



Training
Roboterprogrammierung 1
KUKA System Software 8.6
KUKA College



Übungsheft

Stand: 16.02.2021
PROG P1 KSS 8 EB V3.1.1
KUKA Deutschland GmbH

© Copyright 2021

KUKA Deutschland GmbH
Zugspitzstraße 140
D-86165 Augsburg
Deutschland

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

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

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

Technische Änderungen ohne Beeinflussung der Funktion vorbehalten.

KIM-PS5-DOC

Original-Dokumentation

Publikation: Pub COLLEGE PROG P1 KSS 8 EB (V1.2) (PDF-COL) de
PB17263

Buchstruktur: P1KSS8 - Roboterprogrammierung 1 (R1) - Übungsheft V3.3
BS9925

Version: PROG P1 KSS 8 EB V3.1.1

Inhaltsverzeichnis

1	Aufbau und Funktion eines KUKA-Robotersystems.....	5
1.1	Übung: keine.....	5
2	Dokumentation des Robotersystems.....	7
2.1	Übung: KUKA Xpert Basic nutzen.....	8
3	Roboter bewegen.....	9
3.1	Übung: Bedienung und achsspezifisches Handverfahren.....	10
3.2	Übung: Bedienung und Handverfahren im Weltkoordinatensystem mittels Verfahrtasten.....	12
3.3	Übung: Bedienung und Handverfahren im Weltkoordinatensystem mittels 6D-Maus.....	15
4	Inbetriebnahme des Roboters.....	19
4.1	Übung: Justage, Lastjustage mit Offset.....	20
4.2	Übung: Werkzeugvermessung Stift.....	23
4.3	Übung: Werkzeugvermessung Greifer, 2 Punkt Methode.....	26
4.4	Übung: Handverfahren im Werkzeugkoordinatensystem.....	29
4.5	Übung: Basisvermessung Tisch, 3-Punkt-Methode.....	32
4.6	Übung: Handverfahren im Basiskoordinatensystem.....	36
5	Roboterprogramme ausführen.....	39
5.1	Übung: Roboterprogramme ausführen.....	40
6	Umgang mit Programmdateien.....	43
6.1	Übung: keine.....	43
7	Programmierte Bewegungen erstellen und ändern.....	45
7.1	Übung: Luftprogramm - Programmhandhabung und SPTP-Bewegungen.....	46
7.2	Übung: Bahnfahren und Überschleifen.....	49
8	Programmieren von Spline-Bewegungen.....	53
8.1	Übung: Bahnkontur mit Spline-Block.....	54
9	Logische Funktionen im Roboterprogramm nutzen.....	59
9.1	Übung: Bahnbewegung mit Logik versehen.....	60
9.2	Übung: Splinebewegung mit Logik versehen.....	62
9.3	Übung: Konstantfahrbereich und bedingter Stop.....	65
10	Technologiepakete nutzen.....	67
10.1	Übung: Greiferprogrammierung Schild.....	68
10.2	Übung: Greiferprogrammierung Stift.....	70
11	Konfiguration und Programmierung von externen Werkzeugen.....	73
11.1	Übung: Externes Werkzeug und robotergeführtes Werkstück vermessen.....	74
11.2	Übung: Handverfahren mit feststehendem Werkzeug.....	77
11.3	Übung: Bewegungsprogrammierung mit externem TCP.....	79
12	Einführung in die Expertenebene.....	81
12.1	Übung: Unterprogrammaufruf programmieren	82

13	Variablen und Vereinbarungen.....	85
13.1	Übung: Einfache Datentypen.....	86
14	Nutzen von Programmablaufkontrollen.....	89
14.1	Übung: Schleifentechniken.....	90
15	Arbeiten mit einer übergeordneten Steuerung.....	93
15.1	Fragen: Arbeiten an einer übergeordneten Steuerung.....	94
15.2	Übung: Konfiguration der Automatik Extern Schnittstelle (manuell).....	95
16	Anhang.....	99
16.1	Übersicht Werkzeug- und Basissysteme.....	99
16.2	KUKA College: Lastdaten/Offsetwerte für Werkzeuge/Werkstücke	99
16.2.1	Greifer am KR 16, Griffweite 50mm.....	100
16.2.2	Greifer am Agilus 2, Griffweite 25mm.....	108
16.2.3	Schweißbrenner (Standard).....	116
16.2.4	Greifer am Agilus 1, Griffweite 25mm.....	117
	Index	125

1 Aufbau und Funktion eines KUKA-Robotersystems

1.1 Übung: keine



Für dieses Kapitel sind aktuell **keine** Übungen vorgesehen.

2 Dokumentation des Robotersystems

2.1 Übung: KUKA Xpert Basic nutzen

Ziel der Übung

Nach dem erfolgreichen Abschluss dieser Übung sind Sie in der Lage folgende Tätigkeiten auszuführen.

- Gezieltes Suchen nach Dokumentationen und Informationen

Aufgabenstellung

1. Melden Sie sich bei KUKA Xpert Basic an.
2. Suchen Sie nach folgender Dokumentation.
 - **Systemvariablen** - für KUKA System Software 8.5
 - **KUKA System Software 8.6** - Bedien- und Programmieranleitung für Systemintegratoren



Beachten Sie hierbei die Vorgaben Ihres Trainers.

Fragen

Was Sie jetzt wissen sollten:

Welche Informationen sind über KUKA Xpert Basic verfügbar?



Abb. 2-1: Antwortfeld

3 Roboter bewegen

3.1 Übung: Bedienung und achsspezifisches Handverfahren

Ziel der Übung

Nach dem erfolgreichen Abschluss dieser Übung sind Sie in der Lage folgende Tätigkeiten auszuführen.

- Robotersteuerung Ein- und Ausschalten
- grundlegende Bedienung des Roboters mit dem smartPad
- Achsspezifisches Handverfahren des Roboters, mit den Verfahrtasten und der Space Mouse
- erste einfache Systemmeldungen interpretieren und beheben

Voraussetzung

Folgende Voraussetzungen sind nötig, um diese Übung erfolgreich absolvieren zu können:

- Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung

HINWEIS

Vor dem Beginn der Übung muss die Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung erfolgt und dokumentiert sein!

- theoretische Kenntnisse der allgemeinen Bedienung eines KUKA Industrierobotersystems
- theoretische Kenntnisse des achsspezifischen Handverfahrens

Aufgabenstellung 1



Abb. 3-1: Roboter verfahren

1. Schalten Sie den Steuerschrank ein und warten Sie die Hochlaufphase ab.
2. Entriegeln und quittieren Sie den NOT-HALT.
3. Stellen Sie sicher, dass die Betriebsart T1 eingestellt ist.
4. Aktivieren Sie das achsspezifische Handverfahren.
5. Verfahren Sie den Roboter achsspezifisch mit verschiedenen Hand-Override (HOV) Einstellungen mit den Handverfahrtasten und der Space-Maus.

6. Erkunden Sie den Verfahrbereich (Reichweite) der einzelnen Achsen, achten Sie dabei auf vorhandene Hindernisse, wie z. B. Tisch oder Würfelmagazin mit feststehendem Werkzeug (Zugänglichkeitsuntersuchung).
7. Achten Sie beim Erreichen der Software-Endschalter auf das Meldfenster.

Aufgabenstellung 2

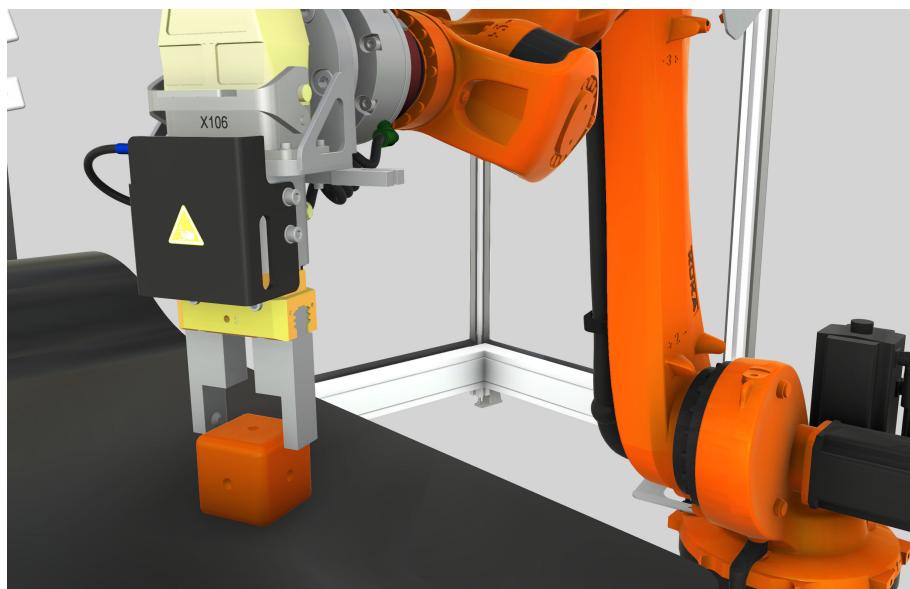


Abb. 3-2: Würfel greifen

1. Positionieren Sie einen Würfel aus dem Würfelmagazin frei auf dem Übungstisch.

HINWEIS

Versuchen Sie bitte nicht mit dem Roboter den Würfel achsspezifisch aus dem Würfelmagazin zu holen. Diese Übung dürfen Sie später mit Unterstützung des Werkzeugkoordinatensystems ausführen.

2. Versuchen Sie den Würfel achsspezifisch und mit geöffneten Greifwerkzeug anzufahren.

3.2 Übung: Bedienung und Handverfahren im Weltkoordinatensystem mittels Verfahrtasten

Ziel der Übung

Nach dem erfolgreichen Abschluss dieser Übung sind Sie in der Lage folgende Tätigkeiten auszuführen:

- Robotersteuerung Ein- und Ausschalten
- grundlegende Bedienung des Roboters mit dem smartPAD
- Bedienung und Handverfahren des Roboters im Weltkoordinatensystem mittels Verfahrtasten
- erste einfache Systemmeldungen interpretieren und beheben

Voraussetzungen

Folgende Voraussetzungen sind nötig, um diese Übung erfolgreich absolvieren zu können:

- Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung



Hinweis!

Vor dem Beginn der Übung muss die Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung erfolgt und dokumentiert sein!

- theoretische Kenntnisse der allgemeinen Bedienung eines KUKA Industrierobotersystems
- theoretische Kenntnisse über das Handverfahren des Roboters im Weltkoordinatensystem mittels Verfahrtasten

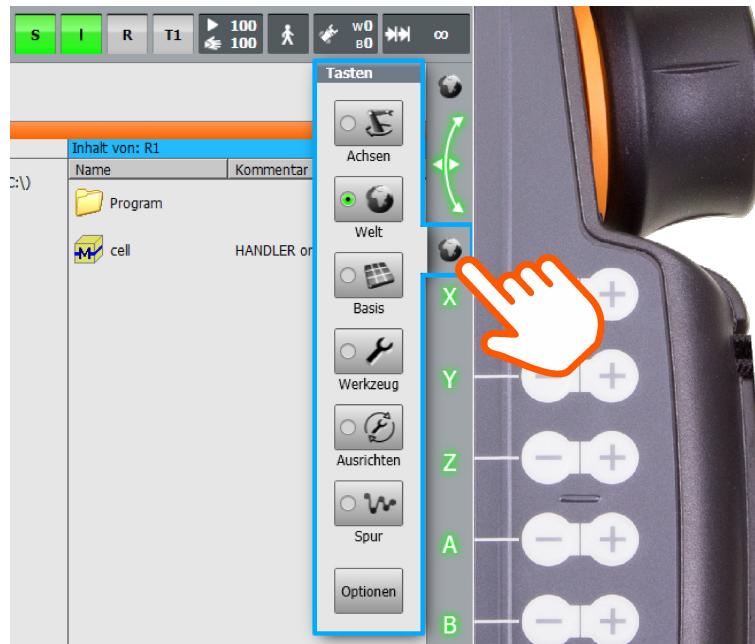


Abb. 3-3: Handverfahren im Weltkoordinatensystem, Verfahrtasten

1	Schaltfläche » Aufruf des Menüs "Tasten"
---	--

Aufgabenstellung

1. Schalten Sie den Steuerschrank ein und warten Sie die Hochlaufphase ab.
2. Entriegeln und quittieren Sie den NOT-HALT.

3. Stellen Sie sicher, dass die Betriebsart T1 eingestellt ist.
4. Aktivieren Sie das Handverfahren des Roboters im Weltkoordinatensystem mittels Verfahrtasten.
5. Fahren Sie den Roboter mit verschiedenen Hand-Override (HOV) Einstellungen.

HINWEIS

- Beim Verfahren des Roboters auf Kollisionsgefahr durch Kabelschlepp, Halterungen, Dockingsystem und ähnliche achten.
- Nehmen Sie hierzu eine Position zum Roboter ein, um mögliche Kollisionen auch rechtzeitig erkennen zu können.

Würfel greifen

1. Positionieren Sie einen Würfel aus dem Würfelmagazin frei auf dem Übungstisch.
2. Fahren Sie den Würfeln mit dem Greifer des Roboters im Weltkoordinatensystem an.

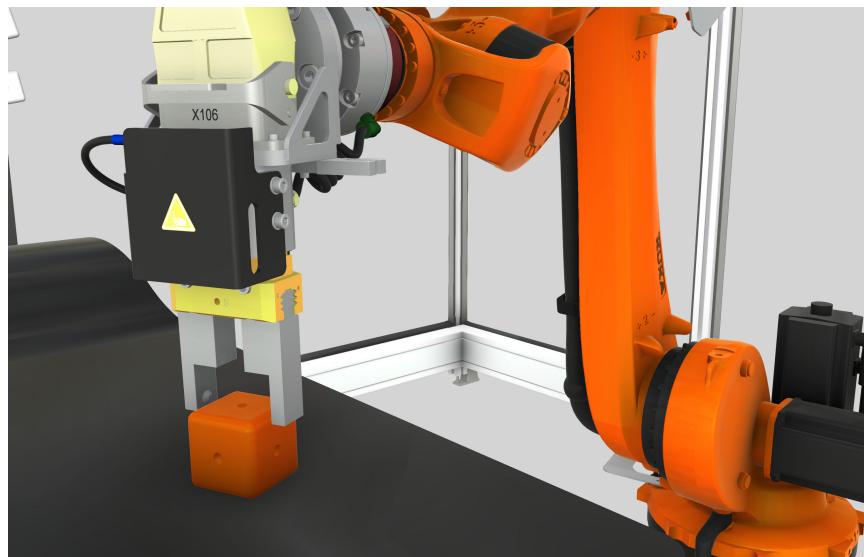


Abb. 3-4: Würfel greifen

3. Sind Greifer und Würfel sauber zueinander ausgerichtet, schließen Sie den Greifer mittels den Greifertasten auf dem smartPAD.
4. Fahren Sie den Roboter, mit dem Würfel im Greifer, ein gutes Stück von der Tischplatte weg.
5. **Wenn vorhanden:** Positionieren Sie das magnetische Würfelmuster frei auf dem Schulungstisch.
6. Fahren Sie mit dem Würfel im Greifer ein freies Feld im Würfelmuster/Tischfolie an und versuchen Sie diesen dort abzulegen.



Fragen**Was Sie jetzt wissen sollten:**

Welche Betriebsarten gibt es?

In welchen Betriebsarten kann der Roboter von Hand bewegt werden?

Bezeichnen Sie die Piktogramme

a)	b)	c)	d)
			
_____	_____	_____	_____

Wie verhält sich die Werkzeugspitze beim Bewegen des Roboters um die Drehachsen A°, B° und C°?

Wie wird die Geschwindigkeitseinstellung zum Handverfahren genannt?

3.3 Übung: Bedienung und Handverfahren im Weltkoordinatensystem mittels 6D-Maus

Ziel der Übung

Nach dem erfolgreichen Abschluss dieser Übung sind Sie in der Lage folgende Tätigkeiten auszuführen:

- Robotersteuerung Ein- und Ausschalten
- grundlegende Bedienung des Roboters mit dem smartPAD
- Bedienung und Handverfahren des Roboters im Weltkoordinatensystem mittels 6D-Maus
- erste einfache Systemmeldungen interpretieren und beheben

Voraussetzungen

Folgende Voraussetzungen sind nötig, um diese Übung erfolgreich absolvieren zu können:

- Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung

HINWEIS

Vor dem Beginn der Übung muss die Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung erfolgt und dokumentiert sein!

- theoretische Kenntnisse der allgemeinen Bedienung eines KUKA Industrierobotersystems
- theoretische Kenntnisse über das Handverfahren des Roboters im Weltkoordinatensystem mittels 6D-Maus

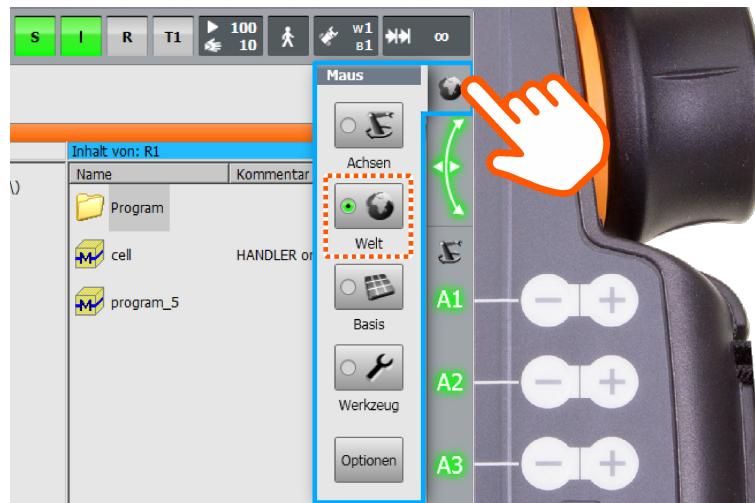


Abb. 3-5: Handverfahren im Weltkoordinatensystem, 6D-Maus

1	Schaltfläche » Aufruf des Menüs "Tasten"
---	--

Aufgabenstellung A

Führen Sie folgende Aufgaben aus:

1. Schalten Sie den Steuerschrank ein und warten Sie die Hochlaufphase ab.
2. Entriegeln und quittieren Sie den NOT-HALT.
3. Stellen Sie sicher, dass die Betriebsart T1 eingestellt ist.

4. Aktivieren Sie das Handverfahren des Roboters im Weltkoordinatensystem mittels 6D-Maus.
5. Verfahren Sie den Roboter mit verschiedenen Hand-Override (HOV) Einstellungen.
6. Verändern Sie die Konfiguration der 6D-Maus in den entsprechenden Einstellungen.



Abb. 3-6: Space Mouse Position einstellen

HINWEIS

- Beim Verfahren des Roboters auf Kollisionsgefahr durch Kabelschlepp, Halterungen, Dockingsystem und ähnliche achten.
- Nehmen Sie hierzu eine Position zum Roboter ein, um mögliche Kollisionen auch rechtzeitig erkennen zu können.

Aufgabenstellung B

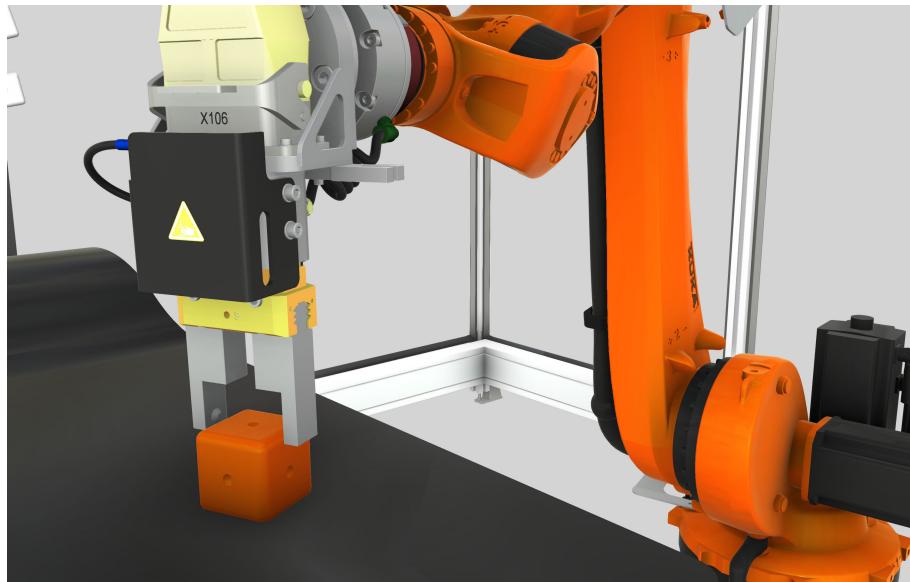


Abb. 3-7: Würfel greifen

Führen Sie folgende Aufgaben aus:

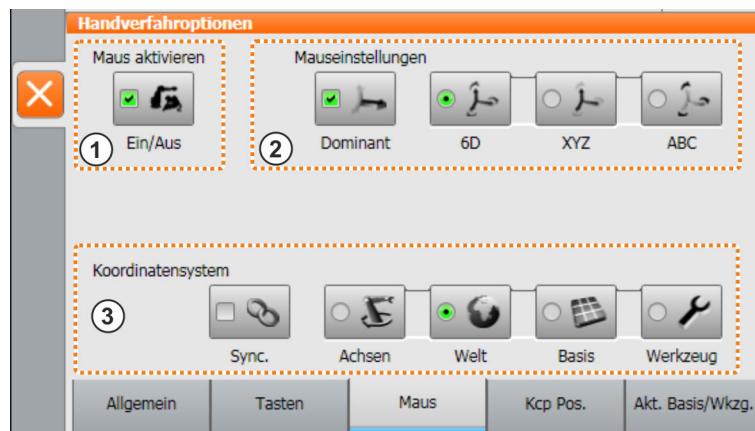
1. Positionieren Sie einen Würfel aus dem Würfelmagazin frei auf dem Übungstisch.
2. Fahren Sie den Würfeln mit dem Greifer des Roboters, mittels Maus im Weltkoordinatensystem, an.

HINWEIS

- Beim Verfahren des Roboters auf Kollisionsgefahr durch Kabelschlepp, Halterungen, Dockingsystem und ähnliche achten.
- Nehmen Sie hierzu eine Position zum Roboter ein, um mögliche Kollisionen auch rechtzeitig erkennen zu können.

Fragen**Was Sie jetzt wissen sollten:**

1. Welche zwei Möglichkeiten können angewendet werden, um die Handverfahrgeschwindigkeit mit der 6D-Maus zu verändern?
2. Welches Koordinatensystem ist für Anfänger beim Fahren mit der 6D-Maus besonders geeignet?
3. Erläutern Sie kurz die Wirkungsweise der aktivierten Piktogramme (Punkt 2) beim Handverfahren.

**Abb. 3-8: Handverfahroptionen**

(1) Maus aktivieren	Ein/Aus	
(2) Mauseinstellungen	Dominant	
	6D	
	XYZ	
	ABC	
(3) Koordinatensystem	Sync	

	Achsen	
	Welt	
	Basis	
	Werkzeug	

4. Mit welcher Einstellung (Konfiguration) lässt sich der Roboter mit Hilfe der 6D-Maus optimal bewegen?

.....

.....

.....

4 Inbetriebnahme des Roboters

4.1 Übung: Justage, Lastjustage mit Offset

Ziel der Übung

Nach dem erfolgreichen Abschluss dieser Übung sind Sie in der Lage folgende Tätigkeiten auszuführen.

- Vorjustagestellung anfahren
- Auswahl der richtigen Justageart
- Umgang mit dem "Electronic Mastering Device" (EMD)
- Justage aller Achsen mittels EMD

Voraussetzungen

Folgende Voraussetzungen sind nötig, um diese Übung erfolgreich absolvieren zu können:

- Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung

HINWEIS

Vor dem Beginn der Übung muss die Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung erfolgt und dokumentiert sein!

- theoretische Kenntnisse über den allgemeinen Ablauf einer Justage
- theoretische Kenntnis der Lage der Vorjustagestellung



1 Achse nicht in Vorjustagestellung



2 Achse in Vorjustagestellung



- korrektes Anschließen des EMDs an den Roboter
- Justage über das Inbetriebnahmemenü



Abb. 4-1: SEMD-/MEMD-Justage-Set

- 1 Leitungen
- 2 Universal Justagebox
- 3 MEMD-Sensor für kleine Justagepatronen
- 4 SEMD-Sensor für große Justagepatronen

Pos.	Beschreibung
1	Universal Justagebox
2	Schraubendreher
3	MEMD- Sensor für kleine Justagepatronen
4	SEMD- Sensor für große Justagepatronen
5	Leitungen

Aufgabenstellung

1. Dejustieren Sie alle Roboterachsen.
2. Verfahren Sie alle Roboterachsen achsspezifisch in die Vorjustagestellung.
3. Führen Sie an allen Achsen eine **Lastjustage mit Offset** durch.
Menüpfad: Robotertaste > Inbetriebnahme > Justieren > EMD > mit Lastkorrektur > mit Offset
4. Verwenden Sie hierzu das Werkzeug Nr. _____
Name: _____
5. Bringen Sie die achsspezifische Ist-Position zur Anzeige.

Fragen

Was Sie jetzt wissen sollten:

Wozu wird justiert?

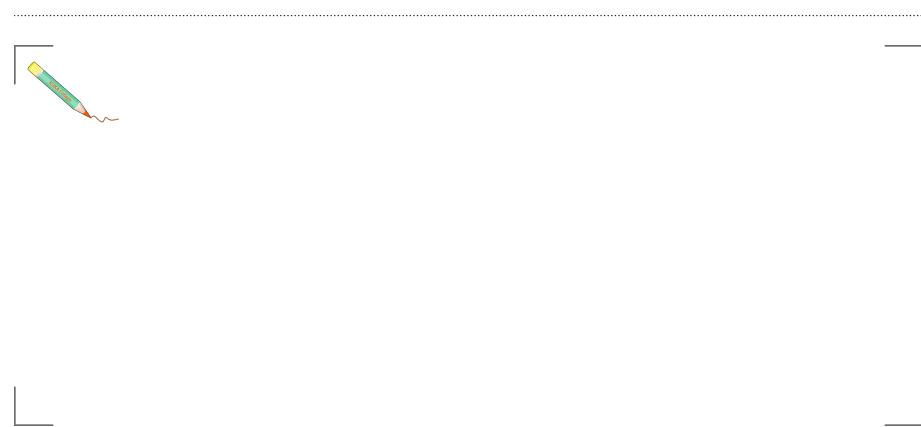


Abb. 4-2: Antwortfeld

Geben Sie die Winkel aller 6 Achsen der mechanischen Nullstellung an.

A1: A2:

A3: A4:

A5: A6:

Was ist bei einem dejustierten Roboter zu beachten?

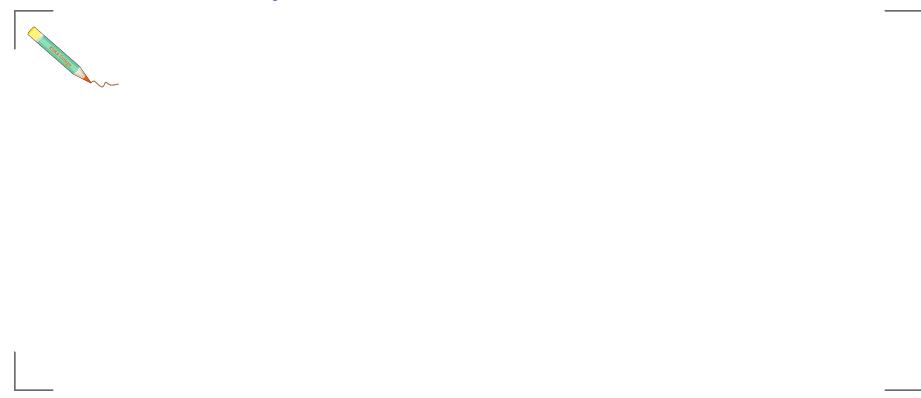


Abb. 4-3: Antwortfeld

Welches Justagemittel sollte bevorzugt verwendet werden?



