



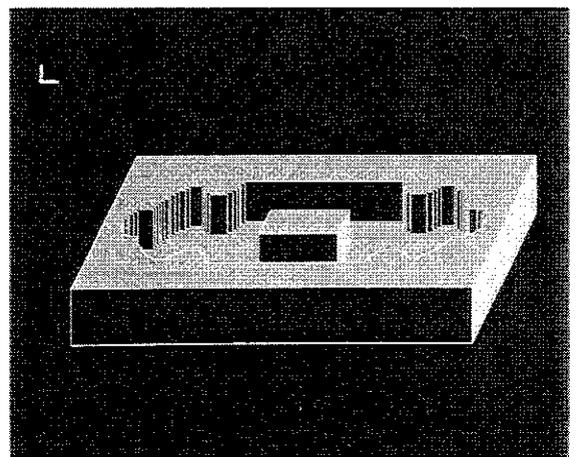
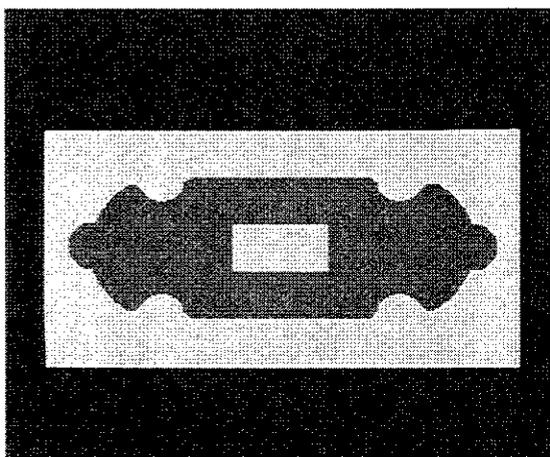
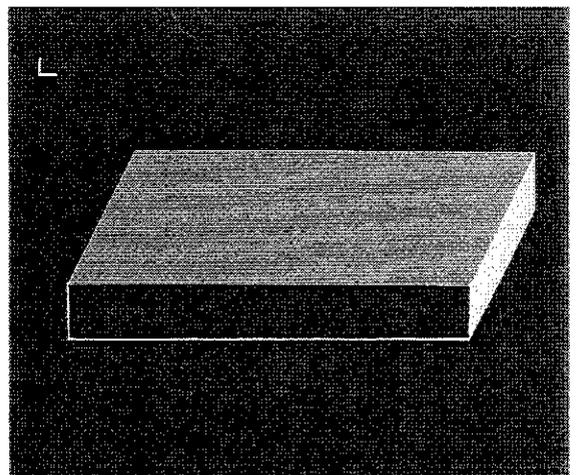
# TNC

Bahnsteuerungen

Programmierbeispiele

Klartext-Programmierung

```
PROGRAMM-EINSPEICHERN
SICHERHEITSABSTAND 0
19 CYCL DEF 15.0 VORBOHREN
20 CYCL DEF 15.1 ABST 12,000
    TIEFE -20,000
21 CYCL DEF 15.2 ZUSTLG-20,000
    F500 RUFM +1,000
22 CYCL CALL
M
-----
1ST X + 120,000 Y + 84,550
    Z - 50,000 W + 180,000
    R + 0,000
ROT +0,000 SCL 0,700000
T0 Z R 0 MS/S
```



## **Bevor Sie anfangen ....**

Ergänzend zum ausführlichen Bediener-Handbuch sollen die HEIDENHAIN Programmierbeispiele dazu beitragen, daß Sie die vielseitigen Fähigkeiten Ihrer TNC-Bahnsteuerung schnell und umfassend nutzen. Denn Beispiele versteht man oft besser und schneller als wortreiche Erklärungen.

Insgesamt 41 Anwendungsbeispiele, ausführlich kommentiert und nach steigendem Schwierigkeitsgrad geordnet, führen Sie durch die gesamte Programmierung Ihrer TNC. Für jeden ist das Richtige dabei:

Einfache Beispiele für den NC-Einsteiger, in der Schulung oder im Selbststudium, vermitteln den ersten Kontakt zur Fertigungs-Praxis (siehe Seite 5 bis 83).

Aufwendigere Programm-Strukturen mit Unterprogramm-Technik, Nullpunkt-Verschiebung und Parameter-Programmierung geben auch dem Fertigungsprofi an der Maschine wertvolle Hinweise für die beste Lösung seiner Fertigungsaufgaben (siehe Seite 85 bis Seite 152).

Sie laufen auf der HEIDENHAIN Bahnsteuerung TNC355, können aber auch für die Typen TNC155 /151 verwendet werden.

Je nach Steuerungstyp sind bei der Angabe von Polar-Koordinaten und Kettenmaßen unterschiedliche Bedienabläufe erforderlich. Bitte beachten Sie die Hinweise auf der nächsten Seite.

Für den Programm-Test mit der Bildschirm-Grafik (TNC355, TNC155) sind jeweils zu Programm-Beginn die Rohteil-Abmessungen (BLK FORM- Sätze) programmiert. Da diese Sätze zur eigentlichen Bearbeitung nicht erforderlich sind, wurden sie bei der Numerierung der Programm-Sätze nicht mitgezählt.

Auf der TNC151 ist kein Programm-Test mit der Bildschirm-Grafik möglich. Prüfen Sie das Programm in diesem Fall in Betriebsart "Programm-Test" oder besser noch mit einem Probewerkstück.

Die Technologiedaten sind Tabellenwerte und müssen den jeweiligen Arbeitsbedingungen angepaßt werden.

Natürlich wurden alle Programmierbeispiele sorgfältig getestet. Überprüfen Sie dennoch jedes eingegebene Programm, bevor Sie mit der Bearbeitung beginnen. Für nicht ordnungsgemäß durchgeführte Bearbeitungen mit den folgenden Programmen und deren Folgen kann HEIDENHAIN keine Gewährleistung übernehmen.

# Unterschiede bei der Programm-Eingabe zwischen TNC 355 und TNC 155/151

In diesem Heft sind die Bedienabläufe für die TNC 355 aufgeführt.

Bei der TNC355 sind die von der TNC155/151 gewohnten, roten Kontroll-Lämpchen auf dem Bedienfeld entfallen. Dadurch haben sich die Bedienabläufe für die Eingabe von Polarkoordinaten und Kettenmaß-Angaben geändert.

## Polarkoordinaten

TNC155/151: Zuerst Taste **P**, dann Dialog-Eröffnungstaste für Geraden- oder Kreisinterpolation drücken.

Taste **P** ist selbthaltend (Kontroll-Lämpchen leuchtet). Vor Eingabe eines Satzes mit Kartesischen Koordinaten Taste **P** erneut drücken (Kontroll-Lämpchen erlischt).

TNC355: Zuerst Dialog-Eröffnungstaste für Geraden- oder Kreisinterpolation drücken. Anschließend Taste **P** drücken.

TNC 155/151:

<b>P</b>		.. LP	PR+40,000	PA+10,000	
				R	F
				M	

TNC 355:

	<b>P</b>	.. LP	PR+40,000	PA+10,000	
				R	F
				M	

## Kettenmaß

TNC155/151: Taste **I** ist selbthaltend. Nach Drücken der Taste gelten alle eingegebenen Koordinaten als Kettenmaß-Werte (Kontroll-Lämpchen leuchtet). Zur Eingabe von Absolutmaß-Angaben Taste **I** erneut drücken (Kontroll-Lämpchen erlischt).

TNC355: Taste **I** ist nicht selbthaltend. Für jede Kettenmaß-Angabe Taste **I** drücken.

TNC 155/151:

	<b>I</b>				
		L ..	IX+10,000	IY+20,000	
			Z-10,000	R	F
				M	

**I**

TNC 355:

	<b>I</b>				
		L ..	IX+10,000	IY+20,000	
			Z-10,000	R	F
				M	



**Tangentiales Anfahren** (PGM 100)

**Geraden fräsen** (PGM 110 - PGM 160)

**Kreise fräsen** (PGM 210 - PGM 285)

**Schraubenlinien fräsen** (PGM 310 - PGM 330)

**Bearbeitungszyklen** (PGM 410 - PGM 470)

**Unterprogramm-Technik** (PGM 510 - PGM 530)

**Koordinaten-Umrechnungen** (PGM 610 - PGM 650)

**Parameter-Programmierung** (PGM 710 - PGM 730)

**Programm-Aufruf** (PGM 810/9990 - PGM 820/9995)

# Inhalt

	PGM	Seite
<b>Tangentiales Anfahren und Verlassen einer Kontur</b>		
Anfahren und Verlassen einer Kontur .....	100	6
<b>Geraden fräsen mit der Vertikal-Spindel</b>		
Rechtwinklige Koordinaten .....	110	10
Polarkoordinaten .....	120	12
Fasen .....	130	14
Geraden fräsen im Raum .....	140	16
<b>Geraden fräsen mit der Horizontal-Spindel</b>		
Endpunkt in rechtwinkligen Koordinaten .....	150	18
Endpunkt in Polarkoordinaten .....	160	20
<b>Kreise fräsen mit der Vertikal-Spindel</b>		
Ecken runden .....	210	24
Mittelpunkt und Endpunkt, Endpunkt in rechtwinkligen Koordinaten .....	220	26
Mittelpunkt und Endpunkt, Endpunkt in Polarkoordinaten .....	225	28
Radius und Endpunkt, Endpunkt in rechtwinkligen Koordinaten .....	230	30
Tangentialer Konturanschluß, Endpunkt in rechtwinkligen Koordinaten .....	240	32
Tangentialer Konturanschluß, Endpunkt in Polarkoordinaten .....	245	34
<b>Kreise fräsen mit der Horizontal-Spindel</b>		
Ecken runden .....	250	36
Mittelpunkt und Endpunkt, Endpunkt in rechtwinkligen Koordinaten .....	260	38
Mittelpunkt und Endpunkt, Endpunkt in Polarkoordinaten .....	265	40
Radius und Endpunkt, Endpunkt in rechtwinkligen Koordinaten .....	270	42
Tangentialer Konturanschluß, Endpunkt in rechtwinkligen Koordinaten .....	280	44
Tangentialer Konturanschluß, Endpunkt in Polarkoordinaten .....	285	46
<b>Schraubenlinien fräsen</b>		
Mit der Vertikalspindel, Programmierung über einen CP-Satz .....	310	50
Mit der Horizontalspindel, Programmierung über einen CP-Satz .....	320	52
Mit der Horizontalspindel und einem NC-Rundtisch (C-Achse) .....	330	54
<b>Bearbeitungszyklen</b>		
Tiefbohren .....	410	58
Gewindebohren .....	420	62
Nutenfräsen .....	430	64
Rechteck-Taschen fräsen .....	440	66
Kreistaschenfräsen .....	450	68
Fräsen einer Tasche mit beliebiger Kontur (Beispiel 1) .....	460	70
Fräsen einer Tasche mit beliebiger Kontur (Beispiel 2) .....	470	78

## Unterprogramm-Technik

Werkzeugwechsel	510	86
Fräsen eines Bearbeitungsbildes	520	90
Fräsen eines Sechskant-Stempels	530	92

## Koordinaten-Umrechnungen

Nullpunkt-Verschiebung	610	96
Drehung des Koordinaten-Systems	620	100
Verschiebung des Koordinaten-Systems mit anschließender Drehung	630	102
Spiegeln einer Kontur	640	106
Verkleinern/Vergößern von Konturen	650	110

## Parameter-Programmierung

Bohrbilder auf Teilkreis	710	114
Ziehstempel fräsen, Beispiel Zylinderhälfte	720	120
Ziehstempel fräsen, Beispiel abgerundeter Quader	730	128

## Frei programmierbarer Zyklus (Programm-Aufruf)

Tiefbohren mit Spanbrechen – Hauptprogramm	810	138
Tiefbohren mit Spanbrechen – Zyklus	9990	142
Abzeilen mit Tiefenzustellung – Hauptprogramm	820	144
Abzeilen mit Tiefenzustellung – Zyklus	9995	148



# TNC

Bahnsteuerungen

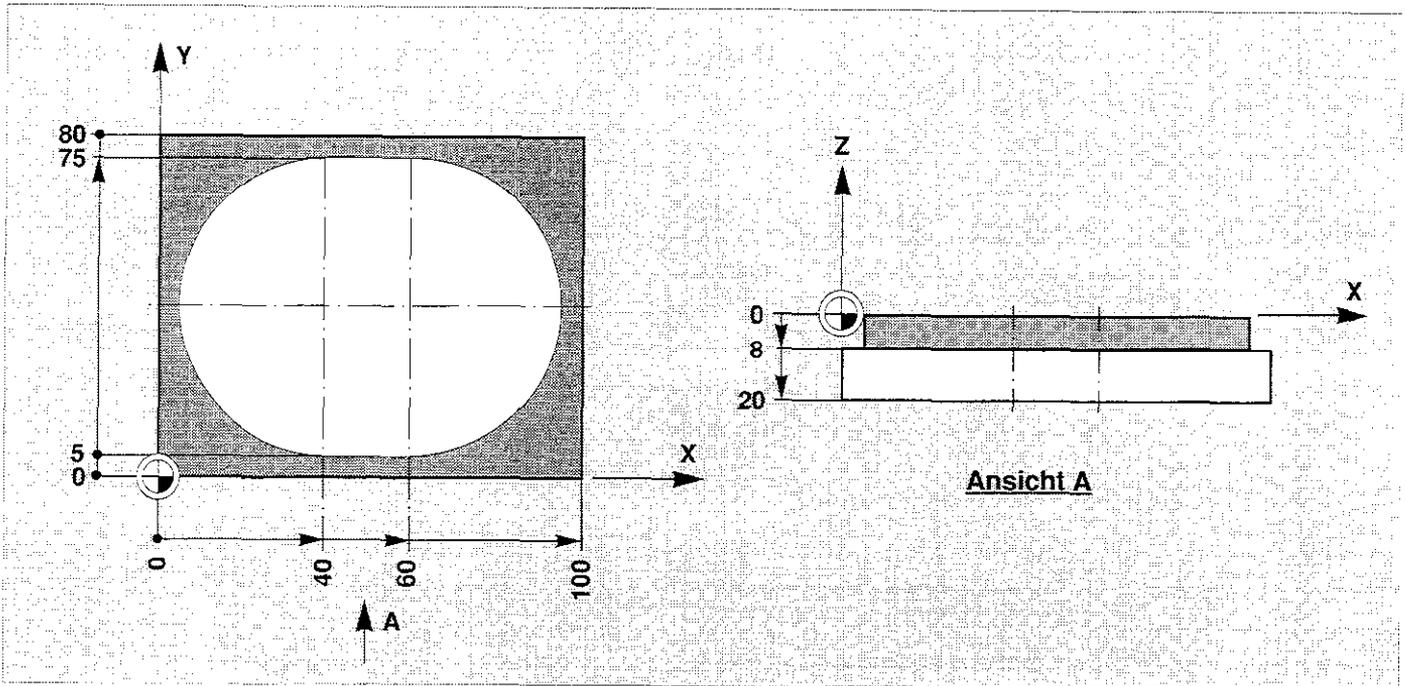
Tangentiales Anfahren und  
Verlassen einer Kontur

PGM 100



# Tangentiales Anfahren und Verlassen einer Kontur

mit einem RND-Satz



```

PGM NR 0 BEGIN PGM 100      MM
BLK TOBL .. BLK FORM 0.1   Z X+0,000
                                Y+0,000
                                Z-20,000
.. BLK FORM 0.2            X+100,000
                                Y+80,000
                                Z+0,000
    
```

Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: 100mm x 80mm x 20mm  
 Werkzeug: Schrupp-/Schlichtfräser Ø 22mm, 6 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert (Siehe auch Unterprogrammtechnik.)

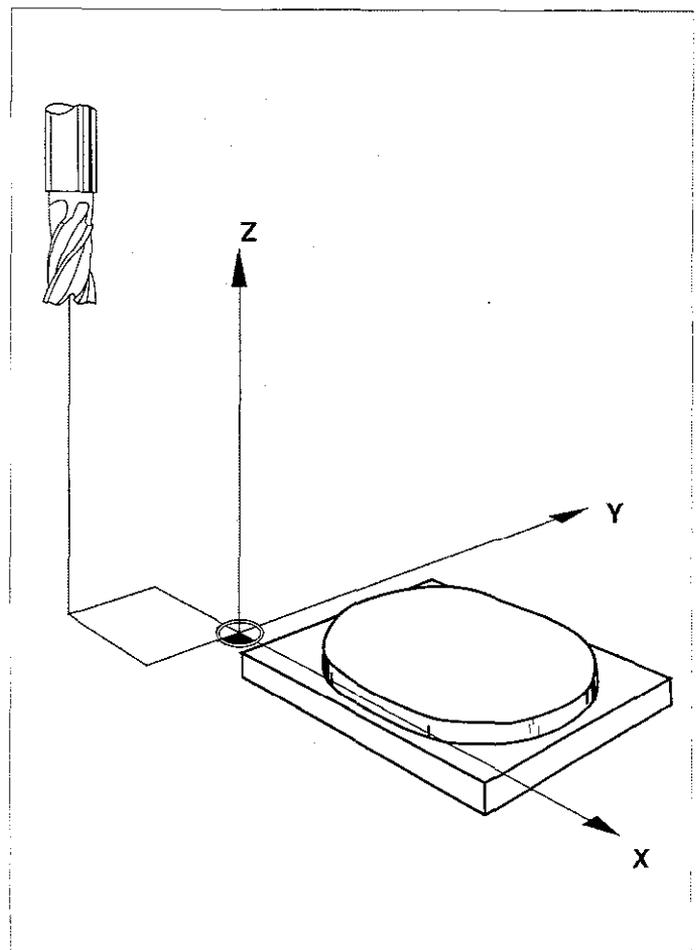
```

LBL SET 1 LBL 1
TOOL CALL 2 TOOL CALL 0      Z
                                S
L 3 L Z+100,000
                                R F15999 M09
L 4 L X-50,000                Y-50,000
                                R0 F M05
LBL SET 5 LBL 0
    
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs. (Programmlauf-STOP in Satz 7 wird nur für manuellen Werkzeugwechsel benötigt.) Positionieren auf Frästiefe

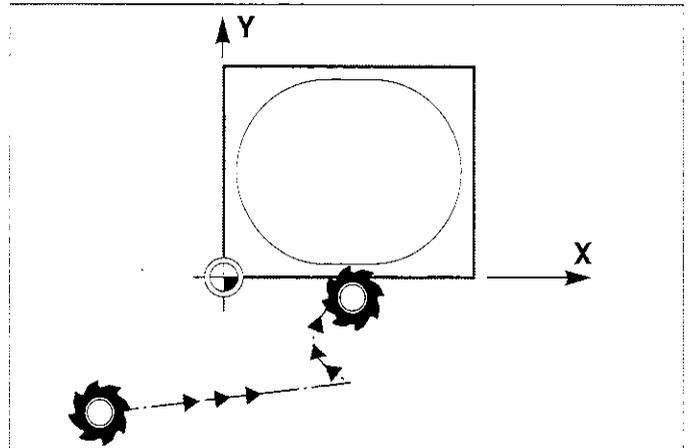
```

TOOL DEF 6 TOOL DEF 10      L+0,000
                                R+11,000
STOP 7 STOP
                                M06
TOOL CALL 8 TOOL CALL 10    Z
                                S
                                2000,000
L 9 L Z-8,000
                                R F15999 M
    
```



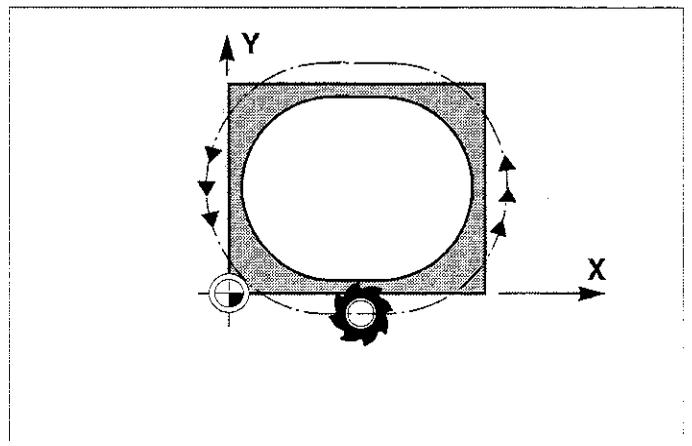
Zum tangentialen Anfahren der Kontur wird ein Hilfspunkt (Satz 10), der erste Konturpunkt (Satz 11) und der RND-Satz (Satz 12) benötigt. Dabei muß ein Wechsel der Radiuskorrektur von R0 zu RR bzw. RL stattfinden.

	10 L	X+50,000	Y-40,000		
				R0	F M
	11 L	X+50,000	Y+5,000		
				RR	F1200 M13
	12 RND	R15,000			
					F



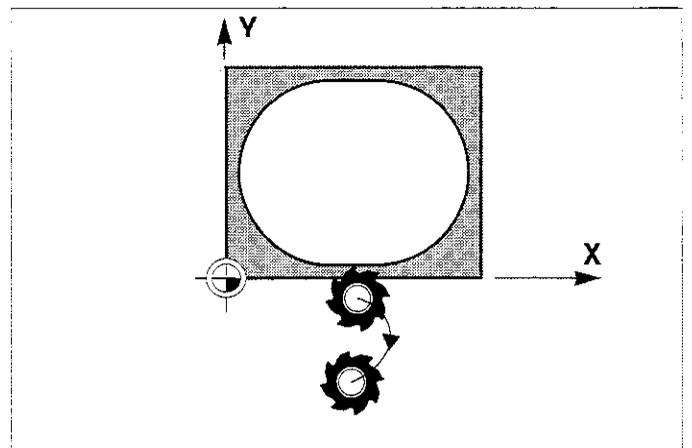
Fräsen der Kontur.

	13 L	X+60,000		R	F M
			Y+75,000		
	14 CT	X+60,000		R	F M
	15 L	X+40,000		R	F M
	16 CT	X+40,000	Y+5,000	R	F M



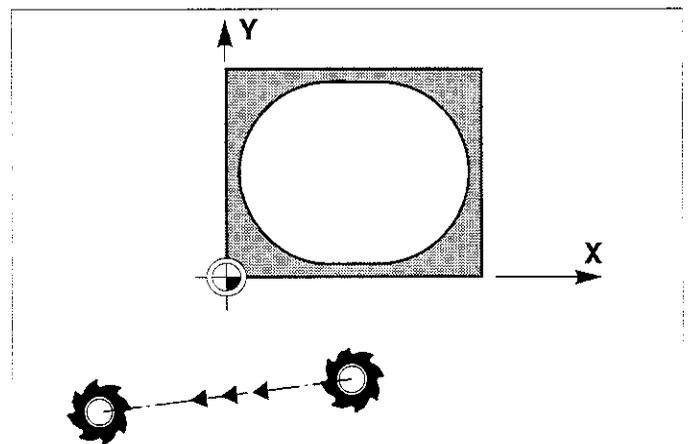
Zum tangentialen Verlassen der Kontur wird der letzte Konturpunkt (Satz 17), der RND-Satz (Satz 18) und ein Hilfspunkt (Satz 19) benötigt. Dabei muß ein Wechsel der Radiuskorrektur von RR bzw. RL zu R0 stattfinden.

	17 L	X+50,000	Y+5,000		
				RR	F M
	18 RND	R15,000			
					F
	19 L	X+50,000	Y-40,000		
				R0	F15999 M09



Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1). Programm-Ende.

	20 CALL	LBL 1	REP		
	21 END	PGM 100		MM	



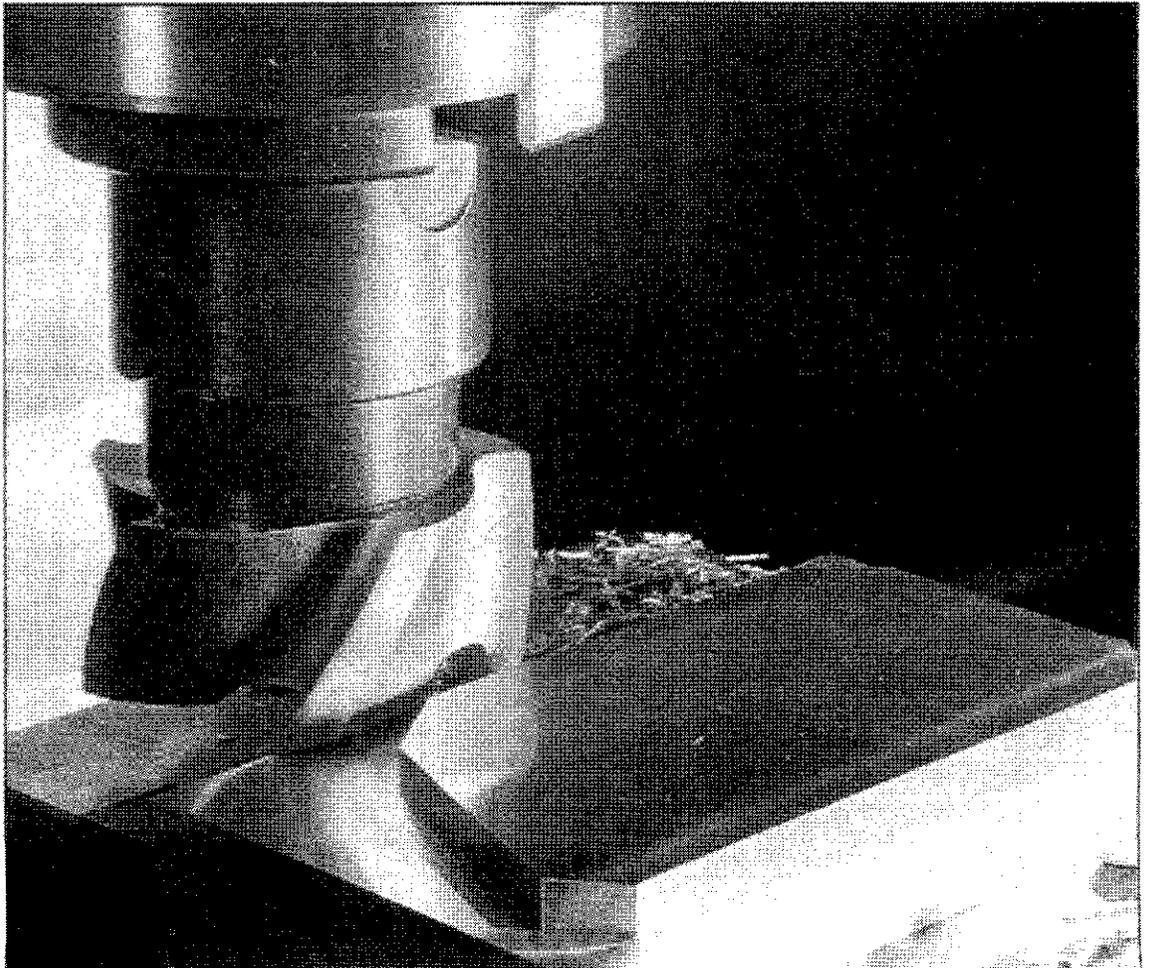


# TNC

Bahnsteuerungen

Geraden Fräsen

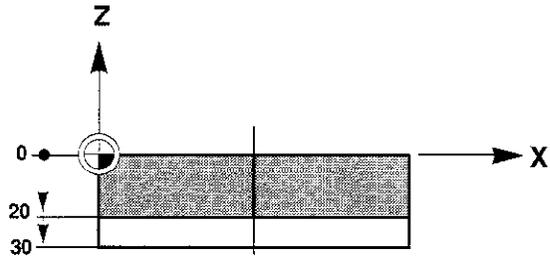
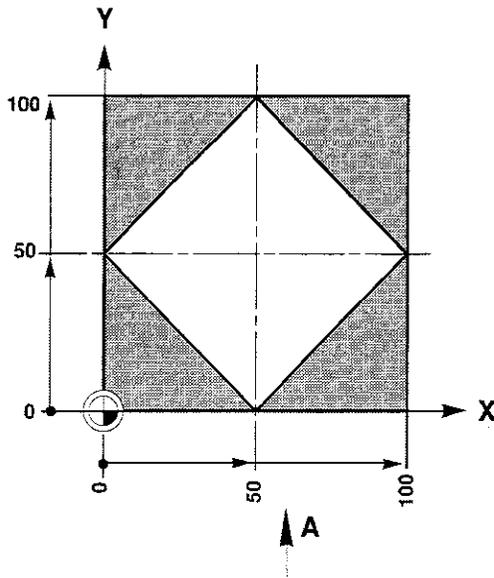
PGM 110 - PGM 160



# Geraden fräsen

mit der Vertikal-Spindel

Endpunkte in rechtwinkligen Koordinaten



Ansicht A

```

PGM 0 BEGIN PGM 110          MM
BLK .. BLK FORM 0.1          Z X+0,000
                                Y+0,000          Z-30,000
BLK .. BLK FORM 0.2          X+100,000
                                Y+100,000          Z+0,000
    
```

Werkstoff: Aluminium

Roh-Maße: 100mm x 100mm x 30mm

Werkzeug: Walzenstirnfräser Ø 40mm, 8 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert. (Siehe auch Unterprogrammtechnik.)

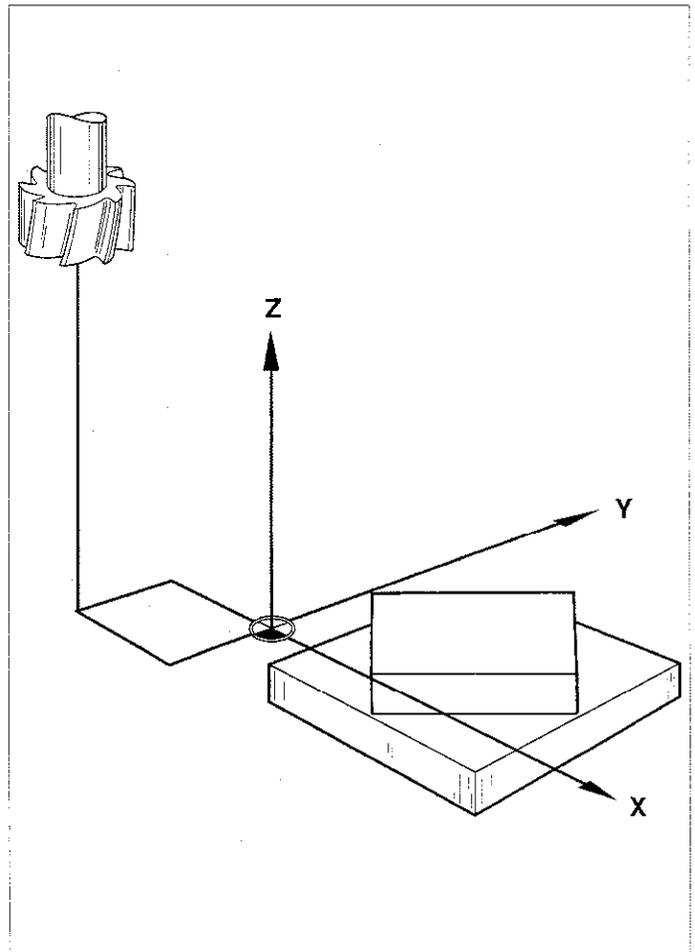
```

LBL 1 LBL 1
TOOL 2 TOOL CALL 0 Z
                                S
L 3 L Z+100,000
                                R F15999 M09
L 4 L X-50,000
                                Y-50,000
                                R0 F M05
LBL 5 LBL 0
    
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs. (Programmlauf-STOP in Satz 7 wird nur für manuellen Werkzeugwechsel benötigt.)

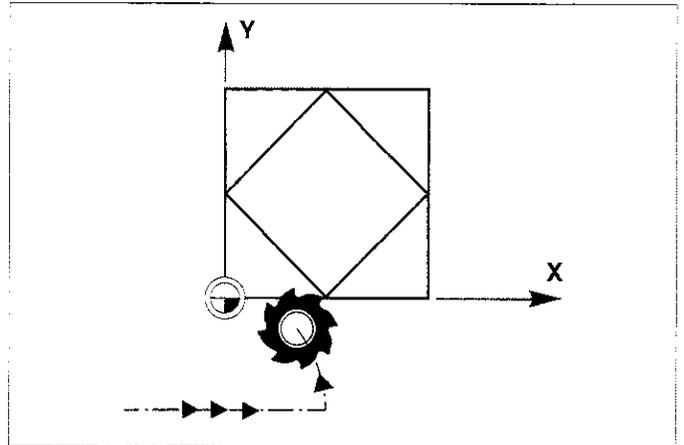
```

TOOL 6 TOOL DEF 11          L+0,000
                                R+20,000
STOP 7 STOP
                                M06
TOOL 8 TOOL CALL 11          Z
                                S 1250,000
    
```



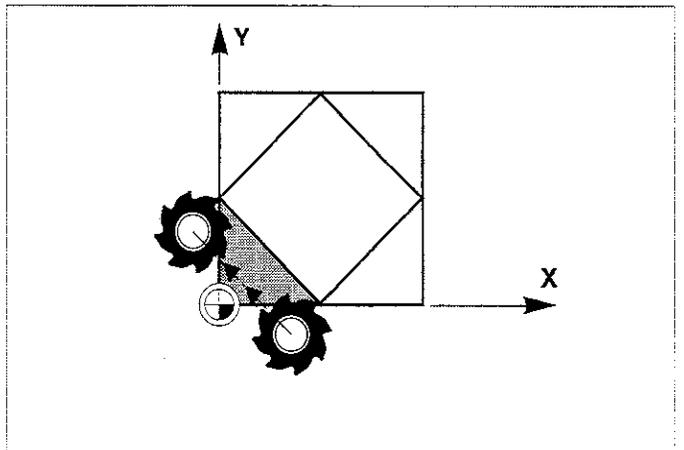
Zum tangentialen Anfahren der Kontur wird ein Hilfspunkt benötigt.

	9 L	X+50,000	Y-50,000	
			R0 F15999	M
	10 L	Z-20,000		
			R F	M
	11 L	X+50,000	Y+0,000	
			RL F1000	M13
	12 RND	R5,000		
			F	



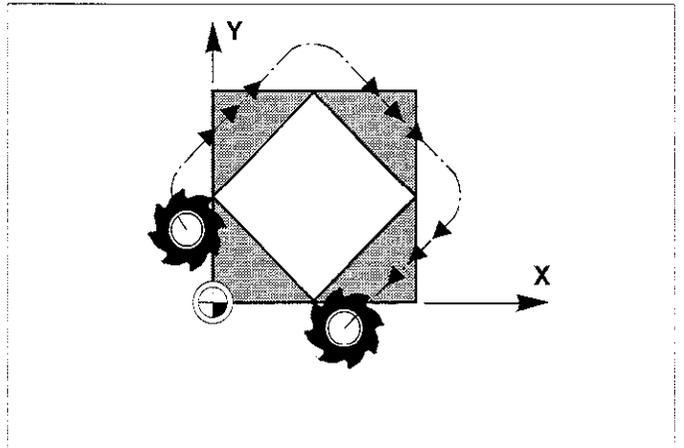
Fräsen der ersten Geraden.

	13 L	X+0,000	Y+50,000	
			R F	M



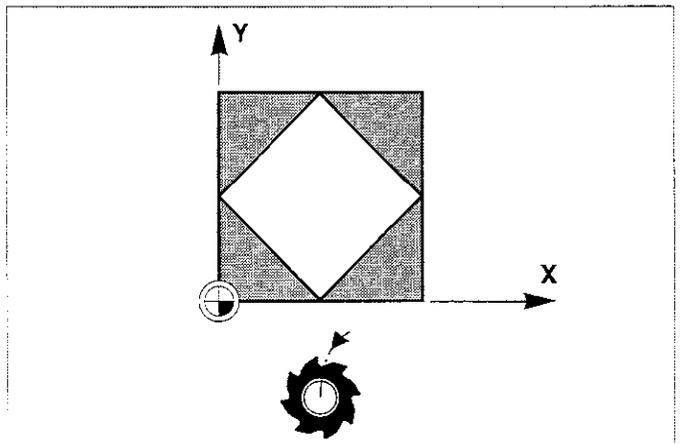
Fräsen der weiteren Geraden.

	14 L	X+50,000	Y+100,000	
			R F	M
	15 L	X+100,000	Y+50,000	
			R F	M
	16 L	X+50,000	Y+0,000	
			RL F	M



Tangentiales Verlassen der Kontur (Satz 16, 17 und 18), Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1). Programm-Ende.

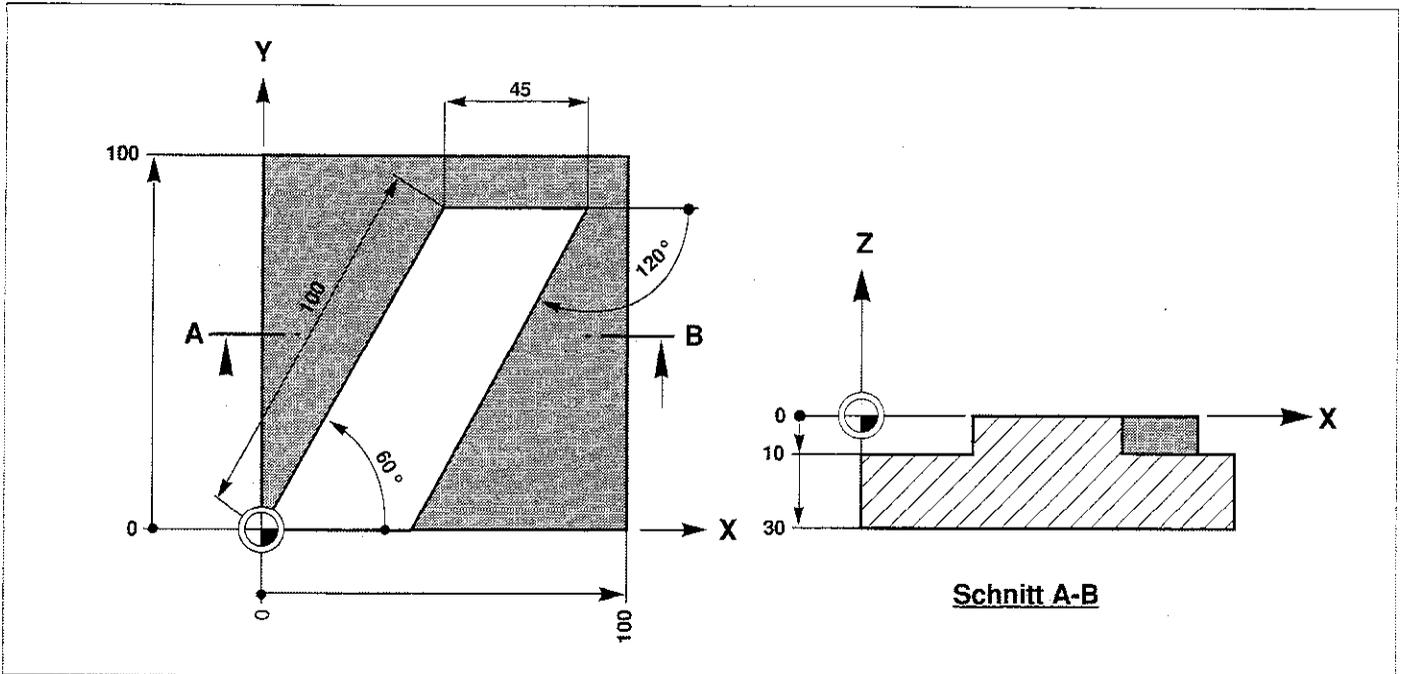
	17 RND	R5,000		
			F	
	18 L	X+50,000	Y-50,000	
			R0 F15999	M09
	19 CALL	LBL 1	REP	
	20 END	PGM 110	MM	



# Geraden fräsen

mit der Vertikal-Spindel

Endpunkte in Polarkoordinaten



```

PGM NR 0 BEGIN PGM 120      MM
BLK FORM .. BLK FORM 0.1    Z X+0,000
                                Y+0,000
                                Z-30,000
.. BLK FORM 0.2            X+100,000
                                Y+100,000
                                Z+0,000
    
```

Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: 100mm x 100mm x 30mm  
 Werkzeug: Walzenstirnfräser Ø 50mm, 8 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

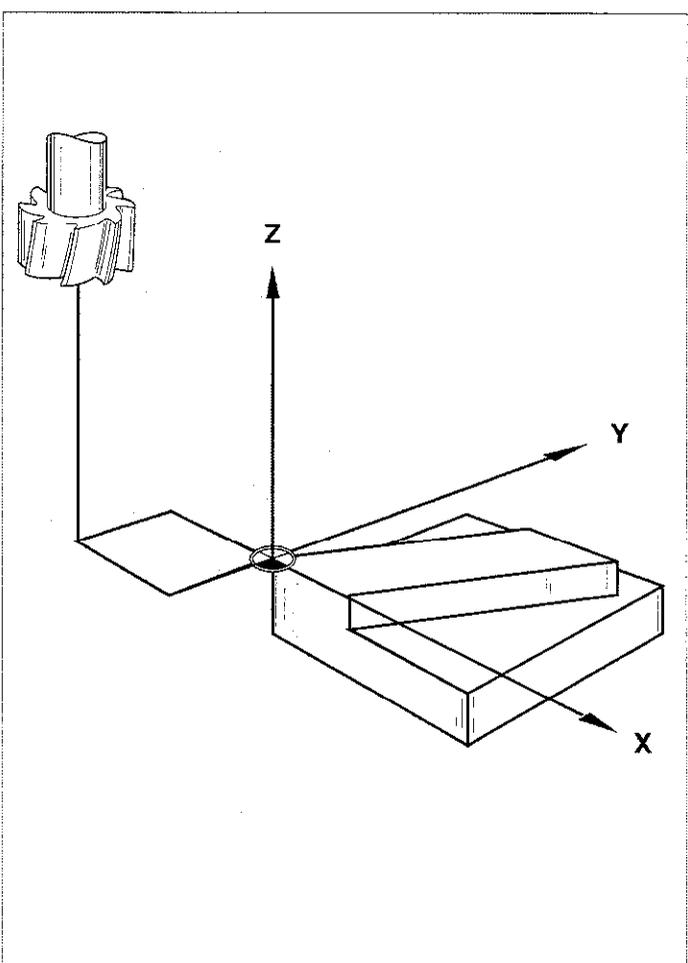
```

LBL SET 1 LBL 1
TOOL CALL 2 TOOL CALL 0      Z
                                S
3 L Z+100,000
                                R F15999 M09
4 L X-50,000                  Y-50,000
                                R0 F M05
LBL SET 5 LBL 0
    
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

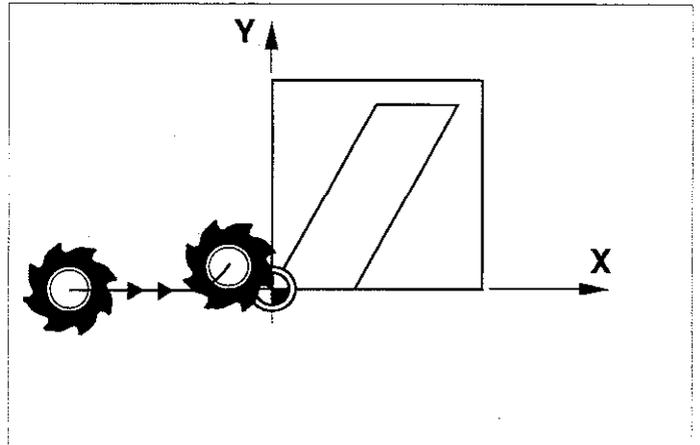
```

TOOL DEF 6 TOOL DEF 21      L+0,000
                                R+25,000
7 STOP
                                M06
TOOL CALL 8 TOOL CALL 21    Z
                                S 1000,000
    
```



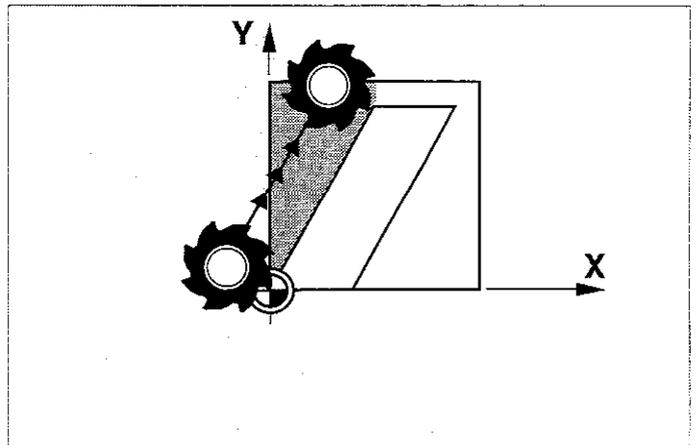
Zum tangentialen Anfahren der Kontur wird ein Hilfspunkt benötigt.

	9 L	X-50,000	Y+0,000
			R0 F15999 M
	10 L	Z-10,000	
			R F M
	11 L	X+0,000	Y+0,000
			RL F800 M13
	12 RND	R5,000	
			F



Festlegen des Pols, Fräsen der ersten Geraden, Endpunkt festgelegt über Pol CC (Satz 13), Radius PR und Winkel PA (Satz 14).

	13 CC	X+0,000	Y+0,000
	14 LP	PR+100,000	PA+60,000
			R F M

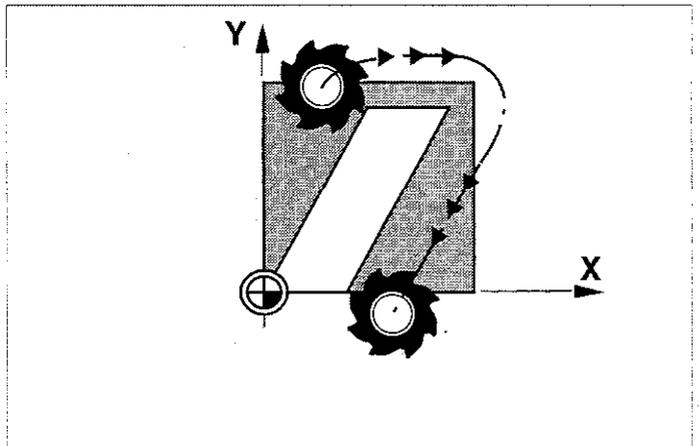


Fräsen der weiteren Geraden, als Pol-Definition wird jeweils die letzte Ist-Position des Werkzeugs übernommen.

			
	18 LP	PR+100,000	PA-120,000
			RL F M

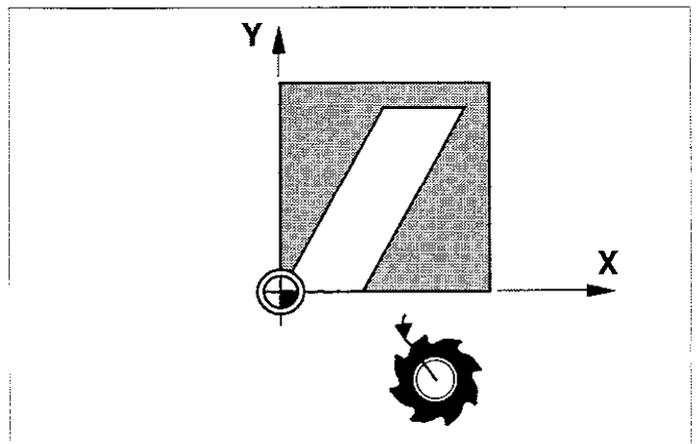
Satz 18 könnte auch lauten:

	18 LP	PR-100,000	PA+60,000
			RL F M



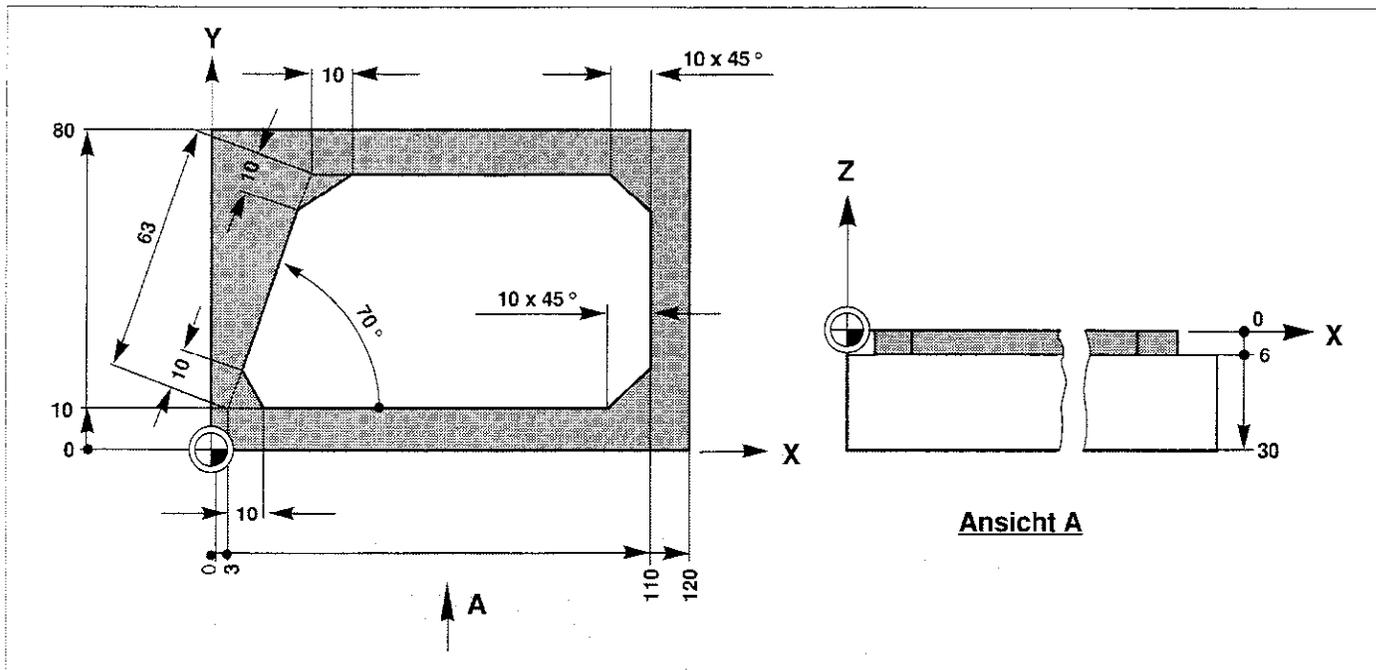
Tangentiales Verlassen der Kontur (Satz 18, 19 und 20), Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm (LBL 1), Programm-Ende.

	19 RND	R5,000	
			F
	20 L	IX+15,000	IY-30,000
			R0 F15999 M09
	21 CALL LBL 1	REP	
	22 END PGM 120		MM



# Geraden fräsen

mit der Vertikal-Spindel  
Fasen



	0	BEGIN	PGM 130	MM
	..	BLK	FORM 0.1	Z X+0,000
			Y+0,000	Z-30,000
	..	BLK	FORM 0.2	X+120,000
			Y+80,000	Z+0,000

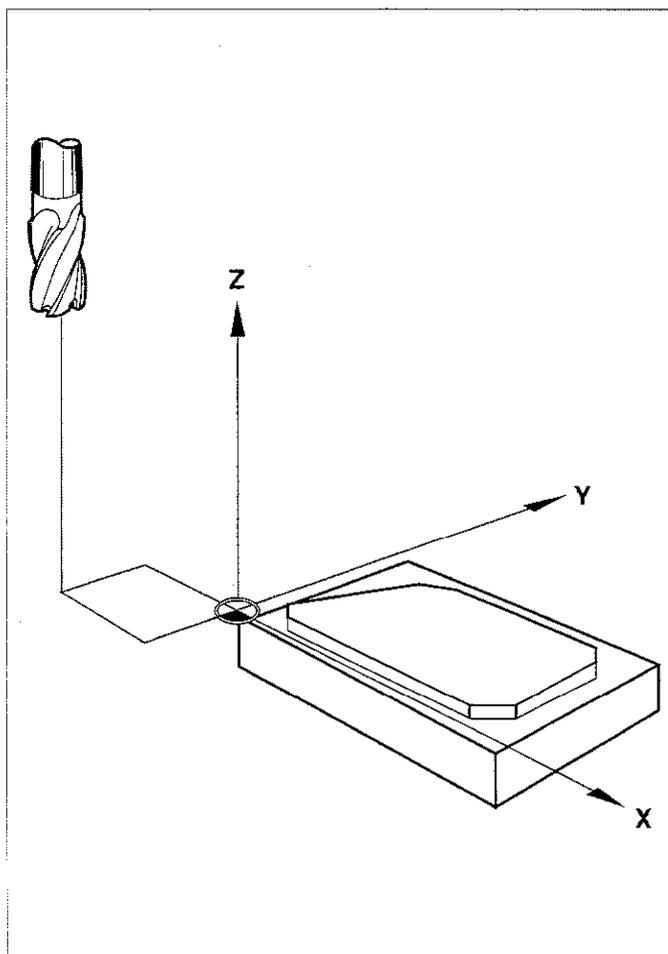
Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: 120mm x 80mm x 30mm  
 Werkzeug: Schrupp-/Schlichtfräser Ø 30mm, 6 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

	1	LBL	1	
	2	TOOL CALL	0	Z
			S	
	3	L	Z+100,000	
		R	F15999	M09
	4	L	X-50,000	Y-50,000
		R0	F	M05
	5	LBL	0	

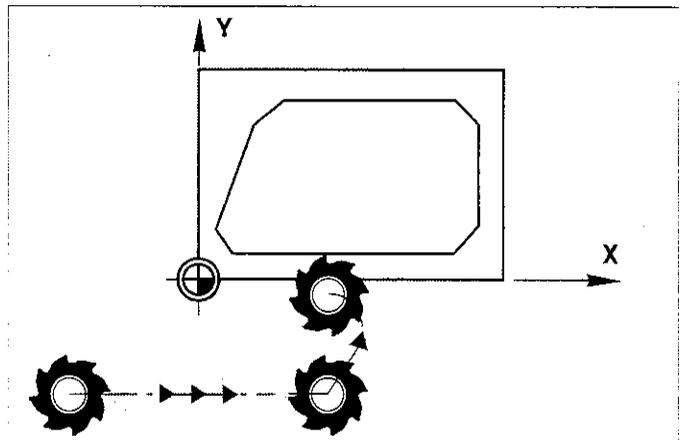
Definition und Aufruf des Werkzeugs.

	6	TOOL DEF	31	L+0,000
				R+15,000
	7	STOP		
				M06
	8	TOOL CALL	31	Z
			S	1600,000



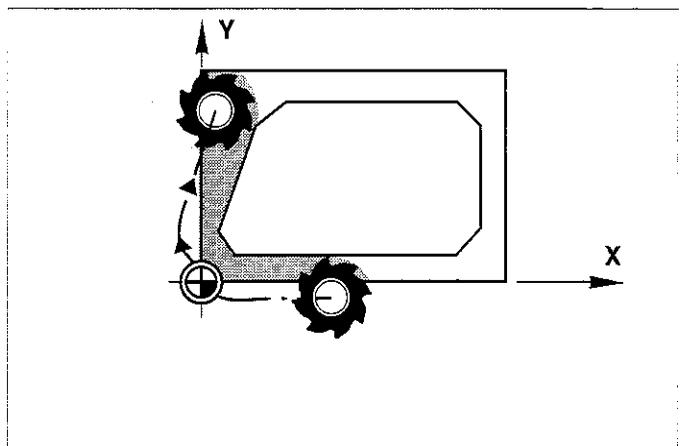
Zum tangentialen Anfahren der Kontur wird ein Hilfspunkt benötigt.

	9 L	X+50,000	Y-50,000		
				R0	F15999 M
	10 L	Z-6,000		R	F M
	11 L	X+50,000	Y+10,000		
				RL	F1000 M13
	12 RND	R20,000			F



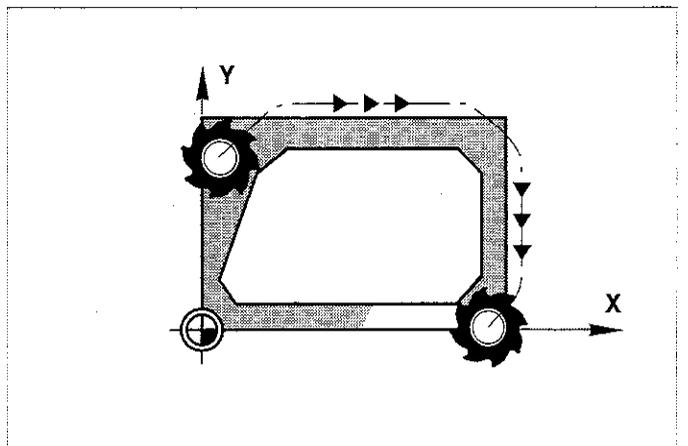
Festlegung der Fase über die ersten beiden Geraden (Satz 13 und Satz 15/16), Fräsen der Geraden und der Fase.

	13 L	X+3,000		R	F M
	14 L	10,000			
	15 CC	X+3,000	Y+10,000		
	16 LP	PR+63,000	PA+70,000		
				R	F M



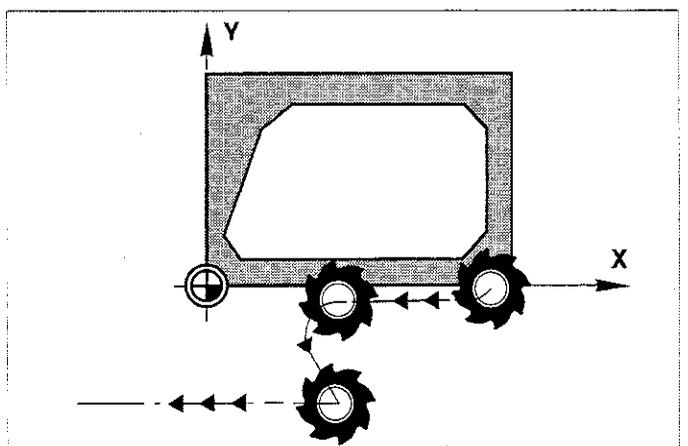
Fräsen der Kontur und der weiteren Fasen.

	17 L	10,000			
	18 L	X+110,000		R	F M
	19 L	10,000			
	20 L	Y+10,000		R	F M
	21 L	10,000			



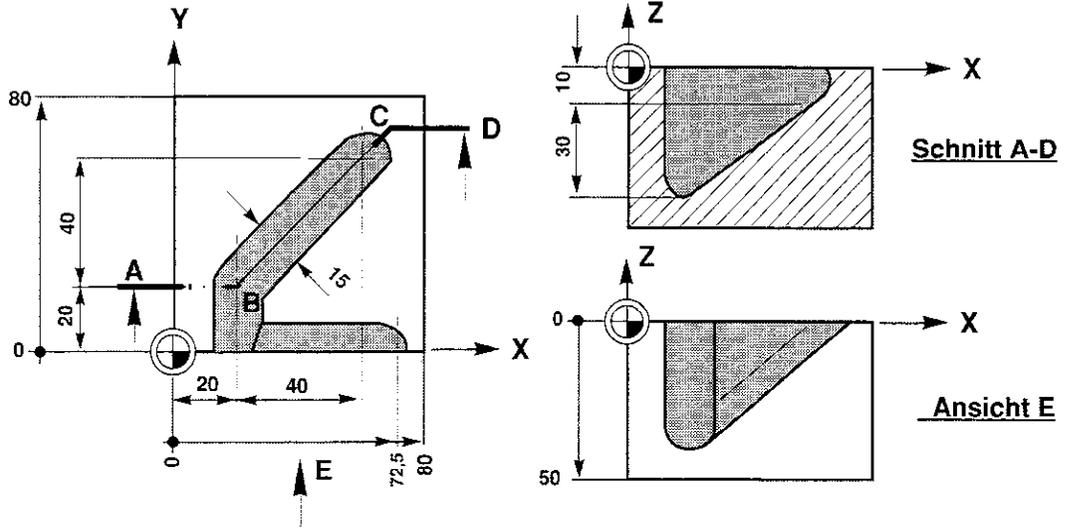
Tangentiales Verlassen der Kontur, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf(LBL 1), Programm-Ende.

	22 L	X+50,000	Y+10,000		
				RL	F M
	23 RND	R20,000			F
	24 L	X+50,000	Y-50,000		
				R0	F15999 M09
	25 CALL	LBL 1		REP	
	26	END PGM 130			MM



# Geraden fräsen

mit der Vertikal-Spindel  
Geraden im Raum



```

PGM 0 BEGIN PGM 140          MM
NR
BLK .. BLK FORM 0.1      Z X+0,000
FORM Y+0,000              Z-50,000
.. BLK FORM 0.2          X+80,000
Y+80,000                 Z+0
    
```

Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: 80mm x 80mm x 50mm  
 Werkzeug: Kugelkopfräser Ø 15 mm, 3 Zähne  
 (geforderte Breite der zu fräsenden Bahn bestimmt den Durchmesser)

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

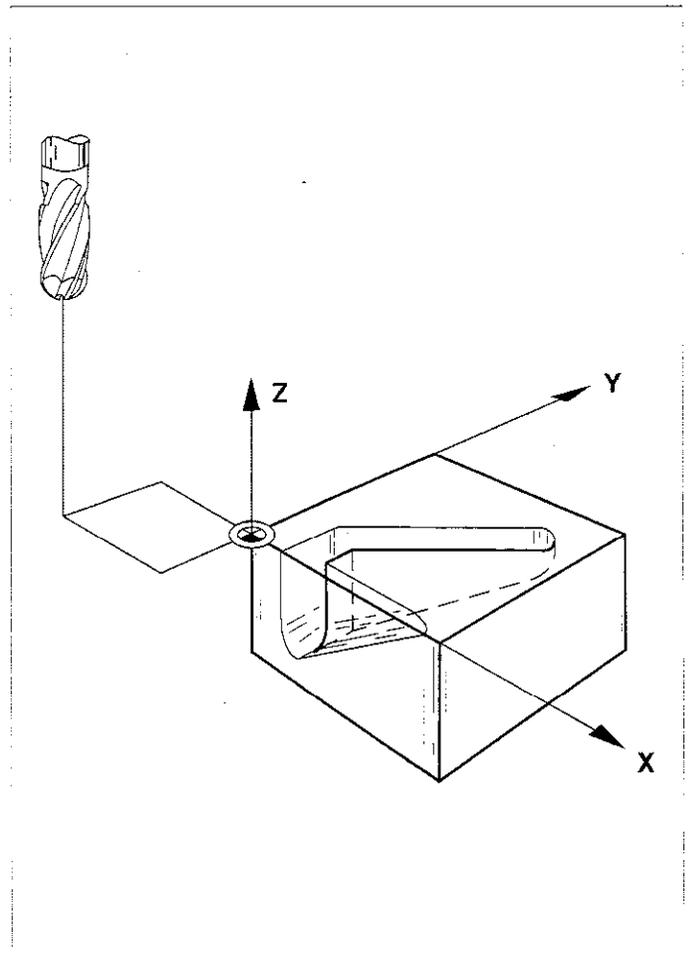
```

LBL 1 LBL 1
TOOL 2 TOOL CALL 0      Z
S
L 3 L Z+100,000
R F15999 M09
L 4 L X-50,000          Y-50,000
R0 F M05
LBL 5 LBL 0
    
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

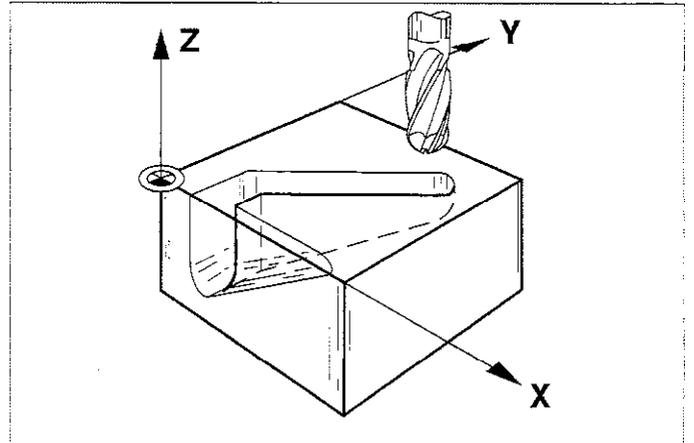
```

TOOL 6 TOOL DEF 41      L+0,000
OFF R+7,500
STOP 7 STOP
M06
TOOL 8 TOOL CALL 41     Z
CALL S 3150,000
    
```



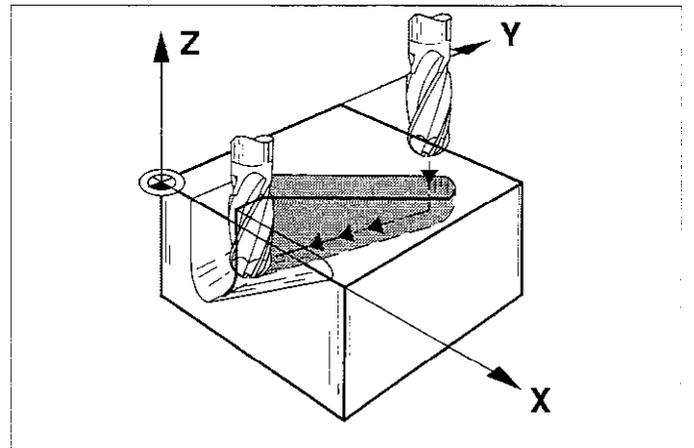
Positionieren über Werkstück-Oberfläche auf Sicherheits-Abstand.

	9 L	X+60,000	Y+60,000	
			R0 F15999 M	
	10 L	Z+2,000		
			R F M	



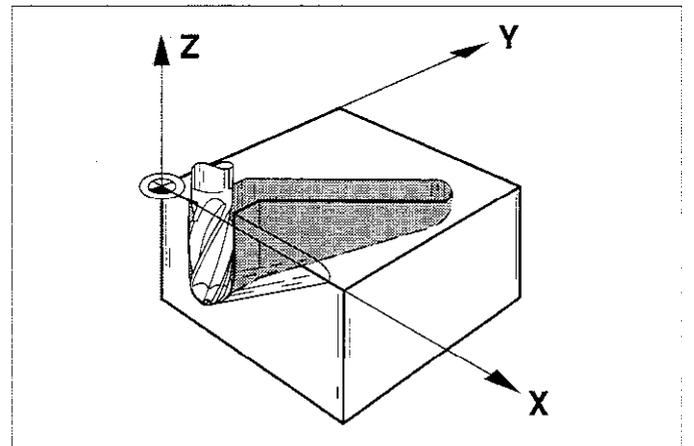
Einstecken, Fräsen der Raum-Geraden.  
Das Werkzeug bewegt sich auf einer unkorrigierten Bahn.

	11 L	Z-10,000		
			R F100 M13	
	12 L	IX-40,000	IY-40,000	
		IZ-30,000	R F200 M	



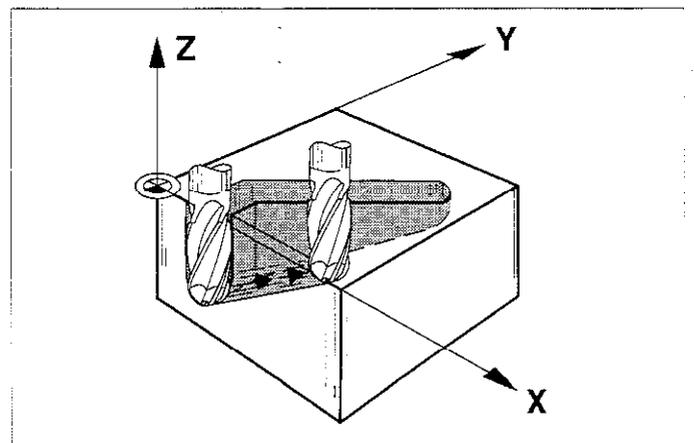
Fräsen bei gleichbleibender Tiefe, parallel zur Y-Achse.

	13 L	Y+0,000		
			R F M	



Fräsen der zweiten Geraden. Anschließend Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programm-Ende.

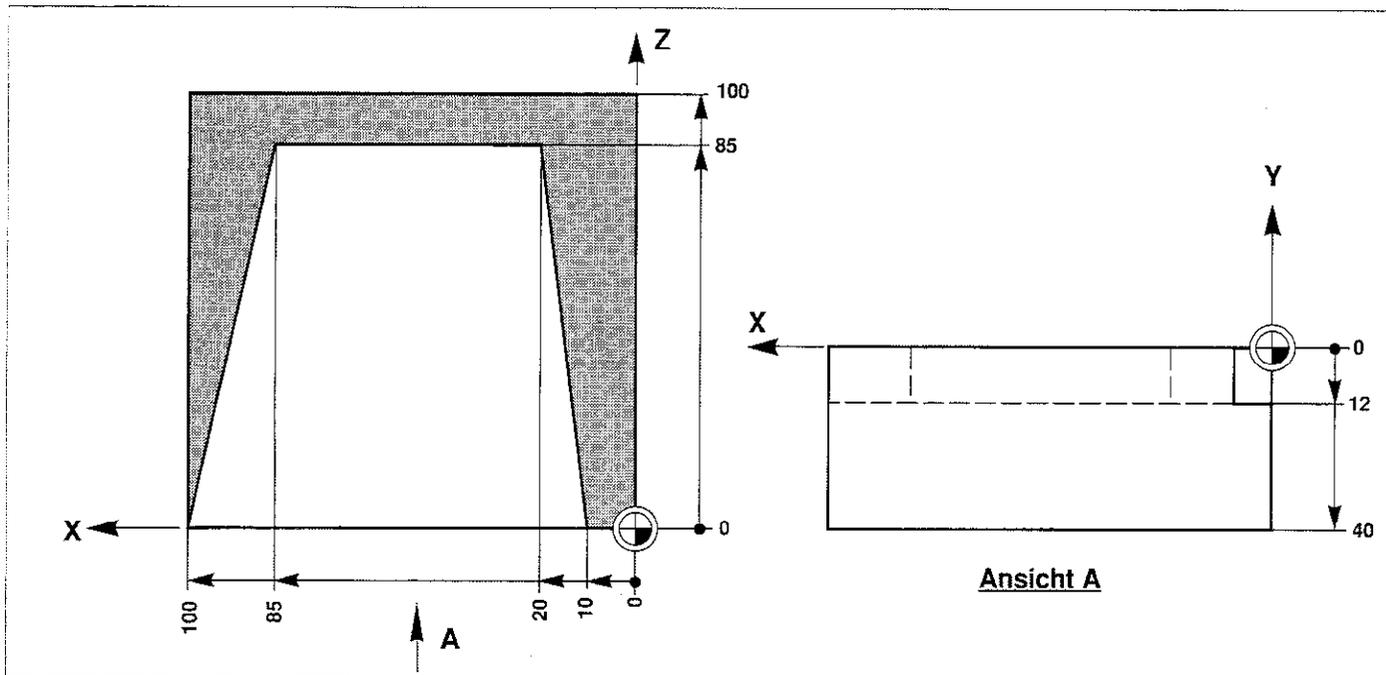
	14 L	X+72,500	Z+0,000	
			R F M09	
	15 CALL	LBL 1	REP	
	16 END	PGM 140	MM	



# Geraden fräsen

mit der Horizontal-Spindel

Endpunkte in rechtwinkligen Koordinaten



```

PGM NR 0 BEGIN PGM 150      MM
BLK FORM .. BLK FORM 0.1   Y X+0,000
                                Y-40,000      Z+0,000
.. BLK FORM 0.2           X+100,000
                                Y+0,000      Z+100,000
    
```

Werkstoff: Aluminium

Roh-Maße: 100mm x 100mm x 40mm

Werkzeug: Schrupp-/Schlichtfräser Ø 30mm, 4 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

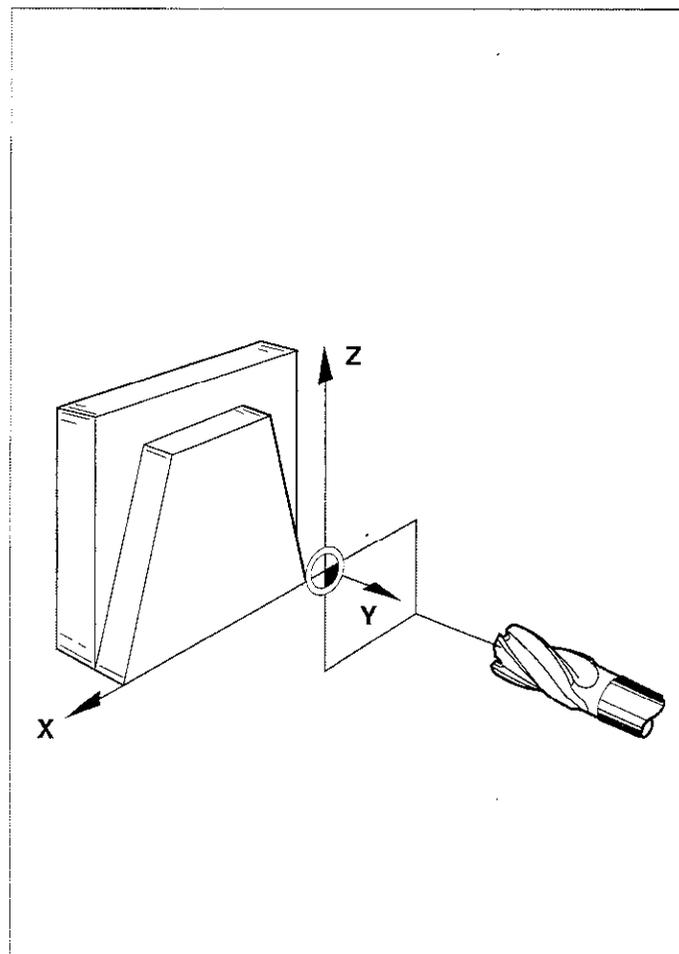
```

LBL SET 1 LBL 1
TOOL CALL 2 TOOL CALL 0      Y
                                S
L 3 L Y+100,000
                                R F15999 M09
L 4 L X-50,000                Z-50,000
                                R0 F M05
LBL SET 5 LBL 0
    
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

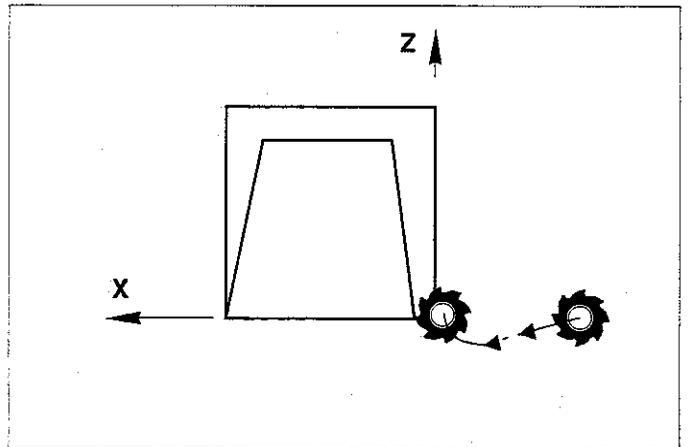
```

TOOL DEF 6 TOOL DEF 51      L+0,000
                                R+15,000
STOP 7 STOP
M06
TOOL CALL 8 TOOL CALL 51    Y
                                S 1600,000
    
```



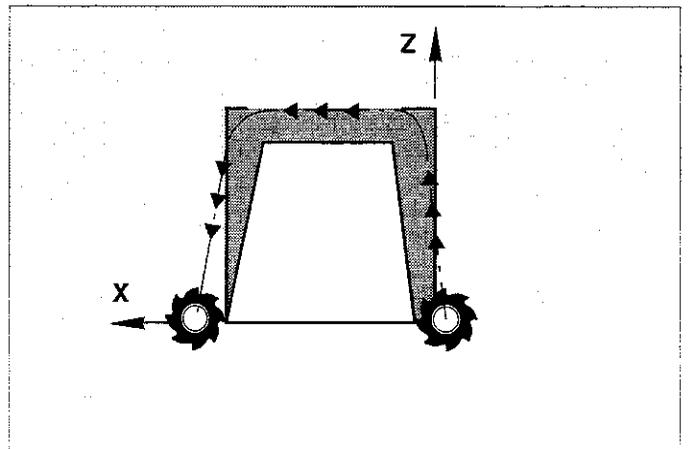
Tangentiales Anfahren der Kontur über einen Hilfspunkt.

	9 L X-50,000	Z+0,000
		R0 F15999 M
	10 L Y-12,000	R F M
	11 L X+10,000	Z+0,000
		RR F630 M13
	12 RND R5,000	F



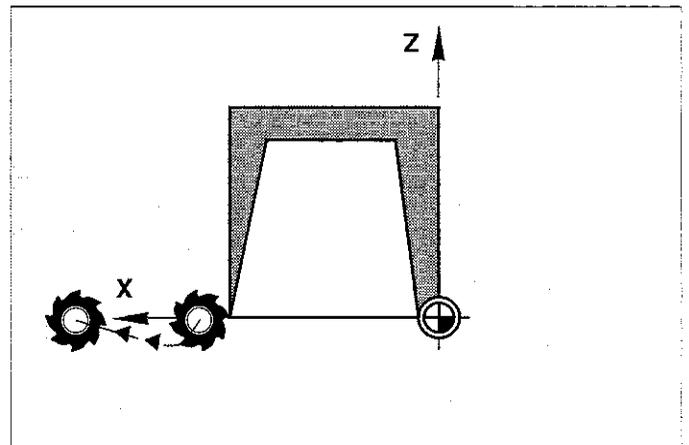
Fräsen der Geraden.

	13 L X+20,000	Z+85,000
		R F M
	14 L X+85,000	R F M
	15 L X+100,000	Z+0,000
		RR F M



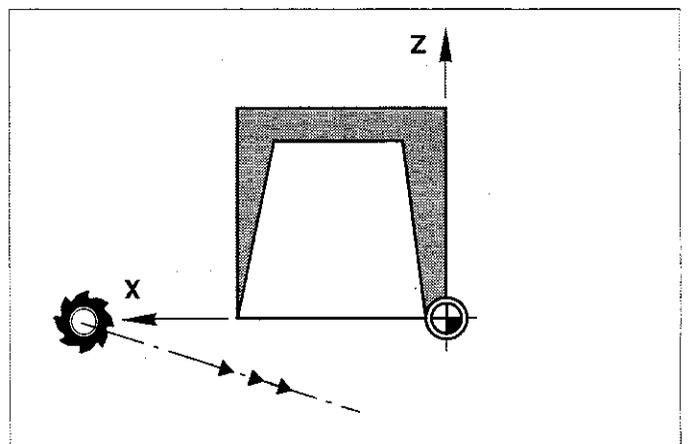
Tangentiales Verlassen der Kontur (Satz 15, 16 und 17).

	16 RND R5,000	F
	17 L X+150,000	Z+0,000
		R0 F15999 M09



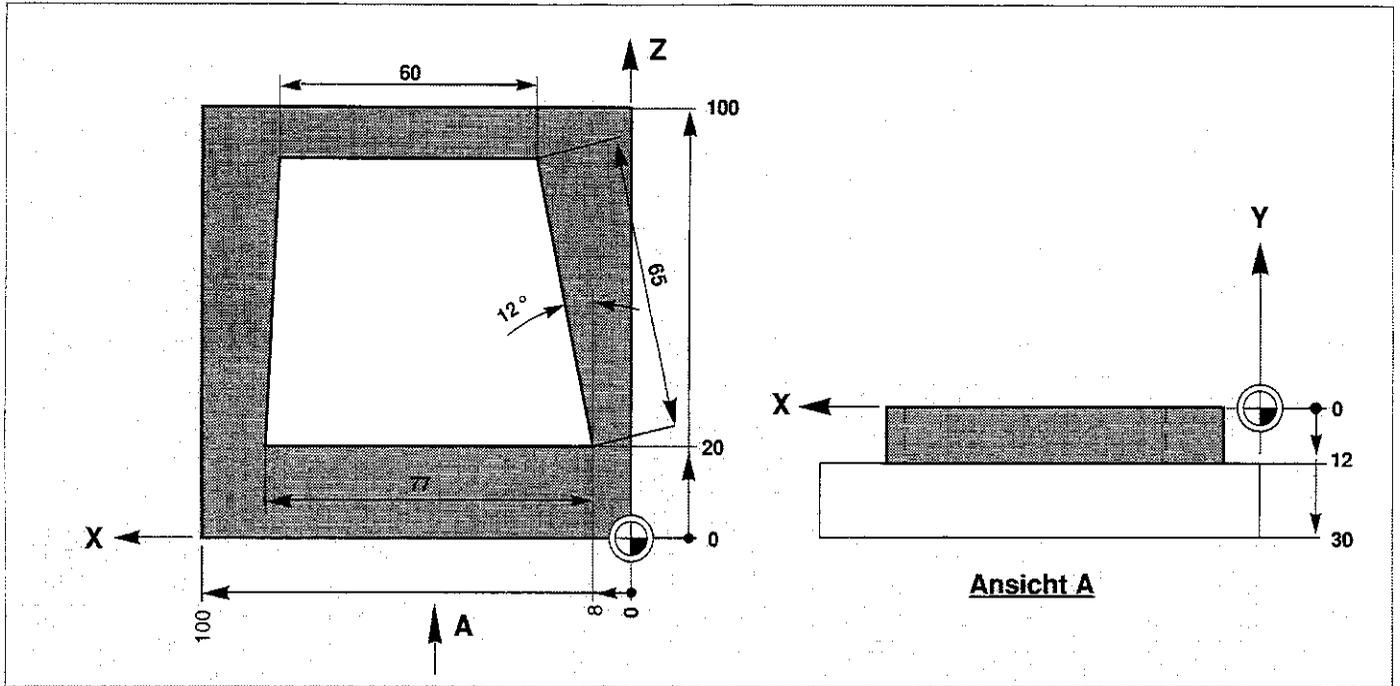
Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm (LBL 1), Programm-Ende.

	18 CALL LBL 1	REP
	19 END PGM 150	MM



# Geraden fräsen

mit der Horizontal-Spindel  
Endpunkte in Polarkoordinaten



```

PGM 0 BEGIN PGM 160      MM
BLK .. BLK FORM 0.1     Y X+0,000
                                Y-30,000      Z+0,000
BLK .. BLK FORM 0.2     X+100,000
                                Y+0,000      Z+100,000
    
```

Werkstoff: Aluminium  
Roh-Maße: 100mm x 100mm x 30mm  
Werkzeug: Schrupp-/Schlichtfräser Ø 30mm, 6 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als  
Unterprogramm (LBL 1) definiert.

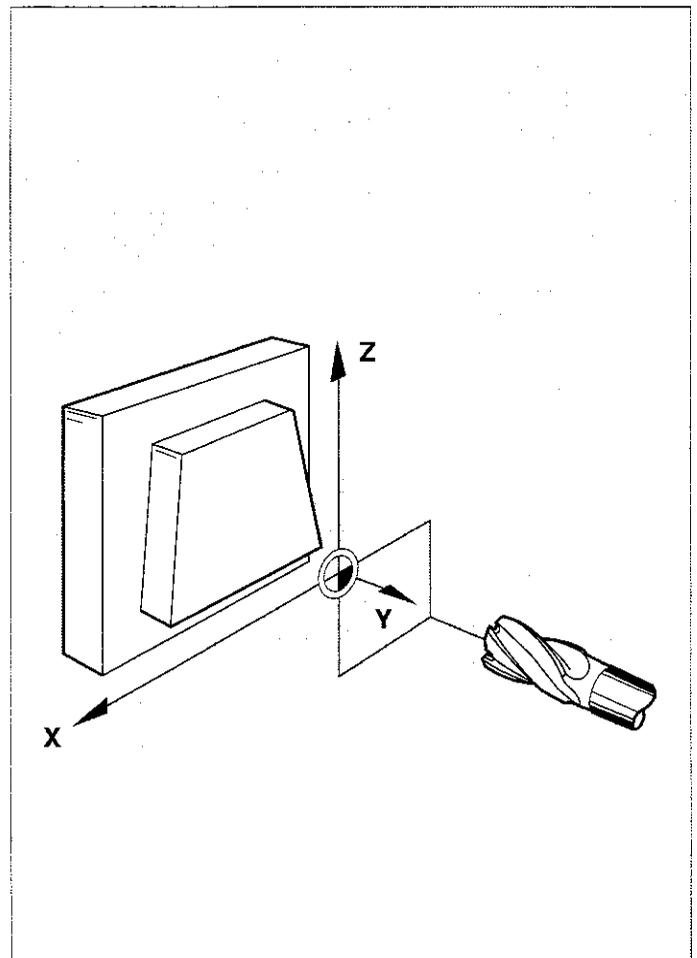
```

LBL 1 LBL 1
TOOL 2 TOOL CALL 0      Y
                                S
L 3 L Y+100,000
                                R F15999 M09
L 4 L X-50,000          Z-50,000
                                R0 F M05
LBL 5 LBL 0
    
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

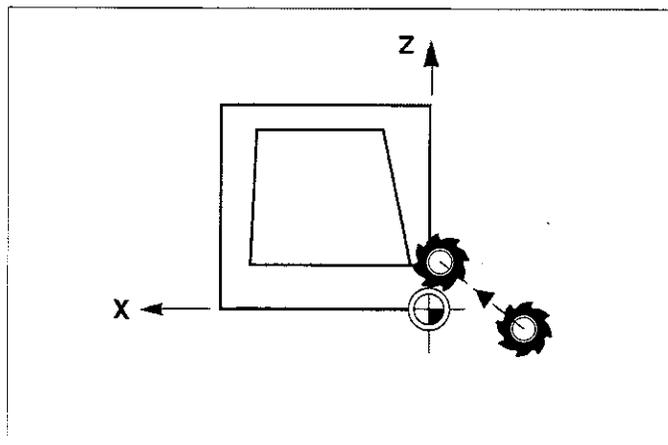
```

TOOL 6 TOOL DEF 61      L+0,000
                                R+15,000
STOP 7 STOP
                                M06
TOOL 8 TOOL CALL 61     Y
                                S 1600,000
    
```



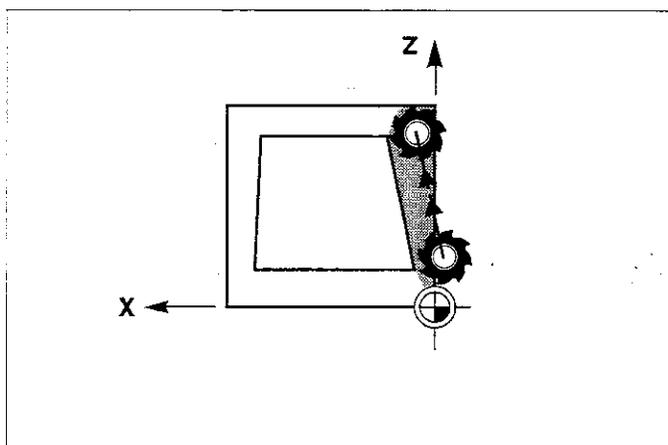
Anfahren der Kontur auf einer Geraden über einen Hilfspunkt.

	9 L	X-40,000	Z-20,000
			R0 F15999 M
	10 L	Y-12,000	
			R F M
	11 L	X+8,000	Z+20,000
			RR F1000 M13



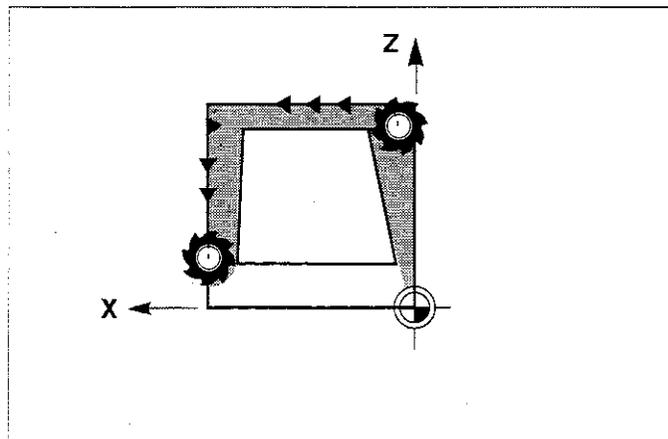
Festlegen des ersten Pols, Fräsen der ersten Geraden.

	12 CC	X+8,000	Z+20,000
	13 LP	PR+65,000	PA+12,000
			R F M



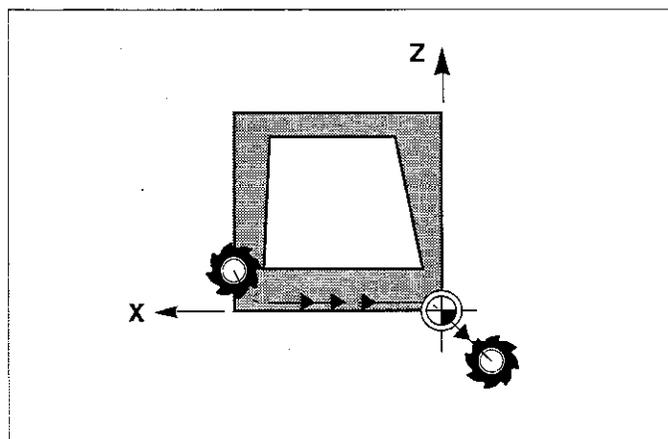
Istwert-Übernahme für Pol-Definition (Satz 14), Fräsen der weiteren Kontur.

	14 CC		
	15 LP	PR+60,000	PA+90,000
			R F M
	16 CC	X+8,000	Z+20,000
	17 LP	PR+77,000	PA+90,000
			R F M



Fräsen der letzten Geraden, Verlassen der Kontur auf einer Geraden, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programm-Ende.

