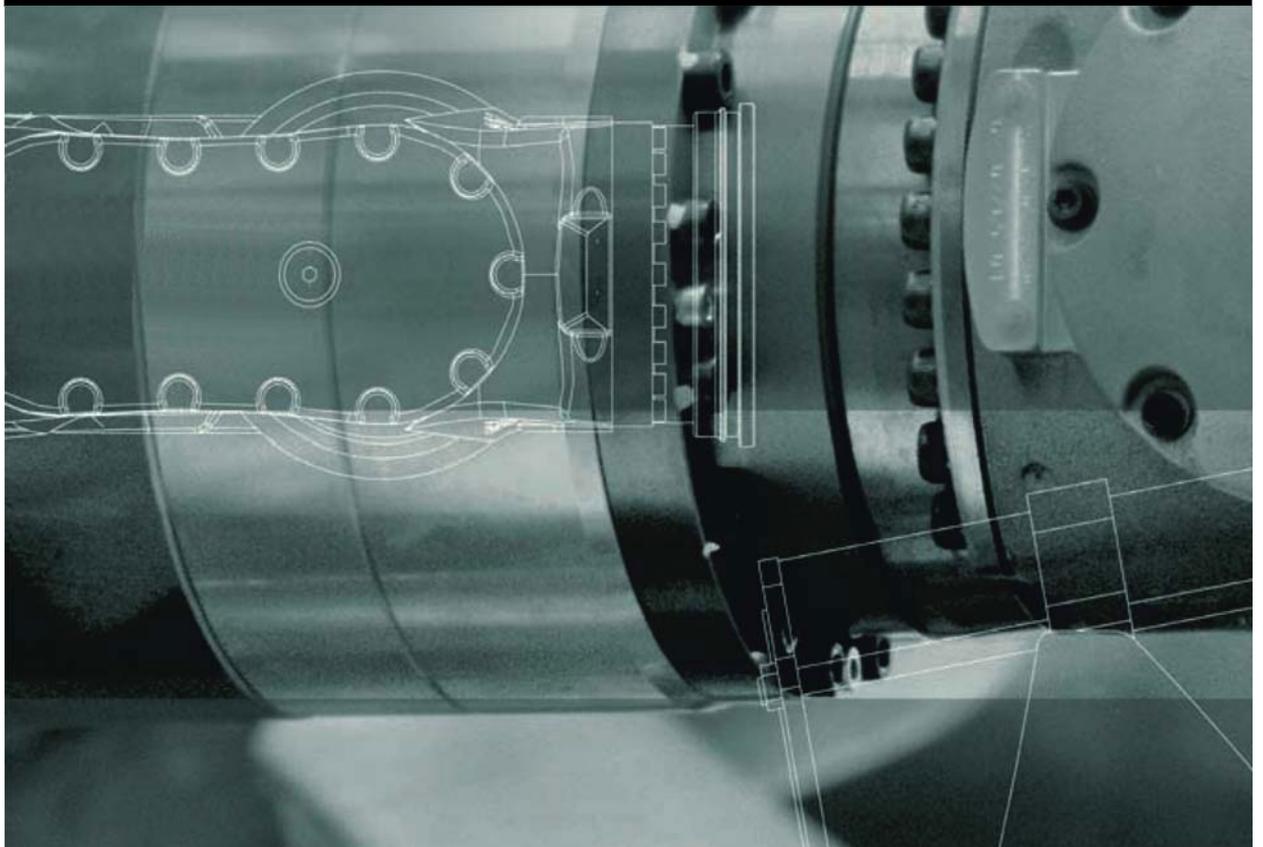


KUKA System Software 8.2

Bedien- und Programmieranleitung für Endanwender



Stand: 19.06.2012

Version: KSS 8.2 END V2 de (PDF)

© Copyright 2012

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 bzw. im Servicefall.

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

Technische Änderungen ohne Beeinflussung der Funktion vorbehalten.

Original-Dokumentation

KIM-PS5-DOC

Publikation:	Pub KSS 8.2 END (PDF) de
Buchstruktur:	KSS 8.2 END V2.3
Version:	KSS 8.2 END V2 de (PDF)

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
1.1	Zielgruppe	9
1.2	Dokumentation des Industrieroboters	9
1.3	Darstellung von Hinweisen	9
1.4	Warenzeichen	10
2	Produktbeschreibung	11
2.1	Übersicht des Industrieroboters	11
2.2	Übersicht der Software-Komponenten	11
2.3	Übersicht KUKA System Software (KSS)	11
2.4	KUKA-USB-Sticks	12
3	Sicherheit	13
3.1	Allgemein	13
3.1.1	Haftungshinweis	13
3.1.2	Bestimmungsgemäße Verwendung des Industrieroboters	13
3.1.3	EG-Konformitätserklärung und Einbauerklärung	14
3.1.4	Verwendete Begriffe	14
3.2	Personal	16
3.3	Arbeits-, Schutz- und Gefahrenbereich	18
3.4	Auslöser für Stopp-Reaktionen	18
3.5	Sicherheitsfunktionen	19
3.5.1	Übersicht der Sicherheitsfunktionen	19
3.5.2	Sicherheitssteuerung	20
3.5.3	Betriebsartenwahl	20
3.5.4	Bedienerschutz	21
3.5.5	NOT-HALT-Einrichtung	21
3.5.6	Abmelden von der übergeordneten Sicherheitssteuerung	22
3.5.7	Externe NOT-HALT-Einrichtung	22
3.5.8	Zustimmeinrichtung	22
3.5.9	Externe Zustimmeinrichtung	23
3.5.10	Externer sicherer Betriebshalt	23
3.5.11	Externer Sicherheitshalt 1 und externer Sicherheitshalt 2	23
3.5.12	Geschwindigkeitsüberwachung in T1	24
3.6	Zusätzliche Schutzausstattung	24
3.6.1	Tippbetrieb	24
3.6.2	Software-Endschalter	24
3.6.3	Mechanische Endanschläge	24
3.6.4	Mechanische Achsbereichsbegrenzung (Option)	25
3.6.5	Achsbereichsüberwachung (Option)	25
3.6.6	Vorrichtungen zum Bewegen des Manipulators ohne Robotersteuerung (Optionen)	25
3.6.7	Kennzeichnungen am Industrieroboter	26
3.6.8	Externe Schutzeinrichtungen	27
3.7	Übersicht Betriebsarten und Schutzfunktionen	27
3.8	Sicherheitsmaßnahmen	28
3.8.1	Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen	28
3.8.2	Transport	29

3.8.3	Inbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme	29
3.8.3.1	Inbetriebnahme-Modus	31
3.8.4	Manueller Betrieb	32
3.8.5	Simulation	33
3.8.6	Automatikbetrieb	33
3.8.7	Wartung und Instandsetzung	33
3.8.8	Außerbetriebnahme, Lagerung und Entsorgung	35
3.8.9	Sicherheitsmaßnahmen für "Single Point of Control"	35
3.9	Angewandte Normen und Vorschriften	36
4	Bedienung	39
4.1	Programmierhandgerät KUKA smartPAD	39
4.1.1	Vorderseite	39
4.1.2	Rückseite	41
4.1.3	smartPAD abstecken und anstecken	42
4.2	Bedienoberfläche KUKA smartHMI	43
4.2.1	Statusleiste	44
4.2.2	Statusanzeige "Submit-Interpreter"	45
4.2.3	Tastatur	46
4.3	Robotersteuerung einschalten und KSS starten	46
4.4	Hauptmenü aufrufen	46
4.5	KSS beenden oder neu starten	47
4.6	Robotersteuerung ausschalten	50
4.7	Sprache der Bedienoberfläche einstellen	50
4.8	Online-Dokumentation und Online-Hilfe	50
4.8.1	Online-Dokumentation aufrufen	50
4.8.2	Online-Hilfe aufrufen	51
4.9	Benutzergruppe wechseln	54
4.10	Betriebsart wechseln	55
4.11	Koordinatensysteme	56
4.12	Roboter manuell verfahren	57
4.12.1	Fenster "Handverfahroptionen"	58
4.12.1.1	Registerkarte "Allgemein"	59
4.12.1.2	Registerkarte "Tasten"	59
4.12.1.3	Registerkarte "Maus"	60
4.12.1.4	Registerkarte "Kcp Pos."	61
4.12.1.5	Registerkarte "Akt. Basis/Wkzg."	61
4.12.2	Verfahrart aktivieren	62
4.12.3	Hand-Override (HOV) einstellen	62
4.12.4	Werkzeug und Basis auswählen	62
4.12.5	Mit Verfahrtasten achsspezifisch verfahren	63
4.12.6	Mit Verfahrtasten kartesisch verfahren	63
4.12.7	Space Mouse konfigurieren	63
4.12.8	Ausrichtung der Space Mouse festlegen	65
4.12.9	Mit Space Mouse kartesisch verfahren	66
4.12.10	Inkrementelles Handverfahren	67
4.13	Zusatzachsen manuell verfahren	68
4.14	Arbeitsraumüberwachung überbrücken	68
4.15	Anzeigefunktionen	69

4.15.1	Istposition anzeigen	69
4.15.2	Digitale Ein-/Ausgänge anzeigen	70
4.15.3	Analoge Ein-/Ausgänge anzeigen	71
4.15.4	Ein-/Ausgänge für Automatik Extern anzeigen	72
4.15.5	Zyklische Flags anzeigen	73
4.15.6	Flags anzeigen	74
4.15.7	Zähler anzeigen	75
4.15.8	Timer anzeigen	76
4.15.9	Vermessungsdaten anzeigen	77
4.15.10	Infos zu Roboter und Robotersteuerung anzeigen	77
4.15.11	Roboterdaten anzeigen/bearbeiten	78
5	Inbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme	81
5.1	Inbetriebnahme-Assistent	81
5.2	Maschinendaten prüfen	81
5.3	Roboter ohne übergeordnete Sicherheitssteuerung verfahren	82
5.4	Aktivierung des positioniergenauen Robotermodells prüfen	83
5.5	Justage	83
5.5.1	Justagemethoden	84
5.5.2	Achsen in Vorjustagestellung verfahren	85
5.5.3	Justieren mit dem EMD	86
5.5.3.1	Erstjustage durchführen (mit EMD)	87
5.5.3.2	Offset lernen (mit EMD)	89
5.5.3.3	Lastjustage mit Offset prüfen (mit EMD)	90
5.5.4	Justieren mit der Messuhr	92
5.5.5	Zusatzachsen justieren	93
5.5.6	Referenzjustage	93
5.5.7	Justieren mit MEMD und Strichmarkierung	94
5.5.7.1	Erstjustage durchführen (mit MEMD)	95
5.5.7.2	Offset lernen (mit MEMD)	98
5.5.7.3	Lastjustage mit Offset prüfen (mit MEMD)	99
5.5.8	Achsen manuell dejustieren	101
5.6	Software-Endschalter ändern	101
5.7	Vermessen	104
5.7.1	Werkzeug vermessen	104
5.7.1.1	TCP vermessen: XYZ 4-Punkt-Methode	105
5.7.1.2	TCP vermessen: XYZ Referenz-Methode	107
5.7.1.3	Orientierung festlegen: ABC World-Methode	108
5.7.1.4	Orientierung festlegen: ABC 2-Punkt-Methode	109
5.7.1.5	Numerische Eingabe	110
5.7.2	Basis vermessen	111
5.7.2.1	3-Punkt-Methode	111
5.7.2.2	Indirekte Methode	113
5.7.2.3	Indirekte Methode	114
5.7.3	Feststehendes Werkzeug vermessen	114
5.7.3.1	Externen TCP vermessen	115
5.7.3.2	Externen TCP numerisch eingeben	117
5.7.3.3	Werkstück vermessen: Direkte Methode	117
5.7.3.4	Werkstück vermessen: Indirekte Methode	119
5.7.4	Werkzeug/Basis umbenennen	120

5.7.5	Lineareinheit	120
5.7.5.1	Prüfen, ob die Lineareinheit vermessen werden muss	120
5.7.5.2	Lineareinheit vermessen	121
5.7.5.3	Lineareinheit numerisch eingeben	122
5.7.6	Externe Kinematik vermessen	123
5.7.6.1	Fußpunkt vermessen	124
5.7.6.2	Fußpunkt numerisch eingeben	125
5.7.6.3	Werkstück-Basis vermessen	125
5.7.6.4	Werkstück-Basis numerisch eingeben	127
5.7.6.5	Externes Werkzeug vermessen	127
5.7.6.6	Externes Werkzeug numerisch eingeben	129
5.8	Lastdaten	129
5.8.1	Lasten prüfen mit KUKA.Load	129
5.8.2	Traglasten ermitteln mit KUKA.LoadDataDetermination	129
5.8.3	Traglastdaten eingeben	130
5.8.4	Zusatzlastdaten eingeben	130
5.8.5	Online-Lastdatenprüfung	131
5.9	Wartungshandbuch	131
5.9.1	Wartung protokollieren	132
5.9.2	Wartungsprotokoll anzeigen	133
6	Programmverwaltung	135
6.1	Dateimanager Navigator	135
6.1.1	Filter auswählen	136
6.1.2	Neuen Ordner anlegen	136
6.1.3	Neues Programm anlegen	137
6.1.4	Datei umbenennen	137
6.2	Programm anwählen oder öffnen	137
6.2.1	Programm anwählen und abwählen	138
6.2.2	Programm öffnen	139
6.2.3	Zwischen Navigator und Programm wechseln	140
6.3	Aufbau eines KRL-Programms	141
6.3.1	HOME-Position	142
6.4	Programmteile ein-/ausblenden	142
6.4.1	DEF-Zeile ein-/ausblenden	142
6.4.2	Detailansicht anzeigen	142
6.4.3	Zeilenumbruch ein-/ausschalten	143
6.5	Programm starten	143
6.5.1	Programmablaufart auswählen	143
6.5.2	Programmablaufarten	143
6.5.3	Vorlauf	144
6.5.4	Programm-Override (POV) einstellen	144
6.5.5	Antriebe ein-/ausschalten	144
6.5.6	Statusanzeige Roboter-Interpreter	145
6.5.7	Programm vorwärts starten (manuell)	145
6.5.8	Programm vorwärts starten (automatisch)	146
6.5.9	Satzanwahl durchführen	146
6.5.10	Programm rückwärts starten	146
6.5.11	Programm zurücksetzen	147

6.5.12	Automatik Extern-Betrieb starten	147
6.6	Programm bearbeiten	148
6.6.1	Kommentar oder Stempel einfügen	148
6.6.2	Programmzeilen löschen	149
6.6.3	Weitere Bearbeitungsfunktionen	150
6.7	Programm drucken	150
6.8	Daten archivieren und wiederherstellen	150
6.8.1	Übersicht Archivierung	150
6.8.2	Archivieren auf USB-Stick	152
6.8.3	Archivieren auf Netzwerk	152
6.8.4	Logbuch archivieren	153
6.8.5	Daten wiederherstellen	153
6.8.6	Daten verpacken für Fehleranalyse bei KUKA	154
7	Grundlagen der Bewegungsprogrammierung	155
7.1	Bewegungsarten Übersicht	155
7.2	Bewegungsart PTP	155
7.3	Bewegungsart LIN	155
7.4	Bewegungsart CIRC	156
7.5	Überschleifen	157
7.6	Orientierungsführung LIN, CIRC	158
7.7	Bewegungsart Spline	159
7.7.1	Geschwindigkeitsprofil bei Spline-Bewegungen	161
7.7.2	Satzanwahl bei Spline-Bewegungen	162
7.7.3	Änderungen an Spline-Blöcken	163
7.7.4	Überschleifen von Spline-Bewegungen	166
7.7.5	Überschliffene Bewegung durch Spline-Block ersetzen	166
7.7.5.1	SLIN-SPL-SLIN-Übergang	169
7.8	Orientierungsführung SPLINE	169
7.8.1	Kombinationen von "Orientierungsführung" und "Kreis-Orientierungsführung"	172
7.9	Singularitäten	173
8	Programmierung für Benutzergruppe Anwender (Inline-Formulare)	175
8.1	Namen in Inline-Formularen	175
8.2	PTP-, LIN-, CIRC-Bewegungen programmieren	175
8.2.1	PTP-Bewegung programmieren	175
8.2.2	Inline-Formular PTP	176
8.2.3	LIN-Bewegung programmieren	176
8.2.4	Inline-Formular LIN	177
8.2.5	CIRC-Bewegung programmieren	177
8.2.6	Inline-Formular CIRC	178
8.2.7	Optionsfenster Frames	179
8.2.8	Optionsfenster Bewegungsparameter (PTP)	179
8.2.9	Optionsfenster Bewegungsparameter (LIN, CIRC)	180
8.3	Spline-Bewegungen	181
8.3.1	Programmiertipps für Spline-Bewegungen	181
8.3.2	SLIN-Bewegung programmieren (Einzelbewegung)	182
8.3.2.1	Inline-Formular SLIN	182
8.3.2.2	Optionsfenster "Bewegungsparameter" (SLIN)	183

8.3.3	SCIRC-Bewegung programmieren (Einzelbewegung)	184
8.3.3.1	Inline-Formular SCIRC	184
8.3.3.2	Optionsfenster "Bewegungsparameter" (SCIRC)	186
8.3.4	Spline-Block programmieren	186
8.3.4.1	Inline-Formular Spline-Block	187
8.3.4.2	Optionsfenster "Frames" (Spline-Block)	188
8.3.4.3	Optionsfenster "Bewegungsparameter" (Spline-Block)	189
8.3.4.4	SPL- oder SLIN-Segment programmieren	190
8.3.4.5	SCIRC-Segment programmieren	190
8.3.4.6	Inline-Formular Spline-Segment	190
8.3.4.7	Optionsfenster "Frames" (Spline-Segment)	192
8.3.4.8	Optionsfenster "Bewegungsparameter" (Spline-Segment)	192
8.3.4.9	Trigger im Spline-Block programmieren	193
8.3.4.10	Inline-Formular Spline-Trigger, Typ "Setze Ausgang"	194
8.3.4.11	Inline-Formular Spline-Trigger, Typ "Setze Pulseausgang"	195
8.3.4.12	Inline-Formular Spline-Trigger, Typ "Trigger Zuweisung"	196
8.3.4.13	Inline-Formular Spline-Trigger, Typ "Trigger Funktionsaufruf"	197
8.3.4.14	Einschränkungen für Funktionen im Spline-Trigger	198
8.3.5	Spline-Inline-Formulare kopieren	198
8.3.6	Spline-Inline-Formulare aus 8.1 konvertieren	199
8.4	Bewegungsparameter ändern	200
8.5	Punkt umteachen	200
8.6	Logikanweisungen programmieren	200
8.6.1	Ein-/Ausgänge	200
8.6.2	Digitalen Ausgang setzen - OUT	201
8.6.3	Inline-Formular OUT	201
8.6.4	Impulsausgang setzen - PULSE	201
8.6.5	Inline-Formular PULSE	201
8.6.6	Analogen Ausgang setzen - ANOUT	202
8.6.7	Inline-Formular ANOUT statisch	202
8.6.8	Inline-Formular ANOUT dynamisch	203
8.6.9	Wartezeit programmieren - WAIT	203
8.6.10	Inline-Formular WAIT	204
8.6.11	Signalabhängige Wartefunktion programmieren - WAITFOR	204
8.6.12	Inline-Formular WAITFOR	204
8.6.13	Schalten auf der Bahn - SYN OUT	205
8.6.14	Inline-Formular SYN OUT, Option START/END	206
8.6.15	Inline-Formular SYN OUT, Option PATH	208
8.6.16	Puls setzen auf der Bahn - SYN PULSE	211
8.6.17	Inline-Formular SYN PULSE	211
8.6.18	Logikanweisung ändern	212
9	Meldungen	213
9.1	Fehlermeldungen, Automatik Extern	213
10	KUKA Service	215
10.1	Support-Anfrage	215
10.2	KUKA Customer Support	215
	Index	223

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 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 KUKA 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.



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



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



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



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.

Hinweise

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



Hinweis zur Arbeitserleichterung oder Verweis auf weiterführende Informationen.

1.4 Warenzeichen

Windows ist ein Warenzeichen der Microsoft Corporation.

WordPad ist ein Warenzeichen der Microsoft Corporation.

2 Produktbeschreibung

2.1 Übersicht des Industrieroboters

Der Industrieroboter besteht aus folgenden Komponenten:

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

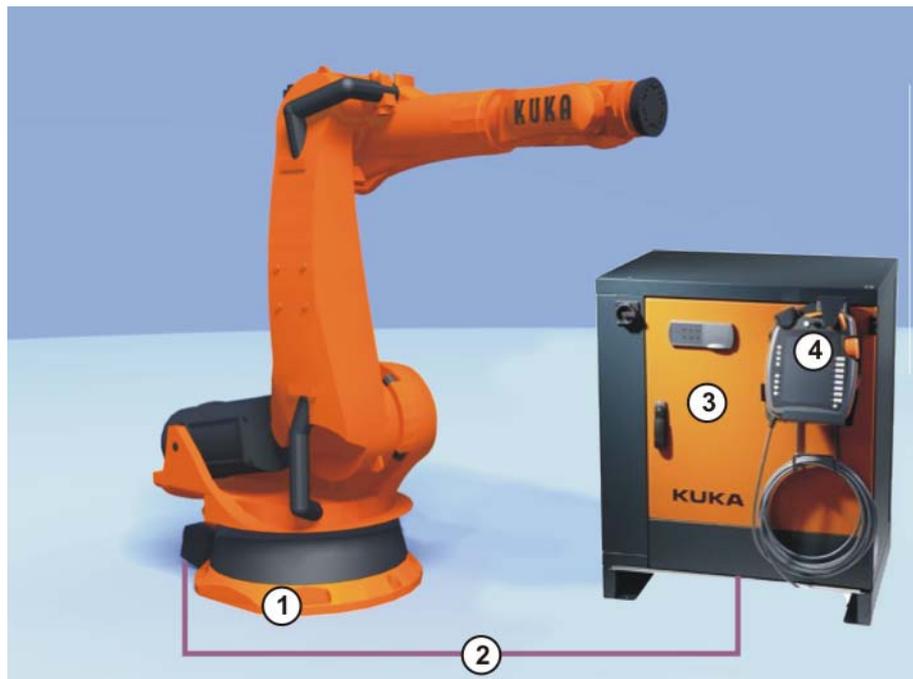


Abb. 2-1: Beispiel eines Industrieroboters

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

2.2 Übersicht der Software-Komponenten

Übersicht

Folgende Software-Komponenten werden eingesetzt:

- KUKA System Software 8.2
- Windows XPe V3.0.0

2.3 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 43)



Abhängig von kundenspezifischen Einstellungen kann die Bedienoberfläche vom Standard abweichen.

2.4 KUKA-USB-Sticks

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

- **KUKA USB-Stick 2.0 NB 4GB**
nicht bootfähig
Art.-Nr. 00-197-266
- **KUKA USB-Stick 2.0 Recovery 4GB**
bootfähig
Komponente des Produkts **KUKA.RecoveryUSB 1.0**, Art.-Nr. 00-198-642

Wenn bei Tätigkeiten ein bestimmter Stick eingesetzt werden muss, geht dies aus der Beschreibung zu der Tätigkeit hervor.



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



Abb. 2-3: KUKA USB-Stick 2.0 Recovery 4GB, bootfähig (Art.-Nr. 00-198-642)

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 ausgelegt werden. Auch wenn alle Sicherheitshinweise befolgt werden, ist nicht gewährleistet, dass der Industrieroboter keine Verletzungen oder Schäden verursacht.

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

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

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.



Weitere Informationen sind im Kapitel "Zweckbestimmung" der Betriebsanleitung oder Montageanleitung des Industrieroboters zu finden.

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

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

- Fehlanwendung** Alle von der bestimmungsgemäßen Verwendung abweichenden Anwendungen gelten als Fehlanwendung und sind unzulässig. Dazu zählen z. B.:
- Transport von Menschen und Tieren
 - Benutzung als Aufstiegshilfen
 - Einsatz außerhalb der zulässigen Betriebsgrenzen
 - Einsatz in explosionsgefährdeter Umgebung
 - Einsatz ohne zusätzliche Schutzeinrichtungen
 - Einsatz im Freien

3.1.3 EG-Konformitätserklärung und Einbauerklärung

Bei diesem Industrieroboter handelt es sich um eine unvollständige Maschine im Sinne der EG-Maschinenrichtlinie. Der Industrieroboter darf nur unter den folgenden Voraussetzungen in Betrieb genommen werden:

- Der Industrieroboter ist in eine Anlage integriert.
Oder: Der Industrieroboter bildet mit anderen Maschinen eine Anlage.
Oder: Am Industrieroboter wurden alle Sicherheitsfunktionen und Schutzeinrichtungen ergänzt, die für eine vollständige Maschine im Sinne der EG-Maschinenrichtlinie notwendig sind.
- Die Anlage entspricht der EG-Maschinenrichtlinie. Dies wurde durch ein Konformitäts-Bewertungsverfahren festgestellt.

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

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

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

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

Die Einbauerklärung mit ihren Anhängen verbleibt beim Systemintegrator als Bestandteil der technischen Dokumentation der vollständigen Maschine.

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	Im Arbeitsbereich darf sich der Manipulator bewegen. Der Arbeitsbereich ergibt sich aus den einzelnen Achsbereichen.
Betreiber (Benutzer)	Der Betreiber eines Industrieroboters kann der Unternehmer, Arbeitgeber oder die delegierte Person sein, die für die Benutzung des Industrieroboters verantwortlich ist.
Gefahrenbereich	Der Gefahrenbereich beinhaltet den Arbeitsbereich und die Anhaltewege.
Gebrauchsdauer	Die Gebrauchsdauer eines sicherheitsrelevanten Bauteils beginnt ab dem Zeitpunkt der Lieferung des Teils an den Kunden. Die Gebrauchsdauer wird nicht beeinflusst davon, ob das Teil in einer Robotersteuerung oder anderweitig betrieben wird oder nicht, da sicherheitsrelevante Bauteile auch während der Lagerung altern.
KCP	Das Programmierhandgerät KCP (KUKA Control Panel) hat alle Bedien- und Anzeigemöglichkeiten, die für die Bedienung und Programmierung des Industrieroboters benötigt werden. Die Variante des KCPs für die KR C4 heißt KUKA smartPAD. In dieser Dokumentation wird jedoch in der Regel die allgemeine Bezeichnung KCP verwendet.
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. Hinweis: 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. Hinweis: Dieser Stopp wird im Dokument als Sicherheitshalt 1 bezeichnet.

Begriff	Beschreibung
Sicherheitshalt STOP 2	<p>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.</p> <p>Wenn ein Sicherheitshalt STOP 2 ausgelöst wird, setzt die Robotersteuerung einen Ausgang zum Feldbus.</p> <p>Der Sicherheitshalt STOP 2 kann auch extern ausgelöst werden.</p> <p>Hinweis: Dieser Stopp wird im Dokument als Sicherheitshalt 2 bezeichnet.</p>
Stopp-Kategorie 0	<p>Die Antriebe werden sofort abgeschaltet und die Bremsen fallen ein. Der Manipulator und die Zusatzachsen (optional) bremsen bahnnah.</p> <p>Hinweis: Diese Stopp-Kategorie wird im Dokument als STOP 0 bezeichnet.</p>
Stopp-Kategorie 1	<p>Der Manipulator und die Zusatzachsen (optional) bremsen bahntreu. Nach 1 s werden die Antriebe abgeschaltet und die Bremsen fallen ein.</p> <p>Hinweis: 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 bahntreuen Bremsrampe.</p> <p>Hinweis: Diese Stopp-Kategorie wird im Dokument als STOP 2 bezeichnet.</p>
Systemintegrator (Anlagenintegrator)	Systemintegratoren sind Personen, die den Industrieroboter sicherheitsgerecht in eine Anlage integrieren und inbetriebnehmen.
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 regelmä-

ßig 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.

Beispiel

Die Aufgaben des Personals können wie in der folgenden Tabelle aufgeteilt werden.

Arbeitsaufgaben	Bediener	Programmierer	System-integrator
Robotersteuerung ein-/ausschalten	x	x	x
Programm starten	x	x	x
Programm auswählen	x	x	x
Betriebsart auswählen	x	x	x
Vermessen (Tool, Base)		x	x
Manipulator justieren		x	x
Konfiguration		x	x
Programmierung		x	x
Inbetriebnahme			x
Wartung			x
Instandsetzung			x

Arbeitsaufgaben	Bediener	Programmierer	System-integrator
Außerbetriebnahme			x
Transport			x



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.

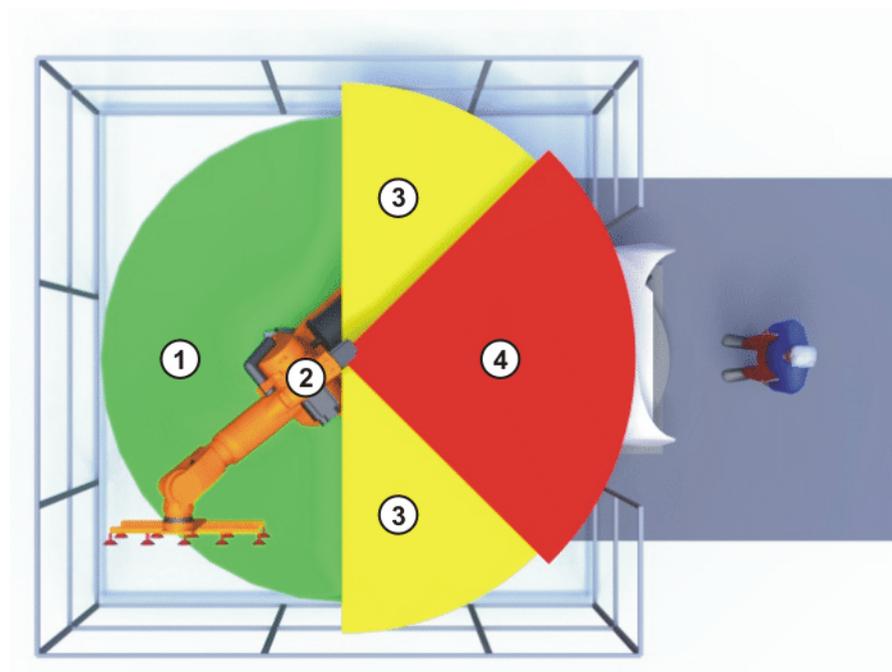


Abb. 3-1: Beispiel Achsbereich A1

- | | | | |
|---|----------------|---|---------------|
| 1 | Arbeitsbereich | 3 | Anhalteweg |
| 2 | Manipulator | 4 | Schutzbereich |

3.4 Auslöser für Stopp-Reaktionen

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

Auslöser	T1, T2	AUT, AUT EXT
Start-Taste loslassen	STOP 2	-
STOP-Taste drücken	STOP 2	
Antriebe AUS	STOP 1	
Eingang "Fahr freigabe" fällt weg	STOP 2	
Robotersteuerung abschalten (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
- Zustimmungseinrichtung
- 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
- **SIL 2** nach EN 62061

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 Control Panel (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.



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 Stopp)
- 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"> ■ Programmverifikation: Programmierte Geschwindigkeit, maximal 250 mm/s ■ Handbetrieb: Handverfahrensgeschwindigkeit, maximal 250 mm/s
T2	Für Testbetrieb	<ul style="list-style-type: none"> ■ Programmverifikation: Programmierte Geschwindigkeit ■ Handbetrieb: Nicht möglich
AUT	Für Industrieroboter ohne übergeordnete Steuerung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Programmbetrieb: Programmierte Geschwindigkeit ■ Handbetrieb: Nicht möglich
AUT EXT	Für Industrieroboter mit einer übergeordneten Steuerung, z. B. SPS	<ul style="list-style-type: none"> ■ Programmbetrieb: Programmierte Geschwindigkeit ■ Handbetrieb: Nicht möglich

3.5.4 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. Schutztüre wird geöffnet) stoppt der Manipulator mit einem Sicherheitshalt 1.

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

 WARNUNG	<p>Nach einem Signalverlust darf der Automatikbetrieb nicht allein durch das Schließen der Schutzeinrichtung wieder fortgesetzt werden, sondern erst, wenn zusätzlich eine Quittierung erfolgt. Der Systemintegrator muss hierfür Sorge tragen. Dies soll verhindern, dass der Automatikbetrieb versehentlich fortgesetzt wird, während sich Personen im Gefahrenbereich befinden, z. B. durch Zufallen der Schutztür.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Die Quittierung muss so gestaltet sein, dass vorher eine tatsächliche Prüfung des Gefahrenbereichs stattfinden kann. Quittierungen, die dies nicht zulassen (z. B. weil sie automatisch auf das Schließen der Schutzeinrichtung folgen) sind unzulässig. ■ Wenn dies nicht beachtet wird, können Tod von Personen, schwere Verletzungen oder erheblicher Sachschaden die Folge sein.
----------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3.5.5 NOT-HALT-Einrichtung

Die NOT-HALT-Einrichtung des Industrieroboters ist das NOT-HALT-Gerät am KCP. 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 KCP eine NOT-HALT-Einrichtung zur Verfügung steht.

(>>> 3.5.7 "Externe NOT-HALT-Einrichtung" Seite 22)

3.5.6 Abmelden von der übergeordneten Sicherheitssteuerung

Wenn die Robotersteuerung mit einer übergeordneten Sicherheitssteuerung verbunden ist, wird beim Ausschalten der Robotersteuerung diese Verbindung zwangsläufig unterbrochen.

- Wenn die X11-Schnittstelle verwendet wird, löst dies einen NOT-HALT für die Gesamtanlage aus.
- Wenn die PROFIsafe-Schnittstelle verwendet wird, erzeugt die KUKA-Sicherheitssteuerung ein Signal, das bewirkt, dass die übergeordnete Steuerung keinen NOT-HALT für die Gesamtanlage auslöst.

⚠️ WARNUNG Wenn die PROFIsafe-Schnittstelle 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 von Personen, schwere Verletzungen oder erheblicher Sachschaden die Folge sein.

⚠️ WARNUNG Wenn eine Robotersteuerung ausgeschaltet ist, ist die NOT-HALT-Einrichtung am KCP nicht funktionsfähig. Der Betreiber hat dafür Sorge zu tragen, dass das KCP 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 von Personen, schwere Verletzungen oder erheblicher Sachschaden die Folge sein.

3.5.7 Externe NOT-HALT-Einrichtung

An jeder Bedienstation, die eine Roboterbewegung oder eine andere gefahrbringende Situation auslösen kann, müssen NOT-HALT-Einrichtungen zur Verfügung stehen. 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 KCP 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 Zustimmungseinrichtung

Die Zustimmungseinrichtung des Industrieroboters sind die Zustimmungsschalter am KCP.

Am KCP 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 kurzfristig gleichzeitig in Mittelstellung zu halten. Dies erlaubt das Umgreifen von einem Zustimmungsschalter auf einen anderen. Wenn 2 Zustimmungsschalter länger gleichzeitig in Mittelstellung gehalten werden, löst dies nach einigen Sekunden einen Sicherheitshalt aus.

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

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

 WARNUNG	<p>Die Zustimmungsschalter dürfen nicht mit Klebebändern oder anderen Hilfsmitteln fixiert oder in einer anderen Weise manipuliert werden. Tod, schwere Verletzungen oder erheblicher Sachschaden können die Folge sein.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3.5.9 Externe Zustimmeinrichtung

Externe Zustimmeinrichtungen sind notwendig, wenn sich mehrere Personen im Gefahrenbereich des Industrieroboters aufhalten müssen. Sie werden über eine Schnittstelle oder über PROFIsafe an die Robotersteuerung angeschlossen.

	<p>Über welche Schnittstelle externe Zustimmeinrichtungen angeschlossen werden können, ist in der Betriebsanleitung für die Robotersteuerung in dem Kapitel "Planung" beschrieben.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Externe Zustimmeinrichtungen sind nicht im Lieferumfang des Industrieroboters enthalten.

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 Sicherheitshalt 1 zur Verfügung.

3.5.12 Geschwindigkeitsüberwachung in T1

In der Betriebsart T1 wird die Geschwindigkeit am TCP überwacht. Wenn die Geschwindigkeit durch einen Fehler 250 mm/s überschreiten sollte, 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.



Wenn der Manipulator oder eine Zusatzachse gegen ein Hindernis oder einen mechanischen Endanschlag oder die Achsbereichsbegrenzung fährt, können Sachschäden am Industrieroboter entstehen. Der Manipulator muss außer Betrieb gesetzt werden und vor der Wiederinbetriebnahme ist Rücksprache mit der KUKA Roboter GmbH erforderlich (>>> 10 "KUKA Service" Seite 215).

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 Vorrichtungen zum Bewegen des Manipulators ohne Robotersteuerung (Optionen)

Beschreibung

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

- Freidreh-Vorrichtung
Die Freidreh-Vorrichtung kann für die Grundachs-Antriebsmotoren und je nach Robotervariante auch für die Handachs-Antriebsmotoren verwendet werden.
- Bremsenöffnungs-Gerät
Das Bremsenöffnungs-Gerät ist für Robotervarianten bestimmt, deren Motoren nicht frei zugänglich sind.

Die Vorrichtungen dürfen nur in Ausnahmesituationen und Notfällen, z. B. für die Befreiung von Personen, eingesetzt werden.



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



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.

Vorgehensweise Den Manipulator mit der Freidreh-Vorrichtung bewegen:

1. Robotersteuerung ausschalten und gegen unbefugtes Wiedereinschalten (z. B. mit einem Vorhängeschloss) sichern.
2. Schutzkappe am Motor entfernen.
3. Freidreh-Vorrichtung auf den entsprechenden Motor aufsetzen und die Achse in die gewünschte Richtung bewegen.

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

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

 **WARNUNG** Wurde eine Roboterachse mit der Freidreh-Vorrichtung bewegt, müssen alle Achsen des Roboters neu justiert werden. Schwere Verletzungen oder Sachschäden können sonst die Folge sein.

Vorgehensweise

Den Manipulator mit dem Bremsenöffnungs-Gerät bewegen:

 **WARNUNG** Bei Verwendung des Bremsenöffnungs-Geräts kann es zu unerwarteten Roboterbewegungen kommen, v. a. zum Absacken der Achsen. Während der Verwendung des Bremsenöffnungs-Geräts muss auf solche Bewegungen geachtet werden, um Verletzungen oder Sachschäden entgegenwirken zu können. Der Aufenthalt unter sich bewegenden Achsen ist nicht erlaubt.

1. Robotersteuerung ausschalten und gegen unbefugtes Wiedereinschalten (z. B. mit einem Vorhängeschloss) sichern.
2. Das Bremsenöffnungs-Gerät am Grundgestell des Roboters anschließen: Den vorhandenen Stecker X30 an der Schnittstelle A1 abziehen. Den Stecker X20 des Bremsenöffnungs-Geräts in Schnittstelle A1 einstecken.
3. Über den Auswahlschalter am Bremsenöffnungs-Gerät die zu öffnenden Bremsen (Grundachsen, Handachsen) auswählen.
4. Drucktaster am Handbediengerät drücken.
Die Bremsen der Grundachsen oder Handachsen öffnen sich und der Roboter kann manuell bewegt werden.

 Weitere Informationen zum Bremsenöffnungs-Gerät sind in der Dokumentation zum Bremsenöffnungs-Gerät zu finden.

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 Bedienschutzeingang 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
Bedienschutz	-	-	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 Schutz- einrichtungen deaktiviert oder demontiert sind, darf der Industrieroboter nicht betrieben werden.

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

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

KCP

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

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

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

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.

Änderungen

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

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

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

3.8.2 Transport

Manipulator	Die vorgeschriebene Transportstellung des Manipulators muss beachtet werden. Der Transport muss gemäß der Betriebsanleitung oder Montageanleitung für den Manipulator erfolgen.
Robotersteuerung	Die Robotersteuerung muss senkrecht transportiert und aufgestellt werden. Erschütterungen oder Stöße während des Transports vermeiden, damit keine Schäden in der Robotersteuerung entstehen. Der Transport muss gemäß der Betriebsanleitung oder Montageanleitung für die Robotersteuerung erfolgen.
Zusatzachse (optional)	Die vorgeschriebene Transportstellung der Zusatzachse (z. B. KUKA Linear-einheit, 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 Sicherheitsstromkreise auf ihre sichere Funktion zu testen.



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



GEFAHR

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



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 Potentialausgleichs-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)
- Zustimmungseinrichtung (in den Test-Betriebsarten)
- Bedienerschutz
- Alle weiteren verwendeten sicherheitsrelevanten Ein- und Ausgänge
- Weitere externe Sicherheitsfunktionen

Die Steuerung der reduzierten Geschwindigkeit prüfen:

Bei dieser Prüfung ist wie folgt vorzugehen:

1. Eine gerade Bahn programmieren und als Geschwindigkeit die maximal mögliche Geschwindigkeit programmieren.
2. Die Länge der Bahn bestimmen.
3. Die Bahn in der Betriebsart T1 mit Override 100 % abfahren und dabei die Fahrzeit mit einer Stoppuhr messen.



WARNUNG Während die Bahn abgefahren wird, dürfen sich keine Personen im Gefahrenbereich befinden. Tod oder schwere Verletzungen können die Folge sein.

4. Aus der Länge der Bahn und der gemessenen Fahrzeit die Geschwindigkeit ableiten.

Die Steuerung der reduzierten Geschwindigkeit arbeitet korrekt, wenn folgende Ergebnisse erzielt werden:

- Die so ermittelte Geschwindigkeit ist nicht größer als 250 mm/s.
- Der Manipulator ist die Bahn abgefahren wie programmiert (d. h. gerade, ohne Abweichungen).

Maschinendaten

Es ist sicherzustellen, dass das Typenschild an der Robotersteuerung die gleichen Maschinendaten besitzt, die in der Einbauerklärung eingetragen sind. Die Maschinendaten auf dem Typenschild des Manipulators und der Zusatzachsen (optional) müssen bei der Inbetriebnahme eingetragen werden.

 **GEFAHR** 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.

Nach Änderungen an den Maschinendaten muss die Sicherheitskonfiguration geprüft werden.

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

Nach Änderungen an den Maschinendaten muss die Steuerung der reduzierten Geschwindigkeit geprüft werden.

3.8.3.1 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 oder KRF zu verfahren, ohne dass die Sicherheits-Peripherie vorhanden ist. (KRF ist eine Betriebsart, die spezifisch ist für SafeOperation.)

- Wenn die X11-Schnittstelle verwendet wird:
Der Inbetriebnahme-Modus ist immer dann möglich, wenn sämtliche Eingangssignale den Zustand "logisch Null" haben. Wenn dies nicht der Fall ist, dann verhindert oder beendet die Robotersteuerung den Inbetriebnahme-Modus.
- Wenn die PROFIsafe-Schnittstelle verwendet wird:
Wenn eine Verbindung zu einem übergeordneten Sicherheitssystem besteht oder aufgebaut wird, dann verhindert oder beendet die Robotersteuerung den Inbetriebnahme-Modus.

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

- Person läuft in den Gefahrenbereich des Manipulators.
- Unbefugte Person bewegt den Manipulator.
- 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 Schutzzaun vorhanden ist, muss mit anderen Maßnahmen verhindert werden, dass Personen in den Gefahrenbereich des Manipulators gelangen, z. B. mit einem Sperrband.
- Die Nutzung des Inbetriebnahme-Modus muss durch organisatorische Maßnahmen so weit wie möglich eingegrenzt oder vermieden werden.

