



DOKUMENTATION ISG-kernel

Funktionsbeschreibung Rund- und Profilrohrbearbeitung

Kurzbezeichnung:
FCT-M5

Vorwort

Rechtliche Hinweise

Diese Dokumentation wurde sorgfältig erstellt. Die beschriebenen Produkte und der Funktionsumfang werden jedoch ständig weiterentwickelt. Wir behalten uns das Recht vor, die Dokumentation jederzeit und ohne Ankündigung zu überarbeiten und zu ändern.

Aus den Angaben, Abbildungen und Beschreibungen in dieser Dokumentation können keine Ansprüche auf Änderung bereits gelieferter Produkte geltend gemacht werden.

Qualifikation des Personals

Diese Beschreibung wendet sich ausschließlich an ausgebildetes Fachpersonal der Steuerungs-, Automatisierungs- und Antriebstechnik, das mit den geltenden Normen, der zugehörigen Dokumentation und der Aufgabenstellung vertraut ist.

Zur Installation und Inbetriebnahme ist die Beachtung der Dokumentation, der nachfolgenden Hinweise und Erklärungen unbedingt notwendig. Das Fachpersonal ist verpflichtet, für jede Installation und Inbetriebnahme die zum betreffenden Zeitpunkt veröffentlichte Dokumentation zu verwenden.

Das Fachpersonal hat sicherzustellen, dass die Anwendung bzw. der Einsatz der beschriebenen Produkte alle Sicherheitsanforderungen, einschließlich sämtlicher anwendbarer Gesetze, Vorschriften, Bestimmungen und Normen erfüllt.

Weiterführende Informationen

Unter den Links (DE)

<https://www.isg-stuttgart.de/produkte/softwareprodukte/isg-kernel/dokumente-und-downloads>

bzw. (EN)

<https://www.isg-stuttgart.de/en/products/softwareproducts/isg-kernel/documents-and-downloads>

finden Sie neben der aktuellen Dokumentation weiterführende Informationen zu Meldungen aus dem NC-Kern, Onlinehilfen, SPS-Bibliotheken, Tools usw.

Haftungsausschluss

Änderungen der Software-Konfiguration, die über die dokumentierten Möglichkeiten hinausgehen, sind unzulässig.

Marken und Patente

Der Name ISG®, ISG kernel®, ISG virtuos®, ISG dirigent® und entsprechende Logos sind eingetragene und lizenzierte Marken der ISG Industrielle Steuerungstechnik GmbH.

Die Verwendung anderer in dieser Dokumentation enthaltene Marken oder Kennzeichen durch Dritte kann zu einer Verletzung von Rechten der Inhaber der entsprechenden Bezeichnungen führen.

Copyright

© ISG Industrielle Steuerungstechnik GmbH, Stuttgart, Deutschland.

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

Allgemeine- und Sicherheitshinweise

Verwendete Symbole und ihre Bedeutung

In der vorliegenden Dokumentation werden die folgenden Symbole mit nebenstehendem Sicherheitshinweis und Text verwendet. Die (Sicherheits-) Hinweise sind aufmerksam zu lesen und unbedingt zu befolgen!

Symbole im Erklärtext

- Gibt eine Aktion an.
- ⇒ Gibt eine Handlungsanweisung an.



GEFAHR

Akute Verletzungsgefahr!

Wenn der Sicherheitshinweis neben diesem Symbol nicht beachtet wird, besteht unmittelbare Gefahr für Leben und Gesundheit von Personen!



VORSICHT

Schädigung von Personen und Maschinen!

Wenn der Sicherheitshinweis neben diesem Symbol nicht beachtet wird, können Personen und Maschinen geschädigt werden!



Achtung

Einschränkung oder Fehler

Dieses Symbol beschreibt Einschränkungen oder warnt vor Fehlern.



Hinweis

Tipps und weitere Hinweise

Dieses Symbol kennzeichnet Informationen, die zum grundsätzlichen Verständnis beitragen oder zusätzliche Hinweise geben.



Beispiel

Allgemeines Beispiel

Beispiel zu einem erklärten Sachverhalt.



Programmierbeispiel

NC-Programmierbeispiel

Programmierbeispiel (komplettes NC-Programm oder Programmsequenz) der beschriebenen Funktionalität bzw. des entsprechenden NC-Befehls.



Versionshinweis

Spezifischer Versionshinweis

Optionale, ggf. auch eingeschränkte Funktionalität. Die Verfügbarkeit dieser Funktionalität ist von der Konfiguration und dem Versionsumfang abhängig.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	2
Allgemeine- und Sicherheitshinweise	3
1 Übersicht	8
2 Beschreibung.....	9
3 Bearbeitungsvarianten (3/4-achsig).....	13
3.1 Rundrohr, Mantelfläche	13
3.1.1 Programmierung #CYL [..]	13
3.1.2 Achskonfiguration	15
3.1.3 Konturbeispiel	17
3.2 Rundrohr, Projektion	18
3.2.1 Programmierung #CYL [RADIUS..].....	19
3.2.2 Achskonfiguration	20
3.2.3 Konturbeispiel	21
3.3 Mehrkantrohr, Profilrohr	22
3.3.1 Programmierung #CYL [EDGES..].....	24
3.3.2 Achskonfiguration	28
3.3.3 Profilrundung, Technologie und Dynamik bei Vorschubbewegung	30
3.3.4 Konturbeispiel	32
3.4 Offenes Mehrkantrohr, Profilrohr (L/U-Profile)	34
3.4.1 Programmierung #CYL [EDGES.. OPEN..]	37
3.4.2 Außermittiger Drehmittelpunkt	42
3.4.3 Achskonfiguration	43
4 Bearbeitungsvarianten (5/6-achsig).....	44
4.1 Rundrohr, Mantelfläche	44
4.1.1 6-achsig, 2 Orientierungsachsen im Werkzeugkopf	44
4.1.1.1 Rohrbearbeitung mit AB Orientierungskopf	46
4.1.1.2 Rohrbearbeitung mit BA Orientierungskopf	48
4.1.1.3 Rohrbearbeitung mit CA Orientierungskopf	50
4.1.1.4 Rohrbearbeitung mit CB Orientierungskopf	52
4.1.1.5 Rohrbearbeitung mit CA Schrägwinkel Orientierungskopf	54
4.1.2 5-achsig, je eine Orientierungsachse im Werkstück und Werkzeug	56
4.1.2.1 Rohrbearbeitung mit AU Kinematik	57
4.1.2.2 Rohrbearbeitung mit BV Kinematik	58
4.1.3 Programmierung	59
4.1.3.1 Rohrbearbeitung (#CYL ORI LATERAL)	59
4.1.3.2 Plattenbearbeitung.....	60
4.1.4 Beispiele Rohrbearbeitung (6-achsig).....	61
4.1.4.1 AB Kopf, AB Programmierung	61
4.1.4.2 BA Kopf, BA Programmierung	62
4.1.4.3 AB Kopf, CA Programmierung	63
4.1.4.4 BA Kopf, CA Programmierung	64
4.1.4.5 CA Kopf, CA Programmierung	65
4.1.4.6 CB Kopf, CB Programmierung	66
4.1.4.7 CA Schrägwinkelkopf, CA Programmierung	67

4.1.5	Beispiele Plattenbearbeitung (6-achsig)	68
4.1.5.1	AB Kopf, CA Programmierung	68
4.1.5.2	AB Kopf, AB Programmierung	69
4.1.6	Beispiele Rohrbearbeitung (5-achsig).....	70
4.1.6.1	AU Kinematik, BA Programmierung	70
4.1.6.2	BV Kinematik, AB Programmierung.....	71
4.1.6.3	AU Kinematik, CA Programmierung	72
4.1.6.4	BV Kinematik, CA Programmierung	73
4.2	Mehrkantrohr, Profilrohr	74
4.2.1	Programmierung (#CYL ORI PROFILE).....	74
4.2.2	Beispielprogramm mit AB Werkzeugkopf-Konfiguration	76
4.2.3	Beispielprogramm mit BV Konfiguration	77
5	Satzvorlauf und Profilrohrbearbeitung.....	78
6	Parameter	80
6.1	Übersicht.....	80
6.1.1	Kanalparameter	80
6.1.2	Achsparameter.....	80
6.2	Beschreibung	81
6.2.1	Rundrohr, Mantelfläche (Kinematik-ID 15).....	81
6.2.2	Rundrohr, Projektion (Kinematik-ID 78).....	83
6.2.3	Mehrkantrohr, Profilrohr (Kinematik-ID 79).....	85
6.2.3.1	M / H Steuercodes	90
6.2.4	Rundrohr, Mantelfläche (5/6-achsig) (Kinematik-ID 90).....	91
6.2.4.1	Parameter für AB Orientierungskopf.....	91
6.2.4.2	Parameter für BA Orientierungskopf.....	93
6.2.4.3	Parameter für CA Orientierungskopf	95
6.2.4.4	Parameter für CB Orientierungskopf	97
6.2.4.5	Parameter für CA Schrägwinkel Orientierungskopf	99
6.2.4.6	Parameter für AU Kinematik	101
6.2.4.7	Parameter für BV Kinematik	103
6.2.5	Mehrkantrohr, Profilrohr (5/6-achsig) (Kinematik-ID 93).....	105
6.2.5.1	Parameter für AB und BV Orientierungskopf.....	105
7	Anhang	108
7.1	Anregungen, Korrekturen und neueste Dokumentation.....	108

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Mantelflächenbearbeitung Rundrohr	9
Abb. 2:	Rohrbearbeitung mit kartesischer 3-Achsmaschine	10
Abb. 3:	Konturprogrammierung auf der Mantelfläche	13
Abb. 4:	Achsstruktur	16
Abb. 5:	X-U Konturzugabwicklung	17
Abb. 6:	Programmierung bei Konturprojektion	18
Abb. 7:	Achsstruktur	20
Abb. 8:	X-Y Konturzugprojektion	21
Abb. 9:	Programmierung auf der Mantelfläche	23
Abb. 10:	Parametrierungsbeispiele Profilrohre	26
Abb. 11:	Mantelflächenkoordinatensystem bei Rechteckprofil	27
Abb. 12:	Achsstruktur	29
Abb. 13:	Ausgabe einer Technologiefunktion an Profilrundung	30
Abb. 14:	Bahndynamikanpassung auf Profilrundung	31
Abb. 15:	X-U Konturzugabwicklung	33
Abb. 16:	Beispiele offener Profile, U und L Profil	35
Abb. 17:	Aufspannbeispiele	36
Abb. 18:	Definition offenes U-Profil mit Angabe der Öffnungsecken	37
Abb. 19:	Beispiele für die Parameterprogrammierung offener Profile	39
Abb. 20:	X-U Abwicklung Geometrie	41
Abb. 21:	Definition offenes L-Profil mit Verschiebung des Drehmittelpunktes	42
Abb. 22:	TCP dreht auf Rohrmittelachse, Rohrhochpunkt	45
Abb. 23:	Mantelflächenbearbeitung mit Rohrachse parallel zu Y	46
Abb. 24:	Mantelflächenbearbeitung mit Rohrachse parallel zu X	47
Abb. 25:	Mantelflächenbearbeitung mit Rohrachse parallel zu X	48
Abb. 26:	Mantelflächenbearbeitung mit Rohrachse parallel zu Y	49
Abb. 27:	Mantelflächenbearbeitung mit Rohrachse parallel zu Y	50
Abb. 28:	Mantelflächenbearbeitung mit Rohrachse parallel zu X	51
Abb. 29:	Mantelflächenbearbeitung mit Rohrachse parallel zu X	52
Abb. 30:	Mantelflächenbearbeitung mit Rohrachse parallel zu Y	53
Abb. 31:	Mantelflächenbearbeitung mit Rohrachse parallel zu X	54
Abb. 32:	Mantelflächenbearbeitung mit Rohrachse parallel zu Y	55
Abb. 33:	TCP wandert in XZ, YZ Ebene	56
Abb. 34:	Mantelflächenbearbeitung mit AU Kinematik	57
Abb. 35:	Mantelflächenbearbeitung mit BV Kinematik	58
Abb. 36:	Ausgangsstellung für Wiederaufnahmebewegung	78
Abb. 37:	Achsstellung nach Wiederaufnahmebewegung	79
Abb. 38:	Kinematikversätze Mantelflächenbearbeitung	82
Abb. 39:	Kinematikversätze Transformation Rohrprojektion	84
Abb. 40:	Kinematikversätze Profilrohrtransformation	86
Abb. 41:	Offset für Werkstückspannlage	87
Abb. 42:	Anwahl auf planer Mantelfläche	88
Abb. 43:	Anwahl auf Profilrundung	89

Abb. 44:	Parameter des AB Werkzeugkopfes	92
Abb. 45:	Parameter des BA-Orientierungskopfes	94
Abb. 46:	Parameter des CA Orientierungskopfes	96
Abb. 47:	Parameter des CB Orientierungskopfes	98
Abb. 48:	Schrägwinkelkopf in Nullstellung, HD6=0	100
Abb. 49:	Parameter des AU Werkzeugkopfes	101
Abb. 50:	Parameter des BV Werkzeugkopfes	103

1 Übersicht

Aufgabe

Die Funktionen ermöglichen die vereinfachte Programmierung der Bearbeitung auf der Oberfläche von:

- Rundrohren,
- Mehrkantrohren (Profilrohren) und
- offenen Mehrkantrohren (L/U-Profilen)

Abhängig von den Anwendungsfällen erfolgt die Geometrievorgabe kartesisch entweder auf der Mantelflächenabwicklung oder über die Parallelprojektion auf das Werkstück. Hierbei sind verschiedenen Bearbeitungsvarianten auf 3/4-achsigen oder 5/6-achsigen Maschinen möglich.

Eigenschaften

Die Funktion kann nur exklusiv zu den kartesischen und kinematischen Transformationen aktiviert werden.

Parametrierung

Für die Bearbeitungsvarianten sind spezifische Kinematiken mit entsprechenden Parametersätzen erforderlich (siehe Kapitel Parameter [► 80]).

Programmierung

Die eigentliche Anwahl der kinematischen Transformation erfolgt über spezifische Ausprägungen des #CYL-Befehls. Eine Kinematik wird hierbei implizit angewählt (#KIN ID [..]).



Hinweis

Transformationen sind eine lizenzpflichtige Zusatzoption.

Obligatorischer Hinweis zu Verweisen auf andere Dokumente

Zwecks Übersichtlichkeit wird eine verkürzte Darstellung der Verweise (Links) auf andere Dokumente bzw. Parameter gewählt, z.B. [PROG] für Programmieranleitung oder P-AXIS-00001 für einen Achsparameter.

Technisch bedingt funktionieren diese Verweise nur in der Online-Hilfe (HTML5, CHM), allerdings nicht in PDF-Dateien, da PDF keine dokumentenübergreifenden Verlinkungen unterstützt.

2 Beschreibung

Klassische Mantelflächenbearbeitung

Die klassische Mantelflächenbearbeitung von zylindrischen Werkstücken erfolgt typischerweise auf Maschinenstrukturen, die für die reine Drehbearbeitung ausgelegt und konzipiert sind. Diese Maschinen haben nur 2 translatorische Werkzeugachsen Z, X und eine rotatorische Werkstückachse C.

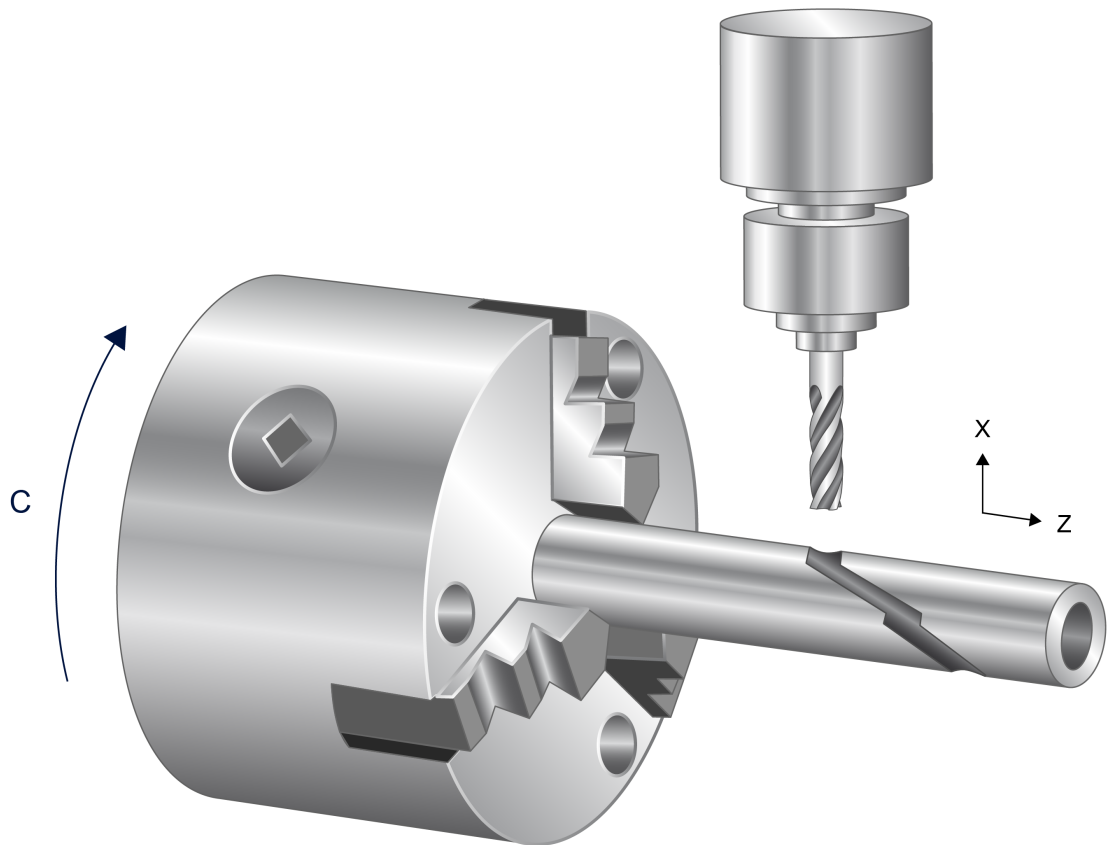


Abb. 1: Mantelflächenbearbeitung Rundrohr

Rotationssymmetrisches Werkstück

Neben der Verwendung in Bearbeitungszentren findet diese Funktion auch an anderen Maschinenstrukturen mit 3 kartesischen Achsen X, Y, Z ihre Anwendung. Mit Hilfe einer zusätzlich angeordneten Drehachse, z.B. A, können diese Maschinen dann auch für die Bearbeitung von rotationssymmetrischen Werkstücken eingesetzt werden.

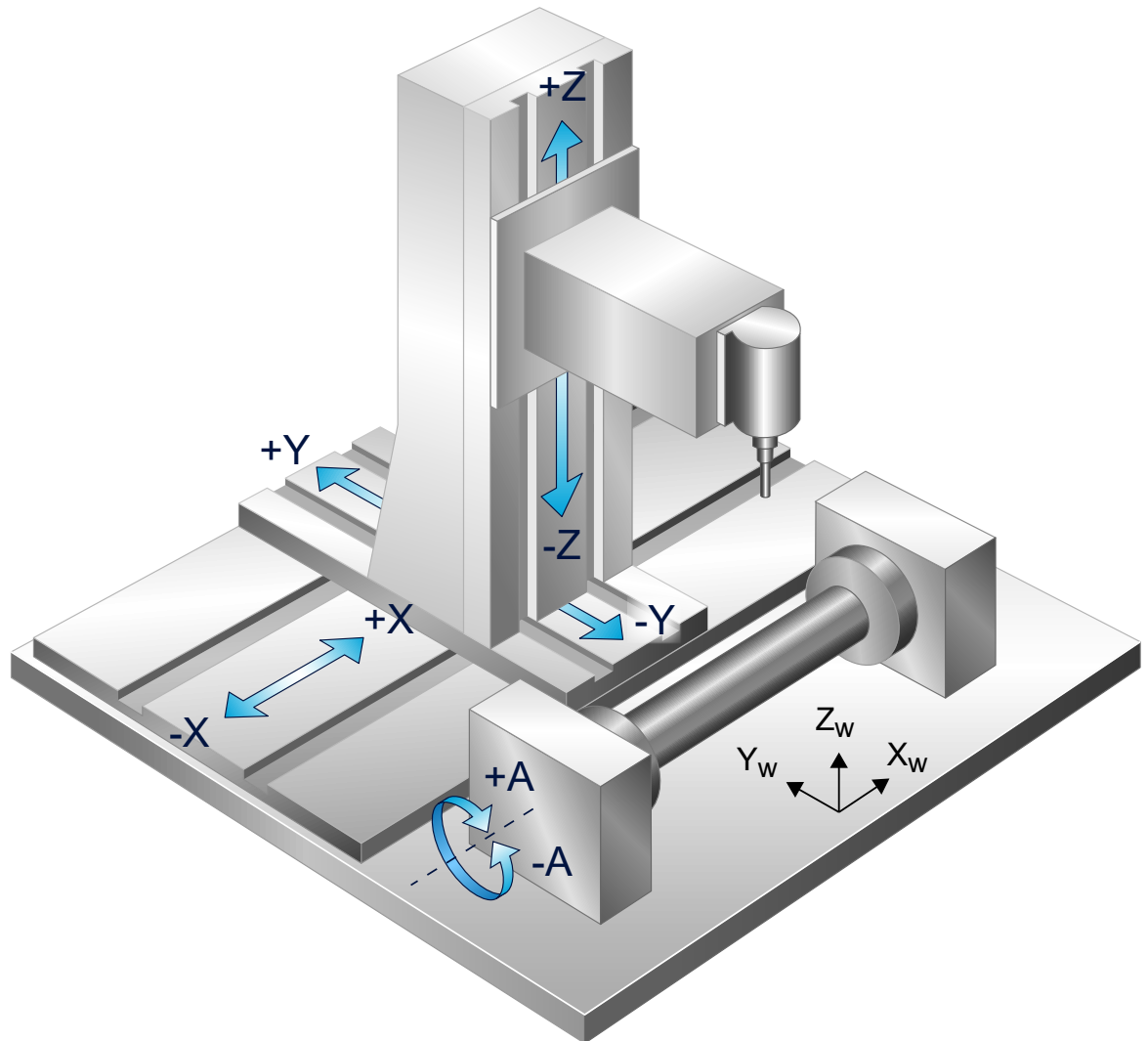


Abb. 2: Rohrbearbeitung mit kartesischer 3-Achsmaschine

Neben der Rundrohrbearbeitung auf der Mantelfläche werden im Folgenden die Funktionen für die Rohrprojektion und die Profilrohrbearbeitung beschrieben.

Belegung der Kinematikparameter

Die Belegung der Kinematikparameter kann entweder in den Kanalparametern (kinematik[*].param[*] oder trafo[*].*) oder im NC-Programm über entsprechende V.G.-Variablen erfolgen.



Versionshinweis

Hinweis zu CNC-Version bis V2.11.28xx und ab V3.00

Bis zur Version 2.11.28xx konnte die Parametrierung der Kinematik nur im NC-Programm erfolgen. Ab V3.00 muss dazu die entsprechende Kinematik ID in den Kanalparametern bei P-CHAN-00262 gesetzt sein:

z.B. trafo[0].id 15

Die Belegung von P-CHAN-00262 ab CNC-Versionen V3.00 ist bei allen nachfolgenden Transformationen der Rohr- und Profilrohrbearbeitung erforderlich.

Trafo-ID	Beschreibung
15	Rundrohr, Mantelfläche (3/4-achsig) [▶ 13]
78	Rundrohr, Projektion (3/4-achsig) [▶ 18]
79	Mehrkantrohr, Profilrohr (3/4-achsig) [▶ 22]
90	Rundrohr, Mantelfläche (5/6-achsig) [▶ 44]
93	Mehrkantrohr, Profilrohr (5/6-achsig) [▶ 74]



Programmierbeispiel

Kanalparameter

Beispielbelegung (für CNC-Versionen bis V2.11.28xx):

```
...
# Parametrierung erfolgt unter P-CHAN-00094
kinematik[15].param[0] 1230000 # P-CHAN-00094
kinematik[15].param[1] 0       # P-CHAN-00094
kinematik[15].param[2] 0
kinematik[15].param[3] 0
kinematik[15].param[4] 0
kinematik[15].param[5] 0
kinematik[15].param[6] 0
kinematik[15].param[7] 0
kinematik[15].param[8] 0
kinematik[15].param[9] 0
...
```

oder

Beispielbelegung (für CNC-Versionen ab V3.00):

```
...
# Parametrierung erfolgt unter P-CHAN-00262 und P-CHAN-00263
trafo[0].id          15          # P-CHAN-00262
trafo[0].param[0]     1230000      # P-CHAN-00263
trafo[0].param[1]     0            # P-CHAN-00263
trafo[0].param[2]     0
trafo[0].param[3]     0
trafo[0].param[4]     0
trafo[0].param[5]     0
trafo[0].param[6]     0
trafo[0].param[7]     0
trafo[0].param[8]     0
trafo[0].param[9]     0
...
```

NC-Programm

Beispielbelegung im NC-Programm:

```
...
V.G.KIN[15].PARAM[0] = 123000
V.G.KIN[15].PARAM[1] = 0
V.G.KIN[15].PARAM[2] = 0
V.G.KIN[15].PARAM[3] = 0
V.G.KIN[15].PARAM[4] = 0
V.G.KIN[15].PARAM[5] = 0
V.G.KIN[15].PARAM[6] = 0
V.G.KIN[15].PARAM[7] = 0
V.G.KIN[15].PARAM[8] = 0
V.G.KIN[15].PARAM[9] = 0
...
```

3 Bearbeitungsvarianten (3/4-achsig)

Es werden 4 verschiedene Bearbeitungsvarianten unterschieden:

- Rundrohr, Mantelfläche [▶ 13]
- Rundrohr, Projektion [▶ 18]
- Mehrkantrohr, Profilrohr [▶ 22]
- Offenes Mehrkantrohr, Profilrohr (L/U-Profile) [▶ 34]

3.1 Rundrohr, Mantelfläche

3.1.1 Programmierung #CYL [..]

Die Programmierung der Kontur erfolgt in kartesischen Koordinaten auf der Mantelflächenabwicklung in X und U, wenn U der Drehachsbezeichner ist. Bei Anwahl muss zusätzlich der Bezugsradius R am zylindrischen Werkstück programmiert werden.

Das Werkzeug muss bei der Anwahl über der Drehmitte stehen.

Bei Bedarf kann die PCS (Programming Coordinate System) Modulorechnung über einen Kinematikparameter aktiviert werden (s.u. Parameter HD10 im Kapitel Beschreibung [▶ 81]). In diesem Fall wird die PCS U-Achse wie eine rotatorische Moduloachse behandelt. Nach Überfahren der Modulogrenze der rotatorischen Achse wird auch die Umfangsposition korrigiert.

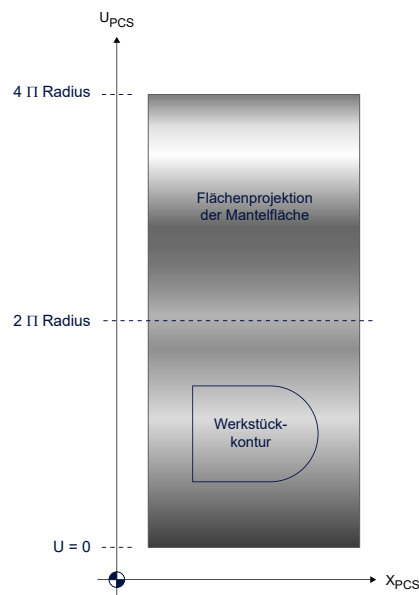


Abb. 3: Konturprogrammierung auf der Mantelfläche



Hinweis

Eine Position auf dem Rohrumfang wird **bei Absolutprogrammierung** immer auf dem kürzesten Weg angefahren. Bei Programmierung des Vorzeichens ist das Kapitel "Programmieren von Moduloachsen" in [PROG] zu beachten! Dies ist auch bei Kreisbewegungssätzen (G02, G03) mit absoluter Zielpunktprogrammierung zu berücksichtigen!



Hinweis

Für diese Bearbeitungsart müssen die Kinematikparameter unter ID 15 [► 81] belegt werden.

Syntax für Anwahl Mantelflächenbearbeitung mit Rundrohr:

Syntax:

#CYL [<Name 1.Hauptachse>, <Name 2.Hauptachse>, <Name 3.Hauptachse>..]

modal

<Name 1.Hauptachse> Achsbezeichnung der ersten Hauptachse entsprechend der aktuellen Hauptebene.

<Name 2.Hauptachse> Achsbezeichnung der zweiten Hauptachse entsprechend der aktuellen Hauptebene (virtuelle lineare Achse, Abwicklung).

<Name 3.Hauptachse>.. Achsbezeichnung der dritten Hauptachse entsprechend der aktuellen Hauptebene mit Angabe des Bezugsradius in [mm, inch].

Syntax für Abwahl Mantelflächenbearbeitung mit Rundrohr

Syntax:

#CYL OFF

modal



Programmierbeispiel

#CYL [..]

```
(* Beispiel mit Achsbezeichner U für 2. Hauptachse *)
N05 G00 Y0                                (tool over center of rotation)
N10 G01 X60 U45 F5000
N20 #CYL [X, U, Z60]                    (Anwahl Mantelflaeche, Radius 60 mm)
N30 G00 G90 X0 U0                        (X: 0mm U:0mm!)
N40 G01 U100 F500
N50 G02 X100 R50
N60 G01 U0
N70 Z0
N80 #CYL OFF
```

3.1.2 Achskonfiguration

Die nachfolgend aufgeführte Achskonfiguration ist im NC Kanal einzustellen.

Achskonfiguration im NC-Kanal		
Achsbezeichner	X, Y, Z, U	
Achsindex	0, 1, 2, 3	
Kinematische Struktur (ID 15)		
	Werkzeugachsen	Werkstückachsen
NC-Achsen	X, Y, Z	U

Achsstruktur

Die Z-Werkzeugachse muss sich mit der Drehachse U schneiden, d.h. die Werkzeugachse liegt im Rohrmittelpunkt. Die Y-Achse wird dazu vor Anwahl der Transformation entsprechend positioniert.

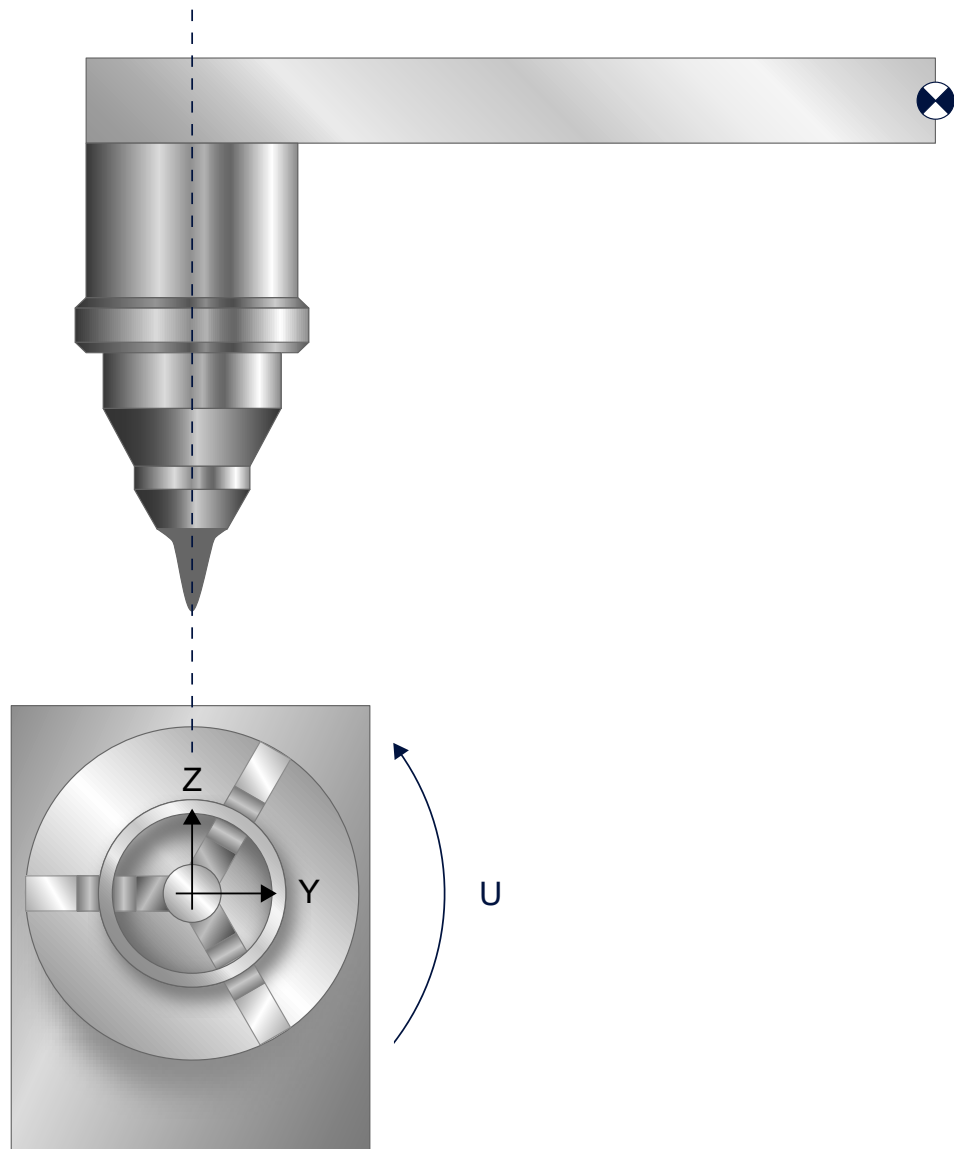


Abb. 4: Achsstruktur

Parametrierung: Rundrohr, Mantelfläche (Kinematik-ID 15) [► 81]

3.1.3

Konturbeispiel



Programmierbeispiel

Mantelflächentransformation

```
(* Mantelflächentransformation *)
```

```
N30 #SLOPE [TYPE=STEP]
N40 G00 X0 Y0 Z100 U0
```

```
N50 #CYL [X, U, Z35] (* Anwahl Mantelflächenbearbeitung *)
```

```
N70 G01 G90 X0 U0 F5000
N80 G01 Z10 G90 F50000
N90 $FOR P1=1, 4, 1
N100 G00 G90 X0 U[P1*90]
N110 $FOR P2=1, 5, 1
N120 P3=P2*4
N130 P4=P3+2
N140 G01 G91 U-P3
N150 XP3
N160 U[2*P3]
N170 X-P3
N180 G90 U0
N190 G91 XP4
N190 $ENDFOR
N200 $FOR P2=1, 5, 1
N210 P3=P2*4
N220 P4=P3*2+2
N230 G90 G02 IP3
N240 G91 G01 XP4
N250 $ENDFOR
N260 $ENDFOR
```

```
N290 #CYL OFF
M30
```

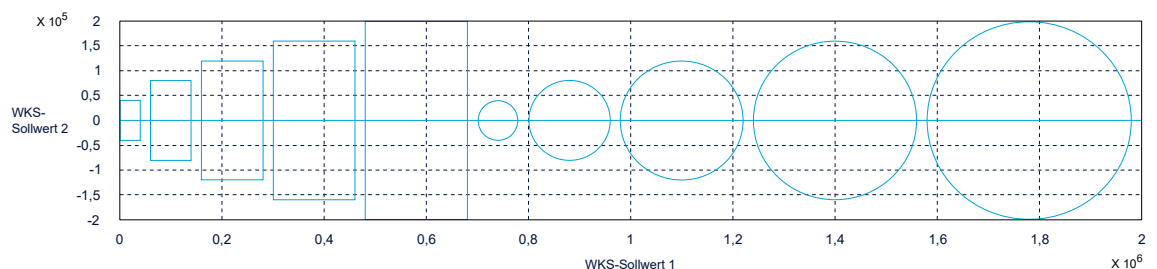


Abb. 5: X-U Konturzugabwicklung

3.2 Rundrohr, Projektion

Bei der projizierten Rundrohrbearbeitung wird die programmierte X/Y-Kontur über Parallelprojektion auf die Mantelfläche eines Rohres abgebildet. Der Abstand zum Rohr (Z-Höhe) wird durch die Transformation beim gekrümmten Rohr konstant gehalten. Soll der Abstand geändert werden, so kann zusätzlich eine Z-Höhenänderung programmiert werden.

