



HEIDENHAIN

TNC

Bahnsteuerungen

Programmierbeispiele

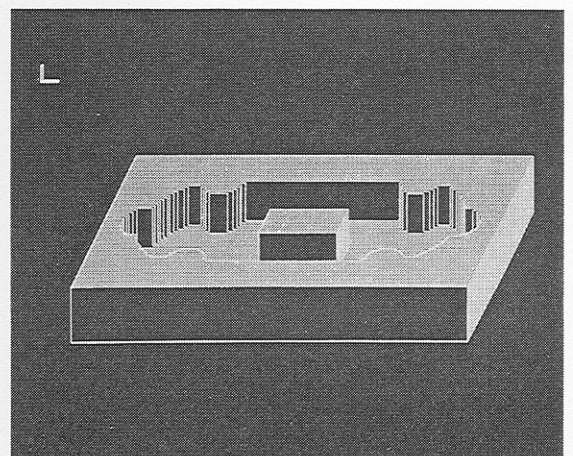
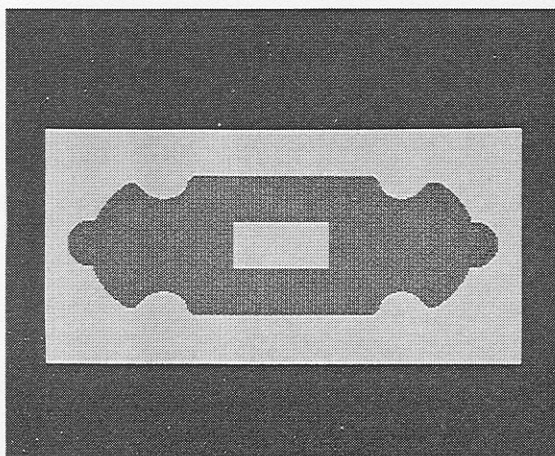
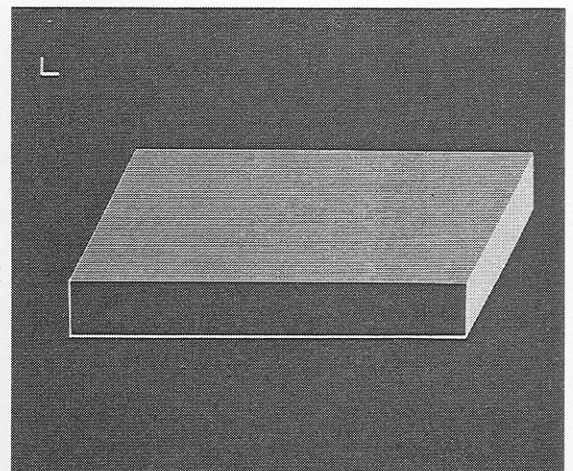
DIN/ISO-Programmierung

```
PROGRAMM-EINSPEICHERN
ZUSTELL-TIEFE ?
N150 G01 G40 G90 Z+2 F15998 M03
*
N160 G57 P01 -2 P02 -20 P03 -10
P04 40 P05 +1 P06 +45 P07 60 *
```

```
N170 G79 *
N180 G01 G40 G90 Z+100 F15998
```

IST	X	+	0,000	Y	+	0,000
	Z	+	0,000	C	+	0,000
				B	+	0,000

F 0 M5/9



September '88

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).

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

Für den Programm-Test mit der Bildschirm-Grafik (TNC355, TNC155) sind jeweils zu Programm-Beginn die Rohteil-Abmessungen (G30/G31- 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.

Die M-Funktionen wurden für Maschinen mit Spindel-drehzahl-Überwachung und mit Vorschub-Überwachung programmiert. Bei anderen Maschinen-Ausführungen müssen die Programme entsprechend 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.