Verwendung Bestimmungsgemäße Verwendung des Inbetriebnahme-Modus:

- Nur sicherheitsunterwiesenes Servicepersonal darf den Inbetriebnahme-Modus verwenden.
- Inbetriebnahme im T1-Betrieb oder in KRF, 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).

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

Fehlanwendung Alle von der bestimmungsgemäßen Verwendung abweichenden Anwendungen gelten als unzulässige Fehlanwendung. Dazu zählt z. B. die Verwendung durch einen anderen Personenkreis.

Für hieraus resultierende Schäden haftet die KUKA Roboter GmbH nicht. Das Risiko trägt alleine 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:

- Wenn die Antriebe nicht benötigt werden, müssen sie abgeschaltet werden, damit der Manipulator oder die Zusatzachsen (optional) nicht versehentlich verfahren wird.
Neue oder geänderte Programme müssen immer zuerst in der Betriebsart Manuell Reduzierte Geschwindigkeit (T1) getestet werden.
- Werkzeuge, Manipulator oder Zusatzachsen (optional) dürfen niemals den Absperrzaun berühren oder über den Absperrzaun hinausragen.
- Werkstücke, Werkzeuge und andere Gegenstände dürfen durch das Verfahren des Industrieroboters weder eingeklemmt werden, noch zu Kurzschlüssen führen oder herabfallen.
- Alle Einrichtarbeiten müssen so weit wie möglich von außerhalb des durch Schutzeinrichtungen abgegrenzten Raumes durchgeführt werden.

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

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

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

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

- Diese Betriebsart darf nur verwendet werden, wenn die Anwendung einen Test mit höherer als mit der Manuell Reduzierten Geschwindigkeit erfordert.
- Teachen und Programmieren sind in dieser Betriebsart nicht erlaubt.
- Der Bediener muss vor Beginn des Tests sicherstellen, dass die Zustimmungseinrichtungen funktionsfähig sind.
- Der Bediener muss eine Position außerhalb des Gefahrenbereichs einnehmen.
- Es dürfen sich keine weiteren Personen 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 Sicherheitsstromkreise auf ihre sichere Funktion zu testen.

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

Sicherheitsmaßnahmen bei Tätigkeiten am Industrieroboter sind:

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

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

⚠️ WARNUNG

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 bei Antriebssystemen der neuen Generation 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 und gehören zu den überwachungspflichtigen Anlagen. Je nach Robotervariante entsprechen die Gewichtsausgleichssysteme der Kategorie 0, II oder III, Fluidgruppe 2 der Druckgeräterichtlinie.

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

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

Sicherheitsmaßnahmen bei Tätigkeiten an Gewichtsausgleichssystemen sind:

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

Gefahrstoffe

Sicherheitsmaßnahmen beim Umgang mit Gefahrstoffen sind:

- Längeren und wiederholten intensiven Hautkontakt vermeiden.
- Einatmen von 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 Industrieroboters 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.

Komponenten:

- 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 Test-Betriebsarten 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 den Test-Betriebsarten 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.

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.

Sicherheitsmaßnahmen:

- Diese Komponenten sind von KUKA ausschließlich zur Diagnose und Visualisierung bestimmt.
Programme, Ausgänge oder sonstige Parameter der Robotersteuerung dürfen mit diesen Komponenten nicht verändert werden.
- 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 Zustimmereinrichtung geschehen.

Tools zur Konfiguration 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

Sicherheitsmaßnahmen:

- 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
2006/42/EG	Maschinenrichtlinie: Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung)	2006
2004/108/EG	EMV-Richtlinie: 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
97/23/EG	Druckgeräterichtlinie: 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
EN ISO 13850	Sicherheit von Maschinen: NOT-HALT-Gestaltungsleitsätze	2008
EN ISO 13849-1	Sicherheit von Maschinen: Sicherheitbezogene Teile von Steuerungen; Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze	2008

Name	Definition	Ausgabe
EN ISO 13849-2	Sicherheit von Maschinen: Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen; Teil 2: Validierung	2008
EN ISO 12100	Sicherheit von Maschinen: Allgemeine Gestaltungsleitsätze, Risikobeurteilung und Risikominderung	2010
EN ISO 10218-1	Industrieroboter: Sicherheit	2011
EN 614-1	Sicherheit von Maschinen: Ergonomische Gestaltungsgrundsätze; Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze	2006
EN 61000-6-2	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV): Teil 6-2: Fachgrundnormen; Störfestigkeit für Industriebereich	2005
EN 61000-6-4	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV): Teil 6-4: Fachgrundnormen; Störaussendung für Industriebereich	2007
EN 60204-1	Sicherheit von Maschinen: Elektrische Ausrüstung von Maschinen; Teil 1: Allgemeine Anforderungen	2006

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.

 In dieser Dokumentation wird das smartPAD häufig mit dem allgemeinen Namen "KCP" (KUKA Control Panel) bezeichnet.

Übersicht



Abb. 4-1: KUKA smartPAD Vorderseite

Pos.	Beschreibung
1	Knopf zum Abstecken des smartPADs (>>> 4.1.3 "smartPAD abstecken und anstecken" Seite 42)
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. (>>> 4.10 "Betriebsart wechseln" Seite 55)
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 (>>> 4.12 "Roboter manuell verfahren" Seite 57)
5	Verfahrtasten: Zum manuellen Verfahren des Roboters (>>> 4.12 "Roboter manuell verfahren" Seite 57)
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 46)
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-RückwärtsTaste: 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. (>>> 4.2.3 "Tastatur" Seite 46)

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
Typenschild	Typenschild
Start-Taste	Mit der Start-Taste startet man ein Programm.
Zustimmungsschalter	<p>Der Zustimmungsschalter hat 3 Stellungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Nicht gedrückt ■ Mittelstellung ■ Durchgedrückt <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>
USB-Anschluss	<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 von Personen, schwere Verletzungen oder erheblicher 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 von Personen, Verletzungen oder Sachschäden die Folge sein.

4.2 Bedienoberfläche KUKA smarHMI

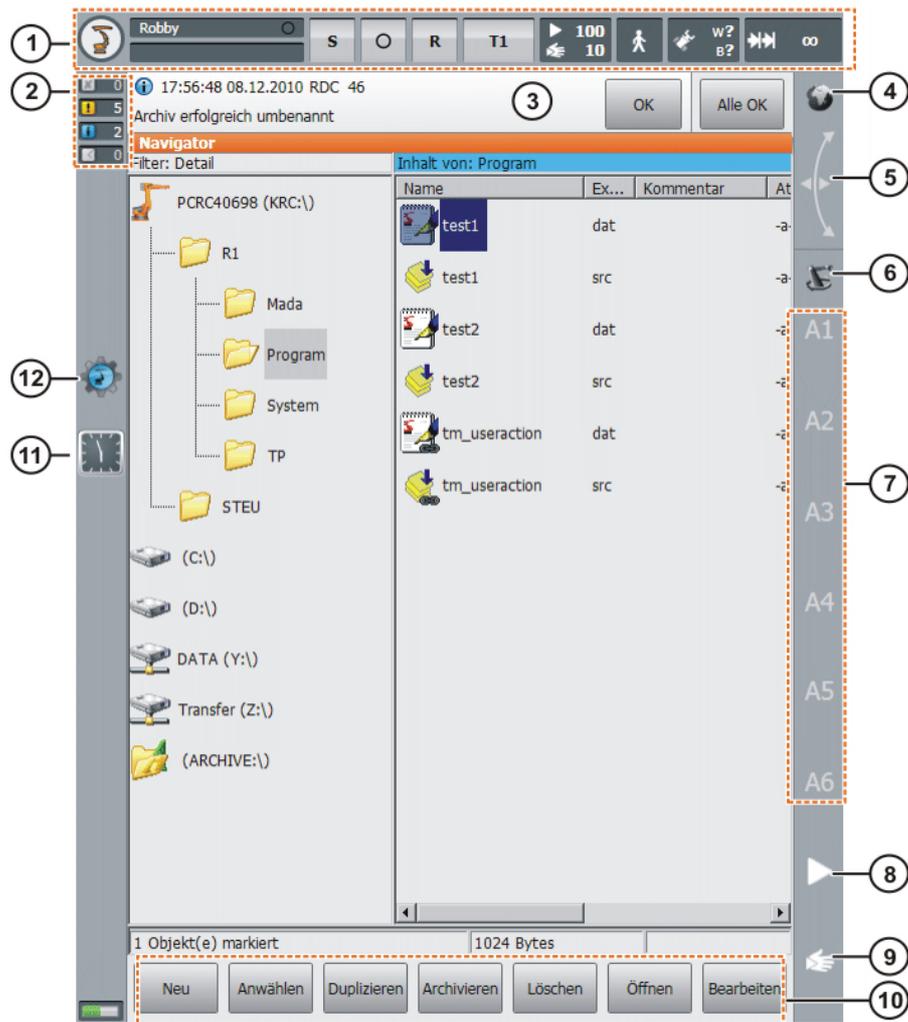


Abb. 4-3: Bedienoberfläche KUKA smarHMI

Pos.	Beschreibung
1	Statusleiste (>>> 4.2.1 "Statusleiste" Seite 44)
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 OK kann eine quittierbare Meldung quittiert werden. Mit Alle OK können alle quittierbaren Meldungen auf einmal quittiert werden.
4	Statusanzeige Space Mouse 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	<p>Anzeige Ausrichtung Space Mouse</p> <p>Das Berühren dieser Anzeige öffnet ein Fenster, in dem die aktuelle Ausrichtung der Space Mouse angezeigt wird und geändert werden kann.</p> <p>(>>> 4.12.8 "Ausrichtung der Space Mouse festlegen" Seite 65)</p>
6	<p>Statusanzeige Verfahrtasten</p> <p>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.</p>
7	<p>Beschriftung Verfahrtasten</p> <p>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).</p> <p>Das Berühren der Beschriftung zeigt an, welche Kinematikgruppe ausgewählt ist.</p>
8	<p>Programm-Override</p> <p>(>>> 6.5.4 "Programm-Override (POV) einstellen" Seite 144)</p>
9	<p>Hand-Override</p> <p>(>>> 4.12.3 "Hand-Override (HOV) einstellen" Seite 62)</p>
10	<p>Schaltflächen-Leiste. Die Schaltflächen ändern sich dynamisch und beziehen sich immer auf das Fenster, das auf der smartHMI gerade aktiv ist.</p> <p>Ganz rechts befindet sich die Schaltfläche Bearbeiten. Mit ihr können zahlreiche Befehle aufgerufen werden, die sich auf den Navigator beziehen.</p>
11	<p>Uhr</p> <p>Die Uhr zeigt die Systemzeit an. Das Berühren der Uhr blendet die Systemzeit in digitaler Darstellung sowie das aktuelle Datum ein.</p>
12	<p>WorkVisual-Symbol</p> <p>Wenn kein Projekt geöffnet werden kann, hat das Symbol unten rechts ein kleines rotes X. Dies ist z. Bsp. der Fall, wenn zum Projekt gehörige Dateien fehlen. In solch einem Fall steht das System nur eingeschränkt zur Verfügung, z. Bsp. kann die Sicherheitskonfiguration dann nicht geöffnet werden.</p>

4.2.1 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

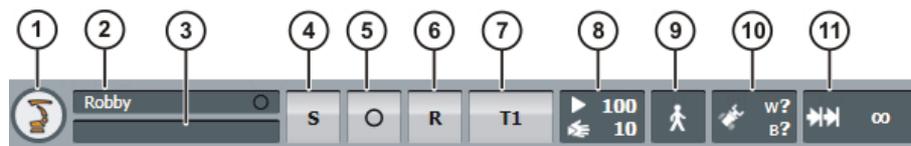


Abb. 4-4: KUKA smartHMI Statusleiste

Pos.	Beschreibung
1	Hauptmenü-Taste. Sie blendet auf der smartHMI die Menüpunkte ein. (>>> 4.4 "Hauptmenü aufrufen" Seite 46)
2	Robotername. Der Robotername kann geändert werden. (>>> 4.15.11 "Roboterdaten anzeigen/bearbeiten" Seite 78)
3	Wenn ein Programm angewählt ist, wird der Name hier angezeigt.
4	Statusanzeige Submit-Interpreter (>>> 4.2.2 "Statusanzeige "Submit-Interpreter"" Seite 45)
5	Statusanzeige Antriebe . Hier können die Antriebe ein- oder ausgeschaltet werden. (>>> 6.5.5 "Antriebe ein-/ausschalten" Seite 144)
6	Statusanzeige Roboter-Interpreter . Hier können Programme zurückgesetzt oder abgewählt werden. (>>> 6.5.6 "Statusanzeige Roboter-Interpreter" Seite 145) (>>> 6.2.1 "Programm anwählen und abwählen" Seite 138) (>>> 6.5.11 "Programm zurücksetzen" Seite 147)
7	Aktuelle Betriebsart (>>> 4.10 "Betriebsart wechseln" Seite 55)
8	Statusanzeige POV/HOV . Zeigt den aktuellen Programm-Override und den aktuellen Hand-Override an. (>>> 6.5.4 "Programm-Override (POV) einstellen" Seite 144) (>>> 4.12.3 "Hand-Override (HOV) einstellen" Seite 62)
9	Statusanzeige Programmablaufart . Zeigt die aktuelle Programmablaufart an. (>>> 6.5.2 "Programmablaufarten" Seite 143)
10	Statusanzeige Werkzeug/Basis . Zeigt das aktuelle Werkzeug und die aktuelle Basis an. (>>> 4.12.4 "Werkzeug und Basis auswählen" Seite 62)
11	Statusanzeige Inkrementelles Handverfahren (>>> 4.12.10 "Inkrementelles Handverfahren" Seite 67)

4.2.2 Statusanzeige "Submit-Interpreter"

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

4.2.3 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.

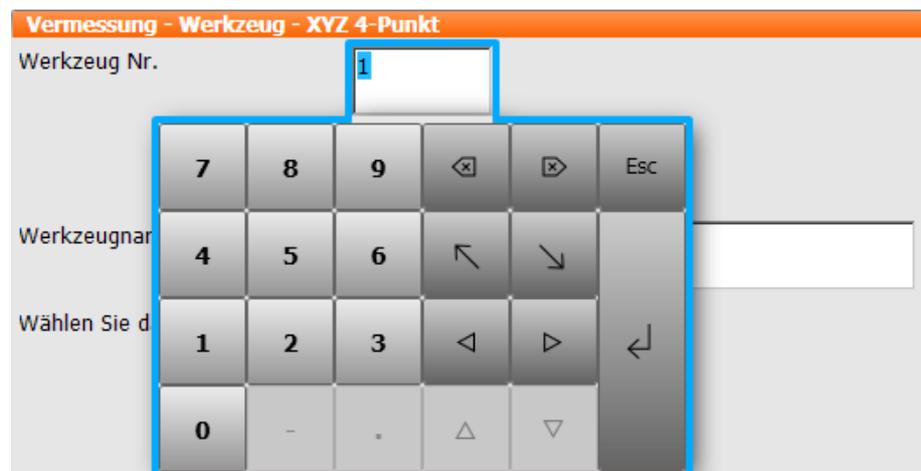


Abb. 4-5: Beispiel Tastatur

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 unterbrochen 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 KCP 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 Untermenü 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.

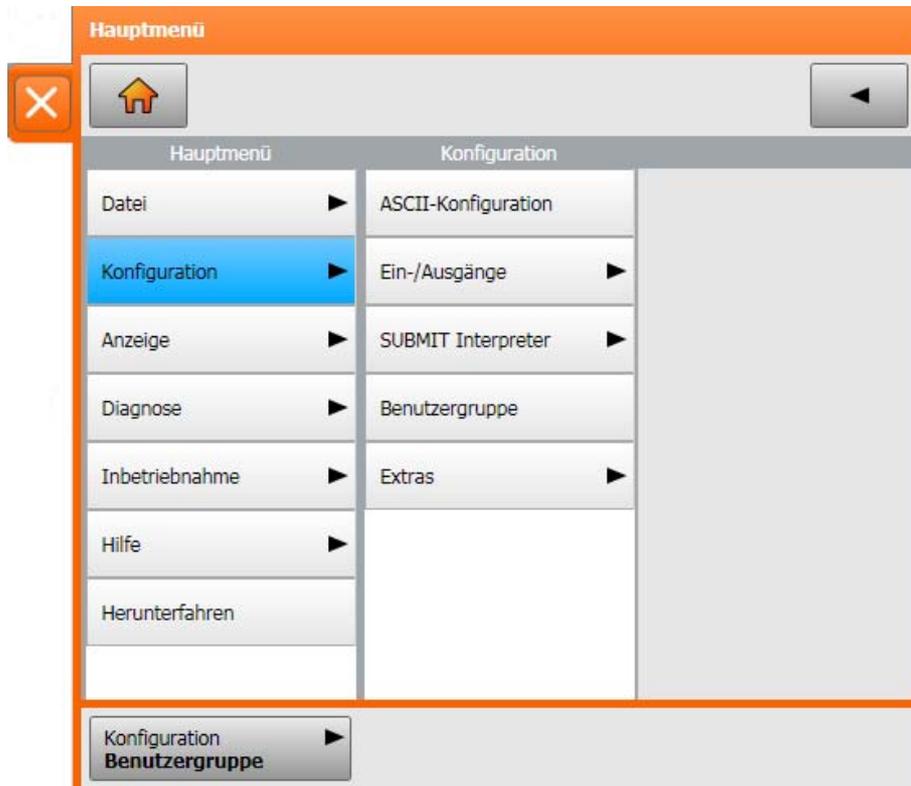


Abb. 4-6: Beispiel: Untermenü Konfiguration ist geöffnet

4.5 KSS beenden oder neu starten

Voraussetzung ■ Für bestimmte Optionen: Benutzergruppe Experte

- 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*

HINWEIS

Wenn beim Beenden die Option **Steuerungs-PC neu starten** gewählt wurde, 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.

Beschreibung

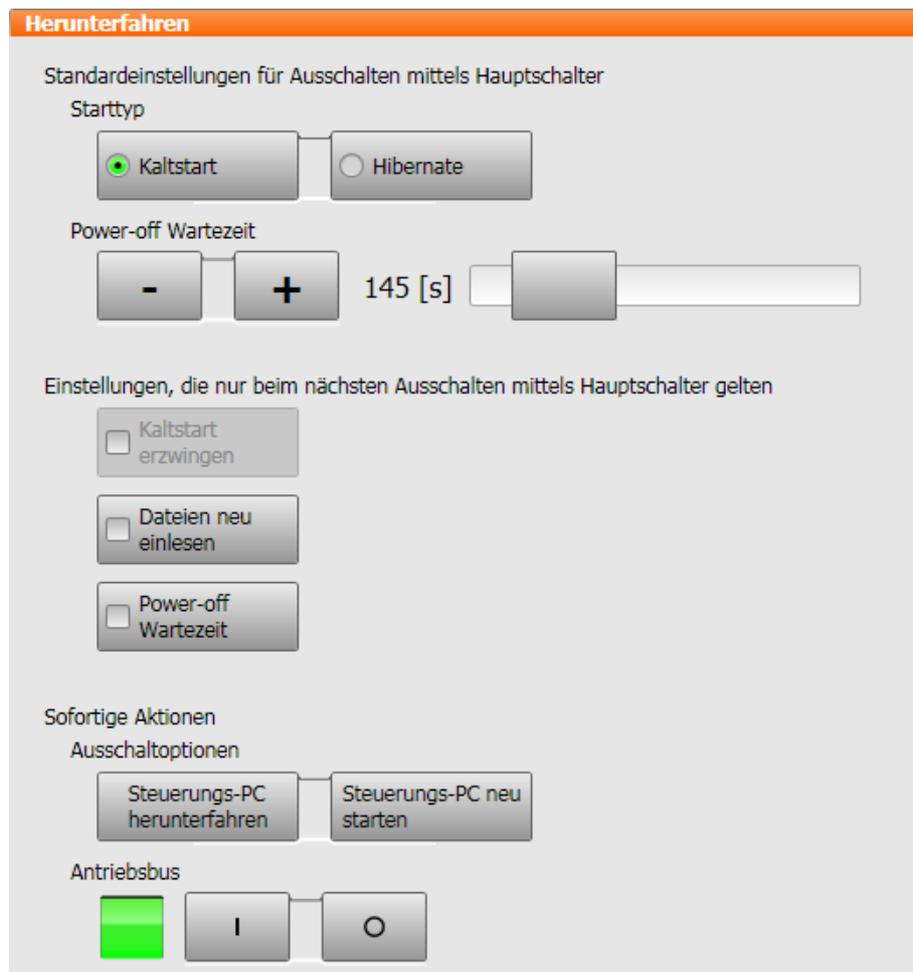


Abb. 4-7: Fenster Herunterfahren

Option	Beschreibung
Standardeinstellungen für Ausschalten mittels Hauptschalter	
Kaltstart	Nach einem Spannungsauffall startet die Robotersteuerung mit einem Kaltstart. (Ein Spannungsausfall und ein Start werden in der Regel ausgelöst durch das Aus- und Einschalten des Hauptschalters an der Robotersteuerung.) Kann nur in der Benutzergruppe Experte gewählt werden. (>>> "Starttypen" Seite 50)
Hibernate	Nach einem Spannungsauffall startet die Robotersteuerung mit Hibernate. Kann nur in der Benutzergruppe Experte gewählt werden. (>>> "Starttypen" Seite 50)
Power-off Wartezeit	Wartezeit, bevor die Robotersteuerung heruntergefahren wird. Dies sorgt dafür, dass z. B. bei sehr kurzen Spannungsausfällen das System nicht sofort herunterfährt, sondern der Ausfall überbrückt wird. Kann nur in der Benutzergruppe Experte geändert werden.

Option	Beschreibung
Einstellungen, die nur beim nächsten Ausschalten mittels Hauptschalter gelten Diese Einstellungen gelten nur für den nächsten Start.	
Kaltstart erzwingen	Aktiv: Der nächste Start ist ein Kaltstart. Steht nur zur Verfügung, wenn Hibernate ausgewählt ist.
Dateien neu einlesen	Aktiv: Der nächste Start ist ein initialer Kaltstart. Diese Option muss in folgenden Fällen gewählt werden: <ul style="list-style-type: none"> ■ 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.) ■ Wenn nach dem Herunterfahren Hardware-Komponenten getauscht werden sollen. Kann nur in der Benutzergruppe Experte gewählt werden. Steht nur zur Verfügung, wenn Kaltstart oder Kaltstart erzwingen ausgewählt ist. Je nach Hardware dauert der initiale Kaltstart ca. 30 bis 150 sec länger als ein normaler Kaltstart.
Power-off Wartezeit	Aktiv: Die Wartezeit wird beim nächsten Herunterfahren eingehalten. Inaktiv: Die Wartezeit wird beim nächsten Herunterfahren ignoriert.
Sofortige Aktionen	
Steuerungs-PC herunterfahren	Steht nur in den Betriebsarten T1 und T2 zur Verfügung. Die Robotersteuerung wird heruntergefahren.
Steuerungs-PC neu starten	Steht nur in den Betriebsarten T1 und T2 zur Verfügung. Die Robotersteuerung wird heruntergefahren und danach neu gestartet.
Antriebsbus AUS / EIN	Steht nur in den Betriebsarten T1 und T2 zur Verfügung. Der Antriebsbus kann aus- oder eingeschaltet werden. Anzeige Status des Antriebsbusses : <ul style="list-style-type: none"> ■ grün: Antriebsbus ist an. ■ rot: Antriebsbus ist aus. ■ grau: Status des Antriebsbusses ist unbekannt.

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>Hinweis: 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 Dateien neu einlesen berücksichtigt. Diese Kaltstart heißt "initialer Kaltstart".</p> <p>Bei einem Kaltstart ohne Dateien neu einlesen 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>

4.6 Robotersteuerung ausschalten

- Vorgehensweise**
- Hauptschalter an der Robotersteuerung auf OFF stellen. Die Robotersteuerung sichert die Daten automatisch.

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

4.7 Sprache der Bedienoberfläche einstellen

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

4.8 Online-Dokumentation und Online-Hilfe

4.8.1 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

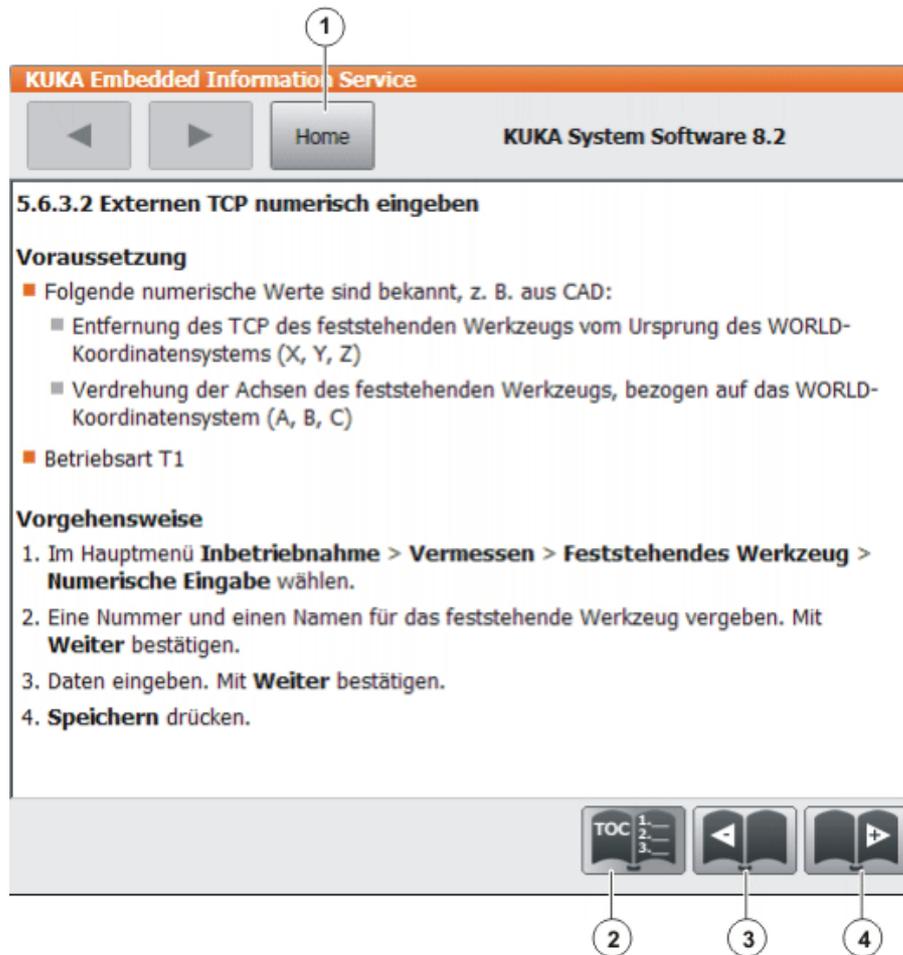


Abb. 4-8: Online-Dokumentation - Beispiel aus der KUKA System Software

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

4.8.2 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. 4-9)
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. 4-10)
- 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. 4-9)
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. 4-10)
 - 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

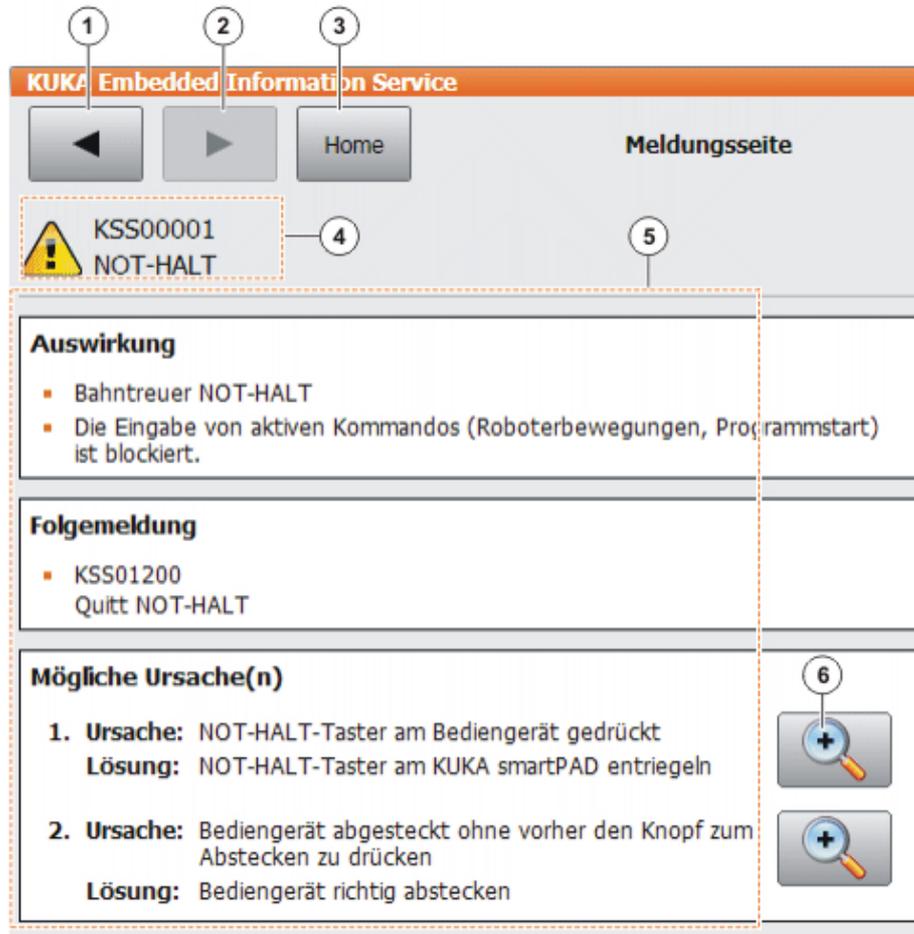


Abb. 4-9: Meldungsseite – Beispiel aus der KUKA System Software

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. (>>> Abb. 4-10)

Detailseite

KUKA Embedded Information Service

◀
▶
Home

Detailseite

KSS00001
NOT-HALT

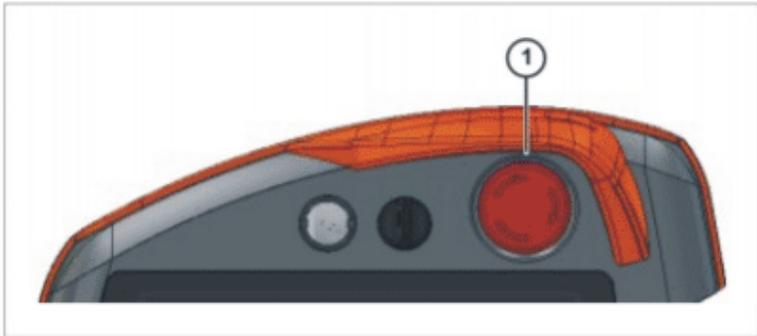
▼ **Ursache:** NOT-HALT-Taster am Bediengerät gedrückt

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

4.9 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.

4.10 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. 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"> ■ Programmverifikation: Programmiergeschwindigkeit, maximal 250 mm/s ■ Handbetrieb: Handverfahrgeschwindigkeit, maximal 250 mm/s
T2	Für Testbetrieb	<ul style="list-style-type: none"> ■ Programmverifikation: Programmiergeschwindigkeit ■ Handbetrieb: Nicht möglich

Betriebsart	Verwendung	Geschwindigkeiten
AUT	Für Industrieroboter ohne übergeordnete Steuerung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Programmbetrieb: Programmierte Geschwindigkeit ■ Handbetrieb: Nicht möglich
AUT EXT	Für Industrieroboter mit einer übergeordneten Steuerung, z. B. SPS	<ul style="list-style-type: none"> ■ Programmbetrieb: Programmierte Geschwindigkeit ■ Handbetrieb: Nicht möglich

4.11 Koordinatensysteme

Übersicht

In der Robotersteuerung sind folgende kartesische Koordinatensysteme definiert:

- WORLD
- ROBROOT
- BASE
- TOOL

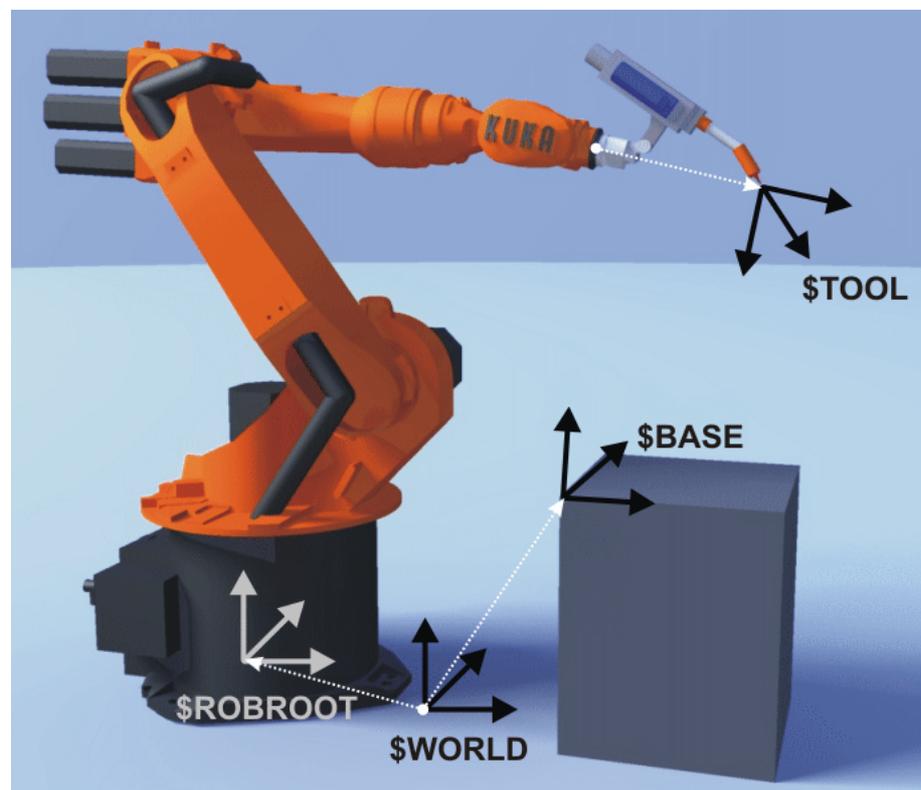


Abb. 4-11: Übersicht Koordinatensysteme

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 111)

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 104)

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

4.12 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.

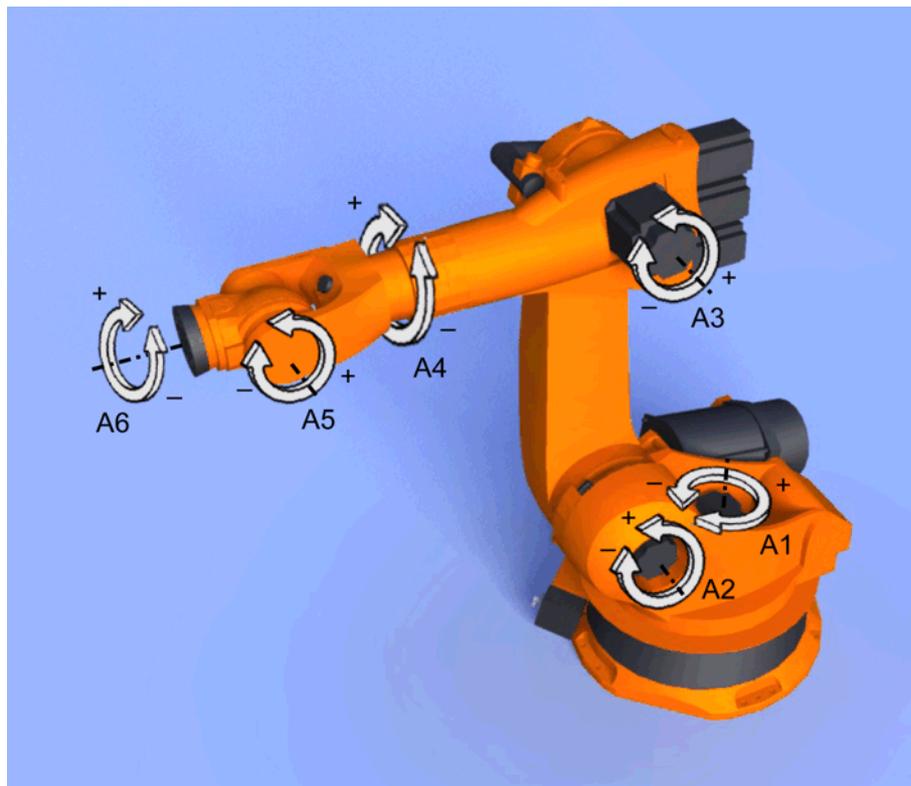


Abb. 4-12: Achsspezifisch verfahren

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

- Verfahrtasten
- Space Mouse

Übersicht

	Kartesisch verfahren	Achsspezifisch verfahren
Verfahrtasten	(>>> 4.12.6 "Mit Verfahrtasten kartesisch verfahren" Seite 63)	(>>> 4.12.5 "Mit Verfahrtasten achsspezifisch verfahren" Seite 63)
Space Mouse	(>>> 4.12.9 "Mit Space Mouse kartesisch verfahren" Seite 66)	Das achsspezifische Verfahren mit der Space Mouse ist möglich, wird jedoch nicht beschrieben.

4.12.1 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.

4.12.1.1 Registerkarte "Allgemein"



Abb. 4-13: Registerkarte Allgemein

Beschreibung

Pos.	Beschreibung
1	Programm-Override einstellen (>>> 6.5.4 "Programm-Override (POV) einstellen" Seite 144)
2	Hand-Override einstellen (>>> 4.12.3 "Hand-Override (HOV) einstellen" Seite 62)
3	Programmablaufart wählen (>>> 6.5.2 "Programmablaufarten" Seite 143)

4.12.1.2 Registerkarte "Tasten"

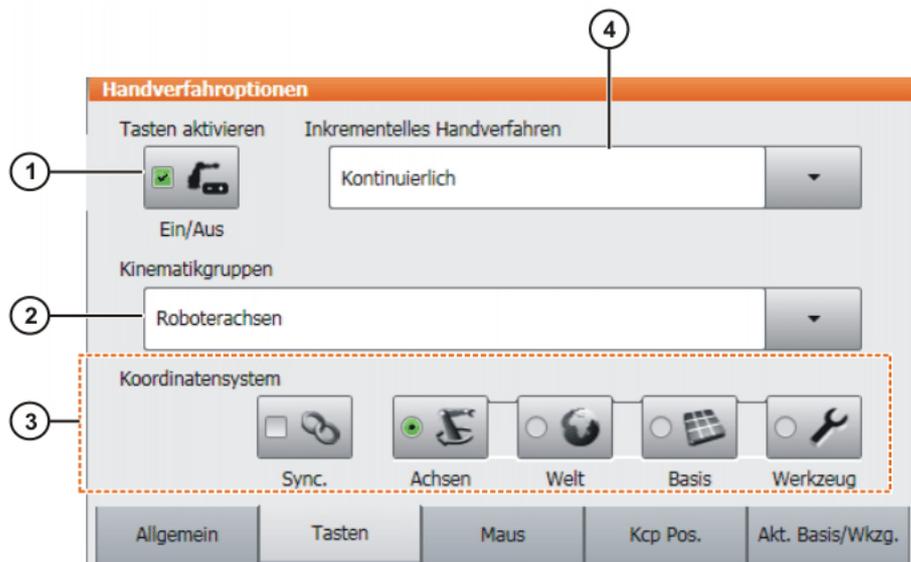


Abb. 4-14: Registerkarte Tasten

Beschreibung

Pos.	Beschreibung
1	Verfahrart "Verfahrtasten" aktivieren (>>> 4.12.2 "Verfahrart aktivieren" Seite 62)
2	Kinematikgruppe auswählen. Die Kinematikgruppe definiert, auf welche Achsen sich die Verfahrtasten beziehen. Default: Roboterachsen (= A1 ... A6) Abhängig von der Anlagenkonfiguration können weitere Kinematikgruppen zur Verfügung stehen. (>>> 4.13 "Zusatzachsen manuell verfahren" Seite 68)
3	Das Koordinatensystem für das Verfahren mit den Verfahrtasten auswählen
4	Inkrementelles Handverfahren (>>> 4.12.10 "Inkrementelles Handverfahren" Seite 67)

4.12.1.3 Registerkarte "Maus"

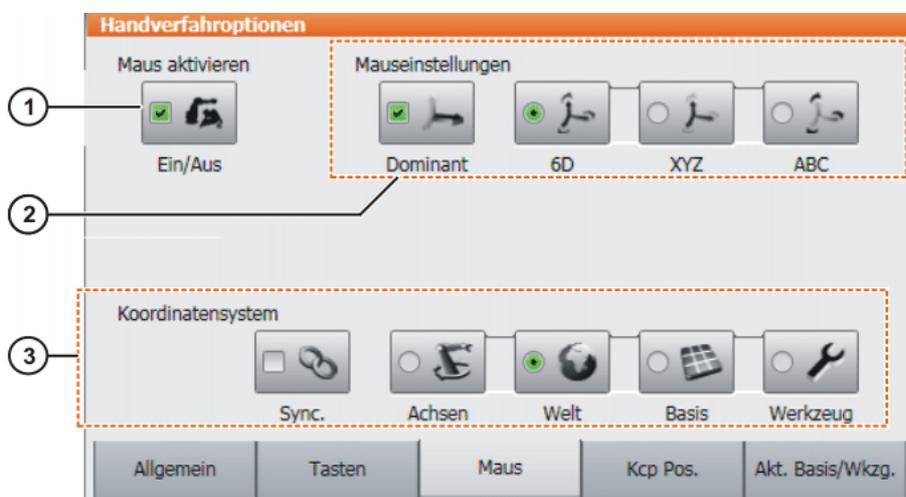


Abb. 4-15: Registerkarte Maus

Beschreibung

Pos.	Beschreibung
1	Verfahrart "Space Mouse" aktivieren (>>> 4.12.2 "Verfahrart aktivieren" Seite 62)
2	Space Mouse konfigurieren (>>> 4.12.7 "Space Mouse konfigurieren" Seite 63)
3	Das Koordinatensystem für das Verfahren mit der Space Mouse auswählen

4.12.1.4 Registerkarte "Kcp Pos."



Abb. 4-16: Registerkarte Kcp Pos.

Beschreibung

Pos.	Beschreibung
1	(>>> 4.12.8 "Ausrichtung der Space Mouse festlegen" Seite 65)

4.12.1.5 Registerkarte "Akt. Basis/Wkzg."



Abb. 4-17: Registerkarte Akt. Basis/Wkzg.

Beschreibung

Pos.	Beschreibung
1	Hier wird das aktuelle Werkzeug angezeigt. Ein anderes Werkzeug kann ausgewählt werden. (>>> 4.12.4 "Werkzeug und Basis auswählen" Seite 62) Die Anzeige Unbekannt [?] bedeutet, dass noch kein Werkzeug vermessen wurde.

Pos.	Beschreibung
2	<p>Hier wird die aktuelle Basis angezeigt. Eine andere Basis kann ausgewählt werden.</p> <p>(>>> 4.12.4 "Werkzeug und Basis auswählen" Seite 62)</p> <p>Die Anzeige Unbekannt [?] bedeutet, dass noch keine Basis vermessen wurde.</p>
3	<p>Interpolationsmodus auswählen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Flansch: Das Werkzeug ist am Anbauflansch montiert. ■ Ext. Wkzg.: Das Werkzeug ist ein feststehendes Werkzeug.