	18 L	X+8,000	Z+20,000
			RR F M
	19 L	X-20,000	Z-20,000
			R0 F15999 M09
	20 CALL	LBL 1	REP
	21 END	PGM 160	MM

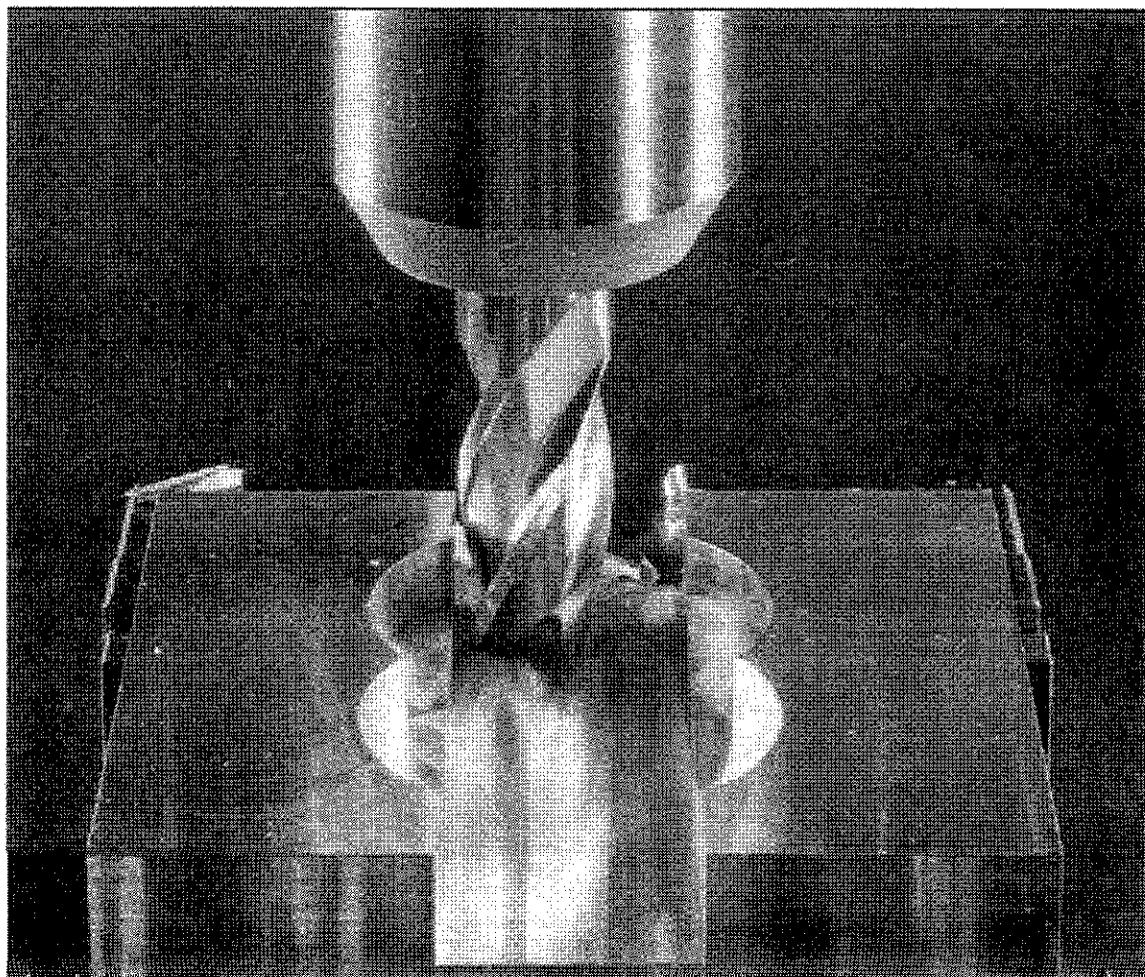


# TNC

Bahnsteuerungen

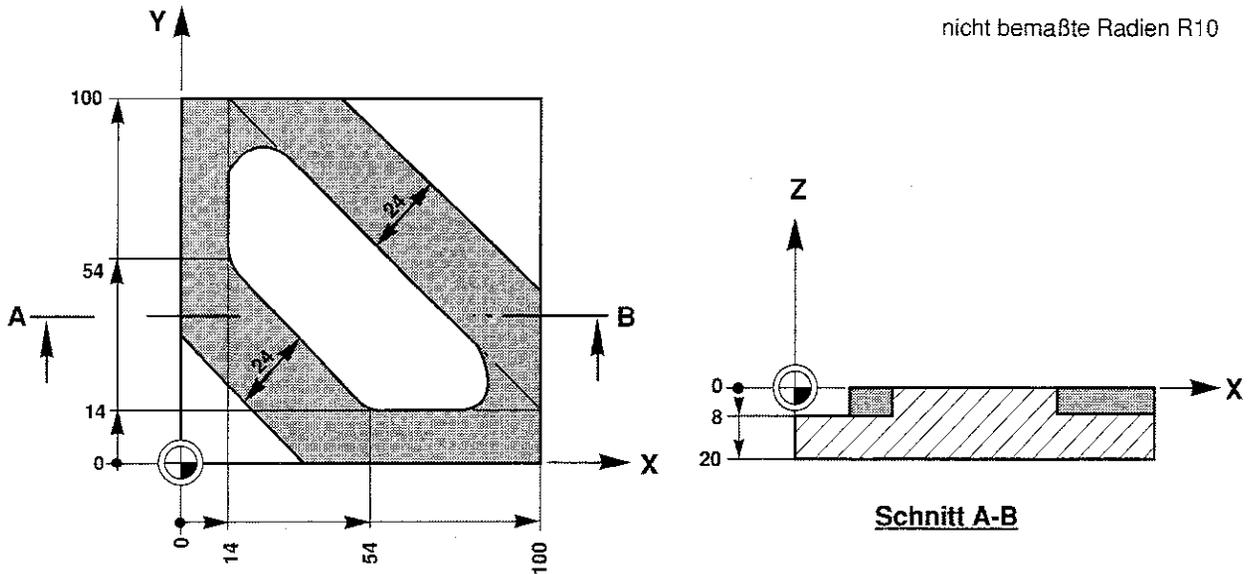
Kreise Fräsen

PGM 210 - PGM 285



# Kreise fräsen

mit der Vertikal-Spindel  
Ecken-Runden



```

PGM NR 0 BEGIN PGM 210      MM
BLK FORM 0.1 Z X+0,000
Y+0,000 Z-20,000
BLK FORM 0.2 X+100,000
Y+100,000 Z+0,000
    
```

Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: 100mm x 100mm x 20mm  
 Werkzeug: Schrupp-/Schlichtfräser Ø 24mm, 6 Zähne  
 (geforderte Breite der zu fräsenden Bahn bestimmt den Durchmesser)

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

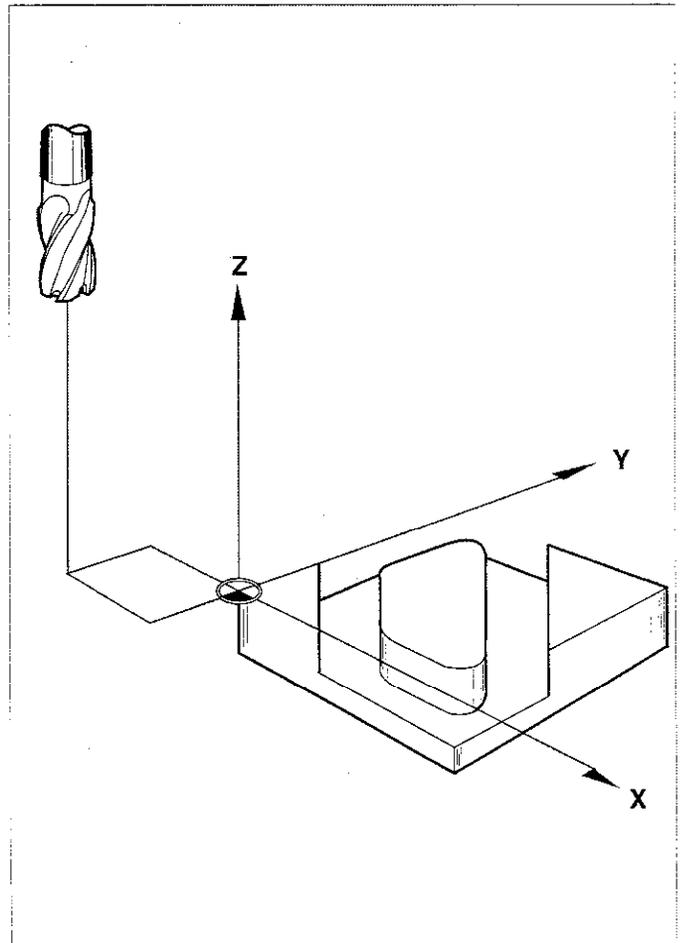
```

LBL SET 1 LBL 1
TOOL CALL 2 TOOL CALL 0      Z
S
L 3 L Z+100,000
R F15999 M09
L 4 L X-50,000
Y-50,000
R0 F M05
LBL SET 5 LBL 0
    
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

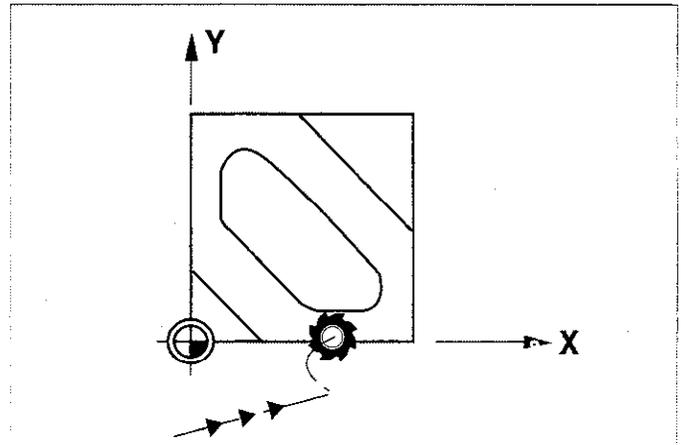
```

TOOL DEF 6 TOOL DEF 12      L+0,000
R+12,000
STOP 7 STOP
M06
TOOL CALL 8 TOOL CALL 12      Z
S 2000,000
    
```



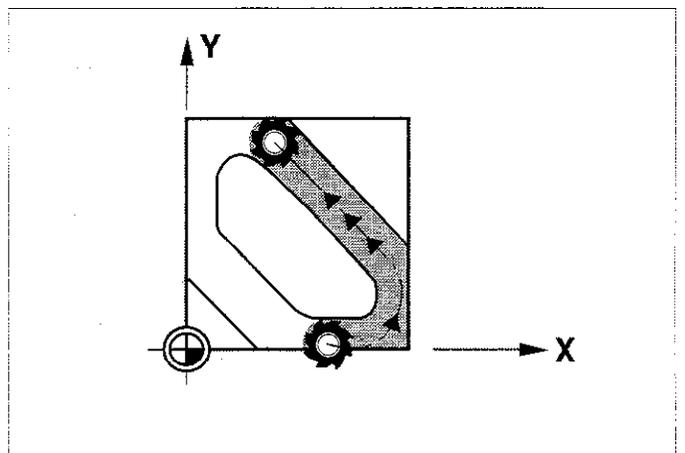
Zum tangentialen Anfahren der Kontur wird ein Hilfspunkt benötigt.

	9 L	X+65,000	Y-20,000	
				R0 F15999 M
	10 L	Z-8,000		
				R F M
	11 L	X+65,000	Y+14,000	
				RR F1200 M13
	12 RND	R10,000		
				F



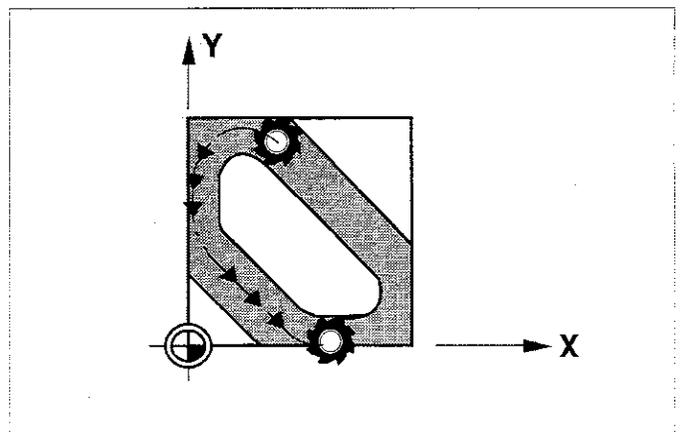
Definition der ersten beiden Konturelemente, Fräsen der ersten Geraden, Runden der Ecke, Fräsen der zweiten Geraden.

	13 L	X+100,000	Y+14,000	
				R F M
	14 RND	R10,000		
				F
	15 L	X+14,000	Y+100,000	
				R F M



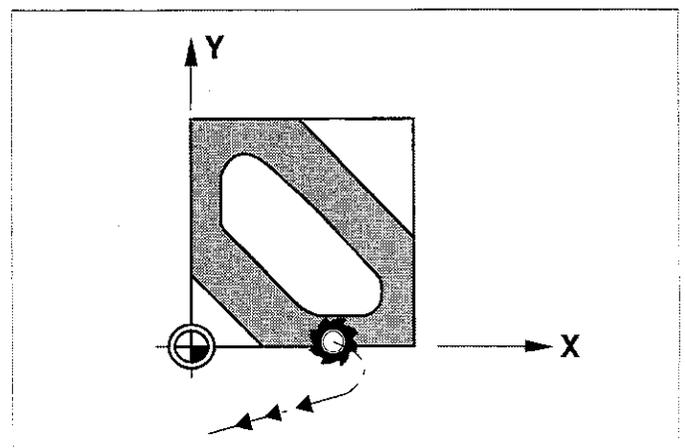
Runden der nächsten Ecke, Fräsen der weiteren Geraden mit Abrunden der Ecken.

	16 RND	R10,000		
				F
	17 L	X+14,000	Y+54,000	
				R F M
	18 RND	R10,000		
				F
	19 L	X+54,000	Y+14,000	
				R F M
	20 RND	R10,000		
				F



Fräsen der letzten Gerade, tangentiales Verlassen der Kontur, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programm-Ende.

	21 L	X+65,000	Y+14,000	
				RR F M
	22 RND	R5,000		
				F
	23 L	X+65,000	Y-20,000	
				R0 F15999 M09
	24 CALL	LBL 1		REP
	25 END PGM	210	MM	

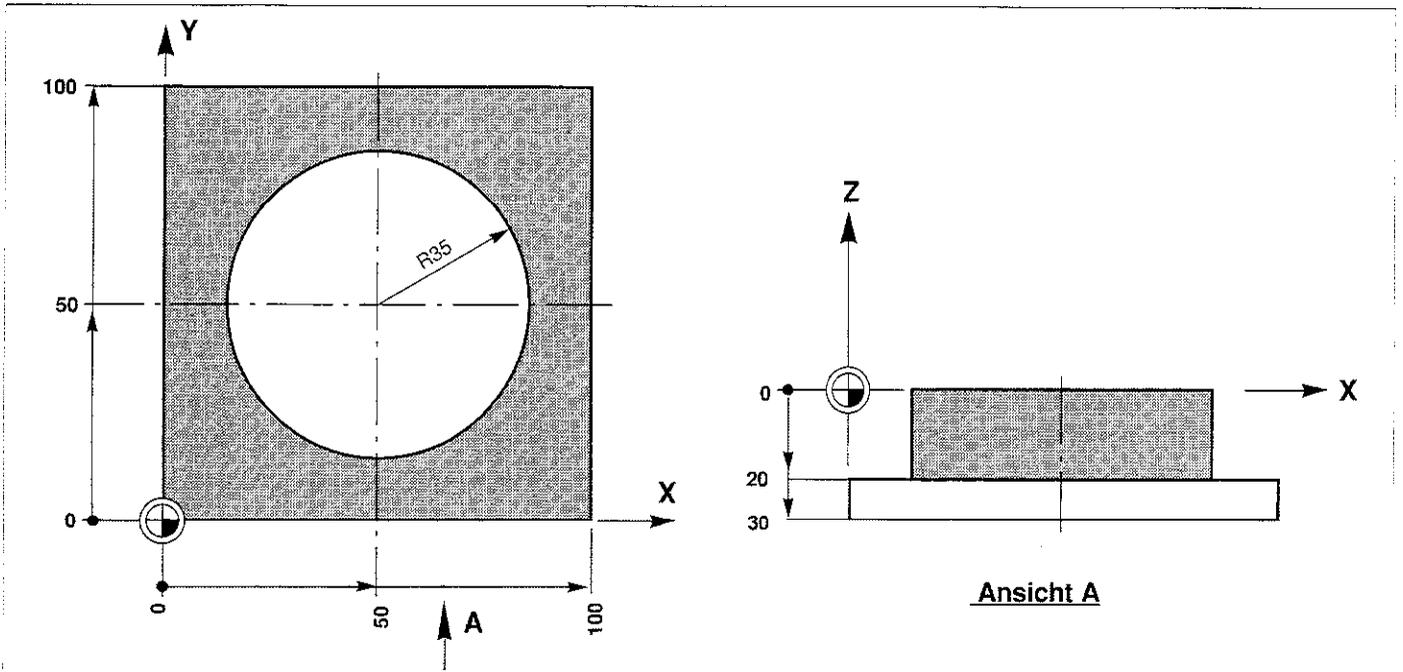


# Kreise fräsen

mit der Vertikal-Spindel

Festlegung über Mittelpunkt und Endpunkt

Endpunkte in rechtwinkligen Koordinaten



```

PGM NR 0 BEGIN PGM 220      MM
BLK FORM .. BLK FORM 0.1    Z X+0,000
      Y+0,000                Z-30,000
BLK FORM .. BLK FORM 0.2    X+100,000
      Y+100,000              Z+0,000
    
```

Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: 100mm x 100mm x 30mm  
 Werkzeug: Walzenstirnfräser Ø 40mm, 8 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

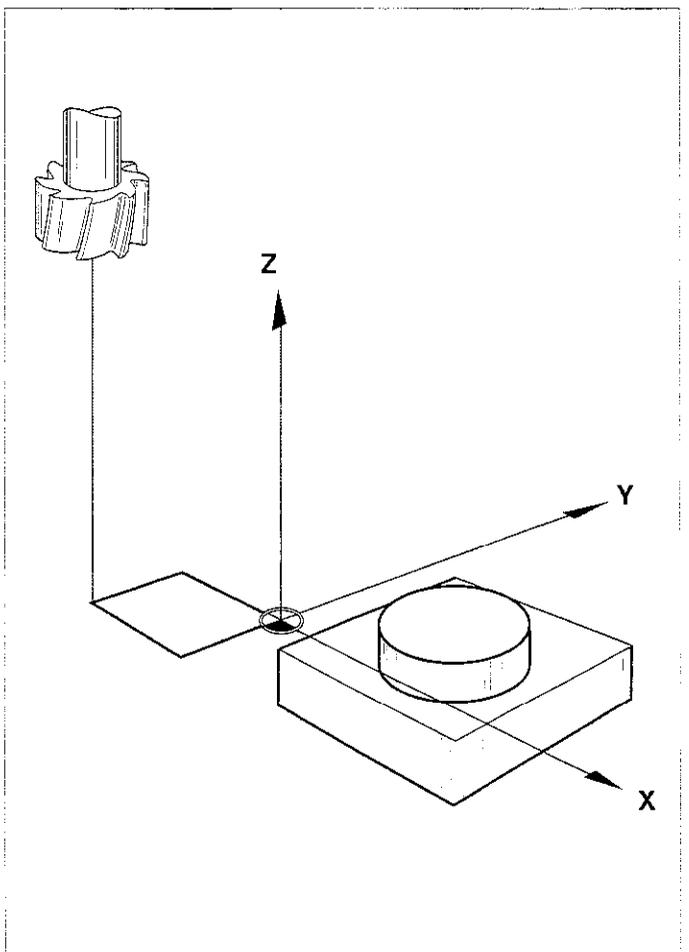
```

LBL SET 1 LBL 1
TOOL CALL 2 TOOL CALL 0      Z
      S
L 3 L Z+100,000
L 4 L X-50,000                R F15999 M09
      Y-50,000                R0 F M05
LBL SET 5 LBL 0
    
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

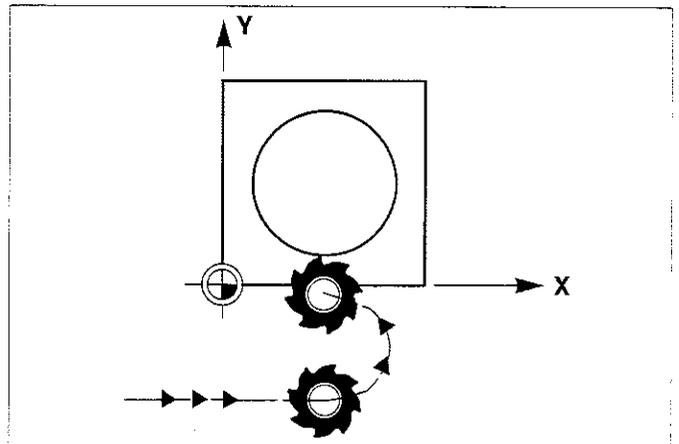
```

TOOL DEF 6 TOOL DEF 22      L+0,000
      R+20,000
STOP 7 STOP
M06
TOOL CALL 8 TOOL CALL 22    Z
      S 1250,000
    
```



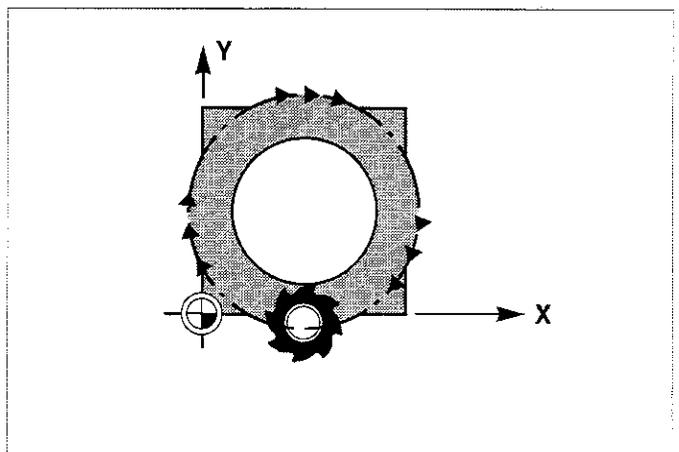
Zum tangentialen Anfahren der Kontur wird ein Hilfspunkt benötigt.

	9 L	X+50,000	Y-35,000			
			R0	F15999	M	
	10 L	Z-20,000				
			R	F	M	
	11 L	X+50,000	Y+15,000			
			RL	F1000	M13	
	12 RND	R15,000				
				F		



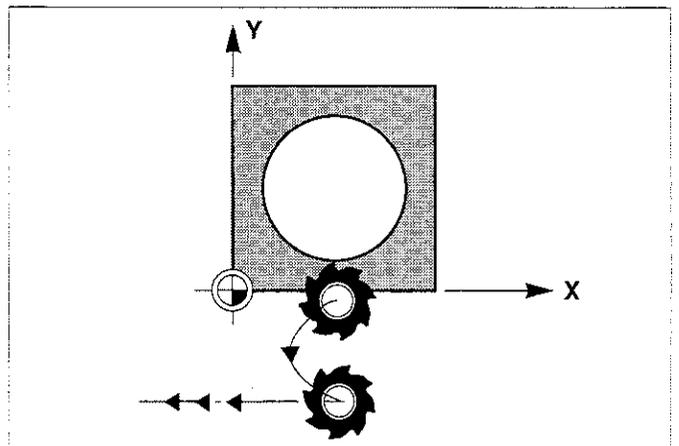
Festlegung des Kreismittelpunkts CC (Satz 13), Angabe des Kreisendpunkts und der Fräsrichtung DR- (Satz 14), Fräsen des Kreises.

	13 CC	X+50,000	Y+50,000			
	14 C	X+50,000	Y+15,000			
			DR-	RL	F	M



Tangentiales Verlassen der Kontur. Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programm-Ende.

	15 RND	R15,000				
				F		
	16 L	X+50,000	Y-35,000			
			R0	F15999	M09	
	17 CALL	LBL 1	REP			
	18 END	PGM 220		MM		

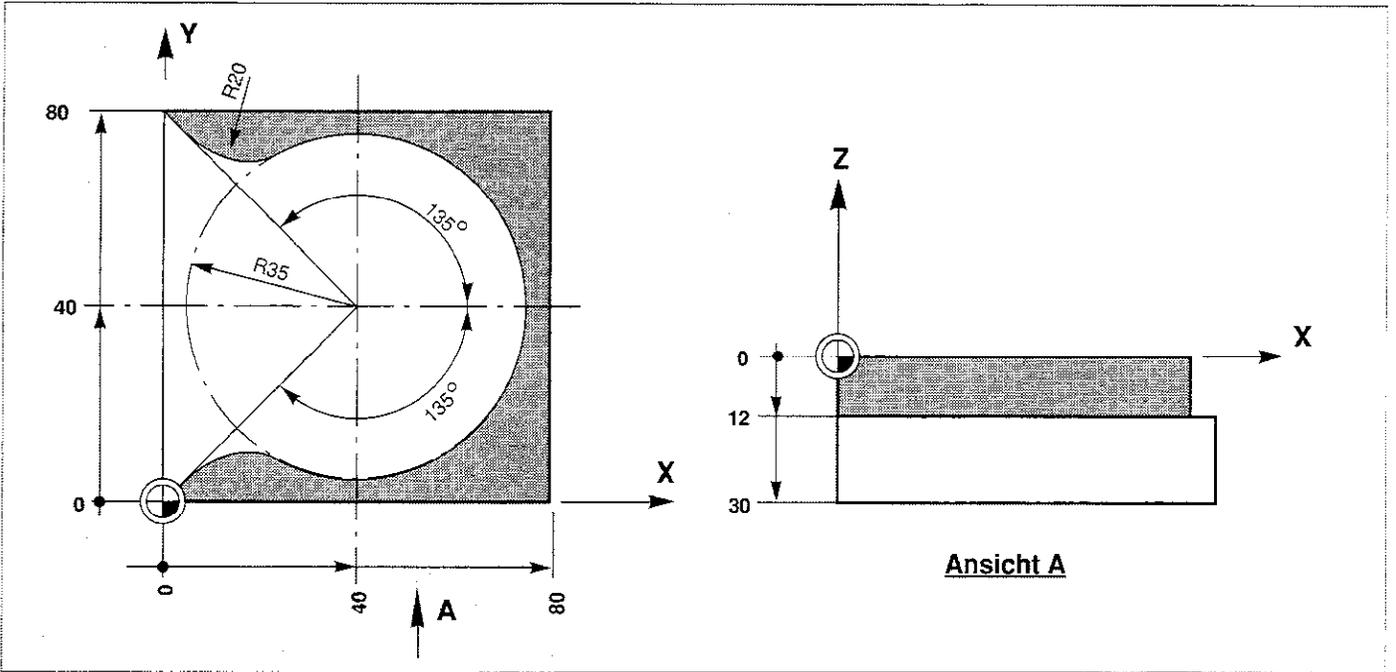


# Kreise fräsen

mit der Vertikal-Spindel

Festlegung über Mittelpunkt und Endpunkt

Endpunkte in Polarkoordinaten



```

PGM NR 0 BEGIN PGM 225          MM
BLK FORM .. BLK FORM 0.1      Z X+0,000
                                Y+0,000      Z-30,000
.. BLK FORM .. BLK FORM 0.2    X+80,000
                                Y+80,000      Z+0,000
    
```

Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: 80mm x 80mm x 30mm  
 Werkzeug: Walzenstirnfräser Ø 30mm, 8 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

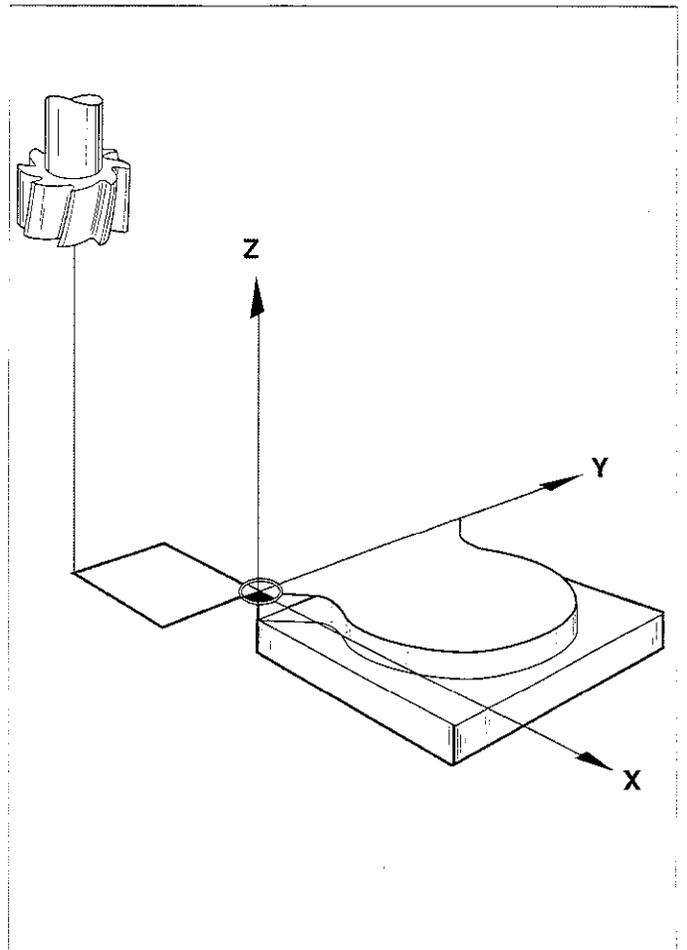
```

LBL SET 1 LBL 1
TOOL CALL 2 TOOL CALL 0      Z
S
L 3 L Z+100,000
R F15999 M09
L 4 L X-50,000              Y-50,000
R0 F M05
LBL SET 5 LBL 0
    
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

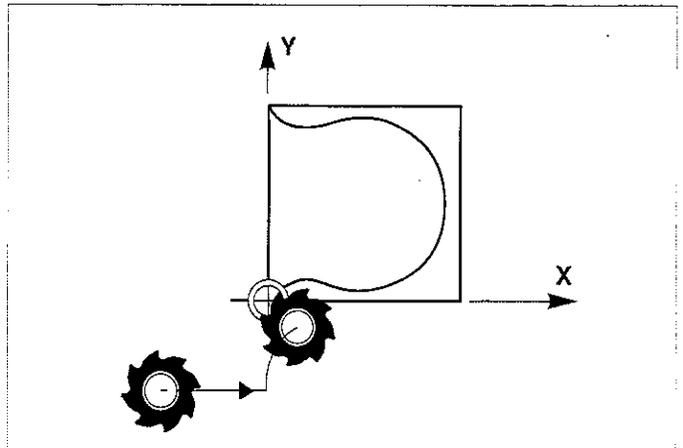
```

TOOL DEF 6 TOOL DEF 22      L+0,000
                                R+15,000
STOP 7 STOP
M06
TOOL CALL 8 TOOL CALL 22      Z
S 1600,000
    
```



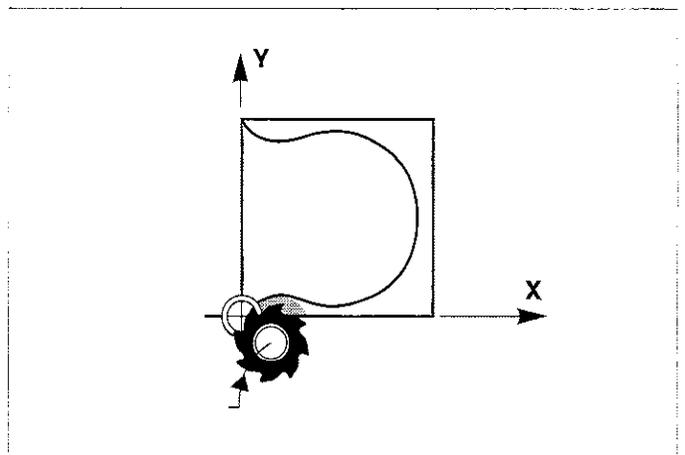
Zum tangentialen Anfahren der Kontur wird ein Hilfspunkt benötigt.

	9 L	X+0,000	Y-50,000	
			R0 F15999 M	
	10 L	Z-12,000		
			R F M	
	11 L	X+0,000	Y+0,000	
			RR F1280 M13	
	12 RND	R15,000		
			F	



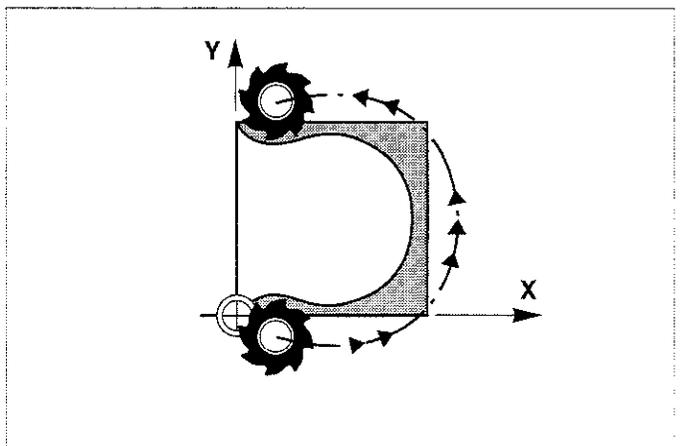
Festlegen des Pols, Fräsen der Geraden zum Anfangspunkt der Kreisbahn. Fräsen der Rundung für den tangentialen Übergang der beiden Konturelemente Gerade und Kreis.

	13 CC	X+40,000	Y+40,000	
	 P	14 LP	PR+35,000	PA-135,000
			R F M	
	15 RND	R20,000		
			F	



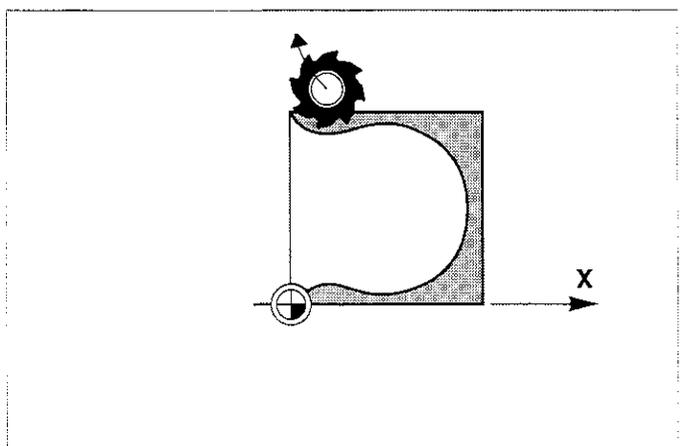
Fräsen der Kreisbahn in positiver Drehrichtung (DR+). Kreismittelpunkt/Pol wird aus Satz 13 übernommen. Fräsen der Rundung für den tangentialen Übergang der beiden Konturelemente Gerade und Kreis.

	 P	16 CP	PA+135,000	
			DR+ R F M	
	17 RND	R20,000		
			F	



Fräsen der letzten Gerade, tangentiales Verlassen der Kontur, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programm-Ende.

	18 L	X+0,000	Y+80,000	
			RR F M	
	19 RND	R15,000		
			F	
	20 L	X+0,000	Y+125,000	
			R0 F15999 M09	
	21 CALL	LBL 1	REP	
	22 END	PGM 225		MM

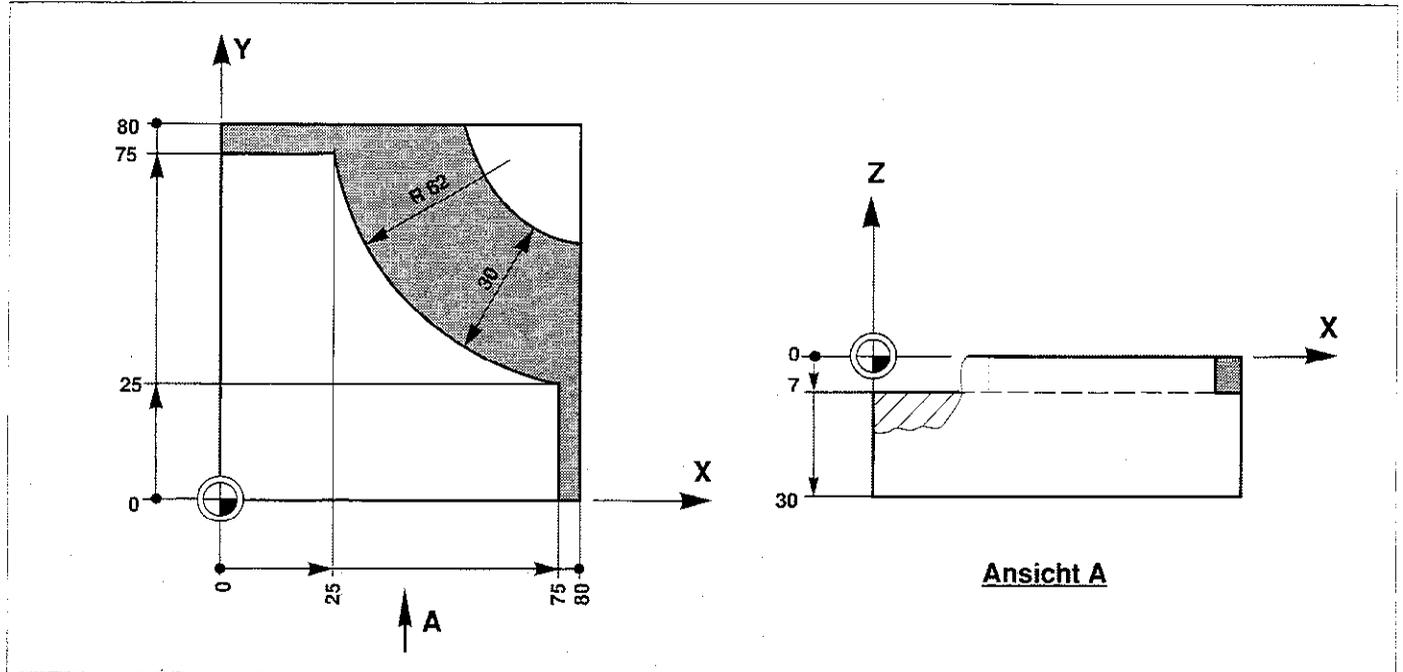


# Kreise fräsen

mit der Vertikal-Spindel

Festlegung über Radius und Endpunkt

Endpunkte in rechtwinkligen Koordinaten



```

PGM NR 0 BEGIN PGM 230      MM
BLK FORM .. BLK FORM 0.1  Z X+0,000
                                Y+0,000      Z-30,000
.. BLK FORM 0.2          X+80,000
                                Y+80,000      Z+0,000
    
```

Werkstoff: Aluminium

Roh-Maße: 80mm x 80mm x 30mm

Werkzeug: Schrupp-/Schlichtfräser Ø 30mm, 6 Zähne  
(geforderte Breite der zu fräsenden Bahn bestimmt den Durchmesser)

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

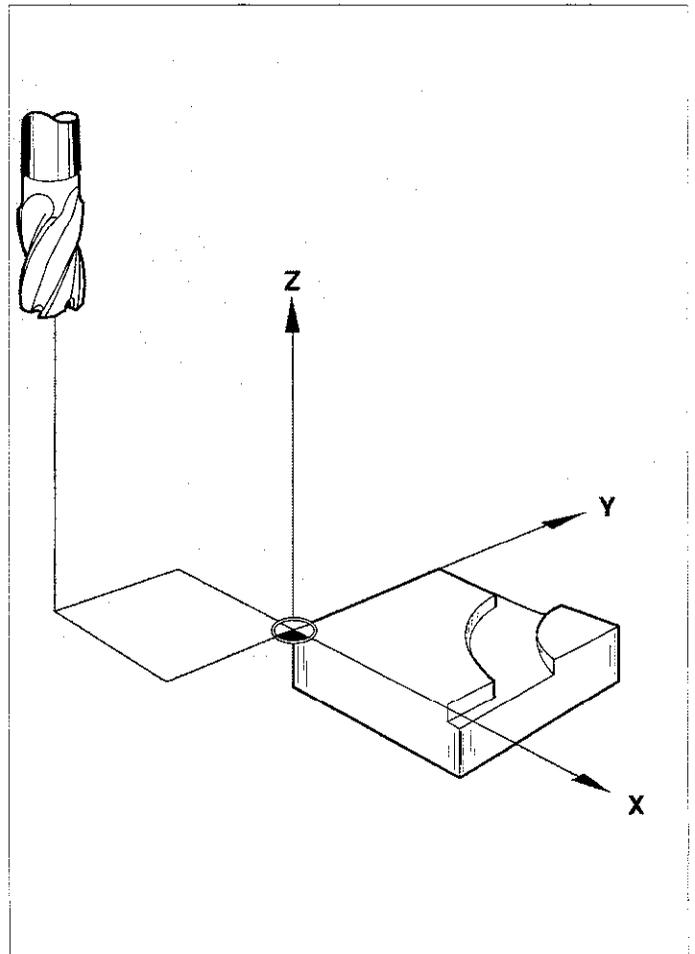
```

LBL SET 1 LBL 1
TOOL CALL 2 TOOL CALL 0      Z
                                S
L 3 L Z+100,000
                                R F15999 M09
L 4 L X-50,000                Y-50,000
                                R0 F M05
LBL SET 5 LBL 0
    
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

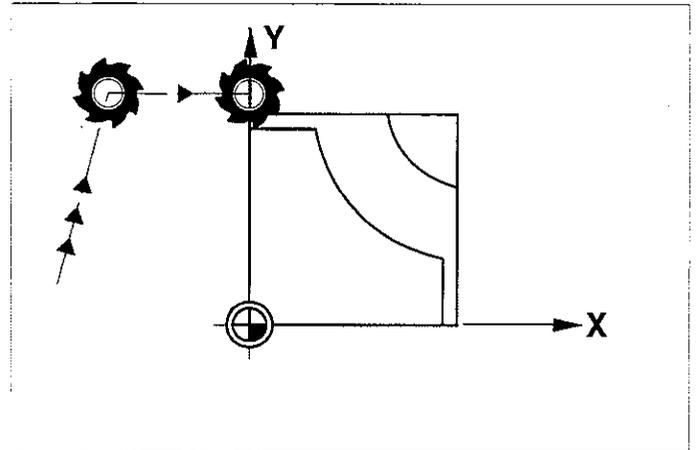
```

TOOL DEF 6 TOOL DEF 32      L+0,000
                                R+15,000
STOP 7 STOP
M06
TOOL CALL 8 TOOL CALL 32      Z
                                S 1600,000
    
```



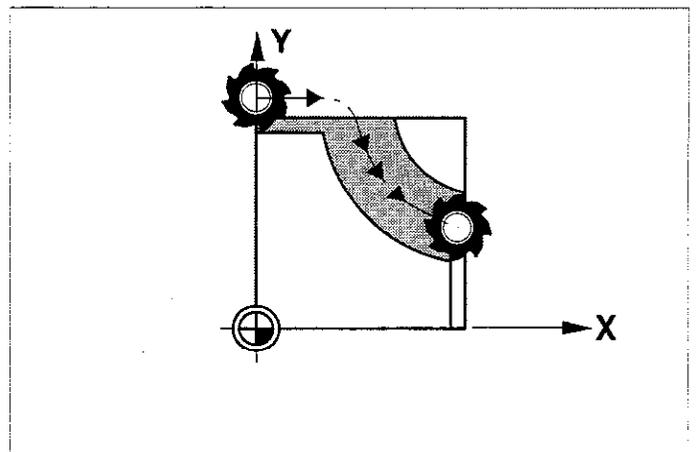
Zum Anfahren der Kontur auf einer achsparallelen Geraden wird ein Hilfspunkt benötigt, der mit Radiuskorrektur angefahren werden muß.

	9 L	X-40,000	Y+75,000		
			RL F15999 M		
	10 L	Z-7,000		R F M	
	11 L	X+0,000	Y+75,000	RL F1000 M13	



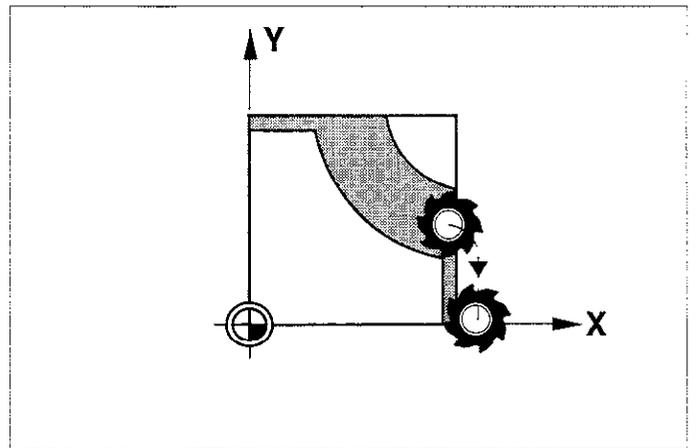
Fräsen der ersten Geraden, Fräsen der Kreisbahn in positiver Drehrichtung (DR+). Positives Vorzeichen des Kreisradius R bei einem Zentriwinkel kleiner 180°.

	12 L	X+25,000	Y+75,000		
			R F M		
	13 CR	X+75,000	Y+25,000		
		R+62,000	DR+ R F M		



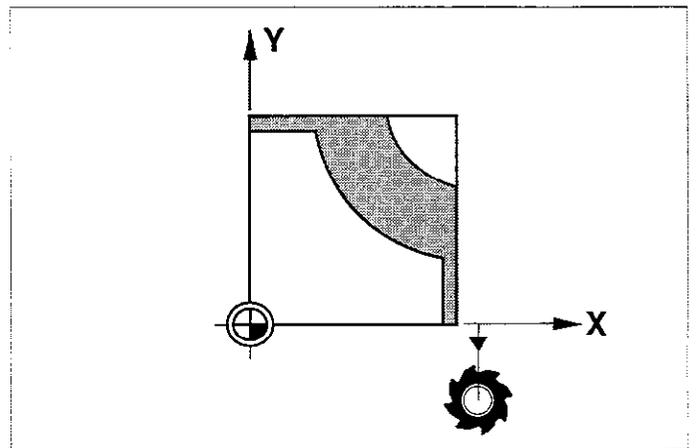
Fräsen der zweiten Geraden.

	14 L	Y+0,000		R F M	
---	------	---------	--	-------	--



Verlassen der Kontur auf einer achsparallelen Geraden über einen Hilfspunkt mit Radiuskorrektur, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programm-Ende.

	15 L	IY-10,000			
			RL F M09		
	16 CALL	LBL 1	REP		
	17 END	PGM 230	MM		

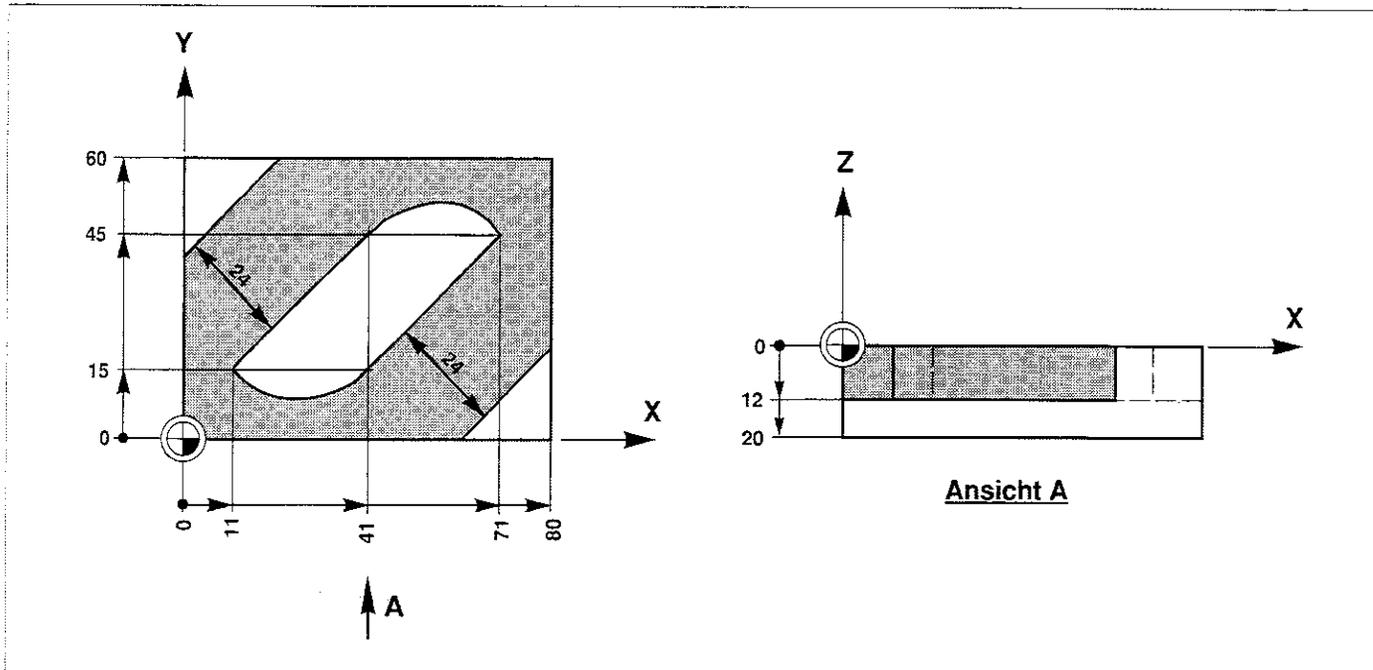


# Kreise fräsen

mit der Vertikal-Spindel

Kreise mit tangentialem Konturanschluß

Endpunkte in rechtwinkligen Koordinaten



```

PGM 0 BEGIN PGM 240          MM
NS
BLK .. BLK FORM 0.1        Z X+0,000
FORM Y+0,000                Z-20,000
.. BLK FORM 0.2            X+80,000
Y+60,000                   Z+0,000
    
```

Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: 80mm x 60mm x 20mm  
 Werkzeug: Schrupp-/Schlichtfräser Ø 24mm, 6 Zähne  
 (geforderte Breite der zu fräsierenden Bahn bestimmt den Durchmesser).

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

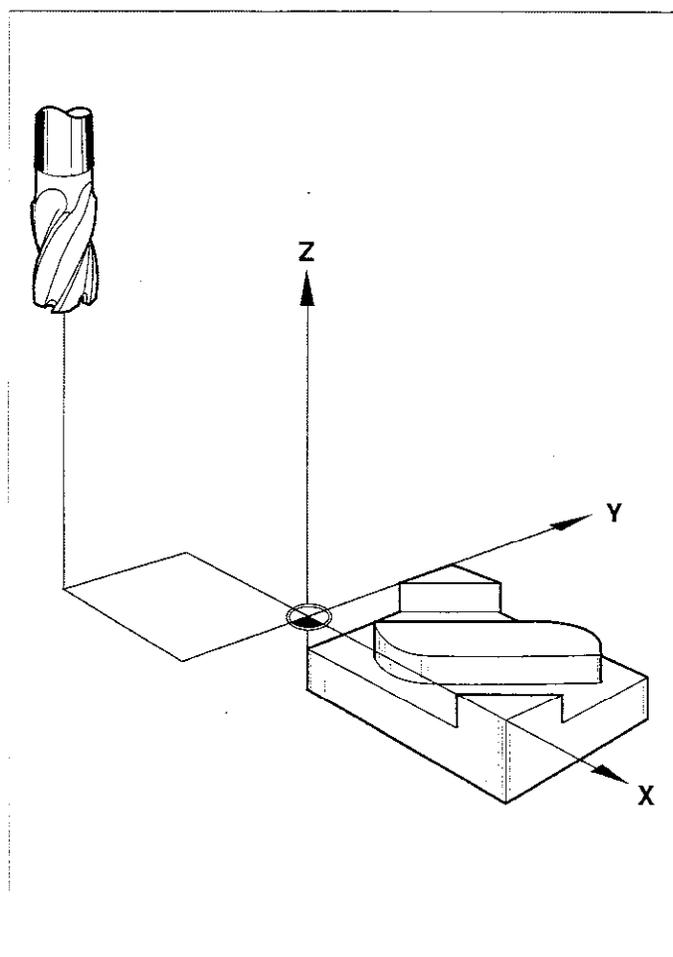
```

LBL 1 LBL 1
TOOL 2 TOOL CALL 0          Z
DEF S
3 L Z+100,000
R F15999 M09
4 L X-50,000                Y-50,000
R0 F M05
LBL 5 LBL 0
    
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

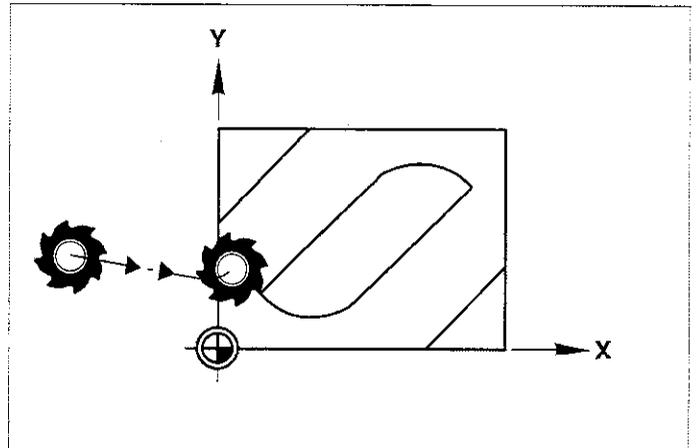
```

TOOL 6 TOOL DEF 42          L+0,000
DEF R+12,000
STOP 7 STOP
M06
TOOL 8 TOOL CALL 42        Z
CALL S 2000,000
    
```



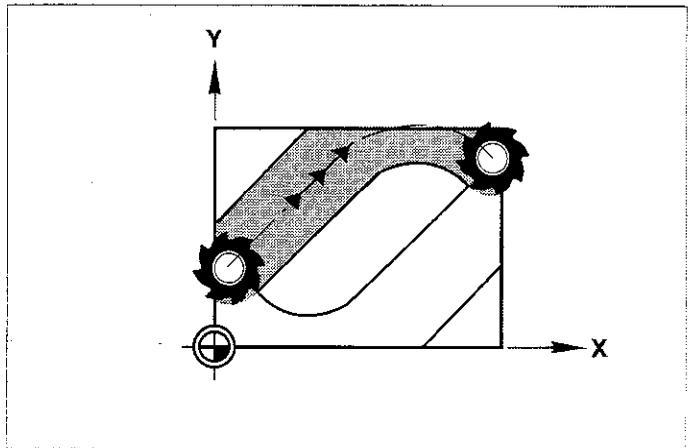
Zum tangentialen Anfahren der Kontur wird ein Hilfspunkt benötigt.

	9 L X-50,000	Y+15,000		
			R0 F15999 M	
	10 L Z-12,000		R F M	
	11 L X+11,000	Y+15,000		
			RL F1200 M13	
	12 RND R5,000			
			F	



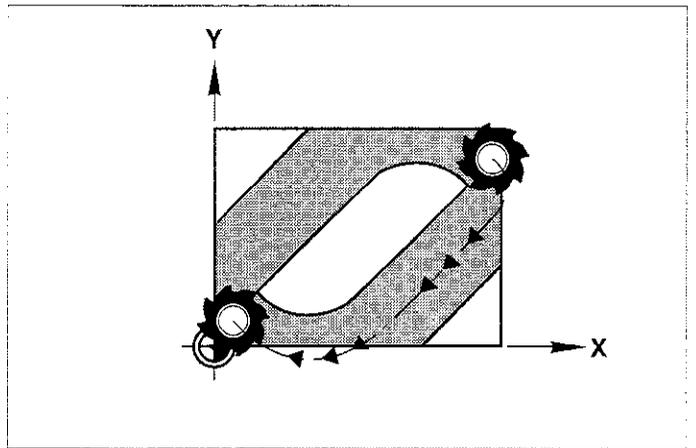
Fräsen der ersten Geraden, Fräsen der tangential anschließenden Kreisbahn.

	13 L X+41,000	Y+45,000		
			R F M	
	14 CT X+71,000	Y+45,000		
			R F M	



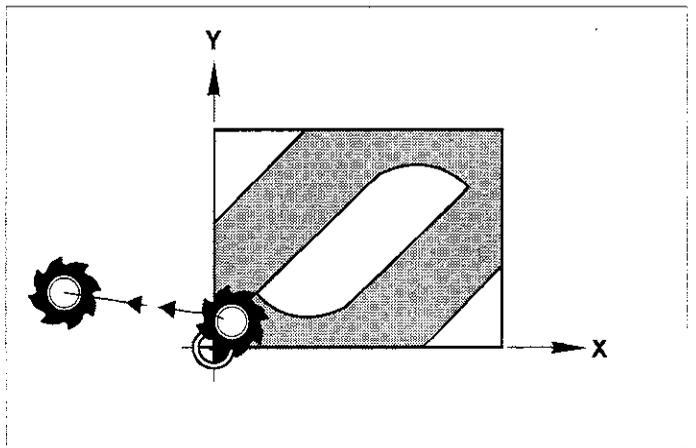
Fräsen der zweiten Geraden, Fräsen der tangential anschließenden Kreisbahn.

	15 L X+41,000	Y+15,000		
			R F M	
	16 CT X+11,000	Y+15,000		
			RL F M	



Tangentiales Verlassen der Kontur, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programm-Ende.

	17 RND R5,000			
			F	
	18 L X-50,000	Y+15,000		
			R0 F15999 M09	
	19 CALL LBL 1	REP		
	20 END PGM 240		MM	

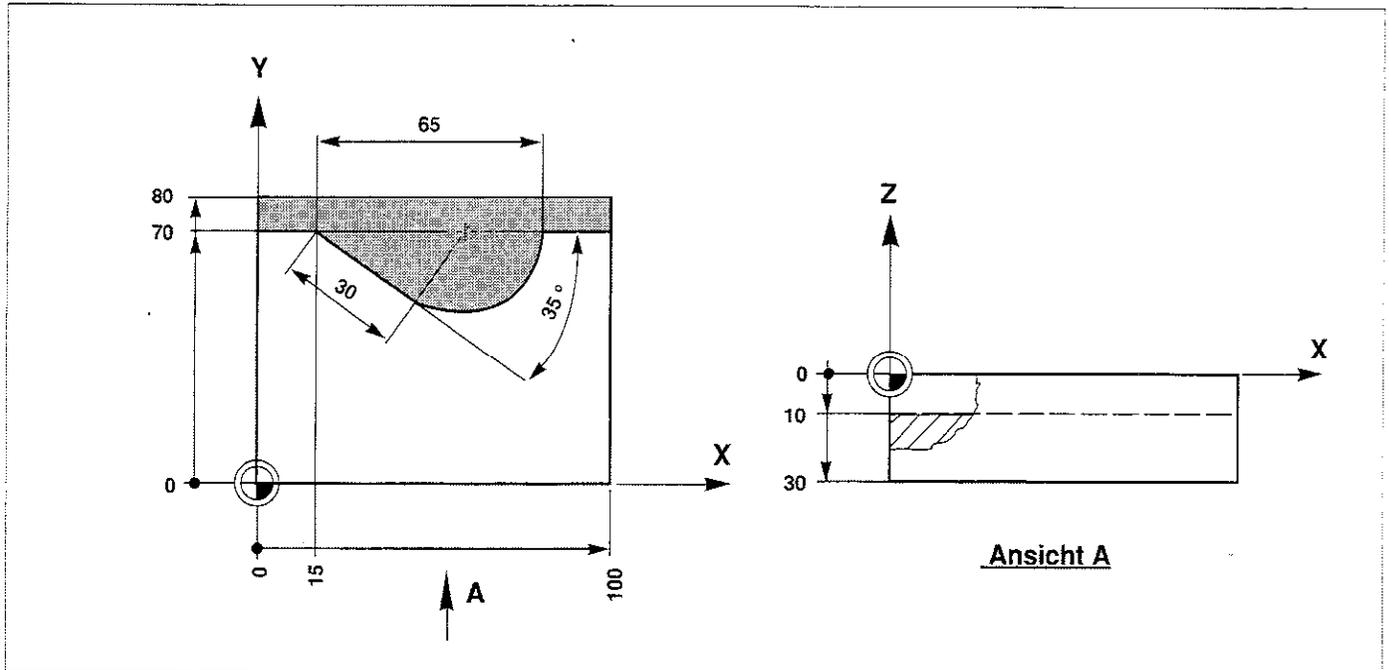


# Kreise fräsen

mit der Vertikal-Spindel

Kreise mit tangentialem Konturananschluß

Endpunkte in Polarkoordinaten



```

PGM NR 0 BEGIN PGM 245      MM
BLK FORM .. BLK FORM 0.1    Z X+0,000
                                Y+0,000      Z-30,000
.. BLK FORM 0.2            X+100,000
                                Y+80,000      Z+0,000
    
```

Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: 100mm x 80mm x 30mm  
 Werkzeug: Schrupp/Schlichtfräser Ø 30mm, 8 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

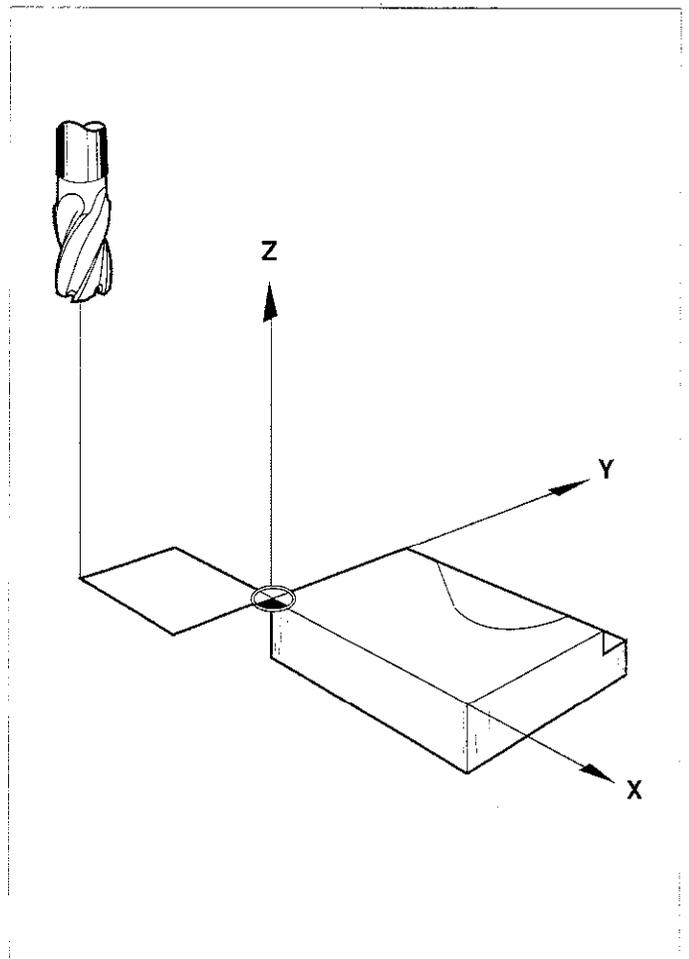
```

LSP SET 1 LBL 1
TOOL CALL 2 TOOL CALL 0      Z
                                S
3 L Z+100,000
                                R F15999 M09
4 L X-50,000                  Y-50,000
                                R0 F      M05
LBL SET 5 LBL 0
    
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

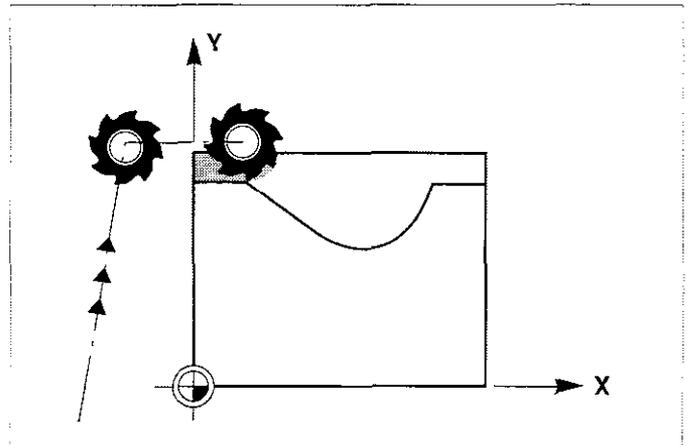
```

TOOL DEF 6 TOOL DEF 42      L+0,000
                                R+15,000
STOP 7 STOP
                                M06
TOOL CALL 8 TOOL CALL 42    Z
                                S 1600,000
    
```



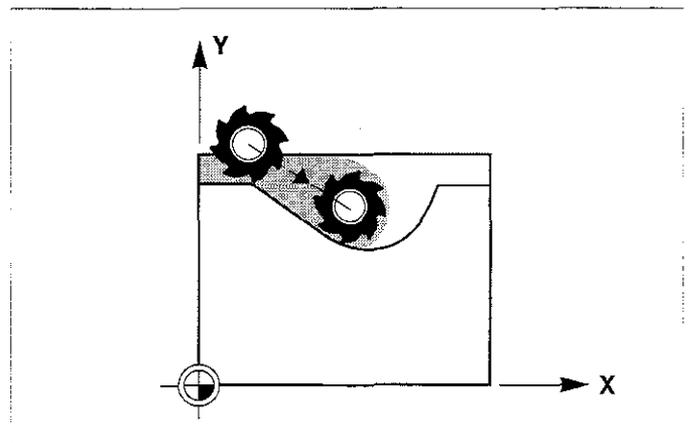
Anfahren der Kontur auf einer achsparallelen Geraden über einen Hilfspunkt, der mit Radiuskorrektur angefahren werden muß.  
Fräsen der ersten Geraden.

	9	L	X-20,000	Y+70,000			
					RL	F15999	M
	10	L	Z-10,000		R	F	M
	11	L	X+15,000	Y+70,000			
					RL	F1280	M13



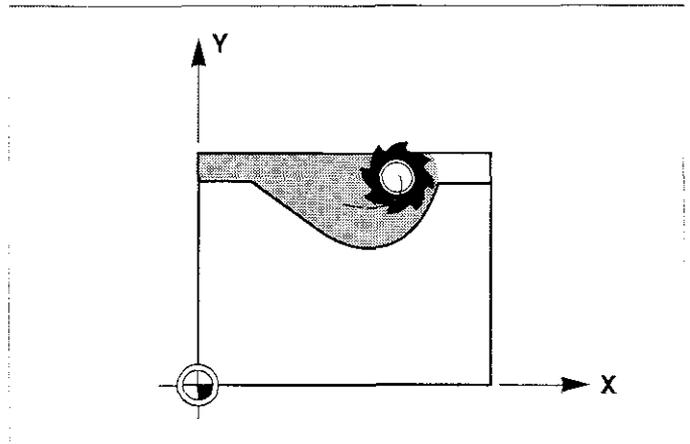
Istwert-Übernahme für Pol-Definition zur Festlegung der zweiten Geraden, Fräsen der zweiten Geraden.

		12	CC				
		13	LP	PR+30,000	PA-35,000		
					R	F	M



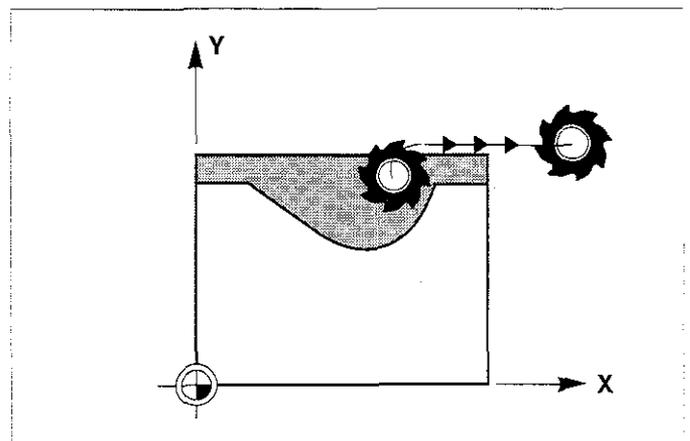
Fräsen der tangential anschließenden Kreisbahn, Angaben PR und PA beziehen sich auf den Pol CC in Satz 12.

			14	CTP	PR+65,000	PA+0,000	
					R	F	M



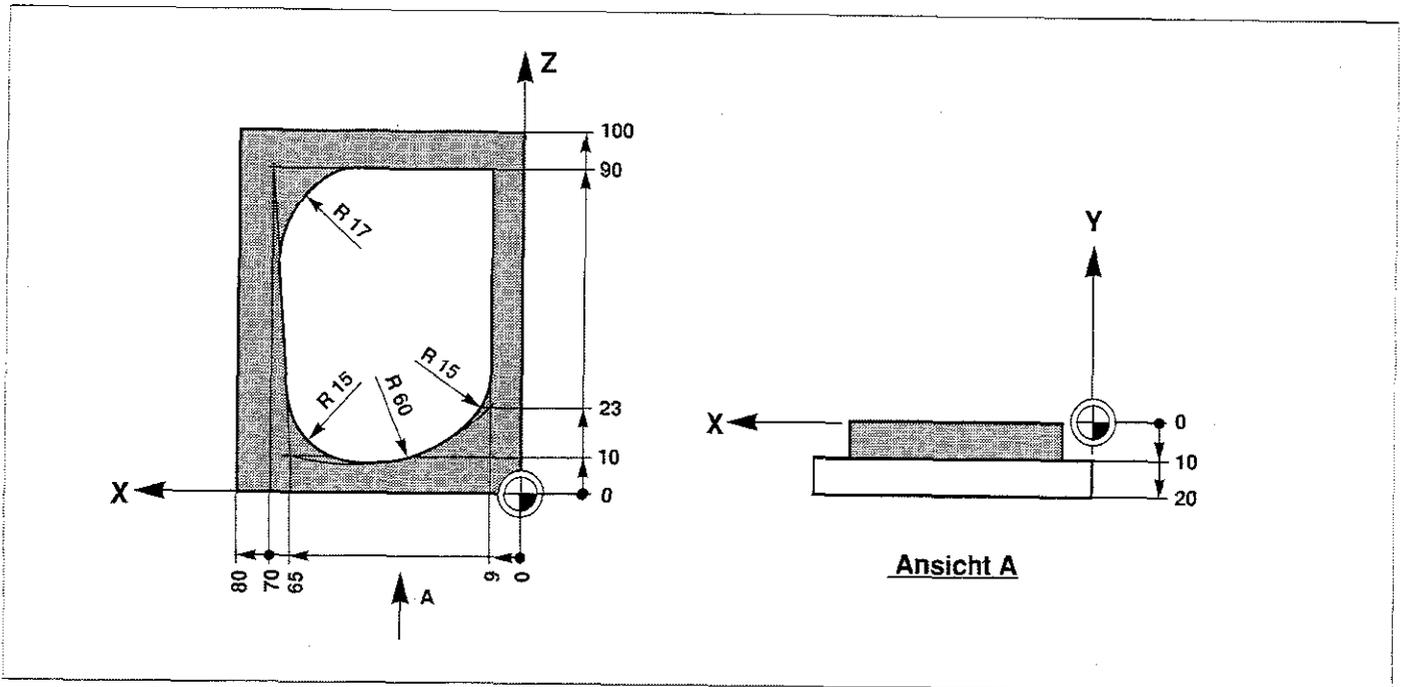
Verlassen der Kontur auf einer achsparallelen Geraden über einen Hilfspunkt mit Radiuskorrektur, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programm-Ende.

	15	L	IX+40,000		RL	F	M09
	16	CALL	LBL 1	REP			
	17	END	PGM 245		MM		



# Kreise fräsen

mit der Horizontal-Spindel  
Ecken-Runden



```

PGM NR 0 BEGIN PGM 250          MM
BLK FORM .. BLK FORM 0.1      Y X+0,000
                                           Z+0,000
                                           Y-20,000
BLK FORM .. BLK FORM 0.2      X+80,000
                                           Y+0,000
                                           Z+100,000
    
```

Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: 100mm x 80mm x 20mm  
 Werkzeug: Schrupp-/Schlichtfräser Ø 24mm, 6 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als  
 Unterprogramm (LBL 1) definiert.

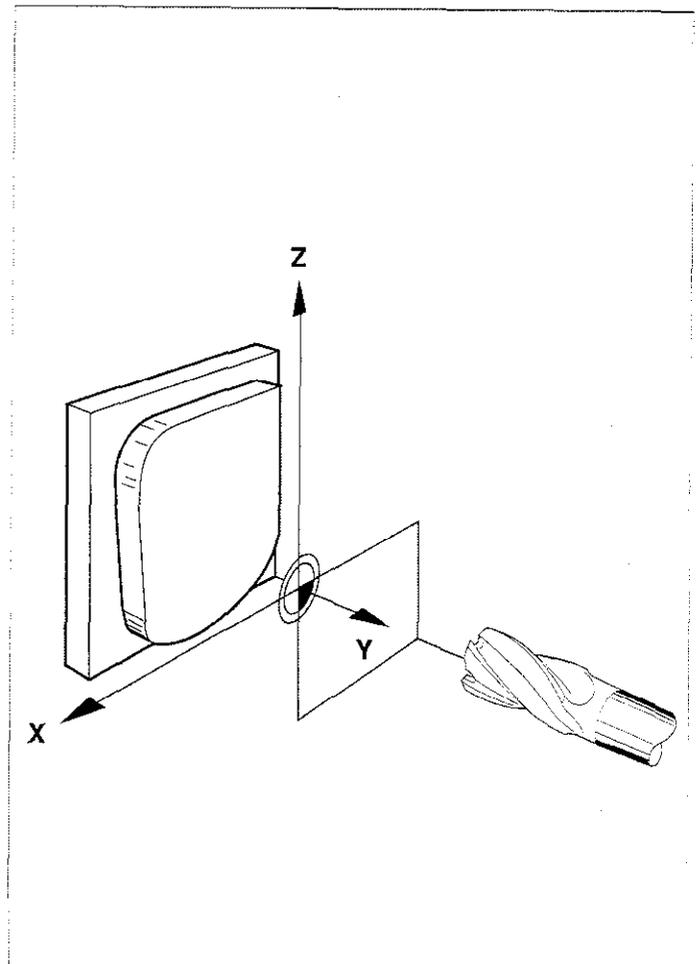
```

LBL SET 1 LBL 1
TOOL CALL 2 TOOL CALL 0          Y
                                           S
L 3 L Y+100,000
                                           R F15999 M09
L 4 L X-50,000
                                           Z-50,000
                                           R0 F M05
LBL SET 5 LBL 0
    
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

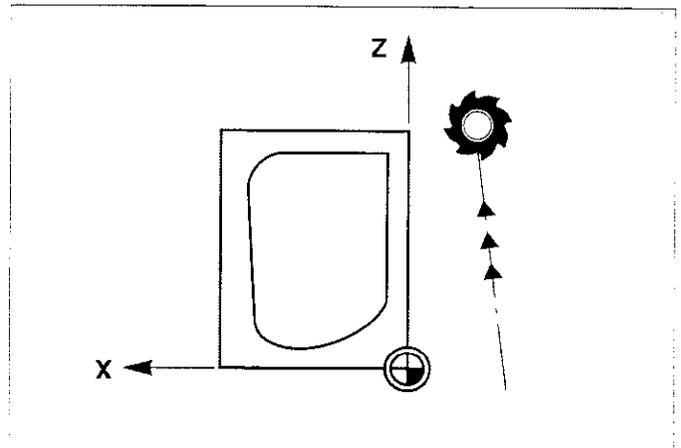
```

TOOL DEF 6 TOOL DEF 52          L+0,000
                                           R+12,000
STOP 7 STOP
M06
TOOL CALL 8 TOOL CALL 52        Y
                                           S 2000,000
    
```



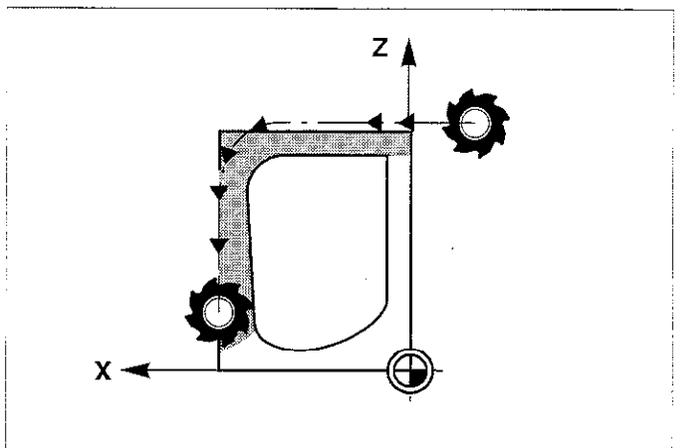
Anfahren der Kontur auf einer achsparallelen Geraden über einen Hilfspunkt mit Radiuskorrektur. Zustellen auf Frästiefe.

	9 L	X-30,000	Z+90,000			
				RR	F15999	M
	10 L	Y-10,000		R	F	M



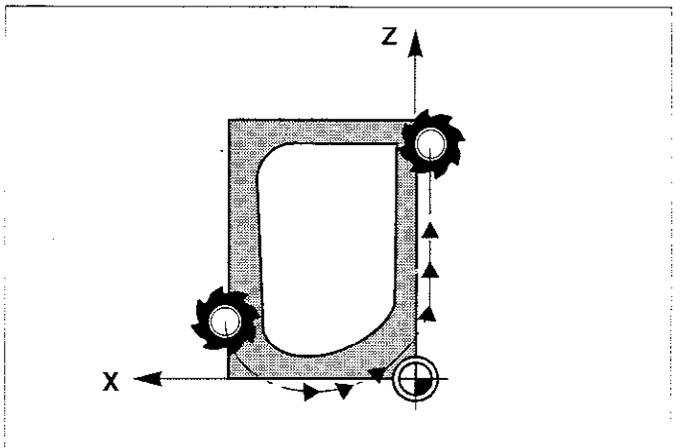
Definition der ersten beiden Konturelemente, Fräsen der ersten Geraden, Runden der Ecke, Fräsen der zweiten Geraden.

	11 L	X+70,000	IZ+0,000			
				R	F1200	M13
	12 RND	R17,000		F		
	13 L	X+65,000	Z+10,000	R	F	M



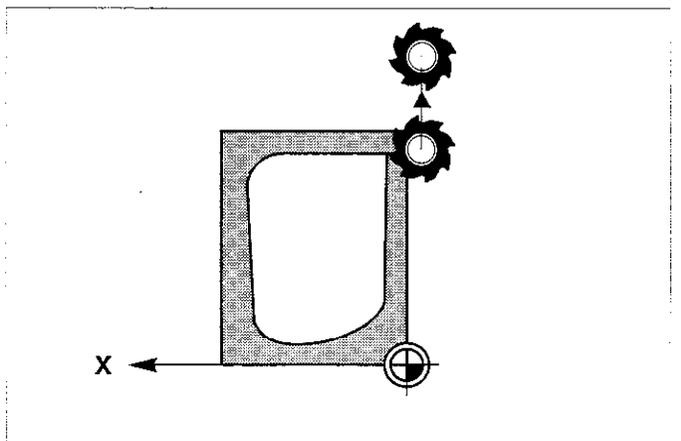
Runden der Ecke zwischen Gerade und Kreisbahn, Fräsen der Kreisbahn, Runden der Ecke zwischen Kreisbahn und nächster Gerade, Fräsen der Gerade.

	14 RND	R15,000		F		
	15 CR	X+9,000	Z+23,000			
		R+60,000	DR+	R	F	M
	16 RND	R15,000		F		
	17 L	IX+0,000	Z+90,000	R	F	M



Verlassen der Kontur auf einer achsparallelen Geraden mit Radiuskorrektur, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programm-Ende.

	18 L	IZ+30,000		RR	F	M09
	19 CALL	LBL 1	REP			
	20 END	PGM 250		MM		

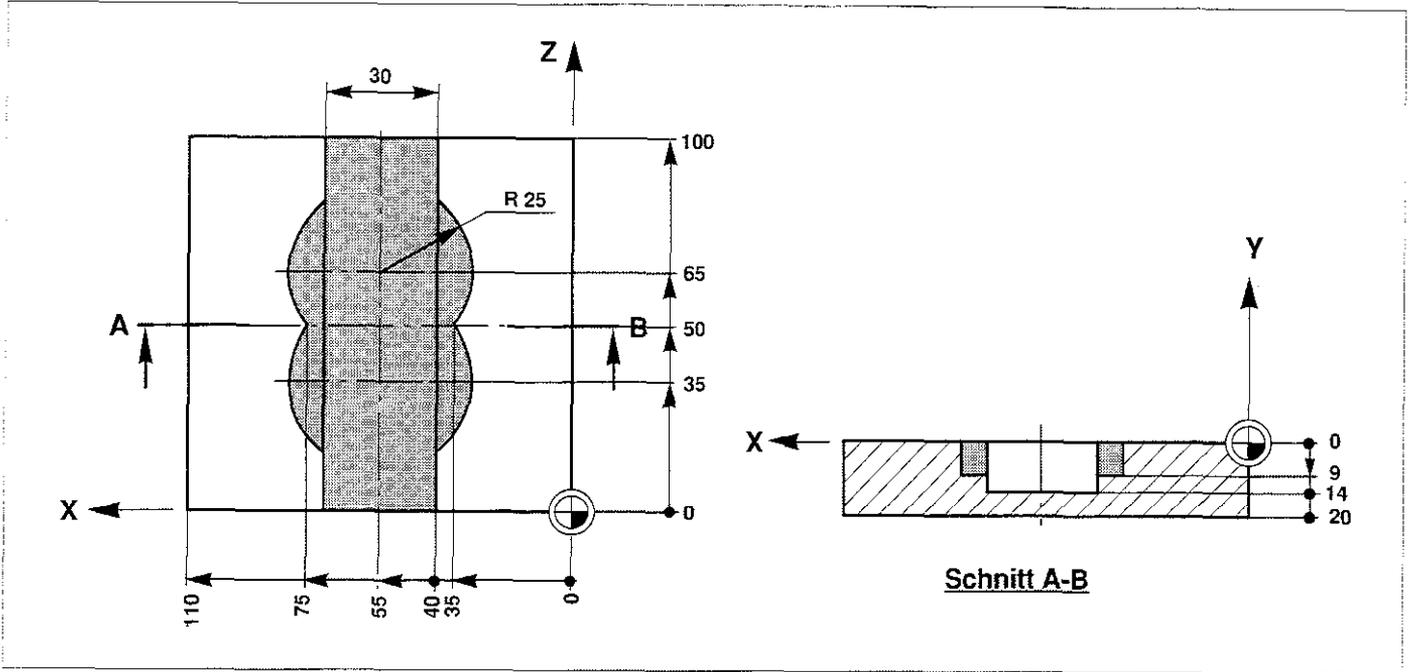


# Kreise fräsen

mit der Horizontal-Spindel

Festlegung über Mittelpunkt und Endpunkt

Endpunkte in rechtwinkligen Koordinaten



```

0 BEGIN PGM 260 MM
.. BLK FORM 0.1 Y X+0,000
Y-20,000 Z+0,000
.. BLK FORM 0.2 X+110,000
Y+0,000 Z+100,000
    
```

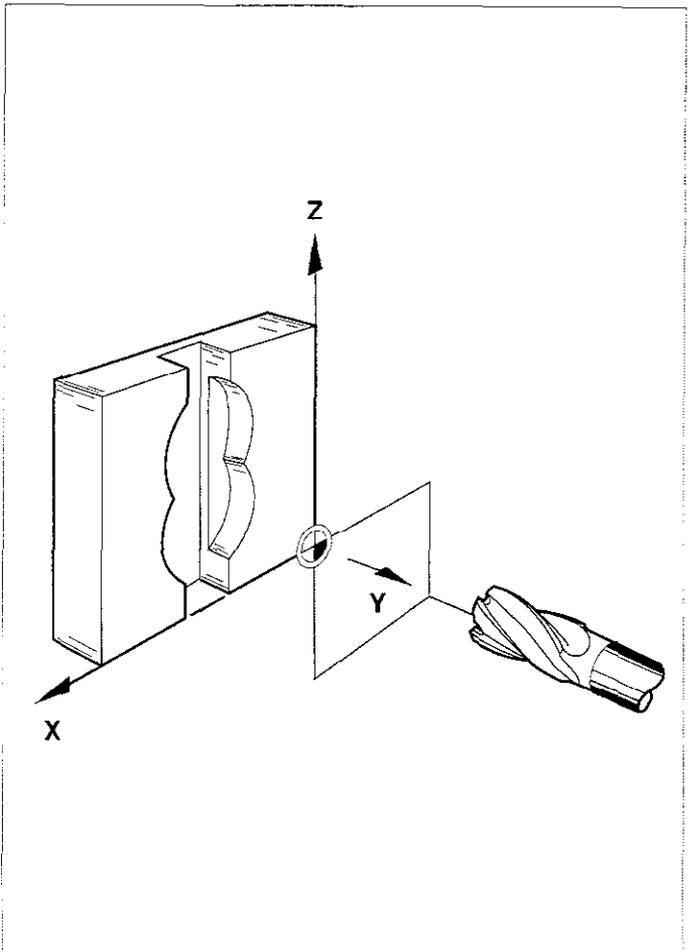
Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: 110mm x 100mm x 20mm  
 Werkzeug: Schrupp-/Schlichtfräser Ø 20mm, 6 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

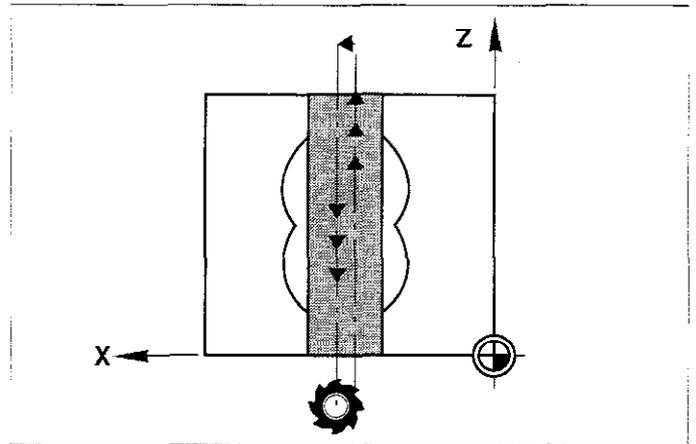
```

1 LBL 1
2 TOOL CALL 0 Y
S
3 L Y+100,000
R F15999 M09
4 L X-50,000 Z-50,000
R0 F M05
5 LBL 0
Definition und Aufruf des Werkzeugs.
6 TOOL DEF 62 L+0,000
R+10,000
7 STOP
M06
8 TOOL CALL 62 Y
S 2500,000
    
```

Anfahren der Kontur auf einer achsparallelen Geraden über einen Hilfspunkt mit Radiuskorrektur. Zu- stellen auf Frästiefe 14mm, Fräsen des Schlitzes.

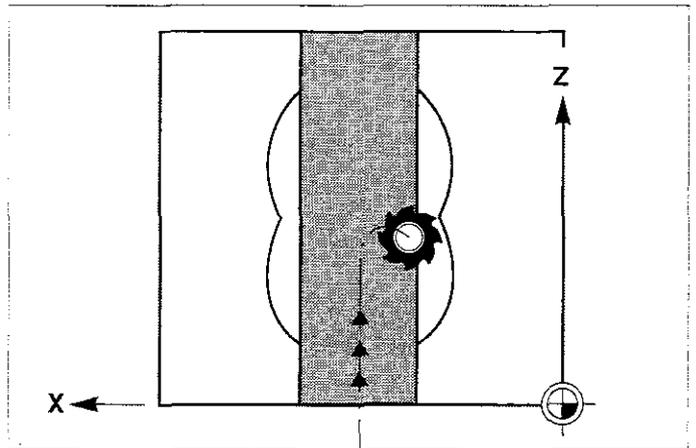


	9 L	X+40,000	Z-30,000			
			RL F15999	M		
	10 L	Y-14,000		R	F	M
	11 L	Z+130,000		R	F1500	M13
	12 L	IX+30,000		R	F15999	M
	13 L	Z-30,000		R	F1500	M09



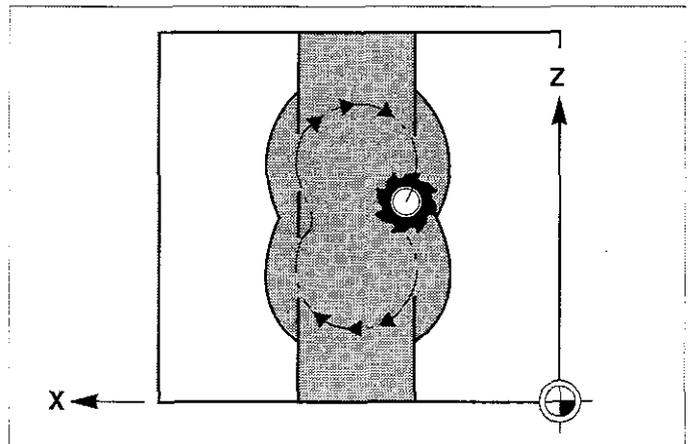
Rückziehen des Werkzeugs auf Frästiefe 9mm, tangenciales Anfahren der Kontur über einen Hilfspunkt.

	14 L	Y-9,000		R	F15999	M
	15 L	X+55,000	Z+35,000	R0	F	M
	16 L	X+35,000	Z+50,000	RR	F150	M13
	17 RND	R2,000		F		



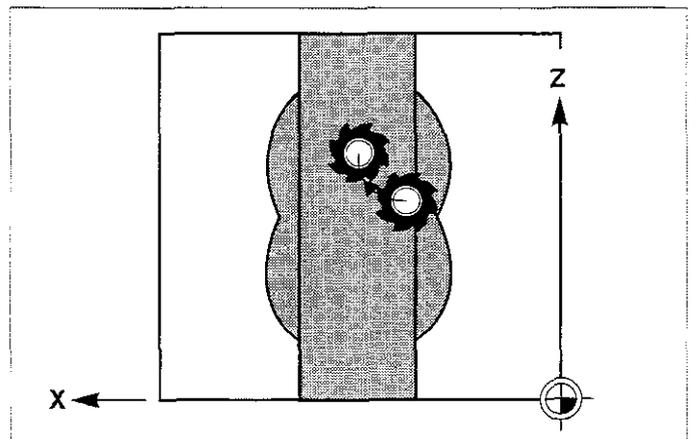
Fräsen der beiden Kreisbahnen in negativer Drehrichtung DR-.

	18 CC	X+55,000	Z+35,000			
	19 C	X+75,000	Z+50,000	DR-	R	F
					M	
	20 CC	X+55,000	Z+65,000			
	21 C	X+35,000	Z+50,000	DR-	RR	F
					M	



Tangenciales Verlassen der Kontur. Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programm-Ende.

	22 RND	R2,000		F		
	23 L	X+55,000	Z+65,000	R0	F15999	M09
	24 CALL LBL	1	REP			
	25 END PGM	260	MM			

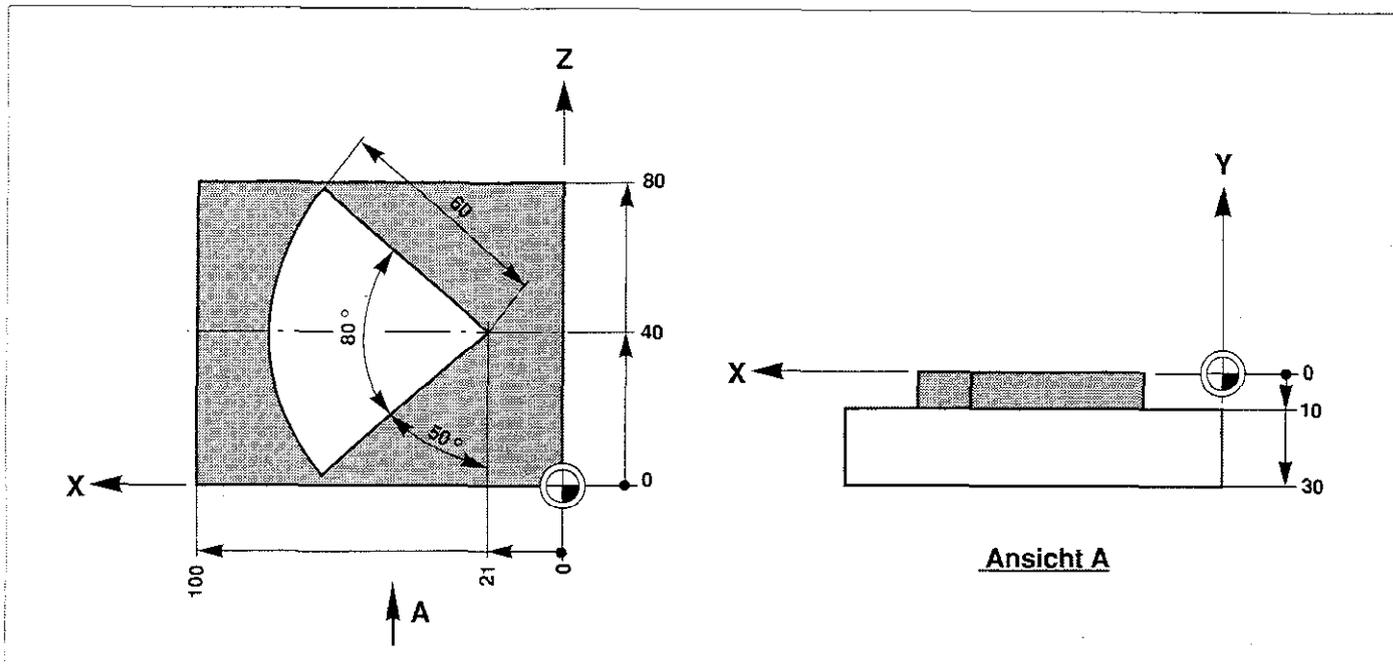


# Kreise fräsen

mit der Horizontal-Spindel

Festlegung über Mittelpunkt und Endpunkt

Endpunkte in Polarkoordinaten



```

PGM 0 BEGIN PGM 265      MM
BLK .. BLK FORM 0.1    Y X+0,000
                        Y-30,000 Z+0,000
BLK .. BLK FORM 0.2    X+100,000
                        Y+0,000   Z+80,000
    
```

Werkstoff: Aluminium

Roh-Maße: 100mm x 80mm x 30mm

Werkzeug: Walzenstirnfräser Ø 30mm, 8 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

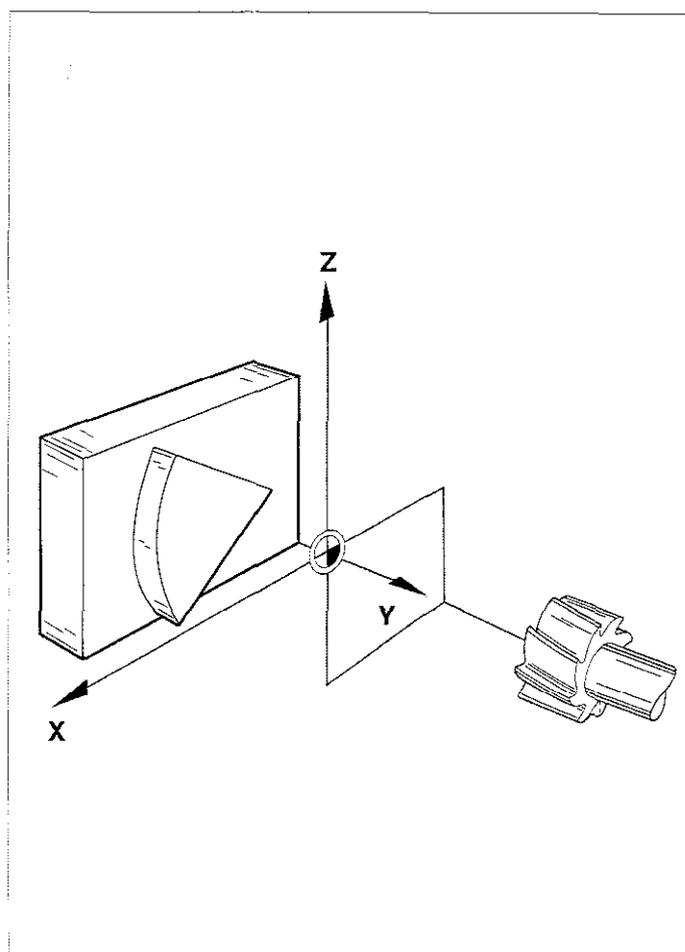
```

LBL 1 LBL 1
TOOL 2 TOOL CALL 0      Y
                        S
L 3 L Y+100,000
R F15999 M09
L 4 L X-50,000          Z-50,000
R0 F M05
LBL 5 LBL 0
    
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

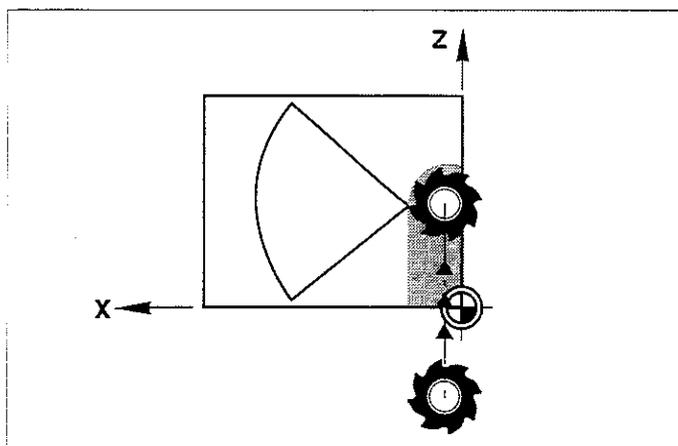
```

TOOL 6 TOOL DEF 62      L+0,000
                        R+15,000
STOP 7 STOP
M06
TOOL 8 TOOL CALL 62    Y
                        S 1600,000
    
```



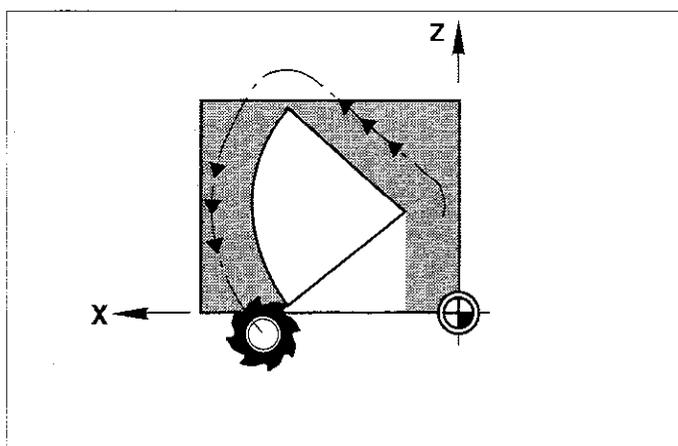
Anfahren der Kontur auf einer achsparallelen Geraden über einen Hilfspunkt mit Radiuskorrektur.