Tangentiales Anfahren (% 100) 

Geraden fräsen (% 110 - % 160) 

Kreise fräsen (% 210 - % 285) 

Schraubenlinien fräsen (% 310 - % 330) 

Bearbeitungszyklen (% 410 - % 470) 

Unterprogramm-Technik (% 510 - % 530) 

Koordinaten-Umrechnungen (% 610 - % 650) 

Parameter-Programmierung (% 710 - % 730) 

Programm-Aufruf (% 810/9990 - % 820/9995) 

Inhalt

Programm Seite

Tangentiales Anfahren und Verlassen einer Kontur

Anfahren und Verlassen einer Kontur	100	6
-------------------------------------	-----	---

Geraden fräsen mit der Vertikal-Spindel

Rechtwinklige Koordinaten	110	10
Polarkoordinaten	120	12
Fasen	130	14
Geraden fräsen im Raum	140	16

Geraden fräsen mit der Horizontal-Spindel

Endpunkt in rechtwinkligen Koordinaten	150	18
Endpunkt in Polarkoordinaten	160	20

Kreise fräsen mit der Vertikal-Spindel

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

Kreise fräsen mit der Horizontal-Spindel

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

Schraubenlinien fräsen

Mit der Vertikalspindel, Programmierung über G12/G13	310	50
Mit der Horizontalspindel, Programmierung über G12/G13	320	52
Mit der Horizontalspindel und einem NC-Rundtisch (C-Achse)	330	54

Bearbeitungszyklen

Tiefbohren	410	58
Gewindebohren	420	62
Nutenfräsen	430	64
Rechteck-Taschen fräsen	440	66
Kreis-Taschen fräsen	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)

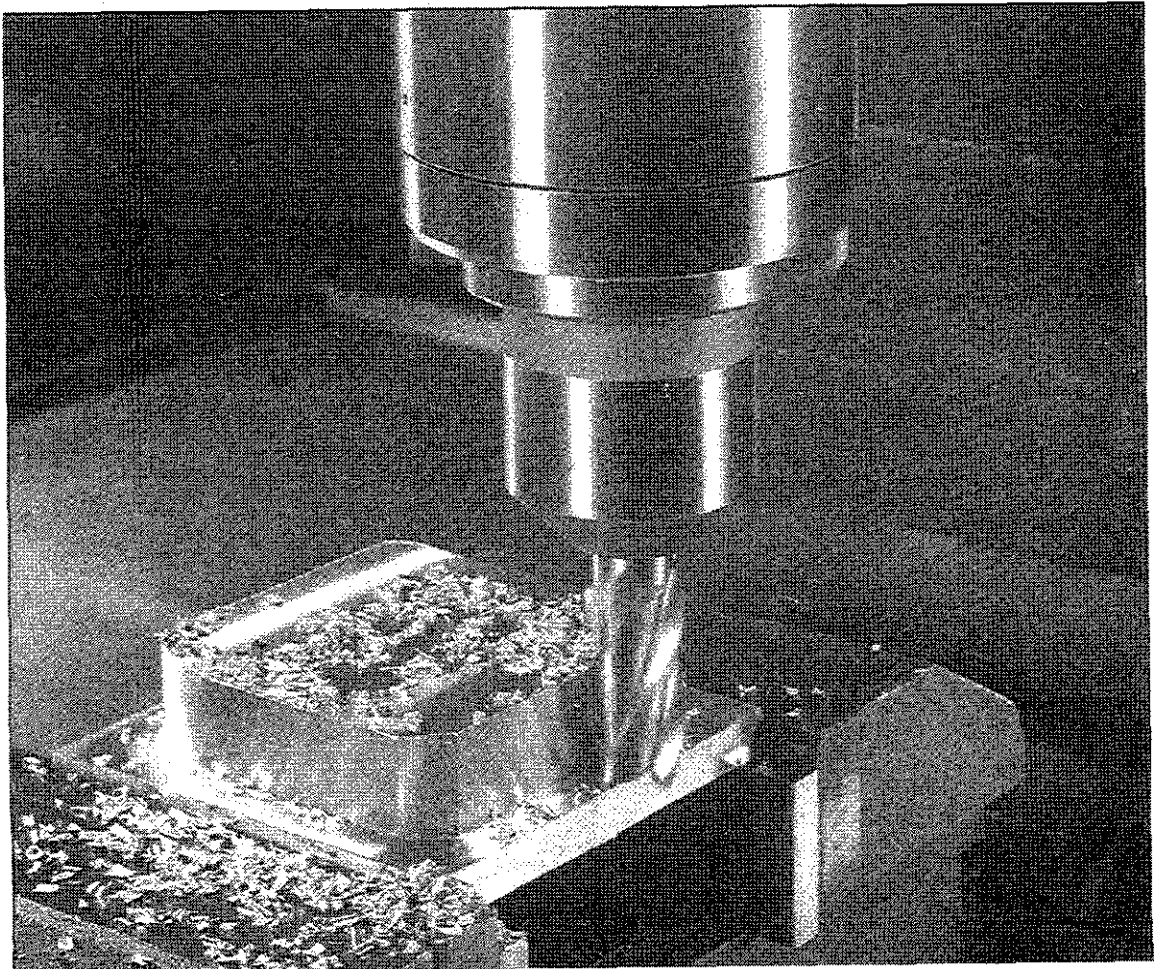
Tiefbohren mit Spanbrechen – Hauptprogramm	810	138
Tiefbohren mit Spanbrechen – Zyklus	9990	142
Abzeilen mit Tiefenzustellung – Hauptprogramm	820	144
Abzeilen mit Tiefenzustellung – Zyklus	9995	148

