil Ltda. Travessa Claudio Armando, nº 171 Bloco 5 - Galpões 51/52 Bairro Assunção CEP 09861-7630 São Bernardo do Campo - SP Brasilien Tel. +55 11 4942-8299 Fax +55 11 2201-7883 <a href="mailto:info@kuka-roboter.com.br">info@kuka-roboter.com.br</a> <a href="http://www.kuka-roboter.com.br">www.kuka-roboter.com.br</a>
<b>Chile</b>	Robotec S.A. (Agency) Santiago de Chile Chile Tel. +56 2 331-5951 Fax +56 2 331-5952 <a href="mailto:robotec@robotec.cl">robotec@robotec.cl</a> <a href="http://www.robotec.cl">www.robotec.cl</a>
<b>China</b>	KUKA Robotics China Co., Ltd. No. 889 Kungang Road Xiaokunshan Town Songjiang District 201614 Shanghai P. R. China Tel. +86 21 5707 2688 Fax +86 21 5707 2603 <a href="mailto:info@kuka-robotics.cn">info@kuka-robotics.cn</a> <a href="http://www.kuka-robotics.com">www.kuka-robotics.com</a>
<b>Deutschland</b>	KUKA Roboter GmbH Zugspitzstr. 140 86165 Augsburg Deutschland Tel. +49 821 797-4000 Fax +49 821 797-1616 <a href="mailto:info@kuka-roboter.de">info@kuka-roboter.de</a> <a href="http://www.kuka-roboter.de">www.kuka-roboter.de</a>

<b>Frankreich</b>	KUKA Automatisme + Robotique SAS Techvallée 6, Avenue du Parc 91140 Villebon S/Yvette Frankreich Tel. +33 1 6931660-0 Fax +33 1 6931660-1 <a href="mailto:commercial@kuka.fr">commercial@kuka.fr</a> <a href="http://www.kuka.fr">www.kuka.fr</a>
<b>Indien</b>	KUKA Robotics India Pvt. Ltd. Office Number-7, German Centre, Level 12, Building No. - 9B DLF Cyber City Phase III 122 002 Gurgaon Haryana Indien Tel. +91 124 4635774 Fax +91 124 4635773 <a href="mailto:info@kuka.in">info@kuka.in</a> <a href="http://www.kuka.in">www.kuka.in</a>
<b>Italien</b>	KUKA Roboter Italia S.p.A. Via Pavia 9/a - int.6 10098 Rivoli (TO) Italien Tel. +39 011 959-5013 Fax +39 011 959-5141 <a href="mailto:kuka@kuka.it">kuka@kuka.it</a> <a href="http://www.kuka.it">www.kuka.it</a>
<b>Japan</b>	KUKA Robotics Japan K.K. YBP Technical Center 134 Godo-cho, Hodogaya-ku Yokohama, Kanagawa 240 0005 Japan Tel. +81 45 744 7691 Fax +81 45 744 7696 <a href="mailto:info@kuka.co.jp">info@kuka.co.jp</a>
<b>Kanada</b>	KUKA Robotics Canada Ltd. 6710 Maritz Drive - Unit 4 Mississauga L5W 0A1 Ontario Kanada Tel. +1 905 670-8600 Fax +1 905 670-8604 <a href="mailto:info@kukarobotics.com">info@kukarobotics.com</a> <a href="http://www.kuka-robotics.com/canada">www.kuka-robotics.com/canada</a>