	9 L	X+21,000	Z-35,000			
				RR	F15999	M
	10 L	Y-10,000				
				R	F	M
	11 L	X+21,000	Z+40,000			
				R	F1280	M13



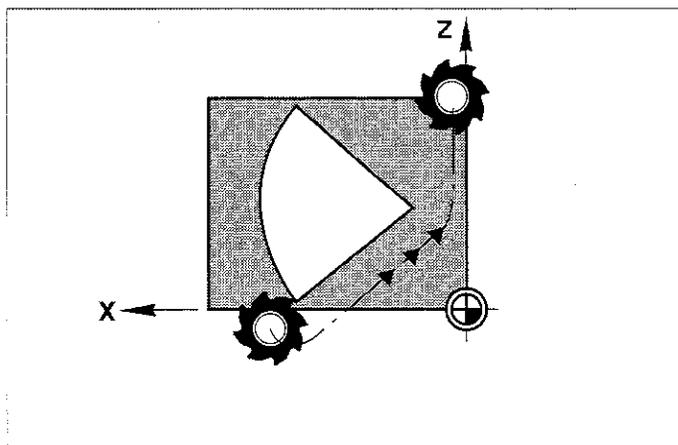
Festlegen des ersten Pols, Fräsen der Geraden, Fräsen der Kreisbahn in positiver Drehrichtung DR+.

	12 CC	X+21,000	Z+40,000			
	P 13 LP	PR+60,000	PA+50,000			
				R	F	M
	P 14 CP	IPA+80,000		DR+	R	F
						M



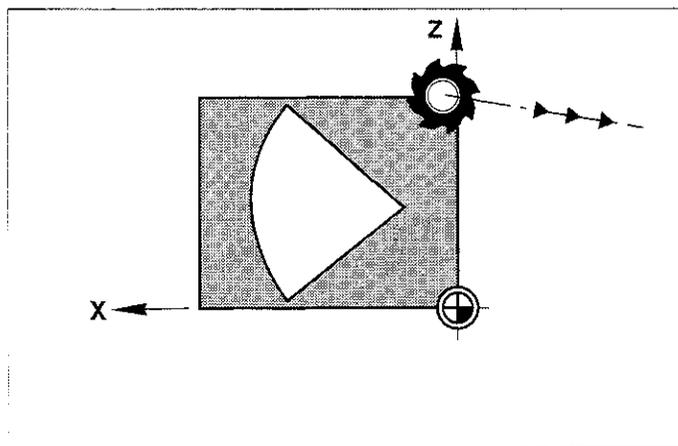
Fräsen der weiteren Kontur.

	15 L	X+21,000	Z+40,000			
				R	F	M
	16 L	X+21,000	Z+100,000			
				RR	F	M09



Die Kontur ist bereits verlassen. Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programm-Ende.

	17 CALL	LBL 1	REP			
	18 END	PGM 265		MM		

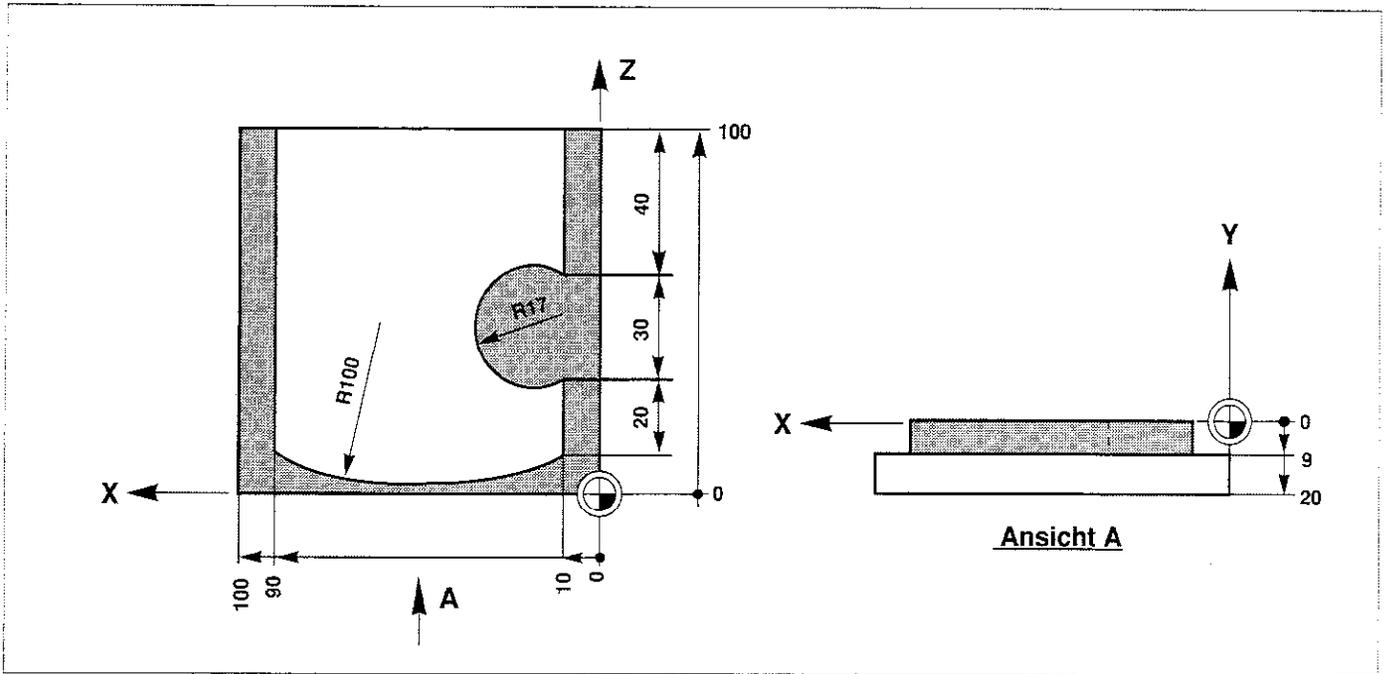


# Kreise fräsen

mit der Horizontal-Spindel

Festlegung über Radius und Endpunkt

Endpunkte in rechtwinkligen Koordinaten



```

PGM NR 0 BEGIN PGM 270          MM
BLK FORM .. BLK FORM 0.1      Y X+0,000
                                Z+0,000
                                Y-20,000
.. BLK FORM 0.2              X+100,000
                                Y+0,000
                                Z+100,000
    
```

Werkstoff: Aluminium

Roh-Maße: 100mm x 100mm x 20mm

Werkzeug: Schrupp-/Schlichtfräser Ø 18mm, 6 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

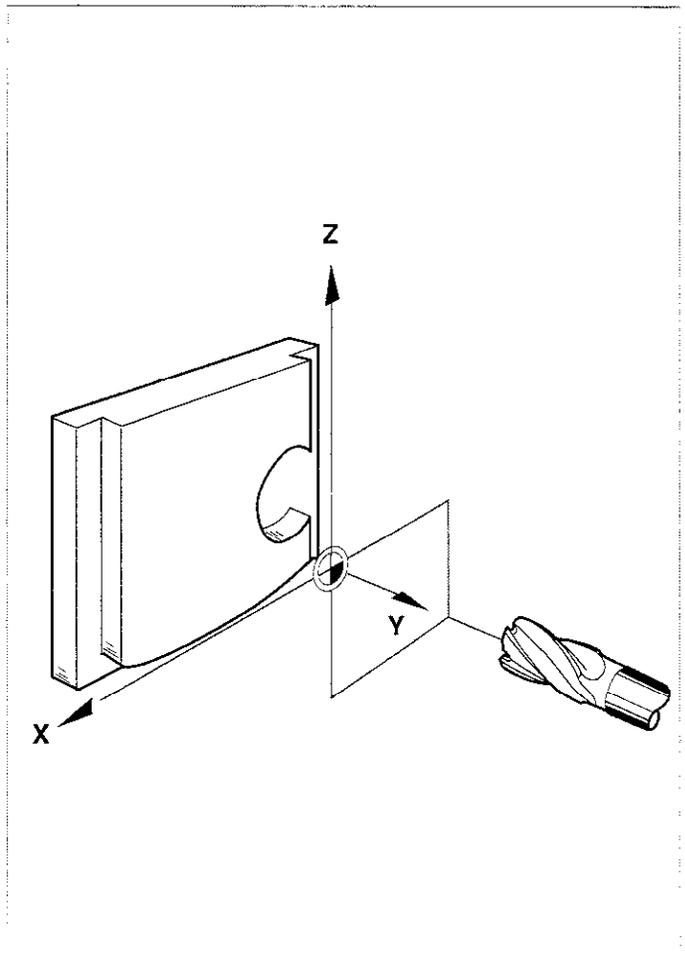
```

LBL SET 1 LBL 1
TOOL CALL 2 TOOL CALL 0          Y
                                S
3 L Y+100,000
                                R F15999 M09
4 L X-50,000                    Z-50,000
                                R0 F M05
LBL SET 5 LBL 0
    
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

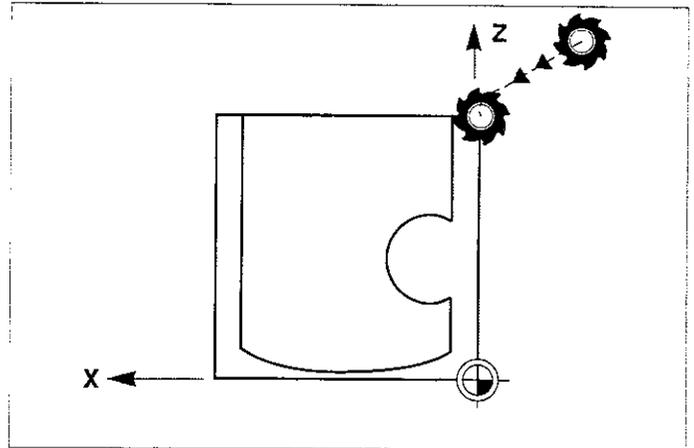
```

TOOL DEF 6 TOOL DEF 72          L+0,000
                                R+9,000
7 STOP
                                M06
TOOL CALL 8 TOOL CALL 72        Y
                                S 2500,000
    
```



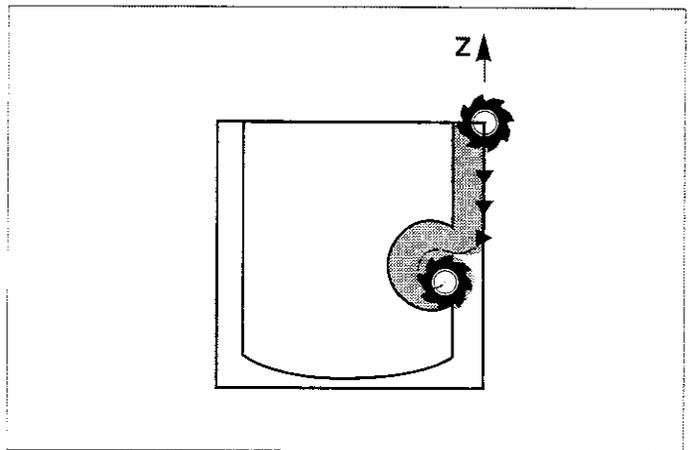
Zum tangentialen Anfahren der Kontur wird ein Hilfspunkt benötigt.

	9 L X-25,000	Z+125,000			
		R0 F15999 M			
	10 L Y-9,000		R F M		
	11 L X+10,000	Z+100,000			
	12 RND R7,000		RL F1500 M13		
			F		



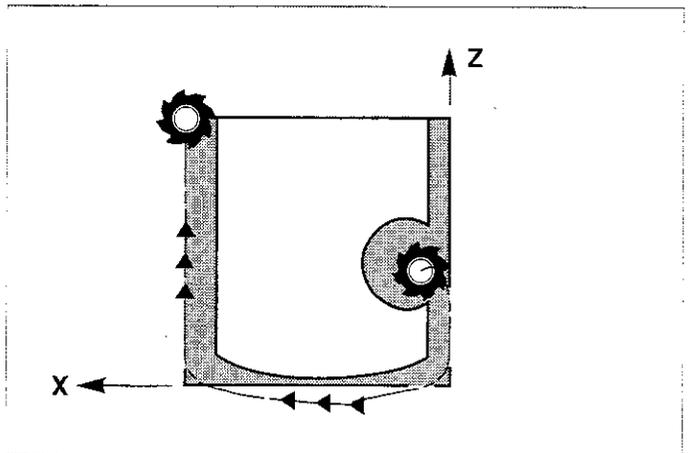
Fräsen der ersten Geraden und der ersten Kreisbahn (Angaben für Z im Kettenmaß). Negatives Vorzeichen für Kreisradius R bei einem Zentriwinkel größer als 180°.

	13 L IZ-40,000		R F M		
	14 CR IZ-30,000				
	R-17,000	DR+	R F M		



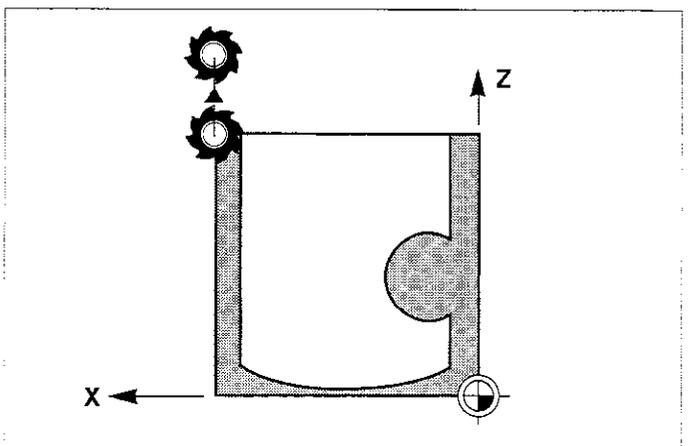
Fräsen der weiteren Kontur. Positives Vorzeichen für Kreisradius R in Satz 16 bei einem Zentriwinkel kleiner als 180°.

	15 L IZ-20,000		R F M		
	16 CR IX+80,000				
	R+100,000	DR-	R F M		
	17 L Z+100,000		R F M		



Verlassen der Kontur auf einer achsparallelen Geraden, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programm-Ende.

	18 L IZ+30,000				
		RL F15999 M09			
	19 CALL LBL 1	REP			
	20 END PGM 270		MM		

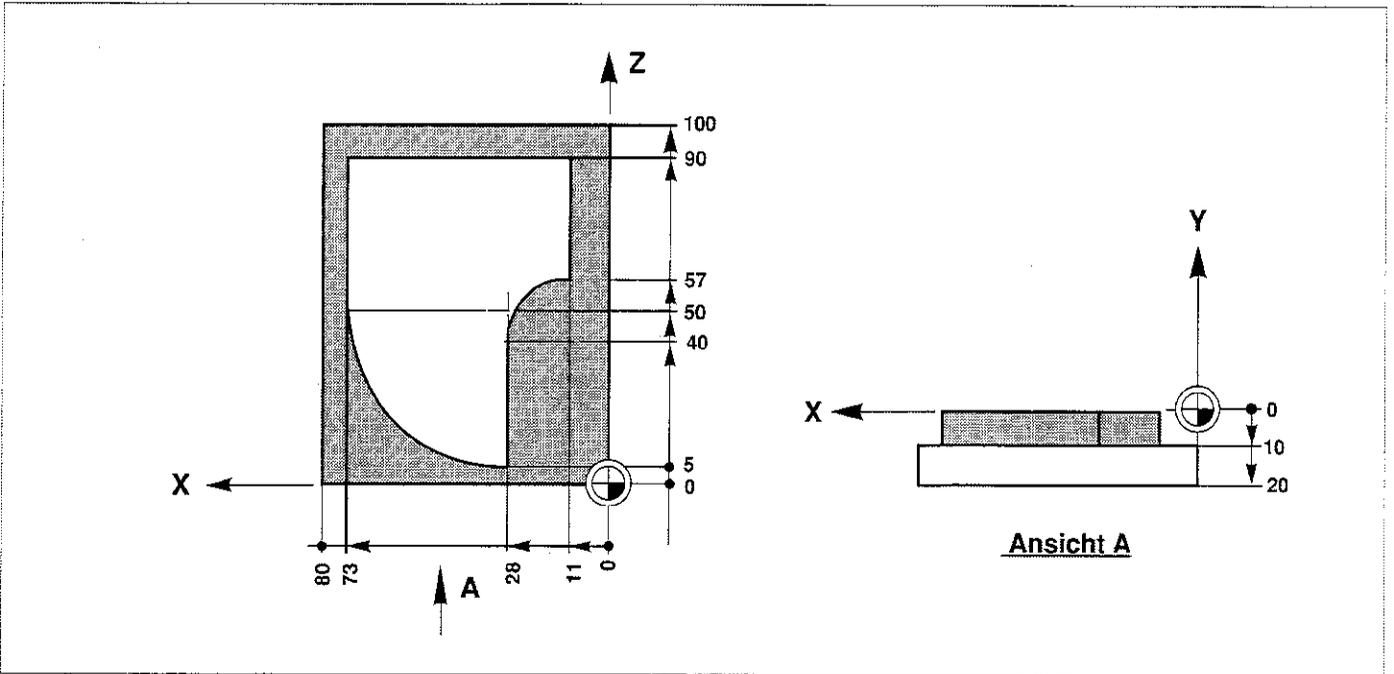


# Kreise fräsen

mit der Horizontal-Spindel

Kreise mit tangentialem Konturananschluß

Endpunkte in rechtwinkligen Koordinaten



```

PGM NR 0 BEGIN PGM 280          MM
BLK FORM .. BLK FORM 0.1      Y X+0,000
                                           Z+0,000
                                           Y-20,000
                                           Z+100,000
.. BLK FORM 0.2              X+80,000
                                           Y+0,000
                                           Z+100,000
    
```

Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: 100mm x 80mm x 20mm  
 Werkzeug: Walzenstirnfräser Ø 30mm, 8 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

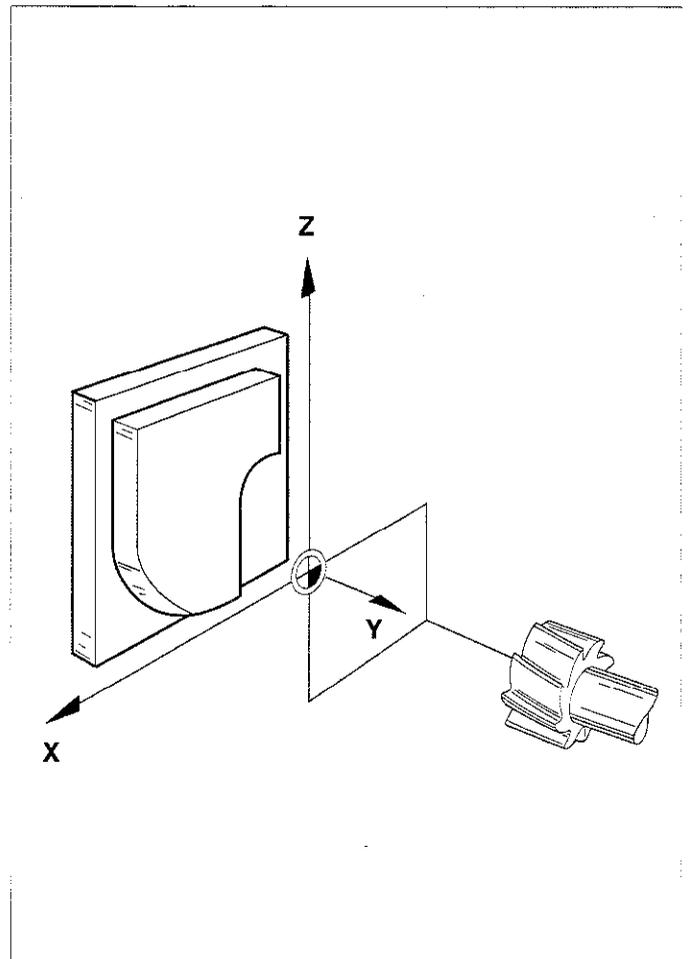
```

LBL SET 1 LBL 1
TOOL CALL 2 TOOL CALL 0          Y
                                           S
L 3 L Y+100,000
                                           R F15999 M09
                                           Z-50,000
L 4 L X-50,000
                                           R0 F M05
LBL SET 5 LBL 0
    
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

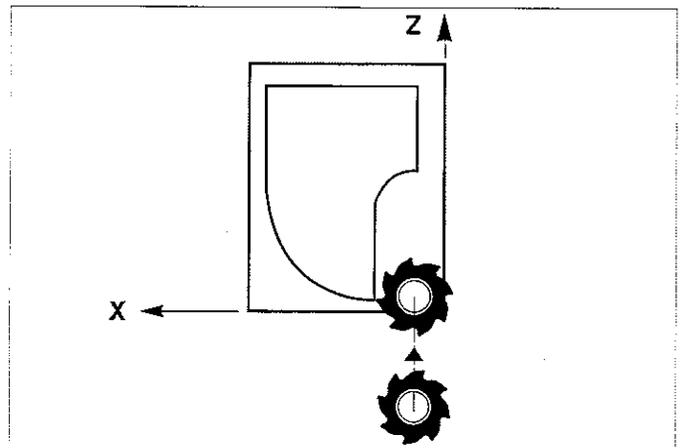
```

TOOL DEF 6 TOOL DEF 82          L+0,000
                                           R+15,000
STOP 7 STOP
M06
TOOL CALL 8 TOOL CALL 82        Y
                                           S 1600,000
    
```



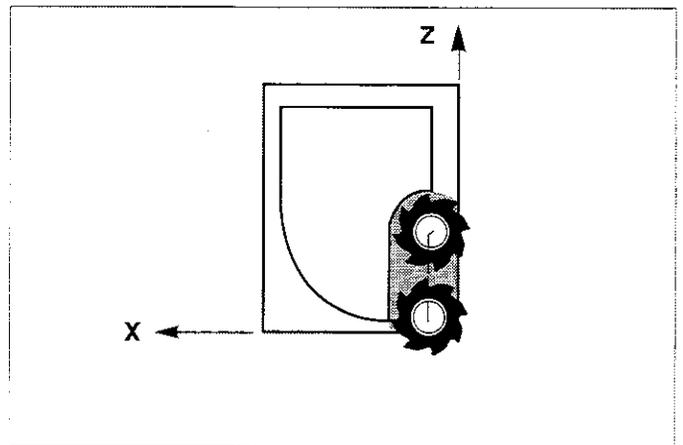
Anfahren der Kontur auf einer achsparallelen Geraden über einen Hilfspunkt mit Radiuskorrektur.

	9 L	X+28,000	Z-50,000		
			RR F15999	M	
	10 L	Y-10,000		R F M	
	11 L	X+28,000	Z+5,000	R F1280	M13



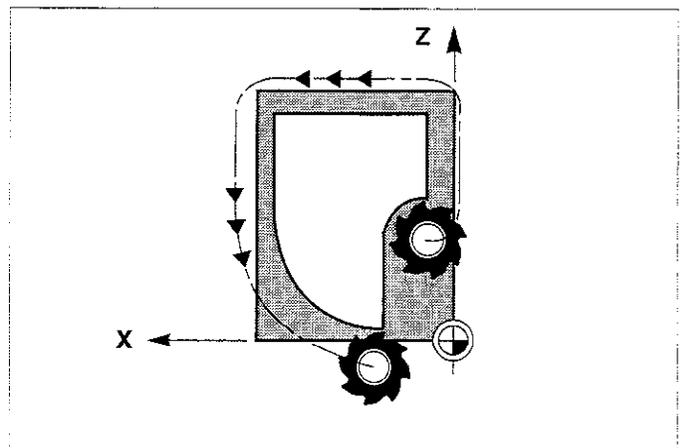
Fräsen der ersten Geraden und der ersten Kreisbahn, Kreisbahn schließt tangential an die Gerade an.

	12 L	X+28,000	Z+40,000	R F M	
	13 CT	X+11,000	Z+57,000	R F M	



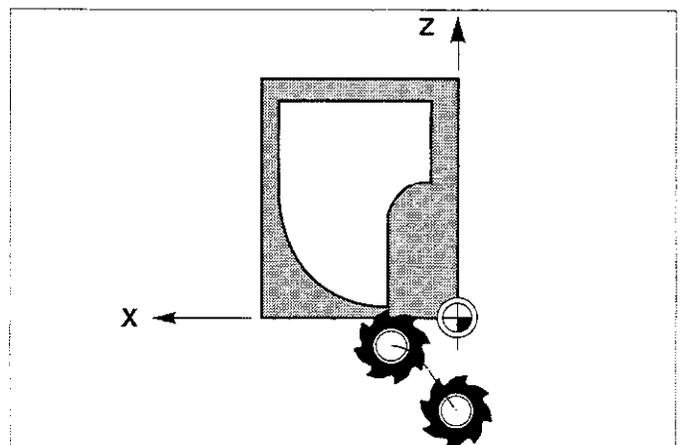
Fräsen der weiteren Kontur.

	14 L	Z+90,000		R F M	
	15 L	X+73,000		R F M	
	16 L	X+73,000	Z+50,000	R F M	
	17 CT	X+28,000	Z+5,000	RR F M	



Tangentiales Verlassen der Kontur, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programm-Ende.

	18 RND	R8,000		F	
	19 L	X+0,000	Z-50,000	R0 F	M09
	20 CALL	LBL 1	REP		
	21 END	PGM 280		MM	

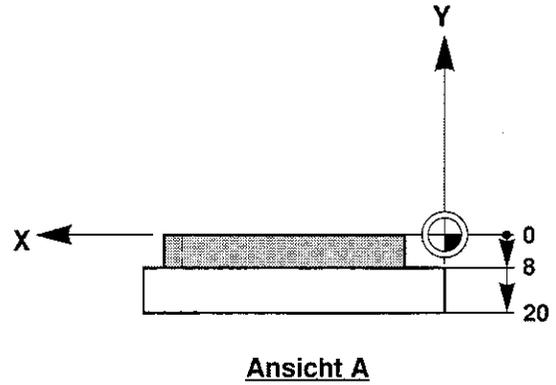
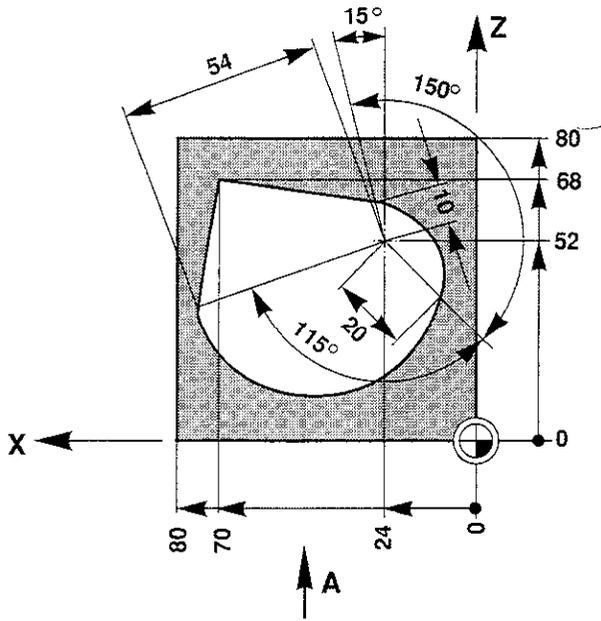


# Kreise fräsen

mit der Horizontal-Spindel

Kreise mit tangentialem Konturananschluß

Endpunkte in Polarkoordinaten



```

PGM NR 0 BEGIN PGM 285 MM
BLK FORM 0.1 Y X+0,000
Y-20,000 Z+0,000
BLK FORM 0.2 X+80,000
Y+0,000 Z+80,000
    
```

Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: 80mm x 80mm x 20mm  
 Werkzeug: Weizenstirnfräser Ø 30mm, 8 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

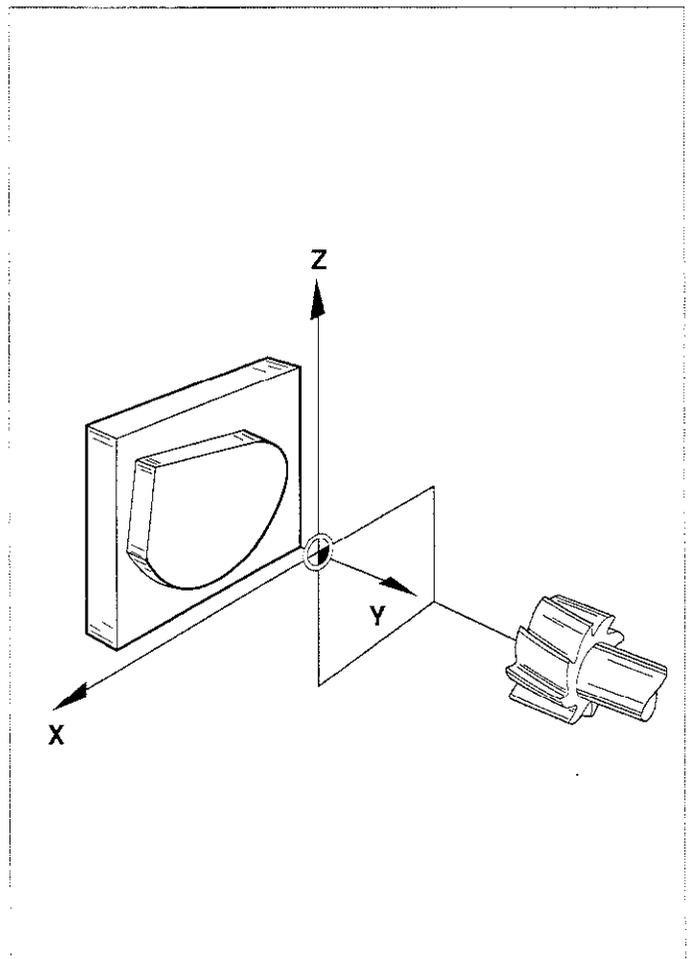
```

LBL SET 1 LBL 1
TOOL CALL 2 TOOL CALL 0 Y
S
L 3 L Y+100,000
R F15999 M09
L 4 L X-50,000 Z-50,000
R0 F M05
LBL SET 5 LBL 0
    
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

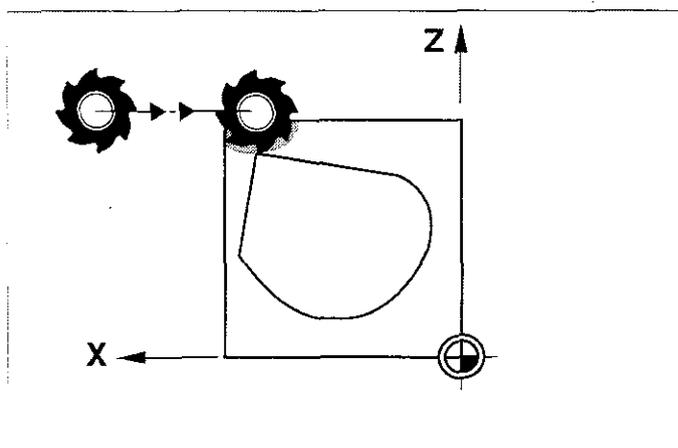
```

TOOL DEF 6 TOOL DEF 82 L+0,000
R+15,000
STOP 7 STOP M06
TOOL CALL 8 TOOL CALL 82 Y
S 1600,000
    
```



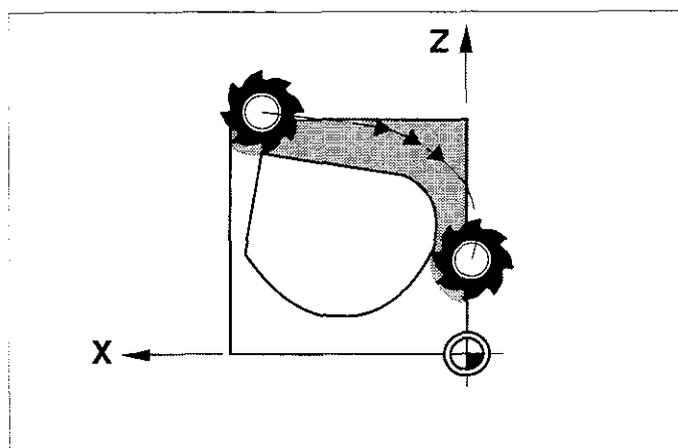
Anfahren der Kontur auf einer achsparallelen Geraden über einen Hilfspunkt mit Radiuskorrektur.

	9 L	X+120,000	Z+68,000	
			RL F15999 M	
	10 L	Y-8,000		
			R F M	
	11 L	X+70,000		
			R F1280 M13	



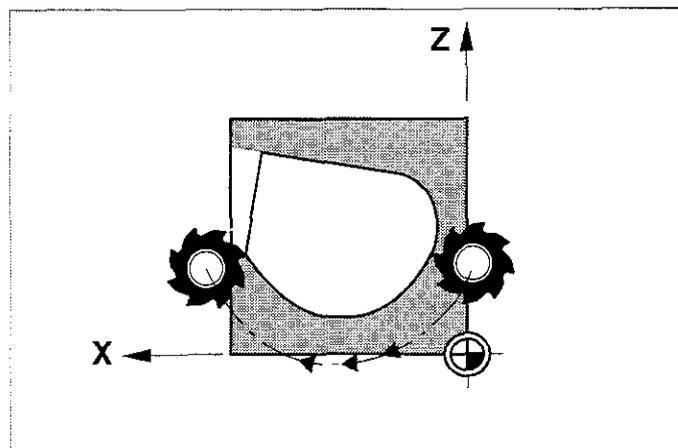
Festlegen des ersten Pols, Fräsen der ersten Geraden. Fräsen der tangential anschließenden Kreisbahn (PR bezieht sich auf Pol CC in Satz 12, Winkelangabe PA im Kettenmaß).

		12 CC	X+24,000	Z+52,000	
		13 LP	PR+10,000	PA+15,000	
				R F M	
		14 CTP	PR+20,000	IPA-150,000	
				R F M	



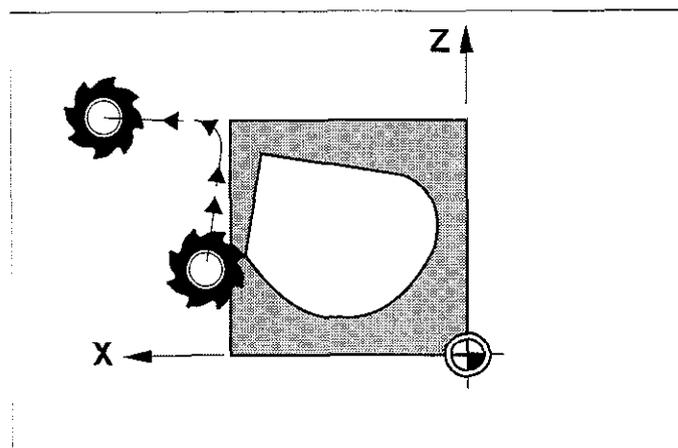
Fräsen der zweiten tangential anschließenden Kreisbahn (PR-Angabe bezieht sich auf Pol CC in Satz 12, Winkelangabe PA im Kettenmaß).

		15 CTP	PR+54,000	IPA-115,000	
				R F M	



Fräsen der letzten Geraden, tangentiales Verlassen der Kontur, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programm-Ende.

	16 L	X+70,000	Z+68,000	
			RL F M	
	17 RND	R15,000		
			F	
	18 L	IX+50,000	IZ+30,000	
			R0 F15999 M09	
	19 CALL	LBL 1	REP	
	20 END	PGM 285	MM	



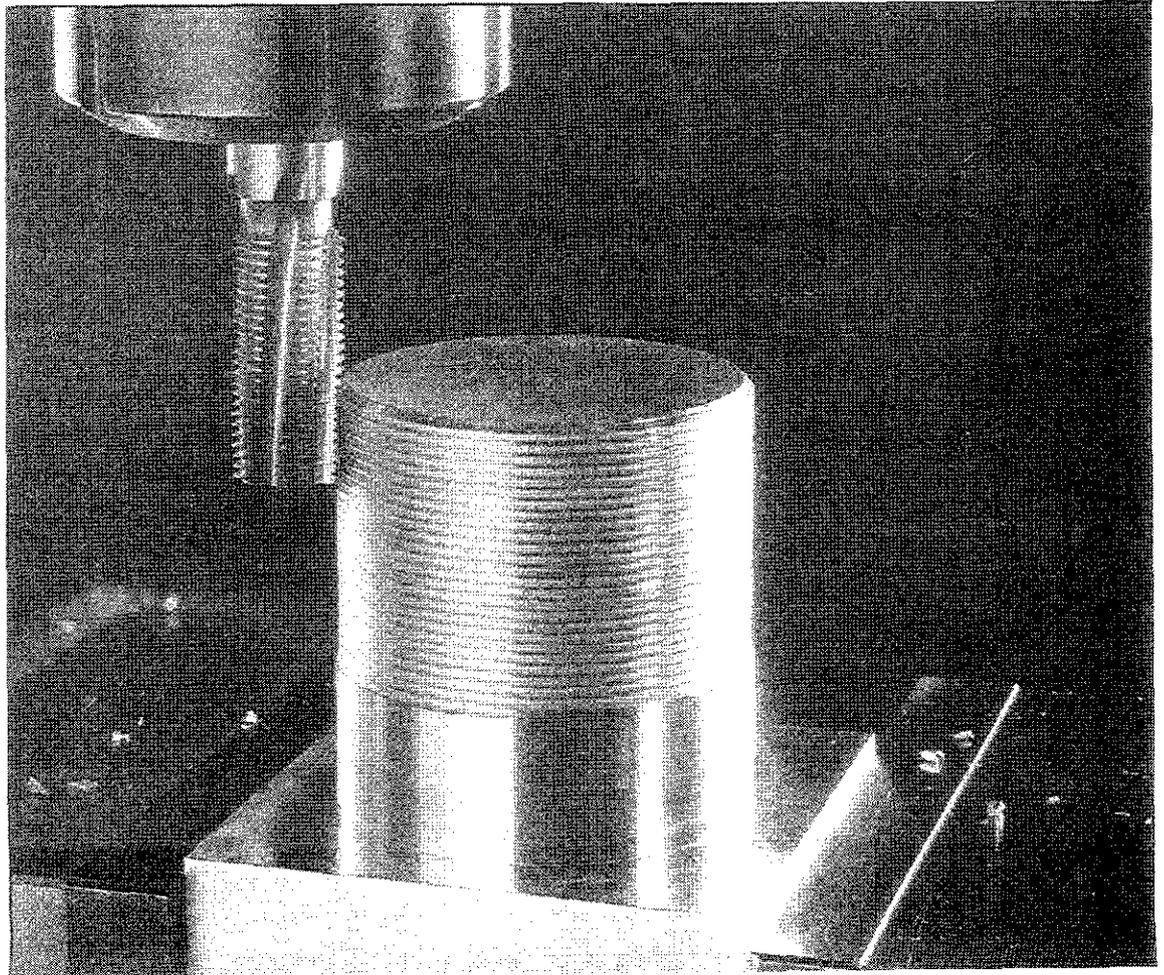


# TNC

Bahnsteuerungen

Schraubenlinien Fräsen

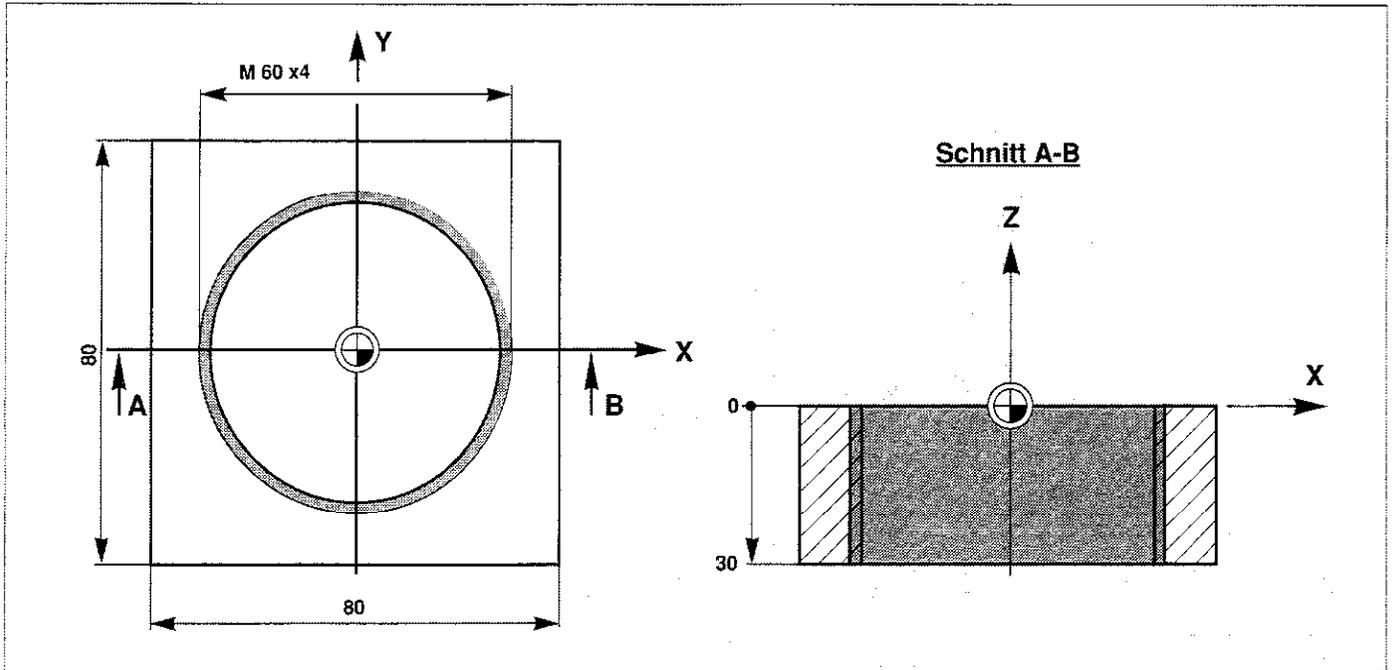
PGM 310 - PGM 330



# Schraubenlinien fräsen

mit der Vertikal-Spindel

Programmierung über einen CP-Satz



PGM NR 0 BEGIN PGM 310 MM

Schraubenlinien kann die Grafik der TNC nicht darstellen. In diesem Fall überprüft man das Programm in Betriebsart Programm-Test auf geometrische Fehler.

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

LBL SET	1	LBL	1		
TOOL CALL	2	TOOL CALL	0	Z	
				S	
L	3	L	Z+100,000		
				R	F15999 M09
Z	4	L	X-50,000	Y-50,000	
				R0	F M05
LBL SET	5	LBL	0		

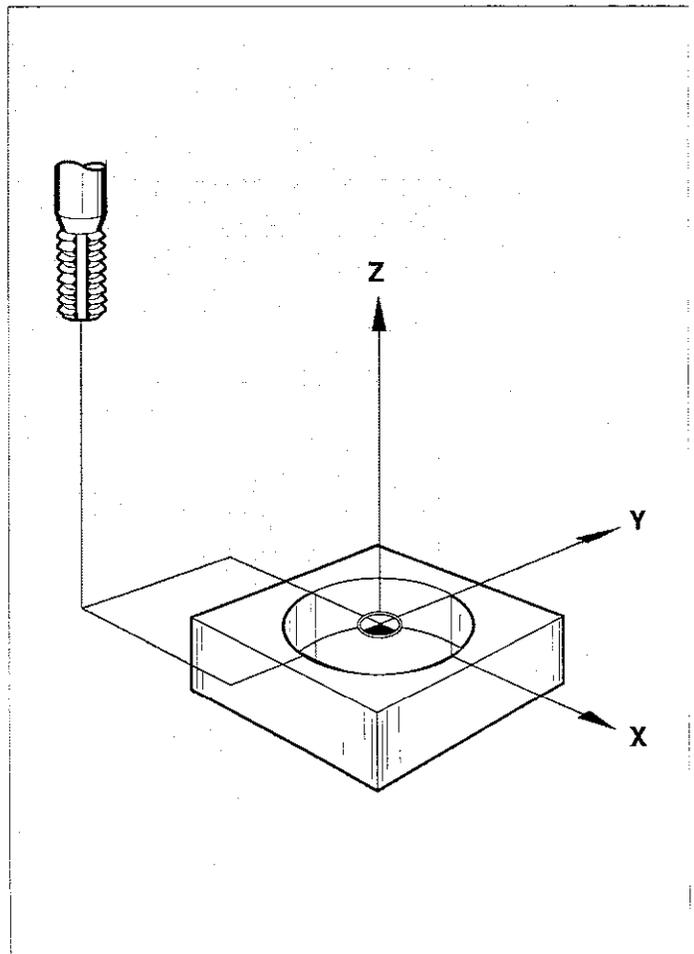
Definition und Aufruf des Werkzeugs.

TOOL DEF	6	TOOL DEF	13	L+0,000	
				R+10,000	
STOP	7	STOP			
					M06
TOOL CALL	8	TOOL CALL	13	Z	
				S	2500,000

Werkstoff: Aluminium

Roh-Maße: Platte 80mm x 80mm x 30mm mit durchgehender Bohrung Ø 55,6 mm

Werkzeug: Gewindefräser Ø 20mm, Steigung 4,0mm, 6 Schneiden



Positionieren des Gewindefräasers zur Start-Position am unteren Bohrungsrand mit einem Überhang von 2 Schneiden (=8mm). Der Bohrungsrand wird über einen Hilfspunkt (Satz 9) angefahren.

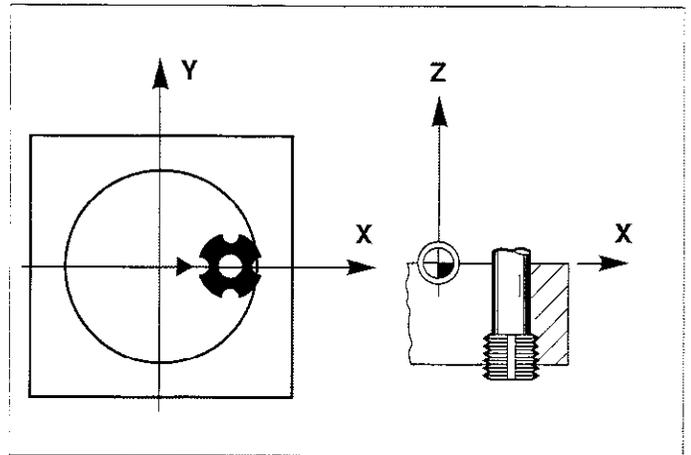
```

9 L X+0,000 Y+0,000
R0 F15999 M

10 L Z-38,000

R F M

11 L X+30,000 Y+0,000
RL F1000 M13
  
```



Die Winkel-Angabe für das Fräsen auf einer Schraubenlinie erhält man über folgende Formel:

$$IPA = \frac{IZ}{P} * 360^\circ$$

mit IPA = Winkel im Kettenmaß, (entspricht der Anzahl der Umdrehungen \* 360°)

$$IZ = L - (a * P)$$

L = Gewindelänge

a = Anzahl der Schneiden die sich beim Start gleichzeitig im Eingriff befinden.

P = Gewindesteigung

**Beachte:** Befinden sich über die ganze Gewindelänge die Schneiden des Werkzeugs im Eingriff, muß mindestens eine Umdrehung, d.h.  $IPA \geq 360^\circ$  bei  $IZ \geq P$  programmiert werden.

Für das vorliegende Beispiel ergibt die Formel:

$$IZ = 30 - 4 * 4 = 14$$

$$IPA = \frac{14}{4} * 360^\circ = 1260^\circ$$

Festlegen des Kreismittelpunkts, Fräsen des Gewindes. Das Werkzeug fährt auf der Schraubenlinie in positiver Z-Richtung. Für ein Rechtsgewinde ist daher die Drehrichtung DR+. Die Radiuskorrektur für ein Innengewinde ist bei der vorgegebenen Drehrichtung RL.

```

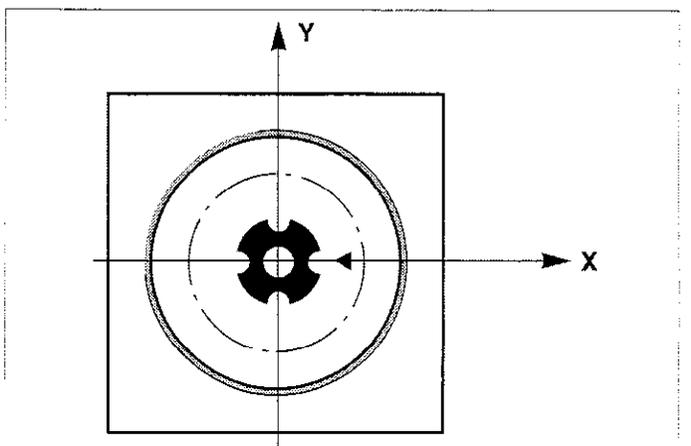
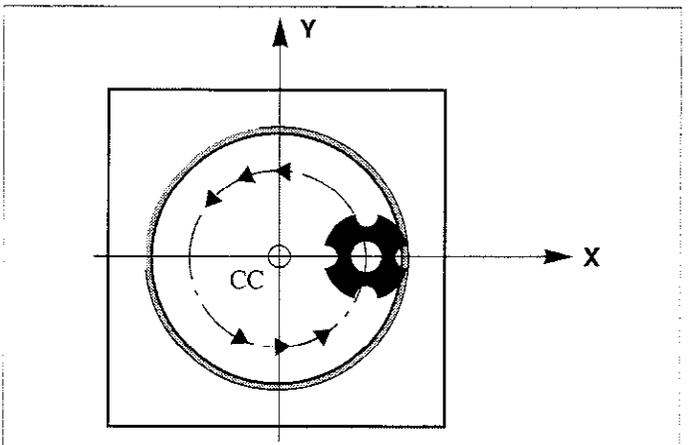
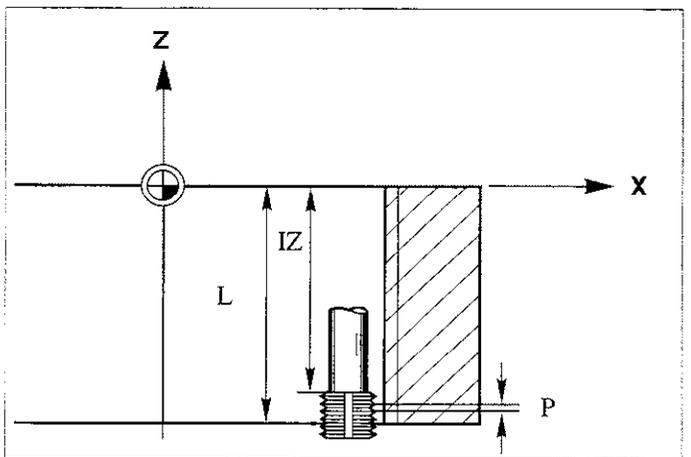
12 CC X+0,000 Y+0,000
P 13 CP IPA+1260,000 IZ+14,000
DR+ RL F1200 M
  
```

Verlassen der Bohrung, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programm-Ende.

```

14 L X+0,000 Y+0,000
R0 F15999 M09

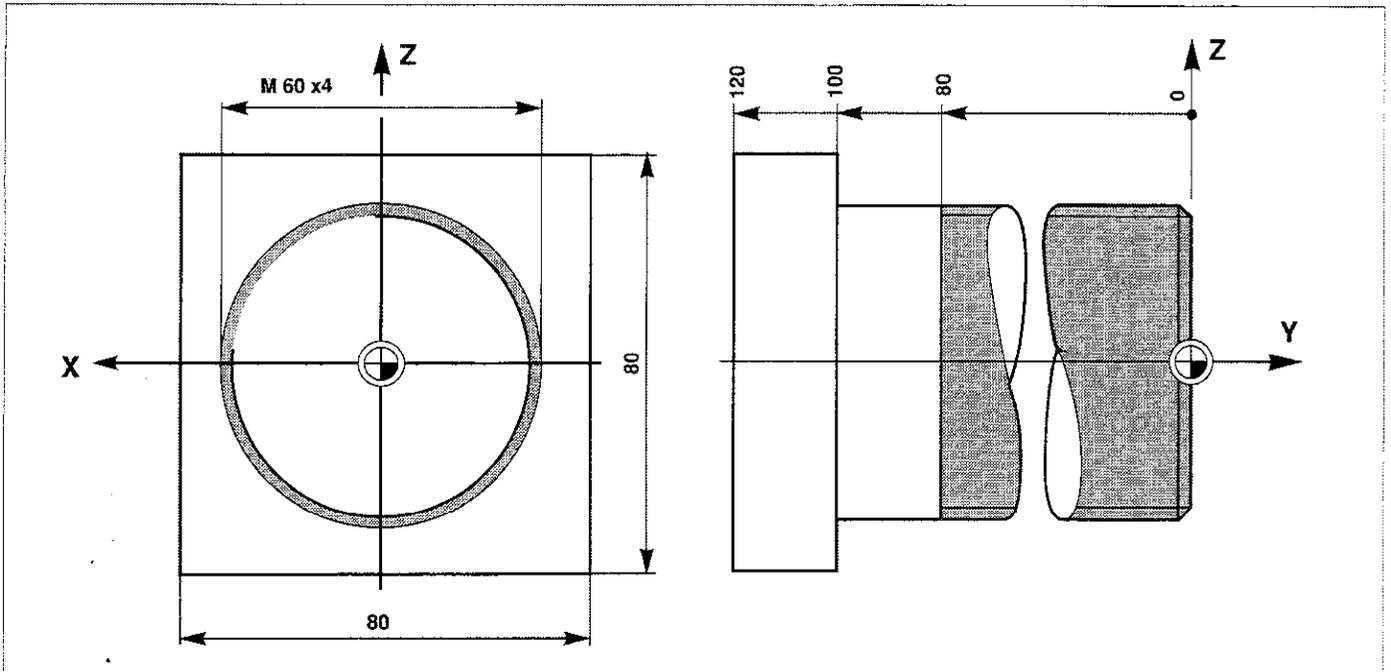
LBL CALL 15 CALL LBL 1 REP
16 END PGM 310 MM
  
```



# Schraubenlinien fräsen

mit der Horizontal-Spindel

Programmierung über einen CP-Satz



**PGM NO** 0 BEGIN PGM 320 MM  
 Schraubenlinien kann die Grafik der TNC nicht darstellen. In diesem Fall überprüft man das Programm in Betriebsart Programm-Test auf geometrische Fehler.

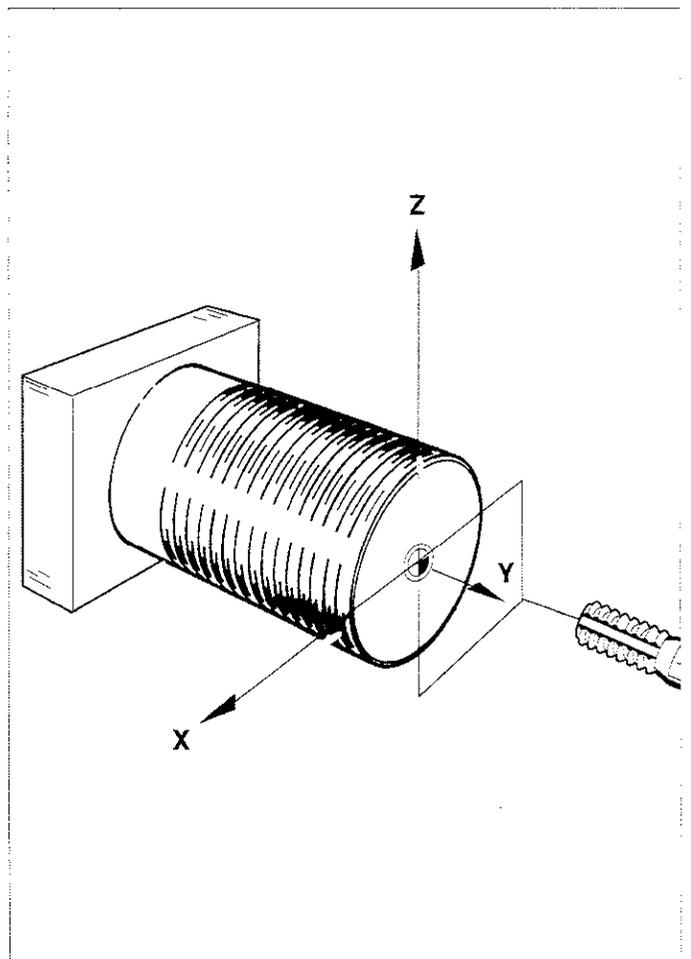
Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: Zapfen  $\varnothing$  60mm, Höhe 100mm auf einer Platte 80mm x 80mm x 20mm  
 Werkzeug: Gewindefräser  $\varnothing$  20mm, Steigung 4,0mm, 10 Schneiden

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

**LBL SET** 1 LBL 1  
**TOOL CALL** 2 TOOL CALL 0 Y  
 S  
**L** 3 L Y+100,000  
 R F15999 M09  
**L** 4 L X-50,000 Z-50,000  
 R0 F M05  
**LBL SET** 5 LBL 0

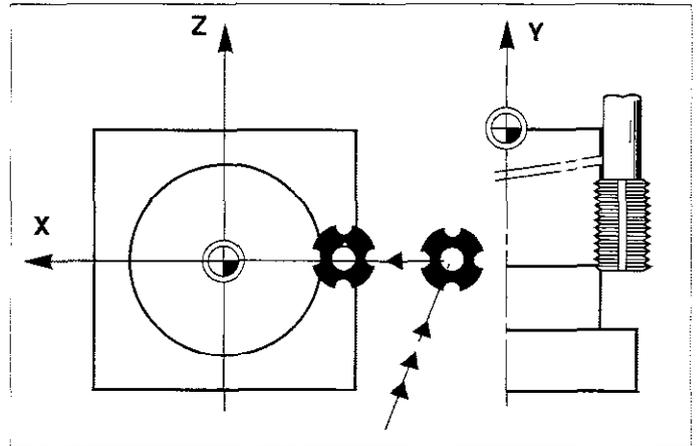
Definition und Aufruf des Werkzeugs.

**TOOL DEF** 6 TOOL DEF 23 L+0,000  
 R+10,000  
**STOP** 7 STOP M06  
**TOOL CALL** 8 TOOL CALL 23 Y  
 S 2500,000



Positionieren des Gewindefräasers zur Start-Position am unteren Gewinde-Auslauf des Zapfens. Die Position wird über einen Hilfspunkt (Satz 9) angefahren.

	9 L	X-70,000	Z+0,000	
			R0	F15999 M
	10 L	Y-80,000		
			R	F M
	11 L	X-30,000	Z+0,000	
			RR	F1000 M13



Die Winkel-Angabe für das Fräsen auf einer Schraubenlinie erhält man über folgende Formel (Bezeichnungen siehe Programm 310):

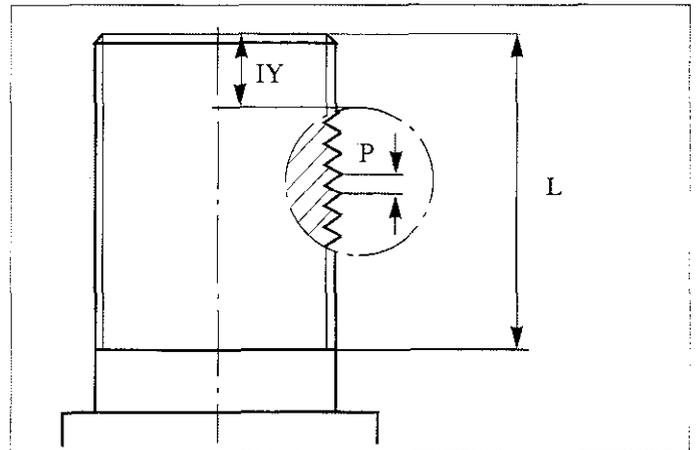
$$IPA = \frac{IY}{P} * 360^\circ$$

$$IY = L - (a * P)$$

Für das vorliegende Beispiel ergibt die Formel:

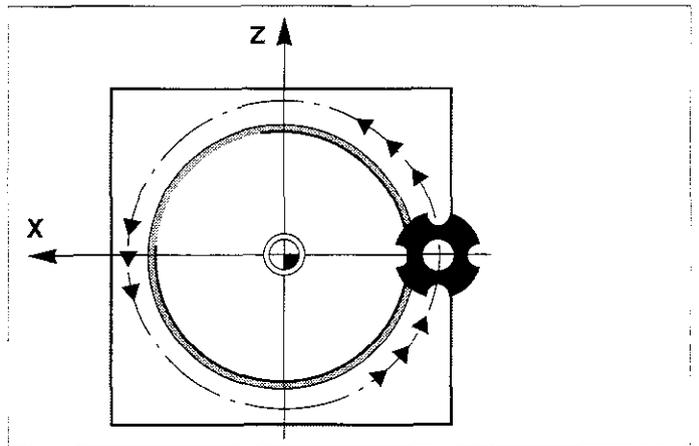
$$IY = 80 - 10 * 4 = 40$$

$$IPA = \frac{40}{4} * 360^\circ = 3600^\circ$$



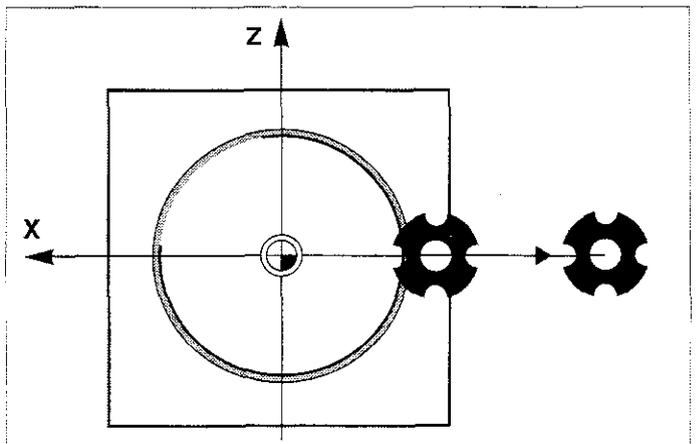
Festlegen des Kreismittelpunkts, Fräsen des Gewindes. Das Werkzeug fährt auf der Schraubenlinie in positiver Y-Richtung. Für ein Rechtsgewinde ist daher die Drehrichtung DR+. Die Radiuskorrektur für ein Außengewinde ist bei der vorgegebenen Drehrichtung RR.

	12 CC	X+0,000	Z+0,000	
	13 CP	IPA+3600,000	IY+40,000	
			DR+	R F M



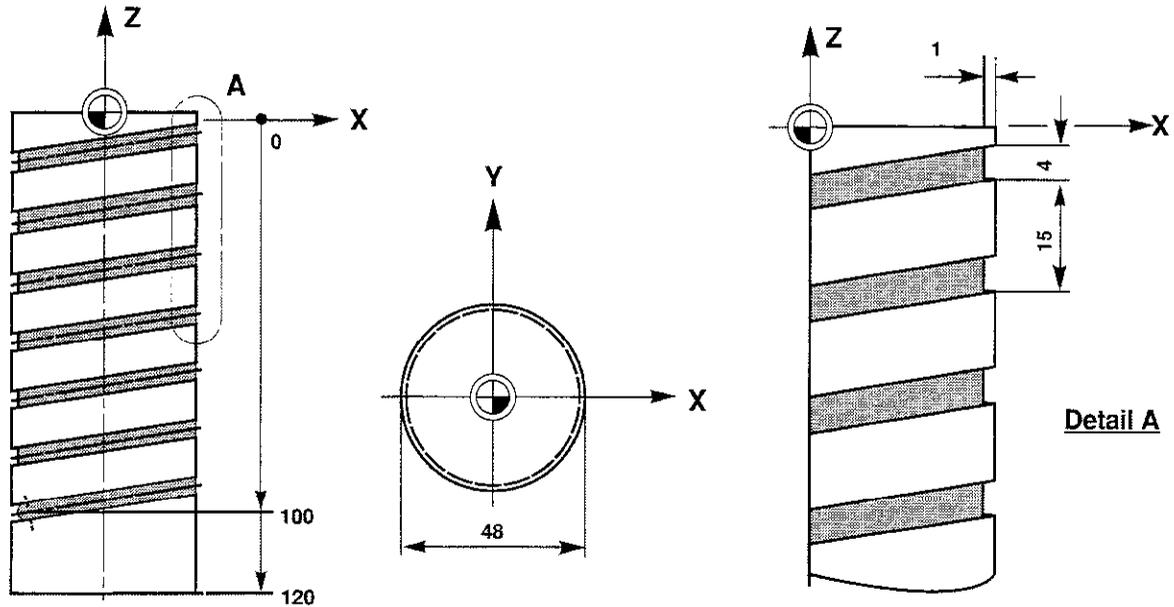
Verlassen des Zapfens, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programm-Ende.

	14 L	X-70,000	Z+0,000	
			R0	F15999 M09
	15 CALL	LBL 1	REP	
	16 END	PGM 320	MM	



# Schraubenlinien fräsen

mit der Horizontal-Spindel und einem  
Rundtisch (C-Koordinate)



**0 BEGIN PGM 330 MM**  
Bewegungen in der C-Achse kann die Grafik der TNC nicht darstellen. In diesem Fall überprüft man das Programm in der Betriebsart Programm-Test auf geometrische Fehler.

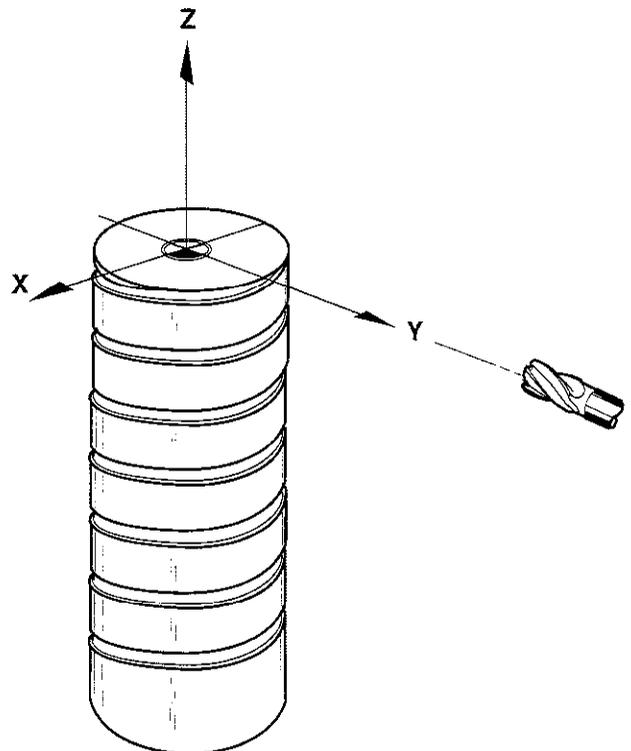
Werkstoff: Aluminium  
Roh-Maße: Zapfen  $\varnothing$  48mm, Höhe 120mm  
Werkzeug: Fingerfräser  $\varnothing$  4mm, 3 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

LBL SET	1	LBL	1		
TOOL CALL	2	TOOL CALL	0	Y	
				S	
L	3	L	Y+100,000		
				R	F15999 M09
L	4	L	X-50,000	Z+50,000	
				R0 F	M05
LBL SET	5	LBL	0		

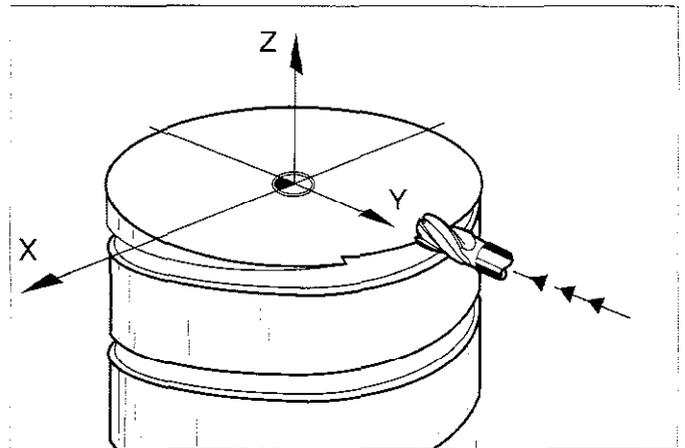
Definition und Aufruf des Werkzeugs.

TOOL DEF	6	TOOL DEF	33	L+0,000	
				R+2,000	
STOP	7	STOP			M06
TOOL CALL	8	TOOL CALL	33	Y	
				S	3150,000



Positionieren des Fräsers zur Start-Position am oberen Zapfen-Ende im Sicherheits-Abstand 2mm. Einstechen auf die geforderte Schmiernut-Tiefe von 1mm.

9	L	X+0,000	Y+26,000				
		Z+0,000	R0	F15999	M		
10	L	Y+23,000					
			R	F280	M13		



Fertigen der Schmiernut: Während sich der Zylinder mit dem Rundtisch dreht, fährt das Werkzeug achsparallel in negativer Z-Richtung. Die Winkel-Angabe für die C-Koordinate zum Drehen des Rundtisches erhält man über folgende Formel:

$$IC = 360^\circ \cdot \frac{IZ}{P}$$

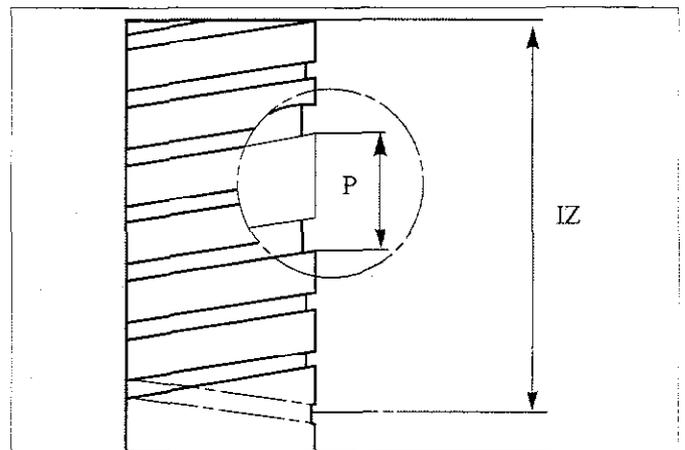
mit IC= Winkel im Kettenmaß, entspricht der Anzahl der Umdrehungen \* 360°,

IZ= Gewindelänge

P = Gewindesteigung

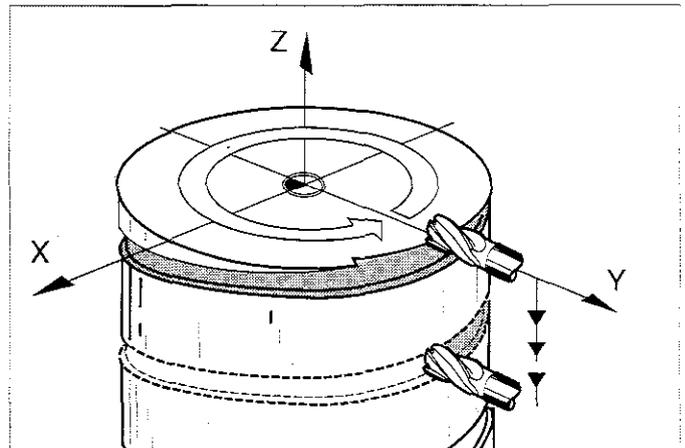
Für das vorliegende Beispiel ergibt die Formel:

$$IC = 360^\circ \cdot \frac{100}{15} = 2400^\circ$$



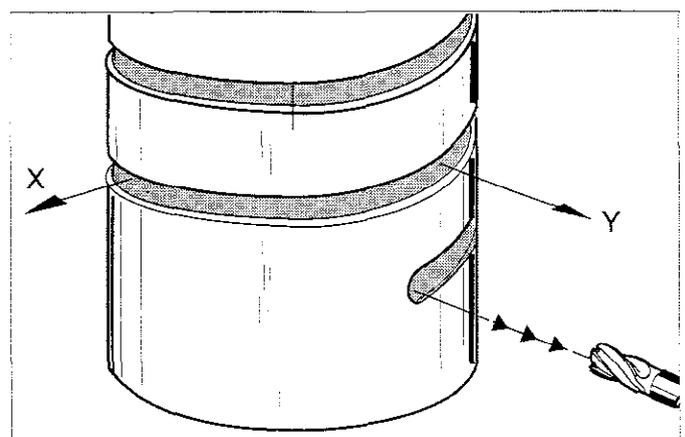
Fräsen der Schmiernut. Das Werkzeug fährt achsparallel in negativer Z-Richtung, während sich der Rundtisch im Gegenuhrzeigersinn dreht. Dadurch entsteht eine rechtsdrehende Schraubenlinie auf dem Zylinder.

11	L	IC-2400,000	IZ-100,000				
			R0	F945	M		



Verlassen des Zapfens, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programm-Ende.

12	L	Y+26,000					
			R	F15999	M09		
13	CALL	LBL 1	REP				
14	END	PGM 330		MM			



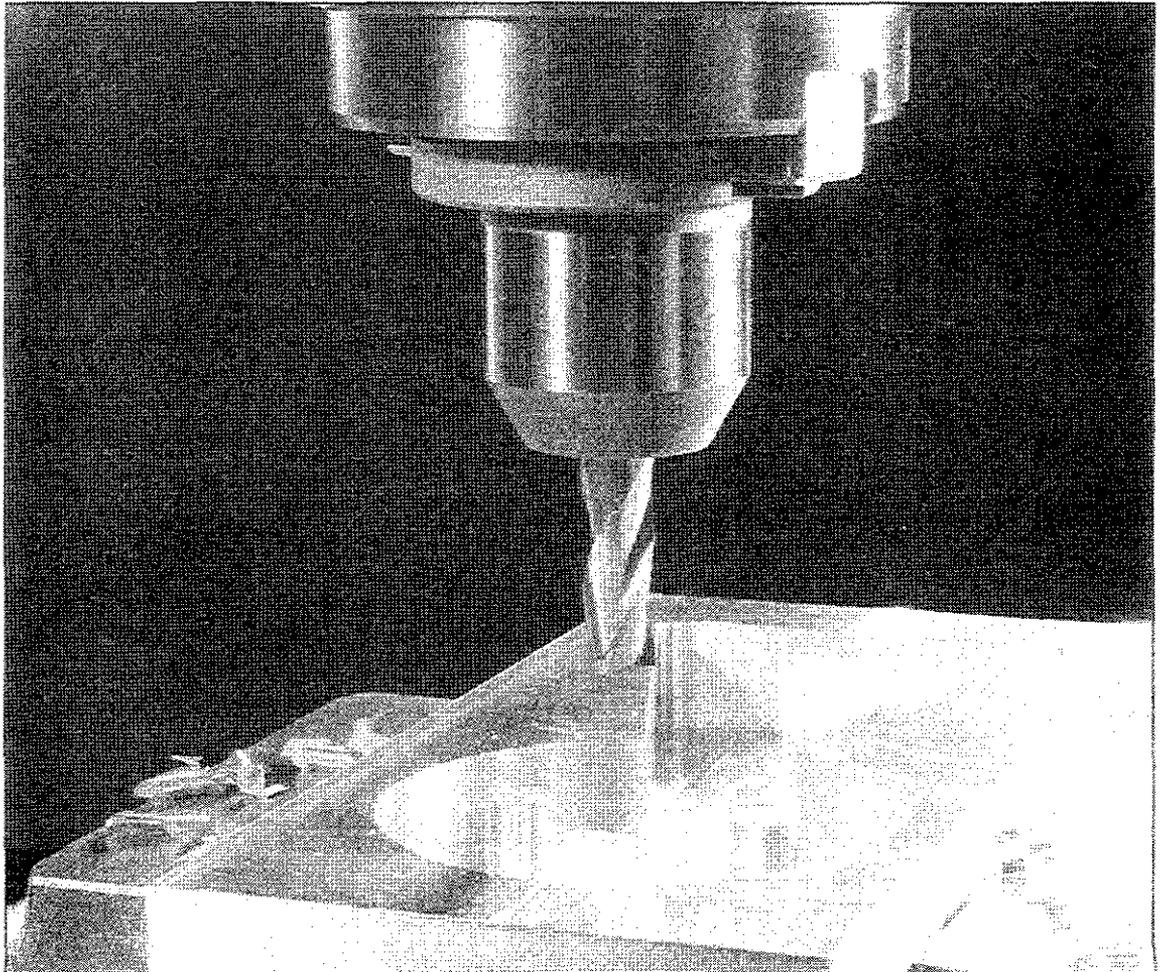


# TNC

Bahnsteuerungen

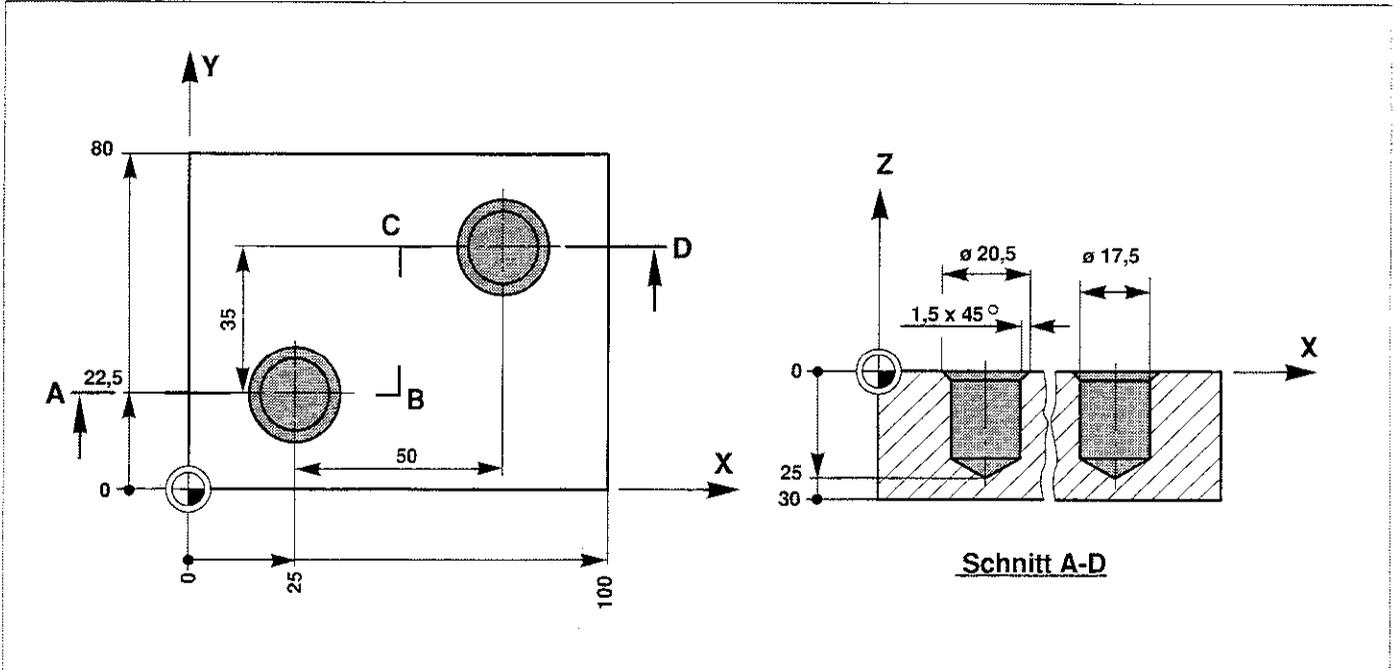
Bearbeitungszyklen

PGM 410 - PGM 470



# Bearbeitungs-Zyklen

## Tiefbohren



```

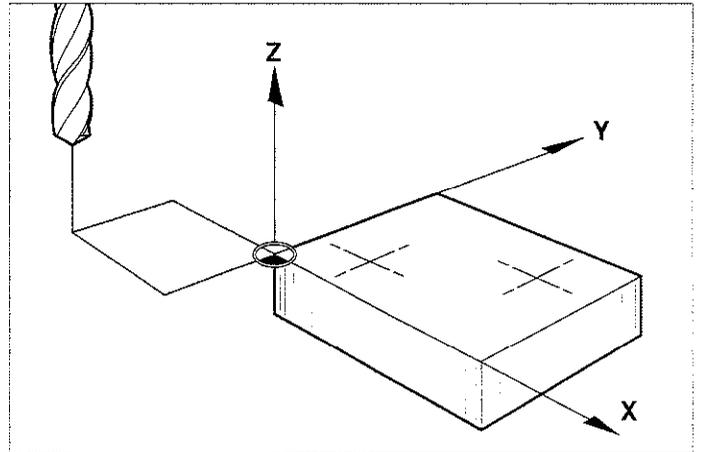
PGM 0 BEGIN PGM 410      MM
NS
BLK .. BLK FORM 0.1     Z X+0,000
FORM Y+0,000            Z-30,000
BLK .. BLK FORM 0.2     X+100,000
FORM Y+80,000          Z+0,000
    
```

Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: 100mm x 80mm x 30mm  
 Werkzeuge: 1. NC-Anbohrer, Spitzenwinkel 90°, Ø 24mm  
 2. Bohrer Ø 17,5mm

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

```

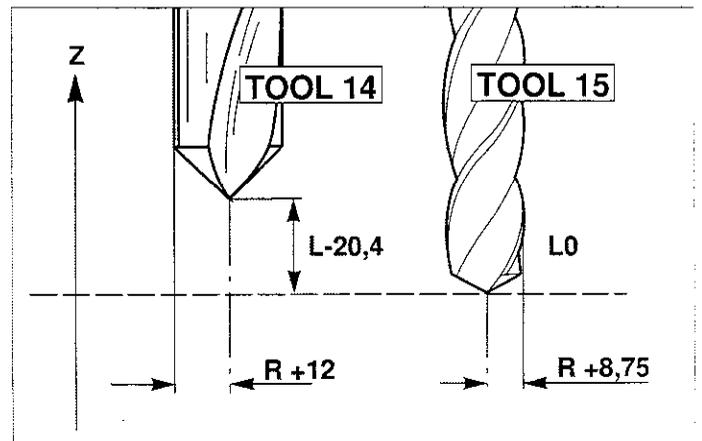
LBL 1 LBL 1
TOOL 2 TOOL CALL 0      Z
CALL S
L 3 L Z+100,000
R F15999 M09
L 4 L X-50,000          Y-50,000
R0 F M05
LBL 5 LBL 0
    
```



Definition der beiden Werkzeuge:  
 NC-Anbohrer Werkzeug Nr. 14,  
 Bohrer Werkzeug Nr. 15.

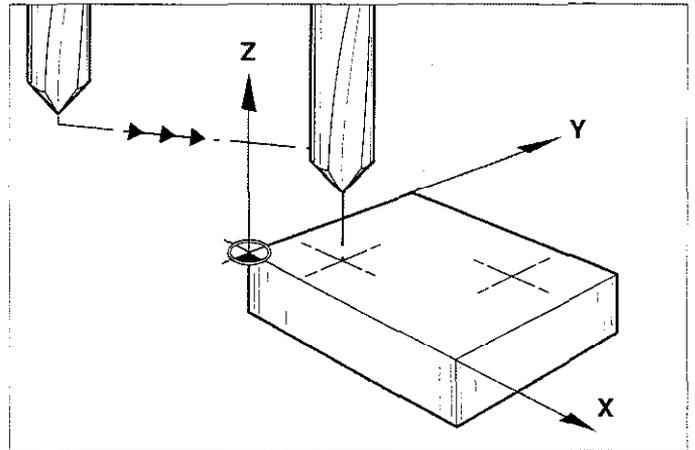
```

TOOL 6 TOOL DEF 14      L-20,400
DEF R+12,000
TOOL 7 TOOL DEF 15      L+0,000
DEF R+8,750
STOP 8 STOP
M06
    
```



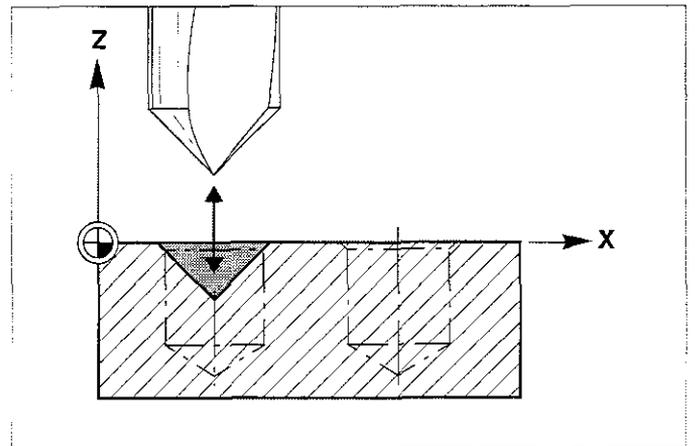
Aufruf des Anbohrers, Anfahren der ersten Bohr-Position im Eilgang, Positionieren auf Sicherheits-Abstand.

TOOL CALL 9 TOOL CALL 14 Z  
 S 2000,000  
L 10 L X+25,000 Y+22,500  
 R0 F15999 M  
L 11 L Z+2,000  
 R F M



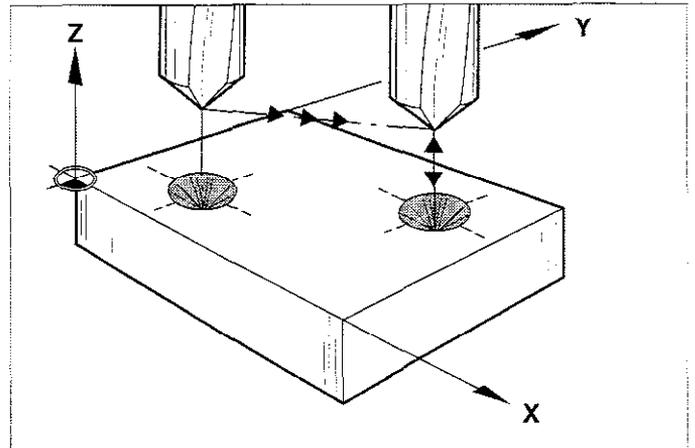
Anbohren, Rückzug auf Sicherheits-Abstand im Eilgang.

L 12 L Z-10,250  
 R F640 M13  
L 13 L Z+2,000  
 R F15999 M09



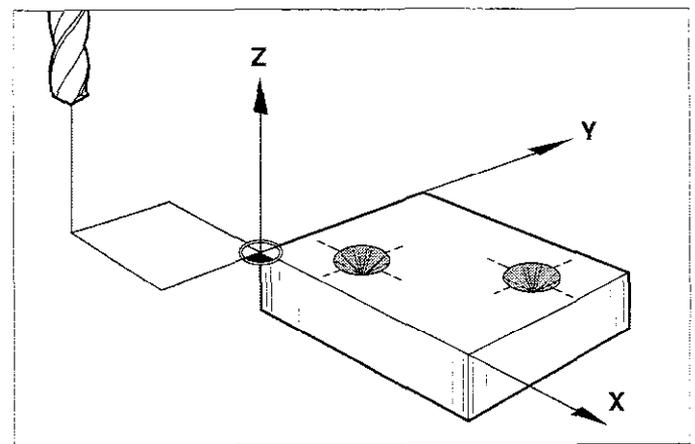
Anfahren der nächsten Bohr-Position im Eilgang, Anbohren, Rückzug auf Sicherheits-Abstand.

L 14 L IX+50,000 IY+35,000  
 R F M  
L 15 L Z-10,250  
 R F640 M13  
L 16 L Z+2,000  
 R F15999 M09



Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1). Aufruf des Bohr-Werkzeugs.

LBL CALL 17 CALL LBL 1 REP  
STOP 18 STOP  
 M06  
TOOL CALL 19 TOOL CALL 15 Z  
 S 2000,000



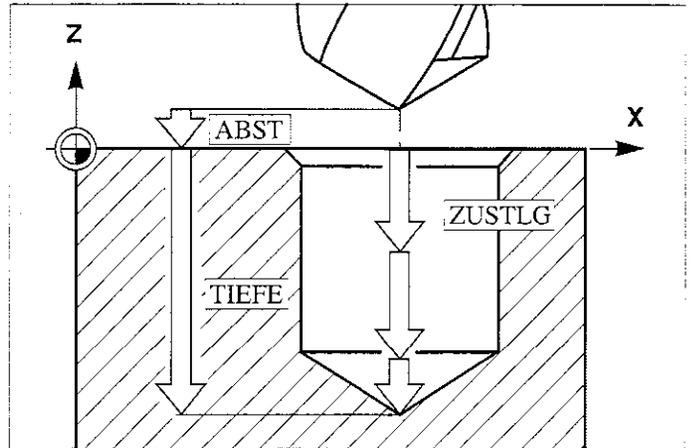
# Bearbeitungs-Zyklen

## Tiefbohren

Zyklus-Definition für das Bohren der beiden Löcher.