4.12.2 Verfahrrart aktivieren

- Vorgehensweise**
1. Fenster **Handverfahroptionen** öffnen.
(>>> 4.12.1 "Fenster "Handverfahroptionen"" Seite 58)
 2. Um die Verfahrrart "Verfahrtasten" zu aktivieren:
In der Registerkarte **Tasten** die Checkbox **Tasten aktivieren** aktivieren.
Um die Verfahrrart "Space Mouse" zu aktivieren:
In der Registerkarte **Maus** die Checkbox **Maus aktivieren** aktivieren.

Beschreibung Die beiden Verfahrrarten "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.

4.12.3 Hand-Override (HOV) einstellen

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

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

4.12.4 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-Koordinatensystem) 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.

4.12.5 Mit Verfahrtasten achsspezifisch verfahren

- Voraussetzung**
- Die Verfahrart "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.

4.12.6 Mit Verfahrtasten kartesisch verfahren

- Voraussetzung**
- Die Verfahrart "Verfahrtasten" ist aktiv.
 - Betriebsart T1
 - Werkzeug und Basis sind ausgewählt.
(>>> 4.12.4 "Werkzeug und Basis auswählen" Seite 62)

- 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.

4.12.7 Space Mouse konfigurieren

- Vorgehensweise**
1. Das Fenster **Handverfahroptionen** öffnen und die Registerkarte **Maus** wählen.
(>>> 4.12.1 "Fenster "Handverfahroptionen"" Seite 58)
 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

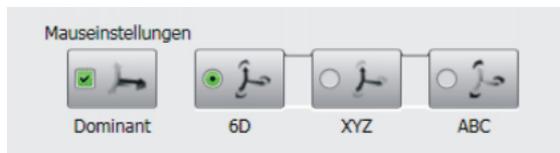


Abb. 4-18: Mauseinstellungen

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

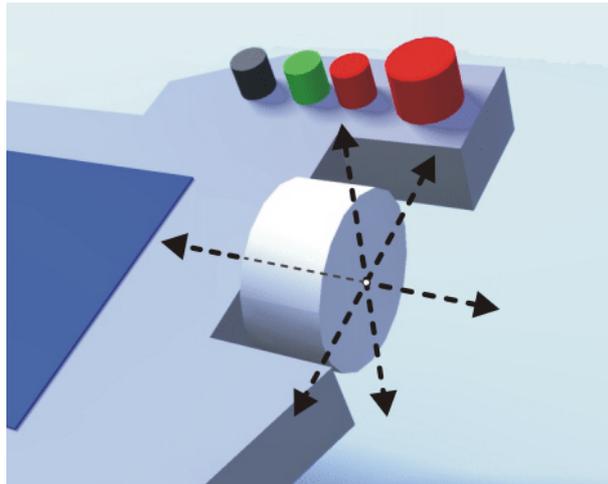


Abb. 4-19: Space Mouse ziehen und drücken

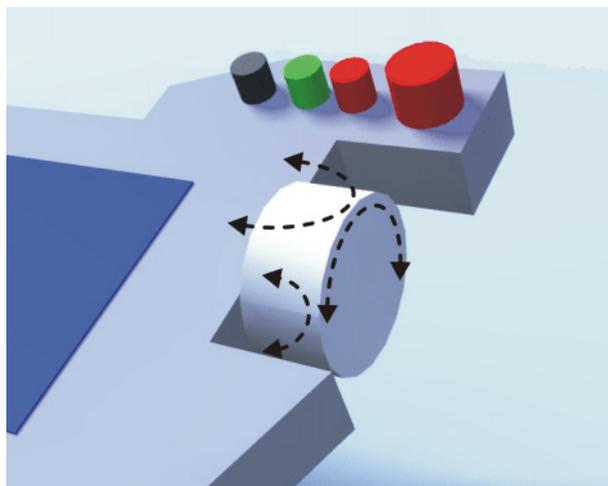


Abb. 4-20: Space Mouse drehen und kippen

4.12.8 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.

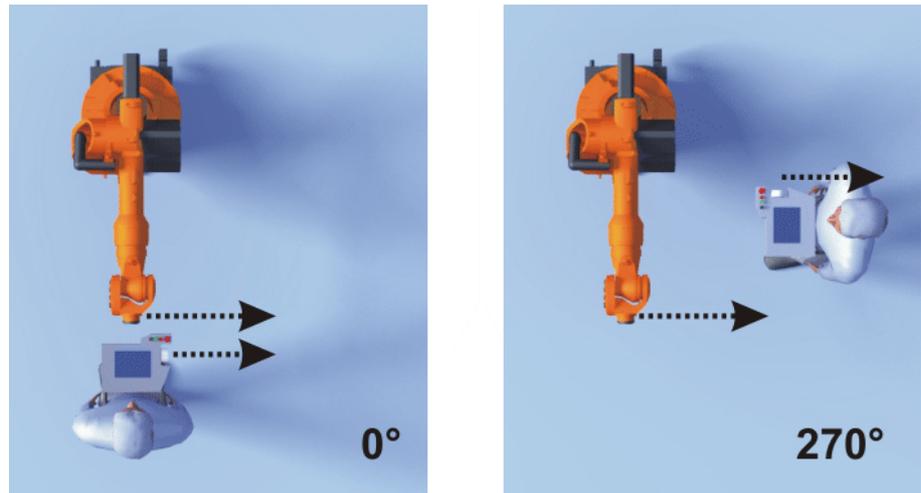


Abb. 4-21: Space Mouse: 0° und 270°

Voraussetzung ■ Betriebsart T1

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



Abb. 4-22: Ausrichtung der Space Mouse festlegen

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



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

4.12.9 Mit Space Mouse kartesisch verfahren

- Voraussetzung**
- Die Verfahrrart "Space Mouse" ist aktiv.
 - Betriebsart T1
 - Werkzeug und Basis sind ausgewählt.
(>>> 4.12.4 "Werkzeug und Basis auswählen" Seite 62)
 - Die Space Mouse ist konfiguriert.
(>>> 4.12.7 "Space Mouse konfigurieren" Seite 63)
 - Die Ausrichtung der Space Mouse ist festgelegt.
(>>> 4.12.8 "Ausrichtung der Space Mouse festlegen" Seite 65)

- 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.

4.12.10 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 selbständig.

Das inkrementelle Handverfahren kann beim Verfahren mit den Verfahrstasten 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
Kontinuierlich	Das inkrementelle Handverfahren ist ausgeschaltet.
100mm / 10°	1 Inkrement = 100 mm oder 10°
10mm / 3°	1 Inkrement = 10 mm oder 3°
1mm / 1°	1 Inkrement = 1 mm oder 1°
0,1mm / 0,005°	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 Verfahrart "Verfahrstasten" ist aktiv.
 - Betriebsart T1

- Vorgehensweise**
1. In der Statusleiste die Inkrementgröße auswählen.
 2. Den Roboter mit den Verfahrstasten 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.

4.13 Zusatzachsen manuell verfahren

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

4.14 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.

4.15 Anzeigefunktionen

4.15.1 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 das aktuelle TOOL- und BASE-Koordinatensystem angezeigt, sowie Status und Turn.

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 (Kartesisch)			
Name	Wert	Einheit	
Werkzeug/Basis			
T1 (1)	#BASE	Tool	
B1 (1)	#BASE	Base	
Position			
X	1078,01	mm	
Y	219,38	mm	
Z	1301,73	mm	
Orientierung			
A	-89,98	deg	
B	80,00	deg	
C	-89,98	deg	
Roboterposition			
S	010	bin	
T	000010	bin	

Abb. 4-23: Istposition kartesisch

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

Abb. 4-24: Istposition achsspezifisch

4.15.2 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

Abb. 4-25: Digitale Eingänge

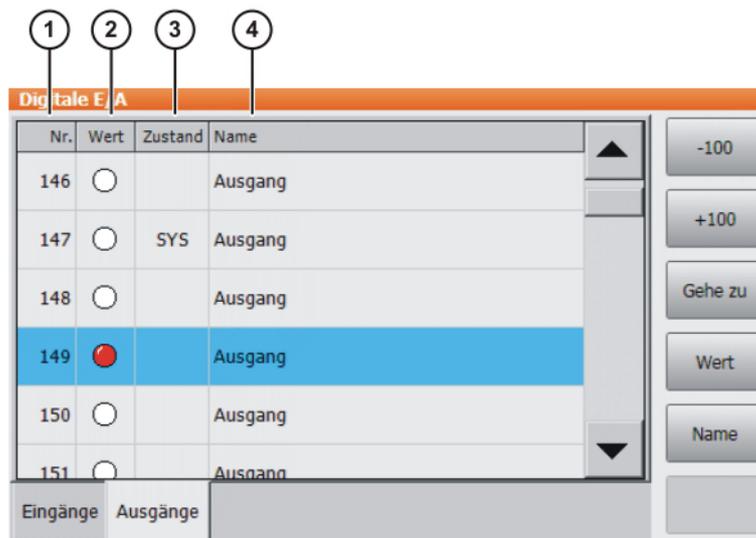


Abb. 4-26: Digitale Ausgänge

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.

4.15.3 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
Gehe zu	Die Nummer des gesuchten Ein- oder Ausgangs kann eingegeben werden.
Spannung	Für den markierten Ausgang kann eine Spannung eingegeben werden. <ul style="list-style-type: none"> ■ -10 ... 10 V Diese Schaltfläche steht nur für Ausgänge zur Verfügung.
Name	Der Name des markierten Ein-/Ausgangs kann geändert werden.

4.15.4 Ein-/Ausgänge für Automatik Extern anzeigen

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

Beschreibung

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

Abb. 4-27: Eingänge Automatik Extern (Detailanzeige)

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

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

Pos.	Beschreibung
1	Nummer
2	Status <ul style="list-style-type: none"> ■ Grau: Inaktiv (FALSE) ■ Rot: Aktiv (TRUE)
3	Langtext-Name des Ein-/Ausgangs

Pos.	Beschreibung
4	Typ <ul style="list-style-type: none"> ■ Grün: Ein-/Ausgang ■ Gelb: Variable oder Systemvariable (\$...)
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
Konfig.	Schaltet zur Konfiguration für Automatik Extern um.
Eingänge/Ausgänge	Schaltet zwischen den Fenstern für Eingänge und Ausgänge um.
Details/Normal	Schaltet zwischen den Ansichten Details und Normal um.

4.15.5 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

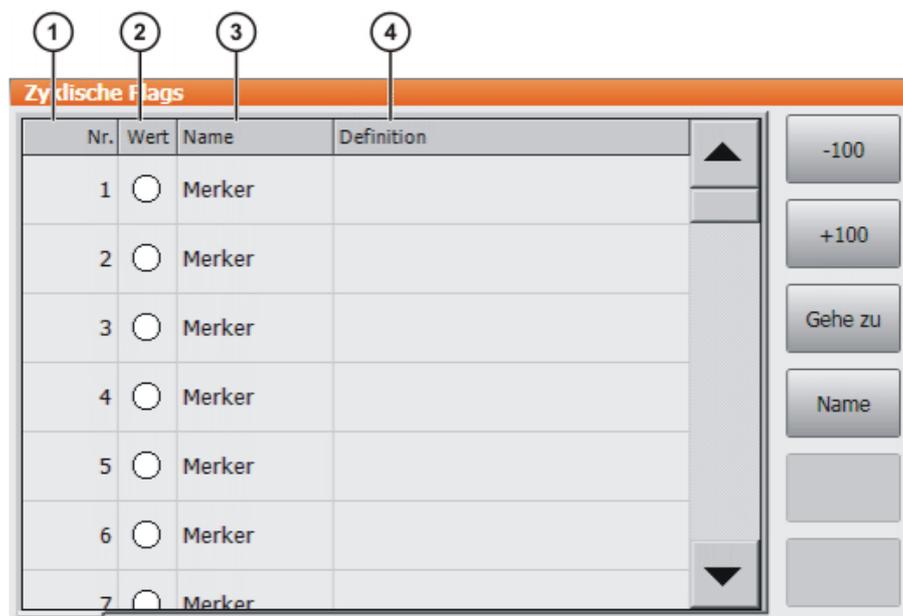


Abb. 4-29: Zyklische Flags

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.

4.15.6 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

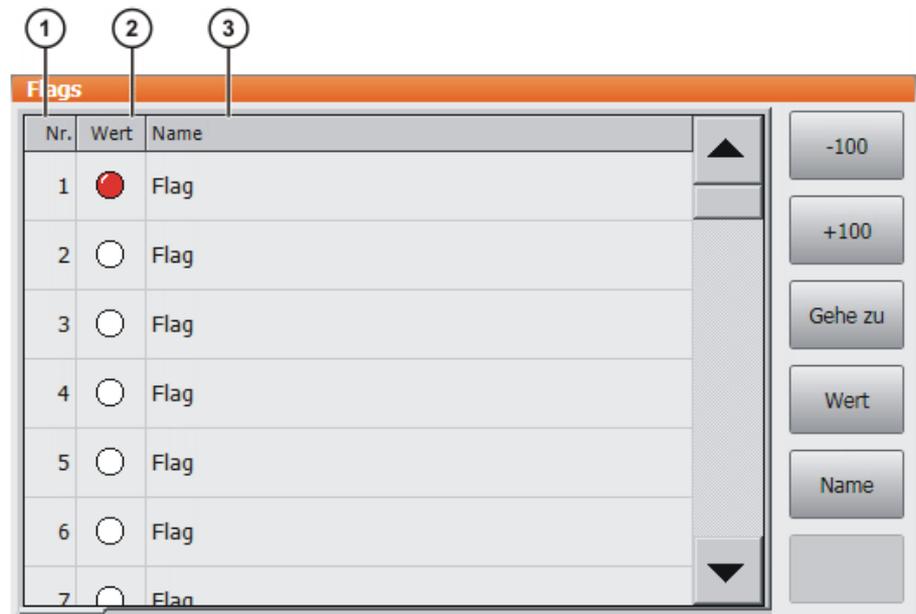


Abb. 4-30: Flags

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.

4.15.7 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

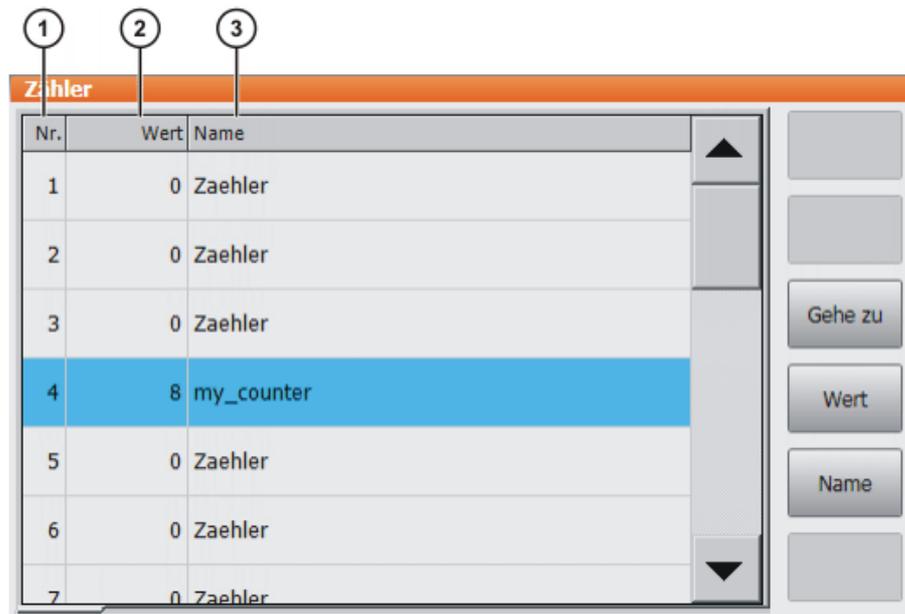


Abb. 4-31: Zähler

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.

4.15.8 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

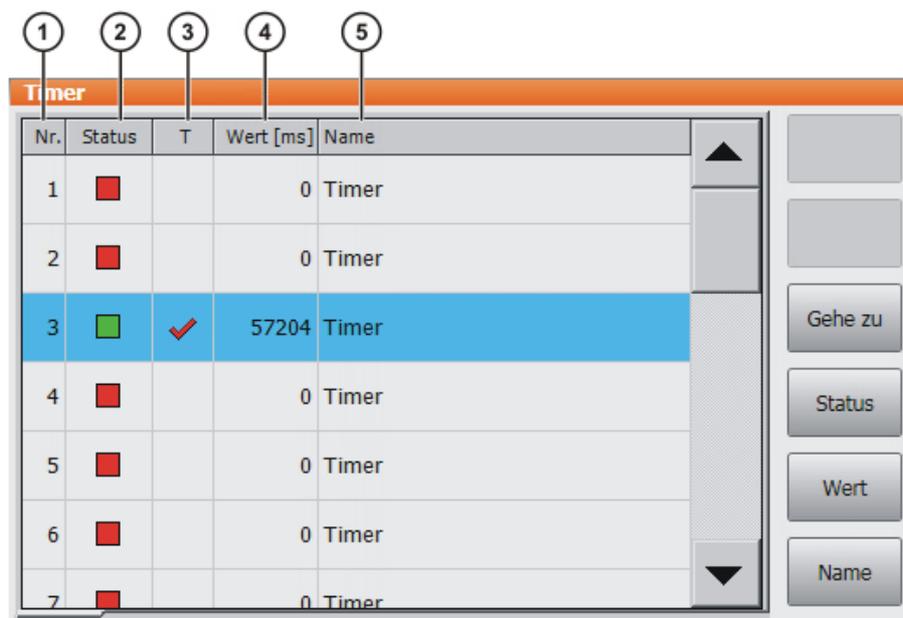


Abb. 4-32: Timer

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

Folgende Schaltflächen stehen zur Verfügung:

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

4.15.9 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.

4.15.10 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
Info	<ul style="list-style-type: none"> ■ Typ der Robotersteuerung ■ Version der Robotersteuerung ■ Version der Bedienoberfläche ■ Version des Grundsystems
Roboter	<ul style="list-style-type: none"> ■ Robotername ■ Typ und Konfiguration des Roboters ■ Betriebsdauer Der Betriebsstundenzähler läuft, wenn die Antriebe eingeschaltet sind. Alternativ kann die Betriebsdauer über die Variable \$ROBRUNTIME angezeigt werden. ■ Anzahl der Achsen ■ Liste der Zusatzachsen ■ Version der Maschinendaten
System	<ul style="list-style-type: none"> ■ Name des Steuerungs-PCs ■ Versionen der Betriebssysteme ■ Speicherkapazitäten
Optionen	Zusätzlich installierte Optionen und Technologiepakete

Registerkarte	Beschreibung
Kommentare	Zusätzliche Kommentare
Module	Name und Version wichtiger Systemdateien Die Schaltfläche Speichern exportiert den Inhalt der Registerkarte Module in die Datei C:\KRC\ROBOTER\LOG\OCXVER.TXT.

4.15.11 Roboterdaten anzeigen/bearbeiten

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

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

Beschreibung

Abb. 4-33: 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 auf einen Netzwerk-Pfad archiviert werden. (>>> 6.8.3 "Archivieren auf Netzwerk" Seite 152) Hier wird der Pfad festgelegt, auf den dabei archiviert wird.

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	
8	Dieses Feld wird nur angezeigt, wenn die Checkbox Roboternamen in Archivnamen mit übernehmen nicht aktiv ist. Hier kann ein Name für die Archivdatei festgelegt werden.
9	<ul style="list-style-type: none">■ Checkbox aktiv: Als Name für die Archivdatei wird der Robotername verwendet. Falls kein Robotername festgelegt ist, wird als Name <i>archive</i> verwendet.■ Checkbox inaktiv: Für die Archivdatei kann ein eigener Name festgelegt werden.

Die Schaltflächen stehen in der Benutzergruppe Anwender nicht zur Verfügung.

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.

GEFAHR 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.

KUKA Roboter GmbH Augsburg Germany			
Typ	Type	Type	KR XXX LXXX Xx-2 K-W-F XxxXYZ
Artikel-Nr.	Article-No.	No.d'article	XXXXXXXXXX
Serie-Nr.	Serial-No.	No.Série	XXXXXX
Hergestellt	Manufactured	Fabriqué	2004-02
Gewicht	Weight	Poids	1200 kg
\$TRAFONAME[]="#....."			TRAF01513321654984649352841
...MADA\			MADA15133216549846493554861

Abb. 5-1: Typenschild

- 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()="#** "



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

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 SafeOperation verwendet wird, kann er außerdem in KRF 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.



GEFAHR

Im Inbetriebnahme-Modus sind die externen Schutzrichtungen außer Betrieb. Die Sicherheitshinweise zum Inbetriebnahme-Modus beachten.
(>>> 3.8.3.1 "Inbetriebnahme-Modus" Seite 31)

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 PROFIsafe-Schnittstelle verwendet wird: Wenn eine Verbindung zu einer übergeordneten Sicherheitssteuerung aufgebaut wird.
- Wenn die X11-Schnittstelle verwendet wird: Wenn nicht mehr sämtliche Eingangssignale den Zustand "logisch Null" haben.

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.

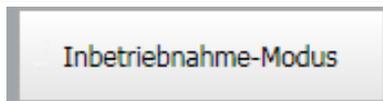


Informationen zu den Auswirkungen des Inbetriebnahme-Modus, wenn SafeOperation oder SafeRangeMonitoring verwendet wird, sind in den Dokumentationen **SafeOperation** und **SafeRangeMonitoring** zu finden.

Voraussetzung

- Wenn die PROFIsafe-Schnittstelle verwendet wird: Keine Verbindung zu einer übergeordneten Sicherheitssteuerung
- Wenn die X11-Schnittstelle verwendet wird: Sämtliche Eingangssignale haben den Zustand "logisch Null".
- Betriebsart T1 oder KRF

- Bei VKR C4: Es sind keine E2/E7-Signale über USB-Stick oder Retrofit-Schnittstelle aktiviert.
 - Bei RoboTeam: Das lokale smartPAD wird verwendet.
- Vorgehensweise**
- Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Service > Inbetriebnahme-Modus** wählen.

Menü	Beschreibung
	Der Inbetriebnahme-Modus ist aktiv. Berühren des Menüpunkt deaktiviert den Modus.
	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 Bahngenauigkeit



Voraussetzung für die erhöhte Positionier- und Bahngenauigkeit 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 verliert, z. B. Austausch von Motor oder RDC	(>>> 5.5.6 "Referenzjustage" Seite 93)
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. (>>> 5.5.8 "Achsen manuell dejustieren" Seite 101)
Nach dem Auffahren auf einen Endanschlag mit mehr als 250 mm/s	
Nach einer Kollision	

5.5.1 Justagemethoden

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

Typ Messpatrone	Justagemethoden
Messpatrone für EMD (Electronic Mastering Device) Schutzkappe mit M20-Feingewinde	Justage mit dem EMD (>>> 5.5.3 "Justieren mit dem EMD" Seite 86)
	Justage mit der Messuhr (>>> 5.5.4 "Justieren mit der Messuhr" Seite 92)
	Referenzjustage Die Referenzjustage wird bei Robotern mit EMD-Messpatronen nur für die Justage nach bestimmten Instandhaltungs-Maßnahmen verwendet. (>>> 5.5.6 "Referenzjustage" Seite 93)
Messpatrone für MEMD (Mikro Electronic Mastering Device) Schutzkappe mit M8-Feingewinde	Für A1 bis A5: Justage mit dem MEMD Für A6: Justage auf Strichmarkierung (>>> 5.5.7 "Justieren mit MEMD und Strichmarkierung" Seite 94)

5.5.2 Achsen 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. 5-3: Achse in Vorjustagestellung verfahren

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

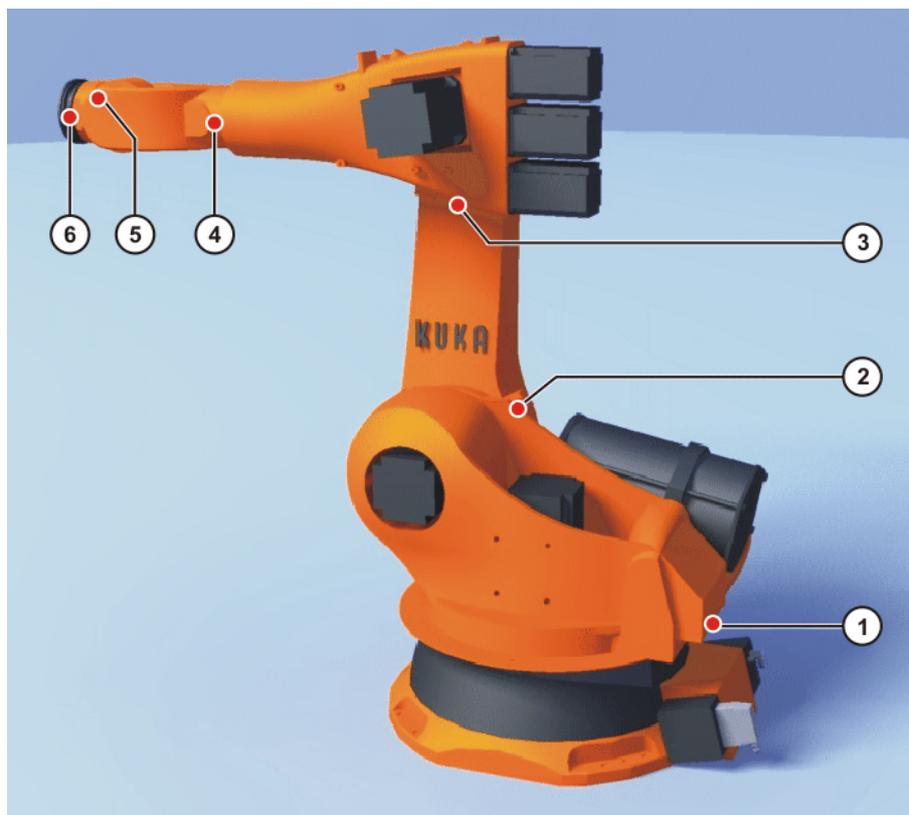


Abb. 5-4: Justagemarken am Roboter

Voraussetzung

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

HINWEIS Wenn A4 und A6 in die Vorjustagestellung verfahren werden, darauf achten, dass sich die Energiezuführung - sofern vorhanden - in ihrer korrekten Position befindet und nicht um 360° verdreht ist.

i Roboter, die mit dem MEMD justiert werden, haben für die A6 keine Vorjustagestellung. Nur A1 bis A5 müssen in Vorjustagestellung gebracht werden.

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.

5.5.3 Justieren mit dem EMD

Übersicht

Beim Justieren mit dem EMD 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	<p>Erstjustage</p> <p>(>>> 5.5.3.1 "Erstjustage durchführen (mit EMD)" Seite 87)</p> <p>Die Erstjustage wird ohne Last durchgeführt.</p>
2	<p>Offset lernen</p> <p>(>>> 5.5.3.2 "Offset lernen (mit EMD)" Seite 89)</p> <p>"Offset lernen" wird mit Last durchgeführt. Die Differenz zur Erstjustage wird gespeichert.</p>
3	<p>Bei Bedarf: Lastjustage mit Offset prüfen</p> <p>(>>> 5.5.3.3 "Lastjustage mit Offset prüfen (mit EMD)" Seite 90)</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"> ■ 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.

5.5.3.1 Erstjustage durchführen (mit EMD)

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

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.

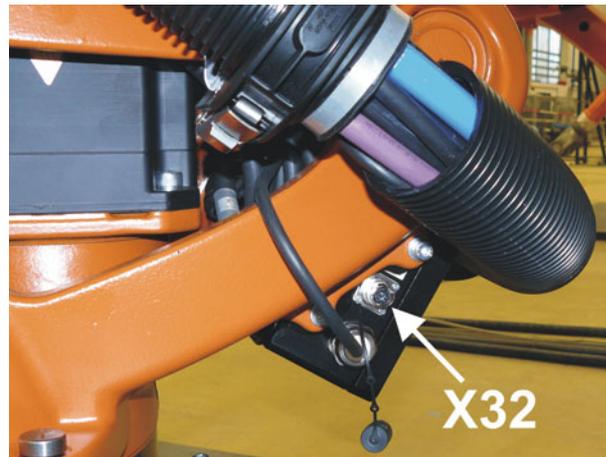


Abb. 5-5: Deckel vom X32 abnehmen

3. Die Messleitung am X32 anschließen.

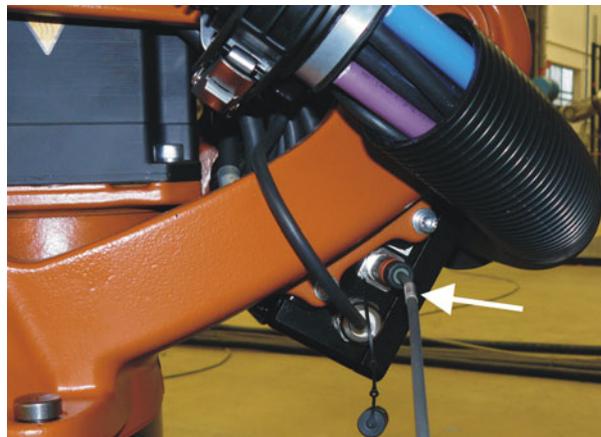


Abb. 5-6: Messleitung am X32 anschließen

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



Abb. 5-7: Schutzkappe der Messpatrone entfernen

5. Das EMD auf die Messpatrone schrauben.



Abb. 5-8: EMD auf Messpatrone schrauben

6. Die Messleitung am EMD anbringen. Dabei den roten Punkt des Steckers auf die Nut im EMD ausrichten.



Abb. 5-9: Messleitung am EMD anbringen

7. **Justiere** drücken.
8. Zustimmungsschalter und Start-Taste drücken.
Wenn das EMD die Messkerbe durchlaufen hat, wird die Justagestellung berechnet. Der Roboter stoppt automatisch. Die Werte werden gespeichert. Im Fenster wird die Achse ausgeblendet.
9. Messleitung vom EMD entfernen. Dann EMD von der Messpatrone entfernen und Schutzkappe wieder anbringen.
10. Schritte 4. bis 9. für alle zu justierenden Achsen wiederholen.
11. Das Fenster schließen.
12. Messleitung vom Anschluss X32 entfernen.

5.5.3.2 Offset lernen (mit EMD)

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

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 und die Messleitung anschließen.
4. An der Achse, die im Fenster markiert ist, die Schutzkappe der Messpatrone entfernen. (Das umgedrehte EMD kann als Schraubendreher verwendet werden.)
5. Das EMD auf die Messpatrone schrauben.
6. Die Messleitung am EMD anbringen. Dabei den roten Punkt des Steckers auf die Nut im EMD ausrichten.
7. **Lernen** drücken.
8. Zustimmungsschalter und Start-Taste drücken.
Wenn das EMD 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.
9. Mit **OK** bestätigen. Im Fenster wird die Achse ausgeblendet.
10. Messleitung vom EMD entfernen. Dann EMD von der Messpatrone entfernen und Schutzkappe wieder anbringen.
11. Schritte 4. bis 10. für alle zu justierenden Achsen wiederholen.
12. Das Fenster schließen.
13. Messleitung vom Anschluss X32 entfernen.

5.5.3.3 Lastjustage mit Offset prüfen (mit EMD)

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

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Justieren > EMD > Mit Lastkorrektur > Lastjustage > Mit Offset** wählen.
2. Werkzeugnummer eingeben. Mit **Werkz. 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 und die Messleitung anschließen.
4. An der Achse, die im Fenster markiert ist, die Schutzkappe der Messpatrone entfernen. (Das umgedrehte EMD kann als Schraubendreher verwendet werden.)
5. Das EMD auf die Messpatrone schrauben.
6. Die Messleitung am EMD anbringen. Dabei den roten Punkt des Steckers auf die Nut im EMD ausrichten.
7. **Prüfen** drücken.
8. Zustimmungsschalter halten und Start-Taste drücken.
Wenn das EMD die Messkerbe durchlaufen hat, wird die Justagestellung berechnet. Der Roboter stoppt automatisch. Die Differenz zu "Offset lernen" wird angezeigt.
9. Bei Bedarf die Werte mit **Sichern** speichern. Die alten Justagewerte werden dadurch gelöscht.
Um eine verlorene Erstjustage wiederherzustellen, Werte immer speichern.

i 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.

10. Messleitung vom EMD entfernen. Dann EMD von der Messpatrone entfernen und Schutzkappe wieder anbringen.
11. Schritte 4. bis 10. für alle zu justierenden Achsen wiederholen.
12. Das Fenster schließen.
13. Messleitung vom Anschluss X32 entfernen.

5.5.4 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. 5-10: Messuhr

Voraussetzung

- Die Last ist am Roboter montiert.
- Alle Achsen sind in Vorjustagestellung.
- Die Verfahrrart "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 Imbusschlüssel 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 Imbusschlüssel 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 herfahren, 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 Verfahrenmodus zurückschalten.
12. Schritte 2. bis 11. für alle zu justierenden Achsen wiederholen.
13. Das Fenster schließen.

5.5.5 Zusatzachsen justieren

- Beschreibung**
- Zusatzachsen von KUKA können sowohl mit dem EMD als auch mit der Messuhr justiert werden.
 - Zusatzachsen, die nicht von KUKA stammen, können mit der Messuhr justiert werden. Wenn eine Justage mit dem EMD 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.

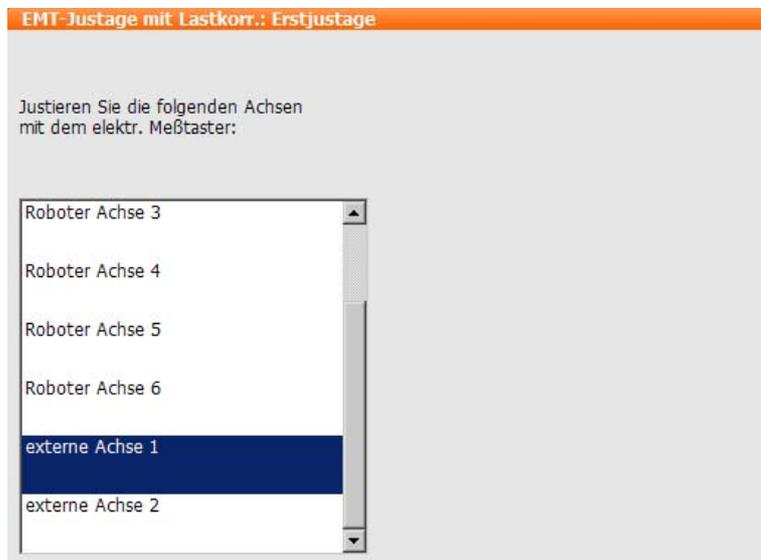


Abb. 5-11: Auswahlliste der zu justierenden Achsen



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

5.5.6 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 \$MA-MES 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 irrelevant, 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!

 **WARNUNG** 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.

5.5.7 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.

Die A6 wird nicht mit dem MEMD justiert, sondern mit Hilfe einer Strichmarkierung. Die Beschreibung zum Ablauf ist in den Beschreibungen zur MEMD-Justage enthalten.

Schritt	Beschreibung
1	<p>Erstjustage</p> <p>(>>> 5.5.7.1 "Erstjustage durchführen (mit MEMD)" Seite 95)</p> <p>Die Erstjustage wird ohne Last durchgeführt.</p>

Schritt	Beschreibung
2	<p>Offset lernen</p> <p>(>>> 5.5.7.2 "Offset lernen (mit MEMD)" Seite 98)</p> <p>"Offset lernen" wird mit Last durchgeführt. Die Differenz zur Erstjustage wird gespeichert.</p>
3	<p>Bei Bedarf: Lastjustage mit Offset prüfen</p> <p>(>>> 5.5.7.3 "Lastjustage mit Offset prüfen (mit MEMD)" Seite 99)</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"> ■ 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.

MEMD

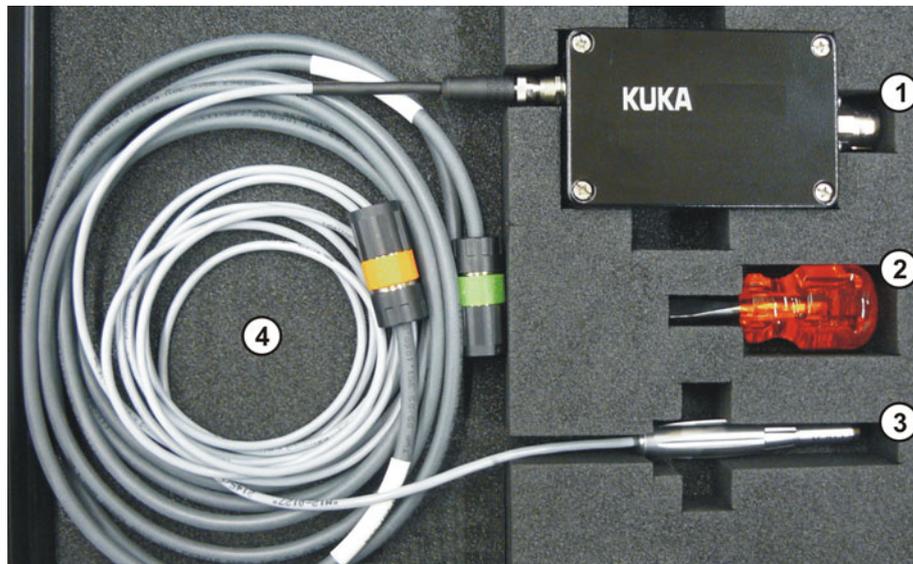


Abb. 5-12: MEMD-Koffer

- | | | | |
|---|-----------------|---|-----------|
| 1 | MEMD-Box | 3 | MEMD |
| 2 | Schraubendreher | 4 | Leitungen |

Die dünnere Leitung ist die Messleitung. Sie verbindet das MEMD mit der MEMD-Box.

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

HINWEIS

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

5.5.7.1 Erstjustage durchführen (mit MEMD)

- Voraussetzung**
- Der Roboter ist ohne Last. D. h., es ist kein Werkzeug oder Werkstück und keine Zusatzlast montiert.

- A1 bis A5 sind in Vorjustagestellung.
- 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.

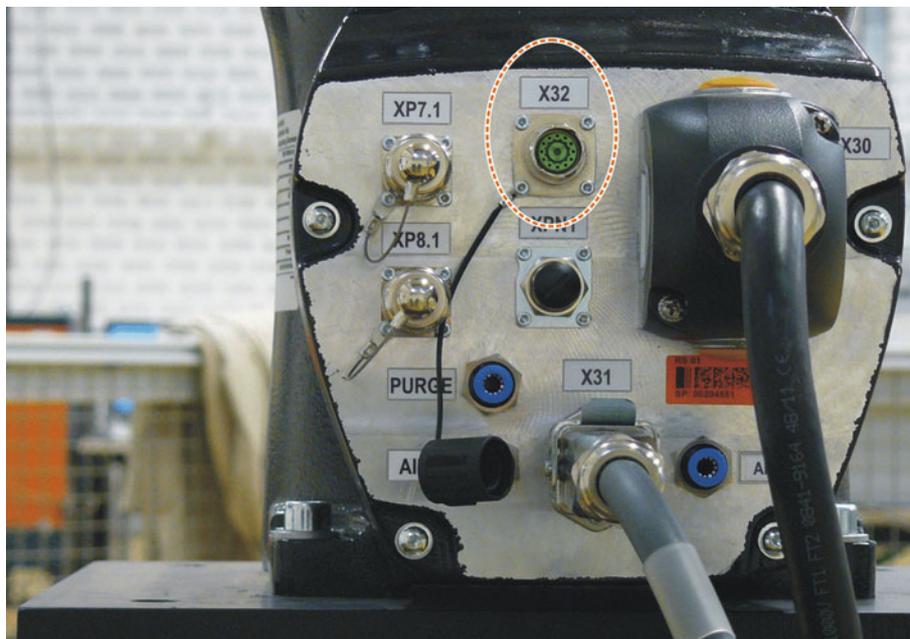


Abb. 5-13: X32 ohne Deckel

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

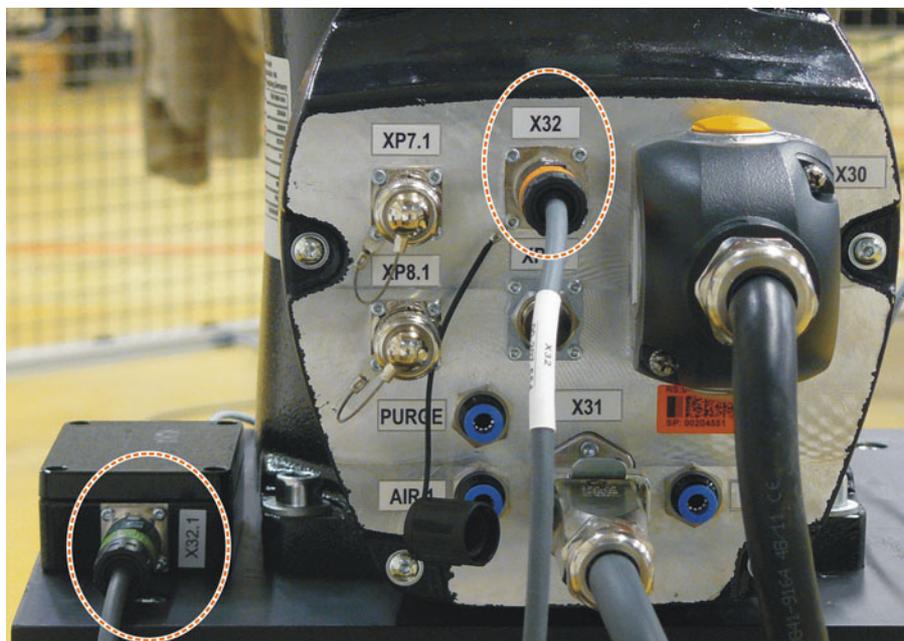


Abb. 5-14: EtherCAT-Leitung an X32 und an MEMD-Box

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



Abb. 5-15: Schutzkappe der Messpatrone entfernen

5. Das MEMD auf die Messpatrone schrauben.



Abb. 5-16: MEMD auf Messpatrone schrauben

6. **Justiere** drücken.
7. 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.
8. MEMD von der Messpatrone entfernen und Schutzkappe wieder anbringen.
9. Schritte 4. bis 8. für alle zu justierenden Achsen wiederholen, außer für A6.
10. Das Fenster schließen.
11. Die A6 in Justagestellung bringen:
Die A6 hat sehr feine Strichmarkierungen im Metall. Diese Striche exakt aufeinander ausrichten.

i 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.