Die Bearbeitung ist bis zu einem programmierbaren Radiusgrenzwert möglich. Dieser Wert ist immer kleiner als der Rohrradius. Wird eine Position außerhalb dieses Grenzwerts programmiert, so wird die Bearbeitung mit einer Fehlermeldung abgebrochen.

Vor Anwahl der Transformation muss das Rohr so positioniert werden, dass die Y-Achse innerhalb des eingestellten Grenzwerts 'LIMIT' (siehe Befehl #CYL [...]) steht.

Der angegebene Vorschub bezieht sich auf die programmierte Originalkontur. Der reale Vorschub des Werkzeugs im Rundrohr ist – insbesondere im Randbereich des Rohres – höher.

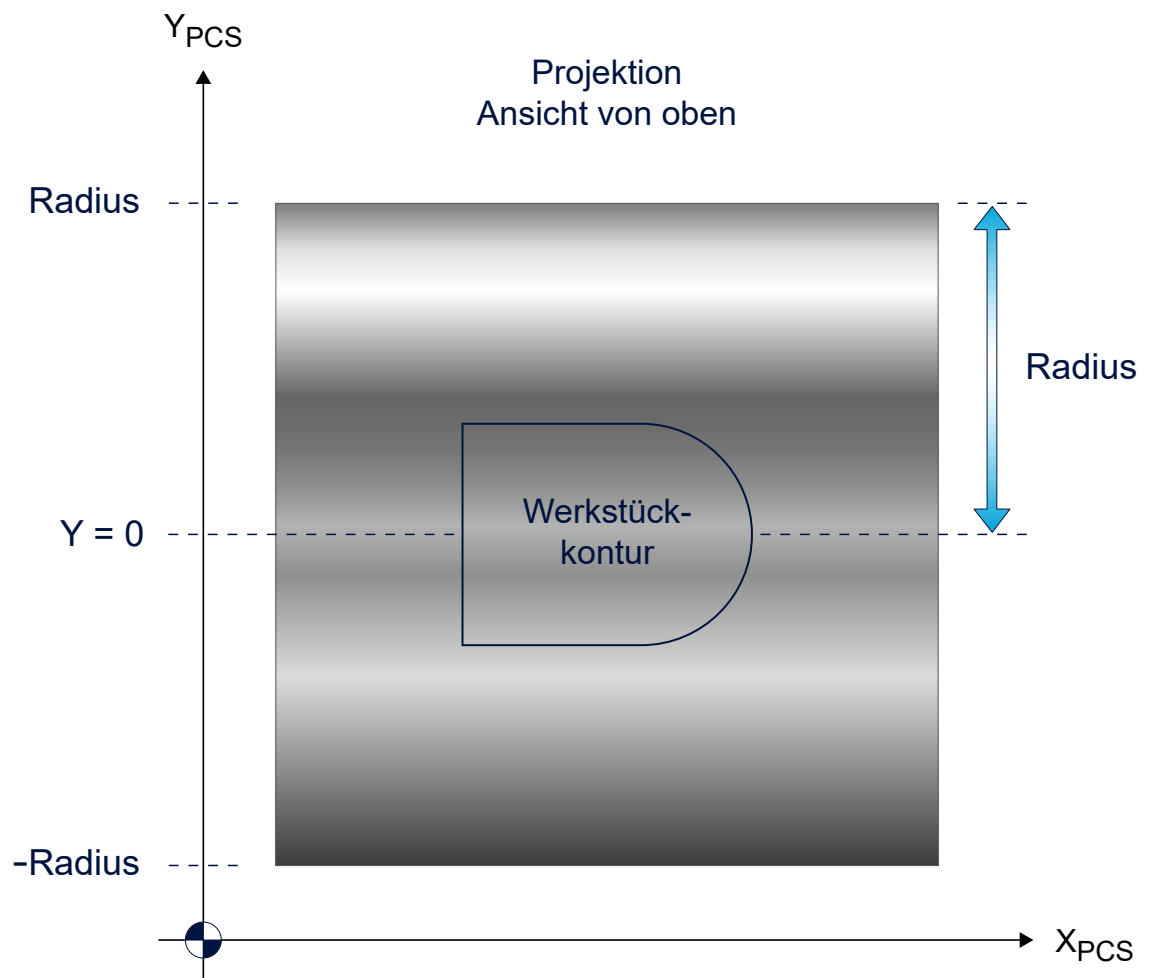


Abb. 6: Programmierung bei Konturprojektion

3.2.1 Programmierung #CYL [RADIUS..]



Hinweis

Für diese Bearbeitungsart müssen die Kinematikparameter unter ID 78 [► 83] belegt werden.

Syntax für Anwahl Rundrohrprojektion:

Syntax:

#CYL [RADIUS=.. [LIMIT=..]]

modal

RADIUS=.. Radius des Rundrohres bzw. der zu bearbeitenden Mantelfläche, [mm, inch]
LIMIT=.. Bearbeitungsgrenze, symmetrisch relativ zur Rohrmitte. [mm, inch]
Wird explizit keine Grenze vorgegeben, so gilt $LIMIT = 0.25 * RADIUS$.

Syntax für Abwahl Rundrohrprojektion:

Syntax:

#CYL OFF

modal



Programmierbeispiel

#CYL [RADIUS..]

```
N10 X0 Y-1000 Z100 U0
N20 #CYL [RADIUS=35 LIMIT=31] ;Anwahl Projektion Rohr
N30 G01 G90 X0 Y0 F5000
N40 G01 Z10
N50 $FOR P1=1, 4, 1
N60 G00 G90 X0 Y0 U[P1*90]
N70 $FOR P2=1, 5, 1
N80 P3=P2*4
N90 P4=P3+2
N100 G01 G91 Y-P3
N110 XP3
N120 Y[2*P3]
N130 X-P3
N140 G90 Y0
N150 G91 XP4
N160 $ENDFOR
N170 $FOR P2=1, 5, 1
N180 P3=P2*4
N190 P4=P3*2+2
N200 G90 G02 IP3
N210 G91 G01 XP4
N220 $ENDFOR
N230 $ENDFOR
N240 #CYL OFF ;Abwahl Projektion Rohr
```

3.2.2 Achskonfiguration

Die kinematische Struktur besteht aus 3 translatorischen Achsen im Werkzeug. Die rotatorische Werkstückachse wird von der Transformation nicht verändert.

Die nachfolgend aufgeführte Achskonfiguration ist im NC Kanal einzustellen.

Achskonfiguration im NC-Kanal		
Achsbezeichner	X, Y, Z, U	
Achsindex	0, 1, 2, 3	
Kinematische Struktur (ID 78)		
	Werkzeugachsen	Werkstückachsen
NC-Achsen	X, Y, Z	U

Achsstruktur

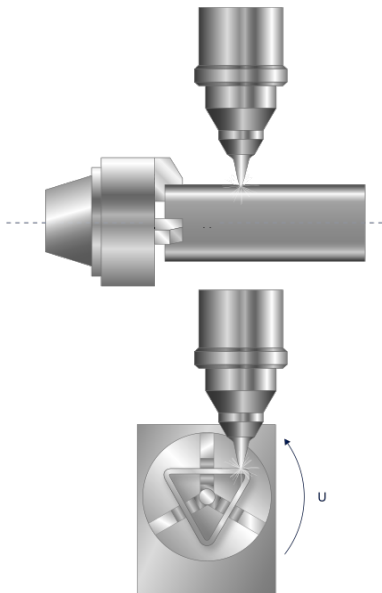


Abb. 7: Achsstruktur

Parametrierung: Rundrohr, Projektion (Kinematik-ID 78) [► 83]

3.2.3

Konturbeispiel



Programmierbeispiel

Rohrprojektion

```
(* Rohrprojektion *)

#SLOPE [TYPE=STEP]
X0 Y-1000 Z100 U0

N50 #CYL [RADIUS=35 LIMIT=31] (* Anwahl Projektion Rohr *)

N70 G01 G90 X0 Y0 F5000
N80 G01 Z10 G90 F50000
N90 $FOR P1=1, 4, 1
N100 G00 G90 X0 Y0 U[P1*90]
N110 $FOR P2=1, 5, 1
N120 P3=P2*4
N130 P4=P3+2
N140 G01 G91 Y-P3
N150 XP3
N160 Y[2*P3]
N170 X-P3
N180 G90 Y0
N190 G91 XP4
N190 $ENDFOR
N200 $FOR P2=1, 5, 1
N210 P3=P2*4
N220 P4=P3*2+2
N230 G90 G02 IP3
N240 G91 G01 XP4
N250 $ENDFOR
N260 $ENDFOR

N290 #CYL OFF
M30
```

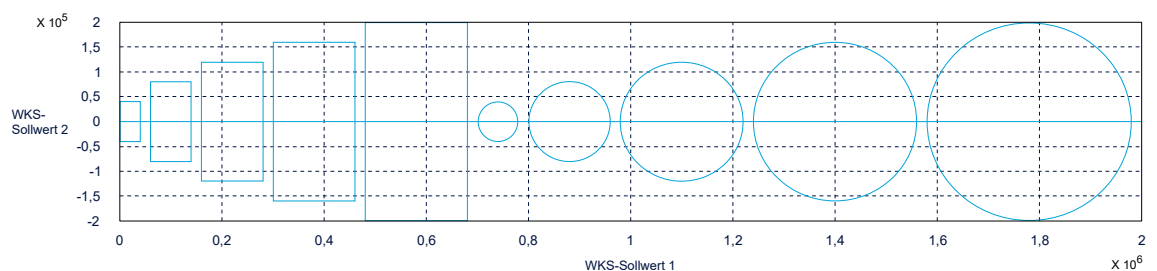


Abb. 8: X-Y Konturzugprojektion

3.3 Mehrkantrohr, Profilrohr

Bei dieser Funktion wird die programmierte Kontur auf die abgewinkelte Mantelfläche eines Profilrohres gelegt.

Das Werkstück wird durch die Steuerung während der Bearbeitung so geführt (Y-Auslenkung), dass das Werkzeug immer senkrecht zur Werkstückoberfläche steht. Der Abstand zum Werkstück (Z-Höhe) wird ohne Z-Programmierung konstant gehalten. Es kann zusätzlich eine Z-Höhe programmiert werden. Die programmierten Koordinaten U, X und Z-Höhe des TCP (Tool Center Point) beziehen sich somit auf die Mantelfläche!

Der Bahnvorschub bezieht sich wie bei der Mantelflächenbearbeitung bei Rundrohren auf die programmierte abgewinkelte Kontur.

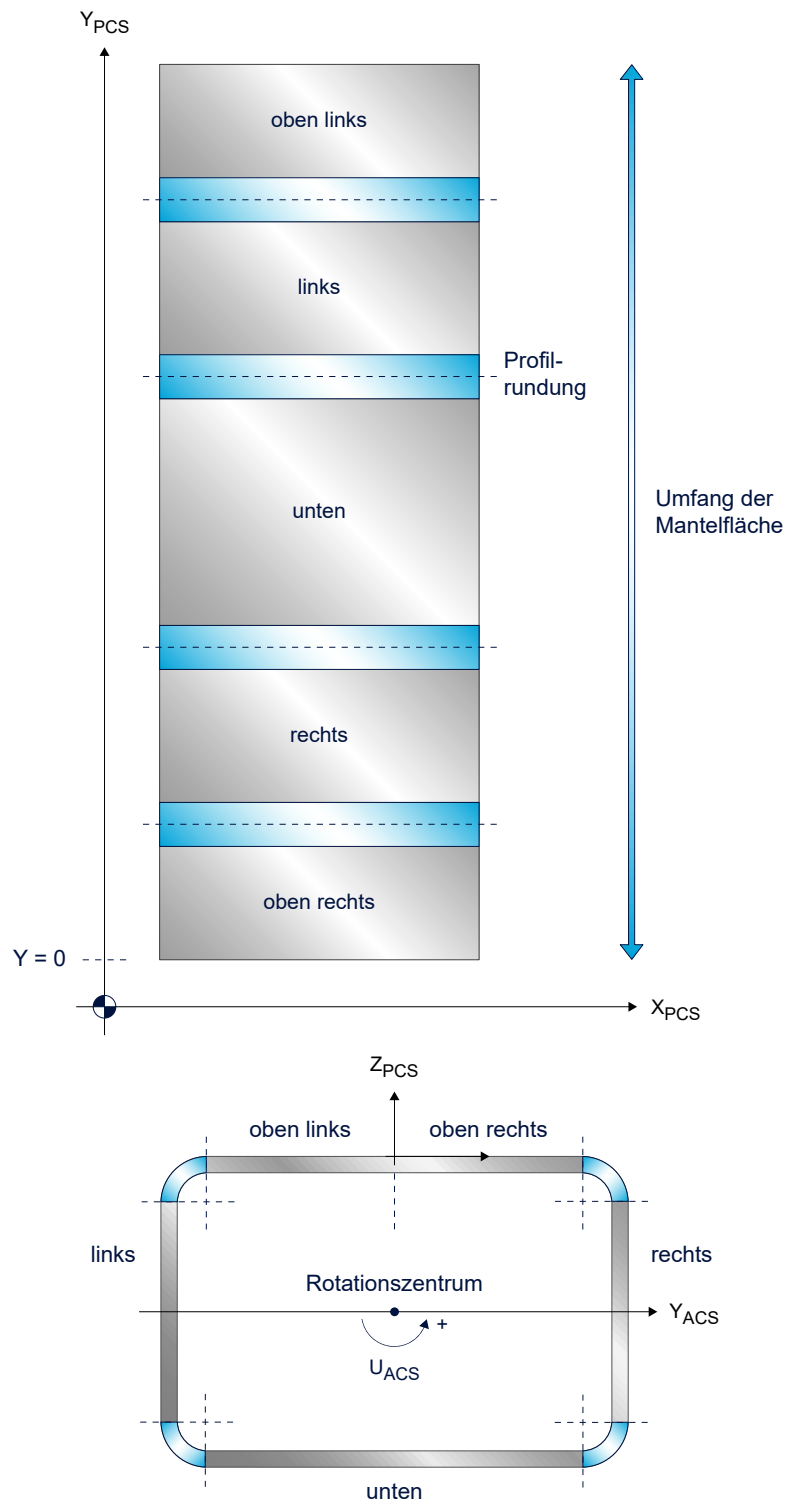


Abb. 9: Programmierung auf der Mantelfläche

3.3.1 Programmierung #CYL [EDGES..]



Hinweis

Für diese Bearbeitungsart müssen die Kinematikparameter unter ID 79 [► 85] belegt werden.

Syntax für Anwahl Profilrohrbearbeitung:

Syntax:

**#CYL [EDGES=.. ROUNDING=.. LENGTH1=.. [LENGTH2=..]
[VEL=..] [ACC=..]]**

modal

EDGES=..	Anzahl Kanten (Ecken) des Profilrohres, Positive Ganzzahl
ROUNDING=..	Die minimale Eckanzahl des Profils ist auf 3, die maximale Anzahl auf 16 begrenzt.
LENGTH1=..	Radius der Kantenrundung (Eckradius), [mm, inch].
LENGTH2=..	Seitenlänge bei symmetrischen Profilen bzw. erste Seitenlänge bei Rechteckprofilen, [mm, inch]
VEL=..	Zweite Seitenlänge bei Rechteckprofilen, [mm, inch]
ACC=..	Bahngeschwindigkeit auf Kantenrundung [mm/min]
	Bahnbeschleunigung auf Kantenrundung [mm/min ²]

Syntax für Abwahl Profilrohrbearbeitung:

Syntax:

#CYL OFF

modal



Programmierbeispiel

#CYL [EDGES..]

```
(Symmetrisches Vierkantprofil mit Kantenlänge 100 mm)
(und Radius der Kantenrundung 10 mm)
N10 #CYL [EDGES=4 ROUNDING=10 LENGTH1=100]
...
(Unsymmetrisches Vierkantprofil mit den Kantenlängen 100 mm)
(und 80 mm und Radius der Kantenrundung 15 mm)
N10 #CYL [EDGES=4 ROUNDING=15 LENGTH1=100 LENGTH2=80]
...
(Reduzierte Bahndynamik auf der Profilrundung)
N10 #CYL [EDGES=4 ROUNDING=5 LENGTH1=50 LENGTH2=50
          ACC=1000000]
```



Achtung

Die Anzahl der Profildrehungen pro Satz ist bei Relativprogrammierung aufgrund Ressourcen begrenzt. Bei Überschreitung der Maximalzahl wird eine Fehlermeldung erzeugt.



Programmierbeispiel

Profilrohrbearbeitung

```
(* Profilrohrbearbeitung *)
%main
N10 #SLOPE [TYPE=STEP]
N20 G90 X0 Y0 Z100 U0
N30 U0 X0
N40 #CYL[EDGES=4 ROUNDING=5 LENGTH1=20 LENGTH2=20]
N50 G01 G91 X10 F5000
N60 U50
N70 G03 U-100 I300 J-50
N80 #CYL OFF
N90 M30
```

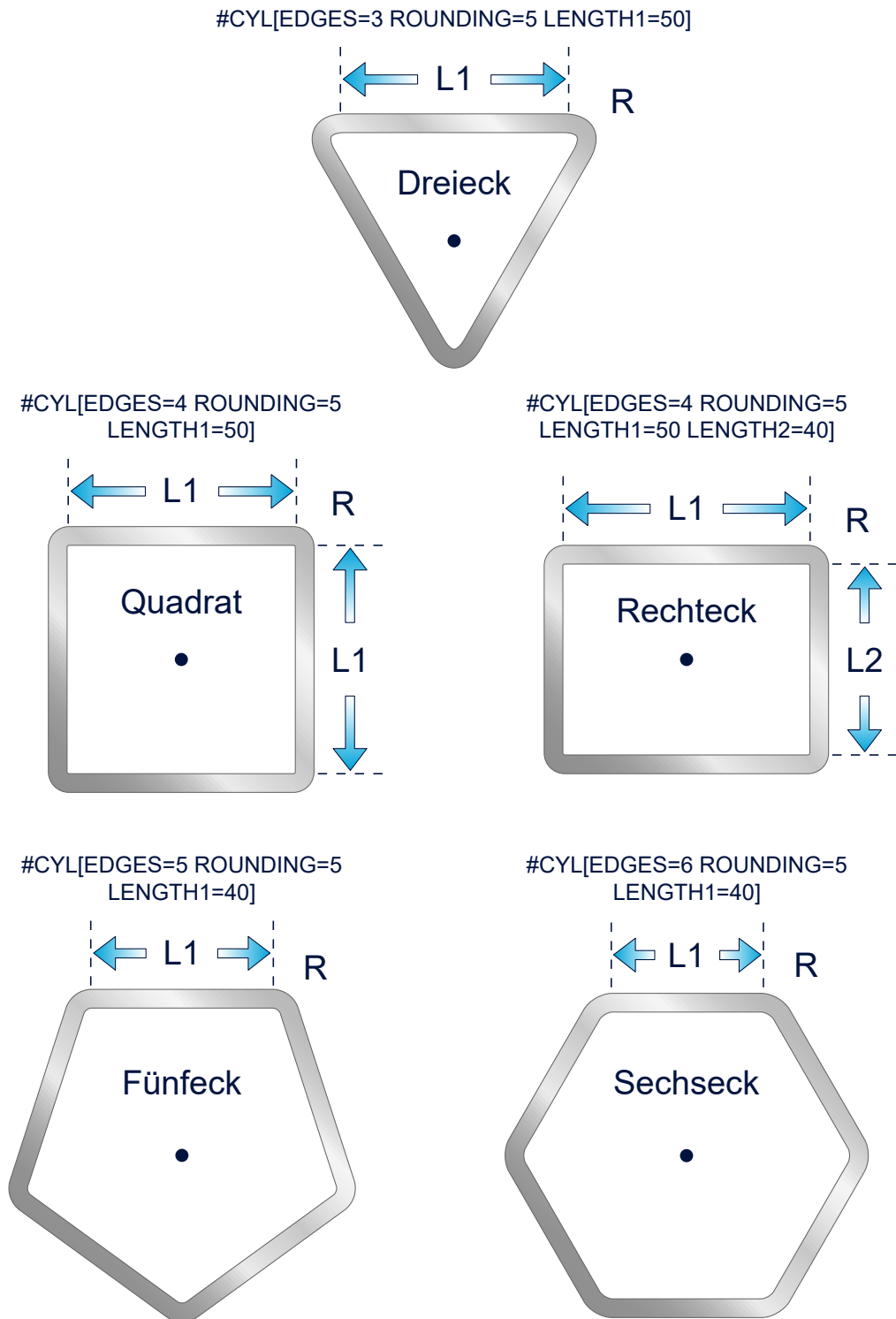


Abb. 10: Parametrierungsbeispiele Profilrohre

Rechteckprofil

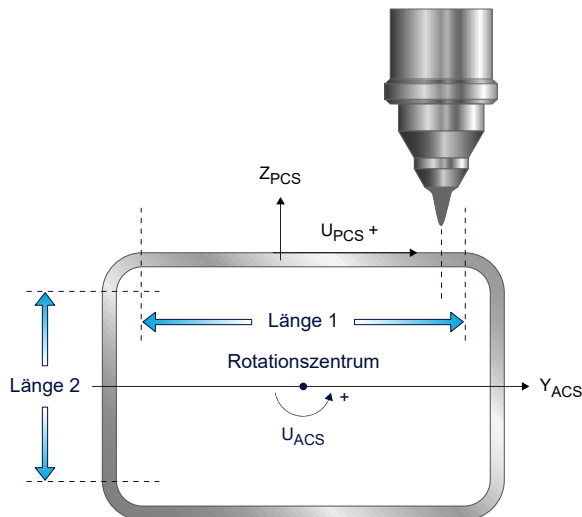


Abb. 11: Mantelflächenkoordinatensystem bei Rechteckprofil

Einschaltbedingung

Standardfall: Anwahl auf Planfläche

Die Anwahl der Transformation erfolgt bei ebener Ausrichtung des Werkstücks. Die dann angezeigte Winkelstellung der U-Achse bei waagrechter Werkstückausrichtung wird durch einen U-Offset eingestellt (Kinematikparameter).

Bei Anwahl von #CYL[.] muss sich die Y-Achsenposition des Werkzeugs innerhalb des ebenen Bereichs des Werkstücks (Seitenlänge LENGTH1) befinden, ansonsten wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

Sonderfall: Anwahl auf Profilrundung

Die Einstellung eines evtl. erforderlichen U-Winkeloffsets erfolgt wie oben beschrieben.

Die Anwahl der Transformation soll auf der Profilirundung erfolgen. Diese Variante kann verwendet werden, wenn zuvor bei aktiver Transformation auf der Profilirundung gestoppt bzw. über #PTP ON eine Position auf der Profilirundung angefahren wurde. Die CNC prüft, ob die für die Anwahl erforderlichen U und Y Achspositionen vorliegen. Bei unzulässiger Achsstellung wird eine Fehlermeldung ausgegeben.



Hinweis

Die Positionierung erfolgt bei G90-Absolutprogrammierung am Umfang ohne Drehrichtungsangabe auf Basis "kürzester Weg".

Bei Programmierung des Vorzeichens der Drehrichtung ist das Kapitel "Programmieren von Moduloachsen" in [PROG] zu beachten!

Dies ist auch bei Kreisbewegungssätzen (G02, G03) mit absoluter Zielpunktprogrammierung zu berücksichtigen!

3.3.2 Achskonfiguration

Die kinematische Struktur besteht aus 3 translatorischen Achsen im Werkzeug und einer rotatorischen Achse im Werkstück.

Die nachfolgend aufgeführte Achskonfiguration ist im NC Kanal einzustellen.

Achskonfiguration im NC-Kanal		
Achsbezeichner	X,Y, Z, U	
Achsindex	0, 1, 2, 3	
Kinematische Struktur (ID 79)		
	Werkzeugachsen	Werkstückachsen
NC-Achsen	X, Y, Z	U

Achsstruktur

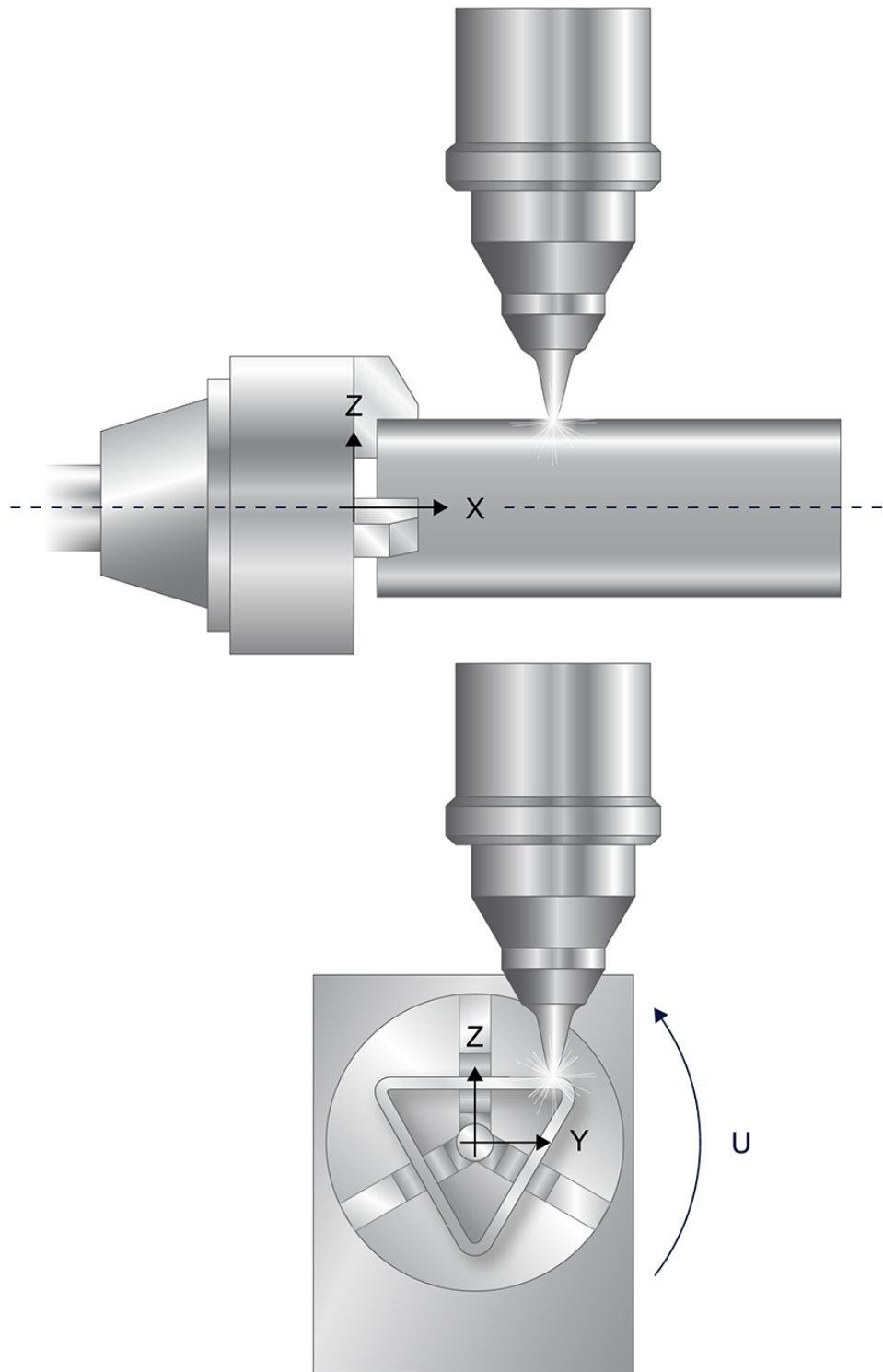


Abb. 12: Achsstruktur

Parametrierung: Mehrkantrohr, Profilrohr (Kinematik-ID 79) [► 85]

3.3.3 Profiltrundung, Technologie und Dynamik bei Vorschubbewegung

Bearbeitung auf den Profiltrundungen

Im Vergleich zu den Geradenabschnitten können im Bereich der Profiltrundungen abweichende Materialeigenschaften (z.B. Wandstärke) vorliegen. Beim Überfahren der Grenzen zu den Profiltrundungen können diese über M/H-Funktionen gemeldet werden. Dadurch kann der Prozess über die SPS beeinflusst werden. Die M/H-Funktionen sind immer vom Typ MOS (M-Funktionen ohne Synchronisation).

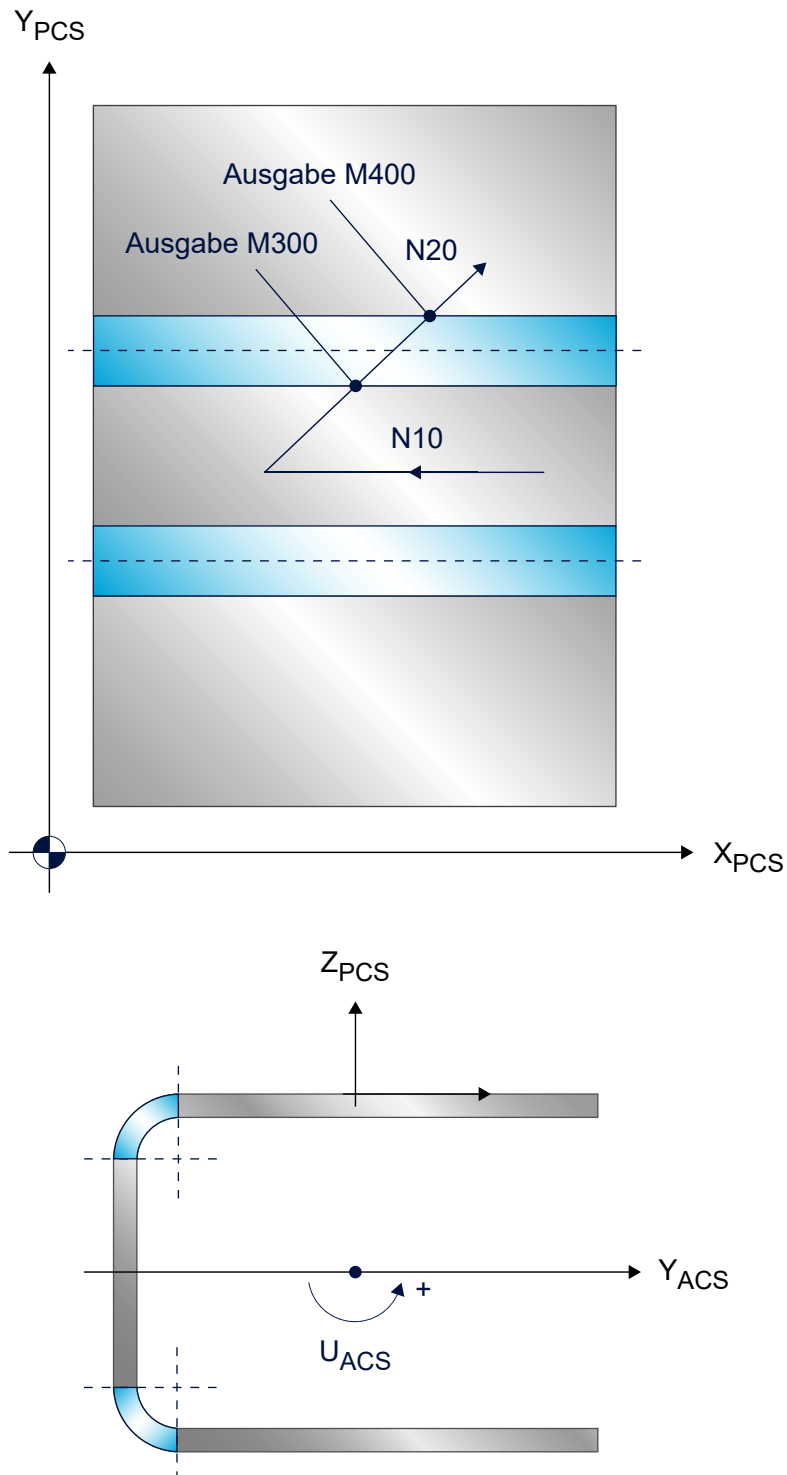


Abb. 13: Ausgabe einer Technologiefunktion an Profiltrundung

Dynamik in der Profilrundung

An den Übergangsstellen der Profilrundungen reduziert die CNC aufgrund der Beschleunigung von weiteren Achsen abhängig von der parametrisierten Achsdynamik der beteiligten Achsen evtl. den Vorschub.