```

CYCL DEF 20 CYCL DEF 1.0 TIEFBOHREN
CYCL DEF 21 CYCL DEF 1.1 ABST -2,000
CYCL DEF 22 CYCL DEF 1.2 TIEFE -25,000
CYCL DEF 23 CYCL DEF 1.3 ZUSTLG -10,000
CYCL DEF 24 CYCL DEF 1.4 V.ZEIT 0,500
CYCL DEF 25 CYCL DEF 1.5 F640
    
```



Anfahren der ersten Bohr-Position im Eilgang, Positionieren auf Sicherheits-Abstand, Aufruf und Ausführung des Zyklus Tiefbohren. Nach Ausführung des Zyklus zieht die TNC das Werkzeug selbsttätig auf den Sicherheits-Abstand zurück.

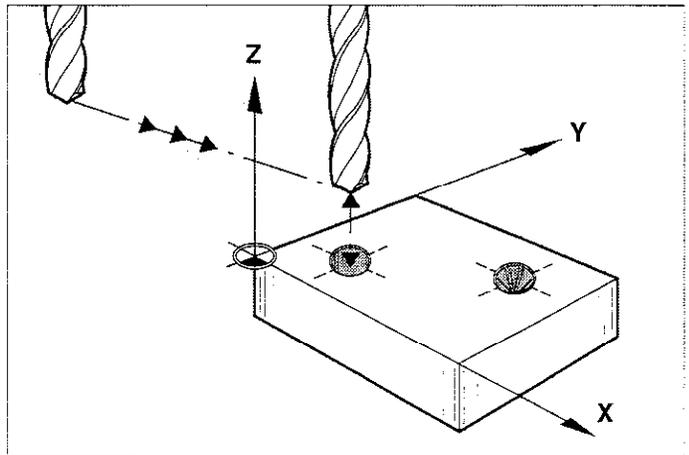
```

L 26 L X+25,000 Y+22,500
Z+2,000 R0 F15999 M
    
```

```

CYCL CALL 27 CYCL CALL
    
```

M13



Anfahren der nächsten Bohr-Position im Eilgang, Aufruf des Zyklus Tiefbohren über einen CYCL CALL-Satz.

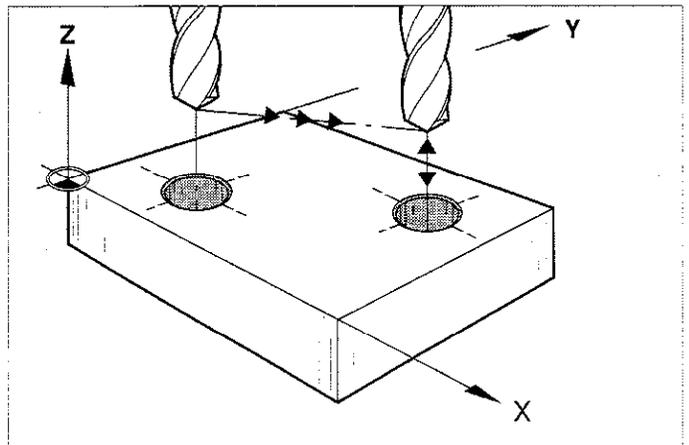
```

L 28 L IX+50,000 IY+35,000
R F M
    
```

```

CYCL CALL 29 CYCL CALL
    
```

M09



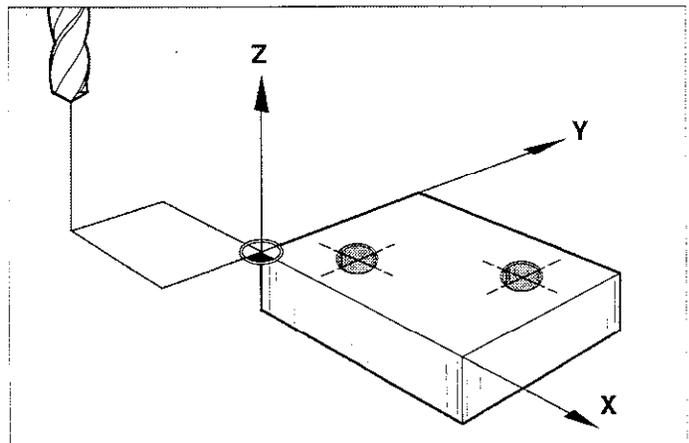
Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programm-Ende.

```

LBL CALL 30 CALL LBL 1 REP
    
```

```

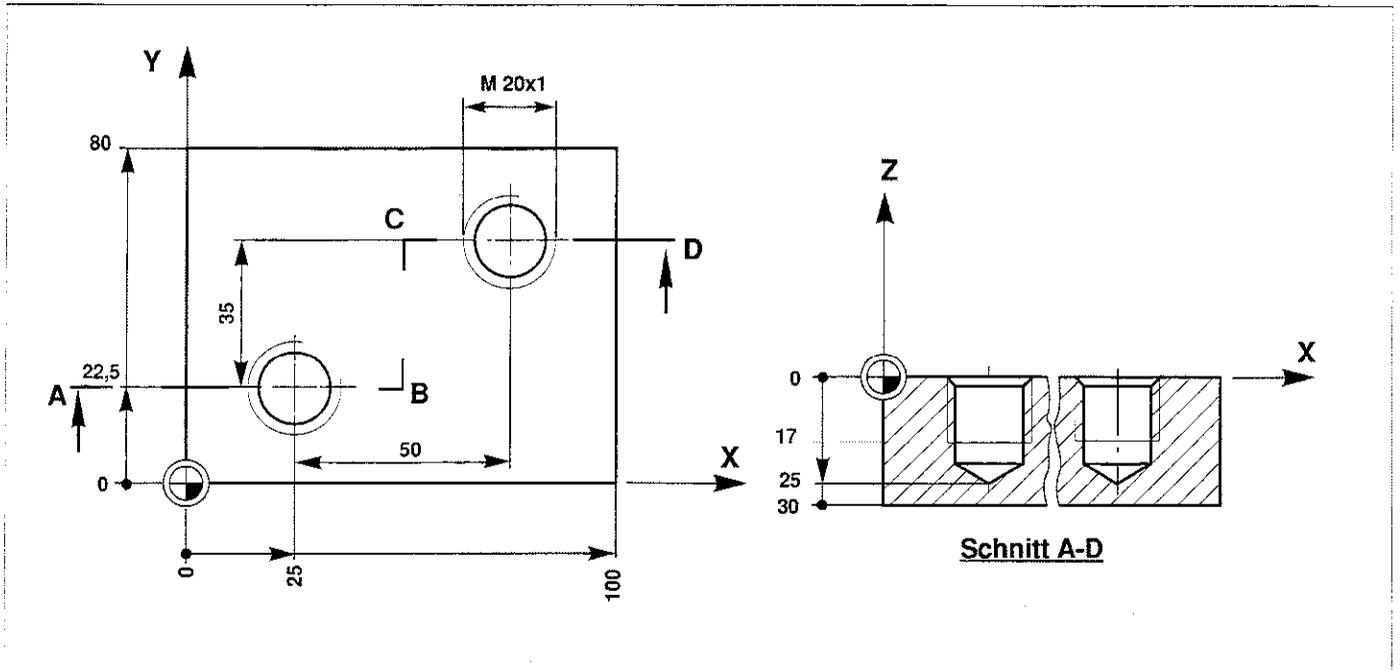
31 END PGM 410 MM
    
```





# Bearbeitungs-Zyklen

## Gewindebohren



```

PGM 0 BEGIN PGM 420      MM
BLK .. BLK FORM 0.1     Z X+0,000
                                Y+0,000      Z-30,000
.. BLK FORM 0.2         X+100,000
                                Y+80,000      Z+0,000
    
```

Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: 100mm x 80mm x 30mm  
 Lochplatte aus Beispiel "Tiefbohren"  
 (Programm 410), bereits vorgebohrt  
 Werkzeug: Gewindebohrer M20 x 1

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

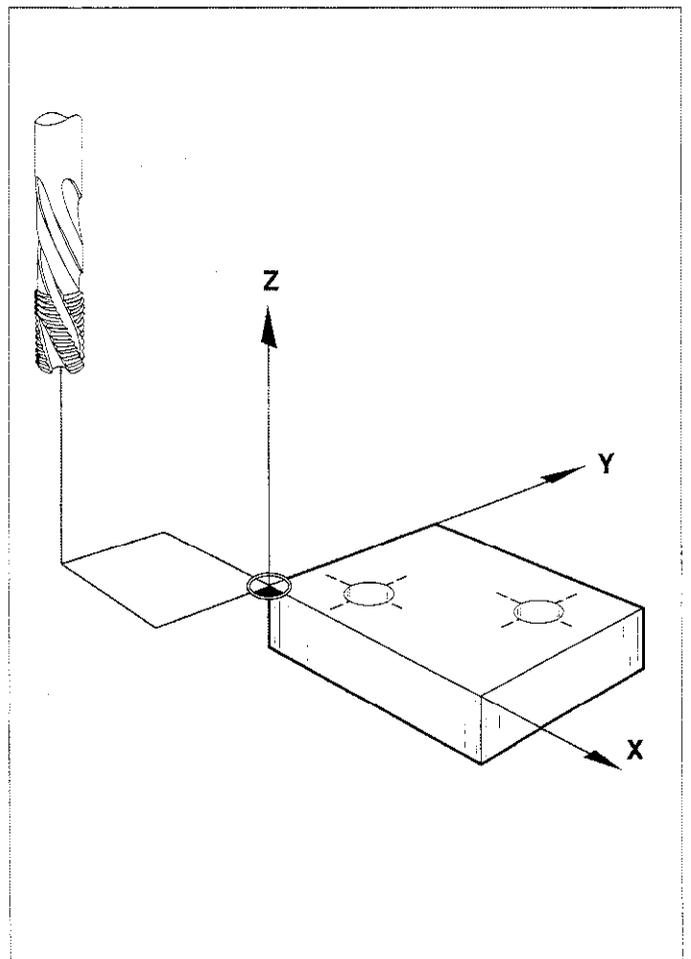
```

LBL 1 LBL 1
TOOL CALL 2 TOOL CALL 0      Z
                                S
3 L Z+100,000
                                R F15999 M09
4 L X-50,000                  Y-50,000
                                R0 F      M05
LBL 5 LBL 0
    
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs:

```

TOOL DEF 6 TOOL DEF 24      L+0,000
                                R+10,000
7 STOP
                                M06
TOOL CALL 8 TOOL CALL 24     Z
                                S 63,000
    
```



Ermittlung des Vorschubs F (mm/min) für den Zyklus Gewindebohren:

$$F = S * P$$

mit S = Spindeldrehzahl aus der Werkzeug-Definition für den Gewindebohrer (1/min)

P = Gewindesteigung (mm)

Für das vorliegende Beispiel erhält man:

$$F = 63 * 1 = 63 \text{ mm/min}$$

$$F = 63$$

Zyklus-Definition für das Gewindebohren der beiden Löcher.

- 9 CYCL DEF 2.0 GEWINDEBOHREN
- 10 CYCL DEF 2.1 ABST -2,000
- 11 CYCL DEF 2.2 TIEFE -17,000
- 12 CYCL DEF 2.3 V.ZEIT 0,000
- 13 CYCL DEF 2.4 F63

Anfahren der ersten Position im Eilgang, Positionieren auf Sicherheits-Abstand, Aufruf und Ausführung des Zyklus Gewindebohren. Nach Ausführung des Zyklus zieht die TNC selbsttätig das Werkzeug mit umgekehrter Spindeldrehrichtung auf den Sicherheits-Abstand zurück.

- 14 L X+25,000 Y+22,500  
Z+2,000 R0 F15999 M

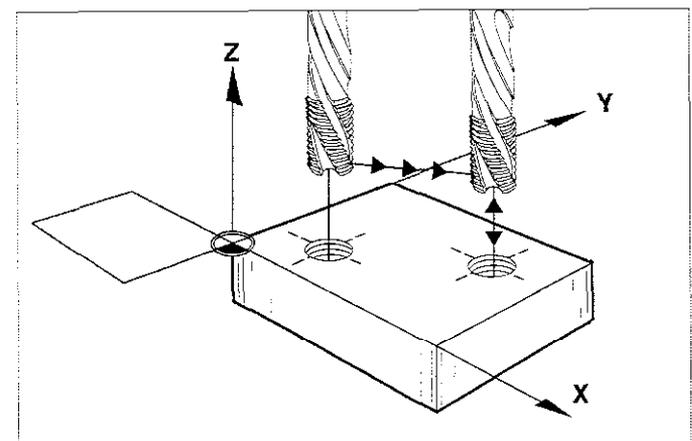
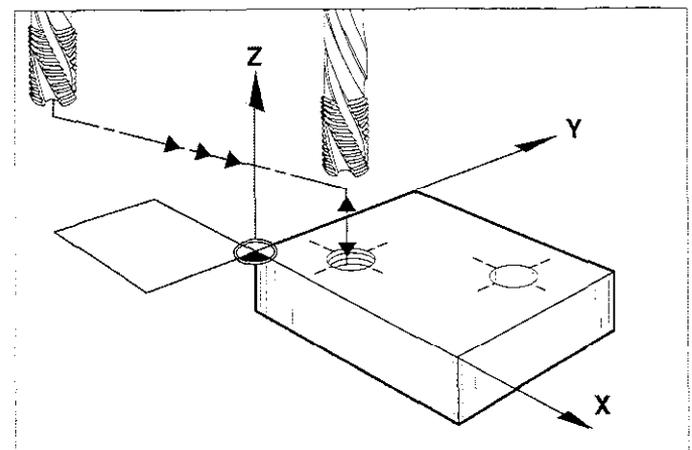
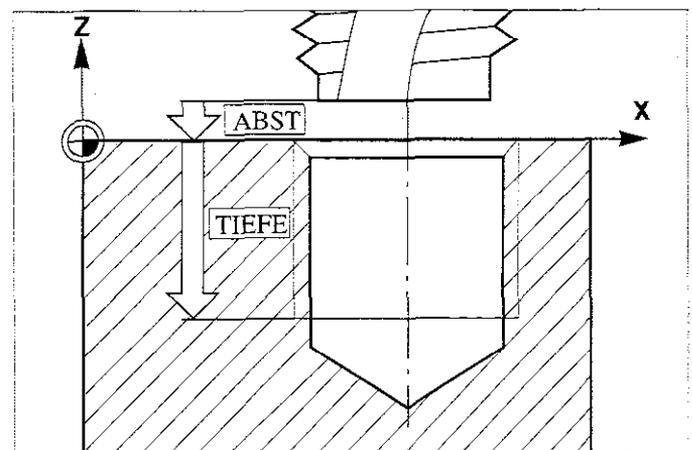
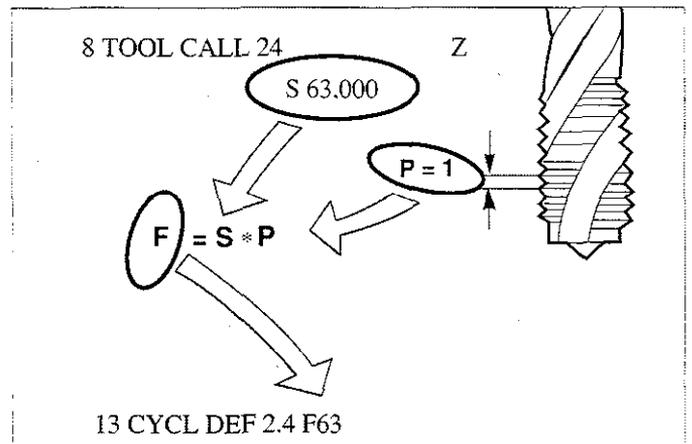
- 15 CYCL CALL  
M13

Anfahren der nächsten Position im Eilgang, Aufruf des Zyklus Gewindebohren über die Zusatzfunktion M99.

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programm-Ende.

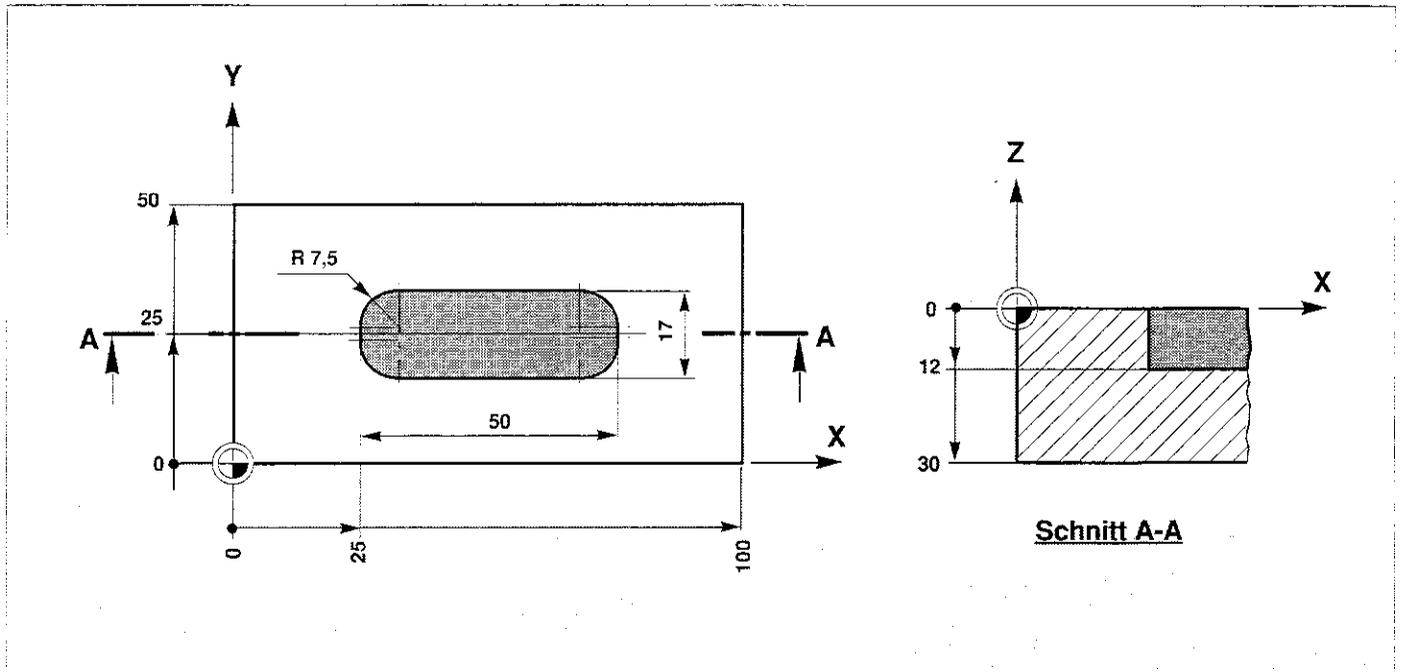
- 16 L IX+50,000 IY+35,000  
R F M99

- 17 CALL LBL 1 REP
- 18 END PGM 420 MM



# Bearbeitungs-Zyklen

## Fräsen einer Nut



```

PGM NR 0 BEGIN PGM 430 MM
BLK FORM 0.1 Z X+0,000
Y+0,000 Z-30,000
BLK FORM 0.2 X+100,000
Y+50,000 Z+0,000
    
```

Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: 100mm x 50mm x 30mm  
 Werkzeuge: Schrupp-/Schlichtfräser Ø 15mm, 3 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position  
 als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

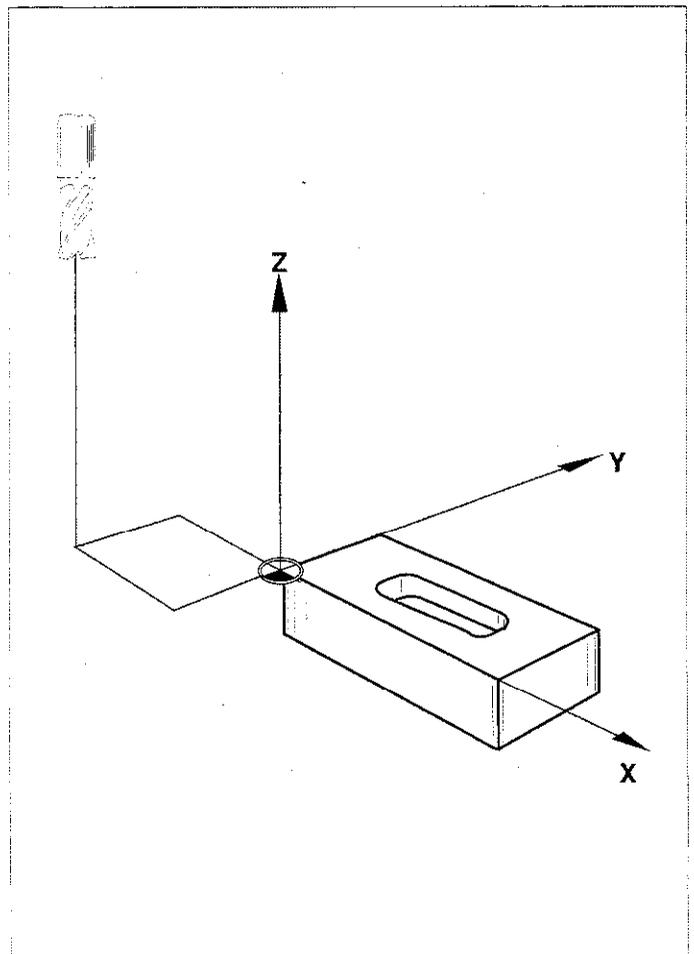
```

LBL SET 1 LBL 1
TOOL CALL 2 TOOL CALL 0 Z
S
3 L Z+100,000 R F15999 M09
4 L X-50,000 Y-50,000 R0 F M05
LBL SET 5 LBL 0
    
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

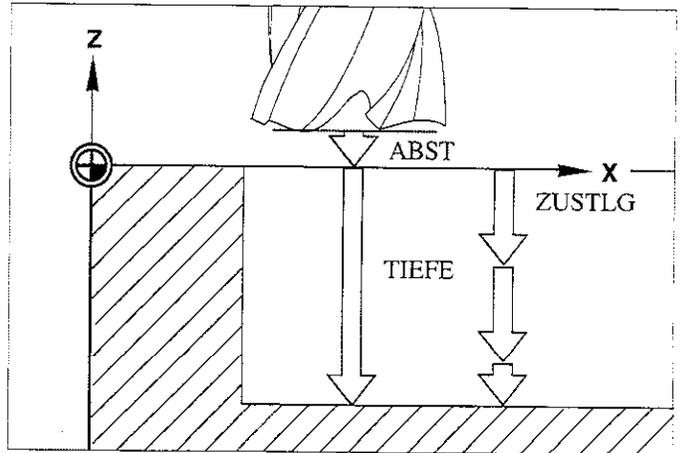
```

TOOL DEF 6 TOOL DEF 34 L+0,000
R+7,500
STOP 7 STOP M06
TOOL CALL 8 TOOL CALL 34 Z
S 3150,000
    
```



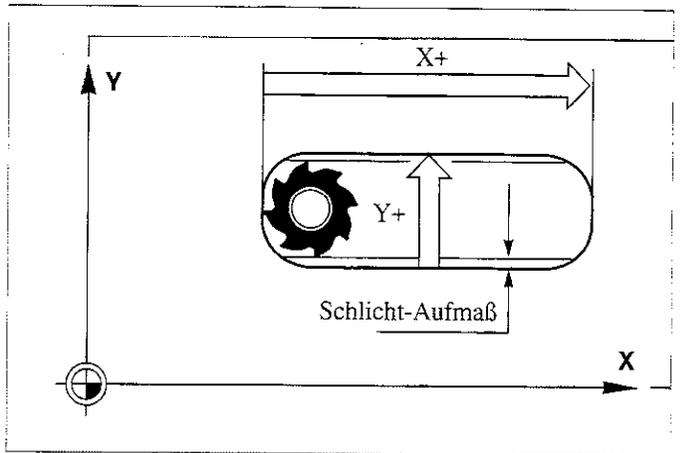
Zyklus-Definition für das Fräsen der Nut.

- 9 CYCL DEF 3.0 NUTENFRAESEN
- 10 CYCL DEF 3.1 ABST -2,000
- 11 CYCL DEF 3.2 TIEFE -12,000
- 12 CYCL DEF 3.3 ZUSTLG -5,000  
F250



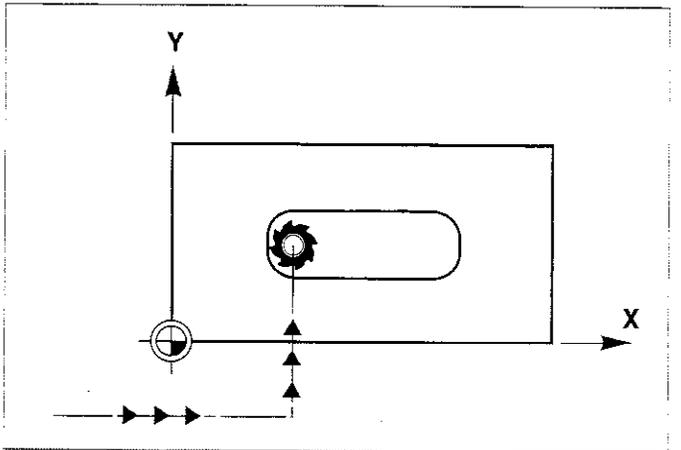
Der Zyklus ist ein kombinierter Schrupp-/ Schlicht-Zyklus. Das Schlicht-Aufmaß beträgt 1mm; Werkzeug-Durchmesser und 2 \* Schlicht-Aufmaß ergibt die Breite der Nut in Satz 14.

- 13 CYCL DEF 3.4 X+50,000
- 14 CYCL DEF 3.5 Y+17,000
- 15 CYCL DEF 3.6 F945



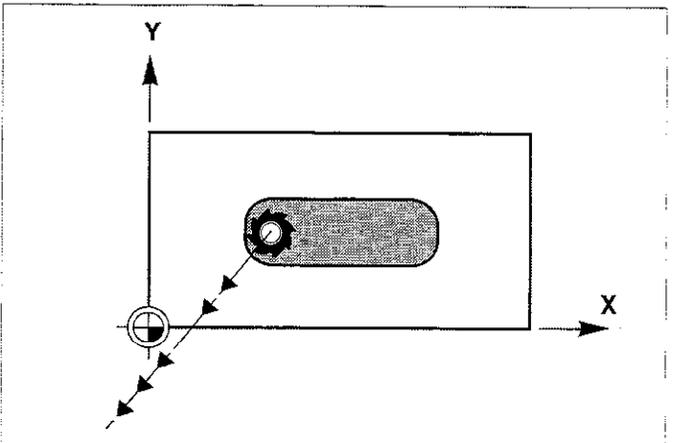
Anfahren der Start-Position auf einer Bahn senkrecht zur Längsrichtung der Nut; das Werkzeug muß eine korrigierte Position vor Ausführung des Zyklus einnehmen. Anschließend Positionieren auf Sicherheits-Abstand.

- 16 L X+25,000  
RR F15999 M13
- 17 L Y+25,000  
RR F M98
- 18 L Z+2,000  
R F M



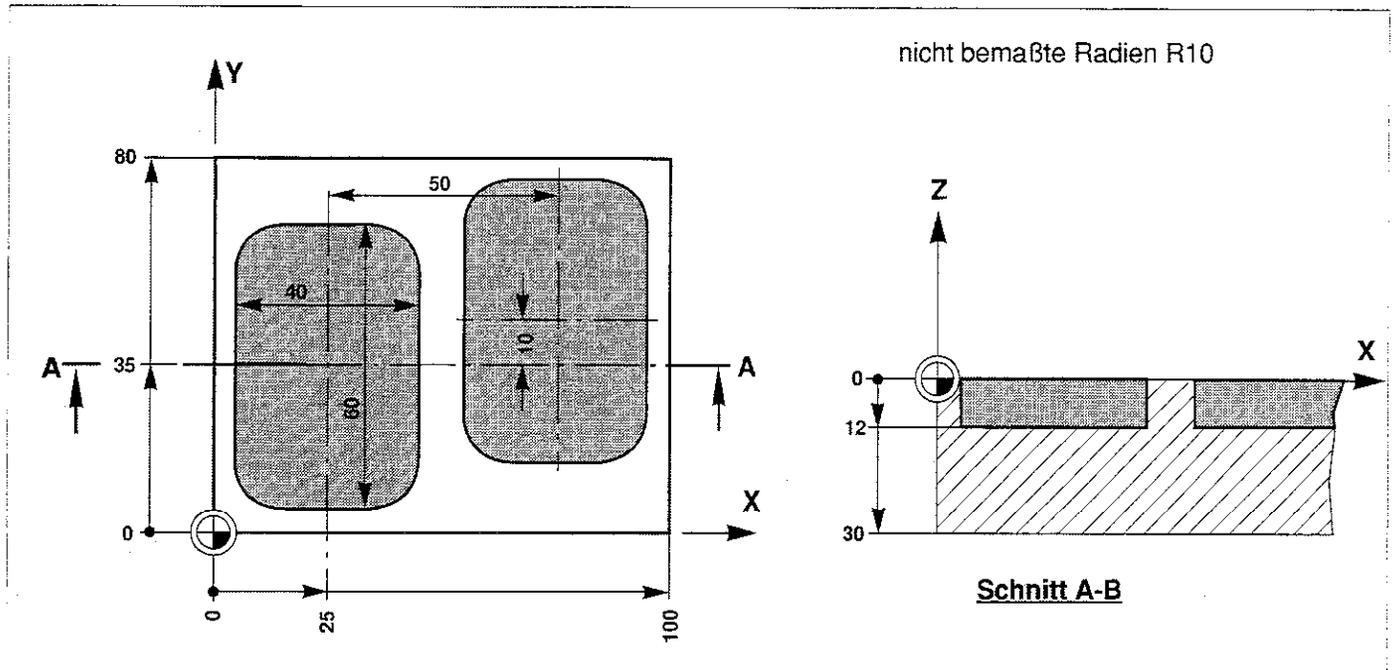
Aufruf des Zyklus über CYCL CALL. Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programm-Ende.

- 19 CYCL CALL  
M09
- 20 CALL LBL 1 REP
- 21 END PGM 430 MM



# Bearbeitungs-Zyklen

## Fräsen einer Rechteck-Tasche



```

PGM 0 BEGIN PGM 440      MM
SR  .. BLK FORM 0.1     Z X+0,000
SR  .. BLK FORM 0.2     X+100,000
SR  .. BLK FORM 0.2     Y+80,000
SR  .. BLK FORM 0.2     Z+0,000
    
```

Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: 100mm x 80mm x 30mm  
 Werkzeug: Schafffräser Ø 20mm, 2 Zähne  
 1 Stirnschneide über Mitte schneidend

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

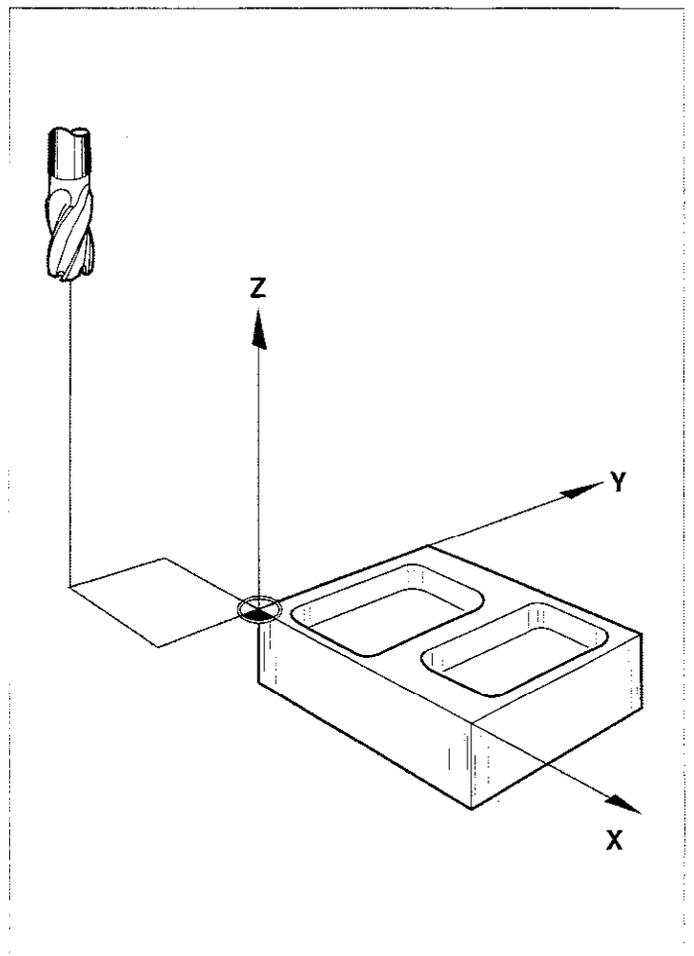
```

LBL 1 LBL 1
TOOL 2 TOOL CALL 0      Z
SR  .. L S
SR  .. L Z+100,000
SR  .. L R F15999 M09
SR  .. L X-50,000      Y-50,000
SR  .. L R0 F M05
LBL 5 LBL 0
    
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

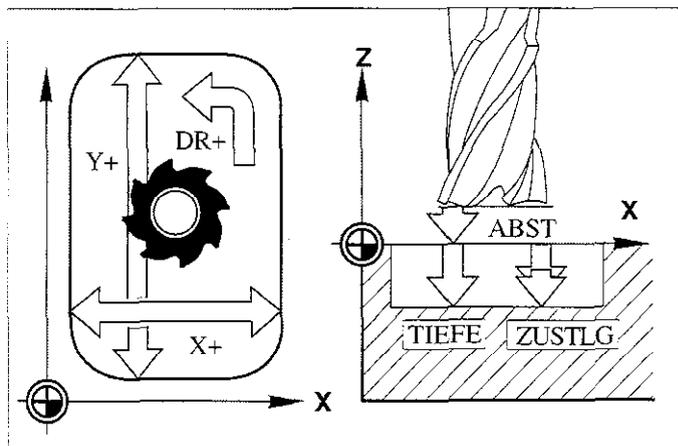
```

TOOL 6 TOOL DEF 44      L+0,000
SR  .. L R+10,000
STOP 7 STOP
M06
TOOL 8 TOOL CALL 44     Z
SR  .. L S 2500,000
    
```



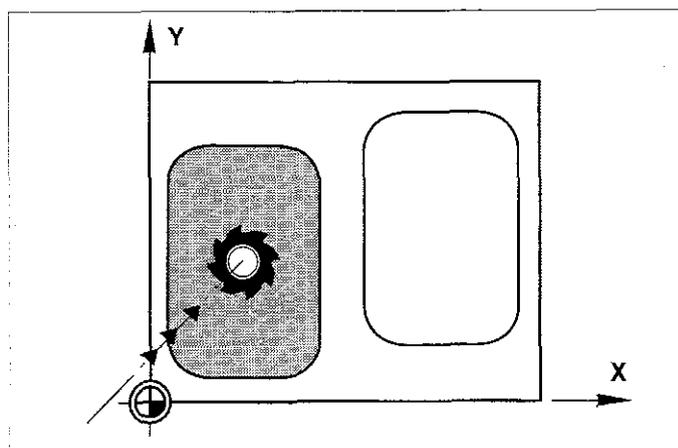
Zyklus-Definition für das Fräsen der beiden Taschen.

- CYCL DEF 9 CYCL DEF 4.0 TASCHENFRAESEN
- 10 CYCL DEF 4.1 ABST -2,000
- 11 CYCL DEF 4.2 TIEFE -12,000
- 12 CYCL DEF 4.3 ZUSTLG -10,000
- F100
- 13 CYCL DEF 4.4 X+40,000
- 14 CYCL DEF 4.5 Y+60,000
- 15 CYCL DEF 4.6 F500 DR+



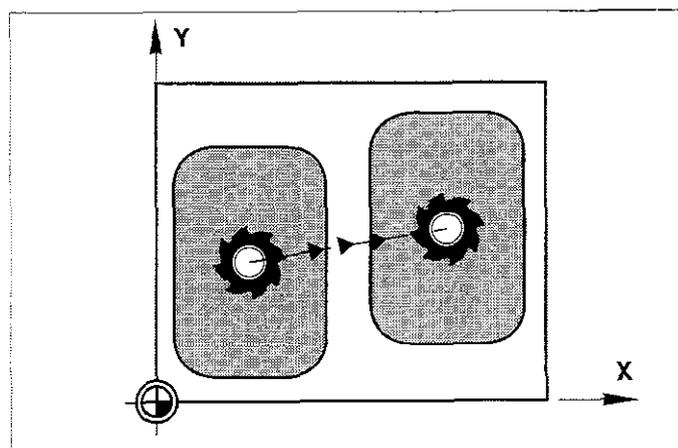
Anfahren der ersten Start-Position und Positionieren auf Sicherheits-Abstand. Aufruf des Zyklus über CYCL CALL.

- L 16 L X+25,000 Y+35,000  
R0 F15999 M
- L 17 L Z+2,000  
R F M13
- CYCL CALL 18 CYCL CALL  
M



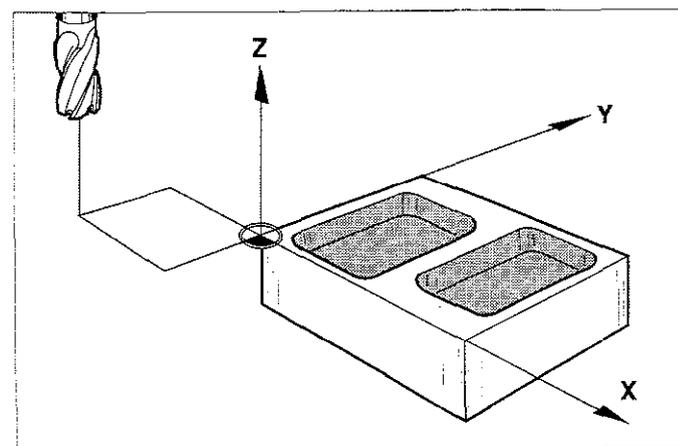
Anfahren der nächsten Start-Position im Eilgang, Aufruf des Zyklus über CYCL CALL.

- L 19 L IX+50,000 IY+10,000  
R0 F15999 M
- CYCL CALL 20 CYCL CALL  
M09



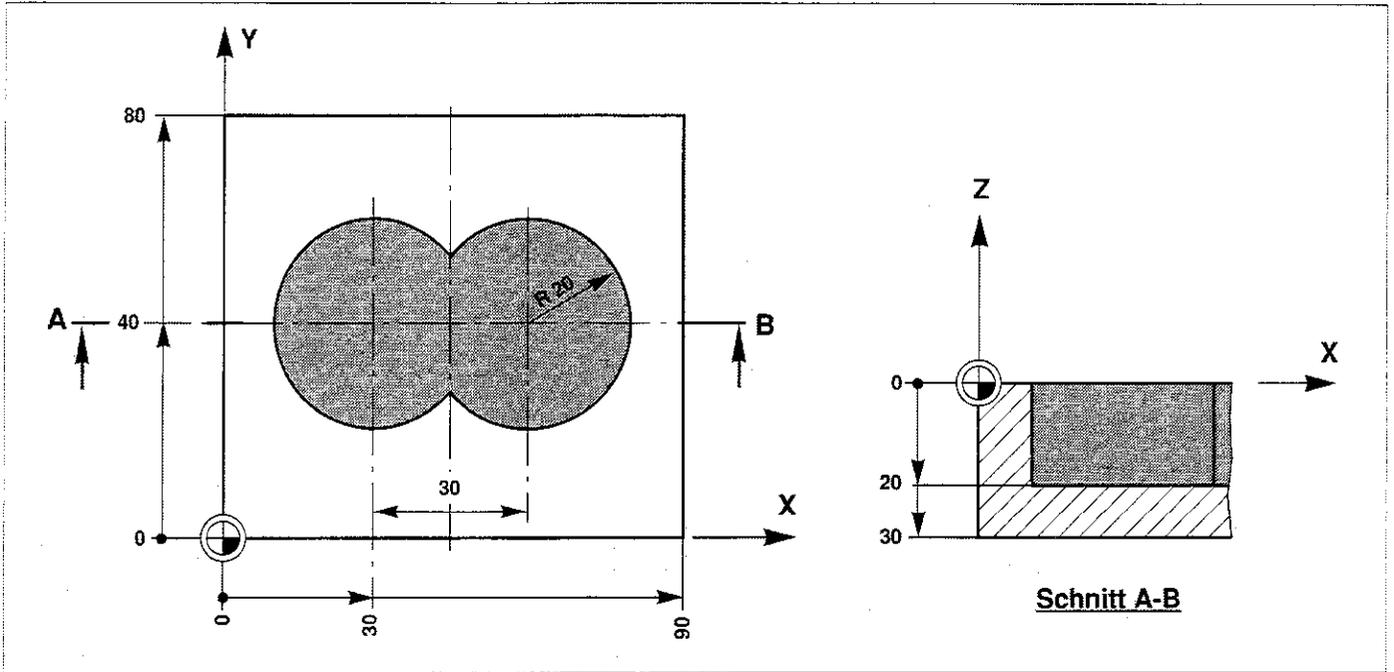
Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programm-Ende.

- LBL CALL 21 CALL LBL 1 REP
- 22 END PGM 440 MM



# Bearbeitungs-Zyklen

## Fräsen einer Kreis-Tasche



```

PGM NO 0 BEGIN PGM 450 MM
BLK FORM .. BLK FORM 0.1 Z X+0,000
Y+0,000 Z-30,000
.. BLK FORM 0.2 X+90,000
Y+80,000 Z+0,000
    
```

Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: 90mm x 80mm x 30mm  
 Werkzeug: Schaftfräser Ø 16mm, 2 Zähne,  
 1 Stirnschneide über Mitte schneidend

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

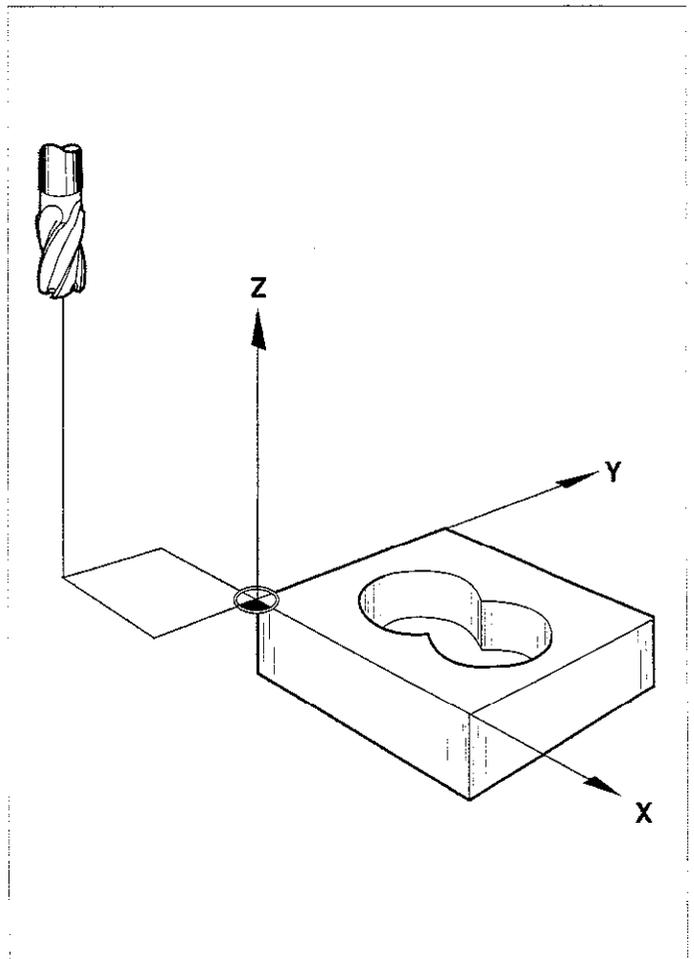
```

LBL SET 1 LBL 1
TOOL CALL 2 TOOL CALL 0 Z
S
3 L Z+100,000
R F15999 M09
4 L X-50,000 Y-50,000
R0 F M05
LBL SET 5 LBL 0
    
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

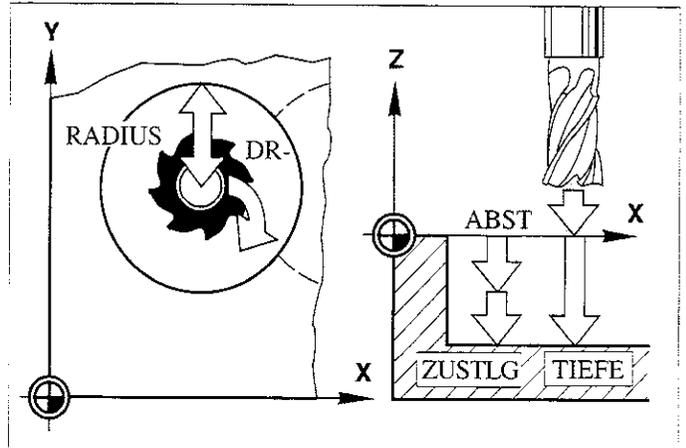
```

TOOL DEF 6 TOOL DEF 54 L+0,000
R+8,000
STOP 7 STOP
M06
TOOL CALL 8 TOOL CALL 54 Z
S 3150,000
    
```



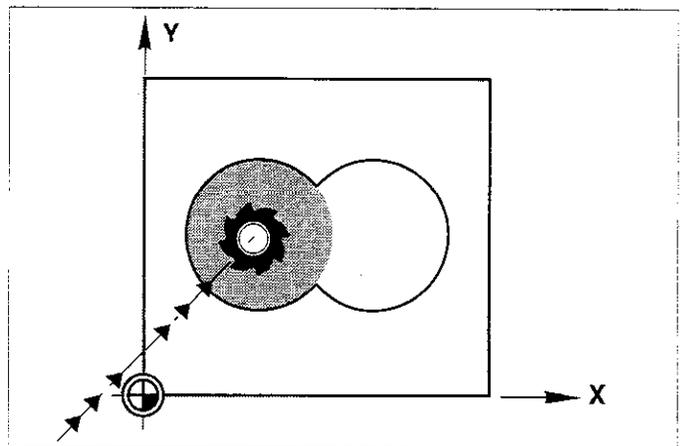
Zyklus-Definition für das Fräsen der beiden Kreis-Taschen.

	9	CYCL DEF 5.0	KREISTASCHE
	10	CYCL DEF 5.1	ABST -2,000
	11	CYCL DEF 5.2	TIEFE -20,000
	12	CYCL DEF 5.3	ZUSTLG -10,000
			F100
	13	CYCL DEF 5.4	RADIUS 20,000
	14	CYCL DEF 5.5	F630 DR-



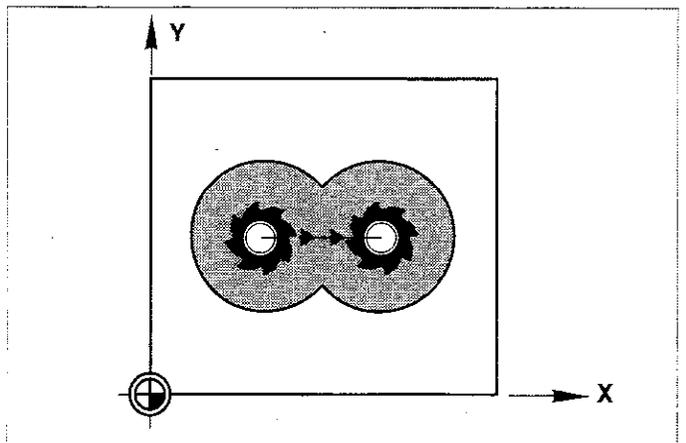
Anfahren der ersten Start-Position und Positionieren auf Sicherheits-Abstand. Aufruf des Zyklus über CYCL CALL.

	15	L	X+30,000	Y+40,000	
			R0	F15999 M	
	16	L	Z+2,000		
			R	F	M
	17	CYCL CALL			
				M13	



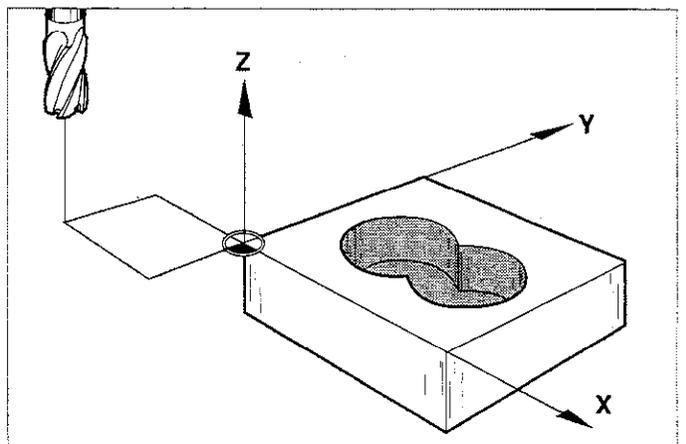
Anfahren der nächsten Start-Position im Eilgang. Aufruf des Zyklus über CYCL CALL.

	18	L	IX+30,000	
			R0	F15999 M
	19	CYCL CALL		
				M09



Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programm-Ende.

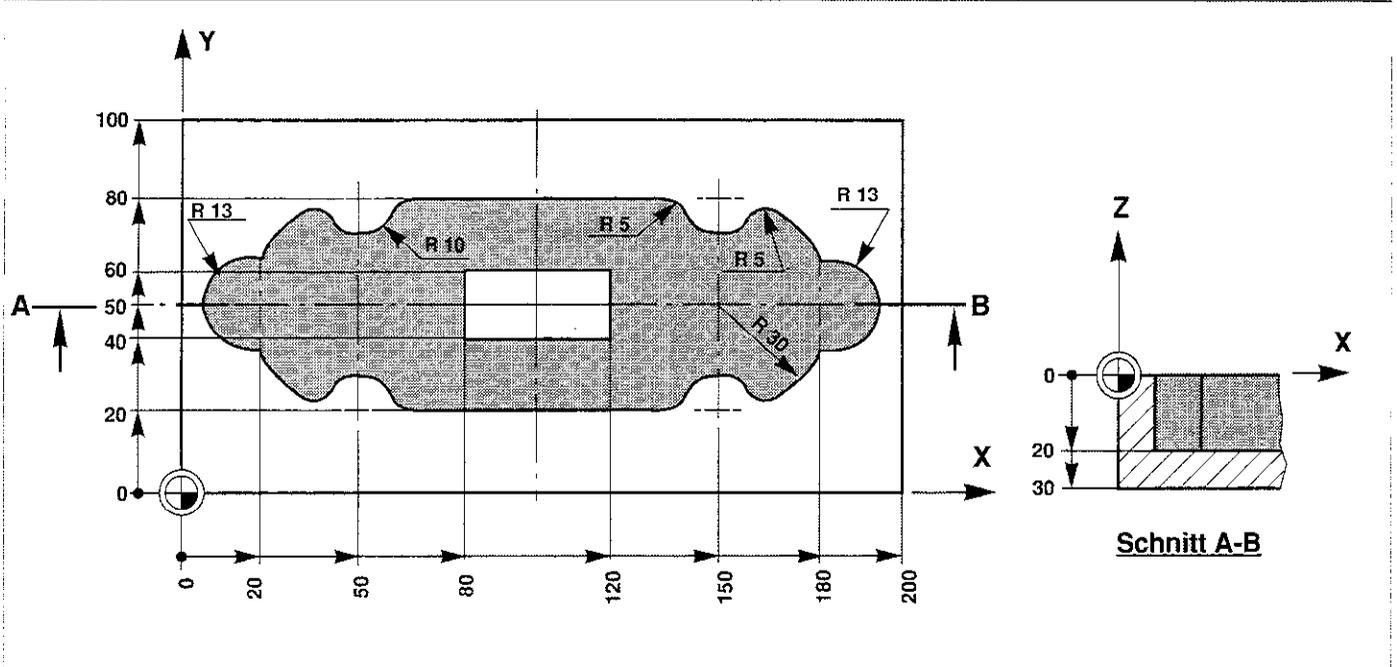
	20	CALL	LBL 1	REP
	21	END	PGM 450	MM



# Bearbeitungs-Zyklen

Fräsen einer Tasche mit beliebiger Kontur

Beispiel 1



```

PGM NR 0 BEGIN PGM 460 MM
D-K FORM .. BLK FORM 0.1 Z X+0,000
Y+0,000 Z-30,000
.. BLK FORM 0.2 X+200,000
Y+100,000 Z+0,000
    
```

Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: 200mm x 100mm x 30mm  
 Werkzeuge: 1. Bohrer Ø 10mm,  
 2. Schruppfräser Ø10mm, 2 Zähne,  
 1 Stirnschneide über Mitte schneidend,  
 3. Schlichtfräser Ø 10mm, 2 Zähne,  
 1 Stirnschneide über Mitte schneidend

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

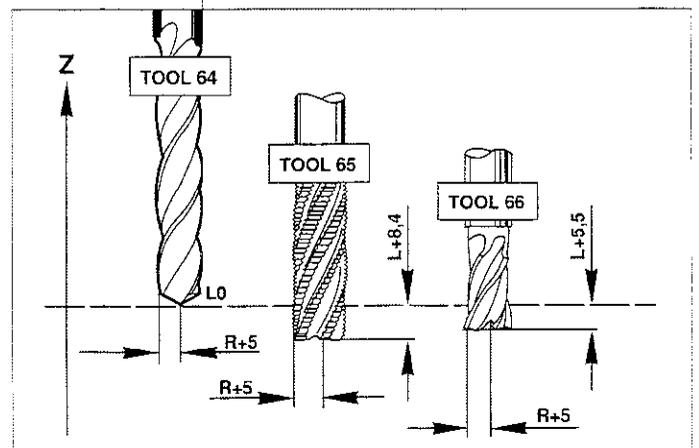
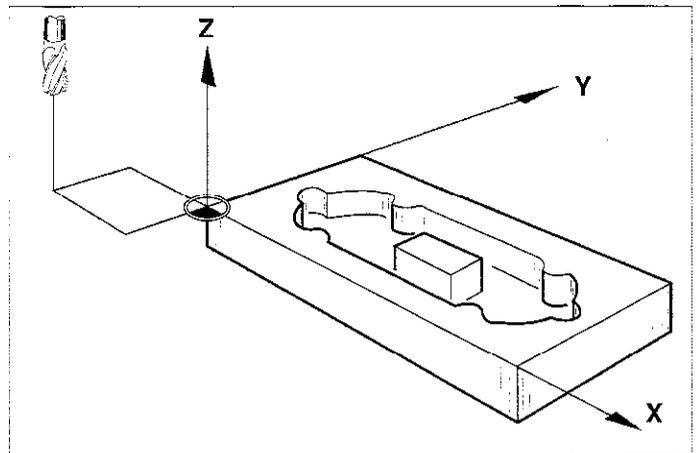
```

LBL SLY 1 LBL 1
TOOL CALL 2 TOOL CALL 0 Z
S
3 L Z+100,000 R F15999 M09
4 L X-50,000 Y-50,000 R0 F M05
LBL SEP 5 LBL 0
    
```

Definitionen der Werkzeuge zum Vorbohren, Schruppen/Ausräumen und Schlichten.

```

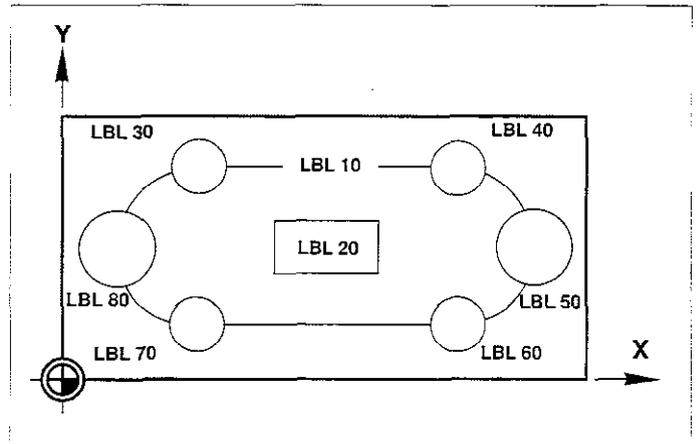
TOOL DEF 6 TOOL DEF 64 L+0,000
R+5,000
TOOL DEF 7 TOOL DEF 65 L+8,400
R+5,000
TOOL DEF 8 TOOL DEF 66 L+5,500
R+5,000
    
```



Zyklus-Definition für die Kontur-Beschreibung.  
Anhand der aufgeführten Kontur-Label erkennt die TNC, in welchen Unterprogrammen die Teilkonturen abgelegt sind.

```

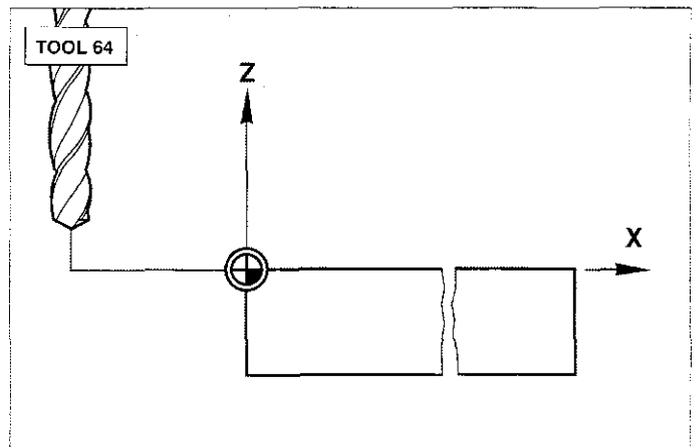
9 CYCL DEF 14.0 KONTUR
10 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL
    10 /20 /30 /40 /50 /60
11 CYCL DEF 14.2 KONTURLABEL
    70 /80 / / / / /
  
```



Aufruf des Werkzeugs zum Vorbohren, Positionieren auf Sicherheits-Abstand.

```

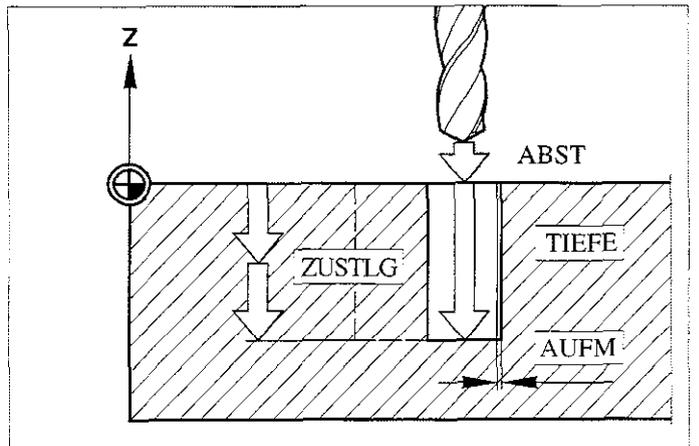
12 STOP
M06
13 TOOL CALL 64 Z
    S 3150,000
14 L Z+2,000
    R F15999 M
  
```



Zyklus-Definition für das Vorbohren.

```

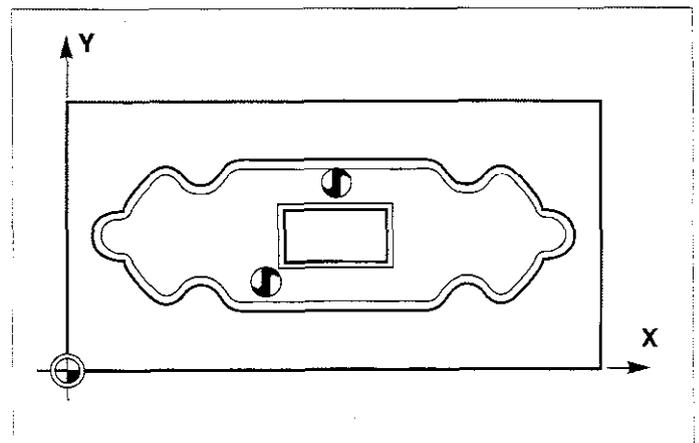
15 CYCL DEF 15.0 VORBOHREN
16 CYCL DEF 15.1 ABST -2,000
    TIEFE -20,000
17 CYCL DEF 15.2 ZUSTLG -10,000
    F780 AUFM +1,000
  
```



Aufruf des Zyklus über CYCL CALL. Das Werkzeug fährt nacheinander die Einstech-Positionen der resultierenden Kontur an und führt den Zyklus Vorbohren aus.

```

18 CYCL CALL
M13
  
```



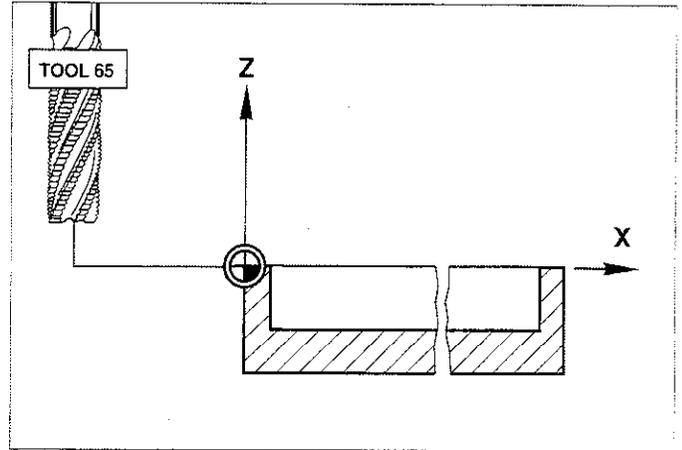
# Bearbeitungs-Zyklen

## Fräsen einer Tasche mit beliebiger Kontur Beispiel 1

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Aufruf des Werkzeugs zum Ausräumen (Schrupp-Zyklus). Positionieren auf Sicherheits-Abstand.

```

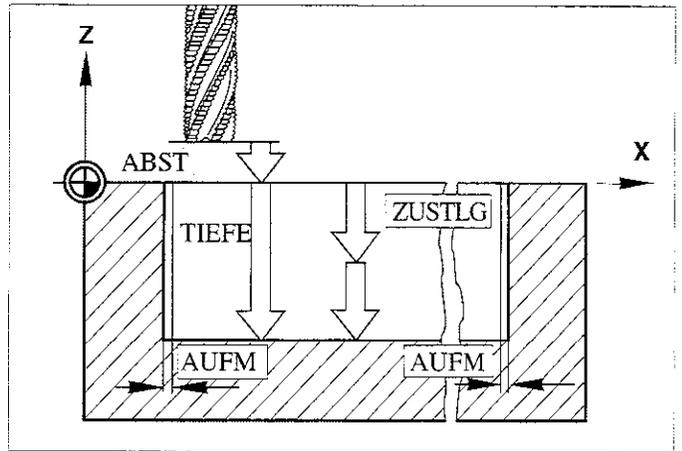
LBL CALL 19 CALL LBL 1 REP
STOP 20 STOP
M06
TOOL CALL 21 TOOL CALL 65 Z
S 3150,000
L 22 L Z+2,000
R F15999 M
    
```



Zyklus-Definition für das Ausräumen der Tasche.

```

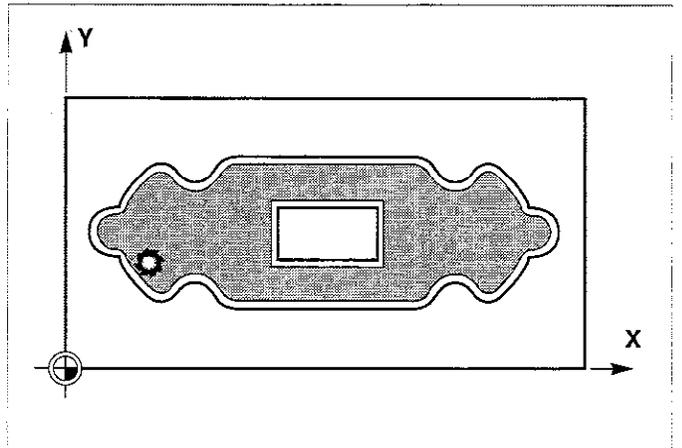
CYCL DEF 23 CYCL DEF 6.0 AUSRAEUMEN
CYCL DEF 24 CYCL DEF 6.1 ABST -2,000
TIEFE -20,000
CYCL DEF 25 CYCL DEF 6.2 ZUSTLG -10,000
F100 AUFM +1,000
CYCL DEF 26 CYCL DEF 6.3 WINKEL +0,000
F630
    
```



Aufruf des Zyklus über CYCL CALL. Das Werkzeug fräst unter Berücksichtigung des Schlichtmaßes die resultierende Taschen-Kontur und die Insel-Kontur. Anschließend wird die Tasche unter dem im Zyklus programmierten Winkel ausgeräumt.

```

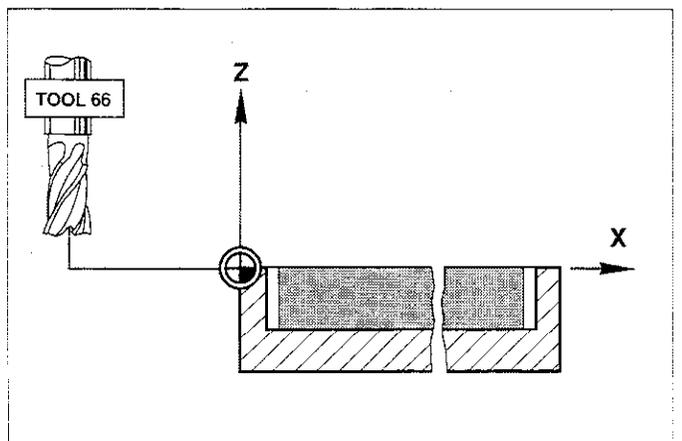
CYCL CALL 27 CYCL CALL
M13
    
```



Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Aufruf des Werkzeugs zum Schlichten der Kontur. Positionieren auf Sicherheits-Abstand.

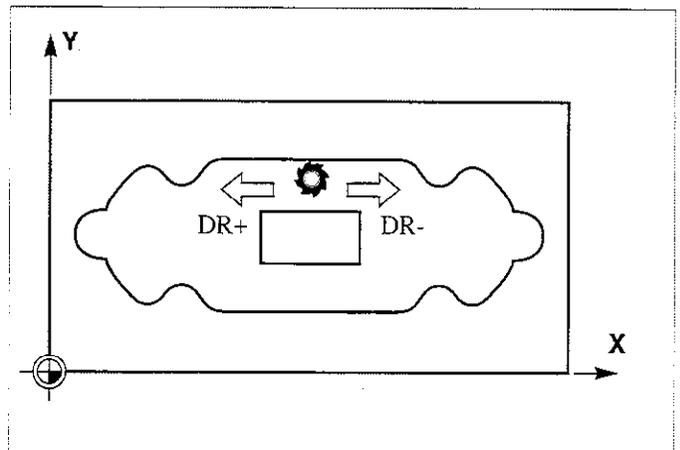
```

LBL CALL 28 CALL LBL 1 REP
STOP 29 STOP M06
TOOL CALL 30 TOOL CALL 66 Z
S 3150,000
L 31 L Z+2,000
R F15999 M
    
```



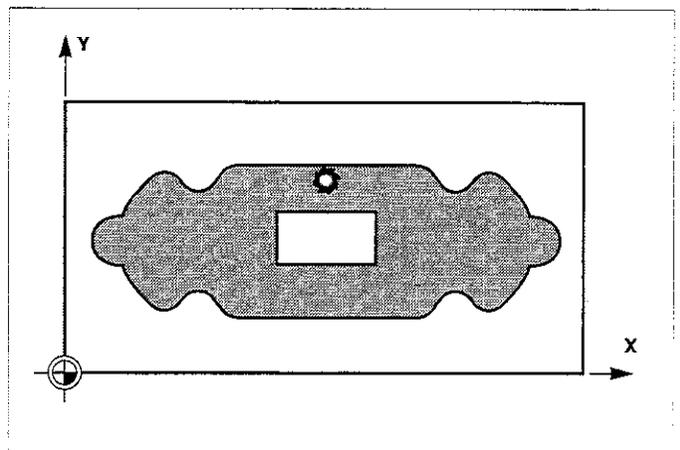
Zyklus-Definition für das Schlichten der Kontur.

<b>CYCL DEF</b>	32	CYCL DEF 16.0	KONTURFRAESEN
	33	CYCL DEF 16.1	ABST -2,000
			TIEFE -20,000
	34	CYCL DEF 16.2	ZUSTLG -10,000
		F100	DR- F630



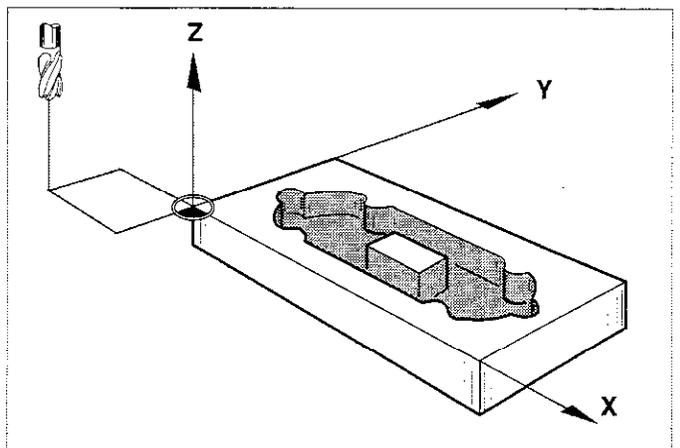
Aufruf des Zyklus über CYCL CALL. Die Kontur der Tasche und der Insel wird im Gegenlauf (Angabe DR- in Satz 34) geschlichtet.

<b>CYCL CALL</b>	35	CYCL CALL	
			M13



Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programmablauf-Halt und Rücksprung zum Programm-Anfang.

<b>LBL CALL</b>	36	CALL LBL 1	REP
<b>STOP</b>	37	STOP	
			M02



Nach dem Programmablauf-Halt folgt die Auflistung aller Unterprogramme, die im Zyklus "KONTUR" mit ihren Label-Nummern aufgeführt sind. Die Teilkonturen werden nach den Angaben in der Werkstück-Zeichnung programmiert.

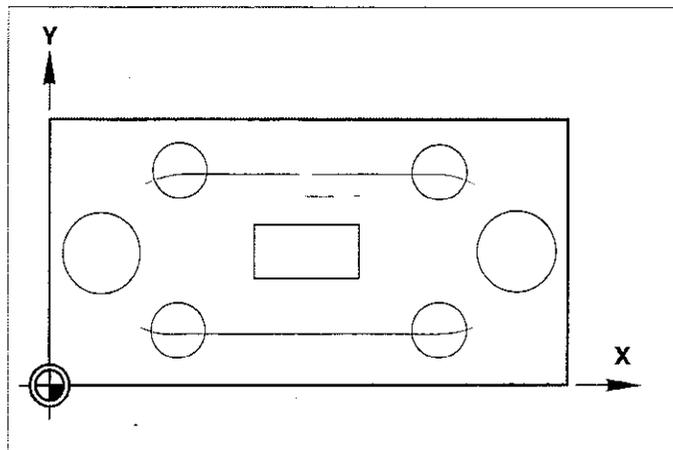
# Bearbeitungs-Zyklen

## Fräsen einer Tasche mit beliebiger Kontur

### Beispiel 1

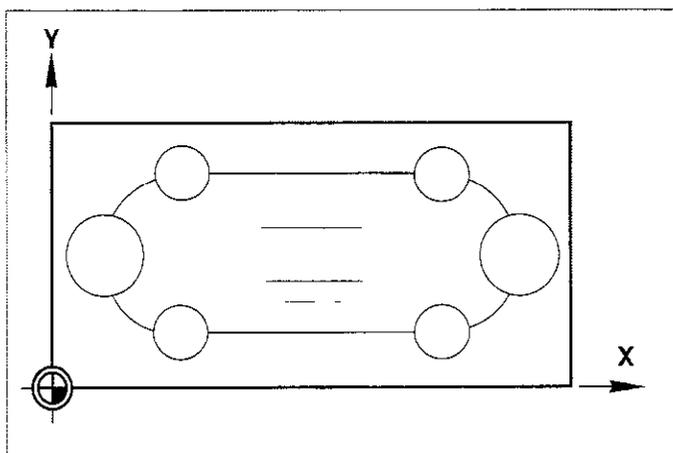
Kontur-Beschreibung der Tasche. Die Kontur-Elemente sind im Uhrzeigersinn programmiert, die Angabe der Radiuskorrektur für eine Tasche ist dann RR.

	38 LBL	10			
	39 L	X+100,000	Y+80,000		
				RR	F M
	40 L	X+150,000			
				R	F M
	41 CC	X+150,000	Y+50,000		
	42 C	X+150,000	Y+20,000		
				DR-	R F M
	43 L	X+50,000			
				R	F M
	44 CC	X+50,000	Y+50,000		
	45 C	X+50,000	Y+80,000		
				DR-	R F M
	46 L	X+100,000			
				R	F M
	47 LBL	0			



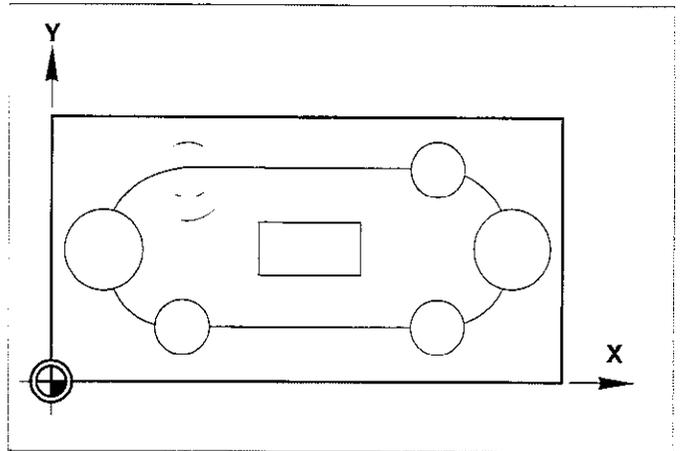
Kontur-Beschreibung der Insel. Die Kontur-Elemente sind gegen den Uhrzeigersinn programmiert, die Angabe der Radiuskorrektur für eine Insel ist dann RR.

	48 LBL	20			
	49 L	X+80,000	Y+40,000		
				RR	F M
	50 L	X+120,000			
				R	F M
	51 L	Y+60,000			
				R	F M
	52 L	X+80,000			
				R	F M
	53 L	Y+40,000			
				R	F M
	54 LBL	0			



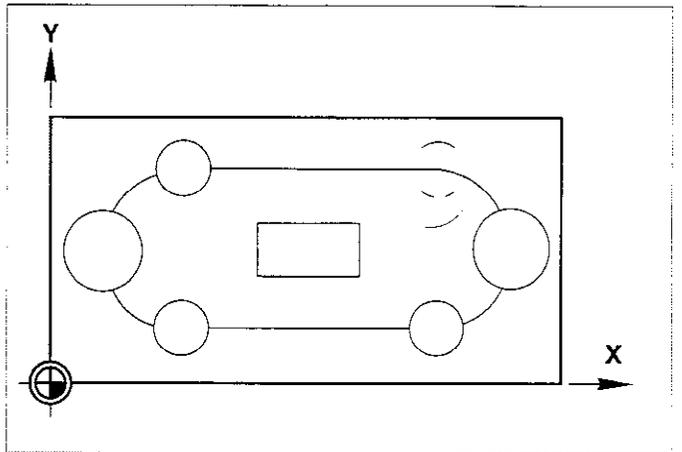
Kontur-Beschreibung der überlagerten Insel.

	55 LBL	30			
	56 L	X+50,000	Y+70,000		
				RR F	M
	57 CC	X+50,000	Y+80,000		
	58 C	X+50,000	Y+70,000		
				DR+ R F	M
	59 LBL	0			



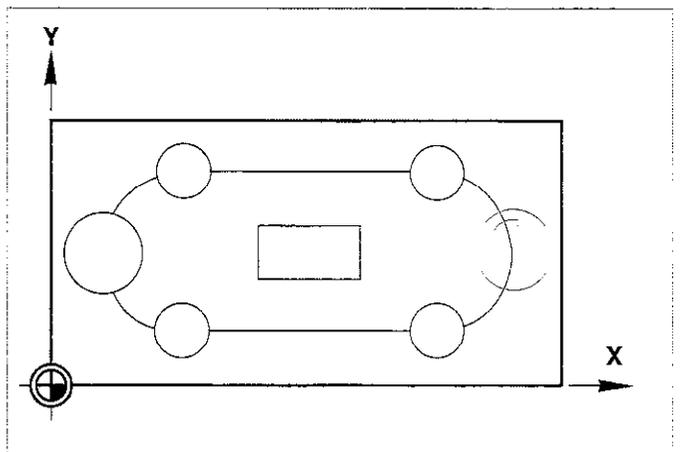
Kontur-Beschreibung der überlagerten Insel.

	60 LBL	40			
	61 L	X+150,000	Y+70,000		
				RR F	M
	62 CC	X+150,000	Y+80,000		
	63 C	X+150,000	Y+70,000		
				DR+ R F	M
	64 LBL	0			



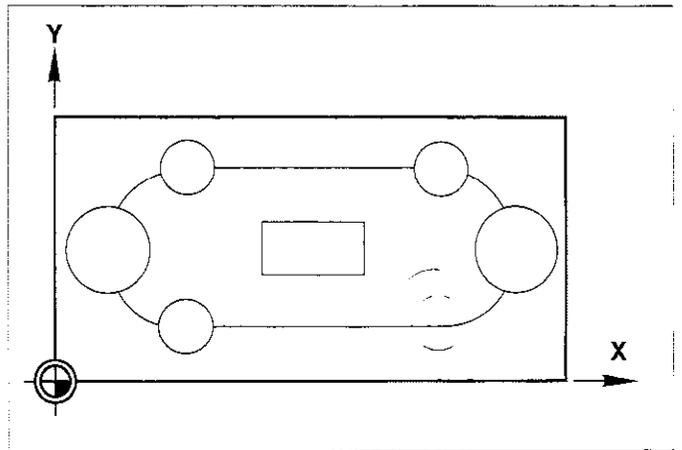
Kontur-Beschreibung der überlagerten Tasche.

	65 LBL	50			
	66 L	X+167,000	Y+50,000		
				RR F	M
	67 CC	X+180,000	Y+50,000		
	68 C	X+167,000	Y+50,000		
				DR- R F	M
	69 LBL	0			



Kontur-Beschreibung der überlagerten Insel.

	70 LBL	60			
	71 L	X+150,000	Y+30,000		
				RR F	M
	72 CC	X+150,000	Y+20,000		
	73 C	X+150,000	Y+30,000		
				DR+ R F	M
	74 LBL	0			

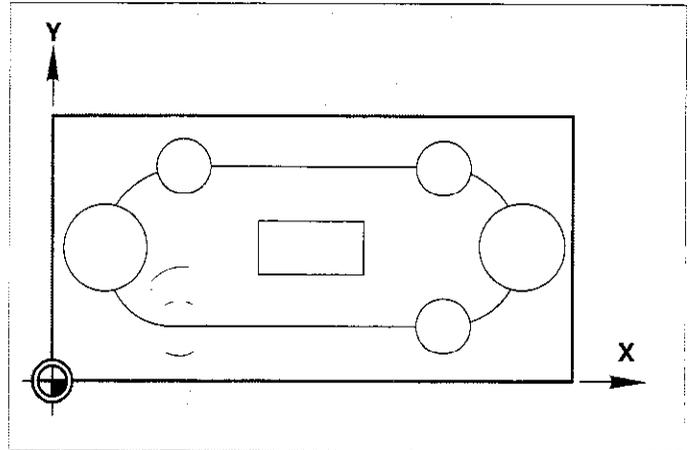


# Bearbeitungs-Zyklen

## Fräsen einer Tasche mit beliebiger Kontur Beispiel 1

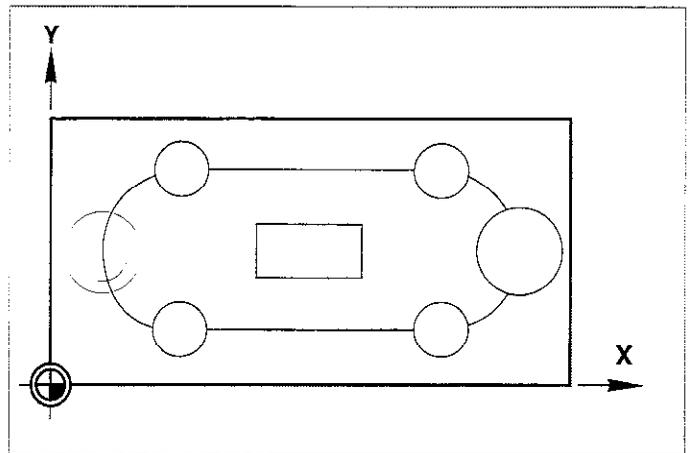
Kontur-Beschreibung der überlagerten Insel.

	75 LBL	70			
	76 L	X+50,000	Y+30,000		
			RR F	M	
	77 CC	X+50,000	Y+20,000		
	78 C	X+50,000	Y+30,000		
			DR+ R F	M	
	79 LBL	0			



Kontur-Beschreibung der überlagerten Tasche.  
Programm-Ende.

	80 LBL	80			
	81 L	X+33,000	Y+50,000		
			RR F	M	
	82 CC	X+20,000	Y+50,000		
	83 C	X+33,000	Y+50,000		
			DR- R F	M	
	84 LBL	0			
	85 END	PGM 460		MM	

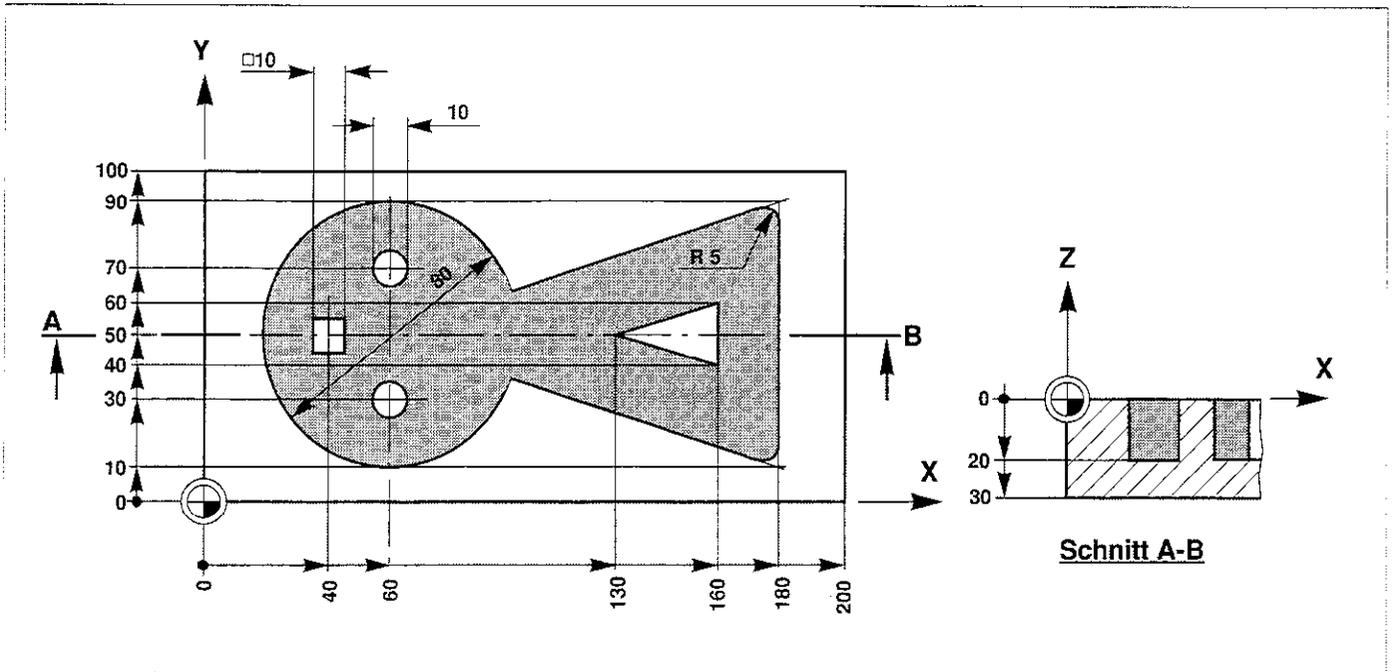




# Bearbeitungs-Zyklen

Fräsen einer Tasche mit beliebiger Kontur

Beispiel 2



```

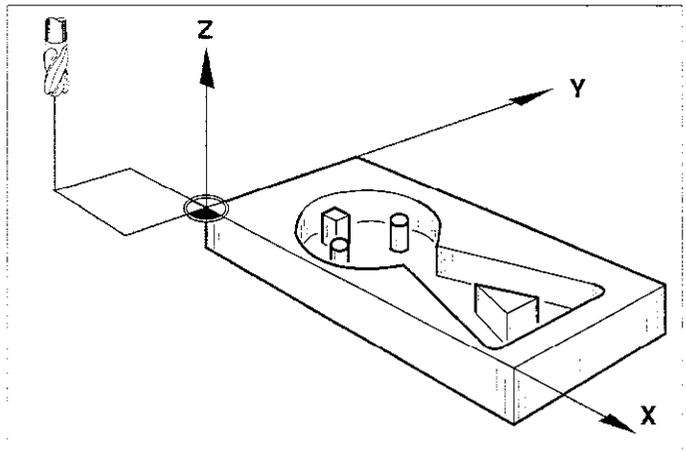
0 BEGIN PGM 470 MM
.. BLK FORM 0.1 Z X+0,000
Y+0,000 Z-30,000
.. BLK FORM 0.2 X+200,000
Y+100,000 Z+0,000
    
```

Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: 200mm x 100mm x 30mm  
 Werkzeuge: 1. Bohrer Ø 10mm  
 2. Schruppfräser Ø 10mm, 5 Zähne  
 3. Schlichtfräser Ø 8mm, 6 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

```

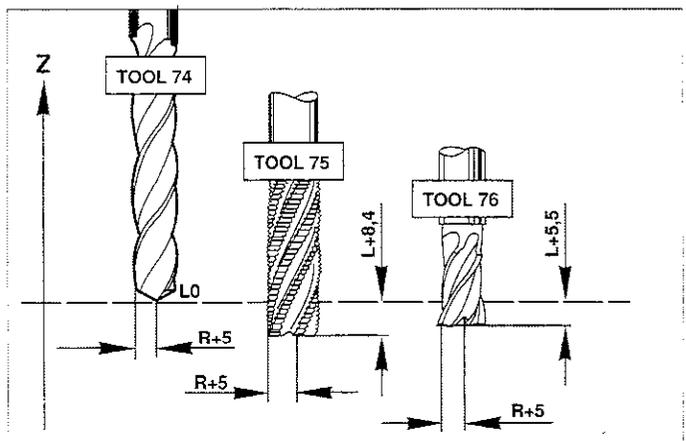
1 LBL 1
2 TOOL CALL 0 Z
S
3 L Z+100,000
R F15999 M09
4 L X-50,000 Y-50,000
R0 F M05
5 LBL 0
    
```



Definitionen der Werkzeuge zum Vorbohren, Schruppen/Ausräumen und Schlichten.

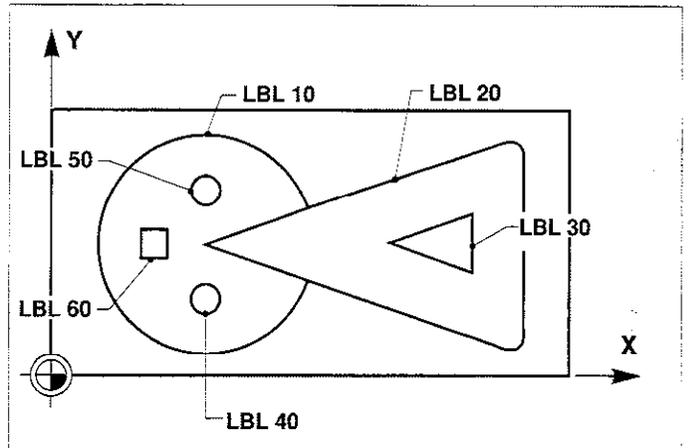
```

6 TOOL DEF 74 L+0,000
R+5,000
7 TOOL DEF 75 L+8,400
R+5,000
8 TOOL DEF 76 L+5,500
R+5,000
    
```



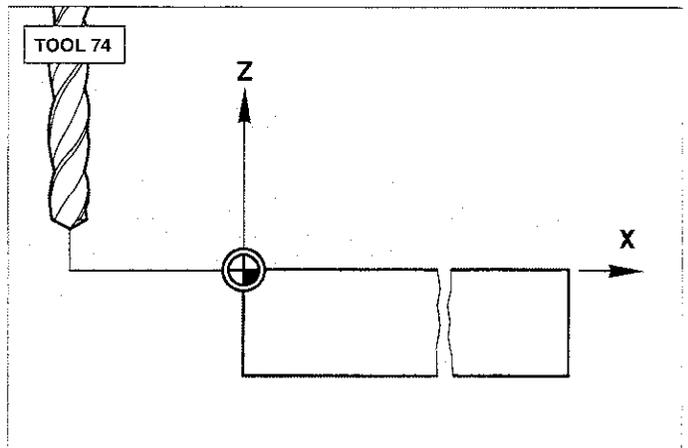
Zyklus-Definition für die Kontur-Beschreibung.

<b>CYCL DEF</b>	9	CYCL DEF 14.0	KONTUR
	10	CYCL DEF 14.1	KONTURLABEL
	10	/ 20	/ 30 / 40 / 50 / 60



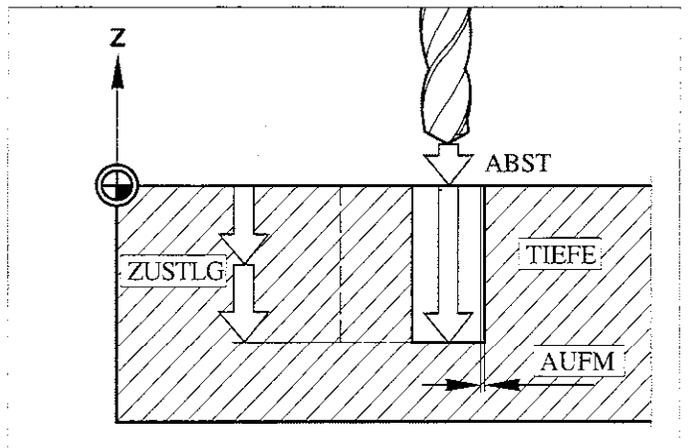
Aufruf des Werkzeugs zum Vorbohren, Positionieren auf Sicherheits-Abstand.

<b>STOP</b>	11	STOP				
						M06
<b>TOOL CALL</b>	12	TOOL CALL 74	Z			
				S 3150,000		
<b>L</b>	13	L Z+2,000				
					R F15999 M	



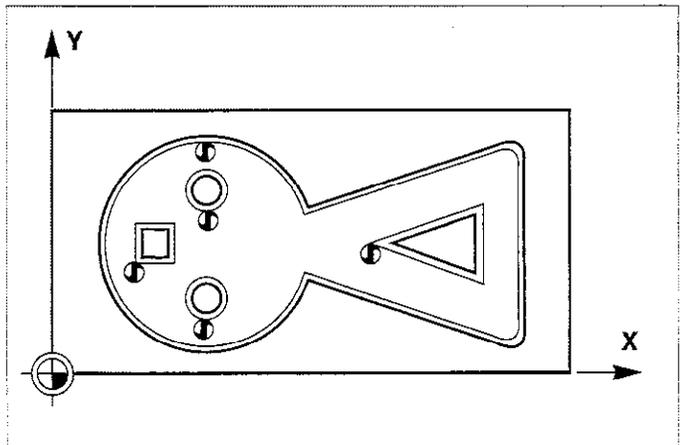
Zyklus-Definition für das Vorbohren.

<b>CYCL DEF</b>	14	CYCL DEF 15.0	VORBOHREN
	15	CYCL DEF 15.1	ABST -2,000
			TIEFE -20,000
	16	CYCL DEF 15.2	ZUSTLG -10,000
			AUFM +1,000
		F780	



Aufruf des Zyklus über CYCL CALL. Das Werkzeug fährt nacheinander die Einstech-Positionen der resultierenden Kontur an und führt den Zyklus Vorbohren aus.

<b>CYCL CALL</b>	17	CYCL CALL				
						M13



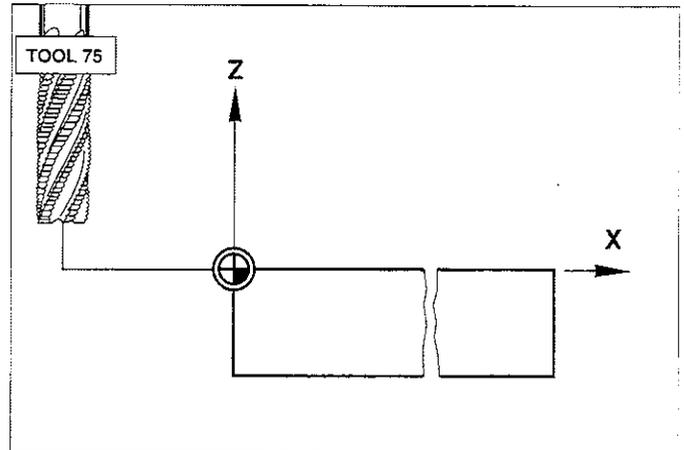
# Bearbeitungs-Zyklen

## Fräsen einer Tasche mit beliebiger Kontur Beispiel 2

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Aufruf des Werkzeugs zum Ausräumen (Schrupp-Zyklus). Positionieren auf Sicherheits-Abstand.