TNC

Bahnsteuerungen

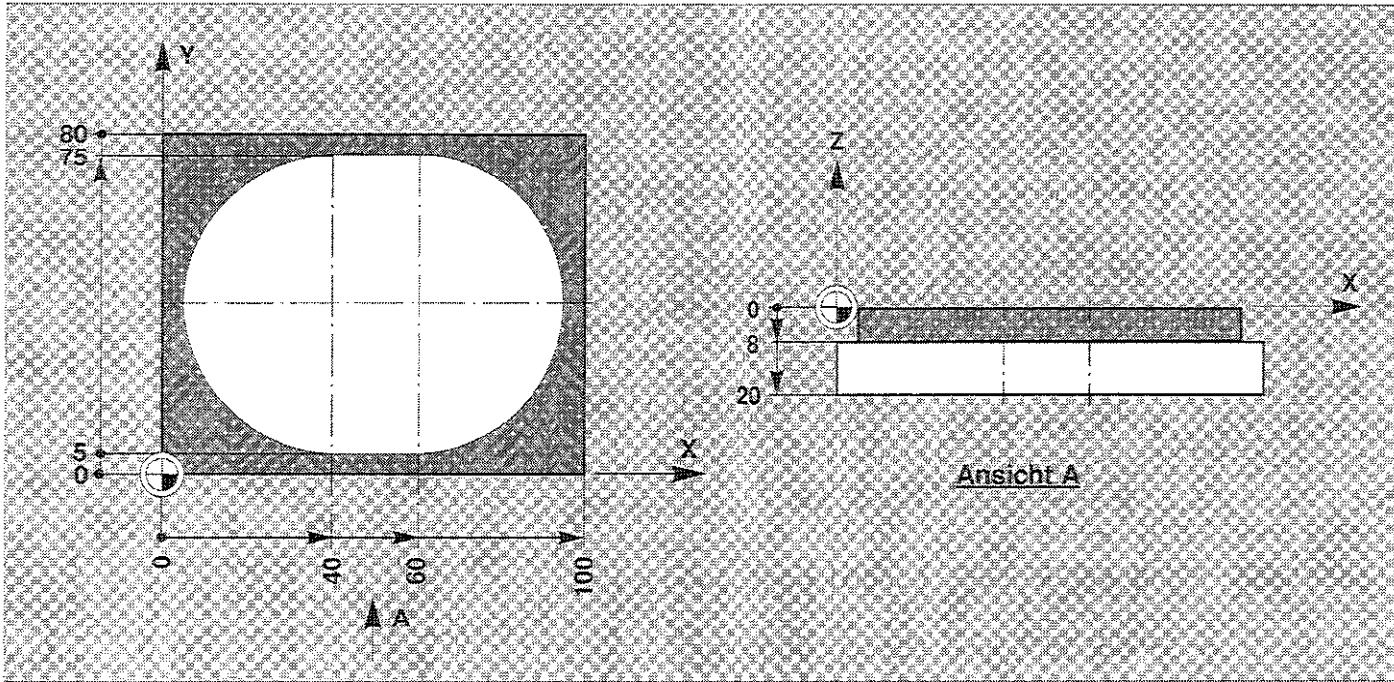
Tangentiales Anfahren und
Verlassen einer Kontur