Die Dynamik auf der Profilrundung kann über Parameter im NC Befehl #CYL[...] beeinflusst werden. Neben der normalen Bahngeschwindigkeit- und Bahnbeschleunigungslimitierung (vgl. #VECTOR LIMIT[VEL ACC]) werden in der Profilrundung zusätzlich die Werte aus dem Befehl #CYL[...] berücksichtigt.



Programmierbeispiel

Bearbeitung auf den Profilrundungen

```
#CYL[EDGES=4 ROUNDING=5 LENGTH1=50 LENGTH2=50
      ACC=500000 VEL=1000]
```

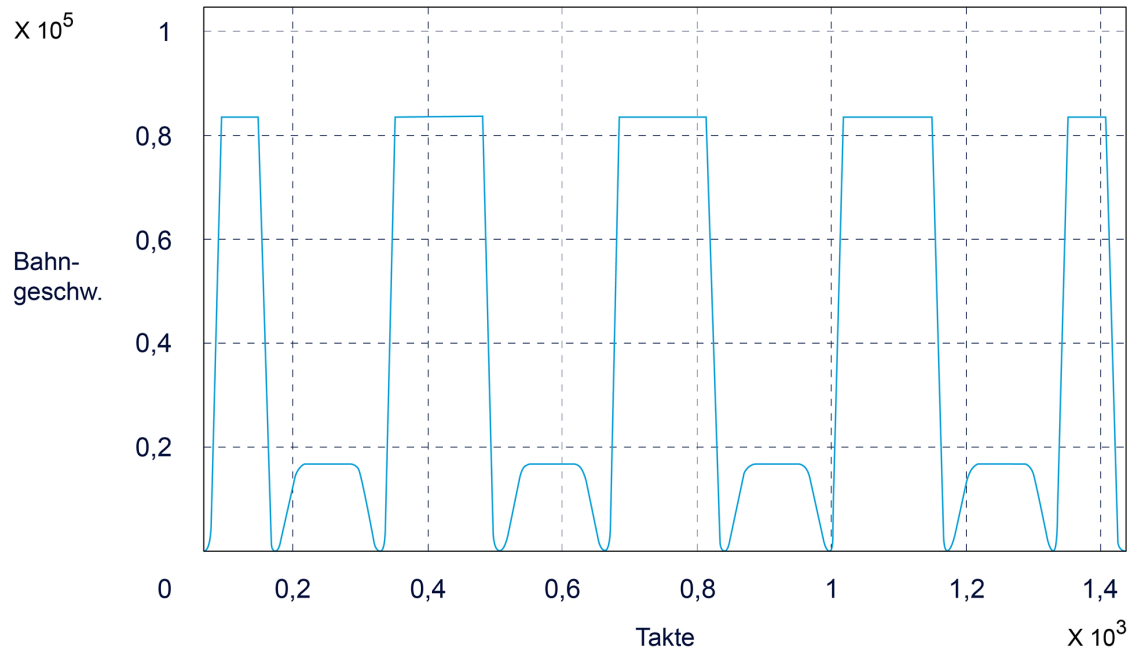


Abb. 14: Bahndynamikanpassung auf Profilrundung

3.3.4

Konturbeispiel



Programmierbeispiel

Profilrohrtransformation

```
(* Profilrohrtransformation *)

%L SUB_CONT
N[10+P30] G00 G90 X0 Z100 U0
N[20+P30] G162
P1=5    (* Radius Innenkreis *)
P2=25   (* Radius Aussenkreis *)
P3=22.5
P4=2*P3
$FOR P10=0, 8, 1
    P6=P10*P4
    P7=SIN[P6]
    P8=COS[P6]
N[40+P10] G01 X[P2*P8] U[P2*P7] F5000
    P20=SIN[P3 + P6]
    P21=COS[P3 + P6]
N[50+P10] G01 X[P1*P21] U[P1*P20] F5000
$ENDFOR
M29
%t_tube_prof.nc
N10 #SLOPE [TYPE=STEP]
N20 G00 X0 Y0 Z100 U0

N70 #CYL[EDGES=4 ROUNDING=5 LENGTH1=20 LENGTH2=20]
(* Profilumfang ca. 111.41592653589793 mm *)

P30=2000
N35 G92 X30 U30
N40 LL SUB_CONT
N45 G92 X-30 U30
N50 LL SUB_CONT
N60 G92 X30 U-[-30]
N70 LL SUB_CONT
N80 G92 X-30 U-[-30]
N90 LL SUB_CONT
N100 G92 X0 U0

N110 #CYL OFF
M30
```

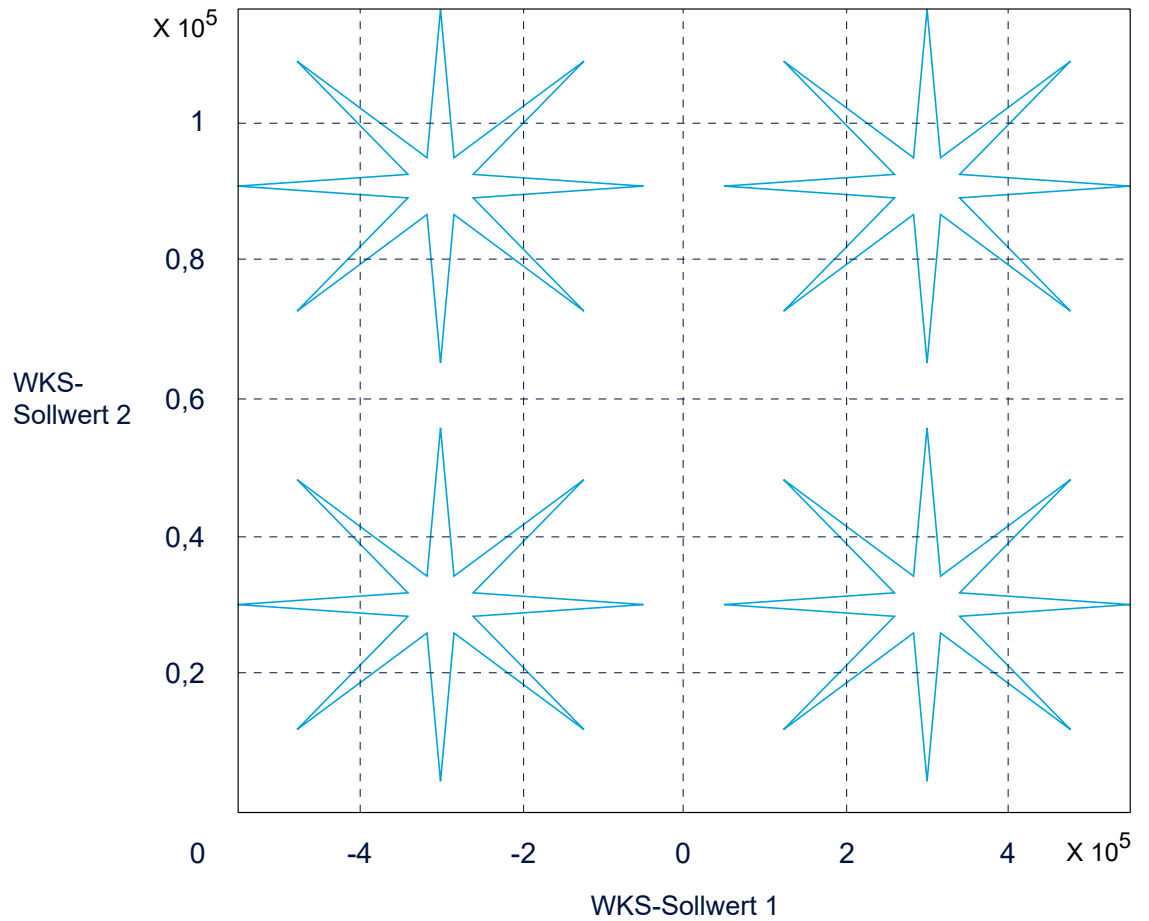


Abb. 15: X-U Konturzugabwicklung

3.4

Offenes Mehrkantrohr, Profilrohr (L/U-Profile)



Versionshinweis

Diese Funktionalität ist ab der CNC-Version

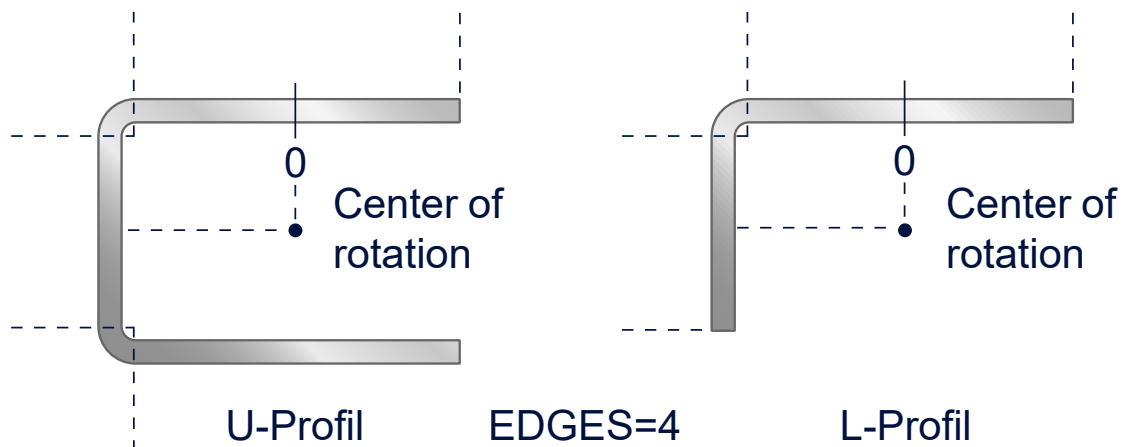
V2.11.2807.01 verfügbar.

Eigenschaften

Über eine Erweiterung der Definition können **nicht geschlossene** Profile bearbeitet werden. Ein offenes Profilrohr (L/U-Rohr) wird hierbei als begrenzte Mantelfläche aufgefasst.

Eine Begrenzung der Verfahrbewegung oder eine Modulobehandlung der PCS-Koordinate beim Überfahren von "virtuellen Ecken" erfolgt nicht. Das Koordinatensystem auf der Mantelfläche ist somit linear (s.a. lineares Koordinatensystem bei Rundrohrbearbeitung). Ausgehend vom Nullpunkt ist die Mantelfläche in eine positive und eine negative Richtung aufgeteilt.

Bei der Programmierung wird immer auf der geschlossenen Rohrseite gefertigt, d.h. es kann bei aktiver Profilrohrtransformation zwar über die virtuellen Ecken gefahren werden, aber es erfolgt dabei keine Drehung des Werkstücks oder eine Z-Höhenanpassung.



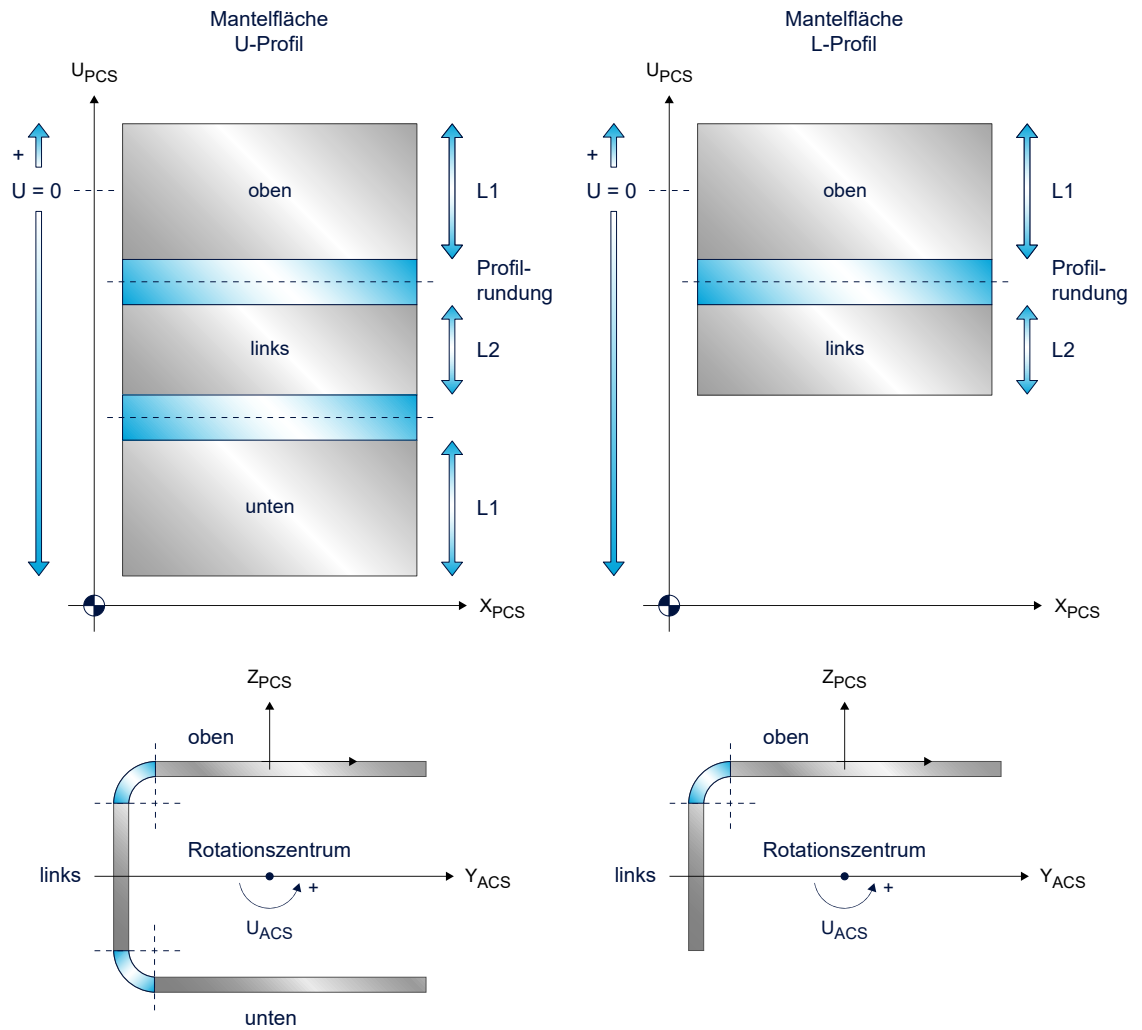


Abb. 16: Beispiele offener Profile, U und L Profil

Aufspannbeispiele offener Rechteckprofile:

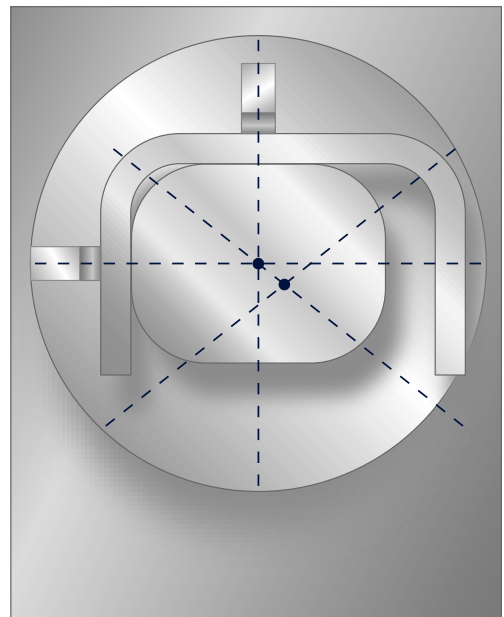
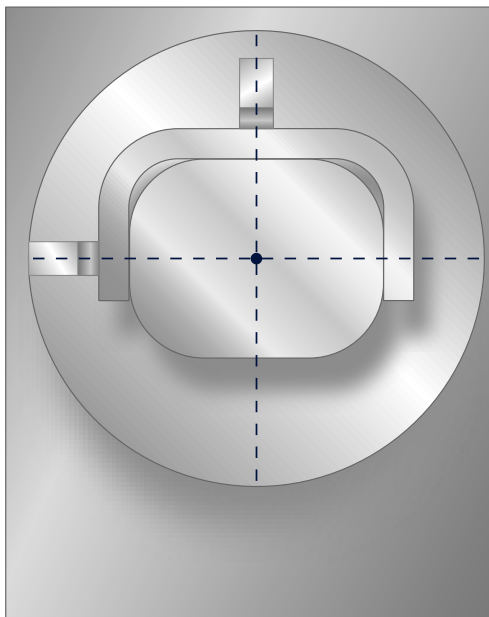
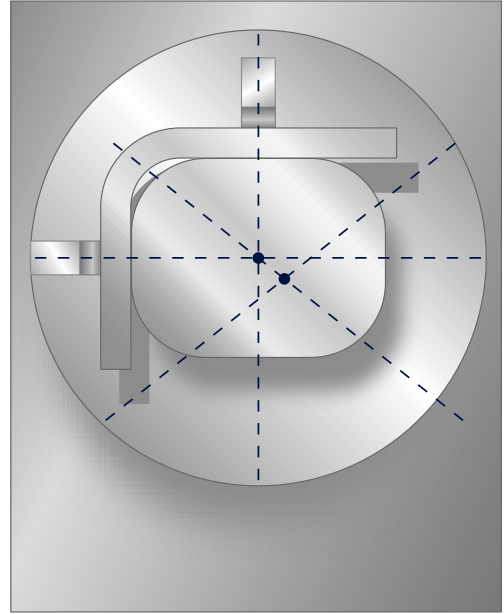
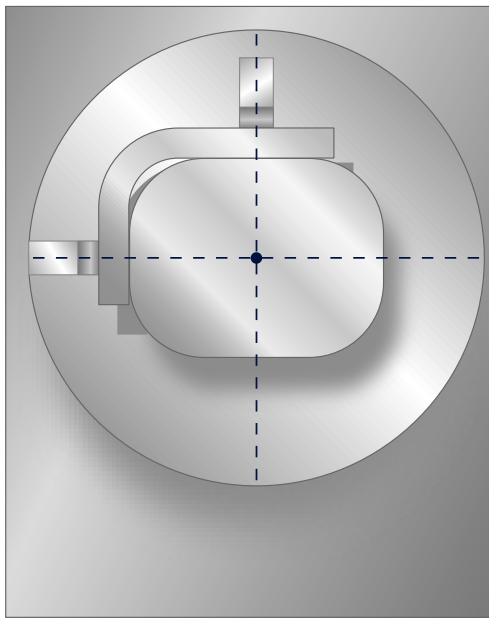


Abb. 17: Aufspannbeispiele

3.4.1 Programmierung #CYL [EDGES.. OPEN..]

Offene Ecken

Durch diese Erweiterung kann der Anwender angeben, zwischen welchen 2 Ecken das Profil geöffnet ist.

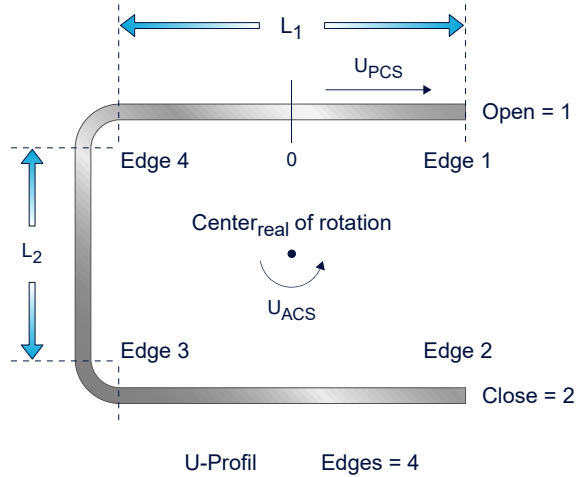


Abb. 18: Definition offenes U-Profil mit Angabe der Öffnungsecken



Hinweis

Für diese Bearbeitungsart müssen die Kinematikparameter unter ID 79 [► 85] belegt werden.

Syntax für Anwahl offene Profilrohrbearbeitung:

Syntax:

#CYL [EDGES=.. ROUNDING=.. LENGTH1=.. [LENGTH2=..]
[OPEN=.. CLOSE=..]]

modal

EDGES=..	Anzahl Kanten (Ecken) des geschlossenen Profilrohres, Positive Ganzzahl. Die minimale Eckanzahl des Profils ist auf 3, die maximale auf 16 begrenzt.
ROUNDING=..	Radius der Kantenrundung (Eckradius), [mm, inch].
LENGTH1=..	Seitenlänge bei symmetrischen Profilen bzw. erste Seitenlänge bei Rechteckprofilen, [mm, inch]
LENGTH2=..	Zweite Seitenlänge bei Rechteckprofilen, [mm, inch]
OPEN=..	Nummer der Ecke [1; <EDGES>], an der das Werkstück geöffnet ist. Nummer aufsteigend in Mantelflächenabwicklung (positive U_{PCS} -Richtung).
CLOSE=..	Nummer der Ecke [1; <EDGES>], an der das Werkstück wieder geschlossen wird (positive U_{PCS} -Richtung).

Syntax für Abwahl offene Profilrohbearbeitung:

Syntax:

#CYL OFF

modal



Programmierbeispiel

Programmierung **#CYL [EDGES.. OPEN..]**

```
...  
N3 U0 X0  
N4 #CYL [EDGES=4 ROUNDING=5 LENGTH1=60 LENGTH2=45 OPEN=1 CLOSE=2]  
N5 G01 G91 X10 F5000
```



Hinweis

Bei der Bestimmung der Eckennummern für 'OPEN' und 'CLOSE' bewegt man sich von '1 PCS' ausgehend in positiver PCS Richtung (Uhrzeigersinn bzw. clockwise) von 'OPEN' zu 'CLOSE' über das Profil! Alle Profilteile zwischen 'OPEN' und 'CLOSE' sind somit im offenen Bereich.

OPEN=1 / CLOSE=2: -> U rechts offen

OPEN=3 / CLOSE=4 -> U links offen

OPEN=1 / CLOSE=3: -> L rechts offen

OPEN=2 / CLOSE=4: -> L links offen



Achtung

Eine korrekte Anwahl der Profilbearbeitung ist nur möglich, wenn eine geschlossene Profilseite in Nullstellung der Drehachse zum Werkzeug zeigt!

Nicht zulässig ist z.B.:

#CYL [EDGES=4 ROUNDING=5 LENGTH1=60 OPEN=4 CLOSE=1]

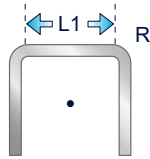


Hinweis

Wenn es erforderlich ist, über die offene Profilseite auf eine benachbarte Fläche zu fahren (z.B. wenn die Wegstrecke zum neuen Zielpunkt kürzer ist), so ist die Profiltransformation zu deaktivieren (**#CYL OFF**), ggf. das Werkzeug zurückzuziehen, die Drehachse zu positionieren und dann die Profiltransformation erneut zu aktivieren mit **#CYL [EDGES...]**.

Beispiele offener Profile

#CYL[EDGES=4 ROUNDING=5 LENGTH1=50]



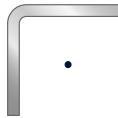
OPEN=2 CLOSE=3



OPEN=3 CLOSE=4



OPEN=1 CLOSE=2

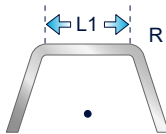


OPEN=1 CLOSE=3

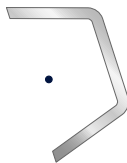


OPEN=2 CLOSE=4

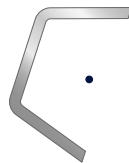
#CYL[EDGES=5 ROUNDING=5 LENGTH1=40]



OPEN=2 CLOSE=4



OPEN=3 CLOSE=5



OPEN=1 CLOSE=3



OPEN=2 CLOSE=5



OPEN=1 CLOSE=4

Abb. 19: Beispiele für die Parameterprogrammierung offener Profile



Programmierbeispiel

Profilrohrtransformation Vierkantprofil

```
(* Profilrohrtransformation Vierkantprofil, Segmentierung am Umfang, *)
(* Absolutprogrammierung *)
(* Offenes Profil *)

%L SUB_CONT
N[10+P30] G00 G90 X0 Z100 U0
N[20+P30] G162
P1=20 (* Radius Innenkreis *)
P2=50 (* Radius Aussenkreis *)
P3=22.5
P4=2*P3
G261
$FOR P10=0, 8, 1
    P6=P10*P4
    P7=SIN[P6]
    P8=COS[P6]
N[40+P10] G01 X[P2*P8] U[P2*P7] F5000
    P20=SIN[P3 + P6]
    P21=COS[P3 + P6]
N[50+P10] G01 X[P1*P21] U[P1*P20] F5000
$ENDFOR
G260
M29

%prof_open_close.nc
N10 #SLOPE [TYPE=STEP]
N20 G00 X0 Y0 Z100 U0
N25 #CONTOUR MODE[DEV PATH_DEV 2]
N65 G00 G90 Y0 U0
N70 #CYL[EDGES=4 ROUNDING=5 LENGTH1=20 LENGTH2=20 OPEN=2 CLOSE=3]
P30=2000
N80 LL SUB_CONT
N90 #CYL OFF
M30
```

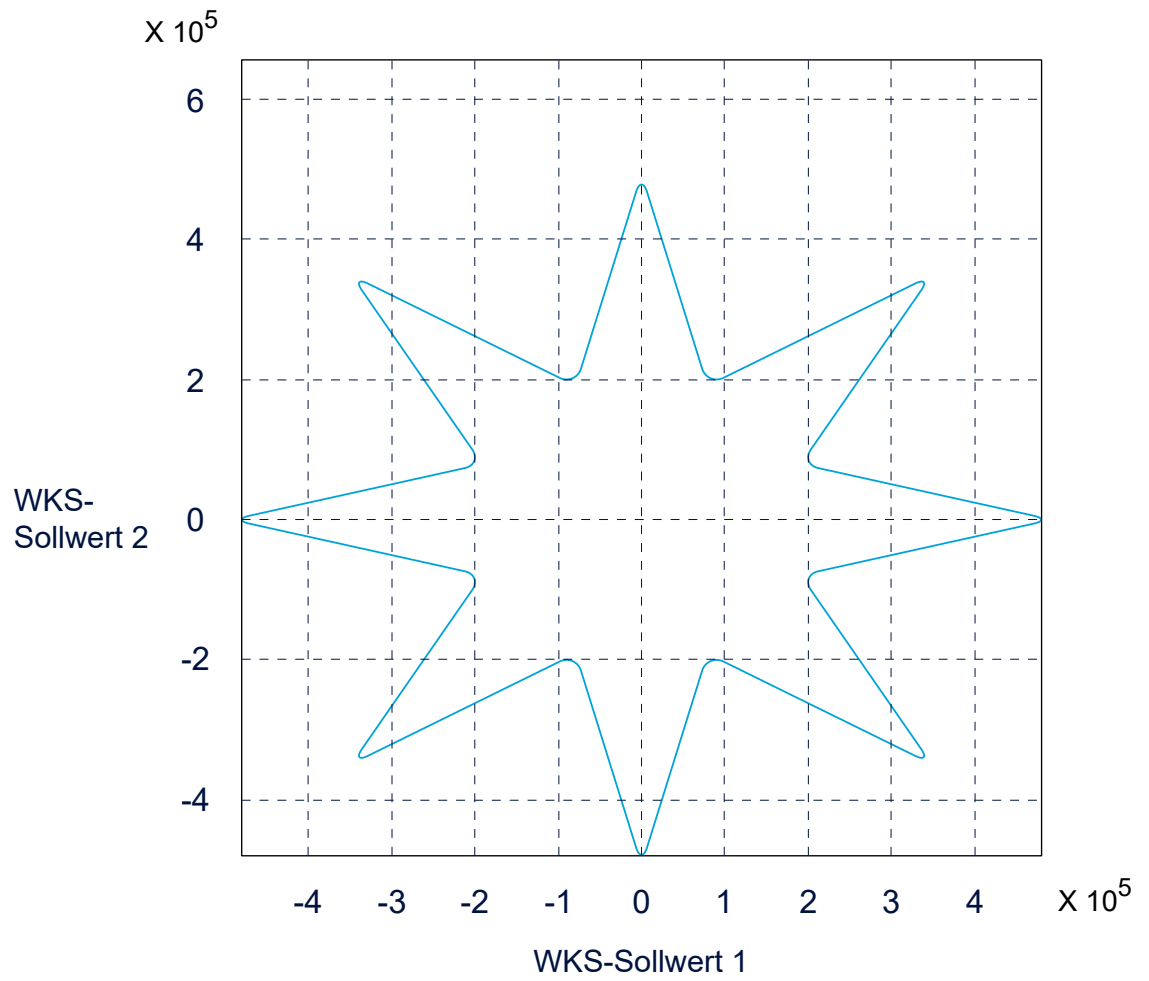


Abb. 20: X-U Abwicklung Geometrie

3.4.2 Außermittiger Drehmittelpunkt

Offene Ecken

Wird das Werkstück nicht mittig gespannt, so ergibt sich eine Verschiebung zwischen Werkstückmittelpunkt und Drehzentrum. Diese Verschiebung kann bei der Anwahl zusätzlich angegeben werden.

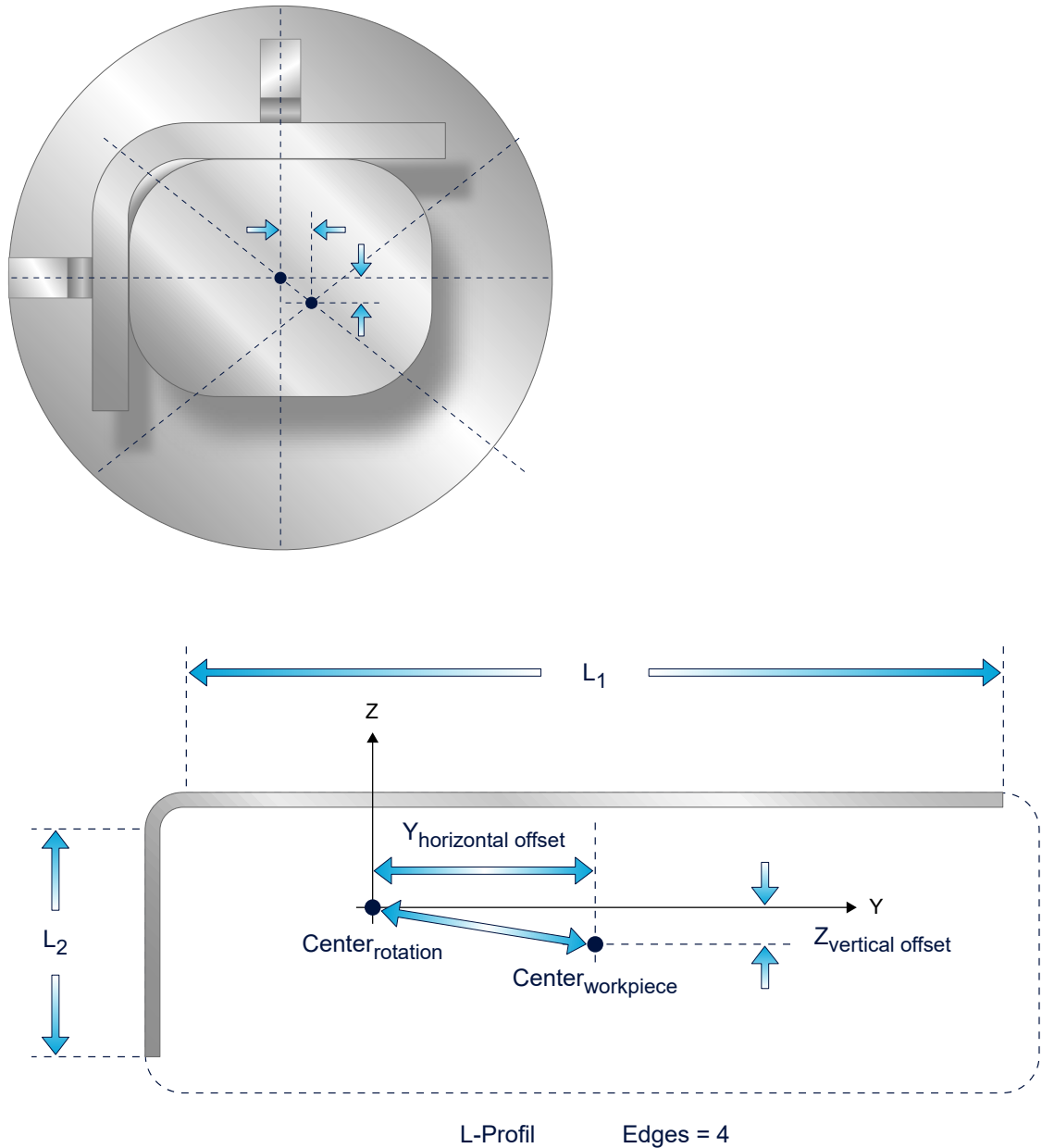


Abb. 21: Definition offenes L-Profil mit Verschiebung des Drehmittelpunktes

Syntax für Anwahl offene Profilrohbearbeitung mit Verschiebung des Drehmittelpunkts:

```
#CYL [ EDGES=.. ... CLOSE=.. [ HOR_OFFSET=.. VERT_OFFSET=.. ] ]
```

EDGES=.. ... Syntax der Profilbeschreibung
CLOSE=..
HOR_OFFSET=.. Verschiebung des Werkstückmittelpunkts in horizontaler Richtung (hier Y) gegenüber dem tatsächlichen Drehmittelpunkt in [mm, inch]
VERT_OFFSET=.. Verschiebung des Werkstückmittelpunkts in vertikaler Richtung (Z) gegenüber dem tatsächlichen Drehmittelpunkt in [mm, inch]

3.4.3 Achskonfiguration

Die kinematische Struktur besteht aus 3 translatorischen Achsen im Werkzeug und einer rotatorischen Achse im Werkstück.