```

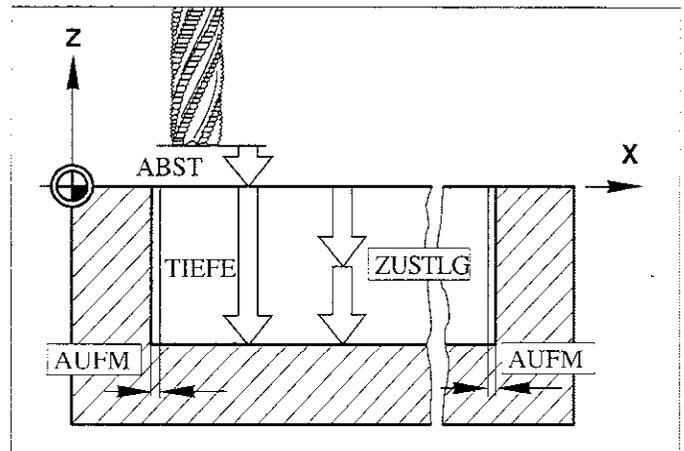
18 CALL LBL 1 REP
19 STOP
M06
20 TOOL CALL 75 Z
S 3150,000
21 L Z+2,000
R F15999 M
    
```



Zyklus-Definition für das Ausräumen der Tasche.

```

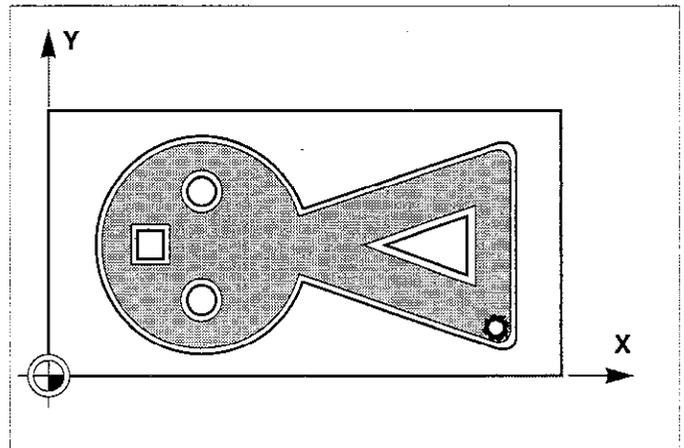
22 CYCL DEF 6.0 AUSRAEUMEN
23 CYCL DEF 6.1 ABST -2,000
TIEFE -20,000
24 CYCL DEF 6.2 ZUSTLG -10,000
F100 AUFM +1,000
25 CYCL DEF 6.3 WINKEL +0,000
F1570
    
```



Aufruf des Zyklus über CYCL CALL. Das Werkzeug fräst unter Berücksichtigung des Schlichtaufmaßes die resultierende Taschen-Kontur und die Insel-Kontur. Anschließend wird die Tasche unter dem im Zyklus programmierten Winkel ausgeräumt.

```

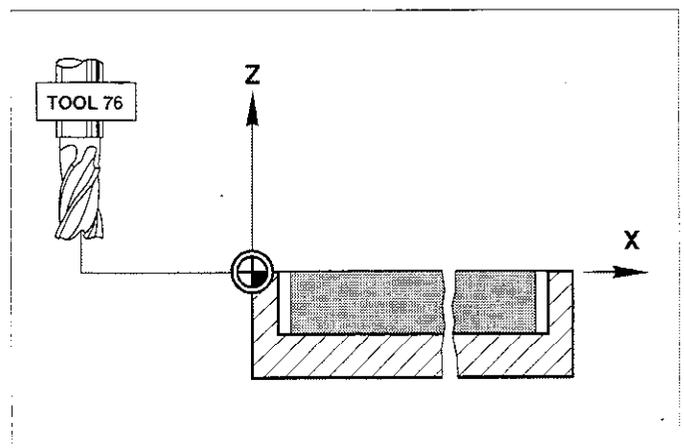
26 CYCL CALL
M13
    
```



Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Aufruf des Werkzeugs zum Schlichten der Kontur. Positionieren auf Sicherheits-Abstand.

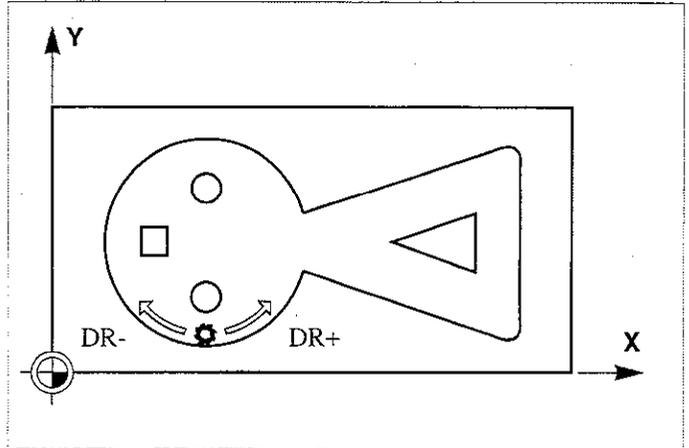
```

27 CALL LBL 1 REP
28 STOP
M06
29 TOOL CALL 76 Z
S 3150,000
30 L Z+2,000
R F15999 M
    
```



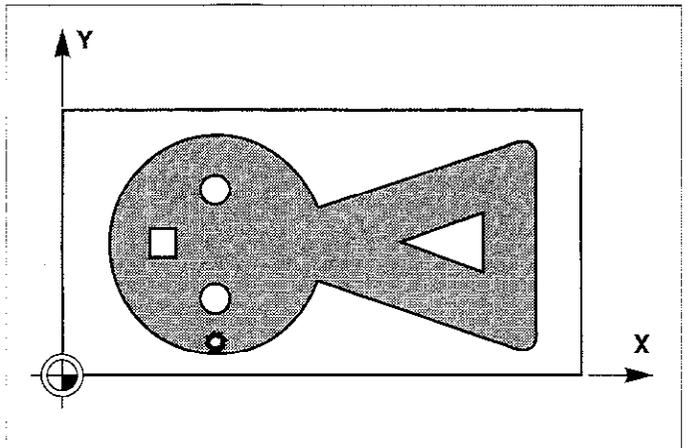
Zyklus-Definition für das Schlichten der Kontur.

<b>CYCL DEF</b>	31	CYCL DEF 16.0	KONTURFRAESEN
	32	CYCL DEF 16.1	ABST -2,000
			TIEFE -20,000
	33	CYCL DEF 16.2	ZUSTLG -10,000
		F100	DR+ F1890



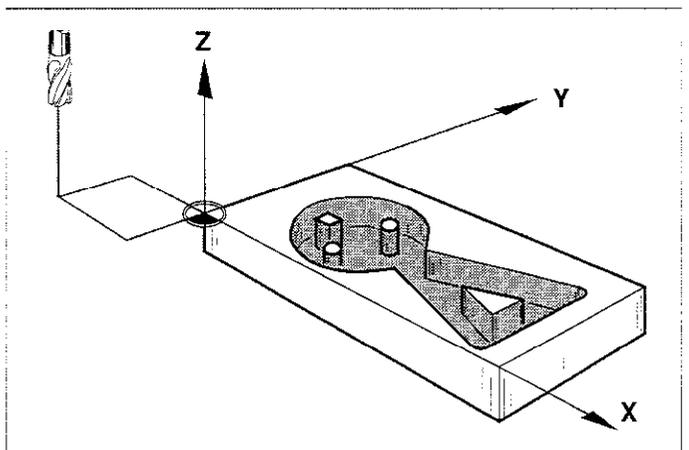
Aufruf des Zyklus über CYCL CALL. Die Kontur der Tasche und der Insel wird im Gleichlauf (Angabe DR+ in Satz 33) geschlichtet.

<b>CYCL CALL</b>	34	CYCL CALL	M13
------------------	----	-----------	-----



Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programmlauf-Halt und Rücksprung zum Programm-Anfang.

<b>LBL CALL</b>	35	CALL LBL 1	REP
<b>STOP</b>	36	STOP	M02



Nach dem Programmlauf-Halt folgt die Auflistung aller Unterprogramme, die im Zyklus "KONTUR" mit ihren Label-Nummern aufgeführt sind. Die Teilkonturen werden nach den Angaben in der Werkstück-Zeichnung programmiert.

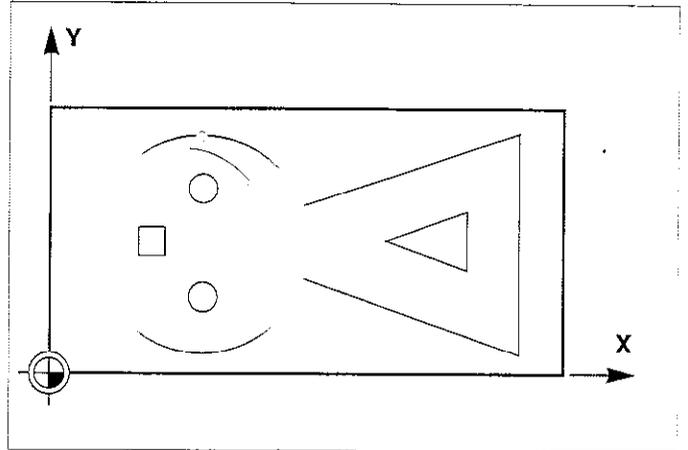
# Bearbeitungs-Zyklen

## Fräsen einer Tasche mit beliebiger Kontur Beispiel 2

Kontur-Beschreibung der Tasche im Uhrzeigersinn mit Radiuskorrektur RR.

```

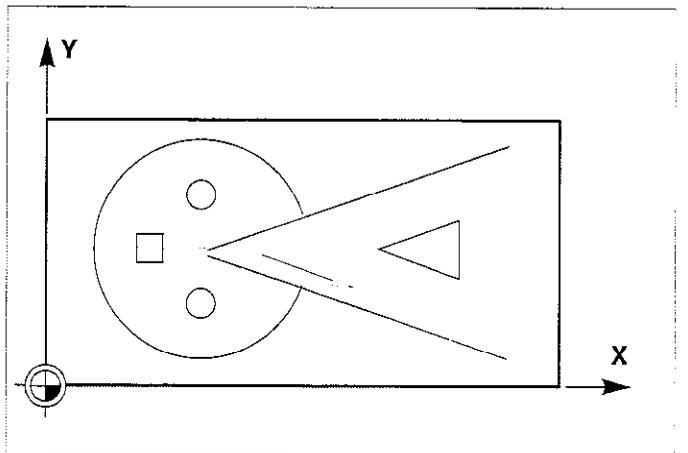
LBL SET 37 LBL 10
L 38 L X+60,000 Y+90,000
RR F M
CC 39 CC X+60,000 Y+50,000
C 40 C X+60,000 Y+90,000
DR- R F M
LBL SET 41 LBL 0
    
```



Kontur-Beschreibung der überlagerten Tasche im Gegenuhrzeigersinn mit Radiuskorrektur RL.

```

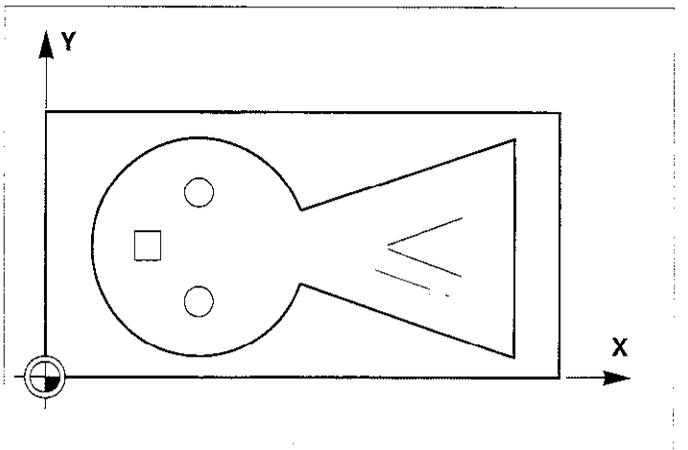
LBL SET 42 LBL 20
L 43 L X+60,000 Y+50,000
RL F M
L 44 L X+180,000 Y+10,000
R F M
L 45 L Y+90,000
R F M
L 46 L X+60,000 Y+50,000
R F M
LBL SET 47 LBL 0
    
```



Kontur-Beschreibung der Insel im Gegenuhrzeigersinn mit Radiuskorrektur RR.

```

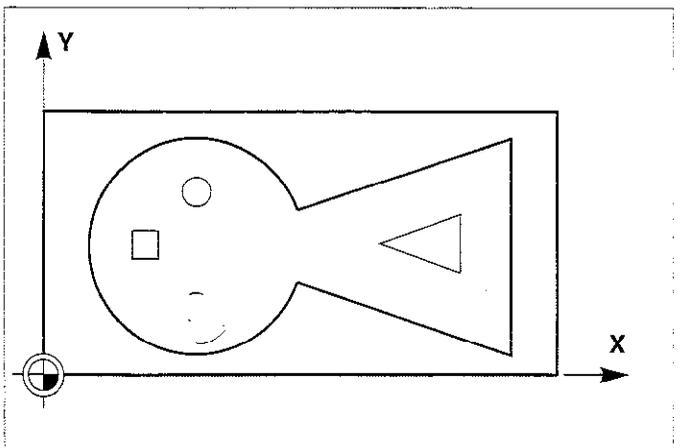
LBL SET 48 LBL 30
L 49 L X+130,000 Y+50,000
RR F M
L 50 L X+160,000 Y+40,000
R F M
L 51 L Y+60,000
R F M
L 52 L X+130,000 Y+50,000
R F M
LBL SET 53 LBL 0
    
```



Kontur-Beschreibung der überlagerten Insel im Gegenuhrzeigersinn mit Radiuskorrektur RR.

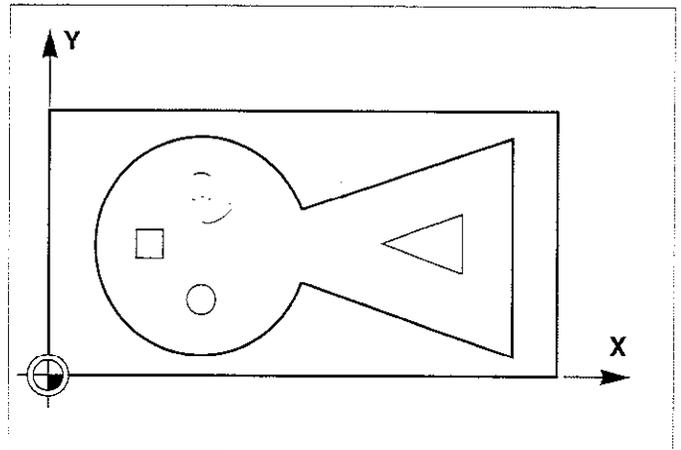
```

LBL SET 54 LBL 40
L 55 L X+60,000 Y+25,000
RR F M
CC 56 CC X+60,000 Y+30,000
C 57 C X+60,000 Y+25,000
DR+ R F M
LBL SET 58 LBL 0
    
```



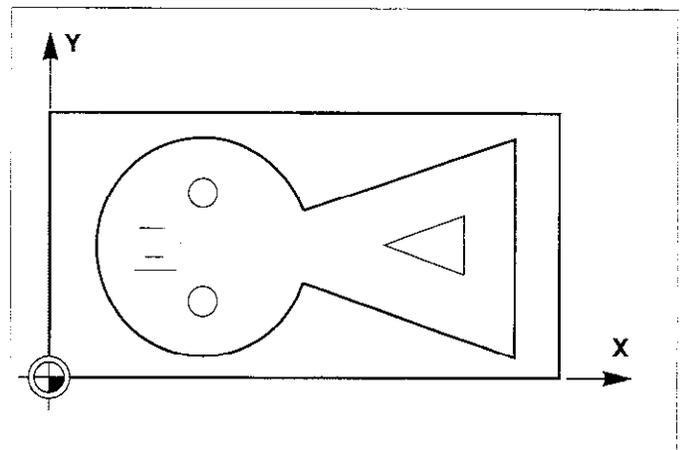
Kontur-Beschreibung der überlagerten Insel im Gegenuhrzeigersinn mit Radiuskorrektur RR.

	59 LBL	50			
	60 L	X+60,000	Y+65,000		
				RR F	M
	61 CC	X+60,000	Y+70,000		
	62 C	X+60,000	Y+65,000		
				DR+ R F	M
	63 LBL	0			



Kontur-Beschreibung der überlagerten Insel im Gegenuhrzeigersinn mit Radiuskorrektur RR. Programm-Ende.

	64 LBL	60			
	65 L	X+35,000	Y+45,000		
				RR F	M
	66 L	IX+10,000			
				R F	M
	67 L	IY+10,000			
				R F	M
	68 L	IX-10,000			
				R F	M
	69 L	IY-10,000			
				R F	M
	70 LBL	0			
	71 END PGM	470			MM



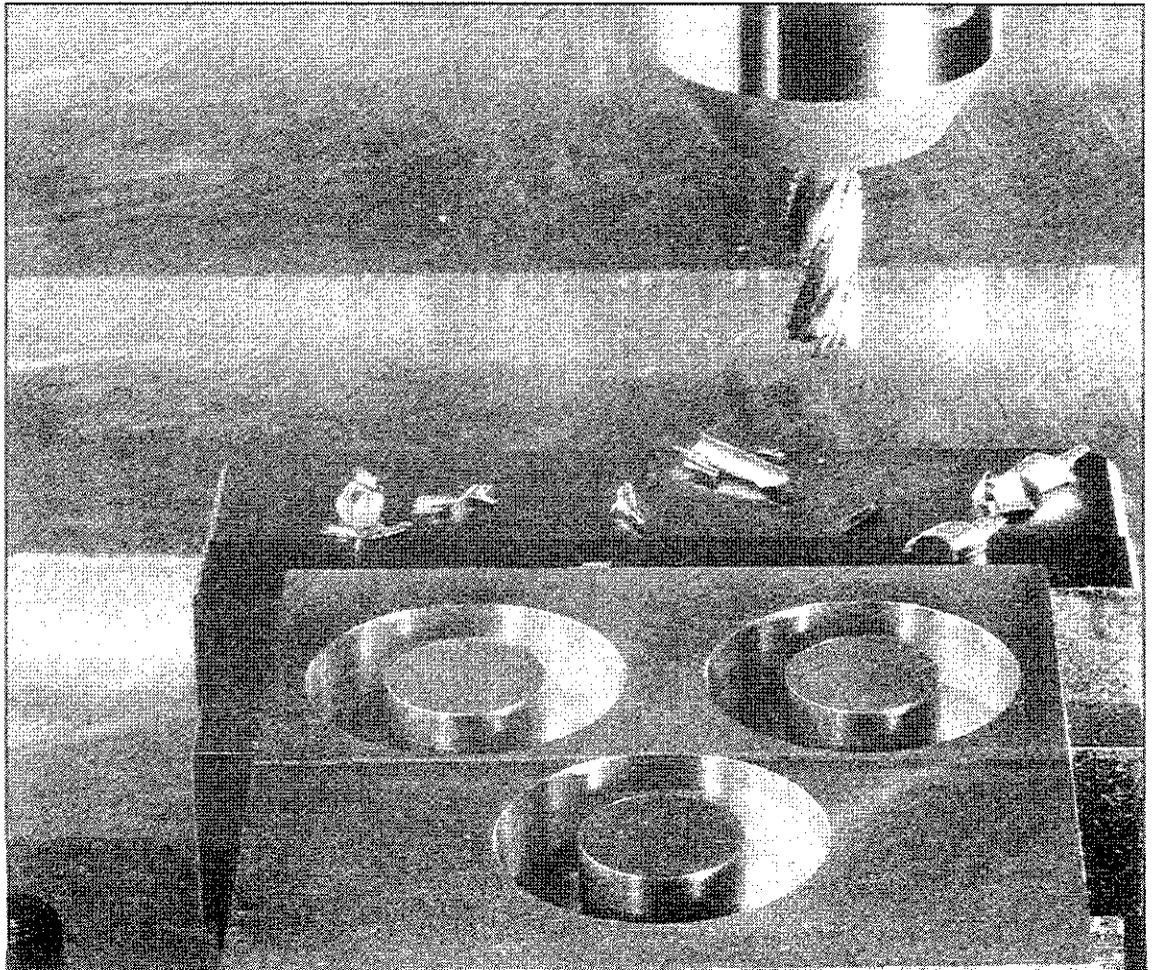


# TNC

Bahnsteuerungen

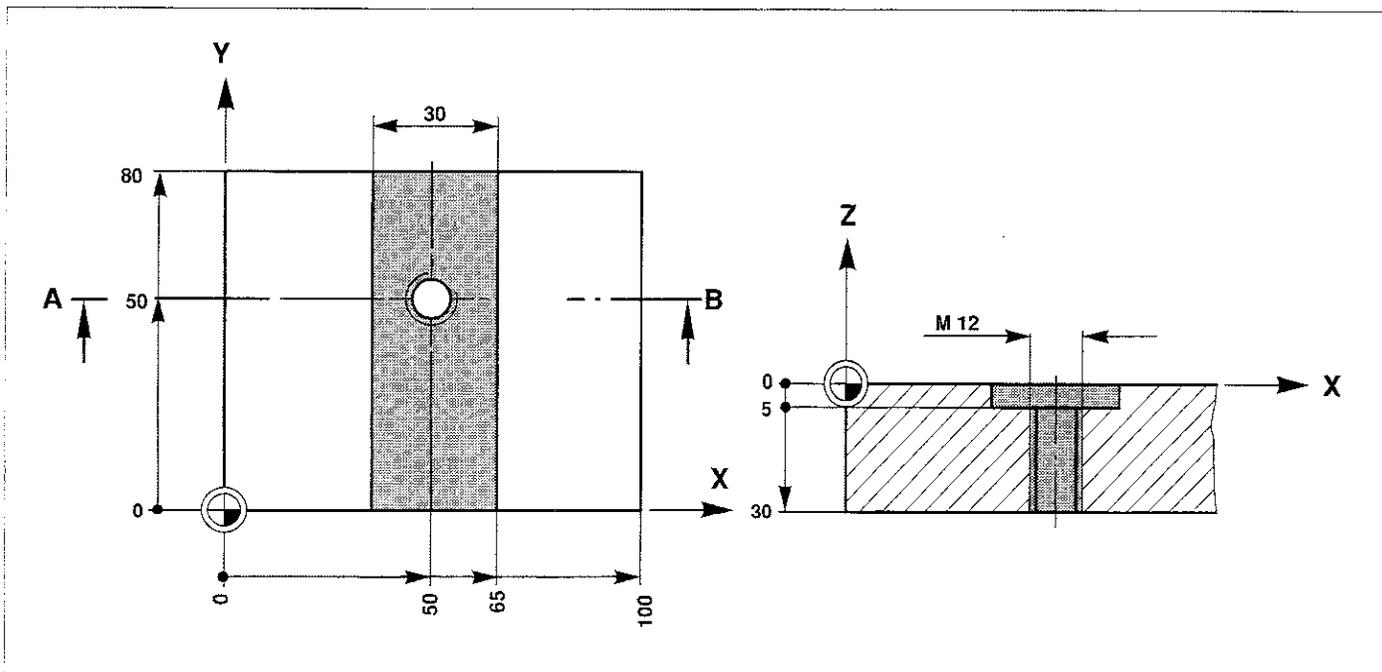
Unterprogramm-Technik

PGM 510 - PGM 530



# Unterprogramm-Technik

## Werkzeugwechsel



### Werkzeugwechsel

Beim Einsatz mehrerer Werkzeuge innerhalb eines Programms müssen Werkzeugwechsel (manuell oder automatisch) durchgeführt werden.

Für jeden Wechsel muß das Werkzeug dieselbe Wechsel-Position anfahren. Um sich die wiederholte Programmierung dieser Position zu sparen, gibt man das Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm ein. Das Unterprogramm steht entweder dort, wo es das erste Mal gebraucht wird oder am Programm-Ende. Für einen Werkzeugwechsel wird dann nur noch das Unterprogramm aufgerufen; die TNC führt anschließend die Anweisungen innerhalb des Unterprogramms aus.

Der Unterprogramm-Anfang ist mit einer Labelnummer, z.B. LBL 1 gekennzeichnet. Am Ende wird jedes Unterprogramm mit LBL 0 abgeschlossen.

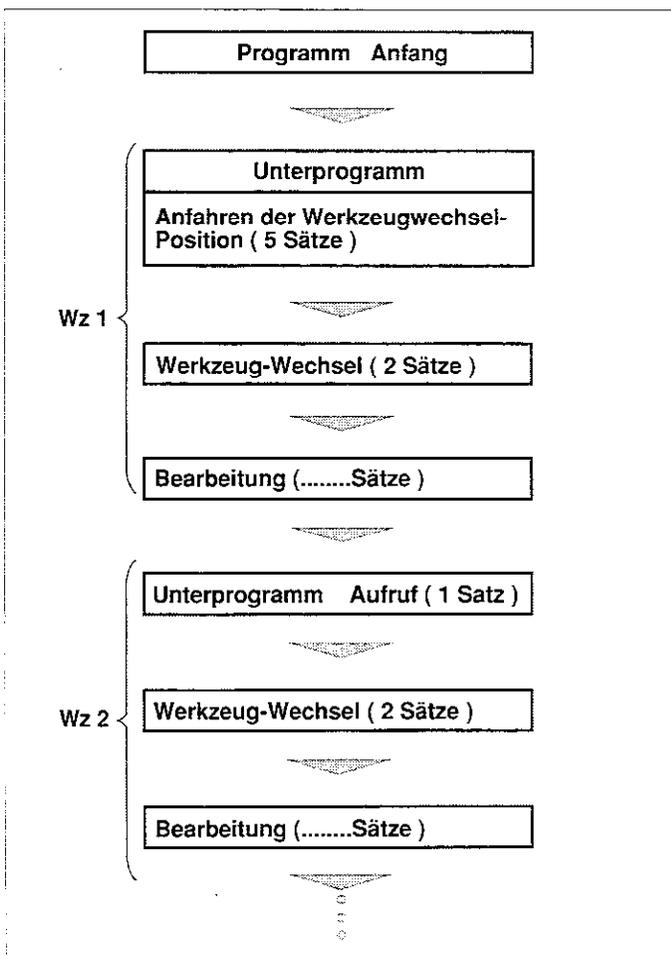
Für einen manuellen Werkzeugwechsel muß vor dem Aufruf des neuen Werkzeugs ein programmierter Halt eingegeben werden.

Werkstoff: Aluminium

Roh-Maße: 100mm x 80mm x 30mm

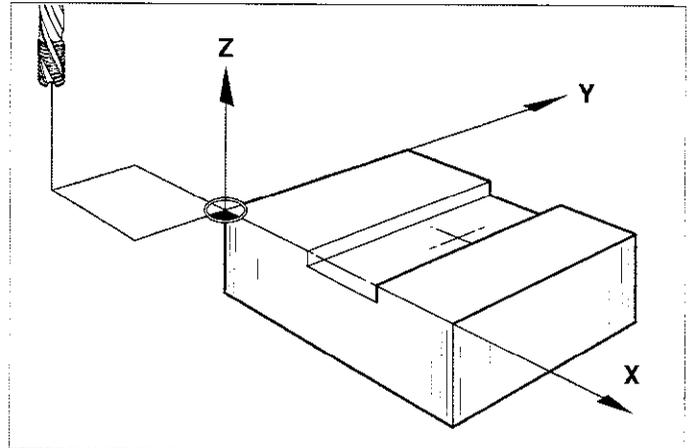
- Werkzeuge:
1. Schafffräser Ø 22mm, 4 Zähne,
  2. NC-Anbohrer Ø 14mm
  3. Bohrer Ø 10mm
  4. Gewindebohrer M12 x 0,75

PGM NR	0	BEGIN PGM 510		MM
BLK FORM	..	BLK FORM 0.1	Z X+0,000	
			Y+0,000	Z-30,000
	..	BLK FORM 0.2	X+100,000	
			Y+80,000	Z+0,000



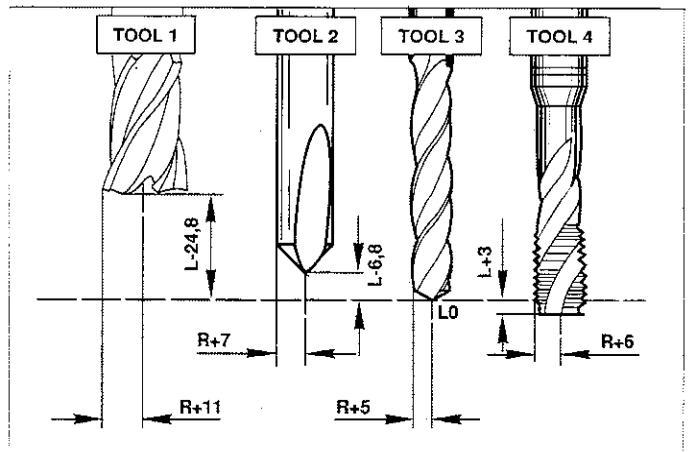
Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

LBL SET	1	LBL	1				
TOOL CALL	2	TOOL CALL	0		Z		
						S	
L	3	L	Z+100,000				
				R	F15999	M09	
L	4	L	X-50,000		Y-50,000		
				R0	F	M05	
LBL SET	5	LBL	0				



Definitionen der Werkzeuge Nr. 1 bis 4.

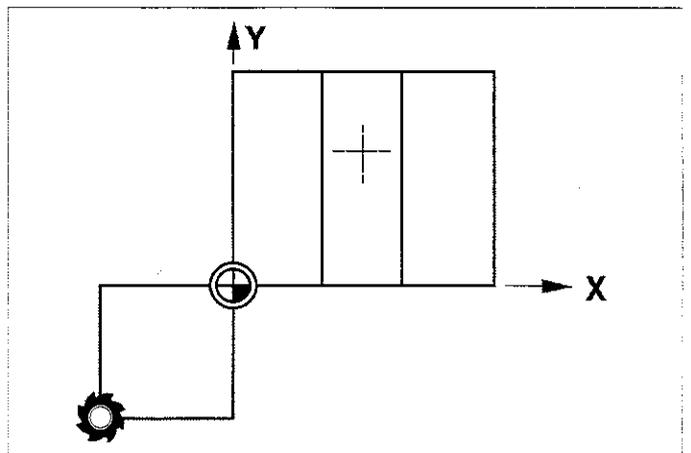
TOOL DEF	6	TOOL DEF	1	L-24,800			
					R+11,000		
TOOL DEF	7	TOOL DEF	2	L-6,800			
					R+7,000		
TOOL DEF	8	TOOL DEF	3	L+0,000			
					R+5,000		
TOOL DEF	9	TOOL DEF	4	L+3,000			
					R+6,000		



Aufruf des Werkzeugs Nr. 1.

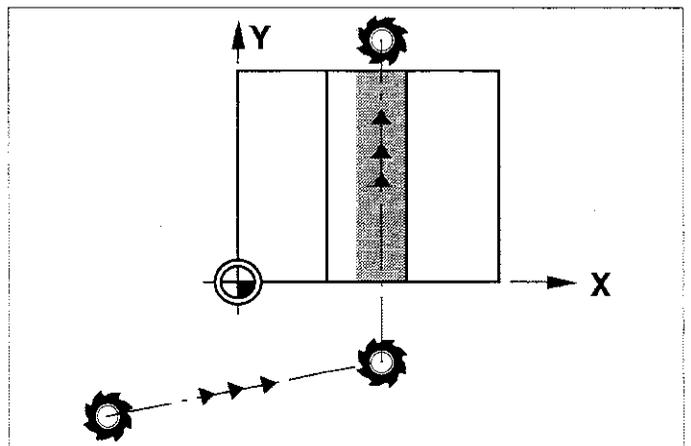
Mit dem Werkzeug ruft die TNC die dazugehörigen Korrekturwerte (Längen- und Radiuswerte) auf und berücksichtigt sie beim Fräsen der Kontur. Die Maschine befindet sich bereits auf der Werkzeugwechsel-Position, da die TNC die Anweisungen in den Sätzen 2 bis 4 schon durchlaufen und ausgeführt hat. Ein Unterprogramm-Aufruf kann daher im Anschluß an das Unterprogramm entfallen.

STOP	10	STOP		M06			
TOOL CALL	11	TOOL CALL	1		Z		
						S	2500,000



Anfahren der Kontur auf einer achsparallelen Geraden über einen Hilfspunkt mit Radiuskorrektur. Fräsen der ersten Geraden.

L	12	L	X+65,000		Y-30,000		
				RL	F15999	M	
L	13	L	Z-5,000				
				R	F	M	
L	14	L	Y+100,000				
				R	F1000	M13	



# Unterprogramm-Technik

## Werkzeugwechsel

Fräsen der weiteren Kontur.

```

15 L IX-30,000
      R F M
16 L Y-30,000
      R F M09
  
```

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf CALL LBL 1; (unter der Anzahl der Wiederholungen REP findet keine Eingabe statt, d.h.NO ENT-Taste drücken.). Die TNC springt innerhalb des Programms zur Stelle mit dem Label 1 und führt alle Anweisungen bis zum Label 0 aus.

Anschließend springt sie wieder zurück und führt das Programm mit dem nächsten Satz fort. Aufruf des Werkzeugs Nr. 2.

```

17 CALL LBL 1 REP
18 STOP M06
19 TOOL CALL 2 Z
      S 2500,000
  
```

Positionieren des Werkzeugs über Bohrungsmitte im Sicherheits-Abstand. Dieser Abschnitt ist ebenfalls als Unterprogramm definiert (LBL 2/LBL 0).

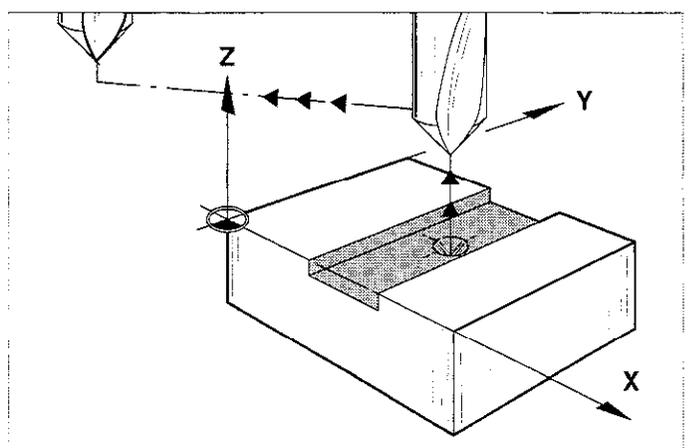
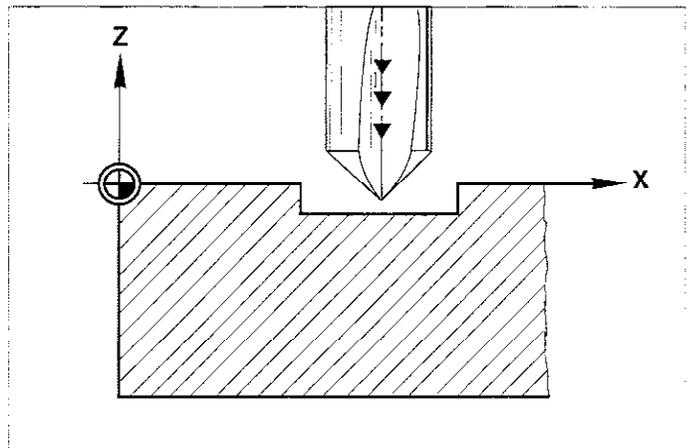
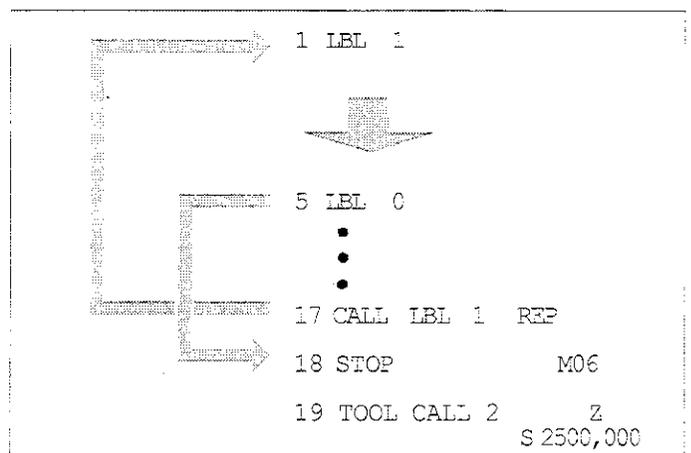
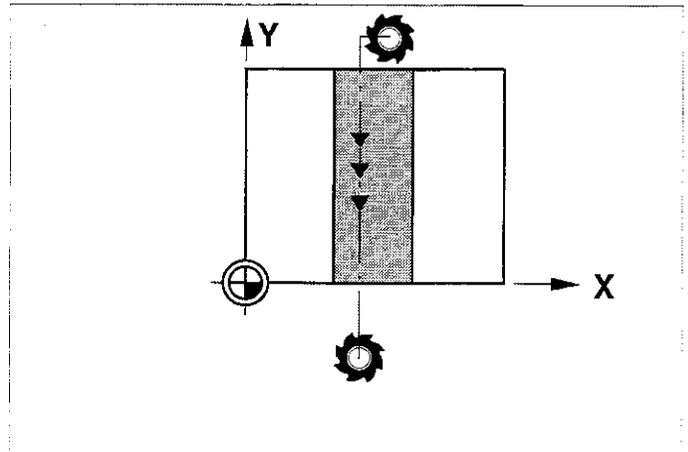
```

20 LBL 2
21 L X+50,000 Y+50,000
      R0 F15999 M03
22 L Z-3,000
      R F M
23 LBL 0
  
```

Anschließend Anbohren und Senken.  
Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf CALL LBL 1. Aufruf des Werkzeugs Nr. 3.

```

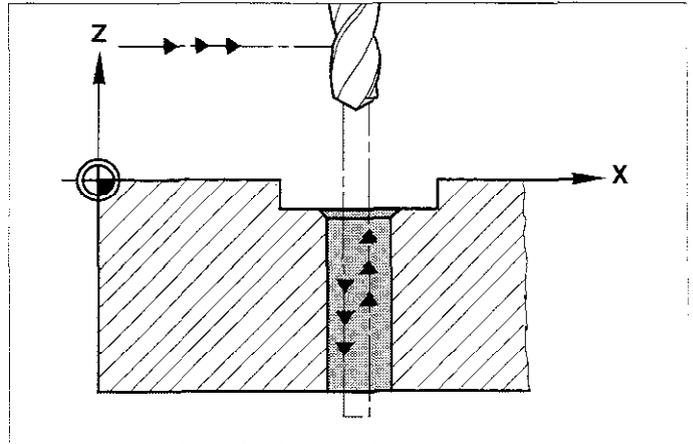
24 L Z-16,000
      R F625 M08
25 CALL LBL 1 REP
26 STOP M06
27 TOOL CALL 3 Z
      S 3150,000
  
```



Unterprogramm-Aufruf CALL LBL 2 für das Positionieren des Werkzeugs über Bohrungsmitte im Sicherheits-Abstand. Anschließend Bohren.

```

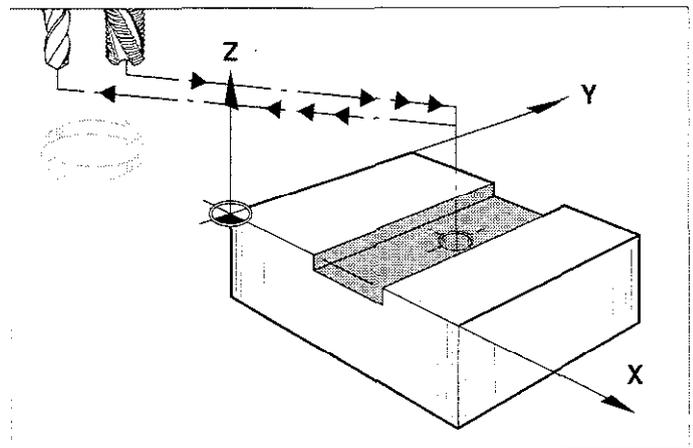
LBL CALL 28 CALL LBL 2 REP
L 29 L Z-36,000
R F780 M08
L 30 L Z+2,000
R F15999 M09
    
```



Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf CALL LBL 1. Aufruf des Werkzeugs Nr. 4.

```

LBL CALL 31 CALL LBL 1 REP
STOP 32 STOP M06
TOOL CALL 33 TOOL CALL 4 Z
S 80
    
```



Unterprogramm-Aufruf CALL LBL 2 für das Positionieren des Werkzeugs über Bohrungsmitte im Sicherheits-Abstand.

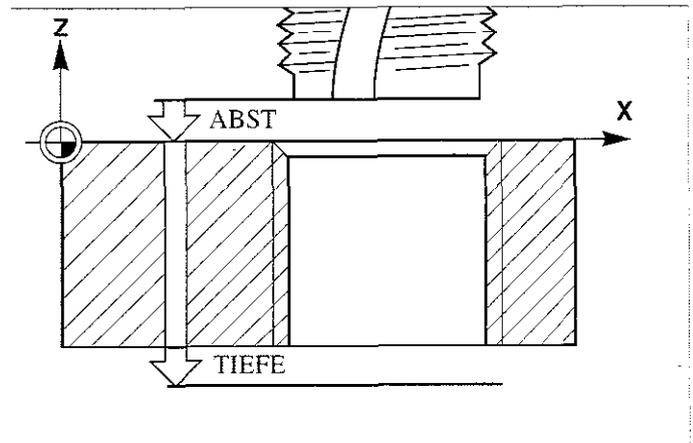
```

LBL CALL 34 CALL LBL 2 REP
    
```

Zyklus-Definition für das Gewindebohren der beiden Löcher (Erklärung der Zyklus-Parameter siehe PGM 420). Anschließend Zyklus-Aufruf zum Bohren der Gewinde.

```

CYCL DEF 35 CYCL DEF 2.0 GEWINDEBOHREN
CYCL DEF 36 CYCL DEF 2.1 ABST -2,000
CYCL DEF 37 CYCL DEF 2.2 TIEFE -36,000
CYCL DEF 38 CYCL DEF 2.3 V.ZEIT 0,000
CYCL DEF 39 CYCL DEF 2.4 F60
CYCL CALL 40 CYCL CALL
    
```

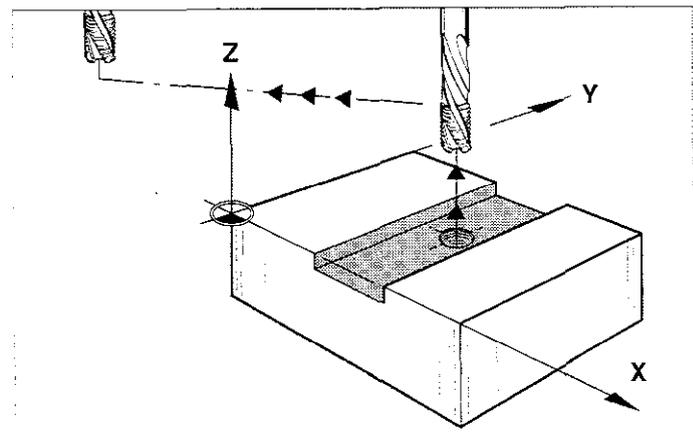


M08

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf CALL LBL 1. Programm-Ende.

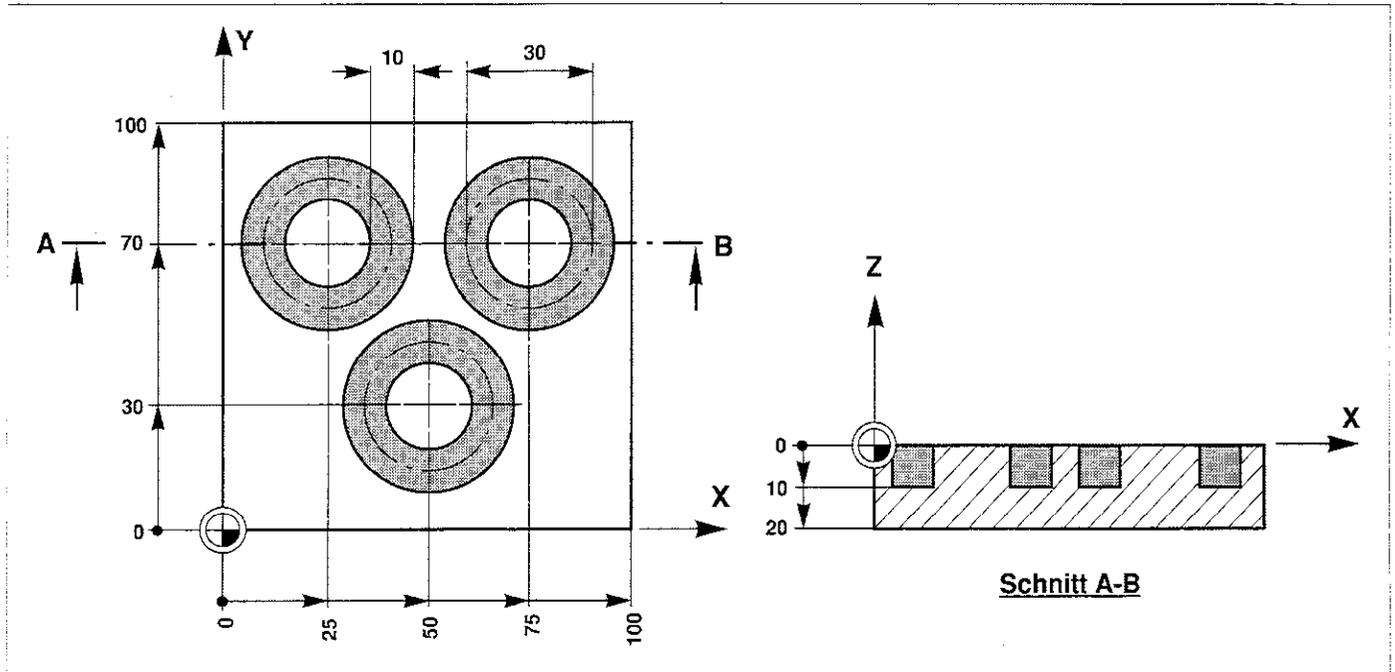
```

LBL CALL 41 CALL LBL 1 REP
END PGM 42 END PGM 510 MM
    
```



# Unterprogramm-Technik

## Fräsen eines Bearbeitungsbilds



```

0  BEGIN  PGM  520      MM
..  BLK   FORM 0.1     Z  X+0,000
                                Y+0,000
                                Z-20,000
..  BLK   FORM 0.2     X+100,000
                                Y+100,000
                                Z+0,000
    
```

Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: 100mm x 100mm x 20mm  
 Werkzeug: Schrupp-/Schlichtfräser Ø 10mm,  
 3 Zähne, 1 Stirnschneide über Mitte  
 schneidend

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

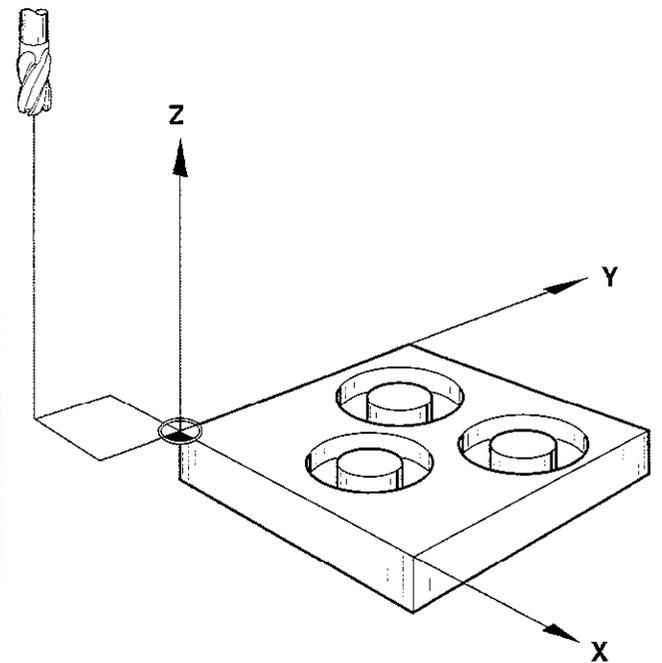
```

1  LBL   1
2  TOOL  CALL 0         Z
                                S
3  L     Z+100,000
                                R  F15999  M09
4  L     X-50,000      Y-50,000
                                R0  F      M05
5  LBL   0
    
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

```

6  TOOL  DEF  25        L+0,000
                                R+5,000
7  STOP
                                M06
8  TOOL  CALL 25        Z
                                S 3150,000
    
```



Die drei Kreise haben alle die gleichen Abmessungen bezogen auf ihren Mittelpunkt. Daher empfiehlt es sich, das Fräsen des Kreises in einem Unterprogramm abzulegen. Das Unterprogramm wird dann nach jeder Mittelpunkts-Definition mit CC aufgerufen und ausgeführt.

```

9 CC X+50,000      Y+30,000
LBL CALL 10 CALL LBL 10  REP
11 CC X+25,000     Y+70,000
LBL CALL 12 CALL LBL 10  REP
13 CC X+75,000     Y+70,000
LBL CALL 14 CALL LBL 10  REP

```

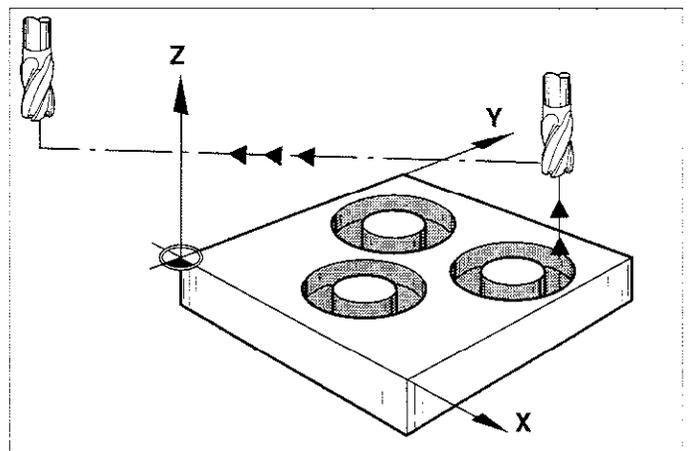
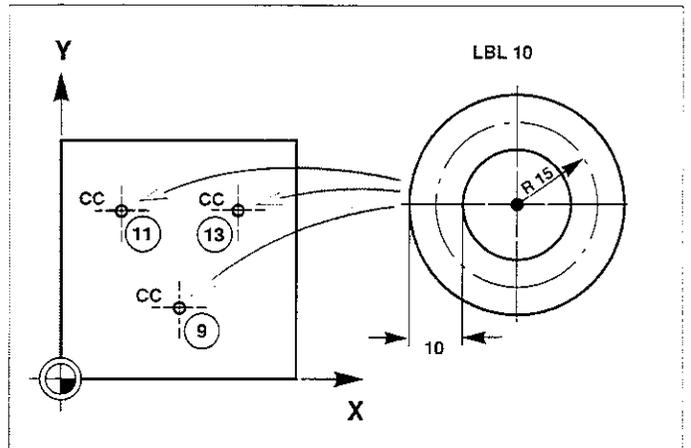
Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1). Programmlauf-Halt und Rücksprung zum Programm-Anfang (M02).

```

LBL CALL 15 CALL LBL 1  REP
STOP 16 STOP

```

M02

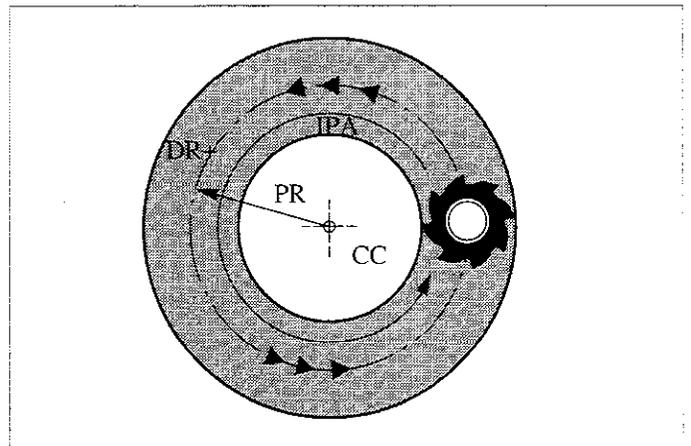


Unterprogramm für das Fräsen eines Kreises. Der Unterprogramm-Anfang ist gekennzeichnet mit der Label-Nummer LBL 10, das Ende mit LBL 0. Dazwischen steht das Fräsen des Kreises bezogen auf den letztgültigen Mittelpunkt CC. Programm-Ende.

```

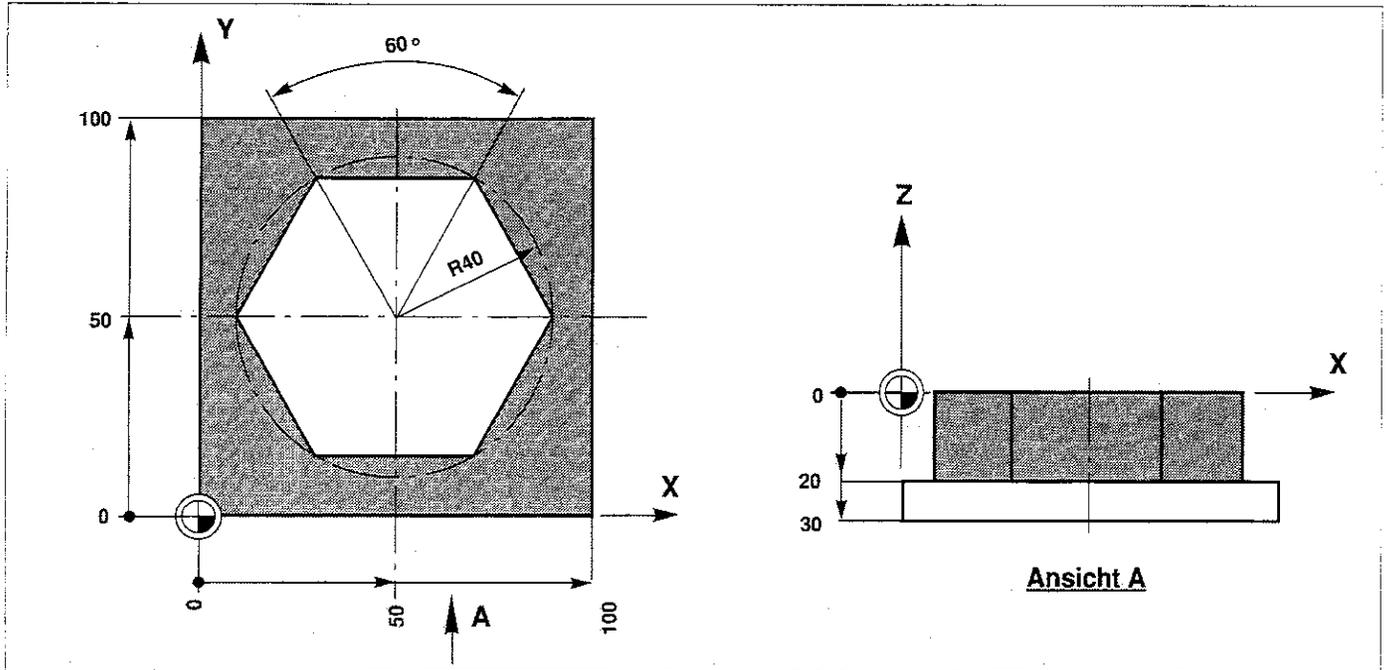
LBL SET 17 LBL 10
L 18 L Z+2,000
R F15999 M03
P 19 LP PR+15,000 PA+0,000
R0 F M08
L 20 L Z-10,000
R F200 M09
P 21 CP IPA+360,000
DR+ R F945 M
LBL SET 22 LBL 0
23 END PGM 520 MM

```



# Programmteil-Wiederholung

## Fräsen eines Sechskant-Stempels



```

PGM NR 0 BEGIN PGM 530      MM
BLK FORM 0.1 Z X+0,000
          Y+0,000          Z-30,000
BLK FORM 0.2 X+100,000
          Y+100,000       Z+0,000
    
```

Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: 100mm x 100mm x 30mm  
 Werkzeug: Walzenstirnfräser Ø 40mm, 10 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

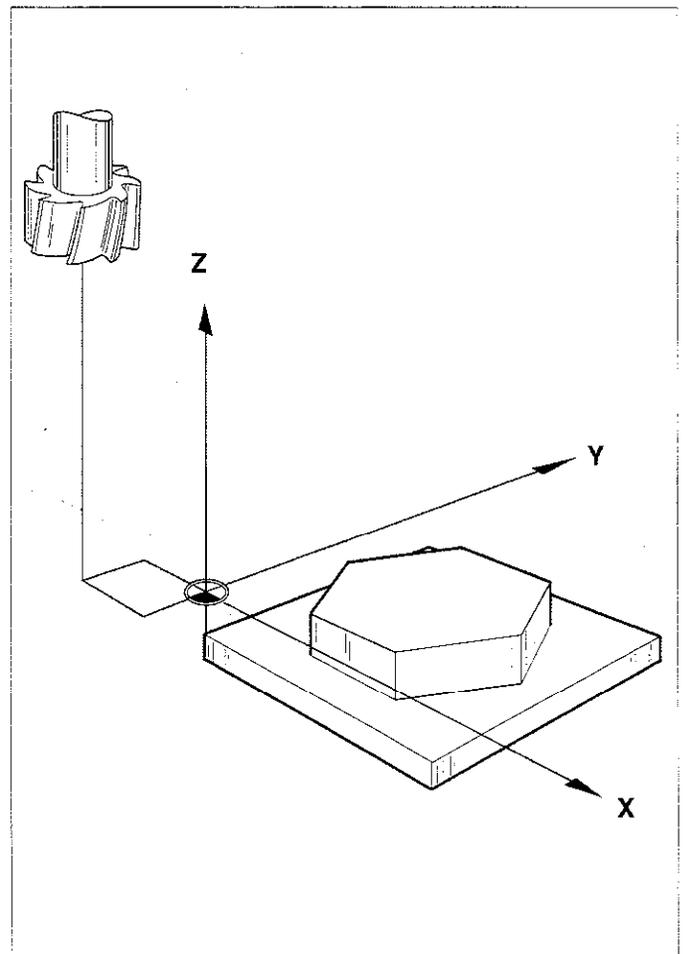
```

LBL SET 1 LBL 1
TOOL CHG 2 TOOL CALL 0      Z
          S
L 3 L Z+100,000
          R F15999 M09
L 4 L X-50,000             Y-50,000
          R0 F M05
LBL SET 5 LBL 0
    
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

```

TOOL DEF 6 TOOL DEF 35      L+0,000
          R+20,000
STOP 7 STOP
          M06
TOOL CALL 8 TOOL CALL 35    Z
          S 1250,000
    
```



Zum tangentialen Anfahren der Kontur wird ein Hilfspunkt benötigt.

```

9 L X+0,000 Y-50,000
R0 F15999 M

10 L Z-20,000
R F M

11 CC X+50,000 Y+50,000

12 LP PR+40,000 PA+240,000
RR F1250 M13

13 RND R 5,000

```

F

Die Kontur des Sechskant-Stempels setzt sich aus sechs Geraden zusammen. Die Endpunkte der Geraden liegen alle auf einem Kreis mit dem Radius 40mm. Jeweils zwei Endpunkte schliessen mit dem Kreismittelpunkt einen Winkel von 60° ein. Die Programmierung der Geraden erfolgt daher über Polarkoordinaten mit einer Winkel-Angabe im Kettenmaß. Um ein 6maliges Programmieren zu vermeiden, setzt man die Gerade in eine Programmteil-Wiederholung ein und gibt nach dem erstmaligen Durchlauf des Programmteils die Anweisung zur 4maligen Wiederholung. Der letzte Konturpunkt wird außerhalb der Programmteil-Wiederholung programmiert, denn vor und nach einem RND-Satz muß ein Positioniersatz stehen.

Der Programmteil-Anfang ist gekennzeichnet mit der Label-Nummer LBL 10, das Ende mit dem Aufruf CALL LBL und der Anzahl der Wiederholungen REP. Dazwischen steht das Geradenfräsen mit der Positions-Angabe im Kettenmaß.

```

14 LBL 10

15 LP IPR+0,000 IPA+60,000
RR F M

16 CALL LBL 10 REP 4 /4

17 LP PR+40,000 PA+240,000
RR F M

```

Tangentiales Verlassen der Kontur, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programm-Ende.

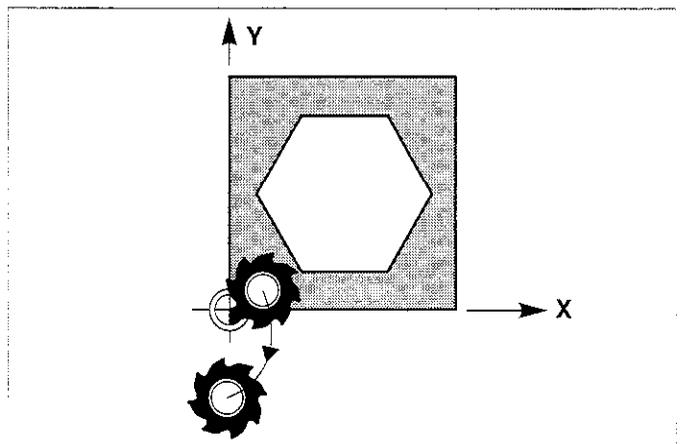
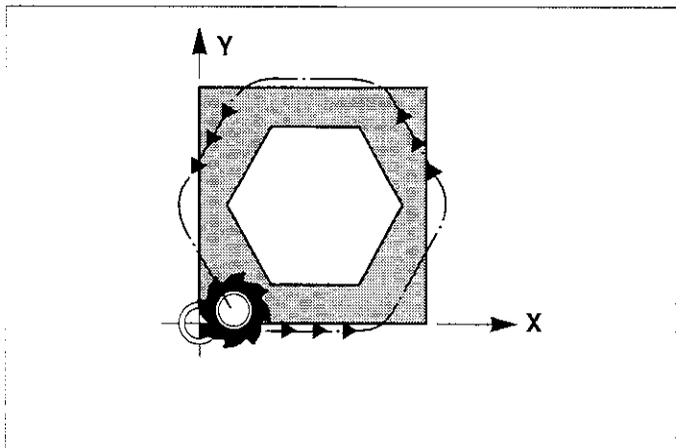
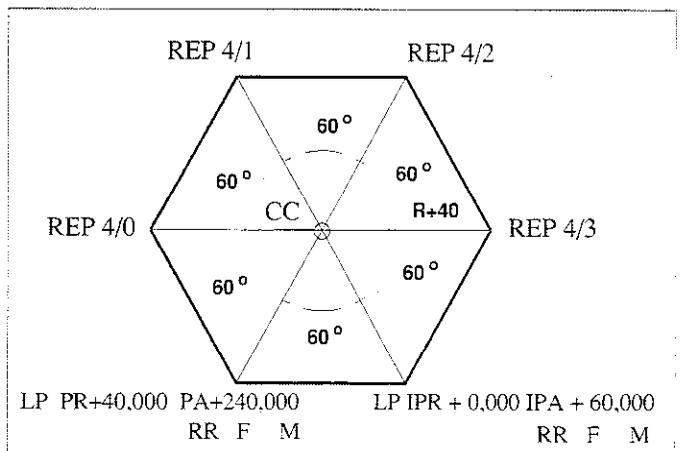
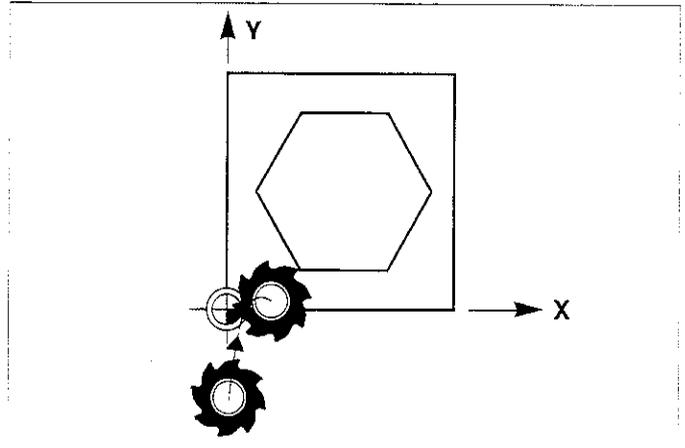
```

18 RND R 5,000
F

19 L X+0,000 Y-50,000
R0 F15999 M09

20 CALL LBL 1 REP
21 END PGM 530 MM

```



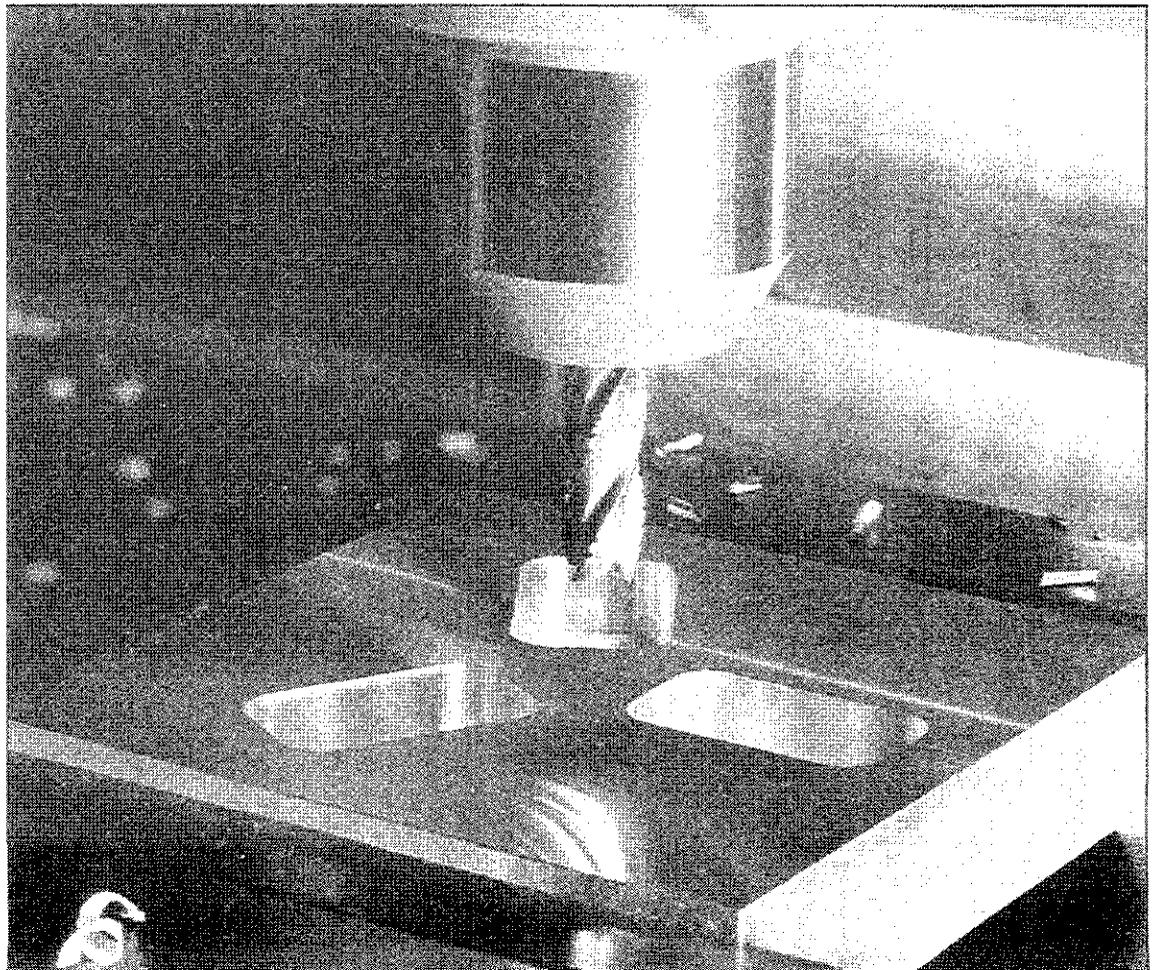


# TNC

Bahnsteuerungen

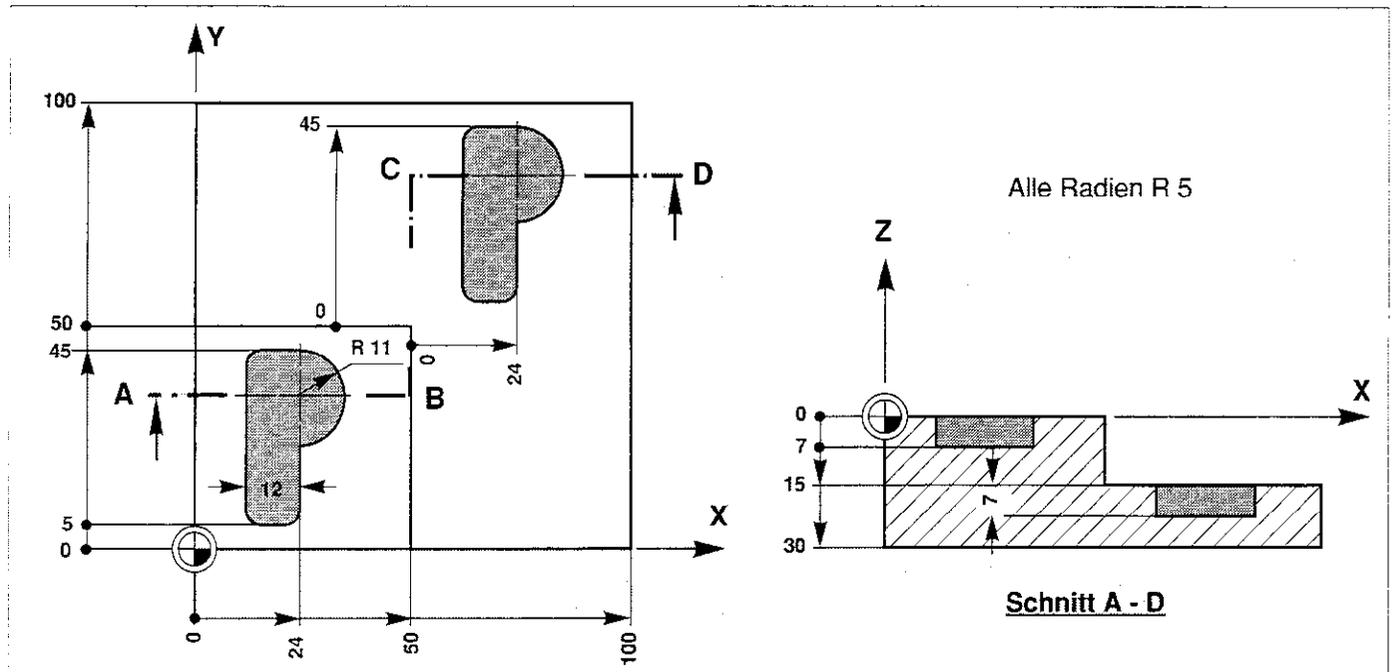
Koordinaten-Umrechnungen

PGM 610 - PGM 650



# Koordinaten-Umrechnungen

## Nullpunkt-Verschiebung



```

PGM NR 0 BEGIN PGM 610 MM
BLK FORM 0.1 Z X+0,000
Y+0,000 Z-30,000
BLK FORM 0.2 X+100,000
Y+100,000 Z+0,000
    
```

Werkstoff: Aluminium  
 Werkzeug: Schrupp-/Schlichtfräser Ø 10mm,  
 3 Zähne, 1 Stirnschneide über Mitte  
 schneidend  
 Rohmaße: 100mm x 100mm x 30mm,  
 Absatz 50mm x 50mm x 15mm vorgefräst

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als  
 Unterprogramm (LBL 1) definiert.

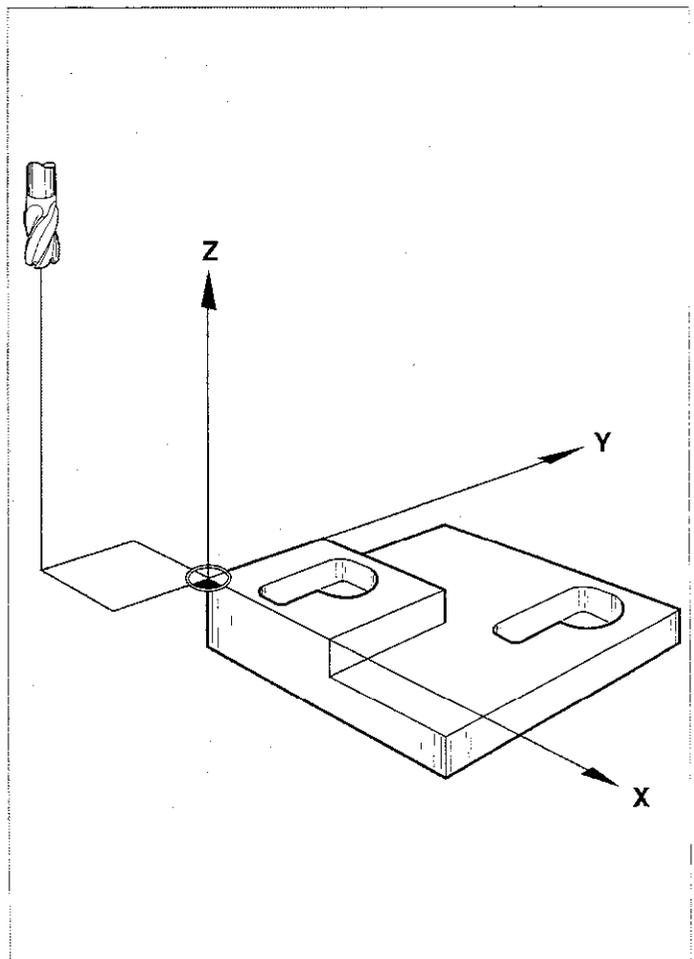
```

LBL SET 1 LBL 1
TOOL CALL 2 TOOL CALL 0 Z
S
L 3 L Z+100,000
R F15999 M09
L 4 L X-50,000 Y-50,000
R0 F M05
LBL SET 5 LBL 0
    
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

```

TOOL DEF 6 TOOL DEF 16 L+0,000
R+5,000
STOP 7 STOP
M06
TOOL CALL 8 TOOL CALL 16 Z
S 3150,000
    
```



Die Programmsätze zum Anfahren und Verlassen und zur Definition der Kontur sind in einem Unterprogramm mit der Labelnummer 10 abgelegt.

Unterprogramm Anfang: Anfahren einer Hilfsposition mit Sicherheits-Abstand zur Werkstückoberfläche.

	9 LBL 10			
	10 L X+24,000	Y+34,000	R0 F15999 M	
	11 L Z+2,000		R F M	

Einsenken, tangenciales Anfahren der Kontur.

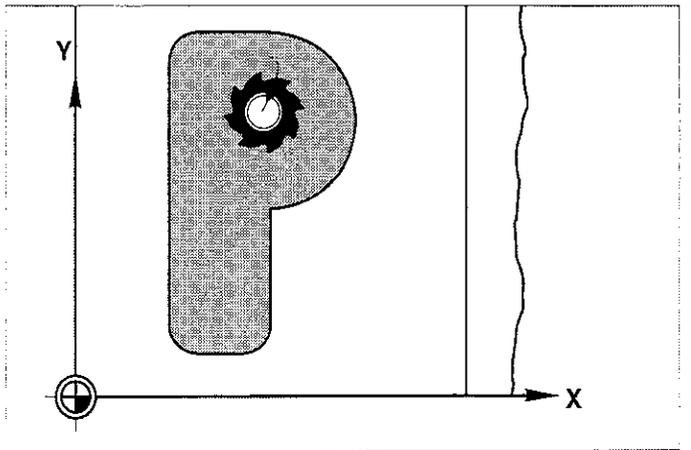
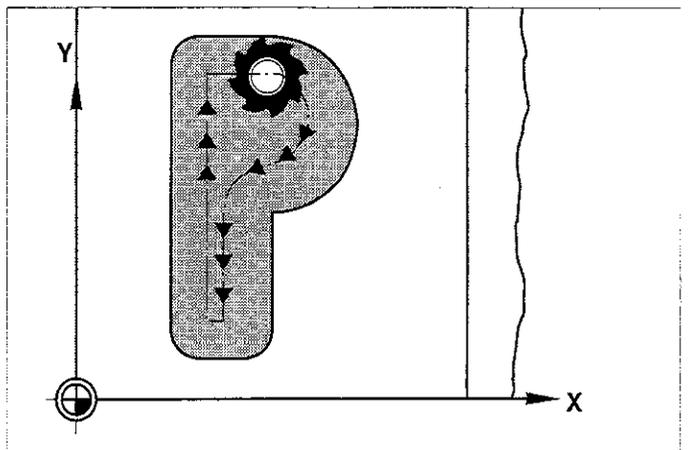
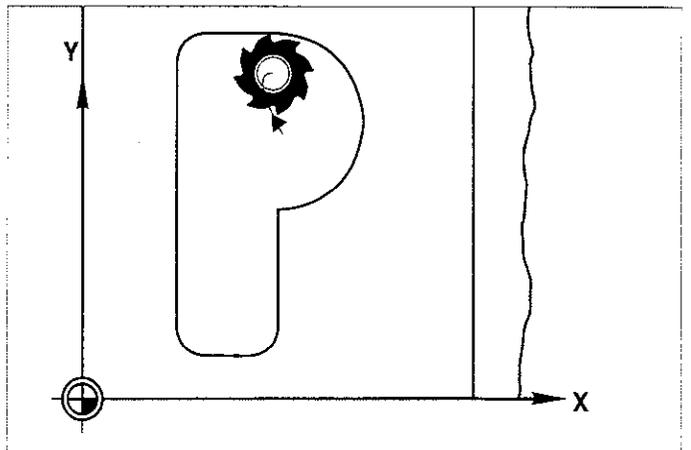
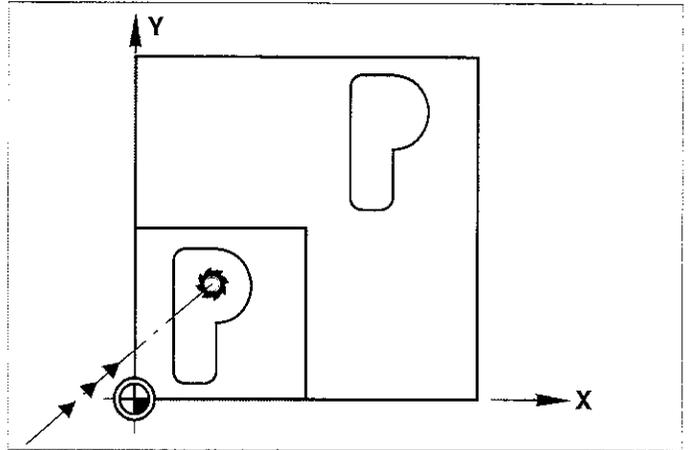
	12 L Z-7,000		R F250 M13	
	13 L X+24,000	Y+45,000	RR F945 M	
	14 RND R2,000		F	

Definition der Kontur.