Abb. 4-4: Antwortfeld

Warum darf der Roboter nicht mit aufgeschaubtem (S)EMD mit den \pm -Tasten verfahren werden?



Abb. 4-5: Antwortfeld

4.2 Übung: Werkzeugvermessung Stift

Ziel der Übung

Nach dem erfolgreichen Abschluss dieser Übung sind Sie in der Lage folgende Tätigkeiten auszuführen.

- Vermessung eines Werkzeugs mit der XYZ-4-Punkt- und ABC-World-Methode
- Aktivieren eines vermessenen Werkzeugs
- Verfahren im Werkzeugkoordinatensystem
- Verfahren in Werkzeugstoßrichtung
- Umorientieren des Werkzeugs um den Tool Center Point (TCP)

Voraussetzung

- Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung

HINWEIS

Vor dem Beginn der Übung muss die Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung erfolgt und dokumentiert sein!

- theoretische Kenntnisse über die unterschiedlichen Vermessungsmethoden des Werkzeugarbeitspunkts, speziell die XYZ-4-Punkt-Methode
- theoretische Kenntnisse über die unterschiedlichen Vermessungsmethoden der Werkzeugorientierung, speziell die ABC-2-Punkt-Methode
- theoretische Kenntnisse über Roboterlastdaten und deren Eingabe

Aufgabenstellung A

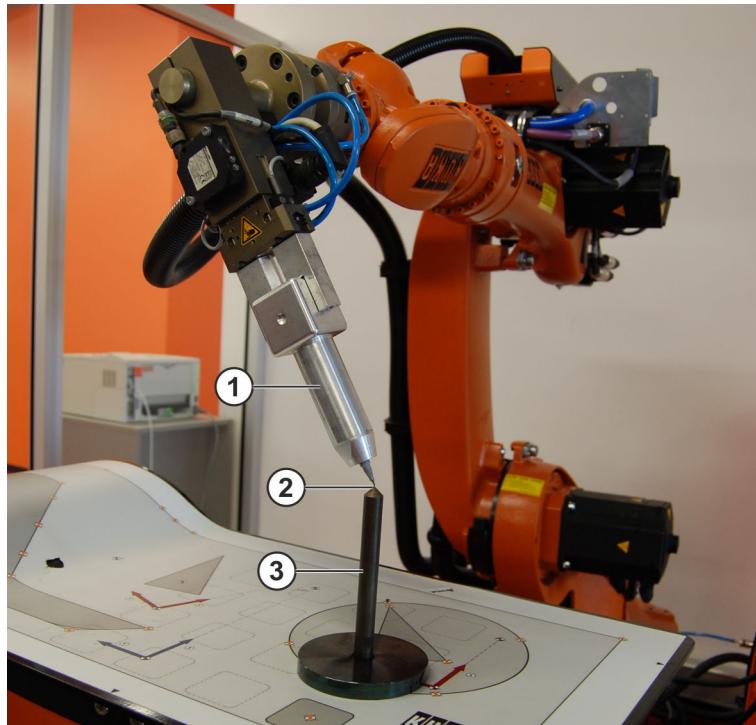


Abb. 4-6: TCP-Vermessung mittels Referenzpunkt

Pos.	Beschreibung
1	Werkzeug
2	TCP

Pos.	Beschreibung
3	Referenzspitze



- Verwenden Sie die vom Trainer vorgegebenen Werkzeuge oder Basissysteme.
- Eine Übersicht der vorgesehenen Systembelegung finden Sie unter:
- (>>> 16.1 "Übersicht Werkzeug- und Basissysteme" Seite 99)

1. Vermessen Sie den TCP des Stifts mit Hilfe der XYZ-4-Punkt-Methode.
 - Verwenden Sie als Referenzspitze die magnetische Metallspitze.
 - Entnehmen Sie den obersten Stift aus dem Stiftmagazin und spannen Sie diesen in der Greifer ein.
 - Verwenden für das Werkzeug Nr. _____ Name: _____ .
 - Die Toleranz sollte nicht größer als 0,95 mm sein.
2. Sichern Sie die Werkzeugdaten.
3. Vermessen Sie die Werkzeugorientierung mit Hilfe der vom Trainer vorgegebenen Methode.

<input checked="" type="checkbox"/>	Methode
<input type="checkbox"/>	ABC-2-Punkt
<input type="checkbox"/>	ABC-World 5D
<input type="checkbox"/>	ABC-World 6D

4. Tragen Sie die Lastdaten ein.
5. Sichern Sie die Werkzeugdaten und testen Sie das Verfahren mit dem Stift im Werkzeugkoordinatensystem



Verwenden Sie nach Vorgabe des Trainers die Angaben für die Vermessung/Verifizierung aus folgendem Abschnitt.

Fragen

Was Sie jetzt wissen sollten:

Warum sollte ein vom Roboter geführtes Werkzeug vermessen werden?



Abb. 4-7: Antwortfeld

Welche Methoden zur Werkzeugvermessung gibt es?



Abb. 4-8: Antwortfeld

Was wird bei der XYZ-4-Punkt-Methode ermittelt?



Abb. 4-9: Antwortfeld

4.3 Übung: Werkzeugvermessung Greifer, 2 Punkt Methode

Ziel der Übung

Nach dem erfolgreichen Abschluss dieser Übung sind Sie in der Lage folgende Tätigkeiten auszuführen.

- Werkzeugvermessung mit Hilfe von XYZ 4-Punkt und ABC 2 Punkt-Methode
- Aktivieren eines vermessenen Werkzeugs
- Verfahren im Werkzeugkoordinatensystem
- Verfahren in Werkzeugstoßrichtung
- Umorientieren des Werkzeugs um den Tool Center Point (TCP)

Voraussetzung

- Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung

HINWEIS

Vor dem Beginn der Übung muss die Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung erfolgt und dokumentiert sein!

- Theoretische Kenntnisse über die unterschiedlichen Vermessungsmethoden des Werkzeugarbeitspunkts, speziell der 2 Punkt-Methode
- Theoretische Kenntnisse über Roboterlastdaten und deren Eingabe

Aufgabenstellung A



- Verwenden Sie die vom Trainer vorgegebenen Werkzeuge oder Basissysteme.
- Eine Übersicht der vorgesehenen Systembelegung finden Sie unter:
• (>>> 16.1 "Übersicht Werkzeug- und Basissysteme" Seite 99)

1. Verwenden Sie für die Werkzeugvermessung des Greifers Nr. _____
Name: _____
2. Vermessen sie den TCP des Greifers mit Hilfe der XYZ 4-Punkt-Methode wie im Bild zu sehen:

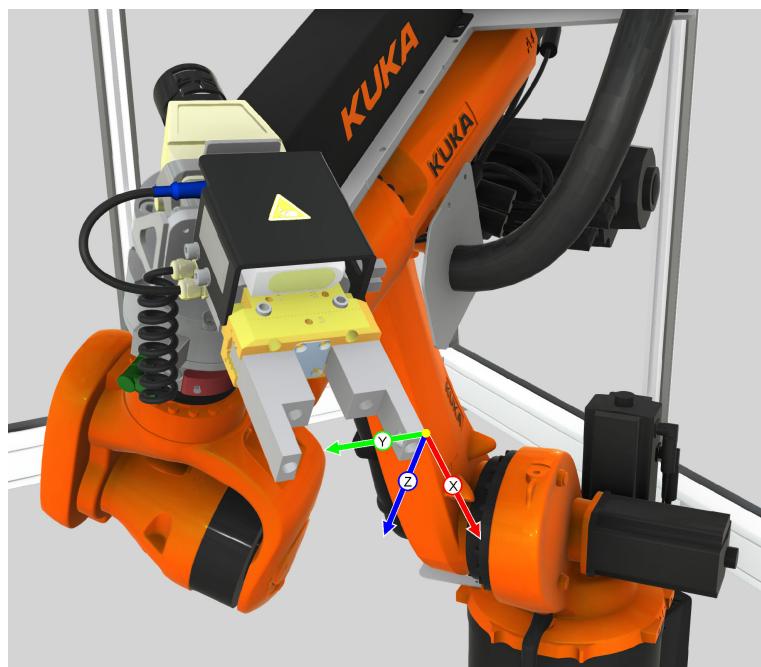


Abb. 4-10: College Greifer: Lage des TCP

3. Vermessen Sie die Orientierung des Greiferkoordinatensystems mit Hilfe der ABC 2-Punkt-Methode
4. Tragen Sie die Lastdaten für den Greifer Nr. _____
Name: _____ ein.
Verwenden Sie hierzu den richtigen Greifer (siehe unten).
5. Sichern Sie die Werkzeugdaten und testen Sie das Handverfahren mit dem Greifer im Werkzeug-Koordinatensystem

Aufgabenstellung B

Alternativ kann der Greifer auch über die numerische Eingabe vermessen werden:

Führen Sie folgende Aufgaben aus

1. Verwenden Sie für die Werkzeugvermessung des Greifers den Namen "Greifer_neu" und die Werkzeugnummer "3".
2. Vermessen sie den TCP des Greifers mit Hilfe der numerischen Eingabe:



Verwenden Sie nach Vorgabe des Trainers die Angaben für die Vermessung/Verifizierung aus folgendem Abschnitt.

Fragen

Was Sie jetzt wissen sollten:

Welches Piktogramm repräsentiert das Toolkoordinatensystem?

a)



b)



c)



d)



Wie viele Werkzeuge kann die Steuerung maximal verwalten?



Abb. 4-11: Antwortfeld

Was bedeutet der Wert -1 bei den Werkzeuglastdaten?



Abb. 4-12: Antwortfeld

4.4 Übung: Handverfahren im Werkzeugkoordinatensystem

Ziel der Übung

Nach dem erfolgreichen Abschluss dieser Übung sind Sie in der Lage folgende Tätigkeiten auszuführen.

- Handverfahren des Roboters im Werkzeugkoordinatensystem mit den Verfahrtasten und Space-Maus
- Handverfahren des Roboters in Werkzeugstoßrichtung

Voraussetzung

- Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung

HINWEIS

Vor dem Beginn der Übung muss die Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung erfolgt und dokumentiert sein!

- Theoretische Kenntnisse des Verfahrens im Werkzeugkoordinatensystem

Aufgabenstellung



Abb. 4-13: Werkzeugkoordinatensystem Auswahl

1	Schaltfläche » Aufruf des Menüs "Tasten"
	<ul style="list-style-type: none"> • Verwenden Sie die vom Trainer vorgegebenen Werkzeuge oder Basissysteme. • Eine Übersicht der vorgesehenen Systembelegung finden Sie unter: • (>>> 16.1 "Übersicht Werkzeug- und Basissysteme" Seite 99)

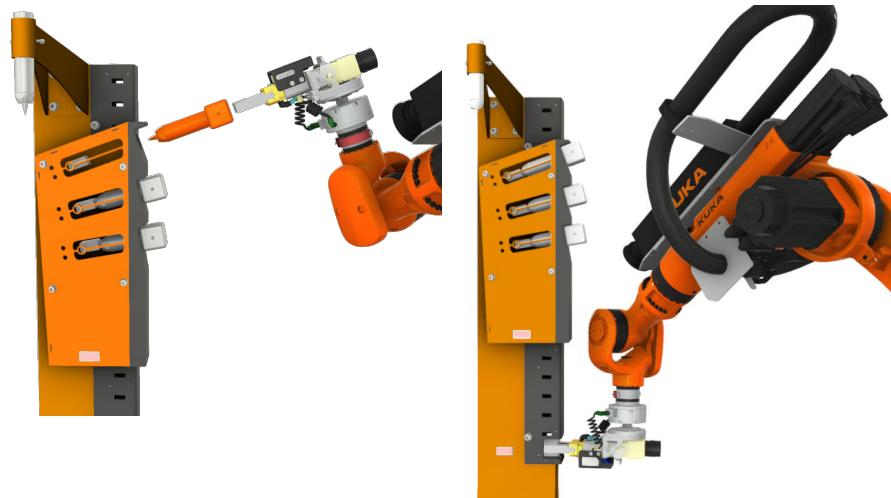
1. Entriegeln und quittieren Sie den NOT-HALT
2. Stellen Sie sicher, dass die Betriebsart T1 eingestellt ist
3. Aktivieren Sie das Werkzeugs Nr. _____ Name: _____
4. Verfahren Sie den Roboter im Werkzeugkoordinatensystem (1) mit verschiedenen Hand-Override (HOV) Einstellungen mit den Handverfahr-

tasten und der 6D-Maus. Testen Sie dabei das Verfahren in Stoßrichtung und das Umorientieren um den TCP-*Tool Center Point*.

5. Fahren Sie mit dem Werkzeugs Nr. _____ Name: _____ vor die Entnahmepositionen von Stift und Würfel am Magazin.

HINWEIS

Halten Sie dabei einen Sicherheitsabstand zu Würfel und Stift ein. Positionieren Sie diese nicht zwischen Greiferbacken. Lassen Sie dabei die **Backen des Greifers geöffnet**.



Fragen

Was Sie jetzt wissen sollten:

Beschriften Sie das Werkzeug (2) und Flanschkoordinatensystem (1) in der Darstellung.

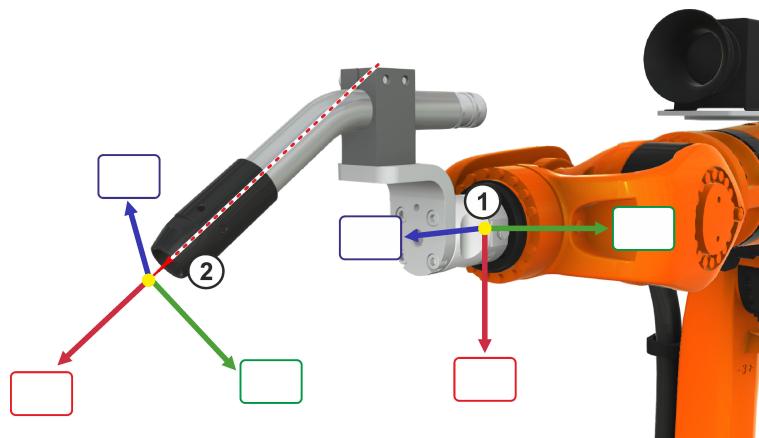


Abb. 4-14: Übung Koordinatensysteme

Was ändert sich bei der Bewegung des Roboters im Werkzeugkoordinatensystem, wenn die Nummer des aktiven Werkzeugs auf 0 (\$NULLFRAME) geändert wird?

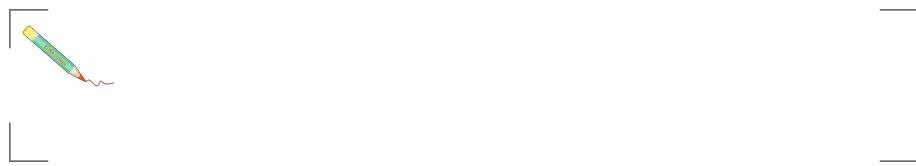


Abb. 4-15: Antwortfeld

Wie kann auf einfache Weise ermittelt werden, ob ein Werkzeug korrekt vermesssen ist und der Roboter sich in einem betriebsbereiten Zustand befindet?



Abb. 4-16: Antwortfeld

4.5 Übung: Basisvermessung Tisch, 3-Punkt-Methode

Ziel der Übung

Nach dem erfolgreichen Abschluss dieser Übung sind Sie in der Lage folgende Tätigkeiten auszuführen.

- Festlegen einer beliebigen Basis
- Vermessen einer Basis
- Aktivieren einer vermessenen Basis zum Handverfahren
- Verfahren im Basiskoordinatensystem

Voraussetzung

- Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung

HINWEIS

Vor dem Beginn der Übung muss die Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung erfolgt und dokumentiert sein!

- theoretische Kenntnisse über die Methoden zur Basisvermessung, speziell der 3-Punkt-Methode

Aufgabenstellung A



- Verwenden Sie die vom Trainer vorgegebenen Werkzeuge oder Basissysteme.
- Eine Übersicht der vorgesehenen Systembelegung finden Sie unter:
- (>>> 16.1 "Übersicht Werkzeug- und Basissysteme" Seite 99)

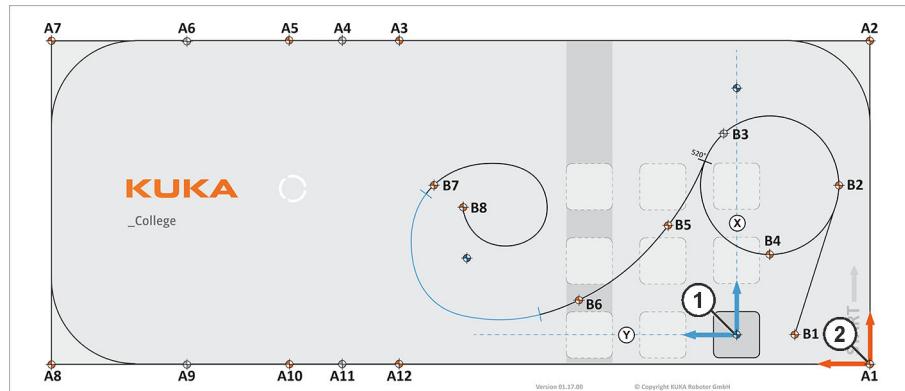


Abb. 4-17: Basisvermessung auf dem Tisch

1. Vermessen Sie die Basis Nr. _____ Name: _____ auf dem Tisch mit Hilfe der 3-Punkt-Methode.
 - Verwenden Sie das schon vermessene Werkzeug Nr. _____ Name: _____ als Vermessungswerkzeug.
2. Sichern Sie die Daten der vermessenen Basis.
3. Vermessen Sie die Basis Nr. _____ Name: _____ auf dem Tisch mit Hilfe der 3-Punkt-Methode.
 - Verwenden Sie Werkzeug Nr. _____ Name: _____ als Vermessungswerkzeug.
4. Sichern Sie die Daten der vermessenen Basis.
5. Aktivieren Sie das Werkzeug Nr. _____ Name: _____ und die Basis Nr. _____ Name: _____.

- Verfahren Sie das Werkzeug zum Ursprung der Basis und bringen Sie dabei die kartesische Istposition zur Anzeige.

X	Y	Z	A	B	C
.....

Aufgabenstellung B

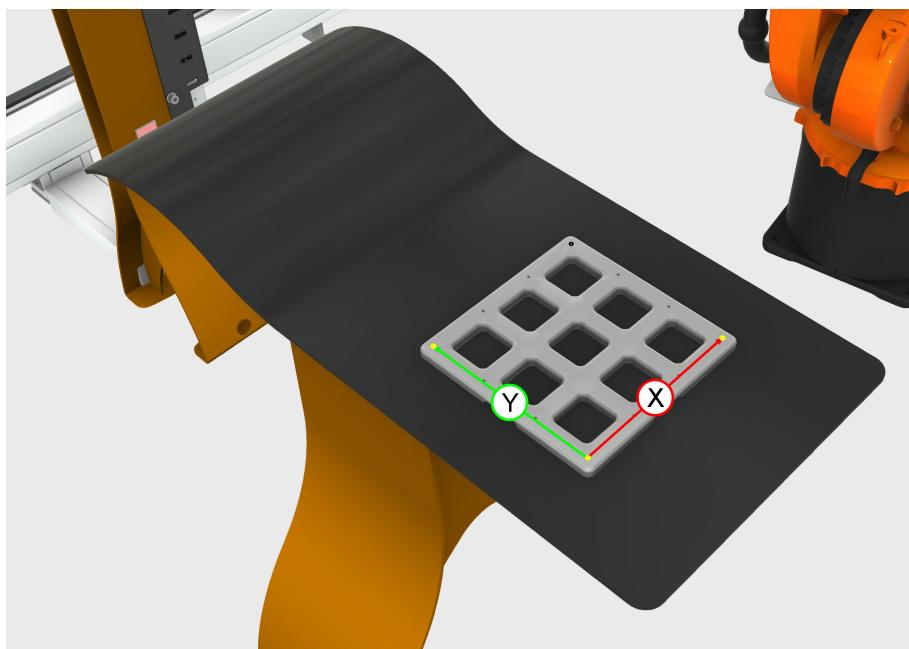


Abb. 4-18: Würfelraster, Basisvermessung

Basisvermessung am Würfelraster

1. Positionieren Sie das Würfelraster frei auf Ihrem Schulungstisch. Achten Sie darauf, dass die Ablagestelle jederzeit wiederhergestellt werden kann.
2. Vermessen Sie die Basis Nr. _____ Name: _____ auf dem Würfelraster mit Hilfe der 3-Punkt-Methode.
Verwenden Sie Senkungen entlang der Würfelrasterkanten für die Basisvermessung.
 - Verwenden Sie das schon vermessene Werkzeug Nr. _____ Name: _____ als Vermessungswerkzeug.
3. Sichern Sie die Daten der vermessenen Basis.
4. Aktivieren Sie das Werkzeug Nr. _____ Name: _____ und die Basis Nr. _____ Name: _____ .
 - Verfahren Sie das Werkzeug zum Ursprung der Basis und bringen Sie dabei die kartesische Istposition zur Anzeige.

X	Y	Z	A	B	C
.....

Aufgabenstellung C

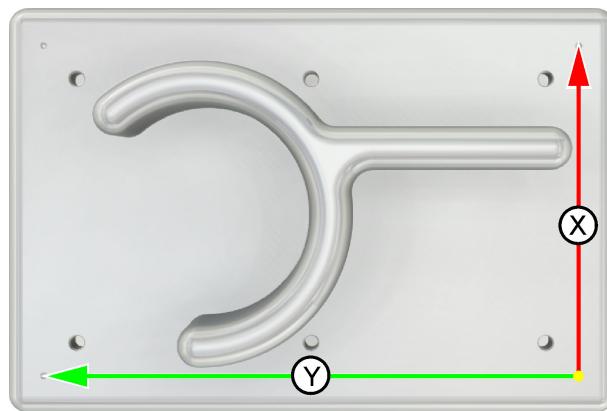


Abb. 4-19: Basisvermessung

Basisvermessung am Schweißbauteil

1. Positionieren Sie das Schweißbauteil frei auf Ihrem Schulungstisch.
Achten Sie darauf, dass die Ablagestelle jederzeit wiederhergestellt werden kann.
 **Entfernen Sie vorher die magnetische Tischfolie!**
2. Vermessen Sie die Basis Nr. _____ Name: _____ auf dem Schweißbauteil mit Hilfe der 3-Punkt-Methode.
Verwenden Sie Senkungen entlang der Würfelrasterkanten für die Basisvermessung.
 - Verwenden Sie das schon vermessene Werkzeug Nr. _____ Name: _____ als Vermessungswerkzeug.
3. Sichern Sie die Daten der vermessenen Basis.
4. Aktivieren Sie das Werkzeug Nr. _____ Name: _____ und die Basis Nr. _____ Name: _____.
 - Verfahren Sie das Werkzeug zum Ursprung der Basis und bringen Sie dabei die kartesische Istposition zur Anzeige.

X Y Z A B C

.....

Fragen

Was Sie jetzt wissen sollten:

Warum sollte eine Basis vermessen werden?



Abb. 4-20: Antwortfeld

Welches Piktogramm repräsentiert das Basiskoordinatensystem?

a)



b)



c)



d)



Welche Methoden zur Basisvermessung gibt es?

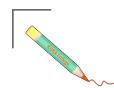


Abb. 4-21: Antwortfeld

Wie viele Basissysteme können in der Standardeinstellung von der Steuerung verwendet werden?

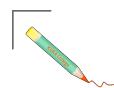


Abb. 4-22: Antwortfeld

Beschreiben Sie die Vermessung nach der 3-Punkt-Methode.

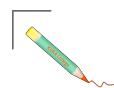


Abb. 4-23: Antwortfeld

4.6 Übung: Handverfahren im Basiskoordinatensystem

Ziel der Übung

Nach dem erfolgreichen Abschluss dieser Übung sind Sie in der Lage folgende Tätigkeiten auszuführen.

- Handverfahren des Roboters, im Werkstückkoordinatensystem, mit den Verfahrtasten und Space Mouse
- Handverfahren entlang vordefinierter Werkstückkanten

Voraussetzung

- Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung

HINWEIS

Vor dem Beginn der Übung muss die Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung erfolgt und dokumentiert sein!

- Theoretische Kenntnisse des Verfahrens im Basiskoordinatensystem.

Aufgabenstellung A

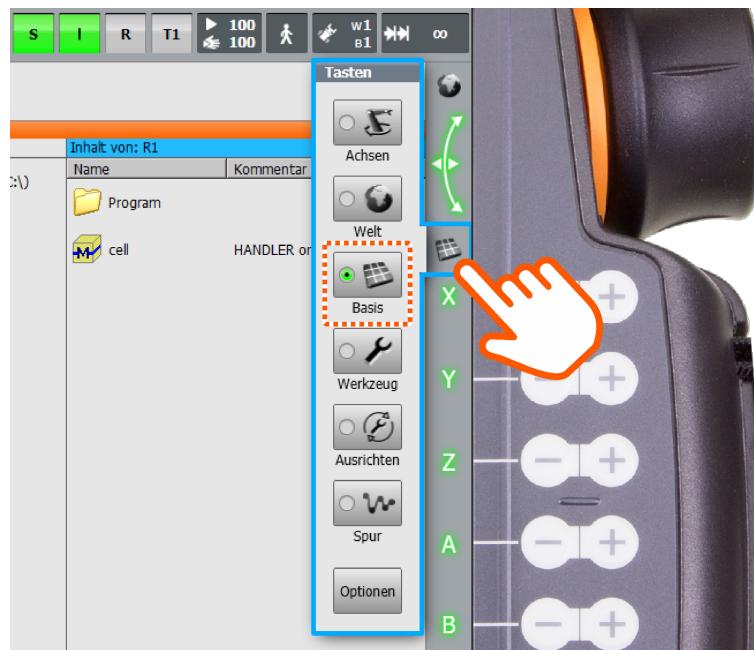


Abb. 4-24: Basiskoordinatensystem Auswahl



- Verwenden Sie die vom Trainer vorgegebenen Werkzeuge oder Basissysteme.
- Eine Übersicht der vorgesehenen Systembelegung finden Sie unter:
- (>>> [16.1 "Übersicht Werkzeug- und Basissysteme" Seite 99](#))

1. Entriegeln und quittieren Sie den NOT-Halt
2. Stellen Sie sicher, dass die Betriebsart T1 eingestellt ist
3. Aktivieren Sie das Basiskoordinatensystem Nr. _____
Name: _____
4. Spannen Sie den Stift in den Greifer ein und wählen Sie das Werkzeugkoordinatensystem Nr. _____ Name: _____ aus

5. Verfahren Sie den Roboter im Basiskoordinatensystem mit verschiedenen Hand-Override (HOV) Einstellungen mit den Handverfahrtasten und der Space Mouse
6. Bewegen Sie den Stift entlang der äußeren Kontur auf Ihrem Arbeitstisch

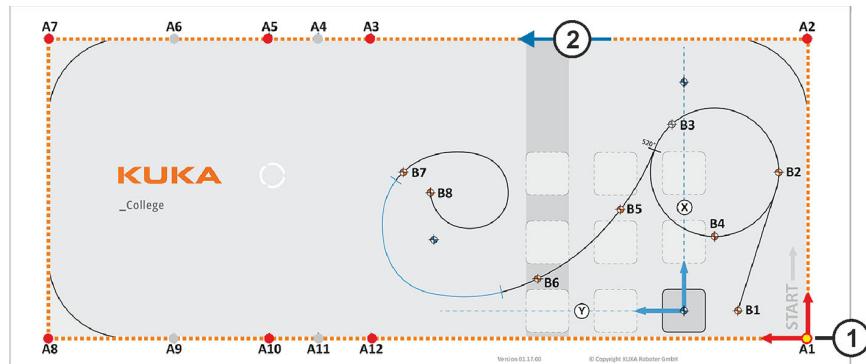


Abb. 4-25: Bauteilkontur, Bahnfahren mit Genauhalt

Aufgabenstellung B

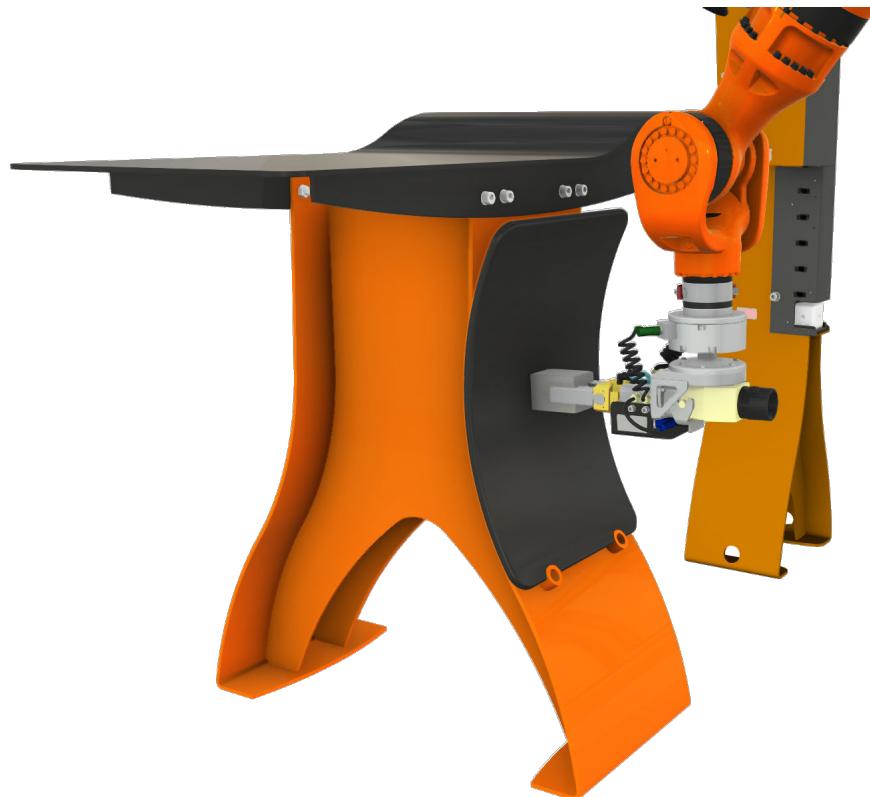


Abb. 4-26: Aufnahmeposition, Detail

1. Entriegeln und quittieren Sie den NOT-Halt
2. Stellen Sie sicher, dass die Betriebsart T1 eingestellt ist
3. Aktivieren Sie das Basiskoordinatensystem Nr. _____
Name: _____
4. Aktivieren Sie das Werkzeugkoordinatensystem Nr. _____
Name: _____ aus
5. Fahren Sie mit dem geöffneten Werkzeug zum Aufnahmepunkt des Schildes. Korrigieren Sie Ihre Position mittels der Verfahrtasten oder der 6D-Maus.