Die nachfolgend aufgeführte Achskonfiguration ist im NC Kanal einzustellen.

Achskonfiguration im NC-Kanal		
Achsbezeichner	X,Y, Z, U	
Achsindex	0, 1, 2, 3	
Kinematische Struktur (ID 79)		
	Werkzeugachsen	Werkstückachsen
NC-Achsen	X, Y, Z	U

Parametrierung: Mehrkantrohr, Profilrohr (Kinematik-ID 79) [► 85]

4 Bearbeitungsvarianten (5/6-achsig)

Es wird nach 2 verschiedenen Bearbeitungsvarianten unterschieden:

- Rundrohr, Mantelfläche [► 44]
- Mehrkantrohr, Profilrohr [► 74]

4.1 Rundrohr, Mantelfläche

4.1.1 6-achsig, 2 Orientierungsachsen im Werkzeugkopf



Versionshinweis

Diese Funktionalität ist ab der CNC-Version

V2.11.2019.00 verfügbar.

Kombinierte Bearbeitung Platte/Rundrohr

Diese Kinematiken haben 6 Achsen und sind für Bearbeitungsmaschinen vorgesehen, bei denen die Rohrachse optional zusätzlich zu den 5 Achsen einer klassischen Maschine für die Plattenbearbeitung zur Verfügung steht.

Die Bearbeitungsorientierung wird über die 2 Drehachsen im Werkzeug festgelegt. Zur Bearbeitung am Rohr wird der TCP (Tool Center Point) mit der X/Y-Achse über die Rotationsachse des Rohrs positioniert. Während der Bearbeitung bleibt der TCP auf dem Hochpunkt des Rohres stehen. Die Programmierung der Kontur erfolgt auf der Mantelfläche über die Achsen U, Y und X, V. Die Programmierung der Orientierung ist abhängig von der vorhandenen Achsstruktur im Werkzeugkopf:

- Bei der Struktur mit Maschinenwinkel A-B bzw. B-A direkt mit den zugeordneten Winkelwerten, oder über die virtuellen Winkel C und A.
- Bei der Kopfstruktur CA, CB erfolgt die Programmierung direkt über die Winkelwerte CA, CB. In diesen Fällen (virtuelle oder reale C-Achse) kann dann auch mit Hilfe der Funktion "tangentiales Nachführen" der Fasenwinkel zur Kontur konstant gehalten werden.

Eine der nachfolgenden 6-achsigen Konfigurationen ist einzustellen. Je nach Maschinenaufbau liegt hierbei die Rohrachse parallel zur X- oder Y-Maschinenachse. Dies wird über den Befehl **#CYL ORI LATERAL[.]** gesteuert.

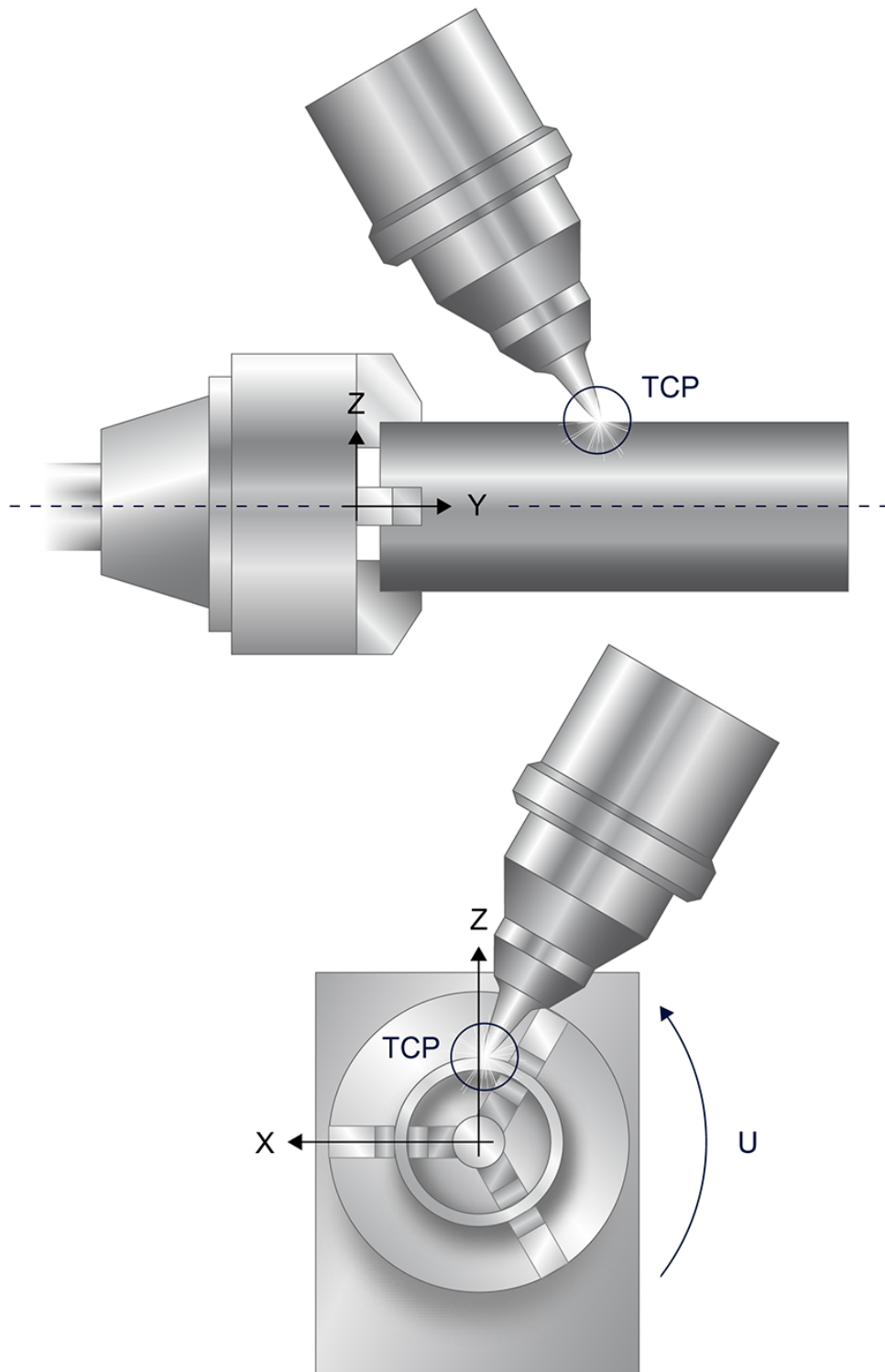


Abb. 22: TCP dreht auf Rohrmittelachse, Rohrhochpunkt

4.1.1.1 Rohrbearbeitung mit AB Orientierungskopf

Achskonfiguration im NC-Kanal		
Achsbezeichner	X, Y, Z, A/(C), B/(A), U/V	
Achsindex	0, 1, 2, 3, 4, 5	
Kinematische Struktur (ID 90)		
	Werkzeugachsen	Werkstückachsen
NC-Achsen	X, Y, Z, A/(C), B/(A)	U/V

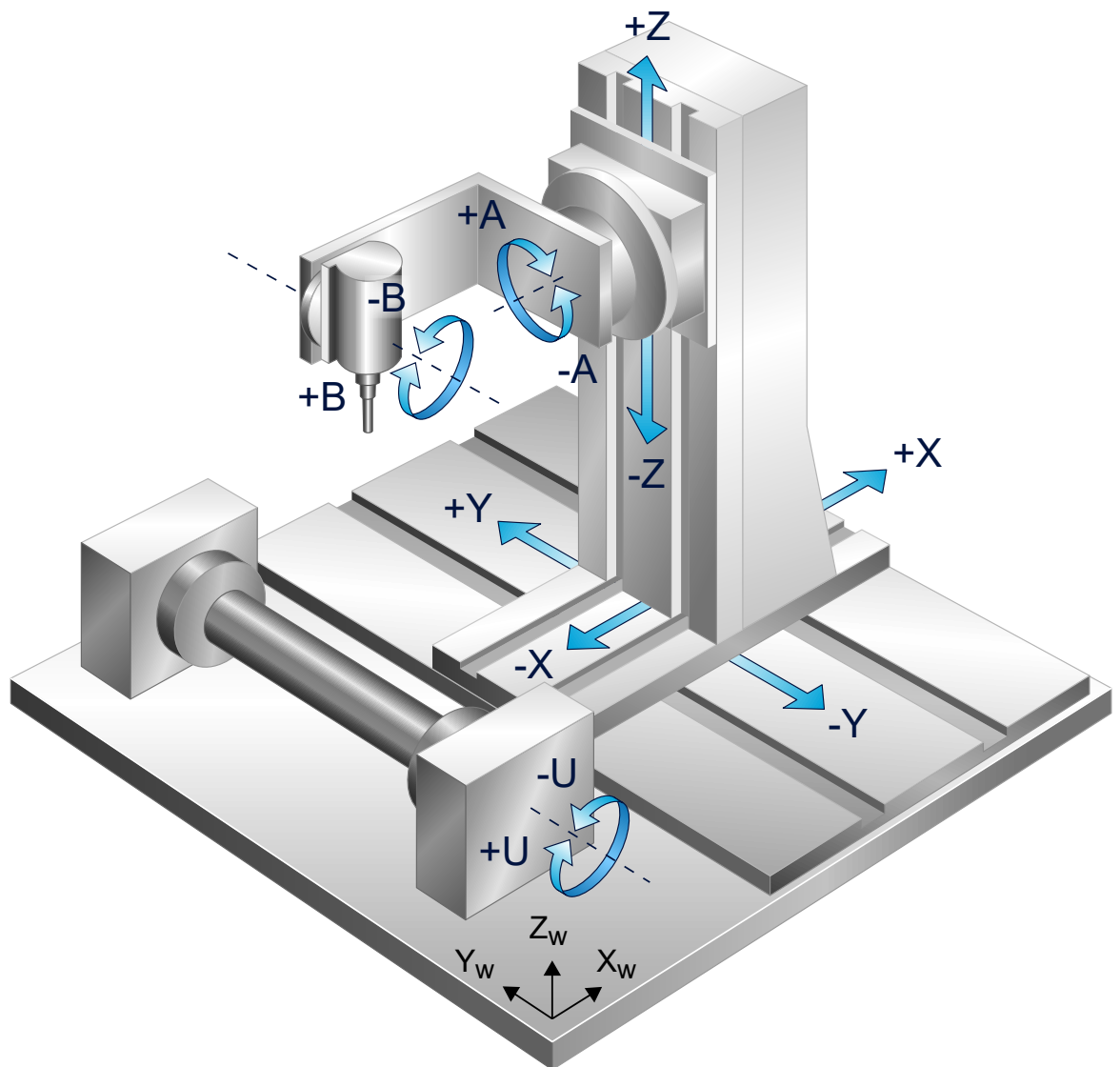


Abb. 23: Mantelflächenbearbeitung mit Rohrachse parallel zu Y

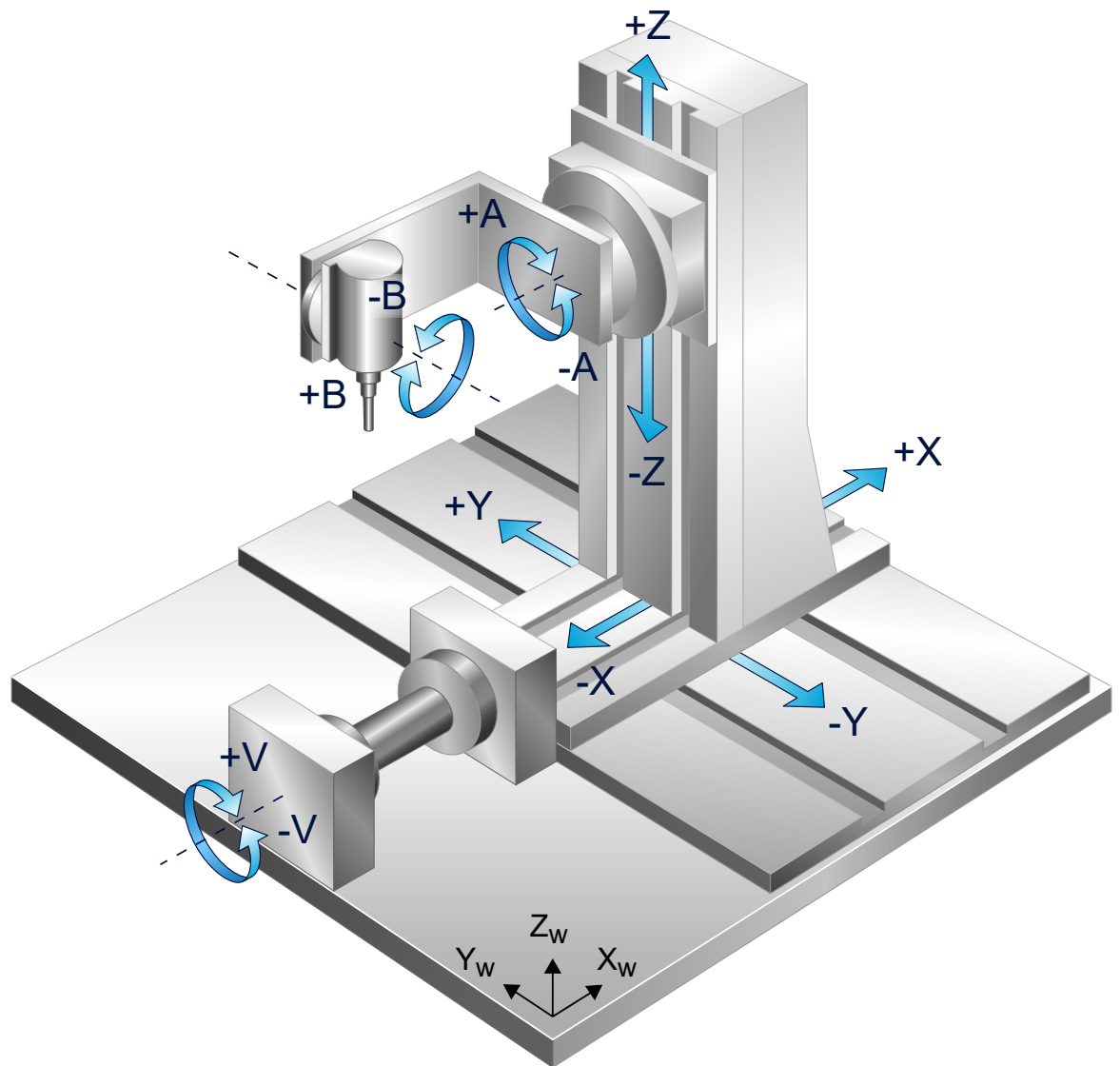


Abb. 24: Mantelflächenbearbeitung mit Rohrachse parallel zu X

Parametrierung: Parameter für AB Orientierungskopf [► 91]

4.1.1.2 Rohrbearbeitung mit BA Orientierungskopf

Achskonfiguration im NC-Kanal		
Achsbezeichner	X, Y, Z, B/(C), A/(A), U/V	
Achsindex	0, 1, 2, 3, 4, 5	
Kinematische Struktur (ID 90)		
	Werkzeugachsen	Werkstückachsen
NC-Achsen	X, Y, Z, B/(C), A/(A)	U/V

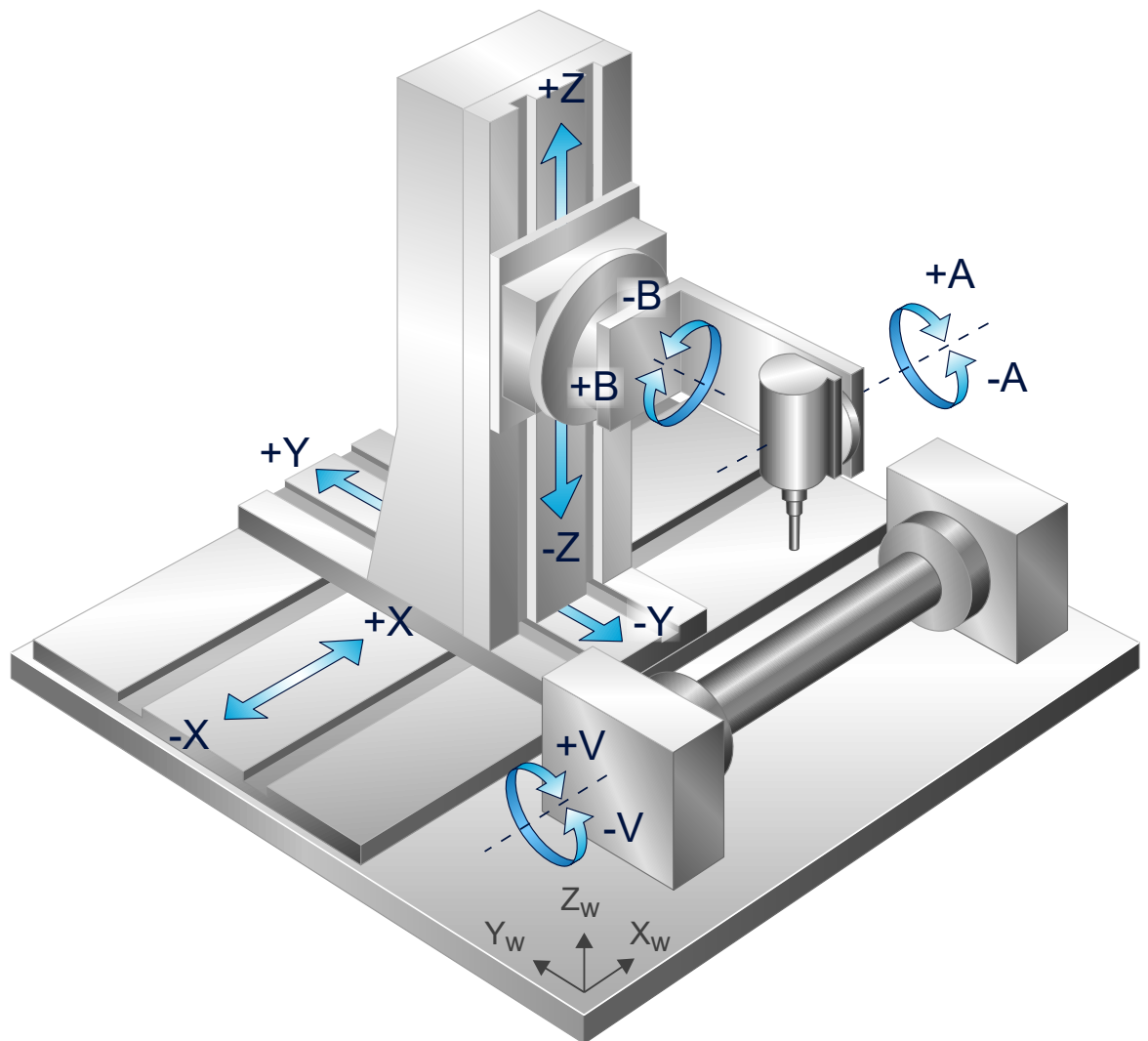


Abb. 25: Mantelflächenbearbeitung mit Rohrachse parallel zu X

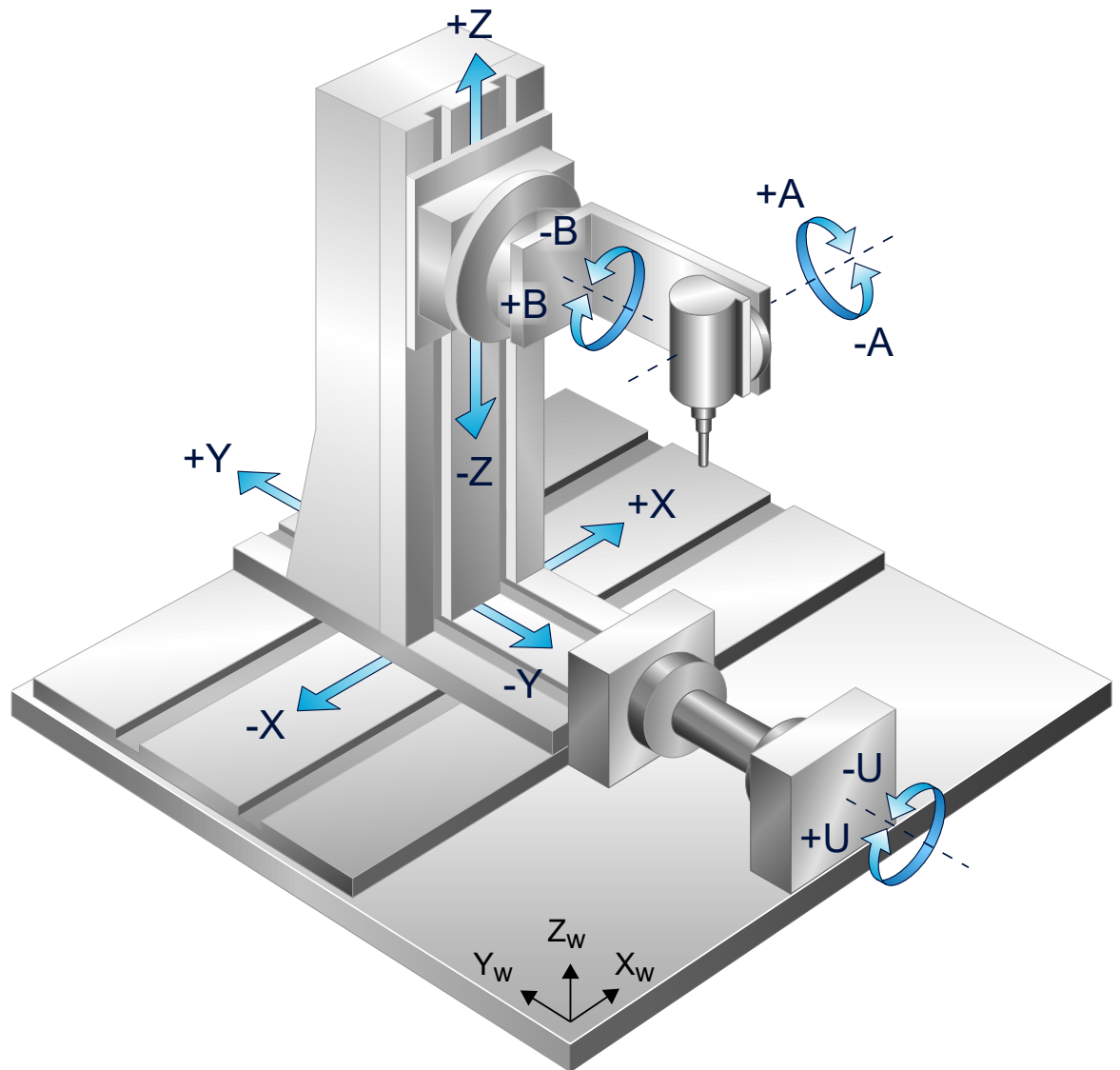


Abb. 26: Mantelflächenbearbeitung mit Rohrachse parallel zu Y

Parametrierung: Parameter für BA Orientierungskopf [► 93]

4.1.1.3 Rohrbearbeitung mit CA Orientierungskopf

Achskonfiguration im NC-Kanal		
Achsbezeichner	X, Y, Z, C, A, U/V	
Achsindex	0, 1, 2, 3, 4, 5	
Kinematische Struktur (ID 90)		
	Werkzeugachsen	Werkstückachsen
NC-Achsen	X, Y, Z, C ,A	U/V

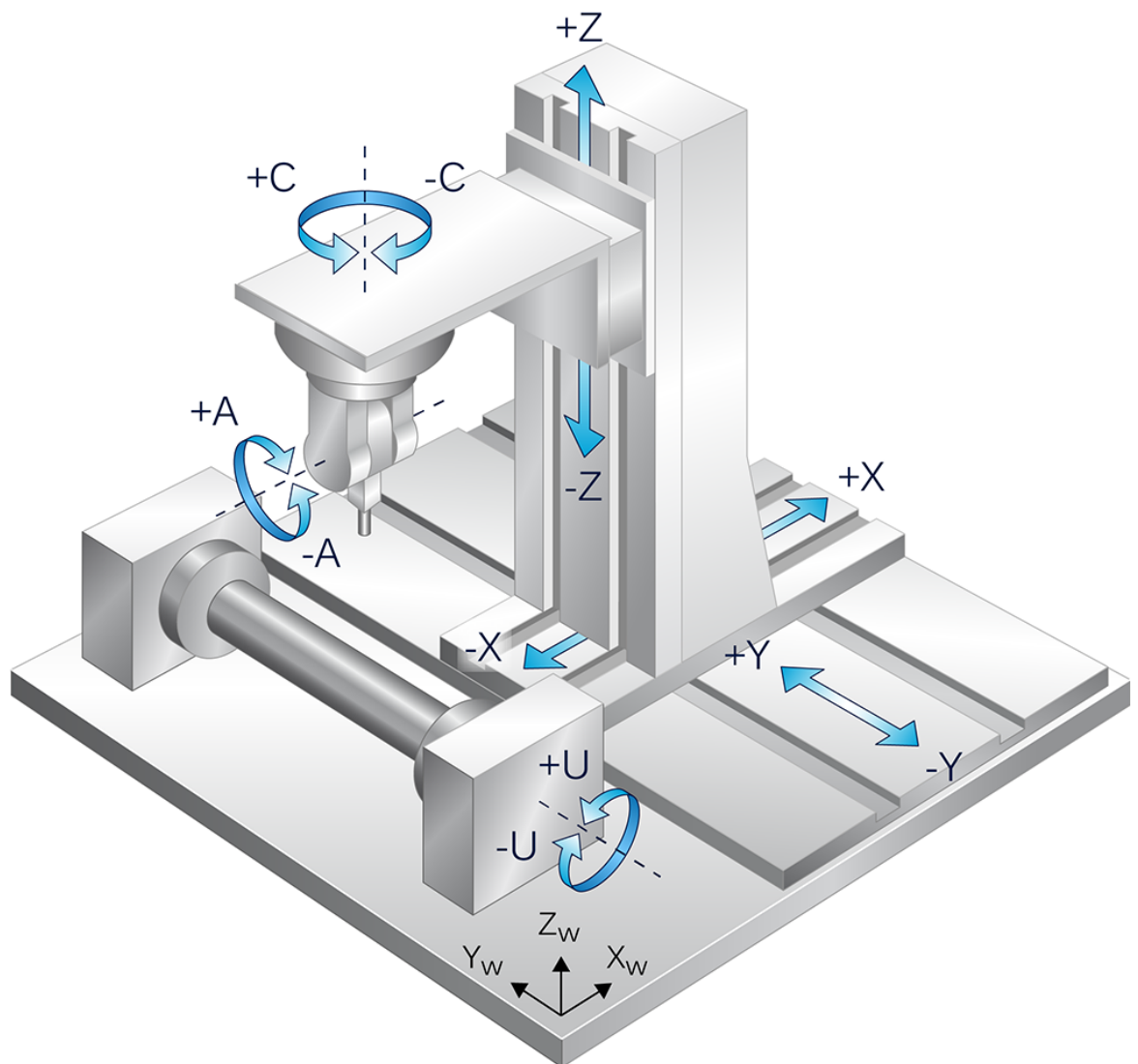


Abb. 27: Mantelflächenbearbeitung mit Rohrachse parallel zu Y

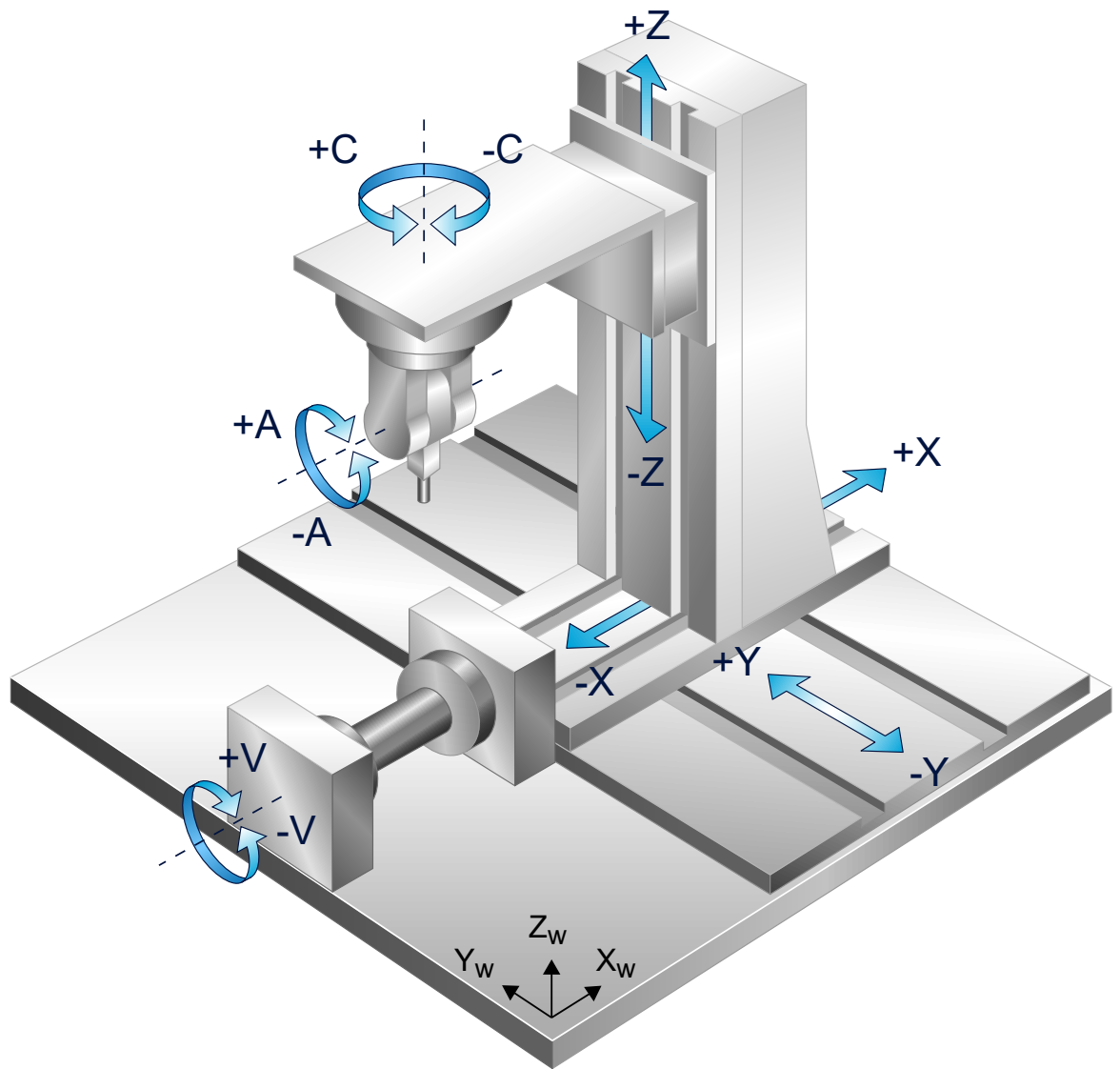


Abb. 28: Mantelflächenbearbeitung mit Rohrachse parallel zu X

Parametrierung: Parameter für CA Orientierungskopf [► 95]

4.1.1.4 Rohrbearbeitung mit CB Orientierungskopf

Achskonfiguration im NC-Kanal		
Achsbezeichner	X, Y, Z, C, B, U/V	
Achsindex	0, 1, 2, 3, 4, 5	
Kinematische Struktur (ID 90)		
	Werkzeugachsen	Werkstückachsen
NC-Achsen	X, Y, Z, C, B	U/V