	15 CR X+24,000	IY-22,000		
	R+11,000	DR-	R F M	
	16 L Y+5,000		R F M	
	17 L IX-12,000		R F M	
	18 L Y+45,000		R F M	
	19 L X+24,000		RR F M	

Tangentiales Verlassen der Kontur, Zurückziehen auf Sicherheits-Abstand, Unterprogramm-Ende.

	20 RND R2,000		F	
	21 L X+24,000	Y+34,000	R0 F15999 M09	
	22 L Z+2,000		R F M	
	23 LBL 0			

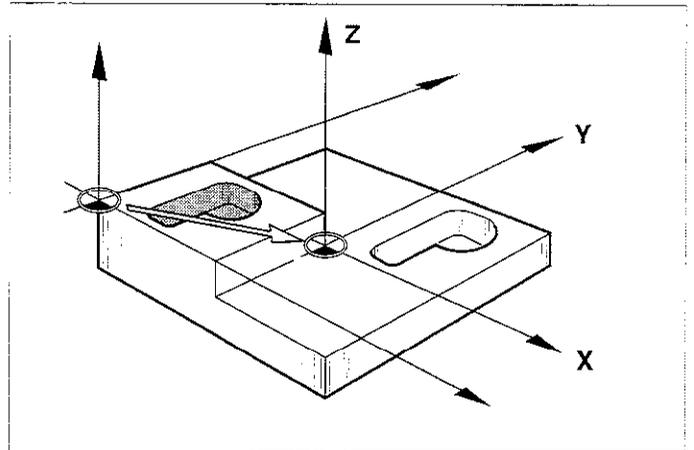


# Koordinaten-Umrechnungen

## Nullpunkt-Verschiebung

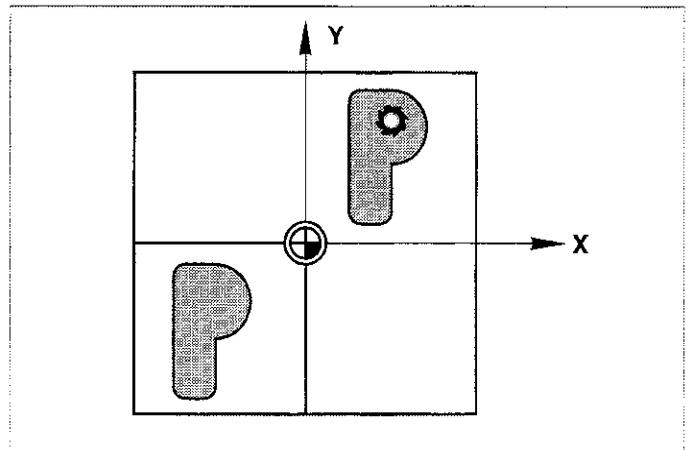
Zyklus-Definition für das Verschieben des Koordinatensystems. Neuer Nullpunkt ist die Werkstückmitte. Der Zyklus ist nach der Definition sofort wirksam.

```
CYCL DEF 24 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT
CYCL DEF 25 CYCL DEF 7.1 X+50,000
CYCL DEF 26 CYCL DEF 7.2 Y+50,000
CYCL DEF 27 CYCL DEF 7.3 Z-15,000
```



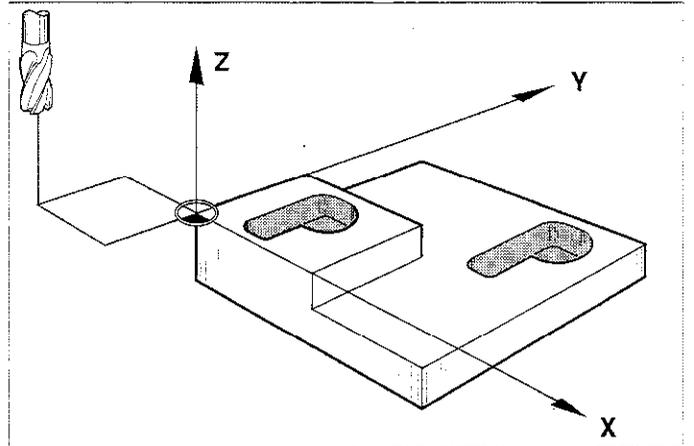
Unterprogramm-Aufruf (LBL 10), Fräsen der Kontur mit anschließendem Rückzug des Werkzeugs auf Sicherheits-Abstand.

```
LBL CALL 28 CALL LBL 10 REP
```

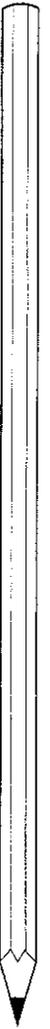
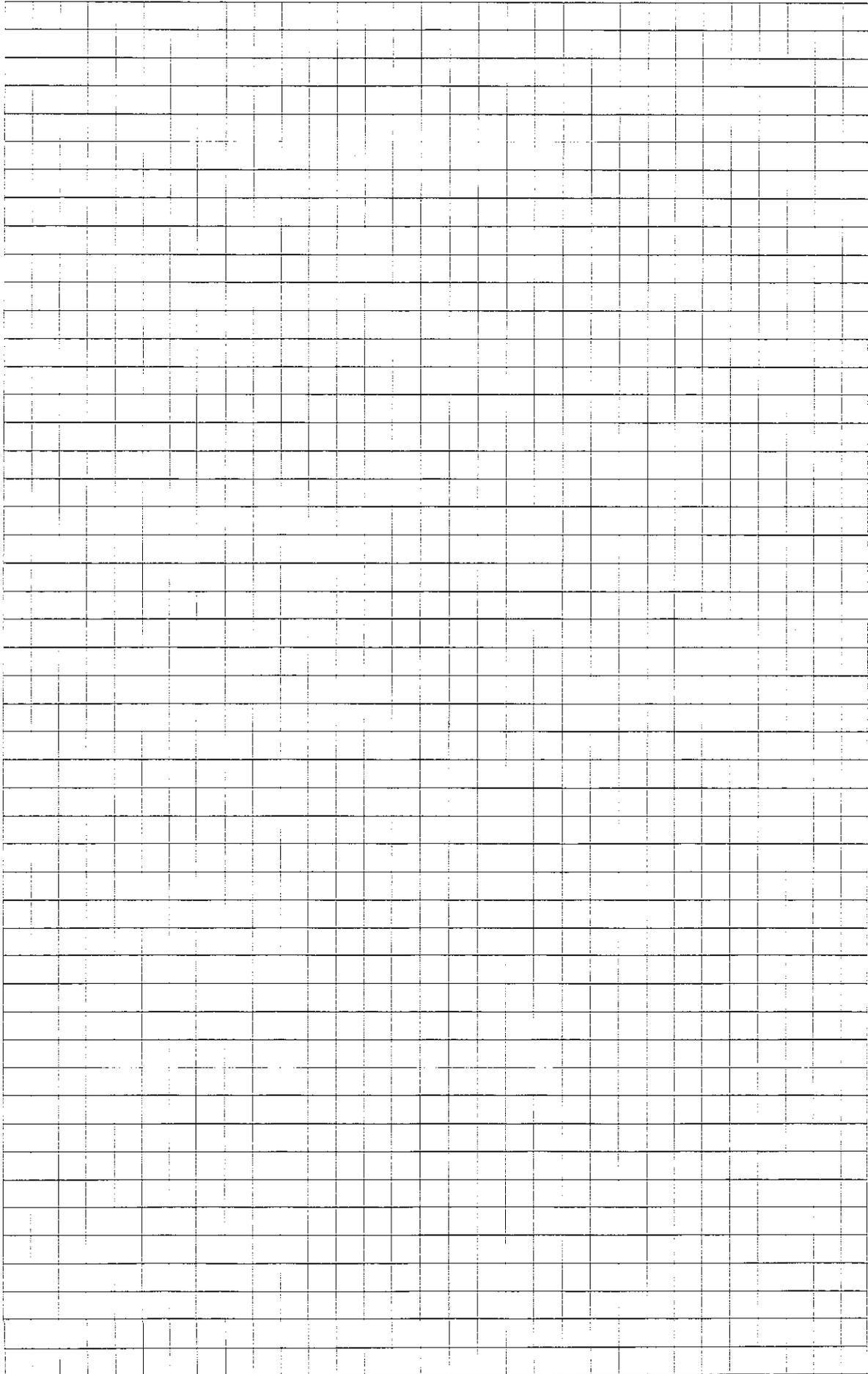


Aufheben der Nullpunkt-Verschiebung, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programm-Ende.

```
CYCL DEF 29 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT
CYCL DEF 30 CYCL DEF 7.1 X+0,000
CYCL DEF 31 CYCL DEF 7.2 Y+0,000
CYCL DEF 32 CYCL DEF 7.3 Z+0,000
LBL CALL 33 CALL LBL 1 REP
34 END PGM 610 MM
```

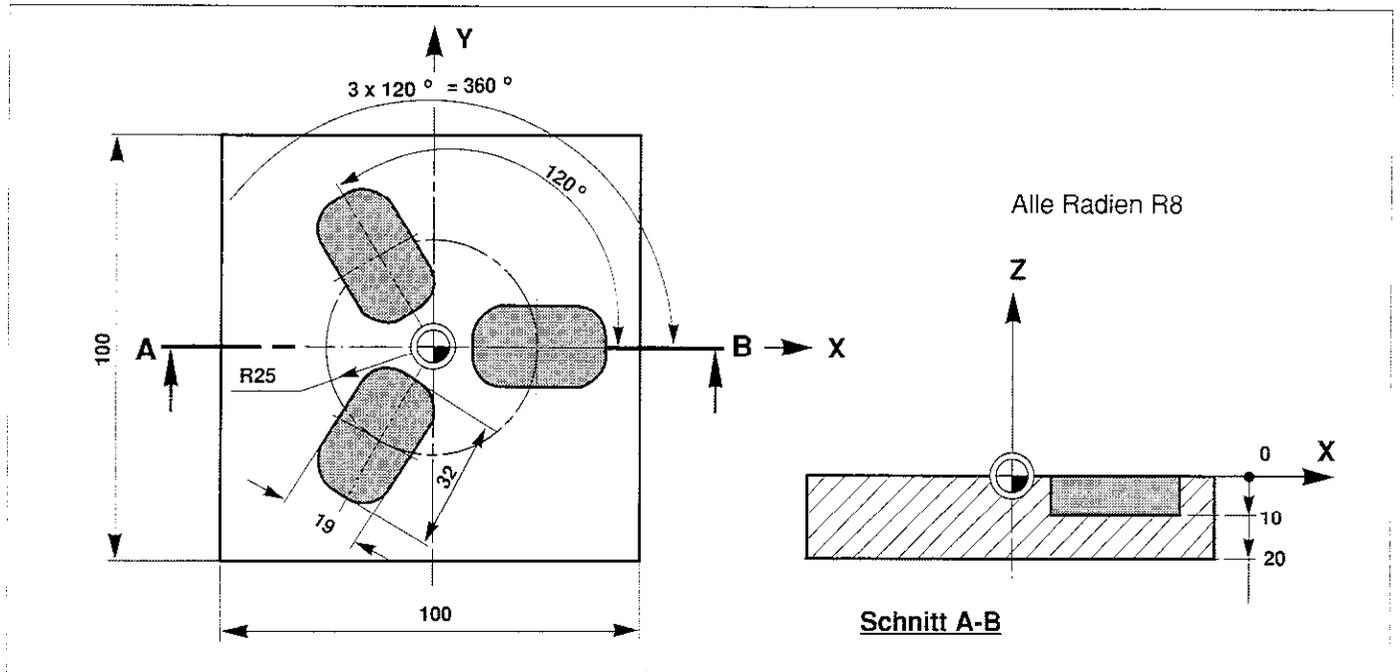


# Notizen



# Koordinaten-Umrechnungen

## Drehung des Koordinatensystems



PGM NR	0	BEGIN	PGM 620	MM
BLK FORM	..	BLK	FORM 0.1	Z X-50,000
			Y-50,000	Z-20,000
BLK FORM	..	BLK	FORM 0.2	X+50,000
			Y+50,000	Z+0,000

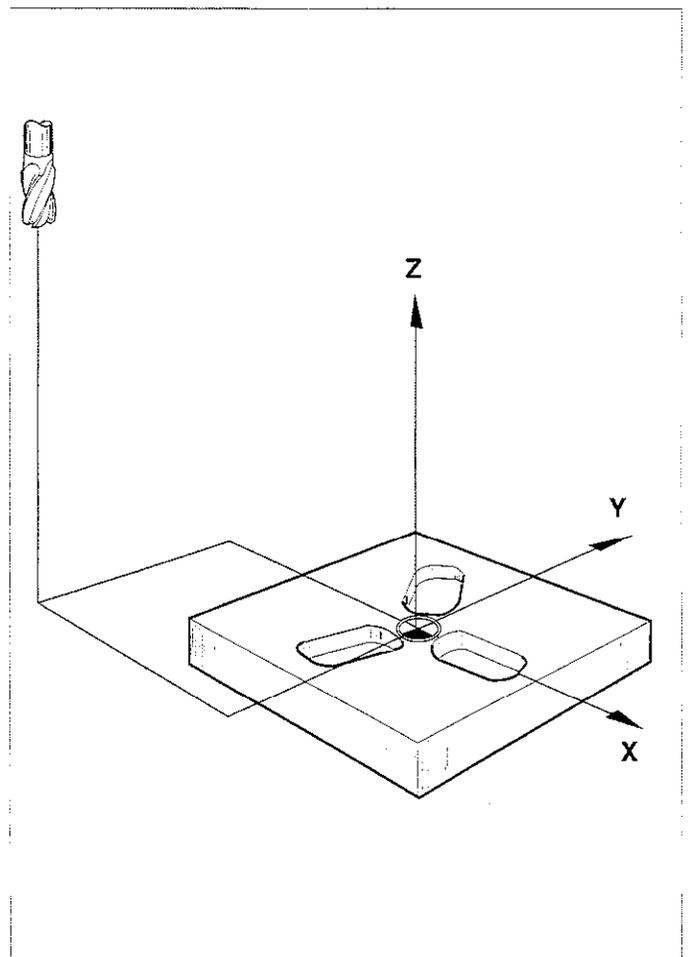
Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: 100mm x 100mm x 20mm  
 Werkzeug: Schrupp-/Schlichtfräser Ø 16mm,  
 3 Zähne, 1 Stirnschneide über Mitte  
 schneidend

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

LBL SET	1	LBL	1	
TOOL CALL	2	TOOL CALL	0	Z
				S
L	3	L	Z+100,000	
				R F15999 M09
L	4	L	X-100,000	Y-100,000
				R0 F M05
LBL SET	5	LBL	0	

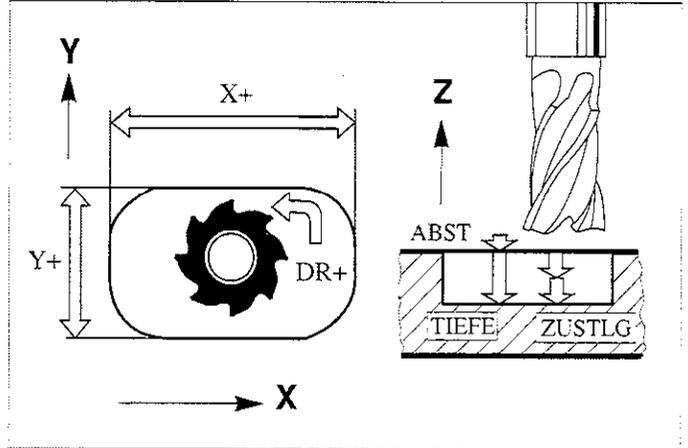
Definition und Aufruf des Werkzeugs.

TOOL DEF	6	TOOL DEF	26	L+0,000
				R+8,000
STOP	7	STOP		
				M06
TOOL CALL	8	TOOL CALL	26	Z
				S 3150,000



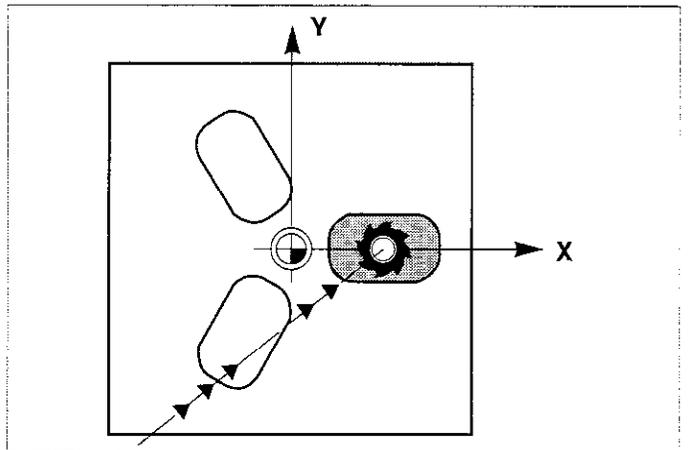
Zyklus-Definition für das Fräsen der Taschen.

<b>CYCL DEF</b>	9	CYCL DEF 4.0	TASCHENFRAESEN
	10	CYCL DEF 4.1	ABST -2,000
	11	CYCL DEF 4.2	TIEFE -10,000
	12	CYCL DEF 4.3	ZUSTLG -5,000
			F250
	13	CYCL DEF 4.4	X+32,000
	14	CYCL DEF 4.5	Y+19,000
	15	CYCL DEF 4.6	F945 DR+



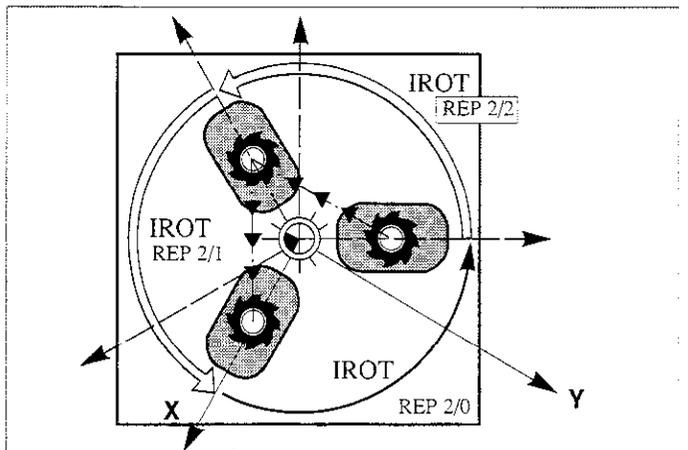
Programmteil-Wiederholung LBL 10: Positionieren im Sicherheits-Abstand über Taschenmitte, Aufruf des Zyklus für das Fräsen der Tasche.

<b>LBL DEF</b>	16	LBL	10		
	17	L	X+25,000	Y+0,000	R0 F15999 M03
	18	L	Z+2,000		R F M
<b>CYCL CALL</b>	19	CYCL CALL			M08



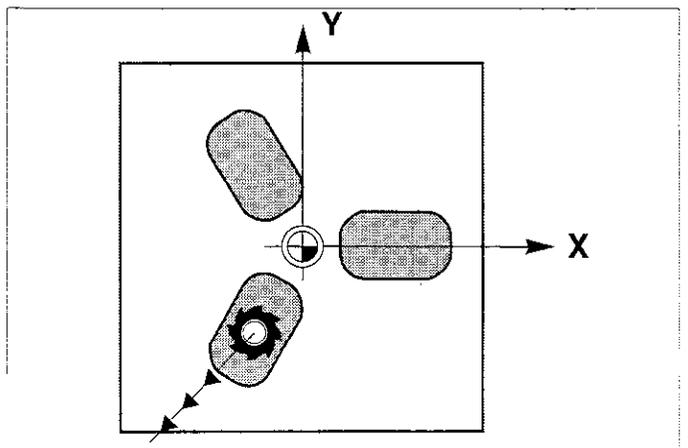
Zyklus-Definition für das Drehen des Koordinatensystems (Winkelangabe im Kettenmaß, bezieht sich auf den zuletzt definierten Winkel ROT) und zweifache Programmteil-Wiederholung (zur Werkzeug-Positionierung und Ausführung des Fräszyklus). Der Zyklus Drehung ist nach der Definition sofort wirksam.

<b>CYCL DEF</b>	20	CYCL DEF 10.0	DREHUNG
	21	CYCL DEF 10.1	IROT+120,000
<b>LBL CALL</b>	22	CALL LBL 10	REP 2 /2



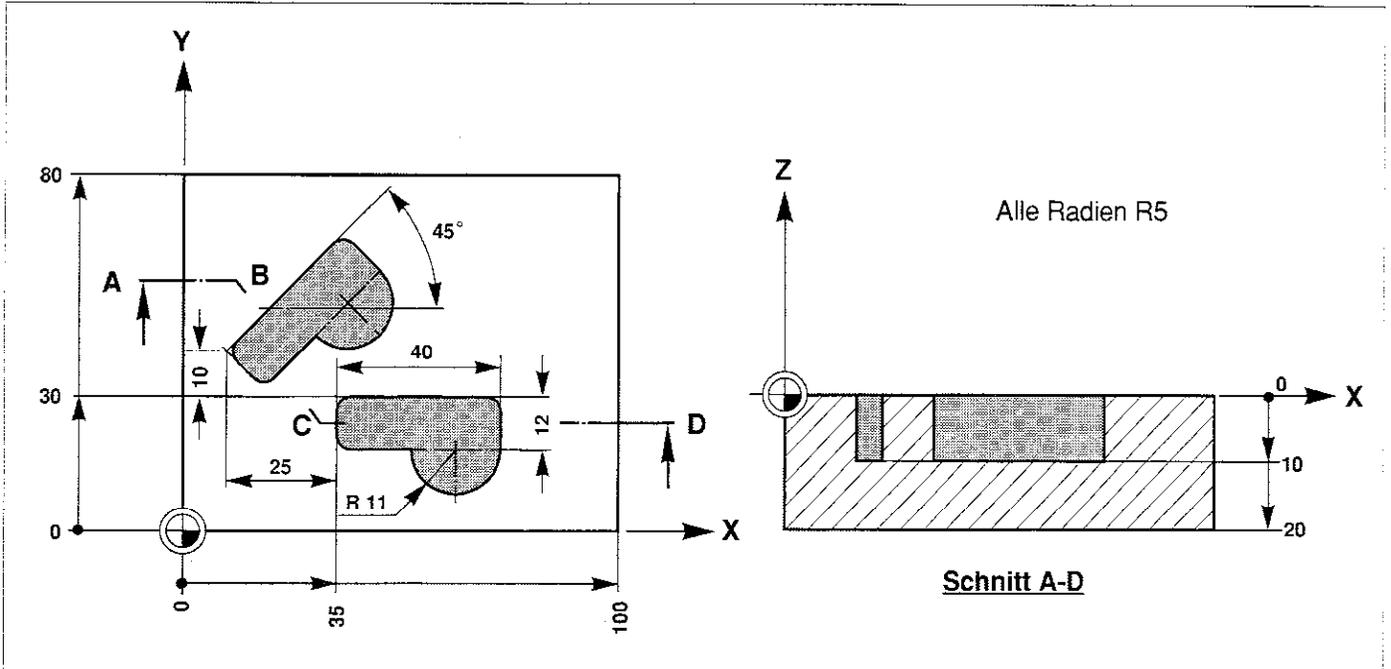
Aufheben des Zyklus Drehung, anschliessend Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programm-Ende.

<b>CYCL DEF</b>	23	CYCL DEF 10.0	DREHUNG
	24	CYCL DEF 10.1	ROT+0,000
<b>LBL CALL</b>	25	CALL LBL 1	REP
	26	END PGM 620	MM



# Koordinaten-Umrechnungen

Verschiebung des Koordinatensystems mit anschließender Drehung



PGM NR	0	BEGIN	PGM 630	MM
BLK FORM	..	BLK	FORM 0.1	Z X+0,000
			Y+0,000	Z-20,000
	..	BLK	FORM 0.2	X+100,000
			Y+80,000	Z+0,000

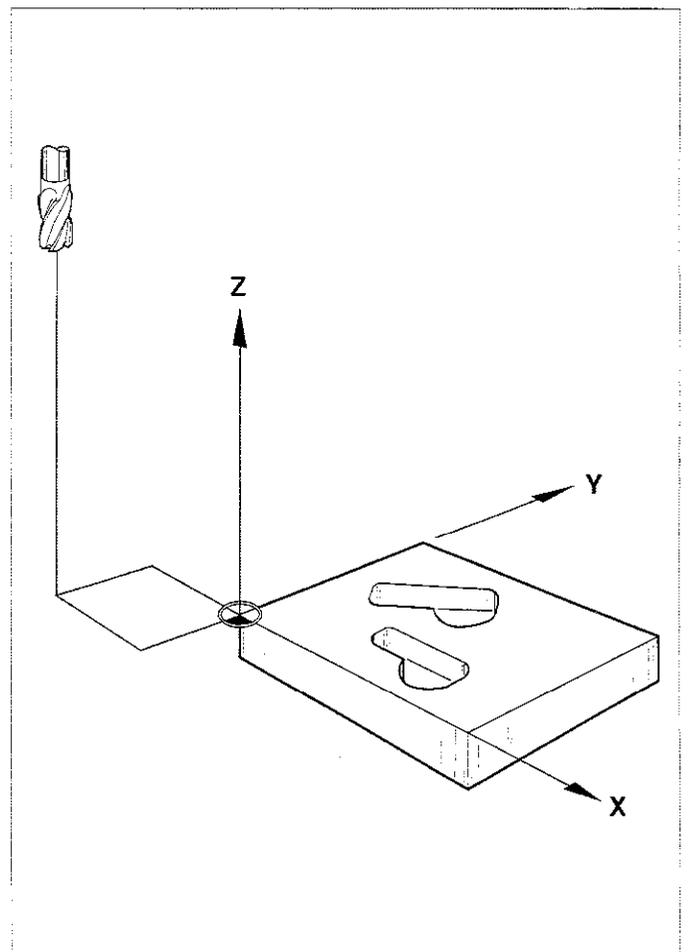
Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: 100mm x 80mm x 30mm  
 Werkzeug: Schrupp-/Schlichtfräser Ø 10mm,  
 2 Zähne, 1 Stirnschneide über Mitte  
 schneidend

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

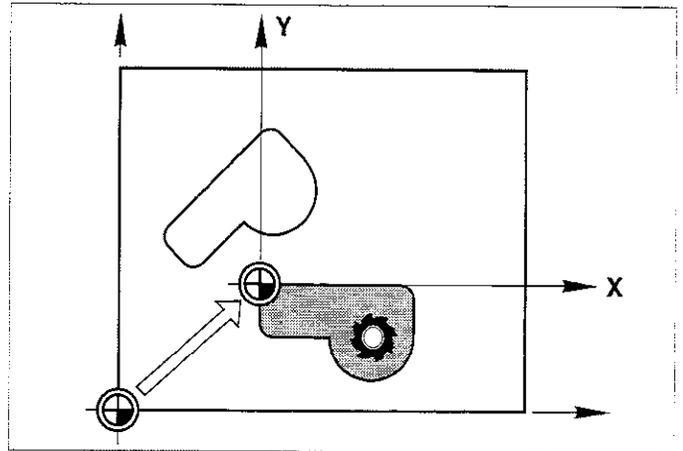
LBL SET	1	LBL	1	
TOOL CALL	2	TOOL	CALL 0	Z
				S
	3	L	Z+100,000	
				R F15999 M09
	4	L	X-50,000	Y-50,000
				R0 F M05
LBL SET	5	LBL	0	

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

TOOL DEF	6	TOOL	DEF 46	L+0,000
				R+5,000
STOP	7	STOP		M06
TOOL CALL	8	TOOL	CALL 36	Z
				S 3150,000



Verschiebung des Koordinaten-Systems auf den Bezugspunkt der Kontur-Bemaßung. Absolutmaß-Angabe, da der neue Bezugspunkt absolut bemaßt ist. Der Zyklus ist nach Definition sofort wirksam. Das Fräsen der Kontur mit anschließendem Rückzug des Werkzeugs auf Sicherheitsabstand, ist im Unterprogramm LBL 10 am Ende des Programms programmiert. Aufruf des Unterprogramms LBL 10.



```

CYCL DEF 9 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT
CYCL DEF 10 CYCL DEF 7.1 X+35,000
CYCL DEF 11 CYCL DEF 7.2 Y+30,000

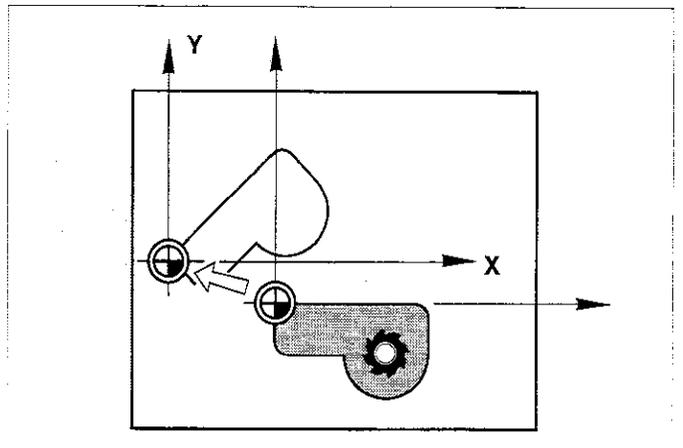
```

```

LBL CALL 12 CALL LBL 10 REP

```

Verschiebung des Koordinaten-Systems auf den Bezugspunkt der gedrehten Kontur. Kettenmaß-Angabe, da sich die Maße des neuen Bezugspunkts auf den zuletzt gültigen Bezugspunkt beziehen.

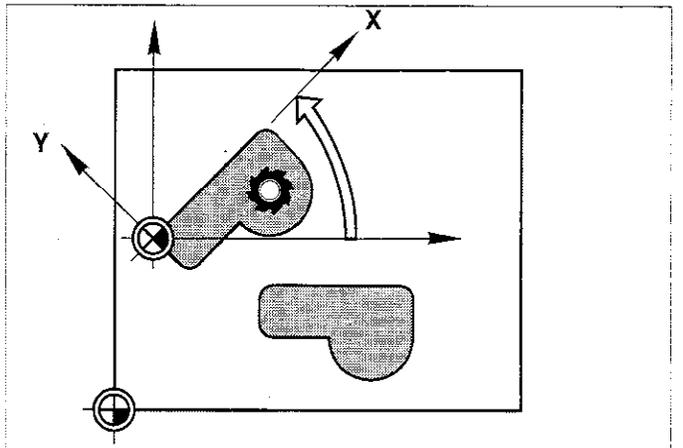


```

CYCL DEF 13 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT
CYCL DEF 14 CYCL DEF 7.1 IX-25,000
CYCL DEF 15 CYCL DEF 7.2 IY+10,000

```

Drehung des verschobenen Koordinatensystems im Absolutmaß auf +45°. Der Zyklus Drehung ist nach der Definition sofort wirksam. Anschließend Aufruf des Unterprogramms LBL10 und Fräsen der Kontur.

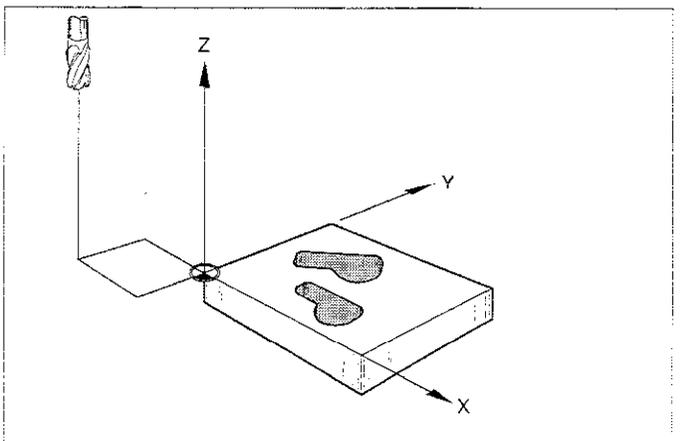


```

CYCL DEF 16 CYCL DEF 10.0 DREHUNG
CYCL DEF 17 CYCL DEF 10.1 ROT+45,000
LBL CALL 18 CALL LBL 10 REP

```

Aufheben der Drehung und der Verschiebung. Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL1), Programm-Ende.



```

CYCL DEF 19 CYCL DEF 10.0 DREHUNG
CYCL DEF 20 CYCL DEF 10.1 ROT+0,000
CYCL DEF 21 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT
CYCL DEF 22 CYCL DEF 7.1 X+0,000
CYCL DEF 23 CYCL DEF 7.2 Y+0,000
LBL CALL 24 CALL LBL 1 REP
STOP 25 STOP

```

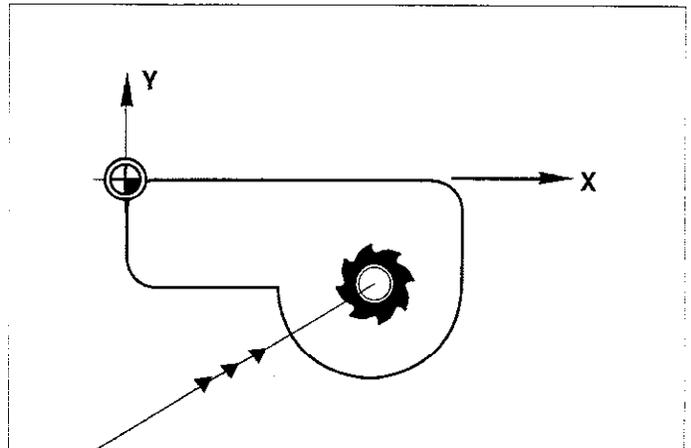
M02

Die Programmsätze zum Anfahren und zur Definition der Kontur sind im Unterprogramm mit der Labelnummer 10 abgelegt.

Unterprogramm LBL10: Anfahren einer Hilfsposition im Sicherheitsabstand zur Werkstück-Oberfläche.

```

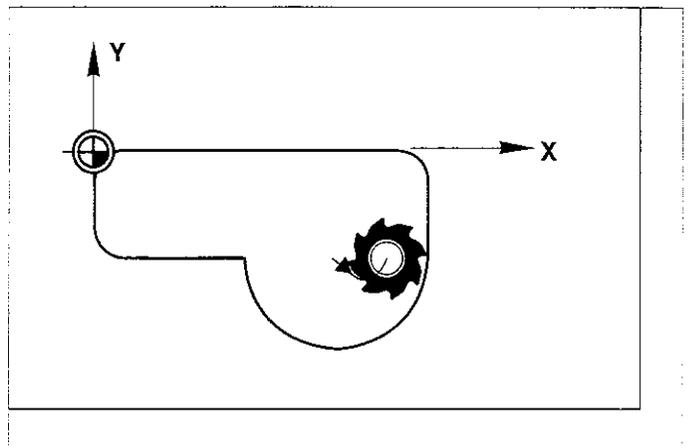
26 LBL 10
27 L X+29,000      Y-12,000
                    R0 F15999 M03
28 L Z+2,000
                    R F M
  
```



Einsenken, tangenciales Anfahren an die Kontur.

```

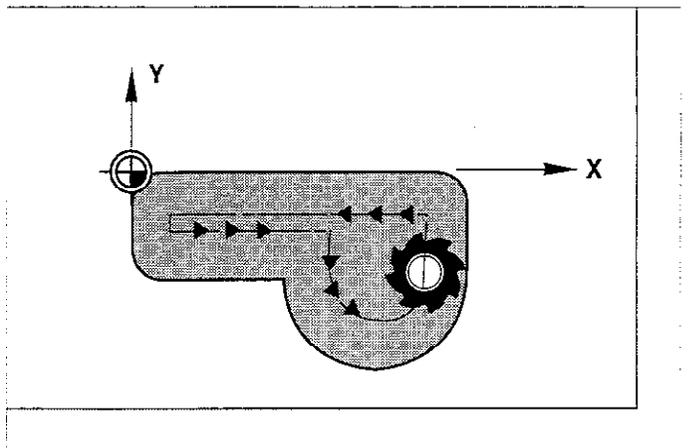
29 L Z-10,000
                    R F250 M08
30 L X+40,000
                    Y-12,000
                    RL F M
31 RND R2,000
                    F
  
```



Definition der Kontur.

```

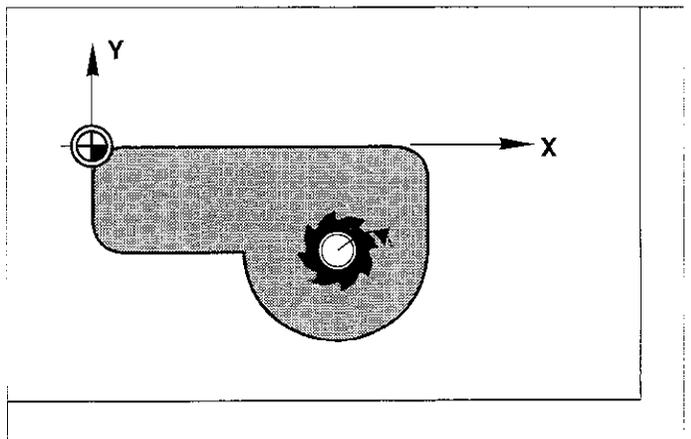
32 L Y+0,000
                    R F M
33 L X+0,000
                    R F M
34 L Y-12,000
                    R F M
35 L X+18,000
                    R F M
36 CR X+40,000     Y-12,000
                    R+11,000 DR+ RL F M
  
```



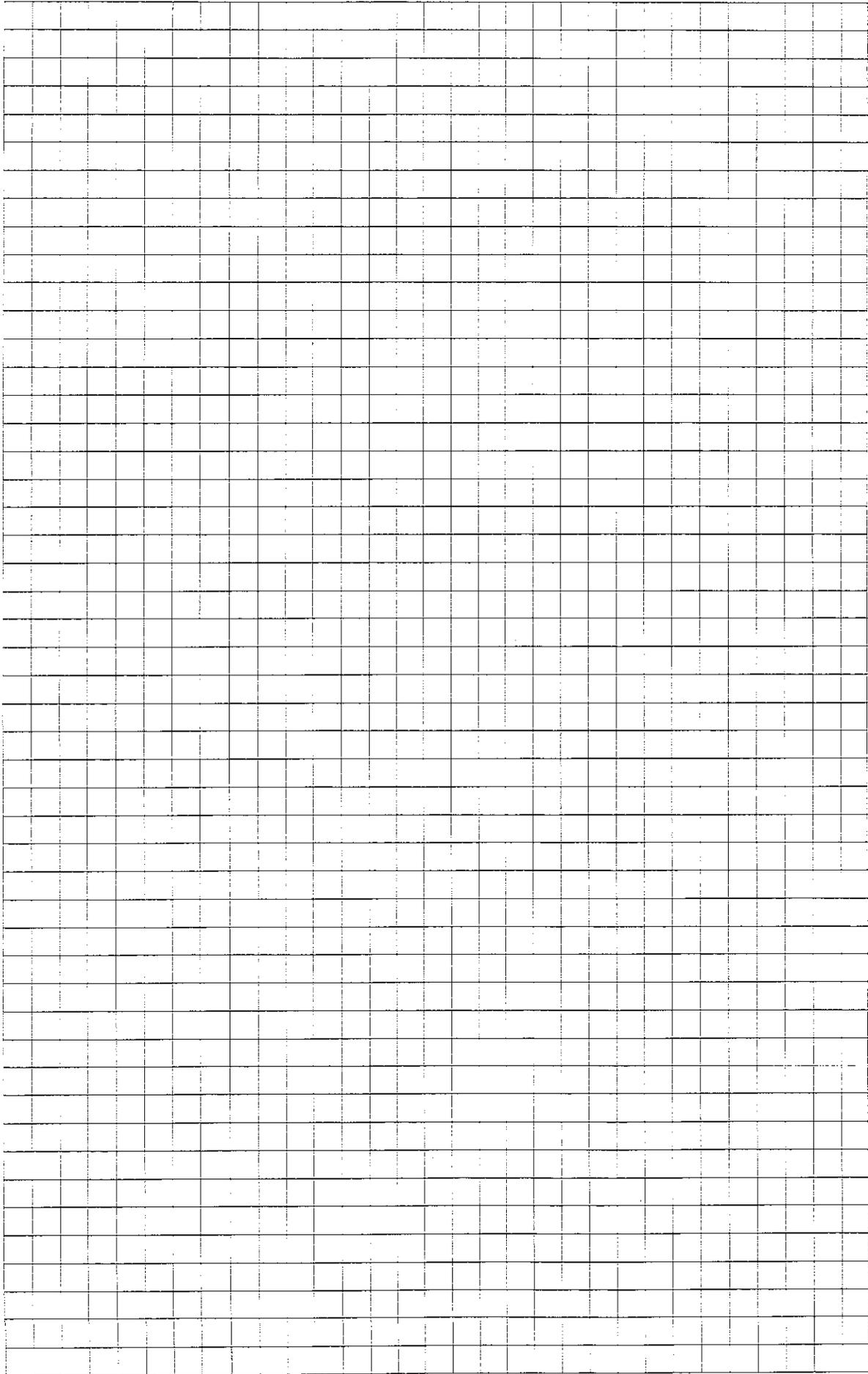
Tangenciales Verlassen der Kontur, Zurückziehen auf Sicherheitsabstand, Unterprogramm-Ende.

```

37 RND R2,000
                    F
38 L X+29,000      Y-12,000
                    R0 F15999 M09
39 L Z+2,000
                    R F M
40 LBL 0
41 END PGM 630      MM
  
```

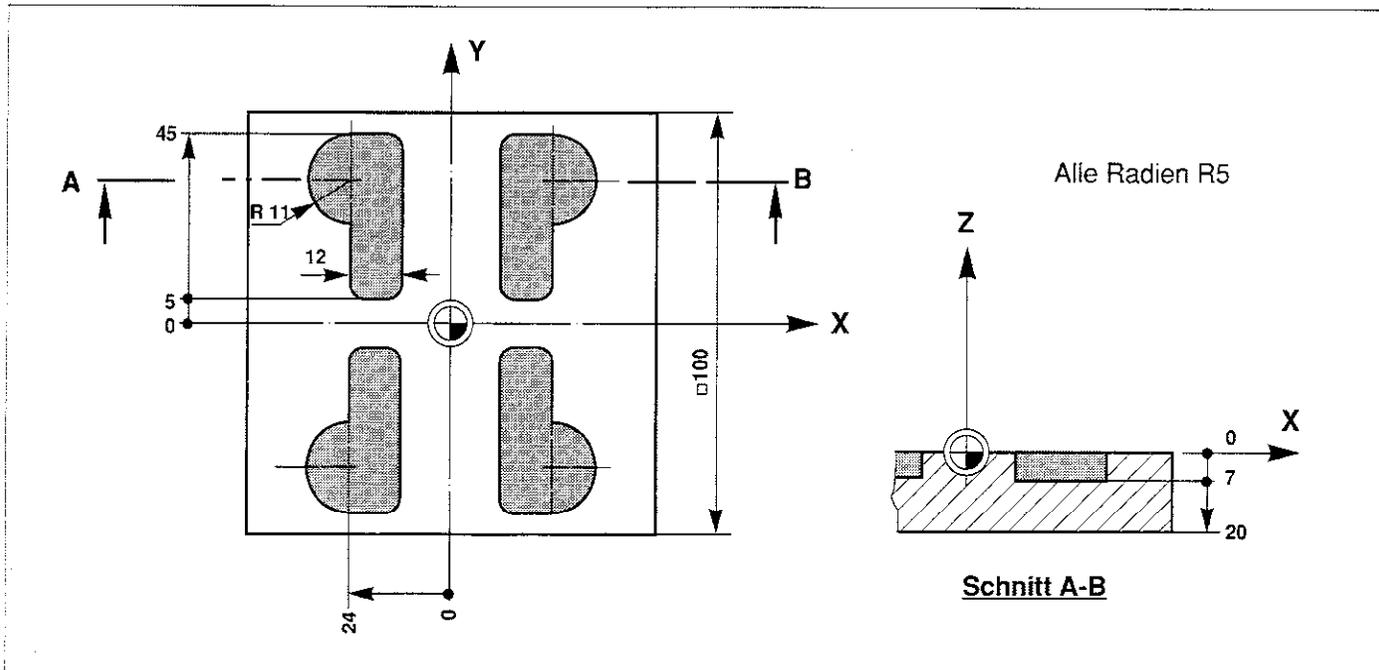


# Notizen



# Koordinaten-Umrechnungen

## Spiegeln einer Kontur



PGM NR	0	BEGIN	PGM 640	MM
BLK FORM	..	BLK	FORM 0.1	Z X-50,000
				Y-50,000
				Z-20,000
BLK FORM	..	BLK	FORM 0.2	X+50,000
				Y+50,000
				Z+0,000

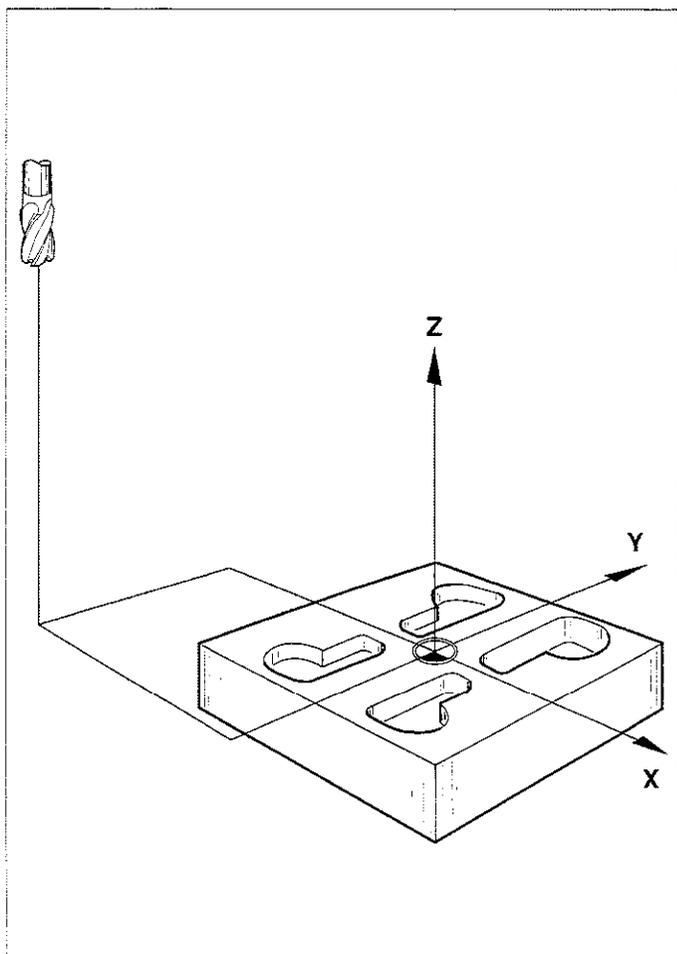
Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: 100mm x 100mm x 20mm  
 Werkzeug: Schrupp-/Schlichtfräser Ø 10mm,  
 3 Zähne, 1 Stirnschneide über Mitte  
 schneidend

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

LBL SET	1	LBL	1	
TOOL CALL	2	TOOL CALL	0	Z
				S
	3	L	Z+100,000	R F15999 M09
	4	L	X-100,000	Y-100,000
				R0 F M05
LBL SET	5	LBL	0	

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

TOOL DEF	6	TOOL DEF	56	L+0,000
				R+5,000
STOP	7	STOP		
				M06
TOOL CALL	8	TOOL CALL	56	Z
				S 3150,000



Die Programmsätze zum Anfahren und Verlassen und zur Definition der Kontur sind in einem Unterprogramm mit der Labelnummer 10 abgelegt.

Unterprogramm-Anfang, Anfahren einer Hilfsposition im Sicherheits-Abstand zur Werkstückoberfläche.

	9 LBL 10			
	10 L X+24,000	Y+34,000		
		R0 F15999 M		
	11 L Z+2,000			
		R F M03		

Einsenken, tangenciales Anfahren der Kontur.

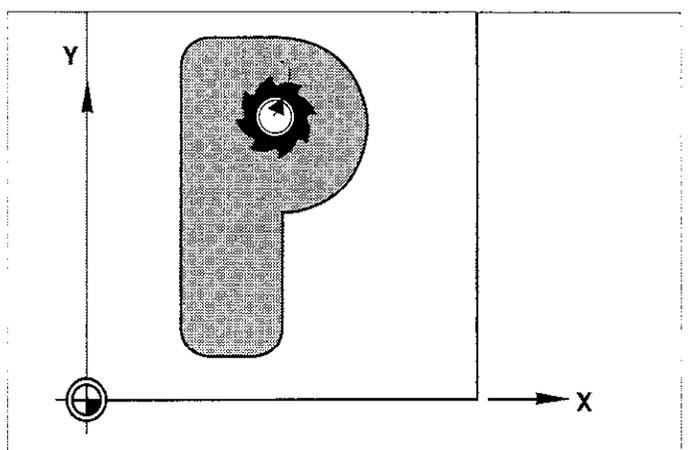
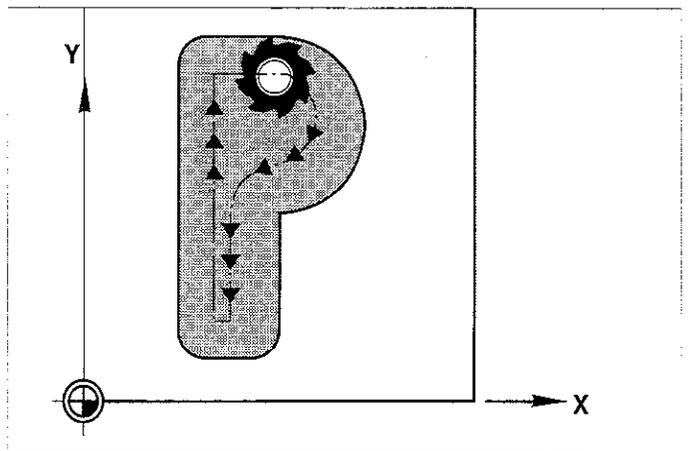
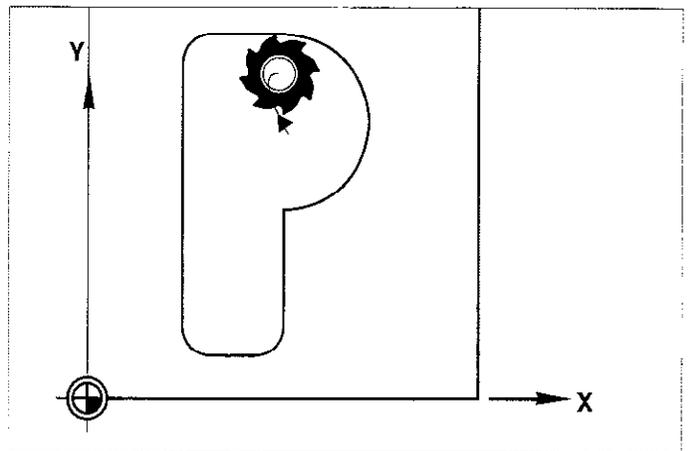
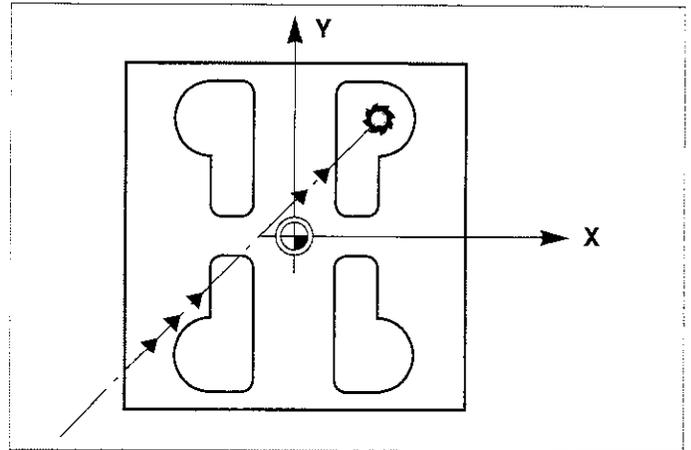
	12 L Z-7,000			
		R F250 M08		
	13 L X+24,000	Y+45,000		
		RR F945 M		
	14 RND R2,000			
		F		

Definition der Kontur.

	15 CR X+24,000	IY-22,000		
	R+11,000	DR-	R F M	
	16 L Y+5,000			
		R F M		
	17 L IX-12,000			
		R F M		
	18 L Y+45,000			
		R F M		
	19 L X+24,000			
		RR F M		

Tangentiales Verlassen der Kontur, Zurückziehen auf Sicherheits-Abstand, Unterprogramm-Ende.

	20 RND R2,000			
		F		
	21 L X+24,000	Y+34,000		
		R0 F15999 M09		
	22 L Z+2,000			
		R F M		
	23 LBL 0			



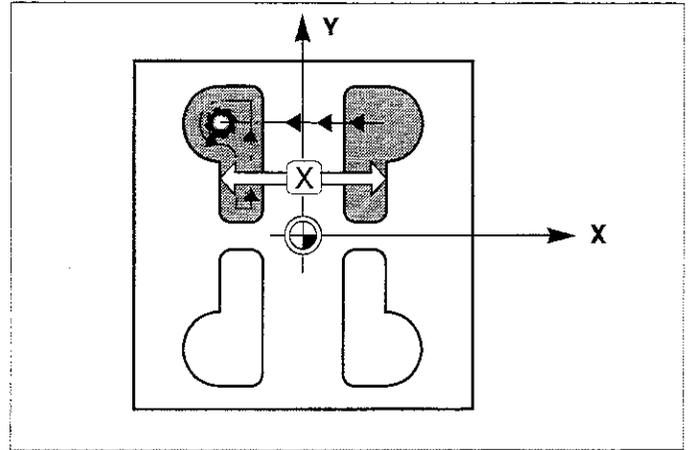
# Koordinaten-Umrechnungen

## Spiegeln einer Kontur

Zyklus-Definition für die in X gespiegelte Kontur. Der Zyklus ist nach der Definition sofort wirksam und vertauscht die Vorzeichen aller X-Koordinaten der nachfolgenden Programm-Sätze. Unterprogramm-Aufruf (LBL10: Fräsen der gespiegelten Kontur. Anschließend Rückzug des Werkzeugs auf den Sicherheits-Abstand).

```

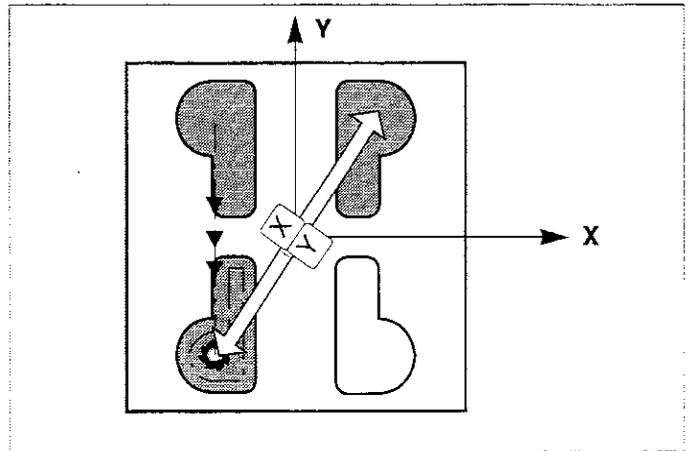
CYCL DEF 24 CYCL DEF 8.0 SPIEGELN
CYCL DEF 25 CYCL DEF 8.1 X
LBL CALL 26 CALL LBL 10 REP
    
```



Zyklus-Definition für die in X und Y gespiegelte Kontur. Durch den erneuten Zyklus Spiegeln wird der zuletzt programmierte Zyklus Spiegeln aufgehoben. Der jetzt programmierte Zyklus vertauscht die Vorzeichen aller X- und Y-Koordinaten der nachfolgenden Programm-Sätze. Anschließend Fräsen der gespiegelten Kontur über Unterprogramm-Aufruf.

```

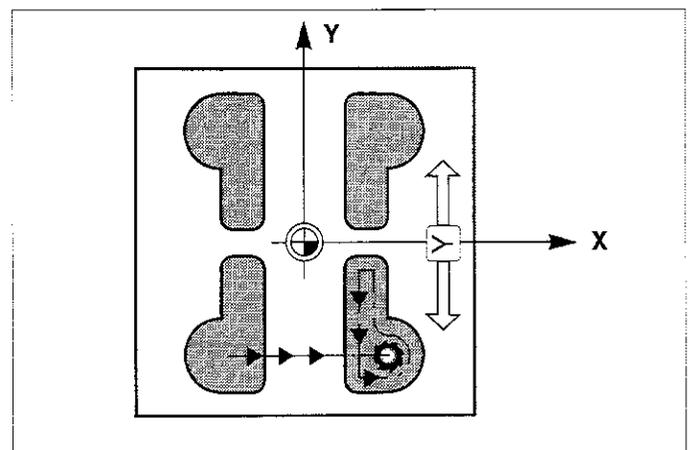
CYCL DEF 27 CYCL DEF 8.0 SPIEGELN
CYCL DEF 28 CYCL DEF 8.1 X Y
LBL CALL 29 CALL LBL 10 REP
    
```



Zyklus-Definition für die in Y gespiegelte Kontur. Der vorher programmierte Zyklus Spiegeln ist damit aufgehoben. In den folgenden Programm-Sätzen werden die Vorzeichen der Y-Koordinaten vertauscht. Anschließend Fräsen der gespiegelten Kontur über Unterprogramm-Aufruf.

```

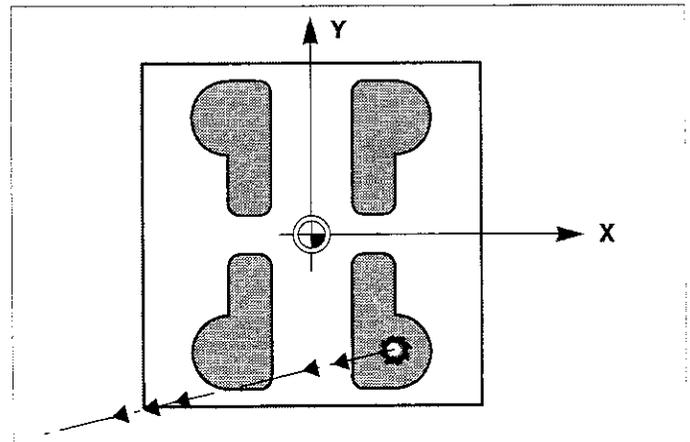
CYCL DEF 30 CYCL DEF 8.0 SPIEGELN
CYCL DEF 31 CYCL DEF 8.1 Y
LBL CALL 32 CALL LBL 10 REP
    
```



Aufheben des Zyklus Spiegeln. Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL1), Programm-Ende.

```

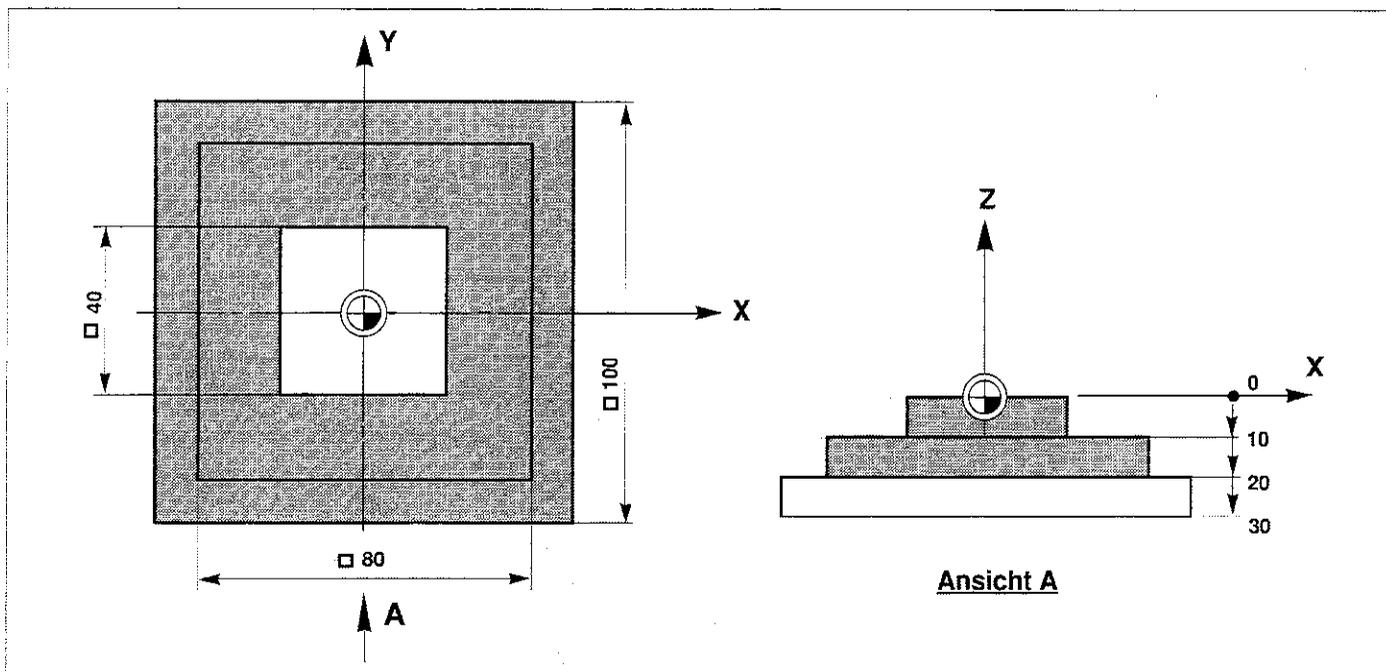
CYCL DEF 33 CYCL DEF 8.0 SPIEGELN
CYCL DEF 34 CYCL DEF 8.1
LBL CALL 35 CALL LBL 1 REP
36 END PGM 640 MM
    
```





# Koordinaten-Umrechnungen

Verkleinern/Vergrößern von Konturen (Maßfaktor)



```

PGM NR 0 BEGIN PGM 650          MM
BLK FORM .. BLK FORM 0.1      Z X-50,000
                                           Y-50,000
                                           Z-30,000
BLK FORM .. BLK FORM 0.2      X+50,000
                                           Y+50,000
                                           Z+0,000
    
```

Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: 100mm x 100mm x 30mm  
 Werkzeug: Walzenstirnfräser Ø 35mm, 8 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

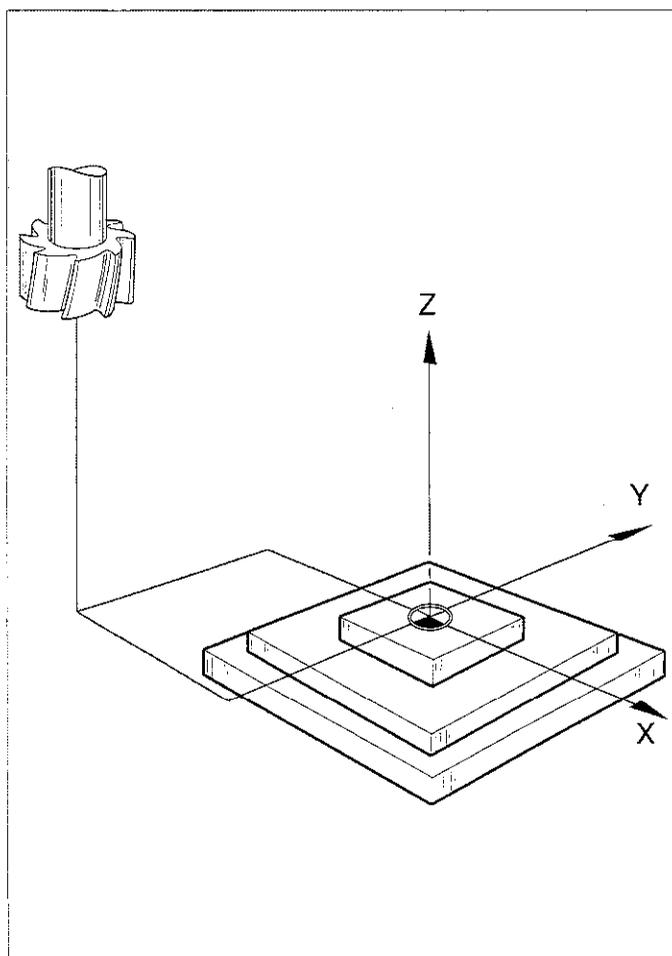
```

LBL SET 1 LBL 1
TOOL CALL 2 TOOL CALL 0          Z
                                           S
L 3 L Z+100,000
                                           R F15999 M09
L 4 L X-100,000
                                           Y-100,000
                                           R0 F M05
LBL SET 5 LBL 0
    
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs. Anfahren des Sicherheitsabstands.

```

TOOL DEF 6 TOOL DEF 66          L+0,000
                                           R+17,500
STOP 7 STOP
                                           M06
TOOL CALL 8 TOOL CALL 66        Z
                                           S 1250,000
L 9 L Z+2,000
                                           R F15999 M
    
```

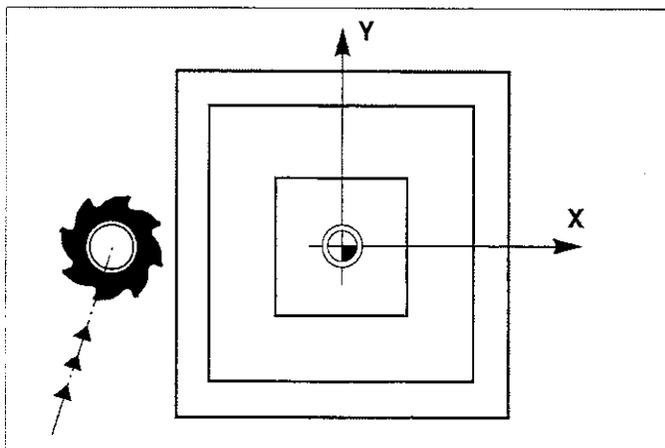


Anfahren der Ausgangsposition.

	10 L	X-70,000	Y+0,000			
				R0	F15999	M03

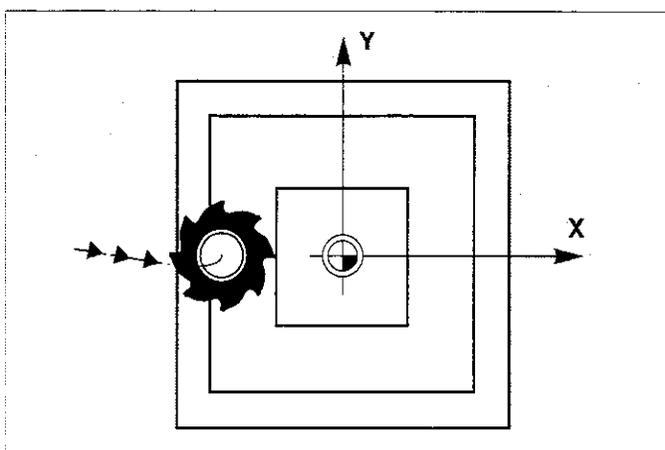
Unterprogramm-Anfang:  
Zustellen auf die Frästiefe im Kettenmaß.

	11 LBL	10				
	12 L	IZ-12,000				
				R	F	M



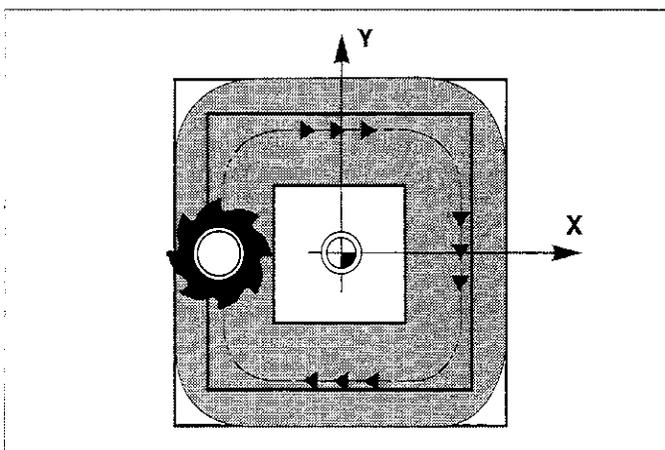
Tangentiales Anfahren an die Kontur.

	13 L	X-20,000	Y+0,000			
				RL	F1000	M08
	14 RND	R5,000				
					F	



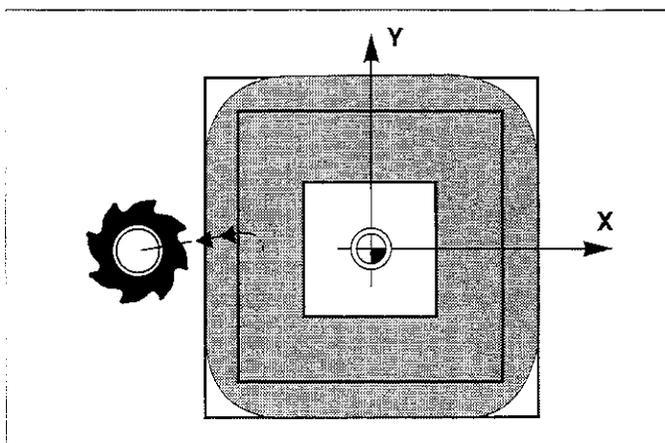
Fräsen der Kontur.

	15 L	Y+20,000				
				R	F	M
	16 L	X+20,000				
				R	F	M
	17 L	Y-20,000				
				R	F	M
	18 L	X-20,000				
				R	F	M



Tangentiales Verlassen der Kontur. Anfahren der Ausgangsposition, Unterprogramm-Ende.

	19 L	X-20,000	Y+0,000			
				RL	F	M
	20 RND	R5,000				
					F	
	21 L	X-70,000	Y+0,000			
				R0	F	M09
	22 LBL	0				



Zyklus-Definition für den Maßfaktor; der Zyklus ist nach der Definition sofort wirksam und bewirkt eine Vergrößerung der X- und Y-Koordinaten\* um den eingegebenen Faktor.

**CYCL DEF** 23 CYCL DEF 11.0 MASSFAKTOR  
 24 CYCL DEF 11.1 SCL 2,000000

Anfahren des Sicherheitsabstands.

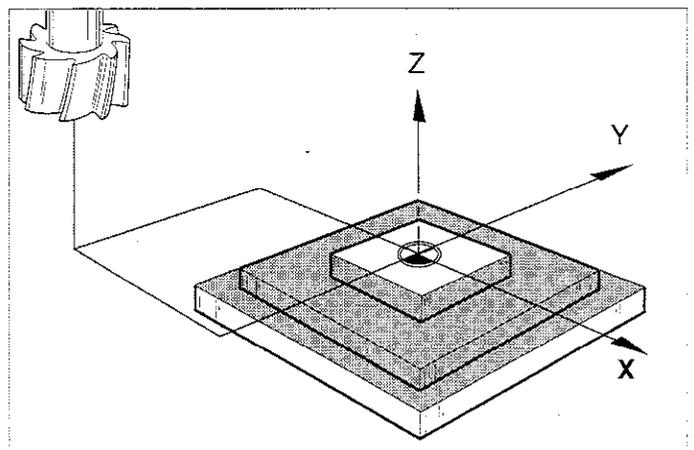
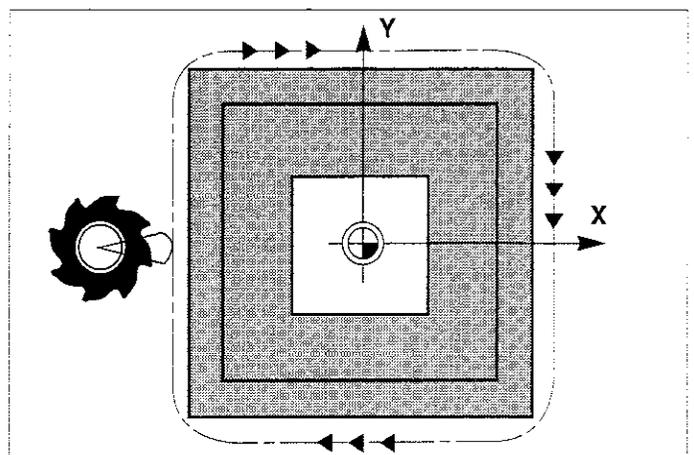
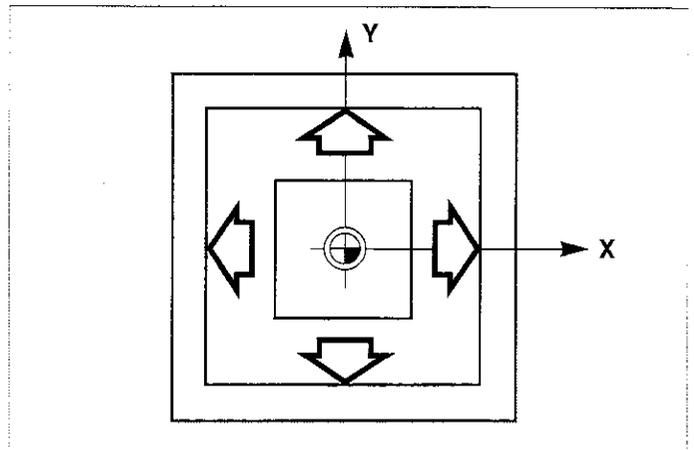
**L** 25 L Z-8,000  
 R F15999 M03

Aufruf des Unterprogramms LBL10. Fräsen der um den Faktor 2 vergrößerten Kontur.

**LBL CALL** 26 CALL LBL 10 REP

Zurücksetzen des Maßfaktors auf 1.0. Anschließend Anfahren der Werkzeugwechselposition über Unterprogramm-Aufruf (LBL1), Programm-Ende.

**CYCL DEF** 27 CYCL DEF 11.0 MASSFAKTOR  
 28 CYCL DEF 11.1 SCL 1,000000  
**LBL CALL** 29 CALL LBL 1 REP  
 30 END PGM 650 MM



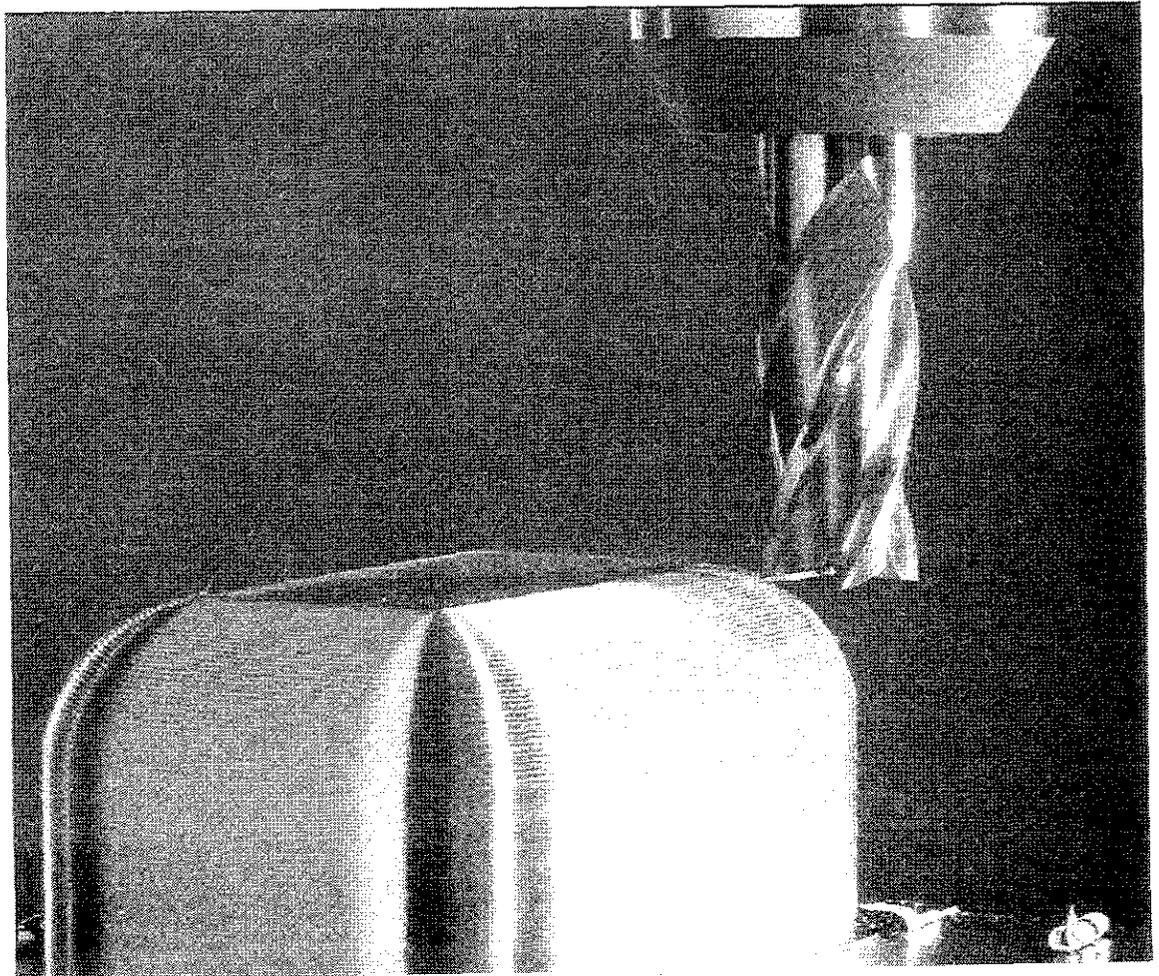
\*Abhängig von einem Maschinenparameter kann der Maßfaktor auch für alle drei Koordinaten X, Y und Z gültig sein. In diesem Falle ist eine entsprechende Abänderung des Programms nötig.

# TNC

Bahnsteuerungen

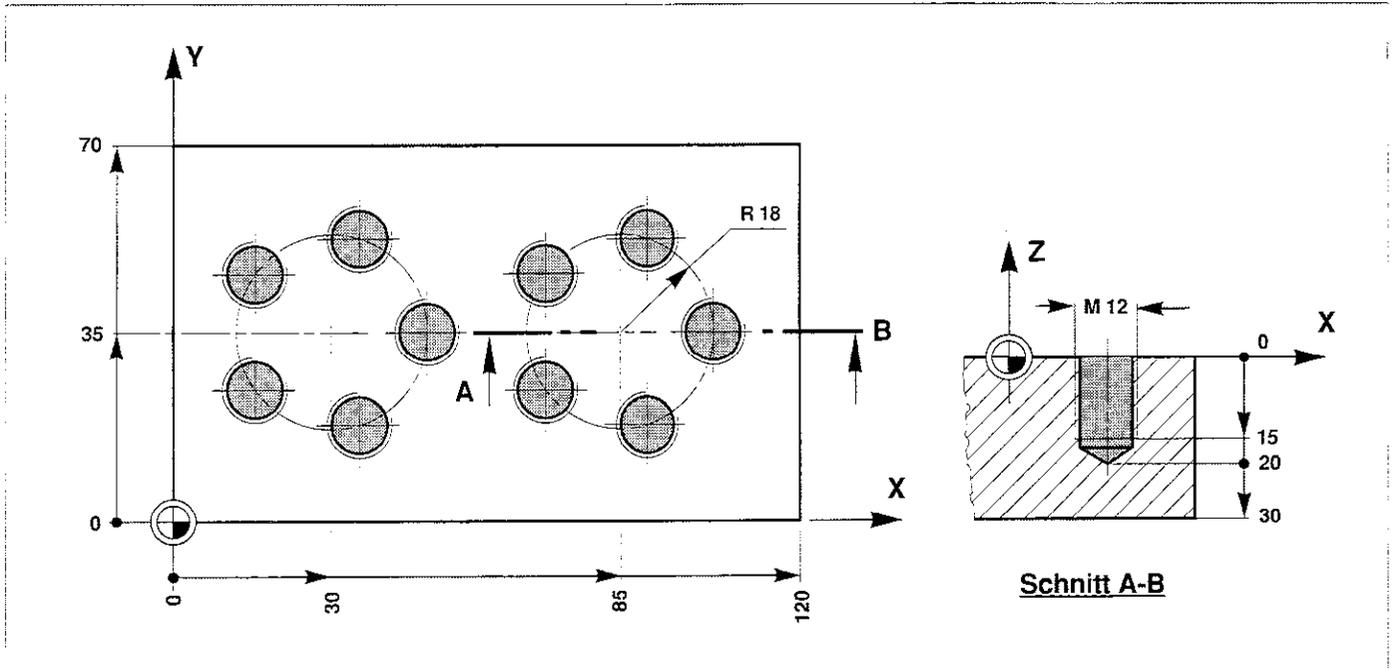
Parameter Technik

PGM 710 - PGM 730



# Parameter-Programmierung

## Bohrbilder auf Teilkreis



Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: 120mm x 70mm x 30mm  
 Werkzeuge: 1. NC-Anbohrer Ø 14mm,  
 2. Bohrer Ø 10mm,  
 3. Gewindebohrer M12 x 1,75

Q1 = 5 (Anzahl der Bohrungen auf dem Teilkreis)  
 Q2 = 18 (Teilkreis-Radius)  
 Q3 = 0 (Winkel der ersten Bohrung)

### Geometrie

Die Teilkreise für die Bohrbilder sind über die Mittelpunkts-Koordinaten X und Y, sowie über den Radius Q2 angegeben.

Die erste Bohrung liegt jeweils auf der 0°-Achse des Teilkreises, d.h. der Winkel Q13 ist gleich dem Anfangswinkel Q3 (=0°).

Ist die Anzahl der Bohrungen Q1 bekannt, so kann der Winkel Q11 zwischen zwei Bohrungen mit folgender Gleichung bestimmt werden:

$$Q11 = 360 / Q1$$

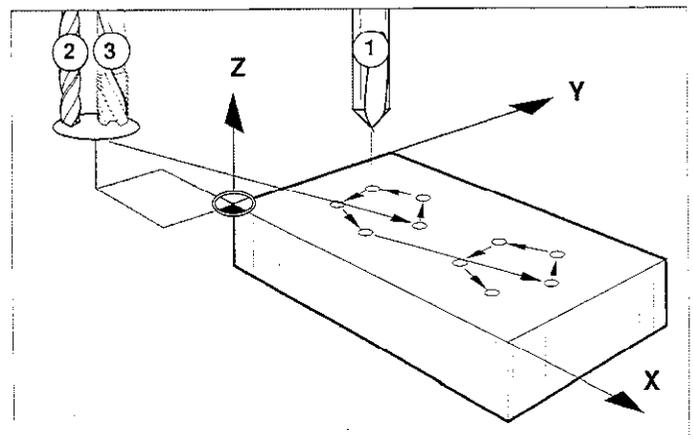
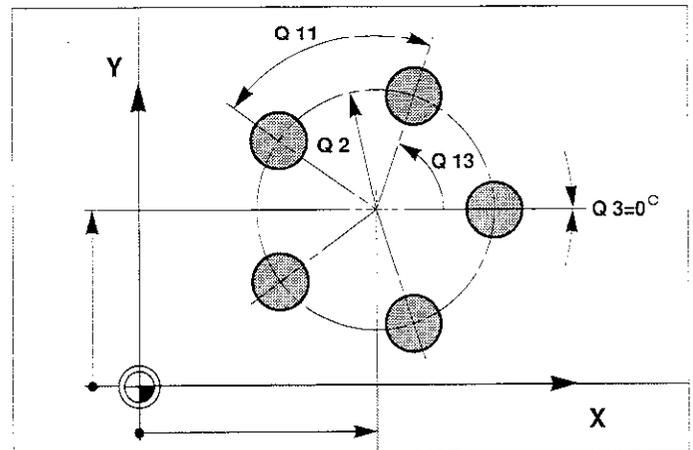
Addiert man den Winkelschritt Q11 zum Winkel Q13 der ersten Bohrung, so ist die Position der nächsten Bohrung über Polarkoordinaten-Radius Q2 und Winkel Q13 definiert.

### Vorgehen

Die Gewinde werden in drei Arbeitsgängen mit drei verschiedenen Werkzeugen gebohrt:

Werkzeug Nr. 1 zum Zentrieren für Werkzeug Nr.2 und zum Fasen der Bohrung,  
 Werkzeug Nr. 2 zum Vorbohren der Sacklöcher,  
 Werkzeug Nr. 3 zum Gewindebohren.

Innerhalb eines Arbeitsgangs fährt das aktuelle Werkzeug alle zu fertigenden Bohrungen an. Nach Erreichen der jeweiligen Position erfolgt ein Zyklus-Aufruf über die Zusatz-Funktion M99.



PGM NR	0	BEGIN	PGM 710	MM
BLK FORM	..	BLK	FORM 0.1	Z X+0,000
			Y+0,000	Z-30,000
	..	BLK	FORM 0.2	X+120,000
			Y+70,000	Z+0,000
O DEF	1	FN	0	: Q1 = +5,000
O DEF	2	FN	0	: Q2 = +18,000
O DEF	3	FN	0	: Q3 = +0,000
LBL DEF	4	LBL	1	
TOOL CALL	5	TOOL	CALL 0	Z
			S	
L	6	L	Z+100,000	
				R F15999 M09
L	7	L	X-50,000	Y-50,000
				R0 F M05
LBL SET	8	LBL	0	
TOOL DEF	9	TOOL	DEF 1	L+0,000
				R+7,000
TOOL DEF	10	TOOL	DEF 2	L+12,000
				R+5,000
TOOL DEF	11	TOOL	DEF 3	L-5,800
				R+6,000
O DEF	12	FN	4	: Q11 = +360,000
				DIV +Q1
STOP	13	STOP		
				M06
TOOL CALL	14	TOOL	CALL 1	Z
			S 3150,000	
CYCL DEF	15	CYCL	DEF 1.0	TIEFBOHREN
	16	CYCL	DEF 1.1	ABST -2,000
	17	CYCL	DEF 1.2	TIEFE -6,000
	18	CYCL	DEF 1.3	ZUSTLG -3,000
	19	CYCL	DEF 1.4	V.ZEIT 0,000
	20	CYCL	DEF 1.5	F790
LBL CALL	21	CALL	LBL 10	REP
LBL CALL	22	CALL	LBL 1	REP
STOP	23	STOP		

M06

TOOL CALL	24	TOOL	CALL 2	Z
			S 3150,000	
CYCL DEF	25	CYCL	DEF 1.0	TIEFBOHREN
	26	CYCL	DEF 1.1	ABST -2,000
	27	CYCL	DEF 1.2	TIEFE -20,000
	28	CYCL	DEF 1.3	ZUSTLG -10,000
	29	CYCL	DEF 1.4	V.ZEIT 0,000
	30	CYCL	DEF 1.5	F790
LBL CALL	31	CALL	LBL 10	REP
LBL CALL	32	CALL	LBL 1	REP
STOP	33	STOP		
TOOL CALL	34	TOOL	CALL 3	Z
			S 80	
CYCL DEF	35	CYCL	DEF 2.0	GEWINDEBOHREN
	36	CYCL	DEF 2.1	ABST -2,000
	37	CYCL	DEF 2.2	TIEFE -15,000
	38	CYCL	DEF 2.3	V.ZEIT 0,000
	39	CYCL	DEF 2.4	F140
LBL CALL	40	CALL	LBL 10	REP
LBL CALL	41	CALL	LBL 1	REP
STOP	42	STOP		
LBL SET	43	LBL	10	
L	44	L	Z+2,000	
				R F15999 M13
CC	45	CC	X+30,000	Y+35,000
LBL CALL	46	CALL	LBL 99	REP
CC	47	CC	X+85,000	Y+35,000
LBL CALL	48	CALL	LBL 99	REP
LBL SET	49	LBL	0	
LBL SET	50	LBL	99	
O DEF	51	FN	0	: Q13 = +Q3
LBL SET	52	LBL	20	
L	53	LP	PR+Q2	PA+Q13
				R0 F15999 M99
O DEF	54	FN	1	: Q13 = +Q13
				+ +Q11
O DEF	55	FN	12	: IF +Q13
			LT +360,000	GOTO LBL 20
LBL SET	56	LBL	0	
	57	END	PGM 710	MM

# Parameter-Programmierung

## Bohrbilder auf Teilkreis

```

0  BEGIN  PGM 710      MM
..  BLK  FORM 0.1     Z  X+0,000
      Y+0,000         Z-30,000
..  BLK  FORM 0.2     X+120,000
      Y+70,000        Z+0,000
    
```

Parameter-Definitionen für die Bohrbild-Geometrie.

```

1  FN 0   : Q1 = +5,000
2  FN 0   : Q2 = +18,000
3  FN 0   : Q3 = +0,000
    
```

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL1) definiert.