Fragen

Was Sie jetzt wissen sollten:

Welche Vorteile hat die Vermessung einer Basis?



Abb. 4-27: Antwortfeld

Folgende Basis ist gewählt: **Unbekannt [?]** bzw. **\$NULLFRAME [0]**. In Bezug auf welches Koordinatensystem bewegt sich der Roboter bei aktivierter Base zum Handverfahren?



Abb. 4-28: Antwortfeld

5 Roboterprogramme ausführen

5.1 Übung: Roboterprogramme ausführen

Ziel der Übung

Nach dem erfolgreichen Abschluss dieser Übung sind Sie in der Lage folgende Tätigkeiten auszuführen.

- Programme an- und abwählen
- Programme in den geforderten Betriebsarten abfahren, stoppen und zurücksetzen (Programmablauf testen)
- Satzanwahl ausführen und verstehen
- SAK-Fahrt durchführen

Voraussetzung

- Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung

HINWEIS

Vor dem Beginn der Übung muss die Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung erfolgt und dokumentiert sein!

- theoretische Kenntnisse im Umgang mit dem Navigator
- Kenntnis über das Anwählen und Abwählen von Programmen

Aufgabenstellung

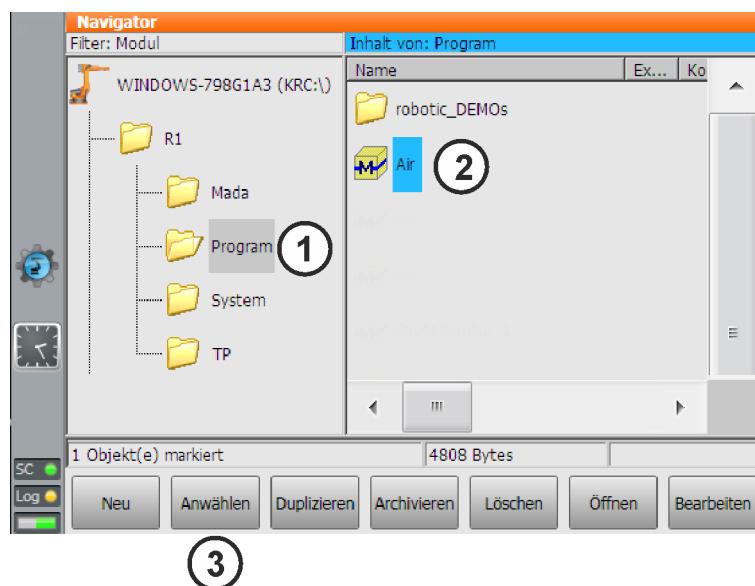


Abb. 5-1: Programmanwahl

1. Wählen Sie das Modul *Luftprogramm (Air)* an.
2. Testen Sie das Programm in den verschiedenen Betriebsarten wie folgt:
 - T1 mit 10 %, 30 %, 50 %, 75 %, 100 %
 - T2 mit 10 %, 30 %, 50 %, 75 %, 100 %
 - Automatik mit 100 %
3. Testen Sie das Programm in den Programmablaufarten Go und Bewegung.

Fragen

Was Sie jetzt wissen sollten:

Wie schnell fährt der Roboter bei der Abarbeitung einer Programms in T1 und T2?

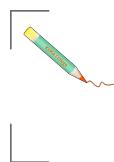


Abb. 5-2: Antwortfeld

Wohin fährt der Roboter bei einer SAK-Fahrt?

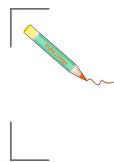


Abb. 5-3: Antwortfeld

6 Umgang mit Programmdateien

6.1 Übung: keine



Für dieses Kapitel sind aktuell **keine** Übungen vorgesehen.

7

Programmierte Bewegungen erstellen und ändern

7.1 Übung: Luftprogramm - Programmhandhabung und SPTP-Bewegungen

Ziel der Übung

Nach dem erfolgreichen Abschluss dieser Übung sind Sie in der Lage folgende Tätigkeiten auszuführen.

- Programme an- und abwählen
- Programme in den geforderten Betriebsarten abfahren, stoppen und zurücksetzen (Programmablauf testen)
- Vorhandene Programmfpunkte korrigieren
- Bewegungssätze löschen und neue SPTP-Bewegungen einfügen
- Programmablaufart ändern und programmierte Punkte schrittweise anfahren
- Satzanwahl ausführen und verstehen
- SAK-Fahrt durchführen

Voraussetzung

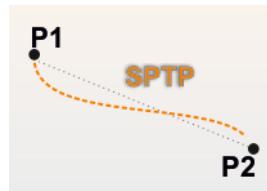


Abb. 7-1

- theoretische Kenntnisse im Umgang mit dem Navigator
- theoretische Kenntnisse der Bewegungsart SPTP

Aufgabenstellung 1

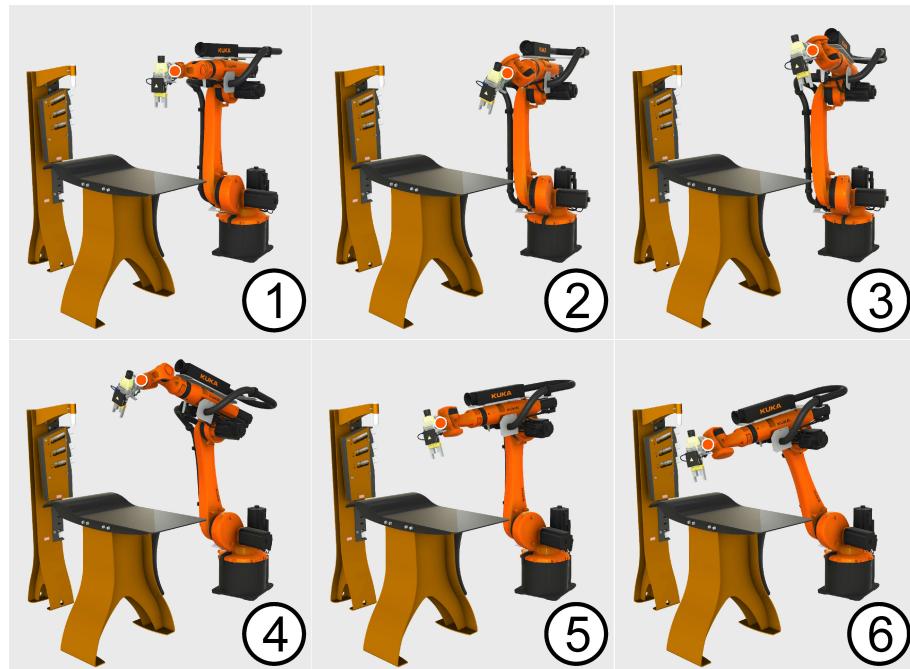


Abb. 7-2: "Luftprogramm"

Programmerstellung und Test

1. Erstellen Sie ein neues Modul mit dem Namen **Luftprogramm**.

**WARNUNG**

Gefahr!
Die Sicherheitsvorschriften aus der Unterweisung sind unbedingt zu beachten!

2. Erstellen Sie einen Bewegungsablauf von ca. fünf SPTP-Sätzen.
 3. Falls Sie keine kollisionsfreie Fahrt haben, löschen sie den/die betreffenden Punkte heraus und erstellen Sie (jeweils) einen neuen Punkt.
 4. Überschleifen Sie nach einem erfolgreichen Ablauf die Punkte im Inlieferformular.
- i** Achten Sie darauf, dass sich dabei die Bahn ändern kann.
5. Testen Sie das Programm in der Betriebsart T1 mit unterschiedlichen Programmgeschwindigkeiten (POV).
 6. Testen Sie das Programm in der Betriebsart T2 mit unterschiedlichen Programmgeschwindigkeiten (POV).
 7. Testen Sie das Programm in der Betriebsart Automatik.

Aufgabenstellung 2

Führen Sie folgende Aufgaben aus: Programmkorrektur

1. Setzen Sie unterschiedliche Geschwindigkeiten für Ihre Raumpunkte ein.
2. Rufen Sie mehrmals den gleichen Punkt im Programm auf.
3. Löschen Sie Bewegungssätze heraus und fügen neue an einer anderen Stelle im Programm wieder ein.
4. Führen Sie eine Satzanwahl durch.
5. Halten Sie Ihr Programm beim Testablauf an und verwenden Sie die Funktion **Programmstart rückwärts**.
6. Testen Sie Ihr Programm in den Betriebsarten T1, T2 und Automatik.

Fragen**Was Sie jetzt wissen sollten:**

Was ist der Unterschied zwischen Anwählen und Öffnen eines Programms?

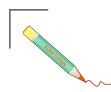


Abb. 7-3: Antwortfeld

Welche Programmablaufarten gibt es und wozu werden sie gebraucht?

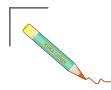


Abb. 7-4: Antwortfeld

Was ist eine SAK-Fahrt?



Abb. 7-5: Antwortfeld

Wie können Sie die Programmgeschwindigkeit beeinflussen?



Abb. 7-6: Antwortfeld

Was ist charakteristisch an einer SPTP-Bewegung?



Abb. 7-7: Antwortfeld

7.2 Übung: Bahnfahren und Überschleifen

Ziel der Übung

Nach dem erfolgreichen Abschluss dieser Übung sind Sie in der Lage folgende Tätigkeiten auszuführen.

- Erstellen von einfachen Bewegungsprogrammen mit den Bewegungsarten SPTP, SLIN und SCIRC
- Erstellen von Bewegungsprogrammen mit Genauhaltepunkten und Überschleifbewegungen
- Umgang mit Programmen im Navigator (kopieren, duplizieren, umbenennen, löschen)

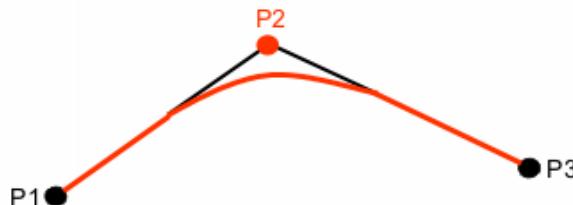
Voraussetzung

- Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung

HINWEIS

Vor dem Beginn der Übung muss die Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung erfolgt und dokumentiert sein!

- Grundlagen der Bewegungsprogrammierung mit den Bewegungsarten SPTP, SLIN, SCIRC
- theoretische Kenntnisse des Überschleifens von Bewegungen



- theoretische Kenntnisse der HOME-Position

Aufgabenstellung 1

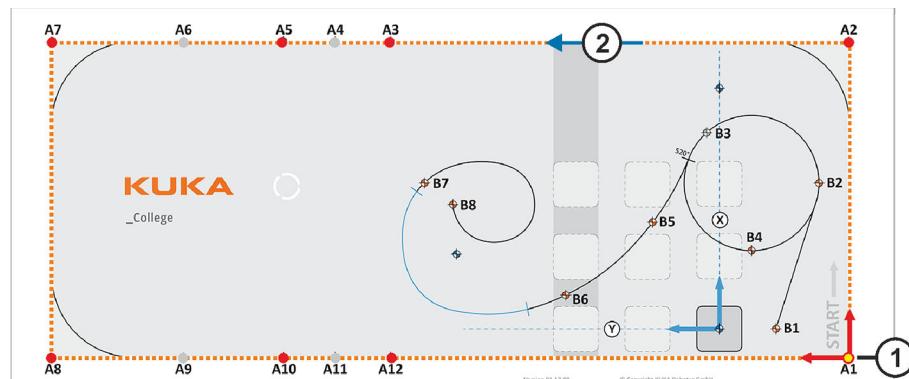


Abb. 7-8: Bauteilkontur, Bahnfahren mit Genauhalt

1 Startpunkt

2 Bauteilkontur

1. Erstellen Sie ein neues Programm mit dem Namen **Bahn_Genauhalt**.
2. Teachen Sie auf dem Arbeitstisch die Bauteilkontur (2) unter Verwendung von

- **Werkzeug**

Nr. _____ Name: _____

- **Basis**

Nr. _____ Name: _____

- Die Verfahrgeschwindigkeit auf dem Arbeitstisch beträgt 0,3 m/s
- Beachten Sie, dass die Längsachse des Werkzeugs immer senkrecht zur Bahnkontur steht (Orientierungsführung: *Standard*)

3. Testen Sie Ihr Programm in den Betriebsarten T1, T2 und Automatik.

Aufgabenstellung 2

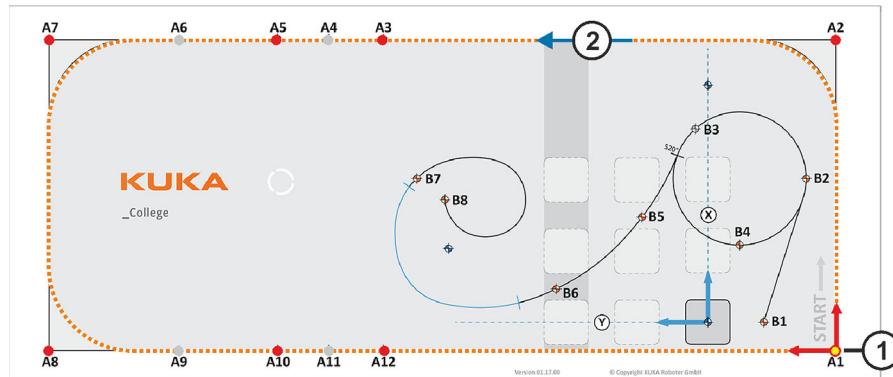


Abb. 7-9: Bauteilkontur, Bahnfahren und Überschleifen

1 Startpunkt

2 Bauteilkontur

Programm kopieren und überschleifen

1. Erstellen Sie ein Duplikat Ihres Programms **Bahn_Genauhalt** und nennen Sie es **Bahn_Ueberschleifen**.
2. Fügen Sie in die Bewegungsbefehle des neuen Programms die Überschleifanweisung so ein, dass die Kontur durchgehend abgefahren wird.
3. Die Konturecken sollen mit unterschiedlichen Überschleipparametern abgefahren werden.
4. Testen Sie Ihr Programm in den Betriebsarten T1, T2 und Automatik.

Fragen

Was Sie jetzt wissen sollten:

Was ist charakteristisch an SLIN und SCIRC-Bewegungen?

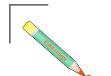


Abb. 7-10: Antwortfeld

Wie wird die Verfahrgeschwindigkeit bei SPTP-, SLIN- und SCIRC-Bewegungen angegeben und worauf bezieht sich diese Geschwindigkeit?

**Abb. 7-11: Antwortfeld**

Wie wird die Überschleifdistanz bei SPTP-, SLIN- und SCIRC-Bewegungen angegeben und worauf bezieht sich diese Distanz?

**Abb. 7-12: Antwortfeld**

Worauf müssen Sie achten, wenn CONT Anweisungen in bestehende Bewegungsbefehle eingefügt werden?

**Abb. 7-13: Antwortfeld**

Worauf müssen Sie achten, wenn Sie die HOME-Position ändern?

**Abb. 7-14: Antwortfeld**

Was müssen Sie beachten, wenn Sie programmierte Punkte korrigieren, ändern oder löschen?

**Abb. 7-15: Antwortfeld**

8

Programmieren von Spline-Bewegungen

8.1 Übung: Bahnkontur mit Spline-Block

Ziel der Übung

Nach dem erfolgreichen Abschluss dieser Übung sind Sie in der Lage folgende Tätigkeiten auszuführen.

- Erstellen von komplexen Bewegungsprogrammen mit den Bewegungsarten SPTP, SLIN und SCIRC
- Erstellen von Bewegungsprogrammen mit Spline-Blöcken

Voraussetzung

- Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung

HINWEIS

Vor dem Beginn der Übung muss die Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung erfolgt und dokumentiert sein!

- Grundlagen der Bewegungsprogrammierung mit den Bewegungsarten SPTP, SLIN, SCIRC, SPL
- Kenntnis über die Verwendung von Spline-Blöcken

Aufgabenstellung 1



- Verwenden Sie die vom Trainer vorgegebenen Werkzeuge oder Basissysteme.
- Eine Übersicht der vorgesehenen Systembelegung finden Sie unter:
- (>>> **16.1 "Übersicht Werkzeug- und Basissysteme"** Seite 99)

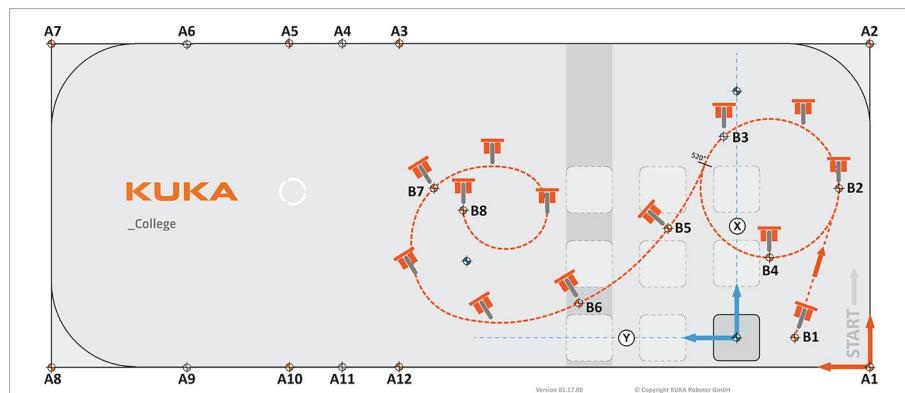


Abb. 8-1: Bahnkontur mit Splineblock

1. Erstellen Sie ein neues Programm mit dem Namen **Spline_Orientiert**.
2. Verwenden Sie als Werkzeug Nr. _____ Name: _____ und als Basis Nr. _____ Name: _____ .
3. Die Geschwindigkeit auf der Bahn soll 0,25 m/s betragen.
4. Teachen Sie die Splinekontur auf der Folie. Verwenden Sie hierfür einen Spline-Block, SPL, SLIN und SCIRC.
5. Teachen Sie im ersten Schritt nur die vorgegebenen Punkte B1 bis B8.
 - Beachten Sie die vergebene Orientierung des Werkzeugs.
 - Der Kreiswinkel beträgt 520°.
6. Testen Sie Ihr Programm in der Betriebsart T1.



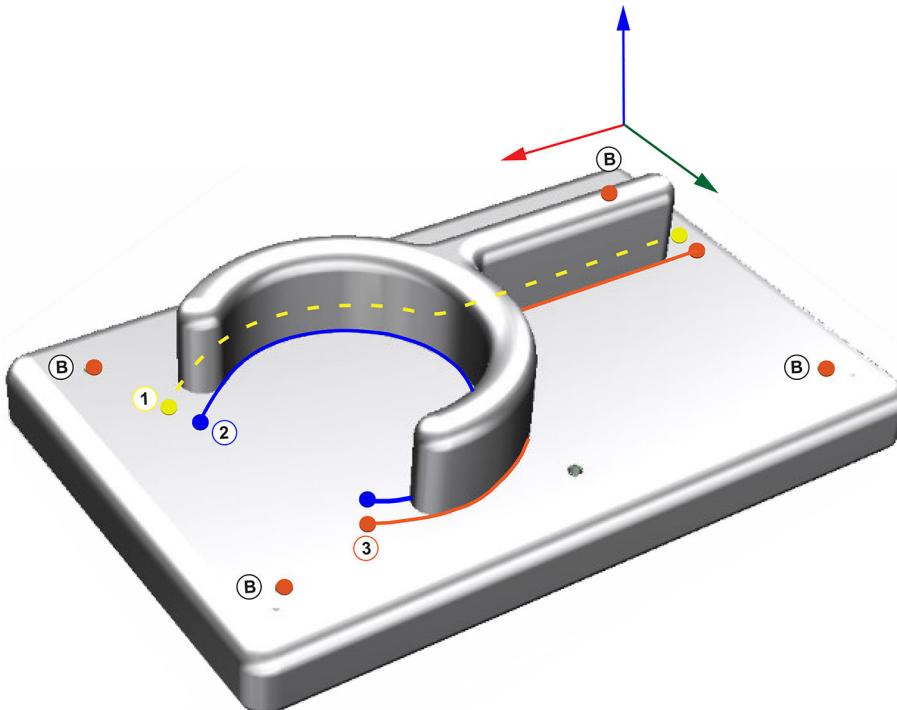
Die Bahn wird nicht der gewünschten Kontur entsprechen!

HINWEIS

- Verfahren Sie den Roboter bis zum Startpunkt der Splinekontur und prüfen Sie die Stellung des Roboters.
- Verfahren Sie den Roboter mit den Verfahrtasten in Bezug des Basiskoordinatensystems in X und Y Richtung. Orientieren Sie den Roboter ausschließlich um die Drehachse A.
- Starke Umorientierungen führen zu massiven Geschwindigkeitseinbrüchen auf der Splinebahn.

Aufgabenstellung 2

1. Ergänzen Sie die Splinekontur durch weitere Punkte.
Benennen Sie diese Zwischenpunkte mit z. B. B6a, B6b, usw.
2. Testen Sie Ihr Programm in der Betriebsart T1.
3. Eränzen Sie die Splinekontur solange durch weitere Punkte, bis die Bahn dem gewünschten Ergebnis entspricht.
1. Duplizieren Sie das Programm **Spline_Orientiert** und nennen Sie es **Spline_Konstant**.
2. Ändern Sie die Orientierungsführung der getachten Punkte in eine konstante Umorientierung um.

Aufgabenstellung 3**optionale Zusatzaufgabe****Abb. 8-2: Schweißbauteil**

1. Positionieren Sie das Schweißbauteil auf der flachen Ebene des Tisches nach Trainervorgabe.

HINWEIS

Entfernen Sie vorher die Magnetfolie Ihres Tisches.

2. Vermessen Sie die Basis Nr. _____ Name: _____ auf dem Schweißbauteil mittels der Eckbohrungen (B) nach Trainervorgabe.
3. Verwenden Sie hierzu das Werkzeug Nr. _____ Name: _____ .
4. Erstellen Sie ein neues Modul mit dem Namen **Schweißteil_1** (Schweißteil_2, Schweißteil_3).
5. Teachen Sie mittels einzelner Splineblöcken die vorgegebenen Bahnen in der Zeichnung (1), (2) und (3).
6. Die Geschwindigkeit auf der Bahn soll 0,25 m/s betragen.

Aufgabenstellung 4

optionale Zusatzaufgabe

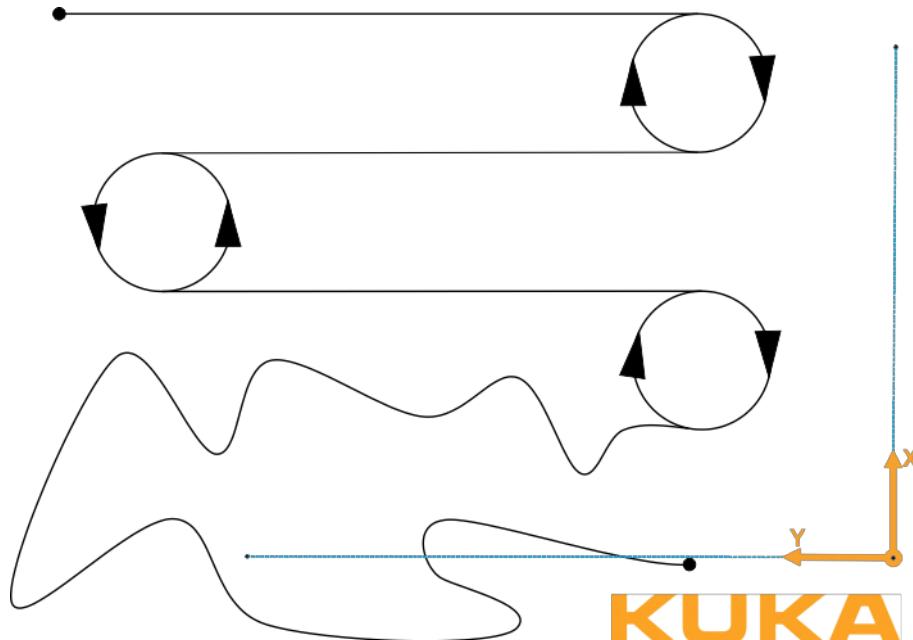


Abb. 8-3: Bahnkontur aus Splineblock

1. Positionieren Sie die Splinefolie auf der flachen Ebene des Tisches.
2. Vermessen Sie die vorgebene Basis Nr. _____ Name: _____ auf der Splinefolie.
3. Erstellen Sie ein neues Modul mit dem Namen **SplineLang**.
4. Verwenden Sie ein sinnvolles Werkzeug.
5. Teachen Sie mittels Splineblock die aufgedruckte Bahn.
6. Die Geschwindigkeit auf der Bahn soll 0,25 m/s betragen.

Fragen

Was Sie jetzt wissen sollten:

Welche Fahrbefehle können in einem PTP-Splineblock verwendet werden?

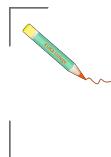


Abb. 8-4: Antwortfeld

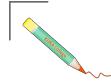
Wo liegt der Startpunkt für einen Splineblock?

**Abb. 8-5: Antwortfeld**

Unter welchen Voraussetzungen wird die programmierte Geschwindigkeit bei Splinebewegungen unterschritten?

**Abb. 8-6: Antwortfeld**

Was ist beim Ändern von Splinebewegungen zu beachten?