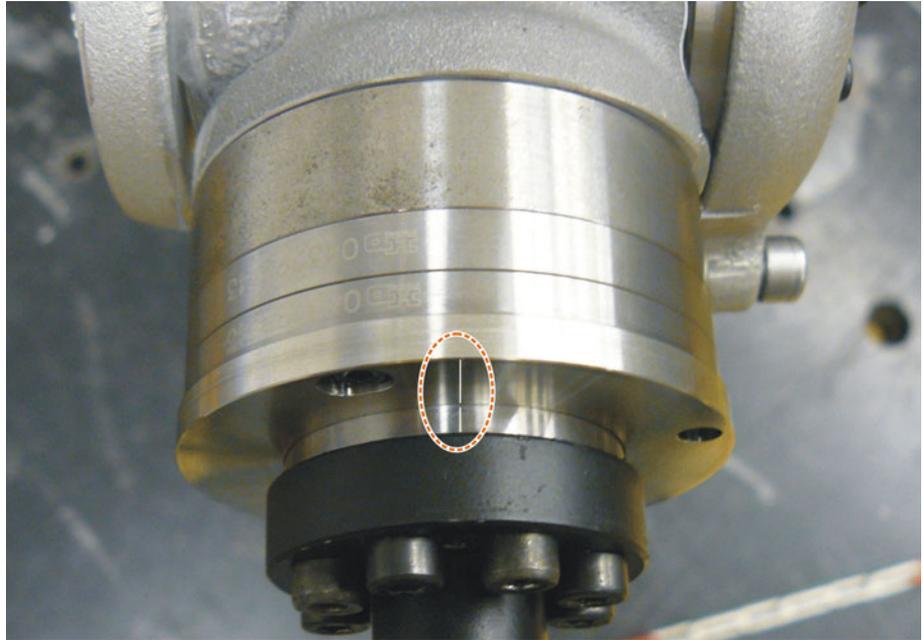


Abb. 5-17: Justagestellung A6 – Ansicht von oben vorn

12. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme** > **Justieren** > **Referenz** wählen.
Das Optionsfenster **Referenz-Justage** öffnet sich. Die A6 wird angezeigt und ist markiert.
13. **Justiere** drücken. Die A6 wird justiert und aus dem Optionsfenster ausgeblendet.
14. Das Fenster schließen.
15. Die EtherCAT-Leitung vom Anschluss X32 und von der MEMD-Box entfernen.

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

5.5.7.2 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.
- A1 bis A5 sind in Vorjustagestellung.
- 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 MEMD-Box anschließen.
 5. An der Achse, die im Fenster markiert ist, die Schutzkappe der Messpatrone entfernen.
 6. Das MEMD auf die Messpatrone schrauben.
 7. **Lernen** drücken.
 8. 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.
 9. Mit **OK** bestätigen. Im Fenster wird die Achse ausgeblendet.
 10. MEMD von der Messpatrone entfernen und Schutzkappe wieder anbringen.
 11. Schritte 5. bis 10. für alle zu justierenden Achsen wiederholen, außer für A6.
 12. Das Fenster schließen.
 13. Die A6 in Justagestellung bringen:
Die A6 hat sehr feine Strichmarkierungen im Metall. Diese 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.

14. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Justieren > Referenz** wählen.
Das Optionsfenster **Referenz-Justage** öffnet sich. Die A6 wird angezeigt und ist markiert.
15. **Justiere** drücken. Die A6 wird justiert und aus dem Optionsfenster ausgeblendet.
16. Das Fenster schließen.
17. Die EtherCAT-Leitung vom Anschluss X32 und von der MEMD-Box entfernen.

HINWEIS

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

5.5.7.3 Lastjustage mit Offset prüfen (mit MEMD)

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.



Für die A6 wird der ermittelte Wert nicht angezeigt, d. h. die Erstjustage kann nicht geprüft werden. Es ist aber möglich, eine verlorene Erstjustage wiederherzustellen.

Voraussetzung

- Gleiche Umgebungsbedingungen (Temperatur etc.) wie bei der Erstjustage
- Am Roboter ist eine Last montiert, für die **Offset lernen** durchgeführt wurde.
- A1 bis A5 sind in Vorjustagestellung.
- Es ist kein Programm angewählt.
- Betriebsart T1

Vorgehensweise

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme > Justieren > EMD > Mit Lastkorrektur > Lastjustage > Mit Offset** wählen.
2. Werkzeugnummer eingeben. Mit **Werkz. 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.
4. Die EtherCAT-Leitung am X32 und an der MEMD-Box anschließen.
5. An der Achse, die im Fenster markiert ist, die Schutzkappe der Messpatrone entfernen.
6. Das MEMD auf die Messpatrone schrauben.
7. **Prüfen** drücken.
8. 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.
9. 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.

10. MEMD von der Messpatrone entfernen und Schutzkappe wieder anbringen.
11. Schritte 5. bis 10. für alle zu justierenden Achsen wiederholen, außer für A6.
12. Das Fenster schließen.
13. Die A6 in Justagestellung bringen:
Die A6 hat sehr feine Strichmarkierungen im Metall. Diese 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.

14. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme** > **Justieren** > **Referenz** wählen.
Das Optionsfenster **Referenz-Justage** öffnet sich. Die A6 wird angezeigt und ist markiert.
15. **Justiere** drücken, um eine verlorene Erstjustage wiederherzustellen. Die A6 wird aus dem Optionsfenster ausgeblendet.
16. Das Fenster schließen.
17. Die EtherCAT-Leitung vom Anschluss X32 und von der MEMD-Box entfernen.

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

5.5.8 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.

Voraussetzung

- Es ist kein Programm angewählt.
- Betriebsart T1

Vorgehensweise

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme** > **Justieren** > **Dejustieren** wählen. Ein Fenster öffnet sich.
2. Die zu dejustierende Achse markieren.
3. Auf **Dejustiere** drücken. Die Justagedaten der Achse werden gelöscht.
4. Schritte 2 und 3 für alle zu dejustierenden Achsen wiederholen.
5. Das Fenster schließen.

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.

Voraussetzung

- Benutzergruppe Experte
- Betriebsart T1, T2 oder AUT

Vorgehensweise**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.
Im Fenster **Software-Endschalter** wird die erreichte maximale und minimale Position jeder Achse angezeigt, und zwar bezogen auf die durchlaufenen Programme insgesamt.
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.



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

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

BeschreibungFenster **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

Buttons: Automat. ermitteln, Ende, Speichern

Abb. 5-18: 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

Buttons: Automat. ermitteln, Ende, Speichern

Abb. 5-19: 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 Experte):

Schaltfläche	Beschreibung
Automat. ermitteln	Startet die automatische Ermittlung: Die Robotersteuerung schreibt die Minimal- und Maximalpositionen, die die Achsen ab jetzt einnehmen, ins Fenster Software-Endschalter in die Spalten Minimum und Maximum .
Ende	Beendet die automatische Ermittlung. Überträgt die ermittelten Minimal-/Maximalpositionen in die Spalten Negativ und Positiv , aber speichert sie noch nicht.
Speichern	Speichert die Werte in den Spalten Negativ und Positiv als Software-Endschalter.

5.7 Vermessen

5.7.1 Werkzeug vermessen

Beschreibung

Bei der Werkzeugvermessung weist der Benutzer einem Werkzeug, das am Anbauflansch 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.

(>>> 5.7.3 "Feststehendes Werkzeug vermessen" Seite 114)

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 Verfahrensgeschwindigkeit 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

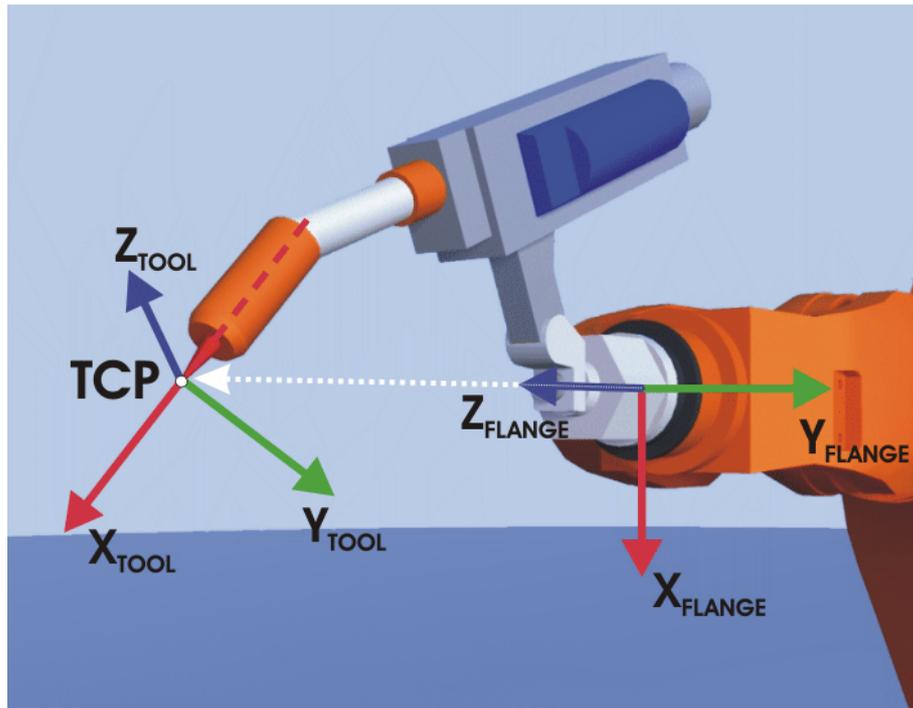


Abb. 5-20: Prinzip der TCP-Vermessung

Übersicht

Die Werkzeugvermessung besteht aus 2 Schritten:

Schritt	Beschreibung
1	<p>Ursprung des TOOL-Koordinatensystems festlegen</p> <p>Folgende Methoden stehen zur Auswahl:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ XYZ-4-Punkt (>>> 5.7.1.1 "TCP vermessen: XYZ 4-Punkt-Methode" Seite 105) ■ XYZ-Referenz (>>> 5.7.1.2 "TCP vermessen: XYZ Referenz-Methode" Seite 107)
2	<p>Orientierung des TOOL-Koordinatensystems festlegen</p> <p>Folgende Methoden stehen zur Auswahl:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ ABC-2-Punkt (>>> 5.7.1.4 "Orientierung festlegen: ABC 2-Punkt-Methode" Seite 109) ■ ABC-World (>>> 5.7.1.3 "Orientierung festlegen: ABC World-Methode" Seite 108)

Wenn die Vermessungsdaten bereits bekannt sind, können sie direkt eingegeben werden. (>>> 5.7.1.5 "Numerische Eingabe" Seite 110)

5.7.1.1 TCP vermessen: XYZ 4-Punkt-Methode



Die XYZ 4-Punkt-Methode kann für Palettierroboter 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.

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

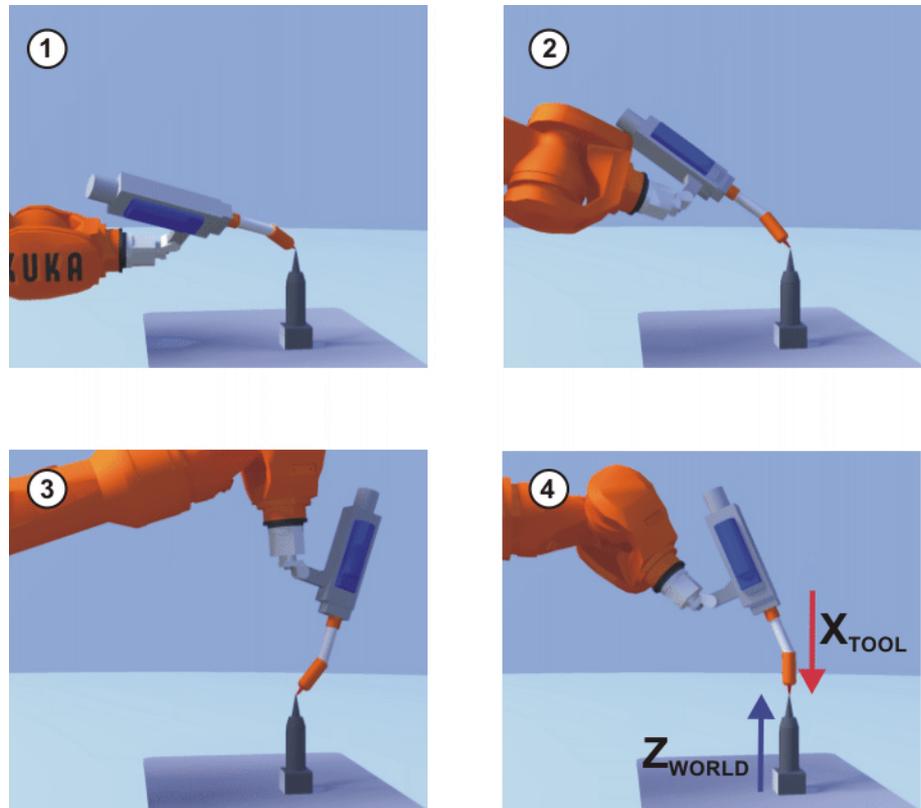


Abb. 5-21: XYZ-4-Punkt-Methode

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 130)
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 109)

(>>> 5.7.1.3 "Orientierung festlegen: ABC World-Methode" Seite 108)

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. 5-22: XYZ-Referenz-Methode

Voraussetzung

- Ein bereits vermessenes Werkzeug ist am Anbaufansch 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 130)
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 109)
 (>>> 5.7.1.3 "Orientierung festlegen: ABC World-Methode" Seite 108)

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 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 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:
 $+X_{TOOL}$ parallel zu $-Z_{WORLD}$ ausrichten. ($+X_{TOOL}$ = Stoßrichtung)
 Wenn **6D** gewählt wurde:
 Die Achsen des TOOL-Koordinatensystems folgendermaßen ausrichten.
 - $+X_{TOOL}$ parallel zu $-Z_{WORLD}$. ($+X_{TOOL}$ = Stoßrichtung)
 - $+Y_{TOOL}$ parallel zu $+Y_{WORLD}$
 - $+Z_{TOOL}$ parallel zu $+X_{WORLD}$
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 130)

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.

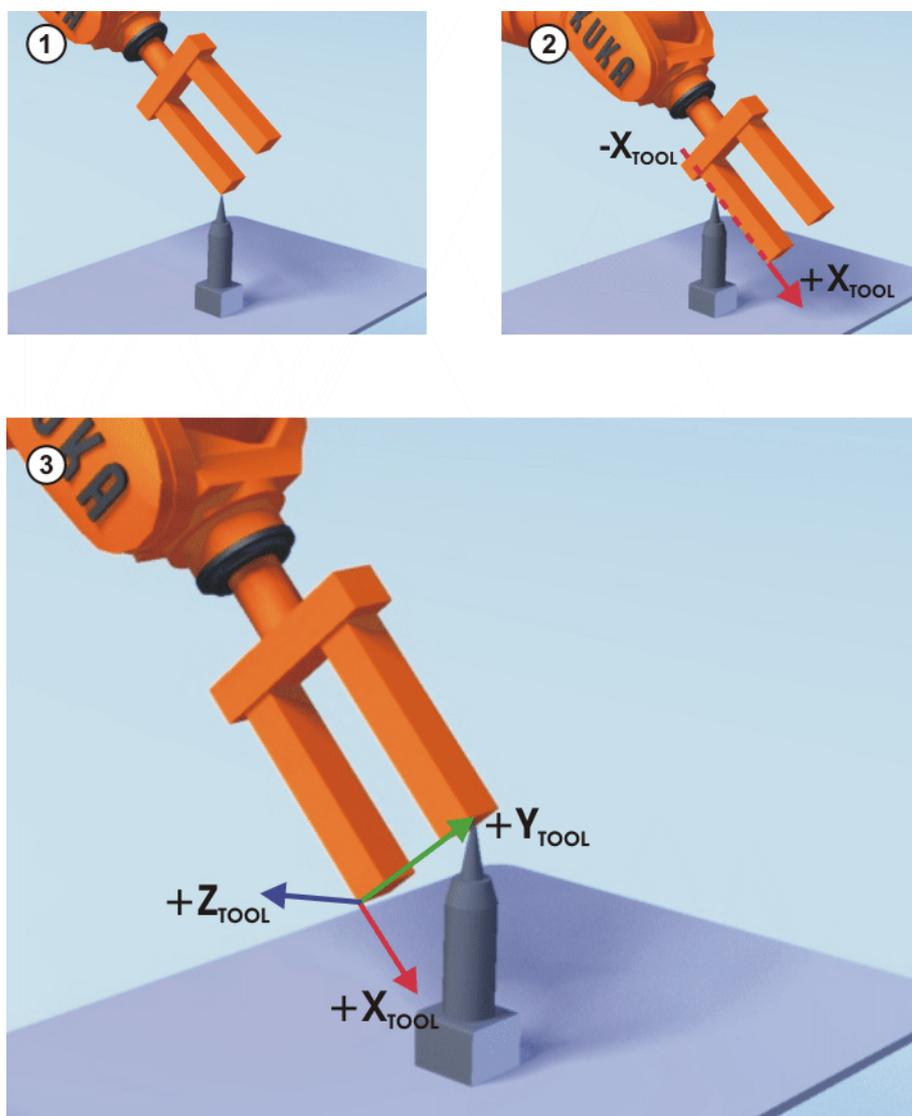


Abb. 5-23: ABC 2-Punkt-Methode

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-Punkt**.

6. Die Traglastdaten eingeben. (Dieser Schritt kann übersprungen werden, wenn die Traglastdaten stattdessen gesondert eingegeben werden.)
(>>> 5.8.3 "Traglastdaten eingeben" Seite 130)
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, z. B. KR 180PA, 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 130)
5. Wenn die Online-Lastdatenprüfung zur Verfügung steht (dies ist abhängig vom Robotertyp): Nach Bedarf konfigurieren.
(>>> 5.8.5 "Online-Lastdatenprüfung" Seite 131)
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 114)

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 111)
- Indirekte Methode (>>> 5.7.2.3 "Indirekte Methode" Seite 114)
(>>> 5.7.2.2 "Indirekte Methode" Seite 113)

Wenn die Vermessungsdaten bereits bekannt sind, können sie direkt eingegeben werden.

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.

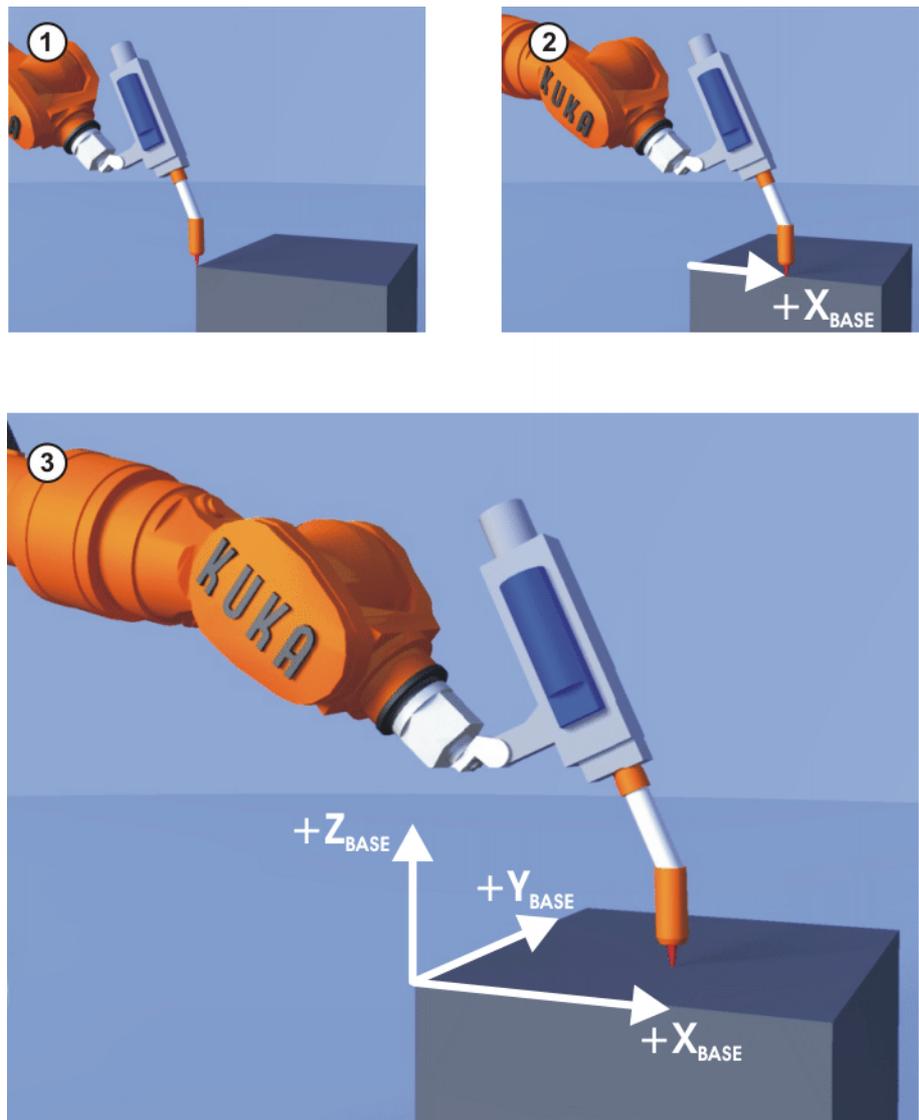


Abb. 5-24: 3-Punkt-Methode

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.

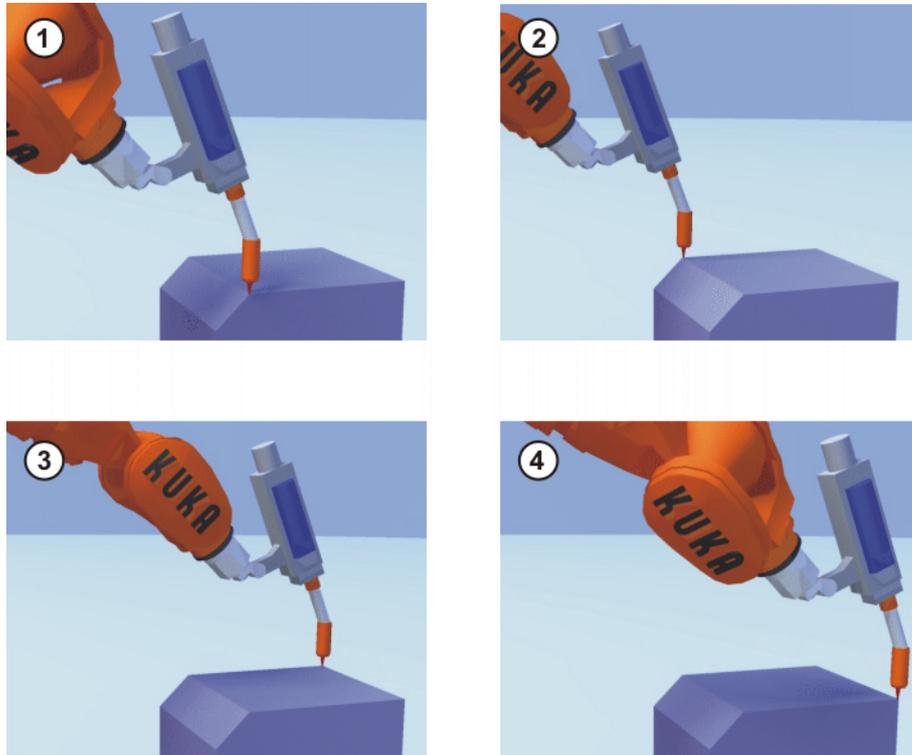


Abb. 5-25: Indirekte Methode

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 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.

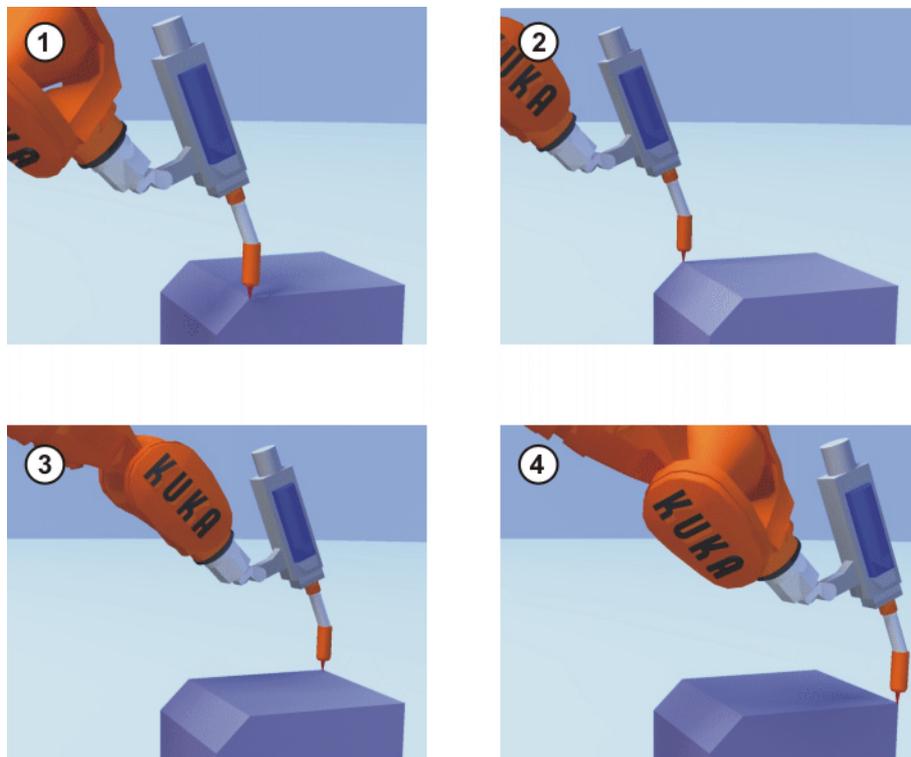


Abb. 5-26: Indirekte Methode

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. Mit **Weiter** bestätigen.
5. Schritt 4 dreimal wiederholen.
6. **Speichern** drücken.

5.7.3 Feststehendes Werkzeug vermessen

Übersicht

Die Vermessung eines feststehenden Werkzeugs besteht aus 2 Schritten:

Schritt	Beschreibung
1	<p>TCP des feststehenden Werkzeugs vermessen</p> <p>Der TCP eines feststehenden Werkzeugs wird externer TCP genannt.</p> <p>(>>> 5.7.3.1 "Externen TCP vermessen" Seite 115)</p> <p>Wenn die Vermessungsdaten bereits bekannt sind, können sie direkt eingegeben werden.</p> <p>(>>> 5.7.3.2 "Externen TCP numerisch eingeben" Seite 117)</p>
2	<p>Werkstück vermessen</p> <p>Folgende Methoden stehen zur Auswahl:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Direkte Methode (>>> 5.7.3.3 "Werkstück vermessen: Direkte Methode" Seite 117) ■ Indirekte Methode (>>> 5.7.3.4 "Werkstück vermessen: Indirekte Methode" Seite 119)

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

Beschreibung

Zuerst gibt der Benutzer der Robotersteuerung den TCP des feststehenden Werkzeugs bekannt. Dazu wird der TCP mit einem bereits vermessenen Werkzeug angefahren.

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:

- **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 Orientierungen aller 3 Achsen bekannt.

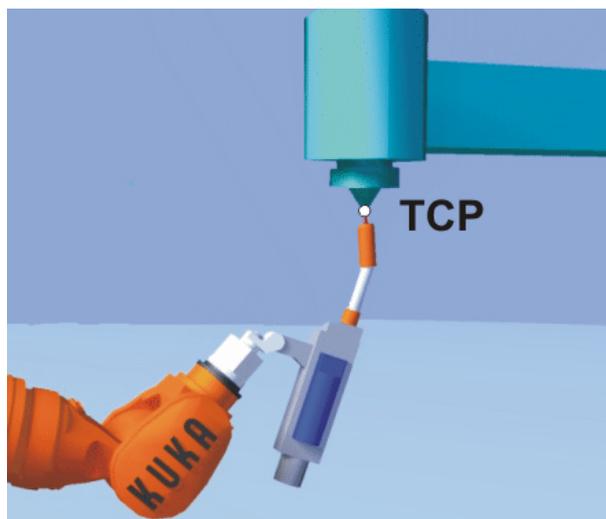


Abb. 5-27: Externen TCP anfahren

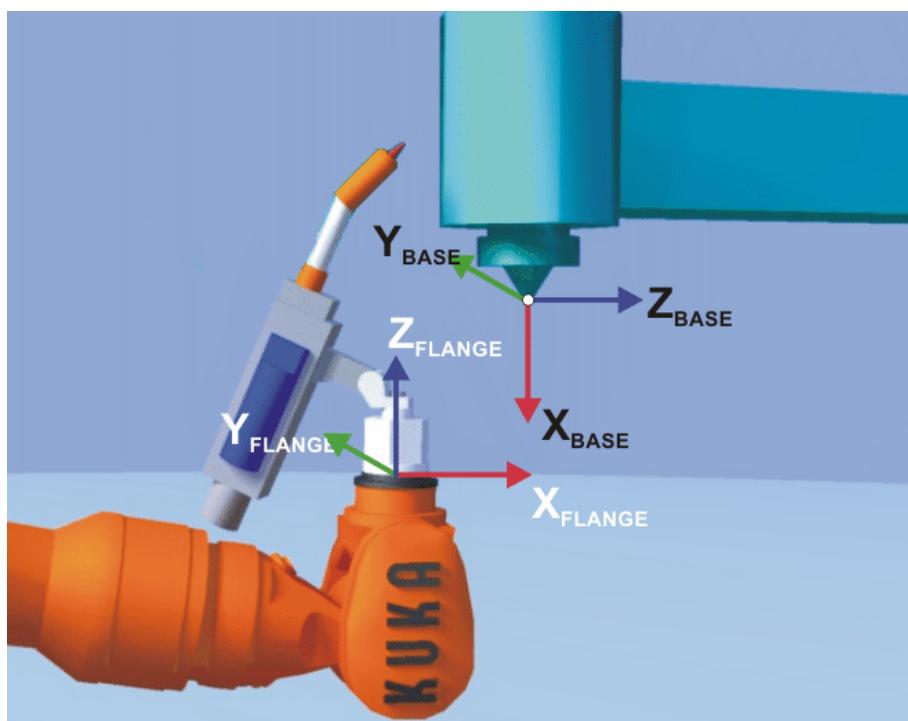


Abb. 5-28: Koordinatensysteme parallel ausrichten

Voraussetzung

- Ein bereits vermessenes Werkzeug ist am Anbaufansch 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:
 $+X_{BASE}$ parallel zu $-Z_{FLANGE}$ 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:
 - $+X_{BASE}$ parallel zu $-Z_{FLANGE}$
 (D. h. den Anbauflansch senkrecht zur Stoßrichtung des Werkzeugs ausrichten.)
 - $+Y_{BASE}$ parallel zu $+Y_{FLANGE}$
 - $+Z_{BASE}$ parallel zu $+X_{FLANGE}$
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.

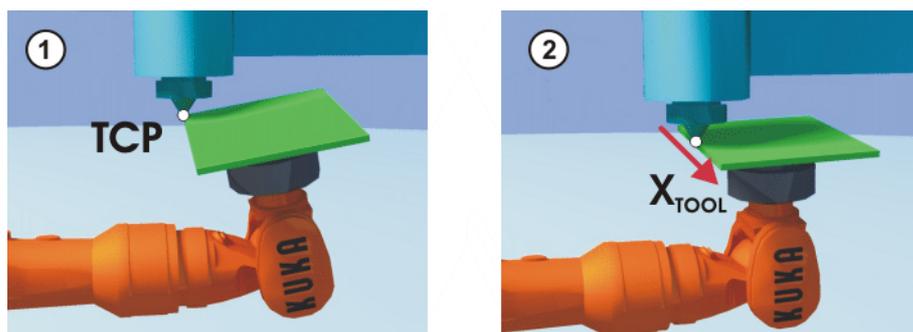


Abb. 5-29

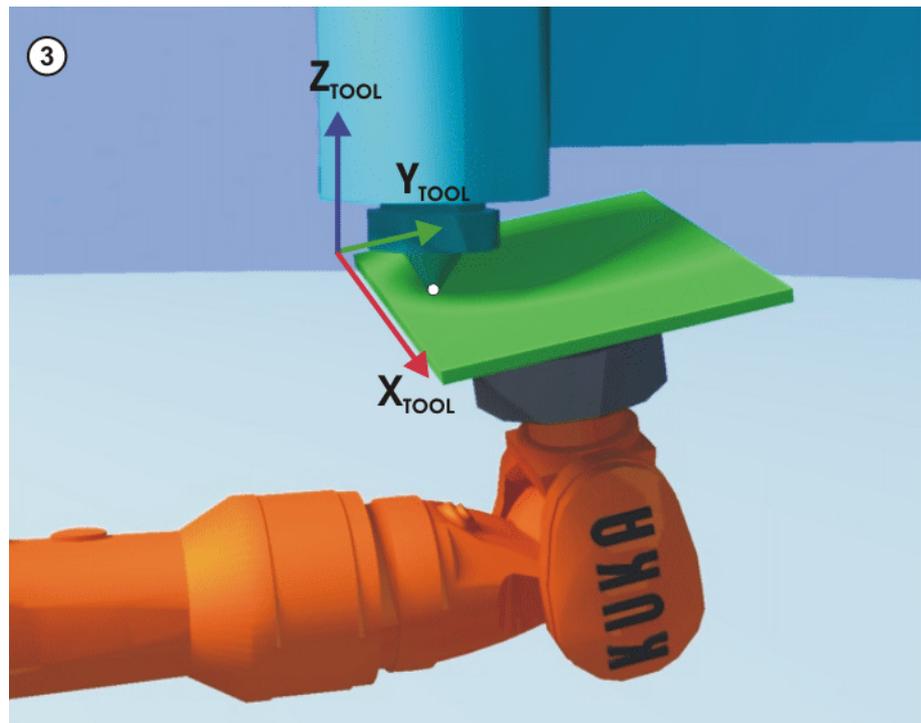


Abb. 5-30: Werkstück vermessen: Direkte Methode

Voraussetzung

- Das Werkstück ist am Anbaufansch 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 130)
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.

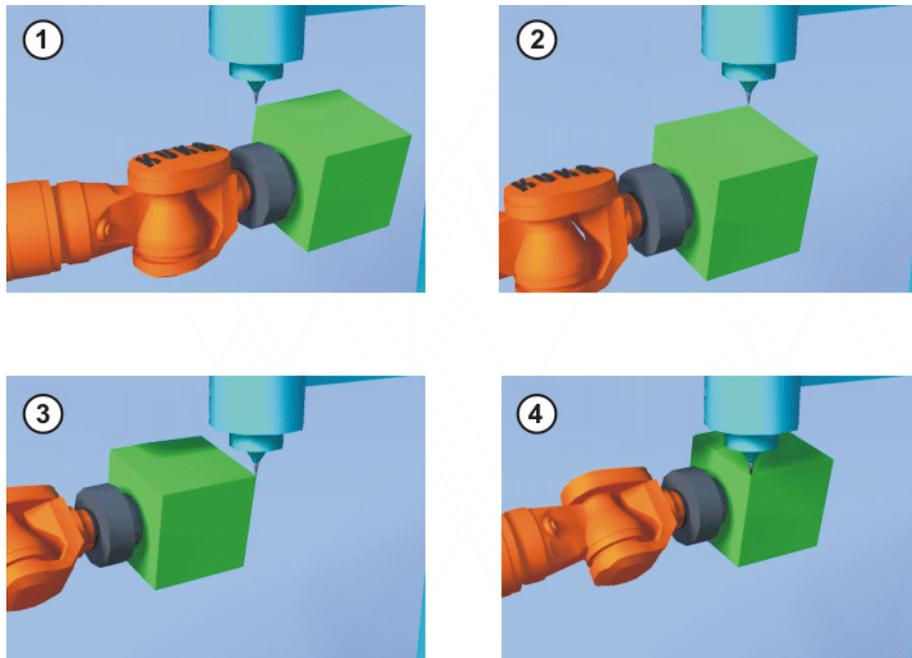


Abb. 5-31: Werkstück vermessen: Indirekte Methode

Voraussetzung

- Ein bereits vermessenes feststehendes Werkzeug ist montiert.
- Das zu vermessende Werkstück ist am Anbaufansch 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 130)
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

Voraussetzung ■ Betriebsart T1

Vorgehensweise

1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme** > **Vermessen** > **Werkzeug** oder **Basis** > **Name ändern** wählen.
2. Werkzeug oder Basis markieren und **Name** drücken.
3. Neuen Namen eingeben und mit **Speichern** bestätigen.

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

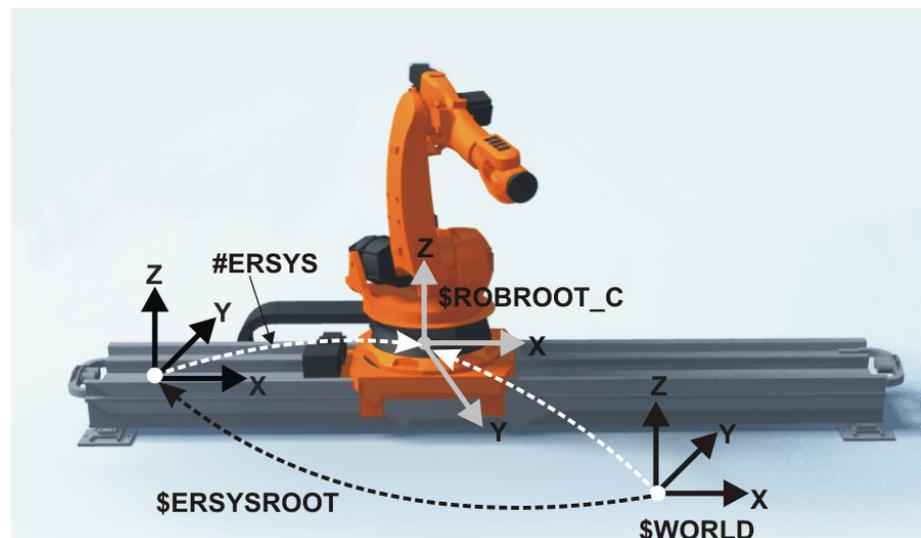


Abb. 5-32: ROBROOT-Kinematik - Lineareinheit

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 121)

Wenn die Vermessungsdaten bereits bekannt sind (z. B. aus CAD), können sie direkt eingegeben werden. (>>> 5.7.5.3 "Lineareinheit numerisch eingeben" Seite 122)

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 \$ET_x_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) (\$ET_x_AX)
 - **Name der ext. Kinematik** (\$ET_x_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 120)

Übersicht

Die Vermessung einer externen Kinematik besteht aus 2 Schritten:

Schritt	Beschreibung
1	<p>Fußpunkt der externen Kinematik vermessen.</p> <p>(>>> 5.7.6.1 "Fußpunkt vermessen" Seite 124)</p> <p>Wenn die Vermessungsdaten bereits bekannt sind, können sie direkt eingegeben werden.</p> <p>(>>> 5.7.6.2 "Fußpunkt numerisch eingeben" Seite 125)</p>
2	<p>Wenn sich auf der externen Kinematik ein Werkstück befindet: Basis des Werkstücks vermessen.</p> <p>(>>> 5.7.6.3 "Werkstück-Basis vermessen" Seite 125)</p> <p>Wenn die Vermessungsdaten bereits bekannt sind, können sie direkt eingegeben werden.</p> <p>(>>> 5.7.6.4 "Werkstück-Basis numerisch eingeben" Seite 127)</p> <p>Wenn auf der externen Kinematik ein Werkzeug montiert ist: Externes Werkzeug vermessen.</p> <p>(>>> 5.7.6.5 "Externes Werkzeug vermessen" Seite 127)</p> <p>Wenn die Vermessungsdaten bereits bekannt sind, können sie direkt eingegeben werden.</p> <p>(>>> 5.7.6.6 "Externes Werkzeug numerisch eingeben" Seite 129)</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 Referenzpunktes berechnet die Robotersteuerung den Fußpunkt der Kinematik.

Bei externen Kinematiken von KUKA ist der Referenzpunkt in den Maschinendaten in der Systemvariable $\$ET_x_TPINFL$ konfiguriert. Diese enthält die Lage des Referenzpunktes 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 $\$ET_x_TPINFL$ 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 \$ET_x_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 Position 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.

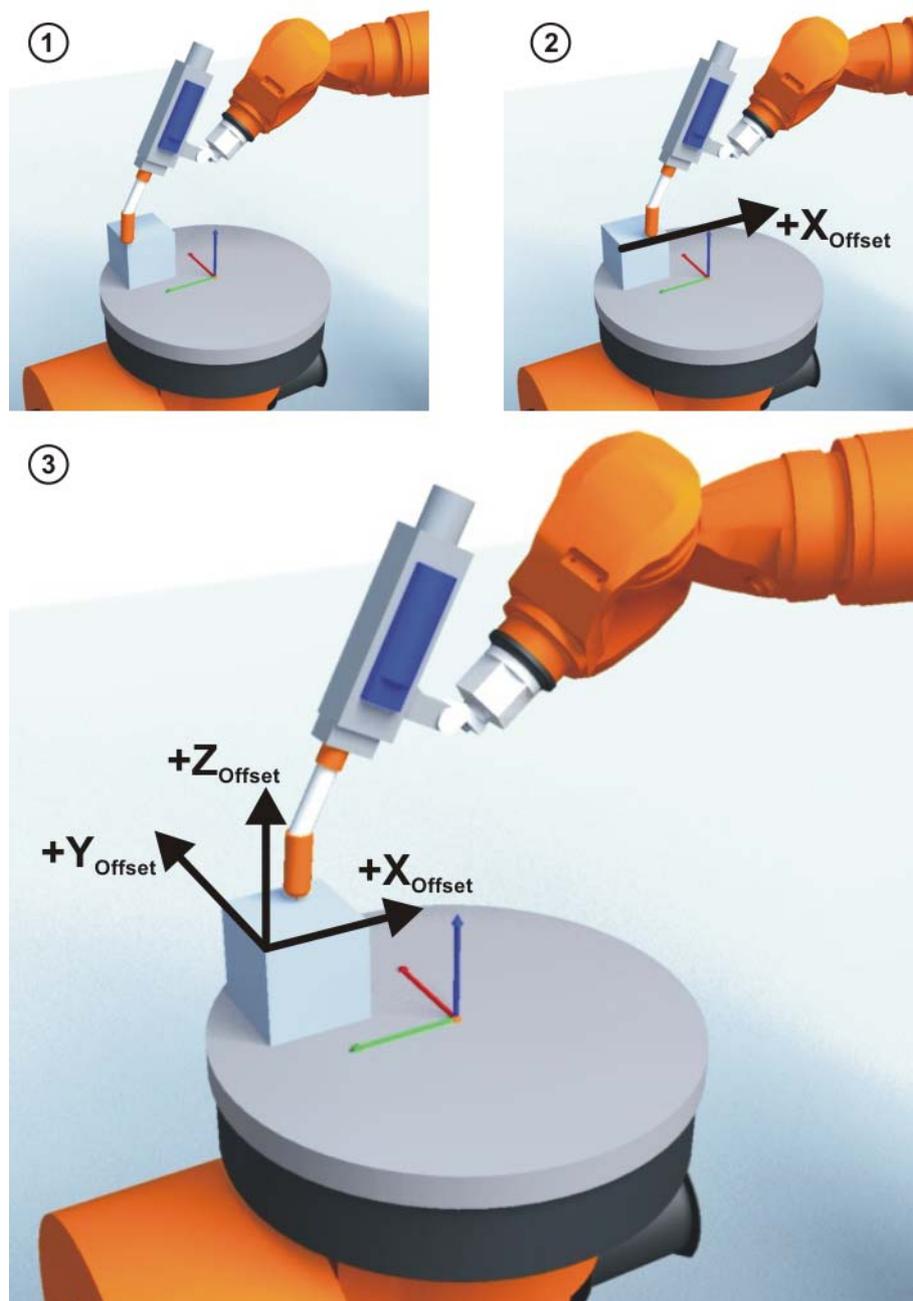


Abb. 5-34: Prinzip der Basis-Vermessung

Voraussetzung

- Die Maschinendaten der Kinematik sind konfiguriert und auf die 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

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.
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_{BASE} parallel zu -Z_{FLANGE} 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_{BASE} parallel zu -Z_{FLANGE}
(D. h. den Anbauflansch senkrecht zur Stoßrichtung des externen Werkzeugs ausrichten.)
 - +Y_{BASE} parallel zu +Y_{FLANGE}
 - +Z_{BASE} parallel zu +X_{FLANGE}
8. **Vermessen** drücken und mit **Weiter** bestätigen.
9. **Speichern** drücken.