% 100



Tangentiales Anfahren und Verlassen einer Kontur

mit einem RND-Satz



```
% 100 G71 *  
N. G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *  
N. G31 G90 X+100 Y+80 Z+0 *
```

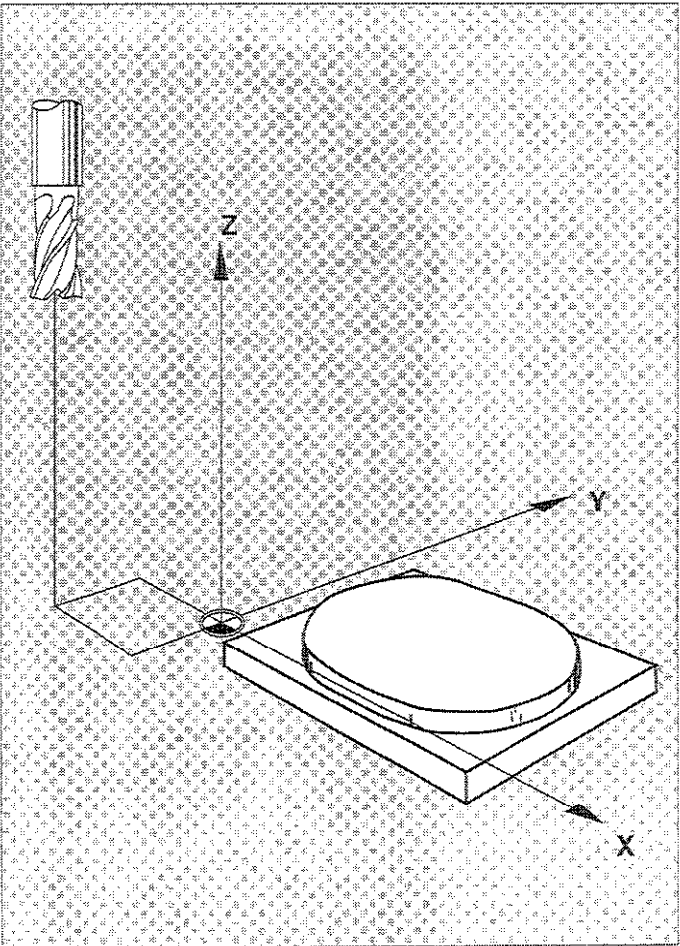
Werkstoff: Aluminium
Roh-Maße: 100mm x 80mm x 20mm
Werkzeug: Schrupp-/Schlichtfräser Ø 22mm, 6 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert. (Siehe auch Unterprogramm-technik.)

```
N10 G98 L1 *  
N20 T0 G17 *  
N30 G00 G90 Z+100 M09 *  
N40 G40 X-50 Y-50 M05 *  
N50 G98 L0 *
```

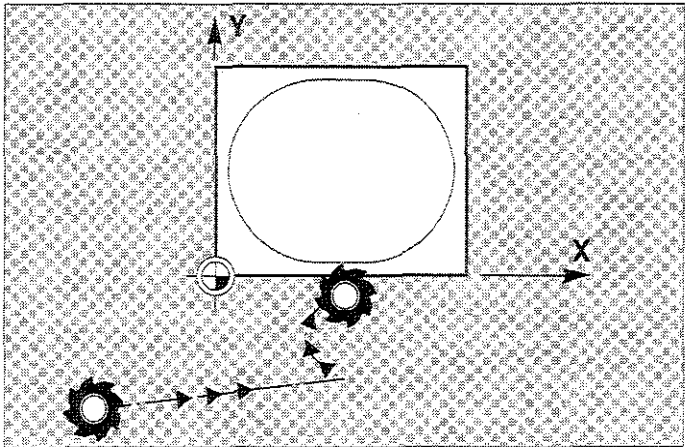
Definition und Aufruf des Werkzeugs.
(Programmlauf-STOP G38 in Satz 70 wird nur für manuellen Werkzeugwechsel benötigt.)
Positionieren auf Frästiefe.

```
N60 G99 T10 L+0 R+11 *  
N70 G38 M06 *  
N80 T10 G17 S2000 *  
N90 G00 G90 Z-8 *
```