**Abb. 8-7: Antwortfeld**

9

Logische Funktionen im Roboterprogramm nutzen

9.1 Übung: Bahnbewegung mit Logik versehen

Ziel der Übung

Nach dem erfolgreichen Abschluss dieser Übung sind Sie in der Lage folgende Tätigkeiten auszuführen.

- Programmieren von einfachen Logikanweisungen
- Ausführen von einfachen Schaltfunktionen
- Ausführen von bahnbezogenen Schaltfunktionen
- Programmieren von signalabhängigen Wartefunktionen

Voraussetzung

- Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung

HINWEIS

Vor dem Beginn der Übung muss die Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung erfolgt und dokumentiert sein!

- Kenntnisse über einfache Schaltfunktionen
- Kenntnisse über einfache Impulsfunktionen
- Kenntnisse über bahnabhängige Schaltfunktionen
- Kenntnisse über bahnabhängige Impulsfunktionen
- Kenntnisse über Wartefunktionen

Aufgabenstellung

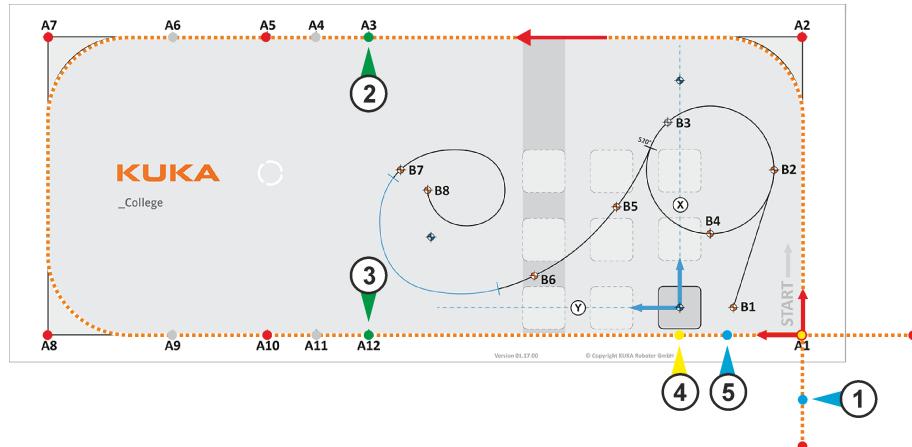


Abb. 9-1: Schaltaktionen, Bahnfahren

1. Erstellen Sie von dem Programm **Bahn_Ueberschleifen** ein Duplikat unter dem Namen **Bahn_Schalten**
2. Erweitern Sie das Programm um folgende Logikfunktionalität:
 - Bevor die HOME-Position verlassen wird, soll ein Freigabesignal von der SPS erfolgen (Eingang 11).
 - 0.2 Sekunden bevor die Klebedüse den Tisch erreicht, muss die Klebedüse (1) aktiviert werden (Ausgang 13).
 - Am Übergang von der Ebene in die Bauteilwölbung soll eine Signalleuchte (2) geschaltet werden, die am Übergang von der Wölbung in die Ebene (3) wieder erlischt (Ausgang 12).
 - 0.2 Sekunden vor Verlassen des Bauteils (5) muss die Klebedüse wieder deaktiviert werden (Ausgang 13).

- 50 mm vor dem Ende der Tischbearbeitung (4) soll die SPS eine Fertigmeldung bekommen. Das Signal (Ausgang 11) für die SPS soll für 2 Sekunden anstehen.

3. Testen Sie Ihr Programm nach Vorgabe des Trainers.

Fragen

Was Sie jetzt wissen sollten:

Was ist der Unterschied zwischen OUT und OUT CONT Anweisungen?
Was müssen Sie beachten?



Abb. 9-2: Antwortfeld

Wie unterscheiden sich PULSE und OUT Anweisungen voneinander?



Abb. 9-3: Antwortfeld

Wann verwenden Sie die SYN OUT Anweisungen?



Abb. 9-4: Antwortfeld

Gibt es Einschränkungen bei SYN OUT Path Anweisungen in Zusammenhang mit der Bewegungsprogrammierung?

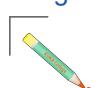


Abb. 9-5: Antwortfeld

Welche Gefahr besteht bei Verwendung der Anweisung WAIT FOR mit einer CONT Anweisung?



Abb. 9-6: Antwortfeld

9.2 Übung: Splinebewegung mit Logik versehen

Ziel der Übung

Nach dem erfolgreichen Abschluss dieser Übung sind Sie in der Lage folgende Tätigkeiten auszuführen.

- Verwendung von logischen Befehlen im Spline-Inlineformular

Voraussetzung

- Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung

HINWEIS

Vor dem Beginn der Übung muss die Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung erfolgt und dokumentiert sein!

- Kenntnisse über die Bewegungsprogrammierung mit Spline.
- Verwendung von Bahnschaltfunktionen im Spline-Inlineformular

Aufgabenstellung 1

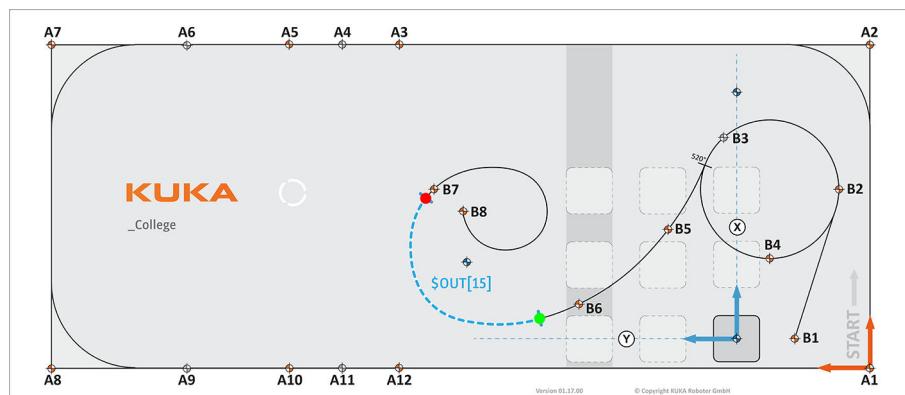


Abb. 9-7: Splineblock, schalten

1. Duplizieren Sie Ihr Programm **Spline_Orientiert** und nennen Sie es **Spline_Orientiert_Logik**.
2. Verwenden Sie hier das Inline-Formulars TRIGGER WHEN PATH oder die Triggerfunktionen innerhalb des Spline-Blocks.
3. Aktivieren Sie im blauen Bereich den Ausgang 15.
4. Testen Sie Ihr Programm in den Betriebsarten T1, T2 und Automatik.

Aufgabenstellung 2

optionale Zusatzaufgabe

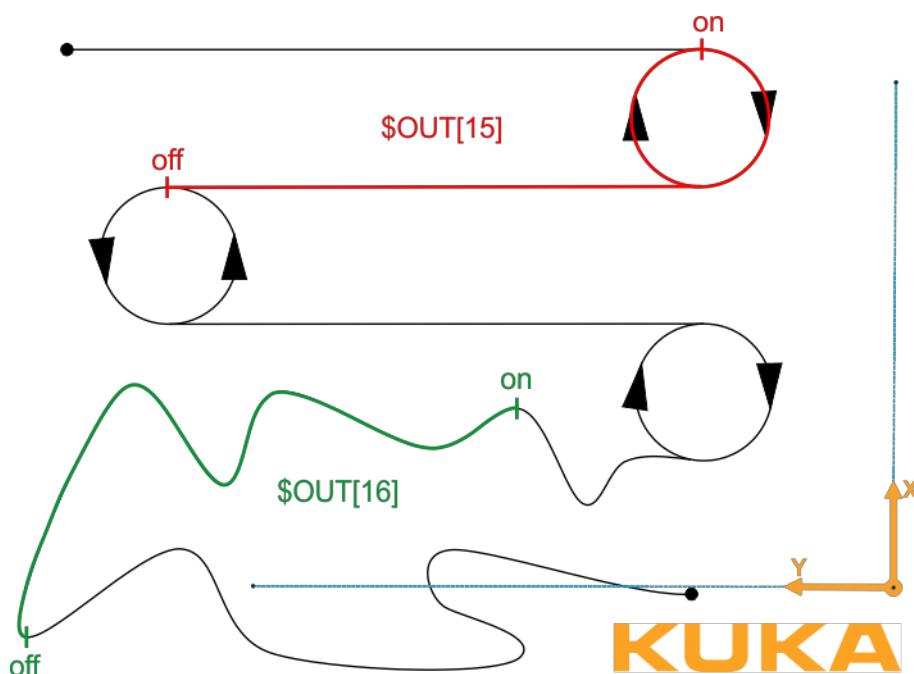


Abb. 9-8: Logik mit Spline

1. Duplizieren Sie Ihr Programm **SplineLang** und nennen Sie es **SplineLang_Logik**.
2. Verwenden Sie hier das Inline-Formulars TRIGGER WHEN PATH oder die Triggerfunktionen innerhalb des Spline-Blocks.
3. Aktivieren Sie im roten Bereich den Ausgang 15.
4. Aktivieren Sie im grünen Bereich den Ausgang 16.
5. Testen Sie Ihr Programm in den Betriebsarten T1, T2 und Automatik.

Fragen

Was Sie jetzt wissen sollten:

Was ist bei Verwendung der WAIT Funktion zu beachten?

Abb. 9-9: Antwortfeld

Was erreicht man durch das Auswählen von CONT im WAITFOR Inlineformular?

Abb. 9-10: Antwortfeld

Was ist der Unterschied zwischen einem OUT und einem PULSE?



Abb. 9-11: Antwortfeld

Was ist unter einem Trigger zu verstehen?



Abb. 9-12: Antwortfeld

9.3 Übung: Konstantfahrbereich und bedingter Stop

Ziel der Übung

Nach dem erfolgreichen Abschluss dieser Übung sind Sie in der Lage folgende Tätigkeiten auszuführen.

- Verwendung von logischen Befehlen im Spline-Inlineformular

Voraussetzungen

Folgende Voraussetzungen sind nötig zum erfolgreichen Absolvieren dieser Übung:

- Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung

HINWEIS

Vor dem Beginn der Übung muss die Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung erfolgt und dokumentiert sein!

- Kenntnisse über die Bewegungsprogrammierung mit Spline.
- Verwendung von "Konstantfahrbereich" und "Bedingtem Stop" im Spline-Inlineformular

Aufgabenstellung 1

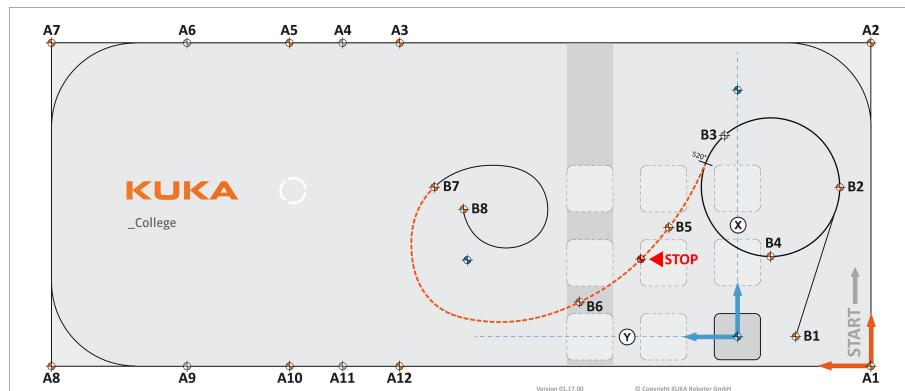
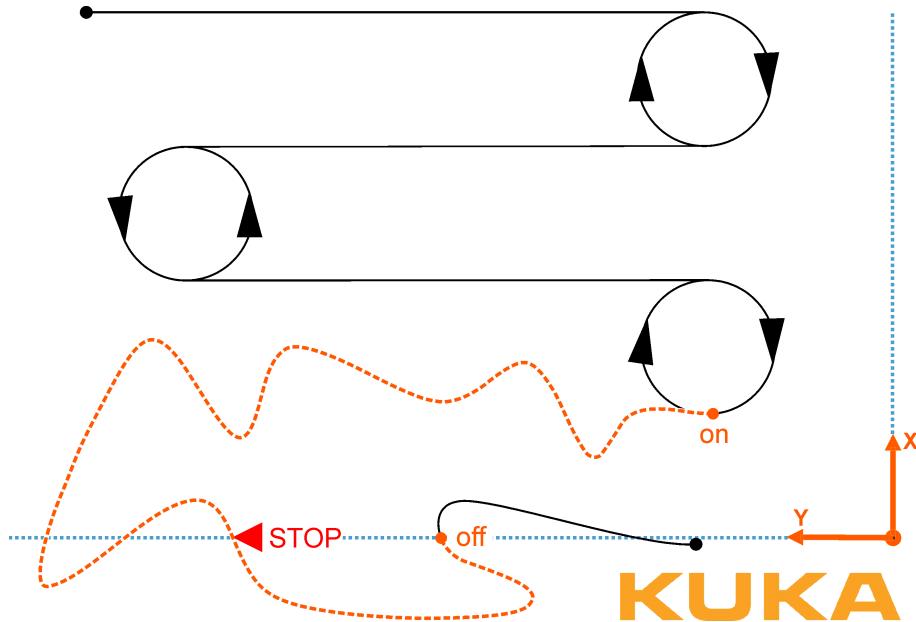


Abb. 9-13: Konstantfahrbereich, Bedingter Stop

1. Dublizieren Sie Ihr Programm **Spline_Orientiert** unter dem Namen **Spline_Orientiert_Konstant**.
2. Definieren Sie den orangefarbenen Bereich als Konstantfahrbereich.
3. Führen Sie am rot gekennzeichneten Bahnpunkt einen Bedingten Stop aus.
4. Testen Sie Ihr Programm in den Betriebsarten T1, T2 und Automatik.

Aufgabenstellung 2**Abb. 9-14: Logik mit Spline erweitert**

1. Duplizieren Sie Ihr Programm **SplineLang** unter dem Namen **SplineLang_Konstant**.
2. Definieren Sie den grünen Bereich als Konstantfahrbereich.
3. Führen Sie am rot gekennzeichneten Bahnpunkt einen Bedingten Stop aus.
4. Testen Sie Ihr Programm in den Betriebsarten T1, T2 und Automatik.

10 Technologiepakete nutzen

10.1 Übung: Greiferprogrammierung Schild

Ziel der Übung

Nach dem erfolgreichen Abschluss dieser Übung sind Sie in der Lage folgende Tätigkeiten auszuführen.

- Programmieren von Anweisungen zum Ansteuern und Überprüfen von Greifern und Zangen (KUKA.Gripper & SpotTech)
- Aktivieren und arbeiten mit den technologiespezifischen Statuskeys

Voraussetzung

Folgende Voraussetzungen sind nötig zum erfolgreichen Absolvieren dieser Übung:

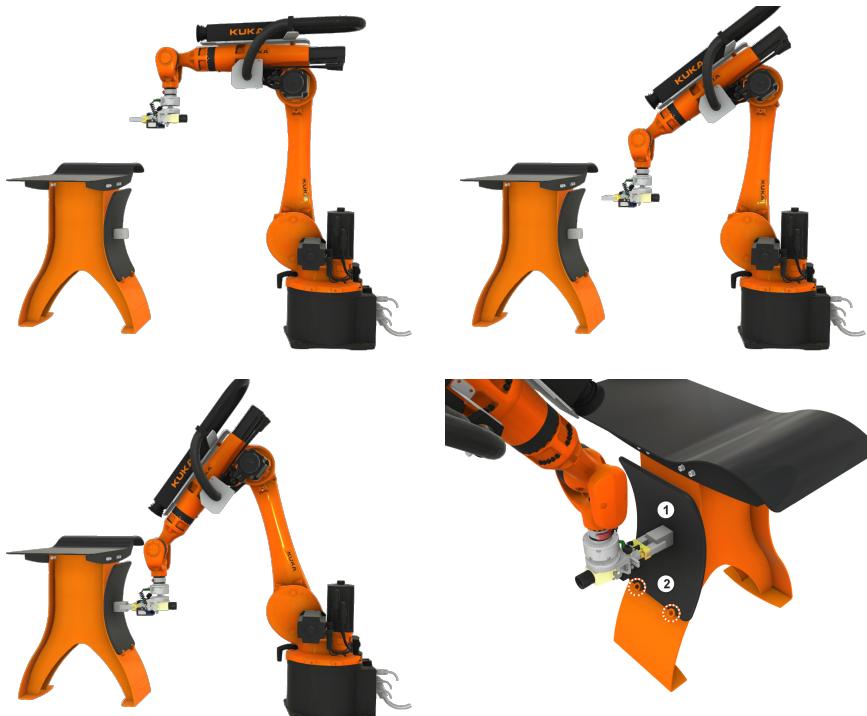
- Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung

HINWEIS

Vor dem Beginn der Übung muss die Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung erfolgt und dokumentiert sein!

- theoretische Kenntnisse des Technologiepakets KUKA.Gripper & SpotTech

Aufgabenstellung



1 Schild

2 Ablageposition

Schild holen und ablegen

1. Erstellen Sie ein neues Programm mit dem Namen **Schild_Holen**, verwenden Sie hierzu

- **Werkzeug**

Nr. _____ Name: _____

- **Basis**

Nr. _____ Name: _____

HINWEIS

Achten Sie beim Greifen oder Ablegen des Schildes auf die veränderten Lastdaten. Hierzu wechseln Sie das Werkzeug im Inlineformular von Greifer auf Schild und umgekehrt.

2. Teachen Sie den Vorgang **Schild_Holen** so, dass sich die im Bild dargestellte Ablage- und Aufnahmeposition ergibt. Reduzieren Sie hierzu die Geschwindigkeit auf *0.3 m/s* bei der Entnahme und beim Zurücklegen des Schildes.
3. Testen Sie Ihr Programm in den Betriebsarten T1, T2 und Automatik. Hierbei sind die unterwiesenen Sicherheitsvorschriften zu beachten.
4. Erstellen Sie ein zweites Programm mit dem Namen **Schild_Ablegen**. Verwenden Sie dabei eine geeignete Basis und das entsprechende Werkzeug.
5. Teachen Sie den Vorgang *Schild ablegen*.
6. Testen Sie Ihr Programm in den Betriebsarten T1, T2 und Automatik.

Fragen

Was Sie jetzt wissen sollten:

Welche Inlineformulare stehen mit dem Technologiepaket **KUKA.Grippe-
rTech** zur Verfügung? Beschreiben Sie deren Funktion.

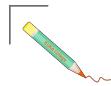


Abb. 10-1: Antwortfeld

Was bewirkt die Wartezeit in den *Greifer-Einstellungen*?



Abb. 10-2: Antwortfeld

Was bewirkt die Verwendung des zweiten Werkzeugs in der vorangegangenen Übung?



Abb. 10-3: Antwortfeld

10.2 Übung: Greiferprogrammierung Stift

Ziel der Übung

Nach dem erfolgreichen Abschluss dieser Übung sind Sie in der Lage folgende Tätigkeiten auszuführen.

- Programmieren von Anweisungen zum Ansteuern und Überprüfen von Greifern und Zangen (KUKA.Gripper & SpotTech)
- Aktivieren und arbeiten mit den technologiespezifischen Statuskeys

Voraussetzung

Folgende Voraussetzungen sind nötig zum erfolgreichen Absolvieren dieser Übung:

- Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung

HINWEIS

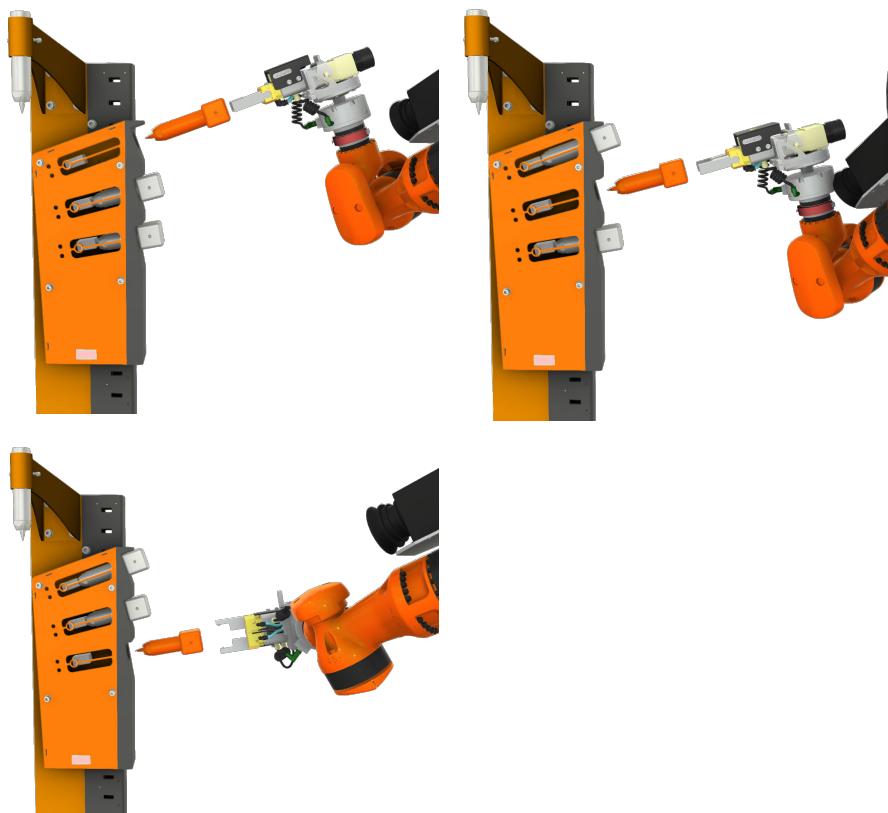
Vor dem Beginn der Übung muss die Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung erfolgt und dokumentiert sein!

- Theoretische Kenntnisse des Technologiepakets KUKA.Gripper & SpotTech

Aufgabenstellung



- Verwenden Sie die vom Trainer vorgegebenen Werkzeuge oder Basissysteme.
- Eine Übersicht der vorgesehenen Systembelegung finden Sie unter:
• (>>> *Übersicht Werkzeug- und Basissysteme* Seite 99)



1. Erstellen Sie zwei neue Programme mit dem Namen **Stift_Holen** und **Stift_Ablegen** (Duplizieren).

2. Nutzen Sie bei der Programmierung die Vorteile der Werkzeugstoßrichtung im Handverfahren aus.
3. Verwenden Sie hierzu folgendes Werkzeug und Basis.
 - **Werkzeug**
Nr. _____ Name: _____
 - **Basis**
Nr. _____ Name: _____
4. Achten Sie darauf, dass die Verfahrgeschwindigkeit beim Holen und Ablegen ins Stiftmagazin nicht größer als 0,3 m/s ist.
5. Bevor Sie den Stift holen, machen Sie eine Sicherheitsabfrage bezüglich der Greiferstellung.

11 Konfiguration und Programmierung von externen Werkzeugen

11.1 Übung: Externes Werkzeug und robotergeführtes Werkstück vermessen

Ziel der Übung

Nach dem erfolgreichen Abschluss dieser Übung sind Sie in der Lage folgende Tätigkeiten auszuführen.

- feststehende Werkzeuge vermessen
- bewegliche, robotergeführte Werkstücke vermessen
- Handverfahren mit einem externen Werkzeug

Voraussetzung

- Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung

HINWEIS

Vor dem Beginn der Übung muss die Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung erfolgt und dokumentiert sein!

- theoretische Kenntnisse der Vermessungsmethoden von feststehenden Werkzeugen
- theoretische Kenntnisse der Werkstückvermessung bei feststehenden Werkzeugen, speziell der direkten Methode

Aufgabenstellung

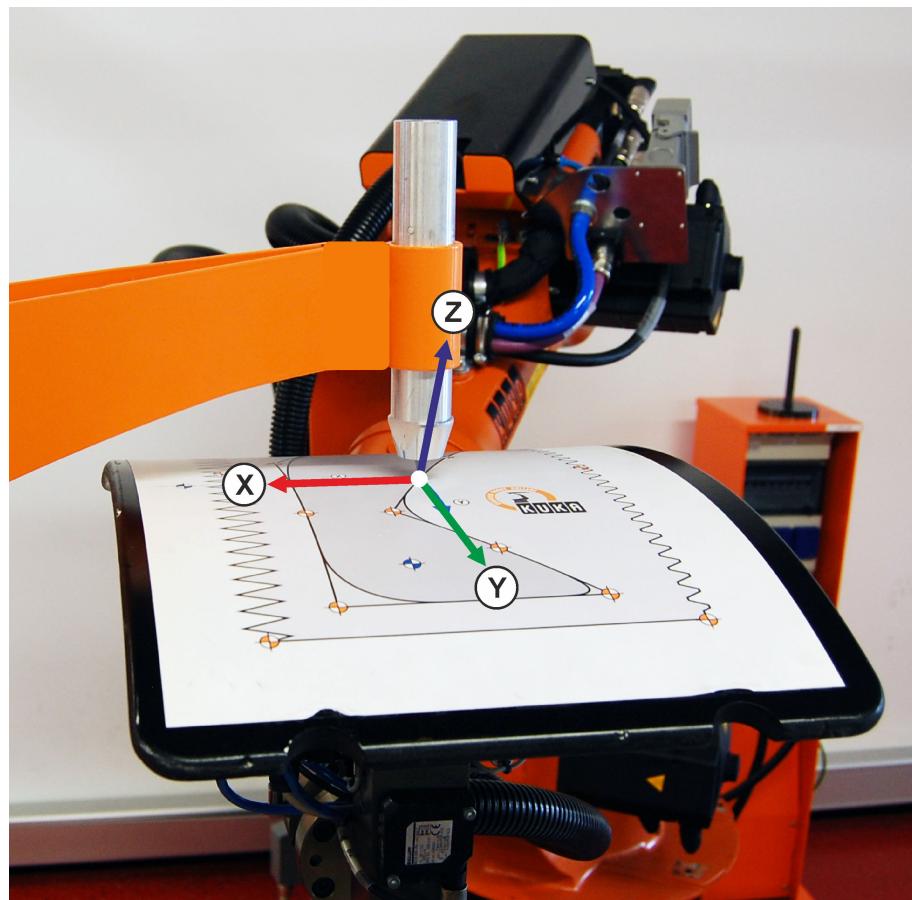


Abb. 11-1: Koordinatensystem Schild

Vermessung "Klebedüse und Schild"

1. Zum Vermessen des feststehenden Werkzeugs soll das bereits vermessene Werkzeug Nr.: _____ Name: _____ als Referenzwerkzeug verwendet werden.
 - Vergeben Sie für das feststehende Werkzeug die Nr.: _____ Name: _____.
 - Achten Sie bei jeder Vermessung darauf, dass Ihre Daten gesichert werden!
2. Vermessen Sie das vom Roboter geführte Werkstück.
 - Vergeben Sie dabei die Nr.: _____ Name: _____.
 - Tragen Sie die Lastendaten ein.
 - Verwenden Sie hierzu den richtigen Greifer mit Schild.
(>>> **16.2 "KUKA College: Lastdaten/Offsetwerte für Werkzeuge/Werkstücke "** Seite 99)
3. Aktivieren Sie nach erfolgter Vermessung das externe Werkzeug und das Werkstück für das Handverfahren.
 - Verwenden Sie das Basis- und Toolkoordinatensystem sinnvoll und verfahren Sie den Roboter.
4. Fahren Sie mit dem TCP an den Basiskoordinatenursprung des vermessenen Werkstücks und lassen Sie sich die Istposition kartesisch anzeigen.

Istposition:

X	Y	Z	A	B	C
.....



- Verwenden Sie die vom Trainer vorgegebenen Werkzeuge oder Basissysteme.
- Eine Übersicht der vorgesehenen Systembelegung finden Sie unter:
(>>> **16.1 "Übersicht Werkzeug- und Basissysteme"** Seite 99)



Verwenden Sie nach Vorgabe des Trainers die Angaben für die Vermessung/Verifizierung aus folgendem Abschnitt.

