

Der Lotse

... ist die Programmier-Hilfe für die HEIDENHAIN-Steuerungen TNC 426 und TNC 430 in Kurzfassung. Eine vollständige Anleitung zum Programmieren und Bedienen der TNC finden Sie im Benutzer-Handbuch. Dort finden Sie auch Informationen

- zur Q-Parameter-Programmierung
- zum zentralen Werkzeugspeicher
- zur 3D-Werkzeug-Korrektur
- zur Werkzeug-Vermessung

Wichtige Informationen werden im Lotsen mit folgenden Symbolen herausgestellt:

	Wichtiger Hinweis!
	Warnung: Bei Nichtbeachten Gefahr für Bediener oder Maschine!
	Maschine und TNC müssen vom Maschinen-Hersteller für die beschriebene Funktion vorbereitet sein!
	Kapitel im Benutzer-Handbuch. Hier finden Sie ausführliche Informationen zum aktuellen Thema.

Dieser Lotse gilt für die TNCs mit folgenden Software-Nummern:

Steuerung	NC-Software-Nummer
TNC 426, TNC 430	280 474 xx
TNC 426*, TNC 430*	280 475 xx

*) Export-Version

Inhalt

Grundlagen	4
Konturen anfahren und verlassen	13
Bahnfunktionen	18
Freie Konturprogrammierung FK	25
Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen ...	33
Mit Zyklen arbeiten	36
Bohrzyklen	39
Taschen, Zapfen und Nuten	50
Punktemuster	59
SL-Zyklen	61
Abzeilen	69
Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung	72
Sonder-Zyklen	78
Digitalisieren von 3D-Formen	81
Grafiken und Status-Anzeigen	87
DIN/ISO Programmierung	90
Zusatz-Funktionen M	96

Grundlagen

Programme/Dateien



Siehe „Programmieren, Datei-Verwaltung“.

Programme, Tabellen und Texte speichert die TNC in Dateien.
Die Datei-Bezeichnung besteht aus zwei Komponenten:

GEWINDE.H

Datei-Name

maximale Länge:
16 Zeichen

Datei-Typ

siehe Tabelle rechts

Dateien in der TNC

Datei-Typ

Programme

- im HEIDENHAIN-Format
- im DIN/ISO-Format

.H
.I

Tabellen für

- Werkzeuge
- Nullpunkte
- Paletten
- Schnittdaten
- Positionen

.T
.D
.P
.CDT
.PNT

Texte als

- ASCII-Dateien

.A

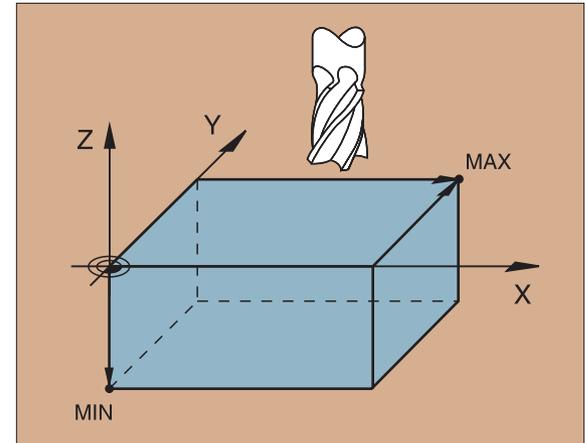
Neues Bearbeitungs-Programm eröffnen

PGM
MGT

- ▶ Verzeichnis wählen, in dem das Programm gespeichert wird
- ▶ neuen Datei-Namen mit Datei-Typ eingeben
- ▶ Maßangaben im Programm wählen (mm oder inch)
- ▶ Rohteil (BLK-Form) für Grafik festlegen:
 - ▶ Spindelachse angeben
 - ▶ Koordinaten des MIN-Punktes:
kleinste X-, Y- und Z-Koordinate
 - ▶ Koordinaten des MAX-Punktes:
größte X-, Y- und Z-Koordinate

1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-50

2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0



Bildschirm-Aufteilung festlegen



Siehe „Einführung, die TNC 426, TNC 430“



► Softkeys zum Festlegen der Bildschirmaufteilung anzeigen

Betriebsart	Bildschirm-Inhalt	
Manueller Betrieb Handrad	Positionen	POSITION
	Positionen links Status rechts	POSITION + STATUS
Positionen mit Handeingabe	Programm	PGM
	Programm links Status rechts	PROGRAMM + STATUS
Programmlauf Satzfolge Programmlauf Einzelsatz Programm-Test	Programm	PGM
	Programm links Programm-Gliederung rechts	PROGRAMM + GLIEDER.
	Programm links Status rechts	PROGRAMM + STATUS
	Programm links Grafik rechts	PROGRAMM + GRAFIK
	Grafik	GRAFIK

Fortsetzung nächste Seite ►

Manueller Betrieb
Programm
Einspeichern

IST

X	-50.0000
Y	+250.0000
<input checked="" type="checkbox"/>	-150.0000
A	+0.0000
B	+180.0000
C	+90.0000

T F 0 M 5/9

RESTW

X	+350.0000	C	+350.0000
Y	+350.0000		
Z	+350.0000		
A	+350.0000		
B	+90.0000		

A	+0.0000
B	+180.0000
C	+90.0000

Grunddrehung +0.0000

M

S

F

ANFAST-
FUNKTION

BEZUGS-
PUNKT
SETZEN

SCHRITT
MASS
EIN

3D RÖT

WERKZEUG
TABELLE

▲ Positionen links, Status rechts
▼ Programm links, Programmiergrafik rechts

Manueller Betrieb

```

0 BEGIN PGM 3516 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X-90 Y-90 Z+40
2 BLK FORM 0.2 X+90 Y+90 Z+0
3 TOOL CALL 1 Z S1400
4 L Z+50 R0 F MAX
5 CALL LBL 1
6 L Z+100 R0 F MAX M2
7 LBL 1
8 L X+0 Y+80 RL F250
9 FPOL X+0 Y+0
10 FC DR- R80 CCK+0 CCY+0
11 FCT DR- R7.5
12 FCT DR+ R90 CCK+69.282 CCY-40
13 FSELECT 2 ;Vorschlag 1 entspricht
nicht der Zeichnung!
```

ANFANG
↑

ENDE
↓

SEITE
↑

SEITE
↓

SUCHEN

START

START
EINZELS.
□

RESET
+
START

Betriebsart	Bildschirm-Inhalt
Programm-Einspeichern/ Editieren	Programm PGM
	Programm links Programm-Gliederung rechts PROGRAMM + GLIEDER.
	Programm links Programmiergrafik rechts PROGRAMM+ GRAFIK

Manueller Betrieb	Programm-Einspeichern/Editieren	
<pre> 0 BEGIN PGM 1 MM 1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z+0 2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0 3 * - Bohrplatte ID-Nr 257943KL1 4 TOOL CALL 1 Z S4500 5 L Z+100 R0 F MAX 6 CYCL DEF 203 UNIVERSAL-BOHREN 0200=2 %SICHERHEITS-ABST. 0201=-50 %TIEFE 0206=250 %VORSCHUB TIEFENZUST. 0202=0 %ZUSTELL-TIEFE 0210=0 %VERWEILZEIT OBEN 0203=+0 %KODR. OBERFLAECHE 0204=100 %2. SICHERHEITS-ABST. 0212=0 %ABNAHMEBETRAG </pre>	<pre> BEGIN PGM 1 - Bohrplatte ID-Nr 257943KL1 - Parameter definieren - Tasche fertigen - Tasche ausraeumen - Tasche schlichten - Bohrbild erstellen - Zentrieren - Bohren - Gewindebohren END PGM 1 </pre>	
ANFANG ENDE SEITE SEITE SUCHEN FENSTER WECHSELN	↑	↓

▲ Programm links, Programm-Gliederung rechts

Rechtwinklige Koordinaten – absolut

Die Maßangaben beziehen sich auf den aktuellen Nullpunkt.
Das Werkzeug verfährt auf absolute Koordinaten.

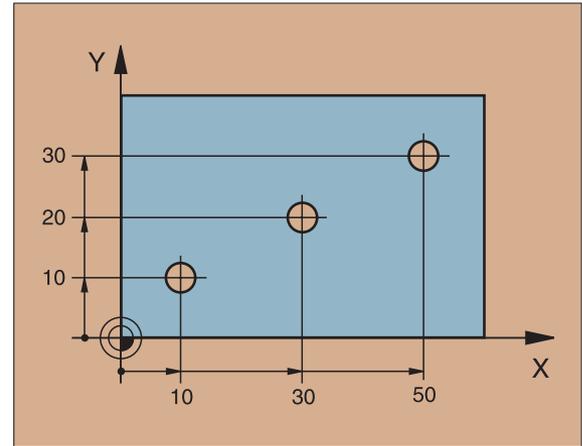
In einem NC-Satz programmierbare Achsen

Geradenbewegung: 5 beliebige Achsen

Kreisbewegung: 2 Linear-Achsen einer Ebene oder

3 Linear-Achsen mit Zyklus 19

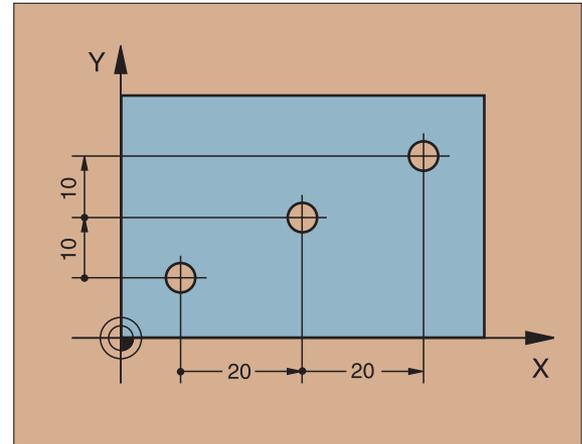
BEARBEITUNGSEBENE



Rechtwinklige Koordinaten – inkremental

Maßangaben beziehen sich auf die letzte programmierte Position des Werkzeugs.

Das Werkzeug verfährt um inkrementale Maße.



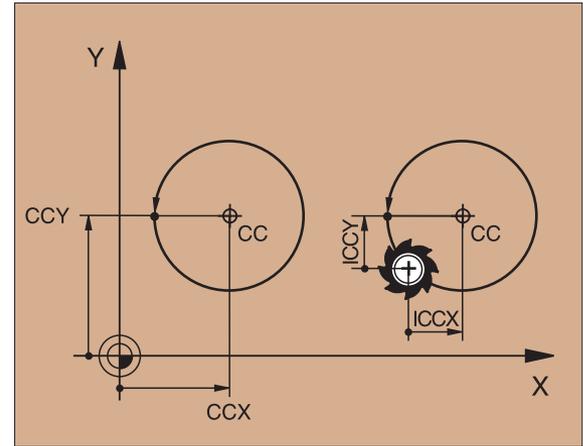
Kreismittelpunkt und Pol: CC

Der Kreismittelpunkt CC ist einzugeben, um kreisförmige Bahnbewegungen mit der Bahnfunktion C (siehe Seite 21) zu programmieren. CC wird andererseits als Pol für Maßangaben in Polarkoordinaten verwendet.

CC wird in rechtwinkligen Koordinaten festgelegt*.

Ein absolut festgelegter Kreismittelpunkt oder Pol CC bezieht sich immer auf den Werkstück-Bezugspunkt.

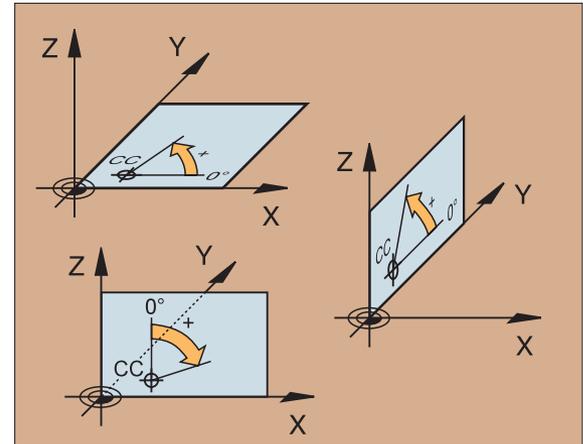
Ein inkremental festgelegter Kreismittelpunkt oder Pol CC bezieht sich immer auf die letzte programmierte Position des Werkzeugs.



Winkelbezugsachse

Winkel – wie Polarkoordinaten-Winkel PA und Drehwinkel ROT – beziehen sich auf die Bezugsachse.

Arbeitsebene	Bezugsachse und 0°-Richtung
X/Y	X
Y/Z	Y
Z/X	Z



Polarkoordinaten

Maßangaben in Polarkoordinaten beziehen sich auf den Pol CC.
Eine Position wird in der Arbeitsebene festgelegt durch

- Polarkoordinaten-Radius PR = Abstand der Position vom Pol CC
- Polarkoordinaten-Winkel PA = Winkel von der Winkelbezugsachse zur Strecke CC – PR

Inkrementale Maßangaben

Inkrementale Maßangaben in Polarkoordinaten beziehen sich auf die letzte programmierte Position.

Programmieren von Polarkoordinaten



► Bahnfunktion wählen



► P-Taste drücken

► Dialogfragen beantworten

Werkzeuge definieren

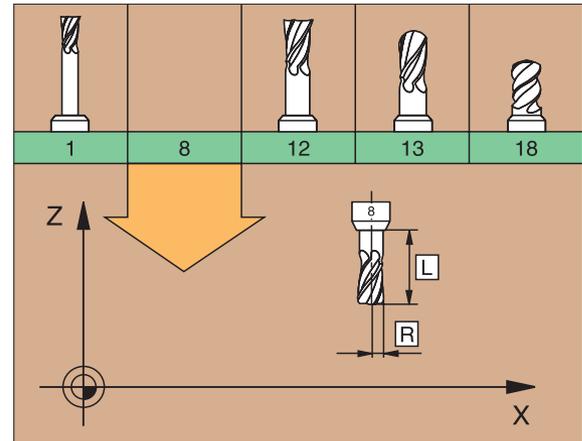
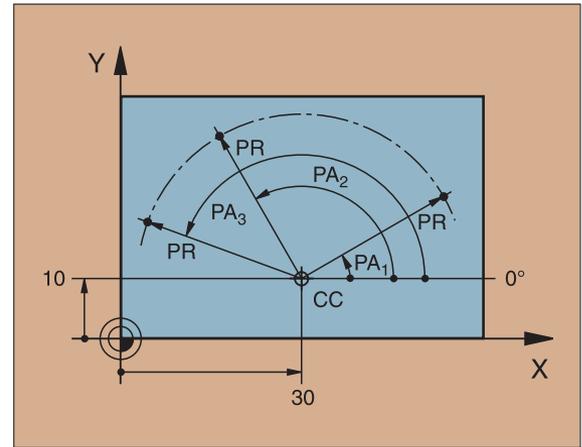
Werkzeug-Daten

Jedes Werkzeug wird durch eine Werkzeug-Nummer zwischen 1 und 254 oder durch einen Werkzeug-Namen (nur bei Werkzeug-Tabellen) gekennzeichnet.

Werkzeug-Daten eingeben

Die Werkzeug-Daten (Länge L und Radius R) können eingegeben werden:

- in Form einer Werkzeug-Tabelle (zentral, Programm TOOL.T) oder
- unmittelbar im Programm mit TOOL DEF-Sätzen (lokal)



**TOOL
DEF**

- ▶ Werkzeug-Nummer
- ▶ Werkzeug-Länge L
- ▶ Werkzeug-Radius R

▶ Die Werkzeug-Länge ist als die Längendifferenz ΔL zum Nullwerkzeug zu programmieren:

- $\Delta L > 0$: Werkzeug länger als Nullwerkzeug
- $\Delta L < 0$: Werkzeug kürzer als Nullwerkzeug

▶ Die tatsächliche Werkzeug-Länge mit einem Voreinstellgerät ermitteln; programmiert wird die ermittelte Länge.

Werkzeug-Daten aufrufen

**TOOL
CALL**

- ▶ Werkzeug-Nummer oder -Name
- ▶ Spindelachse Parallel: Werkzeug-Achse
- ▶ Spindeldrehzahl S
- ▶ Vorschub
- ▶ Aufmaß für die Werkzeug-Länge DL (z.B. Verschleiß)
- ▶ Aufmaß für den Werkzeug-Radius DR (z.B. Verschleiß)

```
3 TOOL DEF 6 L+7.5 R+3
```

```
4 TOOL CALL 6 Z S2000 F650 DL+1 DR+0.5
```

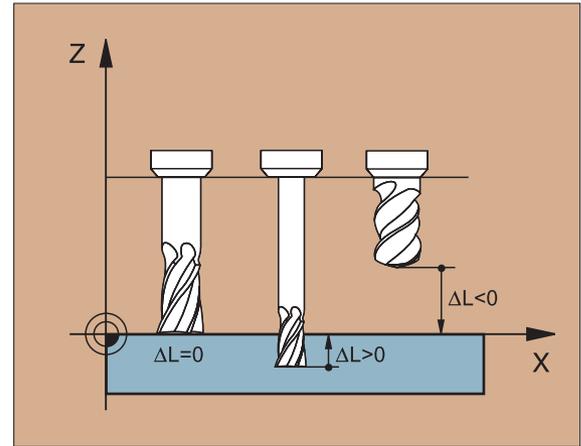
```
5 L Z+100 R0 FMAX
```

```
6 L X-10 Y-10 R0 FMAX M6
```

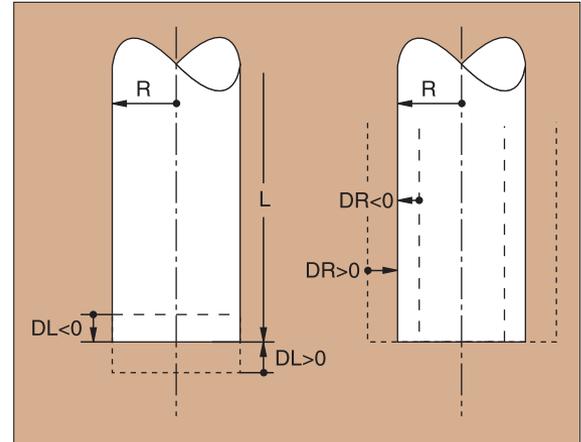
Werkzeug-Wechsel



- Beim Anfahren der Werkzeugwechsel-Position auf Kollisionsgefahren achten!
- Drehsinn der Spindel durch M-Funktion festlegen:
M3: Rechtslauf
M4: Linkslauf
- Aufmaße für Werkzeug-Radius oder -Länge maximal $\pm 99,999$ mm!



▼ Aufmaße beim Schaftfräser



Werkzeug-Korrekturen

Bei der Bearbeitung berücksichtigt die TNC Länge L und Radius R des aufgerufenen Werkzeugs.

Längenkorrektur

Beginn der Wirksamkeit:

- ▶ Werkzeug in der Spindelachse verfahren

Ende der Wirksamkeit:

- ▶ Neues Werkzeug oder Werkzeug mit der Länge $L=0$ aufrufen

Radiuskorrektur

Beginn der Wirksamkeit:

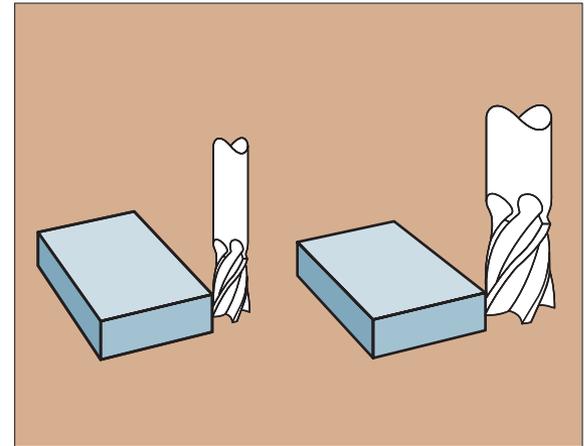
- ▶ Werkzeug in der Bearbeitungsebene mit RR oder RL verfahren

Ende der Wirksamkeit:

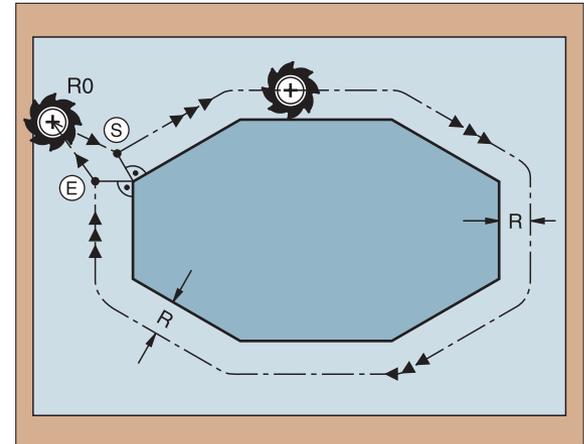
- ▶ Positioniersatz mit R0 programmieren

Ohne Radiuskorrektur arbeiten (z.B. Bohren):

- ▶ Werkzeug mit R0 verfahren



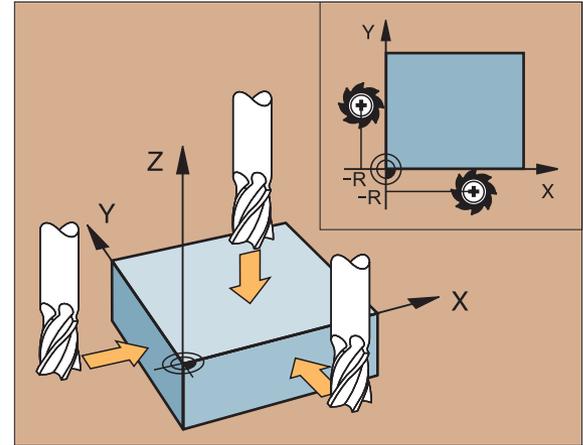
▼ S = Start; E = Ende



Bezugspunkt-Setzen ohne 3D-Tastsystem

Beim Bezugspunkt-Setzen wird die Anzeige der TNC auf die Koordinaten einer bekannten Werkstück-Position gesetzt:

- ▶ Nullwerkzeug mit bekanntem Radius einwechseln
- ▶ Betriebsart Manueller Betrieb oder El. Handrad wählen
- ▶ Bezugsfläche in der Werkzeugachse ankratzen und Werkzeug-Länge eingeben
- ▶ Bezugsflächen in der Bearbeitungs-Ebene ankratzen und Position des Werkzeug-Mittelpunkts eingeben

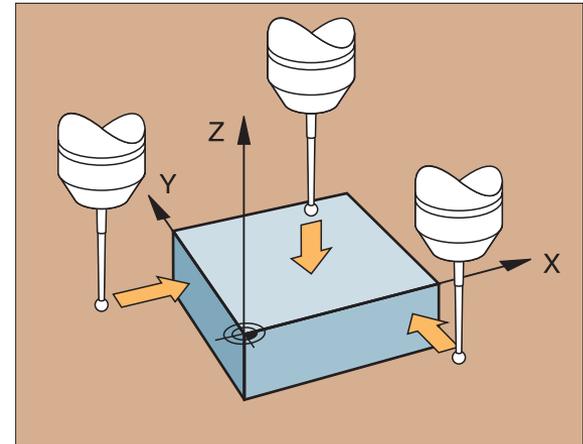


Einrichten und Messen mit 3D-Tastsystemen

Besonders schnell, einfach und genau erfolgt das Einrichten der Maschine mit einem HEIDENHAIN 3D-Tastsystem.

Neben Antast-Funktionen zum Rüsten der Maschine in den Betriebsarten Manuell und El. Handrad, stehen in den Programmlauf-Betriebsarten eine Vielzahl von Meßzyklen zur Verfügung (siehe auch Benutzer-Handbuch Tastsystem-Zyklen):

- Meßzyklen zur Erfassung und Kompensation einer Werkstück-Schiefelage
- Meßzyklen zum automatischen Setzen eines Bezugspunktes
- Meßzyklen zur automatischen Werkstück-Vermessung mit Toleranzvergleich und automatischer Werkzeug-Korrektur



Konturen anfahren und verlassen

Startpunkt P_S

P_S liegt außerhalb der Kontur und muß ohne Radiuskorrektur angefahren werden.

Hilfspunkt P_H

P_H liegt außerhalb der Kontur und wird von der TNC errechnet.



Die TNC verfährt das Werkzeug vom Startpunkt P_S zum Hilfspunkt P_H im zuletzt programmierten Vorschub!

Erster Konturpunkt P_A und letzter Konturpunkt P_E

Der erste Konturpunkt P_A wird im APPR-Satz (engl: approach = anfahren) programmiert. Der letzte Konturpunkt wird wie gewohnt programmiert.

Endpunkt P_N

P_N liegt außerhalb der Kontur und ergibt sich aus dem DEP-Satz (engl: depart = verlassen). P_N wird automatisch mit R0 angefahren.

Bahnfunktionen beim Anfahren und Verlassen

APPR
DEP

► Softkey mit der gewünschten Bahnfunktion drücken:



Gerade mit tangentialem Anschluß



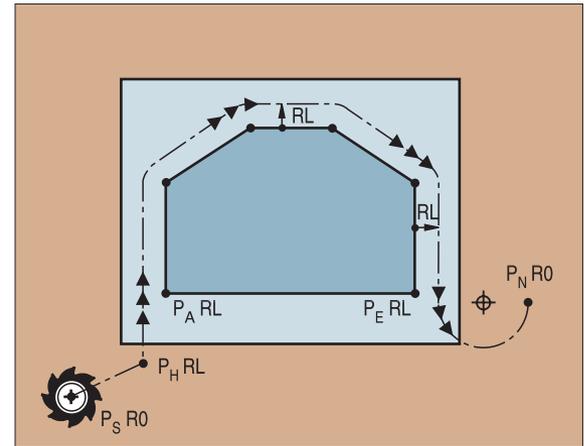
Gerade senkrecht zum Konturpunkt



Kreisbahn mit tangentialem Anschluß



Geradenstück mit tangentialem Übergangskreis an die Kontur



- Radiuskorrektur im APPR-Satz programmieren!
- DEP-Sätze setzen die Radiuskorrektur auf R0!