```

4  LBL 1
5  TOOL CALL 0      Z
      S
6  L  Z+100,000
      R  F15999 M09
7  L  X-50,000     Y-50,000
      R0 F      M05
8  LBL 0
    
```

Definitionen der Werkzeuge für Zentrieren (Nr. 1), Bohren (Nr. 2) und Gewindebohren (Nr. 3).

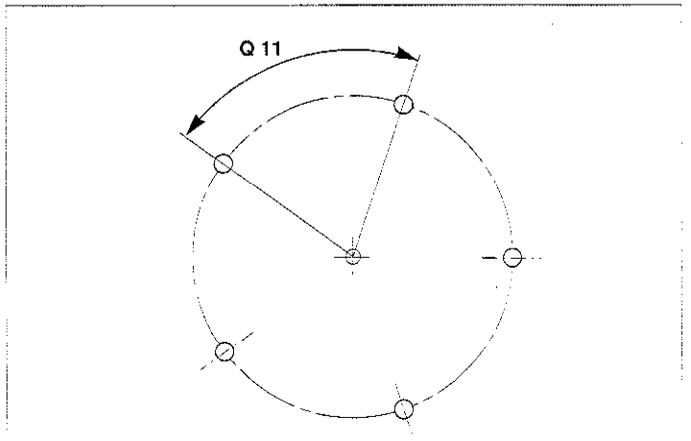
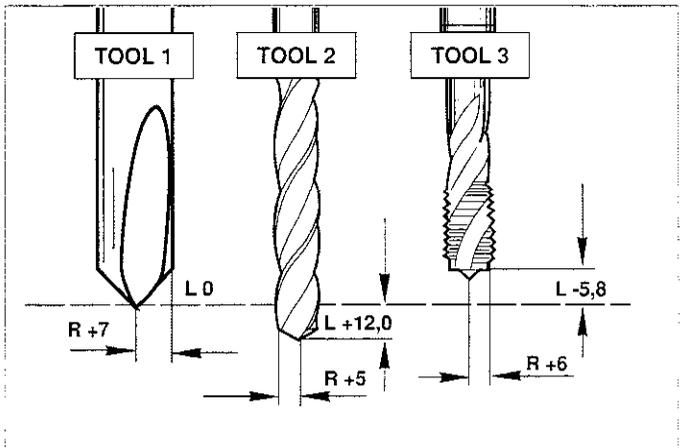
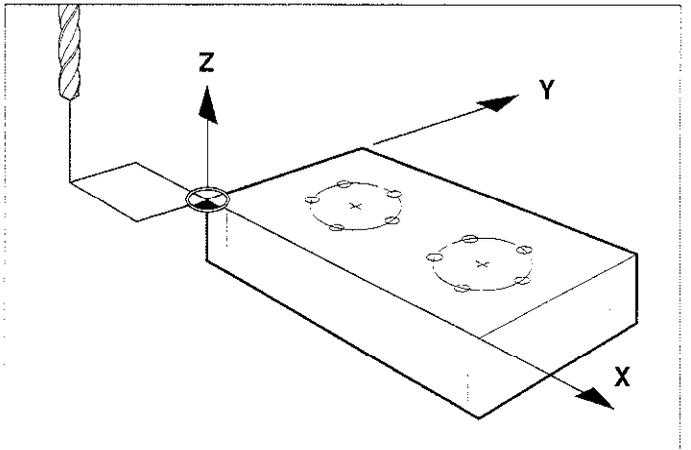
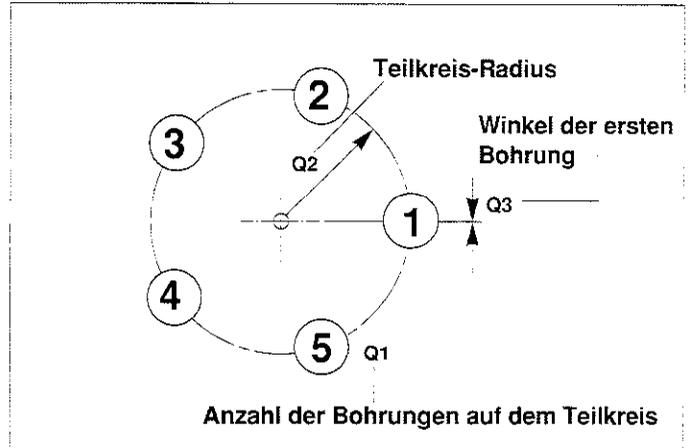
```

9  TOOL DEF 1      L+0,000
      R+7,000
10  TOOL DEF 2     L+12,000
      R+5,000
11  TOOL DEF 3     L-5,800
      R+6,000
    
```

Festlegen des Winkelschritts zur Positionierung der Werkzeuge.

```

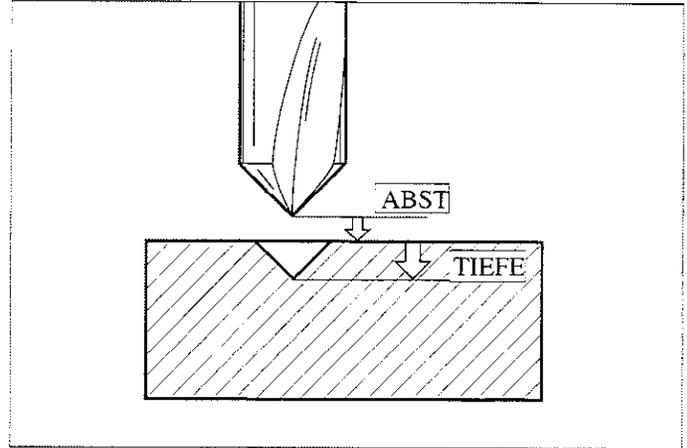
12  FN 4   : Q11 = +360,000
      DIV  +Q1
    
```



Aufruf des NC-Anbohrers. Zyklus Definition für das Zentrieren.

```

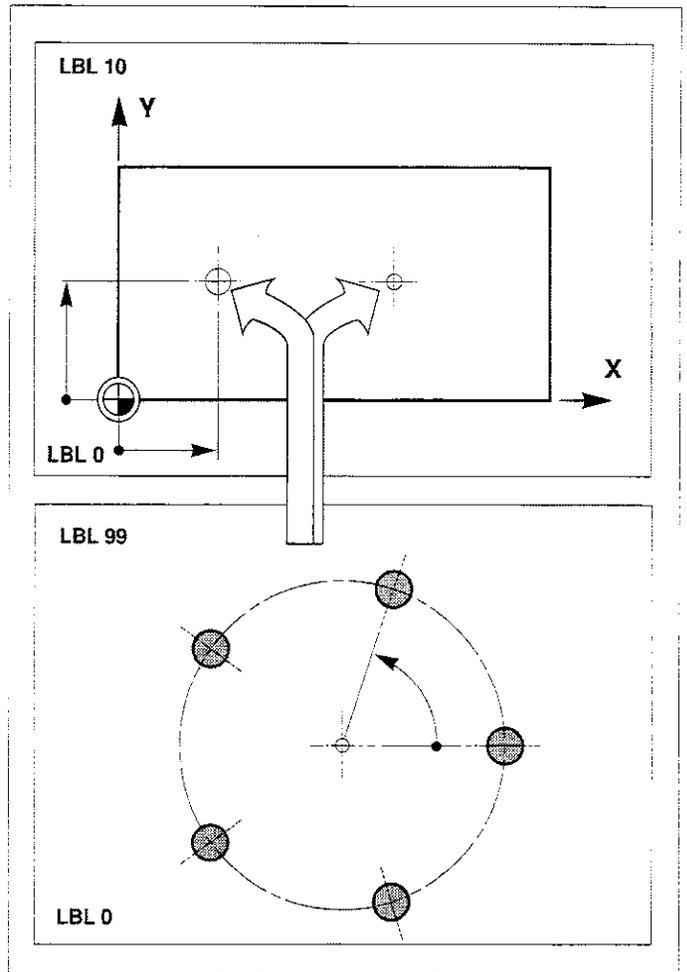
13 STOP
14 TOOL CALL 1 Z
      S 3150,000
15 CYCL DEF 1.0 TIEFBOHREN
16 CYCL DEF 1.1 ABST -2,000
17 CYCL DEF 1.2 TIEFE -6,000
18 CYCL DEF 1.3 ZUSTLG -3,000
19 CYCL DEF 1.4 V.ZEIT 0,000
20 CYCL DEF 1.5 F790
  
```



Vor jedem Zyklus-Aufruf muß sich das Werkzeug auf der richtigen Position befinden. Die Lage der beiden Teilkreise ist im Unterprogramm LBL 10 abgelegt.

Die Einzel-Positionen auf dem Teilkreis haben für beide Teilkreise die gleichen Polarkoordinaten. Die Berechnung und die Positionierung findet in einem weiteren Unterprogramm LBL 99 statt.

Der Unterprogramm-Aufruf LBL 99 erfolgt innerhalb des Unterprogramms LBL 10. Die Verschachtelung ist so programmiert, daß das Werkzeug nach jeder Pol-Definition alle Positionen auf dem Teilkreis anfährt.



Unterprogramm-Aufruf LBL10.

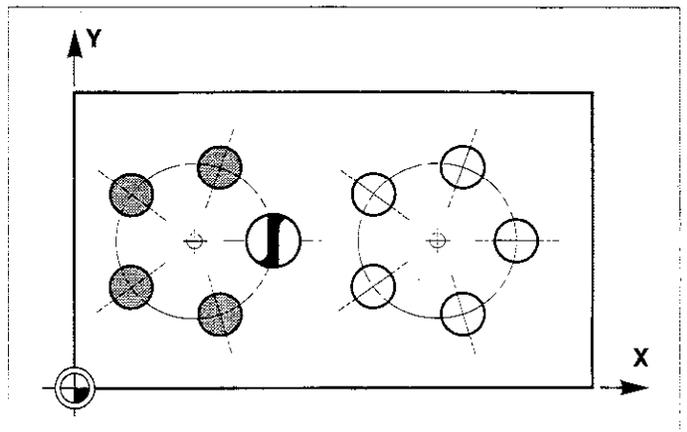
```

21 CALL LBL 10 REP
Unterprogramm LBL 10: Positionierung in Z auf den Sicherheits-Abstand. Festlegung des Pols für den ersten Teilkreis. Unterprogramm-Aufruf LBL 99.
43 LBL 10
44 L Z+2,000
      R F15999 M13
45 CC X+30,000 Y+35,000
46 CALL LBL 99 REP
  
```

Unterprogramm LBL 99: Zuweisung des Anfangswinkels Q3 für den Polarkoordinaten-Winkel PA (= Q13). Anschließend Zyklus-Aufruf über Zusatz-Funktion M99.

```

50 LBL 99
51 FN 0 : Q13 = +Q3
52 LBL 20
53 LP PR+Q2 PA+Q13
      R0 F15999 M99
  
```



# Parameter-Programmierung

## Bohrbilder auf Teilkreis

Festlegung der nächsten Position: Erhöhung des Winkels Q13 um Winkelschritt Q11.  
Ist der neue Winkel kleiner als 360°, erfolgt ein Sprung auf LBL 20 und das Werkzeug fährt zur nächsten Position.  
Ist der Winkel gleich oder größer 360°, sind alle Positionen auf dem Teilkreis bereits angefahren worden, und das Unterprogramm LBL 99 wird beendet.

```

54 FN 1 : Q13 = +Q13
          + +Q11
55 FN12 : IF +Q13
          LT +360,000 GOTO LBL 20
56 LBL 0
    
```

Wieder Unterprogramm LBL 10: Festlegung des Pols für den zweiten Teilkreis. Erneuter Aufruf des Unterprogramms LBL 99.

Das Werkzeug fährt die Positionen des zweiten Teilkreises nacheinander an. Nach Erreichen jeder Position erfolgt ein Zyklus-Aufruf.

Unterprogramm (LBL 10) - Ende und Rücksprung ins Hauptprogramm zu Satz 22.

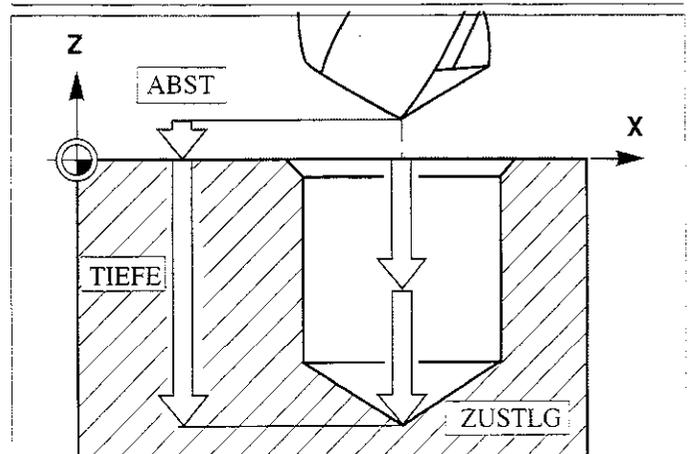
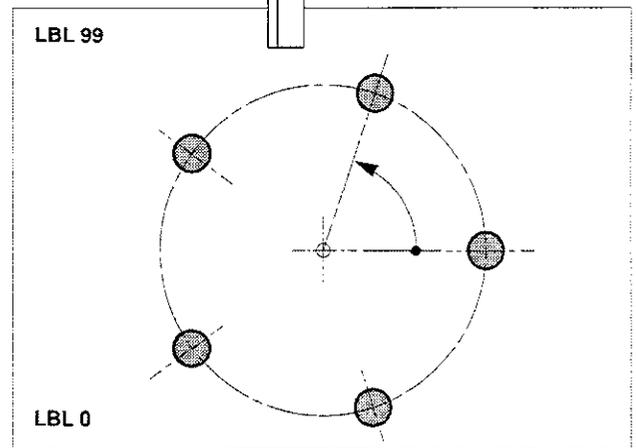
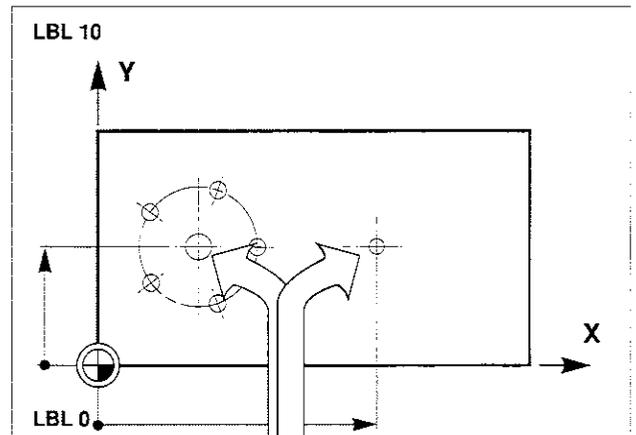
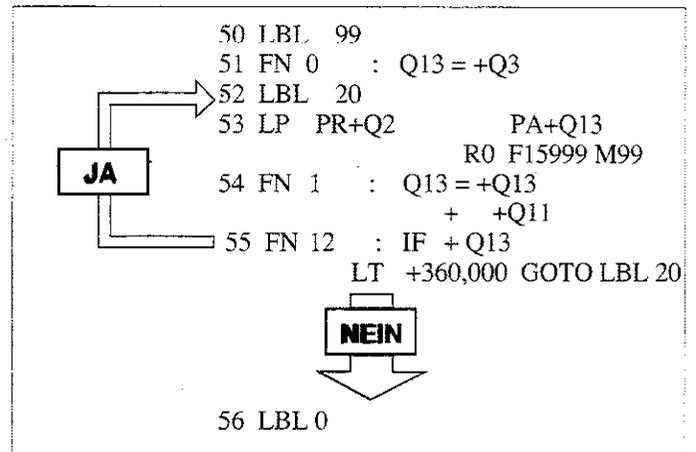
```

47 CC X+85,000 Y+35,000
48 CALL LBL 99 REP
49 LBL 0
    
```

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position, Aufruf des Bohrwerkzeugs, Zyklus-Definition für das Bohren der Sacklöcher.

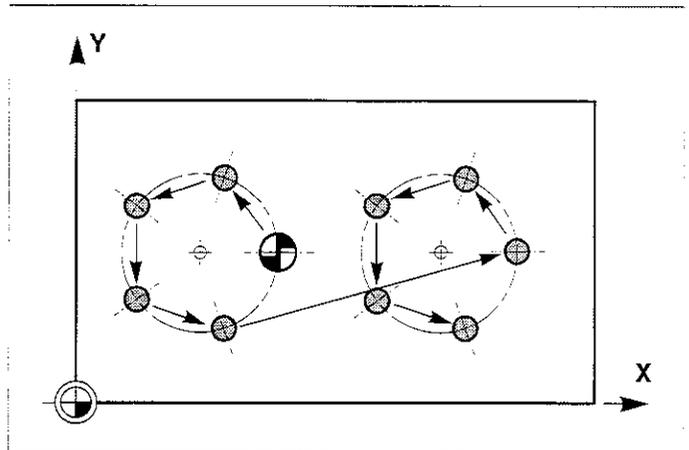
```

22 CALL LBL 1 REP
23 STOP
          M06
24 TOOL CALL 2 Z
          S 3150,000
25 CYCL DEF 1.0 TIEFBOHREN
26 CYCL DEF 1.1 ABST -2,000
27 CYCL DEF 1.2 TIEFE -20,000
28 CYCL DEF 1.3 ZUSTLG -10,000
29 CYCL DEF 1.4 V.ZEIT 0,000
30 CYCL DEF 1.5 F790
    
```



Aufruf des Unterprogramms LBL 10. Anfahren aller Positionen der beiden Teilkreise. Bei jeder Position wird der Zyklus ausgeführt.

```
31 CALL LBL 10 REP
```



Anfahren der Werkzeugwechsel-Position, Aufruf des Gewindebohrers, Zyklus-Definition für das Gewinde bohren.

```
32 CALL LBL 1 REP
```

```
33 STOP
```

M06

```
34 TOOL CALL 3 Z
```

```
S 80
```

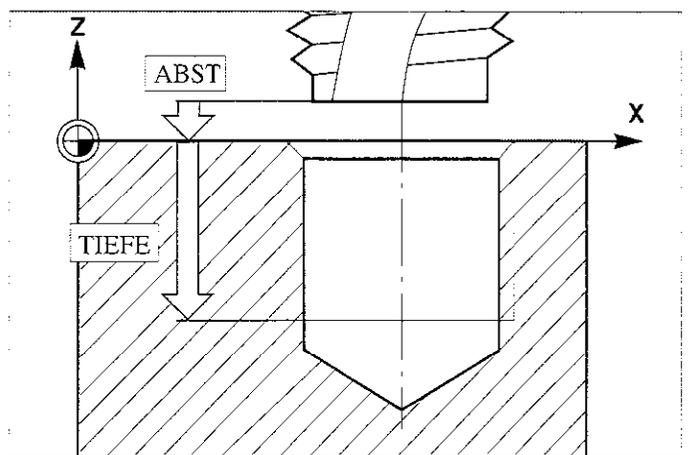
```
35 CYCL DEF 2.0 GEWINDEBOHREN
```

```
36 CYCL DEF 2.1 ABST -2,000
```

```
37 CYCL DEF 2.2 TIEFE -15,000
```

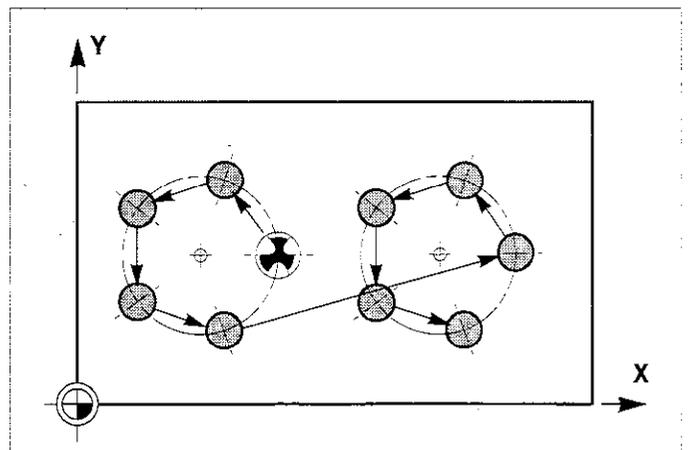
```
38 CYCL DEF 2.3 V.ZEIT 0,000
```

```
39 CYCL DEF 2.4 F140
```



Aufruf des Unterprogramms LBL 10. Bohren der Gewinde.

```
40 CALL LBL 10 REP
```

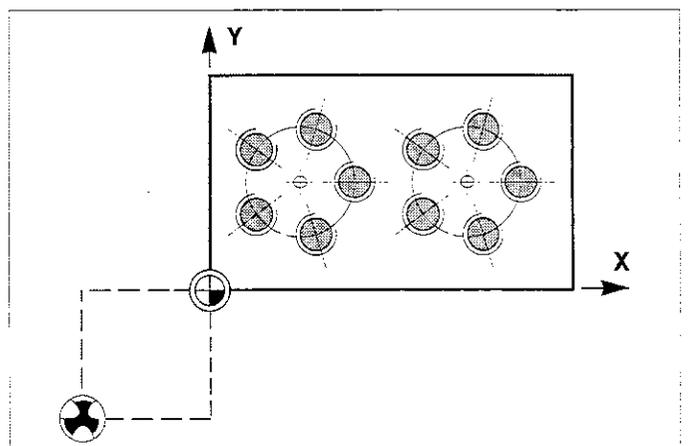


Anfahren der Werkzeugwechsel-Position, Programm-Halt und Rücksprung zu Programm-Beginn (M02). Gleichzeitig werden alle Parameter auf 0 gesetzt.

```
41 CALL LBL 1 REP
```

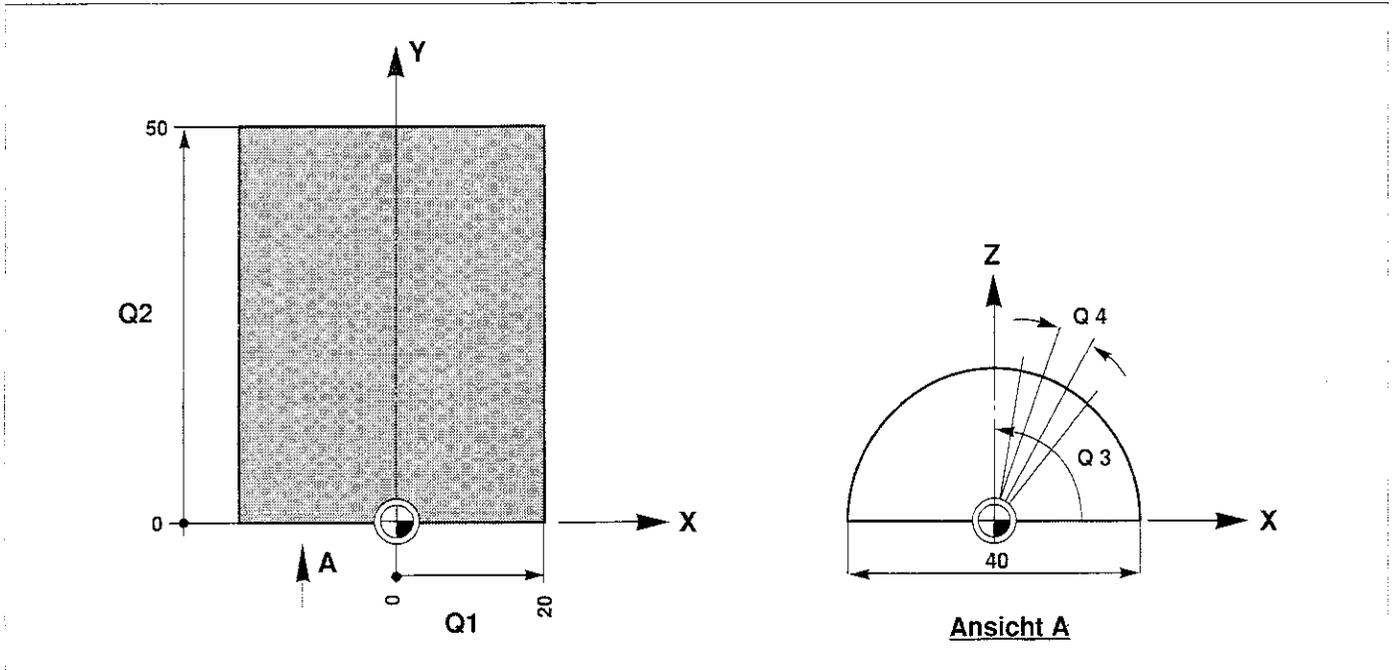
```
42 STOP
```

M02



# Parameter-Programmierung

Ziehstempel fräsen  
Beispiel Zylinder-Hälfte



Werkstoff: Aluminium  
Roh-Maße: 40 x 50 x 20mm  
Werkzeug: Kugelpf-Fräser Ø 12mm, 6 Zähne  
Rohling-  
Abmessungen: 40mm x 50mm x 20mm

Q1 = 20 (Grundkreis-Radius)  
Q2 = 50 (Zylinder-Länge)  
Q3 = 90° (Anfangswinkel)  
Q4 = 2° (Winkelschritt)  
Q5 = 2 (Sicherheits-Abstand)

## Geometrie

Der Querschnitt der liegenden Zylinder-Hälfte ist ein Halbkreis.

Für die Positionierung des Werkzeuges muß der Werkzeug-Bezugspunkt -hier der Mittelpunkt des Kugelpf- berücksichtigt werden.

Die Zustellpunkte des Werkzeuges liegen daher auf einer Kreisbahn, die um den Werkzeug-Radius Q108 größer ist, als die des Zylinders-Querschnittes.

Sind Radius Q15 und Winkel Q99 bekannt, läßt sich ein Punkt auf dem Halbkreis für die Fräser-Mittelpunktsbahn durch die Koordinaten X (=Q11) und Z(=Q31) darstellen:

$$Q11 = Q15 \cdot \cos Q99$$

$$Q31 = Q15 \cdot \sin Q99 \quad \text{mit } Q15 = Q1 + Q108$$

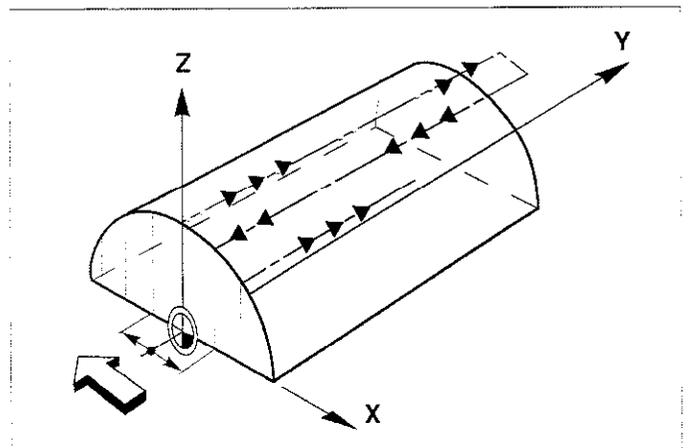
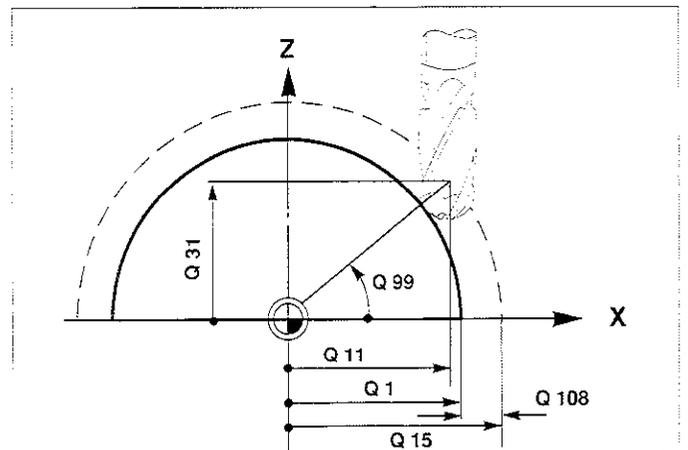
Für einen Winkel Q99 = Q3 (= 90°) ist der Z-Wert Q31 gleich dem Radius Q1 und der X-Wert Q11 gleich 0.

Verkleinert man den Winkel Q99 jeweils um einen kleinen Winkelschritt bis zum Wert Q99 = 0, so beschreiben die Gleichungen für Q11 und Q31 alle Punkte auf dem Viertelkreis zwischen der Z- und der X-Achse.

## Vorgehen

Die Zylinder-Hälfte wird in zwei Arbeitsgängen durch Zeilenfräsen erzeugt. Das Werkzeug fährt längs der Zylinder-Mantelfläche von vorne nach hinten, wird zugestellt und fährt wieder auf einer Geraden in der Gegenrichtung zurück.

Nach Fertigstellung des ersten Zylinder-Viertels erfolgt eine Spiegelung aller X-Werte und der Bearbeitungsvorgang wiederholt sich.



```

PGM WR 0 BEGIN PGM 720 MM
BLK FORM 0.1 Z X-20,000
Y+0,000 Z+0,000
BLK FORM 0.2 X+20,000
Y+50,000 Z+30,000

1 FN 0 : Q1 = +20,000
2 FN 0 : Q2 = +50,000
3 FN 0 : Q3 = +90,000
4 FN 0 : Q4 = +2,000
5 FN 0 : Q5 = +2,000
TOOL CALL 6 TOOL CALL 0 Z
S

LBL SET 7 LBL 1
L 8 L Z+100,000
R F15999 M05
L 9 L X+0,000 Y-10,000
R0 F M

LBL SET 10 LBL 0
TOOL DEF 11 TOOL DEF 1 L-6,000
R+6,000

STOP 12 STOP
M06

TOOL CALL 13 TOOL CALL 1 Z
S 3150,000

14 FN 1 : Q51 = +Q5
+ +Q108
15 FN 1 : Q59 = +Q51
+ +Q2
16 FN 1 : Q15 = +Q1
+ +Q108
17 FN 0 : Q99 = +Q3
LBL SET 18 LBL 30
LBL CALL 19 CALL LBL 10 REP
L 20 L Y-Q51
R0 F15999 M03
L 21 L X+Q11 Z+Q31
R F1000 M08
L 22 L Y+Q2
R F M
L 23 L Y+Q59
R F15999 M

14 FN 2 : Q99 = +Q99
- +Q4

```

```

14 FN 12 : IF +Q99
LT +0,000 GOTO LBL 20
LBL CALL 26 CALL LBL 10 REP
L 27 L X+Q11 Z+Q31
R F15999 M
L 28 L Y+0,000
R F1000 M
L 29 L Y-Q51
R F15999 M
14 FN 2 : Q99 = +Q99
- +Q4
14 FN 12 : IF +Q99
LT +0,000 GOTO LBL 20
14 FN 9 : IF +0,000
EQU +0,000 GOTO LBL 30
LBL SET 33 LBL 20
LBL SET 34 LBL 0
LBL CALL 35 CALL LBL 1 REP
14 FN 0 : Q99 = +Q3
CYCL DEF 37 CYCL DEF 8.0 SPIEGELN
38 CYCL DEF 8.1 X
LBL CALL 39 CALL LBL 30 REP
CYCL DEF 40 CYCL DEF 8.0 SPIEGELN
CYCL DEF 41 CYCL DEF 8.1
LBL CALL 42 CALL LBL 1 REP
STOP 43 STOP
M02
LBL SET 44 LBL 10
14 FN 7 : Q10 = COS +Q99
14 FN 6 : Q30 = SIN +Q99
14 FN 3 : Q11 = Q15
* +Q10
14 FN 3 : Q31 = Q15
* +Q30
14 FN 0
50 END PGM 720 MM

```

Hinweis: Zum besseren Überblick beim Durcharbeiten dieses Programms finden Sie eine ausführliche Liste aller hier verwendeten Parameter am Ende dieses Beispiels.

# Parameter-Programmierung

## Ziehstempel fräsen Beispiel Zylinder-Hälfte

Bearbeitungen mit Kugelkopffräsern kann die TNC-Grafik nicht im Detail darstellen. Bei der Programm-Simulation auf dem Bildschirm wird die Bearbeitung so gezeigt, wie sie mit einem um den Fräserradius kürzeren Schaftfräser erfolgt wäre. Zur vollständigen Darstellung der Bearbeitung gibt man deshalb die Höhe des Rohlings entsprechend größer an.

```

0   BEGIN   PGM 720           MM
..  BLK    FORM 0.1          Z X-20,000
      Y+0,000                Z+0,000
..  BLK    FORM 0.2          X+20,000
      Y+50,000               Z+30,000
    
```

Parameter-Definitionen für die Zylinder-Geometrie. Parameter Q5 steht für den Sicherheits-Abstand seitlich zum Werkstück. Je kleiner der Winkelschritt in Parameter Q4, desto besser werden Form-Genauigkeit und Oberflächen-güte.

```

1   FN 0    : Q1 = +20,000
2   FN 0    : Q2 = +50,000
3   FN 0    : Q3 = +90,000
4   FN 0    : Q4 = +2,000
5   FN 0    : Q5 = +2,000
    
```

Aufruf des Werkzeugs Nr. 0. Anfahren der Ausgangs-Position im Eilgang ( Unterprogramm LBL 1 ).

```

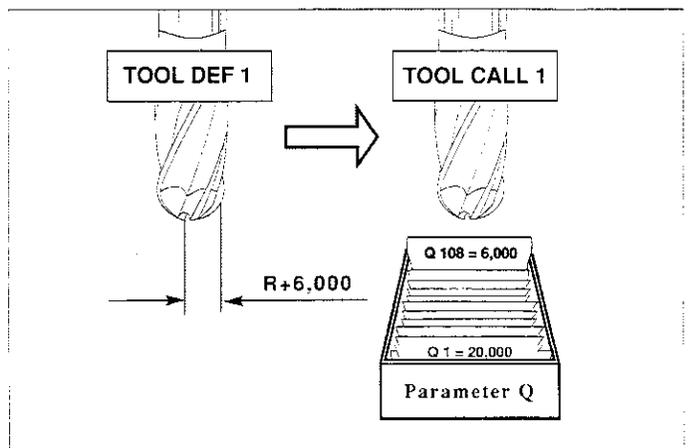
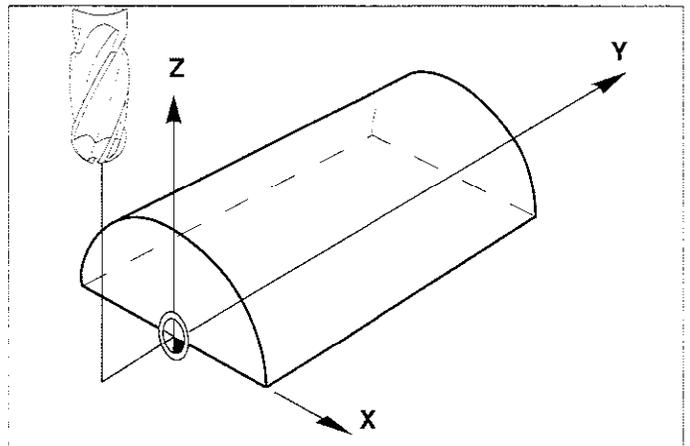
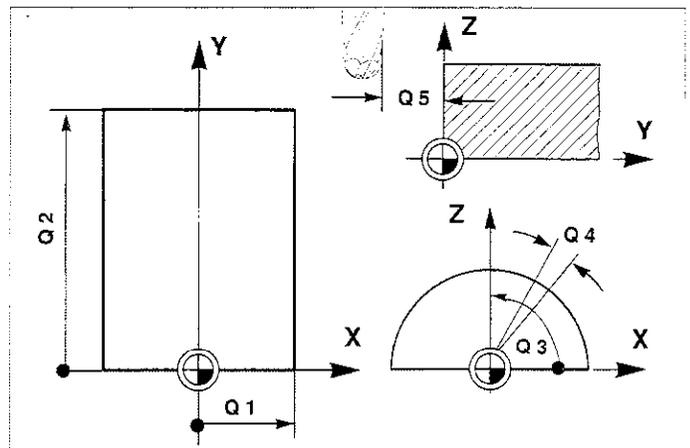
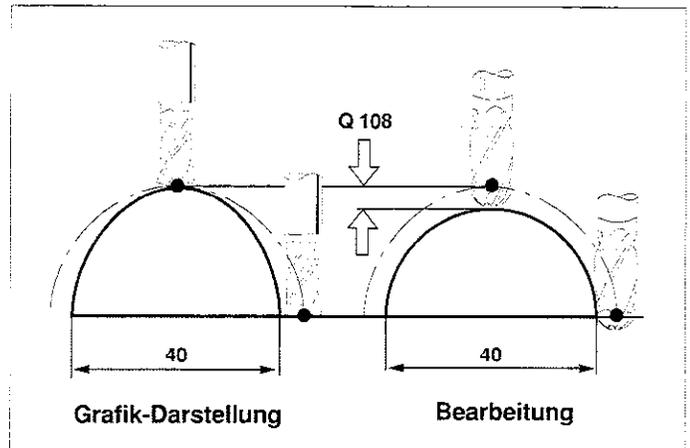
6   TOOL CALL 0              Z
      S
7   LBL 1
8   L   Z+100,000
      R F15999 M05
9   L   X+0,000              Y-10,000
      R0 F M
10  LBL 0
    
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs Nr. 1.  
Bei den Parameter-Berechnungen zur Werkzeug-Positionierung wird die Mittelpunktsbahn des Fräasers berechnet. Die Werkzeuglänge L muß daher um den Fräserradius verkürzt werden. Beim Ankratzen an der Werkstückoberfläche setzt man dann den Bezugspunkt für Z=Q1 (bzw. Q1 + Aufmaß).

Mit dem Werkzeug-Aufruf legt die TNC den Werkzeug-Radius selbsttätig unter dem Parameter Q108 ab.

```

11  TOOL DEF 1              L-6,000
      R+6,000
12  STOP
      M06
13  TOOL CALL 1            Z
      S 3150,000
    
```

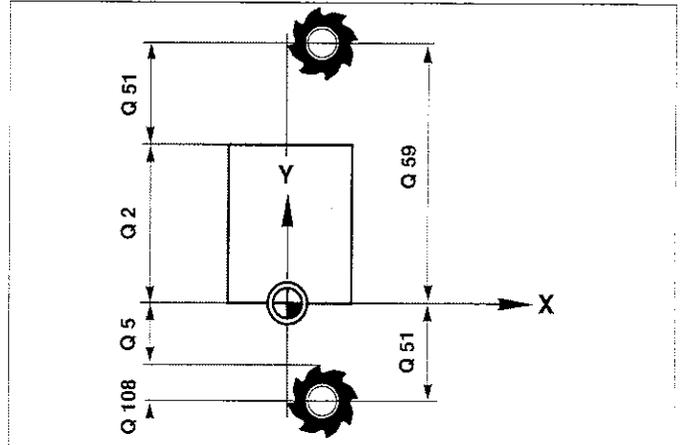


Festlegen der Parameter für das Positionieren des Werkzeugs in der Y-Richtung im Sicherheits-Abstand zum Werkstück.

Parameter Q51 = Werkzeugradius + Sicherheits-Abstand

```

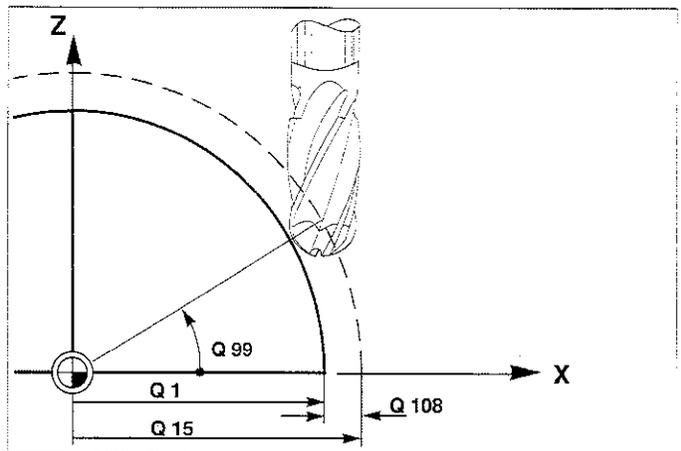
14  FN 1      : Q51 = +Q5
                   + +Q108
15  FN 1      : Q59 = +Q51
                   + +Q2
    
```



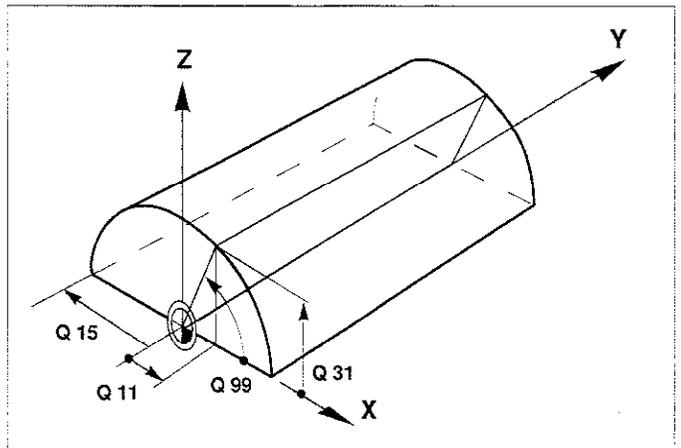
Berechnung des Radius für die Zustellung des Werkzeugs am kreisförmigen Zylinder-Querschnitt;

```

16  FN 1      : Q15 = +Q1
                   + +Q108
    
```



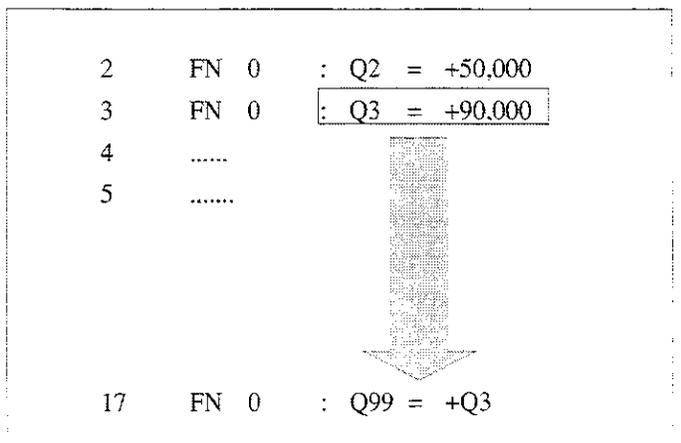
Die X- und die Z-Koordinate sind abhängig vom variablen Winkel Q99. Für jeden neuen Winkel Q99 erfolgt eine Neuberechnung der Parameter Q11 (= X-Koordinate) und Parameter Q31 (=Z-Koordinate). Die Parameter-Definitionen dafür stehen in einem Unterprogramm (LBL 10) am Ende des Programms.



Zuweisung des Anfangswertes für den Winkel Q99. Der mit Parametern programmierte Abzeilvorgang steht in einem Unterprogramm (LBL30). Anschließend erfolgt der Aufruf des Unterprogramms LBL 10, in dem die Parameter für die X- und Z-Koordinate berechnet werden.

```

17  FN 0      : Q99 = +Q3
18  LBL 30
19  CALL LBL 10  REP
    
```



# Parameter-Programmierung

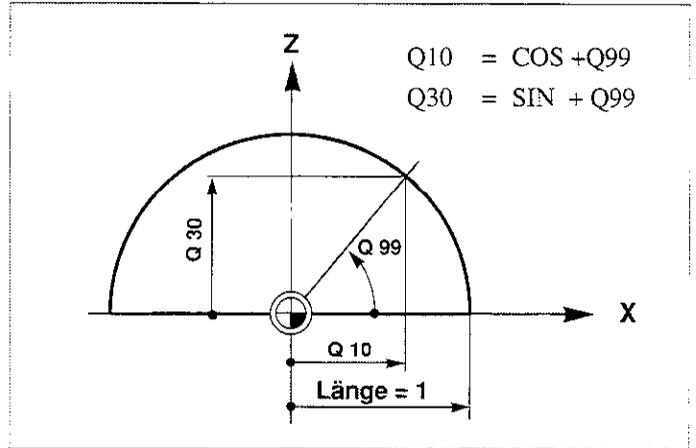
## Ziehstempel fräsen

### Beispiel Zylinder-Hälfte

Unterprogramm LBL 10: Die Berechnung der Parameter für die X- und Z-Koordinate erfolgt in zwei Schritten.  
Erster Schritt: Berechnung der Winkel-Funktionen.

```

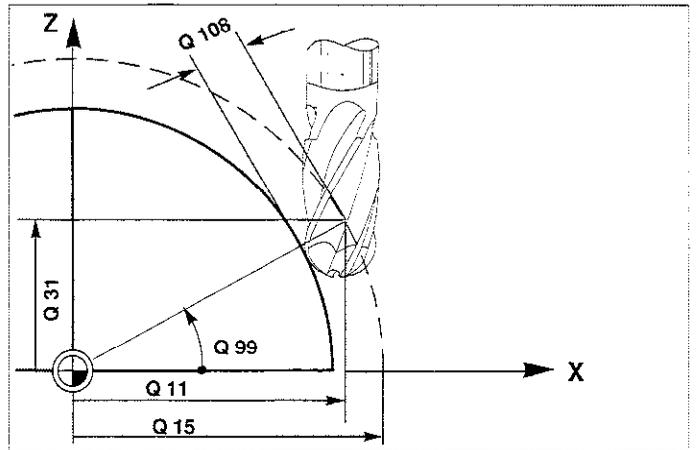
44  LBL  10
45  FN  7   : Q10 = COS +Q99
46  FN  6   : Q30 = SIN +Q99
    
```



Zweiter Schritt: Berechnung der Parameter für X und Z mit den Zwischenergebnissen aus Satz 45 und 46.  
Unterprogramm-Ende.

```

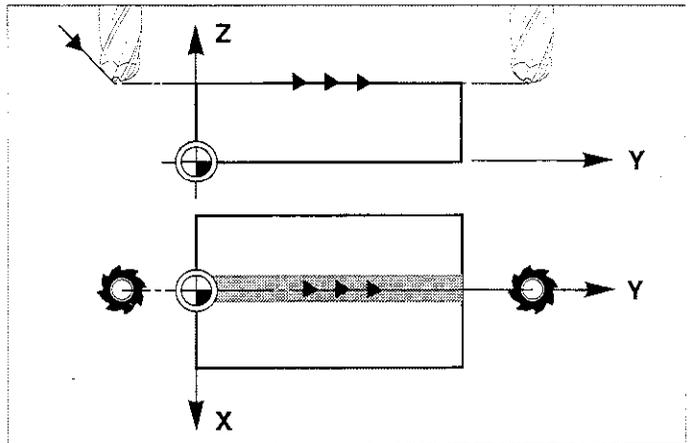
47  FN  3   : Q11 = Q15
      * +Q10
48  FN  3   : Q31 = Q15
      * +Q30
49  LBLO
    
```



Anfahren der Startposition im Sicherheitsabstand (Satz 20 und 21). Abzeilen entlang einer Geraden (Satz 22), Positionieren des Werkzeugs im Sicherheits-Abstand zum Werkstück (Satz 23).

```

20  L  Y-Q51
      R0  F15999  M03
21  L  X+Q11
      Z+Q31
      R  F1000  M08
22  L  Y+Q2
      R  F      M
23  L  Y+Q59
      R  F15999  M
    
```

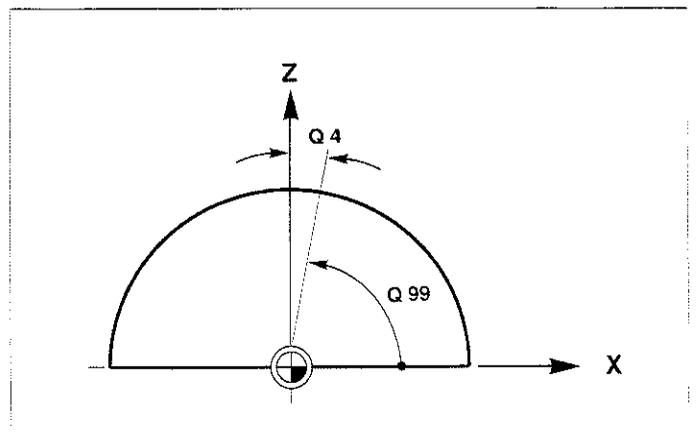


Für die Festlegung der nächsten Geraden wird der Winkel Q99 reduziert.

Ist der reduzierte Winkel kleiner als 0°, sind die Berechnungen hinfällig. In diesem Fall erfolgt ein Sprung auf LBL 20.

```

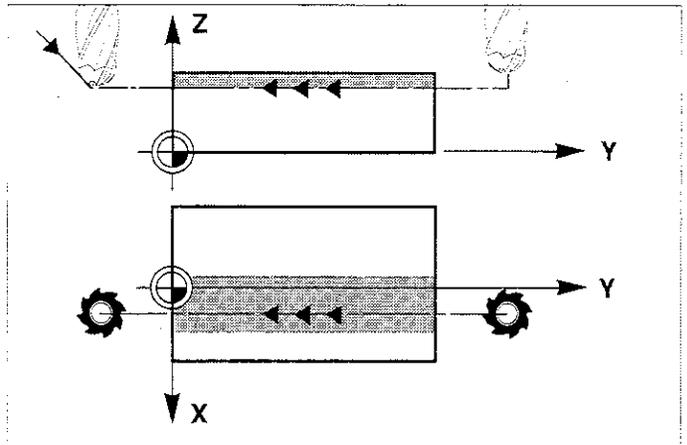
24  FN  2   : Q99 = +Q99
      - +Q4
25  FN  12  : IF +Q99
      LT +0,000      GOTO LBL 20
26  CALL LBL 10  REP
    
```



Anfahren der Startposition für den nächsten Abzeilvorgang (Satz 27). Abzeilen in Gegenrichtung entlang einer Geraden (Satz 28). Positionieren des Werkzeugs im Sicherheitsabstand zum Werkstück (Satz 29).

```

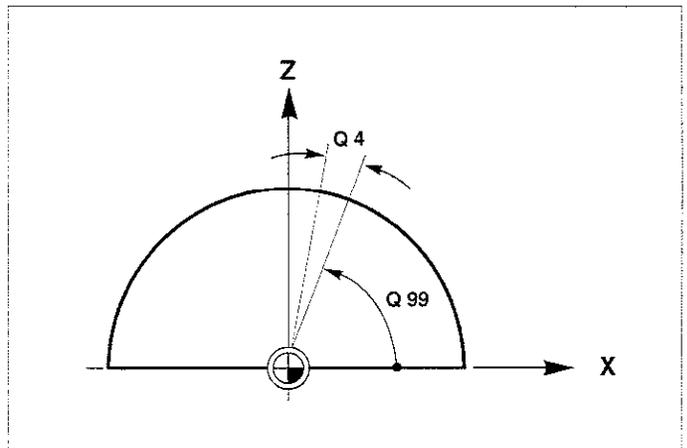
27 L X+Q11          Z+Q31
    R F15999 M
28 L Y+0,000
    R F1000 M
29 L Y-Q51
    R F15999 M
  
```



Erneute Reduzierung des Winkels Q99 für den nächsten Abzeilvorgang.

```

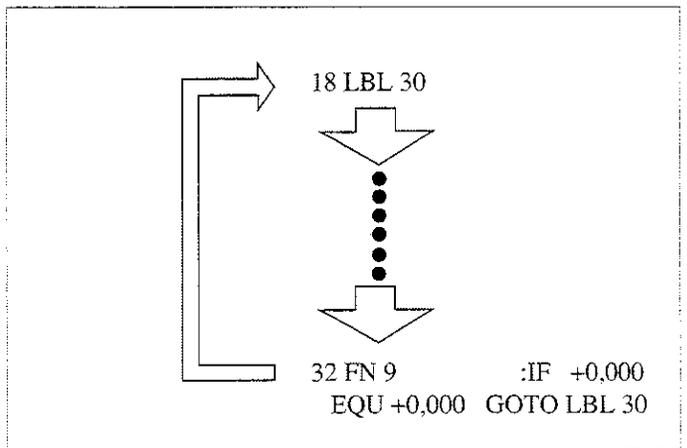
30 FN 2 : Q99 = +Q99
        - +Q4
31 FN 12 : IF +Q99
        LT +0,000      GOTO LBL 20
  
```



Für die nächsten Abzeilvorgänge verwendet man die Sätze 18 bis 32 mit jeweils neu berechneten Werten für das Positionieren des Werkzeugs. Dazu ist ein Rücksprung auf die Sprungmarke LBL 30 in Satz 18 notwendig. Diesen Rücksprung kann man nicht mit CALL LBL programmieren, da ein Unterprogramm nicht aus sich selbst heraus, sondern nur aus einem Haupt- oder einem anderen Unterprogramm aufgerufen werden kann. Deshalb verwendet man hier eine Wenn/ Dann-Sprunganweisung, deren Sprung-Voraussetzung immer zutrifft.

```

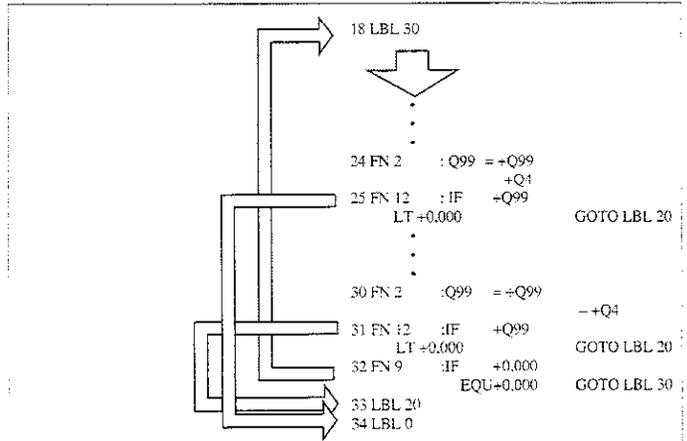
32 FN 9 : IF +0,000
    EQU +0,000      GOTO LBL 30
  
```



Ist der Winkel Q99 nach etlichen Abzeilvorgängen kleiner als 0°, wird der Sprung auf die Sprungmarke LBL 20 in Satz 33 ausgeführt. LBL 0 in Satz 34 dient zum Abschluß des Unterprogramms LBL 30.

```

33 LBL 20
34 LBL 0
  
```



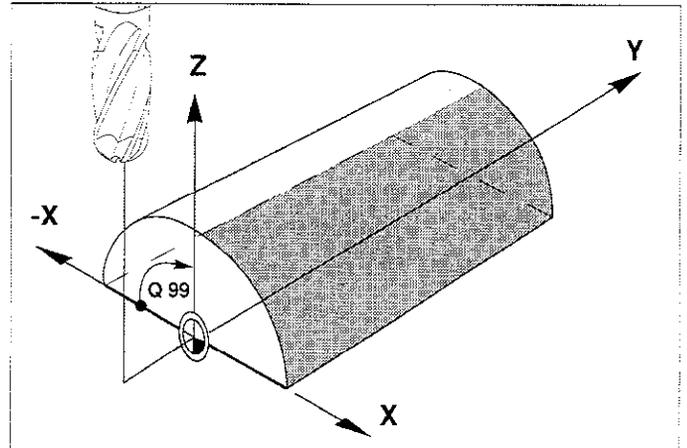
# Parameter-Programmierung

## Ziehstempel fräsen

### Beispiel Zylinder-Hälfte

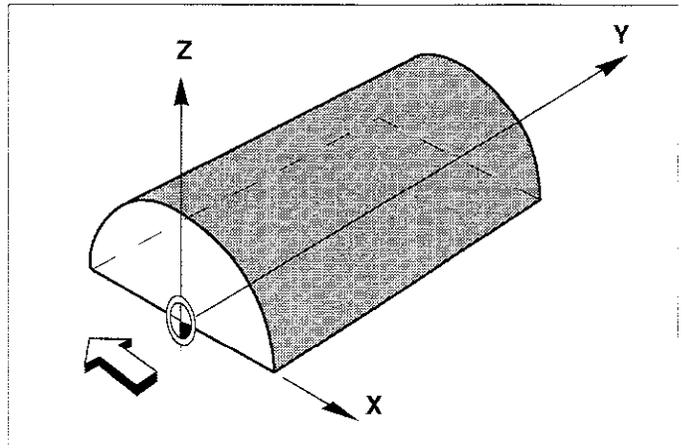
Zum Fräsen des zweiten Zylinder-Viertels werden die Vorzeichen aller X-Koordinaten mit dem Zyklus "Spiegeln" vertauscht und das Unterprogramm LBL 30 wird erneut aufgerufen. Vorher muß das Werkzeug die Ausgangs-Position einnehmen; die Anweisungen dafür stehen im Unterprogramm LBL 1. Ebenso muß der Winkel Q99 wieder den Anfangswert Q3 annehmen.

```
35 CALL LBL 1 REP
36 FN 0 : Q99 = +Q3
```



Definition des Zyklus Spiegeln, Vorzeichenwechsel aller X-Werte. Die Zyklus-Definition ist zugleich Zyklus-Aufruf. Anschließend erfolgt der Aufruf des Unterprogramms LBL 30, in dem alle Werkzeugbewegungen berechnet und durchgeführt werden.

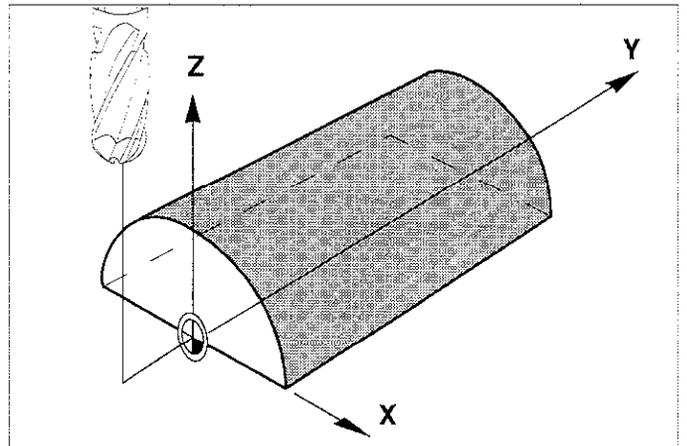
```
37 CYCL DEF 8.0 SPIEGELN
38 CYCL DEF 8.1 X
39 CALL LBL 30 REP
```



Aufheben des Zyklus Spiegeln (Satz 40 und 41), Anfahren der Ausgangs-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programmlauf-Halt und Rücksprung zum Programmmanfang (M02). Mit M02 werden alle Parameter wieder auf Null gesetzt.

```
40 CYCL DEF 8.0 SPIEGELN
41 CYCL DEF 8.1
42 CALL LBL 1 REP
43 STOP
```

M02



# Notizen

## Parameter-Liste

Q1 = Grundkreis-Radius

Q2 = Zylinder-Länge

Q3 = Anfangswinkel

Q4 = Winkelschritt

Q5 = Sicherheitsabstand in Y

Q99 = Winkel beim Abzeilen

Q108 = Werkzeug-Radius (automatisch belegt)

Q10 =  $\cos Q99$

Q30 =  $\sin Q99$

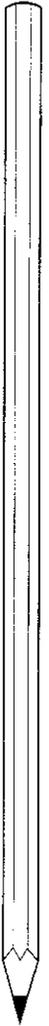
Q15 = Radius der Werkzeug-Mittelpunktsbahn

Q11 = Werkzeug-Mittelpunkts-Koordinate in X

Q31 = Werkzeug-Mittelpunkts-Koordinate in Z

Q51 = Start-Koordinate in Y (vorne)

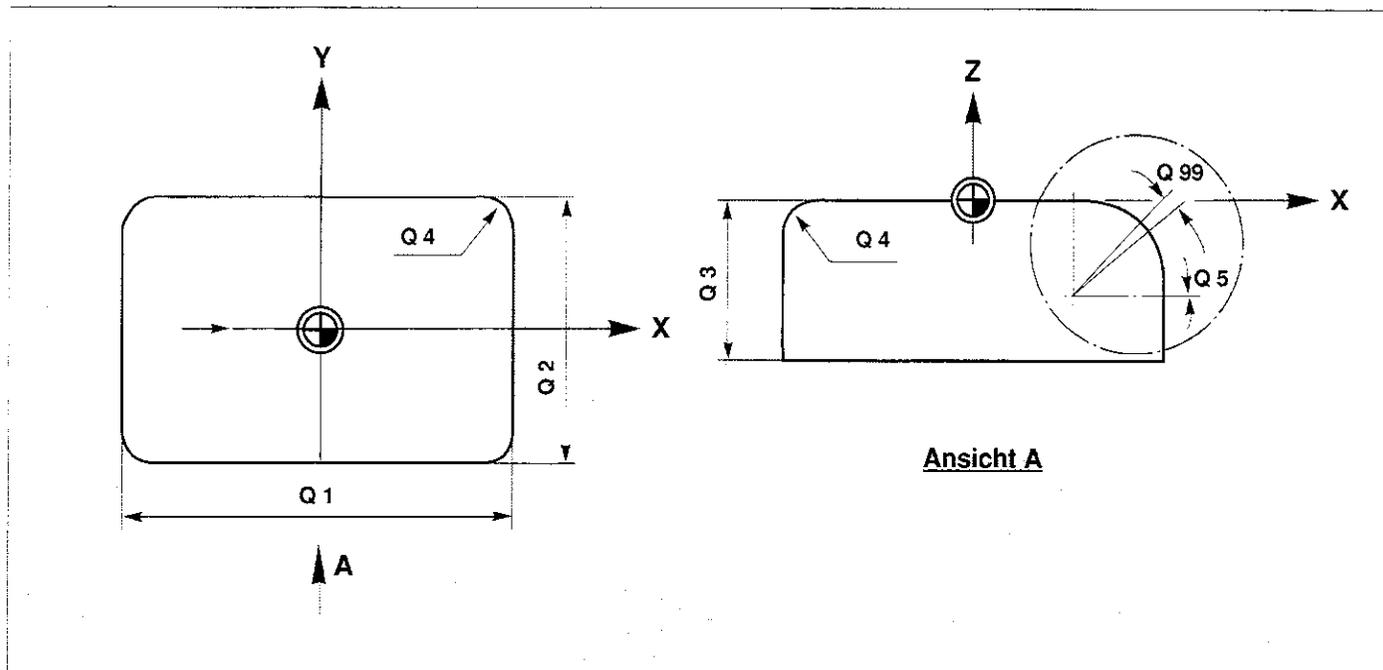
Q59 = Start-Koordinate in Y (hinten)



# Parameter-Programmierung

Ziehstempel fräsen

Beispiel abgerundeter Quader



Werkstoff: Aluminium  
Roh-Maße: 80mm x 52mm x 30mm  
Werkzeug: Schrupp-/Schlicht-Fräser Ø 10mm,  
6 Schneiden

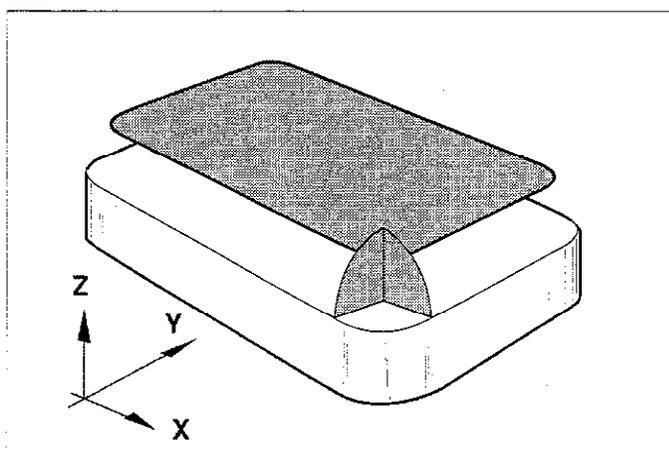
Q1 = 75	(Länge)
Q2 = 50	(Breite)
Q3 = 30	(Höhe)
Q4 = 15	(Radius)
Q5 = 0°	(Anfangswinkel)
Q6 = 4	(Sicherheits-Abstand)
Q7 = 1890,000	(Vorschub im mm/min)
Q99 = 5°	(Winkelschritt)

## Vorgehen

Für die Programmerstellung wird der Quader in einzelne Schichten parallel zur X, Y-Ebene zerlegt. Jede Schicht hat eine rechteckförmige Kontur. Die Kontur ist über ihre 4 Eckpunkte definiert, wobei alle Ecken mit RND abgerundet werden.

Die Koordinaten der Eckpunkte und der Rundungsradius sind abhängig von der Höhenkoordinate Z und unterscheiden sich von Schicht zu Schicht.

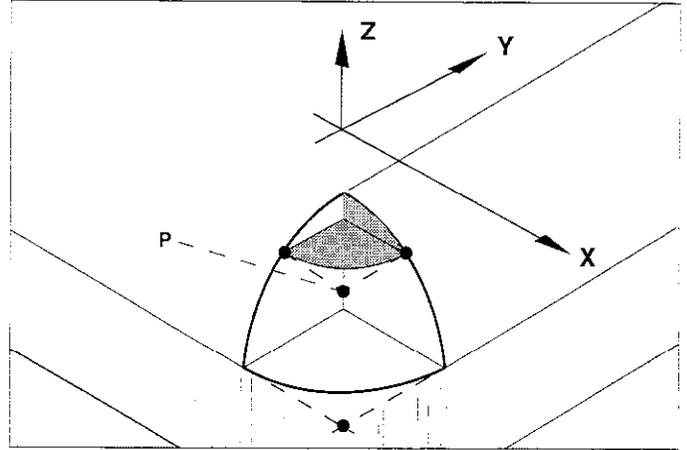
Innerhalb des Programms werden daher für jede Z-Koordinate die Koordinaten X und Y für die Eckpunkte und der jeweilige Rundungsradius berechnet.



## Geometrie

In der Z, X-Schnittebene und der X, Y-Schnittebene stellen sich die abgerundeten Kanten der Quader-Oberseite als Viertelkreise dar.

Aus den Schnittebenen erhält man bei bekanntem Winkel Q98 die Koordinaten für den **Eckpunkt P**:



Wert für

**Z-Koordinate: Q33**

$$Q33 = Q4 - Q32 \text{ mit}$$

$$Q32 = Q4 * \sin Q98$$

Wert für

**X-Koordinate Q13**

$$Q13 = Q10 + Q12 \text{ mit}$$

$$Q10 = 1/2 Q1 - Q4 \text{ und}$$

$$Q12 = Q4 * \cos Q98$$

Wert für

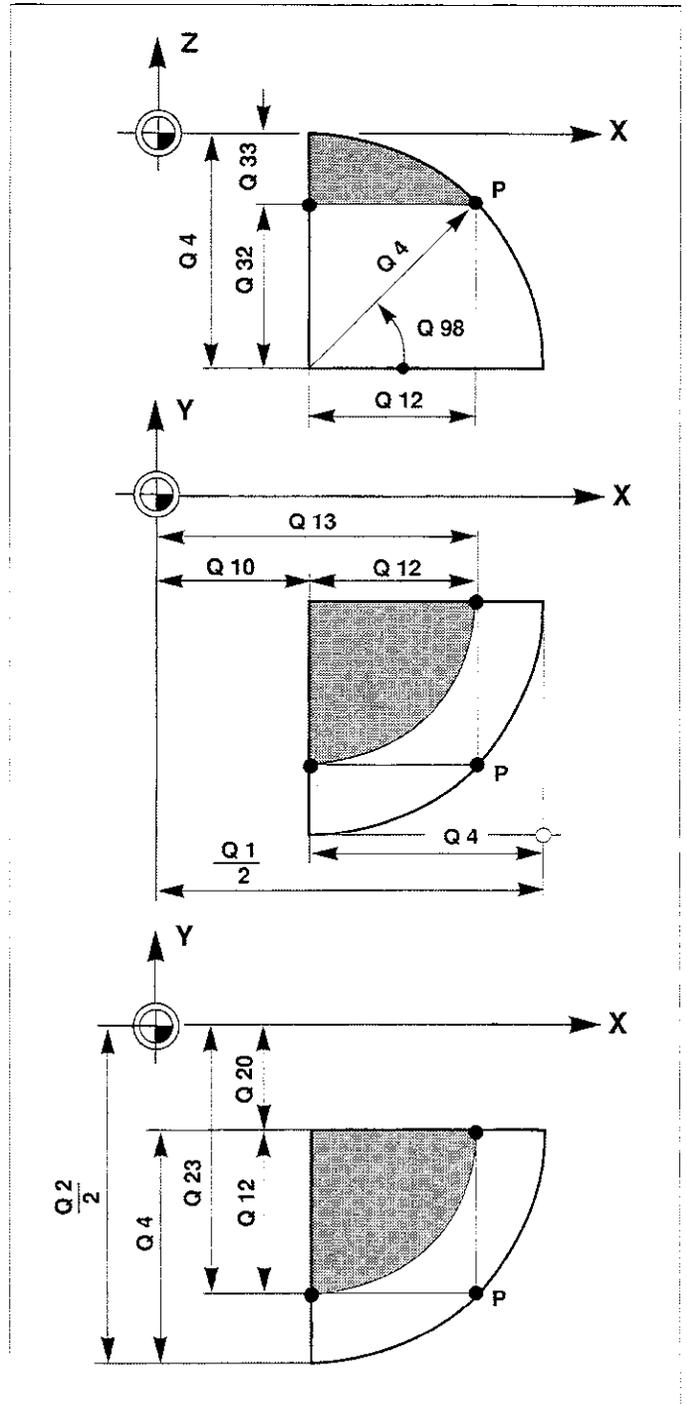
**Y-Koordinate Q23**

$$Q23 = Q20 + Q12 \text{ mit}$$

$$Q20 = 1/2 Q2 - Q4$$

Für den Anfangswinkel  $Q98 = Q5 (=0^\circ)$  ist der Z-Wert Q33 gleich dem Radius Q4, der X-Wert gleich der halben Seitenlänge Q1 und der Y-Wert gleich der halben Quaderbreite Q2.

Erhöht man den Winkel Q98 jeweils um einen kleinen Winkelschritt bis zum Wert  $Q98 = 90^\circ$ , so "wandern" die Eckpunkte auf einer Kreisbahn mit dem Radius Q4. Es entsteht eine Stufenform, abhängig vom Winkelschritt Q99. Rundet man die Ecken innerhalb jeder Schicht mit dem Rundungsradius Q12 ab, so erhält man die gewünschte Quaderform. Je kleiner der Winkelschritt Q99, desto genauer werden Form-Genauigkeit und Oberflächengüte.

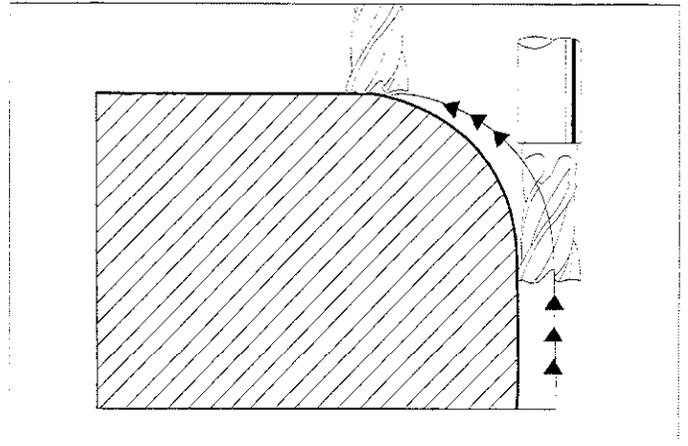




Rohteil-Abmessungen für die Bearbeitungs-Simulation mit der Bildschirm-Grafik. Bei der Bearbeitung wird ein zylindrischer Schaftfräser verwendet.

```

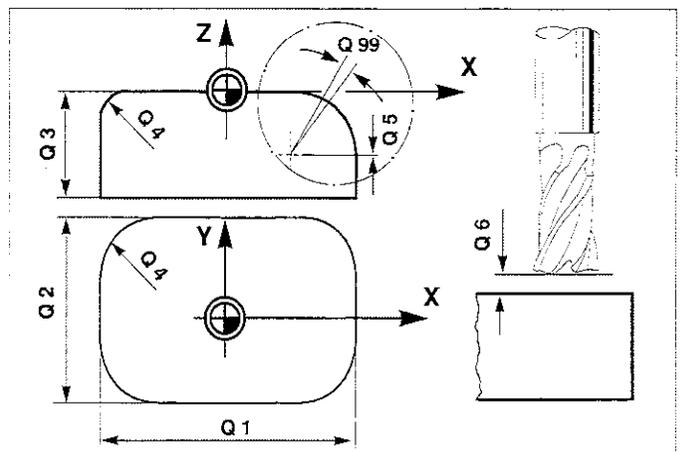
0   BEGIN   PGM 730      MM
..  BLK    FORM 0.1     Z  X-40,000
      Y-26,000          Z-30,000
..  BLK    FORM 0.2     X+40,000
      Y+26,000          Z+0,000
  
```



Parameter-Definitionen zur Quader-Geometrie (Satz 1 bis 8). Unter dem Parameter Q6 ist der Sicherheits-Abstand des Werkzeugs zum Werkstück abgelegt. Parameter Q7 steht für den Vorschub.

```

1   FN 0    : Q1 = +75,000
2   FN 0    : Q2 = +50,000
3   FN 0    : Q3 = +30,000
4   FN 0    : Q4 = +15,000
5   FN 0    : Q5 = +0,000
6   FN 0    : Q6 = +4,000
7   FN 0    : Q7 = +1890,000
8   FN 0    : Q99 = +5,000
  
```



Aufruf des Werkzeugs Nr. 0. Anfahren der Werkzeugwechsel-Position im Eilgang (als Unterprogramm LBL 1 definiert).

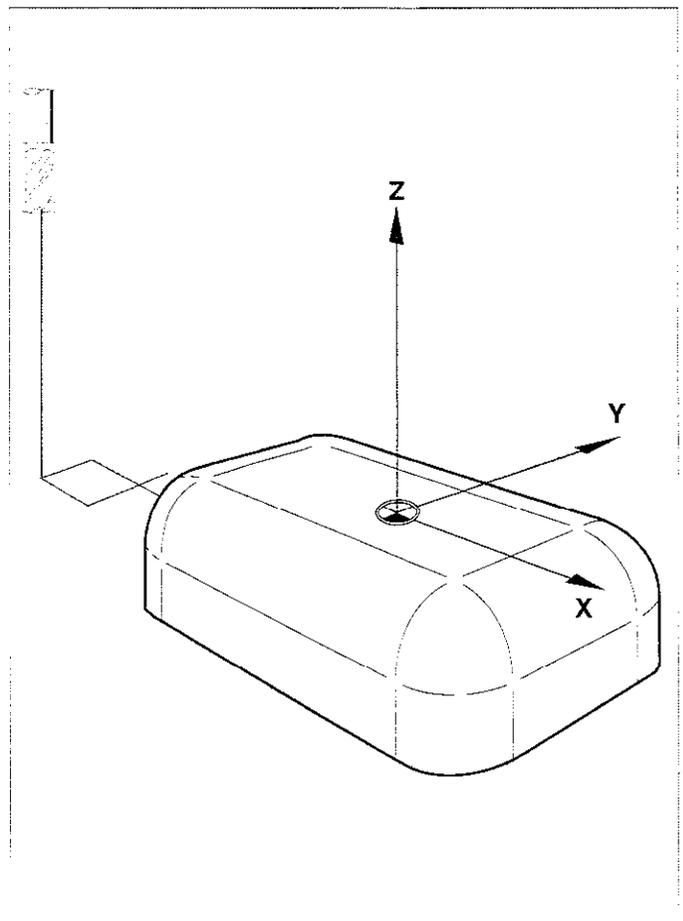
```

9   LBL 1
10  TOOL CALL 0      Z
      S
11  L   Z+100,000
      R F15999 M09
12  L   X-100,000   Y-100,000
      R0 F M05
13  LBL 0
  
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs Nr. 37.

```

14  TOOL DEF 37      L+0,000
      R+5,000
15  STOP
      M06
16  TOOL CALL 37     Z
      S 3150,000
  
```



# Parameter-Programmierung

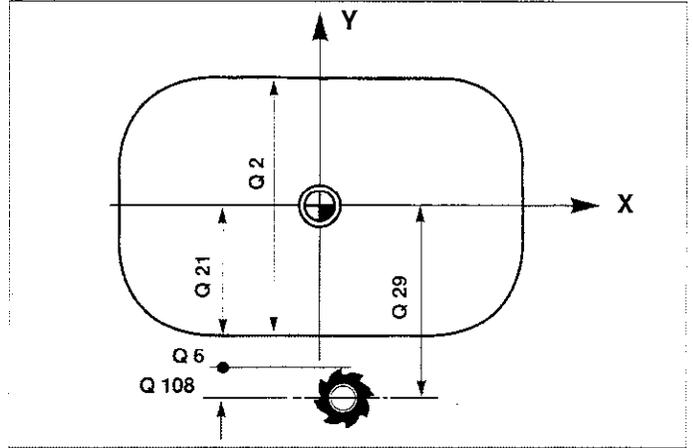
## Ziehstempel fräsen

### Beispiel abgerundeter Quader

Festlegung des Parameters Q29 für die Y-Koordinate der Ausgangs-Position. Das Werkzeug soll in Y vor dem Werkstück im Sicherheits-Abstand positioniert werden. Der Fräserradius wird mit TOOL CALL automatisch in Parameter Q108 abgelegt.

```

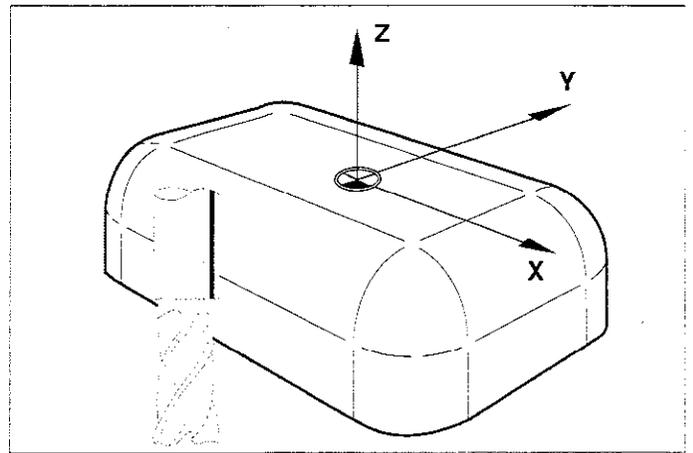
17 FN 4 : Q21 = +Q2
          DIV +2,000
18 FN 1 : Q29 = +Q21
          + +Q108
19 FN 1 : Q29 = +Q29
          + +Q6
    
```



Zustellen des Werkzeugs im Eilgang zur Ausgangs-Position.

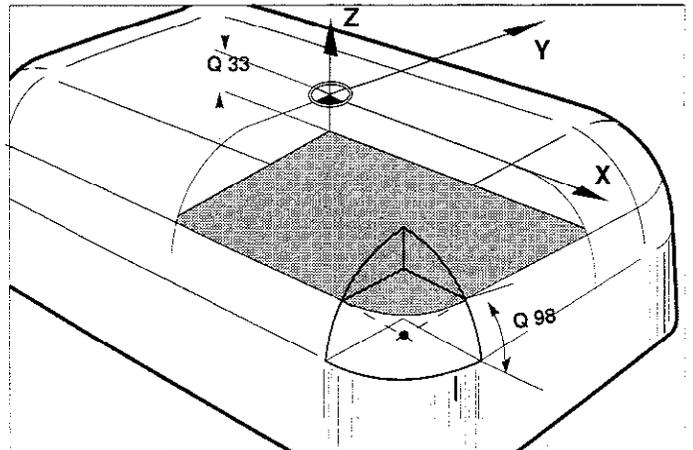
```

20 L Z+Q6
          R F15999 M
21 L X+0,000
          Y-Q29
          R0 F M
22 L Z-Q3
          R F M
    
```



Die folgenden Zielpunkt-Koordinaten für das Fräsen des Quaders sind abhängig vom variablen Winkel Q98. Für jeden neuen Winkel Q98 erfolgt eine Berechnung der Parameter Q13 (X-Koordinate), Q23 (Y-Koordinate) und Q33 (Z-Koordinate). Die entsprechenden Parameter-Definitionen stehen daher in einem Unterprogramm.

Innerhalb der Berechnungen gibt es Parameter-Gleichungen, die unabhängig vom Winkel Q98 sind und einen für die nachfolgenden Berechnungen immer gleichbleibenden Wert annehmen. Um Rechenzeit zu sparen, programmiert man diese Berechnungen außerhalb des Unterprogramms.

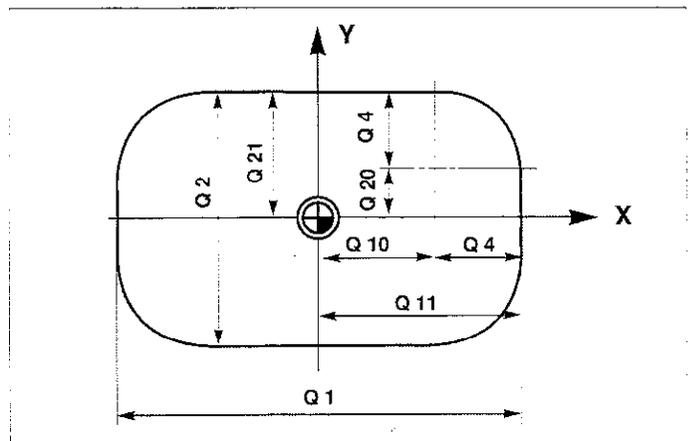


Festlegen der Parameter, die unabhängig vom variablen Winkel Q98 sind.

Parameter Q10 und Q11 für die X-Werte,  
Parameter Q20 und Q21 (s. Satz 17) für die Y-Werte.

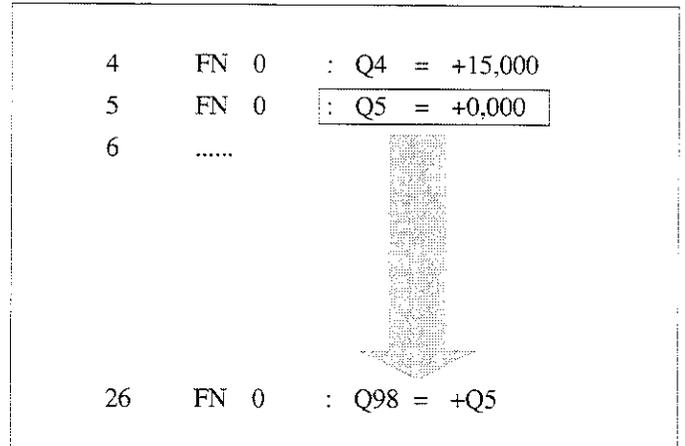
```

23 FN 4 : Q11 = +Q1
          DIV +2,000
24 FN 2 : Q10 = +Q11
          - +Q4
25 FN 2 : Q20 = +Q21
          - +Q4
    
```



Zuweisung des Anfangswertes für den Winkel Q98.  
Anschließend erfolgt ein Unterprogramm-Aufruf  
LBL 10, in dem die Parameter für die X-, Y- und Z-Koor-  
dinaten der Quader-Eckpunkte berechnet werden.

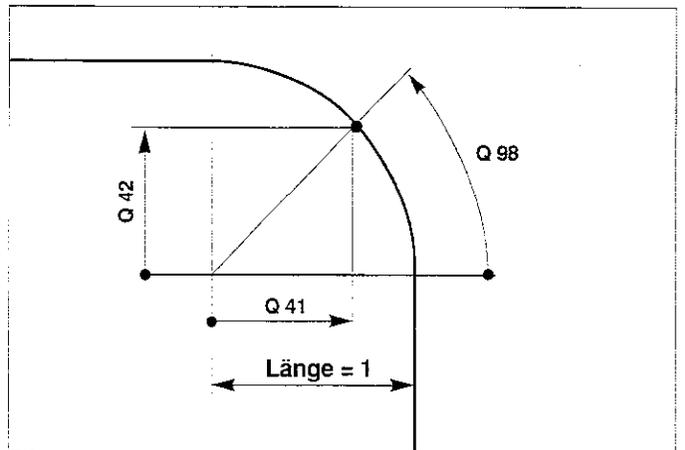
```
26 FN 0 : Q98 = Q5
27 LBL 40
28 CALL LBL 10 REP
```



Die Berechnung der Parameter Q13, Q23 und Q33 erfolgt  
in mehreren Teilschritten.

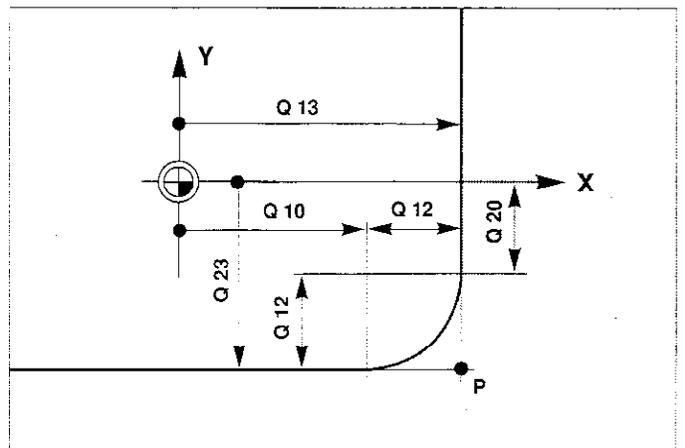
Zuerst die Berechnung der Winkel-Funktionen:

```
47 LBL 10
48 FN 7 : Q41 = COS +Q98
49 FN 6 : Q42 = SIN +Q98
```



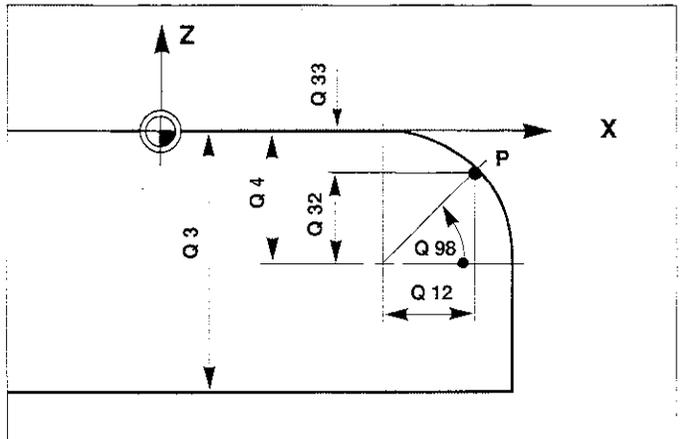
Dann die Berechnungen mit den aus Satz 48 und 49  
erhaltenen Zwischenergebnissen für die X- und Y-Koordi-  
nate:

```
50 FN 3 : Q12 = Q4
      * +Q41
51 FN 1 : Q13 = +Q10
      + +Q12
52 FN 1 : Q23 = +Q20
      + +Q12
```



Und für die Z-Koordinate.

```
53 FN 3 : Q32 = Q4
      * +Q42
54 FN 2 : Q33 = +Q4
      - +Q32
55 LBL 0
```



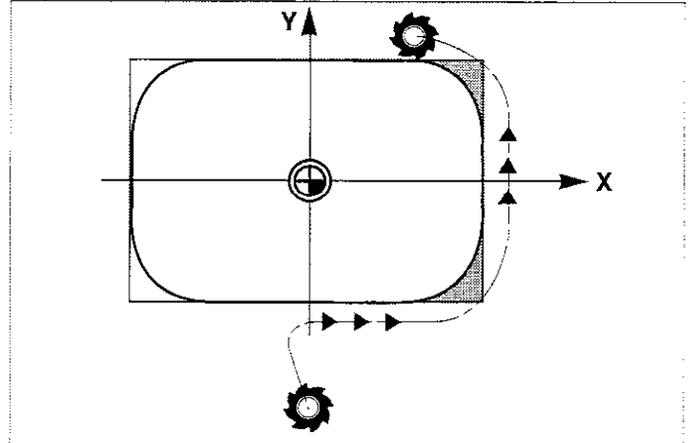
# Parameter-Programmierung

## Ziehstempel fräsen

### Beispiel abgerundeter Quader

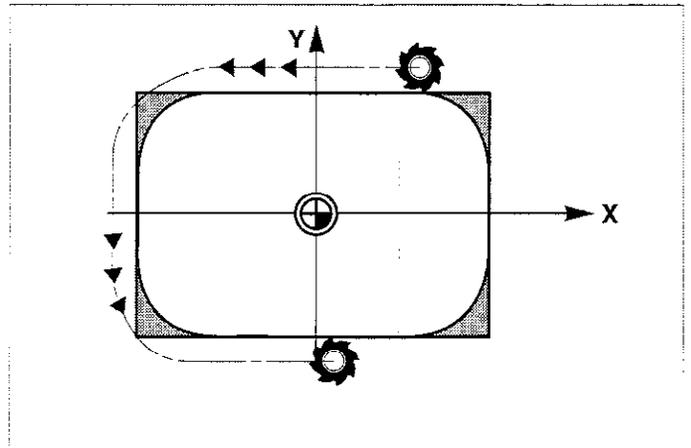
Tangentiales Anfahren der Kontur (Satz 21, 29 und 30) und Fräsen der ersten Quader-Hälfte.

29	L	X+0,000	Y-Q23		
			RR FQ7	M13	
30	RND	R1,000	F		
31	L	X+Q13	R F	M	
32	RND	RQ12	F		
33	L	Y+Q23	R F	M	
34	RND	RQ12	F		



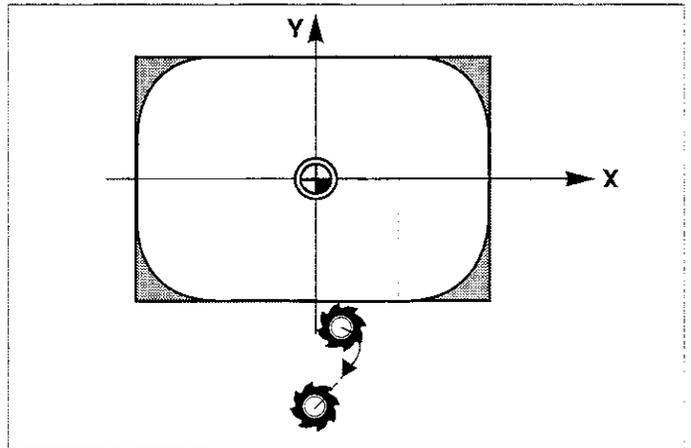
Fräsen der zweiten Quader-Hälfte.

35	L	X-Q13	R F	M	
36	RND	RQ12	F		
37	L	Y-Q23	R F	M	
38	RND	RQ12	F		
39	L	X+5,000	RR F	M	



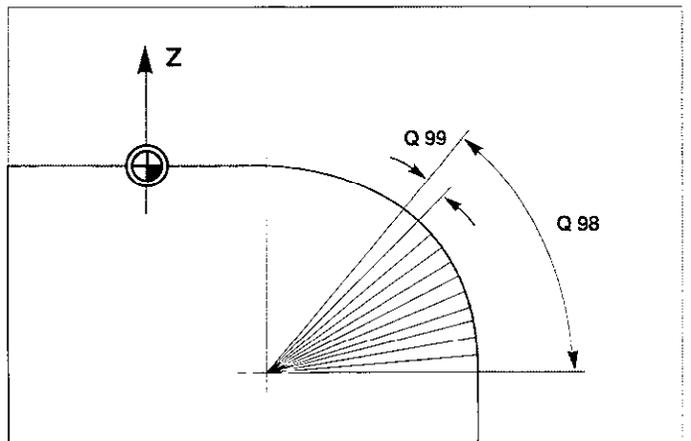
Tangentiales Verlassen der Kontur, Zustellen des Werkzeugs auf die nächste über Parameter-Rechnung festgelegte Höhen-Position.

40	RND	R1,000	F		
41	L	X+0,000	Y-Q29	R0 F15999	M
42	L	Z-Q33	R F	M	



Zur Festlegung der Kontur für die nächste Schicht wird der Winkel Q98 erhöht.

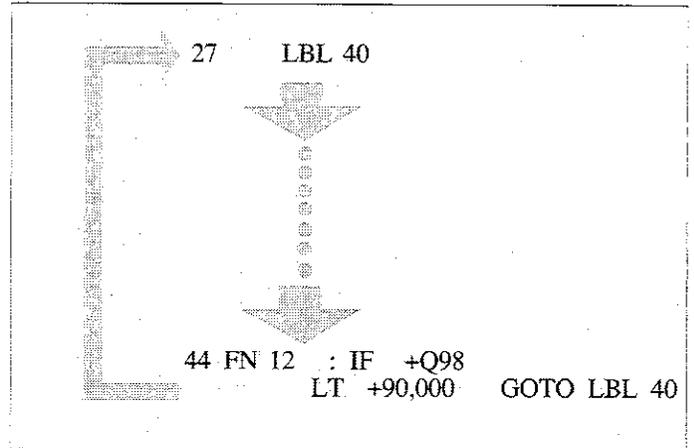
43	FN 1	: Q98 = +Q98			
		+ +Q99			



Nimmt der Winkel Q98 einen Wert kleiner als 90° an, erfolgt ein Sprung auf LBL 40. Anschließend folgt eine neue Berechnung und das Fräsen der nächsten Schicht.