<b>Korea</b>	KUKA Robotics Korea Co. Ltd. RIT Center 306, Gyeonggi Technopark 1271-11 Sa 3-dong, Sangnok-gu Ansan City, Gyeonggi Do 426-901 Korea Tel. +82 31 501-1451 Fax +82 31 501-1461 <a href="mailto:info@kukakorea.com">info@kukakorea.com</a>
<b>Malaysia</b>	KUKA Robot Automation (M) Sdn Bhd South East Asia Regional Office No. 7, Jalan TPP 6/6 Taman Perindustrian Puchong 47100 Puchong Selangor Malaysia Tel. +60 (03) 8063-1792 Fax +60 (03) 8060-7386 <a href="mailto:info@kuka.com.my">info@kuka.com.my</a>
<b>Mexiko</b>	KUKA de México S. de R.L. de C.V. Progreso #8 Col. Centro Industrial Puente de Vigas Tlalnepantla de Baz 54020 Estado de México Mexiko Tel. +52 55 5203-8407 Fax +52 55 5203-8148 <a href="mailto:info@kuka.com.mx">info@kuka.com.mx</a> <a href="http://www.kuka-robotics.com/mexico">www.kuka-robotics.com/mexico</a>
<b>Norwegen</b>	KUKA Sveiseanlegg + Roboter Sentrumsvegen 5 2867 Hov Norwegen Tel. +47 61 18 91 30 Fax +47 61 18 62 00 <a href="mailto:info@kuka.no">info@kuka.no</a>
<b>Österreich</b>	KUKA Roboter CEE GmbH Gruberstraße 2-4 4020 Linz Österreich Tel. +43 7 32 78 47 52 Fax +43 7 32 79 38 80 <a href="mailto:office@kuka-roboter.at">office@kuka-roboter.at</a> <a href="http://www.kuka.at">www.kuka.at</a>

<b>Polen</b>	KUKA Roboter Austria GmbH Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Oddział w Polsce Ul. Porcelanowa 10 40-246 Katowice Polen Tel. +48 327 30 32 13 or -14 Fax +48 327 30 32 26 ServicePL@kuka-roboter.de
<b>Portugal</b>	KUKA Sistemas de Automatización S.A. Rua do Alto da Guerra nº 50 Armazém 04 2910 011 Setúbal Portugal Tel. +351 265 729780 Fax +351 265 729782 kuka@mail.telepac.pt
<b>Russland</b>	KUKA Robotics RUS Werbnaia ul. 8A 107143 Moskau Russland Tel. +7 495 781-31-20 Fax +7 495 781-31-19 info@kuka-robotics.ru www.kuka-robotics.ru
<b>Schweden</b>	KUKA Svetsanläggningar + Robotar AB A. Odnhrs gata 15 421 30 Västra Frölunda Schweden Tel. +46 31 7266-200 Fax +46 31 7266-201 info@kuka.se
<b>Schweiz</b>	KUKA Roboter Schweiz AG Industriestr. 9 5432 Neuenhof Schweiz Tel. +41 44 74490-90 Fax +41 44 74490-91 info@kuka-roboter.ch www.kuka-roboter.ch

<b>Spanien</b>	KUKA Robots IBÉRICA, S.A. Pol. Industrial Torrent de la Pastera Carrer del Bages s/n 08800 Vilanova i la Geltrú (Barcelona) Spanien Tel. +34 93 8142-353 Fax +34 93 8142-950 <a href="mailto:Comercial@kuka-e.com">Comercial@kuka-e.com</a> <a href="http://www.kuka-e.com">www.kuka-e.com</a>
<b>Südafrika</b>	Jendamark Automation LTD (Agentur) 76a York Road North End 6000 Port Elizabeth Südafrika Tel. +27 41 391 4700 Fax +27 41 373 3869 <a href="http://www.jendamark.co.za">www.jendamark.co.za</a>
<b>Taiwan</b>	KUKA Robot Automation Taiwan Co., Ltd. No. 249 Pujong Road Jungli City, Taoyuan County 320 Taiwan, R. O. C. Tel. +886 3 4331988 Fax +886 3 4331948 <a href="mailto:info@kuka.com.tw">info@kuka.com.tw</a> <a href="http://www.kuka.com.tw">www.kuka.com.tw</a>
<b>Thailand</b>	KUKA Robot Automation (M)SdnBhd Thailand Office c/o Maccall System Co. Ltd. 49/9-10 Soi Kingkaew 30 Kingkaew Road Tt. Rachatheva, A. Bangpli Samutprakarn 10540 Thailand Tel. +66 2 7502737 Fax +66 2 6612355 <a href="mailto:atika@ji-net.com">atika@ji-net.com</a> <a href="http://www.kuka-roboter.de">www.kuka-roboter.de</a>
<b>Tschechien</b>	KUKA Roboter Austria GmbH Organisation Tschechien und Slowakei Sezemická 2757/2 193 00 Praha Horní Počernice Tschechische Republik Tel. +420 22 62 12 27 2 Fax +420 22 62 12 27 0 <a href="mailto:support@kuka.cz">support@kuka.cz</a>