Fragen

Was Sie jetzt wissen sollten:

Wie wird ein Koordinatensystem auf einem am Roboterflansch montierten Werkstück vermessen?



Abb. 11-2: Antwortfeld

Wie wird der TCP eines externen Werkzeugs ermittelt?



Abb. 11-3: Antwortfeld

Welche Vorteile bringt die Verwendung eines externen TCPs mit sich?



Abb. 11-4: Antwortfeld

Welche Einstellungen sind notwendig, um mit einem externen TCP in Werkzeugstoßrichtung zu verfahren?



Abb. 11-5: Antwortfeld

11.2 Übung: Handverfahren mit feststehendem Werkzeug

Ziel der Übung

Nach dem erfolgreichen Abschluss dieser Übung sind Sie in der Lage folgende Tätigkeiten auszuführen.

- Handverfahren eines vom Roboter geführten Bauteils in Bezug auf ein feststehendes Werkzeug

Voraussetzung

- Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung

HINWEIS

Vor dem Beginn der Übung muss die Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung erfolgt und dokumentiert sein!

- theoretische Kenntnisse der allgemeinen Bedienung eines KUKA Industrierobotersystems
- theoretische Kenntnisse über das Verfahren mit Externem Werkzeug

Aufgabenstellung

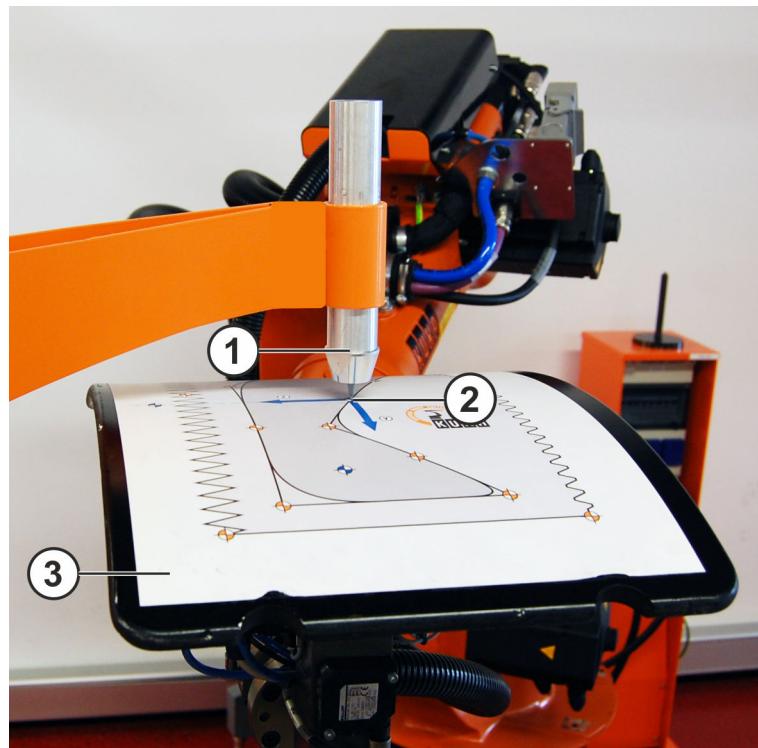


Abb. 11-6: Schild am externen TCP

Pos.	Beschreibung
1	externer TCP
2	Koordinatensystem auf dem Schild
3	Schild

1. Aktivieren Sie folgendes Werkzeug und Basis.

- ext. Werkzeug

Nr. _____ Name: _____

- Basis (Flansch)

Nr. _____ Name: _____

2. Stellen Sie im Optionsmenü Handverfahroptionen auf *Ext. Wkzg. ein.*
3. Bewegen Sie das *Schild zum Externen Stift.*
4. Bewegen und orientieren Sie das *Schild (3) zum Externen Stift (1).* Testen Sie dabei die Unterschiede zwischen Verfahren im Tool- und Basekoordinatensystem.
5. Stellen Sie im Optionsmenü Handverfahroptionen *Flansch ein.*
6. Bewegen und orientieren Sie das *Schild (3) am Externen Stift (2).*

11.3 Übung: Bewegungsprogrammierung mit externem TCP

Ziel der Übung

Nach dem erfolgreichen Abschluss dieser Übung sind Sie in der Lage folgende Tätigkeiten auszuführen.

- Programmieren von Bewegungen mit einem vom Roboter bewegten Bauteil in Bezug auf ein feststehendes Werkzeug

Voraussetzung

Folgende Voraussetzungen sind nötig zum erfolgreichen Absolvieren dieser Übung:

- Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung

HINWEIS

Vor dem Beginn der Übung muss die Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung erfolgt und dokumentiert sein!

- Kenntnisse über das Aktivieren des externen Werkzeugs beim Programmieren von Bewegungen.

Aufgabenstellung



- Verwenden Sie die vom Trainer vorgegebenen Werkzeuge oder Basissysteme.
- Eine Übersicht der vorgesehenen Systembelegung finden Sie unter:
- ([>>> 16.1 "Übersicht Werkzeug- und Basissysteme" Seite 99](#))

Programmierung einer Kontur zum Klebstoffauftrag:

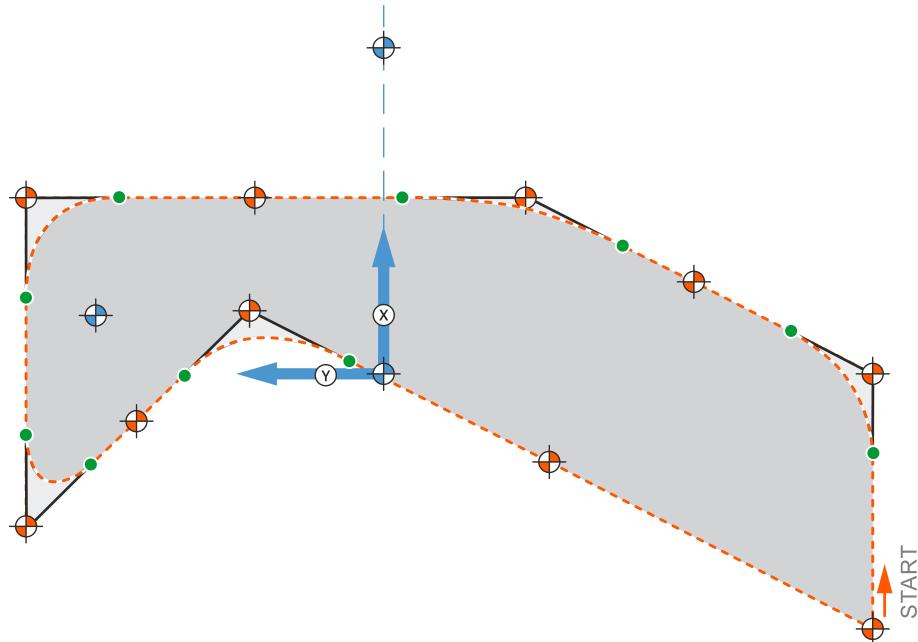


Abb. 11-7: Schild kleben

1. Spannen Sie das Schild von Hand in den Greifer.
2. Teachen Sie die auf dem Schild vorgegebene Kontur unter dem Programmnamen **Schild_Kleben**.

- Verwenden Sie dafür Ihr vermessenes externes Werkzeug und das Schild.
 - **ext. Werkzeug**
Nr. _____ Name: _____
 - **Basis (Flansch)**
Nr. _____ Name: _____
 - Beachten Sie, dass die Längsachse des feststehenden Werkzeugs immer senkrecht zur Klebekontur stehen soll.
 - Die Verfahrgeschwindigkeit auf dem Schild beträgt $0,2 \text{ m/s}$.
 - Verwenden Sie hierfür einen Splineblock.
3. Testen Sie Ihr Programm nach Vorschrift.

Fragen

Was Sie jetzt wissen sollten:

Worauf bezieht sich die von Ihnen programmierte Klebegeschwindigkeit?



Abb. 11-8: Antwortfeld

Wie aktivieren Sie in Ihrem Programm das externe Werkzeug?



Abb. 11-9: Antwortfeld

12 Einführung in die Expertenebene

12.1 Übung: Unterprogrammaufruf programmieren

Ziel der Übung

Nach dem erfolgreichen Abschluss dieser Übung sind Sie in der Lage folgende Tätigkeiten auszuführen.

- Programmieren von Unterprogrammaufrufen

Voraussetzung

- Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung

HINWEIS

Vor dem Beginn der Übung muss die Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung erfolgt und dokumentiert sein!

- Kenntnisse im Umgang mit dem Navigator auf Expertenebene
- Grundlegende Kenntnisse der Programmierung auf Expertenebene (KRL)

Aufgabenstellung

1. Erstellen Sie auf der Expertenebene ein neues Modul mit dem Name **Hauptprogramm**.
2. Von diesem zentralen Programm aus werden alle weiteren Programme als Unterprogramme aufgerufen.
Den genauen Programmablauf entnehmen Sie dem Programmablaufplan.
3. Nachdem der Roboter alle globalen Unterprogramme nacheinander abgearbeitet hat, soll im Programm **Hauptprogramm** wieder zurückgesprungen werden und die Unterprogramme wiederholen aufgerufen werden.
Hierzu ist eine Endlosschleife *LOOP - ENDLOOP* notwendig, welche ausführlich in einem nachfolgenden Kapitel beschrieben wird.

Für die Übung erweitern Sie Ihr Programm wie folgt:

```
....  
LOOP  
    Schild_Holen()  
    Schild_Kleben()  
    Schild_Ablegen()  
ENDLOOP  
....
```

4. Testen Sie Ihr neues **Hauptprogramm** in den Betriebsarten T1, T2 und Automatikbetrieb. Hierbei sind die unterwiesenen Sicherheitsvorschriften zu beachten.

Fragen

Was Sie jetzt wissen sollten:

Was bedeuten die Endungen SRC und DAT der KUKA Dateien?



Abb. 12-1: Antwortfeld

Wie wird ein Unterprogramm aufgerufen und was ist dabei wichtig?



Abb. 12-2: Antwortfeld

Was ist der Unterschied zw. lokalen und globalen Unterprogrammen?



Abb. 12-3: Antwortfeld

13 Variablen und Vereinbarungen

13.1 Übung: Einfache Datentypen

Ziel der Übung

Nach dem erfolgreichen Abschluss dieser Übung sind Sie in der Lage folgende Tätigkeiten auszuführen.

- Verwendung einfacher Datentypen
- Deklaration, Initialisierung und Verwendung von Variablen
- richtige Verwendung der Variablen in Bezug auf deren Lebensdauer

Voraussetzung

Folgende Voraussetzungen sind nötig, um die Übung erfolgreich absolvieren zu können:

- Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung

HINWEIS

Vor dem Beginn der Übung muss die Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung erfolgt und dokumentiert sein!

- theoretische Kenntnisse über einfache Datentypen und deren Handhabung

Aufgabenstellung

Erstellen Sie ein neues Programm Prozedur2:

- Duplizieren Sie Ihr Hauptprogramm und löschen die Unterprogrammaufrufe (sofern vorhanden) dass nur noch **Schild_Holen()**, **Schild_Kleben()** und **Schild_Ablegen()** aufgerufen werden.

```
....  
LOOP  
    Schild_Holen()  
    Schild_Kleben()  
    Schild_Ablegen()  
ENDLOOP  
....
```

- Eine Variable zählt, wie oft das Programm **Schild_Kleben** seit der letzten Programmanwahl abgearbeitet wurde.
- Eine Variable zählt, wie oft das Programm **Schild_Kleben** insgesamt abgearbeitet wurde.
- Eine Variable soll die Gesamtlänge des aufgetragenen Klebers (in m) aufaddieren. Die Länge einer Bahn für das Programm **Schild_Kleben** beträgt **0,91 m**. Die Länge der Bahn soll als Konstante deklariert werden.
- Eine Variable, die beim Holvorgang des Schildes **TRUE** ist, ansonsten **FALSE**.
- Eine Variable, die mit offenem Greifer den Buchstaben „O“ beinhaltet und mit geschlossenem Greifer den Buchstaben „G“. Bei der Initialisierung bekommt die Variable den Wert „X“ zugewiesen.

Verwenden Sie sinnvolle Variablennamen und Datentypen. Wichtig ist es auch die Variable an der richtigen Stelle sinnvoll zu deklarieren.

Variablenname	Datentyp	Ort der Deklaration

- Legen Sie fest, wo Ihre Variablen deklariert werden.
- Erweitern Sie Ihren vorhandenen Programmablaufplan um diese neuen Variablen.
- Beachten Sie die unterschiedlichen Initialisierungen der Variablen.
- Testen Sie Ihr Programm in den Betriebsarten T1, T2 und Automatik.

Fragen

Was Sie jetzt wissen sollten:

Wie lang darf ein Variablenname maximal sein?



Abb. 13-1: Antwortfeld

Welche einfachen Datentypen gibt es?



Abb. 13-2: Antwortfeld

Wo werden Variablen im SRC-File deklariert?



Abb. 13-3: Antwortfeld

Welche Lebensdauer hat eine in der \$CONFIG.DAT deklarierte Variable?



Abb. 13-4: Antwortfeld

Deklarieren Sie eine Gleitkommazahl mit dem Namen "Value" im DAT-File mit dem Wert 138,74.



Abb. 13-5: Antwortfeld

14 Nutzen von Programmablaufkontrollen

14.1 Übung: Schleifentechniken

Ziel der Übung

Nach dem erfolgreichen Abschluss dieser Übung sind Sie in der Lage folgende Tätigkeiten auszuführen.

- Programmierung von Schleifen in KRL

Voraussetzung

Folgende Voraussetzungen sind nötig zum erfolgreichen Absolvieren dieser Übung:

- Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung

HINWEIS

Vor dem Beginn der Übung muss die Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung erfolgt und dokumentiert sein!

- theoretische Kenntnisse über die Funktionalität der verschiedenen Schleifentechniken beim Programmieren

Aufgabenstellung

1. Duplizieren Sie Ihr Programm **Hauptprogramm** mit dem Namen **Hauptprogram_Schleife**.
2. Ersetzen Sie die *LOOP - ENDLOOP* Schleife durch eine *FOR* oder *WHILE* Schleife
3. Deklarieren Sie hierfür eine Integer Variable als Schleifenzähler.
4. Wiederholen Sie die Schleife 5 mal.
5. Zusätzlich soll es möglich sein, die Abarbeitung vorzeitig zu verlassen. Hierzu verwenden Sie den *\$IN[11]* als Abbruchkriterium.

Fragen

Was Sie jetzt wissen sollten:

Beim Verteiler SWITCH/CASE gibt es noch die „DEFAULT“-Anweisung. Welchen Sinn hat diese „DEFAULT“-Anweisung?

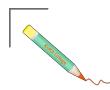


Abb. 14-1: Antwortfeld

Mit welchem Befehl können Sie bei der FOR-Schleife die Schrittweite einstellen?



Abb. 14-2: Antwortfeld

Welche Schleifen können mit dem Befehl „EXIT“ verlassen werden?

**Abb. 14-3: Antwortfeld**

Welcher Teil kann bei einer Verzweigung weggelassen werden? a. IF b. THEN c. ELSE d. ENDIF

**Abb. 14-4: Antwortfeld**

Was ist bei diesem Programmbeispiel falsch?

```

IF $IN[14]==FALSE THEN
    $OUT[12]=TRUE
    GOTO MARKE1
ELSE
    $OUT[12]=FALSE
    GOTO MARKE2
ENDIF
WHILE $IN[17]==TRUE
    SPTP P1
    MARKE1: ...
ENDWHILE
MARKE2: ...
SPTP HOME

```

**Abb. 14-5: Antwortfeld**

15 Arbeiten mit einer übergeordneten Steuerung

15.1 Fragen: Arbeiten an einer übergeordneten Steuerung

Fragen

Was Sie jetzt wissen sollten:

Was ist die Voraussetzung um mit einer SPS zu kommunizieren?

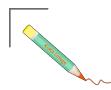


Abb. 15-1: Antwortfeld

Über welches globale Unterprogramm wird die Programmnummer von der SPS übergeben?

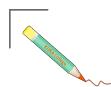


Abb. 15-2: Antwortfeld

Was kann in den "CASEs" der SWITCH CASE Schleife des CELL.SRC Programmes programmiert werden? Was darf/ kann nicht programmiert werden?



Abb. 15-3: Antwortfeld

15.2 Übung: Konfiguration der Automatik Extern Schnittstelle (manuell)

Ziel der Übung

Nach dem erfolgreichen Abschluss dieser Übung sind Sie in der Lage folgende Tätigkeiten auszuführen.

- Gezieltes Einbinden eines Roboterprogramms in den Externen Automatikbetrieb
- Anpassung des „Cell“-Programms
- Konfigurieren der Automatik - Extern Schnittstelle
- Ablauf des Automatik – Extern Betrieb kennen

Aufgabenstellung 1

1. Konfigurieren Sie die Automatik Extern Schnittstelle nach den Vorgaben Ihres Bedienpultes.
 - **Automatik Extern Eingänge**
(>>> "Eingänge" Seite 96)
 - **Automatik Extern Ausgänge**
(>>> "Ausgänge" Seite 97)
2. Prüfen Sie ob der Roboter sich ohne Inbetriebnahmemodus verfahren lässt.
Die Fehlermeldung im Meldungsfenster "NOT-Halt extern" sollte bei nicht gedrückten NOT-HALT Taster verschwinden.



College Zelle: Die Betriebsarten müssen über die Automatik extern Schnittstelle an die übergeordnete sichere Steuerung gesendet werden. Wird keine Betriebsart an das übergeordnete sichere Steuerung gesendet, wird von dieser ein NOT-HALT ausgelöst. Steht die Betriebsart T2 an und ist die Schutztür geöffnet oder nicht quittiert, wird ein NOT-HALT ausgelöst.

Aufgabenstellung 2

1. Erweitern Sie Ihr Cell-Programm um 3 beliebige Module, deren Funktion Sie vorher sichergestellt haben.
2. Erstellen Sie hierzu kleine Testprogramme, welche als Unterprogramme mit eingebunden werden können.
Teachen Sie bei Bedarf auch die Home-Position des Roboters.
3. Testen Sie Ihre Programme in den Betriebsarten T1, T2 und Automatik. Hierbei sind die unterwiesenen Sicherheitsvorschriften zu beachten.
4. Simulieren Sie per Taster die Funktionalität der SPS-Steuerung.
(>>> "PAP für das Testen der Automatik Extern Schnittstelle an der College Zelle" Seite 98)

College Bedienpult

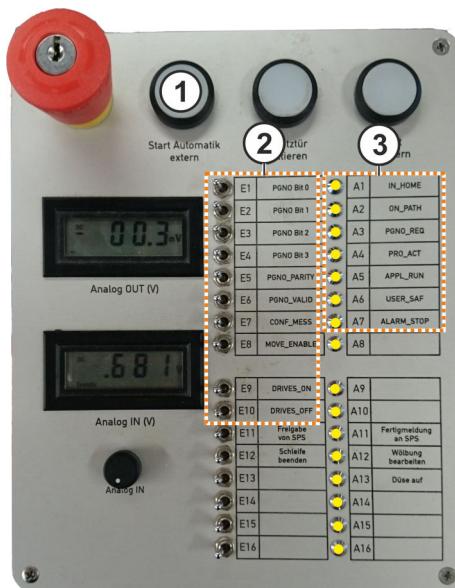


Abb. 15-4: College Bedienpult

Pos	Signal	Beschreibung
1	E17	Start Automatik Extern
2 "SPS" Ein-gänge	E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7 E8 E9 E10	PGNO Bit 0 PGNO Bit 1 PGNO Bit 2 PGNO Bit 3 PGNO_PARITY PGNO_VALID CONF_MESS MOVE_ENABLE DRIVES_ON DRIVES_OFF
3 "SPS" Aus-gänge	A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7	IN_HOME ON_PATH PGNO_REQ PRO_ACT APPL_RUN USER_SAF ALARM_STOP

Eingänge

Um mit dem Bedienpanel die SPS simulieren zu können, sind folgende Änderungen (fett gedruckt) in der Automatik Extern Konfiguration vorzunehmen.

Bezeichnung	Name	Wert
Typ Programm Nr.	PGNO_TYPE	1
Programmnummernspiegelung	REFLECT_PROG_NR	0

Bezeichnung	Name	Wert
Bitbreite Programm Nr.	PGNO_LENGTH	4
Erstes Bit Programm Nr.	PGNO_FBIT	1
Paritätsbit	PGNO_PARITY	5
Programm Nr. gültig	PGNO_VALID	6
Programmstart	\$EXT_START	17
Fahr freigabe	\$MOVE_ENABLE	8
Fehlerquittierung	\$CONF_MESS	7
Antriebe aus (invers)	\$DIRVES_OFF	10
Antriebe ein	\$DRIVES_ON	9
Schnittstelle aktivieren	\$I_O_ACT	1025

Ausgänge

Um mit dem Bedienpanel die SPS simulieren zu können, sind folgende Änderungen (fett gedruckt) in der Automatik Extern Konfiguration vorzunehmen.

Bezeichnung	Name	Wert
Steuerung bereit	\$RC_RDY1	137
Notauskreis geschlossen	\$ALARM_STOP	7
Bediener schutz geschlossen	\$USER_SAF	6
Antriebe bereit	\$PERI_RDY	1012
Roboter justiert	\$ROB_CAL	1001
Schnittstelle aktiv	\$I_O_ACTCONF	140
Sammelstörung	\$STOPMESS	1010
Erstes Bit für Programmspiegelung	\$PGNO_FBIT_REF	999
Interner NOT-HALT	\$ALARM_STOP	1002

Bezeichnung	Name	Wert
Programm aktiv	\$PRO_ACT	4
Programm Nr. Anforderung	PGNO_REQ	3
Applikation läuft	APPL_RUN	5
Programmbewegung aktiv	\$PRO_MOVE	1022

Bezeichnung	Name	Wert
In Home-Position	\$IN_HOME	1
1. Home-Position	\$IN_HOME1	
2. Home-Position	\$IN_HOME2	
3. Home-Position	\$IN_HOME3	
4. Home-Position	\$IN_HOME4	
5- Home-Position	\$IN_HOME5	
Roboter auf der Bahn	\$ON_PATH	2
Roboter nahe der Bahn	\$NEAR_POSRET	147
Roboter nicht in Bewegung	\$ROB_STOPPED	1023

Bezeichnung	Name	Wert
Test1-Betrieb	\$T1	21
Test2-Betrieb	\$T2	22
Automatik-Betrieb	\$AUT	23
Automatik-Extern-Betrieb	\$EXT	24

PAP für das Testen der Automatik Extern Schnittstelle an der College Zelle



Abb. 15-5: PAP - Automatik Extern, College Zelle

16 Anhang

16.1 Übersicht Werkzeug- und Basissysteme

Beschreibung

- Die folgende Werkzeug- und Basisauflistung wird für die modulare und mobile Schulungszelle des KUKA College verwendet.
- Je nach Ausstattung und Schulungsstätte kann diese jedoch variieren.

Nr.	Tool	Nr.	Base
0	\$NULLFRAME	0	\$NULLFRAME
1		1	
2	Greifer_Neu	2	Blau_Palette
3	Stift_Groß	3	Orange_Bahn
4	Schild_Wst	4	Duese_Extern
5		5	Palette_Indirekt
6		6	Schweissteil_Indirekt
7		7	Splineblock_Lang
8		8	
9		9	
10		10	
11		11	
12	D_Crimping_Roll	12	
13	D_Panel_Ext_3D	13	D_Blue_Base_Pallet
14	D_Gripper	14	D_Orange_Base_Spline
15	D_Panel	15	Red_Base_Straight
16	D_Pen165	16	D_Glue_Nozzle
		17	D_Pos_A_3D
		18	D_Pos_B_3D
		19	D_Crimping_Roll
		20	D_Spline
		...	

16.2 KUKA College: Lastdaten/Offsetwerte für Werkzeuge/Werkstücke

Beschreibung

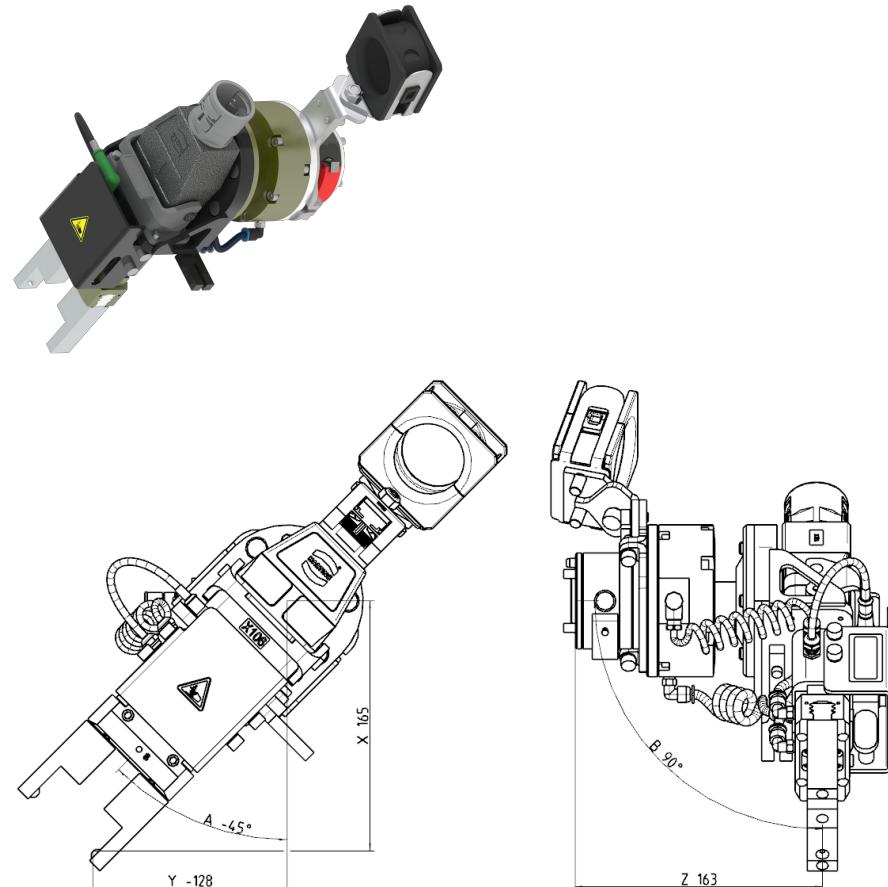
- Abhängig vom Schulungsort kann die verwendete Roboterzelle in Größe als auch von den verwendeten Komponenten unterschiedlich sein.
- Insbesondere bei der Vermessung von Werkzeugen und Werkstücken ist es wichtig, die richtigen Lastdaten zu verwenden.
- In den nachfolgenden Abschnitten sind alle eingesetzten Varianten der KUKA-Colleges aufgeführt.
- Zum Redaktionsschluss waren noch nicht alle Lastdaten vorhanden.

- Tragen Sie die für das Training notwendigen Lastdaten in die vorgesehenen Tabellen ein und verwenden Sie diese für Ihre Übungen. Diese bekommen Sie von Ihrem Trainer/-in.