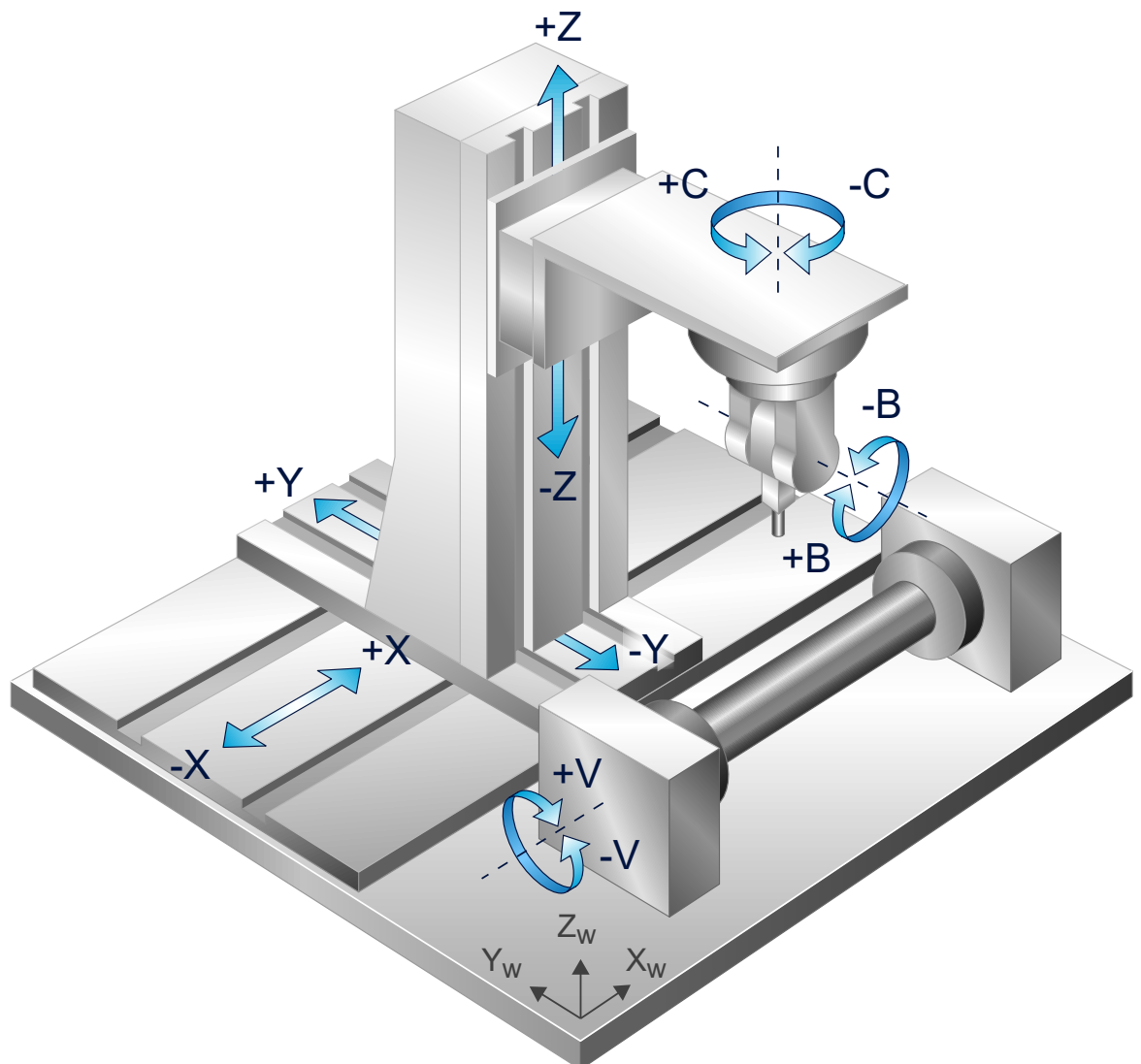


Abb. 29: Mantelflächenbearbeitung mit Rohrachse parallel zu X

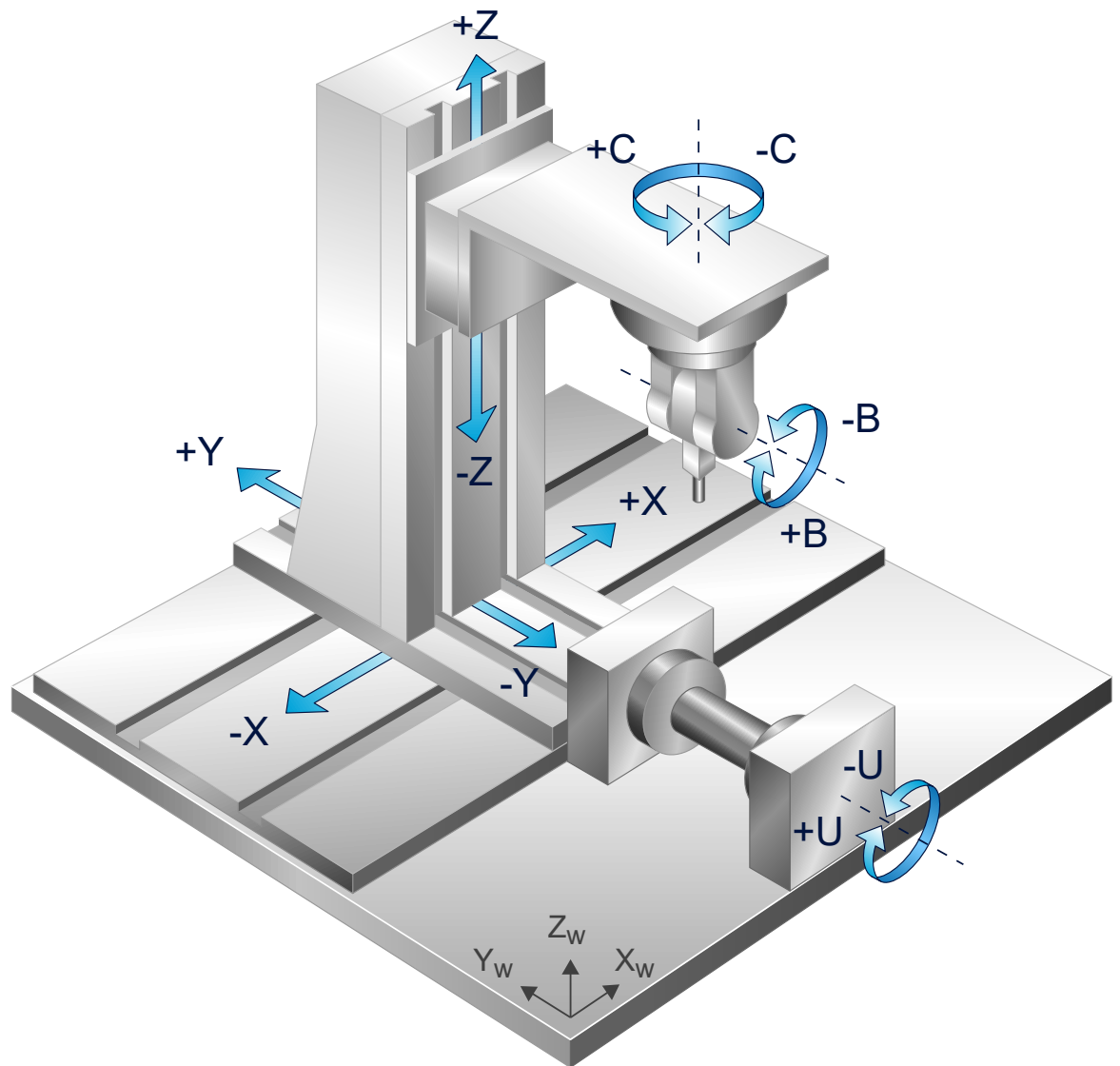


Abb. 30: Mantelflächenbearbeitung mit Rohrachse parallel zu Y

Parametrierung: Parameter für CB Orientierungskopf [► 97]

4.1.1.5 Rohrbearbeitung mit CA Schrägwinkel Orientierungskopf

Achskonfiguration im NC-Kanal		
Achsbezeichner	X, Y, Z, C, A, U/V	
Achsindex	0, 1, 2, 3, 4, 5	
Kinematische Struktur (ID 90)		
	Werkzeugachsen	Werkstückachsen
NC-Achsen	X, Y, Z, C, A	U/V

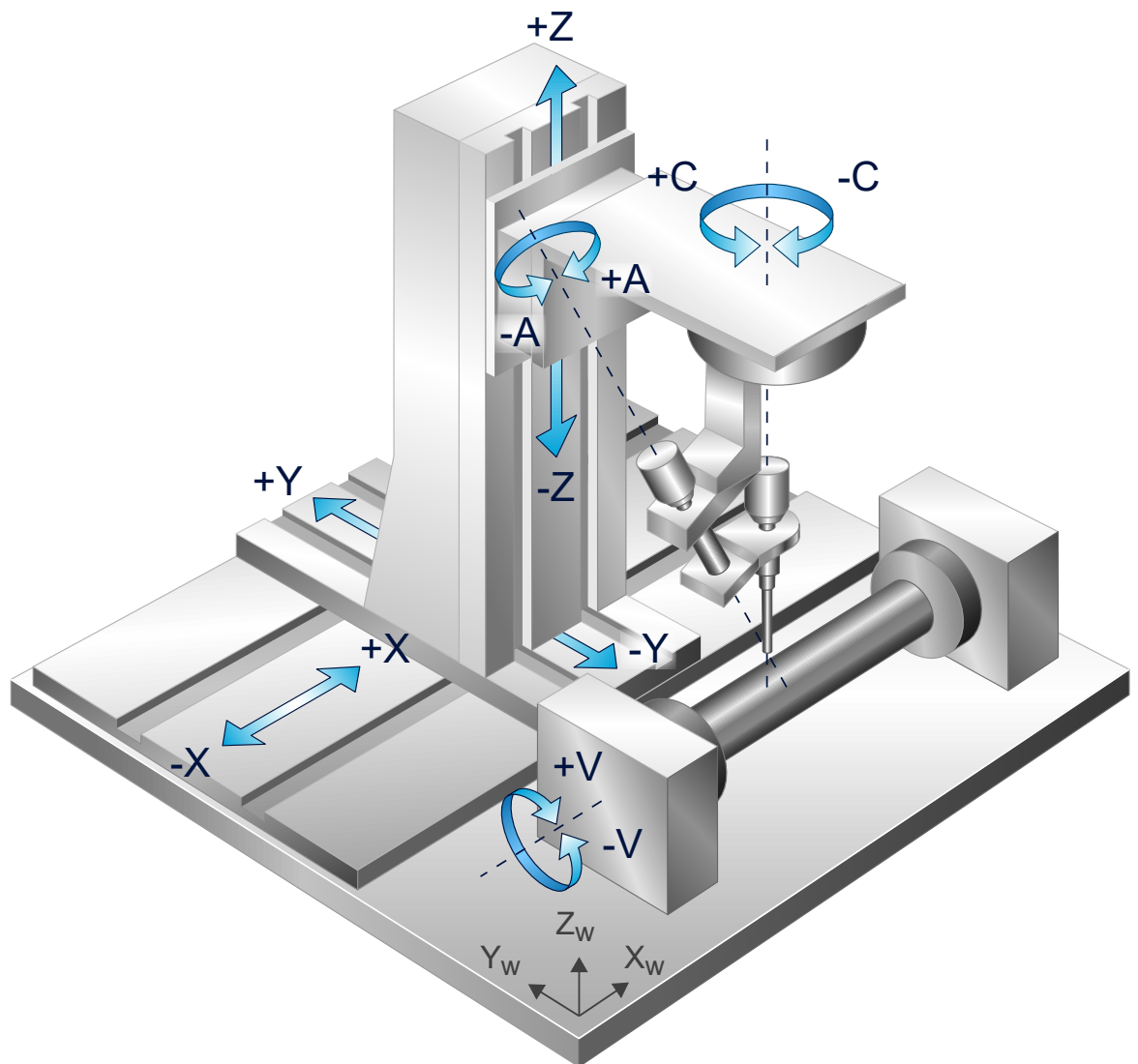


Abb. 31: Mantelflächenbearbeitung mit Rohrachse parallel zu X

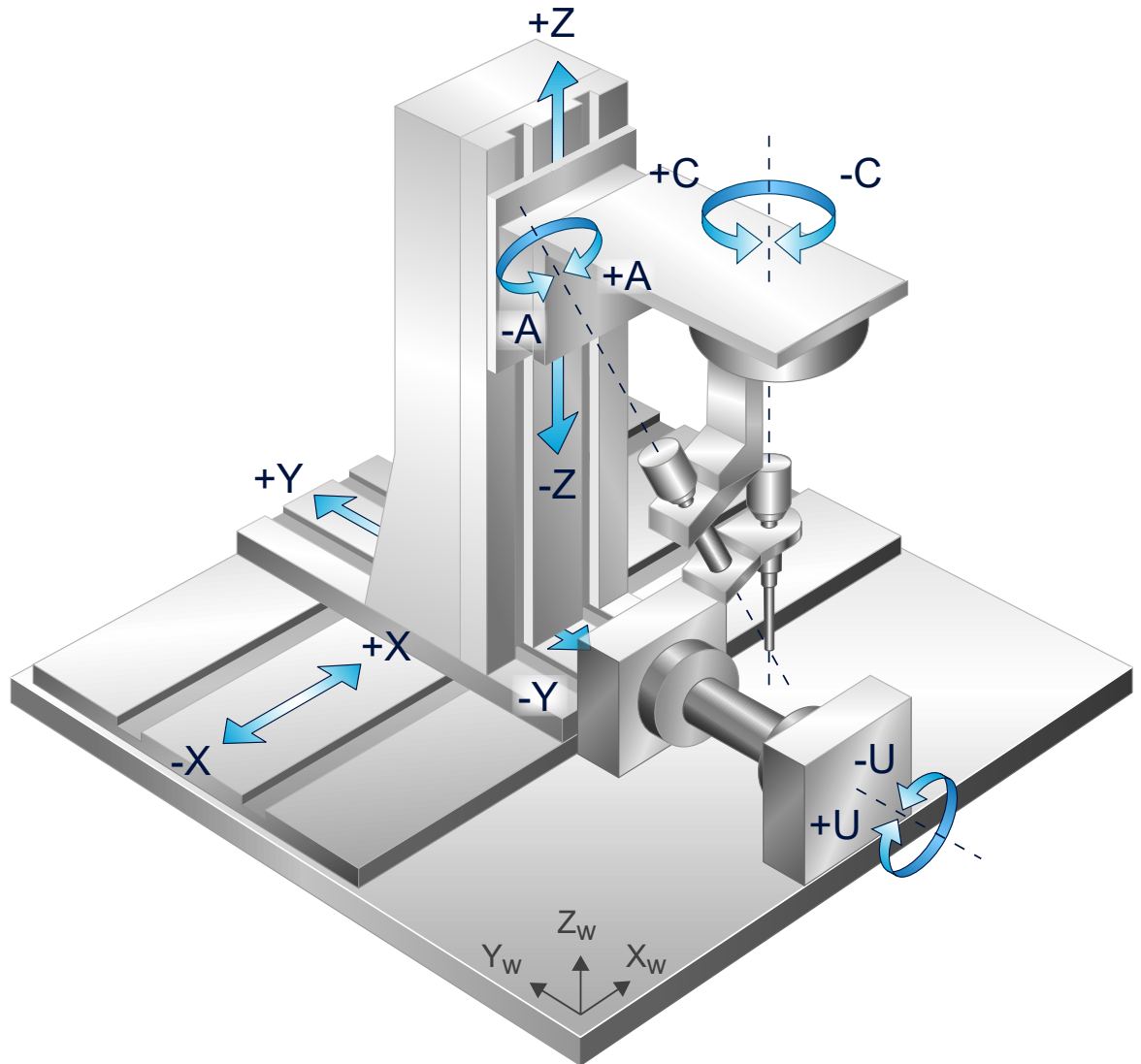


Abb. 32: Mantelflächenbearbeitung mit Rohrachse parallel zu Y

Parametrierung: Parameter für CA Schrägwinkel Orientierungskopf [► 99]

4.1.2 5-achsig, je eine Orientierungsachse im Werkstück und Werkzeug



Versionshinweis

Diese Funktionalität ist ab der CNC-Version V2.11.2807.20 verfügbar.

Rundrohrbearbeitung

Diese Kinematiken sind für Bearbeitungsmaschinen mit 5 Maschinenachsen vorgesehen, die speziell nur die Rohrbearbeitung unterstützen.

Hier wird eine Konfiguration mit 5 realen Maschinenachsen und einer virtuellen Achse bzw. Simulationsachse benötigt. Die Bearbeitungsorientierung wird über eine Drehachse im Werkzeug und eine im Werkstück festgelegt.

Der TCP (Tool Center Point) wird zur Bearbeitung am Rohr mit der X/Y-Achse über dem Hochpunkt des Rohres positioniert. Im Gegensatz zu den 6-achsigen Kinematiken [► 44] bleibt der TCP bei Änderung der Orientierung nicht auf dem Hochpunkt des Rohres stehen, sondern er wandert auf der Zylinderoberfläche. Dies ist bzgl. der Kollisionsgefahr von Werkstück und der Werkzeugaufnahme zu berücksichtigen.

Die Programmierung der Kontur erfolgt auf der Mantelfläche über die Achsen U, Y und X, V. Die Programmierung der Orientierung ist abhängig von der vorhandenen Kinematik.

- Bei der A-U bzw. B-V Struktur erfolgt die Programmierung direkt über die zugeordneten Winkelwerte A-B bzw. B-A.
- Bei Parametrierung mit virtuellen Achsen CA erfolgt die Programmierung über diese Winkel.

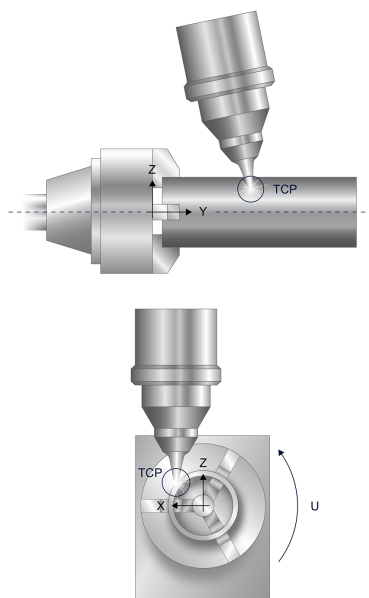


Abb. 33: TCP wandert in XZ, YZ Ebene

4.1.2.1 Rohrbearbeitung mit AU Kinematik

Achskonfiguration im NC-Kanal		
Achsbezeichner	X, Y, Z, B*, A, U	
Achsindex	0, 1, 2, 3, 4, 5	
Kinematische Struktur (ID 90)		
	Werkzeugachsen	Werkstückachsen
NC-Achsen	X, Y, Z, B*, A	U

(*) Virtuelle Achse, bzw. Simulationsachse

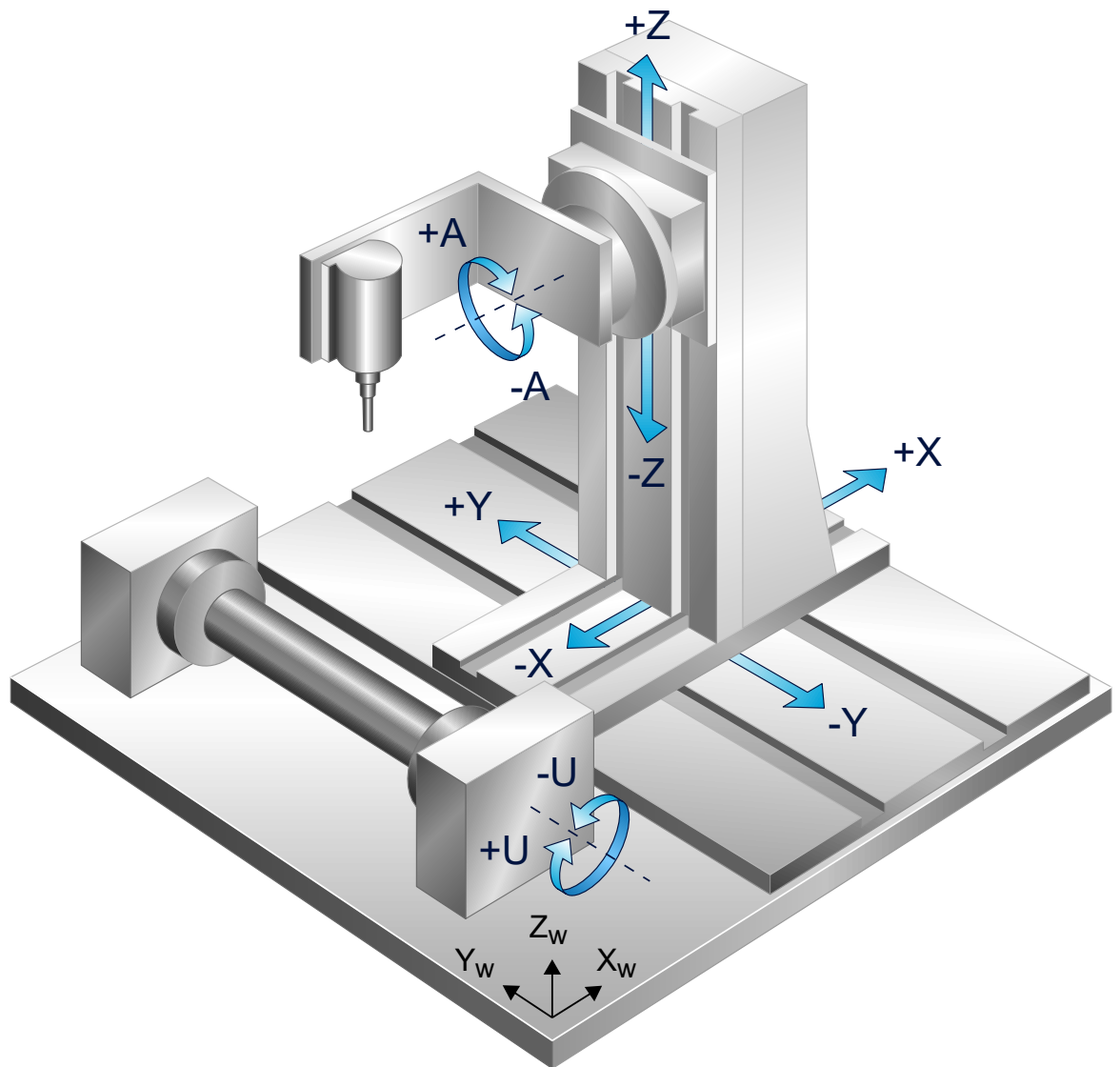


Abb. 34: Mantelflächenbearbeitung mit AU Kinematik

Parametrierung: Parameter für AU Kinematik [► 101]

4.1.2.2 Rohrbearbeitung mit BV Kinematik

Achskonfiguration im NC-Kanal		
Achsbezeichner	X, Y, Z, A*, B, V	
Achsindex	0, 1, 2, 3, 4, 5	
Kinematische Struktur (ID 90)		
	Werkzeugachsen	Werkstückachsen
NC-Achsen	X, Y, Z, A*, B	V

(*) Virtuelle Achse, bzw. Simulationsachse

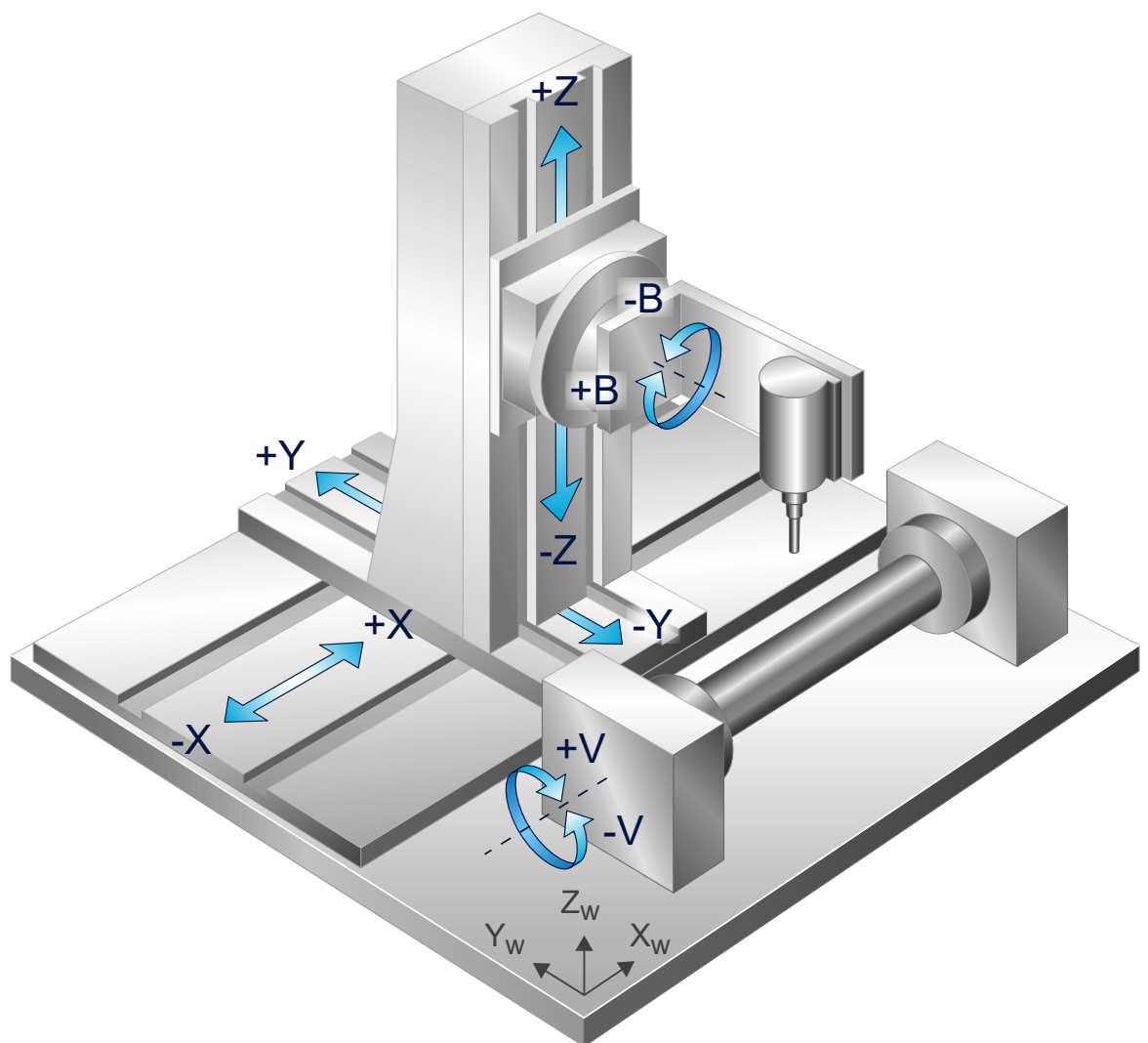


Abb. 35: Mantelflächenbearbeitung mit BV Kinematik

Parametrierung: Parameter für BV Kinematik [► 103]

4.1.3 Programmierung

Kinematische Struktur und Achsbezeichner

Die U-Maschinenachse ist normal eine Achse, die um die X-Achse dreht, die V-Achse um Y und die W-Achse um Z. In den Konfigurationen und Programmierbeispielen wurde von dieser Definition abgewichen. Die Achsbezeichner für das Rohrsystem sind so gewählt, dass sich eine logische Programmierung in einem virtuellen rechtsdrehenden **G17** Mantelfächensystem ergibt. Im Fall der Rohrbearbeitung wird also abhängig von der Lage der Rohrachse entweder in der U-Y oder X-V Ebene bearbeitet.

Der im NC-Programm verwendete Bezeichner kann natürlich auch in **beiden** Fällen der Name der Drehachse, z.B. U, sein.

Für die Rohrbearbeitung wird die Funktion über den Befehl **#CYL ORI LATERAL** [...] angewählt. Dabei erfolgt implizit die Anwahl der kinematischen Struktur. Über einen Kinematikparameter wird festgelegt, welche kinematische Struktur im Werkzeugkopf bei der Anwahl aktiviert wird. Über die Achsreihenfolge bei Anwahl wird festgelegt, ob es sich um eine U-Abwicklung (Rohrachse liegt in Y-Richtung) oder V-Abwicklung (Rohrachse liegt in X-Richtung) handelt.

Für die Plattenbearbeitung kann die gleiche Kinematik verwendet werden. Die Auswahl erfolgt über den Befehl **#KIN ID[90]**; über **#TRAFO ON** wird die Kinematik aktiviert. Die Rohrachse U kann als Mitschleppachse programmiert werden.

Die Programmiervariante mit virtueller C-A Achse wird nur bei der AB, BA Kopfkongfiguration benötigt, wenn man mit Fasenwinkel zur Kontur bearbeiten möchte. Hierzu kann die Funktion tangentiales Nachführen aktiviert werden. Bei den anderen Kopfkongfigurationen gibt es eine reale C-Maschinenachse.

4.1.3.1 Rohrbearbeitung (#CYL ORI LATERAL)



Hinweis

Für diese Bearbeitungsart müssen die Kinematikparameter unter ID 90 [► 91] belegt werden.

Syntax zur Anwahl und Parametrierung, wirksam mit nächstem Bewegungssatz:

Syntax:

```
#CYL ORI LATERAL [ AX1<Achsname> | AXNR1=.. AX2<Achsname> | AXNR2=..
                  RADIUS=.. ]
```

AX1<Achsname>	Achsbezeichnung der ersten Hauptachse (X oder virtuelle lineare Achse U, Abwicklung).
AXNR1=..	Logische Nummer der ersten Hauptachse (X oder virtuelle lineare Achse U, Abwicklung), Positive Ganzzahl
AX2<Achsname>	Achsbezeichnung der zweiten Hauptachse (Y oder virtuelle lineare Achse V, Abwicklung).
AXNR2=..	Logische Nummer der zweiten Hauptachse (Y oder virtuelle lineare Achse V, Abwicklung), Positive Ganzzahl
RADIUS=..	Rohr(bezugs)radius, [mm, inch]

Syntax zur Abwahl:

#CYL OFF

4.1.3.2 Plattenbearbeitung

Wie allgemein in Programmieranleitung unter *Kapitel 5-Achs-Funktionalität* [PROG] beschrieben:

N10 **#KIN ID[90]** (* Auswahl Kinematik *)

N20 **#TRAFO ON** (* Anwahl Kinematik *)

N30 G00 X100 Y100 Z10 (* Verfabrbewegungen *)

.....

N100 **#TRAFO OFF** (* Abwahl *)



Hinweis

Bei der Plattenbearbeitung muss in der Achskonfiguration die Rohrdrehachse (z.B. U) auf Index 5 liegen!



Hinweis

Die Rohrdrehachse (z.B. U) wird als rotatorische Moduloachse für C-Achsbetrieb konfiguriert (Betriebsart 0x204, siehe P-AXIS-00015).

Es können alle unter den 6-achsigen Kopfstrukturen aufgelisteten Kinematiken mit 2 Drehachsen im Werkzeug ausgewählt werden. (AB, BA, CA, CB, CA-Schrägwinkelkopf). Die Auswahl der Kopfstruktur erfolgt wie bei der Rohrbearbeitung über den Kinematikparameter HD13.