**Ungarn**            KUKA Robotics Hungaria Kft.  
Fö út 140  
2335 Taksony  
Ungarn  
Tel. +36 24 501609  
Fax +36 24 477031  
[info@kuka-robotics.hu](mailto:info@kuka-robotics.hu)

**USA**            KUKA Robotics Corporation  
51870 Shelby Parkway  
Shelby Township  
48315-1787  
Michigan  
USA  
Tel. +1 866 873-5852  
Fax +1 866 329-5852  
[info@kukarobotics.com](mailto:info@kukarobotics.com)  
[www.kukarobotics.com](http://www.kukarobotics.com)

**Vereinigtes Königreich**    KUKA Automation + Robotics  
Hereward Rise  
Halesowen  
B62 8AN  
Vereinigtes Königreich  
Tel. +44 121 585-0800  
Fax +44 121 585-0900  
[sales@kuka.co.uk](mailto:sales@kuka.co.uk)



# Index

## Symbol

#BSTEP 169  
#ISTEP 169  
#MSTEP 169  
\$ANIN 237  
\$ANOUT 237  
\$IN 237  
\$OUT 237  
\$ROBRUNTIME 86, 87

## Zahlen

2004/108/EG 40  
2006/42/EG 40  
3-Punkt-Methode 123  
89/336/EWG 40  
95/16/EG 40  
97/23/EG 40

## A

A6, Justagestellung 107  
ABC 2-Punkt-Methode 121  
ABC World-Methode 120  
Abwählen, Programm 152  
Achsbereich 18  
Achsbereichsbegrenzung 28  
Achsbereichsüberwachung 28  
Administrator 62  
Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen 31  
Angewandte Normen und Vorschriften 40  
Anhalteweg 18, 21  
Anlagenintegrator 20  
ANOUT 239  
ANSI/RIA R.15.06-2012 41  
Antriebe, ein-/ausschalten 51  
Antriebsbus 55  
Anwählen, Programm 151  
Anwender 21  
Anzeigen, Informationen Roboter 86  
Anzeigen, Informationen Robotersteuerung 86  
Arbeitsbereich 18, 21  
Arbeitsbereichsbegrenzung 28  
Arbeitsraumüberwachung überbrücken 76  
Archivieren, auf Netzwerk 162  
Archivieren, auf USB-Stick 161  
Archivieren, Logbuch 162  
Archivierung, Übersicht 160  
Ausgang, analog 239  
Ausgang, digital 237  
Ausschneiden 160  
Automatik Extern starten 175  
Automatikbetrieb 37  
Außerbetriebnahme 39

## Ä

Ändern, Bewegungsparameter 236  
Ändern, Koordinaten 236  
Ändern, Logikanweisung 248