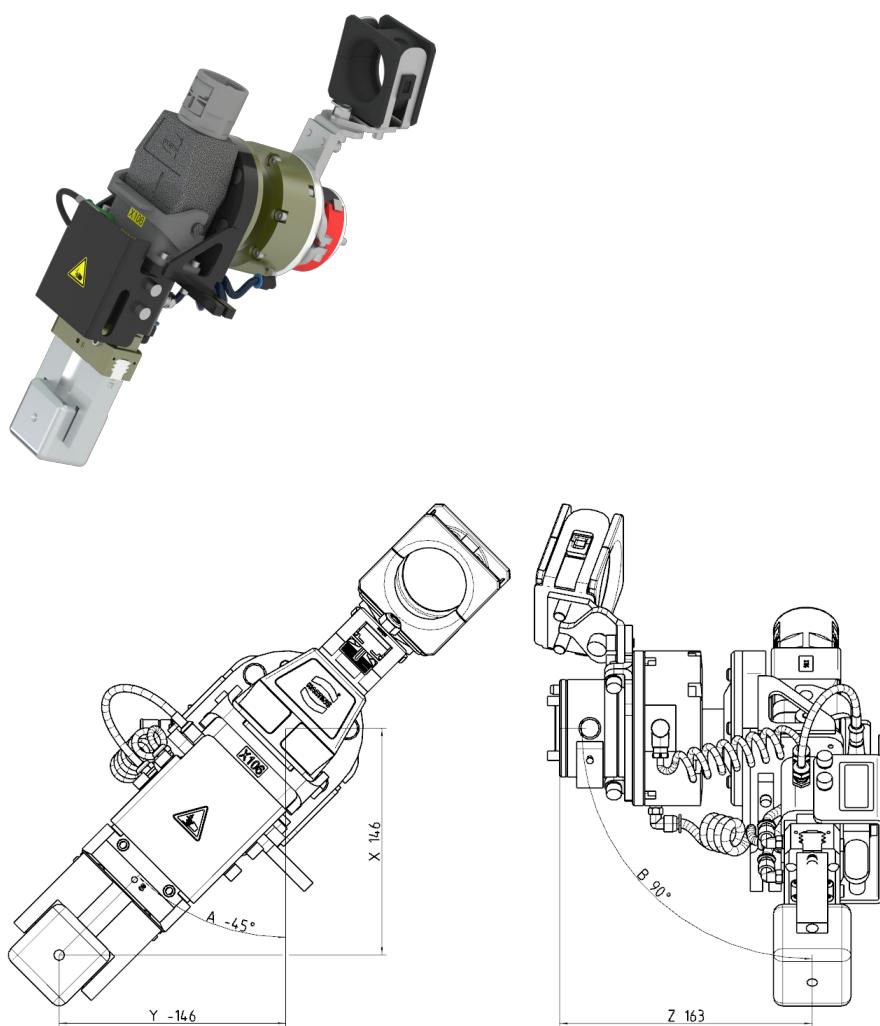
16.2.1 Greifer am KR 16, Griffweite 50mm

Beschreibung

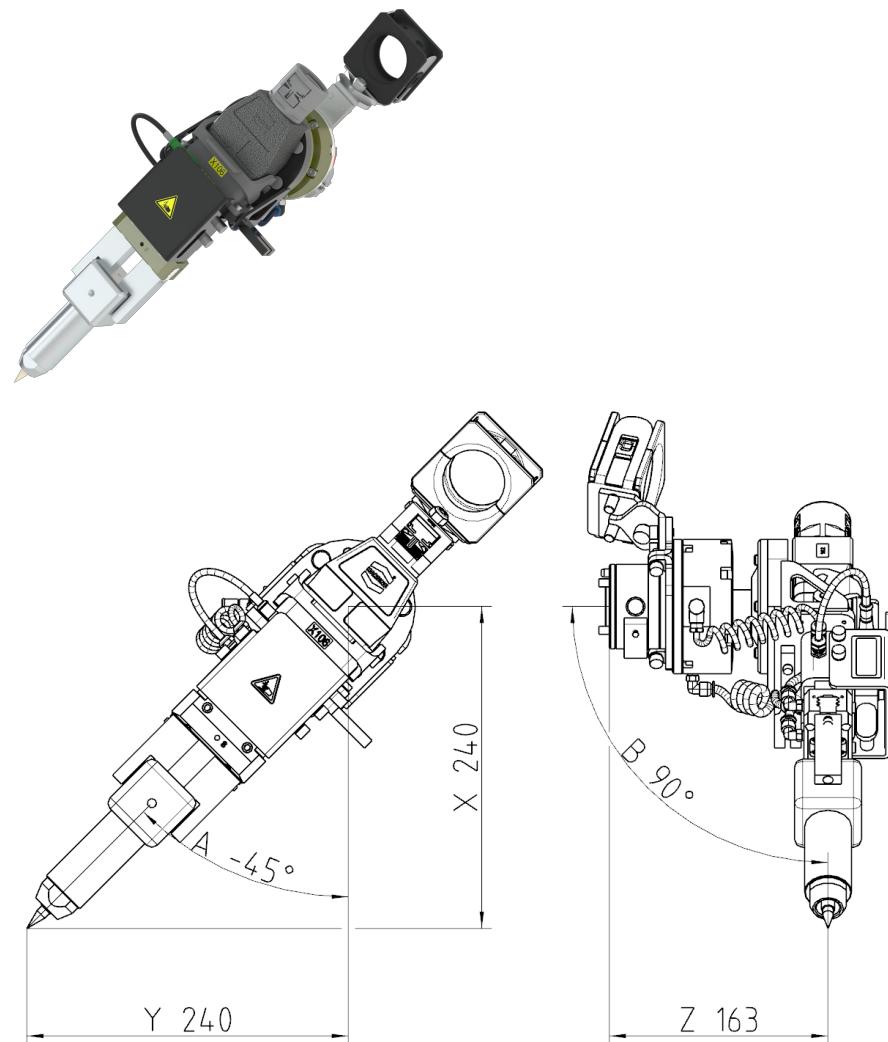
Greifer leer



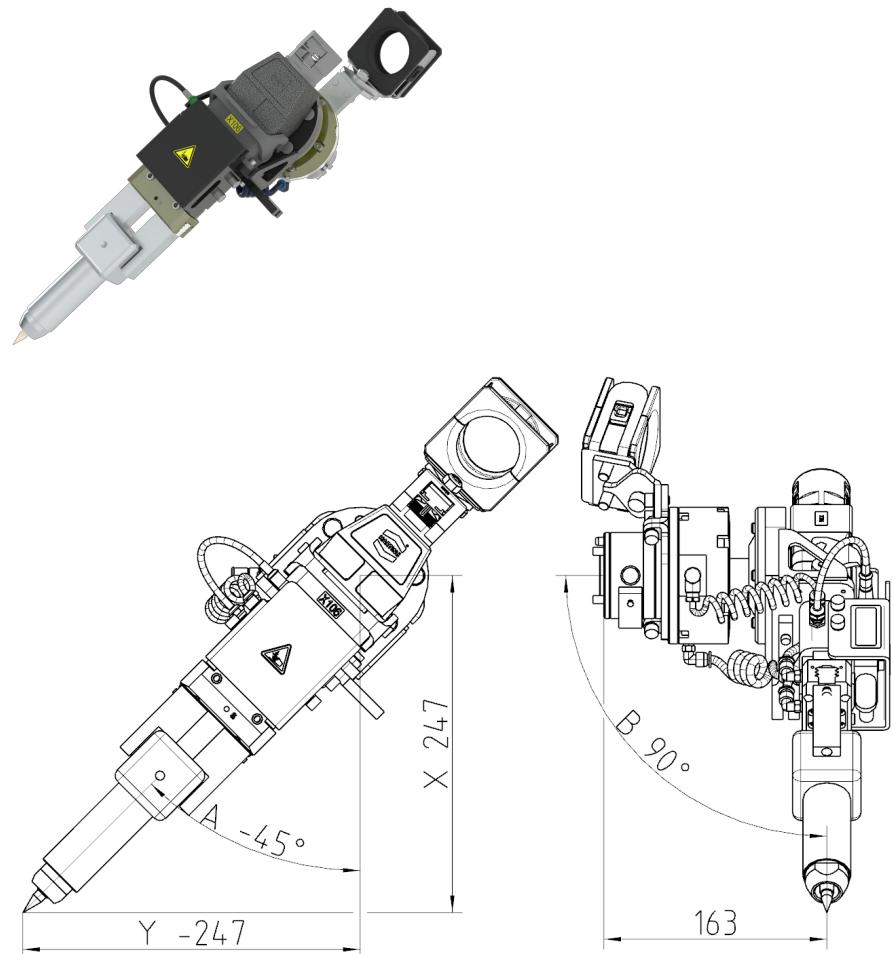
Masse [kg]	6.78				
X [mm]	13.62	A		$I_x \text{ [kgmm}^2\text{]}$	0.04
Y [mm]	-13.10	B		$I_y \text{ [kgmm}^2\text{]}$	0.04
Z [mm]	108.13	C		$I_z \text{ [kgmm}^2\text{]}$	0.04

Greifer mit Würfel

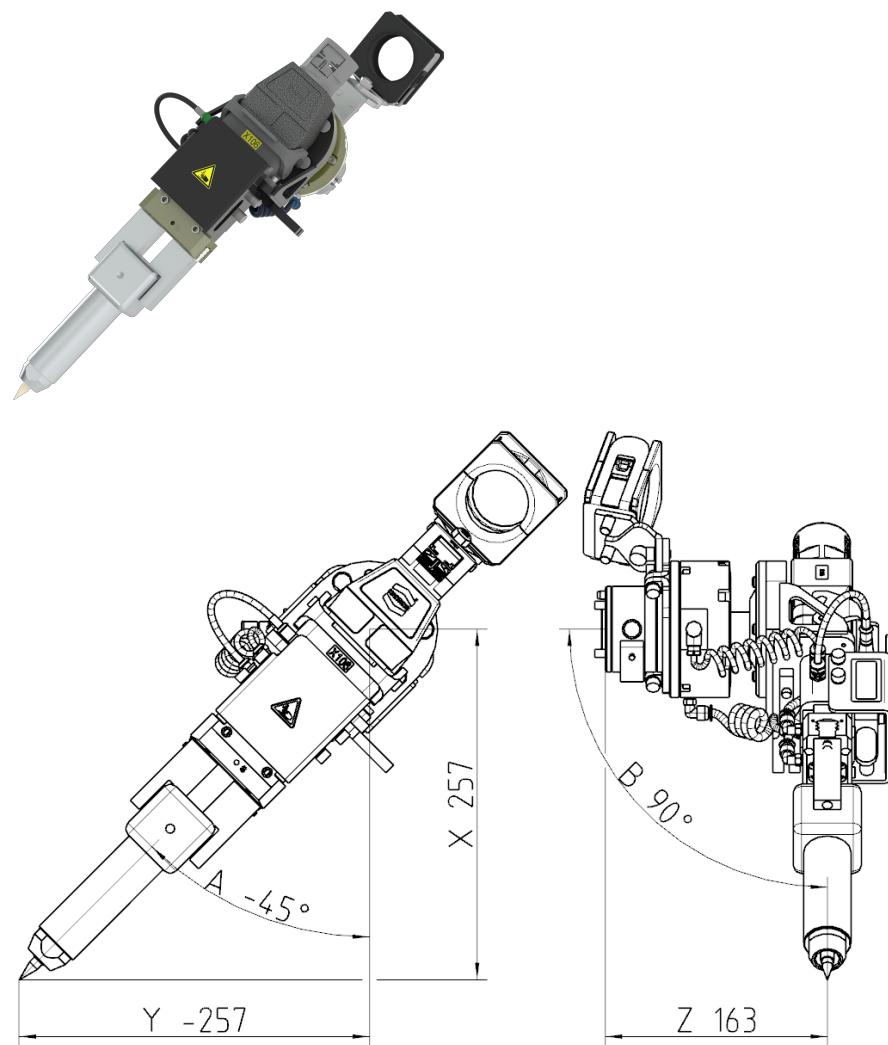
Masse [kg]	7.10				
X [mm]	19.69	A		$I_x [\text{kgmm}^2]$	0.05
Y [mm]	-19.20	B		$I_y [\text{kgmm}^2]$	0.05
Z [mm]	110.64	C		$I_z [\text{kgmm}^2]$	0.05

Greifer mit kurzem Stift

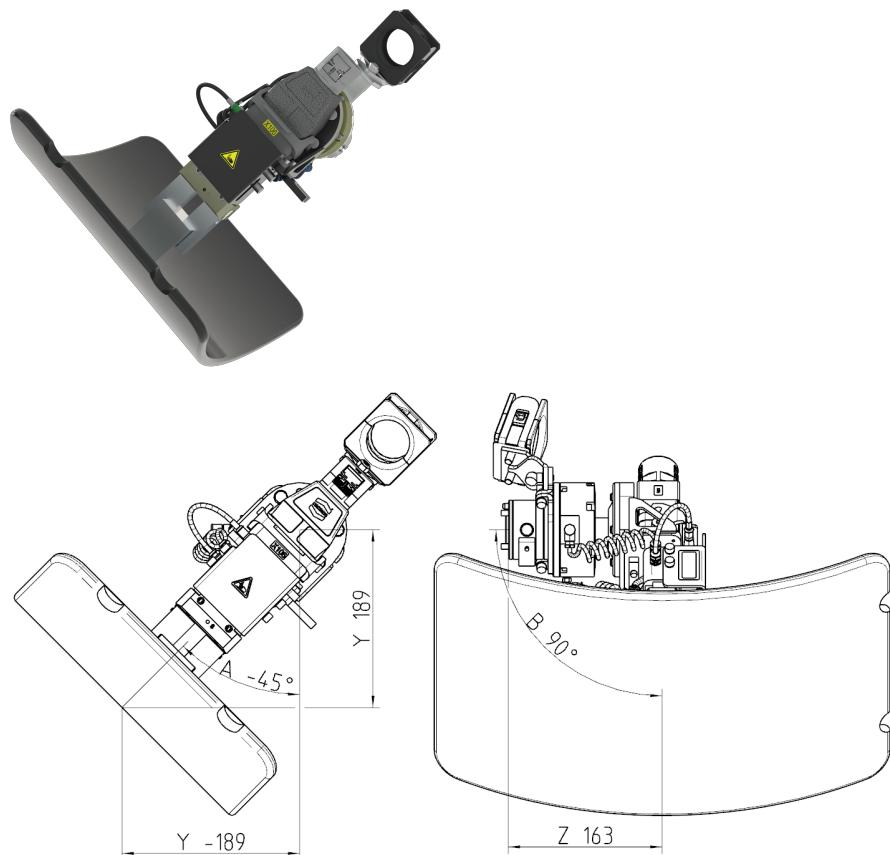
Masse [kg]	7.26				
X [mm]	23.49	A		I_x [kgmm ²]	0.06
Y [mm]	-23.01	B		I_y [kgmm ²]	0.06
Z [mm]	111.78	C		I_z [kgmm ²]	0.06

Greifer mit mittellangem Stift

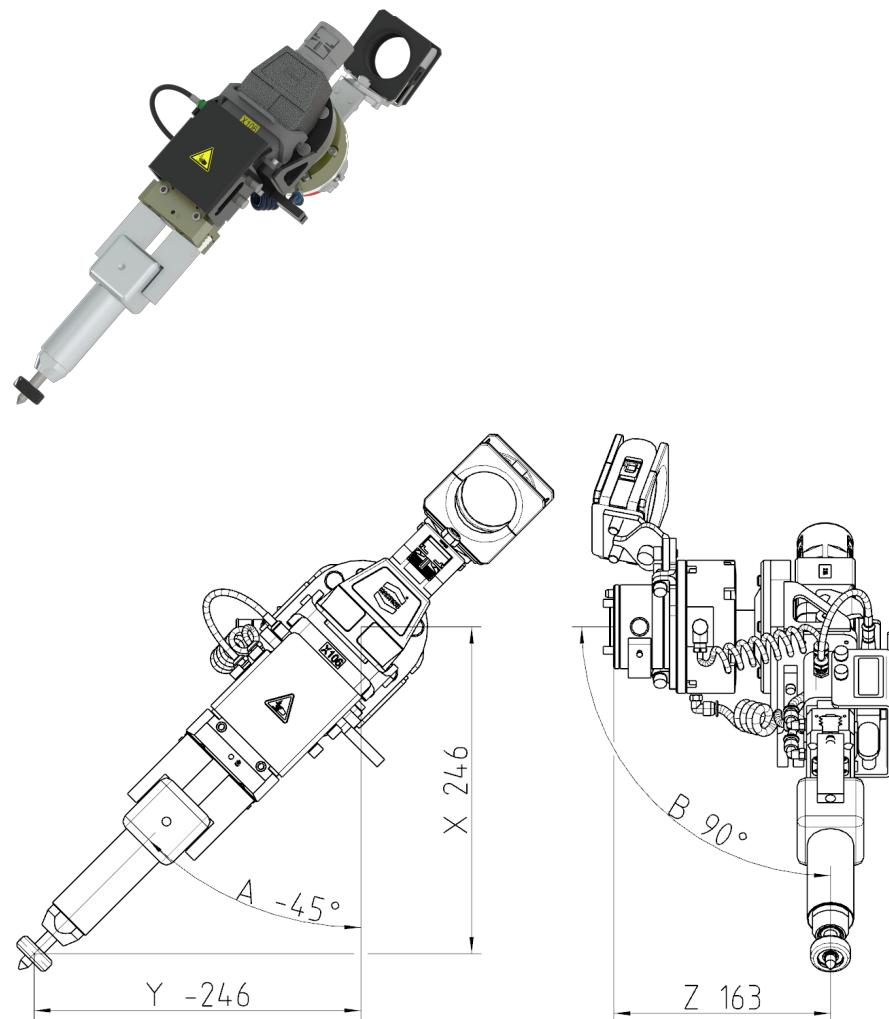
Masse [kg]	7.28				
X [mm]	24.07	A		I _x [kgmm ²]	0.06
Y [mm]	-23.59	B		I _y [kgmm ²]	0.06
Z [mm]	111.93	C		I _z [kgmm ²]	0.05

Greifer mit langem Stift

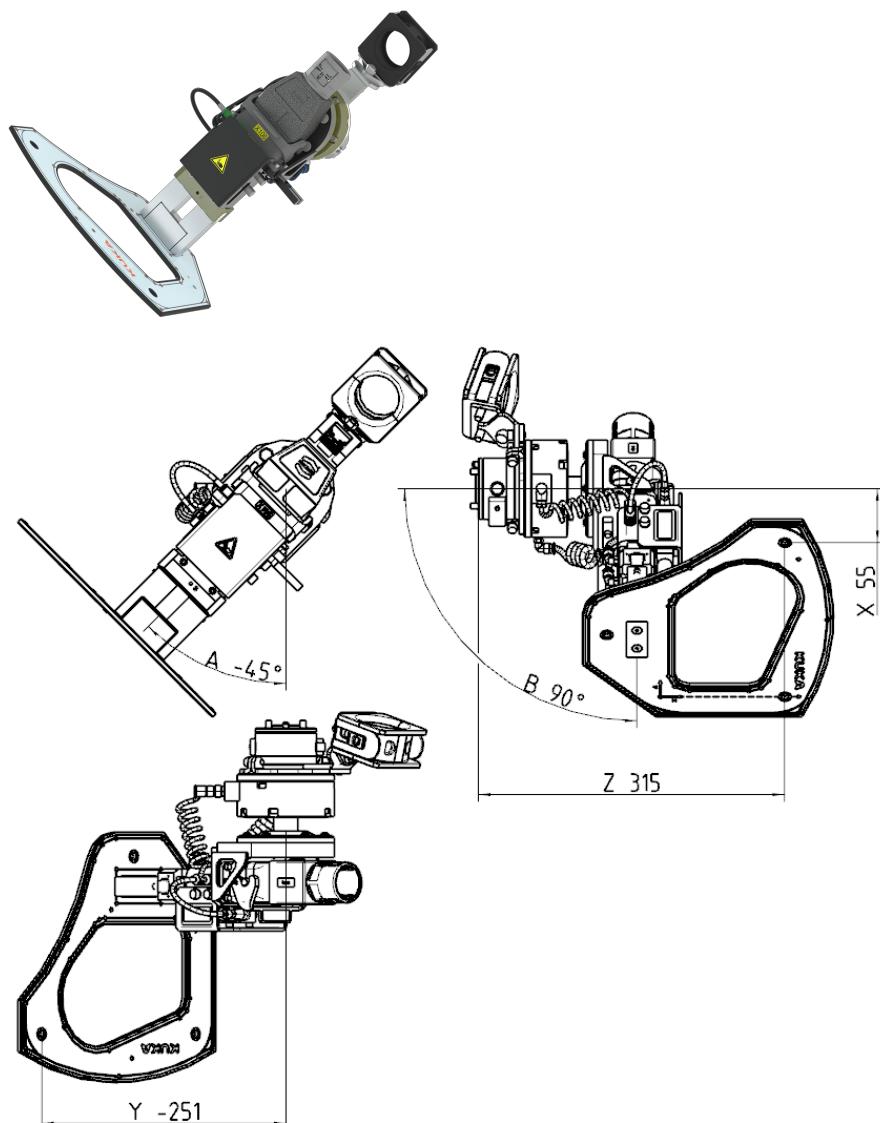
Masse [kg]	7.32				
X [mm]	25.10	A		$I_x [\text{kgmm}^2]$	0.06
Y [mm]	-24.62	B		$I_y [\text{kgmm}^2]$	0.06
Z [mm]	112.20	C		$I_z [\text{kgmm}^2]$	0.07

Greifer mit Schild

Masse [kg]	9.80				
X [mm]	60.52	A		I _x [kgmm ²]	0.16
Y [mm]	-60.16	B		I _y [kgmm ²]	0.16
Z [mm]	124.81	C		I _z [kgmm ²]	0.16

Greifer mit Falzrolle

Masse [kg]	7.47				
X [mm]	28.63	A		$I_x \text{ [kgmm}^2\text{]}$	0.06
Y [mm]	-28.16	B		$I_y \text{ [kgmm}^2\text{]}$	0.06
Z [mm]	113.21	C		$I_z \text{ [kgmm}^2\text{]}$	0.08

Greifer mit "Bediener PRO" Schild

Masse [kg]	8.38				
X [mm]	38.85	A		I_x [kgmm ²]	0.11
Y [mm]	-41.20	B		I_y [kgmm ²]	0.10
Z [mm]	133.20	C		I_z [kgmm ²]	0.10

Ventilinsel

Zusatzauslast an Achse 3



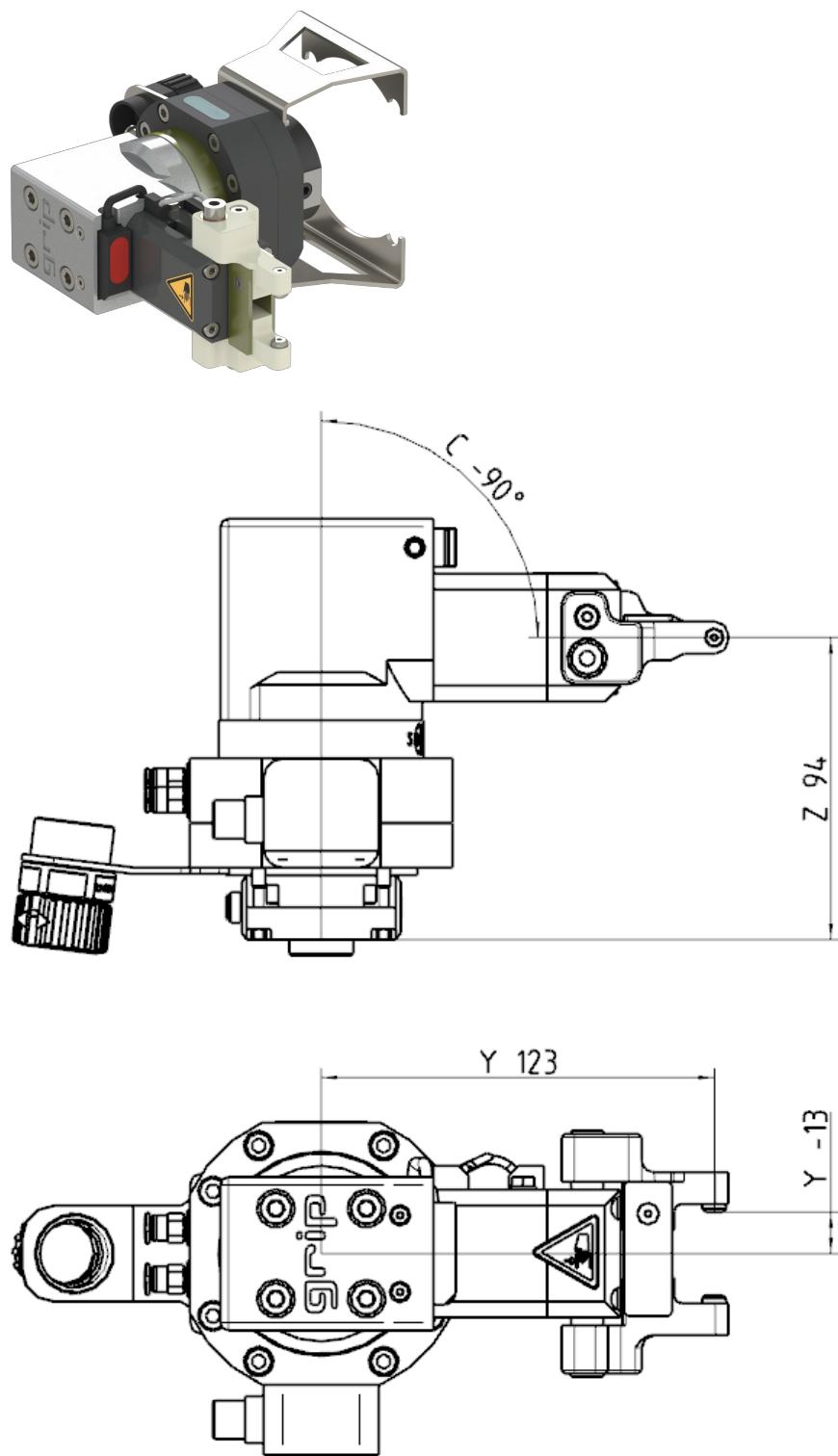
Masse [kg]	9.34				
X [mm]	-249.33	A		I_x [kgmm ²]	0.97

Y [mm]	17.37	B		ly [kgmm ²]	1.55
Z [mm]	-619.02	C		lz [kgmm ²]	0.63

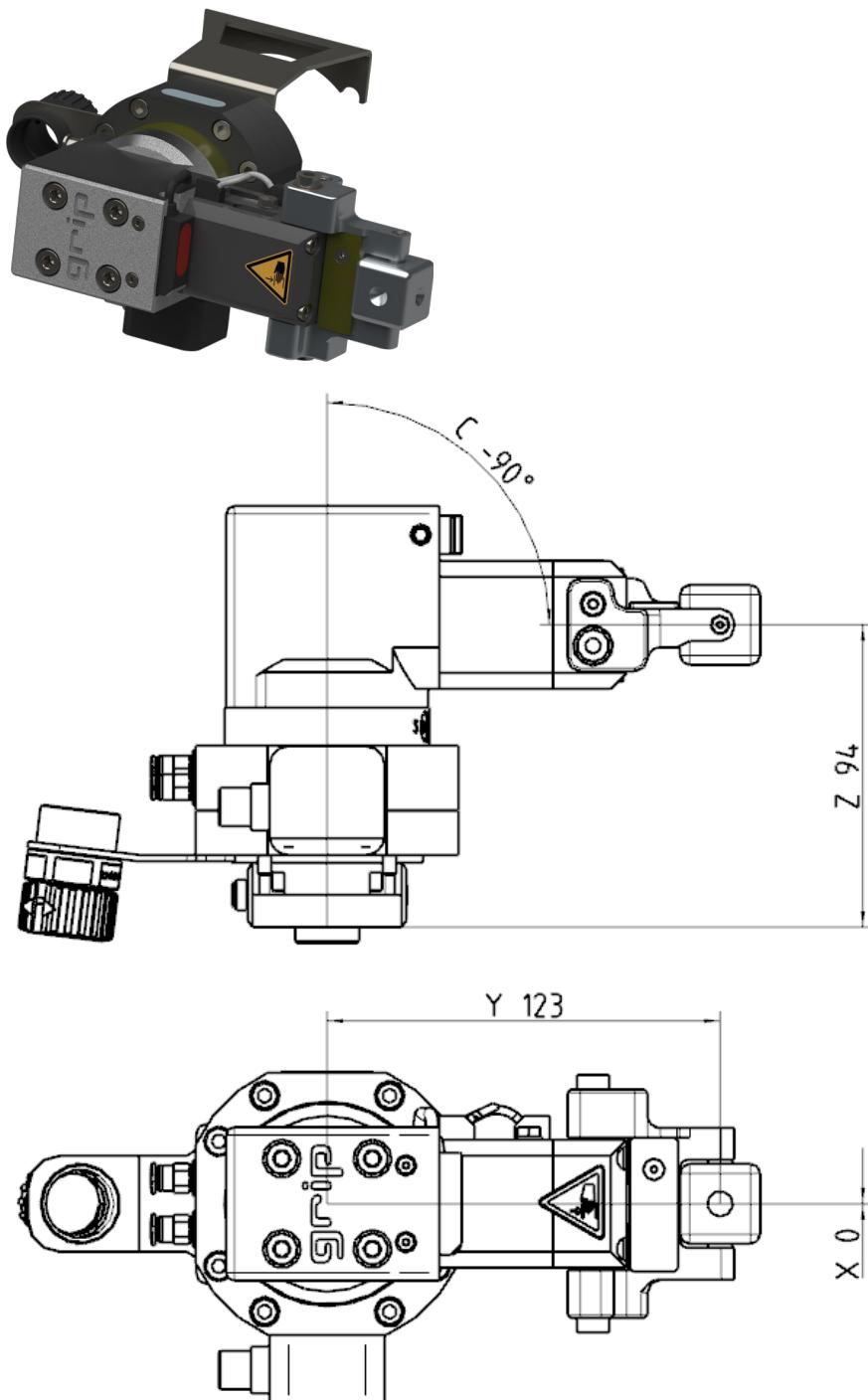
16.2.2 Greifer am Agilus 2, Griffweite 25mm