4.1.4 Beispiele Rohrbearbeitung (6-achsig)

4.1.4.1 AB Kopf, AB Programmierung

```
%L SUB_1
N100 G01 G90 U50 F2000
N150          B15
N200          Y40
N250          B0    A-15
N300 G01          U[-40]
N350          B-15 A0
N400 G01 Y-40
N450          B0 A15
N500 G01          U40
N550          B15 A0
N600 G01 Y0
N700 G01 G90 U20 F2000
N1040 M29

%tube_5ax
V.G.KIN[90].PARAM[0] = 1000000
V.G.KIN[90].PARAM[1] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[2] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[3] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[4] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[5] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[6] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[7] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[8] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[9] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[10] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[11] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[12] = 0    (* AB Kopf *)
V.G.KIN[90].PARAM[13] = 0    (* AB Programmierung *)
V.G.KIN[90].PARAM[14] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[15] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[16] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[17] = 0

N05 #SLOPE [TYPE=TRAPEZ]
N20 #KIN ID[90]
N40 G01 X500 Y0 Z50 A0 B0 F2000
N50 #CYL ORI LATERAL[AX1=U AX2=Y RADIUS=30]
N40 G01 U0 Y0 Z30 A0 B0 F2000
N80 LL SUB_1
N110 #CYL OFF

M30
```

4.1.4.2 BA Kopf, BA Programmierung

```
%L SUB_1
N100 G01 G90 U50 F2000
N150          A15
N200          Y40
N250          A0    B-15
N300 G01          U[-40]
N350          A-15 B0
N400 G01 Y-40
N450          A0    B0
N500 G01          U40
N550          A15    B0
N600 G01 Y0
N700 G01 G90 U20 F2000
N1040 M29

%tube_5ax
V.G.KIN[90].PARAM[0] = 1000000
V.G.KIN[90].PARAM[1] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[2] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[3] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[4] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[5] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[6] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[7] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[8] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[9] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[10] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[11] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[12] = 1    (* BA Kopf *)
V.G.KIN[90].PARAM[13] = 0    (* BA Programmierung *)
V.G.KIN[90].PARAM[14] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[15] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[16] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[17] = 0

N05 #SLOPE [TYPE=TRAPEZ]
N20 #KIN ID[90]
N40 G01 X500 Y0 Z50 B0 A0 F2000
N50 #CYL ORI LATERAL[AX1=U AX2=Y RADIUS=30]
N40 G01 U0 Y0 Z30 B0 A0 F2000
N80 LL SUB_1
N110 #CYL OFF

M30
```

4.1.4.3 AB Kopf, CA Programmierung

```
%L SUB_1
N100 G01 G90 U50 F2000
N200      Y40
N300 G03 Y50 U40 I-10
N500 G01      U[-40]
N700 G03 Y40 U[-50] J-10
N900 G01 Y-40
N1100 G03 Y-50 U[-40] I10
N1300 G01      U40
N1500 G03 Y-40 U50 J10
N1700 G01 Y0
N1900 G01 G90 U20 F2000

N1040 M29

%tube_5ax

V.G.KIN[90].PARAM[0] = 1000000
V.G.KIN[90].PARAM[1] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[2] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[3] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[4] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[5] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[6] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[7] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[8] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[9] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[10] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[11] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[12] = 0 (* AB Kopf *)
V.G.KIN[90].PARAM[13] = 1 (* CA Programmierung *)
V.G.KIN[90].PARAM[14] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[15] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[16] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[17] = 0

N05 #SLOPE [TYPE=TRAPEZ]
N40 G01 X500 Y0 Z50 A0 B0 F2000
N45 #SET AX[X,1,0] [Y,2,1] [Z,3,2] [C,4,3] [A,5,4] [U,6,5]
N50 #CYL ORI LATERAL[AX1=U AX2=Y RADIUS=30]
N40 G01 U0 Y0 Z30 C0 A15 F2000
N70 #CAXTRACK ON[ANGLIMIT 0.1]
N80 LL SUB_1
N90 #CAXTRACK OFF
N110 #CYL OFF

M30
```

4.1.4.4 BA Kopf, CA Programmierung

```
%L SUB_1
N100 G01 G90 U50 F2000
N200 Y40
N300 G03 Y50 U40 I-10
N500 G01 U[-40]
N700 G03 Y40 U[-50] J-10
N900 G01 Y-40
N1100 G03 Y-50 U[-40] I10
N1300 G01 U40
N1500 G03 Y-40 U50 J10
N1700 G01 Y0
N1900 G01 G90 U20 F2000

N1040 M29

%tube_5ax

V.G.KIN[90].PARAM[0] = 1000000
V.G.KIN[90].PARAM[1] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[2] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[3] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[4] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[5] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[6] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[7] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[8] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[9] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[10] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[11] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[12] = 1 (* BA Kopf *)
V.G.KIN[90].PARAM[13] = 1 (* CA Programmierung *)
V.G.KIN[90].PARAM[14] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[15] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[16] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[17] = 0

N05 #SLOPE [TYPE=TRAPEZ]
N40 G01 X500 Y0 Z50 A0 B0 F2000
N45 #SET AX[X,1,0][Y,2,1][Z,3,2][C,4,3][A,5,4][U,6,5]
N50 #CYL ORI LATERAL[AX1=U AX2=Y RADIUS=30]
N40 G01 U0 Y0 Z30 C0 A15 F2000
N70 #CAXTRACK ON[ANGLIMIT 0.1]
N80 LL SUB_1
N90 #CAXTRACK OFF
N110 #CYL OFF

M30
```

4.1.4.5 CA Kopf, CA Programmierung

```
%L SUB_1
N100 G01 G90 U50 F2000
N200 Y40
N300 G03 Y50 U40 I-10
N500 G01 U[-40]
N700 G03 Y40 U[-50] J-10
N900 G01 Y-40
N1100 G03 Y-50 U[-40] I10
N1300 G01 U40
N1500 G03 Y-40 U50 J10
N1700 G01 Y0
N1900 G01 G90 U20 F2000

N1040 M29

%tube_5ax

V.G.KIN[90].PARAM[0] = 1000000
V.G.KIN[90].PARAM[1] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[2] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[3] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[4] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[5] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[6] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[7] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[8] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[9] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[10] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[11] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[12] = 2 (* CA Kopf *)
V.G.KIN[90].PARAM[13] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[14] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[15] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[16] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[17] = 0

N05 #SLOPE [TYPE=TRAPEZ]
N40 G01 X500 Y0 Z50 C0 A0 F2000
N45 #SET AX[X,1,0][Y,2,1][Z,3,2][C,4,3][A,5,4][U,6,5]
N50 #CYL ORI LATERAL[AX1=U AX2=Y RADIUS=30]
N40 G01 U0 Y0 Z30 C0 A15 F2000
N60 #CAXTRACK ON[ANGLIMIT 0.1]
N70 LL SUB_1
N80 #CAXTRACK OFF
N90 #CYL OFF

M30
```

4.1.4.6 CB Kopf, CB Programmierung

```
%L SUB_1
N100 G01 G90      U50 F2000
N200             Y40
N300 G03 Y50      U40      I-10
N500 G01          U[-40]
N700 G03 Y40      U[-50] J-10
N900 G01 Y-40
N1100 G03 Y-50    U[-40] I10
N1300 G01          U40
N1500 G03 Y-40    U50      J10
N1700 G01 Y0
N1900 G01 G90     U20 F2000

N1040 M29

%tube_5ax

V.G.KIN[90].PARAM[0] = 1000000
V.G.KIN[90].PARAM[1] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[2] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[3] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[4] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[5] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[6] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[7] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[8] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[9] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[10] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[11] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[12] = 4      (* CB Kopf *)
V.G.KIN[90].PARAM[13] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[14] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[15] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[16] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[17] = 0

N05 #SLOPE [TYPE=TRAPEZ]
N40 G01 X500 Y0 Z50 C0 B0 F2000
N45 #SET AX[X,1,0][Y,2,1][Z,3,2][C,4,3][B,5,4][U,6,5]
N50 #CYL ORI LATERAL[AX1=U AX2=Y RADIUS=30]
N40 G01 U0 Y0 Z30 C0 B15 F2000
N60 #CAXTRACK ON[ANGLIMIT 0.1]
N70 LL SUB_1
N80 #CAXTRACK OFF
N90 #CYL OFF

M30
```

4.1.4.7 CA Schrägwinkelkopf, CA Programmierung

```
%L SUB_1
N100 G01 G90 U50 F2000
N200 Y40
N300 G03 Y50 U40 I-10
N500 G01 U[-40]
N700 G03 Y40 U[-50] J-10
N900 G01 Y-40
N1100 G03 Y-50 U[-40] I10
N1300 G01 U40
N1500 G03 Y-40 U50 J10
N1700 G01 Y0
N1900 G01 G90 U20 F2000

N1040 M29

%tube_5ax

V.G.KIN[90].PARAM[0] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[1] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[2] = 450000
V.G.KIN[90].PARAM[3] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[4] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[5] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[6] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[7] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[8] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[9] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[10] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[11] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[12] = 8 (* CA Kardan Kopf *)
V.G.KIN[90].PARAM[13] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[14] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[15] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[16] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[17] = 0

N05 #SLOPE [TYPE=TRAPEZ]
N40 G01 X500 Y0 Z50 C0 B0 F2000
N45 #SET AX[X,1,0][Y,2,1][Z,3,2][C,4,3][A,5,4][U,6,5]
N50 #CYL ORI LATERAL[AX1=U AX2=Y RADIUS=30]
N40 G01 U0 Y0 Z30 C0 B15 F2000
N60 #CAXTRACK ON[ANGLIMIT 0.1]
N70 LL SUB_1
N80 #CAXTRACK OFF
N90 #CYL OFF

M30
```

4.1.5 Beispiele Plattenbearbeitung (6-achsig)

4.1.5.1 AB Kopf, CA Programmierung

```
%t_tube
V.G.KIN[90].PARAM[0] = 1000000
V.G.KIN[90].PARAM[1] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[2] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[3] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[4] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[5] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[6] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[7] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[8] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[9] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[10] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[11] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[12] = 0      (* AB Kopf *)
V.G.KIN[90].PARAM[13] = 1      (* CA Programmierung *)
V.G.KIN[90].PARAM[14] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[15] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[16] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[17] = 0

N10 #SLOPE [TYPE=TRAPEZ]
N20 #KIN ID[90]
N30 G01 X0 Y0 Z0 A0 C0 U0 F2000
N40 #SET AX[X,1,0][Y,2,1][Z,3,2][C,4,3][A,5,4][U,7,5]
N45 #CONTOUR MODE[DEV PATH_DEV 0.1 TRACK_DEV 1]

N50 #TRAFO ON
N55 G01 U0 X0 Y0 Z0 C0 A45
N56 #CAXTRACK ON[ANGLIMIT 1]

N57 G261
N58 G01 G91 X50
N60 G90 G02 J-30
N61 G01 G91 X50
N62 G260
N63 #CAXTRACK OFF

N80 #TRAFO OFF

N90 M30
```


4.1.5.2 AB Kopf, AB Programmierung

```
%t_tube
V.G.KIN[90].PARAM[0] = 1000000
V.G.KIN[90].PARAM[1] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[2] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[3] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[4] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[5] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[6] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[7] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[8] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[9] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[10] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[11] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[12] = 0      (* AB Kopf *)
V.G.KIN[90].PARAM[13] = 0      (* AB Programmierung *)
V.G.KIN[90].PARAM[14] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[15] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[16] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[17] = 0

N10 #SLOPE [TYPE=TRAPEZ]
N20 #KIN ID[90]
N30 G01 X0 Y0 Z0 A0 C0 U0 F2000
N40 #SET AX[X,1,0][Y,2,1][Z,3,2][A,4,3][B,5,4][U,7,5]
N45 #CONTOUR MODE[DEV PATH_DEV 0.1 TRACK_DEV 1]

N50 #TRAFO ON
N55 G01 U0 X0 Y0 Z0 A0 B45

N57 G261
N58 G01 G91 X50
N60 G90 G02 J-30
N61 G01 G91 X50
N62 G260

N80 #TRAFO OFF

N90 M30
```

4.1.6 Beispiele Rohrbearbeitung (5-achsig)

4.1.6.1 AU Kinematik, BA Programmierung

(* B ist Simulationsachse *)

```
%L SUB_1
N570 G261
N580 G01 G90 Y50 B15
N600 G90 G02 J-30
N610 G01 G90 Y-50 B-15
N620 G90 G02 J-30
N630 G01 G91 Y50 B0
N640 G260
M29

%t_tube
V.G.KIN[90].PARAM[0] = 1000000
V.G.KIN[90].PARAM[1] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[2] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[3] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[4] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[5] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[6] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[7] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[8] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[9] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[10] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[11] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[12] = 9 (* Kinematik 9: A WZ, U 10: B WZ, V *)
V.G.KIN[90].PARAM[13] = 0 (* Progr. Orientierung 0: wie Kin. 1: CA *)
V.G.KIN[90].PARAM[14] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[15] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[16] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[17] = 0

N05 #SLOPE [TYPE=STEP]
N10 #SET AX[X,1,0][Y,2,1][Z,3,2][B,4,3][A,5,4][U,6,5]

N20 G01 X0 Y0 Z150 A0 B0 U0 F2000
N30 #CONTOUR MODE[DEV PATH_DEV 0.1 TRACK_DEV 1]
N40 #CYL ORI LATERAL[AX1=U AX2=Y RADIUS=25]
N50 G01 U0 X0 Y0 Z30 A0 B0
N60 LL SUB_1
N120 #CYL OFF

M30
```

4.1.6.2 BV Kinematik, AB Programmierung

(* A ist Simulationsachse *)

```
%L SUB_1
N570 G261
N580 G90 G01 X50 A15
N600 G02 J-30
N610 G01 X-50 A-15
N600 G02 J-30
N610 G01 X50 A0
N620 G260
M29

%t_tube
V.G.KIN[90].PARAM[0] = 1000000
V.G.KIN[90].PARAM[1] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[2] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[3] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[4] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[5] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[6] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[7] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[8] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[9] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[10] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[11] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[12] = 10 (* Kinematik 9: A-U 10: B-V *)
V.G.KIN[90].PARAM[13] = 0 (* Progr. Orientierung 0: wie Kin 1: CA *)
V.G.KIN[90].PARAM[14] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[15] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[16] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[17] = 0

N05 #SLOPE [TYPE=STEP]
N10 #SET AX[X,1,0][Y,2,1][Z,3,2][A,4,3][B,5,4][V,6,5]
N20 G01 X0 Y0 Z150 A0 B0 V0 F2000
N30 #CONTOUR MODE[DEV PATH_DEV 0.1 TRACK_DEV 1]

N40 #CYL ORI LATERAL[AX1=X AX2=V RADIUS=25]
N50 G01 V0 X0 Y0 Z30 A0 B0
N60 LL SUB_1
N120 #CYL OFF

M30
```

4.1.6.3 AU Kinematik, CA Programmierung

(* C ist Simulationsachse *)

```
%L SUB_1
N570 G261
N575          A15
N580 G01 G90 U50
N590          Y50
N600          U0
N610          Y0
N620          U[-50]
N630          Y-50
N640          U0
N650          Y0
N620 G260
M29

%t_tube
V.G.KIN[90].PARAM[0] = 1000000
V.G.KIN[90].PARAM[1] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[2] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[3] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[4] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[5] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[6] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[7] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[8] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[9] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[10] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[11] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[12] = 9 (* Kinematik 9: A-U 10: B-V *)
V.G.KIN[90].PARAM[13] = 1 (* Progr. Orientierung 0: wie Kin. 1: CA *)
V.G.KIN[90].PARAM[14] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[15] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[16] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[17] = 0

N05 #SLOPE [TYPE=STEP]
N10 #SET AX[X,1,0] [Y,2,1] [Z,3,2] [C,4,3] [A,5,4] [U,6,5]
N20 G01 X0 Y0 Z150 C0 A0 U0 F2000
N30 #CONTOUR MODE[DEV PATH_DEV 0.1 TRACK_DEV 1]

N40 #CYL ORI LATERAL[AX1=U AX2=Y RADIUS=25]
N50 G01 U0 X0 Y0 Z30 C0 A0
N56 #CAXTRACK ON[AX=C ANGLIMIT 0.1]
N60 LL SUB_1
N70 #CAXTRACK OFF
N110 #CYL OFF

M30
```

4.1.6.4 BV Kinematik, CA Programmierung

(* C ist Simulationsachse *)

```
%L SUB_1
N570 G261
N575          A15
N580 G01 G90 X50
N590          V50
N600          X0
N610          V0
N620          X-50
N630          V[-50]
N640          V0
N650          X0
N620 G260
M29

%t_tube
V.G.KIN[90].PARAM[0] = 1000000
V.G.KIN[90].PARAM[1] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[2] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[3] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[4] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[5] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[6] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[7] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[8] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[9] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[10] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[11] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[12] = 10 (* Kinematik 9: A-U 10: B-V *)
V.G.KIN[90].PARAM[13] = 1  (* Progr. Orientierung 0: wie Kin 1: CA *)
V.G.KIN[90].PARAM[14] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[15] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[16] = 0
V.G.KIN[90].PARAM[17] = 0

N05 #SLOPE [TYPE=STEP]
N10 #SET AX[X,1,0][Y,2,1][Z,3,2][C,4,3][A,8,4][V,7,5]

N20 G01 X0 Y0 Z150 C0 A0 V0 F2000
N30 #CONTOUR MODE[DEV PATH_DEV 0.1 TRACK_DEV 1]

N40 #CYL ORI LATERAL[AX1=X AX2=V RADIUS=25]
N50 G01 V0 X0 Y0 Z30 C0 A0

N56 #CAXTRACK ON[AX=C ANGLIMIT 1]
N60 LL SUB_1
N70 #CAXTRACK OFF

N80 #CYL OFF

M30
```

4.2 Mehrkantrohr, Profilrohr

Bearbeitung mit 5-Achskopf

Für die Profilrohrbearbeitung mit 5-Achsköpfen steht die Kinematik 93 [► 105] zur Verfügung. Sie wird bei Anwahl der Profilrohrbearbeitung implizit aktiviert. Ihre Konfiguration ist im Kapitel "Mehrkantrohr, Profilrohr (5/6-achsig) [► 105]" beschrieben.

Unterstützte 5-Achsköpfe

Die Kinematik 93 [► 105] unterstützt ebenfalls alle im Kapitel "Rundrohr, Mantelfläche [► 44]" genannten 5-Achsköpfe.



Hinweis

Als Einschränkung gilt, dass die Rohrachse immer parallel zur X-Achse liegt. Daher fehlen im Befehl #CYL ORI PROFILE [...] die Möglichkeiten zur Angabe der Achsen.

Beispielparametrierung: Parameter für AB und BV Orientierungskopf [► 105]

4.2.1 Programmierung (#CYL ORI PROFILE)



Hinweis

Für diese Bearbeitungsart müssen die Kinematikparameter unter ID 93 [► 105] belegt werden.

Syntax zur Anwahl und Parametrierung, wirksam mit nächstem Bewegungssatz:

Syntax:

#CYL ORI PROFILE [EDGES=.. ROUNDING=.. LENGTH1=.. [LENGTH2=..] modal
[VEL=..] [ACC=..]

EDGES=..	Anzahl Kanten (Ecken) des Profilrohres, Positive Ganzzahl
ROUNDING=..	Die minimale Eckanzahl des Profils ist auf 3, die maximale Anzahl auf 16 begrenzt.
LENGTH1=..	Radius der Kantenrundung (Eckradius), [mm, inch].
LENGTH2=..	Seitenlänge bei symmetrischen Profilen bzw. erste Seitenlänge bei Rechteckprofilen, [mm, inch]
VEL=..	Zweite Seitenlänge bei Rechteckprofilen, [mm, inch]
ACC=..	Bahngeschwindigkeit auf Kantenrundung [mm/min]
	Bahnbeschleunigung auf Kantenrundung [mm/min²]

Syntax für Abwahl:

Syntax:

#CYL OFF modal



Programmierbeispiel

#CYL ORI PROFILE [..]

(Symmetrisches Vierkantprofil mit Kantenlänge 100 mm)
(und Radius der Kantenrundung 10 mm)

```
N10 #CYL ORI PROFILE [EDGES=4 ROUNDING=10 LENGTH1=100]
```

...

(Rechteckprofil mit den Kantenlängen 100 mm)
(und 80 mm und Radius der Kantenrundung 15 mm)

```
N10 #CYL ORI PROFILE [EDGES=4 ROUNDING=15 LENGTH1=100 LENGTH2=80]
```

...

(Reduzierte Bahndynamik auf der Profilrundung)

```
N10 #CYL ORI PROFILE [EDGES=4 ... LENGTH2=50 ACC=1000000]
```

4.2.2 Beispielprogramm mit AB Werkzeugkopf-Konfiguration

Diese Konfiguration enthält 6 reale Achsen.

```
N010 ; Konfiguration des AB-Orientierungskopfes
N020 V.G.KIN[93].PARAM[0] = 1000000 ; Z-Versatz bis Einspannpunkt Werkzeug
N030 V.G.KIN[93].PARAM[1] = 10000 ; X-Versatz bis Einspannpunkt Werkzeug
N040 V.G.KIN[93].PARAM[2] = 20000 ; Y-Versatz bis Einspannpunkt Werkzeug
N050 V.G.KIN[93].PARAM[3] = 30000 ; X-Versatz Drehpunkt A-Achse Drehpunkt B-Achse
N060 V.G.KIN[93].PARAM[4] = 31415 ; Y-Versatz Drehpunkt A-Achse Drehpunkt B-Achse
N070 V.G.KIN[93].PARAM[5] = 27181 ; Z-Versatz Drehpunkt A-Achse Drehpunkt B-Achse
N080 V.G.KIN[93].PARAM[6] = -1234 ; X-Versatz NP Drehpunkt A-Achse
N090 V.G.KIN[93].PARAM[7] = 17 ; Y-Versatz NP Drehpunkt A-Achse
N100 V.G.KIN[93].PARAM[8] = 100 ; Z-Versatz NP Drehpunkt A-Achse
N110 V.G.KIN[93].PARAM[11] = 1000 ; Winkeloffset U/V-Achse
N120 V.G.KIN[93].PARAM[12] = 0 ; 0 = AB-Kopf
N130 V.G.KIN[93].PARAM[13] = 0 ; 0 = PCS-Programmierung wie Kopf
N140 V.G.KIN[93].PARAM[14] = 0 ; Drehrichtung AM positiv
N150 V.G.KIN[93].PARAM[15] = 0 ; Drehrichtung BM positiv
N160 V.G.KIN[93].PARAM[16] = 200 ; Winkeloffset AM
N170 V.G.KIN[93].PARAM[17] = 100 ; Winkeloffset BM
N200 ; Konfiguration des Profilrohrs
N230 V.G.KIN[93].PARAM[23] = 513 ; Z-Versatz Drehachse U zu Maschinennullpunkt
N240 V.G.KIN[93].PARAM[24] = 1000 ; X-Versatz Drehachse U zu Maschinennullpunkt
N250 V.G.KIN[93].PARAM[25] = -5000 ; Y-Versatz Drehachse U zu Maschinennullpunkt
N260
N270 ; Achsen einsortieren
N280 #SET AX [X, 1, 0][Y, 2, 1][Z, 3, 2][A, 4, 3][B, 5, 4][U, 6, 5]
N290
N300 ; auf Null fahren
N310 G00 G90 X0 Y0 Z0 A0 B0 U0
N320
N330 ; Kinematic 93 auswaehlen
N340 #KIN ID[93]
N350
N360 ; Bearbeitung starten
N370 G01 X500 Y0 Z50 A0 B0 F2000
N380 #CYL ORI PROFILE [EDGES = 4 ROUNDING = 10 LENGTH1 = 50]
N390 G01 X0 U0 Z30 A0 B0 F2000
N400 G01 G90 U50 F2000
N410 B15
N420 X40
N430 B0 A-15
N440 G01 U-40
N450 B-15 A0
N460 G01 X-40
N470 A15 B0
N480 G01 U40
N490 B15 A0
N500 G01 X0
N510 G01 G90 U20 F2000
N520 #CYL OFF
N530
N540 ; Programm beenden
N550 M30
```


4.2.3 Beispielprogramm mit BV Konfiguration

Diese Konfiguration enthält 5 reale Achsen, die enthaltene A-Achse ist eine virtuelle Simulationsachse.

```
%L SUB_GEOM
N570 G261
N575          B=15 F200
N580 G01 G90 X50 F5000
N590          G91 U100
N600          G90 X0
N610          G91 U-100
N620          G90 X-100
N630          G91 U-100
N640          G91 U100
N650          G90 X0
N660          G90 B=0
N620 G260
M29

%t_edge_prof_5ax_BV.nc
N9 ;
N10 V.G.KIN[93].PARAM[0] = 1000000
N11 V.G.KIN[93].PARAM[1] = 0
N12 V.G.KIN[93].PARAM[2] = 0
N13 V.G.KIN[93].PARAM[3] = 0
N14 V.G.KIN[93].PARAM[4] = 0
N15 V.G.KIN[93].PARAM[5] = 0
N16 V.G.KIN[93].PARAM[6] = 0
N17 V.G.KIN[93].PARAM[7] = -942000
N18 V.G.KIN[93].PARAM[8] = 0
N21 V.G.KIN[93].PARAM[11] = 0
N22 V.G.KIN[93].PARAM[12] = 10 (* 10: B WZ, V *)
N23 V.G.KIN[93].PARAM[13] = 0
N24 V.G.KIN[93].PARAM[14] = 0
N25 V.G.KIN[93].PARAM[15] = 0
N26 V.G.KIN[93].PARAM[16] = 0
N27 V.G.KIN[93].PARAM[17] = 0
N33 V.G.KIN[93].PARAM[23] = 0
N34 V.G.KIN[93].PARAM[24] = 0
N35 V.G.KIN[93].PARAM[25] = 0

N10 #SET SLOPE PROFIL[1]
N20 G00 X0 Y0 Z250
N30 #CONTOUR MODE[DEV PATH_DEV 0.1 TRACK_DEV 1]

N40 #SET AX[X,1,0][Y,2,1][Z,3,2][A,4,3][B,5,4][U,6,5]
N50 G00 X0 Y94.2 Z250 A0 B0 U0
N60 #CYL ORI PROFILE[EDGES=4 ROUNDING=5 LENGTH1=50 LENGTH2=50]
(* Profilumfang ca. 231.41592 mm *)

N70 LL SUB_GEOM

N90 #CYL OFF
M30
```

5 Satzvorlauf und Profilrohrbearbeitung

Wiederanfahren an die Kontur

Beim Wiederanfahren an die Kontur mit der Funktion Satzvorlauf auf Profilrohre ist folgendes zu beachten:

- Die Anfahrbewegung auf einen Bereich mit aktivem #CYL [EDGES..] bzw. #CYL ORI PROFILE [EDGES=...] findet auf **ACS Ebene** statt. Damit es zu keiner Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück kommt, ist das Werkzeug auf eine ausreichende Sicherheitshöhe zu positionieren (U-Achse dreht ohne Ausgleichsbewegung von Z).
- Das Werkzeug muss senkrecht zur Profilfläche und im Fangbereich des Profils stehen (siehe unten stehende Abbildung.)
- Die Anfahrbewegung wird zweistufig ausgeführt:
 1. Anfahrbewegungen ohne Z-Achse (z.B. U, Y, X)
 2. Anfahrbewegung der Z-Achse

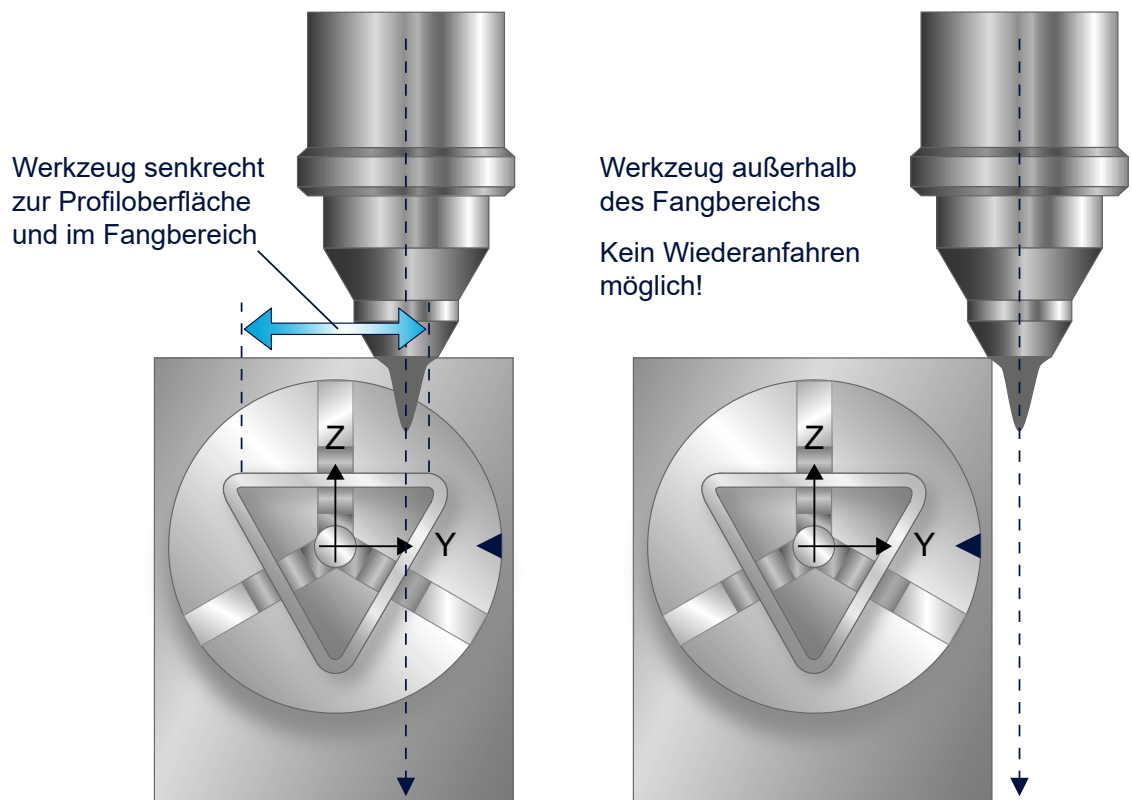


Abb. 36: Ausgangsstellung für Wiederanfahrbewegung

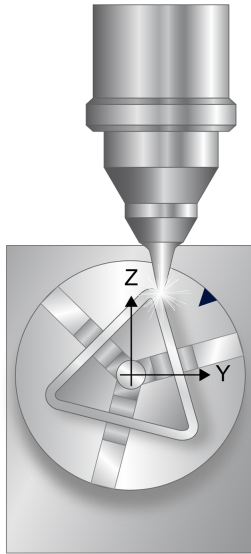


Abb. 37: Achsstellung nach Wiederanfahrbewegung

6 Parameter

Parametrierung

Die Parametrierung des Werkstücks erfolgt über das NC-Programm. Die nachfolgenden Parameter sind Offsetwerte der kinematischen Struktur, Parameter für die Rundachse und optional verwendbare M/H-Nummern.

6.1 Übersicht

6.1.1 Kanalparameter

Die nachfolgenden Kinematikparameter sind funktionsspezifisch für die Bearbeitungsvarianten zu belegen.

ID	Parameter	Beschreibung
P-CHAN-00094	kinematik[i].param[j]	Kinematikversätze der entsprechenden Kinematik, CNC-Version < V3.00
P-CHAN-00262	trafo[i].id	Kinematik ID
P-CHAN-00263	trafo[i].param[j]	Kinematikversätze der entsprechenden Kinematik, CNC-Version ab V3.00

Die nachfolgenden Parameter sind optional für die Profilrohrbearbeitung, es werden die M/H-Nummern für die Ausgabe am Rundungsübergang des Profilrohrs festgelegt.

ID	Parameter	Beschreibung
P-CHAN-00249	tube_profile.techno_nr_rnd_on	M/H-Nummer, Einfahren in Profilrundung
P-CHAN-00250	tube_profile.techno_nr_rnd_off	M/H-Nummer, Ausfahren aus Profilrundung
P-CHAN-00251	tube_profile.techno_type	0 = M, 1 = H

6.1.2 Achsparameter

Über die nachfolgenden Parameter ist die U-Drehachse einzustellen.

ID	Parameter	Wert	Beschreibung
P-AXIS-00015	achsmode	0x0000 0204	Festlegung der Achse als U-Drehachse für Mantel-, Projektions und Profilrohrbearbeitung.
P-AXIS-00126	moduloo	3600000	Festlegung der oberen Modulogrenze
P-AXIS-00127	modulou	0	Festlegung der unteren Modulogrenze

6.2 Beschreibung

6.2.1 Rundrohr, Mantelfläche (Kinematik-ID 15)

Die Parametrierung erfolgt unter der ID 15 der Kinematikversätze (P-CHAN-00263 bzw. P-CHAN-00094).

Bei Bedarf kann die PCS Modulorechnung über den Parameter HD10 aktiviert werden.

HD-Versatz	param[i]	Beschreibung	Einheit
HD1	0	Z-Versatz Werkzeugeinspannpunkt WZ Trägerbezugspunkt (WZBP)	10 E-4 mm
HD2	1	Rotatorischer Winkeloffset Drehachse	10 E-4°
HD3	2	X-Versatz Werkzeugeinspannpunkt WZ Trägerbezugspunkt (WZBP)	10 E-4 mm
HD4	3	-	
HD5	4	Z- Versatz Drehachse U zu Maschinennullpunkt (MNP)	10 E-4 mm
HD6	5	X- Versatz Drehachse U zu Maschinennullpunkt (MNP)	10 E-4 mm
HD10	9	PCS Modulorechnung 0: inaktiv 1: aktiv	[-]

Die allgemeine Beschreibung findet sich in der Kanalparameterliste unter P-CHAN-00263 bzw. P-CHAN-00094.

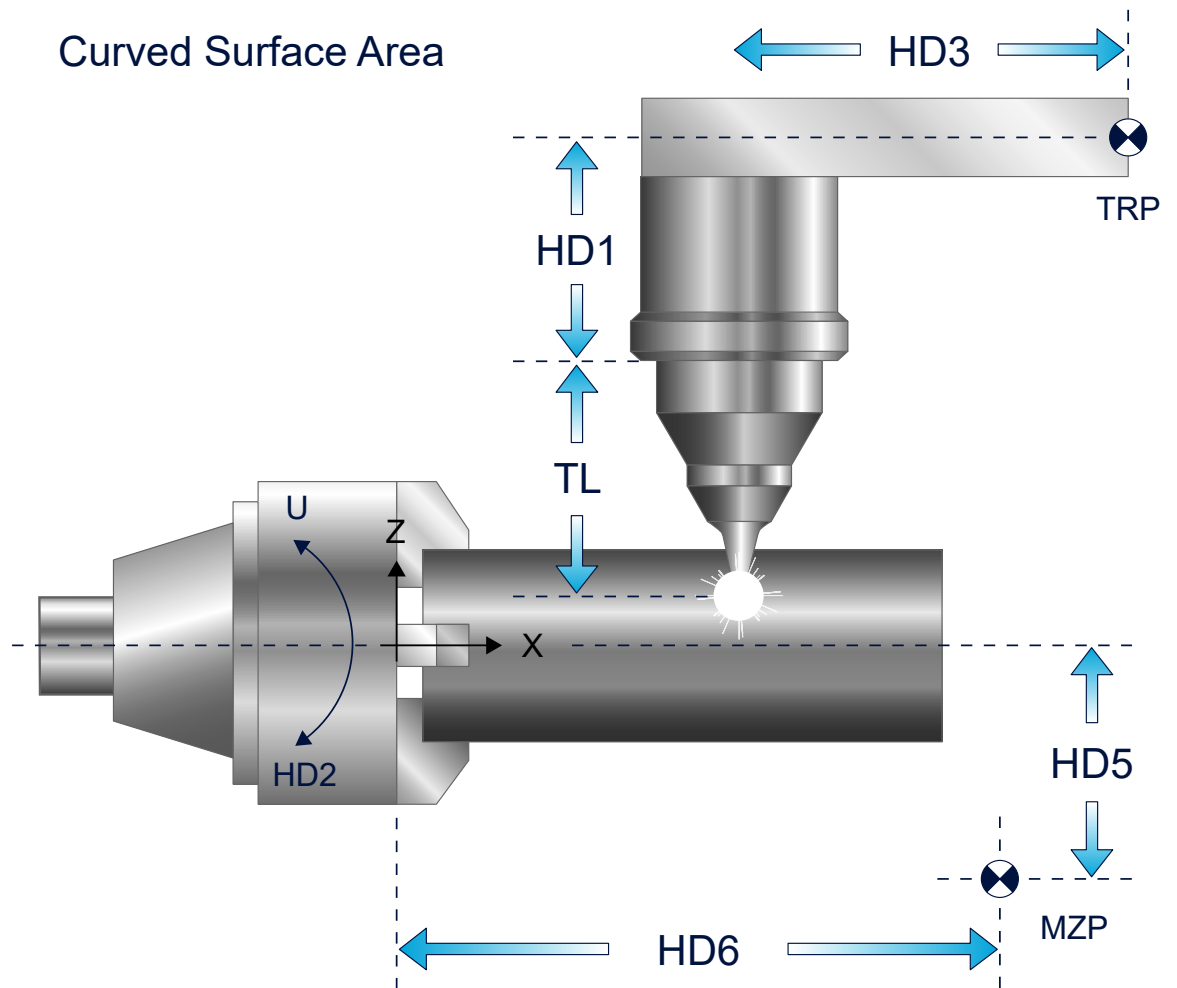


Abb. 38: Kinematikversätze Mantelflächenbearbeitung

6.2.2 Rundrohr, Projektion (Kinematik-ID 78)

Die Parametrierung erfolgt unter der ID 78 der Kinematikversätze (P-CHAN-00263 bzw. P-CHAN-00094).

HD-Versatz	param[i]	Beschreibung	Einheit
HD1	0	Z-Versatz Werkzeugeinspannpunkt WZ Trägerbezugspunkt (WZBP)	10 E-4 mm
HD2	1	X-Versatz Werkzeugeinspannpunkt WZ Trägerbezugspunkt	10 E-4 mm
HD3	2	Y-Versatz Werkzeugeinspannpunkt WZ Trägerbezugspunkt	10 E-4 mm
HD4	3	-	
HD5	4	Z- Versatz Drehachse U zu Maschinennullpunkt (MNP)	10 E-4 mm
HD6	5	X- Versatz Drehachse U zu Maschinennullpunkt	10 E-4 mm
HD7	6	Y- Versatz Drehachse U zu Maschinennullpunkt	10 E-4 mm

Die U Achse wird bezüglich Modulorechnung entsprechend der MDS-Einstellung in der Achse behandelt.

Die allgemeine Beschreibung findet sich in der Kanalparameterliste unter P-CHAN-00263 bzw. P-CHAN-00094.