## B

BASE-Koordinatensystem 63, 123  
Basis, auswählen 70  
Basis, vermessen 123  
Bearbeiten (Schaltfläche) 48  
Bediener 61  
Bedienerschutz 22, 24, 30, 51, 52  
Bedienoberfläche 47  
Bedienung 43  
Beenden, KSS 53  
Begriffe, Sicherheit 18  
Benutzergruppe, Default 61  
Benutzergruppe, wechseln 61  
Bestimmungsgemäße Verwendung 14, 17  
Betreiber 19, 20  
Betriebsart, wechseln 62  
Betriebsartenwahl 22, 23  
Betriebsdauer 86, 87  
Betriebsstundenzähler 87  
Bewegungsarten 181  
Bewegungsprogrammierung, Grundlagen 181  
Bremsdefekt 31  
Bremsenöffnungs-Gerät 29  
Bremsweg 18

## C

CE-Kennzeichnung 18  
CELL.SRC 175  
CIRC-Bewegung 205  
CIRC, Bewegungsart 182  
Continuous Path 181  
CP-Bewegung 181  
CP-Spline-Block 209

## D

Dateiliste 150  
DEF-Zeile (Menüpunkt) 156  
DEF-Zeile, ein-/ausblenden 156  
Dejustieren 113  
Detailansicht (ASCII) (Menüpunkt) 156  
Detailansicht, anzeigen 156  
Dokumentation, Industrieroboter 11  
Drehkipptisch 17, 134  
Drucken, Programm 160  
Druckgeräterichtlinie 38, 40

## E

Editor 151  
EG-Konformitätserklärung 18  
Ein-/Ausgänge, analog 80, 237  
Ein-/Ausgänge, Automatik Extern 81  
Ein-/Ausgänge, digital 79, 237  
Einbauerklärung 17, 18  
Einfügen 159  
Einleitung 11  
Einschalten, Robotersteuerung 52  
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) 41  
EMV-Richtlinie 18, 40

EN 60204-1 + A1 41  
EN 61000-6-2 41  
EN 61000-6-4 + A1 41  
EN 614-1 41  
EN ISO 10218-1 41  
EN ISO 12100 41  
EN ISO 13849-1 41  
EN ISO 13849-2 41  
EN ISO 13850 41  
Energieverbrauch, messen 76  
Entsorgung 39  
Ersetzen 160  
Erstjustage 98, 108  
Exportieren (Schaltfläche) 88  
Externe Kinematik, vermessen 134

**F**

Fahrbedingungen (Fenster) 50  
Filter 151  
Flags, anzeigen 82, 83  
FLANGE-Koordinatensystem 64, 116  
Freidreh-Vorrichtung 29  
Funktionsprüfung 33

**G**

Gebrauchsduer 19  
Gefahrenbereich 19  
Gefahrstoffe 38  
Geschwindigkeit 70, 172  
Geschwindigkeit, Überwachung 27  
Gewichtsausgleich 38

**H**

Haftungshinweis 17  
Hand-Override 69  
Handwurzelpunkt 200  
Hauptmenü, aufrufen 52  
Herunterfahren (Menüpunkt) 53  
Hibernate 55  
Hilfspunkt 182  
Hinweise 11  
HOME-Position 155  
HOV 69

**I**

Impuls 238  
Inbetriebnahme 32, 89  
Inbetriebnahme-Assistent 89  
Inbetriebnahme-Modus 35  
Indirekte Methode 125  
Industrieroboter 13, 17  
Info (Menüpunkt) 86  
Inkrement 75  
Inkrementelles Handverfahren 74  
Inline-Formulare 203  
Instandsetzung 37  
INTERN.ZIP 161, 162  
Interpolationsmodus 207, 212  
Istposition 78

**J**

Justage 92  
Justage nach Instandhaltungsmaßnahmen 105  
Justage, löschen 113  
Justage, Methoden 93  
Justagemarken 94, 95  
Justagestellung, A6 107  
Justageverlust 98, 102, 107, 112