```

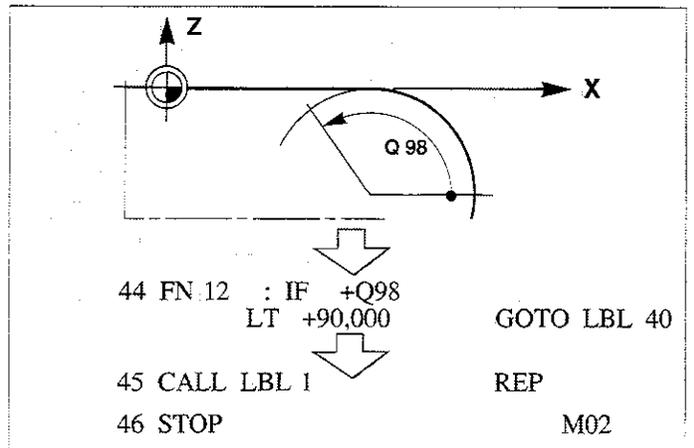
44  FN 12  : IF  +Q98
      LT +90,000      GOTO LBL 40
  
```



Nimmt der Winkel Q98 einen Wert größer als 90° an, ist die Bearbeitung beendet. Aufruf des Unterprogramms LBL 1 zum Freifahren des Werkzeugs mit anschließendem Programmablauf-Halt. (M02: Rücksprung zum Programm-Beginn und Rücksetzen aller Parameter auf Null.)

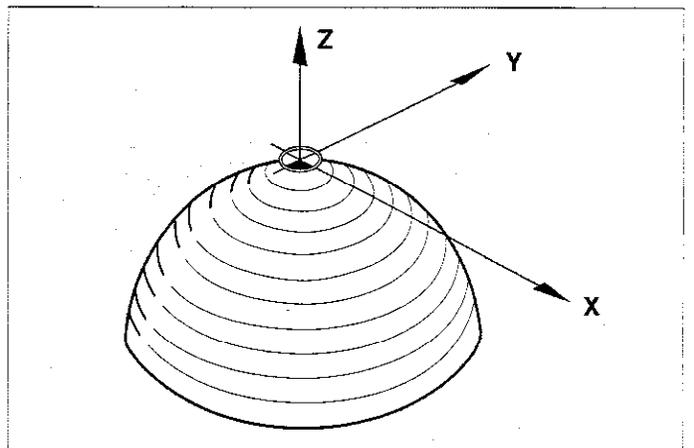
```

45  CALL LBL 1  REP
46  STOP
      M02
  
```



Mit diesem Programm kann man ebenso eine Halbkugel fertigen. Für die Parameter Q1 bis Q4 sind dann beispielsweise folgende Werte einzusetzen:

Q1 = 50 (Länge wird zum Durchmesser)  
 Q2 = 50 (Breite wird zum Durchmesser)  
 Q3 = 25 (Höhe wird zum Radius)  
 Q4 = 25 (Radius der Ecken wird zum Kugel-Radius)



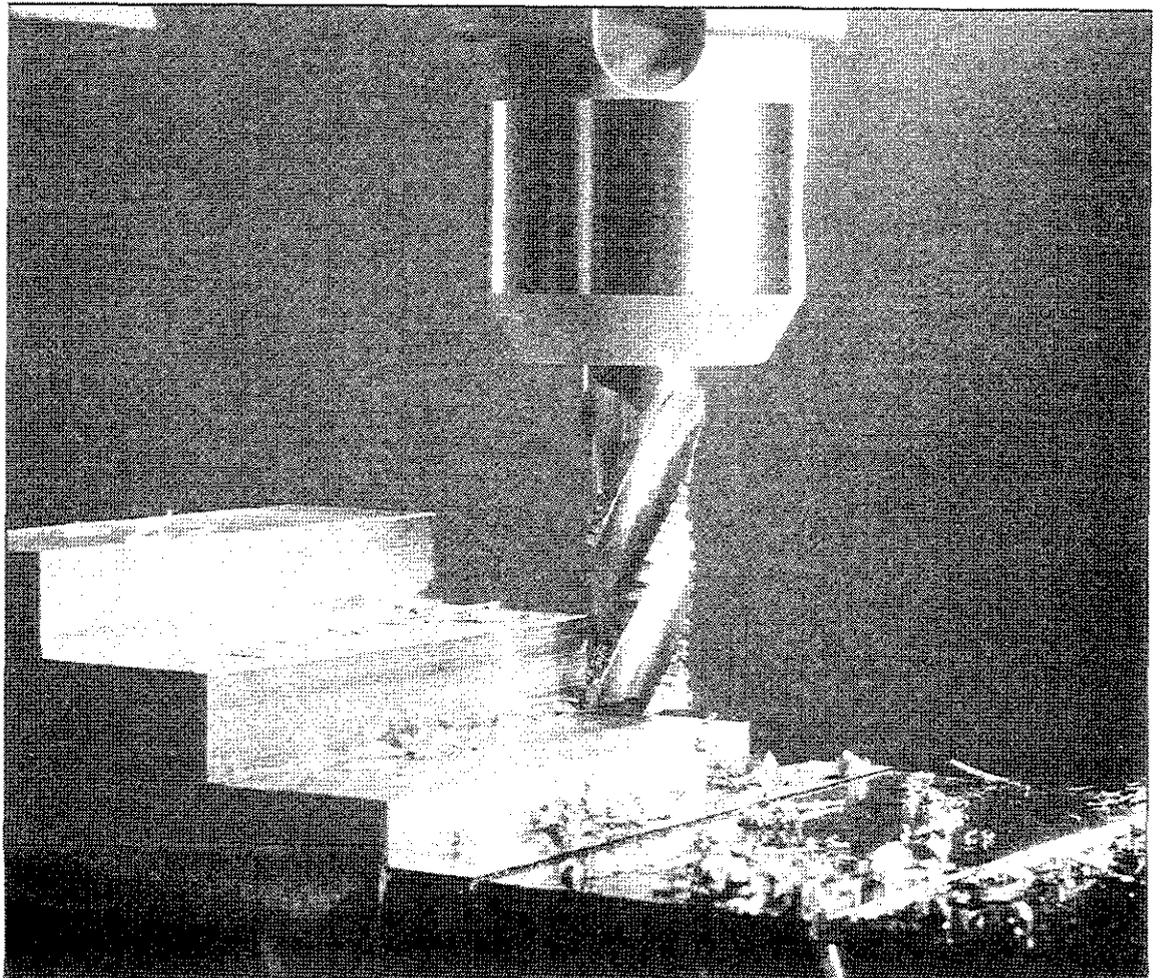


# TNC

Bahnsteuerungen

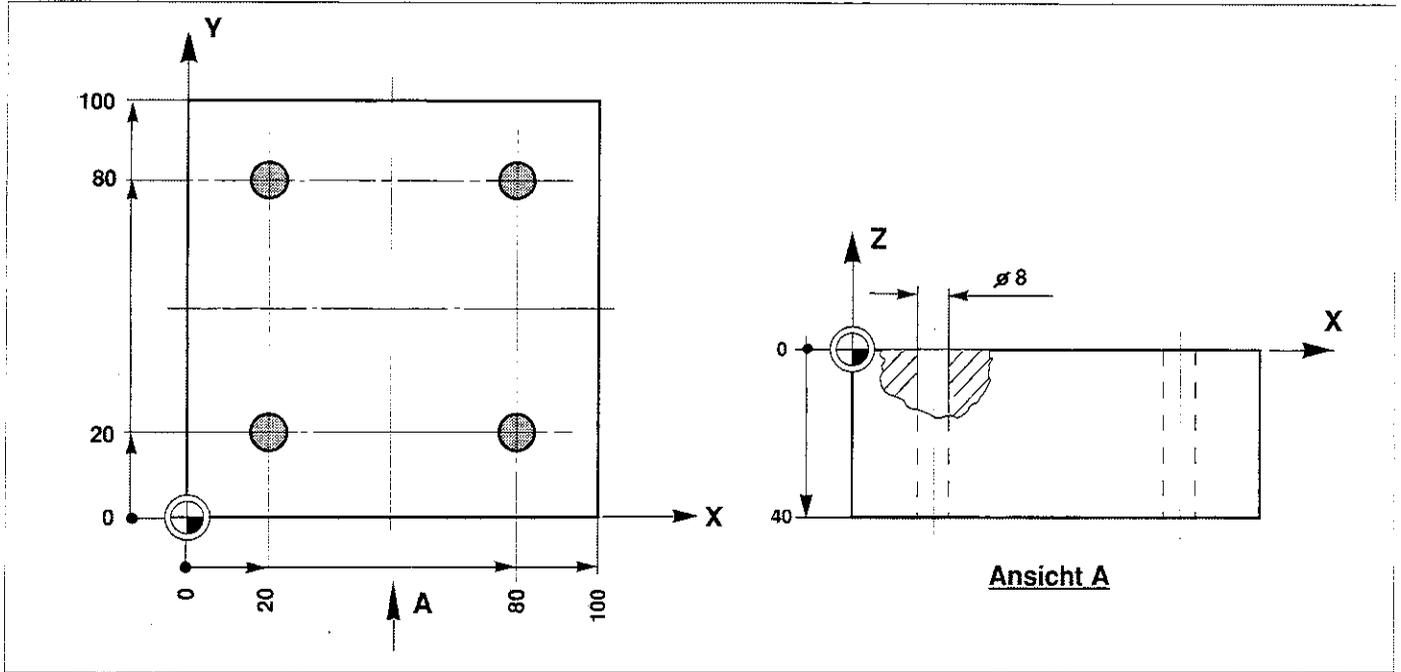
Frei programmierbare Zyklen  
Programm-Aufruf

PGM 810/9990 - PGM 820/9995



# Frei programmierbarer Zyklus (Programm-Aufruf)

## Tiefbohren mit Spanbrechen

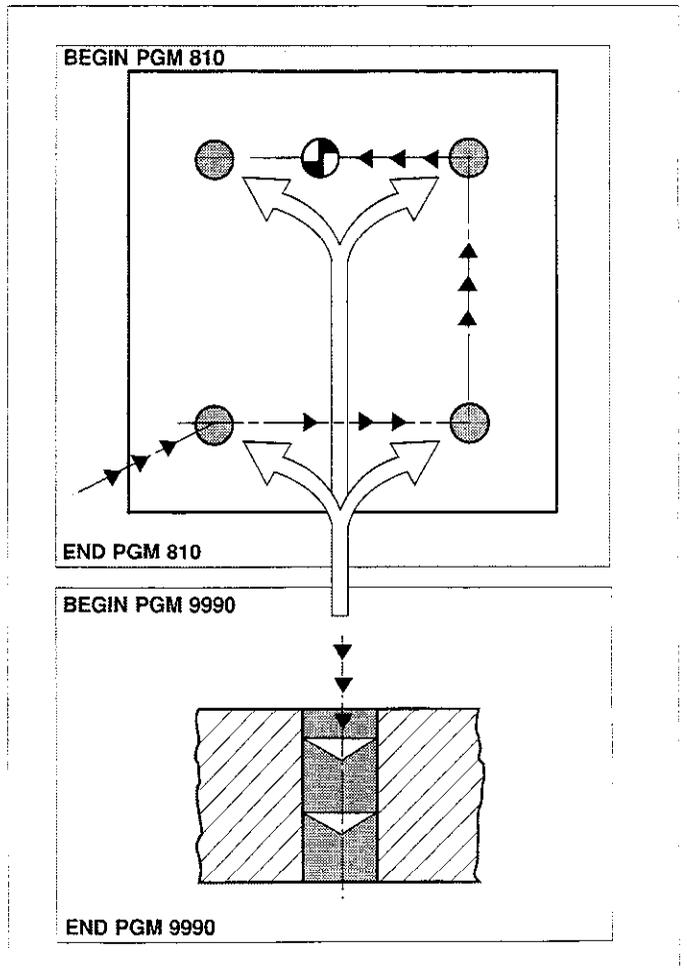


Werkstoff: Aluminium  
 Werkzeug: Spiralbohrer  $\varnothing$  8mm  
 Rohling-  
 Abmessungen: 100mm x 100mm x 40mm

- Q0 = 2 (Sicherheits-Abstand)
- Q1 = 43 (Bohrtiefe)
- Q2 = 12 (Zustell-Tiefe)
- Q3 = 3 (Abhebeweg)
- Q4 = 630 (Vorschub Tiefenzustellung)

### Vorgehen

Im Hauptprogramm PGM 810 fährt das Werkzeug nacheinander die in der Werkstück-Zeichnung festgelegten Bohr-Positionen an. Nach Erreichen jeder Position erfolgt ein Aufruf des Programms PGM 9990, in dem das Tiefbohren mit Vorschub-Halt über Parameter-Berechnungen definiert ist. Da vier Bohrungen gefertigt werden müssen, ist es vorteilhaft, das Programm 9990 als frei programmierbaren Zyklus (Zyklus 12) zu definieren. So kann der Zyklus nach Erreichen der jeweiligen Bohr-Position über die Zusatz-Funktion M99 satzweise aufgerufen werden.



Programm-Anfang des Hauptprogramms. Parameter-Definitionen für das Fertigen einer einzelnen Bohrung.

```

PGM 0 BEGIN PGM 810      MM
.. BLK FORM 0.1 Z X+0,000
   Y+0,000 Z-40,000
.. BLK FORM 0.2 X+100,000
   Y+100,000 Z+0,000
  
```

```

Q DEF 1 FN 0 : Q0 = +2,000
Q DEF 2 FN 0 : Q1 = +43,000
Q DEF 3 FN 0 : Q2 = +12,000
Q DEF 4 FN 0 : Q3 = +3,000
Q DEF 5 FN 0 : Q4 = +630,000
  
```

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL1) definiert.

```

LBL SET 6 LBL 1
TOOL CALL 7 TOOL CALL 0 Z
          S
L 8 L Z+100,000
R F15999 M09
L 9 L X-50,000 Y-50,000
R0 F M05
LBL SET 10 LBL 0
  
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs für das Bohren.

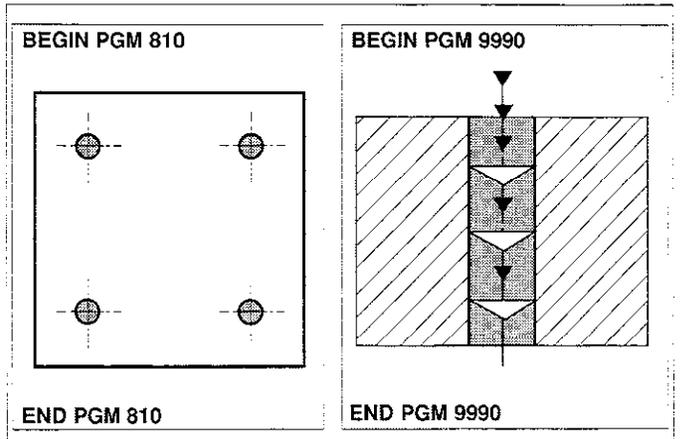
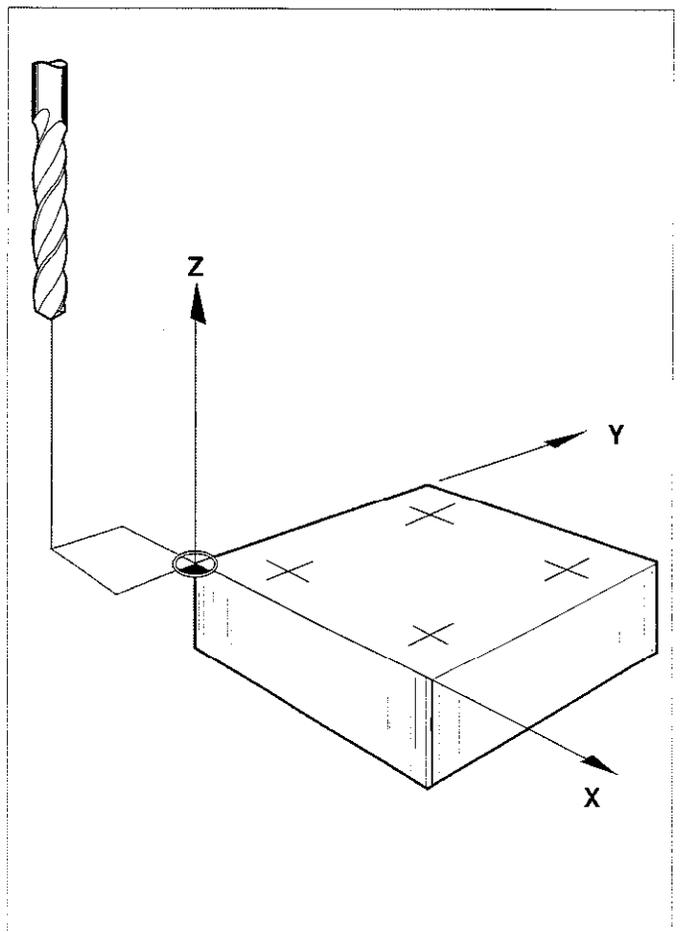
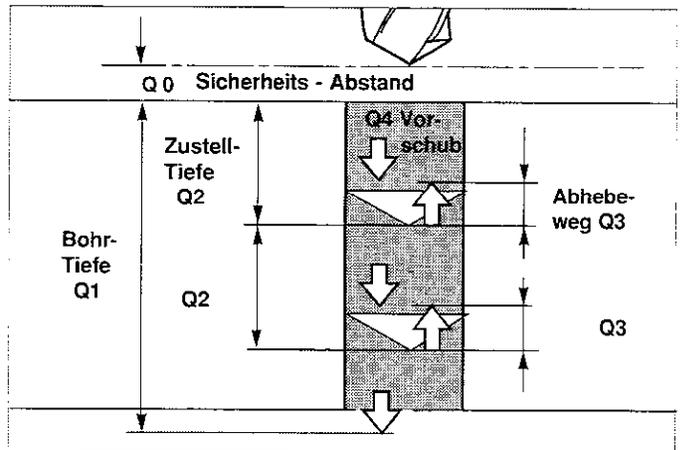
```

TOOL DEF 11 TOOL DEF 18 L+0,000
R+4,000
STOP 12 STOP
M06
TOOL CALL 13 TOOL CALL 18 Z
          S 3150,000
  
```

Zyklus-Definition für den Programm-Aufruf. Das Programm Nr. 9990 beschreibt das Tiefbohren mit Vorschub-Halt (Erläuterung siehe Seite 142). Dieses Programm kann als Bearbeitungs-Zyklus satzweise aufgerufen werden.

```

CYCL DEF 14 CYCL DEF 12.0 PGM CALL
15 CYCL DEF 12.1 PGM 9990
  
```

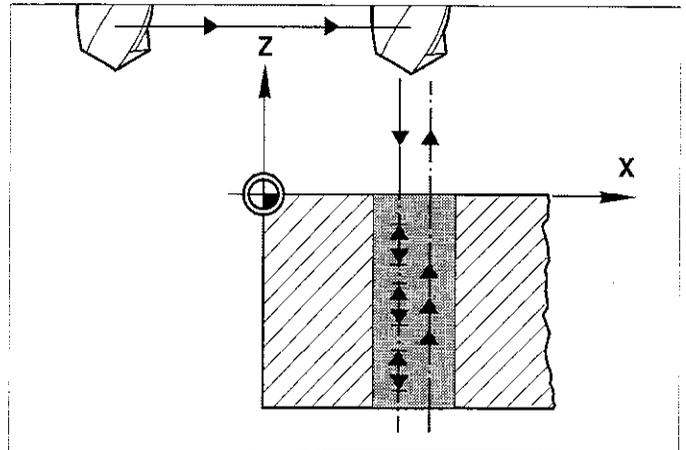


# Frei programmierbarer Zyklus (Programm-Aufruf)

## Tiefbohren mit Spanbrechen

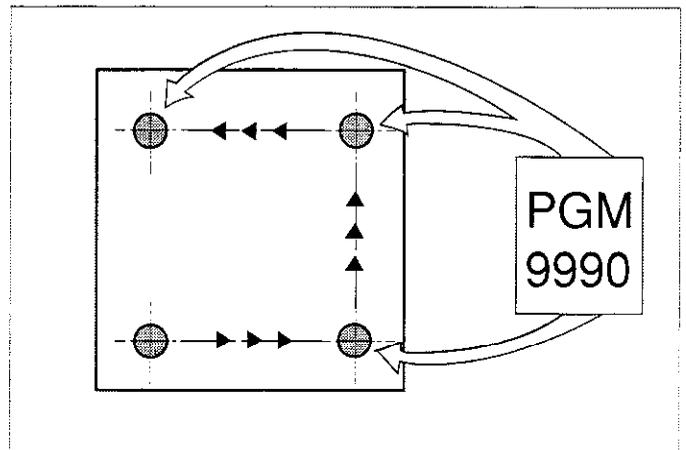
Vor jedem Zyklus-Aufruf muß sich das Werkzeug auf der richtigen Position befinden. Zuerst Anfahren der ersten Bohrposition, dann Positionierung in Z auf Sicherheitsabstand. Aufruf des zuletzt definierten Zyklus am Ende des Positioniersatzes mit M99.

	17 L	X+20,000	Y+20,000		
				R	F M13
	18 L	Z+Q0		R	F15999 M99



Nach Ausführung des Zyklus fährt das Werkzeug die nächste Bohrposition an und führt den Zyklus erneut aus.

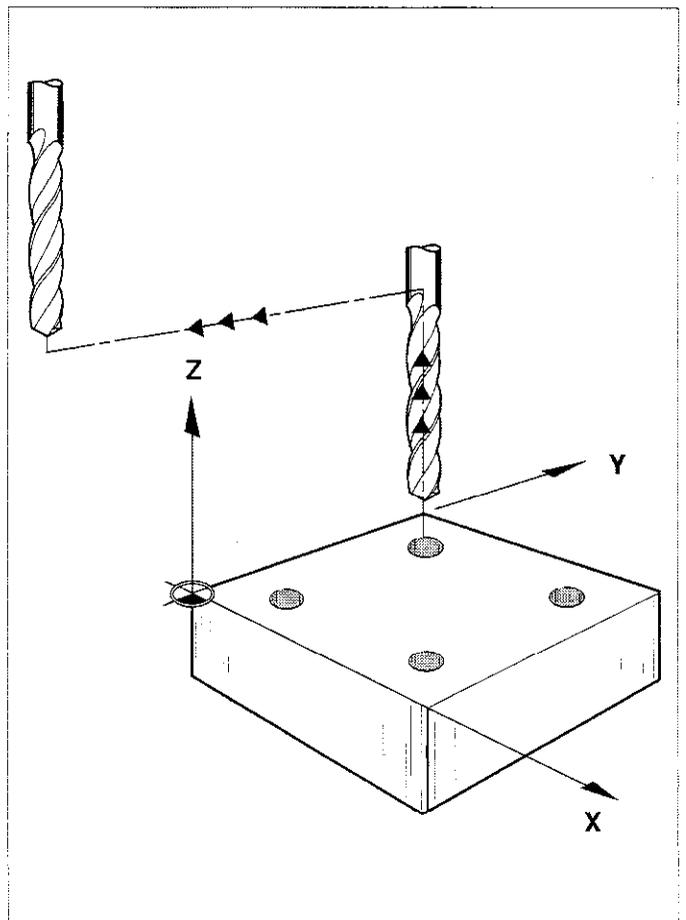
	18 L	X+80,000	Y+20,000		
				R	F M99
	19 L	X+80,000	Y+80,000		
				R	F M99
	20 L	X+20,000	Y+80,000		
				R	F M99



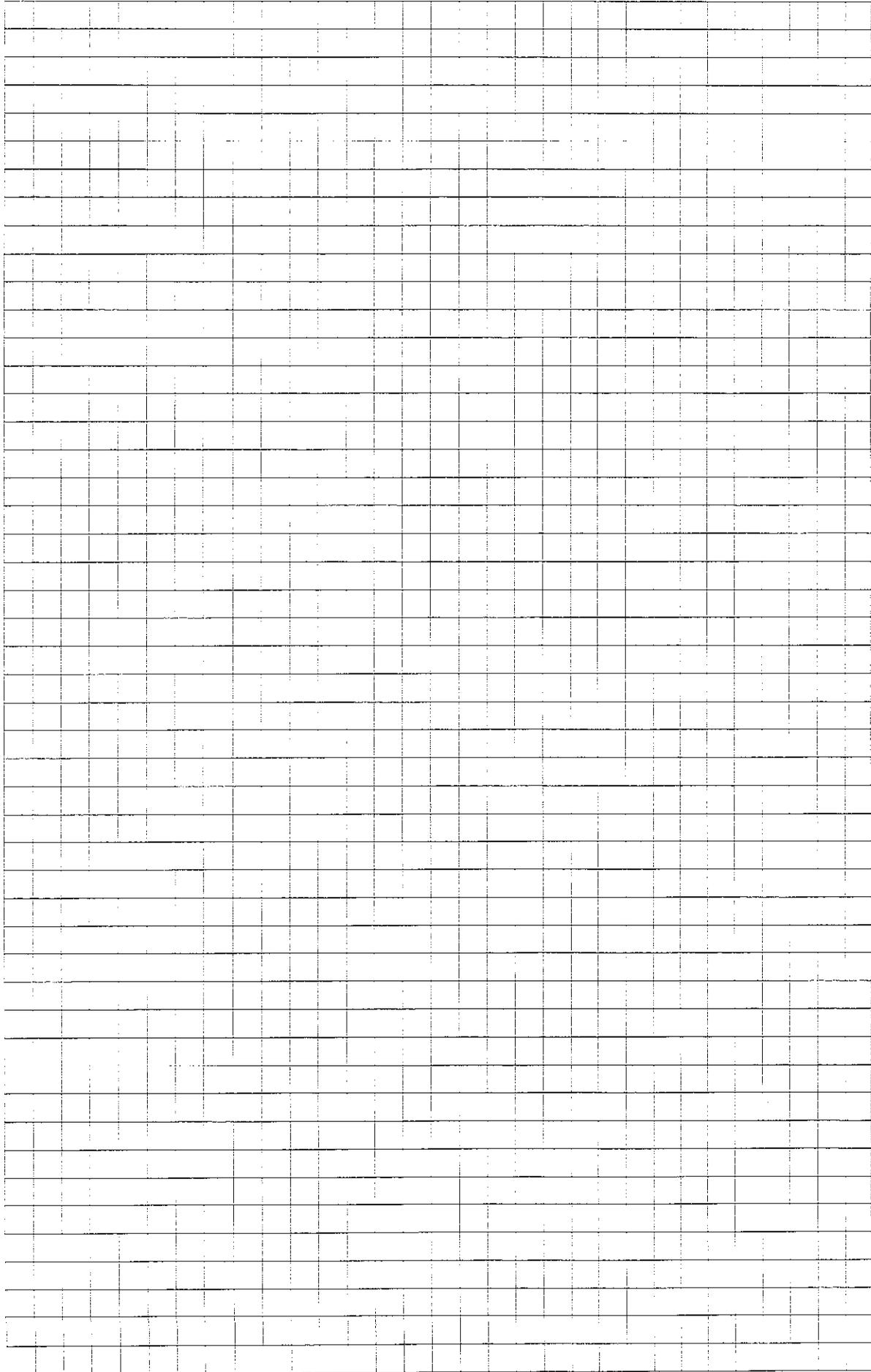
Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (LBL 1), Programm-Ende für das Hauptprogramm 810.

	21 CALL	LBL 1	REP		
	22 END	PGM 810		MM	

Hinweis: M99 ist satzweise wirksam und bewirkt den Aufruf des zuletzt definierten Zyklus am Satzende. Abhängig von Maschinenparametern kann stattdessen auch M89 verwendet werden. M89 ist modal wirksam, d.h. der Befehl wird einmal programmiert und von da an automatisch am Ende jedes Positioniersatzes ausgeführt. Löschen von M89 mit M99.



# Notizen



# Parameter-Programm

## Tiefbohren mit Spanbrechen

Im geschützten Programm 9990 erfolgt die Auswertung der Parameter Q0 bis Q4 und die Durchführung des Tiefbohrens. Für dieses Parameter-Programm grundsätzlich positive Parameterwerte verwenden.

- Q0 = (Sicherheits-Abstand)
- Q1 = (Bohrtiefe)
- Q2 = (Zustell-Tiefe)
- Q3 = (Abhebeweg)
- Q4 = (Vorschub Tiefenzustellung)

Der Parameter Q5 ist ein Hilfsparameter, der im weiteren Verlauf des Programms zu Berechnungen herangezogen wird. Er hat als Anfangswert den Wert der Zustelltiefe Q2.

Das Bohrwerkzeug fährt mit dem unter dem Parameter Q4 abgelegten Vorschub die Werkstück Oberfläche an.

```

PGM NR 0 BEGIN PGM 9990 MM P
Q DEF 1 FN 0 : Q5 = +Q2
Q DEF 2 L IZ-Q0
R FQ4 M
    
```

Die Sätze 3 und 4 überprüfen die Werte der Parameter Q1 (Bohrtiefe) und Q2 (Zustellung). Falls die Zustellung größer sein sollte als die Bohrtiefe, sind die Sätze 3 und 4 nicht erfüllt; die TNC gibt die im Satz 5 programmierte Fehlermeldung 100 aus.

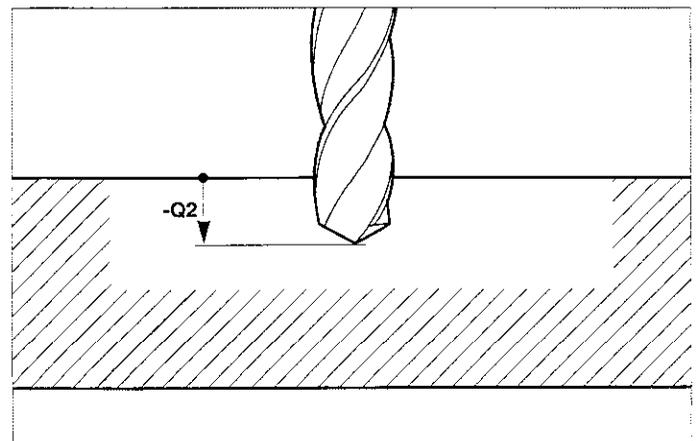
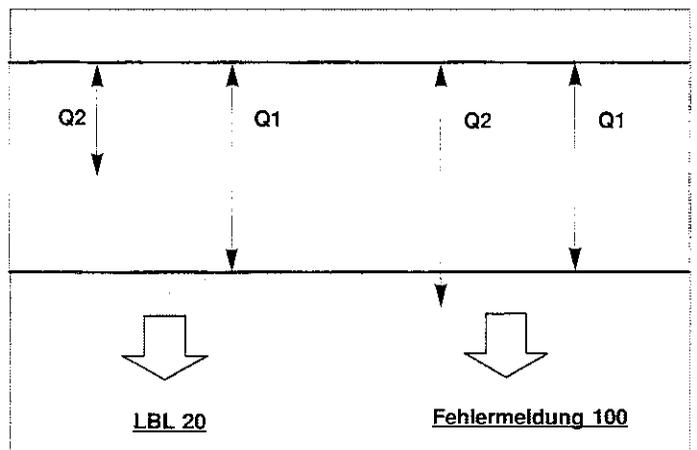
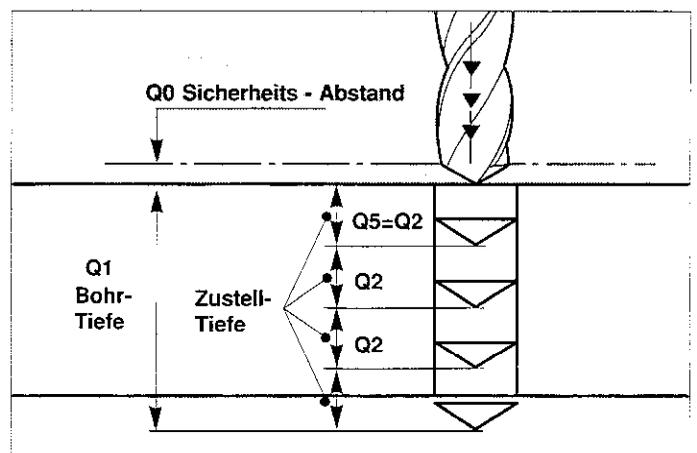
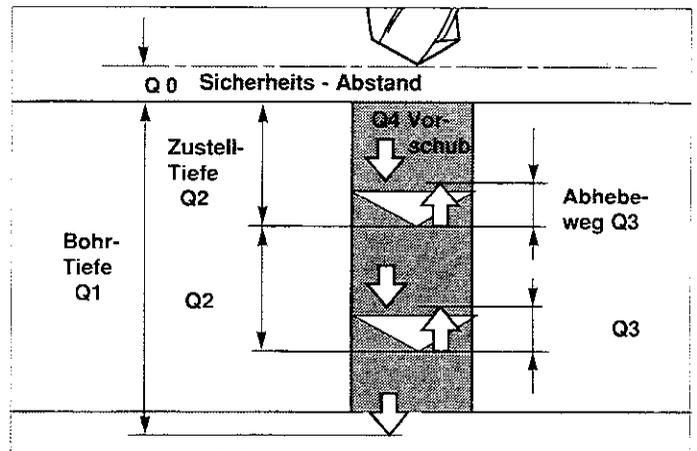
```

Q DEF 3 FN 12 : IF +Q2
    LT +Q1 GOTO LBL 20
Q DEF 4 FN 9 : IF +Q2
    EQU +Q1 GOTO LBL 20
Q DEF 5 FN 14 : ERROR = 100
    
```

Sind die Sätze 3 und 4 erfüllt, springt die TNC zu LBL 20 und stellt das Werkzeug um den unter Q2 abgelegten Wert zu.

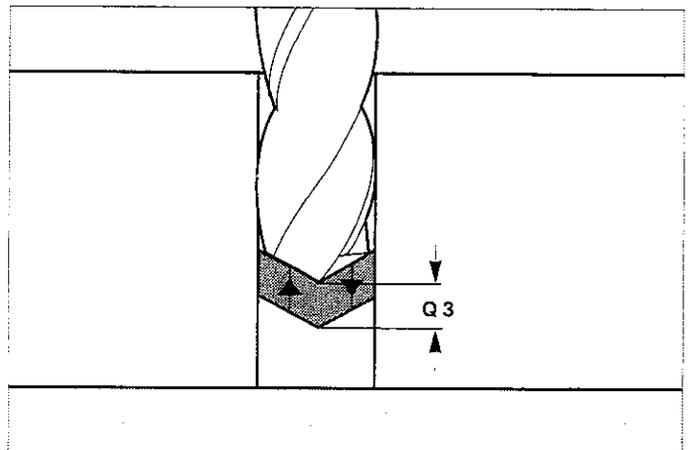
```

LBL SPF 6 LBL 20
Q DEF 7 L IZ-Q2
R F M
    
```



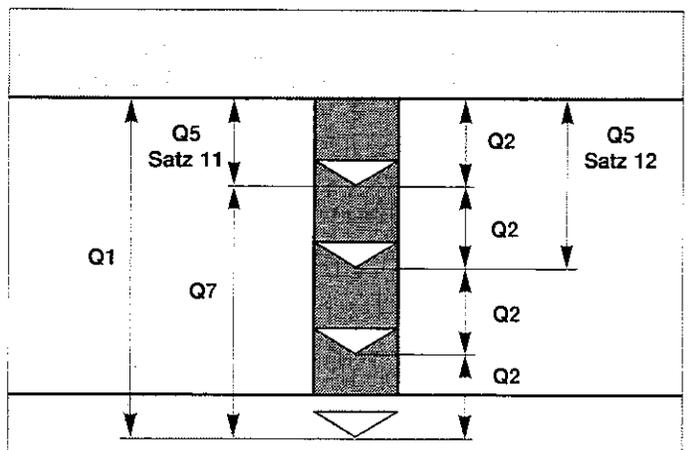
Anschließend fährt das Werkzeug im Eilgang um den Abhebeweg zurück und stellt erneut im programmierten Vorschub die Zustelltiefe zu.

8	L	IZ+Q3	R	F15999	M
9	L	IZ-Q3	R	FQ4	M



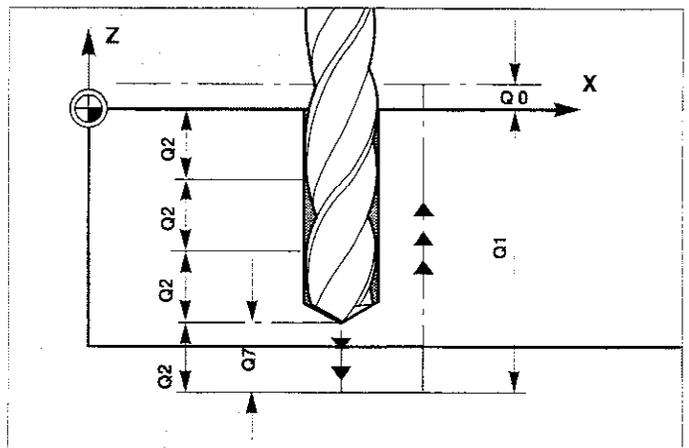
Unter dem Parameter Q7 ist die verbleibende Resttiefe (Q1–Q5) abgelegt. Anschließend wird der Parameter Q5 um die Zustelltiefe Q2 erhöht. Falls die verbleibende Resttiefe größer als die Zustelltiefe Q2 ist, erfolgt ein Rücksprung zu LBL 20 und die Sätze 7 bis 12 werden wiederholt.

10	FN	2	:	Q7 = +Q1	
				- +Q5	
11	FN	1	:	Q5 = +Q5	
				+ +Q2	
12	FN	11	:	IF +Q7	
	GT	+Q2		GOTO	LBL 20



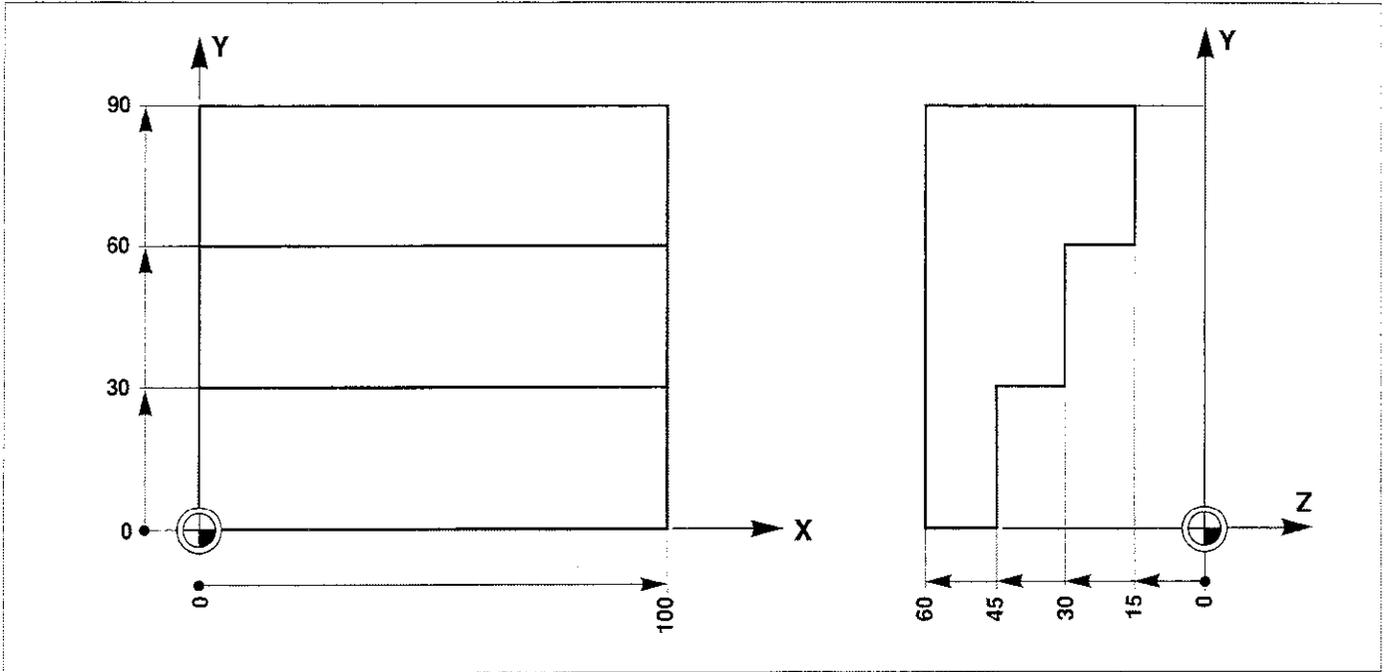
Ist die verbleibende Resttiefe Q7 kleiner als die Zustellung Q2, wird das Werkzeug auf die Bohrtiefe Q1 zugestellt. Anschließend erfolgt ein Rückzug im Eilgang um Q1, dann ein Rückzug um den Sicherheits-Abstand Q0. Das Programm-Ende (Satz 16) bewirkt den Rücksprung in das Programm 810.

13	L	IZ-Q7	R	FQ4	M
14	L	IZ+Q1	R	F15999	M
15	L	IZ+Q0	R	F	M
16	END	PGM 9990		MM	P



# Frei programmierbarer Zyklus (Programm-Aufruf)

## Abzeilen mit Tiefenzustellung



Werkstoff: Aluminium  
 Roh-Maße: 100mm x 90mm x 60mm  
 Werkzeug: Schruppfräser Ø 10mm, 4 Zähne

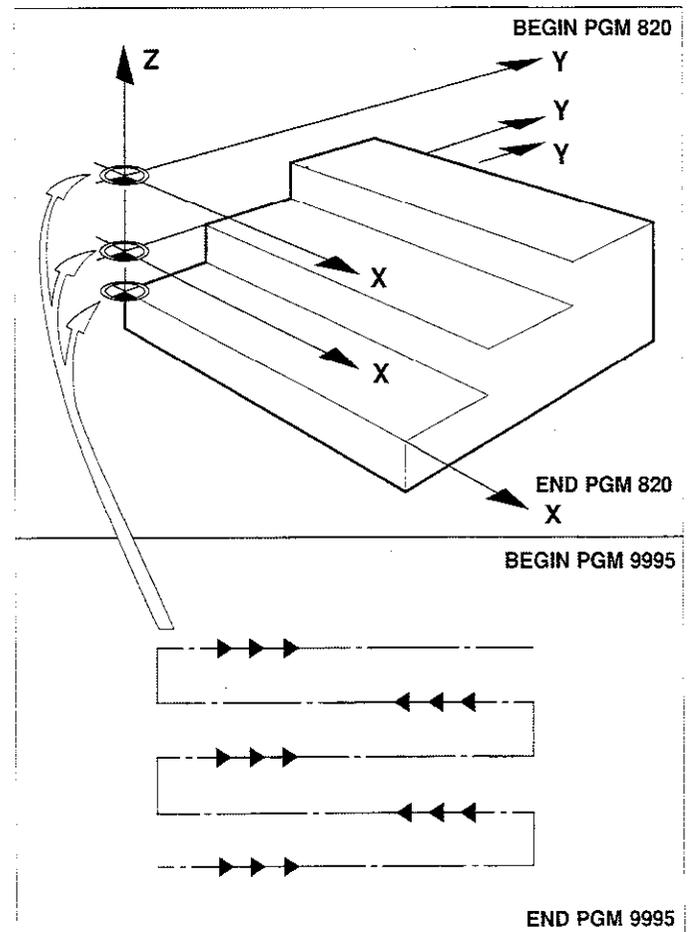
- Q0 = 2 (Sicherheits-Abstand)
- Q1 = 100 (Werkstück-Länge)
- Q2 = 90 (Breite der freizufäsenden Fläche)
- Q3 = 15 (Fräs-Tiefe)
- Q4 = 0,6 (Zustellfaktor Arbeits-Ebene)
- Q5 = 0,8 (Zustellfaktor Tiefen-Zustellung)
- Q6 = 1260 (Vorschub in mm/min)

### Vorgehen

Zunächst zeilenweises Fräsen der Werkstück-Oberfläche auf Maß 15. Nullpunkt-Verschiebung inkremental in Z-Richtung um -15mm, Abzeilen bis zur 1. Treppenstufe. Erneute Nullpunkt-Verschiebung in Z-Richtung und Abzeilen der 2. Treppenstufe.

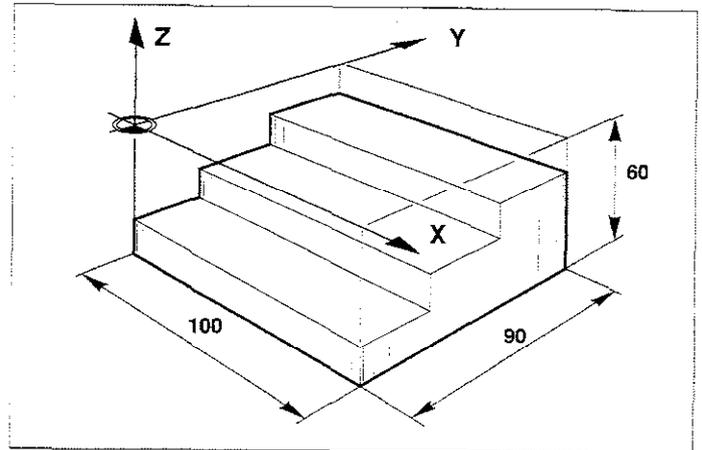
Im Hauptprogramm PGM 820 fährt das Werkzeug nacheinander 3 Start-Positionen an und führt jedesmal den im Programm 9995 definierten Abzeil-Zyklus aus.

Der Programm-Aufruf ist als Zyklus definiert, so daß mit der Zusatz-Funktion M99 im Positioniersatz das Abzeilen aufgerufen werden kann.



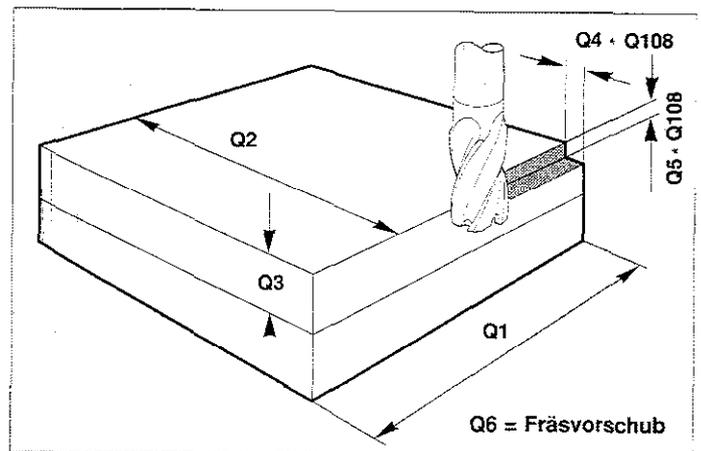
Programm-Anfang des Hauptprogramms. Eingabe der Rohteil-Abmessungen für den Programm-Test mit der Bildschirm-Grafik.

PGM NR	0	BEGIN	PGM 820	MM
BLK FORM	..	BLK	FORM 0.1	Z X+0,000
			Y+0,000	Z-60,000
	..	BLK	FORM 0.2	X+100,000
			Y+90,000	Z+0,000



Parameter-Definitionen für die freizufräsende Fläche, für die Zustell-Faktoren bezogen auf den Werkzeug-Radius Q108 und für den Fräsvorschub.

Q DEF	1	FN 0	: Q0 = +2,000
Q DEF	2	FN 0	: Q1 = +100,000
Q DEF	3	FN 0	: Q2 = +90,000
Q DEF	4	FN 0	: Q3 = +15,000
Q DEF	5	FN 0	: Q4 = +0,600
Q DEF	6	FN 0	: Q5 = +0,800
Q DEF	7	FN 0	: Q6 = +1260,000

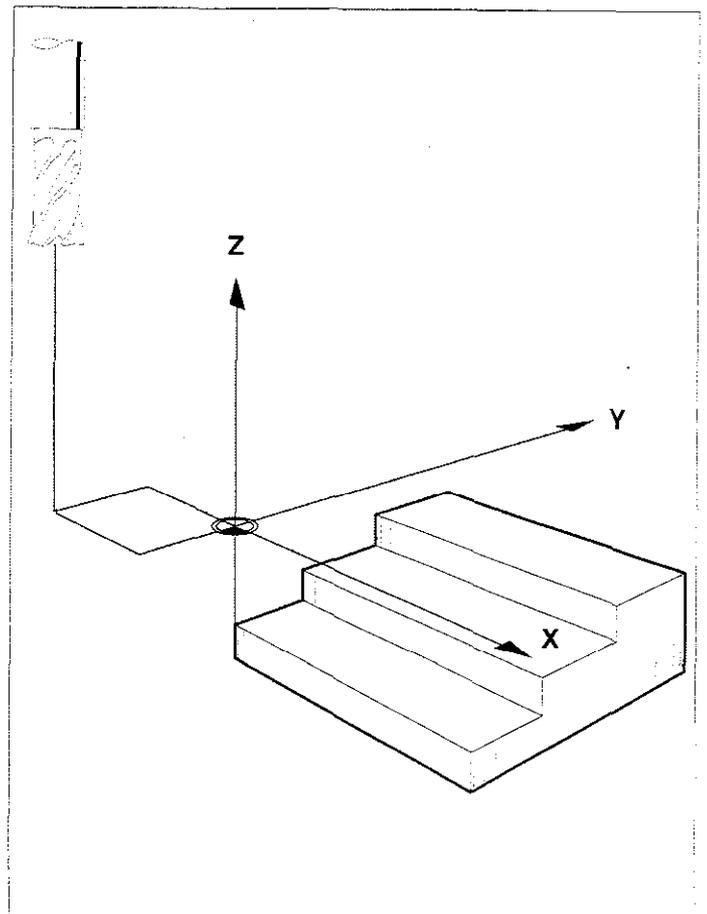


Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (LBL 1) definiert.

LBL SET	8	LBL 1	
TOOL CALL	9	TOOL CALL 0	Z
			S
	10	L Z+100,000	
			R F15999 M09
	11	L X-50,000	Y-50,000
			R0 F M05
LBL SET	12	LBL 0	

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

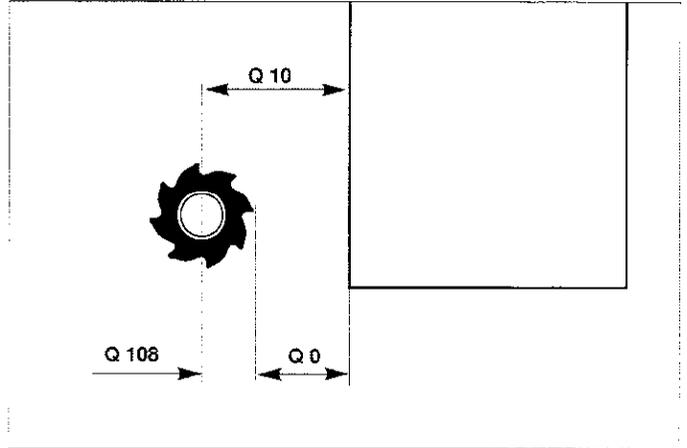
TOOL DEF	13	TOOL DEF 28	L+0,000
			R+5,000
STOP	14	STOP	
			M06
TOOL CALL	15	TOOL CALL 28	Z
		S 3150,000	



# Frei programmierbarer Zyklus (Programm-Aufruf)

## Abzeilen mit Tiefenzustellung

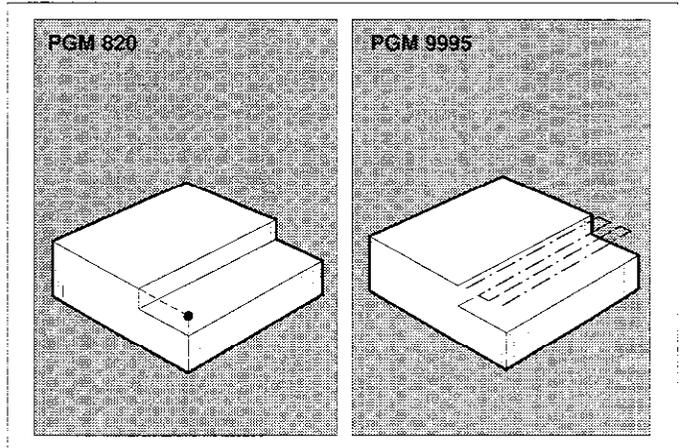
Unter dem Parameter Q10 ist der seitliche Abstand zum Werkstück abgelegt (siehe Positioniersatz 20). Er setzt sich aus dem Sicherheits-Abstand Q0 und dem Werkzeug-Radius Q108 zusammen. Der Werkzeugradius wird mit TOOL COOL automatisch im Parameter Q108 abgelegt.



```

Q DEF 16 FN 1 : Q10 = +Q0
                + +Q108
    
```

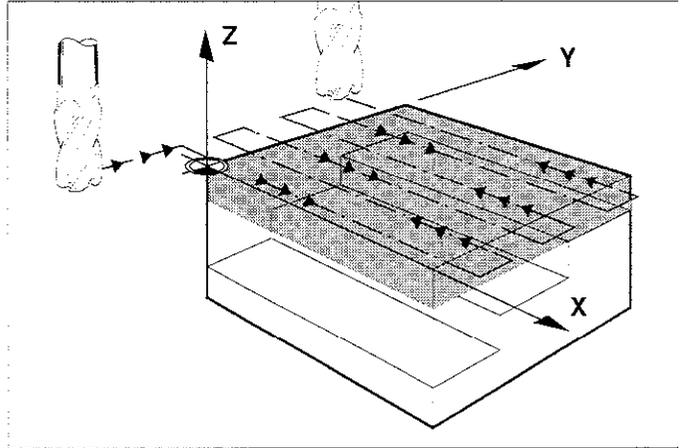
Zyklus-Definition für den Programm-Aufruf. Das Programm Nr. 9995 beschreibt das Abzeilen mit Tiefenzustellung (Erläuterung siehe Seite 146). Dieses Programm kann als Bearbeitungs-Zyklus satzweise nach Anfahren der Start-Position aufgerufen werden.



```

CYCL DEF 17 CYCL DEF 12.0 PGM CALL
18 CYCL DEF 12.1 PGM 9995
    
```

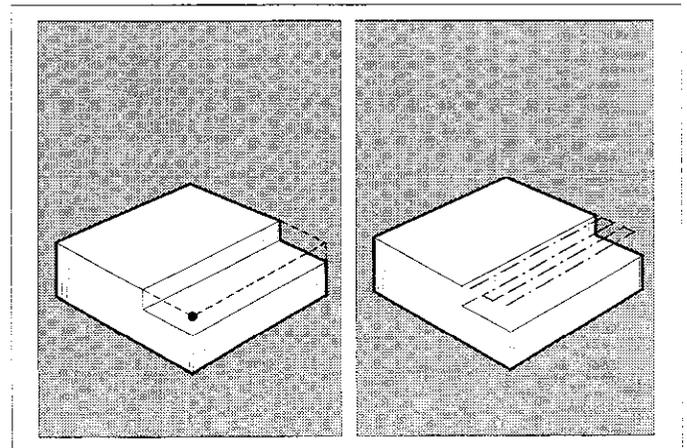
Anfahren der Start-Position und Zyklus-Aufruf mit Zusatzfunktion M99.



```

LBL SET 19 LBL 5
L 20 L X-Q10 Y-Q10
Z+Q0 R0 F15999 M99
    
```

Berechnung der Abzeilbreite für die jeweils nächste Treppenstufe. Inkrementale Nullpunkt-Verschiebung in Z-Richtung. Zweifache Programmteil-Wiederholung zum Fräsen der Treppenstufe.

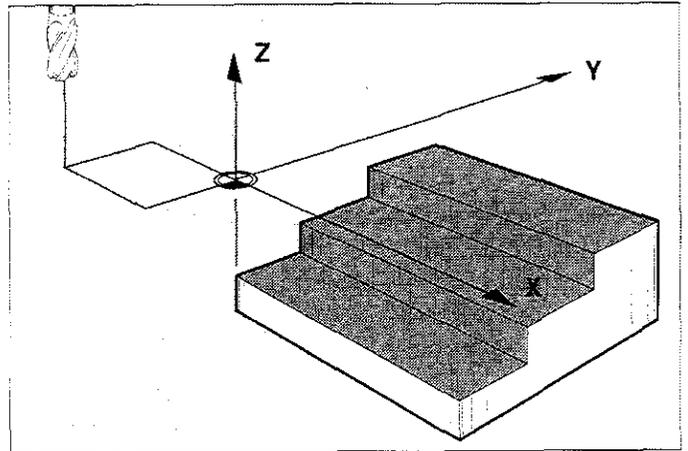


```

Q DEF 21 FN 2 : Q2 = +Q2
                - +30,000
CYCL DEF 22 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT
23 CYCL DEF 7.1 IZ-15,000
LBL CALL 24 CALL LBL 5 REP 2 /2
    
```

Aufheben der Nullpunkt-Verschiebung und Anfah-  
ren der Werkzeugwechsel-Position über Unterpro-  
gramm-Aufruf (LBL 1), Programm-Ende für das  
Hauptprogramm 820.

<b>CYCL DEF</b>	25	CYCL DEF	7.0	NULLPUNKT
	26	CYCL DEF	7.1	Z+0,000
<b>LBL CALL</b>	27	CALL	LBL 1	REP
	28	END	PGM 820	MM

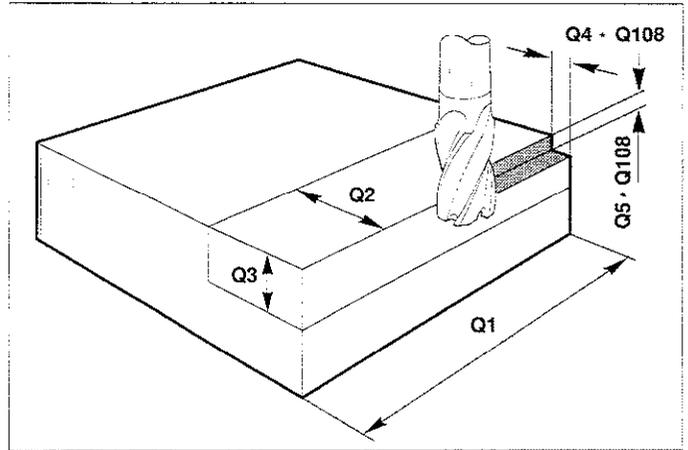


# Parameter-Programm

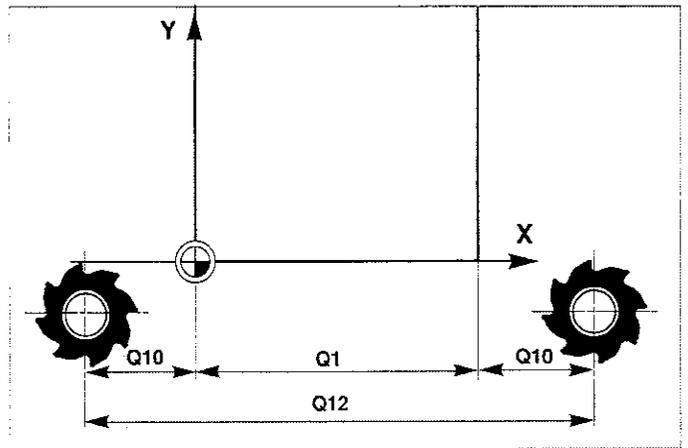
## Abzeilen mit Tiefen-Zustellung

Im geschützten Programm 9995 erfolgt die Auswertung der Parameter Q0 bis Q6 und die Durchführung des Abzeilvorgangs.

- Q0 = (Sicherheits-Abstand)
- Q1 = (Werkstück-Länge)
- Q2 = (Breite der freizufräsenden Fläche)
- Q3 = (Fräs-Tiefe)
- Q4 = (Zustellfaktor Arbeits-Ebene)
- Q5 = (Zustellfaktor Tiefen-Zustellung)
- Q6 = (Vorschub in mm/min)



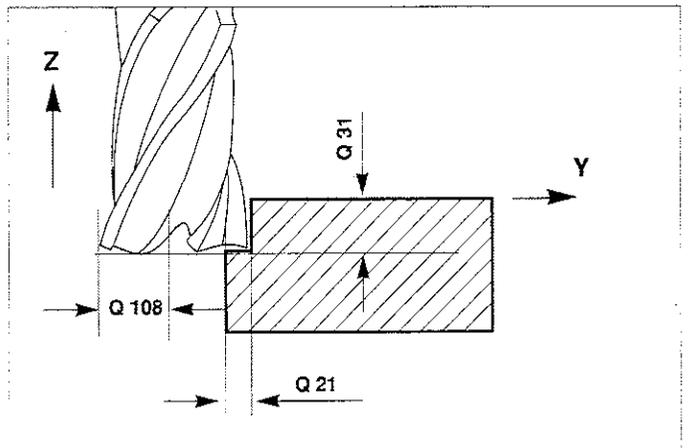
Der Parameter Q12 nimmt den Wert der Zeilenlänge in X-Richtung an. Er setzt sich aus der Werkstücklänge Q1 und dem seitlichen Abstand Q11 (=2 \* Q10) zusammen.



```

PGM 0 BEGIN PGM 9995 MM P
NR   1 FN 3   : Q11 = +Q10
      * +2,000
DEF  2 FN 1   : Q12 = +Q1
      + +Q11
    
```

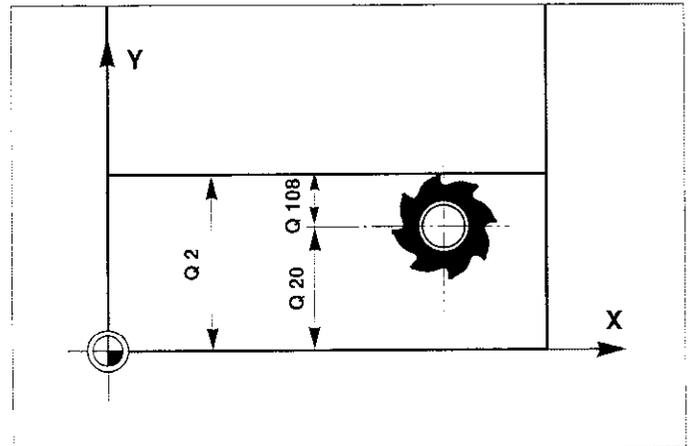
Der Parameter Q21 ist das Zustellmaß in der Arbeitsebene, Q31 die Tiefen-Zustellung. Beide Parameter sind abhängig von den Zustell-Faktoren im Hauptprogramm PGM 820 und dem aktuellen Werkzeug-Radius.



```

DEF  3 FN 3   : Q21 = +Q108
      * +Q4
DEF  4 FN 3   : Q31 = +Q108
      * +Q5
    
```

Dem Parameter Q20 ist die Breite Q2 der abzuzeilen- den Fläche abzüglich des Werkzeug-Radius Q108 zugeordnet, so daß beim Zustellen in Y-Richtung ohne Radiuskorrektur gefahren werden kann.

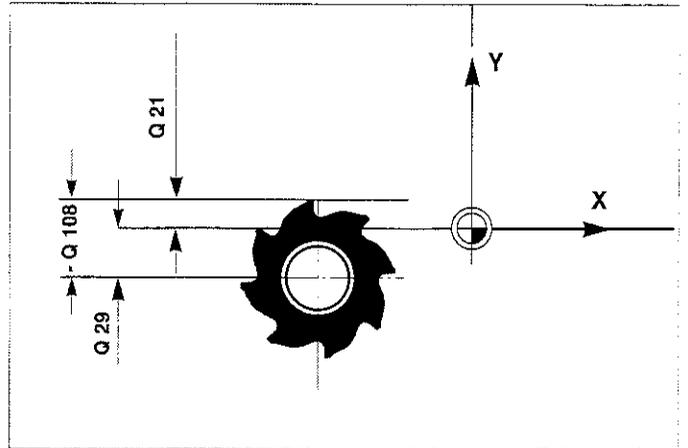


```

DEF  5 FN 2   : Q20 = +Q2
      - +Q108
    
```

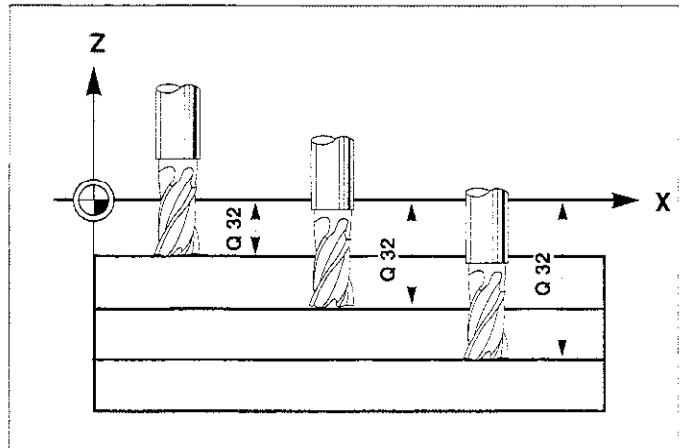
Q29 ist der Y-Wert, den das Werkzeug auf der Ausgangs-Position vor der nächsten Tiefen-Zustellung einnehmen muß. Q29 berücksichtigt die erste Zustellung in Y-Richtung (Q21).

**DEF** 6 FN 2 : Q29 = +Q21  
- +Q108



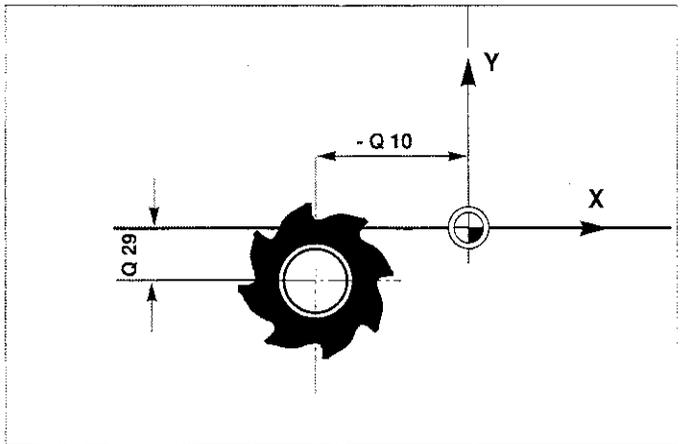
Im nächsten Programmabschnitt sind die Arbeitsschritte für die Tiefen-Zustellungen beschrieben. Die Zustellung erfolgt immer absolut in negativer Z-Richtung um den Wert des Parameters Q32 (siehe Satz 15). Der Parameter Q32 wird für jede Zustellung neu berechnet. Zu Beginn hat er den Anfangswert 0.

**DEF** 7 FN 0 : Q32 = +0,000



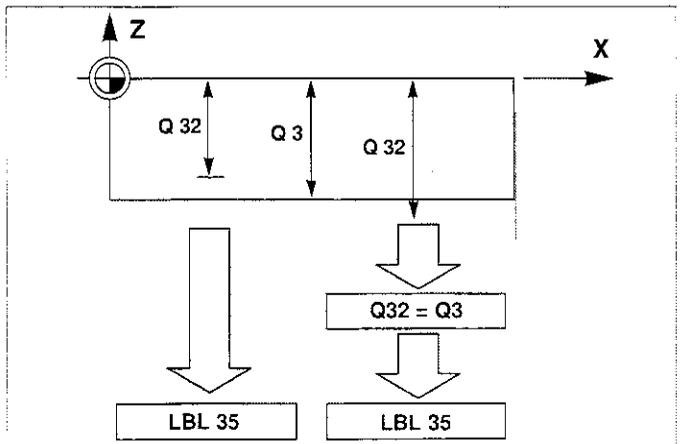
Vor der Tiefen-Zustellung wird das Werkzeug im Eingang auf die Ausgangs-Position gefahren.

**LBL** 8 LBL 10  
**L** 9 L Z+Q0  
**L** 10 L X-Q10  
R0 F15999 M09  
Y+Q29  
R F M



Berechnung der absoluten Zustell-Tiefe Q32. Ist die Zustell-Tiefe kleiner als die unter Q3 vorgegebene Gesamttiefe, wird der Satz 13 übersprungen und das Programm ab LBL 35 fortgeführt. Andernfalls bekommt der Parameter Q32 den Wert der Gesamttiefe Q3.

**DEF** 11 FN 1 : Q32 = +Q32  
+ +Q31  
**DEF** 12 FN 12 : IF +Q32  
LT +Q3 GOTO LBL 35  
**DEF** 13 FN 0 : Q32 = +Q3



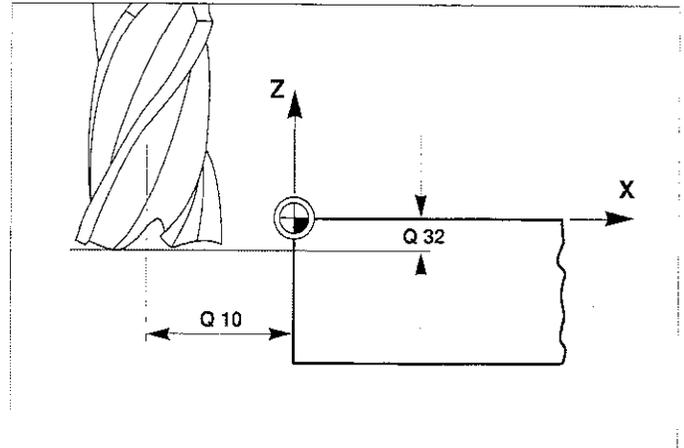
# Parameter-Programm

## Abzeilen mit Tiefen-Zustellung

Zustellung des Werkzeugs auf die berechnete Tiefe Q32.

```

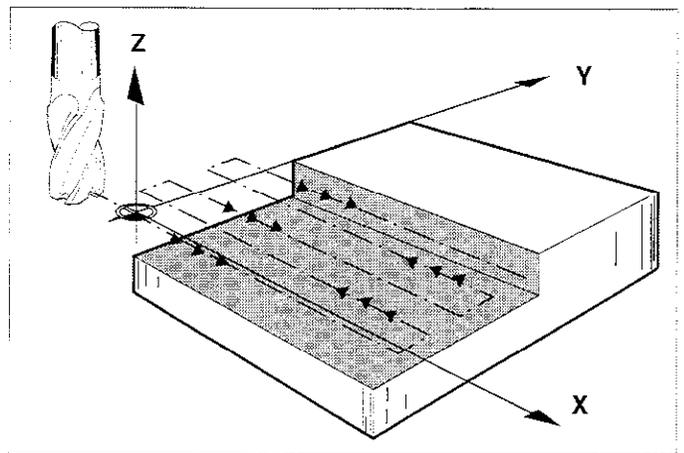
LBL SET 14 LBL 35
L 15 L Z-Q32
R F M
    
```



Aufruf des Unterprogramms LBL 20 für das Abzeilen in der Arbeitsebene (Erklärung siehe unten).

```

LBL CALL 16 CALL LBL 20 REP
    
```

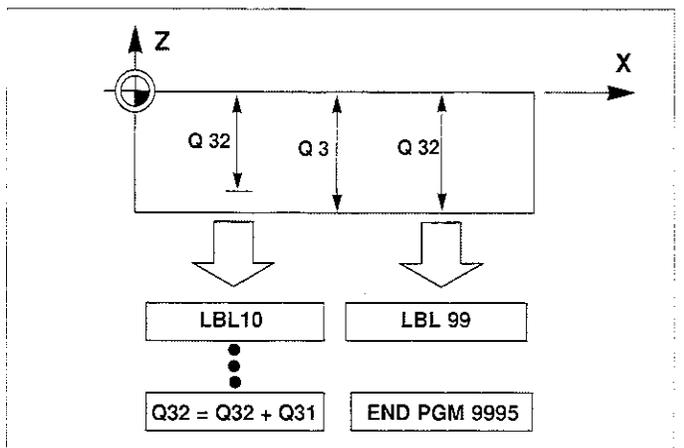


Nach dem Abzeilen der Fläche erfolgt eine Abfrage des Parameters Q32 nach seinem aktuellen Wert. Hat die Zustell-Tiefe Q32 die Gesamttiefe Q3 noch nicht erreicht, erfolgt eine erneute Berechnung von Q32 (Rücksprung auf LBL 10).

Hat die Zustell-Tiefe die Gesamttiefe Q3 erreicht, ist eine weitere Bearbeitung überflüssig. Es erfolgt ein Sprung zum Programm-Ende (LBL 99).

```

DEF 17 FN 12 : IF +Q32
          LT +Q3          GOTO LBL 10
DEF 18 FN 9  : IF +Q32
          EQU +Q3         GOTO LBL 99
    
```

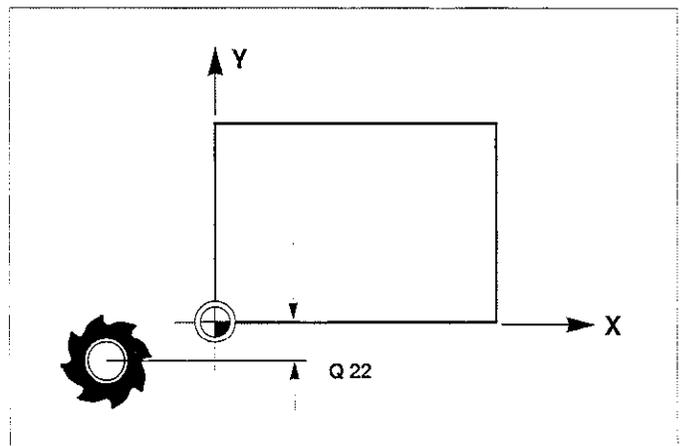


Unterprogramm LBL 20 für das Abzeilen in der Arbeitsebene:

Die Zustellung in Y-Richtung erfolgt immer absolut um den Wert des Parameters Q22 (siehe Satz 24). Der Parameter Q22 wird für jede Zustellung neu berechnet. Zu Beginn hat er den Anfangswert Q29 (= Zustellung Q21-Werkzeugradius).

```

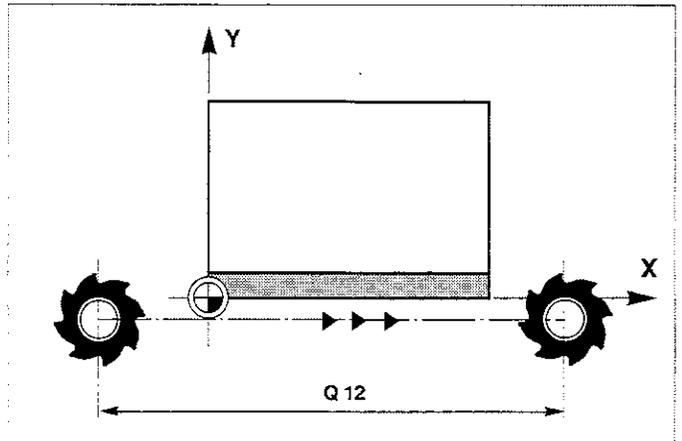
LBL SET 19 LBL 20
DEF 20 FN 0 : Q22 = +Q29
    
```



Fräsen der ersten Zeile in positiver X-Richtung.

```

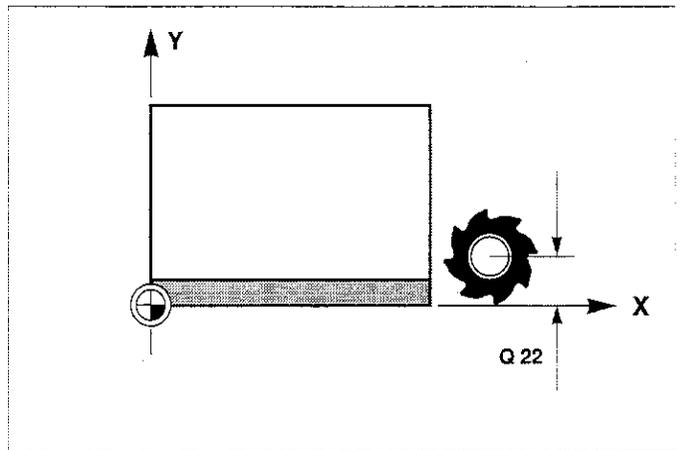
LBL DEF 21 LBL 22
22 L IX+Q12
R0 FQ6 M13
    
```



Berechnung der absoluten Zustellung in Y-Richtung, anschließend Zustellung in Y.

```

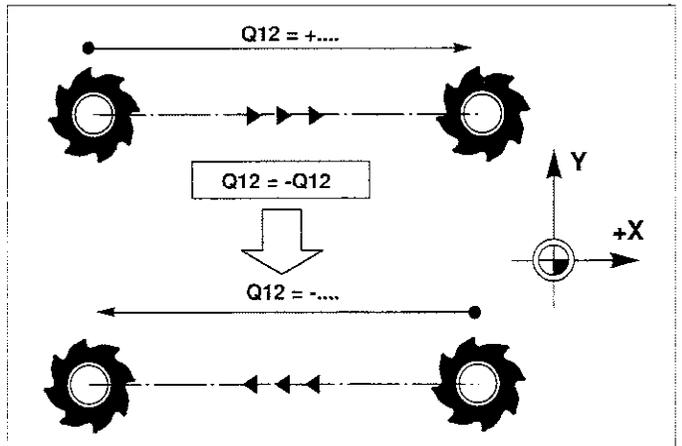
DEF 23 FN 1 : Q22 = +Q22
+ +Q21
24 L Y+Q22
R F M
    
```



Das Werkzeug steht momentan rechts von der Kontur, die nächste Zeile muß in Gegenrichtung gefräst werden. Da in X-Richtung der Weg Q12 inkremental angegeben ist (siehe Satz 22), genügt ein Vorzeichenwechsel für den Parameter Q12.

```

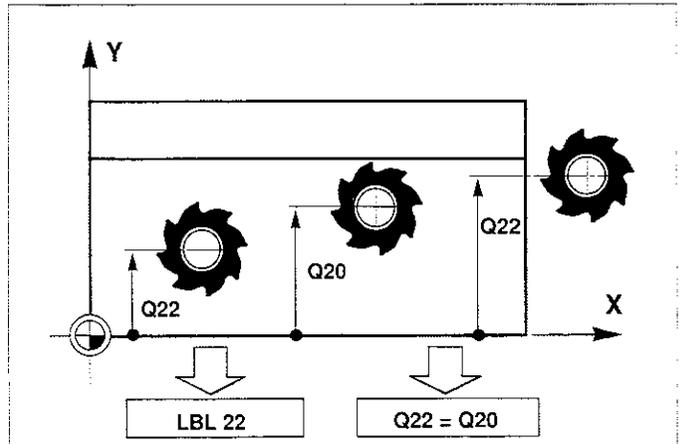
DEF 25 FN 0 : Q12 = -Q12
    
```



Ist die Zustellung in Y kleiner als die unter Q20 berechnete Breite, erfolgt ein Rücksprung auf LBL 22: das Werkzeug fräst die nächste Zeile, wird wieder in Y zugestellt, Parameter Q12 wechselt erneut das Vorzeichen und ist damit wieder positiv.

```

DEF 26 FN 12 : IF +Q22
LT +Q20 GOTO LBL 22
    
```



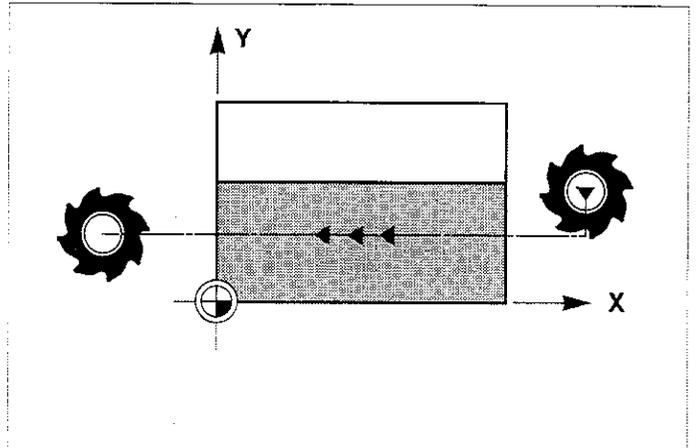
# Parameter-Programm

## Abzeilen mit Tiefen-Zustellung

Ist die Zustellung Q22 in Y gleich oder größer als die unter Q20 berechnete Breite, wird dem Parameter Q22 der Wert der Breite Q20 zugewiesen und die Zustellung in Y korrigiert. Anschließend fräst das Werkzeug die letzte Zeile achsparallel zur X-Achse.

```

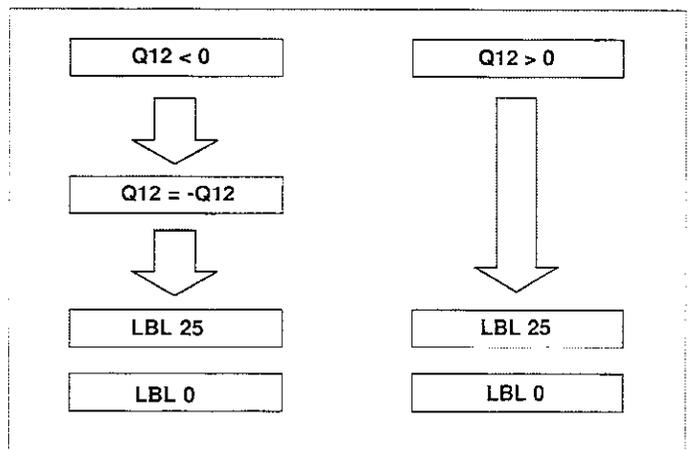
Q DEF 27 FN 0 : Q22 = +Q20
L 28 L Y+Q22
R F M
L 29 L IX+Q12
R F M
    
```



Das Abzeilen der Fläche mit der ersten Tiefen-Zustellung ist abgeschlossen. Da aber vor der nächsten Tiefen-Zustellung immer eine Ausgangs-Position links von der Kontur angefahren wird (Satz 10), muß sichergestellt sein, daß das darauffolgende Zeilenfräsen in X auch in positiver Achs-Richtung erfolgt. Deshalb muß vor dem Unterprogramm-Ende der Parameter Q12 einen positiven Wert annehmen.

```

Q DEF 30 FN 11 : IF +Q12
GT +0,000 GOTO LBL 25
Q DEF 31 FN 0 : Q12 = -Q12
LBL SET 32 LBL 25
LBL SET 33 LBL 0
    
```

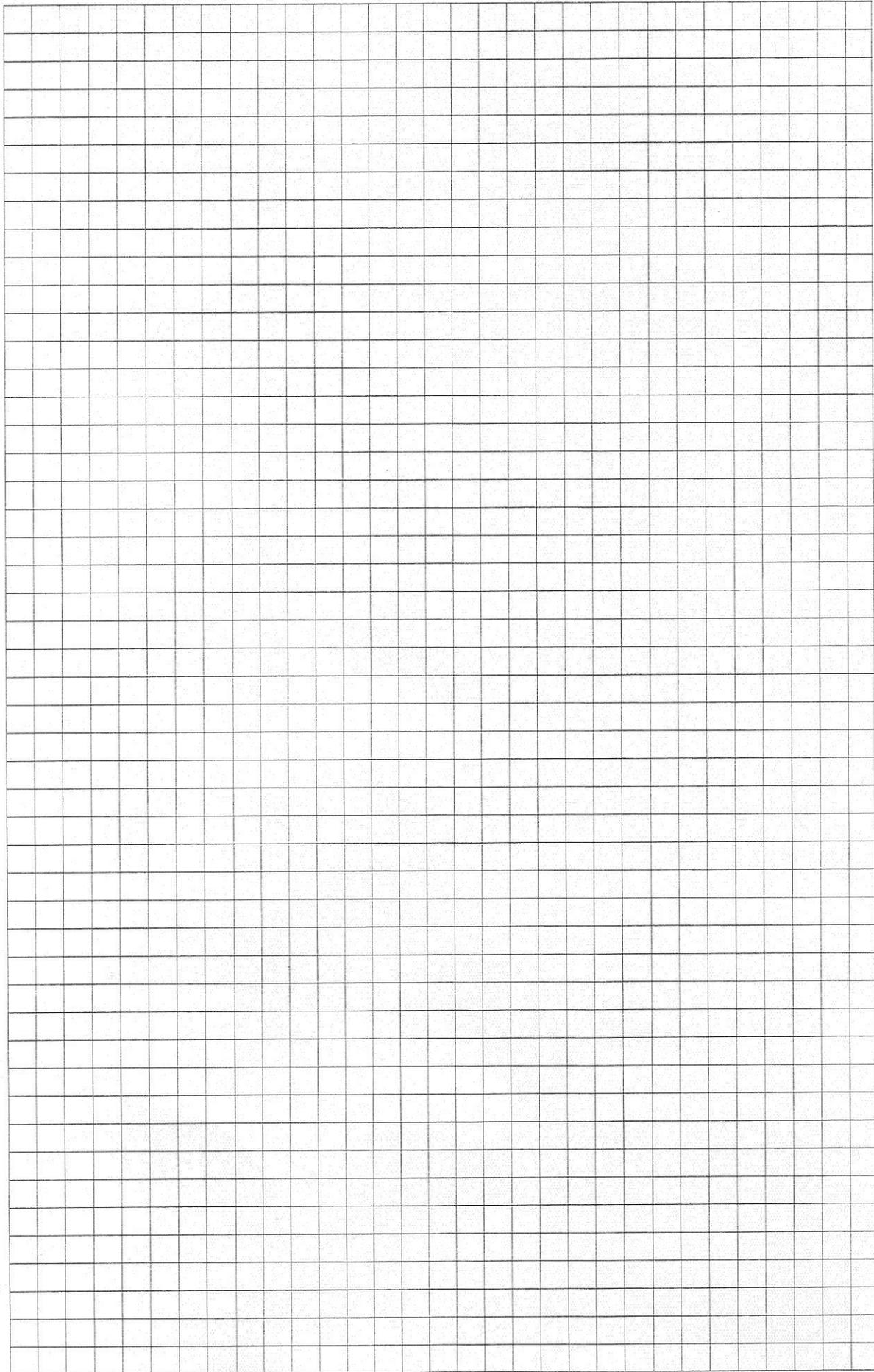


Das Unterprogramm LBL 20 wird solange aufgerufen, bis die Zustell-Tiefe Q32 den vorgegebenen Wert Q3 angenommen hat. In diesem Fall ist das Programm für das Abzeilen beendet. Das Programm-Ende von PGM 9995 löst den Rücksprung ins Hauptprogramm aus.

```

LBL SET 34 LBL 99
35 END PGM 9995 MM P
    
```

# Notizen



# HEIDENHAIN

---

**DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH**

Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5

**D-83301 Traunreut, Deutschland**

☎ (08669) 31-0 · 📠 56 831

📠 (08669) 50 61

---

☎ **Service** (08669) 31-12 72

☎ TMC-Service (08669) 31-14 46