Projection Tube Processing

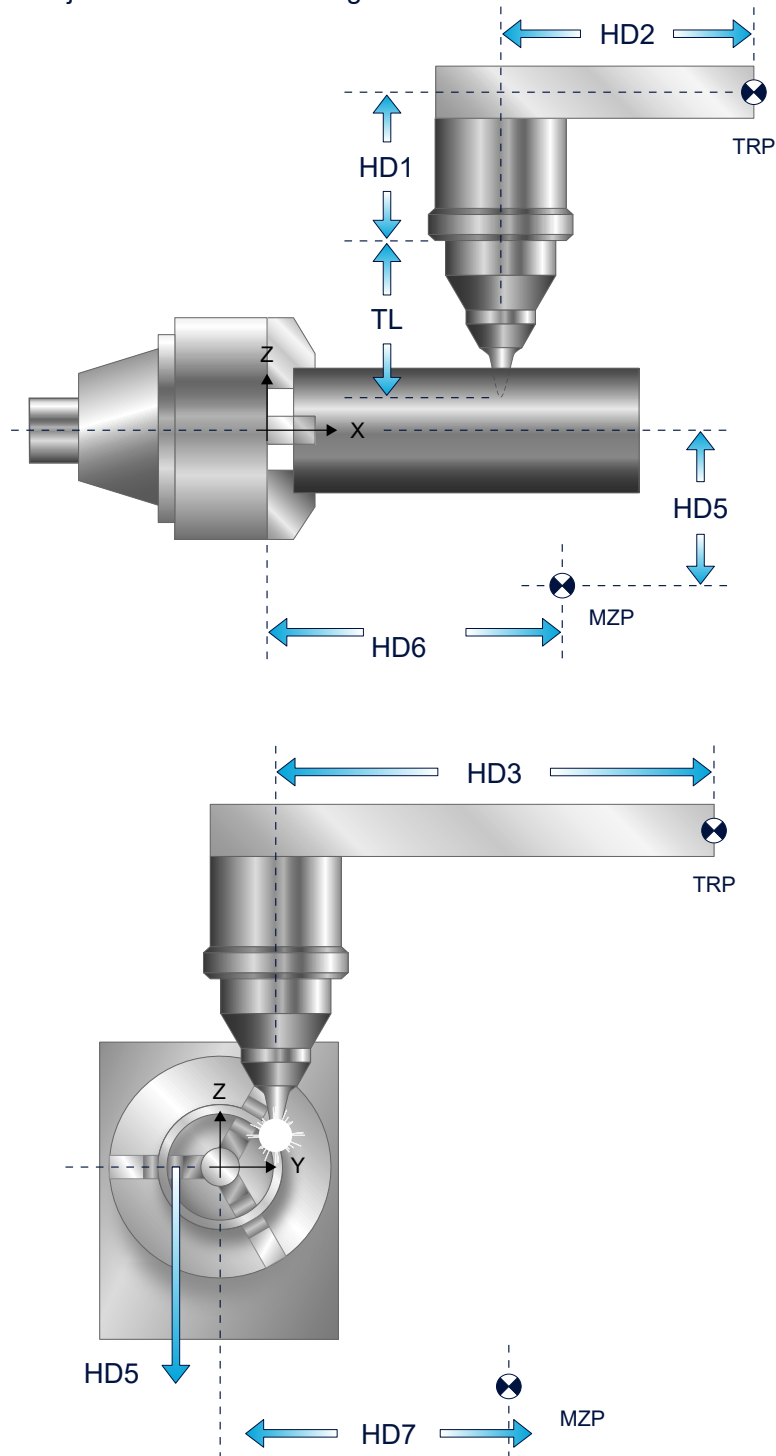


Abb. 39: Kinematikversätze Transformation Rohrprojektion

6.2.3 Mehrkantrohr, Profilrohr (Kinematik-ID 79)

Die Parametrierung erfolgt unter der ID 79 der Kinematikversätze (P-CHAN-00263 bzw. P-CHAN-00094).

HD-Versatz	param[i]	Beschreibung	Einheit
HD1	0	Z-Versatz Werkzeugeinspannpunkt WZ Trägerbezugspunkt (WZBP)	10 E-4 mm
HD2	1	X-Versatz Werkzeugeinspannpunkt WZ Trägerbezugspunkt	10 E-4 mm
HD3	2	Y-Versatz Werkzeugeinspannpunkt WZ Trägerbezugspunkt	10 E-4 mm
HD4	3	Z- Versatz Drehachse U zu Maschinennullpunkt (MNP)	10 E-4 mm
HD5	4	X- Versatz Drehachse U zu Maschinennullpunkt	10 E-4 mm
HD6	5	Y- Versatz Drehachse U zu Maschinennullpunkt	10 E-4 mm
HD7	6	-	
HD8	7	Winkeloffset der Werkstückspannlage	10 E-4°

Für die U Achse wird immer eine Modulokorrektur durchgeführt.

Die allgemeine Beschreibung findet sich in der Kanalparameterliste unter P-CHAN-00263 bzw. P-CHAN-00094.

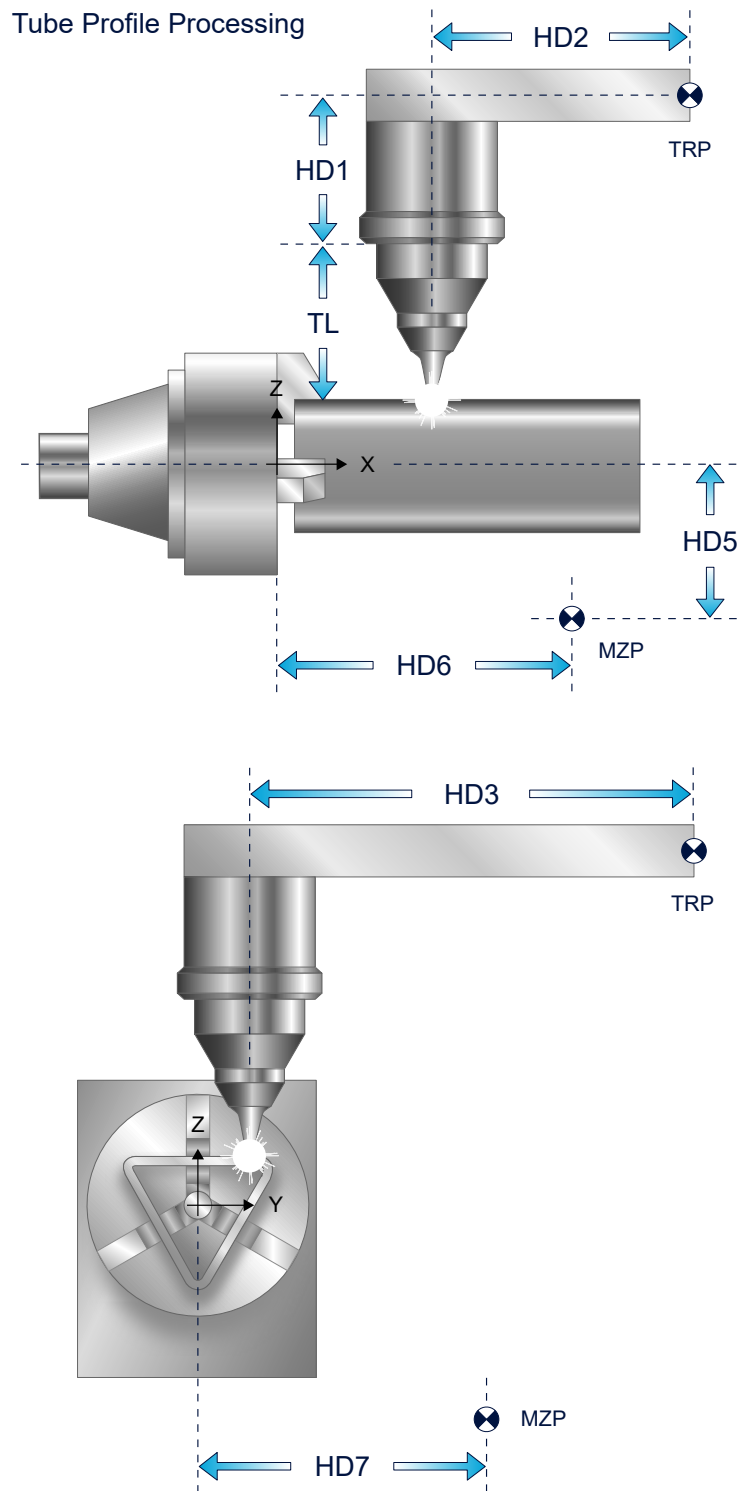


Abb. 40: Kinematikversätze Profilrohrtransformation

Tube Profile Processing

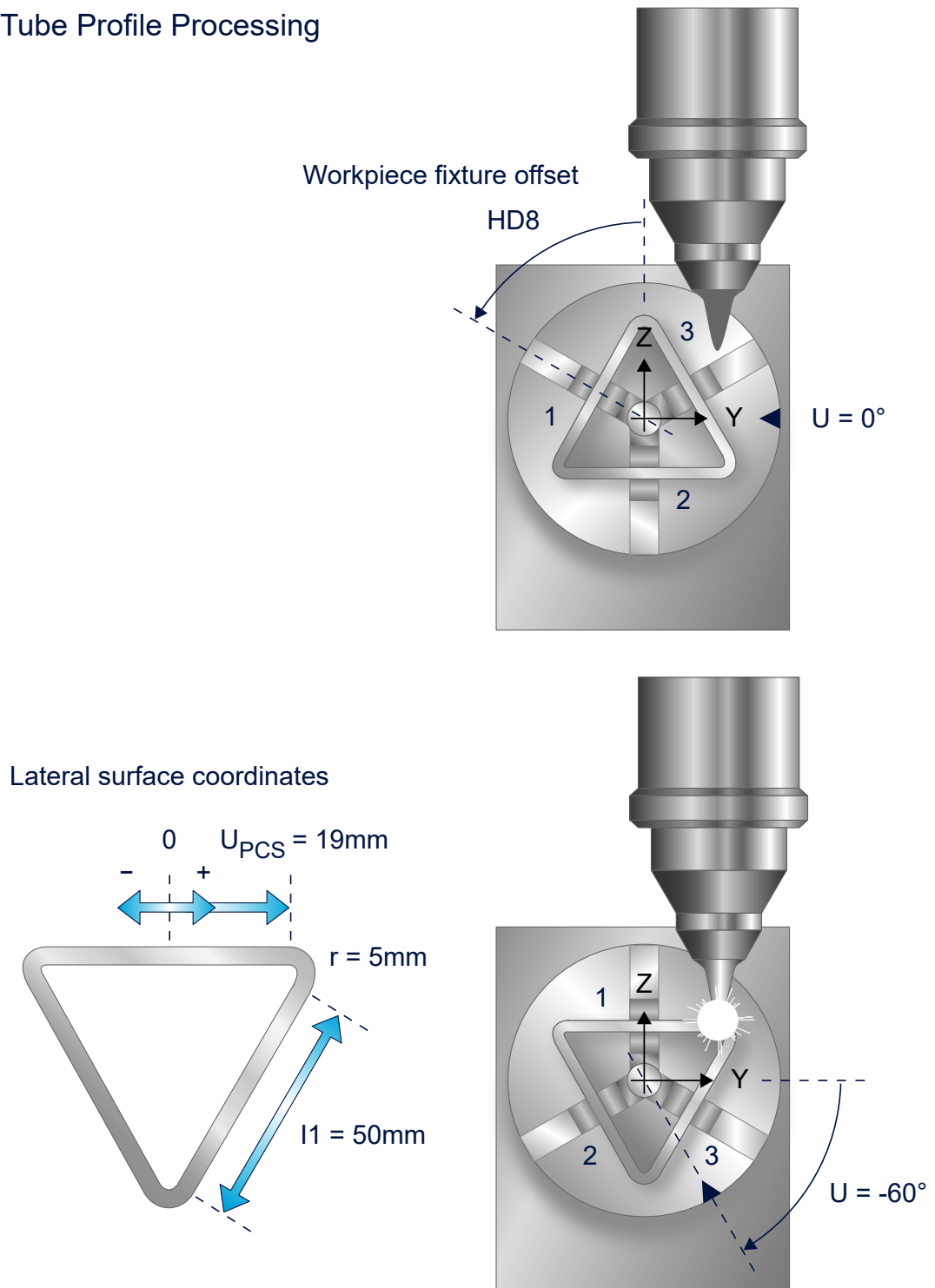


Abb. 41: Offset für Werkstückspannlage

In Nullstellung der rotatorischen Werkstückachse liegt das gespannte Werkstück i. A. nicht in der geforderten Grundorientierung bei der die Werkzeugachse senkrecht auf dem Profilschnitt liegt. Über den Kinematikparameter HD8 kann die Spannlage des Profilrohres berücksichtigt werden. Dazu wird das Werkstück über die Drehachse so orientiert, dass eine plane Fläche des Profils senkrecht zum Werkzeug steht. Im vorliegenden Beispiel wird die U Achse auf -60° gefahren, der Offset ist dann auf + 60° einzustellen.

Das Mantelflächensystem nach Anwahl der Transformation entsprechend nachfolgenden Parametern #CYL[EDGES=3 ROUNDING=5 LENGTH1= 50] ergibt sich dann wie in oben stehender Abbildung dargestellt. Der Nullpunkt des Mantelflächensystems liegt in der Mitte der Seitenfläche 1, die PCS Startposition des TCP liegt bei $U_{PCS} = +19\text{mm}$.

Tube Profile Processing

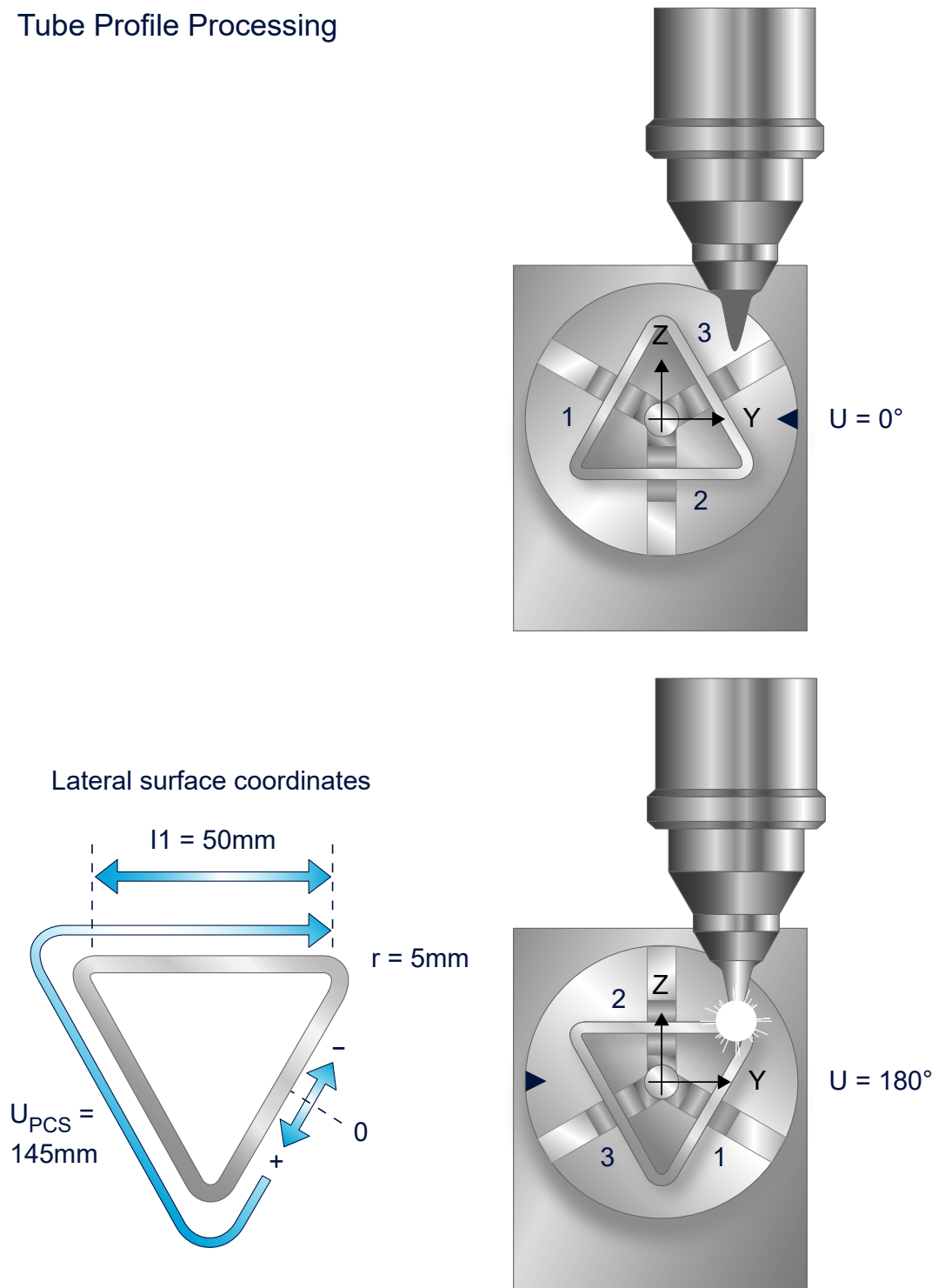


Abb. 42: Anwahl auf planer Mantelfläche

Im vorliegenden Fall soll die Transformation auf der Seitenfläche 2 aktiviert werden. Spannlage und Kinematikparameter HD8 entsprechen dem vorhergehenden Beispiel. Damit das Werkzeug senkrecht zur gewünschten Planfläche steht, wird die U-Achse vor Anwahl der Transformation auf 180 Grad positioniert.

Das Mantelflächensystem nach Anwahl der Transformation entsprechend nachfolgenden Parametern `#CYL[EDGES=3 ROUNDING=5 LENGTH1= 50]` ergibt sich dann wie in obenstehender Abbildung dargestellt. Der Nullpunkt des Mantelflächensystems liegt in der Mitte der Seitenfläche 1, man befindet sich im Mantelflächensystem auf der Startposition $U_{PCS}=145\text{mm}$.

Tube Profile Processing

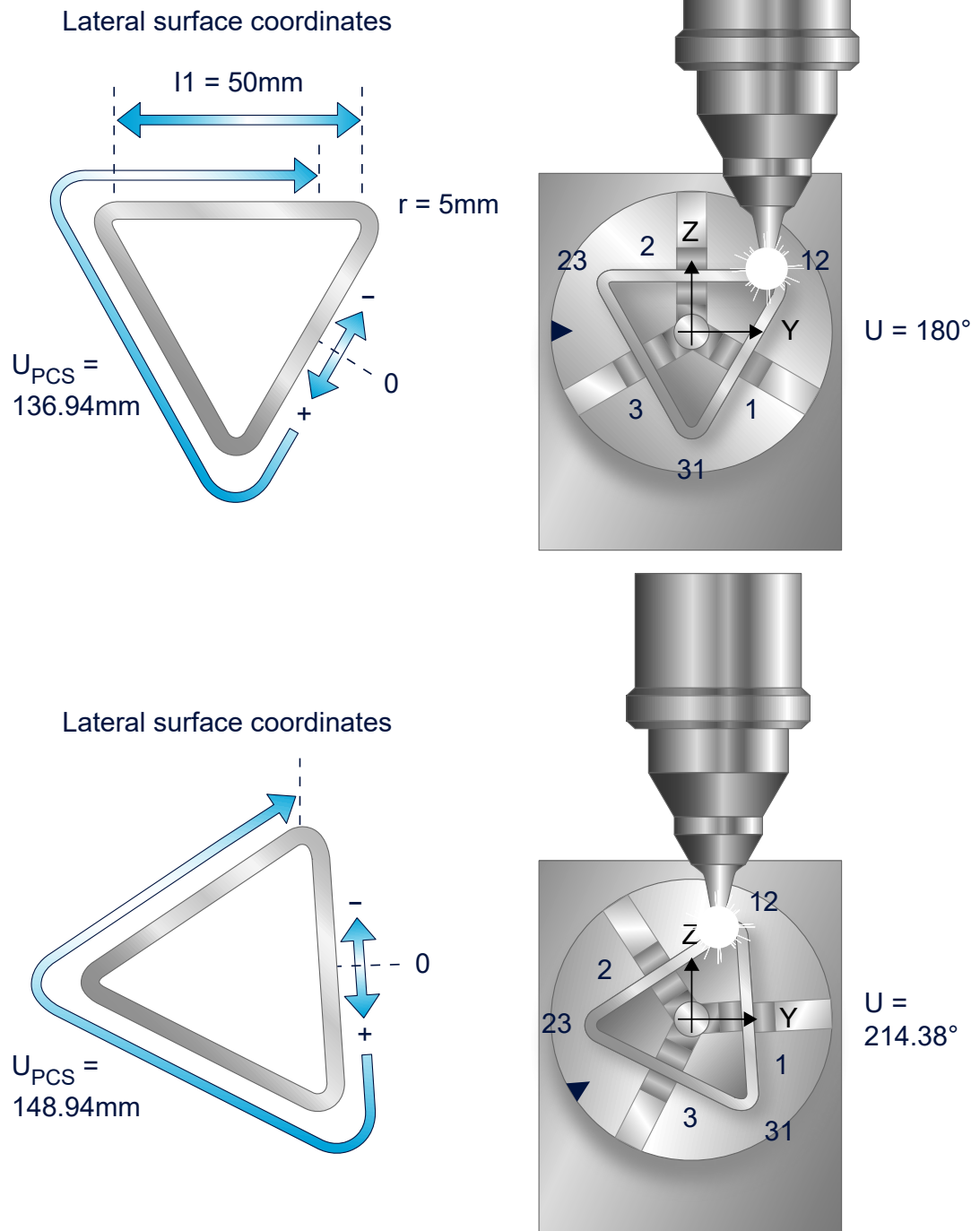


Abb. 43: Anwahl auf Profilrundung

Im vorliegenden Fall soll die Transformation wieder auf der Profiltrundung 12 aktiviert werden. Spann- und Kinematikparameter HD8 entsprechen dem vorhergehenden Beispiel. Das Mantelflächensystem nach Auswahl der Transformation ergibt sich dann wie in oben stehender Abbildung dargestellt. Man befindet sich auf der Startposition $U_{PCS}=136.94\text{mm}$. Über Positionierung mit dem Befehl #PTP ON fährt man dann die Profiltrundung auf Position $U_{PCS}=148.94\text{mm}$ an.



Programmierbeispiel

Mehrkantrrohr, Profilrohr (Kinematik-ID 79)

```
N30 ...
N40 G0 G90 X0 Y=20 U=0 Z50
N50 #CYL [EDGES=3, ROUNDING=5, LENGTH1=50]
N60 #PTP ON
N70 G0 G90 U148.94 Z40
N80 #PTP OFF
N90 Z0
N100 G01 U150 X5
...
```

6.2.3.1

M / H SteuerCodes

Die nachfolgend beschriebenen M/H-Funktionen können zur Prozesssteuerung auf der Profiltrundung verwendet werden.

Variablenname	Typ	Erlaubter Bereich	Dimension
tube_profile.techno_nr_rnd_on	SGN16	-1 ... [M/H_FKT_ANZ-1] Default: -1 = not used	---
tube_profile.techno_nr_rnd_off	SGN16	-1 ... [M/H_FKT_ANZ-1] Default: -1 = not used	---
tube_profile.techno_type	SGN16	0 : M-Nummern 1 : H-Nummern	----

Wert M/H_FKT_ANZ	Bedeutung
applikationsabhängig	Maximale Anzahl der M/H-Funktionen



Achtung

Zur Aktivierung der Funktion müssen die M/H-Nummern der beiden Parameter ≥ 0 sein!

Die M/H-Nummern dürfen nicht bereits durch eine Verwendung in P-CHAN-00041 (m_synch[...]) oder P-CHAN-00027 (h_synch[...]) belegt sein!

Auszug aus Kanalparameterliste:

```
# Festlegung der M/H-Funktionen für Technologie Profilrohrrundung
# =====
:
tube_profile.techno_type          1          Verwendung von H-Nummern
tube_profile.techno_nr_rnd_on     300        H-Nummer, Einfahren in Rundung
tube_profile.techno_nr_rnd_off    400        H-Nummer, Ausfahren aus Rundung
#
```

6.2.4 Rundrohr, Mantelfläche (5/6-achsig) (Kinematik-ID 90)

6.2.4.1 Parameter für AB Orientierungskopf

Die Parametrierung erfolgt unter der ID 90 der Kinematikversätze (P-CHAN-00263 bzw. P-CHAN-00094).

HD-Versatz	param[i]	Beschreibung	Einheit
HD1	0	Z-Versatz bis Einspannpunkt Werkzeug	10 E-4 mm
HD2	1	X-Versatz bis Einspannpunkt Werkzeug	10 E-4 mm
HD3	2	Y-Versatz bis Einspannpunkt Werkzeug	10 E-4 mm
HD4	3	X-Versatz Drehpunkt A-Achse zu Drehpunkt B-Achse	10 E-4 mm
HD5	4	Y-Versatz Drehpunkt A-Achse zu Drehpunkt B-Achse	10 E-4 mm
HD6	5	Z-Versatz Drehpunkt A-Achse zu Drehpunkt B-Achse	10 E-4 mm
HD7	6	X-Versatz NP Drehpunkt A-Achse	10 E-4 mm
HD8	7	Y- Versatz NP Drehpunkt A-Achse	10 E-4 mm
HD9	8	Z- Versatz NP Drehpunkt A-Achse	10 E-4 mm
HD10	9	n. v.	
HD11	10	n. v.	
HD12	11	Winkeloffset U/V-Achse	10 E-4°
HD13	12	Orientierungskopf Drehachsensequenz 0: AB 1: BA	[-]
HD14	13	PCS Winkel Programmierung 0: wie Orientierungskopf 1: CA	[-]
HD15	14	Drehrichtung AM 0: math. positiv 1: math. negativ	[-]
HD16	15	Drehrichtung BM 0: math. positiv 1: math. negativ	[-]
HD17	16	Winkeloffset AM	10 E-4°
HD18	17	Winkeloffset BM	10 E-4°

Die allgemeine Beschreibung findet sich in der Kanalparameterliste unter P-CHAN-00263 bzw. P-CHAN-00094.

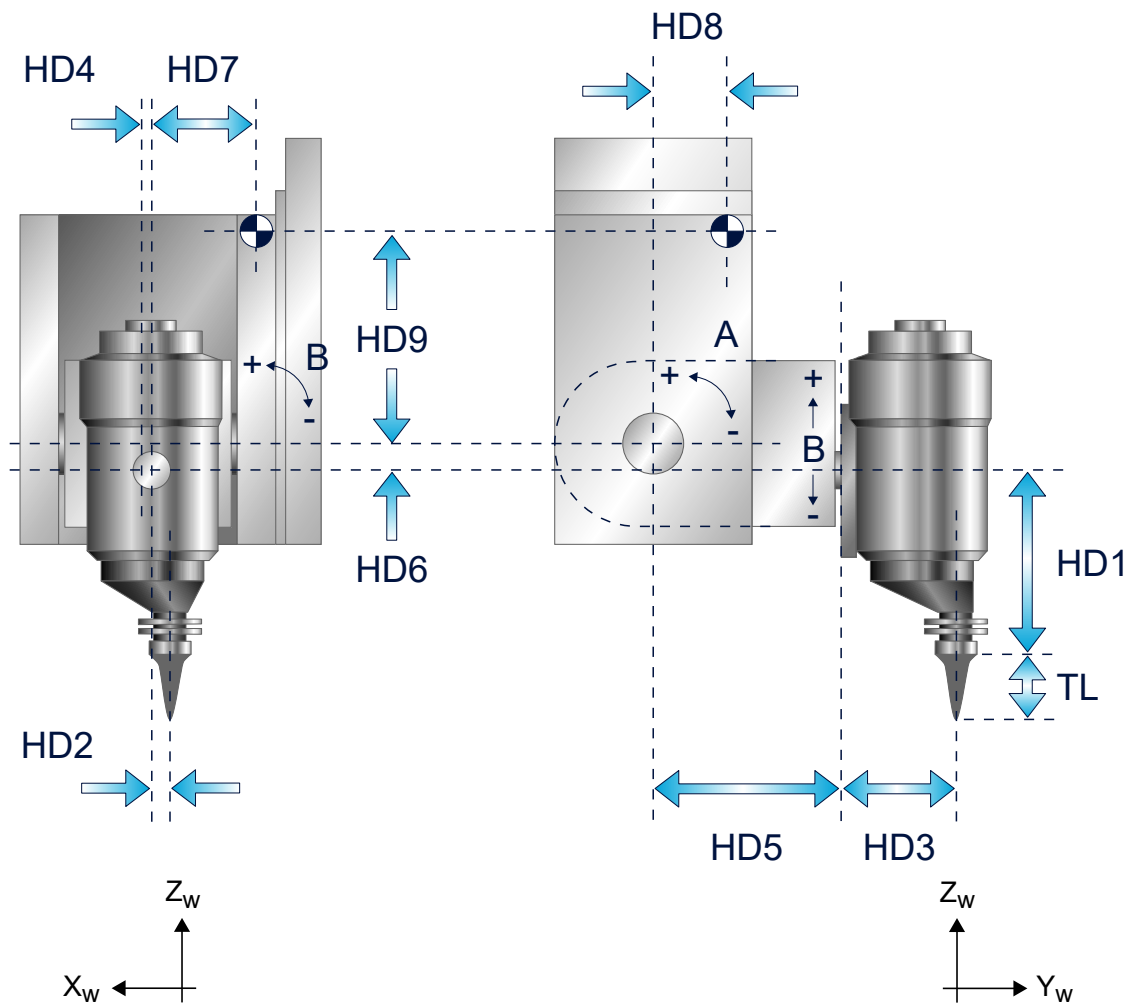


Abb. 44: Parameter des AB Werkzeugkopfes

6.2.4.2 Parameter für BA Orientierungskopf

Die Parametrierung erfolgt unter der ID 90 der Kinematikversätze (P-CHAN-00263 bzw. P-CHAN-00094).

HD-Versatz	param[i]	Beschreibung	Einheit
HD1	0	Z-Versatz bis Einspannpunkt Werkzeug	10 E-4 mm
HD2	1	X-Versatz bis Einspannpunkt Werkzeug	10 E-4 mm
HD3	2	Y-Versatz bis Einspannpunkt Werkzeug	10 E-4 mm
HD4	3	X-Versatz Drehpunkt B-Achse zu Drehpunkt A-Achse	10 E-4 mm
HD5	4	Y-Versatz Drehpunkt B-Achse zu Drehpunkt A-Achse	10 E-4 mm
HD6	5	Z-Versatz Drehpunkt B-Achse zu Drehpunkt A-Achse	10 E-4 mm
HD7	6	X-Versatz NP Drehpunkt B-Achse	10 E-4 mm
HD8	7	Y-Versatz NP Drehpunkt B-Achse	10 E-4 mm
HD9	8	Z-Versatz NP Drehpunkt B-Achse	10 E-4 mm
HD10	9	n. v.	
HD11	10	n. v.	
HD12	11	Winkeloffset U/V-Achse	10 E-4°
HD13	12	Orientierungskopf Drehachsensequenz 0: AB 1: BA	[-]
HD14	13	PCS Winkel Programmierung 0: wie Orientierungskopf 1: CA	[-]
HD15	14	Drehrichtung AM 0: math. positiv 1: math. negativ	[-]
HD16	15	Drehrichtung BM 0: math. positiv 1: math. negativ	[-]
HD17	16	Winkeloffset AM	10 E-4°
HD18	17	Winkeloffset BM	10 E-4°

Die allgemeine Beschreibung befindet sich in der Kanalparameterliste unter P-CHAN-00263 bzw. P-CHAN-00094.

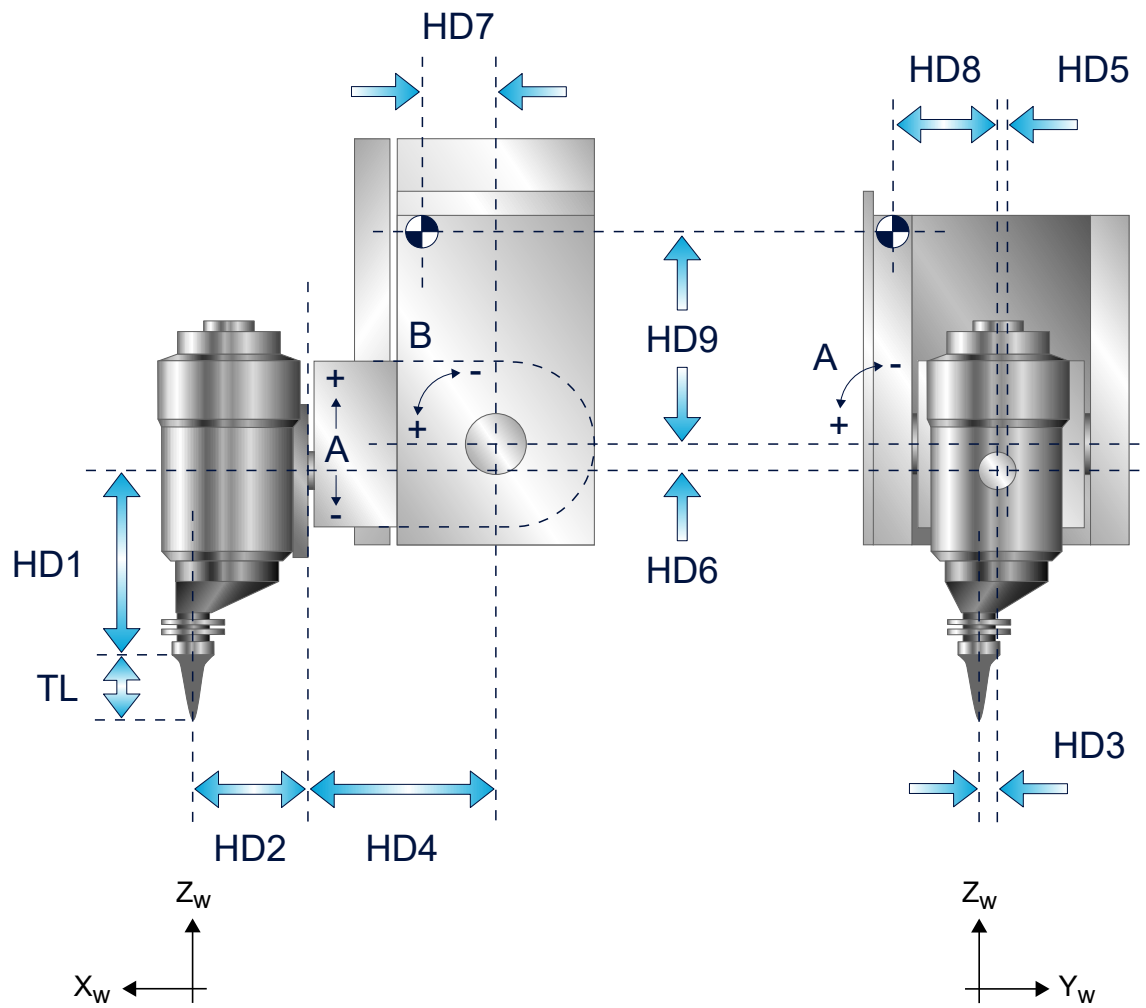


Abb. 45: Parameter des BA-Orientierungskopfes

6.2.4.3 Parameter für CA Orientierungskopf

Die Parametrierung erfolgt unter der ID 90 der Kinematikversätze (P-CHAN-00263 bzw. P-CHAN-00094).