Anfahren auf einer Geraden mit tangenalem Anschluß

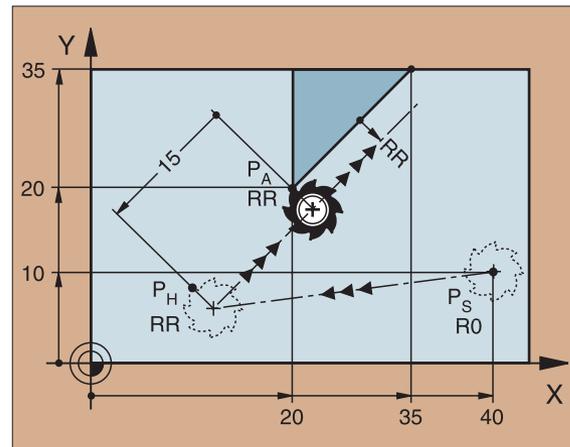


- ▶ Koordinaten für ersten Konturpunkt P_A
- ▶ Abstand Länge zwischen P_H und P_A
LEN > 0 eingeben
- ▶ Radiuskorrektur RR/RL

7 L X+40 Y+10 R0 FMAX M3

8 APPR LT X+20 Y+20 LEN 15 RR F100

9 L X+35 Y+35



Anfahren auf einer Geraden senkrecht zum ersten Konturpunkt

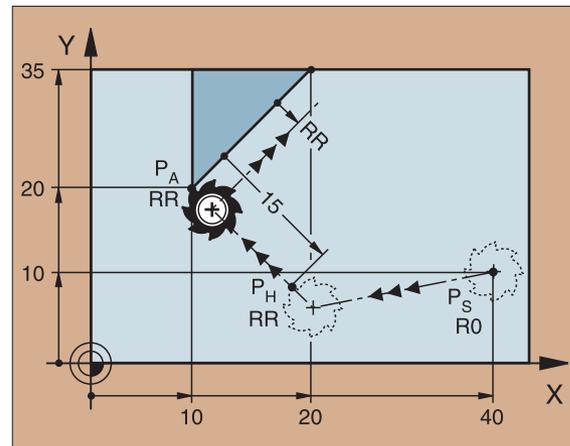


- ▶ Koordinaten für ersten Konturpunkt P_A
- ▶ Abstand Länge zwischen P_H und P_A
LEN > 0 eingeben
- ▶ Radiuskorrektur RR/RL

7 L X+40 Y+10 R0 FMAX M3

8 APPR LN X+10 Y+20 LEN 15 RR F100

9 L X+35 Y+35



Anfahren auf einer Kreisbahn mit tangenalem Anschluß

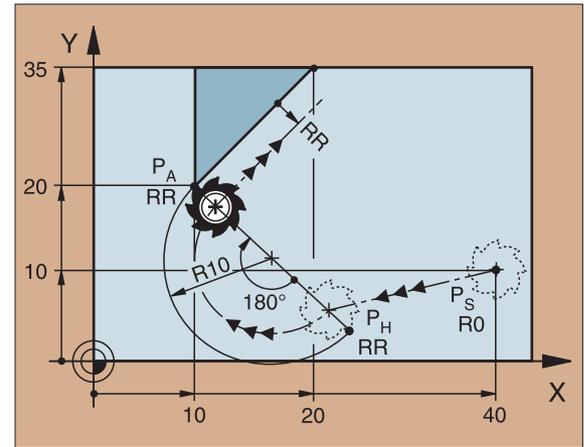


- ▶ Koordinaten für ersten Konturpunkt P_A
- ▶ Radius R
 $R > 0$ eingeben
- ▶ Mittelpunktswinkel CCA
 $CCA > 0$ eingeben
- ▶ Radiuskorrektur RR/RL

7 L X+40 Y+10 R0 FMAX M3

8 APPR CT X+10 Y+20 CCA 180 R10 RR F100

9 L X+20 Y+35



Konturen anfahren
und verlassen

Anfahren auf einer Kreisbahn mit tangenalem Anschluß an Kontur und Geradenstück

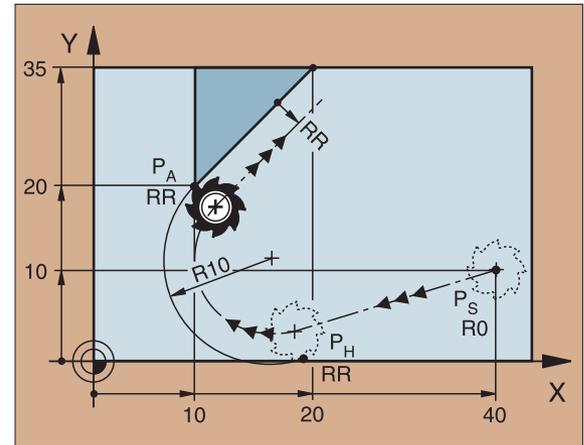


- ▶ Koordinaten für ersten Konturpunkt P_A
- ▶ Radius R
 $R > 0$ eingeben
- ▶ Radiuskorrektur RR/RL

7 L X+40 Y+10 R0 FMAX M3

8 APPR LCT X+10 Y+20 R10 RR F100

9 L X+20 Y+35



Wegfahren auf einer Geraden mit tangentialem Anschluß

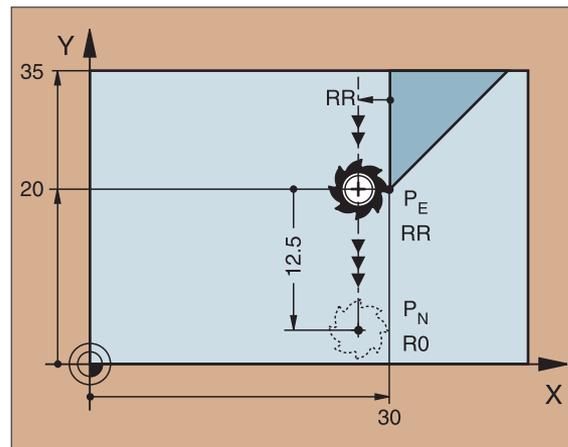


► Abstand Länge zwischen P_E und P_N
LEN > 0 eingeben

23 L X+30 Y+35 RR F100

24 L Y+20 RR F100

25 DEP LT LEN 12.5 F100 M2



Wegfahren auf einer Geraden senkrecht zum letzten Konturpunkt

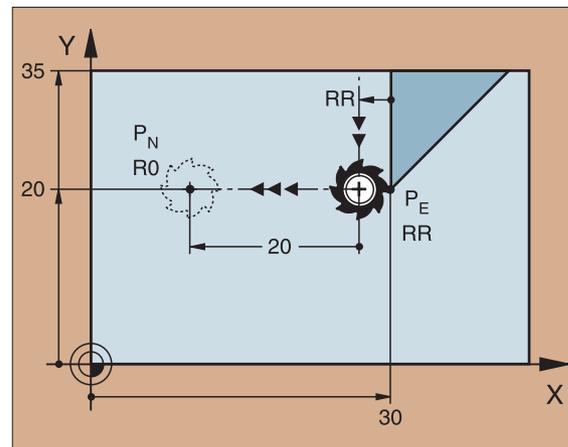


► Abstand Länge zwischen P_E und P_N
LEN > 0 eingeben

23 L X+30 Y+35 RR F100

24 L Y+20 RR F100

25 DEP LN LEN+20 F100 M2



Wegfahren auf einer Kreisbahn mit tangenalem Anschluß

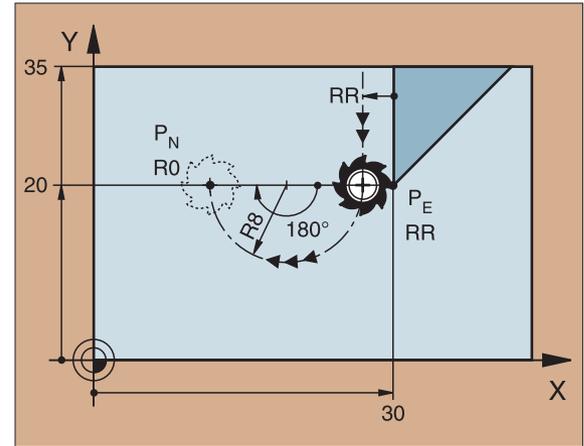


- ▶ Radius R
R > 0 eingeben
- ▶ Mittelpunktswinkel CCA

23 L X+30 Y+35 RR F100

24 L Y+20 RR F10

25 DEP CT CCA 180 R+8 F100 M2



Wegfahren auf einer Kreisbahn mit tangenalem Anschluß an die Kontur und Geradenstück

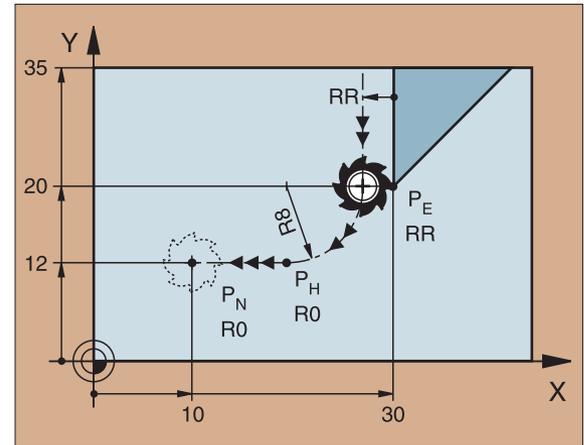


- ▶ Koordinaten des Endpunkts P_N
- ▶ Radius R
R > 0 eingeben

23 L X+30 Y+35 RR F100

24 L Y+20 RR F100

25 DEP LCT X+10 Y+12 R8 F100 M2



Konturen anfahren
und verlassen

Bahnfunktionen für Positioniersätze



Siehe „Programmieren: Konturen programmieren“.

Vereinbarung

Für die Programmierung der Werkzeug-Bewegung wird grundsätzlich angenommen, daß sich das Werkzeug bewegt und das Werkstück stillsteht.

Eingabe der Ziel-Positionen

Ziel-Positionen können in rechtwinkligen oder Polarkoordinaten eingegeben werden – sowohl absolut als auch inkremental, oder gemischt absolut und inkremental.

Angaben im Positioniersatz

Ein vollständiger Positioniersatz enthält folgende Angaben:

- Bahnfunktion
- Koordinaten des Konturelement-Endpunkts (Ziel-Position)
- Radiuskorrektur RR/RL/R0
- Vorschub F
- Zusatz-Funktion M



Werkzeug zu Beginn eines Bearbeitungsprogramms so vorpositionieren, daß eine Beschädigung von Werkzeug und Werkstück ausgeschlossen ist!

Bahnfunktionen

Gerade



Seite 19

Fase zwischen zwei Geraden



Seite 20

Ecken-Runden



Seite 20

Kreismittelpunkt oder
Pol-Koordinaten eingeben



Seite 21

Kreisbahn um Kreismittel-
punkt CC



Seite 21

Kreisbahn mit Radius-
Angabe



Seite 22

Kreisbahn mit
tangentialem Anschluß an
vorgehendes Konturelement



Seite 23

Freie Kontur-
programmierung FK



Seite 25

Gerade



- ▶ Koordinaten des Geraden-Endpunkts
- ▶ Radiuskorrektur RR/RL/R0
- ▶ Vorschub F
- ▶ Zusatz-Funktion M

Mit rechtwinkligen Koordinaten:

7 L X+10 Y+40 RL F200 M3

8 L IX+20 IY-15

9 L X+60 IY-10

Mit Polarkoordinaten:

12 CC X+45 Y+25

13 LP PR+30 PA+0 RR F300 M3

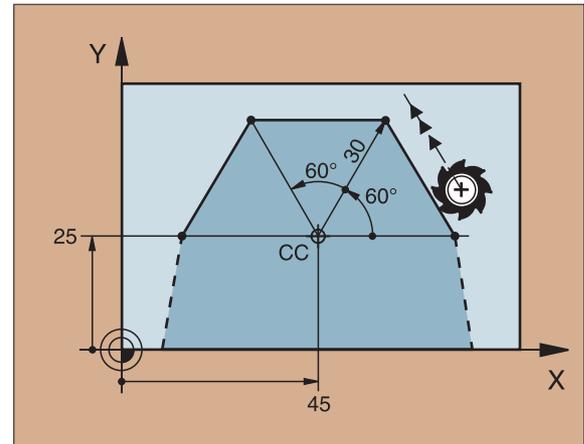
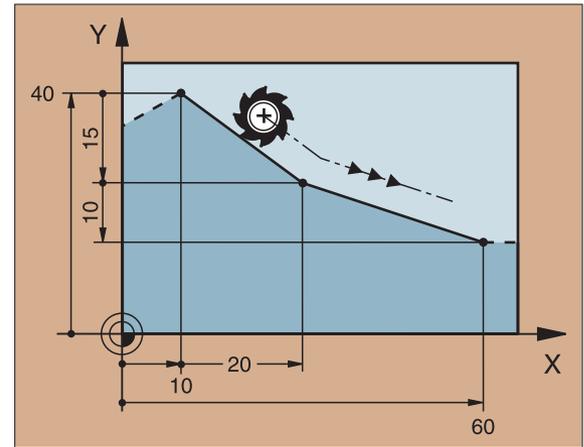
14 LP PA+60

15 LP IPA+60

16 LP PA+180



- Pol CC festlegen, bevor Polarkoordinaten programmiert werden!
- Pol CC nur in rechtwinkligen Koordinaten programmieren!
- Pol CC ist solange wirksam, bis ein neuer Pol CC festgelegt wird!



Fase zwischen zwei Geraden einfügen



- ▶ Länge des Fasen-Abschnitts
- ▶ Vorschub F für die Fase

7 L X+0 Y+30 RL F300 M3

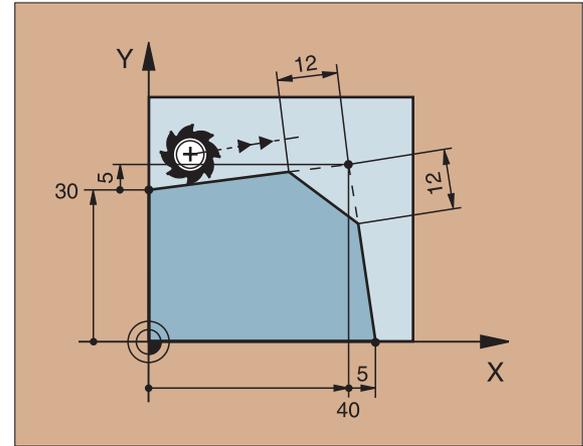
8 L X+40 IY+5

9 CHF 12 F250

10 L IX+5 Y+0



- Eine Kontur kann nicht mit einem CHF-Satz begonnen werden!
- Die Radiuskorrektur vor und nach dem CHF-Satz muß gleich sein!
- Die Fase muß mit dem aufgerufenen Werkzeug ausführbar sein!



Ecken-Runden

Kreisbogen-Anfang und -Ende bilden tangentielle Übergänge mit dem vorhergehenden und nachfolgenden Konturelement.



- ▶ Radius R des Kreisbogens
- ▶ Vorschub F für das Ecken-Runden

5 L X+10 Y+40 RL F300 M3

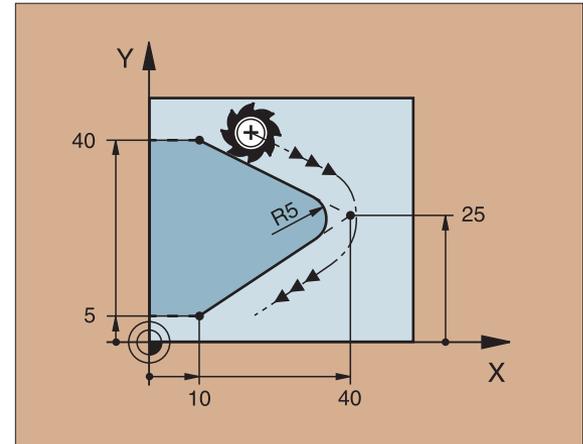
6 L X+40 Y+25

7 RND R5 F100

8 L X+10 Y+5



- Der Rundungskreis muß mit dem aufgerufenen Werkzeug ausführbar sein!



Kreisbahn um Kreismittelpunkt CC



► Koordinaten des Kreismittelpunkts CC



► Koordinaten des Kreisbogen-Endpunkts
► Drehsinn DR

Mit C und CP kann ein Vollkreis in einem Satz programmiert werden.

Mit rechtwinkligen Koordinaten:

```
5 CC X+25 Y+25
```

```
6 L X+45 Y+25 RR F200 M3
```

```
7 C X+45 Y+25 DR+
```

Mit Polarkoordinaten:

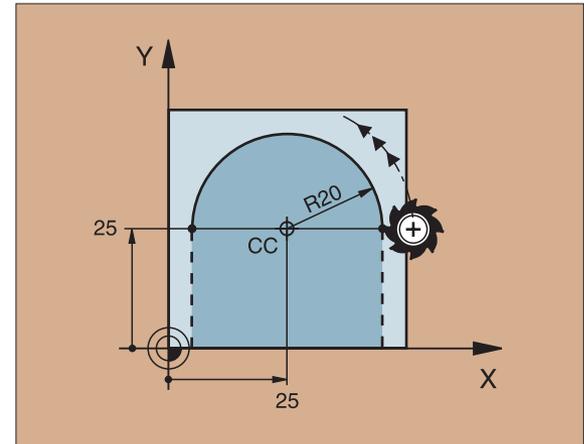
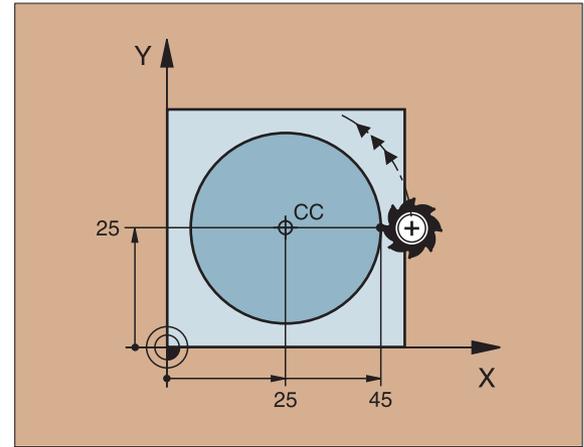
```
18 CC X+25 Y+25
```

```
19 LP PR+20 PA+0 RR F250 M3
```

```
20 CP PA+180 DR+
```



- Pol CC festlegen, bevor Polarkoordinaten programmiert werden!
- Pol CC nur in rechtwinkligen Koordinaten programmieren!
- Pol CC ist solange wirksam, bis ein neuer Pol CC festgelegt wird!
- Kreis-Endpunkt wird nur mit PA festgelegt!



Kreisbahn CR mit Radius-Angabe



- ▶ Koordinaten des Kreisbogen-Endpunkts
- ▶ Radius R
 - großer Kreisbogen: $ZW > 180$, R negativ
 - kleiner Kreisbogen: $ZW < 180$, R positiv
- ▶ Drehsinn DR

10 L X+40 Y+40 RL F200 M3 Kreisbogen-Startpunkt

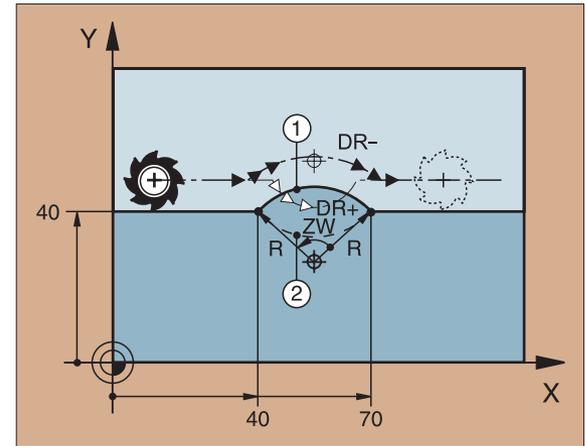
11 CR X+70 Y+40 R+20 DR- Bogen 1 oder

11 CR X+70 Y+40 R+20 DR+ Bogen 2

10 L X+40 Y+40 RL F200 M3 Kreisbogen-Startpunkt

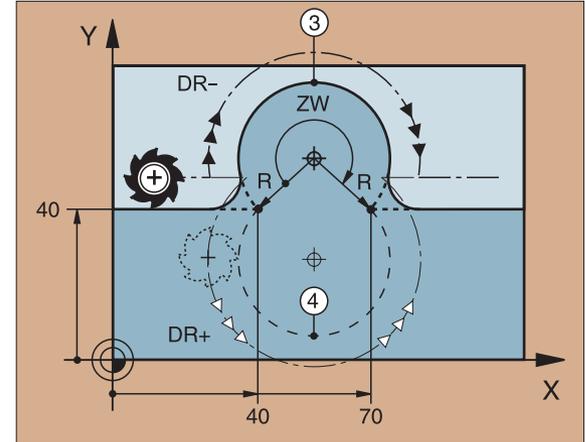
11 CR X+70 Y+40 R-20 DR- Bogen 3 oder

11 CR X+70 Y+40 R-20 DR+ Bogen 4



▲ Bogen 1 und 2

▼ Bogen 3 und 4



Kreisbahn CT mit tangenalem Anschluß



- ▶ Koordinaten des Kreisbogen-Endpunkts
- ▶ Radiuskorrektur RR/RL/R0
- ▶ Vorschub F
- ▶ Zusatz-Funktion M

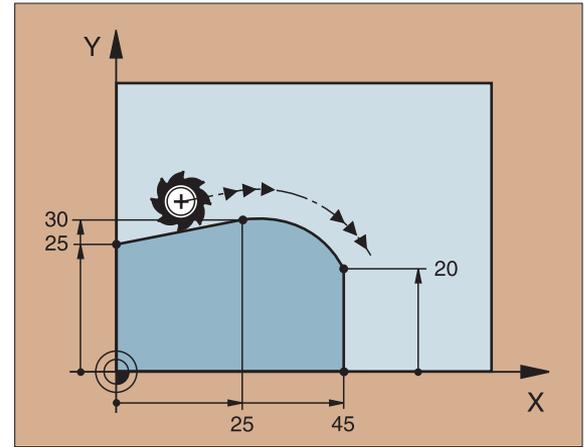
Mit rechtwinkligen Koordinaten:

5 L X+0 Y+25 RL F250 M3

6 L X+25 Y+30

7 CT X+45 Y+20

8 L Y+0



Mit Polarkoordinaten:

12 CC X+40 Y+35

13 L X+0 Y+35 RL F250 M3

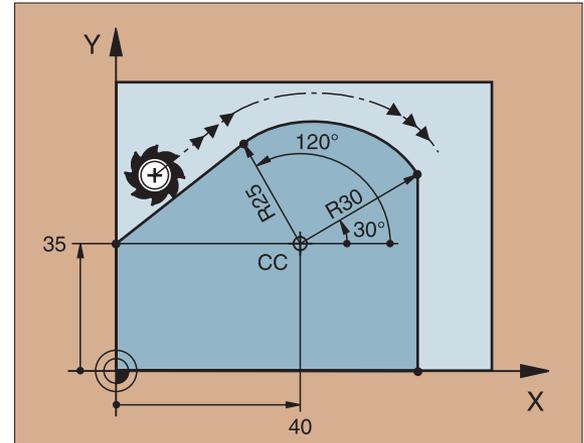
14 LP PR+25 PA+120

15 CTP PR+30 PA+30

16 L Y+0



- Pol CC festlegen, bevor Polarkoordinaten programmiert werden!
- Pol CC nur in rechtwinkligen Koordinaten programmieren!
- Pol CC ist solange wirksam, bis ein neuer Pol CC festgelegt wird!



Schraubenlinie (nur in Polarkoordinaten)

Berechnungen (Fräsrichtung von unten nach oben)

Anzahl Gänge: $n = \text{Gewindegänge} + \text{Gangüberlauf am Gewinde-Anfang und -Ende}$ Gesamthöhe: $h = \text{Steigung } P \times \text{Anzahl der Gänge } n$ Inkr. Polark.-winkel: $\text{IPA} = \text{Anzahl der Gänge } n \times 360^\circ$ Anfangswinkel: $\text{PA} = \text{Winkel für Gewinde-Anfang} + \text{Winkel für Gangüberlauf}$ Anfangskoordinate: $Z = \text{Steigung } P \times (\text{Gewidegänge} + \text{Gangüberlauf am Gewinde-Anfang})$

Form der Schraubenlinie

Innengewinde	Arbeitsrichtung	Drehsinn	Radiuskorrektur
rechtsgängig	Z+	DR+	RL
linksgängig	Z+	DR-	RR
rechtsgängig	Z-	DR-	RR
linksgängig	Z-	DR+	RL
Außengewinde			
rechtsgängig	Z+	DR+	RR
linksgängig	Z+	DR-	RL
rechtsgängig	Z-	DR-	RL
linksgängig	Z-	DR+	RR

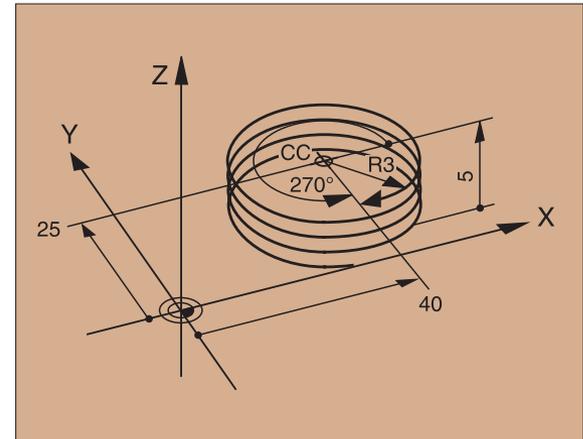
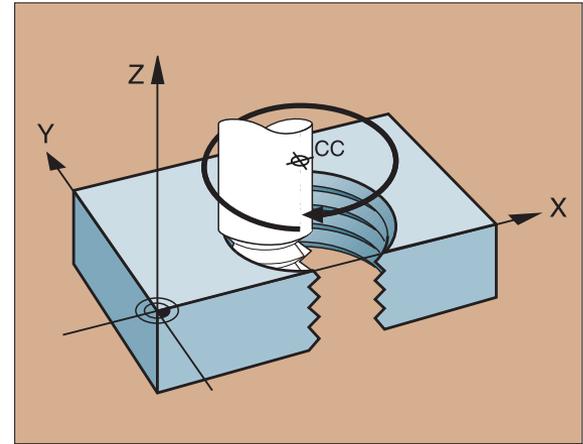
Gewinde M6 x 1mm mit 5 Gängen:

12 CC X+40 Y+25

13 L Z+0 F100 M3

14 LP PR+3 PA+270 RL

15 CP IPA-1800 IZ+5 DR- RL F50



Freie Konturprogrammierung FK



Siehe „Bahnbewegungen – Freie Konturprogrammierung FK“

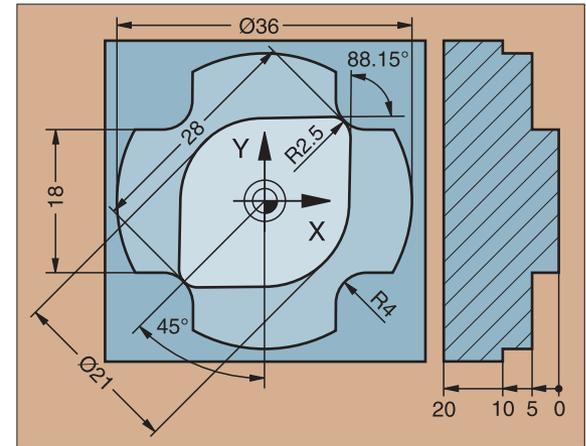
Fehlen in der Werkstück-Zeichnung Zielpunkt-Koordinaten oder enthalten diese Zeichnungen Angaben, die nicht über die grauen Bahnfunktionstasten eingegeben werden können, geht man auf die „Freie Konturprogrammierung FK“ über.

Mögliche Angaben zu einem Konturelement:

- Bekannte Koordinaten des Endpunkts
- Hilfspunkte auf dem Konturelement
- Hilfspunkte in der Nähe des Konturelements
- Relativbezug zu einem anderem Konturelement
- Richtungsangaben (Winkel) / Lageangaben
- Angaben zum Konturverlauf

FK-Programmierung richtig nutzen:

- Alle Konturelemente müssen in der Bearbeitungsebene liegen
- Alle verfügbaren Angaben zu einem Konturelement eingeben
- Beim Mischen von konventionellen und FK-Sätzen muß jeder Abschnitt eindeutig bestimmt sein, der mit FK programmiert wurde. Erst dann erlaubt die TNC die Eingabe konventioneller Bahnfunktionen.



▲ Diese Maßangaben sind mit FK programmierbar

Mit der Programmiergrafik arbeiten



Die Bildschirm-Aufteilung PROGRAMM+GRAFIK wählen!