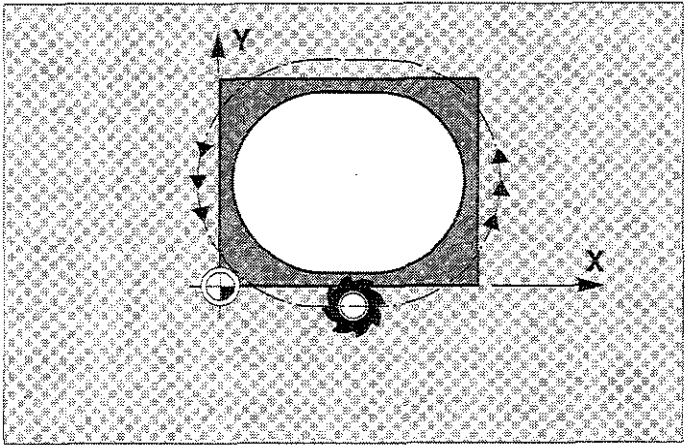
Zum tangentialen Anfahren der Kontur wird ein Hilfspunkt (Satz 100), der erste Konturpunkt (Satz 110) und die G-Funktion G26 (Satz 120) benötigt. Dabei muß ein Wechsel der Radiuskorrektur von G40 zu G42 stattfinden.

```
N100 G40 X+50 Y+40 *
N110 G01 G42 X+50 Y+5 F1200 M13 *
N120 G26 R15 *
```



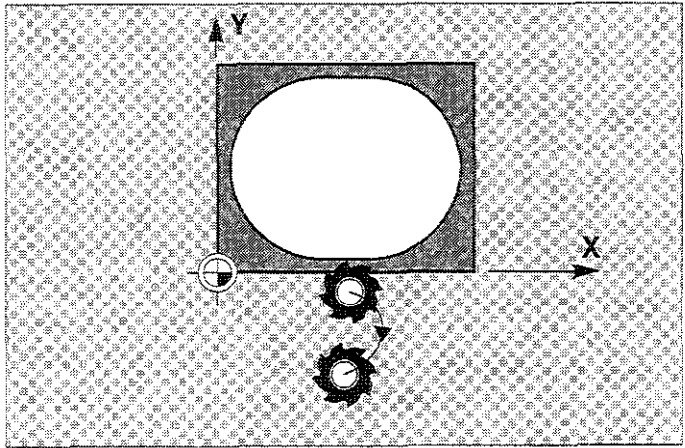
Fräsen der Kontur.

```
N130 X+60 *
N140 G06 X+60 Y+75 *
N150 G01 X+40 *
N160 G06 X+40 Y+5 *
```



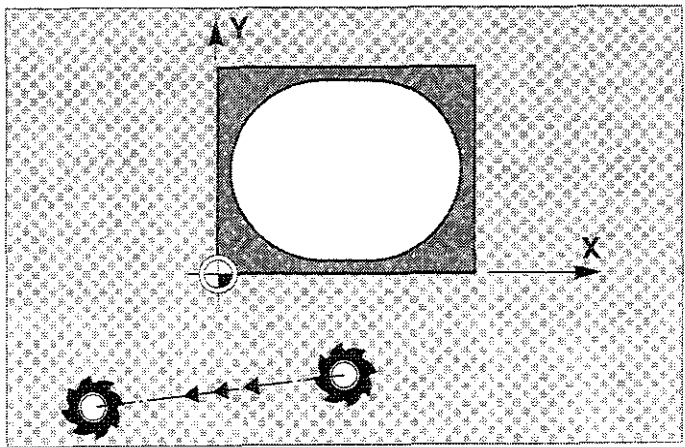
Zum tangentialen Verlassen der Kontur wird der letzte Konturpunkt (Satz 170), die G-Funktion G27 (Satz 180) und ein Hilfspunkt (Satz 190) benötigt. Dabei muß ein Wechsel der Radiuskorrektur von G42 zu G40 stattfinden.

```
N170 G01 G42 X=50 Y=5 *
N180 G27 R15 *
N190 G00 G40 X=50 Y=40 M09 *
```