**K**

Kaltstart 55  
Kaltstart, initial 55  
Kennzeichnungen 29  
Kinematikgruppe 48, 67  
Kollisionserkennung 207  
Kommentar 158  
Konformitätserklärung 18  
Konstantfahrbereich 222, 233  
Koordinatensystem, für Space Mouse 47  
Koordinatensystem, für Verfahrtasten 48  
Koordinatensysteme 63  
Koordinatensysteme, Orientierung 64  
Koordinatensysteme, Winkel 64  
Kopfzeile 150  
Kopieren 159  
KrcDiag 163  
Kreiswinkel 200  
KUKA Customer Support 86, 251  
KUKA smartHMI 47  
KUKA smartPAD 19, 43  
KUKA.Load 141  
KUKA.LoadDataDetermination 141

**L**

Lagerung 39  
Langtexte, exportieren 143  
Langtexte, importieren 143  
Lastdaten 141  
LIN-Bewegung 204  
LIN, Bewegungsart 182  
Lineareinheit 17, 131

**M**

Manipulator 13, 17, 19  
Manueller Betrieb 36  
Marken 12  
Maschinendaten 33, 86, 87, 89  
Maschinenrichtlinie 18, 40  
Mechanische Achsbereichsbegrenzung 28  
Mechanische Endanschläge 28  
Meldungen, Hilfe anzeigen 58  
Meldungsfenster 47  
MEMD 93, 106  
Messpunkte (Menüpunkt) 86  
Messtaster 93  
Messuhr 103  
Mikro Electronic Mastering Device 93, 106  
Modul 59  
Motor, Tausch 105

**N**

Name, Archiv 88  
 Name, Roboter 86, 87  
 Name, Steuerungs-PC 86  
 Navigator 150  
 Neuen Ordner, anlegen 149  
 Neues Programm, anlegen 149  
 Niederspannungsrichtlinie 18  
 NOT-HALT 44  
 NOT-HALT-Einrichtung 25, 26, 30  
 NOT-HALT-Gerät 25  
 NOT-HALT, extern 26, 33  
 NOT-HALT, lokal 33  
 Numerische Eingabe, Basis 126  
 Numerische Eingabe, externer TCP 128  
 Numerische Eingabe, externes Werkzeug 141  
 Numerische Eingabe, Fußpunkt Kinematik 136  
 Numerische Eingabe, Lineareinheit 133  
 Numerische Eingabe, Werkzeug 122

**O**

Offset 98, 101, 107, 111, 239  
 Online-Dokumentation 57  
 Online-Hilfe 57  
 Optionen 13, 17  
 Optionspakete, sichern 166  
 Optionspakete, wiederherstellen 167  
 Ordner, neu anlegen 149  
 Orientierungsführung, LIN, CIRC 184  
 Orientierungsführung, Spline 196  
 OUT 237  
 Override 69, 172

**Ö**

Öffnen, Programm 151

**P**

Palettierroboter 117, 122  
 Panikstellung 26  
 Performance Level 23  
 Peripherieschütz 35, 90  
 Personal 20  
 Pflegearbeiten 38  
 Pinnen 166  
 Point to Point 181  
 Positionierer 17, 134  
 Positioniergenauer Roboter, Aktivierung prüfen  
 91  
 POV 172  
 Power-fail, Wartezeit 56  
 Power-off, Wartezeit 54, 56  
 Produktbeschreibung 13  
 PROFInergy 77  
 Programm-Override 172  
 Programm, abwählen 152  
 Programm, anwählen 151  
 Programm, automatisch starten 174  
 Programm, bearbeiten 157  
 Programm, drucken 160  
 Programm, manuell starten 173  
 Programm, neu anlegen 149

Programm, öffnen 151  
 Programm, schließen 153  
 Programm, stoppen 173, 174, 175  
 Programm, zurücksetzen 174  
 Programmablaufart, auswählen 169  
 Programmablaufarten 169  
 Programmausführung 169  
 Programmierer 62  
 Programmierhandgerät 13, 17  
 Programmierung, Anwender 203  
 Programmierung, Inline-Formulare 203  
 Programmzeilen, löschen 159  
 Projekt, inaktiv 166  
 Projekte, sichern 166  
 Projekte, wiederherstellen 167  
 Projektverwaltung (Fenster) 164  
 PTP-Bewegung 203  
 PTP-Spline-Block 209  
 PTP, Bewegungsart 181  
 Puls, bahnbezogen 247  
 PULSE 238