Die Programmiergrafik zeigt die den Eingaben entsprechende Werkstück-Kontur an. Führen die eingegebenen Daten auf mehrere Lösungen, erscheint eine Softkey-Leiste mit folgenden Funktionen:

ZEIGE
LÖSUNG

Die verschiedenen Lösungen anzeigen

LÖSUNG
WAHLEN

Die angezeigte Lösung auswählen und übernehmen

AUSWAHL
BEENDEN

Weitere Konturelemente programmieren

START
EINZELS.

Programmiergrafik zum nächsten programmierten Satz erstellen

Standardfarben der Programmiergrafik

Eindeutig bestimmtes Konturelement

Konturelement entspricht einer von mehreren Lösungen

Eingegebene Daten genügen noch nicht zur Berechnung des Konturelements

Konturelement aus einem Unterprogramm



Manueller Betrieb	Programm-Einspeichern/Editieren							
14 RND R2.5								
15 FL AN+0.975								
16 FCT DR+ R10.5 CCX+0 CCY+0								
17 FLT AN+89.025								
18 FCT DR+ R2.5 CLSD-								
19 END PGM 35071 MM								
ZEIGE LÖSUNG	LÖSUNG WAHLEN						START EINZELS. <input type="checkbox"/>	AUSWAHL BEENDEN

FK-Dialog öffnen



FK-Dialog öffnen

Gerade Kreis



Konturelement ohne tangentialen Anschluß



Konturelement mit tangentialem Anschluß



Pol für FK-Programmierung

Endpunkt-Koordinaten X,Y oder PA, PR



Rechtwinklige Koordinaten X und Y



Polarkoordinaten bezogen auf FPOL

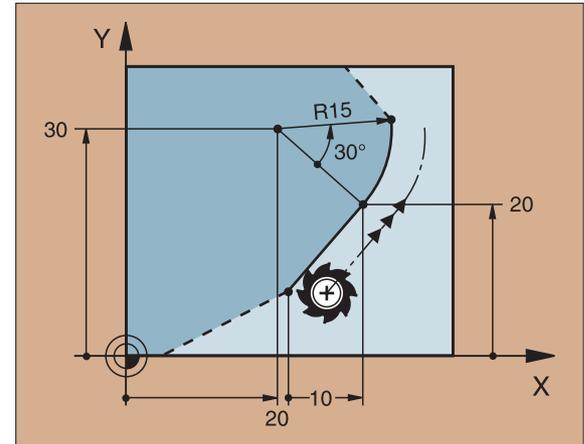


Inkremental-Eingaben

```
7 FPOL X+20 Y+30
```

```
8 FL IX+10 Y+20 RR F100
```

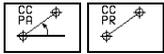
```
9 FCT PR+15 IPA+30 DR+ R15
```



Kreismittelpunkt CC im FC/FCT-Satz



Rechtwinklige Koordinaten des Kreismittelpunkts



Polarkoordinaten des Kreismittelpunkts bezogen auf FPOL



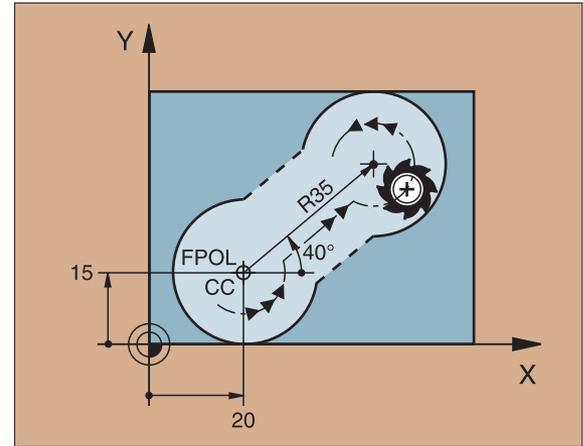
Inkremental-Eingaben

10 FC CCX+20 CCY+15 DR+ R15

11 FPOL X+20 Y+15

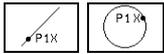
...

13 FC DR+ R15 CCPR+35 CCPA+40



Hilfspunkte

... P1, P2, P3 auf einer Kontur



Bei Geraden: bis zu 2 Hilfspunkte
Bei Kreisen: bis zu 3 Hilfspunkte

... neben einer Kontur



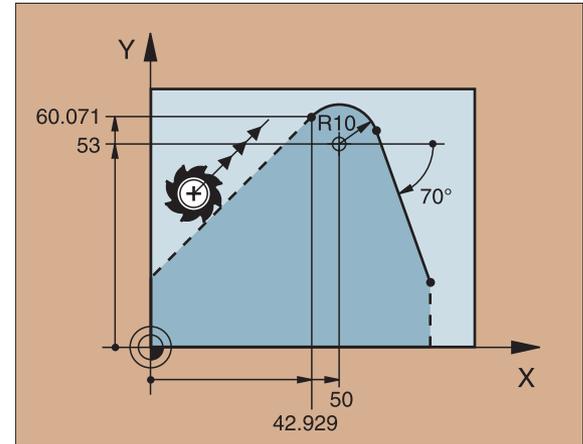
Koordinaten des Hilfspunkts



Abstand

13 FC DR- R10 P1X+42.929 P1Y+60.071

14 FLT AN-70 PDX+50 PDY+53 D10



Richtung und Länge des Konturelements

Angaben zur Geraden



Anstiegswinkel der Geraden



Länge der Geraden

Angaben zur Kreisbahn



Anstiegswinkel der Eintrittstangente



Länge des Kreisbogenabschnitts

27 FLT X+25 LEN 12.5 AN+35 RL F200

28 FC DR+ R6 LEN 10 AN-45

29 FCT DR- R15 LEN 15

Kennzeichnung einer geschlossenen Kontur



Beginn: CLSD+

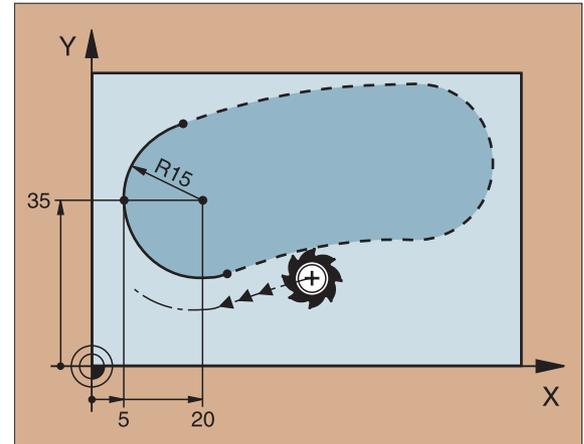
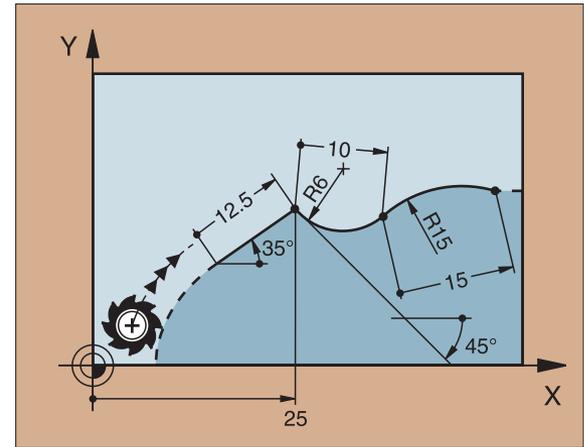
Ende: CLSD-

12 L X+5 Y+35 RL F500 M3

13 FC DR- R15 CLSD+ CCX+20 CCY+35

...

17 FCT DR- R+15 CLSD-



Relativbezug auf Satz N: Koordinaten angeben

RX ^{IV}	RV ^{IV}
RPR ^{IV}	RPR ^{IV}

Rechtwinklige Koordinaten bezogen auf Satz N

Polarkoordinaten bezogen auf Satz N



- Angaben mit Relativbezug inkremental eingeben!
- CC läßt sich auch mit Relativbezug programmieren!

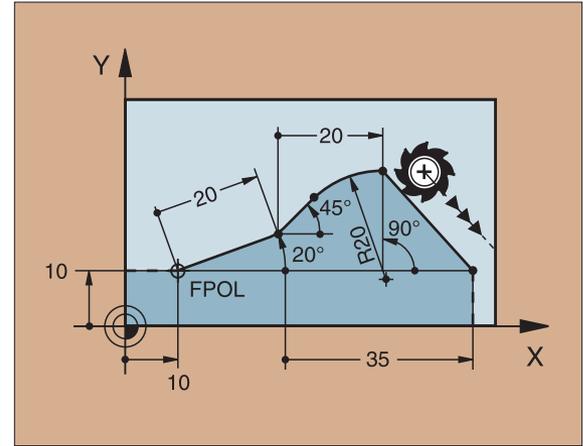
12 FPOL X+10 Y+10

13 FL PR+20 PA+20

14 FL AN+45

15 FCT IX+20 DR- R20 CCA+90 RX 13

16 FL IPR+35 PA+0 RPR 13



Relativbezug auf Satz N: Richtung und Abstand des Konturelements

 Anstiegswinkel

 Gerade: parallele Konturelemente
Kreisbahn: parallel zur Eintrittstangente

 Abstand

 Angaben mit Relativbezug inkremental eingeben!

17 FL LEN 20 AN+15

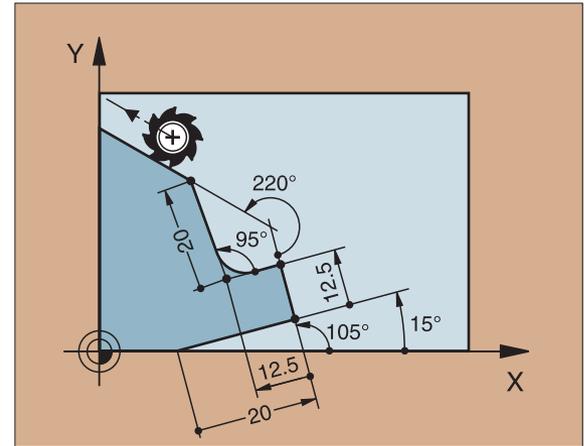
18 FL AN+105

19 FL LEN 12.5 PAR 17 DP 12.5

20 FSELECT 2

21 FL LEN 20 IAN+95

22 FL IAN+220 RAN 18



Relativbezug auf Satz N: Kreismittelpunkt CC

RCCX^④

RCCY^④

Rechtwinklige Koordinaten des Kreismittelpunkts bezogen auf Satz N

RCCPR^④

RCCPA^④

Polarkoordinaten des Kreismittelpunkts bezogen auf Satz N



Angaben mit Relativbezug inkremental eingeben!

12 FL X+10 Y+10 RL

13 FL ...

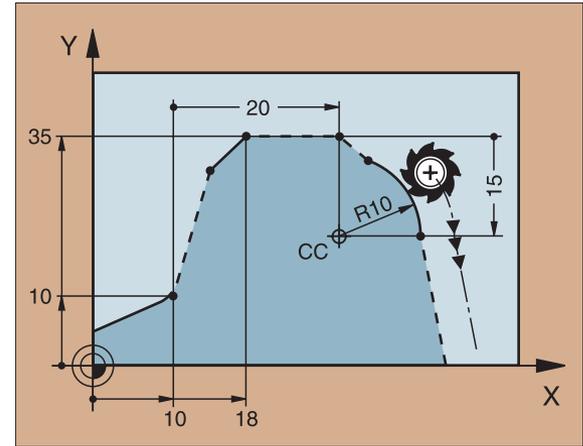
14 FL X+18 Y+35

15 FL ...

16 FL ...

17 FC DR- R10 CCA+0 ICCX+20 ICCY-15

RCCX12 RCCY14



Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen

Einmal programmierte Bearbeitungsschritte lassen sich mit Unterprogrammen und Programmteil-Wiederholungen wiederholt ausführen.

Arbeiten mit Unterprogrammen

- 1 Das Hauptprogramm läuft bis zum Unterprogramm-Aufruf CALL LBL1 ab
- 2 Anschließend wird das Unterprogramm – durch LBL1 gekennzeichnet – bis zum Unterprogramm-Ende LBL0 ausgeführt
- 3 Das Hauptprogramm wird fortgesetzt

Unterprogramme hinter das Hauptprogramm-Ende stellen (M2)!



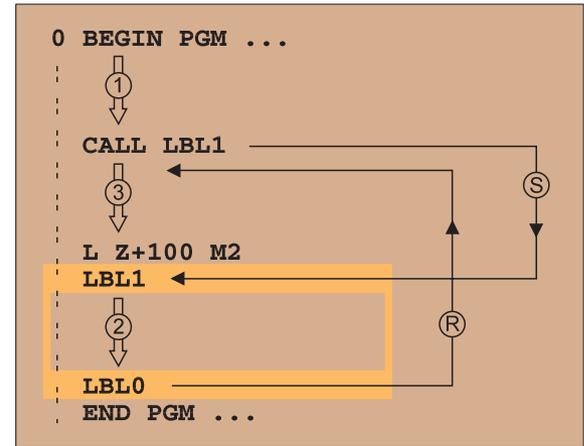
- Dialogfrage REP mit NO ENT beantworten!
- CALL LBL0 ist unzulässig!

Arbeiten mit Programmteil-Wiederholungen

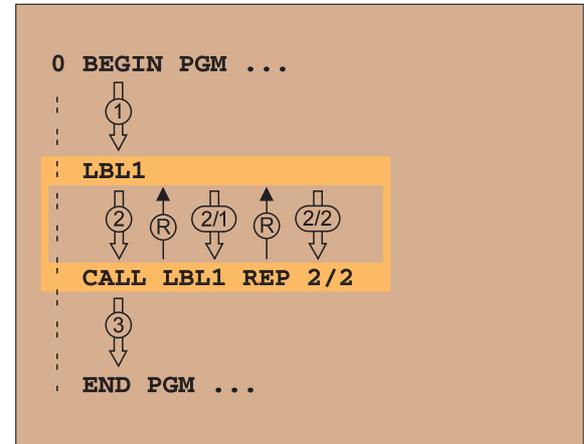
- 1 Das Hauptprogramm läuft bis zum Aufruf der Programmteil-Wiederholung CALL LBL1 REP2/2 ab
- 2 Der Programmteil zwischen LBL1 und CALL LBL1 REP2/2 wird so oft wiederholt, wie unter REP angegeben ist
- 3 Nach der letzten Wiederholung wird das Hauptprogramm fortgesetzt



Das zu wiederholende Programmteil wird also einmal öfter ausgeführt, als Wiederholungen programmiert sind!



◆ S = Sprung; R = Rücksprung

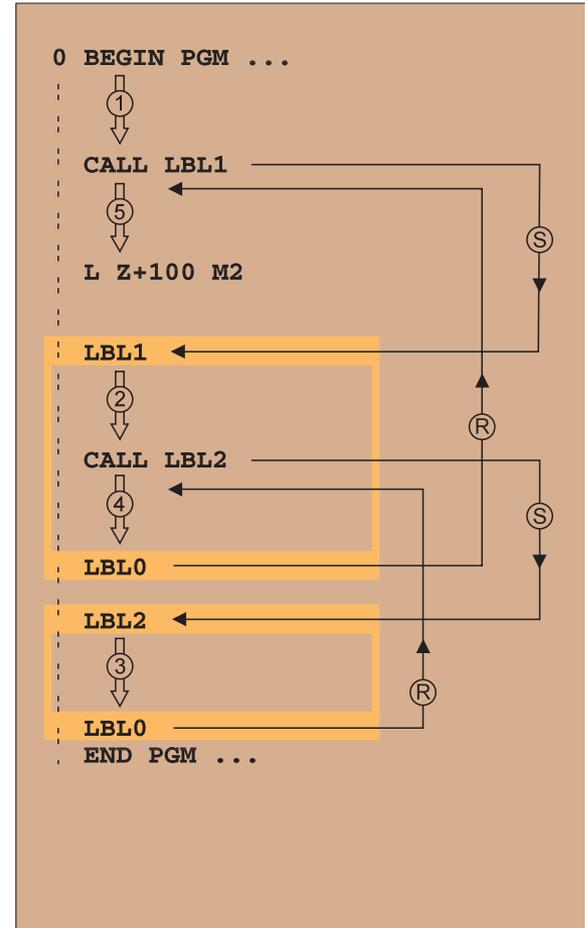


Verschachtelte Unterprogramme: Unterprogramm im Unterprogramm

- 1 Das Hauptprogramm läuft bis zum ersten Unterprogramm-Aufruf
CALL LBL1 ab
- 2 Unterprogramm 1 wird bis zum zweiten Unterprogramm-Aufruf
CALL LBL2 ausgeführt
- 3 Unterprogramm 2 läuft bis zum Unterprogramm-Ende ab
- 4 Unterprogramm 1 wird fortgeführt und läuft bis zu seinem Ende ab
- 5 Das Hauptprogramm wird fortgeführt



- Ein Unterprogramm darf sich nicht selbst aufrufen!
- Unterprogramme können bis zu maximal 8 Ebenen verschachtelt werden.

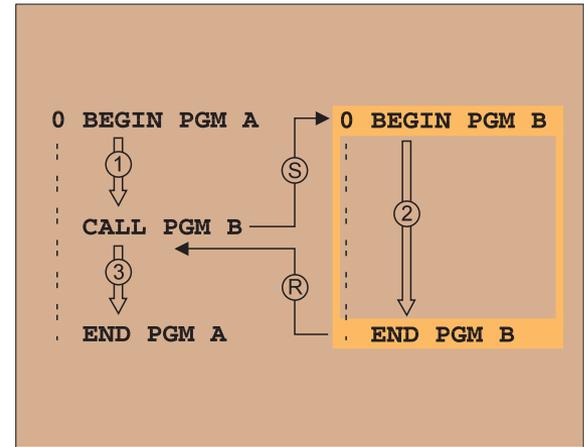


Beliebiges Programm als Unterprogramm

- 1 Aufrufendes Hauptprogramm A läuft bis zum Aufruf CALL PGM B ab
- 2 Aufgerufenes Programm B wird vollständig ausgeführt
- 3 Aufrufendes Hauptprogramm A wird fortgeführt



Das aufgerufene Programm darf nicht durch M2 oder M30 beendet werden!



▲ S = Sprung; R = Rücksprung

Mit Zyklen arbeiten

Häufig wiederkehrende Bearbeitungen sind in der TNC als Zyklen gespeichert. Auch Koordinaten-Umrechnungen und einige Sonderfunktionen stehen als Zyklen zur Verfügung.



- Die Maßangaben in der Werkzeug-Achse wirken immer inkremental, auch ohne Kennzeichnung per I-Taste!
- Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Bearbeitungs-Richtung fest!

Beispiel

6 CYCL DEF 1.0 TIEFBOHREN

7 CYCL DEF 1.1 ABST 2

8 CYCL DEF 1.2 TIEFE -15

9 CYCL DEF 1.3 ZUSTLG 10

...

Vorschübe werden in mm/min angegeben, die Verweilzeit in Sekunden.

Zyklen definieren



► Zyklenübersicht wählen:



► Zyklengruppe wählen



► Zyklus wählen

Bohrzyklen

1	TIEFBOHREN	Seite 39
200	BOHREN	Seite 40
201	REIBEN	Seite 41
202	AUSDREHEN	Seite 42
203	UNIVERSAL-BOHREN	Seite 43
204	RUECKWAERTS-SENKEN	Seite 44
205	UNIVERSAL-TIEFBOHREN	Seite 45
208	BOHRFRAESEN	Seite 46
2	GEWINDEBOHREN	Seite 47
206	GEWINDEBOHREN NEU	Seite 48
17	GEW.-BOHREN GS	Seite 48
207	GEW.-BOHREN GS NEU	Seite 49
18	GEWINDESCHNEIDEN	Seite 49

Taschen, Zapfen und Nuten

4	TASCHENFRÄSEN	Seite 50
212	TASCHE SCHLICHTEN	Seite 51
213	ZAPFEN SCHLICHTEN	Seite 52
5	KREISTASCHE	Seite 53
214	KREISTASCHE SCHLICHTEN	Seite 54
215	KREISZAPFEN SCHLICHTEN	Seite 55
3	NUTEN-FRÄSEN	Seite 56
210	NUT PENDELND	Seite 57
211	RUNDE NUT	Seite 58

Punktemuster

220	PUNKTEMUSTER AUF KREIS	Seite 59
221	PUNKTEMUSTER AUF LINIEN	Seite 60

Fortsetzung nächste Seite ►

SL-Zyklen

14	KONTUR	Seite 62
20	KONTUR-DATEN	Seite 63
21	VORBOHREN	Seite 64
22	RAEUMEN	Seite 64
23	SCHLICHTEN TIEFE	Seite 65
24	SCHLICHTEN SEITE	Seite 65
25	KONTUR-ZUG	Seite 66
27	ZYLINDER-MANTEL	Seite 67
28	ZYLINDER-MANTEL NUT	Seite 68

Abzeilen

30	DIGITALISIERDATENABARBEITEN	Seite 69
230	ABZEILEN	Seite 70
231	REGELFLÄCHE	Seite 71

Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung

7	NULLPUNKT	Seite 72
8	SPIEGELN	Seite 73
10	DREHUNG	Seite 74
19	BEARBEITUNGSEBENE	Seite 75
11	MASSFAKTOR	Seite 76
26	MASSFAKTORACHSSP.	Seite 77

Sonder-Zyklen

9	VERWEILZEIT	Seite 78
12	PGM CALL	Seite 78
13	ORIENTIERUNG	Seite 79
32	TOLERANZ	Seite 80

Grafische Unterstützung

bei der Programmierung von Zyklen

Die TNC unterstützt Sie bei der Zyklus-Definition durch grafische Darstellung der Eingabeparameter.

Zyklen aufrufen

Die folgenden Zyklen wirken ab ihrer Definition im Bearbeitungsprogramm:

- Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung
- Zyklus VERWEILZEIT
- die SL-Zyklen KONTUR und KONTURDATEN
- Punktemuster
- Zyklus TOLERANZ

Alle anderen Zyklen wirken nach dem Aufruf mit

- CYCL CALL: wirkt satzweise
- M99: wirkt satzweise
- M89: wirkt modal (abhängig von Maschinen-Parametern)

Manueller Betrieb	Programm-Einspeichern/Edieren Sicherheits-Abstand?
<pre> 1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40 2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0 3 TOOL CALL 1 Z S2500 4 L Z+100 R0 F MAX CYCL DEF 203 UNIVERSAL-BOHREN 0200=2 \$SICHERHEITS-ABST 0201=-20 \$TIEFE 0206=150 \$VORSCHUB TIEFENZ. 0202=5 \$ZUSTELL-TIEFE 0210=0 \$VERWEILZEIT OBEN 0203=+0 \$KODR. OBERFLAECH 0204=50 \$2. SICHERHEITS-ABST. 0212=0 \$ABNAHMEBETRAG 0213=0 \$ANZ. SPANBRUECHE 0205=0 \$MIN. ZUSTELL-TIEFE </pre>	

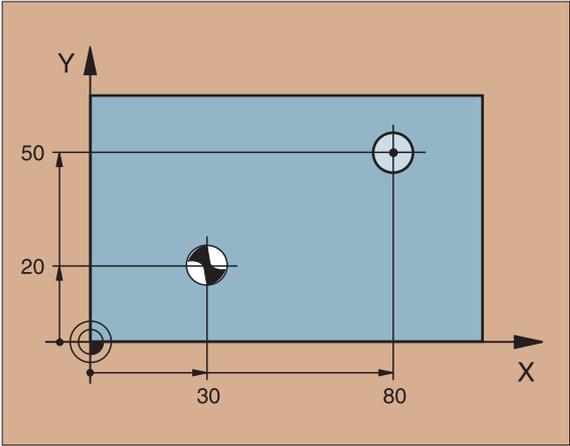
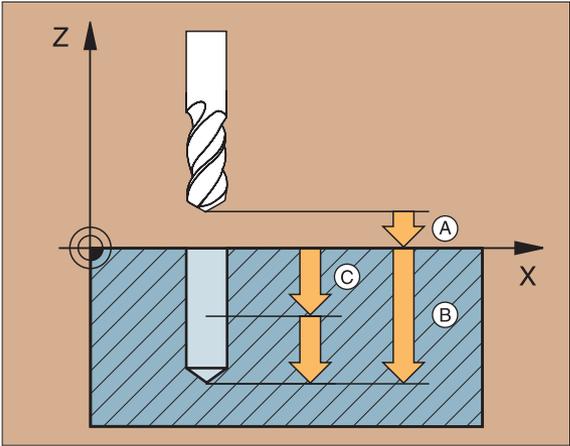
Bohrzyklen

TIEFBOHREN (1)

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 1 TIEFBOHREN wählen
 - ▶ Sicherheits-Abstand: A
 - ▶ Bohrtiefe: Abstand Werkstück-Oberfläche – Bohrungsgrund: B
 - ▶ Zustell-Tiefe: C
 - ▶ Verweilzeit in Sekunden
 - ▶ Vorschub F

Bei Bohrtiefe größer oder gleich Zustell-Tiefe verfährt das Werkzeug in einem Arbeitsgang auf Bohrtiefe.

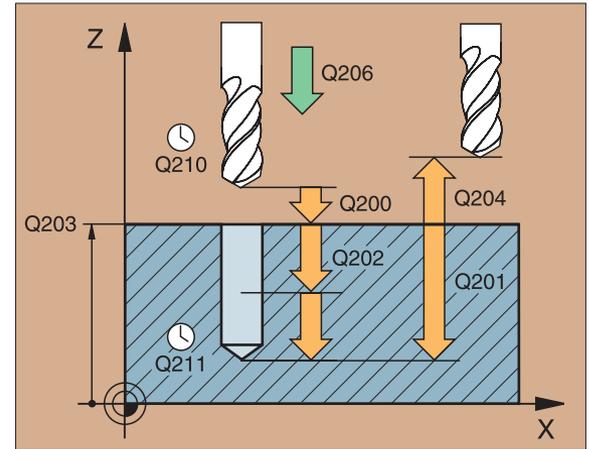
```
6 CYCL DEF 1.0 TIEFBOHREN
7 CYCL DEF 1.1 ABST 2
8 CYCL DEF 1.2 TIEFE -15
9 CYCL DEF 1.3 ZUSTLG 7.5
10 CYCL DEF 1.4 V.ZEIT 1
11 CYCL DEF 1.5 F80
12 L Z+100 R0 FMAX M6
13 L X+30 Y+20 FMAX M3
14 L Z+2 FMAX M99
15 L X+80 Y+50 FMAX M99
16 L Z+100 FMAX M2
```



BOHREN (200)

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 200 BOHREN wählen
 - ▶ Sicherheits-Abstand: Q200
 - ▶ Tiefe: Abstand Werkstück-Oberfläche – Bohrungsgrund: Q201
 - ▶ Vorschub Tiefe: Q206
 - ▶ Zustell-Tiefe: Q202
 - ▶ Verweilzeit oben: Q210
 - ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche: Q203
 - ▶ 2. Sicherheits-Abstand: Q204
 - ▶ Verweilzeit unten: Q211

Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse automatisch vor. Bei Tiefe größer oder gleich Zustell-Tiefe verfährt das Werkzeug in einem Arbeitsgang auf Tiefe.



11 CYCL DEF 200 BOHREN

Q200 = 2 ;SICHERHEITS-ABST.

Q201 = -15 ;TIEFE

Q206 = 250 ;F TIEFENZUST.

Q202 = 5 ;ZUSTELL-TIEFE

Q210 = 0 ;V.-ZEIT OBEN

Q203 = +0 ;KOOR. OBERFL.