Beschreibung

Greifer, leer

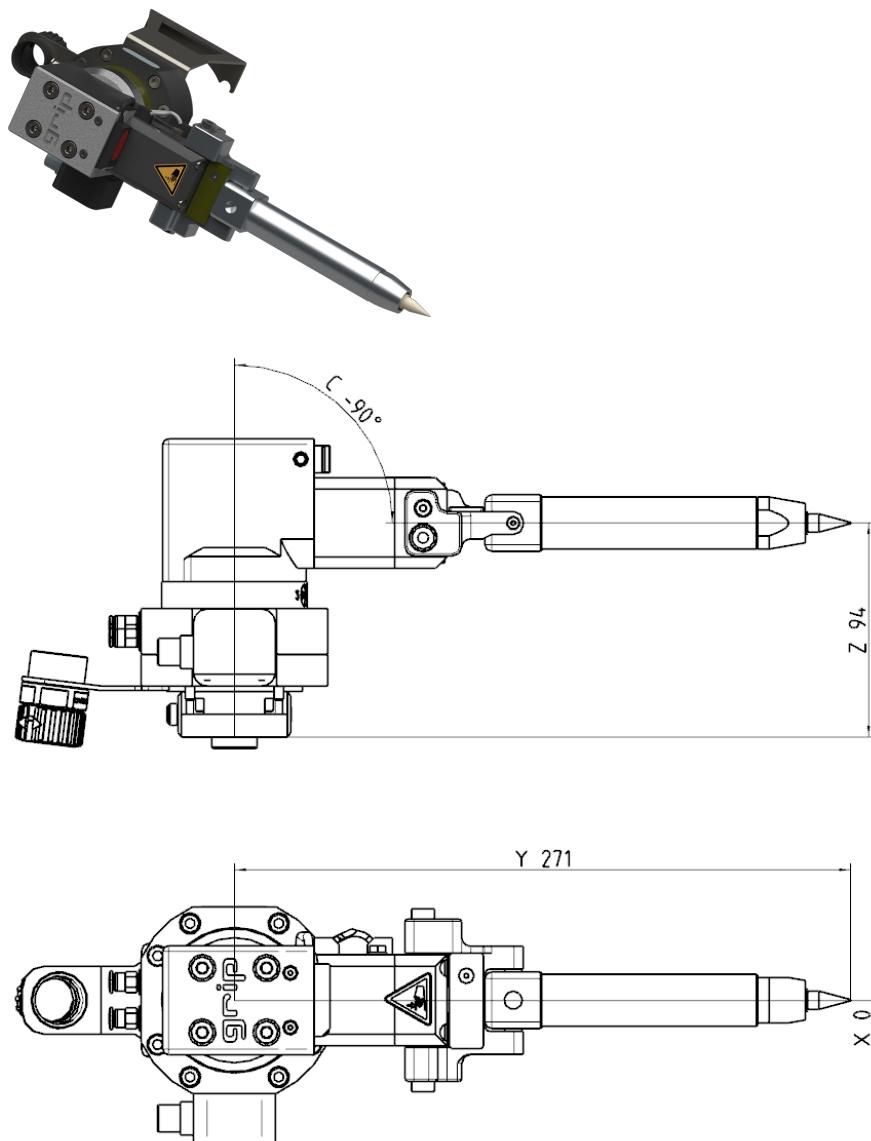


Masse [kg]	2.00				
X [mm]	1.82	A		I _x [kgmm ²]	0.01
Y [mm]	13.08	B		I _y [kgmm ²]	0.00
Z [mm]	54.65	C		I _z [kgmm ²]	0.00

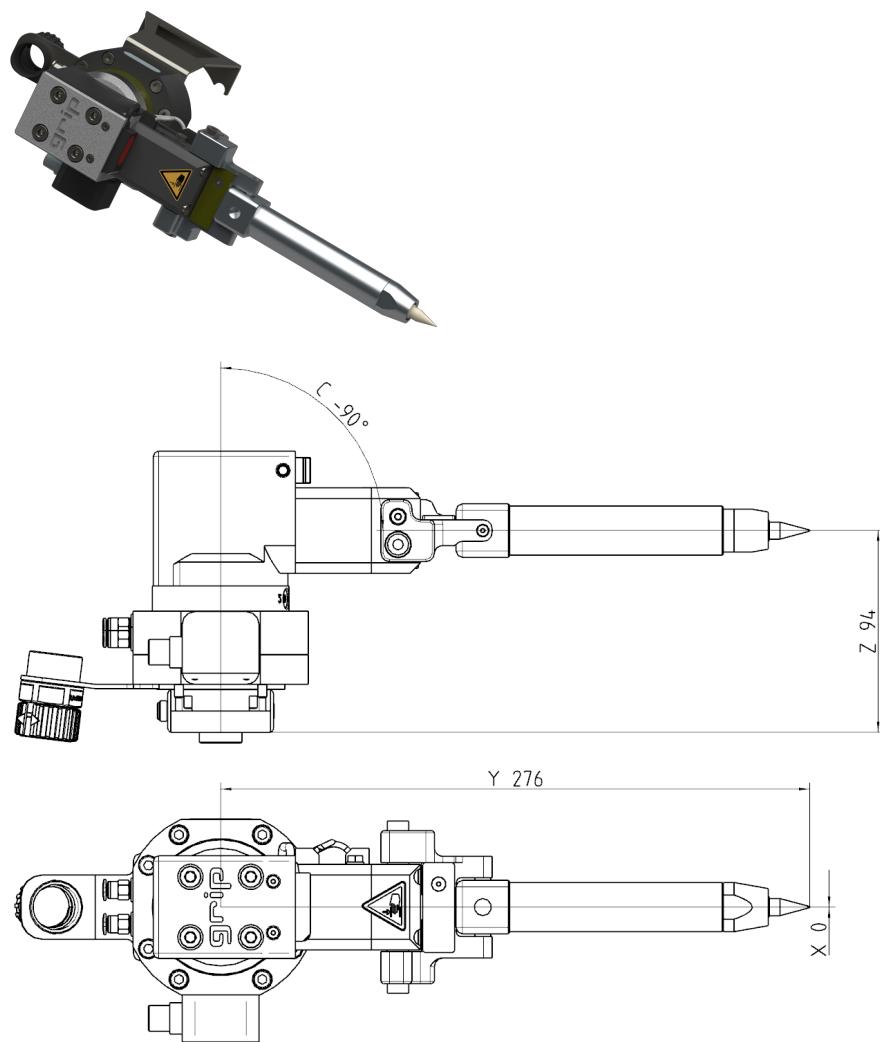
Greifer mit Würfel

Masse [kg]	2.04				
X [mm]	1.79	A		I _x [kgmm ²]	0.01
Y [mm]	15.21	B		I _y [kgmm ²]	0.00

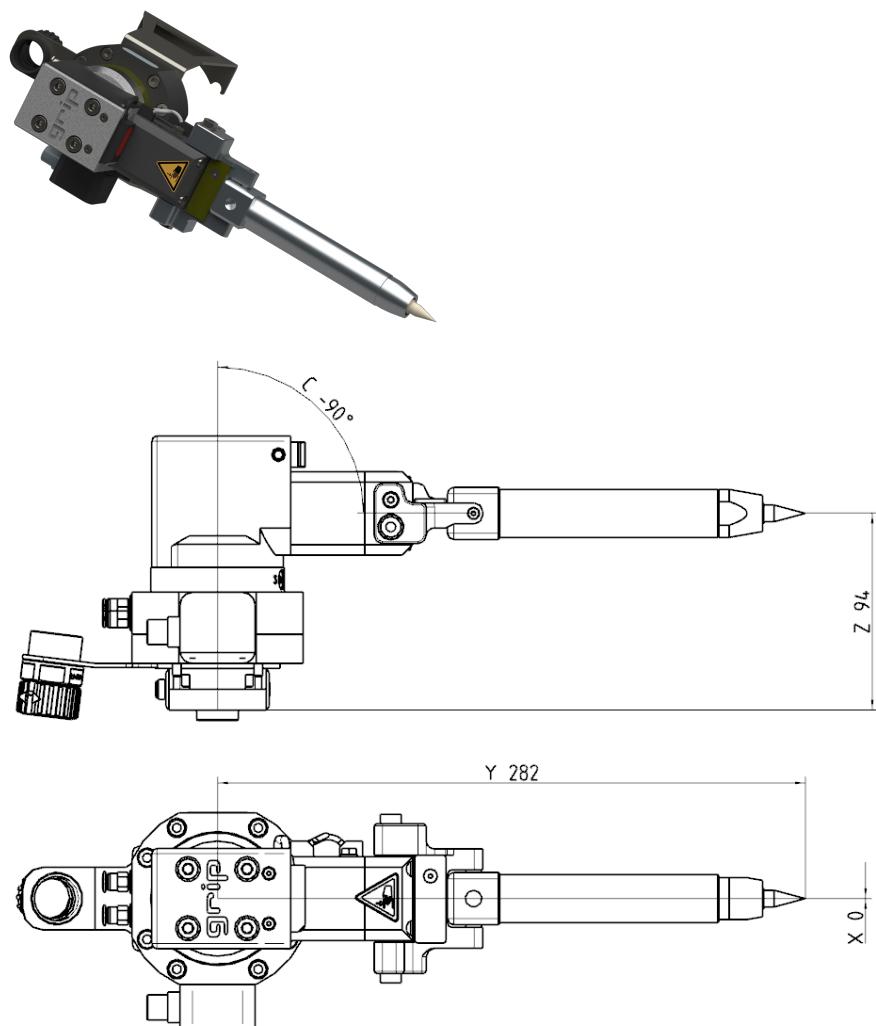
Z [mm]	55.43	C		Iz [kgmm ²]	0.00
--------	-------	---	--	-------------------------	------

Greifer mit Stift "kurz"

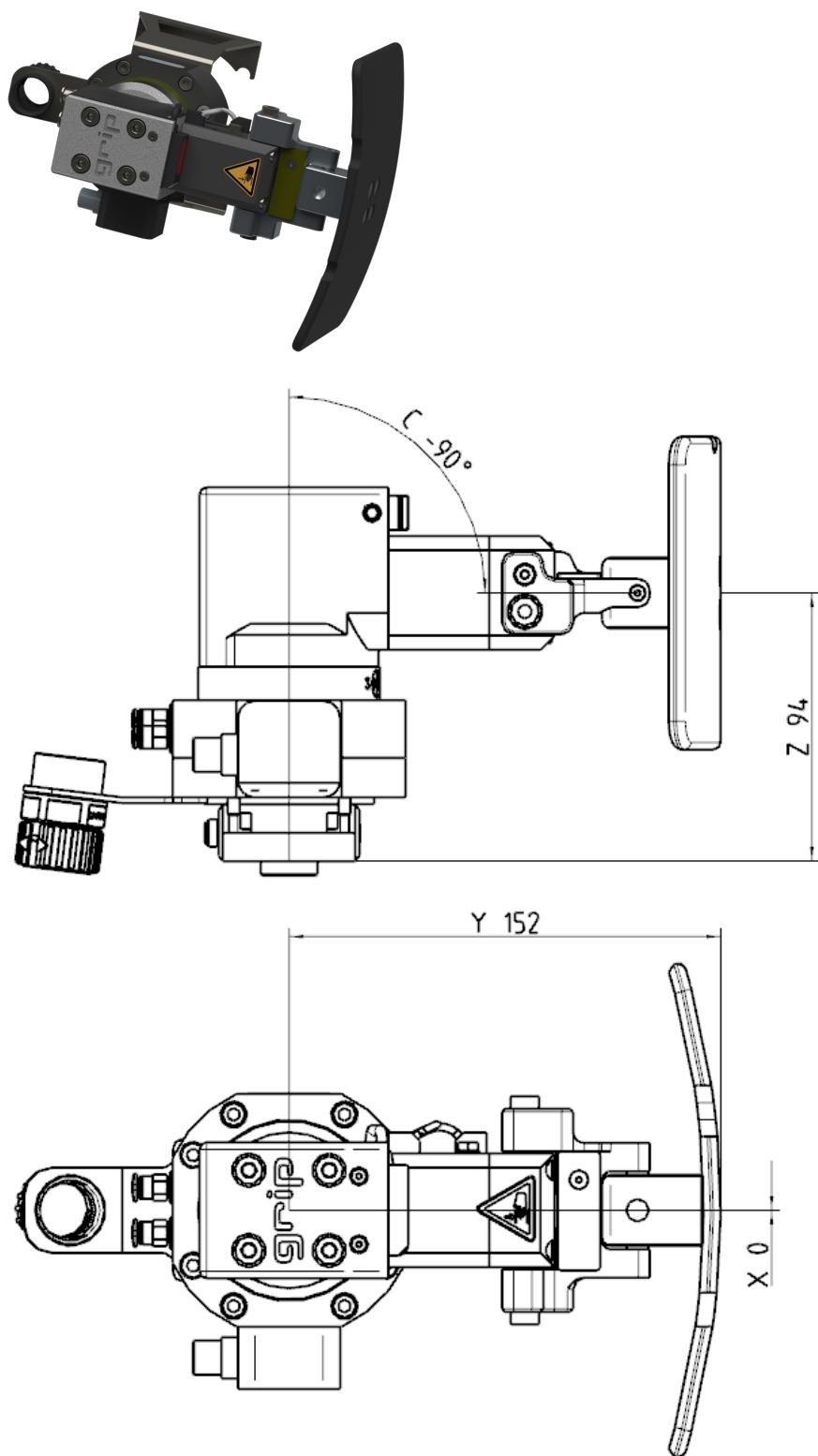
Masse [kg]	2.09				
X [mm]	1.74	A		Ix [kgmm ²]	0.01
Y [mm]	20.49	B		Iy [kgmm ²]	0.00
Z [mm]	56.51	C		Iz [kgmm ²]	0.01

Greifer mit Stift "mittel"

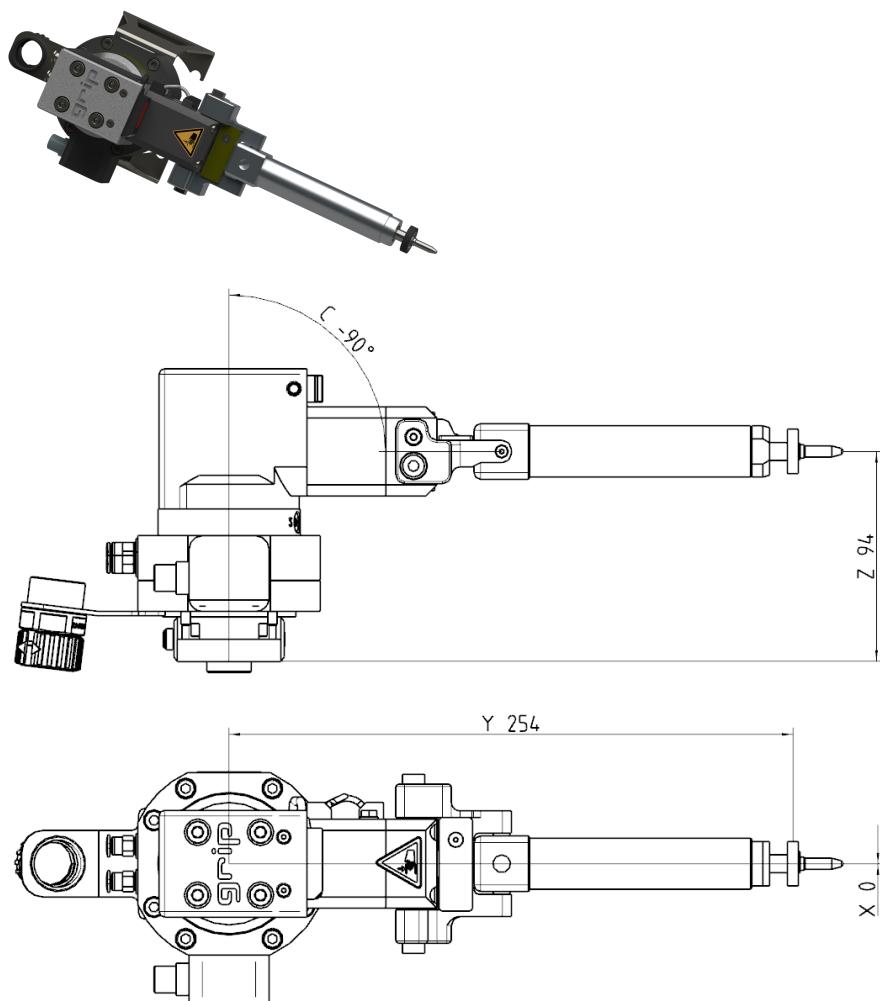
Masse [kg]	2.10				
X [mm]	1.73	A		I_x [kgmm ²]	0.01
Y [mm]	20.94	B		I_y [kgmm ²]	0.00
Z [mm]	56.61	C		I_z [kgmm ²]	0.01

Greifer mit Stift "lang"

Masse [kg]	2.10				
X [mm]	1.73	A		I _x [kgmm ²]	0.01
Y [mm]	21.40	B		I _y [kgmm ²]	0.00
Z [mm]	56.71	C		I _z [kgmm ²]	0.01

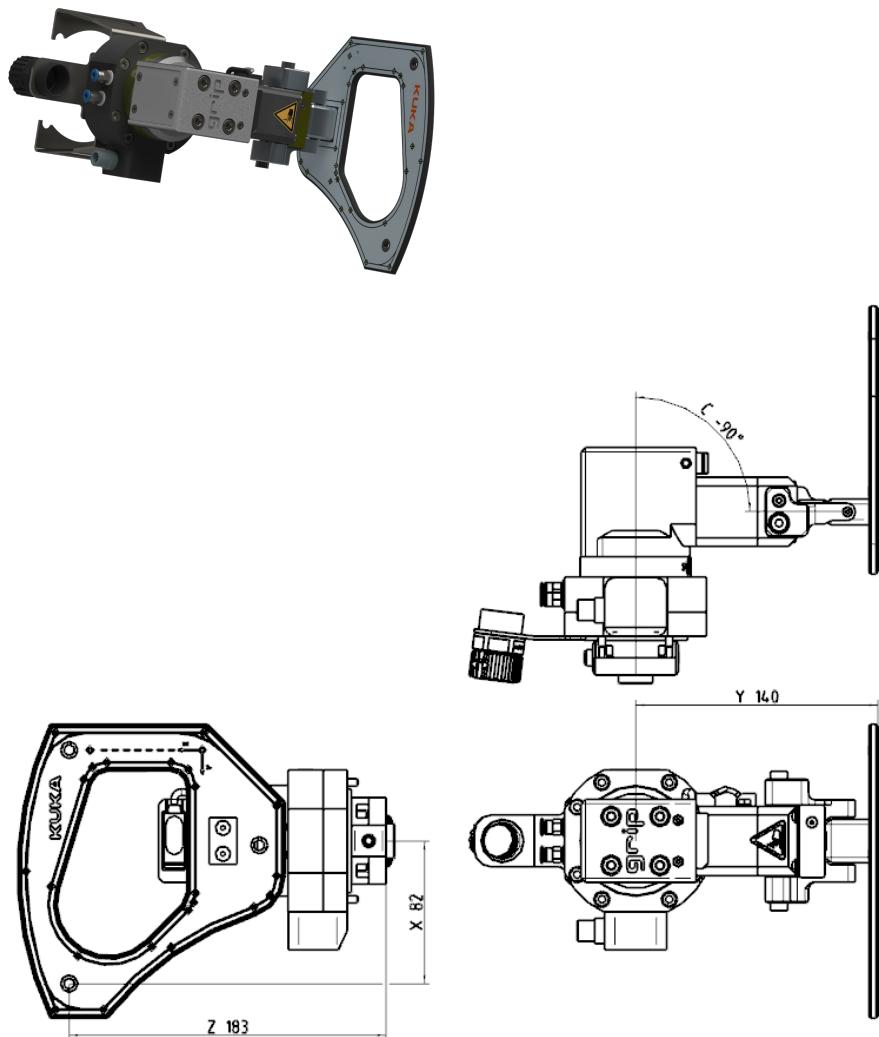
Greifer mit Schild

Masse [kg]	2.20				
X [mm]	1.67	A		I_x [kgmm ²]	0.01
Y [mm]	24.75	B		I_y [kgmm ²]	0.00
Z [mm]	58.28	C		I_z [kgmm ²]	0.01

Greifer mit Rollenwerkzeug

Masse [kg]	2.18				
X [mm]	1.67	A		I _x [kgmm ²]	0.00
Y [mm]	27.45	B		I _y [kgmm ²]	0.00
Z [mm]	58.02	C		I _z [kgmm ²]	0.01

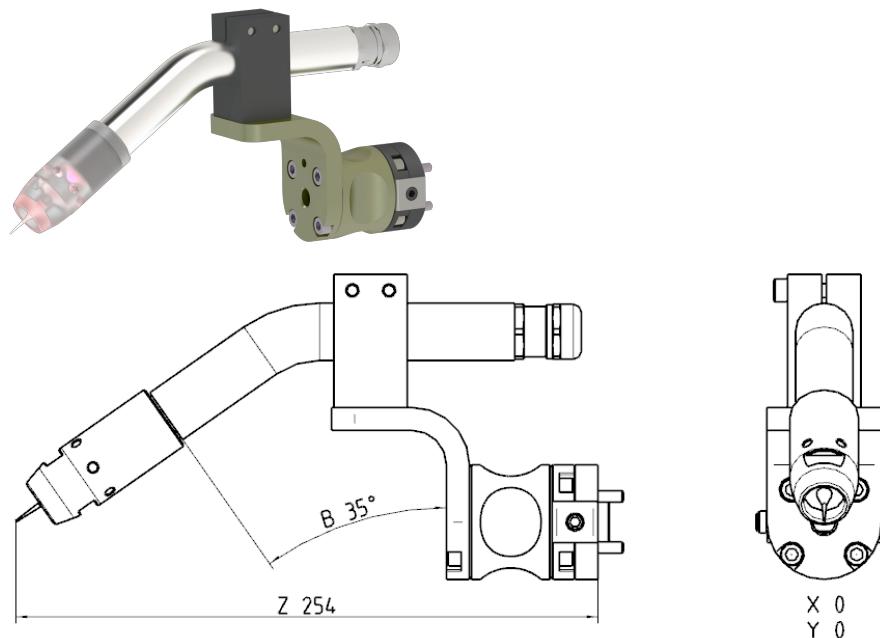
Greifer mit "Bediener Pro" Schild



Masse [kg]	2.55				
X [mm]	2.84	A		I_x [kgmm ²]	0.00
Y [mm]	40.18	B		I_y [kgmm ²]	0.00
Z [mm]	72.93	C		I_z [kgmm ²]	0.00

16.2.3 Schweißbrenner (Standard)

Beschreibung

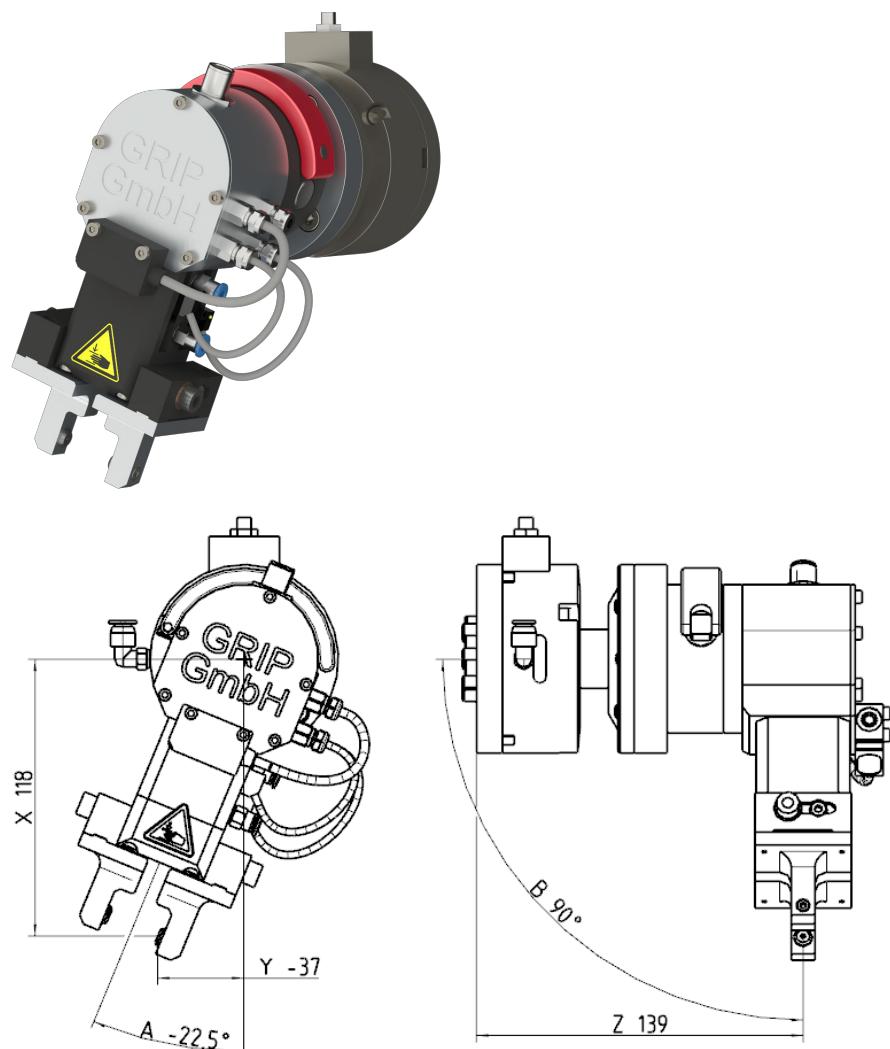


Masse [kg]	0.85				
X [mm]	-38.60	A		I _x [kgmm ²]	0.00
Y [mm]	-0.17	B		I _y [kgmm ²]	0.00
Z [mm]	71.90	C		I _z [kgmm ²]	0.00

