

Inhaltsverzeichnis

Ausbildungsthema

Computergesteuerte Fertigungstechnik	3
Einführung/Geschichte	3
CNC Allgemein	4
Was ist NC, CNC und DNC	4
CNC-Drehen	5
Aufbau einer CNC-Drehmaschine	5
Werkzeugmagazine/Revolver	6
Koordinatensysteme	7
Koordinatenachsen an einer Drehmaschine	7
Grundregel	7
Arbeitsvorbereitung (AVOR)	8
Werkzeug rüsten/Werkzeugvermessung	8
Lage des Schneidpunktes	8
Einstellgeräte	9
Einrichtarbeiten	10
Checkliste	10
Dokumentation	10
Werkzeugliste	11
Einrichtblatt	12
Bezugspunkte	13
Maschinennullpunkt	13
Werkstücknullpunkt	13
Referenzpunkt	13
Werkzeugbezugspunkt	13
Grundlagen der Programmierung	14
Programmstruktur	14
Beispielprogramm	14
Satzaufbau	15
Beispiel Satzaufbau	15
G-Funktionen	16
M-Funktionen	16
Haupt- und Unterprogramm	17
Absolutprogrammierung G90	18
Inkrementalprogrammierung G91	18
Interpolation	19

Ausbildungsthema

Kartesische Zielpunkteingabe	19
Polare Zielpunkteingabe	19
Kreisinterpolation / G02 G03	20
Regel	20
Schneidenradiuskompensation	21
G41	21
G42	21
G40	21
Zyklen	22
AVOR-Grundbegriffe	23
Prüfungsfragen	25