Q204 = 100 ;2. S.-ABSTAND

Q211 = 0.1 ;V.-ZEIT UNTEN

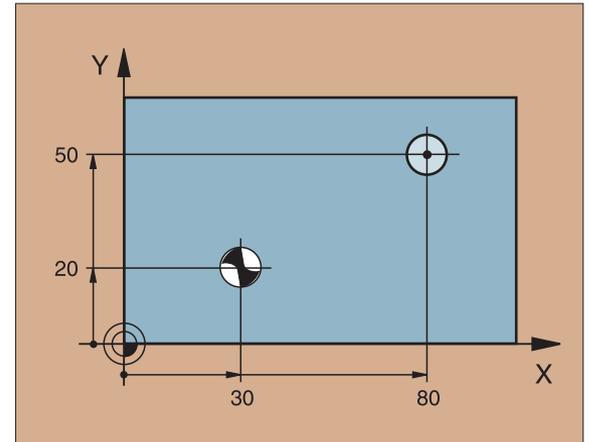
12 L Z+100 R0 FMAX M6

13 L X+30 Y+20 FMAX M3

14 CYCL CALL

15 L X+80 Y+50 FMAX M99

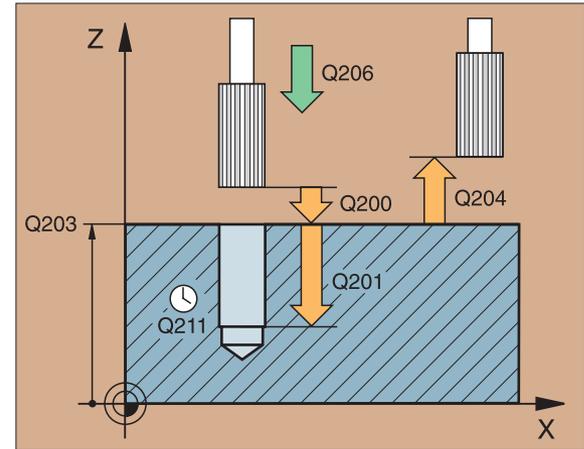
16 L Z+100 FMAX M2



REIBEN (201)

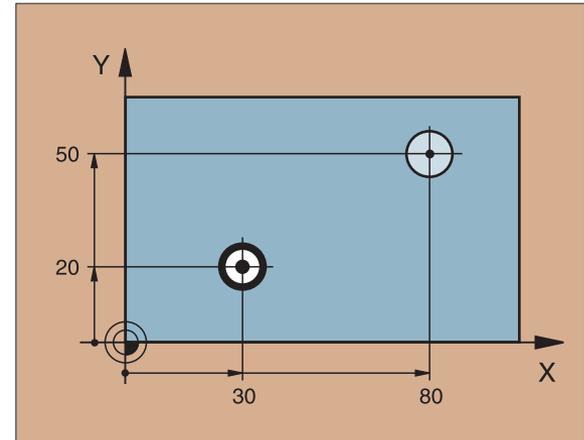
- ▶ CYCL DEF: Zyklus 201 REIBEN wählen
 - ▶ Sicherheits-Abstand: Q200
 - ▶ Tiefe: Abstand Werkstück-Oberfläche – Bohrungsgrund: Q201
 - ▶ Vorschub Tiefe: Q206
 - ▶ Verweilzeit unten: Q211
 - ▶ Vorschub Rückzug: Q208
 - ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche: Q203
 - ▶ 2. Sicherheits-Abstand: Q204

Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse automatisch vor.



Bohrzyklen

```
11 CYCL DEF 201 REIBEN
   Q200 = 2      ;SICHERHEITS-ABST.
   Q201 = -15   ;TIEFE
   Q206 = 100   ;F TIEFENZUST.
   Q211 = 0,5   ;V.-ZEIT UNTEN
   Q208 = 250   ;F RUECKZUG
   Q203 = +0    ;KOOR. OBERFL.
   Q204 = 100   ;2. S.-ABSTAND
12 L Z+100 R0 FMAX M6
13 L X+30 Y+20 FMAX M3
14 CYCL CALL
15 L X+80 Y+50 FMAX M99
16 L Z+100 FMAX M2
```



AUSDREHEN (202)



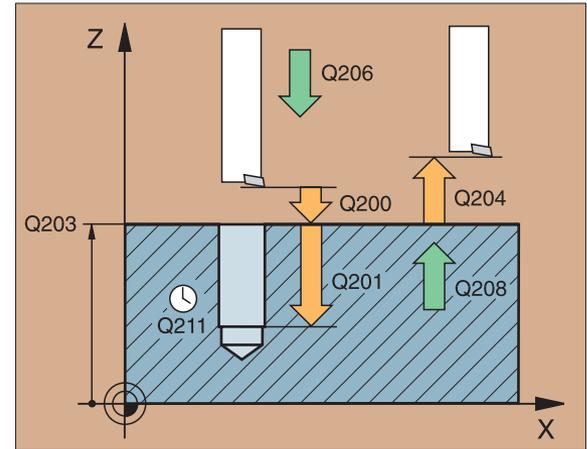
- Maschine und TNC müssen vom Hersteller für den Zyklus Ausdrehen vorbereitet sein!
- Bearbeitung wird mit geregelter Spindel ausgeführt!



Kollisionsgefahr! Freifahr-Richtung so wählen, daß das Werkzeug vom Bohrungsrand wegfährt!

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 202 AUSDREHEN wählen
 - ▶ Sicherheits-Abstand: Q200
 - ▶ Tiefe: Abstand Werkstück-Oberfläche – Bohrungsgrund: Q201
 - ▶ Vorschub Tiefe: Q206
 - ▶ Verweilzeit unten: Q211
 - ▶ Vorschub Rückzug: Q208
 - ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche: Q203
 - ▶ 2. Sicherheits-Abstand: Q204
 - ▶ Freifahr-Richtung (0/1/2/3/4) am Bohrungsgrund: Q214
 - ▶ Winkel für Spindelorientierung: Q336

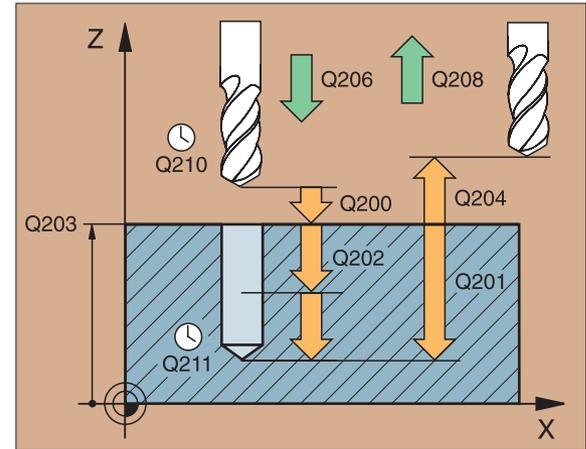
Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse automatisch vor.



UNIVERSAL-BOHREN (203)

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 203 UNIVERSAL- BOHREN wählen
 - ▶ Sicherheits-Abstand: Q200
 - ▶ Tiefe: Abstand Werkstück-Oberfläche – Bohrungsgrund: Q201
 - ▶ Vorschub Tiefe: Q206
 - ▶ Zustell-Tiefe: Q202
 - ▶ Verweilzeit oben: Q210
 - ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche: Q203
 - ▶ 2. Sicherheits-Abstand: Q204
 - ▶ Abnahmebetrag nach jeder Zustellung: Q212
 - ▶ Anz. Spanbrüche bis Rückzug: Q213
 - ▶ Minimale Zustell-Tiefe falls Abnahmebetrag eingegeben: Q205
 - ▶ Verweilzeit unten: Q211
 - ▶ Vorschub Rückzug: Q208
 - ▶ Rückzug bei Spanbruch: Q256

Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse automatisch vor. Bei Tiefe größer oder gleich Zustell-Tiefe verfährt das Werkzeug in einem Arbeitsgang auf Tiefe.



RUECKWAERTS-SENKEN (204)

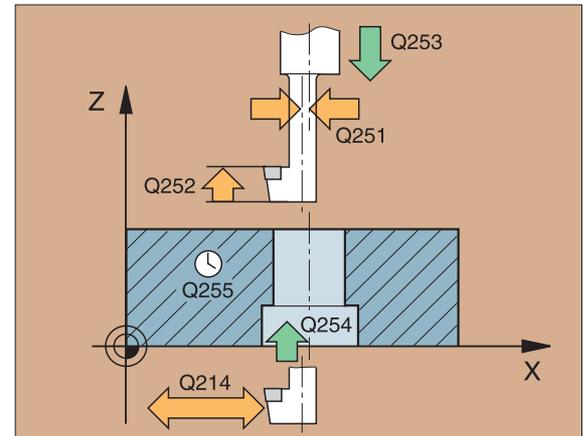
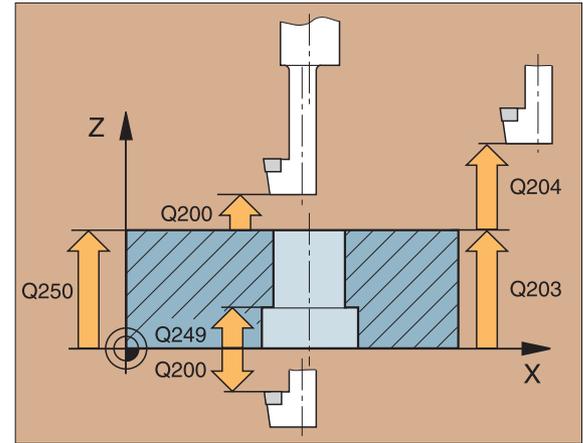


- Maschine und TNC müssen vom Hersteller für den Zyklus Rückwärts-Senken vorbereitet sein!
- Bearbeitung wird mit geregelter Spindel ausgeführt!



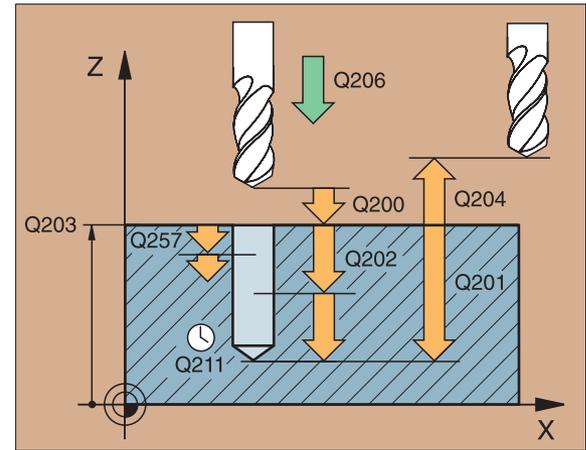
- Kollisionsgefahr! Freifahr-Richtung so wählen, daß das Werkzeug vom Bohrungsgrund wegfährt!
- Zyklus nur mit Rückwärts-Bohrstangen verwenden!

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 204 RUECKWAERTS-SENKEN wählen
 - ▶ Sicherheits-Abstand: Q200
 - ▶ Tiefe Senken: Q249
 - ▶ Materialstärke: Q250
 - ▶ Exzentermaß: Q251
 - ▶ Schneidhöhe: Q252
 - ▶ Vorschub Vorpositionieren: Q253
 - ▶ Vorschub Senken: Q254
 - ▶ Verweilzeit am Senkungsgrund: Q255
 - ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche: Q203
 - ▶ 2. Sicherheits-Abstand: Q204
 - ▶ Freifahrrichtung (0/1/2/3/4): Q214
 - ▶ Winkel für Spindelorientierung: Q336



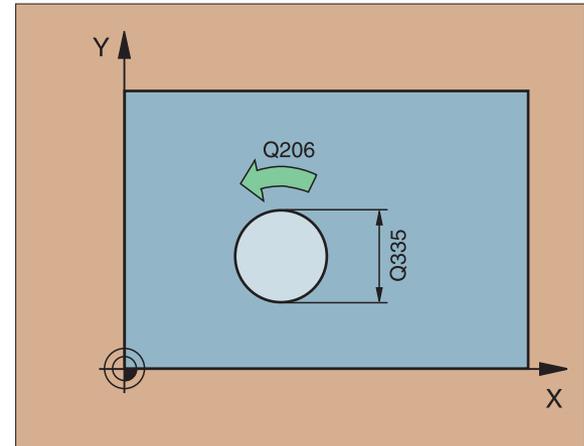
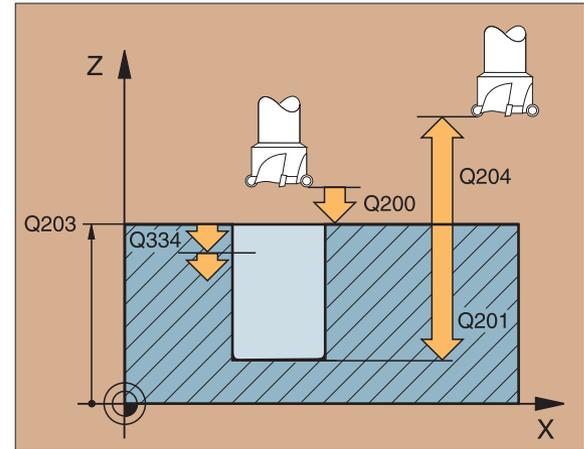
UNIVERSAL-TIEFBOHREN (205)

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 205 UNIVERSAL-TIEFBOHREN wählen
 - ▶ Sicherheits-Abstand: Q200
 - ▶ Tiefe: Abstand Werkstück-Oberfläche – Bohrungsgrund: Q201
 - ▶ Vorschub Tiefe: Q206
 - ▶ Zustelltiefe: Q202
 - ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche: Q203
 - ▶ 2. Sicherheits-Abstand: Q204
 - ▶ Abnahmebetrag nach jeder Zustelltiefe: Q212
 - ▶ Minimale Zustelltiefe falls Abnahmebetrag eingegeben: Q205
 - ▶ Vorhalteabstand oben: Q258
 - ▶ Vorhalteabstand unten: Q259
 - ▶ Bohrtiefe bis Spanbruch: Q257
 - ▶ Rückzug bei Spanbruch: Q256
 - ▶ Verweilzeit unten: Q211



BOHRFRAESEN (208)

- ▶ Vorpositionieren in der Bohrungsmitte mit R0
- ▶ CYCL DEF: Zyklus 208 BOHRFRAESEN wählen
 - ▶ Sicherheits-Abstand: Q200
 - ▶ Tiefe: Abstand Werkstück-Oberfläche – Bohrungsgrund: Q201
 - ▶ Vorschub Tiefe: Q206
 - ▶ Zustellung pro Schraubenlinie: Q334
 - ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche: Q203
 - ▶ 2. Sicherheits-Abstand: Q204
 - ▶ Soll-Durchmesser der Bohrung: Q335



GEWINDEBOHREN (2) mit Ausgleichsfutter

- ▶ Längenausgleichsfutter einwechseln
- ▶ CYCL DEF: Zyklus 2 GEWINDEBOHREN wählen
 - ▶ Sicherheits-Abstand: A
 - ▶ Bohrtiefe: Gewindelänge = Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewinde-Ende: B
- ▶ Verweilzeit in Sekunden: Wert zwischen 0 und 0,5 Sekunden
- ▶ Vorschub F = Spindeldrehzahl S x Gewindesteigung P



Für Rechtsgewinde ist die Spindel mit M3 zu aktivieren, für Linksgewinde mit M4!

```
25 CYCL DEF 2.0 GEWINDEBOHREN
```

```
26 CYCL DEF 2.1 ABST 3
```

```
27 CYCL DEF 2.2 TIEFE -20
```

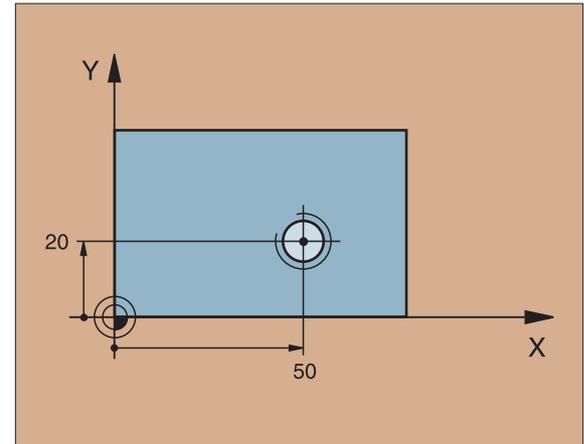
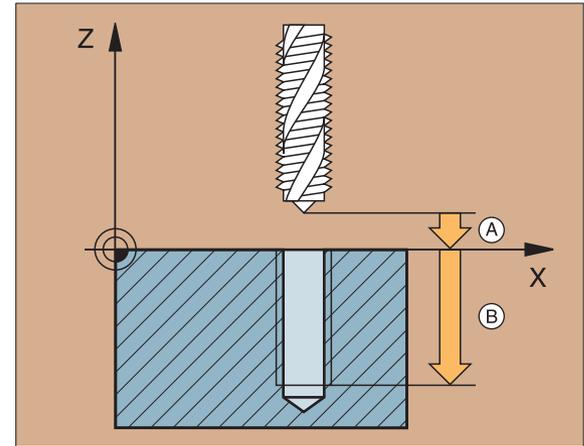
```
28 CYCL DEF 2.3 V.ZEIT 0.4
```

```
29 CYCL DEF 2.4 F100
```

```
30 L Z+100 R0 FMAX M6
```

```
31 L X+50 Y+20 FMAX M3
```

```
32 L Z+3 FMAX M99
```

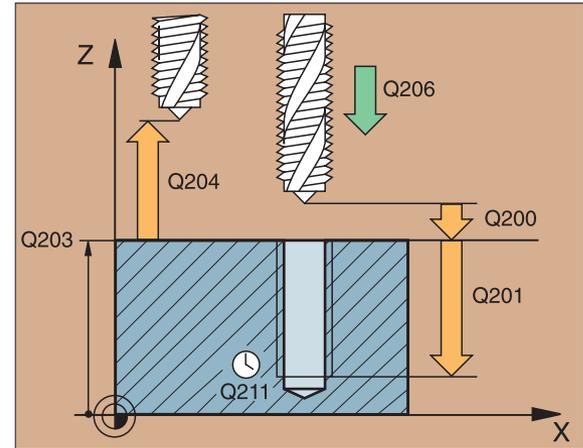


GEWINDEBOHREN NEU (206) mit Ausgleichsfutter

- ▶ Längenausgleichsfutter einwechseln
- ▶ CYCL DEF: Zyklus 206 GEWINDEBOHREN NEU wählen
 - ▶ Sicherheits-Abstand: Q200
 - ▶ Bohrtiefe: Gewindelänge = Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewinde-Ende: Q201
 - ▶ Vorschub F = Spindeldrehzahl S x Gewindesteigung P: Q206
 - ▶ Verweilzeit unten (Wert zwischen 0 und 0,5 Sekunden) eingeben: Q211
- ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche: Q203
- ▶ 2. Sicherheits-Abstand: Q204



Für Rechtsgewinde ist die Spindel mit M3 zu aktivieren, für Linksgewinde mit M4!

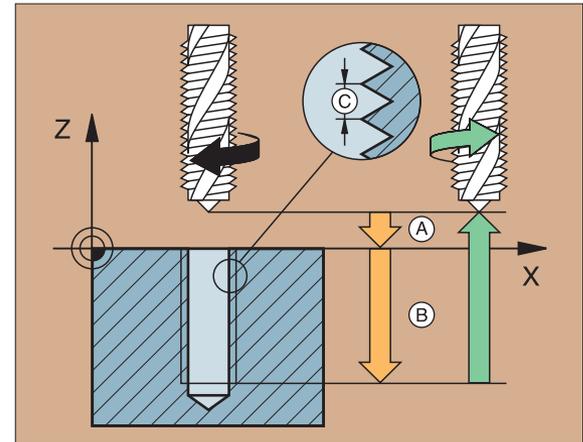


GEWINDEBOHREN GS* (17) ohne Ausgleichsfutter



- Maschine und TNC müssen vom Hersteller für das Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter vorbereitet sein!
- Bearbeitung wird mit geregelter Spindel ausgeführt!

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 17 GEWINDEBOHREN GS wählen
 - ▶ Sicherheits-Abstand: A
 - ▶ Bohrtiefe: Gewindelänge = Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewinde-Ende: B
 - ▶ Gewindesteigung: C
 - Das Vorzeichen legt Rechts- und Linksgewinde fest:
 - Rechtsgewinde: +
 - Linksgewinde: -



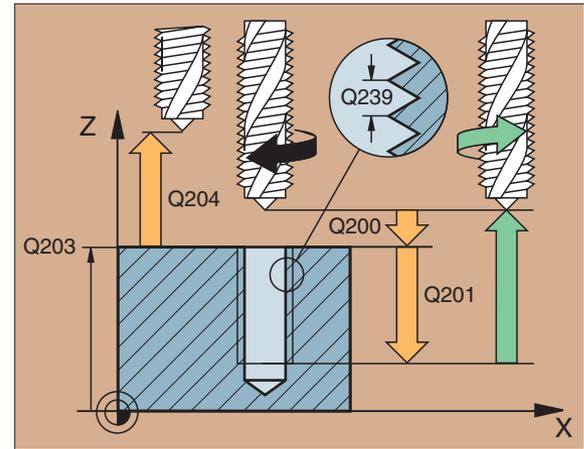
* Geregelter Spindel

GEWINDEBOHREN GS* NEU (207) ohne Ausgleichsfutter



- Maschine und TNC müssen vom Hersteller für das Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter vorbereitet sein!
- Bearbeitung wird mit geregelter Spindel ausgeführt!

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 207 GEWINDEBOHREN GS NEU wählen
 - ▶ Sicherheits-Abstand: Q200
 - ▶ Bohrtiefe: Gewindelänge = Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewinde-Ende: Q201
 - ▶ Gewindesteigung: Q239
 - Das Vorzeichen legt Rechts- und Linksgewinde fest:
 - Rechtsgewinde: +
 - Linksgewinde: -
 - ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche: Q203
 - ▶ 2. Sicherheits-Abstand: Q204



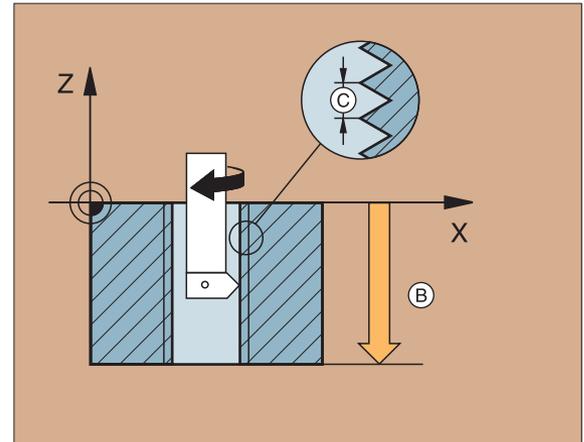
Bohrzyklen

GEWINDESCHNEIDEN (18)



- Maschine und TNC müssen vom Hersteller für das GEWINDESCHNEIDEN vorbereitet sein!
- Bearbeitung wird mit geregelter Spindel ausgeführt!

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 18 GEWINDESCHNEIDEN wählen
 - ▶ Tiefe: Gewindelänge = Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewinde-Ende: B
 - ▶ Gewindesteigung: C
 - Das Vorzeichen legt Rechts- und Linksgewinde fest:
 - Rechtsgewinde: +
 - Linksgewinde: -



* Geregelter Spindel

Taschen, Zapfen und Nuten

TASCHENFRAESEN (4)



Der Zyklus erfordert einen Fräser mit Stirnzahn über Mitte schneidend (DIN 844) oder Vorbohren in Taschenmitte!

Der Fräser beginnt mit der positiven Achsrichtung der längeren Seite und bei quadratischen Taschen, in positiver Y-Richtung.

- ▶ Vorpositionieren über Taschenmitte mit Radiuskorrektur R0
- ▶ CYCL DEF: Zyklus 4 TASCHENFRAESEN wählen
 - ▶ Sicherheits-Abstand: A
 - ▶ Frästiefe: Tiefe der Tasche: B
 - ▶ Zustell-Tiefe: C
 - ▶ Vorschub Tiefenzustellung
 - ▶ 1. Seiten-Länge: Länge der Tasche, parallel zur ersten Hauptachse der Bearbeitungsebene: D
 - ▶ 2. Seiten-Länge: Breite der Tasche, Vorzeichen immer positiv: E
 - ▶ Vorschub
 - ▶ Drehung im Uhrzeigersinn: DR-
Gleichlauf-Fräsen bei M3: DR+
Gegenlauf-Fräsen bei M3: DR-
 - ▶ Rundungs-Radius: Radius für die Taschenecken

12 CYCL DEF 4.0 TASCHENFRAESEN

13 CYCL DEF 4.1 ABST 2

14 CYCL DEF 4.2 TIEFE -10

15 CYCL DEF 4.3 ZUSTLG 4 F80

16 CYCL DEF 4.4 X80

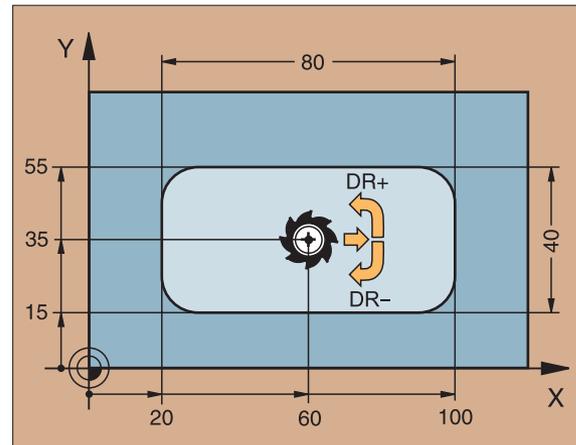
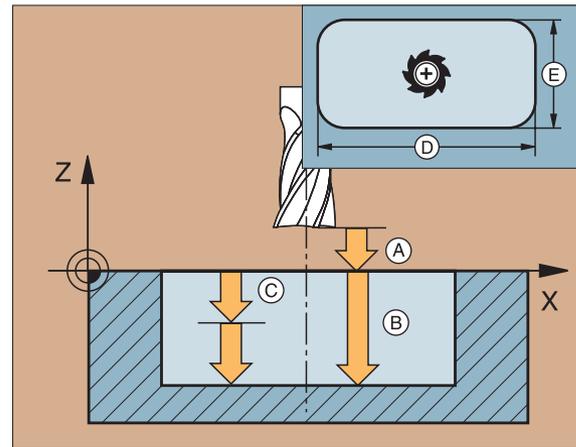
17 CYCL DEF 4.5 Y40

18 CYCL DEF 4.6 F100 DR+ RADIUS 10

19 L Z+100 R0 FMAX M6

20 L X+60 Y+35 FMAX M3

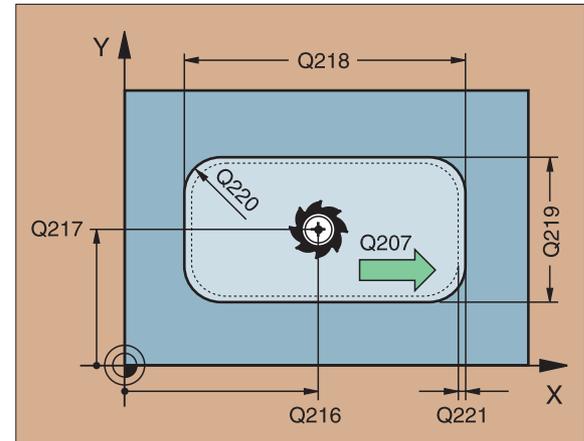
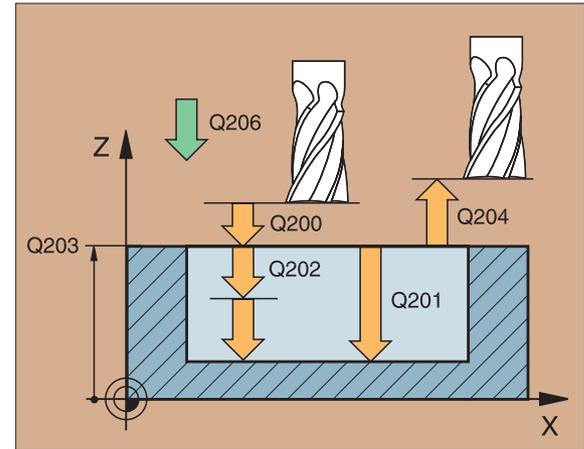
21 L Z+2 FMAX M99



TASCHE SCHLICHTEN (212)

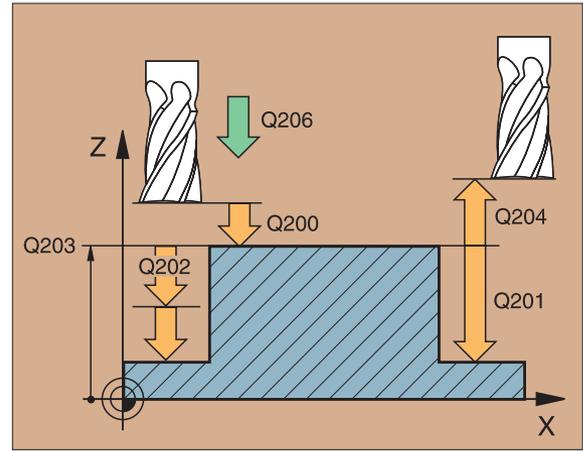
- ▶ CYCL DEF: Zyklus 212 TASCHE SCHLICHTEN wählen
 - ▶ Sicherheits-Abstand: Q200
 - ▶ Tiefe: Abstand Werkstück-Oberfläche – Taschengrund: Q201
 - ▶ Vorschub Tiefe: Q206
 - ▶ Zustell-Tiefe: Q202
 - ▶ Vorschub Fräsen: Q207
 - ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche: Q203
 - ▶ 2. Sicherheits-Abstand: Q204
 - ▶ Mitte 1. Achse: Q216
 - ▶ Mitte 2. Achse: Q217
 - ▶ 1. Seiten-Länge: Q218
 - ▶ 2. Seiten-Länge: Q219
 - ▶ Eckenradius: Q220
 - ▶ Aufmaß 1. Achse: Q221

Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse und in der Bearbeitungsebene automatisch vor. Bei Tiefe größer oder gleich Zustell-Tiefe verfährt das Werkzeug in einem Arbeitsgang auf Tiefe.