5.7.6.6 Externes Werkzeug numerisch eingeben

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

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.

- Quellen**
- Lastdaten können folgenden Quellen entnommen werden:
- Software-Option KUKA.LoadDataDetermination (nur für Traglasten am Flansch)
 - Herstellerangaben
 - Manuelle Berechnung
 - CAD-Programme

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 heruntergeladen werden.

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

5.8.2 Traglasten ermitteln mit KUKA.LoadDataDetermination

- Beschreibung**
- Mit KUKA.LoadDataDetermination können Traglasten exakt bestimmt werden und in die Robotersteuerung übertragen werden.
- Voraussetzung**
- Betriebsart T1 oder T2
 - Kein Programm ist angewählt.
- Vorgehensweise**
- Im Hauptmenü **Inbetriebnahme** > **Service** > **Lastdatenermittlung** wählen.

 Weitere Informationen sind in der Dokumentation **KUKA.LoadDataDetermination** 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.LoadDataDeterminati- on in die Robotersteuerung übertragen wurden, ist keine manuelle Eingabe mehr notwendig.
- Voraussetzung**
- Die Traglastdaten wurden mit KUKA.Load oder KUKA.LoadDataDeterminati- on geprüft und der Roboter ist für diese Traglasten geeignet.
- Vorgehensweise**
1. Im Hauptmenü **Inbetriebnahme** > **Vermessen** > **Werkzeug** > **Werk- zeuglastdaten** 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 131)
 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** wäh- len.
 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 110)
- Bei der gesonderten Eingabe der Traglastdaten
(>>> 5.8.3 "Traglastdaten eingeben" Seite 130)

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

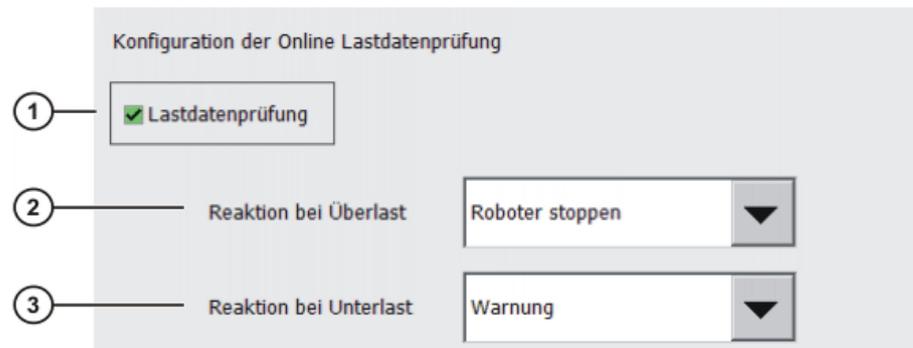


Abb. 5-35: Online-Lastdatenprüfung

Pos.	Beschreibung
1	<p>TRUE: Die OLDC für das im gleichen Fenster angezeigte Werkzeug ist aktiv. Bei Über- oder Unterlast erfolgen die definierten Reaktionen.</p> <p>FALSE: 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"> ■ Keine: Keine Reaktion. ■ Warnung: Die Robotersteuerung gibt folgende Zustandsmeldung aus: <i>Beim Überprüfen der Roboterlast (Tool {Nr.}) ist Überlast ermittelt worden.</i> ■ Roboter stoppen: Die Robotersteuerung gibt eine Quittiermeldung aus mit dem gleichen Inhalt wie bei Warnung. Der Roboter stoppt mit einem STOP 2.
3	<p>Hier kann definiert werden, welche Reaktion bei Unterlast erfolgen soll. Die möglichen Reaktionen sind analog zu denen bei Überlast.</p>

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

5.9 **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.

5.9.1 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. 5-36: Wartungseingabe

Pos.	Beschreibung
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.

5.9.2 Wartungsprotokoll anzeigen**Beschreibung**

Die protokollierten Wartungen können in einer Übersicht angezeigt werden.

Wenn die KUKA System Software upgedatet wird (z. B. von KSS 8.2.3 auf KSS 8.2.4.), 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.

Wartungshandbuch				
Basisinspektion				
Datum	Ausführender/Firma	Betriebsdauer	AuftragsNr.	Kommentar
28.01.2011	KUKA	10 000	123456	my test description
Zentralhandwartung				
Datum	Ausführender/Firma	Betriebsdauer	AuftragsNr.	Kommentar
28.01.2011	XY	10 000	654321	my test2 description
Wartungseingabe		Wartungsübersicht		

Abb. 5-37: Wartungsübersicht

6 Programmverwaltung

6.1 Dateimanager Navigator

Übersicht

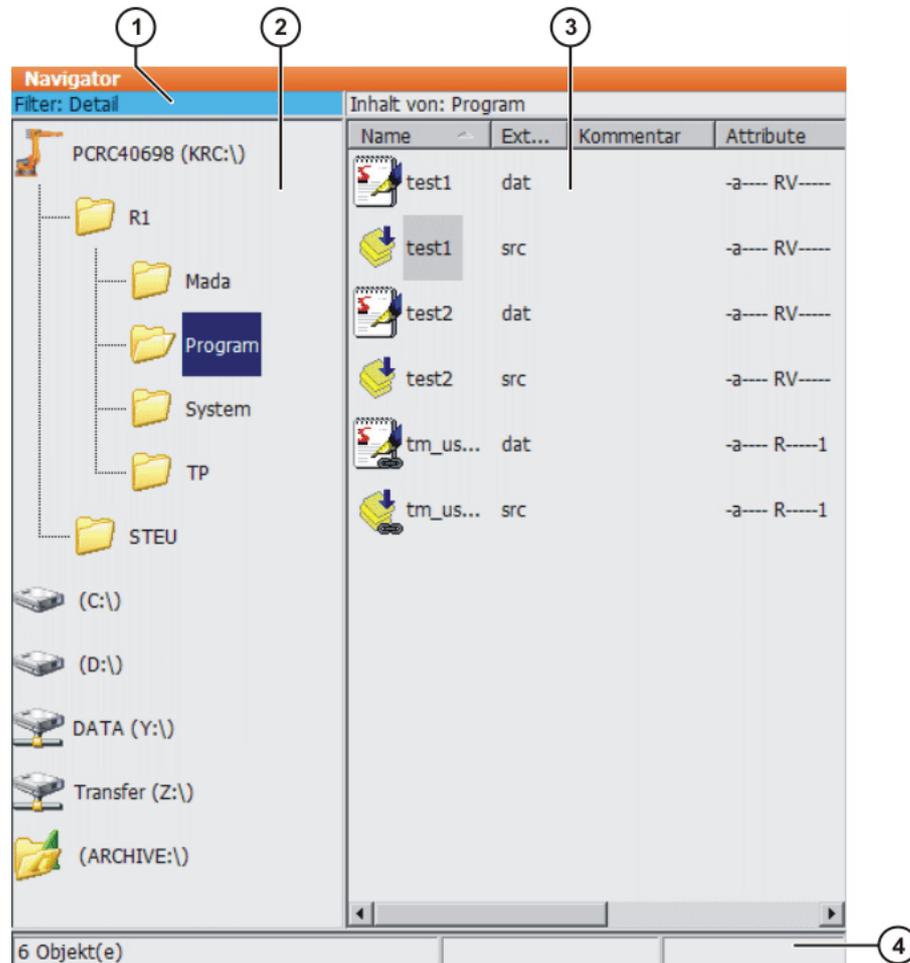


Abb. 6-1: Navigator

- | | |
|-----------------------|---------------|
| 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.
(>>> 6.1.1 "Filter auswählen" Seite 136)
- 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:

Spalte	Beschreibung
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

6.1.1 Filter auswählen

Beschreibung

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:

- **Detail**
Programme werden als SRC- und DAT-Dateien angezeigt. (Defaulteinstellung)
- **Module**
Programme werden als Module angezeigt.

Voraussetzung

- Benutzergruppe Experte

Vorgehensweise

1. Menüfolge **Bearbeiten** > **Filter** wählen.
2. Im linken Bereich des Navigators den gewünschten Filter markieren.
3. Mit **OK** bestätigen.

6.1.2 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 Ordnern 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.

6.1.3 Neues Programm anlegen

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 Ordnern 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.



In der Benutzergruppe Anwender kann kein Template ausgewählt werden. Es wird defaultmäßig ein Programm vom Typ "Modul" angelegt.

6.1.4 Datei umbenennen

Voraussetzung ■ Der Navigator wird angezeigt.

Vorgehensweise

1. In der Verzeichnisstruktur den Ordner markieren, in dem sich die Datei befindet.
2. In der Dateiliste die Datei markieren.
3. **Bearbeiten > Umbenennen** wählen.
4. Den Dateinamen mit dem neuen Namen überschreiben und mit **OK** bestätigen.

6.2 Programm anwählen oder öffnen

Übersicht Ein Programm kann angewählt oder geöffnet werden. Statt dem Navigator wird dann ein Editor mit dem Programm angezeigt.

(>>> 6.2.1 "Programm anwählen und abwählen" Seite 138)

(>>> 6.2.2 "Programm öffnen" Seite 139)

Zwischen der Programmanzeige und dem Navigator kann man hin- und herwechseln.

(>>> 6.2.3 "Zwischen Navigator und Programm wechseln" Seite 140)

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.

6.2.1 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.

(>>> 6.5.6 "Statusanzeige Roboter-Interpreter" Seite 145)

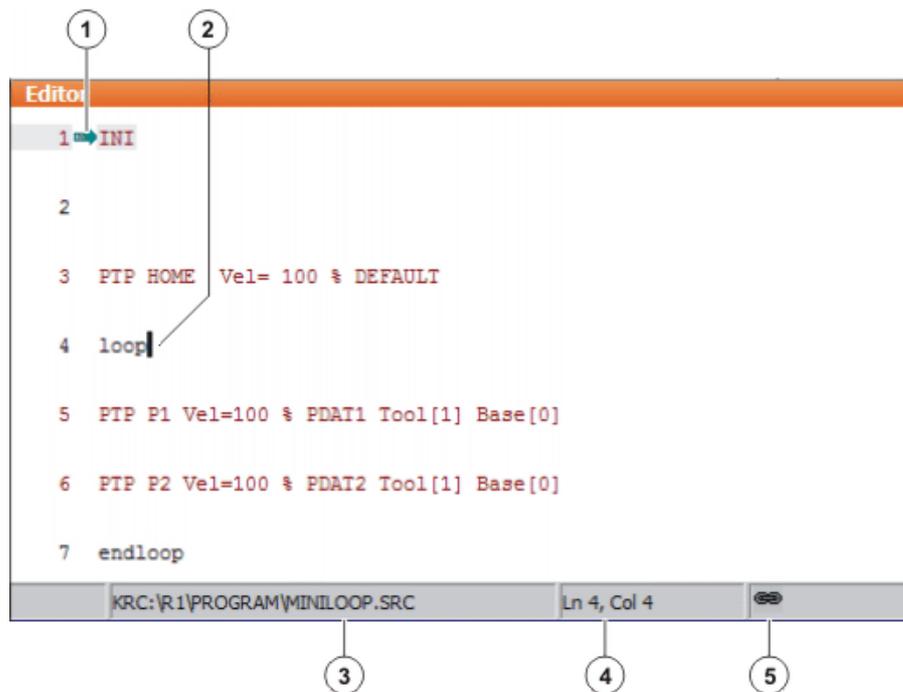


Abb. 6-2: Programm ist angewählt

- 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.

6.2.2 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

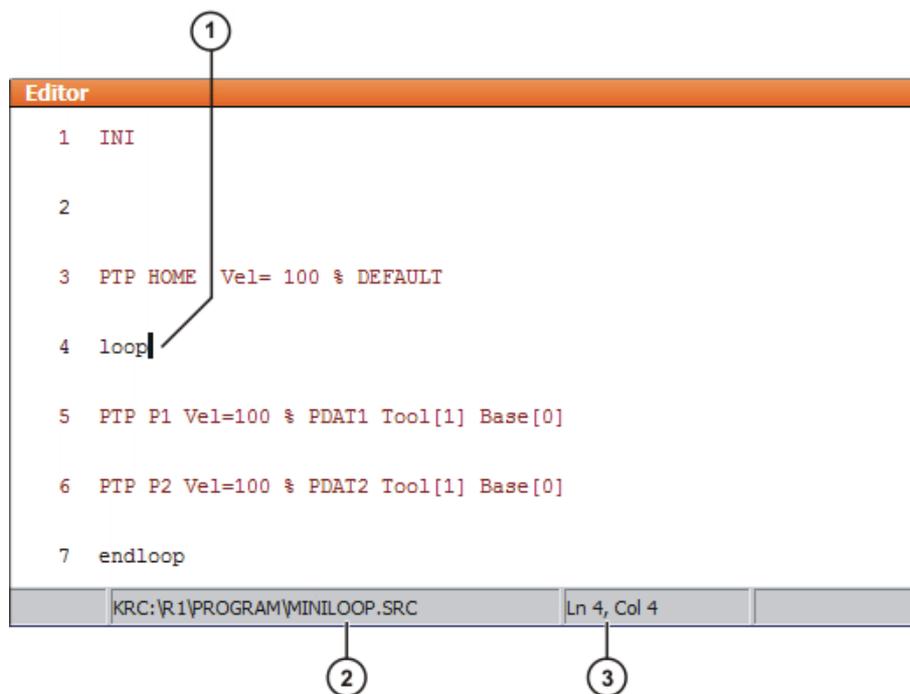


Abb. 6-3: Programm ist geöffnet

- 1 Cursor
- 2 Pfad des Programms und Dateiname
- 3 Position des Cursors im Programm

6.2.3 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.

6.3 Aufbau eines KRL-Programms

```

1 DEF my_program( )
2  INI
3
4  PTP HOME  Vel= 100 % DEFAULT
   ...
8  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

```

Zeile	Beschreibung
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. (>>> 6.4.1 "DEF-Zeile ein-/ausblenden" Seite 142)
2	Die INI-Zeile enthält Initialisierungen für interne Variablen und Parameter.
4	HOME-Position (>>> 6.3.1 "HOME-Position" Seite 142)
8	LIN-Bewegung (>>> 8.2.3 "LIN-Bewegung programmieren" Seite 176)
14	PTP-Bewegung (>>> 8.2.1 "PTP-Bewegung programmieren" Seite 175)
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.



WARNUNG 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.

6.3.1 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.

 WARNUNG	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.
--------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

6.4 Programmteile ein-/ausblenden

6.4.1 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

- Menüfolge **Bearbeiten** > **Ansicht** > **DEF-Zeile** wählen.
Häkchen im Menü gesetzt: Die DEF-Zeile ist eingeblendet.
Häkchen im Menü nicht gesetzt: Die DEF-Zeile ist ausgeblendet.

6.4.2 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

- Menüfolge **Bearbeiten** > **Ansicht** > **Detailansicht (ASCII)** wählen.
Häkchen im Menü gesetzt: Die Detailansicht ist eingeschaltet.
Häkchen im Menü nicht gesetzt: Die Detailansicht ist ausgeschaltet.

6.4.3 Zeilenumbruch ein-/ausschalten

Beschreibung Wenn eine Zeile breiter ist als das Programmfenster ist, wird sie defaultmäßig umgebrochen. Der umgebrochene Teil der Zeile besitzt keine Zeilennummer und ist durch einen schwarzen, L-förmigen Pfeil markiert. Der Zeilenumbruch kann ausgeschaltet werden.

```
8 EXT IBGN (IBGN_COMMAND :IN,BOOL :IN,REAL :IN,REAL
  ↳ :IN,BOOL :IN,E6POS :OUT )
```

Abb. 6-4: Zeilenumbruch

Der Zeilenumbruch wird für geöffnete und angewählte Programme getrennt ein- und ausgeschaltet.

- Voraussetzung**
- Benutzergruppe Experte
 - Programm ist angewählt oder geöffnet.
- Vorgehensweise**
- Menüfolge **Bearbeiten > Ansicht > Zeilenumbruch** wählen.
Häkchen im Menü gesetzt: Der Zeilenumbruch ist eingeschaltet.
Häkchen im Menü nicht gesetzt: Der Zeilenumbruch ist ausgeschaltet.

6.5 Programm starten

6.5.1 Programmablaufart auswählen

- Vorgehensweise**
1. Die Statusanzeige **Programmablaufart** berühren. Das Fenster **Programmablaufart** öffnet sich.
 2. Die gewünschte Programmablaufart auswählen.
(>>> 6.5.2 "Programmablaufarten" Seite 143)
Das Fenster schließt sich und die gewählte Programmablaufart wird übernommen.

6.5.2 Programmablaufarten

Programmablaufart	Beschreibung
Go #GO	Das Programm läuft ohne Stopp bis zum Programmende ab.
Bewegung #MSTEP	Das Programm läuft mit einem Stopp nach jedem Bewegungssatz ab. Die Start-Taste muss für jeden Bewegungssatz neu gedrückt werden.
Einzelschritt #ISTEP	Das Programm läuft mit einem Stopp nach jeder Programmzeile ab. Auch Programmzeilen, die nicht sichtbar sind, und Leerzeilen werden berücksichtigt. Die Start-Taste muss für jede Zeile neu gedrückt werden. Einzelschritt steht nur in der Benutzergruppe Experte zur Verfügung.
Rückwärts #BSTEP	Diese Programmablaufart wird automatisch angewählt, wenn die Start-Rückwärts-Taste gedrückt wird.

 Bei **Bewegung** und **Einzelschritt** läuft das Programm ohne Vorlauf ab.

6.5.3 Vorlauf

Der Vorlauf ist die maximale Anzahl der Bewegungssätze, die die Robotersteuerung 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.

6.5.4 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 **Handverfahrenoptionen** geöffnet werden.

Alternative Vorgehensweise Alternativ kann der Override mit der Plus-Minus-Taste rechts am KCP eingestellt werden.

Einstellung möglich in den Schritten 100%, 75%, 50%, 30%, 10%, 3%, 1%.

6.5.5 Antriebe ein-/ausschalten

Der Zustand der Antriebe wird in der Statusleiste angezeigt. Die Antriebe können hier auch ein- oder ausgeschaltet werden.

Symbol	Farbe	Beschreibung
	grün	Antriebe bereit
	rot	Antriebe nicht bereit

6.5.6 Statusanzeige Roboter-Interpreter

Symbol	Farbe	Beschreibung
	grau	Kein Programm ist ausgewählt.
	gelb	Satzzeiger steht auf der ersten Zeile des angewählten Programms.
	grün	Programm ist ausgewählt und läuft ab.
	rot	Angewähltes und gestartetes Programm wurde angehalten.
	schwarz	Satzzeiger steht am Ende des angewählten Programms.

6.5.7 Programm vorwärts starten (manuell)

- Voraussetzung**
- Programm ist ausgewählt.
 - Betriebsart T1 oder T2

- Vorgehensweise**
1. Programmablaufart wählen.
 2. Zustimmungsschalter gedrückt halten und warten, bis die Statusleiste "Antriebe bereit" anzeigt:



Abb. 6-5

3. SAK-Fahrt durchführen: Start-Taste drücken und halten, bis im Meldungsfenster "SAK erreicht" angezeigt wird. Der Roboter bleibt stehen.

⚠️ WARNUNG Eine SAK-Fahrt erfolgt immer als PTP-Bewegung von der Istposition zur Zielposition. Die Bewegung beobachten, um Kollisionen zu vermeiden. Bei der SAK-Fahrt ist die Geschwindigkeit automatisch reduziert.

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.

6.5.8 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.



WARNUNG Eine SAK-Fahrt erfolgt immer als PTP-Bewegung von der Istposition zur Zielposition. Die Bewegung beobachten, um Kollisionen zu vermeiden. Bei der SAK-Fahrt ist die Geschwindigkeit automatisch reduziert.

4. Start-Taste drücken. Das Programm läuft ab.

Um ein im Automatik-Betrieb gestartetes Programm zu stoppen, die STOP-Taste drücken.

6.5.9 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.



WARNUNG Eine SAK-Fahrt erfolgt immer als PTP-Bewegung von der Istposition zur Zielposition. Die Bewegung beobachten, um Kollisionen zu vermeiden. Bei der SAK-Fahrt ist die Geschwindigkeit automatisch reduziert.

6. Das Programm kann jetzt manuell oder automatisch gestartet werden. Es ist nicht notwendig, dabei die SAK-Fahrt nochmal durchzuführen.

6.5.10 Programm rückwärts starten

Beschreibung Beim Rückwärtsfahren bleibt der Roboter an jedem Punkt stehen. Überschiefen ist nicht möglich.

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

- Vorgehensweise**
1. Zustimmungsschalter gedrückt halten und warten, bis die Statusleiste "Antriebe bereit" anzeigt:
- 
2. SAK-Fahrt durchführen: Start-Taste drücken und halten, bis im Meldungsfenster "SAK erreicht" angezeigt wird. Der Roboter bleibt stehen.
- ⚠️ WARNUNG** Eine SAK-Fahrt erfolgt immer als PTP-Bewegung von der Istposition zur Zielposition. Die Bewegung beobachten, um Kollisionen zu vermeiden. Bei der SAK-Fahrt ist die Geschwindigkeit automatisch reduziert.
3. Start-Rückwärts-Taste drücken.
 4. Start-Rückwärts-Taste für jeden Bewegungssatz erneut drücken.

6.5.11 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.

6.5.12 Automatik Extern-Betrieb starten

⚠️ WARNUNG Im Automatik Extern-Betrieb gibt es keine SAK-Fahrt. Dies bedeutet, dass der Roboter die erste programmierte Position nach dem Start mit programmierter (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.

⚠️ WARNUNG Eine SAK-Fahrt erfolgt immer als PTP-Bewegung von der Istposition zur Zielposition. Die Bewegung beobachten, um Kollisionen zu vermeiden. Bei der SAK-Fahrt ist die Geschwindigkeit automatisch reduziert.

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.

6.6 Programm 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	Anwender: Ja Experte: Ja
Zeilen löschen	Anwender: Ja Experte: Ja
Folds anlegen	Anwender: Nein Experte: Ja
Kopieren	Anwender: Nein Experte: Ja
Einfügen	Anwender: Nein Experte: Ja
Leerzeilen einfügen (Eingabe-Taste drücken)	Anwender: Nein Experte: Ja
Ausschneiden	Anwender: Nein Experte: Ja
Suchen	Anwender: Ja Experte: Ja Für alle Benutzergruppen bei geöffnetem Programm auch in der Betriebsart AUT EXT möglich.
Ersetzen	Anwender: Nein Experte: Ja (Programm ist geöffnet, nicht angewählt)
Mit Inline-Formularen programmieren	Anwender: Ja Experte: Ja
KRL programmieren	Anwender: Eingeschränkt möglich. KRL-Anweisungen, die sich über mehrere Zeilen erstrecken (z. B. LOOP ... ENDLOOP) sind nicht zulässig. Experte: Ja

6.6.1 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**

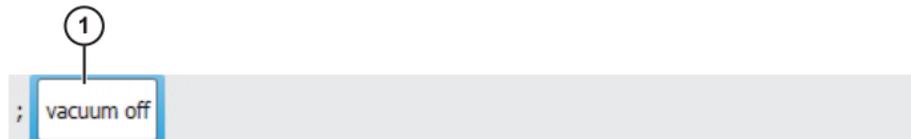


Abb. 6-6: Inline-Formular Kommentar

Pos.	Beschreibung
1	Beliebiger Text

**Beschreibung
Stempel**

Ein Stempel ist ein Kommentar, der um Systemdatum, -zeit und Benutzerkennung erweitert ist.

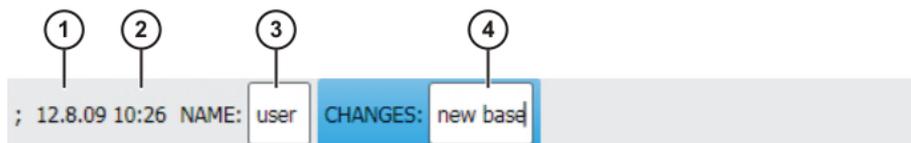


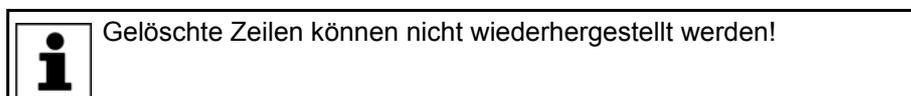
Abb. 6-7: Inline-Formular Stempel

Pos.	Beschreibung
1	Systemdatum (nicht editierbar)
2	Systemzeit
3	Name oder Kennung des Benutzers
4	Beliebiger Text

6.6.2 Programmzeilen löschen

- Voraussetzung**
- Programm ist angewählt oder geöffnet.
 - Betriebsart T1

- Vorgehensweise**
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.)
 2. Menüfolge **Bearbeiten > Löschen** wählen.
 3. Sicherheitsabfrage mit **Ja** bestätigen.





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.

6.6.3 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

6.7 Programm drucken

- Vorgehensweise**
1. Das Programm im Navigator markieren. Es können auch mehrere Programme markiert werden.
 2. Menüfolge **Bearbeiten** > **Drucken** wählen.

6.8 Daten archivieren und wiederherstellen

6.8.1 Übersicht Archivierung

Zielorte

Auf folgende Zielorte kann archiviert werden:

- USB-Stick am KCP oder an der Robotersteuerung
- Netzwerk

Menüpunkte

Folgende Menüpunkte stehen zur Auswahl:

("*.*)" bedeutet: Alle Dateien und Unterverzeichnisse.)

Menüpunkt	Archiviert die Verzeichnisse/Dateien
Alles	<ul style="list-style-type: none"> ■ KRC:*.* ■ C:\KRC\Roboter\Config\User*.* ■ C:\KRC\Roboter\Config\System\Common\Mada*.* ■ C:\KRC\Roboter\Init*.* ■ C:\KRC\Roboter\Ir_Spec*.* ■ C:\KRC\Roboter\Template*.* ■ C:\KRC\Roboter\Rdc*.* ■ C:\KRC\User*.* ■ C:\KRC\Roboter\log\Mastery.log ■ Einige weitere Log-Daten
Anwendungen	<ul style="list-style-type: none"> ■ KRC:\R1\Program*.* ■ KRC:\R1\System*.* ■ KRC:\R1\cell*.* ■ KRC:\Steu\\$config*.*
Systemdaten	<ul style="list-style-type: none"> ■ KRC:\R1\Mada*.* ■ KRC:\R1\System*.* ■ KRC:\R1\TP*.* ■ KRC:\Steu\Mada*.* ■ C:\KRC\Roboter\Config\User*.* ■ C:\KRC\Roboter\Config\System\Common\Mada*.* ■ C:\KRC\Roboter\Init*.* ■ C:\KRC\Roboter\Ir_Spec*.* ■ C:\KRC\Roboter\Template*.* ■ C:\KRC\Roboter\Rdc*.* ■ C:\KRC\User*.*
Log Daten	<ul style="list-style-type: none"> ■ C:\KRC\Roboter\log*.* <p>Außer: Poslog.xml sowie Dateien mit der Endung DMP</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Einige weitere Log-Daten
KrcDiag	<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>Außer über Datei > Archivieren können diese Daten auch mit anderen Vorgehensweisen verpackt werden.</p> <p>(>>> 6.8.6 "Daten verpacken für Fehleranalyse bei KUKA" Seite 154)</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. (>>> 6.8.4 "Logbuch archivieren" Seite 153)

6.8.2 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.

(>>> 4.15.11 "Roboterdaten anzeigen/bearbeiten" Seite 78)

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.

Empfehlung: Einen nicht-bootfähigen KUKA-Stick verwenden. Wenn ein Stick eines anderen Herstellers verwendet wird, können Daten verloren gehen.

Vorgehensweise

1. Einen USB-Stick anstecken (an KCP 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 selbständig wieder aus.
4. Der Stick kann jetzt abgezogen werden.

6.8.3 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.

(>>> 4.15.11 "Roboterdaten anzeigen/bearbeiten" Seite 78)

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 selbständig wieder aus.

6.8.4 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.

6.8.5 Daten wiederherstellen

Beschreibung

 **WARNUNG** In die KSS 8.2 dürfen ausschließlich Archive der KSS 8.2 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 KCP oder an der Robotersteuerung angeschlossen werden.

 **HINWEIS** Es muss ein nicht-bootfähiger USB-Stick verwendet werden.
Empfehlung: Einen nicht-bootfähigen KUKA-Stick 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.

6.8.6 Daten verpacken für Fehleranalyse bei KUKA

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 auch Informationen über Systemressourcen, Screenshots und vieles mehr.)

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 selbständig 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 unrelevant.

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 selbständig 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.

(>>> 6.8 "Daten archivieren und wiederherstellen" Seite 150)

7 Grundlagen der Bewegungsprogrammierung

7.1 Bewegungsarten Übersicht

Folgende Bewegungsarten können programmiert werden:

- Point-to-Point-Bewegung (PTP)
(>>> 7.2 "Bewegungsart PTP" Seite 155)
- Linear-Bewegung (LIN)
(>>> 7.3 "Bewegungsart LIN" Seite 155)
- Circular-Bewegung (CIRC)
(>>> 7.4 "Bewegungsart CIRC" Seite 156)
- Spline-Bewegung
(>>> 7.7 "Bewegungsart Spline" Seite 159)

LIN-, CIRC- und Spline-Bewegungen werden auch unter dem Begriff "CP-Bewegungen" ("Continuous Path") zusammengefasst.

Der Startpunkt einer Bewegung ist immer der Zielpunkt der vorhergehenden Bewegung.

7.2 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.

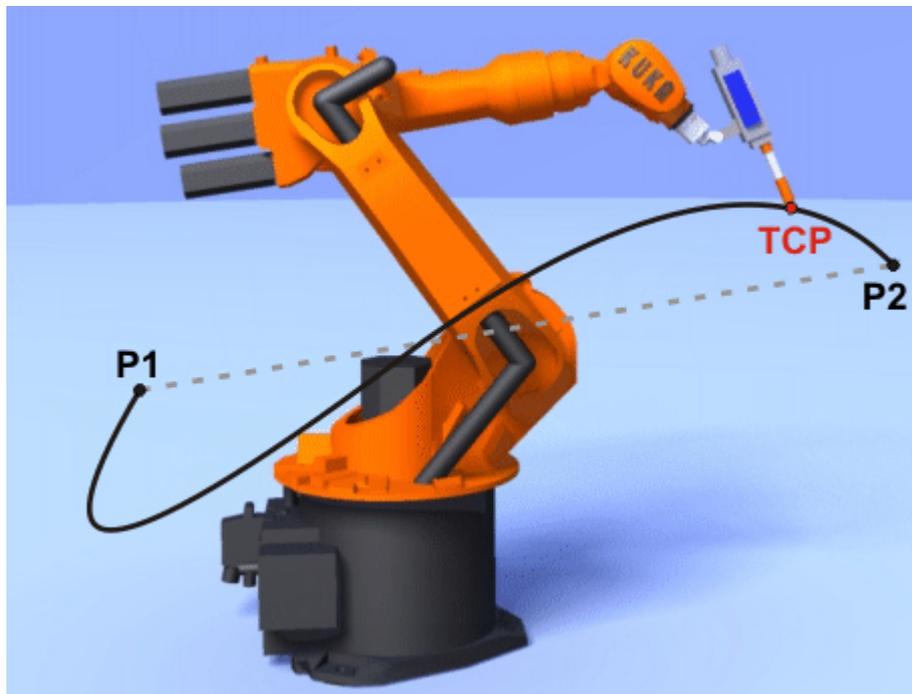


Abb. 7-1: PTP-Bewegung

7.3 Bewegungsart LIN

Der Roboter führt den TCP mit der definierten Geschwindigkeit entlang einer Geraden zum Zielpunkt.

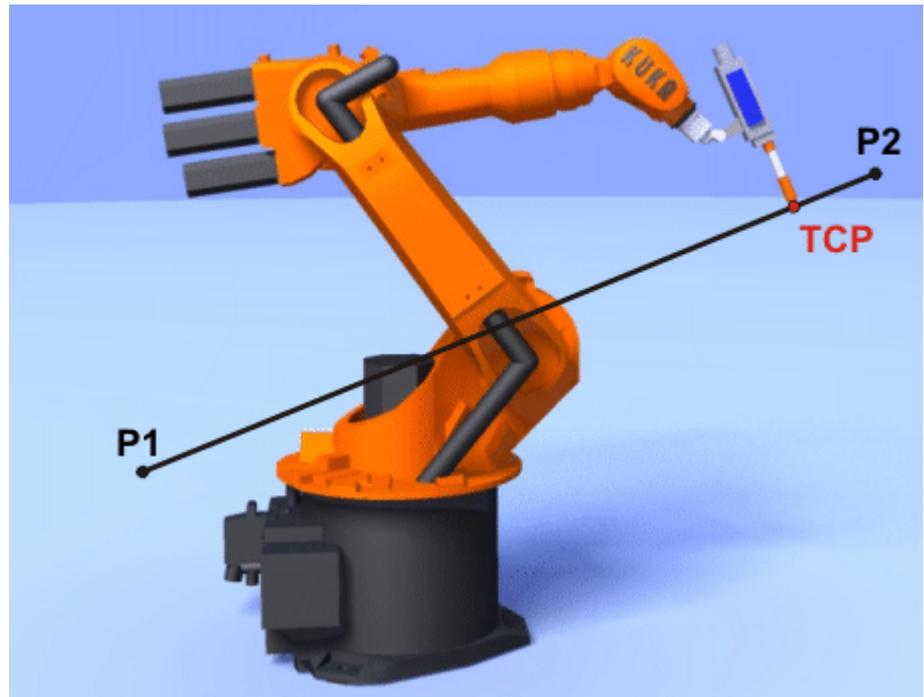


Abb. 7-2: LIN-Bewegung

7.4 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.

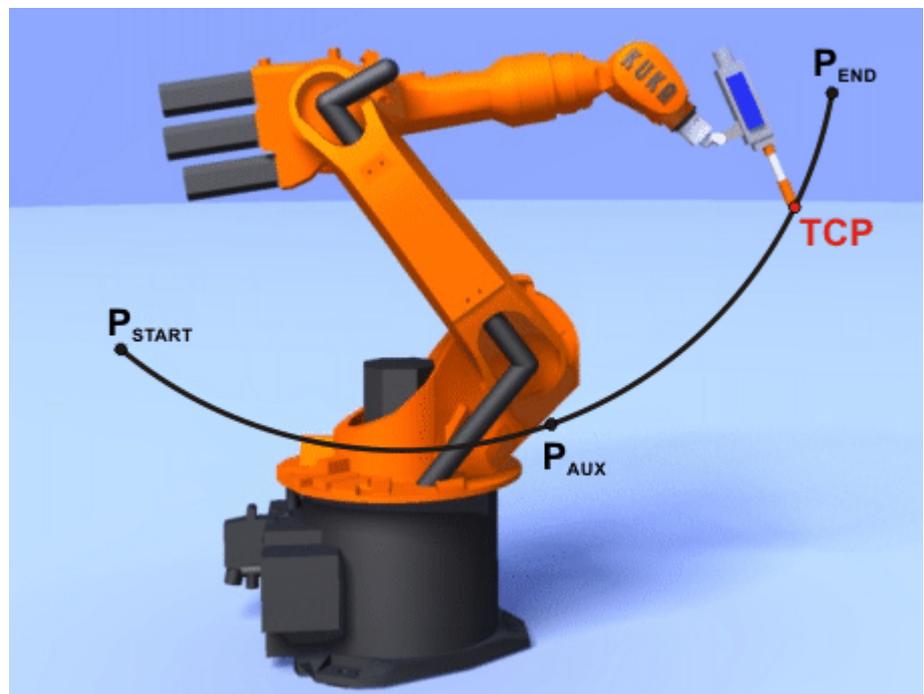


Abb. 7-3: CIRC-Bewegung

7.5 Überschleifen

Überschleifen bedeutet: Der programmierte Punkt wird nicht genau angefahren. Überschleifen ist eine Option, die bei der Bewegungsprogrammierung ausgewählt werden kann.

i Überschleifen ist nicht möglich, wenn nach der Bewegungsanweisung eine Anweisung folgt, die einen Vorlaufstopp auslöst.

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 überschleifenen PTP-Bewegung ist nicht vorhersehbar. Es ist auch nicht vorhersehbar, auf welcher Seite des überschleifenen Punkts die Bahn verlaufen wird.

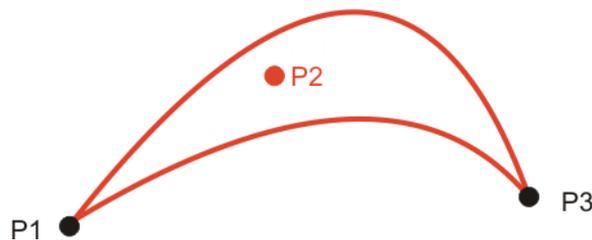


Abb. 7-4: PTP-Bewegung, P2 ist überschleiften

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.

Der Bahnverlauf im Überschleifbereich ist **kein** Kreisbogen.

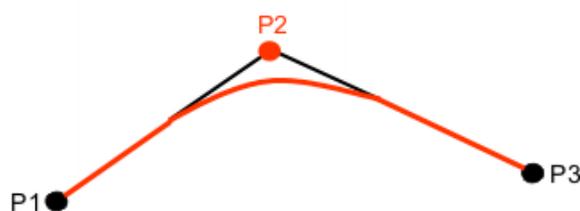


Abb. 7-5: LIN-Bewegung, P2 ist überschleiften

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 immer genau angefahren.

Der Bahnverlauf im Überschleifbereich ist **kein** Kreisbogen.

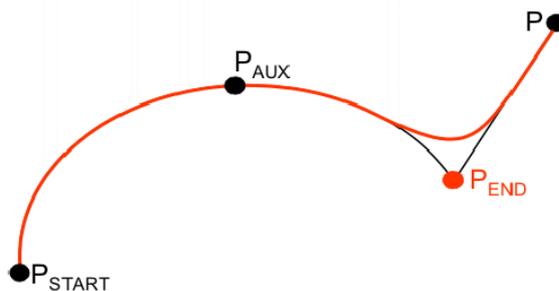


Abb. 7-6: CIRC-Bewegung, P_{END} ist überschiffen

7.6 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**
(>>> 8.2.9 "Optionsfenster Bewegungsparameter (LIN, CIRC)" Seite 180)

LIN-Bewegung

Orientierungsführung	Beschreibung
Konstante Orientierung	Die Orientierung des TCP bleibt während der Bewegung konstant. Für den Zielpunkt wird die programmierte Orientierung ignoriert und die des Startpunkts beibehalten.
Standard	Die Orientierung des TCP ändert sich während der Bewegung kontinuierlich. Hinweis: Wenn der Roboter mit Standard in eine Handachsen-Singularität gerät, stattdessen Hand PTP verwenden.
Hand PTP	Die Orientierung des TCP ändert sich während der Bewegung kontinuierlich. Dies geschieht durch lineare Überführung (achsenspezifisches Verfahren) der Handachswinkel. Hinweis:Hand PTP dann verwenden, wenn der Roboter mit Standard in eine Handachsen-Singularität gerät. Die Orientierung des TCP ändert sich während der Bewegung kontinuierlich, jedoch nicht ganz gleichmäßig. Hand PTP 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.

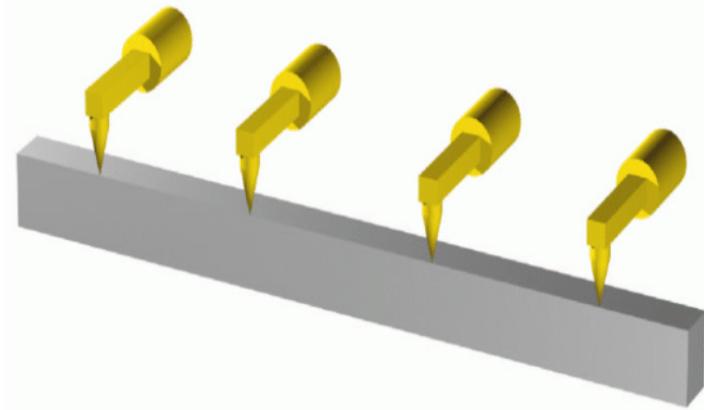


Abb. 7-7: Konstante Orientierungsführung

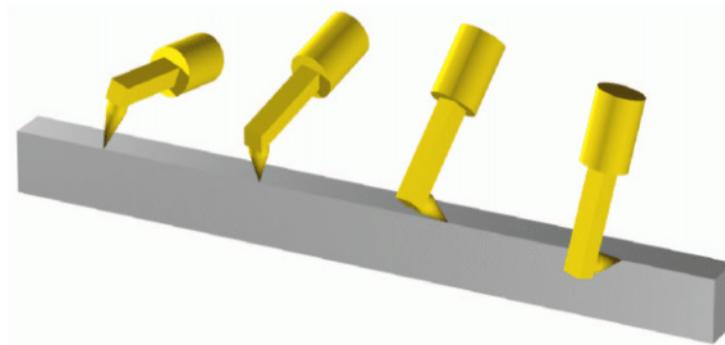


Abb. 7-8: Standard oder Hand PTP

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.

7.7 Bewegungsart Spline

Der Spline ist eine kartesische Bewegungsart, die besonders für komplexe geschwungene Bahnen geeignet ist. Solche Bahnen können grundsätzlich auch mit überschlifften LIN- und CIRC-Bewegungen erzeugt werden, der Spline hat jedoch Vorteile.

Nachteile bei überschlifften LIN- und CIRC-Bewegungen:

- Die Bahn wird definiert über überschlifftene 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.

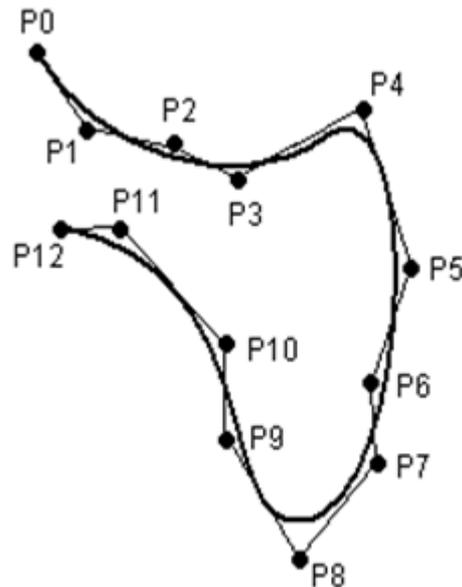


Abb. 7-9: Geschwungene Bahn mit LIN

Vorteile beim Spline:

- Die Bahn wird definiert über Punkte, die auf der Bahn liegen. Die gewünschte Bahn kann einfach erzeugt werden.
- Die programmierte Geschwindigkeit wird gehalten. Nur in wenigen Fällen kommt es zu einer Geschwindigkeitsreduzierung.
(>>> 7.7.1 "Geschwindigkeitsprofil bei Spline-Bewegungen" Seite 161)
- Der Bahnverlauf ist immer gleich, unabhängig von Override, Geschwindigkeit oder Beschleunigung.
- Kreise und enge Radien werden mit hoher Präzision gefahren.