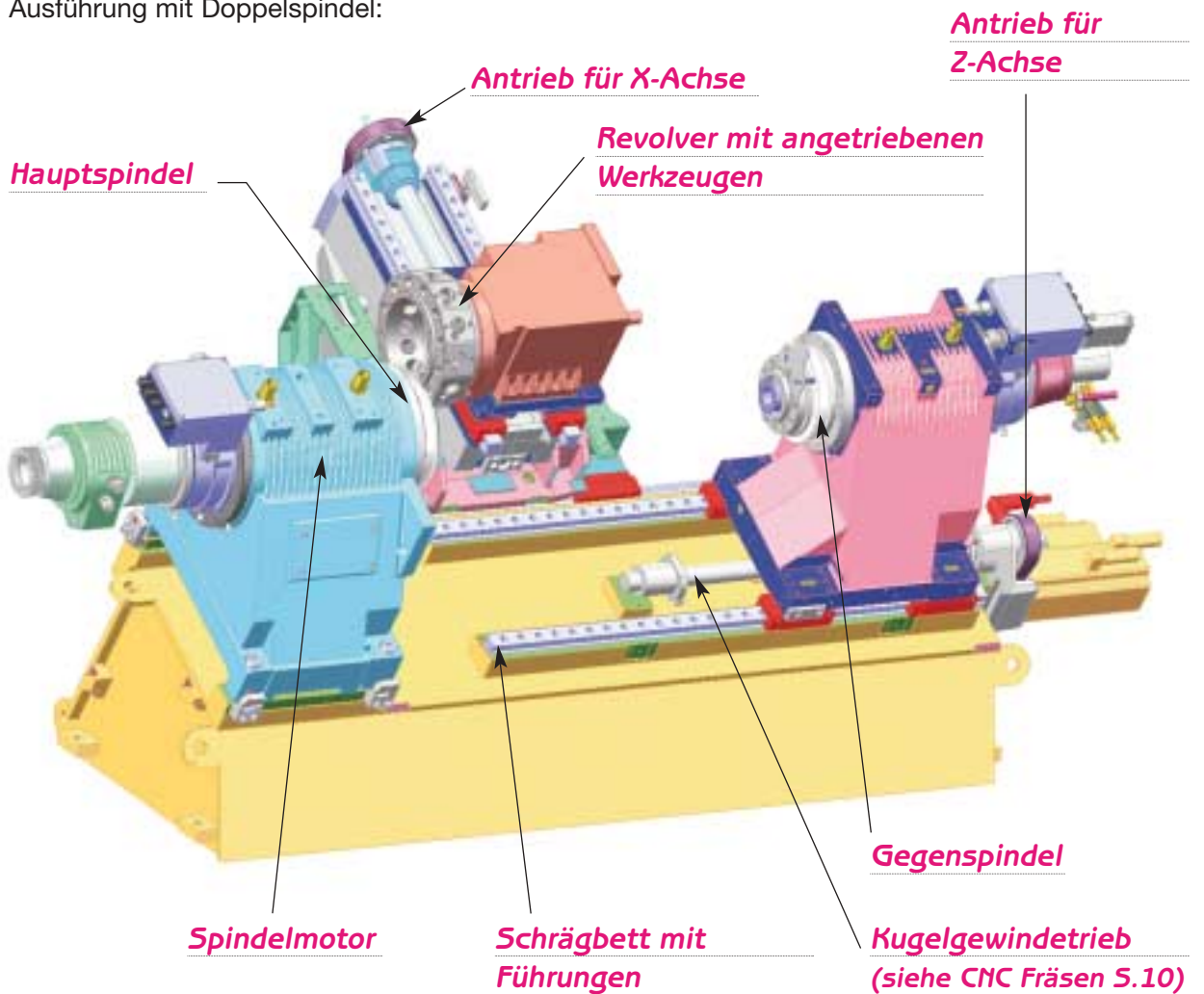


CNC-Drehen

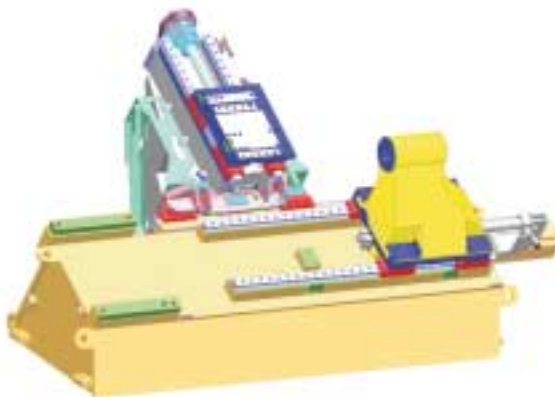
Aufbau einer CNC-Drehmaschine

Bilder zur Verfügung gestellt von EMCO Hallein/A.

Ausführung mit Doppelspindel:



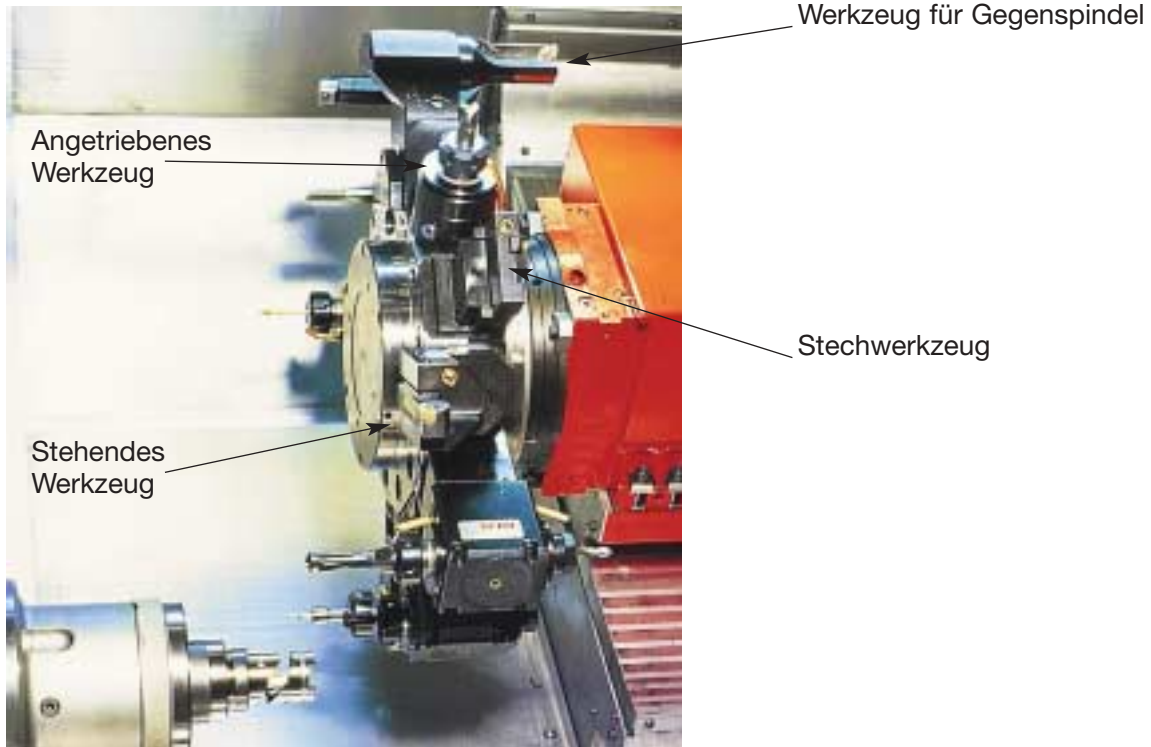
Ausführung mit Reitstock:



Werkzeugmagazine/Revolver

An CNC-Drehmaschinen verwendet man meist ein bis zwei Werkzeugrevolver, bei denen die eingespannten Werkzeuge entweder auf der oberen Stirnseite (Scheibenrevolver) oder am Umfang (Sternrevolver) angeordnet sind. Jedem Werkzeug ist eine bestimmte Stellung des Revolvers zugeordnet. Die Anzahl der Werkzeugplätze ist bei Werkzeugrevolvern relativ klein. Durch die kurzen Schaltzeiten des Revolvers erhält man jedoch einen schnellen Werkzeugwechsel und damit geringe Nebenzeiten.

Revolver mit angetriebenen Werkzeugen:



Angetriebene Werkzeuge:



Beispiel Turn65, zur Verfügung gestellt von EMCO Hallein/A.



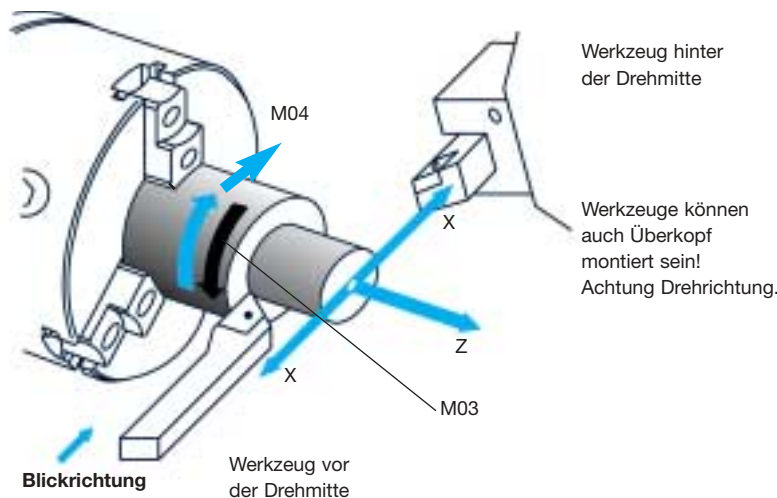
Koordinatensysteme

Koordinatenachsen an einer Drehmaschine

Bei Drehmaschinen liegt die X-Achse quer zur Drehachse. Ihre positive Richtung verläuft von der Werkstückachse zum Haupt-Werkzeugträger.

An der Drehmaschine unterscheidet man die Werkzeuglage in, vor oder hinter der Drehmitte.

Die Drehrichtung der Hauptspindel, wie im Bild gezeigt, für den Drehstahl vor der Drehmitte ist vorwärts (M03). Somit müsste sich die Hauptspindel für Drehwerkzeuge hinter der Drehmitte rückwärts drehen (M04), oder das Drehwerkzeug müsste Überkopf eingespannt werden. Somit würde sich ein Drehrichtungswechsel erübrigen.



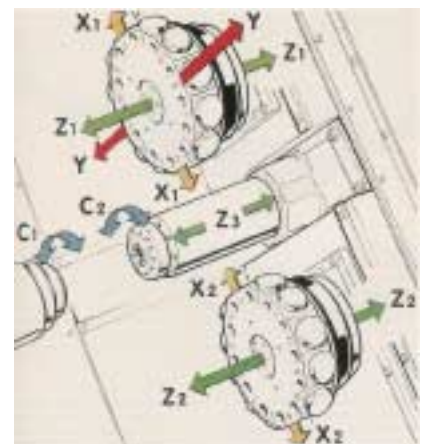
Grundregel

- Beim Drehen wird die X-Achse immer im Durchmesser programmiert!
- Das Werkstück steht still und das Werkzeug bewegt sich!