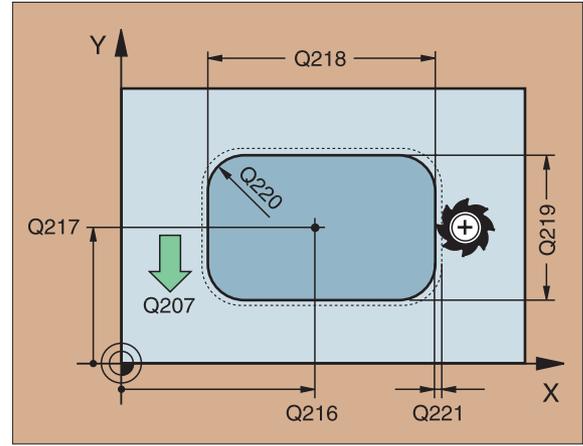


ZAPFEN SCHLICHTEN (213)

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 213 ZAPFEN SCHLICHTEN wählen
 - ▶ Sicherheits-Abstand: Q200
 - ▶ Tiefe: Abstand Werkstück-Oberfläche – Zapfengrund: Q201
 - ▶ Vorschub Tiefe: Q206
 - ▶ Zustell-Tiefe: Q202
 - ▶ Vorschub Fräsen: Q207
 - ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche: Q203
 - ▶ 2. Sicherheits-Abstand: Q204
 - ▶ Mitte 1. Achse: Q216
 - ▶ Mitte 2. Achse: Q217
 - ▶ 1. Seiten-Länge: Q218
 - ▶ 2. Seiten-Länge: Q219
 - ▶ Eckenradius: Q220
 - ▶ Aufmaß 1. Achse: Q221



Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse und in der Bearbeitungsebene automatisch vor. Bei Tiefe größer oder gleich Zustell-Tiefe verfährt das Werkzeug in einem Arbeitsgang auf Tiefe.



KREISTASCHE (5)



Der Zyklus erfordert einen Fräser mit Stirnzahn über Mitte schneidend (DIN 844) oder Vorbohren in Taschenmitte!

- ▶ Vorpositionieren über Taschenmitte mit Radiuskorrektur R0
- ▶ CYCL DEF: Zyklus 5 wählen
 - ▶ Sicherheits-Abstand: A
 - ▶ Frästiefe: Tiefe der Tasche: B
 - ▶ Zustell-Tiefe: C
 - ▶ Vorschub Tiefenzustellung
 - ▶ Kreisradius R: Radius der Kreistasche
 - ▶ Vorschub
 - ▶ Drehung im Uhrzeigersinn: DR-
Gleichlauf-Fräsen bei M3: DR+
Gegenlauf-Fräsen bei M3: DR-

17 CYCL DEF 5.0 KREISTASCHE

18 CYCL DEF 5.1 ABST 2

19 CYCL DEF 5.2 TIEFE -12

20 CYCL DEF 5.3 ZUSTLG 6 F80

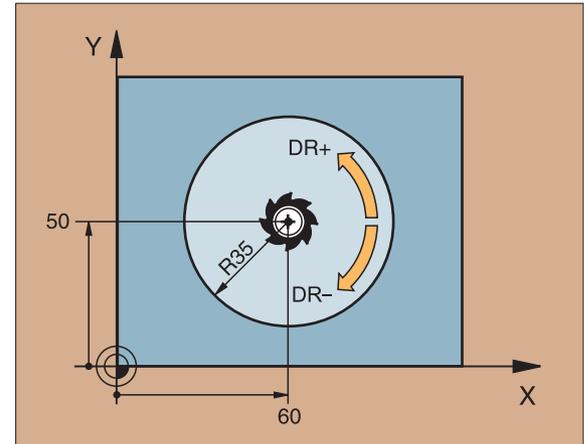
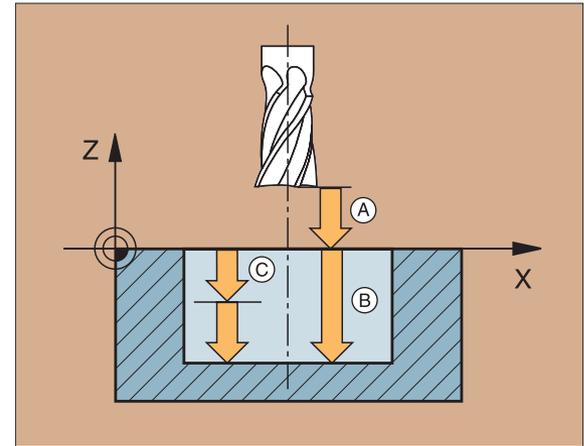
21 CYCL DEF 5.4 RADIUS 35

22 CYCL DEF 5.5 F100 DR+

23 L Z+100 R0 FMAX M6

24 L X+60 Y+50 FMAX M3

25 L Z+2 FMAX M9

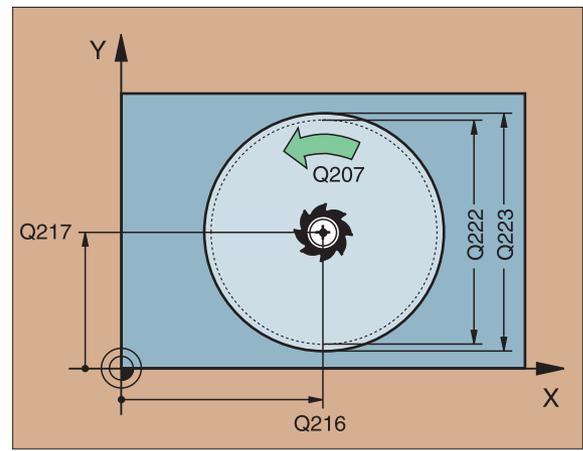
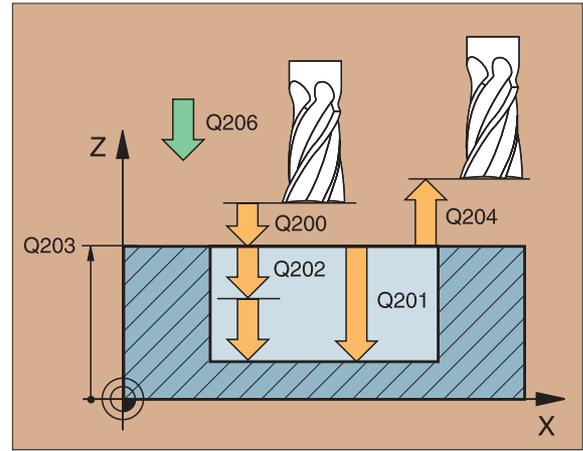


Taschen, Zapfen und Nuten

KREISTASCHE SCHLICHTEN (214)

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 214 KREISTASCHE SCHLICHTEN wählen
 - ▶ Sicherheits-Abstand: Q200
 - ▶ Tiefe: Abstand Werkstück-Oberfläche – Taschengrund: Q201
 - ▶ Vorschub Tiefe: Q206
 - ▶ Zustell-Tiefe: Q202
 - ▶ Vorschub Fräsen: Q207
 - ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche: Q203
 - ▶ 2. Sicherheits-Abstand: Q204
 - ▶ Mitte 1. Achse: Q216
 - ▶ Mitte 2. Achse: Q217
 - ▶ Rohteil-Durchmesser: Q222
 - ▶ Fertigteil-Durchmesser: Q223

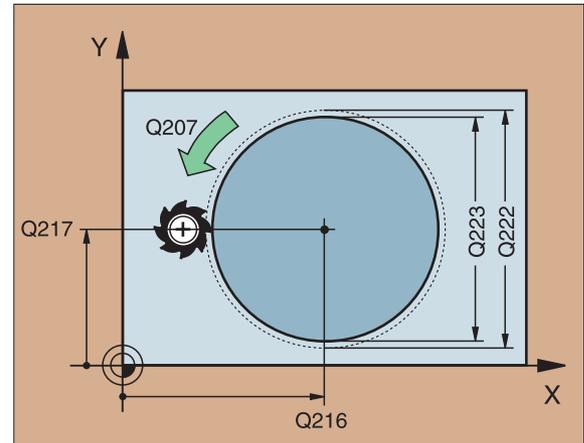
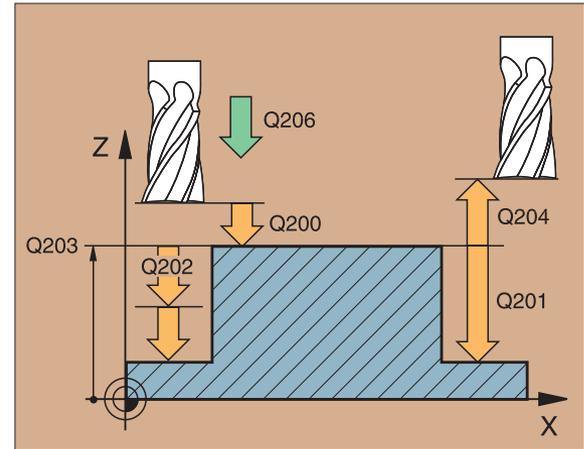
Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse und in der Bearbeitungsebene automatisch vor. Bei Tiefe größer oder gleich Zustell-Tiefe verfährt das Werkzeug in einem Arbeitsgang auf Tiefe.



KREISZAPFEN SCHLICHTEN (215)

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 215 KREISZAPFEN SCHLICHTEN wählen
 - ▶ Sicherheits-Abstand: Q200
 - ▶ Tiefe: Abstand Werkstück-Oberfläche – Zapfengrund: Q201
 - ▶ Vorschub Tiefe: Q206
 - ▶ Zustell-Tiefe: Q202
 - ▶ Vorschub Fräsen: Q207
 - ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche: Q203
 - ▶ 2. Sicherheits-Abstand: Q204
 - ▶ Mitte 1. Achse: Q216
 - ▶ Mitte 2. Achse: Q217
 - ▶ Rohteil-Durchmesser: Q222
 - ▶ Fertigteil-Durchmesser: Q223

Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse und in der Bearbeitungsebene automatisch vor. Bei Tiefe größer oder gleich Zustell-Tiefe verfährt das Werkzeug in einem Arbeitsgang auf Tiefe.



NUTENFRAESEN (3)

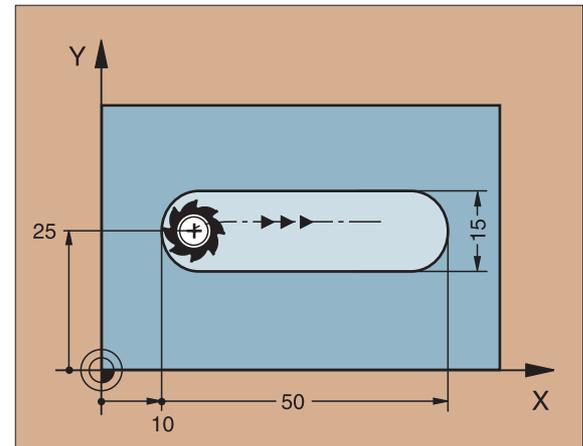
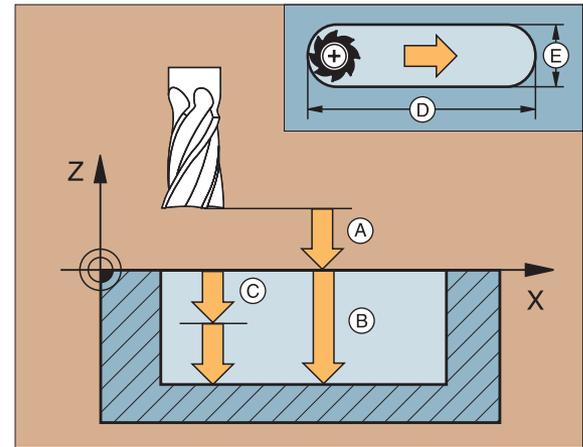


- Der Zyklus erfordert einen Fräser mit Stirnzahn über Mitte schneidend (DIN 844) oder Vorbohren am Startpunkt!
- Der Fräserdurchmesser darf nicht größer als die Nutbreite und nicht kleiner als die Hälfte der Nutbreite sein!

- ▶ Vorpositionieren in die Mitte der Nut und um den Werkzeug-Radius versetzt in die Nut mit Radiuskorrektur R0
- ▶ CYCL DEF: Zyklus 3 NUTENFRAESEN wählen
 - ▶ Sicherheits-Abstand: A
 - ▶ Frästiefe: Tiefe der Nut: B
 - ▶ Zustell-Tiefe: C
 - ▶ Vorschub Tiefenzustellung: Verfahrensgeschwindigkeit beim Einstechen
 - ▶ 1. Seiten-Länge: Länge der Nut: D
 - ▶ Erste Schnittrichtung durch Vorzeichen festlegen
 - ▶ 2. Seiten-Länge: Breite der Nut: E
 - ▶ Vorschub (zum Fräsen)

```

10 TOOL DEF 1 L+0 R+6
11 TOOL CALL 1 Z S1500
12 CYCL DEF 3.0 NUTENFRAESEN
13 CYCL DEF 3.1 ABST 2
14 CYCL DEF 3.2 TIEFE -15
15 CYCL DEF 3.3 ZUSTLG 5 F80
16 CYCL DEF 3.4 X50
17 CYCL DEF 3.5 Y15
18 CYCL DEF 3.6 F120
19 L Z+100 R0 FMAX M6
20 L X+16 Y+25 R0 FMAX M3
21 L Z+2 M99
  
```



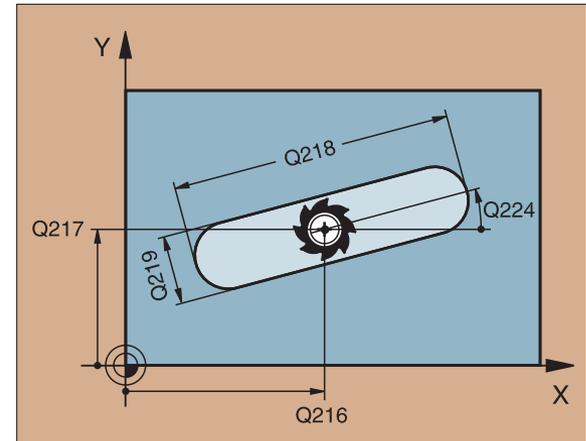
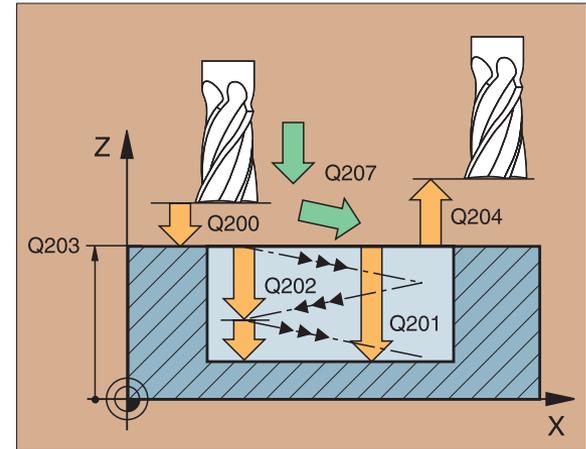
NUT PENDELND (210)



Der Fräserdurchmesser darf nicht größer als die Nutbreite und nicht kleiner als ein Drittel der Nutbreite sein!

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 210 NUT PENDELND wählen
 - ▶ Sicherheits-Abstand: Q200
 - ▶ Tiefe: Abstand Werkstück-Oberfläche – Nutgrund: Q201
 - ▶ Vorschub Fräsen: Q207
 - ▶ Zustell-Tiefe: Q202
 - ▶ Bearbeitungs-Umfang (0/1/2): Schruppen und Schlichten, nur Schruppen oder nur Schlichten: Q215
 - ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche: Q203
 - ▶ 2. Sicherheits-Abstand: Q204
 - ▶ Mitte 1. Achse: Q216
 - ▶ Mitte 2. Achse: Q217
 - ▶ 1. Seiten-Länge: Q218
 - ▶ 2. Seiten-Länge: Q219
 - ▶ Drehwinkel um den die gesamte Nut gedreht wird: Q224
 - ▶ Zustellung Schlichten: Q338

Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse und in der Bearbeitungsebene automatisch vor. Beim Schruppen taucht das Werkzeug pendelnd von einem zum anderen Nutende ins Material ein. Vorbohren ist daher nicht erforderlich.



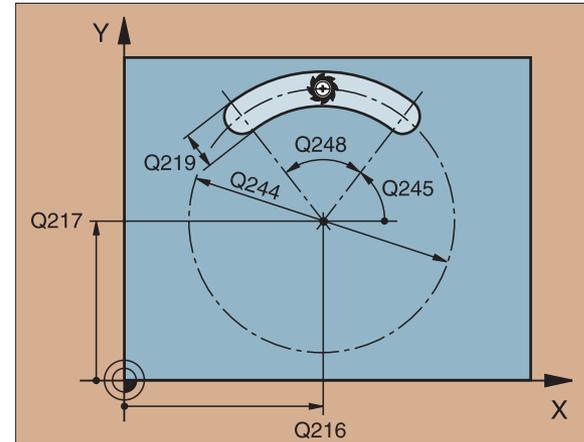
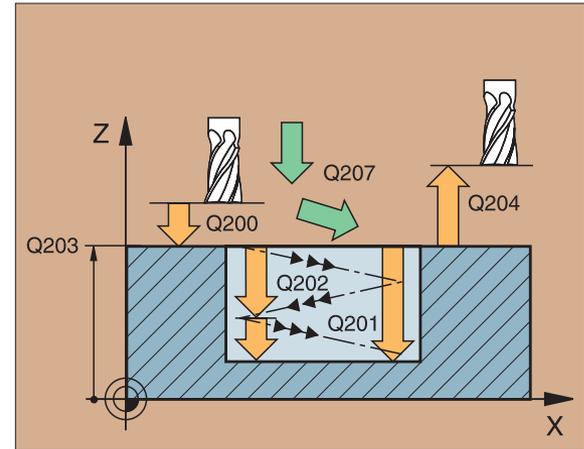
RUNDE NUT (211)



Der Fräserdurchmesser darf nicht größer als die Nutbreite und nicht kleiner als ein Drittel der Nutbreite sein!

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 211 RUNDE NUT wählen
- ▶ Sicherheits-Abstand: Q200
- ▶ Tiefe: Abstand Werkstückoberfläche – Nutgrund: Q201
- ▶ Vorschub Fräsen: Q207
- ▶ Zustell-Tiefe: Q202
- ▶ Bearbeitungs-Umfang (0/1/2): Schruppen und Schlichten, nur Schruppen oder nur Schlichten: Q215
- ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche: Q203
- ▶ 2. Sicherheits-Abstand: Q204
- ▶ Mitte 1. Achse: Q216
- ▶ Mitte 2. Achse: Q217
- ▶ Teilkreis-Durchmesser: Q244
- ▶ 2. Seiten-Länge: Q219
- ▶ Startwinkel der Nut: Q245
- ▶ Öffnungs-Winkel der Nut: Q248
- ▶ Zustellung Schlichten: Q338o

Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse und in der Bearbeitungsebene automatisch vor. Beim Schruppen taucht das Werkzeug mit einer HELIX-Bewegung pendelnd von einem zum anderen Nutende ins Material ein. Vorbohren ist daher nicht erforderlich.



Punktemuster

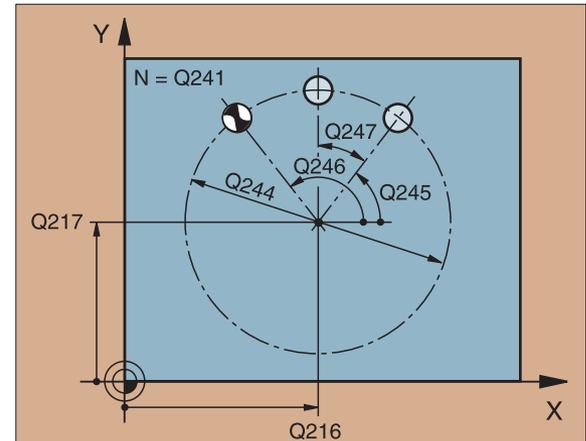
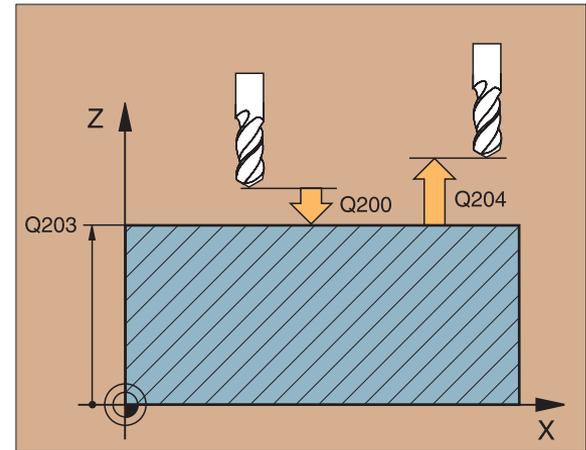
PUNKTEMUSTER AUF KREIS (220)

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 220 PUNKTEMUSTER AUF KREIS wählen
 - ▶ Mitte 1. Achse: Q216
 - ▶ Mitte 2. Achse: Q217
 - ▶ Teilkreis-Durchmesser: Q244
 - ▶ Startwinkel: Q245
 - ▶ Endwinkel: Q246
 - ▶ Winkelschritt: Q247
 - ▶ Anzahl Bearbeitungen: Q241
 - ▶ Sicherheits-Abstand: Q200
 - ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche: Q203
 - ▶ 2. Sicherheits-Abstand: Q204
 - ▶ Fahren auf Sichere Höhe: Q301



- Zyklus 220 PUNKTEMUSTER AUF KREIS wirkt ab seiner Definition!
- Zyklus 220 ruft automatisch den zuletzt definierten Bearbeitungs-Zyklus.!
- Mit Zyklus 220 können Sie folgende Zyklen kombinieren: 1, 2, 3, 4, 5, 17, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 212, 213, 214, 215
- Sicherheits-Abstand, Koord. Werkstück-Oberfläche und 2. Sicherheits-Abstand wirken immer aus Zyklus 220!

Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse und in der Bearbeitungsebene automatisch vor.



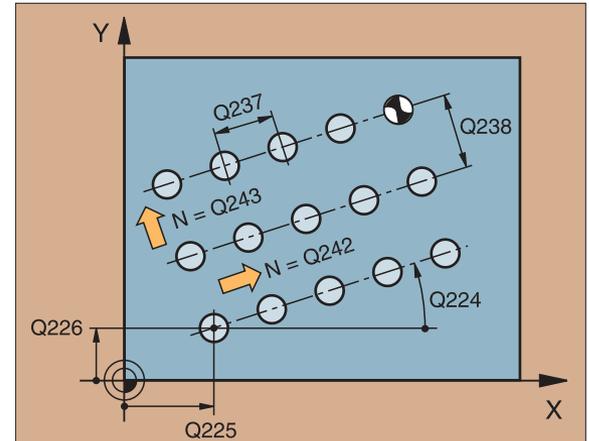
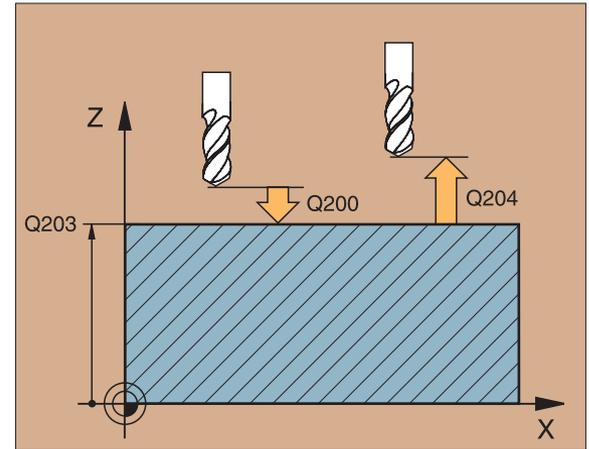
PUNKTEMUSTER AUF LINIEN (221)

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 221 PUNKTEMUSTER AUF LINIEN wählen
 - ▶ Startpunkt 1. Achse: Q225
 - ▶ Startpunkt 2. Achse: Q226
 - ▶ Abstand 1. Achse: Q237
 - ▶ Abstand 2. Achse: Q238
 - ▶ Anzahl Spalten: Q242
 - ▶ Anzahl Zeilen: Q243
 - ▶ Drehlage: Q224
 - ▶ Sicherheits-Abstand: Q200
 - ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche: Q203
 - ▶ 2. Sicherheits-Abstand: Q204
 - ▶ Fahren auf Sichere Höhe: Q301



- Zyklus 221 PUNKTEMUSTER AUF LINIEN wirkt ab seiner Definition!
- Zyklus 221 ruft automatisch den zuletzt definierten Bearbeitungs-Zyklus!
- Mit Zyklus 221 können Sie folgende Zyklen kombinieren: 1, 2, 3, 4, 5, 17, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 212, 213, 214, 215
- Sicherheits-Abstand, Koord. Werkstück-Oberfläche und 2. Sicherheits-Abstand wirken immer aus Zyklus 221!

Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse und in der Bearbeitungsebene automatisch vor.