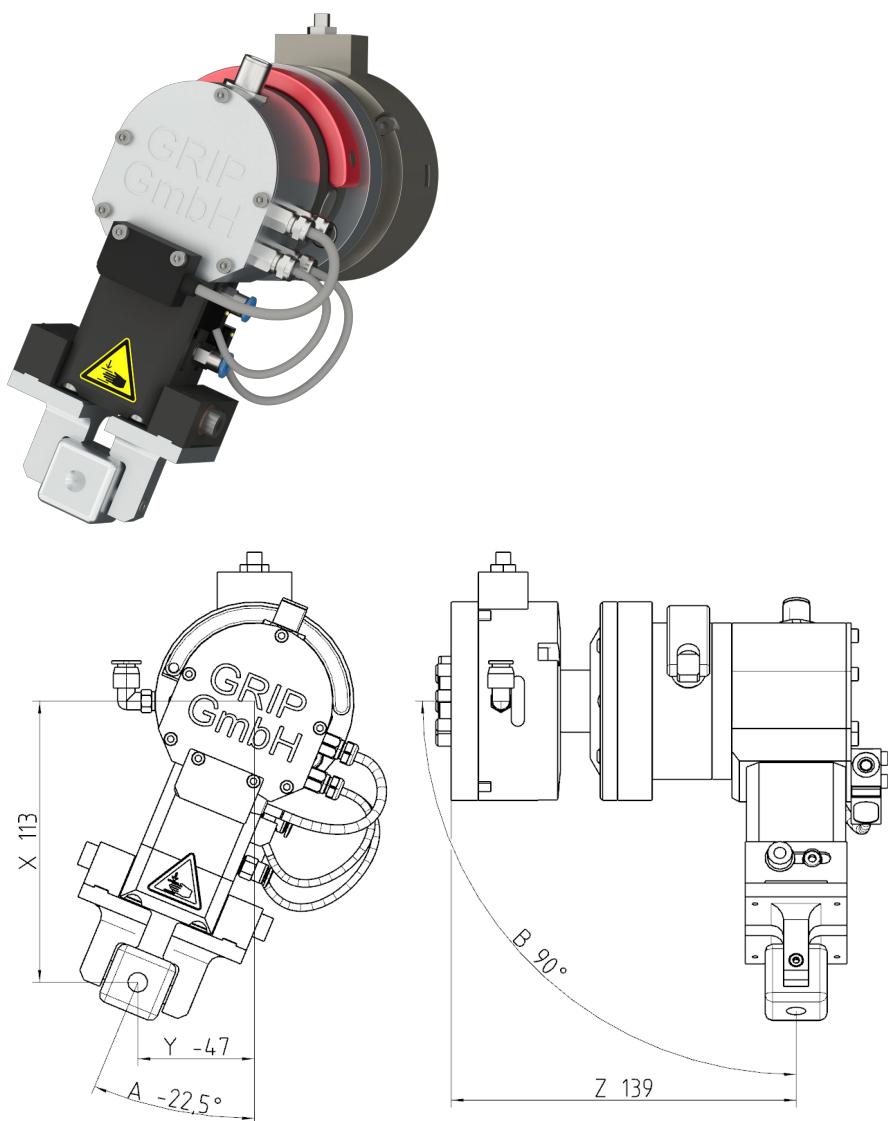
16.2.4 Greifer am Agilus 1, Griffweite 25mm

Beschreibung

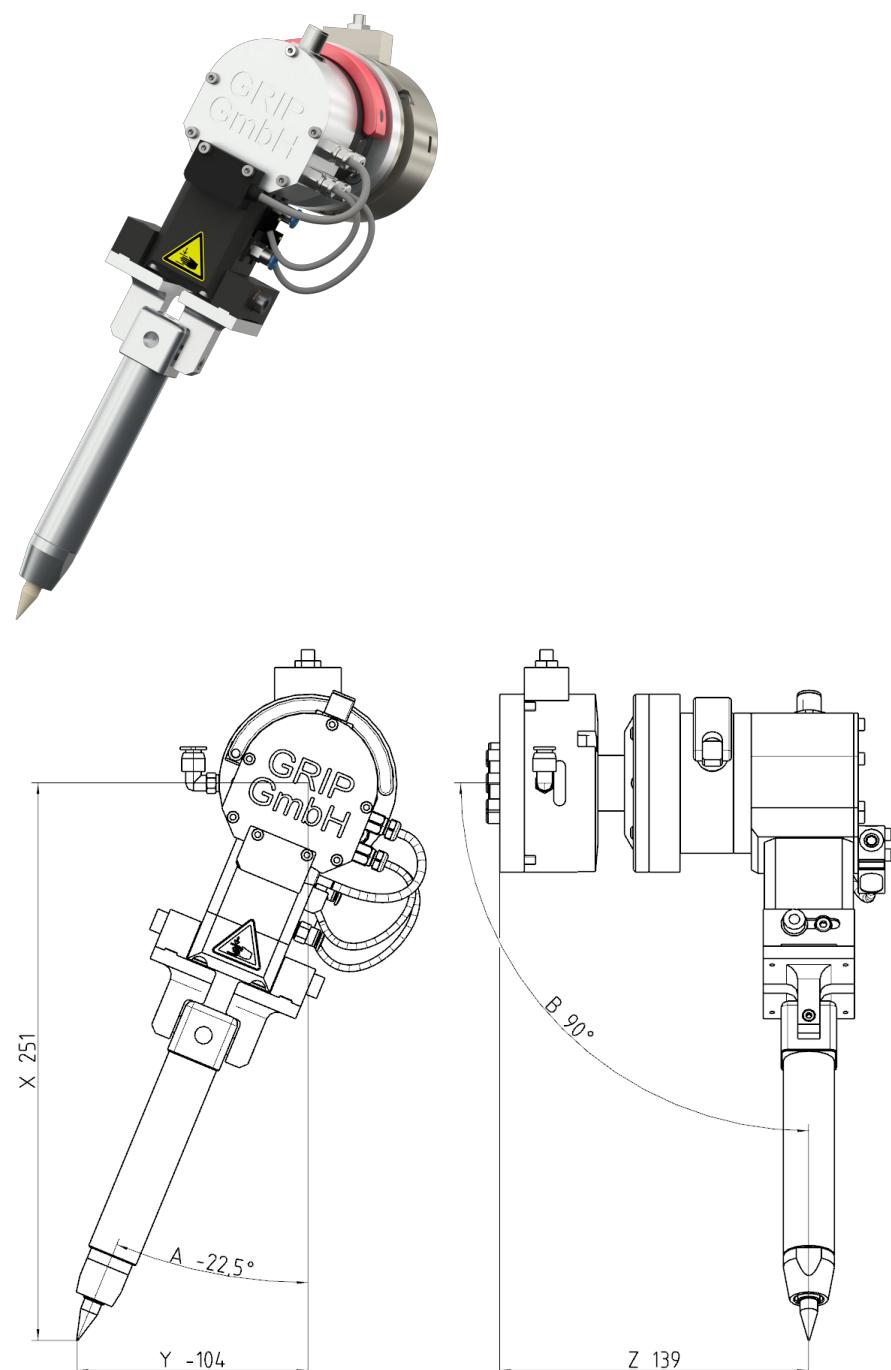
Greifer, leer



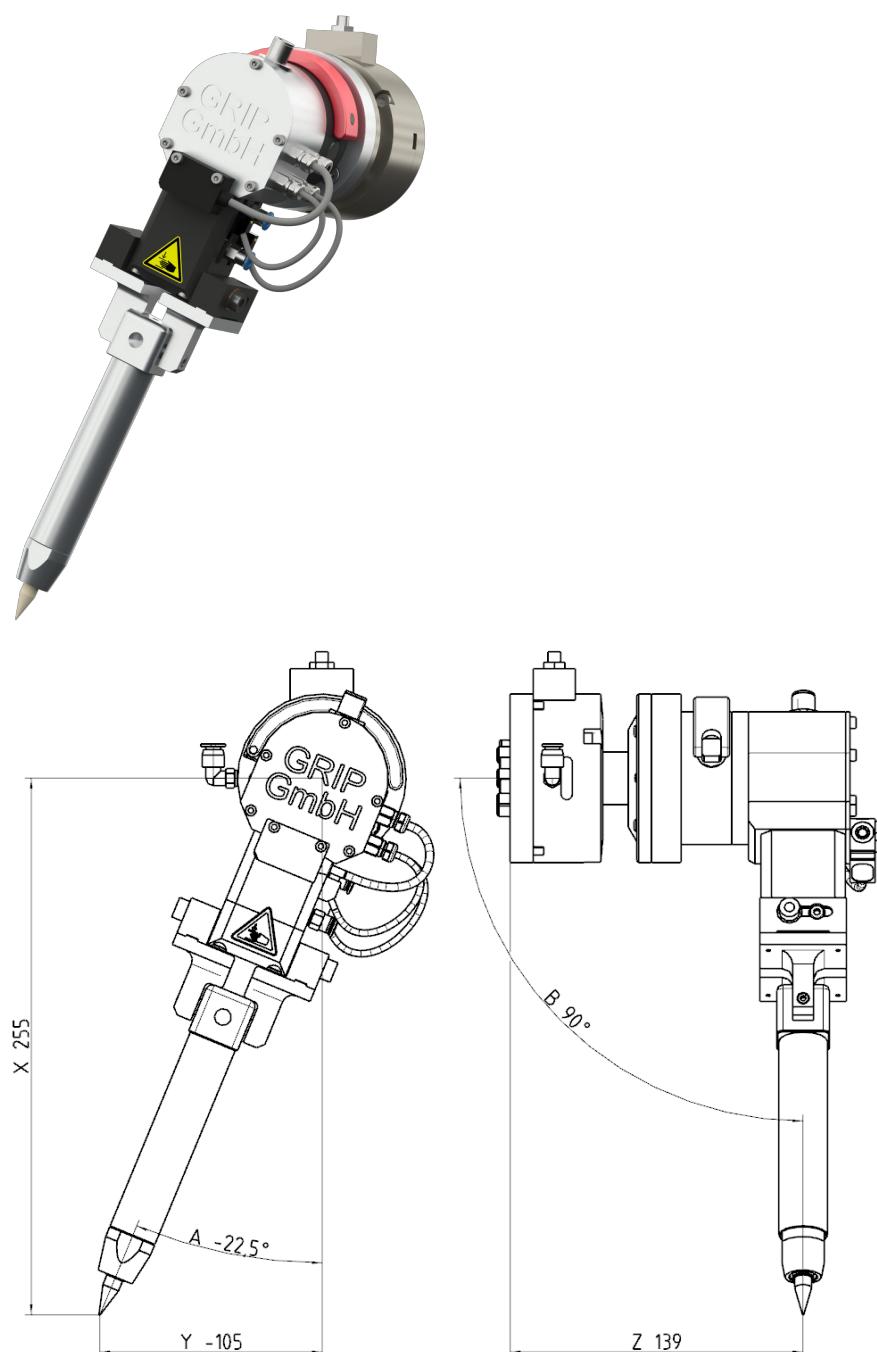
Masse [kg]	1.80				
X [mm]	14.44	A		I _x [kgmm ²]	0.01
Y [mm]	-5.63	B		I _y [kgmm ²]	0.01
Z [mm]	84.85	C		I _z [kgmm ²]	0.00

Greifer mit Würfel

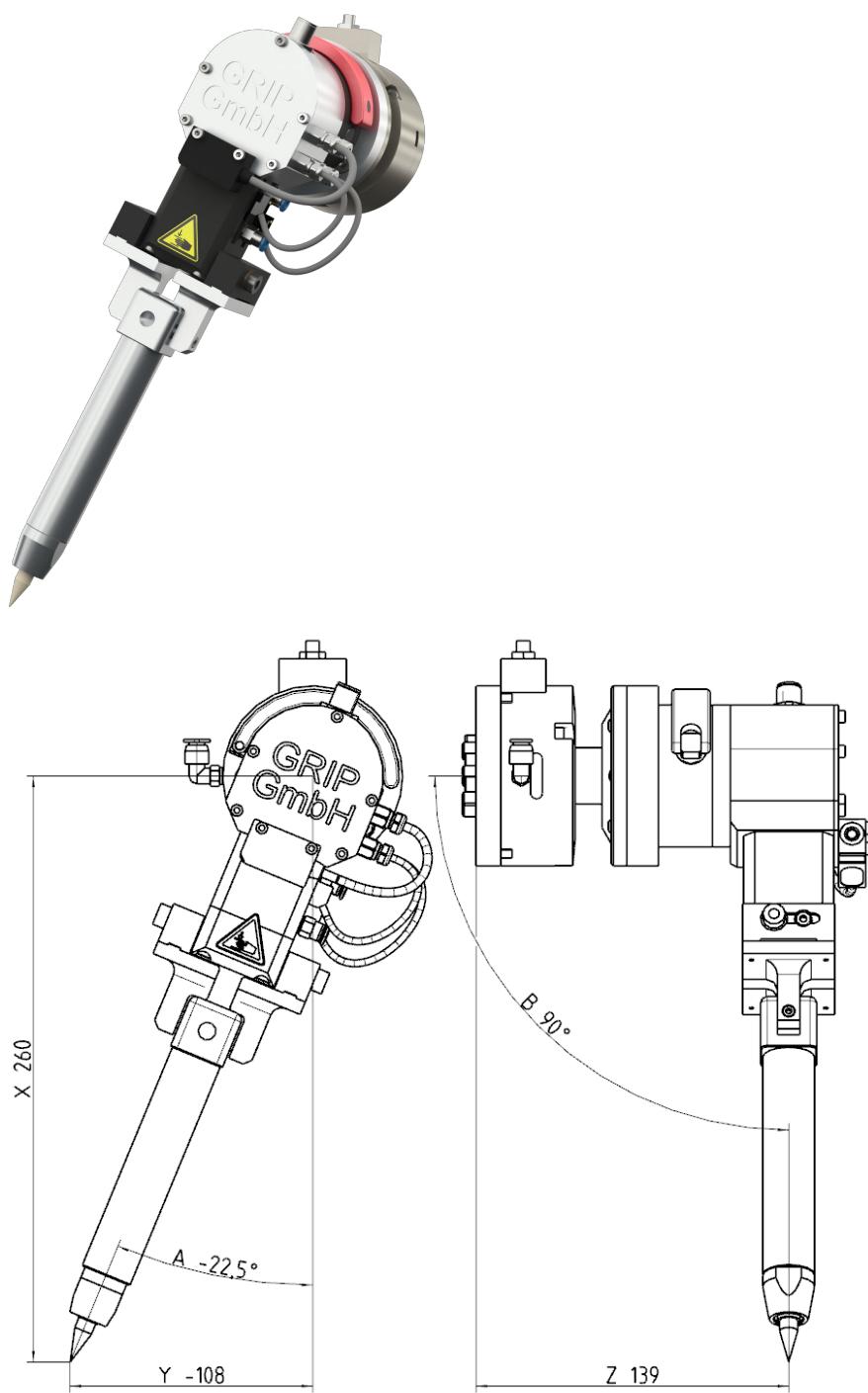
Masse [kg]	1.84				
X [mm]	16.57	A		I _x [kgmm ²]	0.01
Y [mm]	-6.52	B		I _y [kgmm ²]	0.01
Z [mm]	86.02	C		I _z [kgmm ²]	0.00

Greifer mit kurzem Stift

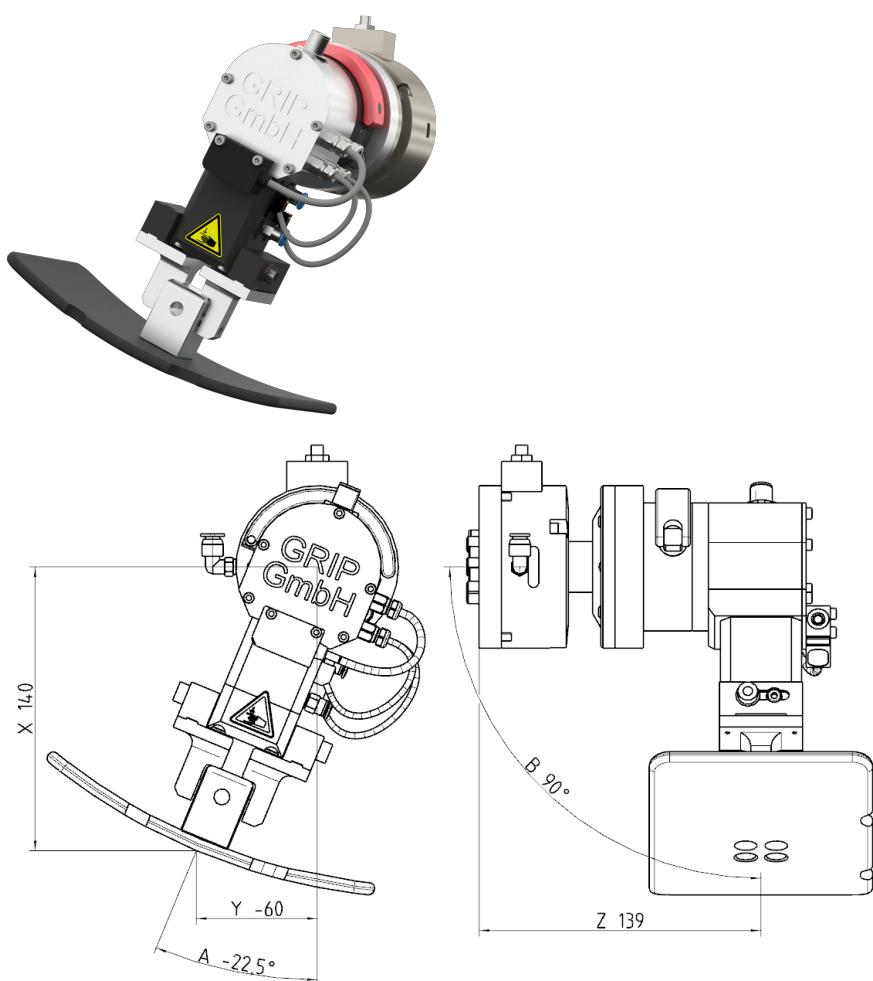
Masse [kg]	1.90				
X [mm]	21.87	A		I _x [kgmm ²]	0.01
Y [mm]	-8.73	B		I _y [kgmm ²]	0.01
Z [mm]	87.64	C		I _z [kgmm ²]	0.01

Greifer mit mittellangem Stift

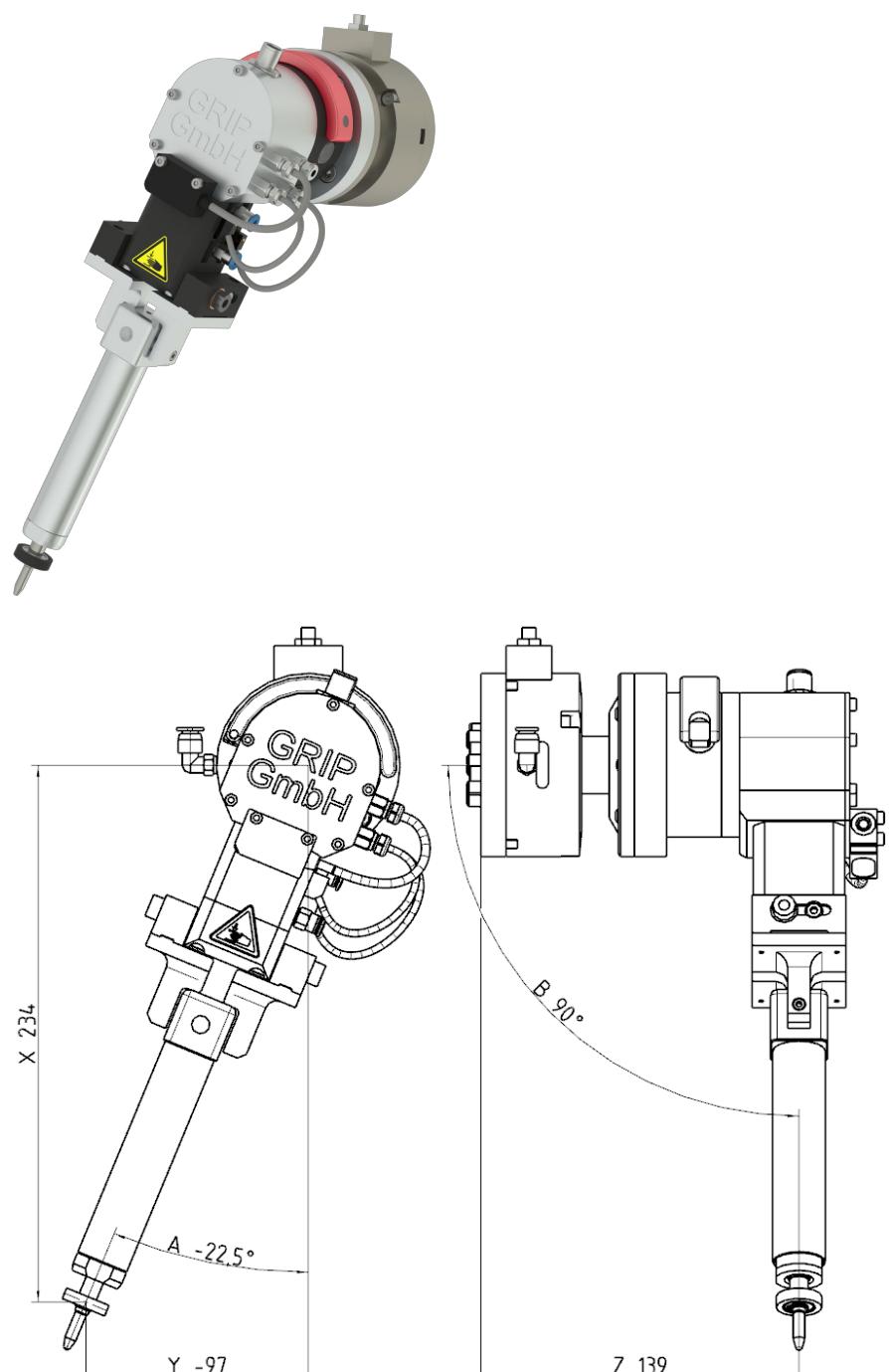
Masse [kg]	2.14				
X [mm]	38.11	A		I _x [kgmm ²]	0.01
Y [mm]	-15.49	B		I _y [kgmm ²]	0.01
Z [mm]	93.48	C		I _z [kgmm ²]	0.01

Greifer mit langem Stift

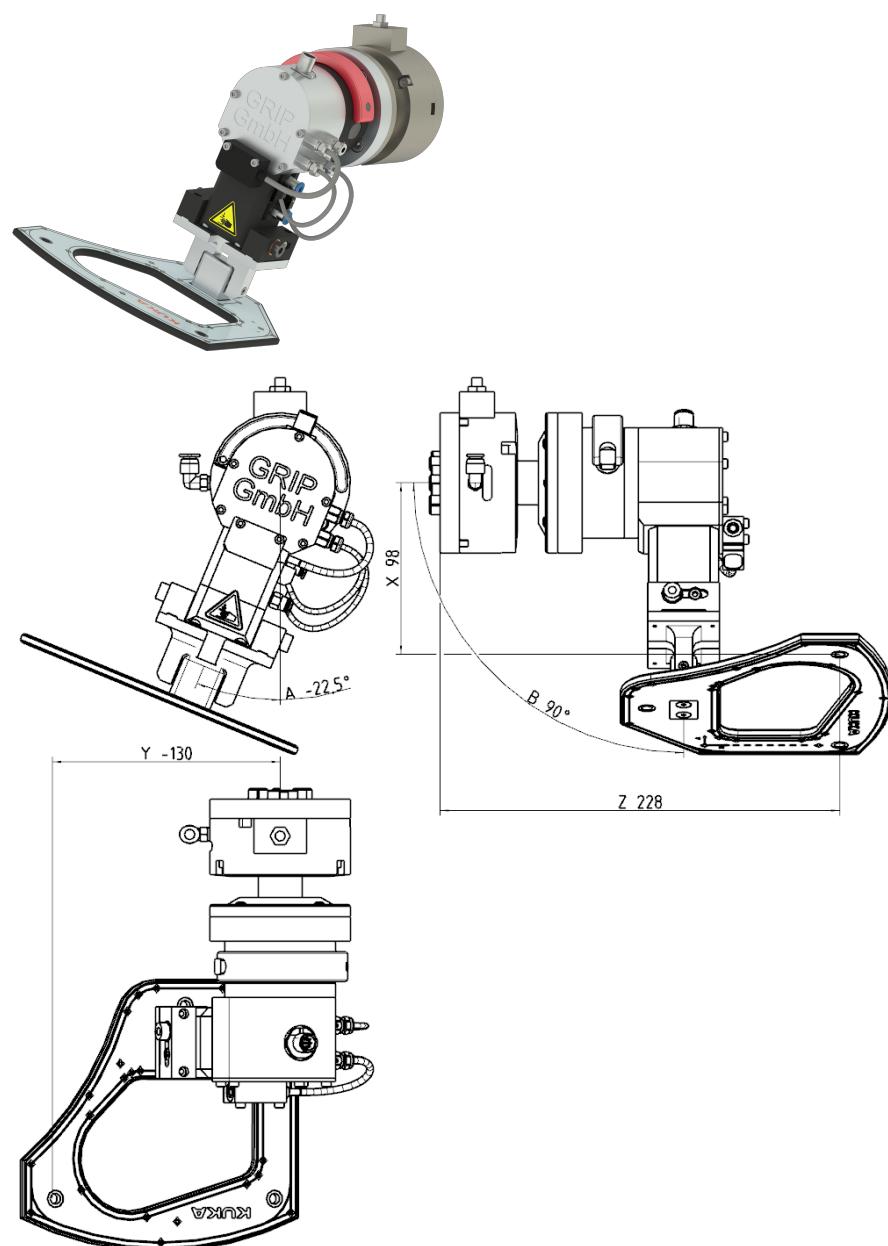
Masse [kg]	2.16				
X [mm]	39.27	A		I _x [kgmm ²]	0.01
Y [mm]	-15.97	B		I _y [kgmm ²]	0.01
Z [mm]	93.83	C		I _z [kgmm ²]	0.01

Greifer mit Schild

Masse [kg]	2.86				
X [mm]	57.59	A		I _x [kgmm ²]	0.01
Y [mm]	-23.66	B		I _y [kgmm ²]	0.02
Z [mm]	104.70	C		I _z [kgmm ²]	0.02

Greifer mit Rollenwerkzeug

Masse [kg]	1.99				
X [mm]	28.81	A		I _x [kgmm ²]	0.01
Y [mm]	-11.62	B		I _y [kgmm ²]	0.01
Z [mm]	29.89	C		I _z [kgmm ²]	0.01

Greifer mit "Bediener PRO" Schild

Masse [kg]	2.36				
X [mm]	40.42	A		I_x [kgmm ²]	0.01
Y [mm]	-18.13	B		I_y [kgmm ²]	0.02
Z [mm]	108.03	C		I_z [kgmm ²]	0.01

Index

A

Anhang..... 99

D

Dokumentation des Robotersystems..... 7

E

Expertenebene..... 81

Externes Werkzeug und robotergeführtes
Werkstück vermessen..... 74

H

Handverfahren im Basiskoordinatensystem.. 36

L

Logik..... 60

P

Programmablaufkontrolle..... 89

S

Splinebewegung..... 53

Splineblock..... 53

U

Übung..... 36, 60, 74

Handverfahren im

Werkzeugkoordinatensystem..... 29

Bahnfahren und Überschleifen..... 49

Basisvermessung, 3-Punkt-Methode..... 32

Bedienung und achsspezifisches

Handverfahren..... 10

Bedienung und Handverfahren im

Weltkoordinatensystem mittels 6D-Maus.. 15

Bedienung und Handverfahren im

Weltkoordinatensystem mittels

Verfahrtasten..... 12

Greiferprogrammierung Schild..... 68

Greiferprogrammierung Stift..... 70

Justage, Lastjustage mit Offset..... 20

Konfiguration der Automatik Extern

Schnittstelle (manuell)..... 95

Roboterprogramme ausführen..... 40

Werkzeugvermessung Greifer..... 26

Werkzeugvermessung Stift..... 23

Übung, Bewegungsprogrammierung mit
externem TCP..... 79

Übung, Handverfahren mit feststehendem
Werkzeug..... 77

Übung, Konstantfahrbereich und bedingter

Stop..... 65

Übung, Luftprogramm..... 46

Übung, Spline..... 62

Übung, Splineblock..... 54

Unterprogrammaufruf programmieren 82

V

Variablen..... 85

Vereinbarungen..... 85