Als weitere Achse kommt beim CNC-Drehen mit angetriebenen Werkzeugen die C-Achse hinzu. C dreht sich um die Z-Achse. Die Hauptspindel kann so positioniert und das Werkzeug mit angetriebenen Werkzeugen bearbeitet werden.

Zuteilung der Zusatzachsen und Drehachsen:

Hauptachsen	X	Z
Zusatzachsen bei inkrementellen Angaben	I	K
Drehachsen	A	C

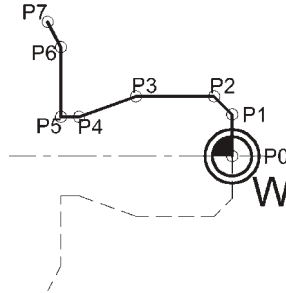
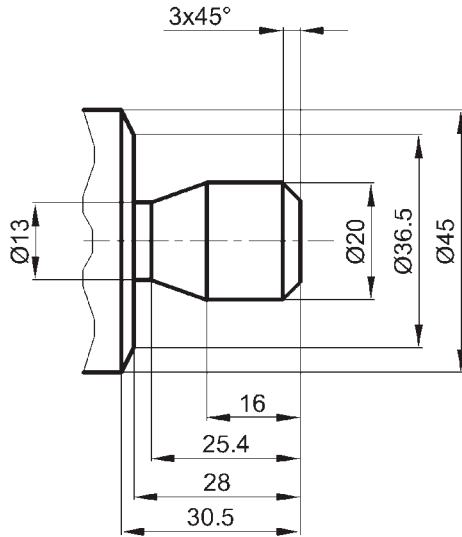


Beispiel einer Drehmaschine mit Hauptspindel, Gegenspindel und 2 Revolverköpfen, davon einer mit Y-Achse. Insgesamt ergeben sich somit 8 NC-Achsen



Absolutprogrammierung G90

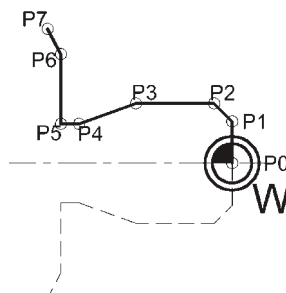
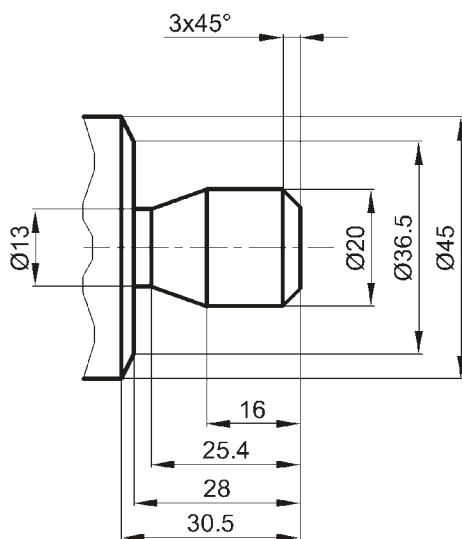
Der Zahlenwert des Wegbefehls gibt an, auf welche Zielposition der Werkzeugschlitten in der jeweiligen Koordinatenachse verfahren werden soll. Immer bezogen auf den Werkstücknullpunkt.



Punkt	X	Z
P0	0	0
P1	14	0
P2	20	-3
P3	20	-16
P4	13	-25.4
P5	13	-28
P6	36.5	-28
P7	45	-30.5

Inkrementalprogrammierung G91

Der Zahlenwert des Wegbefehls gibt an, um welchen Betrag der Werkzeugschlitten in der jeweiligen Koordinatenachse verfahren werden soll. Immer bezogen auf den letzten angefahrenen Zielpunkt.