**R**

RDC, Daten sichern 166  
 RDC, Daten wiederherstellen 167  
 RDC, Tausch 105  
 Reaktionsweg 18  
 Referenzjustage 105  
 Reinigungsarbeiten 38  
 Roboterdaten (Menüpunkt) 87  
 Robotersteuerung 13, 17  
 ROBROOT-Koordinatensystem 63  
 Ruck 212, 213, 218, 219, 226, 228  
 Rückwärts fahren 175

**S**

Satzanwahl 174, 188  
 Satzzeiger 153, 170  
 Schaltaktion, bahnbezogen 242  
 Schulungen 11  
 Schutzausstattung 27  
 Schutzbereich 19, 21  
 Schutzeinrichtungen, extern 30  
 Schutzfunktionen 30  
 SCIRC-Bewegung, programmieren 226  
 SCIRC-Segment, programmieren 214  
 SEMD 93, 98  
 Seriennummer 87  
 Service, KUKA Roboter 251  
 Sicherer Betriebshalt 19, 27  
 Sicherheit 17  
 Sicherheit von Maschinen 41  
 Sicherheit, Allgemein 17  
 Sicherheitsfunktionen 22  
 Sicherheitsfunktionen, Übersicht 22  
 Sicherheitshalt STOP 0 19  
 Sicherheitshalt STOP 1 19  
 Sicherheitshalt STOP 2 19  
 Sicherheitshalt 0 19  
 Sicherheitshalt 1 19  
 Sicherheitshalt 2 19

- Sicherheitshalt, extern 27  
Sicherheitshinweise 11  
Sicherheitskonfiguration, exportieren 88  
Sicherheitskonfiguration, importieren 88  
Sicherheitsoptionen 19  
Sicherheitssteuerung 23  
Sichern, Optionspakete 166  
Sichern, Projekte 166  
Sichern, RDC-Daten 166  
Simulation 37  
Single Point of Control 39  
Singularität, CP-Spline 197  
Singularitäten 200  
SLIN-Bewegung, programmieren 224  
SLIN-Segment, programmieren 214  
smarthMI 13, 47  
smartPAD 20, 31, 43  
Software 13, 17  
Software-Endschalter 28, 30, 113  
Software-Endschalter, ändern 114  
Sonderzeichen 203  
Space Mouse 44, 65, 71, 73, 74  
Spannung 81, 239, 240  
Spannungsausfall, überbrücken 54, 56  
Speicherkapazitäten 86  
SPL-Segment, programmieren 214  
Spline-Block, programmieren 209  
Spline-Segment 185  
Spline, Bewegungsart 185  
SPOC 39  
Sprache 57  
SPTP-Bewegung, programmieren 229  
SPTP-Segment, programmieren 216  
Standard Electronic Mastering Device 93, 98  
Start-Rückwärts-Taste 44  
Start-Taste 44, 45  
Starten, KSS 52  
Starten, Programm 173, 174  
Starttypen 55  
Statusleiste 47, 49  
Statustasten 44  
Statuszeile 150  
Stempel 158  
STOP 0 18, 20  
STOP 1 18, 20  
STOP 2 18, 20  
STOP-Taste 44  
Stopp-Kategorie 0 20  
Stopp-Kategorie 1 20  
Stopp-Kategorie 2 20  
Stopp-Reaktionen 22  
Stoppen, Programm 173, 174, 175  
Störungen 32  
Strichmarkierung, für Justage 108  
Submit-Interpreter 49  
Submit-Interpreter, Statusanzeige 50  
Suchen 160  
Support-Anfrage 251  
SYN OUT 242  
SYN PULSE 247  
Systemintegrator 18, 20, 21
- Systemvoraussetzungen 14
- T**
- T1 20  
T2 20  
Tastatur 44, 48  
Tastatur-Taste 44  
TCP 116  
TCP, externer 126  
Teachen 236  
Technologiepakete 13, 86, 203  
Timer, anzeigen 85  
Tippbetrieb 27, 30  
Tool Center Point 116  
TOOL-Koordinatensystem 63, 116  
Touch-Screen 43, 48  
Traglastdaten 142  
Transport 32  
Trigger, für Spline-Inline-Formular 219  
Typ, Roboter 86  
Typ, Robotersteuerung 86  
Typenschlüssel 45, 89
- U**
- Umbenennen, Basis 131  
Umbenennen, Datei 149  
Umbenennen, Ordner 149  
Umbenennen, Werkzeug 131  
Umteachen 236  
US2 35, 90  
USB-Anschluss 45  
USB-Sticks 14
- Ü**
- Überbrücken (Menüpunkt) 76  
Überbrücken, Spannungsausfall 54, 56  
Überlast 31  
Überschleifen 183, 208  
Übersicht des Industrieroboters 13  
Überwachung, Geschwindigkeit 27
- V**
- Verbindungs-Manager 43  
Verbindungsleitungen 13, 17  
Verfahrtart "Space Mouse" 67  
Verfahrtart "Verfahrtasten" 67  
Verfahrtart, aktivieren 69  
Verfahren, achsspezifisch 64, 70  
Verfahren, kartesisch 64, 70, 74  
Verfahren, manuell, Roboter 64  
Verfahren, manuell, Zusatzachsen 75  
Verfahrtasten 44, 65, 70  
Vermessen 116  
Vermessen, Basis 123  
Vermessen, externe Kinematik 134  
Vermessen, externer TCP 126  
Vermessen, feststehendes Werkzeug 126  
Vermessen, Fußpunkt Kinematik 135  
Vermessen, Lineareinheit 132  
Vermessen, TOOL-Kinematik 139  
Vermessen, Werkstück 126