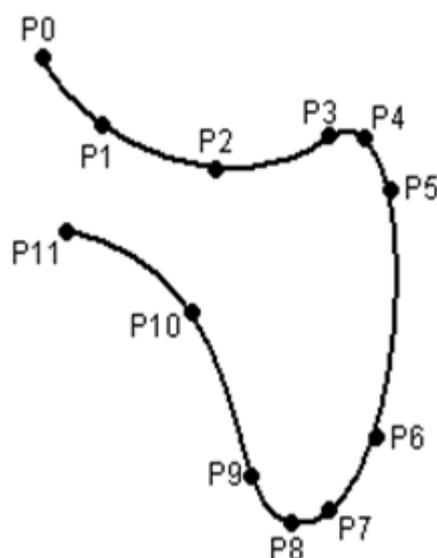


Abb. 7-10: Geschwungene Bahn mit Spline-Block

Eine Spline-Bewegung kann aus mehreren einzelnen Bewegungen bestehen, den Spline-Segmenten. Diese werden einzeln geteacht. Die Segmente wer-

den in einem sogenannten Spline-Block zur Gesamtbewegung zusammengefasst. Ein Spline-Block wird von der Robotersteuerung als 1 Bewegungssatz geplant und ausgeführt.

Darüber hinaus sind SLIN- und SCIRC-Einzelbewegungen möglich (ohne Spline-Block).

Weitere Eigenschaften aller Spline-Bewegungen:

- Wenn alle Punkte in einer Ebene liegen, dann liegt auch die Bahn in dieser Ebene.
- Wenn alle Punkte auf einer Geraden liegen, dann ist die Bahn ebenfalls eine Gerade.

7.7.1 Geschwindigkeitsprofil bei Spline-Bewegungen

Die Bahn verläuft immer gleich, unabhängig von Override, Geschwindigkeit oder Beschleunigung. Nur Dynamikeffekte können Abweichungen bei verschiedenen Geschwindigkeiten hervorrufen.

Die programmierte Beschleunigung gilt nicht nur für die Richtung entlang der Bahn, sondern auch senkrecht zur Bahn. Das gleiche gilt für die Ruckbegrenzung. Auswirkungen sind z. B.:

- Bei Kreisen wird die Zentrifugalbeschleunigung berücksichtigt. Die erreichbare Geschwindigkeit hängt somit auch von der programmierten Beschleunigung und dem Kreisradius ab.
- Bei Kurven ergibt sich die zulässige Maximalgeschwindigkeit aus dem Kurvenradius, der Beschleunigung und der Ruckbegrenzung.

Absenkung der Geschwindigkeit

Beim Spline wird in bestimmten Fällen die programmierte Geschwindigkeit unterschritten. Hierzu gehören vor allem:

- Ausgeprägte Ecken
- Große Umorientierungen
- Große Bewegungen der Zusatzachsen

 Bei kurzen Abständen zwischen den Punkten wird die Geschwindigkeit nicht abgesenkt.

Absenkung der Geschwindigkeit auf 0

Dies ist der Fall bei:

- Aufeinanderfolgenden Punkten mit gleichen kartesischen 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.

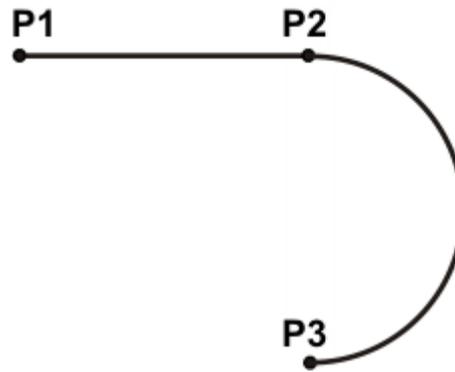


Abb. 7-11: Genauhalt in P2

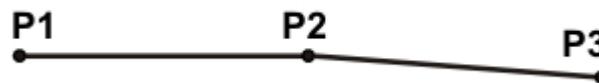


Abb. 7-12: Genauhalt in P2

Ausnahmen:

- Wenn SLIN-Segmente aufeinanderfolgen, die eine Gerade ergeben und bei denen sich die Orientierungen gleichmäßig ändern, wird die Geschwindigkeit nicht reduziert.

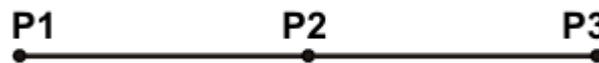


Abb. 7-13: P2 wird ohne Genauhalt durchfahren.

- 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.)

	<p>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.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

7.7.2 Satzanwahl bei Spline-Bewegungen

Spline-Block

Ein Spline-Block wird von der Robotersteuerung als 1 Bewegungssatz geplant und ausgeführt. Auf die Spline-Segmente ist trotzdem eine Satzanwahl möglich. Die SAK-Fahrt wird als LIN-Bewegung ausgeführt. Dies wird durch eine Meldung angekündigt, die quittiert werden muss.

Wenn das zweite Segment im Spline-Block ein SPL-Segment ist, wird es in folgenden Fällen mit einer veränderten Bahn gefahren:

- Satzanwahl auf das erste Segment im Spline-Block
- Satzanwahl auf den Spline-Block
- Satzanwahl auf eine Zeile vor dem Spline-Block, wenn diese keine Bewegungsanweisung enthält und wenn bis zum Spline-Block keine Bewegungsanweisung folgt

Wenn nach der SAK-Fahrt die Start-Taste gedrückt wird, wird die veränderte Bahn mit einer Meldung angekündigt, die quittiert werden muss.

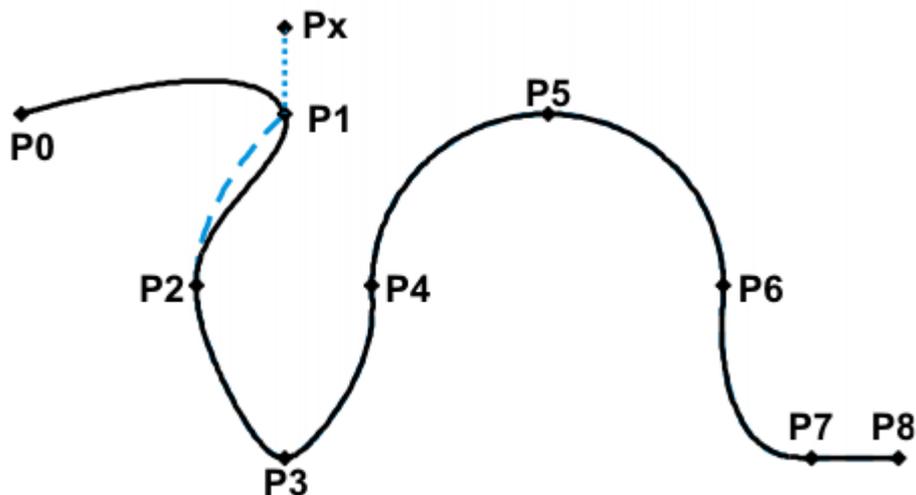
Beispiel:

```

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

```

Zeile	Beschreibung
2	Beginn des Spline-Blocks
3 ... 9	Spline-Segmente
10	Ende des Spline-Blocks

**Abb. 7-14: Beispiel: Veränderte Bahn bei Satzanwahl auf P1****SCIRC**

Bei Satzanwahl auf eine SCIRC-Anweisung, für die ein Kreiswinkel programmiert ist, wird der Zielpunkt inklusive des Kreiswinkels angefahren, vorausgesetzt, dass die Robotersteuerung den Startpunkt kennt. Wenn dies nicht möglich ist, wird der programmierte Zielpunkt angefahren. In diesem Fall zeigt eine Meldung an, dass der Kreiswinkel nicht berücksichtigt wird.

Position/Art der SCIRC-Anweisung	Zielpunkt bei Satzanwahl
SCIRC-Segment ist 1. Segment im Spline-Block	Kreiswinkel wird nicht berücksichtigt
Andere SCIRC-Segmente im Spline-Block	Kreiswinkel wird berücksichtigt
SCIRC-Einzelbewegungen	Kreiswinkel wird nicht berücksichtigt

7.7.3 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 aufeinanderfol-

gen, können kleine Änderungen sehr große Auswirkungen haben, da sich in diesem Fall die Tangenten und Krümmungen sehr stark ändern.

- 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

```
PTP P0
SPLINE
SPL P1
SPL P2
SPL P3
SPL P4
SCIRC P5, P6
SPL P7
SLIN P8
ENDSPLINE
```

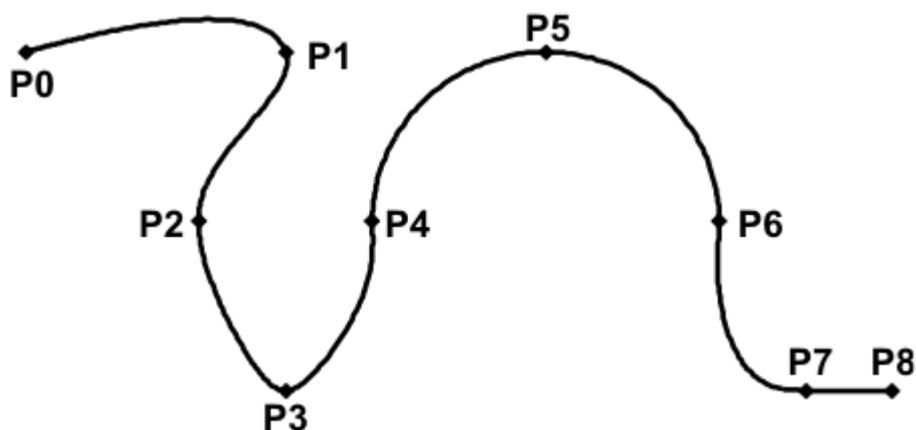


Abb. 7-15: Ursprüngliche Bahn

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.

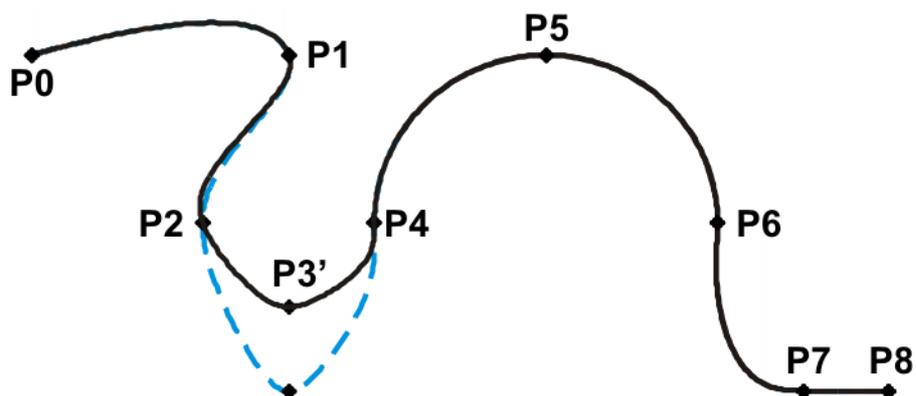


Abb. 7-16: Punkt wurde verschoben

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

```

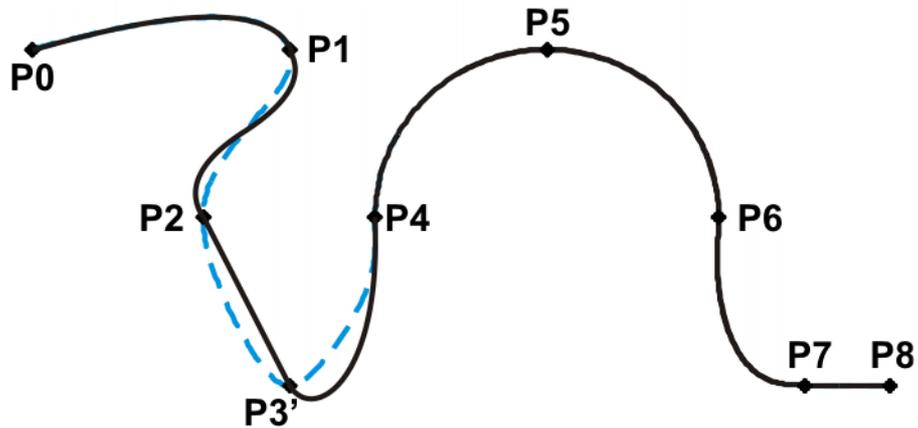


Abb. 7-17: Segmenttyp wurde geändert

Beispiel 2

```

...
SPLINE
  SPL {X 100, Y 0, ...}
  SPL {X 102, Y 0}
  SPL {X 104, Y 0}
  SPL {X 204, Y 0}
ENDSPLINE

```



Abb. 7-18: Ursprüngliche Bahn

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 eine 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

```

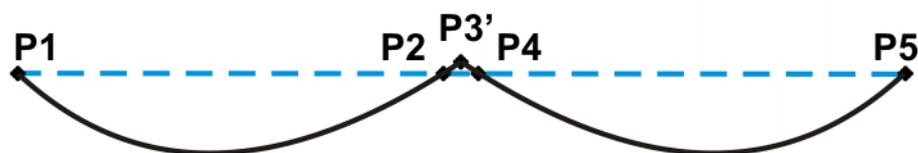


Abb. 7-19: Punkt wurde verschoben

Abhilfe:

- Punktabstände gleichmäßiger verteilen
- Geraden (außer sehr kurze Geraden) als SLIN-Segmente programmieren

7.7.4 Überschleifen von Spline-Bewegungen

Überschleifen zwischen Spline-Bewegungen (SLIN- und SCIRC-Einzelbewegungen sowie Spline-Blöcken) ist möglich.

Überschleifen zwischen Spline-Bewegungen und LIN, CIRC oder PTP ist nicht möglich.

Überschleifen nicht möglich wegen Zeit oder Vorlaufstopp:

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 Vorlaufstopp: Mit dem Beginn des Überschleifbogens ist das Ende des aktuellen Satzes erreicht. D. h., der Vorlaufstopp 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 genau genommen 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 überschleiften 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.

7.7.5 Überschleifene Bewegung durch Spline-Block ersetzen

Beschreibung

Um herkömmliche überschleifene 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 überschleiften Bewegungen wird der Eckpunkt programmiert. Im Spline-Block werden stattdessen Punkte am Überschleifbeginn und am Überschleifende programmiert.



Der Überschleifbogen der überschleiften Bewegungen ist je nach Override unterschiedlich. Wenn eine überschleifene Bewegung nachgebildet wird, muss deshalb darauf geachtet werden, dass sie mit dem gewünschten Override gefahren wurde.

Folgende überschleifene Bewegung soll nachgebildet werden:

```

LIN P1 C_DIS
LIN P2

```

Spline-Bewegung:

```

SPLINE
  SLIN P1A
  SPL P1B
  SLIN P2
ENDSPLINE

```

P1A = Überschleifbeginn, P1B = Überschleifende

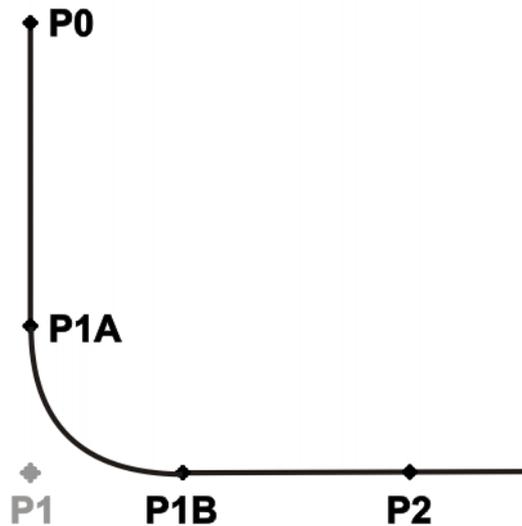


Abb. 7-20: Überschleifene Bewegung - Spline-Bewegung

Möglichkeiten, um P1A und P1B zu ermitteln:

- Die überschleifene 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 überschleifene 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.