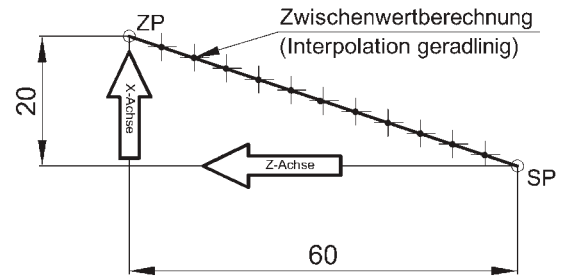
Punkt	X	Z
P0	0	0
P1	7	0
P2	3	-3
P3	0	-13
P4	-3.5	-9.4
P5	0	-2.6
P6	11.75	0
P7	4.25	-2.5



Interpolation

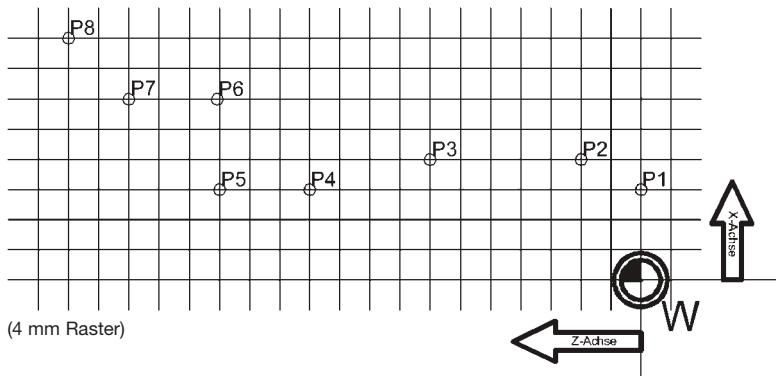
Wenn das Werkzeug von einem Startpunkt zu einem angegebenen Zielpunkt auf gerader Linie verfährt, so spricht man von einer Geradeninterpolation (Zwischenwert berechnen).

Das bedeutet, dass die Steuerung die Werkzeugvorschübe in allen Achsen so abstimmt, dass die gewünschte gerade Werkzeugbahn erreicht wird.



Kartesische Zielpunkteingabe

Durch ein Koordinatensystem mit 2 Achsen lassen sich sämtliche Punkte einer Werkstückzeichnung in ihrer Position genau bestimmen. Durch die Angabe von einem Koordinatenpaar (X und Z) ist ein Lagepunkt eindeutig festgelegt.



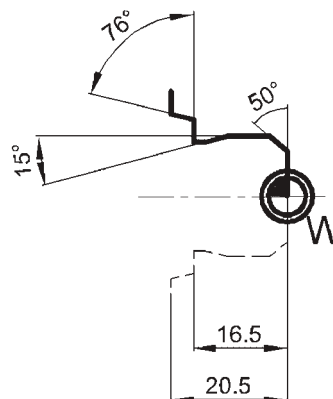
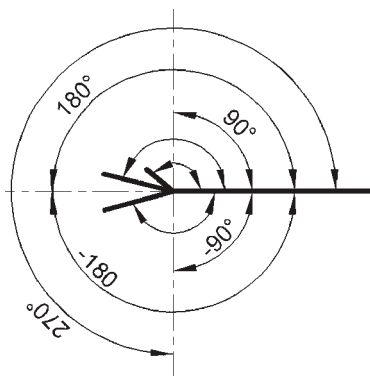
P1	X	12	Z	0
P2	X	16	Z	-8
P3	X	16	Z	-28
P4	X	12	Z	-44
P5	X	12	Z	-56
P6	X	24	Z	-56
P7	X	24	Z	-68
P8	X	32	Z	-76

Polare Zielpunkteingabe

In einem Koordinatensystem ist es auch möglich die Lage von Punkten mit Hilfe von Winkel und Strecke zu beschreiben und eindeutig zu bestimmen.

- Der Winkel 0 ist dabei immer auf der X Achse in positive Richtung.

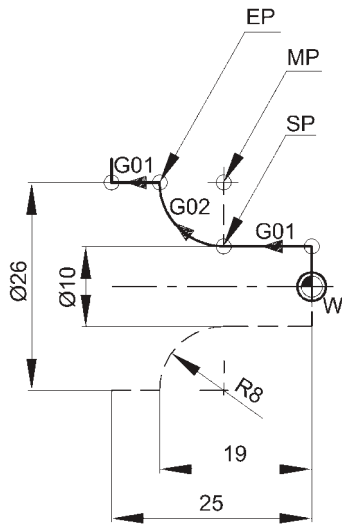
Die Winkelangabe im Gegenuhrzeigersinn erfolgt in positiven Werten. Die Winkelangabe im Uhrzeigersinn erfolgt in negativen Werten.



$$\begin{aligned} \text{Winkel } 50^\circ &= 90^\circ + 50^\circ = 140^\circ \\ \text{Winkel } 76^\circ &= 90^\circ + 76^\circ = 166^\circ \\ \text{Winkel } 15^\circ &= 180^\circ - 15^\circ = -165^\circ \end{aligned}$$