Vermessen, Werkzeug 116  
Verriegelung trennender Schutzeinrichtungen 24  
Version, Bedienoberfläche 86  
Version, Betriebssystem 86  
Version, Grundsystem 86  
Version, Robotersteuerung 86  
Verwendung, nicht bestimmungsgemäß 17  
Verwendung, unsachgemäß 17  
Verzeichnisstruktur 150  
Vorjustagestellung 94, 96  
Vorlauf 169

**W**

WAIT 240  
WAITFOR 241  
Wartefunktion, signalabhängig 241  
Wartezeit 240  
Wartezeit, Power-fail 56  
Wartezeit, Power-off 54, 56  
Wartung 37, 145  
Werkstück-Basis, numerisch eingeben 139  
Werkstück-Basis, vermessen 137  
Werkzeug, auswählen 70  
Werkzeug, externes 139  
Werkzeug, feststehendes 126  
Werkzeug, vermessen 116  
Werkzeuglastdaten (Menüpunkt) 142  
Wiederherstellen, Daten 163  
Wiederherstellen, Optionspakete 167  
Wiederherstellen, Projekte 167  
Wiederherstellen, RDC-Daten 167  
Wiederinbetriebnahme 32, 89  
WORLD-Koordinatensystem 63

**X**

XML-Export 88  
XML-Import 88  
XYZ 4-Punkt-Methode 117  
XYZ Referenz-Methode 119

**Z**

Zähler, anzeigen 84  
Zeilenumbruch (Menüpunkt) 157  
Zielgruppe 11  
Zubehör 13, 17  
Zusatzachsen 17, 20, 78, 86  
Zusatzlastdaten (Menüpunkt) 142  
Zustimmeinrichtung 26, 30  
Zustimmeinrichtung, extern 27  
Zustimmungsschalter 26, 45