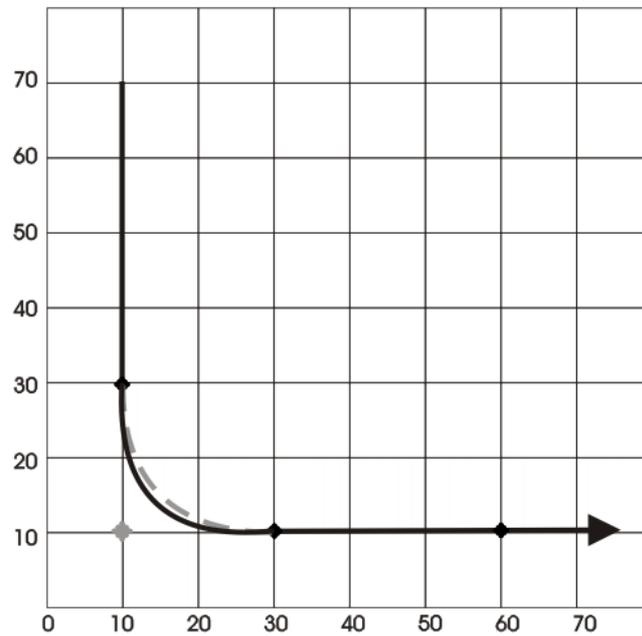


Abb. 7-21: Beispiel: Überschleifene Bewegung - Spline-Bewegung, 1

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
```

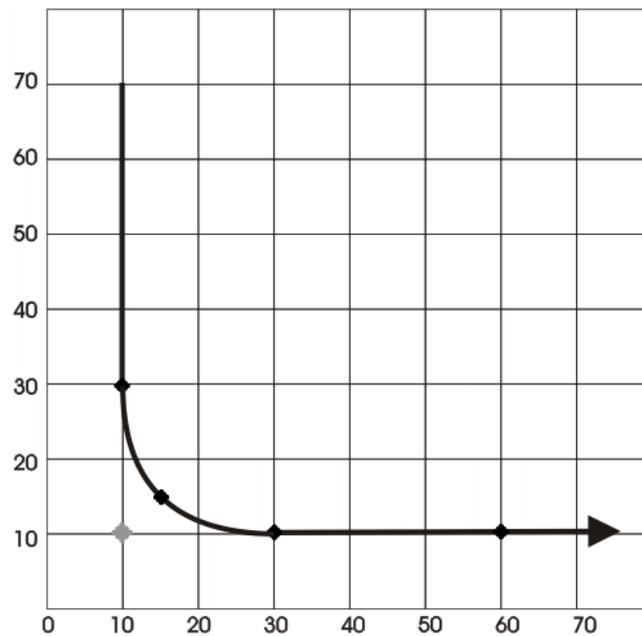


Abb. 7-22: Beispiel: Überschleifene Bewegung - Spline-Bewegung, 2

Durch den zusätzlichen Punkt entspricht die Bahn nun dem Überschleifbogen.

7.7.5.1 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.

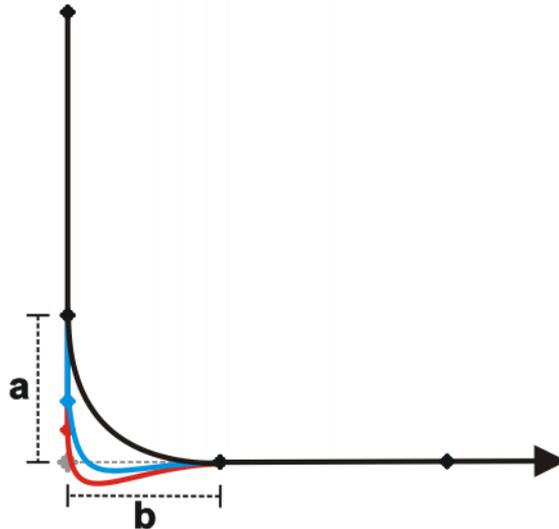


Abb. 7-23: SLIN-SPL-SLIN

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

7.8 Orientierungsführung SPLINE

Beschreibung

Der TCP kann am Start- und am Zielpunkt einer Bewegung unterschiedliche Orientierungen haben. Beim Programmieren einer CP-Bewegung muss ausgewählt werden, wie mit den unterschiedlichen Orientierungen umgegangen werden soll.

Die Orientierungsführung für SLIN- und SCIRC-Bewegungen wird folgendermaßen festgelegt:

- Im Optionsfenster **Bewegungsparameter**

(>>> 8.3.2.2 "Optionsfenster "Bewegungsparameter" (SLIN)" Seite 183)

(>>> 8.3.3.2 "Optionsfenster "Bewegungsparameter" (SCIRC)" Seite 186)

(>>> 8.3.4.3 "Optionsfenster "Bewegungsparameter" (Spline-Block)" Seite 189)

(>>> 8.3.4.8 "Optionsfenster "Bewegungsparameter" (Spline-Segment)" Seite 192)

Orientierungsführung	Beschreibung
Konstante Orientierung	Die Orientierung des TCP bleibt während der Bewegung konstant. Die Orientierung des Startpunkts wird beibehalten. Die programmierte Orientierung des Zielpunkts wird nicht berücksichtigt.
Standard	Die Orientierung des TCP ändert sich während der Bewegung kontinuierlich. Im Zielpunkt hat der TCP die programmierte Orientierung.
Ohne Orientierung	Diese Option steht nur für Spline-Segmente zur Verfügung. (Nicht für den Spline-Block oder für Spline-Einzelbewegungen.) Sie wird verwendet, wenn an einem Punkt keine bestimmte Orientierung erforderlich ist. (>>> "Ohne Orientierung" Seite 170)

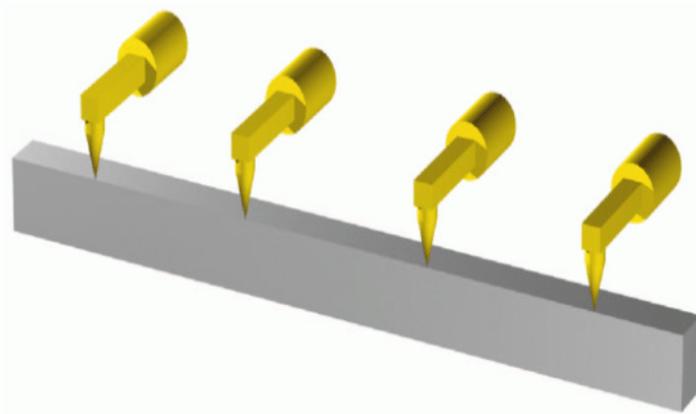


Abb. 7-24: Konstante Orientierungsführung

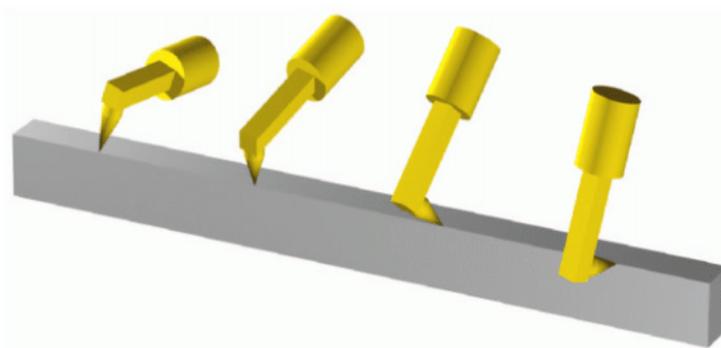


Abb. 7-25: Standard

Ohne Orientierung

Die Option **Ohne Orientierung** wird verwendet, wenn an einem Punkt keine bestimmte Orientierung erforderlich ist. Wenn diese Option ausgewählt ist, wird die geteachte oder programmierte Orientierung des Punktes ignoriert. Stattdessen errechnet die Robotersteuerung auf Grundlage der Orientierungen der umgebenden Punkte die optimale Orientierung für diesen Punkt.

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 erste Segment in einem Spline-Block
- Das letzte Segment in einem Spline-Block
- SCIRC-Segmente mit **Kreis Orientierungsführung = bahnbezogen**
- Segmente, auf die ein SCIRC-Segment folgt mit **Kreis Orientierungsführung = bahnbezogen**
- Segmente, auf die ein Segment folgt mit **Orientierungsführung = Konstante Orientierung**
- Wenn mehrere Segmente mit kartesisch gleichen Zielpunkten aufeinanderfolgen, ist **Ohne Orientierung** für das erste und das letzte Segment nicht erlaubt.

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
basisbezogen	Basisbezogene Orientierungsführung während der Kreisbewegung
bahnbezogen	Bahnbezogene Orientierungsführung während der Kreisbewegung

(>>> 7.8.1 "Kombinationen von "Orientierungsführung" und "Kreis-Orientierungsführung"" Seite 172)

Für folgende Bewegungen ist die Option **bahnbezogen** nicht erlaubt:

- SCIRC-Segmente, für die Orientierungsführung **Ohne Orientierung** gilt
- SCIRC-Bewegungen, denen ein Spline-Segment vorausgeht, für das die Orientierungsführung **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.

7.8.1 Kombinationen von "Orientierungsführung" und "Kreis-Orientierungsführung"

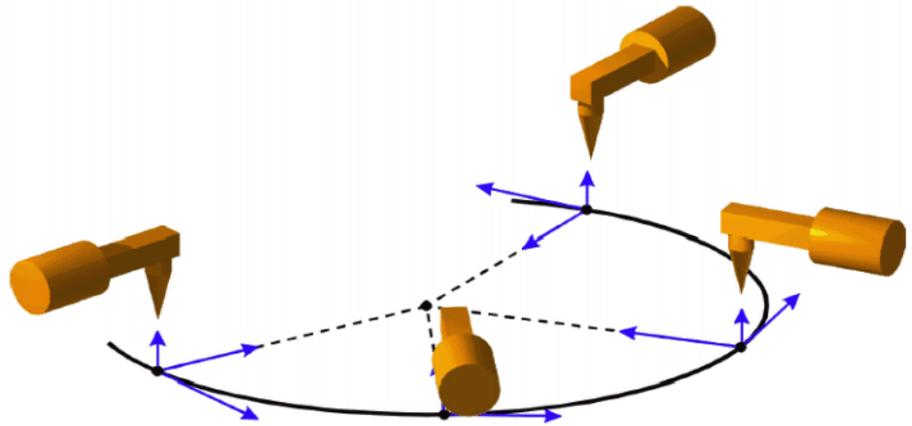


Abb. 7-26: Konstante Orientierungsführung + bahnbezogen

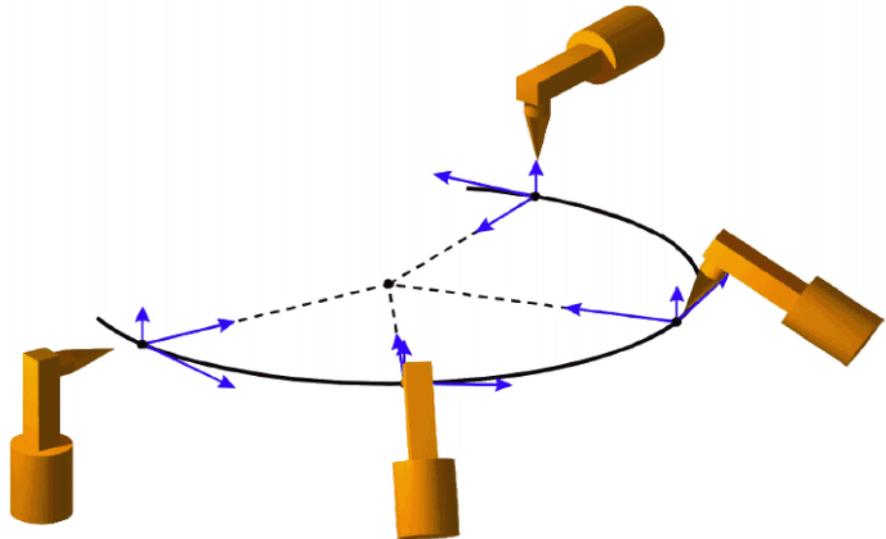


Abb. 7-27: Standard + bahnbezogen

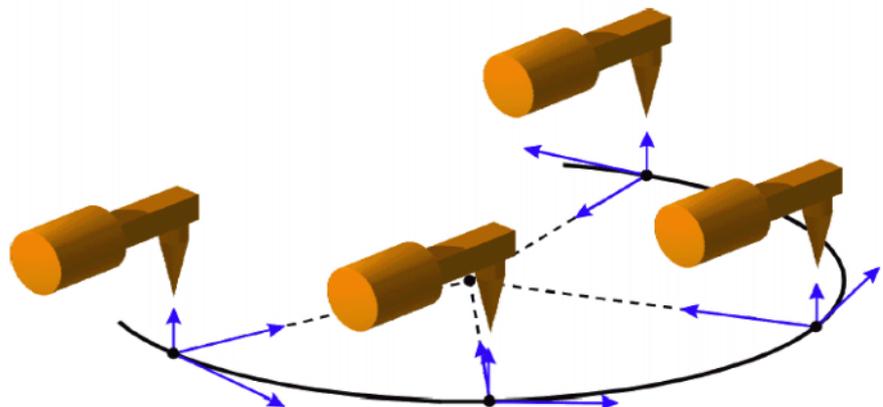


Abb. 7-28: Konstante Orientierungsführung + basisbezogen

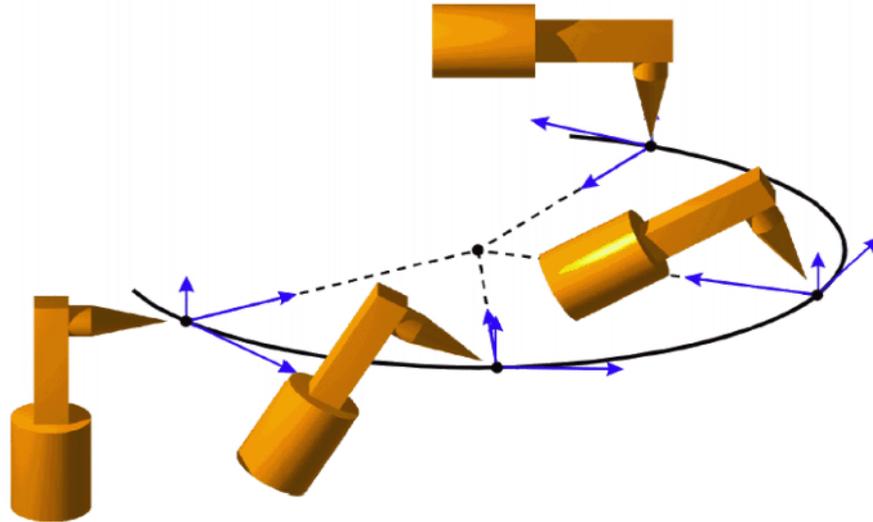


Abb. 7-29: Standard + basisbezogen

7.9 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 Rückwärts-Transformation (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 Achswinkeländerungen 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.



Bei Scara-Robotern kann nur die Strecklagen-Singularität auftreten. In diesem Fall wird der Roboter sehr schnell.

8 Programmierung für Benutzergruppe Anwender (Inline-Formulare)

In der KSS stehen für häufig gebrauchte Anweisungen Inline-Formulare zur Verfügung. Sie erleichtern die Programmierung.



Anweisungen können auch ohne Inline-Formulare programmiert werden. Hierzu wird die Programmiersprache KRL (KUKA Robot Language) verwendet. Informationen sind in der Bedien- und Programmieranleitung für Systemintegratoren zu finden.

HINWEIS

Bei Programmen mit folgenden Achsbewegungen oder -positionen kann es an den Getrieben der Achsen zu einer Unterbrechung des Schmierfilms kommen:

- Bewegungen $< 3^\circ$
- 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 ($< 3^\circ$) 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 $< +35^\circ\text{C}$): 1-mal täglich
- Bei mittlerer Belastung (Getriebetemperatur $+35$ bis 55°C): stündlich
- Bei starker Belastung (Getriebetemperatur $> +55^\circ\text{C}$): alle 10 min

Wenn dies nicht beachtet wird, können Schäden an den Getrieben entstehen.

8.1 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.

8.2 PTP-, LIN-, CIRC-Bewegungen programmieren

8.2.1 PTP-Bewegung programmieren

HINWEIS

Beim Programmieren von Bewegungen ist darauf zu achten, dass die Energiezuführung sich 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.
(>>> 8.2.2 "Inline-Formular PTP" Seite 176)
 5. Anweisung mit **Befehl OK** speichern.

8.2.2 Inline-Formular PTP

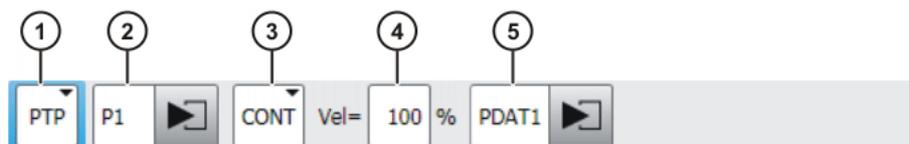


Abb. 8-1: Inline-Formular PTP-Bewegung

Pos.	Beschreibung
1	Bewegungsart PTP
2	Name des Zielpunkts Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden. (>>> 8.1 "Namen in Inline-Formularen" Seite 175) Zum Bearbeiten der Punktdaten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich. (>>> 8.2.7 "Optionsfenster Frames" Seite 179)
3	<ul style="list-style-type: none"> ■ CONT: Zielpunkt wird überschiffen. ■ [leer]: Zielpunkt wird genau angefahren.
4	Geschwindigkeit <ul style="list-style-type: none"> ■ 1 ... 100 %
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. (>>> 8.2.8 "Optionsfenster Bewegungsparameter (PTP)" Seite 179)

8.2.3 LIN-Bewegung programmieren

HINWEIS Beim Programmieren von Bewegungen ist darauf zu achten, dass die Energiezuführung sich 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.
(>>> 8.2.4 "Inline-Formular LIN" Seite 177)
5. Anweisung mit **Befehl OK** speichern.

8.2.4 Inline-Formular LIN

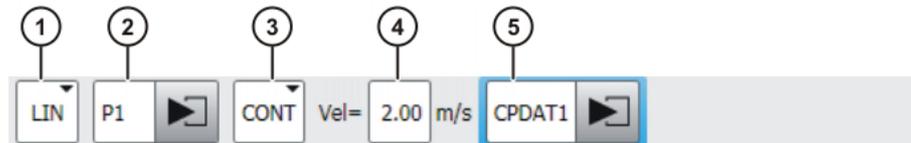


Abb. 8-2: Inline-Formular LIN-Bewegung

Pos.	Beschreibung
1	Bewegungsart LIN
2	Name des Zielpunkts Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden. (>>> 8.1 "Namen in Inline-Formularen" Seite 175) Zum Bearbeiten der Punktdaten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich. (>>> 8.2.7 "Optionsfenster Frames" Seite 179)
3	<ul style="list-style-type: none"> ■ CONT: Zielpunkt wird überschiffen. ■ [leer]: Zielpunkt wird genau angefahren.
4	Geschwindigkeit <ul style="list-style-type: none"> ■ 0.001 ... 2 m/s
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. (>>> 8.2.9 "Optionsfenster Bewegungsparameter (LIN, CIRC)" Seite 180)

8.2.5 CIRC-Bewegung programmieren

HINWEIS Beim Programmieren von Bewegungen ist darauf zu achten, dass die Energiezuführung sich 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.
(>>> 8.2.6 "Inline-Formular CIRC" Seite 178)
5. **Touchup HP** drücken.
6. Den TCP an die Position verfahren, die als Zielpunkt geteacht werden soll.
7. Anweisung mit **Befehl OK** speichern.

8.2.6 Inline-Formular CIRC

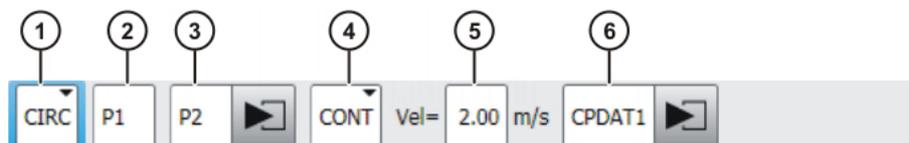


Abb. 8-3: Inline-Formular CIRC-Bewegung

Pos.	Beschreibung
1	Bewegungsart CIRC
2	Name des Hilfspunkts Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden. (>>> 8.1 "Namen in Inline-Formularen" Seite 175)
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. (>>> 8.2.7 "Optionsfenster Frames" Seite 179)
4	<ul style="list-style-type: none"> ■ CONT: Zielpunkt wird überschliffen. ■ [leer]: Zielpunkt wird genau angefahren.
5	Geschwindigkeit <ul style="list-style-type: none"> ■ 0.001 ... 2 m/s
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. (>>> 8.2.9 "Optionsfenster Bewegungsparameter (LIN, CIRC)" Seite 180)

8.2.7 Optionsfenster Frames

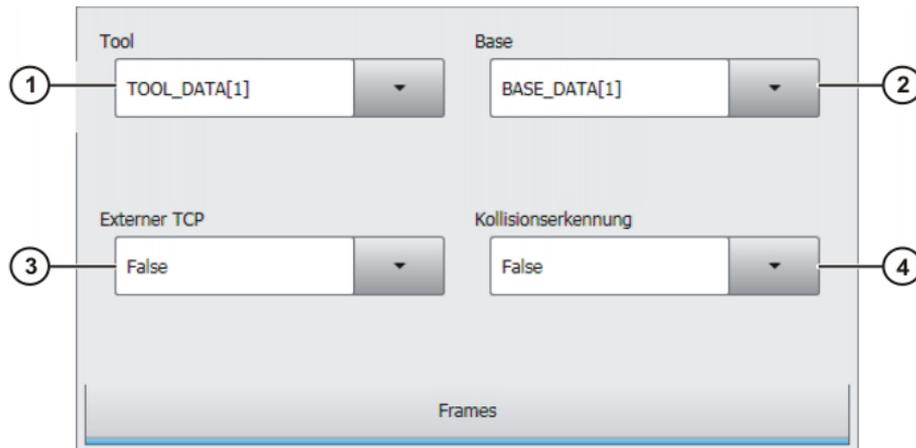


Abb. 8-4: Optionsfenster Frames

Pos.	Beschreibung
1	Werkzeug auswählen. Wenn True im Feld Externer TCP : Werkstück auswählen. Wertebereich: [1] ... [16]
2	Basis auswählen. Wenn True im Feld Externer TCP : Feststehendes Werkzeug auswählen. Wertebereich: [1] ... [32]
3	Interpolationsmodus <ul style="list-style-type: none"> ■ False: Das Werkzeug ist am Anbauflansch montiert. ■ True: Das Werkzeug ist ein feststehendes Werkzeug.
4	<ul style="list-style-type: none"> ■ True: Für diese Bewegung ermittelt die Robotersteuerung die Achsmomente. Diese werden für die Kollisionserkennung benötigt. ■ False: Für diese Bewegung ermittelt die Robotersteuerung keine Achsmomente. Eine Kollisionserkennung ist für diese Bewegung daher nicht möglich.

8.2.8 Optionsfenster Bewegungsparameter (PTP)

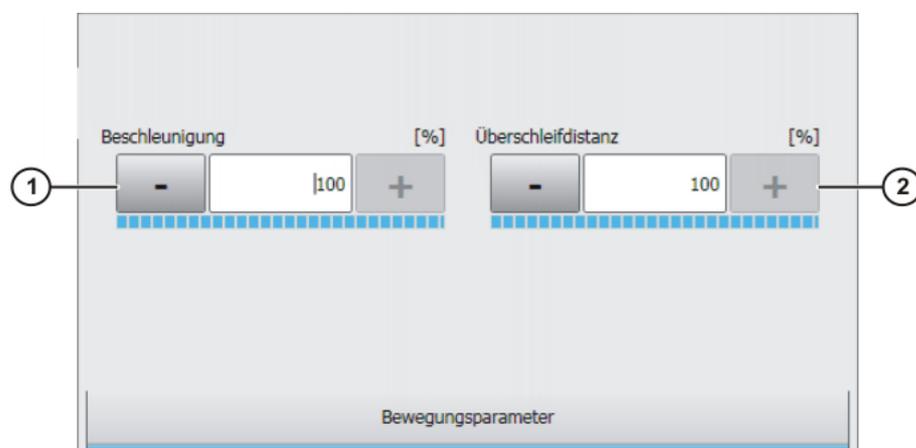


Abb. 8-5: Optionsfenster Bewegungsparameter (PTP)

Pos.	Beschreibung
1	<p>Beschleunigung</p> <p>Bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert. Der Maximalwert ist abhängig vom Robotertyp und der eingestellten Betriebsart.</p> <p>■ 1 ... 100 %</p>
2	<p>Dieses Feld wird nur angezeigt, wenn im Inline-Formular ausgewählt wurde, dass der Punkt überschleifen werden soll.</p> <p>Distanz vor dem Zielpunkt, bei der das Überschleifen frühestens beginnt.</p> <p>Maximaldistanz 100%: die halbe Entfernung zwischen Startpunkt und Zielpunkt, bezogen auf die Kontur der PTP-Bewegung ohne Überschleifen</p> <p>■ 1 ... 100 %</p>

8.2.9 Optionsfenster Bewegungsparameter (LIN, CIRC)

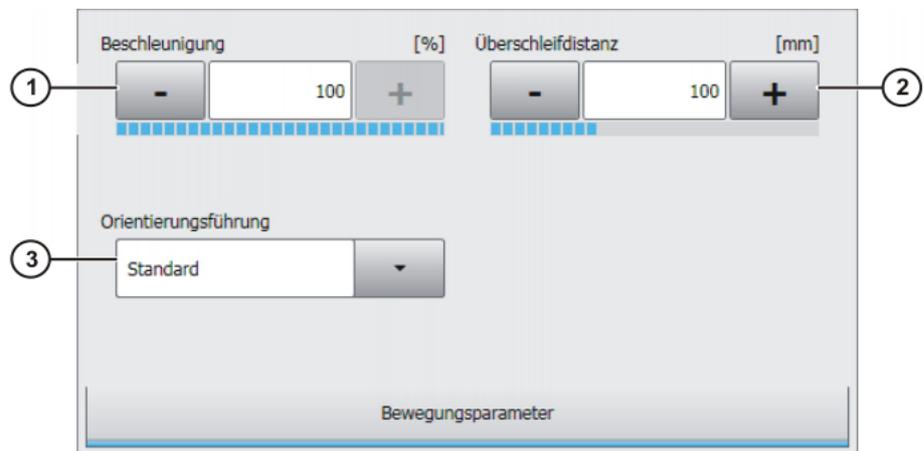


Abb. 8-6: Optionsfenster Bewegungsparameter (LIN, CIRC)

Pos.	Beschreibung
1	<p>Beschleunigung</p> <p>Bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert. Der Maximalwert ist abhängig vom Robotertyp und der eingestellten Betriebsart.</p>
2	<p>Dieses Feld wird nur angezeigt, wenn im Inline-Formular ausgewählt wurde, dass der Punkt überschleifen 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 eingetragen wird, wird dieser ignoriert und der Maximalwert verwendet.</p>
3	<p>Orientierungsführung auswählen.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Standard ■ Hand PTP ■ Konstante Orientierungsführung <p>(>>> 7.6 "Orientierungsführung LIN, CIRC" Seite 158)</p>

8.3 Spline-Bewegungen

8.3.1 Programmiertipps für Spline-Bewegungen

- Ein Spline-Block soll nur 1 Prozess umfassen (z. B. 1 Klebenaht). 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 an einem Punkt 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. Auf diese Weise werden auch große Orientierungsänderungen zwischen zwei Punkten optimal auf die dazwischen liegenden Punkte verteilt.
- Für den Ruck kann eine Begrenzung programmiert 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.

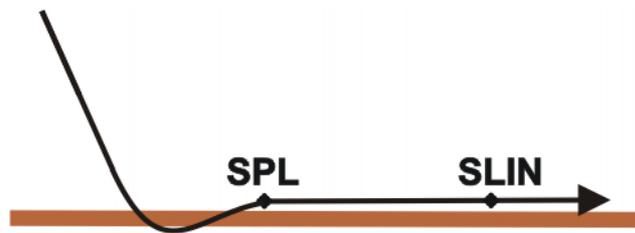


Abb. 8-7: Kollision mit Arbeitsfläche

Um eine Kollision zu vermeiden, die Empfehlungen für den SLIN-SPL-SLIN-Übergang beachten.

(>>> 7.7.5.1 "SLIN-SPL-SLIN-Übergang" Seite 169)

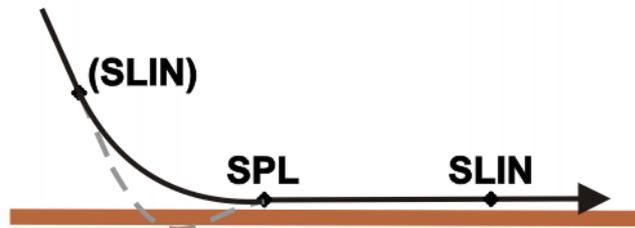


Abb. 8-8: Kollision mit Arbeitsfläche vermeiden

8.3.2 SLIN-Bewegung programmieren (Einzelbewegung)

HINWEIS Beim Programmieren von Bewegungen ist darauf zu achten, dass die Energiezuführung sich beim Programmablauf nicht aufwickelt oder beschädigt wird.

Voraussetzung

- Programm ist angewählt.
- Betriebsart T1

Vorgehensweise

1. Den TCP an den Zielpunkt verfahren.
2. Cursor in die Zeile setzen, nach der die Bewegung eingefügt werden soll. (Jedoch nicht innerhalb eines Spline-Blocks. Hierbei öffnet sich ein anderes Inline-Formular.) (>>> 8.3.4.6 "Inline-Formular Spline-Segment" Seite 190)
3. **Befehle > Bewegung > SLIN** wählen.
4. Im Inline-Formular die Parameter einstellen. (>>> 8.3.2.1 "Inline-Formular SLIN" Seite 182)
5. **Befehl OK** drücken.

8.3.2.1 Inline-Formular SLIN

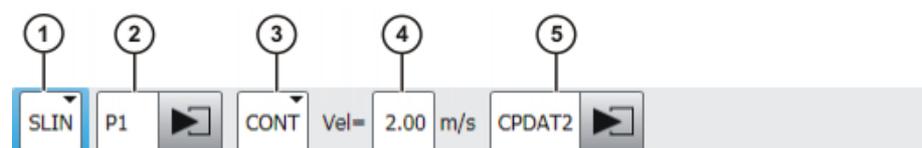


Abb. 8-9: Inline-Formular SLIN (Einzelbewegung)

Pos.	Beschreibung
1	Bewegungsart SLIN
2	Punktname für Zielpunkt. Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden. (>>> 8.1 "Namen in Inline-Formularen" Seite 175) Zum Bearbeiten der Punktdaten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich. (>>> 8.2.7 "Optionsfenster Frames" Seite 179)
3	<ul style="list-style-type: none"> ■ CONT: Zielpunkt wird überschiffen. ■ [leer]: Zielpunkt wird genau angefahren.
4	Geschwindigkeit ■ 0.001 ... 2 m/s
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. (>>> 8.3.2.2 "Optionsfenster "Bewegungsparameter" (SLIN)" Seite 183)

8.3.2.2 Optionsfenster "Bewegungsparameter" (SLIN)

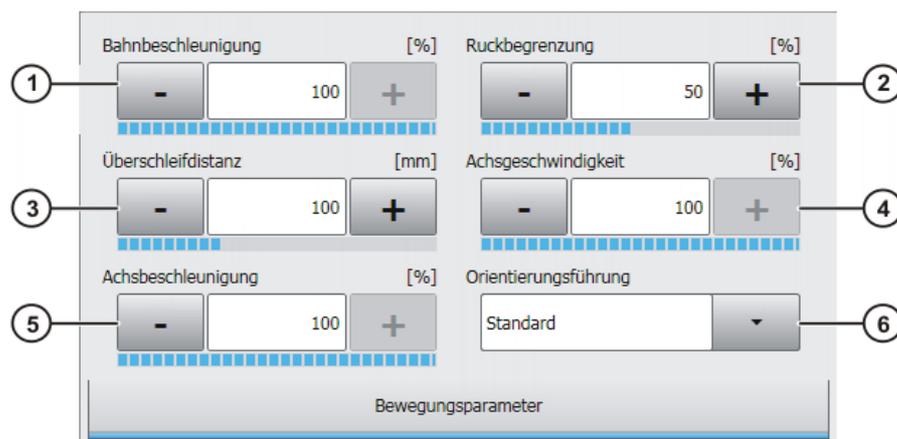


Abb. 8-10: Optionsfenster Bewegungsparameter (SLIN)

Pos.	Beschreibung
1	Bahnbeschleunigung. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert. ■ 1 ... 100 %
2	Begrenzung für den Ruck. Der Ruck ist die Beschleunigungsänderung. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert. ■ 1 ... 100 %

Pos.	Beschreibung
3	Dieses Feld wird nur angezeigt, wenn im Inline-Formular CONT 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 eingetragen wird, wird dieser ignoriert und der Maximalwert verwendet.
4	Achsgeschwindigkeit. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert. ■ 1 ... 100 %
5	Achsbeschleunigung. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert. ■ 1 ... 100 %
6	Orientierungsführung auswählen.

8.3.3 SCIRC-Bewegung programmieren (Einzelbewegung)

HINWEIS Beim Programmieren von Bewegungen ist darauf zu achten, dass die Energiezuführung sich beim Programmablauf nicht aufwickelt oder beschädigt wird.

Voraussetzung

- Programm ist angewählt.
- Betriebsart T1

Vorgehensweise

1. Den TCP an den Hilfspunkt verfahren.
2. Cursor in die Zeile setzen, nach der die Bewegung eingefügt werden soll. (Jedoch nicht innerhalb eines Spline-Blocks. Hierbei öffnet sich ein anderes Inline-Formular.) (>>> 8.3.4.6 "Inline-Formular Spline-Segment" Seite 190)
3. Menüfolge **Befehle > Bewegung > SCIRC** wählen.
4. Im Inline-Formular die Parameter einstellen. (>>> 8.3.3.1 "Inline-Formular SCIRC" Seite 184)
5. **Touchup HP** drücken.
6. Den TCP an den Zielpunkt verfahren.
7. **Befehl OK** drücken.

8.3.3.1 Inline-Formular SCIRC

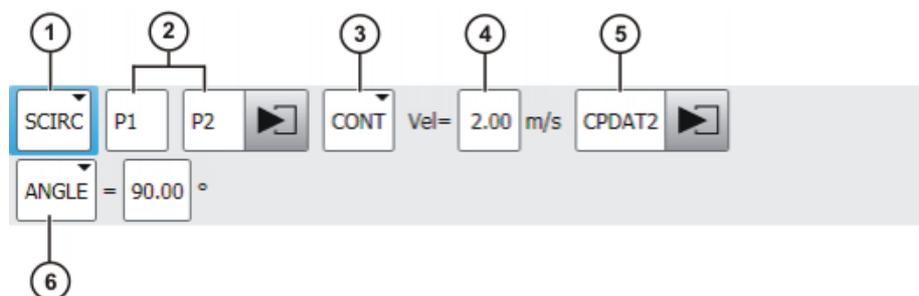


Abb. 8-11: Inline-Formular SCIRC (Einzelbewegung)

Pos.	Beschreibung
1	Bewegungsart SCIRC
2	<p>Punktnamen für Hilfspunkt und Zielpunkt. Das System vergibt automatisch Namen. Die Namen können überschrieben werden.</p> <p>(>>> 8.1 "Namen in Inline-Formularen" Seite 175)</p> <p>Zum Bearbeiten der Punktdaten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich.</p> <p>(>>> 8.2.7 "Optionsfenster Frames" Seite 179)</p>
3	<ul style="list-style-type: none"> ■ CONT: Zielpunkt wird überschliffen. ■ [leer]: Zielpunkt wird genau angefahren.
4	<p>Geschwindigkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 0.001 ... 2 m/s
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>(>>> 8.3.3.2 "Optionsfenster "Bewegungsparameter" (SCIRC)" Seite 186)</p>
6	<p>Gibt den Gesamtwinkel der Kreisbewegung an. 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.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Kreiswinkel positiv: Kreisbahn wird in Richtung Startpunkt › Hilfspunkt › Zielpunkt abgefahren. ■ Kreiswinkel negativ: Kreisbahn wird in Richtung Startpunkt › Zielpunkt › Hilfspunkt abgefahren. ■ - 9 999° ... + 9 999° <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>

8.3.3.2 Optionsfenster "Bewegungsparameter" (SCIRC)

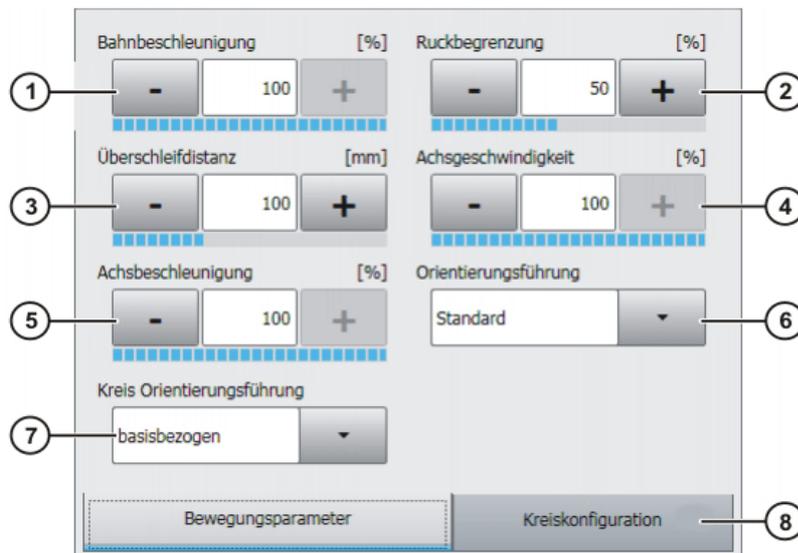


Abb. 8-12: Optionsfenster Bewegungsparameter (SCIRC)

Pos.	Beschreibung
1	Bahnbeschleunigung. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert. ■ 1 ... 100 %
2	Begrenzung für den Ruck. Der Ruck ist die Beschleunigungsänderung. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert. ■ 1 ... 100 %
3	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 eingetragen wird, wird dieser ignoriert und der Maximalwert verwendet. Dieses Feld wird nur angezeigt, wenn im Inline-Formular CONT ausgewählt wurde.
4	Achsgeschwindigkeit. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert. ■ 1 ... 100 %
5	Achsbeschleunigung. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert. ■ 1 ... 100 %
6	Orientierungsführung auswählen
7	Bezugssystem der Orientierungsführung auswählen.
8	In dieser Registerkarte werden Kreisparameter angezeigt. Die Parameter können nicht geändert werden.

8.3.4 Spline-Block programmieren

Beschreibung

Mit einem Spline-Block kann man mehrere SPL-, SLIN- und/oder SCIRC-Segmente zu einer Gesamtbewegung zusammenfassen. Ein Spline-Block, der keine Segmente enthält, ist keine Bewegungsanweisung.

Ein Spline-Block darf enthalten:

- Spline-Segmente (Anzahl nur durch Speicherkapazität begrenzt.)
- PATH-Trigger
- Kommentare und Leerzeilen
- Inline-Befehle aus Technologiepaketen, die über die Spline-Funktionalität verfügen

Ein Spline-Block darf keine sonstigen Anweisungen, z. B. Variablenzuweisungen oder Logikanweisungen, enthalten. Ein Spline-Block löst keinen Vorlaufstopp aus.

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

- Vorgehensweise**
1. Cursor in die Zeile setzen, nach der der Spline-Block eingefügt werden soll.
 2. Menüfolge **Befehle > Bewegung > SPLINE Block** wählen.
 3. Im Inline-Formular die Parameter einstellen.
(>>> 8.3.4.1 "Inline-Formular Spline-Block" Seite 187)
 4. **Befehl OK** drücken.
 5. **Fold öffn/schl** drücken. Nun können Spline-Segmente und weitere Zeilen in den Spline-Block eingefügt werden.
(>>> 8.3.4.4 "SPL- oder SLIN-Segment programmieren" Seite 190)
(>>> 8.3.4.5 "SCIRC-Segment programmieren" Seite 190)
(>>> 8.3.4.9 "Trigger im Spline-Block programmieren" Seite 193)

8.3.4.1 Inline-Formular Spline-Block

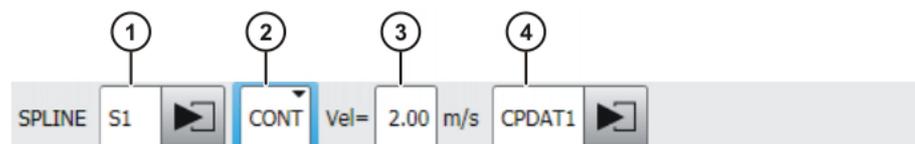


Abb. 8-13: Inline-Formular Spline-Block

Pos.	Beschreibung
1	<p>Name des Spline-Blocks. Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden.</p> <p>(>>> 8.1 "Namen in Inline-Formularen" Seite 175)</p> <p>Zum Bearbeiten der Bewegungsdaten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich.</p> <p>(>>> 8.3.4.2 "Optionsfenster "Frames" (Spline-Block)" Seite 188)</p>
2	<ul style="list-style-type: none"> ■ CONT: Zielpunkt wird überschliffen. ■ [leer]: Zielpunkt wird genau angefahren.

Pos.	Beschreibung
3	Die Geschwindigkeit gilt defaultmäßig für den gesamten Spline-Block. Sie kann zusätzlich für die einzelnen Segmente gesondert definiert werden. <ul style="list-style-type: none"> ■ 0.001 ... 2 m/s
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. (>>> 8.3.4.3 "Optionsfenster "Bewegungsparameter" (Spline-Block)" Seite 189) Die Bewegungsdaten gelten defaultmäßig für den gesamten Spline-Block. Sie können zusätzlich für die einzelnen Segmente gesondert definiert werden.

8.3.4.2 Optionsfenster "Frames" (Spline-Block)

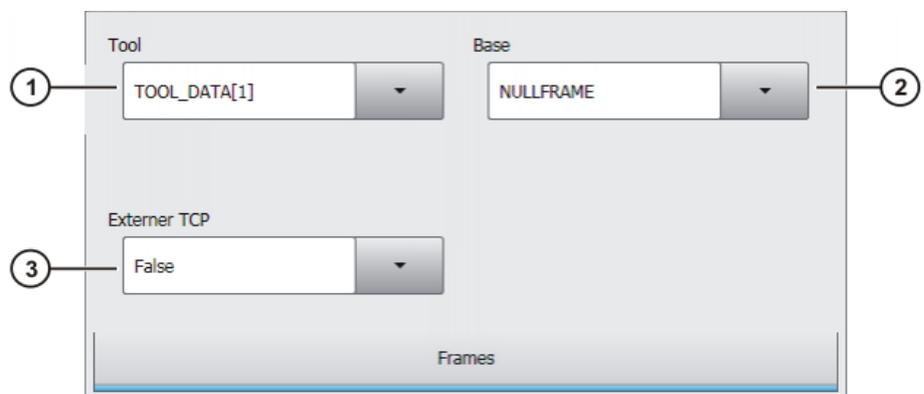


Abb. 8-14: Optionsfenster Frames (Spline-Block)

Pos.	Beschreibung
1	Werkzeug auswählen. Wenn True im Feld Externer TCP : Werkstück auswählen. <ul style="list-style-type: none"> ■ [1] ... [16]
2	Basis auswählen. Wenn True im Feld Externer TCP : Feststehendes Werkzeug auswählen. <ul style="list-style-type: none"> ■ [1] ... [32]
3	Interpolationsmodus <ul style="list-style-type: none"> ■ False: Das Werkzeug ist am Anbauflansch montiert. ■ True: Das Werkzeug ist ein feststehendes Werkzeug.

8.3.4.3 Optionsfenster "Bewegungsparameter" (Spline-Block)

Abb. 8-15: Optionsfenster Bewegungsparameter (Spline-Block)

Pos.	Beschreibung
1	Bahnbeschleunigung. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert. ■ 1 ... 100 %
2	Begrenzung für den Ruck. Der Ruck ist die Beschleunigungsänderung. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert. ■ 1 ... 100 %
3	Dieses Feld wird nur angezeigt, wenn im Inline-Formular CONT 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.
4	Achsgeschwindigkeit. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert. ■ 1 ... 100 %
5	Achsbeschleunigung. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert. ■ 1 ... 100 %
6	Orientierungsführung auswählen.
7	Bezugssystem der Orientierungsführung auswählen. Dieser Parameter wirkt sich nur auf SCIRC-Segmente (falls vorhanden) im Spline-Block aus.

8.3.4.4 SPL- oder SLIN-Segment programmieren

HINWEIS Beim Programmieren von Bewegungen ist darauf zu achten, dass die Energiezuführung sich beim Programmablauf nicht aufwickelt oder beschädigt wird.

Voraussetzung

- Programm ist angewählt.
- Betriebsart T1
- Der Fold des Spline-Blocks ist geöffnet.

Vorgehensweise

1. Den TCP an den Zielpunkt verfahren.
2. 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.
(>>> 8.3.4.6 "Inline-Formular Spline-Segment" Seite 190)
5. **Befehl OK** drücken.

8.3.4.5 SCIRC-Segment programmieren

HINWEIS Beim Programmieren von Bewegungen ist darauf zu achten, dass die Energiezuführung sich beim Programmablauf nicht aufwickelt oder beschädigt wird.

Voraussetzung

- Programm ist angewählt.
- Betriebsart T1
- Der Fold des Spline-Blocks ist geöffnet.

Vorgehensweise

1. Den TCP an den Hilfspunkt verfahren.
2. 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.
(>>> 8.3.4.6 "Inline-Formular Spline-Segment" Seite 190)
5. **Touchup HP** drücken.
6. Den TCP an den Zielpunkt verfahren.
7. **Befehl OK** drücken.

8.3.4.6 Inline-Formular Spline-Segment

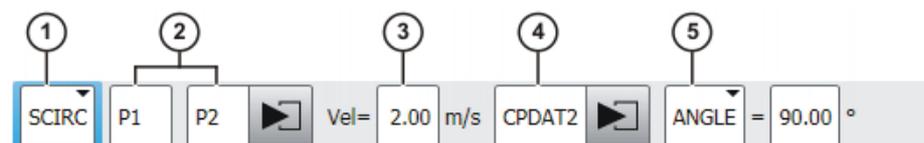


Abb. 8-16: Inline-Formular Spline-Segment

Die Felder des Inline-Formulars können mit **Param Umsch** schrittweise ein- und ausgeblendet werden.

Pos.	Beschreibung
1	<p>Bewegungsart</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ SPL ■ SLIN ■ SCIRC
2	<p>Punktname für Zielpunkt. Nur bei SCIRC: Punktnamen für Hilfspunkt und Zielpunkt.</p> <p>Das System vergibt automatisch einen Namen. Der Name kann überschrieben werden.</p> <p>(>>> 8.1 "Namen in Inline-Formularen" Seite 175)</p> <p>Zum Bearbeiten der Punktdaten Pfeil berühren. Das zugehörige Optionsfenster öffnet sich.</p> <p>(>>> 8.3.4.7 "Optionsfenster "Frames" (Spline-Segment)" Seite 192)</p>
3	<p>Geschwindigkeit</p> <p>Diese Angabe bezieht sich nur auf das Segment, zu dem sie gehört. Sie wirkt sich nicht auf nachfolgende Segmente aus.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 0.001 ... 2 m/s
4	<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>(>>> 8.3.4.8 "Optionsfenster "Bewegungsparameter" (Spline-Segment)" Seite 192)</p> <p>Die Bewegungsdaten beziehen sich nur auf das Segment, zu dem sie gehören. Sie wirken sich nicht auf nachfolgende Segmente aus.</p>
5	<p>Steht nur zur Verfügung, wenn die Bewegungsart SCIRC ausgewählt wurde.</p> <p>Gibt den Gesamtwinkel der Kreisbewegung an. 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.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Kreiswinkel positiv: Kreisbahn wird in Richtung Startpunkt › Hilfspunkt › Zielpunkt abgefahren. ■ Kreiswinkel negativ: Kreisbahn wird in Richtung Startpunkt › Zielpunkt › Hilfspunkt abgefahren. ■ - 9 999° ... + 9 999° <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>

8.3.4.7 Optionsfenster "Frames" (Spline-Segment)

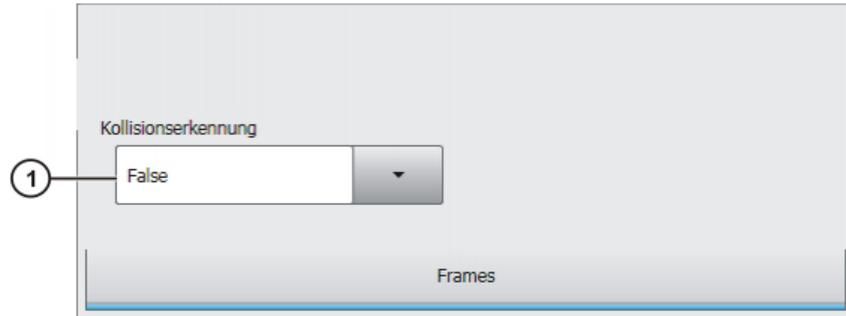


Abb. 8-17: Optionsfenster Frames (Spline-Segment)

Pos.	Beschreibung
1	<ul style="list-style-type: none"> ■ True: Für diese Bewegung ermittelt die Robotersteuerung die Achsmomente. Diese werden für die Kollisionserkennung benötigt. ■ False: Für diese Bewegung ermittelt die Robotersteuerung keine Achsmomente. Eine Kollisionserkennung ist für diese Bewegung daher nicht möglich.

8.3.4.8 Optionsfenster "Bewegungsparameter" (Spline-Segment)

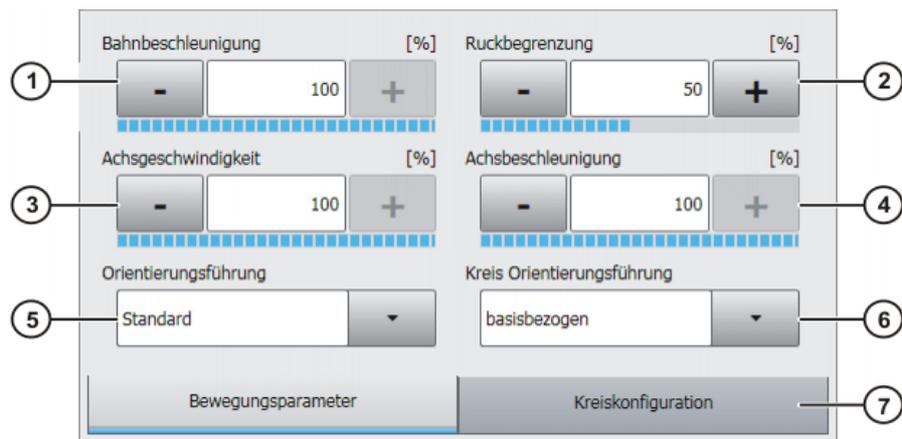


Abb. 8-18: Optionsfenster Bewegungsparameter (Spline-Segment)

Pos.	Beschreibung
1	Bahnbeschleunigung. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert. <ul style="list-style-type: none"> ■ 1 ... 100 %
2	Begrenzung für den Ruck. Der Ruck ist die Beschleunigungsänderung. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert. <ul style="list-style-type: none"> ■ 1 ... 100 %
3	Achsgeschwindigkeit. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert. <ul style="list-style-type: none"> ■ 1 ... 100 %

Pos.	Beschreibung
4	Achsbeschleunigung. Der Wert bezieht sich auf den in den Maschinendaten angegebenen Maximalwert. ■ 1 ... 100 %
5	Orientierungsführung auswählen
6	Nur bei SCIRC-Segmenten: Bezugssystem der Orientierungsführung auswählen.
7	Nur bei SCIRC-Segmenten: In dieser Registerkarte werden Kreisparameter angezeigt. Die Parameter können nicht geändert werden.

8.3.4.9 Trigger im Spline-Block programmieren

- Voraussetzung**
- Programm ist angewählt.
 - Betriebsart T1
 - Der Fold des Spline-Blocks ist geöffnet.

- Vorgehensweise**
1. Cursor in die Zeile im Spline-Block setzen, nach der der Trigger eingefügt werden soll.
 2. Menüfolge **Befehle > Logik > Spline Trigger** wählen.
 3. Defaultmäßig wird das Inline-Formular **Setze Ausgang** angezeigt. Über die Schaltfläche **Umsch. Typ** kann ein anderes Inline-Formular angezeigt werden.
 4. Im Inline-Formular die Parameter einstellen.
 5. **Befehl OK** drücken.

Beschreibung Welches Inline-Formular angezeigt wird, ist abhängig davon, welcher Typ über **Umsch. Typ** gewählt wurde.

Typ Inline-Formular	Beschreibung
Setze Ausgang	Der Trigger setzt einen Ausgang. (>>> 8.3.4.10 "Inline-Formular Spline-Trigger, Typ "Setze Ausgang"" Seite 194)
Setze Pulseausgang	Der Trigger setzt einen Impuls mit einer definierten Länge. (>>> 8.3.4.11 "Inline-Formular Spline-Trigger, Typ "Setze Pulseausgang"" Seite 195)
Trigger Zuweisung	Der Trigger weist einer Variablen einen Wert zu. Steht nur in Benutzergruppe Experte zur Verfügung. (>>> 8.3.4.12 "Inline-Formular Spline-Trigger, Typ "Trigger Zuweisung"" Seite 196)
Trigger Funktionsaufruf	Der Trigger ruft ein Unterprogramm auf. Steht nur in Benutzergruppe Experte zur Verfügung. (>>> 8.3.4.13 "Inline-Formular Spline-Trigger, Typ "Trigger Funktionsaufruf"" Seite 197)



Weiterführende Informationen zu Triggern, zur Verschiebung des Schaltpunkts und zu den Grenzen für die Verschiebung sind in der Bedien- und Programmieranleitung für Systemintegratoren zu finden.

8.3.4.10 Inline-Formular Spline-Trigger, Typ "Setze Ausgang"

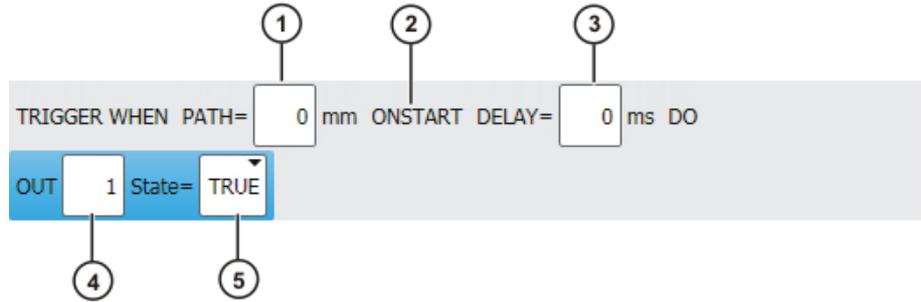


Abb. 8-19: Inline-Formular Spline-Trigger, Typ Setze Ausgang

Pos.	Beschreibung
1	<p>Wenn die Anweisung örtlich verschoben werden soll, muss hier die gewünschte Entfernung zum Start- oder Zielpunkt angegeben werden. Wenn keine örtliche Verschiebung gewünscht ist, dann den Wert 0 eintragen.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Positiver Wert: Verschiebt die Anweisung in Richtung Bewegungsende. ■ Negativer Wert: Verschiebt die Anweisung in Richtung Bewegungsanfang. <p>Nur für Benutzergruppe Experte: Umsch. Path ermöglicht es, in dieses Feld eine Variable, Konstante oder Funktion einzugeben. Für die Funktionen gelten Einschränkungen. (>>> 8.3.4.14 "Einschränkungen für Funktionen im Spline-Trigger" Seite 198)</p>
2	<p>Mit Umsch. OnStart kann der Parameter ONSTART gesetzt oder weggenommen werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Ohne ONSTART: Der PATH-Wert bezieht sich auf den Zielpunkt. ■ Mit ONSTART: Der PATH-Wert bezieht sich auf den Startpunkt.
3	<p>Wenn die Anweisung zeitlich verschoben werden soll (relativ zu dem Wert in Pos. 1), muss hier die gewünschte Zeitdauer angegeben werden. Wenn keine zeitliche Verschiebung gewünscht ist, dann den Wert 0 eintragen.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Positiver Wert: Verschiebt die Anweisung in Richtung Bewegungsende. Maximum: 1 000 ms ■ Negativer Wert: Verschiebt die Anweisung in Richtung Bewegungsanfang. <p>Nur für Benutzergruppe Experte: Umsch. Delay ermöglicht es, in dieses Feld eine Variable, Konstante oder Funktion einzugeben. Für die Funktionen gelten Einschränkungen. (>>> 8.3.4.14 "Einschränkungen für Funktionen im Spline-Trigger" Seite 198)</p>
4	<p>Nummer des Ausgangs</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 1 ... 4096
5	<p>Status, auf den der Ausgang geschaltet wird</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ TRUE ■ FALSE

8.3.4.11 Inline-Formular Spline-Trigger, Typ "Setze Pulseausgang"

Abb. 8-20: Inline-Formular Spline-Trigger, Typ Setze Pulseausgang

Pos.	Beschreibung
1	<p>Wenn die Anweisung örtlich verschoben werden soll, muss hier die gewünschte Entfernung zum Start- oder Zielpunkt angegeben werden. Wenn keine örtliche Verschiebung gewünscht ist, dann den Wert 0 eintragen.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Positiver Wert: Verschiebt die Anweisung in Richtung Bewegungsende. ■ Negativer Wert: Verschiebt die Anweisung in Richtung Bewegungsanfang. <p>Nur für Benutzergruppe Experte: Umsch. Path ermöglicht es, in dieses Feld eine Variable, Konstante oder Funktion einzugeben. Für die Funktionen gelten Einschränkungen. (>>> 8.3.4.14 "Einschränkungen für Funktionen im Spline-Trigger" Seite 198)</p>
2	<p>Mit Umsch. OnStart kann der Parameter ONSTART gesetzt oder weggenommen werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Ohne ONSTART: Der PATH-Wert bezieht sich auf den Zielpunkt. ■ Mit ONSTART: Der PATH-Wert bezieht sich auf den Startpunkt.
3	<p>Wenn die Anweisung zeitlich verschoben werden soll (relativ zu dem Wert in Pos. 1), muss hier die gewünschte Zeitdauer angegeben werden. Wenn keine zeitliche Verschiebung gewünscht ist, dann den Wert 0 eintragen.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Positiver Wert: Verschiebt die Anweisung in Richtung Bewegungsende. Maximum: 1 000 ms ■ Negativer Wert: Verschiebt die Anweisung in Richtung Bewegungsanfang. <p>Nur für Benutzergruppe Experte: Umsch. Delay ermöglicht es, in dieses Feld eine Variable, Konstante oder Funktion einzugeben. Für die Funktionen gelten Einschränkungen. (>>> 8.3.4.14 "Einschränkungen für Funktionen im Spline-Trigger" Seite 198)</p>
4	<p>Nummer des Ausgangs</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 1 ... 4096

Pos.	Beschreibung
5	Status, auf den der Ausgang geschaltet wird <ul style="list-style-type: none"> ■ TRUE: Pegel "High" ■ FALSE: Pegel "Low"
6	Länge des Impulses <ul style="list-style-type: none"> ■ 0.10 ... 3.00 s

8.3.4.12 Inline-Formular Spline-Trigger, Typ "Trigger Zuweisung"

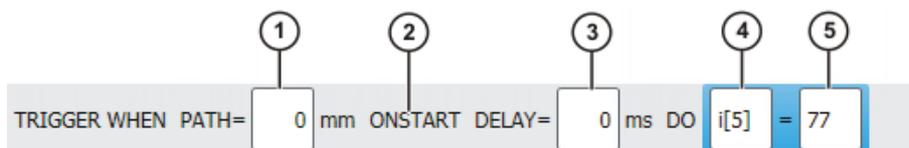


Abb. 8-21: Inline-Formular Spline-Trigger, Typ Trigger Zuweisung

Pos.	Beschreibung
1	<p>Wenn die Anweisung örtlich verschoben werden soll, muss hier die gewünschte Entfernung zum Start- oder Zielpunkt angegeben werden. Wenn keine örtliche Verschiebung gewünscht ist, dann den Wert 0 eintragen.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Positiver Wert: Verschiebt die Anweisung in Richtung Bewegungsende. ■ Negativer Wert: Verschiebt die Anweisung in Richtung Bewegungsanfang. <p>Nur für Benutzergruppe Experte: Umsch. Path ermöglicht es, in dieses Feld eine Variable, Konstante oder Funktion einzugeben. Für die Funktionen gelten Einschränkungen.</p> <p>(>>> 8.3.4.14 "Einschränkungen für Funktionen im Spline-Trigger" Seite 198)</p>
2	<p>Mit Umsch. OnStart kann der Parameter ONSTART gesetzt oder weggenommen werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Ohne ONSTART: Der PATH-Wert bezieht sich auf den Zielpunkt. ■ Mit ONSTART: Der PATH-Wert bezieht sich auf den Startpunkt.
3	<p>Wenn die Anweisung zeitlich verschoben werden soll (relativ zu dem Wert in Pos. 1), muss hier die gewünschte Zeitdauer angegeben werden. Wenn keine zeitliche Verschiebung gewünscht ist, dann den Wert 0 eintragen.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Positiver Wert: Verschiebt die Anweisung in Richtung Bewegungsende. Maximum: 1 000 ms ■ Negativer Wert: Verschiebt die Anweisung in Richtung Bewegungsanfang. <p>Nur für Benutzergruppe Experte: Umsch. Delay ermöglicht es, in dieses Feld eine Variable, Konstante oder Funktion einzugeben. Für die Funktionen gelten Einschränkungen.</p> <p>(>>> 8.3.4.14 "Einschränkungen für Funktionen im Spline-Trigger" Seite 198)</p>

Pos.	Beschreibung
4	Variable, der ein Wert zugewiesen werden soll Hinweis: Laufzeit-Variablen können nicht verwendet werden.
5	Wert, der der Variablen zugewiesen werden soll

8.3.4.13 Inline-Formular Spline-Trigger, Typ "Trigger Funktionsaufruf"

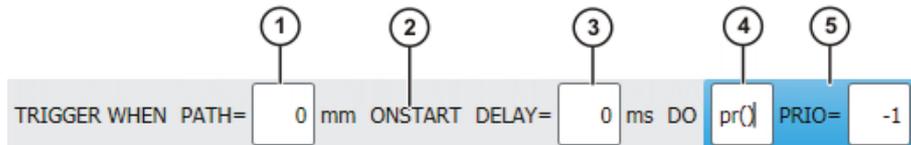


Abb. 8-22: Inline-Formular Spline-Trigger, Typ Trigger Funktionsaufruf

Pos.	Beschreibung
1	<p>Wenn die Anweisung örtlich verschoben werden soll, muss hier die gewünschte Entfernung zum Start- oder Zielpunkt angegeben werden. Wenn keine örtliche Verschiebung gewünscht ist, dann den Wert 0 eintragen.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Positiver Wert: Verschiebt die Anweisung in Richtung Bewegungsende. ■ Negativer Wert: Verschiebt die Anweisung in Richtung Bewegungsanfang. <p>Nur für Benutzergruppe Experte: Umsch. Path ermöglicht es, in dieses Feld eine Variable, Konstante oder Funktion einzugeben. Für die Funktionen gelten Einschränkungen.</p> <p>(>>> 8.3.4.14 "Einschränkungen für Funktionen im Spline-Trigger" Seite 198)</p>
2	<p>Mit Umsch. OnStart kann der Parameter ONSTART gesetzt oder weggenommen werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Ohne ONSTART: Der PATH-Wert bezieht sich auf den Zielpunkt. ■ Mit ONSTART: Der PATH-Wert bezieht sich auf den Startpunkt.
3	<p>Wenn die Anweisung zeitlich verschoben werden soll (relativ zu dem Wert in Pos. 1), muss hier die gewünschte Zeitdauer angegeben werden. Wenn keine zeitliche Verschiebung gewünscht ist, dann den Wert 0 eintragen.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Positiver Wert: Verschiebt die Anweisung in Richtung Bewegungsende. Maximum: 1 000 ms ■ Negativer Wert: Verschiebt die Anweisung in Richtung Bewegungsanfang. <p>Nur für Benutzergruppe Experte: Umsch. Delay ermöglicht es, in dieses Feld eine Variable, Konstante oder Funktion einzugeben. Für die Funktionen gelten Einschränkungen.</p> <p>(>>> 8.3.4.14 "Einschränkungen für Funktionen im Spline-Trigger" Seite 198)</p>

Pos.	Beschreibung
4	Name des Unterprogramms, das aufgerufen werden soll
5	<p>Im Feld PRIO muss eine Priorität angegeben werden. Zur Verfügung stehen die Prioritäten 1, 2, 4 - 39 sowie 81 - 128. Die Prioritäten 3 sowie 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.</p> <p>Wenn mehrere Trigger gleichzeitig Unterprogramme aufrufen, wird zuerst der Trigger mit der höchsten Priorität bearbeitet, dann die Trigger mit niedrigerer Priorität. 1 = höchste Priorität.</p>

8.3.4.14 Einschränkungen für Funktionen im Spline-Trigger

Die Werte für `PATH` und `DELAY` können über Funktionen zugewiesen werden. Für diese Funktionen gelten folgende Einschränkungen:

- Das KRL-Programm, das die Funktion enthält, muss die Eigenschaft **Versteckt** haben.
- Die Funktion muss global gültig sein.
- Die Funktionen dürfen nur folgende Anweisungen oder Elemente enthalten:
 - Wertzuweisungen
 - IF-Anweisungen
 - Kommentare
 - Leerzeilen
 - RETURN
 - Systemvariable lesen
 - Vordefinierte KRL-Funktion aufrufen

8.3.5 Spline-Inline-Formulare kopieren

Übersicht

Folgende Kopieraktionen können durchgeführt werden:

- Eine Einzelbewegung in einen Spline-Block kopieren
- Einen Spline-Block kopieren
- Ein Spline-Segment in einen anderen Spline-Block kopieren
- Ein Spline-Segment nach außerhalb eines Spline-Blocks kopieren

Voraussetzung

- Benutzergruppe Experte
- Programm ist angewählt oder geöffnet.
- Betriebsart T1

Kopieren

Einzelbewegung in einen Spline-Block kopieren:

Folgende Einzelbewegungen können kopiert und in einen Spline-Block eingefügt werden:

- SLIN
- SCIRC
- LIN
- CIRC

Voraussetzung:

- Folgende Frame-Daten (= Daten im Optionsfenster **Frames**) der Einzelbewegung und des Blocks sind identisch: **Werkzeug, Basis** und **Interpolationsmodus**

Spline-Block kopieren:

Ein Spline-Block kann kopiert und an anderer Stelle im Programm eingefügt werden. Hierbei wird immer nur der leere Block eingefügt. Es ist nicht möglich, einen Block und seinen Inhalt auf einmal einzufügen.

Der Inhalt muss gesondert kopiert und eingefügt werden.

Spline-Segment in anderen Spline-Block kopieren:

Ein oder mehrere Spline-Segmente kopiert und in einen anderen Block eingefügt werden.

Voraussetzung:

- Folgende Frame-Daten (= Daten im Optionsfenster **Frames**) der Spline-Blöcke sind identisch: **Werkzeug, Basis** und **Interpolationsmodus**

Spline-Segment nach außerhalb eines Spline-Blocks kopieren:

Ein oder mehrere Spline-Segmente können kopiert und außerhalb eines Spline-Blocks eingefügt werden. Die Bewegungstypen ändern sich folgendermaßen:

Spline-Segment wird zu Einzelbewegung
SLIN	SLIN
SCIRC	SCIRC
SPL	PTP

- Für Einzelbewegungen SLIN, SCIRC: Die Frame- und Bewegungsdaten werden vom Segment übernommen, soweit vorhanden; ansonsten werden sie vom Spline-Block übernommen.
- Für Einzelbewegung PTP: Die Positions- und Frame-Daten werden von SPL nach PTP übernommen. Bewegungsdaten werden nicht übernommen.

8.3.6 Spline-Inline-Formulare aus 8.1 konvertieren

Beschreibung In der KSS 8.2 können bei Spline-Inline-Formularen mehr Parameter gesetzt werden als in der KSS 8.1. Das Fahrverhalten kann auf diese Weise detaillierter bestimmt werden.

Programme mit Inline-Formularen aus 8.1 können in 8.2 verwendet werden. Hierfür müssen den neuen Parametern Werte zugewiesen werden. Dies geschieht, indem man das Inline-Formular öffnet und wieder schließt. Allen neuen Parametern werden automatisch Default-Werte zugewiesen.

Voraussetzung

- Programm ist angewählt.
- Betriebsart T1

Vorgehensweise

1. Cursor in die Zeile mit dem Inline-Formular setzen.
2. **Ändern** drücken. Das Inline-Formular öffnet sich. Für alle neuen Parameter werden automatisch die Default-Werte gesetzt.
3. Bei Bedarf: Die Werte ändern.
4. **Befehl OK** drücken.
5. Schritte 1 bis 4 für alle Spline-Inline-Formulare im Programm wiederholen.

8.4 Bewegungsparameter 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. Parameter ändern.
 4. Änderungen mit **Befehl OK** speichern.

8.5 Punkt umteachen

- Beschreibung** 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.
- Voraussetzung**
- Programm ist angewählt.
 - Betriebsart T1
- Vorgehensweise**
1. Gewünschte Position mit dem TCP anfahren.
 2. Cursor in die Zeile mit der Bewegungsanweisung setzen, die geändert werden soll.
 3. **Ändern** drücken. Das Inline-Formular zur Anweisung öffnet sich.
 4. Für PTP- und LIN-Bewegungen: **Touch Up** drücken, um die aktuelle Position des TCP als neuen Zielpunkt zu übernehmen.
Für CIRC-Bewegungen:
 - **Touchup HP** drücken, um die aktuelle Position des TCP als neuen Hilfspunkt zu übernehmen.
 - Oder **Touchup ZP** drücken, um die aktuelle Position des TCP als neuen Zielpunkt zu übernehmen.
 5. Sicherheitsabfrage mit **Ja** bestätigen.
 6. Änderung mit **Befehl OK** speichern.

8.6 Logikanweisungen programmieren

8.6.1 Ein-/Ausgänge

Digitale Ein-/Ausgänge

Die Robotersteuerung kann maximal 4096 digitale Eingänge und 4096 digitale Ausgänge verwalten. Die Konfiguration ist kundenspezifisch.

Analoge Ein-/Ausgänge

Die Robotersteuerung kann 32 analoge Eingänge und 32 analoge Ausgänge verwalten. Die Konfiguration ist kundenspezifisch.

Erlaubter Wertebereich für analoge Ein-/Ausgänge: -1.0 bis +1.0. Dies entspricht einem Spannungsbereich von -10 V bis +10 V. Wenn der Wert überschritten wird, dann nimmt der Ein-/Ausgang den Maximalwert an und eine Meldung erscheint, bis der Wert wieder im erlaubten Bereich ist.

Die Ein-/Ausgänge werden über folgende Systemvariablen verwaltet:

	Eingänge	Ausgänge
Digital	\$IN[1] ... \$IN[4096]	\$OUT[1] ... \$OUT[4096]
Analog	\$ANIN[1] ... \$ANIN[32]	\$ANOUT[1] ... \$ANOUT[32]

8.6.2 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.
(>>> 8.6.3 "Inline-Formular OUT" Seite 201)
 4. Anweisung mit **Befehl OK** speichern.

8.6.3 Inline-Formular OUT

Die Anweisung setzt einen digitalen Ausgang.

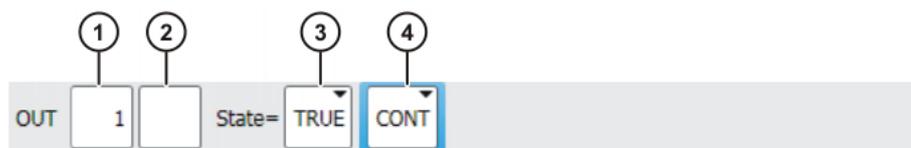


Abb. 8-23: Inline-Formular OUT

Pos.	Beschreibung
1	Nummer des Ausgangs <ul style="list-style-type: none"> ■ 1 ... 4096
2	Wenn für den Ausgang ein Name existiert, wird er angezeigt. Nur für Benutzergruppe Experte: Durch Drücken auf Langtext kann ein Name eingegeben werden. Der Name ist frei wählbar.
3	Status, auf den der Ausgang geschaltet wird <ul style="list-style-type: none"> ■ TRUE ■ FALSE
4	<ul style="list-style-type: none"> ■ CONT: Bearbeitung im Vorlauf ■ [leer]: Bearbeitung mit Vorlaufstopp

8.6.4 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.
(>>> 8.6.5 "Inline-Formular PULSE" Seite 201)
 4. Anweisung mit **Befehl OK** speichern.

8.6.5 Inline-Formular PULSE

Die Anweisung setzt einen Impuls mit der definierten Länge.

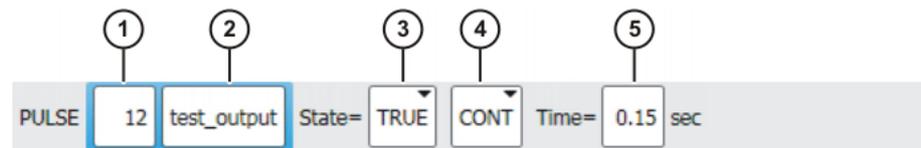


Abb. 8-24: Inline-Formular PULSE

Pos.	Beschreibung
1	Nummer des Ausgangs <ul style="list-style-type: none"> ■ 1 ... 4096
2	Wenn für den Ausgang ein Name existiert, wird er angezeigt. Nur für Benutzergruppe Experte: Durch Drücken auf Langtext kann ein Name eingegeben werden. Der Name ist frei wählbar.
3	Status, auf den der Ausgang geschaltet wird <ul style="list-style-type: none"> ■ TRUE: Pegel "High" ■ FALSE: Pegel "Low"
4	<ul style="list-style-type: none"> ■ CONT: Bearbeitung im Vorlauf ■ [leer]: Bearbeitung mit Vorlaufstopp
5	Länge des Impulses <ul style="list-style-type: none"> ■ 0.10 ... 3.00 s

8.6.6 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.
 (>>> 8.6.7 "Inline-Formular ANOUT statisch" Seite 202)
 (>>> 8.6.8 "Inline-Formular ANOUT dynamisch" Seite 203)
 4. Anweisung mit **Befehl OK** speichern.

8.6.7 Inline-Formular ANOUT statisch

Diese Anweisung setzt einen statischen analogen Ausgang.

Maximal 8 analoge Ausgänge (statische und dynamische zusammen) können gleichzeitig verwendet werden. ANOUT löst einen Vorlaufstopp aus.

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.



Abb. 8-25: Inline-Formular ANOUT statisch

Pos.	Beschreibung
1	Nummer des analogen Ausgangs <ul style="list-style-type: none"> ■ CHANNEL_1 ... CHANNEL_32
2	Faktor für die Spannung <ul style="list-style-type: none"> ■ 0 ... 1 (Abstufung: 0.01)

8.6.8 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.

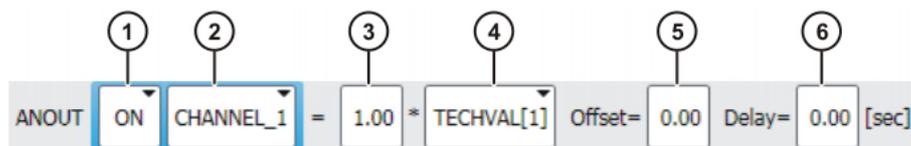


Abb. 8-26: Inline-Formular ANOUT dynamisch

Pos.	Beschreibung
1	Ein- oder Ausschalten des analogen Ausgangs <ul style="list-style-type: none"> ■ ON ■ OFF
2	Nummer des analogen Ausgangs <ul style="list-style-type: none"> ■ CHANNEL_1 ... CHANNEL_32
3	Faktor für die Spannung <ul style="list-style-type: none"> ■ 0 ... 10 (Abstufung: 0.01)
4	<ul style="list-style-type: none"> ■ VEL_ACT: Die Spannung ist abhängig von der Geschwindigkeit. ■ TECHVAL[1] ... TECHVAL[6]: Die Spannung wird über einen Funktionsgenerator gesteuert.
5	Wert, um den die Spannung erhöht oder verringert wird <ul style="list-style-type: none"> ■ -1 ... +1 (Abstufung: 0.01)
6	Zeit, um die das Ausgabesignal verzögert (+) oder vorzeitig (-) ausgegeben wird <ul style="list-style-type: none"> ■ -0.2 ... +0.5 s

8.6.9 Wartezeit programmieren - WAIT

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

- Vorgehensweise**
1. Cursor in die Zeile setzen, nach der die Logikanweisung eingefügt werden soll.
 2. Menüfolge **Befehle > Logik > WAIT** wählen.
 3. Im Inline-Formular die Parameter einstellen.
(>>> 8.6.10 "Inline-Formular WAIT" Seite 204)
 4. Anweisung mit **Befehl OK** speichern.

8.6.10 Inline-Formular WAIT

Mit WAIT kann eine Wartezeit programmiert werden. Die Roboterbewegung wird für die programmierte Zeit angehalten. WAIT löst immer einen Vorlaufstopp aus.

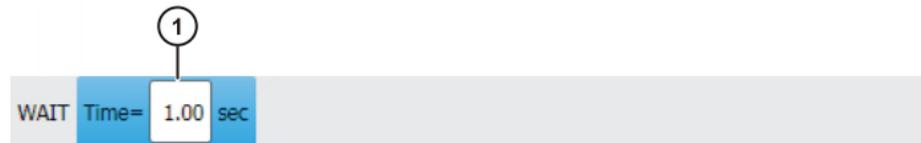


Abb. 8-27: Inline-Formular WAIT

Pos.	Beschreibung
1	Wartezeit ■ ≥ 0 s

8.6.11 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.
(>>> 8.6.12 "Inline-Formular WAITFOR" Seite 204)
 4. Anweisung mit **Befehl OK** speichern.

8.6.12 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.

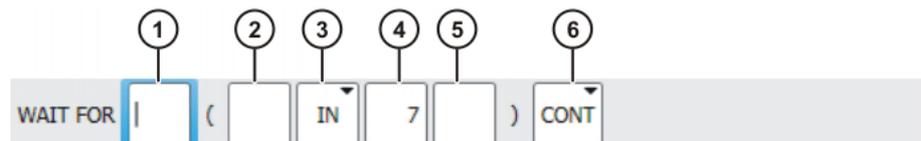


Abb. 8-28: Inline-Formular WAITFOR

Pos.	Beschreibung
1	<p>Äußere Verknüpfung hinzufügen. Der Operator steht zwischen den geklammerten Ausdrücken.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ AND ■ OR ■ EXOR <p>NOT hinzufügen.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ NOT ■ [leer] <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"> ■ AND ■ OR ■ EXOR <p>NOT hinzufügen.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ NOT ■ [leer] <p>Den gewünschten Operator über die entsprechende Schaltfläche einfügen.</p>
3	<p>Signal, auf das gewartet wird</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ IN ■ OUT ■ CYCFLAG ■ TIMER ■ FLAG
4	<p>Nummer des Signals</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 1 ... 4096
5	<p>Wenn für das Signal ein Name existiert, wird er angezeigt.</p> <p>Nur für Benutzergruppe Experte:</p> <p>Durch Drücken auf Langtext kann ein Name eingegeben werden. Der Name ist frei wählbar.</p>
6	<ul style="list-style-type: none"> ■ CONT: Bearbeitung im Vorlauf ■ [leer]: Bearbeitung mit Vorlaufstopp

8.6.13 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.
 (>>> 8.6.14 "Inline-Formular SYN OUT, Option START/END" Seite 206)
 (>>> 8.6.15 "Inline-Formular SYN OUT, Option PATH" Seite 208)
 4. Anweisung mit **Befehl OK** speichern.

8.6.14 Inline-Formular SYN OUT, Option START/END

Eine Schaltaktion kann bezogen auf den Start- oder Zielpunkt eines Bewegungssatzes ausgelöst werden. Die Schaltaktion kann zeitlich verschoben werden. Der Bewegungssatz kann eine LIN-, CIRC- oder PTP-Bewegung 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

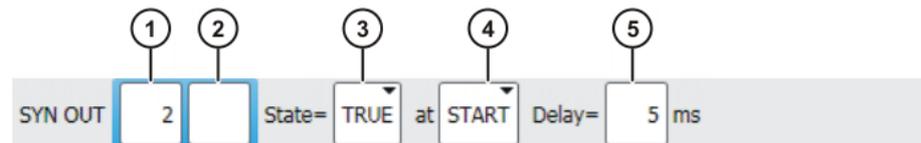


Abb. 8-29: Inline-Formular SYN OUT, Option START/END

Pos.	Beschreibung
1	Nummer des Ausgangs <ul style="list-style-type: none"> ■ 1 ... 4096
2	Wenn für den Ausgang ein Name existiert, wird er angezeigt. Nur für Benutzergruppe Experte: Durch Drücken auf Langtext kann ein Name eingegeben werden. Der Name ist frei wählbar.
3	Status, auf den der Ausgang geschaltet wird <ul style="list-style-type: none"> ■ TRUE ■ FALSE
4	Punkt, an dem geschaltet wird <ul style="list-style-type: none"> ■ START: Es wird am Startpunkt des Bewegungssatzes geschaltet. ■ END: Es wird am Zielpunkt des Bewegungssatzes geschaltet. ■ PATH:
5	Zeitliche Verschiebung der Schaltaktion <ul style="list-style-type: none"> ■ -1 000 ... +1 000 ms Hinweis: Die Zeitangabe ist absolut. 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
  