SL-Zyklen

Allgemeines

SL-Zyklen sind dann vorteilhaft, wenn sich Konturen aus mehreren Teilkonturen zusammensetzen (maximal 12 Inseln oder Taschen).

Die Teilkonturen werden in Unterprogrammen definiert.



Für die Teilkonturen ist zu beachten:

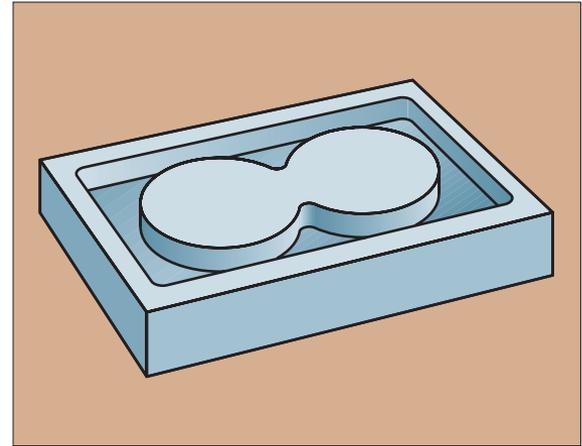
- Bei einer Tasche wird die Kontur innen umlaufen, bei einer Insel außen!
- An- und Wegfahrbewegungen sowie Zustellungen in der Werkzeug-Achse können nicht programmiert werden!
- In Zyklus 14 KONTUR aufgelistete Teilkonturen müssen jeweils geschlossene Konturen ergeben!
- Der Speicher für einen SL-Zyklus ist begrenzt. So können in einem SL-Zyklus z.B. maximal 128 Geraden-Sätze programmiert werden.



Die Kontur für den Zyklus 25 KONTURZUG darf nicht geschlossen sein!



Vor dem Programmablauf eine grafische Simulation durchführen. Sie zeigt, ob die Konturen richtig definiert wurden!



KONTUR (14)

In Zyklus 14 KONTUR werden die Unterprogramme aufgelistet, die zu einer geschlossenen Gesamtkontur überlagert werden.

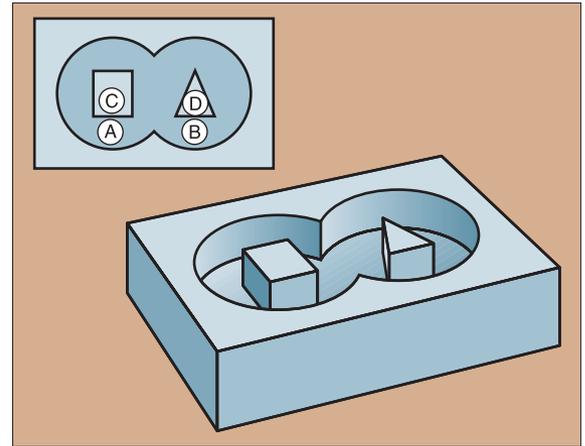
- ▶ CYCL DEF: Zyklus 14 KONTUR wählen
 - ▶ Label-Nummern für Kontur: LABEL-Nummern der Unterprogramme auflisten, die zu einer geschlossenen Gesamtkontur zu überlagern sind.



Zyklus 14 KONTUR wirkt ab seiner Definition!

```

4 CYCL DEF 14.0 KONTUR
5 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1/2/3
...
36 L Z+200 R0 FMAX M2
37 LBL1
38 L X+0 Y+10 RR
39 L X+20 Y+10
40 CC X+50 Y+50
...
45 LBL0
46 LBL2
...
58 LBL0
  
```



▲ A und B sind Taschen, C und D Inseln

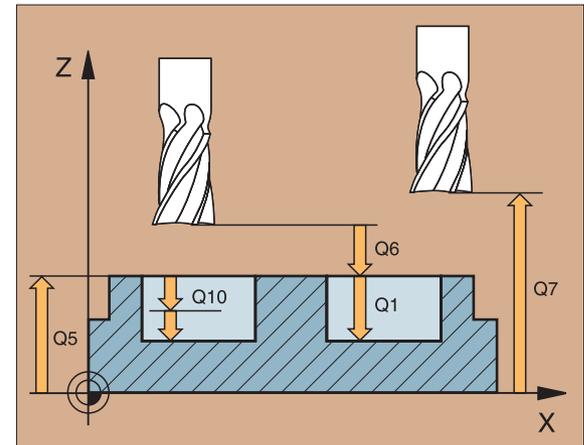
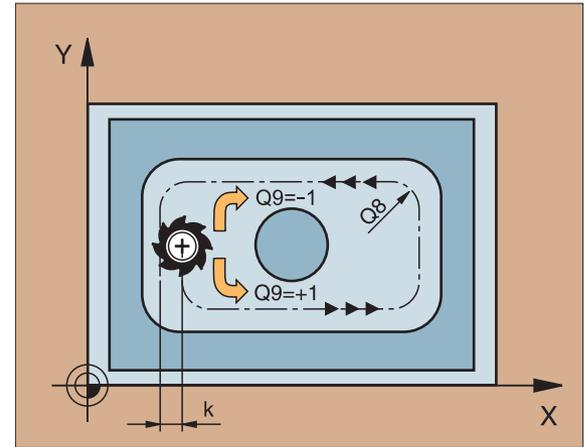
KONTUR-DATEN (20)

In Zyklus 20 KONTUR-DATEN werden Bearbeitungs-Informationen für die Zyklen 21 bis 24 festgelegt.

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 20 KONTUR-DATEN wählen
 - ▶ Frästiefe Q1:
Abstand Werkstück-Oberfläche – Taschengrund; inkremental
 - ▶ Bahn-Überlappung Faktor Q2:
 $Q2 \times \text{Werkzeug-Radius}$ ergibt seitliche Zustellung k
 - ▶ Schlichtaufmaß Seite Q3:
Schlichtaufmaß der Taschen-/Inselwände
 - ▶ Schlichtaufmaß Tiefe Q4:
Schlichtaufmaß für den Taschengrund
 - ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche Q5:
Koordinate der Werkstück-Oberfläche bezogen auf den aktuellen Nullpunkt; absolut
 - ▶ Sicherheits-Abst. Q6:
Abstand Werkzeug – Werkstück-Oberfläche; inkremental
 - ▶ Sichere Höhe Q7:
Höhe, in der keine Kollision mit dem Werkstück erfolgen kann; absolut
 - ▶ Innen-Rundungsradius Q8:
Verrundungs-Radius der Werkzeug-Mittelpunktsbahn an den Innen-Ecken
 - ▶ Drehsinn? Uhrzeigersinn = -1 Q9:
 - Im Uhrzeigersinn $Q9 = -1$
 - Im Gegenuhrzeigersinn $Q9 = +1$

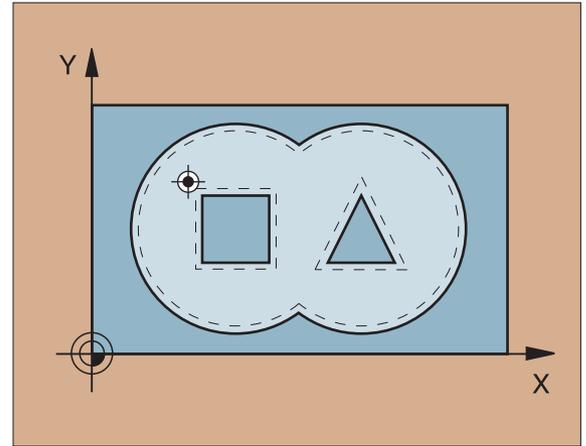


Zyklus 20 KONTUR-DATEN wirkt ab seiner Definition!



VORBOHREN (21)

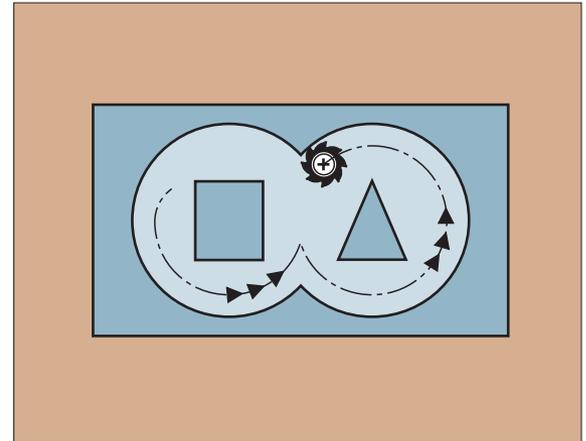
- ▶ CYCL DEF: Zyklus 21 VORBOHREN wählen
 - ▶ Zustell-Tiefe Q10; inkremental
 - ▶ Vorschub Tiefenzustellung Q11
 - ▶ Ausräum-Werkzeug Nummer Q13: Nummer des Ausräum-Werkzeugs



RAEUMEN (22)

Das Ausräumen erfolgt konturparallel für jede Zustell-Tiefe.

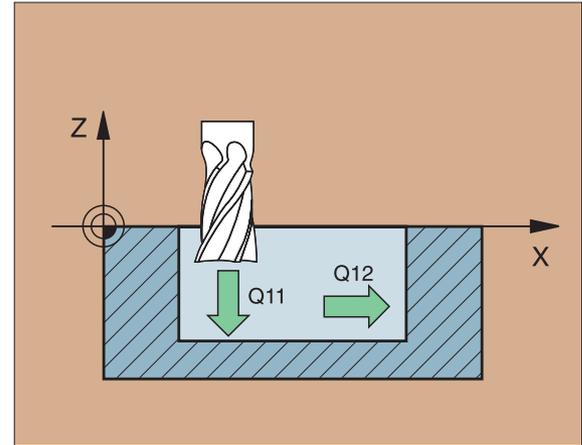
- ▶ CYCL DEF: Zyklus 22 RAEUMEN wählen
 - ▶ Zustell-Tiefe Q10; inkremental
 - ▶ Vorschub Tiefenzustellung Q11
 - ▶ Vorschub Ausräumen Q12
 - ▶ Vorräum-Werkzeug Nummer Q18
 - ▶ Vorschub Pendeln Q19



SCHLICHTEN TIEFE (23)

Die zu bearbeitende Ebene wird um das Schlichtaufmaß Tiefe konturparallel geschlichtet.

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 23 SCHLICHTEN TIEFE wählen
 - ▶ Vorschub Tiefenzustellung Q11
 - ▶ Vorschub Ausräumen Q12



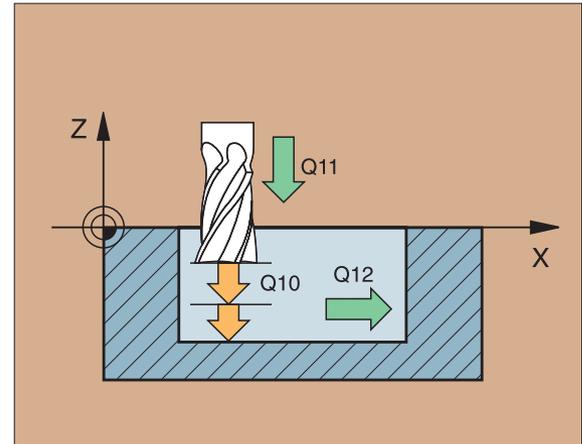
SCHLICHTEN SEITE (24)

Schichten der einzelnen Teilkonturen.

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 24 SCHLICHTEN SEITE wählen
 - ▶ Drehsinn? Uhrzeigersinn = -1 Q9:
 - Im Uhrzeigersinn Q9 = -1
 - Im Gegenurzeigersinn Q9 = +1
 - ▶ Zustell-Tiefe Q10; inkremental
 - ▶ Vorschub Tiefenzustellung Q11
 - ▶ Vorschub Ausräumen Q12
 - ▶ Schlichtaufmaß Seite Q14: Aufmaß für mehrmaliges Schichten



- Die Summe Q14 + Schlichtwerkzeug-Radius muß kleiner sein als die Summe Q3 (Zyklus 20) + Räumwerkzeug-Radius!
- Zyklus 22 RAEUMEN vor Zyklus 24 aufrufen!



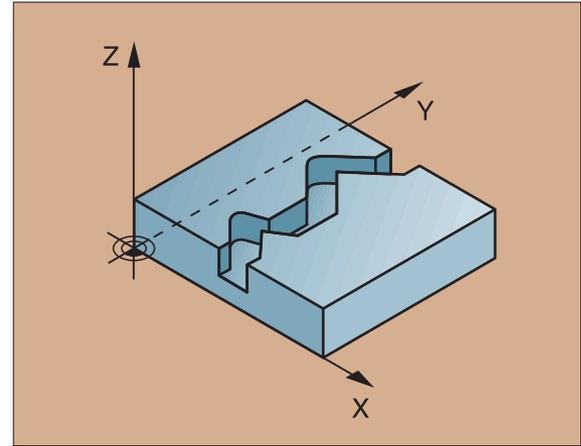
KONTUR-ZUG (25)

Mit diesem Zyklus werden die Daten zur Bearbeitung einer offenen Kontur festgelegt, die in einem Kontur-Unterprogramm definiert sind.

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 25 KONTUR-ZUG wählen
 - ▶ Frästiefe Q1; inkremental
 - ▶ Schlichtaufmaß Seite Q3: Schlicht-Aufmaß in der Bearbeitungsebene
 - ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche Q5: Koordinate der Werkstück-Oberfläche; absolut
 - ▶ Sichere Höhe Q7: Höhe, in der Werkzeug und Werkstück nicht kollidieren können; absolut
 - ▶ Zustell-Tiefe Q10; inkremental
 - ▶ Vorschub Tiefenzustellung Q11
 - ▶ Vorschub Fräsen Q12
 - ▶ Fräsart? Gegenlauf = -1 Q15
 - Gleichlauf-Fräsen: Q15 = +1
 - Gegenlauf-Fräsen: Q15 = -1
 - Pendelnd, bei mehreren Zustellungen: Q15 = 0



- Zyklus 14 KONTUR darf nur eine Label-Nummer enthalten!
- Unterprogramm darf maximal 128 Geradenstücke enthalten!



ZYLINDER-MANTEL (27)



Der Zyklus erfordert einen Fräser mit Stirnzahn über Mitte schneidend (DIN 844)!

Mit dem Zyklus 27 ZYLINDER-MANTEL läßt sich eine zuvor auf der Abwicklung definierte Kontur auf den Mantel eines Zylinders übertragen.

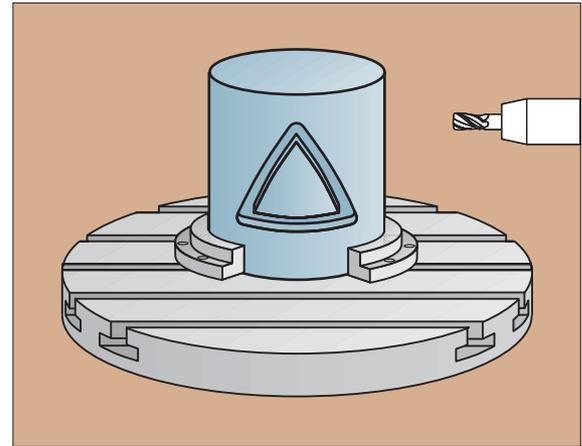
- ▶ Kontur in einem Unterprogramm definieren und über Zyklus 14 KONTUR festlegen
- ▶ CYCL DEF: Zyklus 27 ZYLINDER-MANTEL auswählen
 - ▶ Frästiefe Q1
 - ▶ Schlichtaufmaß Seite Q3: Schlicht-Aufmaß ($Q3 > 0$ oder $Q3 < 0$ eingeben)
 - ▶ Sicherheits-Abstand Q6: Abstand zwischen Werkzeug und Werkstück-Oberfläche
 - ▶ Zustell-Tiefe Q10
 - ▶ Vorschub Tiefenzustellung Q11
 - ▶ Vorschub Fräsen Q12
 - ▶ Zylinderradius Q16: Radius des Zylinders
 - ▶ Bemaßungsart? Grad=0 mm/inch=1 Q17: Koordinaten im Unterprogramm in Grad oder mm



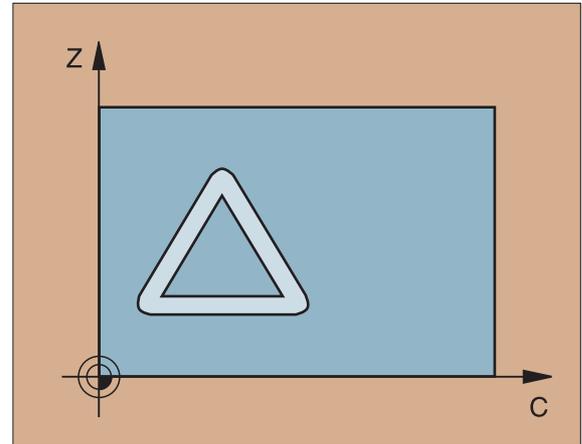
- Maschine und TNC müssen vom Hersteller für den Zyklus ZYLINDER-MANTEL vorbereitet sein!



- Das Werkstück muß zentrisch aufgespannt sein!
- Die Werkzeug-Achse muß senkrecht zur Rundtisch-Achse stehen!
- Zyklus 14 KONTUR darf nur eine Label-Nummer enthalten!
- Unterprogramm darf maximal 128 Geradenstücke enthalten!



▼ Abwicklung



ZYLINDER-MANTEL (28)



Der Zyklus erfordert einen Fräser mit Stirnzahn über Mitte schneidend (DIN 844)!

Mit dem Zyklus 28 ZYLINDER-MANTEL läßt sich eine zuvor auf der Abwicklung definierte Nut ohne Verzerrung der Seitenwände auf den Mantel eines Zylinders übertragen.

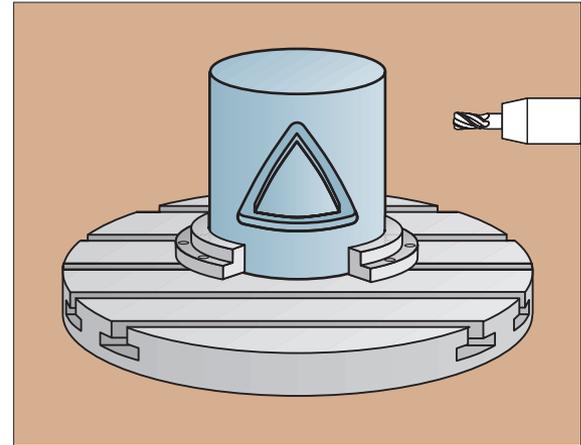
- ▶ Kontur in einem Unterprogramm definieren und über Zyklus 14 KONTUR festlegen
- ▶ CYCL DEF: Zyklus 28 ZYLINDER-MANTEL auswählen
 - ▶ Frästiefe Q1
 - ▶ Schlichtaufmaß Seite Q3: Schlicht-Aufmaß (Q3>0 oder Q3<0 eingeben)
 - ▶ Sicherheits-Abstand Q6: Abstand zwischen Werkzeug und Werkstück-Oberfläche
 - ▶ Zustell-Tiefe Q10
 - ▶ Vorschub Tiefenzustellung Q11
 - ▶ Vorschub Fräsen Q12
 - ▶ Zylinderradius Q16: Radius des Zylinders
 - ▶ Bemaßungsart? Grad=0 mm/inch=1 Q17: Koordinaten im Unterprogramm in Grad oder mm
 - ▶ Nutbreite Q20



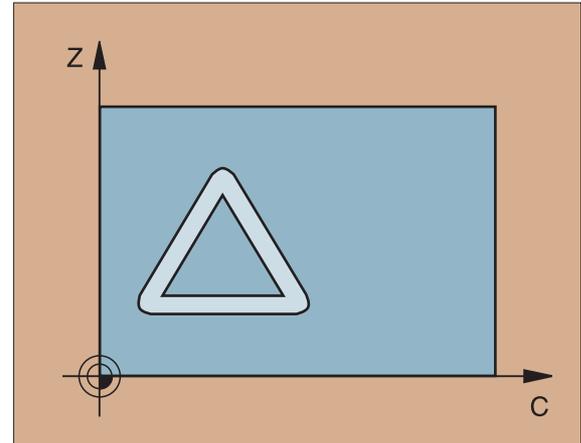
- Maschine und TNC müssen vom Hersteller für den Zyklus ZYLINDER-MANTEL vorbereitet sein!



- Das Werkstück muß zentrisch aufgespannt sein!
- Die Werkzeug-Achse muß senkrecht zur Rundtisch-Achse stehen!
- Zyklus 14 KONTUR darf nur eine Label-Nummer enthalten!
- Unterprogramm darf maximal 128 Geradenstücke enthalten!



▼ Abwicklung



Abzeilen

DIGITALISIERDATEN ABARBEITEN (30)



Der Zyklus erfordert einen Fräser mit Stirnzahn über Mitte schneidend (DIN 844)!

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 30 DIGITALISIERDATEN ABARBEITEN wählen
 - ▶ PGM-Name Digitalisierdaten
 - ▶ MIN-Punkt Bereich
 - ▶ MAX-Punkt Bereich
 - ▶ Sicherheits-Abstand: A
 - ▶ Zustell-Tiefe: C
 - ▶ Vorschub Tiefenzustellung: D
 - ▶ Vorschub: B
 - ▶ Zusatz-Funktion M

7 CYCL DEF 30.0 DIGIDATEN ABARBEITEN

8 CYCL DEF 30.1 PGMDIGIT.: DATNEGA

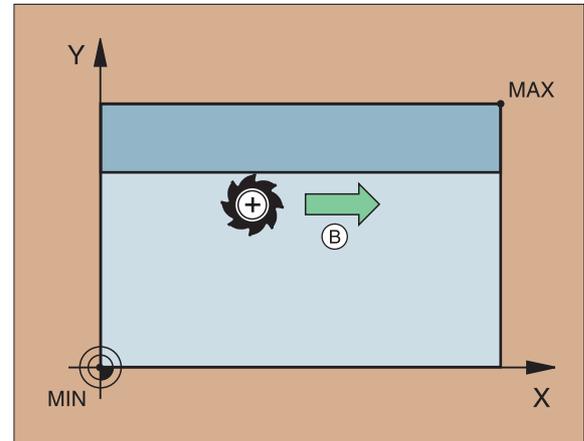
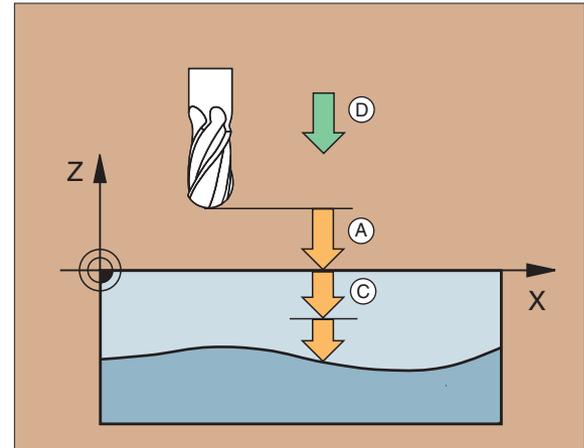
9 CYCL DEF 30.2 X+0 Y+0 Z-35

10 CYCL DEF 30.3 X+250 Y+125 Z+15

11 CYCL DEF 30.4 ABST 2

12 CYCL DEF 30.5 ZUSTLG 5 F125

13 CYCL DEF 30.6 F350

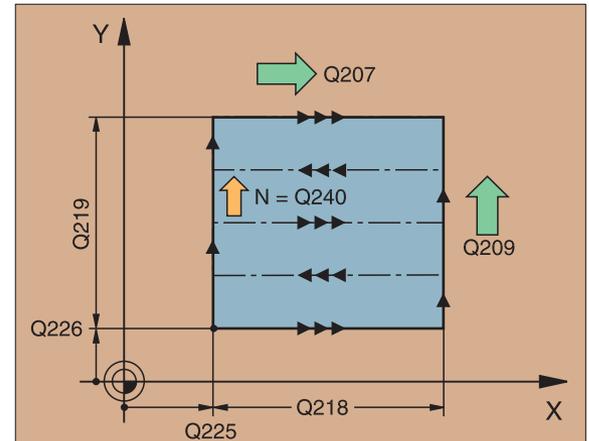
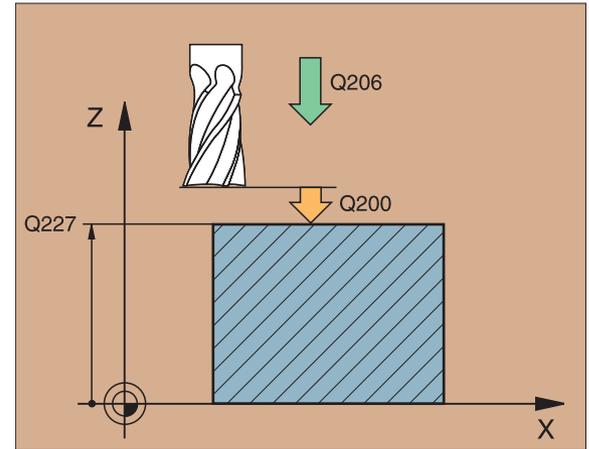


ABZEILEN (230)



Die TNC positioniert das Werkzeug – ausgehend von der aktuellen Position – zunächst in der Bearbeitungsebene und anschließend in der Werkzeug-Achse auf den Startpunkt. Werkzeug so vorpositionieren, daß keine Kollision mit Werkstück oder Spannmitteln erfolgen kann!

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 230 ABZEILEN wählen
 - ▶ Startpunkt 1. Achse: Q225
 - ▶ Startpunkt 2. Achse: Q226
 - ▶ Startpunkt 3. Achse: Q227
 - ▶ 1. Seitenlänge: Q218
 - ▶ 2. Seitenlänge: Q219
 - ▶ Anzahl Schnitte: Q240
 - ▶ Vorschub Tiefenzustellung: Q206
 - ▶ Vorschub Fräsen: Q207
 - ▶ Vorschub quer: Q209
 - ▶ Sicherheits-Abstand: Q200

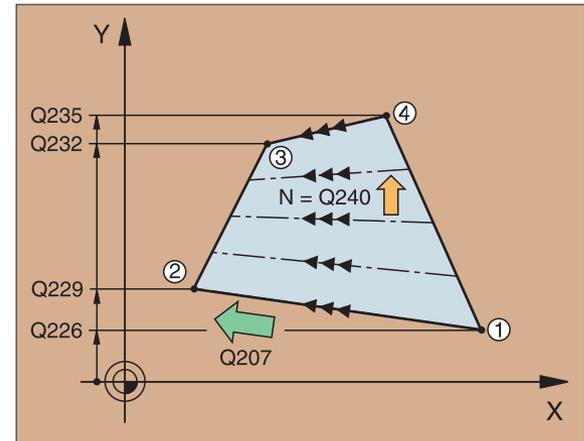
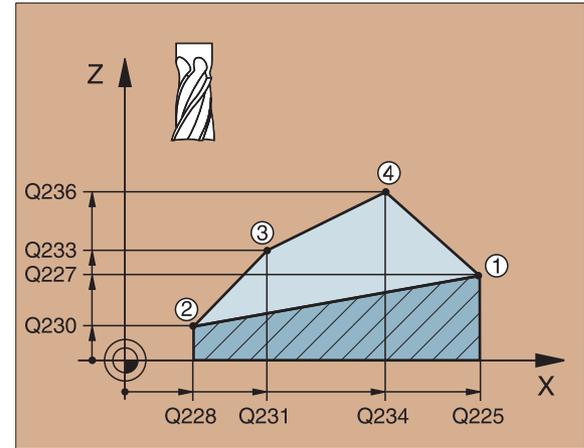


REGELFLÄCHE (231)



Die TNC positioniert das Werkzeug – ausgehend von der aktuellen Position – zunächst in der Bearbeitungsebene und anschließend in der Werkzeug-Achse auf den Startpunkt (Punkt 1). Werkzeug so vorpositionieren, daß keine Kollision mit Werkstück oder Spannmitteln erfolgen kann!