HD-Versatz	param[i]	Beschreibung	Einheit
HD1	0	Z-Versatz bis Einspannpunkt Werkzeug	10 E-4 mm
HD2	1	X-Versatz bis Einspannpunkt Werkzeug	10 E-4 mm
HD3	2	Y-Versatz bis Einspannpunkt Werkzeug	10 E-4 mm
HD4	3	X-Versatz Drehpunkt C-Achse zu Drehpunkt A-Achse	10 E-4 mm
HD5	4	Y-Versatz Drehpunkt C-Achse zu Drehpunkt A-Achse	10 E-4 mm
HD6	5	Z-Versatz Drehpunkt C-Achse zu Drehpunkt A-Achse	10 E-4 mm
HD7	6	X-Versatz NP Drehpunkt C-Achse	10 E-4 mm
HD8	7	Y-Versatz NP Drehpunkt C-Achse	10 E-4 mm
HD9	8	Z-Versatz NP Drehpunkt C-Achse	10 E-4 mm
HD10	9	n. v.	
HD11	10	n. v.	
HD12	11	Winkeloffset U/V-Achse	10 E-4°
HD13	12	Orientierungskopf Drehachsensequenz 2: CA 4: CB	[-]
HD14	13	-	
HD15	14	Drehrichtung CM 0: math. positiv 1: math. negativ	[-]
HD16	15	Drehrichtung AM 0: math. positiv 1: math. negativ	[-]
HD17	16	Winkeloffset CM	10 E-4°
HD18	17	Winkeloffset AM	10 E-4°

Die allgemeine Beschreibung befindet sich in der Kanalparameterliste unter P-CHAN-00263 bzw. P-CHAN-00094.

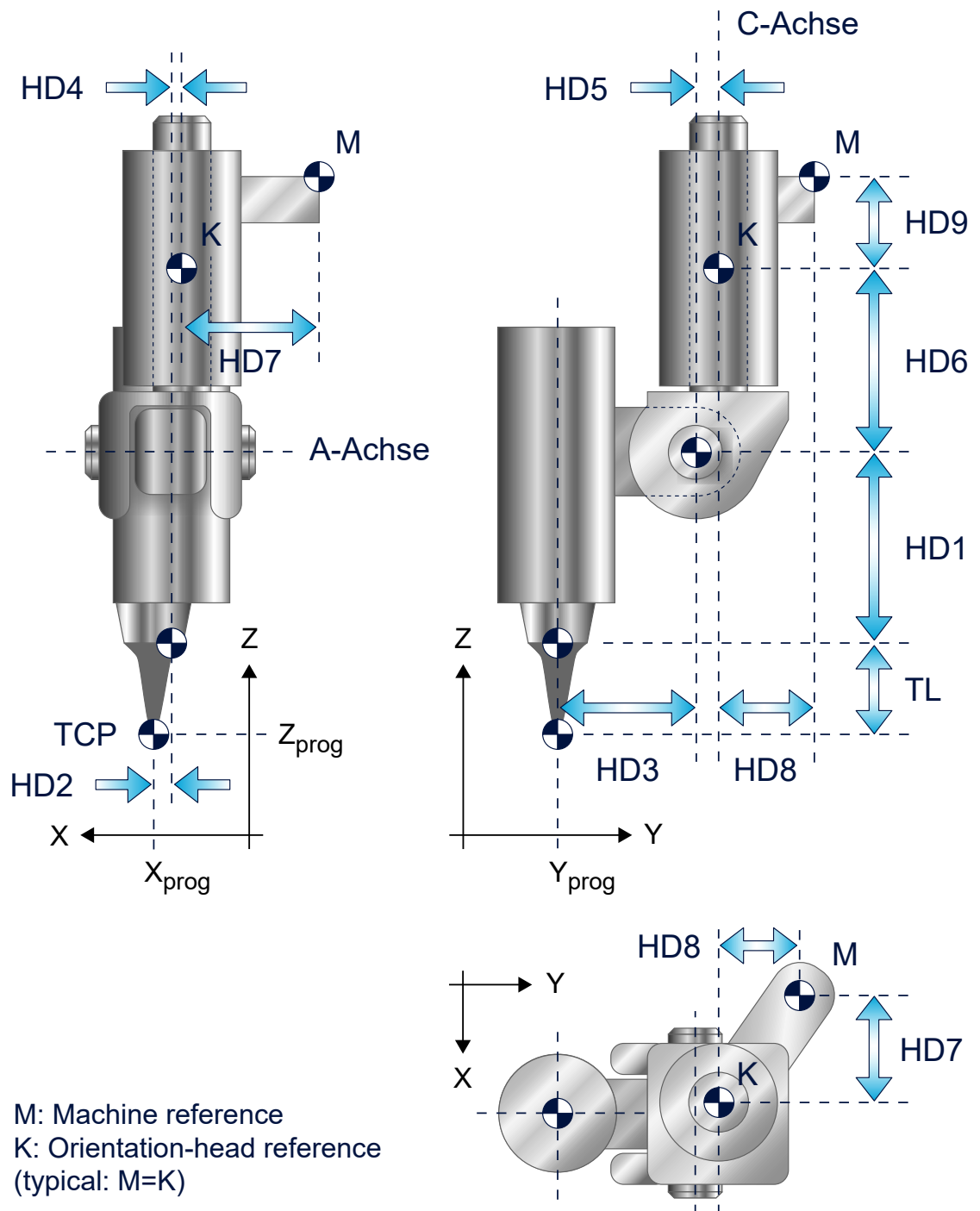


Abb. 46: Parameter des CA Orientierungskopfes

6.2.4.4 Parameter für CB Orientierungskopf

Die Parametrierung erfolgt unter der ID 90 der Kinematikversätze (P-CHAN-00263 bzw. P-CHAN-00094).

HD-Versatz	param[i]	Beschreibung	Einheit
HD1	0	Z-Versatz bis Einspannpunkt Werkzeug	10 E-4 mm
HD2	1	X-Versatz bis Einspannpunkt Werkzeug	10 E-4 mm
HD3	2	Y-Versatz bis Einspannpunkt Werkzeug	10 E-4 mm
HD4	3	X-Versatz Drehpunkt C-Achse zu Drehpunkt B-Achse	10 E-4 mm
HD5	4	Y-Versatz Drehpunkt C-Achse zu Drehpunkt B-Achse	10 E-4 mm
HD6	5	Z-Versatz Drehpunkt C-Achse zu Drehpunkt B-Achse	10 E-4 mm
HD7	6	X-Versatz NP Drehpunkt B-Achse	10 E-4 mm
HD8	7	Y-Versatz NP Drehpunkt B-Achse	10 E-4 mm
HD9	8	Z-Versatz NP Drehpunkt B-Achse	10 E-4 mm
HD10	9	n. v.	
HD11	10	n. v.	
HD12	11	Winkeloffset U/V-Achse	10 E-4°
HD13	12	Orientierungskopf Drehachsensequenz 2: CA 4: CB	[-]
HD14	13	-	
HD15	14	Drehrichtung CM 0: math. positiv 1: math. negativ	[-]
HD16	15	Drehrichtung BM 0: math. positiv 1: math. negativ	[-]
HD17	16	Winkeloffset CM	10 E-4°
HD18	17	Winkeloffset BM	10 E-4°

Die allgemeine Beschreibung befindet sich in der Kanalparameterliste unter P-CHAN-00263 bzw. P-CHAN-00094.

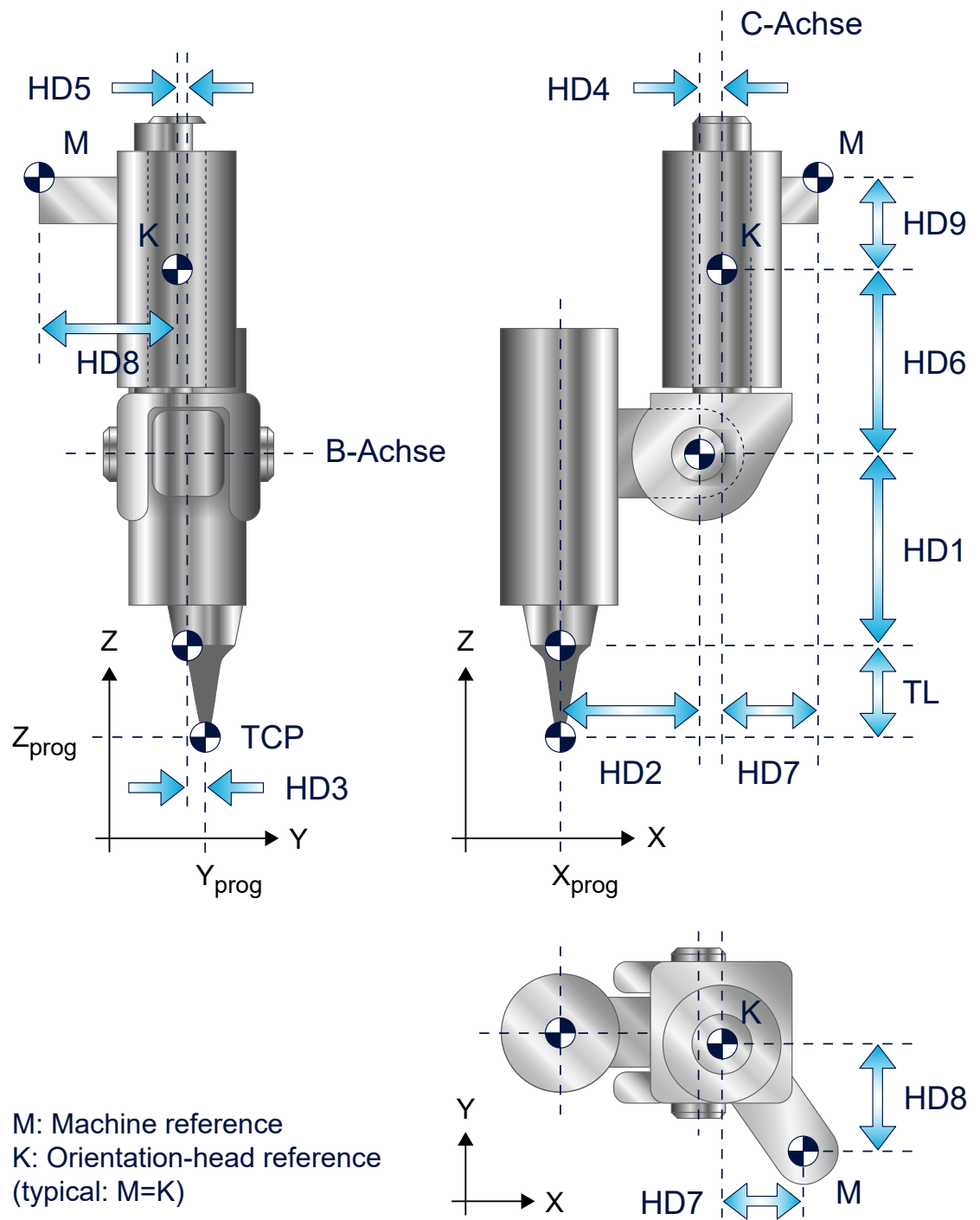


Abb. 47: Parameter des CB Orientierungskopfes

6.2.4.5 Parameter für CA Schrägwinkel Orientierungskopf

Die Parametrierung erfolgt unter der ID 90 der Kinematikversätze (P-CHAN-00263 bzw. P-CHAN-00094).

HD-Versatz	param[i]	Beschreibung	Einheit
HD1	0	n. v.	
HD2	1	n. v.	
HD3	2	Kopfwinkel	10 E-4°
HD4	3	n. v.	
HD5	4	n. v.	
HD6	5	Orientierung C-Achs Kopf, erforderlich wenn Kopf 180 Grad Offset in Nullstellung hat. 0: Standard 1: 180 Grad Offset	[-]
HD7	6	X-Versatz NP Drehpunkt C-Achse	10 E-4 mm
HD8	7	Y-Versatz NP Drehpunkt C-Achse	10 E-4 mm
HD9	8	Z-Versatz NP Drehpunkt C-Achse	10 E-4 mm
HD10	9	n. v.	
HD11	10	n. v.	
HD12	11	Winkeloffset U/V-Achse	10 E-4°
HD13	12	Orientierungskopf Drehachsensequenz: 2: CA 8: CA Kardan	[-]
HD14	13	n.v.	
HD15	14	X-Versatz bis Einspannung WZ	10 E-4 mm
HD16	15	Y-Versatz bis Einspannung WZ	10 E-4 mm
HD17	16	Z-Versatz bis Einspannung WZ	10 E-4 mm
HD18	17	X-Versatz A-Achse bis C-Achse	10 E-4 mm
HD19	18	Y-Versatz A-Achse bis C-Achse	10 E-4 mm
HD20	19	Z-Versatz A-Achse bis C-Achse	10 E-4 mm

Die allgemeine Beschreibung befindet sich in der Kanalparameterliste unter P-CHAN-00263 bzw. P-CHAN-00094.

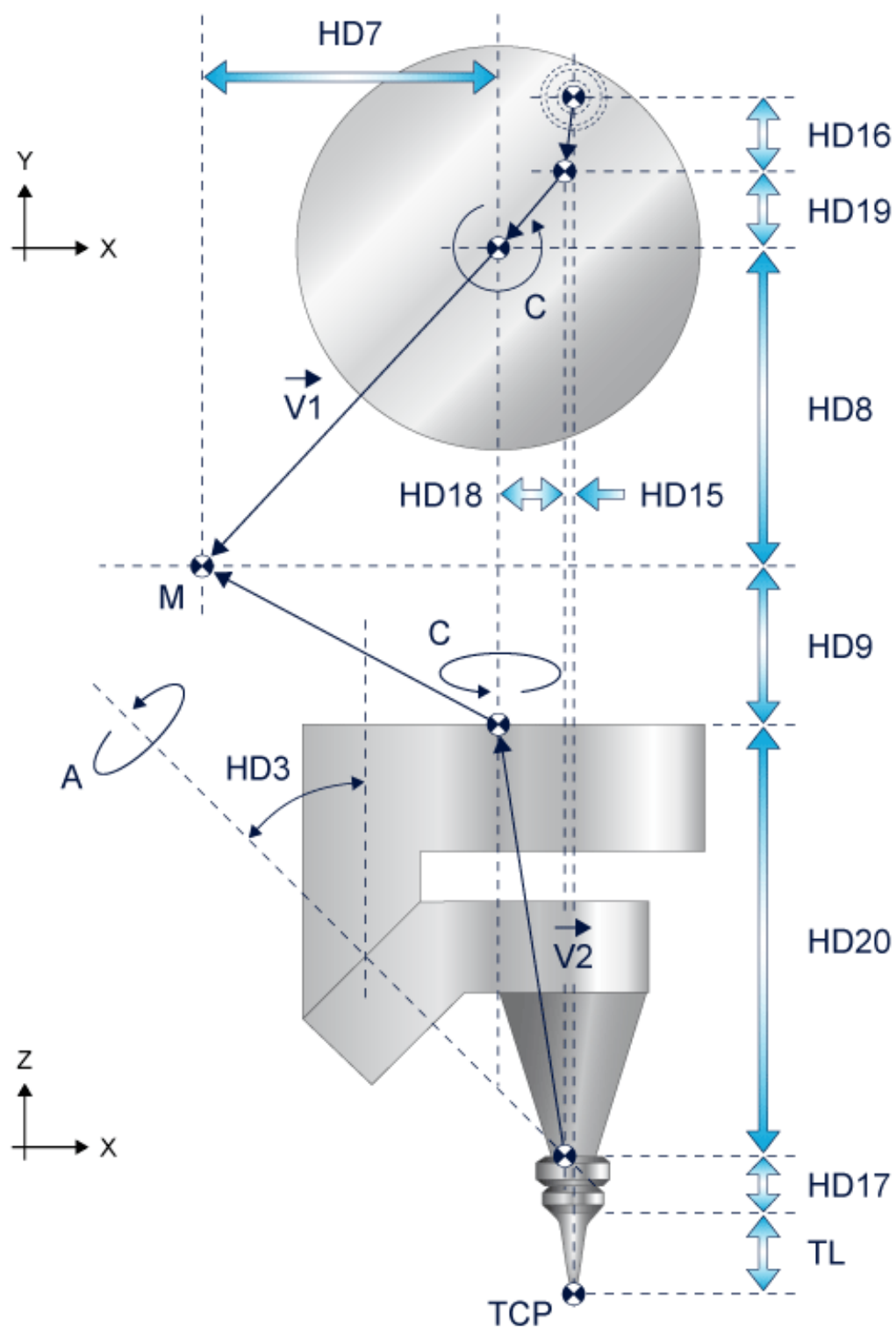


Abb. 48: Schrägwinkelkopf in Nullstellung, $HD6=0$

6.2.4.6

Parameter für AU Kinematik

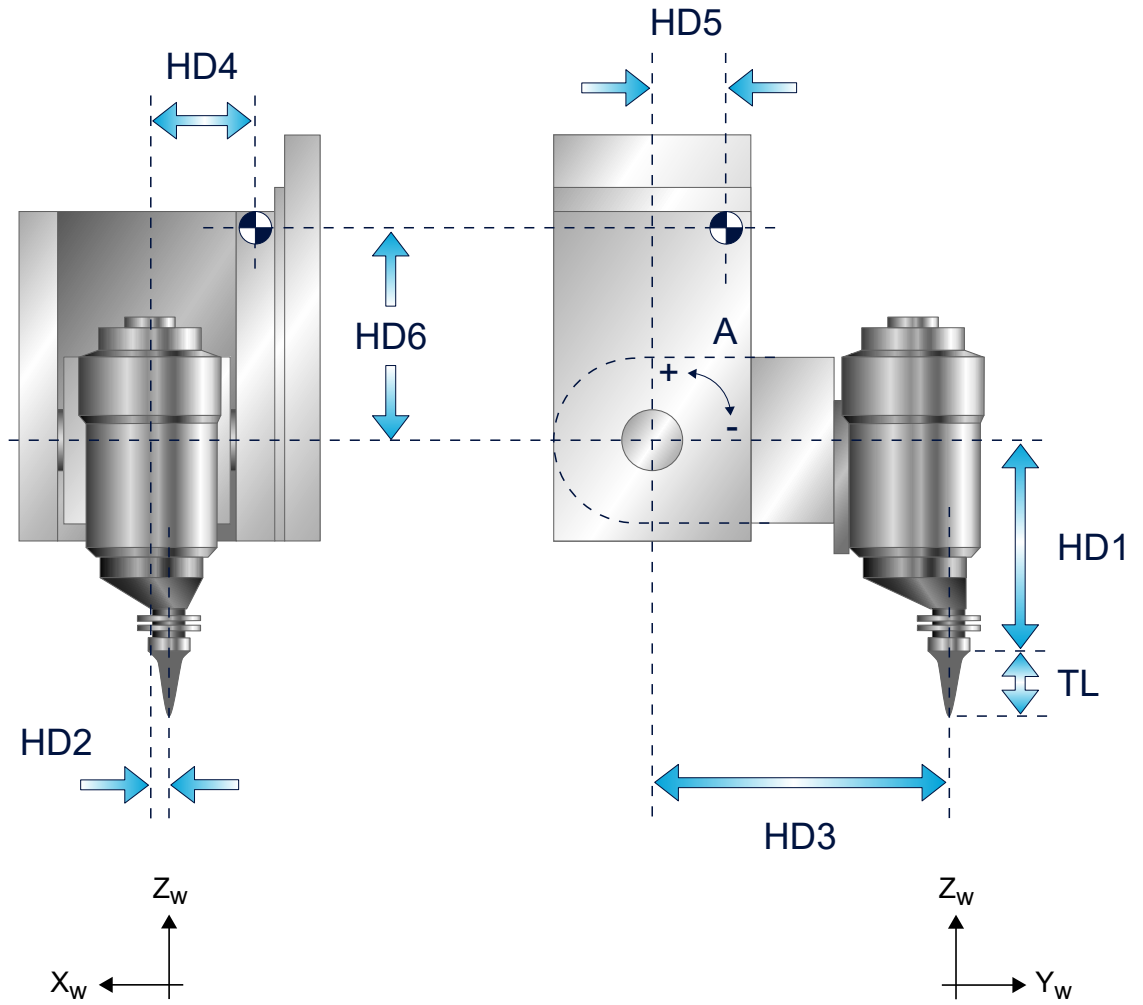


Abb. 49: Parameter des AU Werkzeugkopfes

Die Parametrierung erfolgt unter der ID 90 der Kinematikversätze (P-CHAN-00263 bzw. P-CHAN-00094).

HD-Versatz	param[i]	Beschreibung	Einheit
HD1	0	Z-Versatz bis Einspannpunkt Werkzeug	10 E-4 mm
HD2	1	X-Versatz bis Einspannpunkt Werkzeug	10 E-4 mm
HD3	2	Y-Versatz bis Einspannpunkt Werkzeug	10 E-4 mm
HD4	3	X-Versatz Drehpunkt A-Achse bis Bzpkt. WZ-Schlitten	10 E-4 mm
HD5	4	Y-Versatz Drehpunkt A-Achse bis Bzpkt. WZ-Schlitten	10 E-4 mm
HD6	5	Z-Versatz Drehpunkt A-Achse bis Bzpkt. WZ-Schlitten	10 E-4 mm
HD7	6	X-Versatz zu Maschinen-Nullpunkt	10 E-4 mm
HD8	7	Y-Versatz zu Maschinen-Nullpunkt	10 E-4 mm
HD9	8	Z-Versatz zu Maschinen-Nullpunkt	10 E-4 mm
HD10	9	n. v.	
HD11	10	n. v.	
HD12	11	Winkeloffset U/V-Achse	10 E-4°
HD13	12	Maschinenstruktur 9 : A U 10: B V	[-]
HD14	13	PCS Winkel Programmierung 0: wie Kinematik 1: CA	[-]
HD15	14	Drehrichtung AM 0: math. positiv 1: math. negativ	[-]
HD16	15	Drehrichtung BM 0: math. positiv 1: math. negativ	[-]
HD17	16	Winkeloffset AM	10 E-4°
HD18	17	Winkeloffset BM	10 E-4°

Die allgemeine Beschreibung befindet sich in der Kanalparameterliste unter P-CHAN-00263 bzw. P-CHAN-00094.

6.2.4.7

Parameter für BV Kinematik

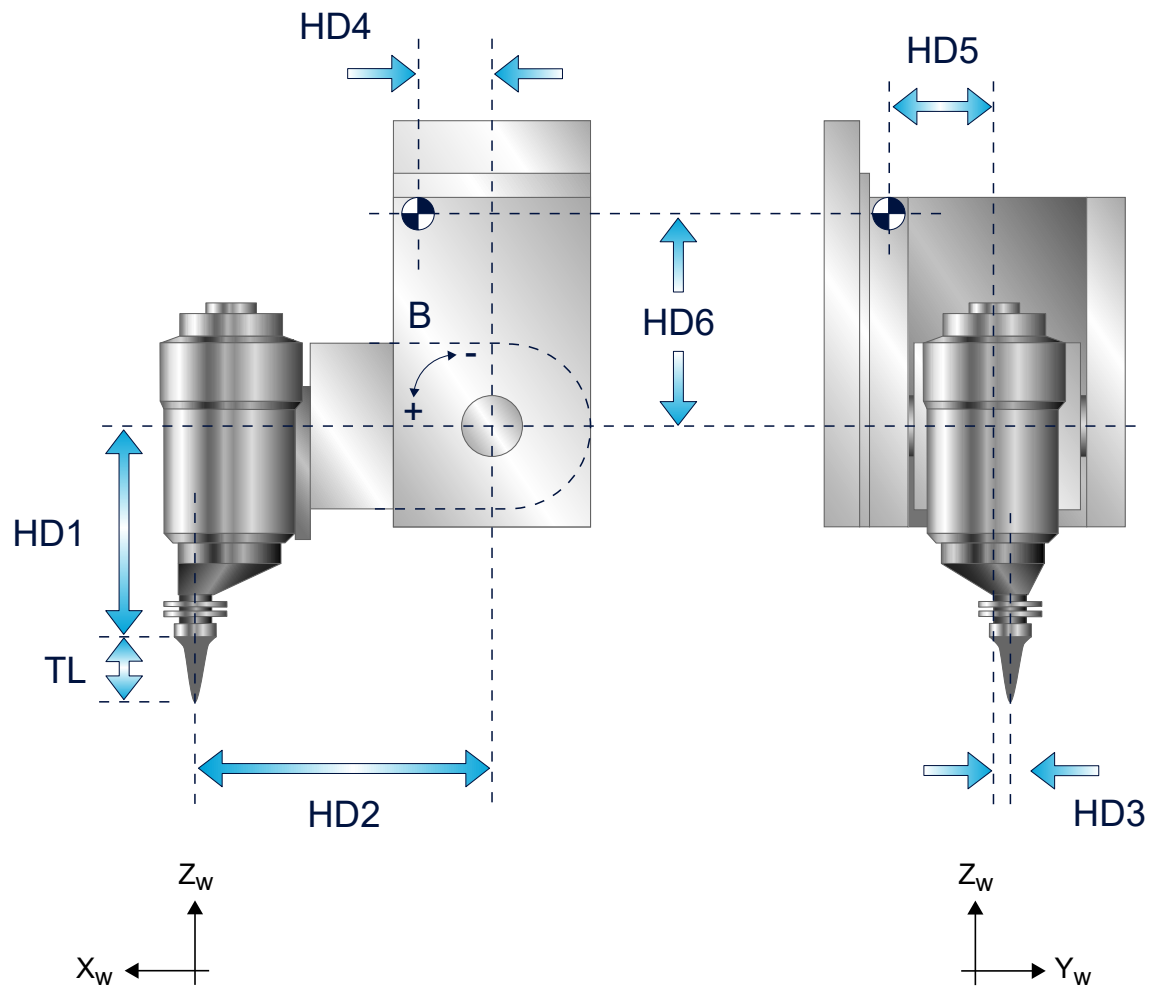


Abb. 50: Parameter des BV Werkzeugkopfes

Die Parametrierung erfolgt unter der ID 90 der Kinematikversätze (P-CHAN-00263 bzw. P-CHAN-00094).

HD-Versatz	param[i]	Beschreibung	Einheit
HD1	0	Z-Versatz bis Einspannpunkt Werkzeug	10 E-4 mm
HD2	1	X-Versatz bis Einspannpunkt Werkzeug	10 E-4 mm
HD3	2	Y-Versatz bis Einspannpunkt Werkzeug	10 E-4 mm
HD4	3	X-Versatz Drehpunkt B-Achse bis Bzpkt. WZ-Schlitten	10 E-4 mm
HD5	4	Y-Versatz Drehpunkt B-Achse bis Bzpkt. WZ-Schlitten	10 E-4 mm
HD6	5	Z-Versatz Drehpunkt B-Achse bis Bzpkt. WZ-Schlitten	10 E-4 mm
HD7	6	X-Versatz zu Maschinen-Nullpunkt	10 E-4 mm
HD8	7	Y-Versatz zu Maschinen-Nullpunkt	10 E-4 mm
HD9	8	Z-Versatz zu Maschinen-Nullpunkt	10 E-4 mm
HD10	9	n. v.	
HD11	10	n. v.	
HD12	11	Winkeloffset U/V-Achse	10 E-4°
HD13	12	Maschinenstruktur 9 : A U 10: B V	[-]
HD14	13	PCS Winkel Programmierung 0: wie Kinematik 1: CA	[-]
HD15	14	Drehrichtung AM 0: math. positiv 1: math. negativ	[-]
HD16	15	Drehrichtung BM 0: math. positiv 1: math. negativ	[-]
HD17	16	Winkeloffset AM	10 E-4°
HD18	17	Winkeloffset BM	10 E-4°

Die allgemeine Beschreibung befindet sich in der Kanalparameterliste unter P-CHAN-00263 bzw. P-CHAN-00094.

6.2.5 Mehrkantrohr, Profilrohr (5/6-achsig) (Kinematik-ID 93)

Konfiguration

Die Konfiguration der Kinematik 93 erfolgt analog zur Kinematik 90 in Kapitel "Rundrohr, Mantelfläche (5/6-achsig) [► 91]". Zusätzlich kann der Anwender noch Kinematikparameter ab Index 23 angeben, die den Parametern der Kinematik 79 aus dem Kapitel "Mehrkantrohr, Profilrohr [► 85]" entsprechen (d.h. Index 23 in Kinematik 93 entspricht Index 3 in Kinematik 79 usw.)

Beispielhaft ist die Konfiguration für einen AB Orientierungskopf angegeben. Für die anderen Orientierungsköpfe ist die Parametrierung analog.

Zu beachten: alle Versätze ab Index 20 wirken als statische Versätze, werden also bei Rotationen innerhalb des Kopfes nicht mitgedreht.

6.2.5.1 Parameter für AB und BV Orientierungskopf

Die Parametrierung erfolgt unter der ID 93 der Kinematikversätze (P-CHAN-00263 bzw. P-CHAN-00094).

Die Parametrierung der **AB** und BV Konfiguration unterscheiden sich nur in der Belegung von HD13.

HD-Versatz	param[i]	Beschreibung	Einheit
HD1	0	Z-Versatz bis Einspannpunkt Werkzeug	10 E-4 mm
HD2	1	X-Versatz bis Einspannpunkt Werkzeug	10 E-4 mm
HD3	2	Y-Versatz bis Einspannpunkt Werkzeug	10 E-4 mm
HD4	3	X-Versatz Drehpunkt A-Achse zu Drehpunkt B-Achse	10 E-4 mm
HD5	4	Y-Versatz Drehpunkt A-Achse zu Drehpunkt B-Achse	10 E-4 mm
HD6	5	Z-Versatz Drehpunkt A-Achse zu Drehpunkt B-Achse	10 E-4 mm
HD7	6	X-Versatz NP Drehpunkt A-Achse	10 E-4 mm
HD8	7	Y-Versatz NP Drehpunkt A-Achse	10 E-4 mm
HD9	8	Z-Versatz NP Drehpunkt A-Achse	10 E-4 mm
HD10	9	n. v.	
HD11	10	n. v.	
HD12	11	Winkeloffset U/V-Achse	10 E-4°
HD13	12	Orientierungskopf Drehachsensequenz 0 : AB 10: BV	[-]
HD14	13	PCS Winkel Programmierung 0: wie Orientierungskopf 1: CA	[-]
HD15	14	Drehrichtung AM, 0: math. positiv 1: math. negativ	[-]
HD16	15	Drehrichtung BM 0: math. positiv 1: math. negativ	[-]
HD17	16	Winkeloffset AM	10 E-4°
HD18	17	Winkeloffset BM	10 E-4°
HD19	18	n. v.	
HD20	19	n. v.	
HD21	20	n. v.	
HD22	21	n. v.	
HD23	22	n. v.	
HD24	23	Z-Versatz Drehachse U zu Maschinennullpunkt (MNP)	10 E-4 mm
HD25	24	X-Versatz Drehachse U zu Maschinennullpunkt	10 E-4 mm
HD26	25	Y-Versatz Drehachse U zu Maschinennullpunkt	10 E-4 mm
HD27	26	-	
HD28	27	Winkeloffset der Werkstückspannlage	10 E-4°

Die allgemeine Beschreibung befindet sich in der Kanalparameterliste unter P-CHAN-00263 bzw. P-CHAN-00094.

7 Anhang

7.1 Anregungen, Korrekturen und neueste Dokumentation

Sie finden Fehler, haben Anregungen oder konstruktive Kritik? Gerne können Sie uns unter documentation@isg-stuttgart.de kontaktieren. Die aktuellste Dokumentation finden Sie in unserer Onlinehilfe (DE/EN):



QR-Code Link: <https://www.isg-stuttgart.de/documentation-kernel/>

Der o.g. Link ist eine Weiterleitung zu:

<https://www.isg-stuttgart.de/fileadmin/kernel/kernel-html/index.html>



Hinweis

Mögliche Änderung von Favoritenlinks im Browser:

Technische Änderungen der Webseitenstruktur betreffend der Ordnerpfade oder ein Wechsel des HTML-Frameworks und damit der Linkstruktur können nie ausgeschlossen werden.

Wir empfehlen, den o.g. „QR-Code Link“ als primären Favoritenlink zu speichern.

PDFs zum Download:

DE:

<https://www.isg-stuttgart.de/produkte/softwareprodukte/isg-kernel/dokumente-und-downloads>

EN:

<https://www.isg-stuttgart.de/en/products/softwareproducts/isg-kernel/documents-and-downloads>

E-Mail: documentation@isg-stuttgart.de



© Copyright
ISG Industrielle Steuerungstechnik GmbH
STEP, Gropiusplatz 10
D-70563 Stuttgart
Alle Rechte vorbehalten
www.isg-stuttgart.de
support@isg-stuttgart.de