```

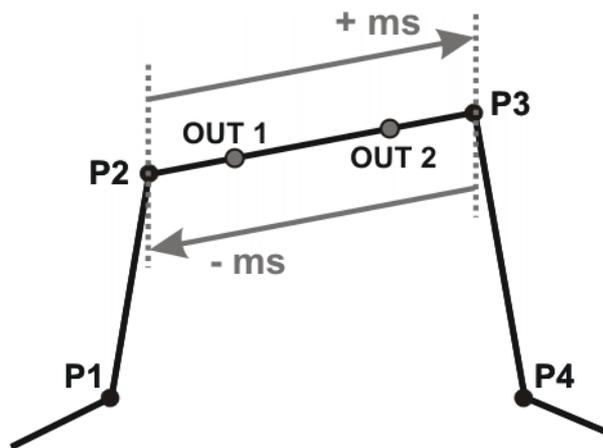


Abb. 8-30

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

```

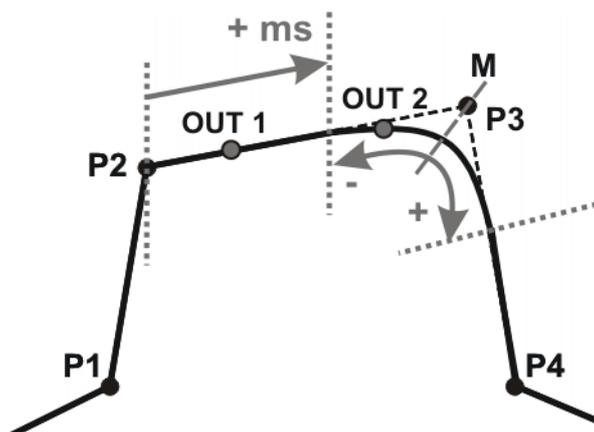


Abb. 8-31

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

```

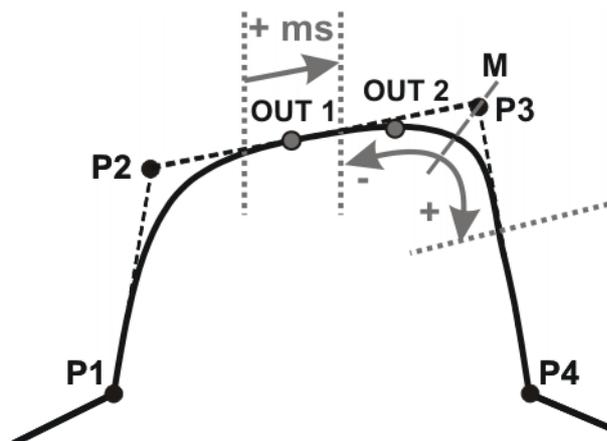


Abb. 8-32

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.

8.6.15 Inline-Formular SYN OUT, Option PATH

Eine Schaltaktion kann bezogen auf den Zielpunkt eines Bewegungssatzes ausgelöst werden. Die Schaltaktion kann örtlich und zeitlich verschoben werden. Der Bewegungssatz kann eine LIN- oder CIRC-Bewegung sein. Er darf keine PTP-Bewegung sein.

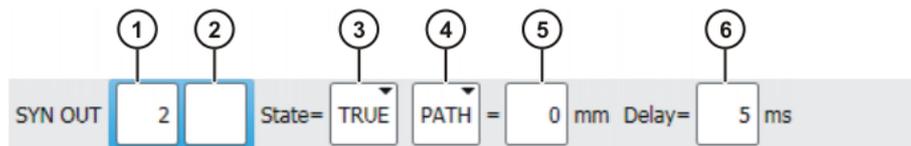


Abb. 8-33: Inline-Formular SYN OUT, Option PATH

Pos.	Beschreibung
1	Nummer des Ausgangs <ul style="list-style-type: none"> 1 ... 4096
2	Wenn für den Ausgang ein Name existiert, wird er angezeigt. Nur für Benutzergruppe Experte: Durch Drücken auf Langtext kann ein Name eingegeben werden. Der Name ist frei wählbar.
3	Status, auf den der Ausgang geschaltet wird <ul style="list-style-type: none"> TRUE FALSE
4	Punkt, an dem geschaltet wird <ul style="list-style-type: none"> PATH: Es wird am Zielpunkt des Bewegungssatzes geschaltet. START: (>>> 8.6.14 "Inline-Formular SYN OUT, Option START/END" Seite 206) END: (>>> 8.6.14 "Inline-Formular SYN OUT, Option START/END" Seite 206)
5	Entfernung des Schaltpunkts vom Zielpunkt <ul style="list-style-type: none"> -2 000 ... +2 000 mm Diese Feld wird nur angezeigt, wenn PATH ausgewählt wurde.
6	Zeitliche Verschiebung der Schaltaktion <ul style="list-style-type: none"> -1 000 ... +1 000 ms Hinweis: Die Zeitangabe ist absolut. Der Schaltpunkt ändert sich je nach Geschwindigkeit des Roboters.

Beispiel 1

Startpunkt ist Genauhaltepunkt und Zielpunkt ist überschiffen.

```

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
  
```

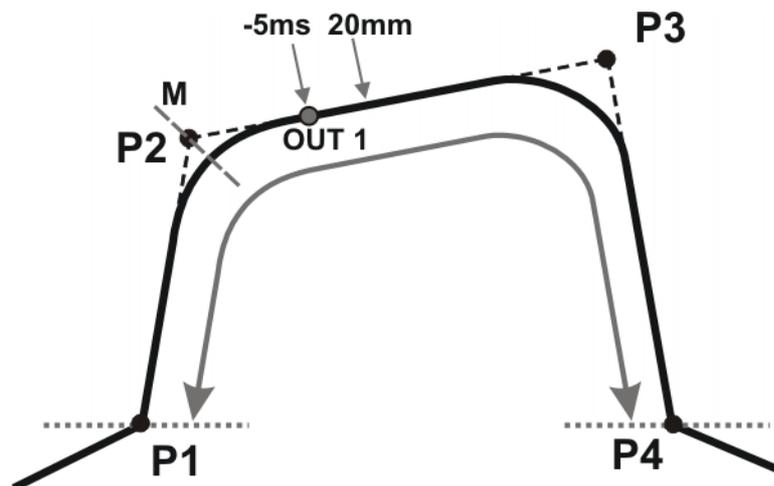


Abb. 8-34

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 überschiffen.

```

LIN P1 CONT 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

```

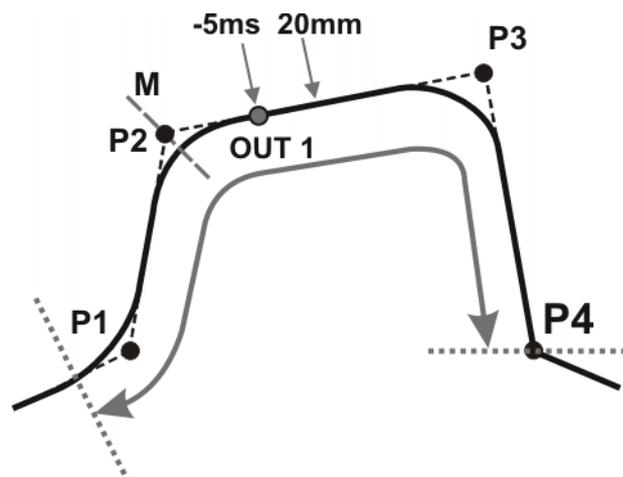


Abb. 8-35

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.

8.6.16 Puls setzen auf der Bahn - SYN PULSE

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

- Vorgehensweise**
- Cursor in die Zeile setzen, nach der die Logikanweisung eingefügt werden soll.
 - Menüfolge **Befehle > Logik > OUT > SYN PULSE** wählen.
 - Im Inline-Formular die Parameter einstellen.
(>>> 8.6.17 "Inline-Formular SYN PULSE" Seite 211)
 - Anweisung mit **Befehl OK** speichern.

8.6.17 Inline-Formular SYN PULSE

Ein Impuls kann bezogen auf den Start- oder Zielpunkt eines Bewegungssatzes ausgelöst werden. Der Impuls kann zeitlich und örtlich verschoben werden.

The screenshot shows the 'SYN PULSE' inline form with the following fields and callouts:

- 1: Output number field (value: 2)
- 2: Name field (empty)
- 3: State dropdown menu (value: TRUE)
- 4: Time field (value: 0.10 sec)
- 5: PATH dropdown menu (value: 0 mm)
- 6: Path offset field (value: 0 mm)
- 7: Delay field (value: 5 ms)

Abb. 8-36: Inline-Formular SYN PULSE

Pos.	Beschreibung
1	Nummer des Ausgangs <ul style="list-style-type: none"> 1 ... 4096
2	Wenn für den Ausgang ein Name existiert, wird er angezeigt. Nur für Benutzergruppe Experte: Durch Drücken auf Langtext kann ein Name eingegeben werden. Der Name ist frei wählbar.
3	Status, auf den der Ausgang geschaltet wird <ul style="list-style-type: none"> TRUE FALSE
4	Dauer des Impulses <ul style="list-style-type: none"> 0,1 ... 3 s

Pos.	Beschreibung
5	<ul style="list-style-type: none"> ■ START: Der Impuls wird am Startpunkt des Bewegungssatzes ausgelöst. ■ END: Der Impuls wird am Zielpunkt des Bewegungssatzes ausgelöst. <p>Beispiele und Schaltgrenzen siehe SYN OUT. (>>> 8.6.14 "Inline-Formular SYN OUT, Option START/END" Seite 206)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ PATH: Der Impuls wird am Zielpunkt des Bewegungssatzes ausgelöst. <p>Beispiele und Schaltgrenzen siehe SYN OUT. (>>> 8.6.15 "Inline-Formular SYN OUT, Option PATH" Seite 208)</p>
6	<p>Entfernung des Schaltpunkts vom Zielpunkt</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ -2 000 ... +2 000 mm <p>Diese Feld wird nur angezeigt, wenn PATH ausgewählt wurde.</p>
7	<p>Zeitliche Verschiebung der Schaltaktion</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ -1 000 ... +1 000 ms <p>Hinweis: Die Zeitangabe ist absolut. Der Schaltpunkt ändert sich je nach Geschwindigkeit des Roboters.</p>

8.6.18 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.

9 Meldungen

9.1 Fehlermeldungen, Automatik Extern

Nr.	Meldungstext	Ursache
P00:1	PGNO_TYPE falscher Wert zulässige Werte (1,2,3)	Der Datentyp der Programmnummer wurde falsch angegeben.
P00:2	PGNO_LENGTH falscher Wert Wertebereich $1 \leq \text{PGNO_LENGTH} \leq 16$	Die Bitbreite der Programmnummer wurde falsch projiziert.
P00:3	PGNO_LENGTH falscher Wert zulässige Werte (4,8,12,16)	Wenn zum Lesen der Programmnummer das BCD-Format gewählt wurde, muss auch eine passende Bitbreite eingestellt werden.
P00:4	PGNO_FBIT falscher Wert liegt nicht im \$IN-Bereich	Für das erste Bit der Programmnummer wurde der Wert "0" oder ein nicht vorhandener Eingang angegeben.
P00:7	PGNO_REQ falscher Wert liegt nicht im \$OUT-Bereich	Für den Ausgang, über den die Programmnummer angefordert werden soll, wurde der Wert "0" oder ein nicht vorhandener Ausgang angegeben.
P00:10	Übertragungsfehler falsche Parität	Bei der Überprüfung der Parität trat eine Unstimmigkeit auf. Es muss ein Übertragungsfehler aufgetreten sein.
P00:11	Übertragungsfehler falsche Programmnummer	Die übergeordnete Steuerung hat eine Programmnummer übermittelt, für die in der Datei CELL.SRC kein CASE-Zweig existiert.
P00:12	Übertragungsfehler falsche BCD-Kodierung	Der Versuch, die Programmnummer im BCD-Format einzulesen, führte zu einem ungültigen Ergebnis.
P00:13	Falsche Betriebsart	Die E/A-Schnittstelle ist nicht aktiviert worden, d.h. die Systemvariable \$I_O_ACTCONF hat im Moment den Wert FALSE. Dies kann die folgenden Ursachen haben: <ul style="list-style-type: none"> ■ Der Betriebsarten-Wahlschalter steht nicht in der Stellung "Automatik Extern". ■ Das Signal \$I_O_ACT besitzt im Moment den Wert FALSE.
P00:14	Home-Position in Betriebsart T1 anfahren	Der Roboter hat die HOME-Position nicht erreicht.
P00:15	Programmnummer fehlerhaft	Bei "1 aus n" ist mehr als ein Eingang gesetzt.

10 KUKA Service

10.1 Support-Anfrage

Einleitung	Die Dokumentation der KUKA Roboter GmbH 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	<p>Zur Abwicklung einer Anfrage werden folgende Informationen benötigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Typ und Seriennummer des Roboters ■ Typ und Seriennummer der Steuerung ■ Typ und Seriennummer der Lineareinheit (optional) ■ Typ und Seriennummer der Energiezuführung (optional) ■ Version der KUKA System Software ■ Optionale Software oder Modifikationen ■ Archiv der Software <p>Für KUKA System Software V8: Statt eines herkömmlichen Archivs das spezielle Datenpaket für die Fehleranalyse erzeugen (über KrcDiag).</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Vorhandene Applikation ■ Vorhandene Zusatzachsen (optional) ■ Problembeschreibung, Dauer und Häufigkeit der Störung

10.2 KUKA Customer Support

Verfügbarkeit	Der KUKA Customer Support ist in vielen Ländern verfügbar. Bei Fragen stehen wir gerne zur Verfügung!
Argentinien	<p>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</p>
Australien	<p>Headland Machinery Pty. Ltd. Victoria (Head Office & Showroom) 95 Highbury Road Burwood Victoria 31 25 Australien Tel. +61 3 9244-3500 Fax +61 3 9244-3501 vic@headland.com.au www.headland.com.au</p>

Belgien	KUKA Automatisering + Robots N.V. Centrum Zuid 1031 3530 Houthalen Belgien Tel. +32 11 516160 Fax +32 11 526794 info@kuka.be www.kuka.be
Brasilien	KUKA Roboter do Brasil Ltda. Avenida Franz Liszt, 80 Parque Novo Mundo Jd. Guançã CEP 02151 900 São Paulo SP Brasilien Tel. +55 11 69844900 Fax +55 11 62017883 info@kuka-roboter.com.br
Chile	Robotec S.A. (Agency) Santiago de Chile Chile Tel. +56 2 331-5951 Fax +56 2 331-5952 robotec@robotec.cl www.robotec.cl
China	KUKA Robotics China Co.,Ltd. Songjiang Industrial Zone No. 388 Minshen Road 201612 Shanghai China Tel. +86 21 6787-1888 Fax +86 21 6787-1803 www.kuka-robotics.cn
Deutschland	KUKA Roboter GmbH Zugspitzstr. 140 86165 Augsburg Deutschland Tel. +49 821 797-4000 Fax +49 821 797-1616 info@kuka-roboter.de www.kuka-roboter.de

Frankreich	KUKA Automatismes + Robotique SAS Techvallée 6, Avenue du Parc 91140 Villebon S/Yvette Frankreich Tel. +33 1 6931660-0 Fax +33 1 6931660-1 commercial@kuka.fr www.kuka.fr
Indien	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 info@kuka.in www.kuka.in
Italien	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 kuka@kuka.it www.kuka.it
Japan	KUKA Robotics Japan K.K. Daiba Garden City Building 1F 2-3-5 Daiba, Minato-ku Tokyo 135-0091 Japan Tel. +81 3 6380-7311 Fax +81 3 6380-7312 info@kuka.co.jp
Korea	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 info@kukakorea.com

Malaysia	KUKA Robot Automation Sdn Bhd South East Asia Regional Office No. 24, Jalan TPP 1/10 Taman Industri Puchong 47100 Puchong Selangor Malaysia Tel. +60 3 8061-0613 or -0614 Fax +60 3 8061-7386 info@kuka.com.my
Mexiko	KUKA de Mexico S. de R.L. de C.V. Rio San Joaquin #339, Local 5 Colonia Pensil Sur C.P. 11490 Mexico D.F. Mexiko Tel. +52 55 5203-8407 Fax +52 55 5203-8148 info@kuka.com.mx
Norwegen	KUKA Sveiseanlegg + Roboter Sentrumsvegen 5 2867 Hov Norwegen Tel. +47 61 18 91 30 Fax +47 61 18 62 00 info@kuka.no
Österreich	KUKA Roboter Austria GmbH Regensburger Strasse 9/1 4020 Linz Österreich Tel. +43 732 784752 Fax +43 732 793880 office@kuka-roboter.at www.kuka-roboter.at
Polen	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

Portugal KUKA Sistemas de Automatización S.A.
Rua do Alto da Guerra n° 50
Armazém 04
2910 011 Setúbal
Portugal
Tel. +351 265 729780
Fax +351 265 729782
kuka@mail.telepac.pt

Russland OOO KUKA Robotics Rus
Webnaja ul. 8A
107143 Moskau
Russland
Tel. +7 495 781-31-20
Fax +7 495 781-31-19
kuka-robotics.ru

Schweden KUKA Svetsanläggningar + Robotar AB
A. Odhners gata 15
421 30 Västra Frölunda
Schweden
Tel. +46 31 7266-200
Fax +46 31 7266-201
info@kuka.se

Schweiz 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

Spanien 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
Comercial@kuka-e.com
www.kuka-e.com

Südafrika	Jendamark Automation LTD (Agentur) 76a York Road North End 6000 Port Elizabeth Südafrika Tel. +27 41 391 4700 Fax +27 41 373 3869 www.jendamark.co.za
Taiwan	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 info@kuka.com.tw www.kuka.com.tw
Thailand	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 atika@ji-net.com www.kuka-roboter.de
Tschechien	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 support@kuka.cz
Ungarn	KUKA Robotics Hungaria Kft. Fö út 140 2335 Taksony Ungarn Tel. +36 24 501609 Fax +36 24 477031 info@kuka-robotics.hu

USA

KUKA Robotics Corp.
22500 Key Drive
Clinton Township
48036
Michigan
USA
Tel. +1 866 8735852
Fax +1 586 5692087
info@kukarobotics.com
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

Index

Symbole

#BSTEP 143
 #ISTEP 143
 #MSTEP 143
 \$ANIN 200
 \$ANOUT 200
 \$IN 200
 \$OUT 200
 \$ROBRUNTIME 77, 78

Zahlen

2004/108/EG 36
 2006/42/EG 36
 3-Punkt-Methode 111
 89/336/EWG 36
 95/16/EG 36
 97/23/EG 36

A

ABC 2-Punkt-Methode 109
 ABC World-Methode 108
 Abwählen, Programm 138
 Achsbereich 15
 Achsbereichsbegrenzung 25
 Achsbereichsüberwachung 25
 Administrator 55
 Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen 28
 Angewandte Normen und Vorschriften 36
 Anhalteweg 15, 18
 Anlagenintegrator 16
 ANOUT 202
 Antriebsbus 49
 Anwählen, Programm 137
 Anwender 17
 Anzeigen, Informationen Roboter 77
 Anzeigen, Informationen Robotersteuerung 77
 Arbeitsbereich 15, 18
 Arbeitsbereichsbegrenzung 25
 Arbeitsraumüberwachung überbrücken 68
 Archivieren, auf Netzwerk 152
 Archivieren, auf USB-Stick 152
 Archivieren, Logbuch 153
 Archivierung, Übersicht 150
 Ausgang, analog 202
 Ausgang, digital 201
 Ausschneiden 150
 Automatik Extern starten 147
 Automatik Extern, Fehlermeldungen 213
 Automatikbetrieb 33
 Außerbetriebnahme 35

Ä

Ändern, Bewegungsparameter 200
 Ändern, Koordinaten 200
 Ändern, Logikanweisung 212

B

BASE-Koordinatensystem 56, 111

Basis, auswählen 62
 Basis, vermessen 111
 Bearbeiten (Schaltfläche) 44
 Bediener 54
 Bedienerschutz 19, 21, 27
 Bedienoberfläche 43
 Bedienung 39
 Beenden, KSS 47
 Begriffe, Sicherheit 14
 Benutzer 15
 Benutzergruppe, Default 54
 Benutzergruppe, wechseln 54
 Bestimmungsgemäße Verwendung 13
 Betreiber 15, 16
 Betriebsart, wechseln 55
 Betriebsartenwahl 19, 20
 Betriebsdauer 77, 78
 Betriebsstundenzähler 78
 Bewegungsarten 155
 Bewegungsprogrammierung, Grundlagen 155
 Bremsdefekt 28
 Bremsenöffnungs-Gerät 25
 Bremsweg 15

C

CE-Kennzeichnung 14
 CELL.SRC 147
 CIRC-Bewegung 177
 CIRC, Bewegungsart 156
 Continuous Path 155
 CP-Bewegung 155

D

Datei, umbenennen 137
 Dateiliste 135
 DEF-Zeile (Menüpunkt) 142
 DEF-Zeile, ein-/ausblenden 142
 Dejustieren 101
 Detailansicht (ASCII) (Menüpunkt) 142
 Detailansicht, anzeigen 142
 Dokumentation, Industrieroboter 9
 Drehkipptisch 13, 123
 Drucken, Programm 150
 Druckgeräterichtlinie 34, 36

E

Editor 137
 EG-Konformitätserklärung 14
 Ein-/Ausgänge, analog 71, 200
 Ein-/Ausgänge, Automatik Extern 72
 Ein-/Ausgänge, digital 70, 200
 Einbauerklärung 13, 14
 Einfügen 150
 Einleitung 9
 Einschalten, Robotersteuerung 46
 Electronic Mastering Device 86
 EMD 86
 EMV-Richtlinie 14, 36

EN 60204-1 37
 EN 61000-6-2 37
 EN 61000-6-4 37
 EN 614-1 37
 EN ISO 10218-1 37
 EN ISO 12100 37
 EN ISO 13849-1 36
 EN ISO 13849-2 37
 EN ISO 13850 36
 Entsorgung 35
 Ersetzen 150
 Erstjustage 87, 95
 Externe Kinematik, vermessen 123

F

Fehlermeldungen, Automatik Extern 213
 Filter 136
 Flags, anzeigen 73, 74
 FLANGE-Koordinatensystem 57, 104
 Freidreh-Vorrichtung 25
 Funktionsprüfung 30

G

Gebrauchsdauer 15
 Gefahrenbereich 15
 Gefahrstoffe 34
 Geschwindigkeit 62, 144
 Geschwindigkeit, Überwachung 24
 Gewichtsausgleich 34

H

Haftungshinweis 13
 Hand-Override 62
 Handwurzelpunkt 173
 Hauptmenü, aufrufen 46
 Herunterfahren (Menüpunkt) 47
 Hibernate 50
 Hilfspunkt 156
 Hinweise 9
 HOME-Position 142
 HOV 62

I

Impuls 201
 Inbetriebnahme 29, 81
 Inbetriebnahme-Assistent 81
 Inbetriebnahme-Modus 31
 Indirekte Methode 113, 114
 Industrieroboter 11, 13
 Info (Menüpunkt) 77
 Inkrement 67
 Inkrementelles Handverfahren 67
 Inline-Formulare 175
 Instandsetzung 33
 INTERN.ZIP 152
 Interpolationsmodus 179, 188
 Istposition 69

J

Justage 83
 Justage nach Instandhaltungsmaßnahmen 93

Justage, löschen 101
 Justage, Methoden 84
 Justagemarken 85
 Justageverlust 87, 90, 95, 99

K

Kaltstart 50
 Kaltstart, initial 49, 50
 KCP 15, 28, 39
 Kennzeichnungen 26
 Kinematikgruppe 44, 60
 Kollisionserkennung 179
 Kommentar 148
 Konformitätserklärung 14
 Koordinatensystem, für Space Mouse 43
 Koordinatensystem, für Verfahrstasten 44
 Koordinatensysteme 56
 Koordinatensysteme, Orientierung 57
 Koordinatensysteme, Winkel 57
 Kopfzeile 135
 Kopieren 150
 Kreiswinkel 185, 191
 KUKA Control Panel 39
 KUKA Customer Support 77, 215
 KUKA smartHMI 43
 KUKA smartPAD 15, 39
 KUKA.Load 129
 KUKA.LoadDataDetermination 129

L

Lagerung 35
 Lastdaten 129
 LIN-Bewegung 176
 LIN, Bewegungsart 155
 Lineareinheit 13, 120

M

Manipulator 11, 13, 15, 18
 Manueller Betrieb 32
 Maschinendaten 30, 77, 78, 81
 Maschinenrichtlinie 14, 36
 Mechanische Achsbereichsbegrenzung 25
 Mechanische Endanschläge 24
 Meldungen 213
 MEMD 94
 Messpunkte (Menüpunkt) 77
 Messuhr 92
 Mikro Electronic Mastering Device 94
 Modul 52
 Motor, Tausch 93

N

Name, Archiv 79
 Name, Roboter 77, 78
 Name, Steuerungs-PC 77
 Navigator 135
 Neuen Ordner, anlegen 136
 Neues Programm, anlegen 137
 Niederspannungsrichtlinie 14
 NOT-HALT 40
 NOT-HALT-Einrichtung 21, 22, 27

NOT-HALT-Gerät 21
 NOT-HALT, extern 22, 30
 NOT-HALT, lokal 30
 Numerische Eingabe, externer TCP 117
 Numerische Eingabe, externes Werkzeug 129
 Numerische Eingabe, Fußpunkt Kinematik 125
 Numerische Eingabe, Lineareinheit 122
 Numerische Eingabe, Werkzeug 110

O

Offset 87, 89, 95, 98, 203
 Optionen 11, 13
 Ordner, neu anlegen 136
 Orientierungsführung 180
 Orientierungsführung (Spline) 186, 189, 193
 Orientierungsführung, LIN, CIRC 158
 Orientierungsführung, SPLINE 169
 OUT 201
 Override 62, 144

Ö

Öffnen, Programm 137

P

Palettierroboter 105, 110
 Panikstellung 23
 Performance Level 19
 Personal 16
 Pflegearbeiten 34
 Point to Point 155
 Positionierer 13, 123
 Positioniergenauer Roboter, Aktivierung prüfen 83
 POV 144
 Produktbeschreibung 11
 Programm-Override 144
 Programm, abwählen 138
 Programm, anwählen 137
 Programm, automatisch starten 146
 Programm, bearbeiten 148
 Programm, manuell starten 145
 Programm, neu anlegen 137
 Programm, öffnen 137
 Programm, rückwärts starten 146
 Programm, schließen 139
 Programm, stoppen 145, 146, 148
 Programm, zurücksetzen 147
 Programmablaufart, auswählen 143
 Programmablaufarten 143
 Programmierer 55
 Programmierhandgerät 11, 13
 Programmierung, Anwender 175
 Programmierung, Inline-Formulare 175
 Programmverwaltung 135
 Programmzeilen, löschen 149
 PTP-Bewegung 175
 PTP, Bewegungsart 155
 Puls, bahnbezogen 211
 PULSE 201

R

RDC, Tausch 93
 Reaktionsweg 15
 Referenzjustage 93
 Reinigungsarbeiten 34
 Roboterdaten (Menüpunkt) 78
 Robotersteuerung 11, 13
 ROBROOT-Koordinatensystem 56
 Ruck 183, 186, 189, 192
 Ruckbegrenzung 183, 186, 189, 192
 Rückwärtsfahren 146

S

Satzanzahl 146, 162
 Satzzeiger 139
 Schaltaktion, bahnbezogen 205
 Schulungen 9
 Schutzausstattung 24
 Schutzbereich 15, 18
 Schutzeinrichtungen, extern 27
 Schutzfunktionen 27
 SCIRC-Bewegung, programmieren 184
 SCIRC-Segment, programmieren 190
 Seriennummer 78
 Service, KUKA Roboter 215
 Sicherer Betriebshalt 15, 23
 Sicherheit 13
 Sicherheit, Allgemein 13
 Sicherheitsfunktionen, Übersicht 19
 Sicherheitshalt STOP 0 15
 Sicherheitshalt STOP 1 15
 Sicherheitshalt STOP 2 16
 Sicherheitshalt 0 15
 Sicherheitshalt 1 15
 Sicherheitshalt 2 16
 Sicherheitshalt, extern 23
 Sicherheitshinweise 9
 Sicherheitssteuerung 20
 Simulation 33
 Single Point of Control 35
 Singularitäten 173
 SLIN-Bewegung, programmieren 182
 SLIN-Segment, programmieren 190
 smartHMI 12, 43
 smartPAD 15, 39
 Software 11, 13
 Software-Endschalter 24, 27, 101
 Software-Endschalter, ändern 101
 Software-Komponenten 11
 Sonderzeichen 175
 Space Mouse 40, 58, 63, 65, 66
 Spannung 72, 200, 203
 Speicherkapazitäten 77
 SPL-Segment, programmieren 190
 Spline-Bewegung, Orientierungsführung 186, 189, 193
 Spline-Block, programmieren 186
 Spline, Bewegungsart 159
 SPOC 35
 Sprache 50
 Start-Rückwärts-Taste 40

Start-Taste 40, 41
Starten, KSS 46
Starten, Programm 145, 146
Starttypen 50
Statusleiste 43, 44
Statusasten 40
Statuszeile 135
Stempel 148
STOP 0 14, 16
STOP 1 14, 16
STOP 2 14, 16
STOP-Taste 40
Stopp-Kategorie 0 16
Stopp-Kategorie 1 16
Stopp-Kategorie 2 16
Stopp-Reaktionen 18
Stoppen, Programm 145, 146, 148
Störungen 28
Submit-Interpreter 45
Submit-Interpreter, Statusanzeige 45
Suchen 150
Support-Anfrage 215
SYN OUT 205
SYN PULSE 211
Systemintegrator 14, 16, 17

T

T1 16
T2 16
Tastatur 40, 46
Tastatur-Taste 40
TCP 104
TCP, externer 115
Teachen 200
Technologiepakete 12, 77, 175
Timer, anzeigen 76
Tippbetrieb 24, 27
Tool Center Point 104
TOOL-Koordinatensystem 56, 104
Touch-Screen 39, 46
Traglastdaten 130
Transport 29
Transportstellung 29
TRIGGER, für Spline 193
Typ, Roboter 77
Typ, Robotersteuerung 77
Typenschild 41, 81

U

Umbenennen, Basis 120
Umbenennen, Datei 137
Umbenennen, Werkzeug 120
Umteachen 200
USB-Anschluss 41
USB-Sticks 12

Ü

Überbrücken (Menüpunkt) 69
Überlast 28
Überschleifen 157, 180
Übersicht des Industrieroboters 11

Überwachung, Geschwindigkeit 24

V

Verbindungs-Manager 40
Verbindungsleitungen 11, 13
Verfahrart "Space Mouse" 60
Verfahrart "Verfahrtasten" 60
Verfahrart, aktivieren 62
Verfahren, achsspezifisch 57, 63
Verfahren, kartesisch 57, 63, 66
Verfahren, manuell, Roboter 57
Verfahren, manuell, Zusatzachsen 68
Verfahrtasten 40, 58, 63
Vermessen 104
Vermessen, Basis 111
Vermessen, externe Kinematik 123
Vermessen, externer TCP 115
Vermessen, feststehendes Werkzeug 114
Vermessen, Fußpunkt Kinematik 124
Vermessen, Lineareinheit 121
Vermessen, TOOL-Kinematik 127
Vermessen, Werkstück 115
Vermessen, Werkzeug 104
Verriegelung trennender Schutzeinrichtungen 21
Version, Bedienoberfläche 77
Version, Betriebssystem 77
Version, Grundsystem 77
Version, Robotersteuerung 77
Verwendung, nicht bestimmungsgemäß 13
Verwendung, unsachgemäß 13
Verzeichnisstruktur 135
Vorjustagestellung 85
Vorlauf 144

W

WAIT 203
WAITFOR 204
Warenzeichen 10
Wartefunktion, signalabhängig 204
Wartezeit 203
Wartung 33, 131
Werkstück-Basis, numerisch eingeben 127
Werkstück-Basis, vermessen 125
Werkzeug, auswählen 62
Werkzeug, externes 127
Werkzeug, feststehendes 114
Werkzeug, vermessen 104
Werkzeuglastdaten (Menüpunkt) 130
Wiederherstellen, Daten 153
Wiederinbetriebnahme 29, 81
WORLD-Koordinatensystem 56

X

XYZ 4-Punkt-Methode 105
XYZ Referenz-Methode 107

Z

Zähler, anzeigen 75
Zeilenumbruch (Menüpunkt) 143
Zielgruppe 9

Zubehör 11, 13
Zusatzachsen 13, 16, 69, 77
Zusatzlastdaten (Menüpunkt) 130
Zustimmeinrichtung 22, 27
Zustimmeinrichtung, extern 23
Zustimmungsschalter 22, 41