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 231 REGELFLAECHE wählen
 - ▶ Startpunkt 1. Achse: Q225
 - ▶ Startpunkt 2. Achse: Q226
 - ▶ Startpunkt 3. Achse: Q227
 - ▶ 2. Punkt 1. Achse: Q228
 - ▶ 2. Punkt 2. Achse: Q229
 - ▶ 2. Punkt 3. Achse: Q230
 - ▶ 3. Punkt 1. Achse: Q231
 - ▶ 3. Punkt 2. Achse: Q232
 - ▶ 3. Punkt 3. Achse: Q233
 - ▶ 4. Punkt 1. Achse: Q234
 - ▶ 4. Punkt 2. Achse: Q235
 - ▶ 4. Punkt 3. Achse: Q236
 - ▶ Anzahl Schnitte: Q240
 - ▶ Vorschub Fräsen: Q207

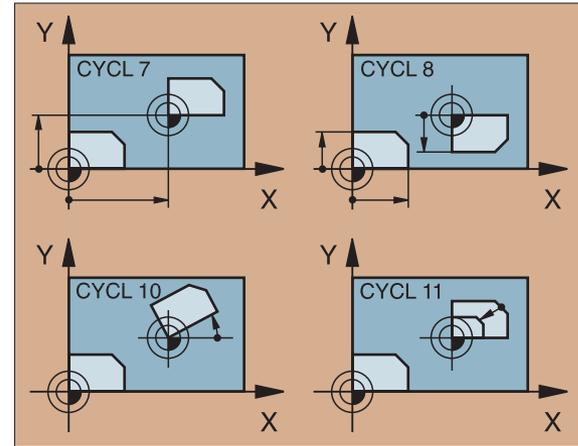


Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung

Mit den Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung lassen sich Konturen

- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| • verschieben | Zyklus 7 NULLPUNKT |
| • spiegeln | Zyklus 8 SPIEGELN |
| • drehen (in der Ebene) | Zyklus 10 DREHUNG |
| • aus der Ebene schwenken | Zyklus 19 BEARBEITUNGSEBENE |
| • verkleinern/vergrößern | Zyklus 11 MASSFAKTOR |
| | Zyklus 26 MASSFAKTOR ACHSSP. |

Die Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung sind nach ihrer Definition solange wirksam, bis sie zurückgesetzt oder neu definiert werden. Die ursprüngliche Kontur sollte in einem Unterprogramm festgelegt sein. Eingabe-Werte können sowohl absolut als auch inkremental angegeben werden.

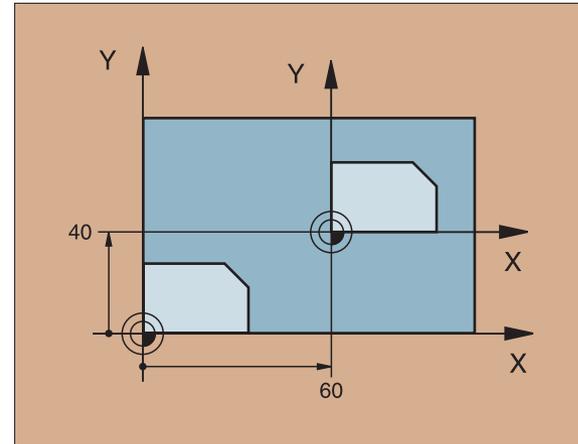


NULLPUNKT-VERSCHIEBUNG

- CYCL DEF: Zyklus 7 NULLPUNKT-VERSCHIEBUNG wählen
 - Koordinaten des neuen Nullpunkts oder Nummer des Nullpunkts aus der Nullpunkt-Tabelle eingeben

Nullpunktverschiebung rücksetzen: Erneute Zyklus-Definition mit Eingabewerten 0

- ```
9 CALL LBL1 Bearbeitungs-Unterprogramm aufrufen
10 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT
11 CYCL DEF 7.1 X+60
12 CYCL DEF 7.2 Y+40
13 CALL LBL1 Bearbeitungs-Unterprogramm aufrufen
```



Nullpunkt-Verschiebung vor anderen Koordinaten-Umrechnungen durchführen!

## SPIEGELN (8)

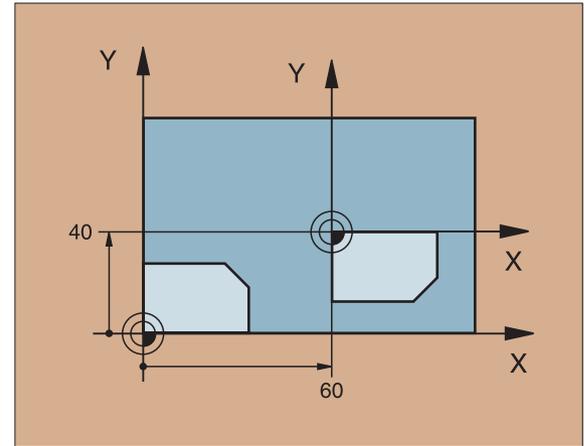
- ▶ CYCL DEF: Zyklus 8 SPIEGELN wählen
  - ▶ Gespiegelte Achse eingeben: X oder Y bzw. X und Y

SPIEGELN rücksetzen: Erneute Zyklus-Definition mit Eingabe NO ENT

```
15 CALL LBL1
16 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT
17 CYCL DEF 7.1 X+60
18 CYCL DEF 7.2 Y+40
19 CYCL DEF 8.0 SPIEGELN
20 CYCL DEF 8.1 Y
21 CALL LBL1
```



- Die Werkzeug-Achse kann nicht gespiegelt werden!
- Der Zyklus spiegelt immer die Original-Kontur (hier im Beispiel im Unterprogramm LBL1 abgelegt)!



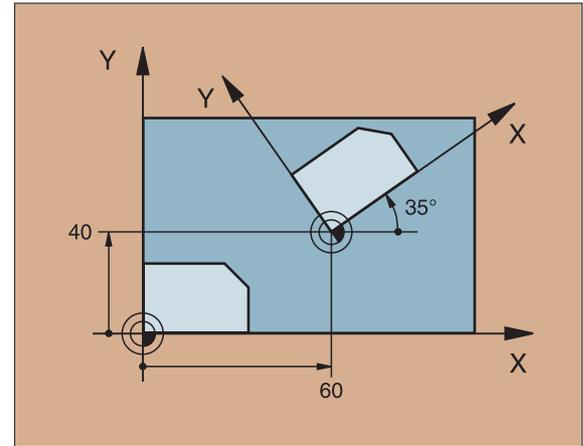
## DREHUNG (10)

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 10 DREHUNG wählen
  - ▶ Drehwinkel eingeben:
    - Eingabebereich  $-360^\circ$  bis  $+360^\circ$
    - Bezugsachse für den Drehwinkel

| Arbeitsebene | Bezugsachse und $0^\circ$ -Richtung |
|--------------|-------------------------------------|
| X/Y          | X                                   |
| Y/Z          | Y                                   |
| Z/X          | Z                                   |

DREHUNG rücksetzen: Erneute Zyklus-Definition mit Drehwinkel 0

```
12 CALL LBL1
13 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT
14 CYCL DEF 7.1 X+60
15 CYCL DEF 7.2 Y+40
16 CYCL DEF 10.0 DREHUNG
17 CYCL DEF 10.1 ROT+35
18 CALL LBL1
```



## BEARBEITUNGSEBENE (19)

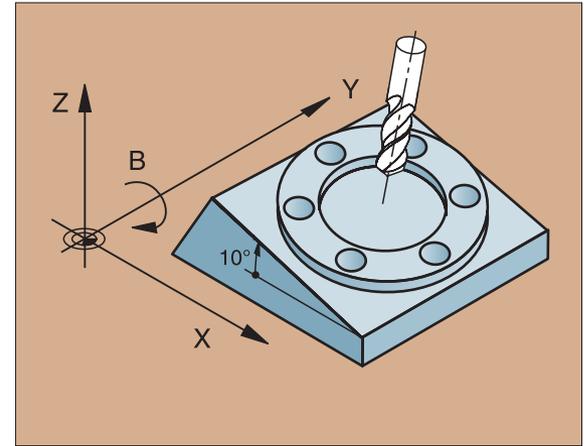
Der Zyklus 19 BEARBEITUNGSEBENE unterstützt das Arbeiten mit Schwenköpfen und/oder Schwenktischen.

- ▶ Werkzeug aufrufen
- ▶ Werkzeug in der Werkzeugachse freifahren (vermeidet Kollision)
- ▶ Ggf. Drehachsen mit L-Satz auf gewünschte Winkel positionieren
- ▶ CYCL DEF: Zyklus 19 BEARBEITUNGSEBENE wählen
  - ▶ Schwenkwinkel der entsprechenden Achse oder Raumwinkel eingeben
  - ▶ Ggf. Vorschub der Drehachsen beim automatischen Positionieren eingeben
  - ▶ Ggf. Sicherheits-Abstand eingeben
- ▶ Korrektur aktivieren: Alle Achsen verfahren
- ▶ Bearbeitung programmieren, als wäre die Ebene nicht geschwenkt

Rücksetzen des Zyklus BEARBEITUNGSEBENE schwenken:  
Erneute Zyklus-Definition mit Schwenkwinkel 0.

 Maschine und TNC müssen vom Hersteller für das Schwenken der BEARBEITUNGSEBENE vorbereitet sein!

```
4 TOOL CALL 1 Z S2500
5 L Z+350 R0 FMAX
6 L B+10 C+90 R0 FMAX
7 CYCL DEF 19.0 BEARBEITUNGSEBENE
8 CYCL DEF 19.1 B+10 C+90 F1000 ABST 50
9 L Z+200 R0 F1000
10 L X-50 Y-50 R0
```



## MASSFAKTOR (11)

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 11 MASSFAKTOR wählen
  - ▶ Maßfaktor SCL (engl: scale = Maßstab) eingeben:
    - Eingabebereich 0,000001 bis 99,999999:
      - Verkleinern ... SCL < 1
      - Vergrößern ... SCL > 1

MASSFAKTOR rücksetzen: Erneute Zyklus-Definition mit SCL1

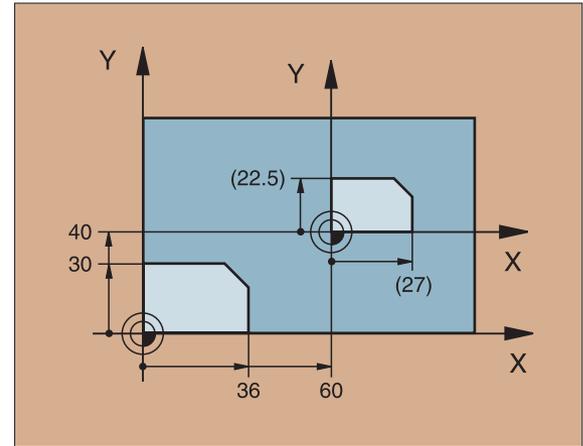
```

11 CALL LBL1
12 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT
13 CYCL DEF 7.1 X+60
14 CYCL DEF 7.2 Y+40
15 CYCL DEF 11.0 MASSFAKTOR
16 CYCL DEF 11.1 SCL 0.75
17 CALL LBL1

```



MASSFAKTOR wirkt in der Bearbeitungsebene oder in den drei Hauptachsen (abhängig vom Maschinen-Parameter 7410)!



## MASSFAKTOR ACHSSPEZIFISCH (26)

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 26 MASSFAKTOR ACHSSP. wählen
  - ▶ Achse und Faktor: Koordinatenachsen und Faktoren der achsspezifischen Streckung oder Stauchung
  - ▶ Zentrums-Koordinaten: Zentrum der Streckung oder Stauchung

MASSFAKTOR ACHSSP. rücksetzen: Erneute Zyklus-Definition mit Faktor 1 für die geänderten Achsen.



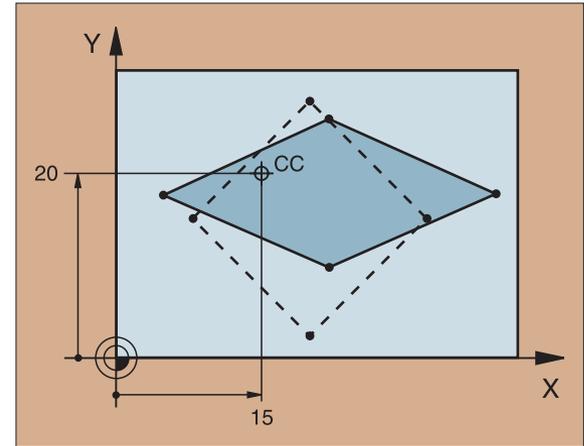
Koordinatenachsen mit Positionen für Kreisbahnen dürfen nicht mit unterschiedlichen Faktoren gestreckt oder gestaucht werden!

```
25 CALL LBL1
```

```
26 CYCL DEF 26.0 MASSFAKTOR ACHSSP.
```

```
27 CYCL DEF 26.1 X 1.4 Y 0.6 CCX+15 CCY+20
```

```
28 CALL LBL1
```



# Sonder-Zyklen

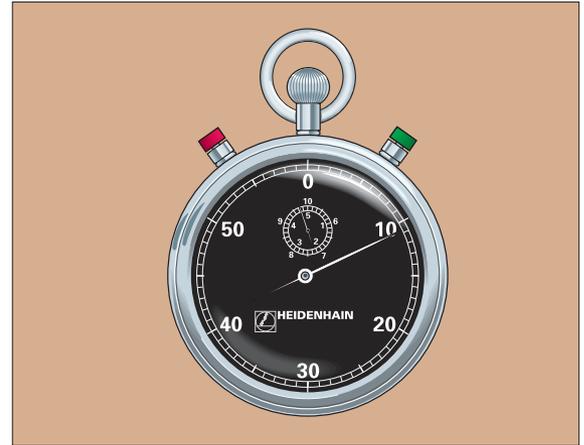
## VERWEILZEIT (9)

Der Programmlauf wird für die Dauer der VERWEILZEIT angehalten.

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 9 VERWEILZEIT wählen
  - ▶ Verweilzeit in Sekunden eingeben

```
48 CYCL DEF 9.0 VERWEILZEIT
```

```
49 CYCL DEF 9.1 V.ZEIT 0.5
```



## PGM CALL (12)

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 12 PGM CALL wählen
  - ▶ Name des aufzurufenden Programms eingeben

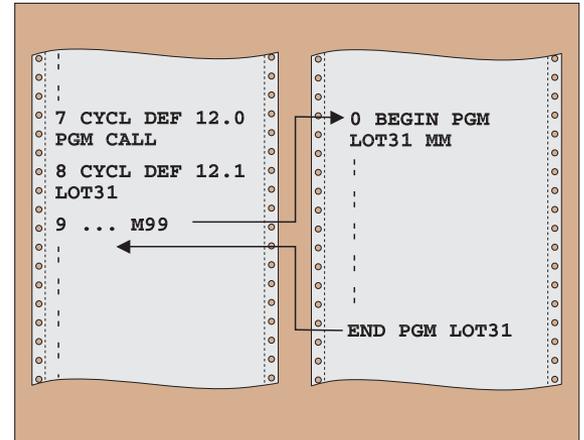


Der Zyklus 12 PGM CALL muß aufgerufen werden!

```
7 CYCL DEF 12.0 PGM CALL
```

```
8 CYCL DEF 12.1 LOT31
```

```
9 L X+37.5 Y-12 R0 FMAX M99
```



## Spindel-ORIENTIERUNG

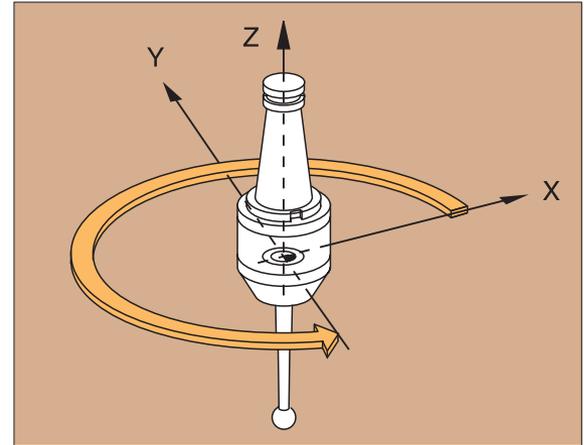
- ▶ CYCL DEF: Zyklus 13 ORIENTIERUNG wählen
  - ▶ Orientierungswinkel bezogen auf die Winkelbezugsachse der Arbeitsebene eingeben:
    - Eingabe-Bereich 0 bis 360°
    - Eingabe-Feinheit 0,1°
- ▶ Zyklus mit M19 oder M20 aufrufen



Maschine und TNC müssen vom Hersteller für die Spindel-ORIENTIERUNG vorbereitet sein!

**12 CYCL DEF 13.0 ORIENTIERUNG**

**13 CYCL DEF 13.1 WINKEL 90**



## TOLERANZ (32)



Maschine und TNC müssen vom Maschinen-Hersteller für das schnelle Konturfräsen vorbereitet sein!

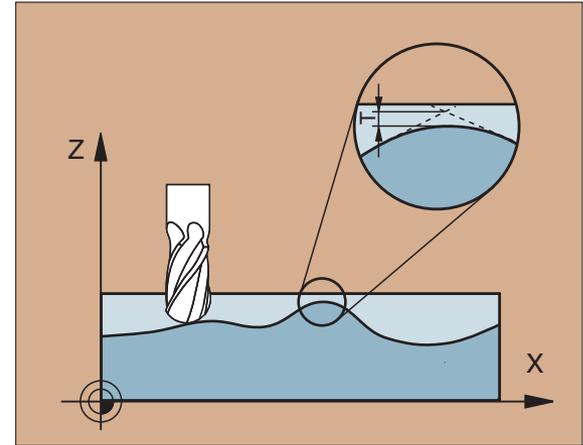


Der Zyklus 32 TOLERANZ wirkt ab seiner Definition!

Die TNC glättet automatisch die Kontur zwischen beliebigen (unkorrigierten oder korrigierten) Konturelementen. Dadurch verfährt das Werkzeug kontinuierlich auf der Werkstück-Oberfläche. Falls erforderlich, reduziert die TNC den programmierten Vorschub automatisch, so daß das Programm immer „ruckelfrei“ mit der schnellstmöglichen Geschwindigkeit abgearbeitet wird.

Durch das Glätten entsteht eine Konturabweichung. Die Größe der Konturabweichung (TOLERANZWERT) ist in einem Maschinen-Parameter von Ihrem Maschinenhersteller festgelegt. Mit dem Zyklus 32 verändern Sie den voreingestellten Toleranzwert (siehe Bild rechts oben).

- ▶ CYCL DEF: Zyklus 32 TOLERANZ wählen
  - ▶ Toleranz T: Zulässige Konturabweichung in mm



# Digitalisieren von 3D-Formen



Maschine und TNC müssen vom Hersteller für das Digitalisieren von 3D-Formen vorbereitet sein!

Die TNC stellt für das Digitalisieren mit einem messenden Tastsystem folgende Zyklen zur Verfügung:

- Digitalisier-Bereich festlegen: TCH PROBE 5 BEREICH  
TCH PROBE 15 BEREICH
- Mäanderförmig digitalisieren: TCH PROBE 16 MAEANDER
- Stufenweise digitalisieren: TCH PROBE 17 HOEHENLINIEN
- Zeilenweise digitalisieren: TCH PROBE 18 ZEILE

Die Digitalisier-Zyklen lassen sich nur im KLARTEXT-DIALOG programmieren. Sie können für die Hauptachsen X, Y, Z und die Rundachsen A, B, C programmiert werden.



- Koordinaten-Umrechnungen oder eine Grunddrehung dürfen nicht aktiv sein!
- Digitalisier-Zyklen müssen nicht aufgerufen werden; sie wirken ab ihrer Definition im Bearbeitungsprogramm!

Digitalisier-Zyklen wählen



► Übersicht über Tastsystem-Funktionen aktivieren



► Digitalisierzyklen wählen



► z.B. Zyklus 15 wählen

## Digitalisier-Zyklus BEREICH (5)

- ▶ Schnittstelle zur Datenübertragung festlegen
- ▶ TOUCH PROBE: Zyklus 5 BEREICH wählen
  - ▶ PGM-Name Digitalisierdaten: Name für das NC-Programm eingeben, in dem die Digitalisier-Daten abgespeichert werden
  - ▶ Achse Tch Probe: Tastsystem-Achse angeben
  - ▶ MIN-Punkt Bereich
  - ▶ MAX-Punkt Bereich
  - ▶ Sichere Höhe: Höhe, in der eine Kollision von Taststift und Form ausgeschlossen ist:  $Z_s$

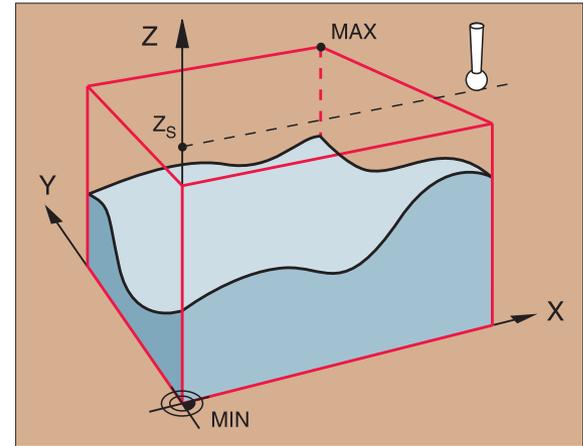
5 TCH PROBE 5.0 BEREICH

6 TCH PROBE 5.1 PGMNAME: DATEN

7 TCH PROBE 5.2 Z X+0 Y+0 Z+0

8 TCH PROBE 5.3 X+100 Y+100 Z+20

9 TCH PROBE 5.4 HOEHE: +100



## Digitalisier-Zyklus BEREICH (15)

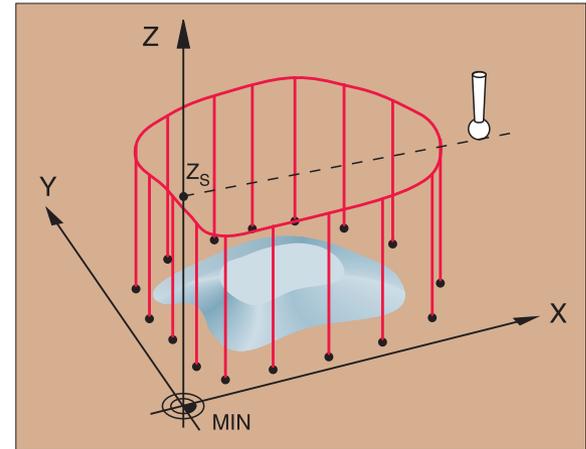
- ▶ Schnittstelle zur Datenübertragung festlegen
- ▶ TOUCH PROBE: Zyklus 15 BEREICH wählen
  - ▶ PGM-Name Digitalisierdaten: Name für das NC-Programm eingeben, in dem die Digitalisier-Daten abgespeichert werden
  - ▶ Achse Tch Probe: Tastsystem-Achse angeben
  - ▶ PGM-Name Bereichsdaten: Name der Punkte-Tabelle, in der der Bereich festgelegt ist
  - ▶ MIN-Punkt Achse TCH PROBE: Minimalpunkt in der Tastsystemachse eingeben
  - ▶ MAX-Punkt Achse TCH PROBE: Maximalpunkt in der Tastsystemachse eingeben
  - ▶ Sichere Höhe: Höhe, in der eine Kollision von Taststift und Form ausgeschlossen ist:  $Z_s$

5 TCH PROBE 15.0 BEREICH

6 TCH PROBE 15.1 PGM DIGIT.: DATEN

7 TCH PROBE 15.2 Z PGM RANGE: TAB1

8 TCH PROBE 15.3 MIN:+0 MAX:+35 HOEHE:+125



## Digitalisier-Zyklus MAEANDER (16)

Mit Zyklus 16 MAEANDER lässt sich eine 3D-Form mäandertförmig digitalisieren.

- ▶ Zyklus 5 BEREICH oder 15 BEREICH definieren
- ▶ TOUCH PROBE: Zyklus 16 MAEANDER wählen
  - ▶ Linienrichtung: Koordinatenachse, in deren positiver Richtung das Tastsystem vom ersten Konturpunkt aus verfährt
  - ▶ Abtastwinkel: Verfahrerrichtung des Tastsystems bezogen auf die Linienrichtung
  - ▶ Vorschub F: Maximaler Digitalisier-Vorschub
  - ▶ Min. Vorschub: Digitalisier-Vorschub für die erste Zeile
  - ▶ Vorschub-Reduzierung an Kanten: Abstand vor steilen Kanten, an denen die TNC beginnt, den Digitalisier-Vorschub zu reduzieren
  - ▶ Min. Linienabstand: Minimaler Versatz des Tastsystems an den Bereichsenden in steilen Konturstücken.
  - ▶ Linienabstand: Versatz des Tastsystems an den Bereichsenden
  - ▶ Max. Punktabstand
  - ▶ Toleranzwert: Die TNC unterdrückt das Speichern von Punkten, solange ihr Abstand von einer Geraden, die durch die letzten beiden Punkte definiert ist, kleiner ist als der Toleranzwert.



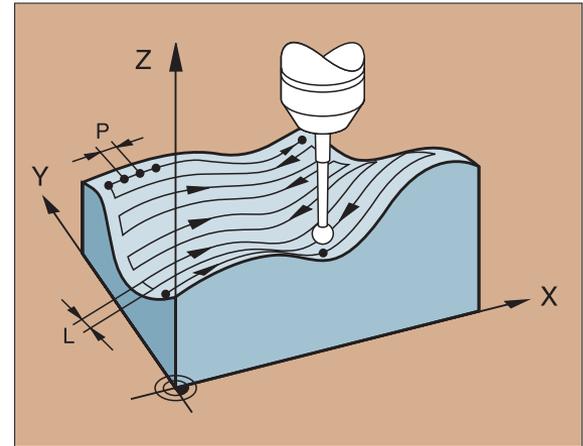
- Linienabstand und Max. Punktabstand dürfen maximal 20 mm betragen!
- Linienrichtung so festlegen, daß möglichst senkrecht abgetastet wird!

**7 TCH PROBE 16.0 MAEANDER**

**8 TCH PROBE 16.1 RICHTUNG X WINKEL: +0**

**9 TCH PROBE 16.2 F1500 FMIN 500 ABST 0.5**

**MIN.L.ABST:0.2 L.ABST:0.5 P.ABST:0.5 TOL:0.1**



▲ P: P. ABST= Punktabstand  
L: L. ABST= Linienabstand

## Digitalisier-Zyklus HOEHENLINIEN (17)

Mit Zyklus 17 HOEHENLINIEN lässt sich eine 3D-Form stufenweise digitalisieren.