Kreisinterpolation/G02 G03

G02 Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn:



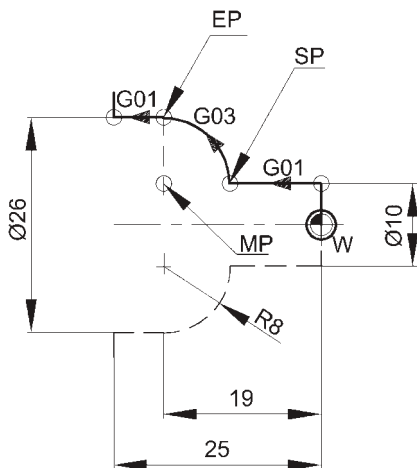
Satznummer	Wegbedingung	Koordinatenangabe
N30	G90	
N40	G01	X10
N50	G01	Z-11
N60	G02	X26 Z-19 I8 K0
N70	G01	Z-25

Satznummer	Wegbedingung	Koordinatenangabe
N60	G91 G02	X8 Z-8 I8 K0

Arbeitsmethode:

1. Drehrichtung in Vorschubrichtung vom Startpunkt aus (SP) G02, G03
2. Koordinaten-Endpunkt X und Z (EP)
3. Mittelpunkt inkremental vom Startpunkt (SP) aus bestimmen mit Zusatzachsen I und K (siehe Zuteilung der Zusatzachsen Seite 7)

G03 Kreisinterpolation im Gegenuhrzeigersinn:



Satznummer	Wegbedingung	Koordinatenangabe
N30	G90	
N40	G01	X10
N50	G01	Z-11
N60	G03	X26 Z-19 I0 K-8
N70	G01	Z-25

Satznummer	Wegbedingung	Koordinatenangabe
N60	G91 G03	X8 Z-8 I0 K-8

Der Anfangspunkt des Kreisbogens wird im vorhergehenden Satz programmiert. Im G02 oder G03 Satz wird der Endpunkt des Kreisbogens programmiert und durch die Interpolationsparameter I und K der Mittelpunkt des Kreisbogens festgelegt.

Regel

- Je nach System werden die Interpolationsparameter I (X) und K (Z) inkrementell vom Kreisanzfangspunkt zum Kreismittelpunkt oder absolut vom Werkstücknullpunkt angegeben.

Prüfungsfragen

1. Wie heisst der Punkt, der beim Einschalten zur Normierung des Wegmesssystems bei einer NC-Maschine angefahren werden muss?

Referenzpunkt



2. Welcher Grundsatz gilt für den Programmierer in Bezug auf das Werkzeug?

Der Programmierer geht immer davon aus, dass sich das Werkzeug bewegt.

3. Wie heisst der frei wählbare Punkt im Arbeitsraum der NC-Maschine, auf den sich die Massangaben im NC-Programm beziehen?

Werkstücknullpunkt W

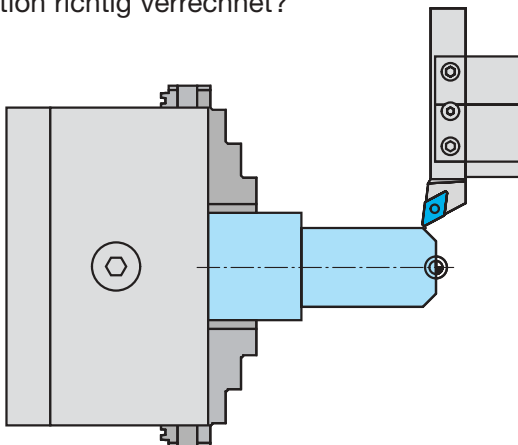


4. Zähle mindestens 3 Bezugspunkte im Arbeitsraum bei CNC-Bearbeitung auf und zeichne das komplette Symbol dazu!

Maschinennullpunkt / Referenzpunkt

Werkstücknullpunkt / Werkzeugbezugspunkt

5. Mit welcher Funktion (Adresse) teilst Du der Steuerung mit, dass das Werkzeug die «richtige» Seite der Kontur (siehe Abbildung unten) abfährt und somit die Radiuskompensation richtig verrechnet?



G42 Werkzeug rechts

von der Kontur in

Vorschubrichtung