- ▶ Zyklus 5 BEREICH oder 15 BEREICH definieren
- ▶ TOUCH PROBE: Zyklus 17 HOEHENLINIEN wählen
  - ▶ Zeitbegrenzung: Zeit in Sekunden, in der das Tastsystem den ersten Antastpunkt nach einem Umlauf erreicht haben muß.  
Keine Zeitbegrenzung: 0 eingeben
  - ▶ Startpunkt: Koordinaten des Startpunkts
  - ▶ Startachse und Richtung: Koordinaten-Achse und -Richtung, auf der das Tastsystem die Form anfährt
  - ▶ Anfangsachse und Richtung: Koordinaten-Achse und -Richtung, auf der das Tastsystem mit dem Digitalisieren beginnt
  - ▶ Vorschub F: Maximaler Digitalisier-Vorschub
  - ▶ Min. Vorschub: Digitalisier-Vorschub für die erste Zeile
  - ▶ Vorschub-Reduzierung an Kanten: Abstand vor steilen Kanten, an denen die TNC beginnt, den Digitalisier-Vorschub zu reduzieren
  - ▶ Min. Linienabstand: Minimaler Versatz des Tastsystems am Ende einer Höhenlinie in flachen Konturstücken
  - ▶ Linienabstand und Richtung: Versatz des Tastsystems, wenn es den Startpunkt einer Höhenlinie wieder erreicht
  - ▶ Max. Punktabstand
  - ▶ Toleranzwert: Die TNC unterdrückt das Speichern von Punkten, solange ihr Abstand von einer Geraden, die durch die letzten beiden Punkte definiert ist, kleiner ist als der Toleranzwert.



Linienabstand und Max. Punktabstand dürfen maximal 20 mm betragen!

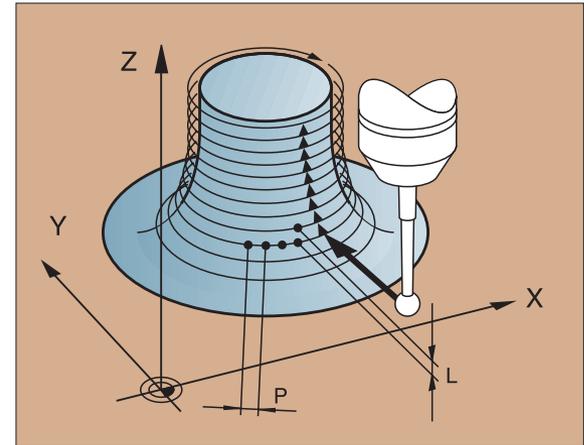
**10 TCH PROBE 17.0 HOEHENLINIEN**

**11 TCH PROBE 17.1 ZEIT:200 X+50 Y+0**

**12 TCH PROBE 17.2 ANFAHRFOLGE Y+/X+**

**13 TCH PROBE 17.3 F1000 FMIN 400 ABST 0.5**

**MIN.L.ABST: 0.2 L.ABST:0.5 P.ABST:0.5 TOL:0.1**



▲ P: P. ABST= Punktabstand  
L: L. ABST= Linienabstand

## Digitalisier-Zyklus ZEILE (18)

Mit Zyklus 18 ZEILE lässt sich eine 3D-Form zeilenweise digitalisieren.  
Hauptanwendung: Digitalisieren mit Drehachsen

- ▶ Zyklus 5 BEREICH oder 15 BEREICH definieren
- ▶ TOUCH PROBE: Zyklus 18 ZEILE wählen
  - ▶ Zeilenrichtung: Koordinatenachse der Bearbeitungsebene, zu der das Tastsystem parallel verfährt.
  - ▶ Abtastwinkel: Verfahrrichtung des Tastsystems bezogen auf die Zeilenrichtung
  - ▶ Höhe für Vorschubreduzierung: Koordinate in der Werkzeugachse, bei der die TNC bei jedem Zeilenanfang vom Eilgang auf den Antast-Vorschub umschaltet.
  - ▶ Vorschub F: Maximaler Digitalisier-Vorschub
  - ▶ Min. Vorschub: Digitalisier-Vorschub für die erste Zeile
  - ▶ Vorschub-Reduzierung an Kanten: Abstand vor steilen Kanten, an denen die TNC beginnt, den Digitalisier-Vorschub zu reduzieren
  - ▶ Min. Linienabstand: Minimaler Versatz des Tastsystems am Ende einer Höhenlinie in flachen Konturstücken
  - ▶ Linienabstand und Richtung: Versatz des Tastsystems, wenn es den Startpunkt einer Höhenlinie wieder erreicht
  - ▶ Max. Punktabstand
  - ▶ Toleranzwert: Die TNC unterdrückt das Speichern von Punkten, solange ihr Abstand von einer Geraden, die durch die letzten beiden Punkte definiert ist, kleiner ist als der Toleranzwert.



Linienabstand und Max. Punktabstand dürfen maximal 20 mm betragen!

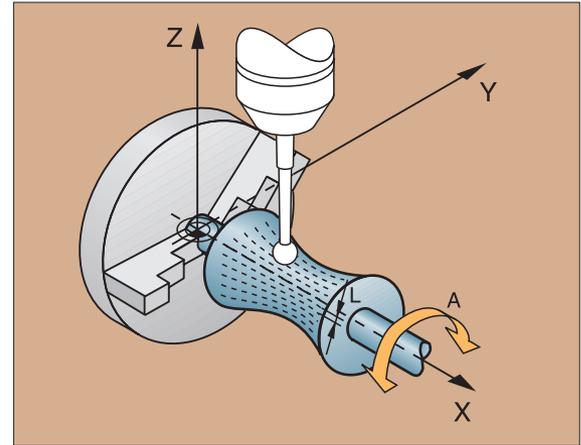
**10 TCH PROBE 18.0 ZEILE**

**11 TCH PROBE 18.1 RICHTUNG X**

**WINKEL:+0 HOEHE:+125**

**12 TCH PROBE 18.2 F1000 FMIN 400 ABST 0.5**

**MIN.L.ABST:0.2 L.ABST:0.5 P.ABST:0.5 TOL:0.1**



# Grafiken und Status-Anzeigen



Siehe „Grafiken und Status-Anzeigen“

## Werkstück im Grafik-Fenster festlegen

Der Dialog für die BLK-FORM erscheint automatisch, wenn ein neues Programm eröffnet wird.

- ▶ Neues Programm eröffnen oder im bereits geöffneten Programm den Softkey BLK FORM drücken
  - ▶ Spindelachse
  - ▶ MIN- und MAX-Punkt

Nachfolgend eine Auswahl häufig benötigter Funktionen.

## Programmiergrafik



Die Bildschirmaufteilung PROGRAMM+GRAFIK wählen!

Während der Programm-Eingabe kann die TNC die programmierte Kontur mit einer zweidimensionalen Grafik darstellen:

AUTOM.  
ZEICHNEN  
AUS  E/TN

- ▶ Automatisch mitzeichnen

RESET  
+  
START

- ▶ Grafik manuell starten

START  
EINZELS.

- ▶ Grafik satzweise starten

| Manueller Betrieb |                           | Programm-Einspeichern/Editieren |  |  |  |                                               |                    |
|-------------------|---------------------------|---------------------------------|--|--|--|-----------------------------------------------|--------------------|
| 14                | RND R2.5                  |                                 |  |  |  |                                               |                    |
| 15                | FL AN+0.975               |                                 |  |  |  |                                               |                    |
| 16                | FCT DR+ R10.5 CCK+0 CCY+0 |                                 |  |  |  |                                               |                    |
| 17                | FLT AN+09.025             |                                 |  |  |  |                                               |                    |
| 18                | FCT DR+ R2.5 CLSD-        |                                 |  |  |  |                                               |                    |
| 19                | END PGM 35071 MM          |                                 |  |  |  |                                               |                    |
| ZEIGE<br>LÖSUNG   | LÖSUNG<br>WÄHLEN          |                                 |  |  |  | START<br>EINZELS.<br><input type="checkbox"/> | AUSWAHL<br>BEENDEN |

## Test-Grafik und Programmlauf-Grafik



Die Bildschirmaufteilung GRAFIK oder PROGRAMM+GRAFIK wählen!

In der Betriebsart Programm-Test und in den Programmlauf-Betriebsarten kann die TNC eine Bearbeitung grafisch simulieren. Über Softkey sind folgende Ansichten wählbar:



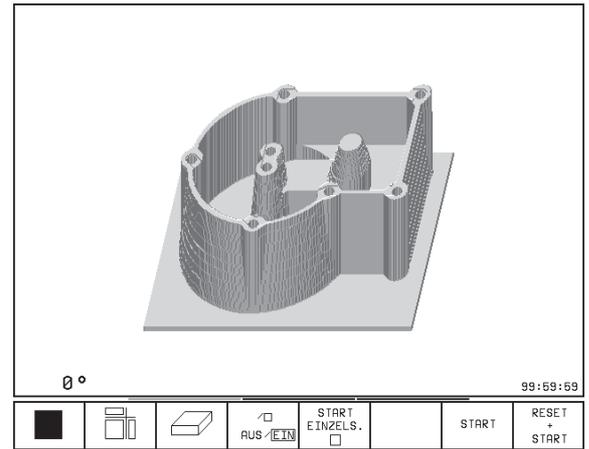
► Draufsicht



► Darstellung in 3 Ebenen



► 3D-Darstellung



# Status-Anzeigen



Die Bildschirmaufteilung PROGRAMM+STATUS oder POSITION+STATUS wählen!

Im unteren Abschnitt des Bildschirms stehen in den Programmlauf-Betriebsarten Informationen über

- Werkzeug-Position
- Vorschub
- aktive Zusatz-Funktionen

Über Softkeys können weitere Status-Informationen in einem Bildschirmfenster eingeblendet werden:

- |                                 |                            |
|---------------------------------|----------------------------|
| STATUS<br>PGM                   | ▶ Programm-Informationen   |
| STATUS<br>POS.-ANZ.             | ▶ Werkzeug-Positionen      |
| STATUS<br>WERKZEUG              | ▶ Werkzeug-Daten           |
| STATUS<br>KOORD.<br>UMRECHN.    | ▶ Koordinaten-Umrechnungen |
| STATUS<br>WERKZEUG-<br>VERMESS. | ▶ Werkzeug-Vermessung      |

| Programmlauf Satzfolge |                               |                                                                                                                   |           | Programm<br>Einspeichern |                                                                           |
|------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 0                      | BEGIN PGM 3507 MM             |                                                                                                                   |           | RESTW                    |                                                                           |
| 1                      | BLK FORM 0.1 Z X-20 Y-20 Z-20 | X                                                                                                                 | +0.0000   | C                        | +0.0000                                                                   |
| 2                      | BLK FORM 0.2 X+20 Y+20 Z+0    | Y                                                                                                                 | +0.0000   |                          |                                                                           |
| 3                      | TOOL CALL 1 Z S1000           | Z                                                                                                                 | +0.0000   |                          |                                                                           |
| 4                      | L Z+50 R0 F MAX M3            | A                                                                                                                 | +0.0000   |                          |                                                                           |
| 5                      | L X+50 Y+50 R0 F MAX M8       | B                                                                                                                 | +0.0000   |                          |                                                                           |
| 6                      | L Z-5 R0 F MAX                | <input type="checkbox"/> A +0.0000<br><input type="checkbox"/> B +180.0000<br><input type="checkbox"/> C +90.0000 |           |                          |                                                                           |
| 7                      | CC X+0 Y+0                    | <input type="checkbox"/> Grunddrehung +0.0000                                                                     |           |                          |                                                                           |
| 8                      | LP PR+14 PA+45 RR F500        |                                                                                                                   |           |                          |                                                                           |
|                        |                               | X                                                                                                                 | -50.0000  | Y                        | +250.0000                                                                 |
|                        |                               | A                                                                                                                 | +0.0000   | B                        | +180.0000                                                                 |
|                        |                               | Z                                                                                                                 | -150.0000 | C                        | +90.0000                                                                  |
| IST                    |                               |                                                                                                                   |           | T F 0 M 5/9              |                                                                           |
| SEITE<br>↑             | SEITE<br>↓                    | ANFANG<br>↑                                                                                                       | ENDE<br>↓ | VORLAUF<br>ZU SATZ<br>⏪  | <input type="checkbox"/> WERKZEUG<br>AUS <input type="checkbox"/> TABELLE |

## DIN/ISO-Programmierung

### Werkzeug-Bewegungen programmieren mit rechtwinkligen Koordinaten

- G00 Geradenbewegung im Eilgang
- G01 Geradenbewegung
- G02 Kreisbewegung im Uhrzeigersinn
- G03 Kreisbewegung im Gegen-Uhrzeigersinn
- G05 Kreisbewegung ohne Drehrichtungsangabe
- G06 Kreisbewegung mit tangentialem Konturanschluß
- G07\* Achsparalleler Positioniersatz

### Werkzeug-Bewegungen programmieren mit Polarkoordinaten

- G10 Geradenbewegung im Eilgang
  - G11 Geradenbewegung
  - G12 Kreisbewegung im Uhrzeigersinn
  - G13 Kreisbewegung im Gegen-Uhrzeigersinn
  - G15 Kreisbewegung ohne Drehrichtungsangabe
  - G16 Kreisbewegung mit tangentialem Konturanschluß
- 

### Bohrzyklen

- G83 Tiefbohren
  - G200 Bohren
  - G201 Reiben
  - G202 Ausdrehen
  - G203 Universal-Bohren
  - G204 Rückwärts-Senken
  - G205 Universal-Tiefbohren
  - G208 Bohrfräsen
  - G84 Gewindebohren
  - G206 Gewindebohren NEU
  - G85 Gewindebohren GS (geregelt Spindel)
  - G207 Gewindebohren GS (geregelt Spindel) NEU
  - G86 Gewindeschneiden
- 

\*) Satzweise wirksame Funktion

## Taschen, Zapfen und Nuten

- G75 Rechteck-Taschenfräsen, Bearbeitungs-Richtung im Uhrzeigersinn
- G76 Rechteck-Taschenfräsen, Bearbeitungs-Richtung im Gegen-Uhrzeigersinn
- G212 Tasche schlichten
- G213 Zapfen schlichten
- G77 Kreistaschen-Fräsen, Bearbeitungs-Richtung im Uhrzeigersinn
- G78 Kreistaschen-Fräsen, Bearbeitungs-Richtung im Gegen-Uhrzeigersinn
- G214 Kreistasche schlichten
- G215 Kreiszapfen schlichten
- G74 Nutenfräsen
- G210 Nutpendelnd
- G211 Runde Nut

## Punktemuster

- G220 Punktemuster auf Kreis
- G221 Punktemuster auf Linien

## SL-Zyklen Gruppe I

- G37 Kontur-Unterprogramme festlegen
- G56 Vorbohren
- G57 Ausräumen
- G58 Konturfräsen im Uhrzeigersinn
- G59 Konturfräsen im Gegen-Uhrzeigersinn

## SL-Zyklen Gruppe II

- G37 Kontur-Unterprogramme festlegen
- G120 Kontur-Daten
- G121 Vorbohren
- G122 Räumen
- G123 Schlichten Tiefe
- G124 Schlichten Seite
- G125 Konturzug
- G127 Zylinder-Mantel
- G128 Zylinder-Mantel Nutenfräsen

## Abzeilen

- G60 Digitalisierdaten abarbeiten
- G230 Abzeilen
- G231 Regelfläche

## Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung

- G53 Nullpunkt-Verschiebung aus Nullpunkt-Tabellen
- G54 Nullpunkt-Verschiebung direkt eingeben
- G28 Spiegeln von Konturen
- G73 Koordinatensystem drehen
- G72 Maßfaktor; Konturen verkleinern/vergrößern
- G80 Bearbeitungsebene

## Sonder-Zyklen

- G04\* Verweilzeit
- G36 Spindel-Orientierung
- G39 Programm zum Zyklus deklarieren
- G79\* Zyklus-Aufruf

## Tastsystem-Zyklen

- G55\* Koordinaten messen
  - G400\* Grunddrehung 2 Punkte
  - G401\* Grunddrehung 2 Bohrungen
  - G402\* Grunddrehung 2 Zapfen
  - G403\* Grunddrehung über Rundtisch
  - G404\* Grunddrehung setzen
  - G405\* Grunddrehung über Rundtisch, Bohrungs-  
Mittelpunkt
- 

## Tastsystem-Zyklen

- G410\* Bezugspunkt Mitte Rechtecktasche
  - G411\* Bezugspunkt Mitte Rechteckzapfen
  - G412\* Bezugspunkt Mitte Bohrung
  - G413\* Bezugspunkt Mitte Kreiszapfen
  - G414\* Bezugspunkt Ecke außen
  - G415\* Bezugspunkt Ecke innen
  - G416\* Bezugspunkt Lochkreismitte
  - G417\* Bezugspunkt Tastsystemachse
  - G418\* Bezugspunkt Mitte von 4 Bohrungen
  - G420\* Messen Winkel
  - G421\* Messen Bohrung
  - G422\* Messen Kreiszapfen
  - G423\* Messen Rechtecktasche
  - G424\* Messen Rechteckzapfen
  - G425\* Messen Nut innen
  - G426\* Messen Steg außen
  - G427\* Messen beliebige Koordinate
  - G430\* Messen Lochkreis
  - G431\* Messen Ebene
- 

\*) Satzweise wirksame Funktion

### Bearbeitungs-Ebene festlegen

- G17 Ebene X/Y, Werkzeug-Achse Z
- G18 Ebene Z/X, Werkzeug-Achse Y
- G19 Ebene Y/Z, Werkzeug-Achse X
- G20 Vierte Achse ist Werkzeug-Achse

### Fase, Rundung, Kontur anfahren/verlassen

- G24\* Fase mit Fasenlänge R
- G25\* Ecken abrunden mit Radius R
- G26\* Kontur tangential anfahren auf Kreis mit Radius R
- G27\* Kontur tangential verlassen auf Kreis mit Radius R

### Werkzeug-Definition

- G99\* Werkzeug-Definition im Programm mit Länge L und Radius R

### Werkzeug-Radiuskorrekturen

- G40 Keine Radiuskorrektur
- G41 Werkzeug-Radiuskorrektur links von der Kontur
- G42 Werkzeug-Radiuskorrektur rechts von der Kontur
- G43 Achsparallele Radiuskorrektur; Verfahrensweg verlängern
- G44 Achsparallele Radiuskorrektur; Verfahrensweg verkürzen

### Maßangaben

- G90 Maßangaben absolut
- G91 Maßangaben inkremental (Kettenmaß)

### Maßeinheit festlegen (Programm-Anfang)

- G70 Maßeinheit Inch
- G71 Maßeinheit mm

### Rohteil für Grafik definieren

- G30 Ebene festlegen, Koordinaten MIN-Punkt
- G31 Maßangabe (mit G90, G91), Koordinaten MAX-Punkt

### Sonstige G-Funktionen

- G29 Letzte Position als Pol übernehmen
- G38 Programmlauf stoppen
- G51\* Nächste Werkzeug-Nummer aufrufen (nur bei zentralem Werkzeug-Speicher)
- G98\* Marke (Label-Nummer) setzen

\*) Satzweise wirksame Funktion

## Q-Parameter-Funktionen

- D00 Wert direkt zuweisen
  - D01 Summe aus zwei Werten bilden und zuweisen
  - D02 Differenz aus zwei Werten bilden und zuweisen
  - D03 Produkt aus zwei Werten bilden und zuweisen
  - D04 Quotient aus zwei Werten bilden und zuweisen
  - D05 Wurzel aus einer Zahl ziehen und zuweisen
  - D06 Sinus eines Winkels in Grad bestimmen und zuweisen
  - D07 Cosinus eines Winkels in Grad bestimmen und zuweisen
  - D08 Wurzel aus Summe der Quadrate zweier Zahlen ziehen und zuweisen (Pythagoras)
  - D09 Wenn gleich, Sprung zu angegebenem Label
  - D10 Wenn ungleich, Sprung zu angegebenem Label
  - D11 Wenn größer, Sprung zu angegebenem Label
  - D12 Wenn kleiner, Sprung zu angegebenem Label
  - D13 Winkel mit arctan aus zwei Seiten oder sin und cos des Winkels bestimmen und zuweisen
  - D14 Text am Bildschirm ausgeben
  - D15 Text oder Parameter-Inhalte über die Datenschnittstelle ausgeben
  - D19 Zahlenwerte oder Q-Parameter an die PLC übergeben
-

## Adressen

|   |                                                        |   |                                                          |
|---|--------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------|
| % | Programm-Anfang                                        | R | Polarkoordinaten-Radius bei G10/G11/G12/<br>G13/G15/G16/ |
| A | Schwenk-Achse um X                                     | R | Kreis-Radius bei G02/G03/G05                             |
| B | Schwenk-Achse um Y                                     | R | Rundungs-Radius bei G25/G26/G27                          |
| C | Dreh-Achse um Z                                        | R | Fasen-Länge bei G24                                      |
| D | Q-Parameter-Funktionen definieren                      | R | Werkzeug-Radius bei G99                                  |
| E | Toleranz für Rundungskreis mit M112                    | S | Spindeldrehzahl in U/min                                 |
| F | Vorschub in mm/min bei Positionier-Sätzen              | S | Winkel für Spindel-Orientierung bei G36                  |
| F | Verweilzeit in sec bei G04                             | T | Werkzeug-Nummer bei G99                                  |
| F | Maßfaktor bei G72                                      | T | Werkzeug-Aufruf                                          |
| G | G-Funktionen (siehe Liste G-Funktionen)                | T | Nächstes Werkzeug aufrufen bei G51                       |
| H | Polarkoordinaten-Winkel                                | U | Parallel-Achse zu X                                      |
| H | Drehwinkel bei G73                                     | V | Parallel-Achse zu Y                                      |
| I | X-Koordinate des Kreis-Mittelpunktes/Pols              | W | Parallel-Achse zu Z                                      |
| J | Y-Koordinate des Kreis-Mittelpunktes/Pols              | X | X-Achse                                                  |
| K | Z-Koordinate des Kreis-Mittelpunktes/Pols              | Y | Y-Achse                                                  |
| L | Marke (Label-Nummer) setzen bei G98                    | Z | Z-Achse                                                  |
| L | Zu einer Marke (Label-Nummer) springen                 | * | Zeichen für Satzende                                     |
| L | Werkzeug-Länge bei G99                                 |   |                                                          |
| M | Zusatz-Funktion                                        |   |                                                          |
| N | Satz-Nummer                                            |   |                                                          |
| P | Zyklus-Parameter bei Bearbeitungs-Zyklen               |   |                                                          |
| P | Wert oder Q-Parameter bei Q-Parameter-<br>Definitionen |   |                                                          |
| Q | Parameter(Platzhalter)-Bezeichnung                     |   |                                                          |

# Zusatz-Funktionen M

- M00 Programmlauf-Halt/Spindel-Halt/Kühlmittel-Aus
- M02 Programmlauf-Halt/Spindel-Halt/Kühlmittel-Aus  
Rücksprung zu Satz1/ggf. Status-Anzeige  
löschen
- M03 Spindel-Ein im Uhrzeigersinn
- M04 Spindel-Ein im Gegen-Uhrzeigersinn
- M05 Spindel-Halt
- M06 Werkzeugwechsel-Freigabe/Programmlauf-Halt  
(abhängig von Maschinen-Parameter) Spindel-  
Halt
- M08 Kühlmittel-Ein
- M09 Kühlmittel-Aus
- M13 Spindel-Ein im Uhrzeigersinn/Kühlmittel-Ein
- M14 Spindel-Ein im Gegen-Uhrzeigersinn/  
Kühlmittel-Ein
- M30 Gleiche Funktion wie M02
- M89 Freie Zusatz-Funktion oder  
Zyklus-Aufruf, modal wirksam (abhängig von  
Maschinen-Parameter)
- M90 Konstante Bahngeschwindigkeit an Ecken  
(wirkt nur im geschleppten Betrieb)
- M91 Im Positioniersatz: Koordinaten beziehen sich  
auf den Maschinen-Nullpunkt
- M92 Im Positioniersatz: Koordinaten beziehen sich  
auf eine vom Maschinen-Hersteller festgelegte  
Position
- M93 Reserviert

- M94 Anzeige der Drehachse auf einen Wert unter  
360 Grad reduzieren
- M95 Reserviert
- M96 Reserviert
- M97 Kleine Konturstufen bearbeiten
- M98 Ende der Bahnkorrektur
- M99 Zyklus-Aufruf, satzweise wirksam
- M101 Automatischer Werkzeugwechsel nach Ablauf der  
Standzeit
- M102 M101 rücksetzen
- M103 Vorschub beim Eintauchen reduzieren auf Faktor F
- M104 Zuletzt gesetzten Bezugspunkt wieder aktivieren
- M105 Bearbeitung mit erstem  $k_v$ -Faktor durchführen
- M106 Bearbeitung mit zweitem  $k_v$ -Faktor durchführen
- M107 Siehe Benutzer-Handbuch
- M108 M107 rücksetzen
- M109 Konstante Bahngeschwindigkeit an der  
Werkzeugschneide bei Radien (Vorschub-  
Erhöhung und -Reduzierung)
- M110 Konstante Bahngeschwindigkeit an der  
Werkzeugschneide bei Radien  
(nur Vorschub-Reduzierung)
- M111 M109/M110 rücksetzen
- M114 Autom. Korrektur der Maschinengeometrie beim  
Arbeiten mit Schwenkachsen



---

|                    |                                                                                                      |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| M115               | M114 rücksetzen                                                                                      |
| M116               | Vorschub bei Winkelachsen in mm/min                                                                  |
| M117               | M116 rücksetzen                                                                                      |
| M118 <sup>1)</sup> | Handrad-Positionierung während des<br>Programmablaufs überlagern                                     |
| M120 <sup>1)</sup> | Radiuskorrigierte Position vorausberechnen<br>LOOK AHEAD                                             |
| M126               | Drehachsen wegoptimiert verfahren                                                                    |
| M127               | M126 rücksetzen                                                                                      |
| M128               | Position der Werkzeugspitze beim Positionieren<br>von Schwenkachsen beibehalten (TCPM) <sup>1)</sup> |
| M129               | M128 rücksetzen                                                                                      |
| M130               | Im Positioniersatz: Punkte beziehen sich auf das<br>ungeschwenkte Koordinatensystem                  |
| M134               | Genauhalt beim Positionieren mit Drehachsen                                                          |
| M135               | M134 rücksetzen                                                                                      |
| M136               | Vorschub F in Mikrometer pro Spindelumdrehung                                                        |
| M137               | Vorschub F in Millimeter pro Minute                                                                  |
| M138               | Auswahl von Schwenkachsen für M114, M128 und<br>Zyklus Bearbeitungsebene schwenken                   |
| M200               | Zusatz-Funktionen                                                                                    |
| ⋮                  | für Laser-Schneidmaschinen                                                                           |
| M204               | Siehe Benutzer-Handbuch                                                                              |

---

<sup>1)</sup> TCPM: Tool Center Point Management

# HEIDENHAIN

---

## **DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH**

Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5

**83301 Traunreut, Germany**

☎ +49 (8669) 31-0

FAX +49 (8669) 5061

E-Mail: [info@heidenhain.de](mailto:info@heidenhain.de)

---

**Technical support** FAX +49 (8669) 31-1000

E-Mail: [service@heidenhain.de](mailto:service@heidenhain.de)

**Measuring systems** ☎ +49 (8669) 31-3104

E-Mail: [service.ms-support@heidenhain.de](mailto:service.ms-support@heidenhain.de)

**TNC support** ☎ +49 (8669) 31-3101

E-Mail: [service.nc-support@heidenhain.de](mailto:service.nc-support@heidenhain.de)

**NC programming** ☎ +49 (8669) 31-3103

E-Mail: [service.nc-pgm@heidenhain.de](mailto:service.nc-pgm@heidenhain.de)

**PLC programming** ☎ +49 (8669) 31-3102

E-Mail: [service.plc@heidenhain.de](mailto:service.plc@heidenhain.de)

**Lathe controls** ☎ +49 (711) 952803-0

E-Mail: [service.hsf@heidenhain.de](mailto:service.hsf@heidenhain.de)

---

**[www.heidenhain.de](http://www.heidenhain.de)**