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

```
N200 L 10 *
N9999 % 100 G71 *
```

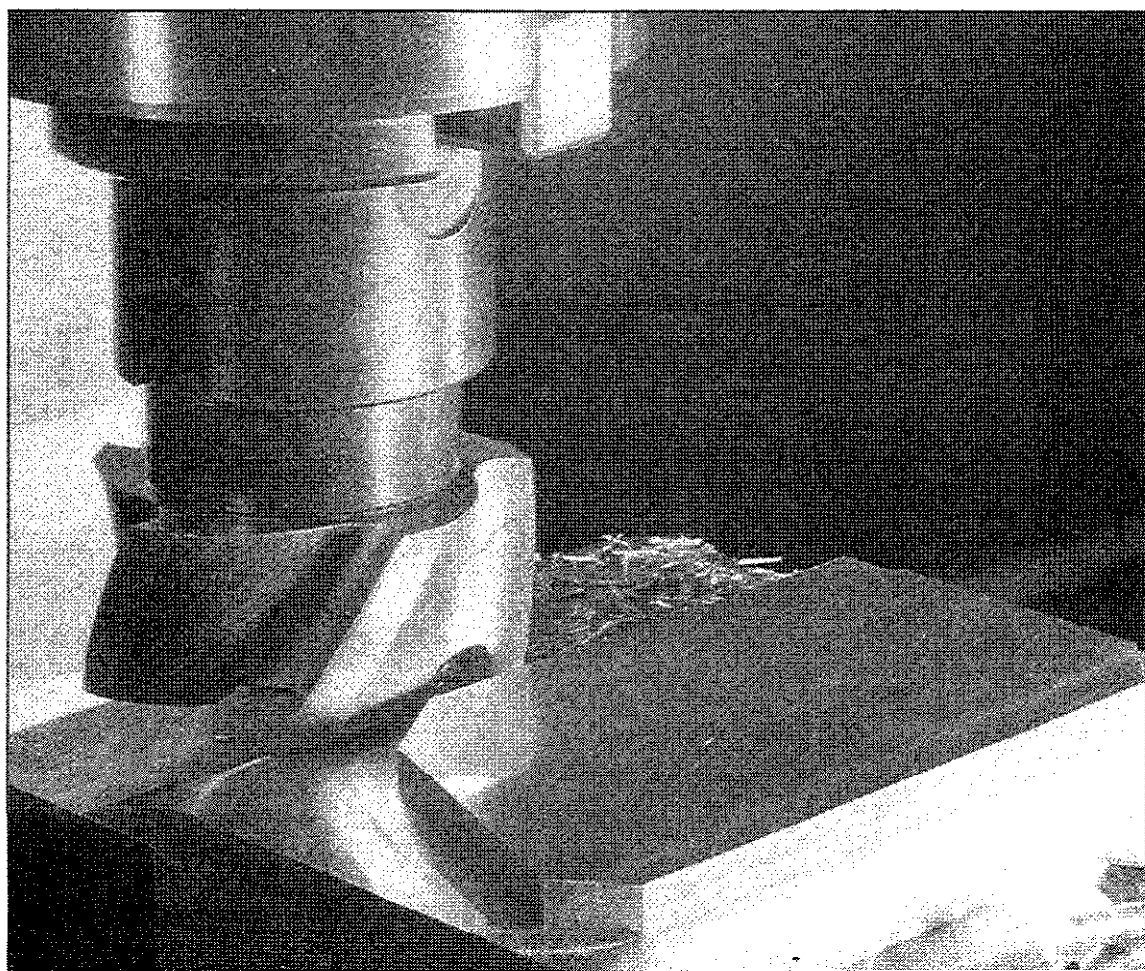


TNC

Bahnsteuerungen

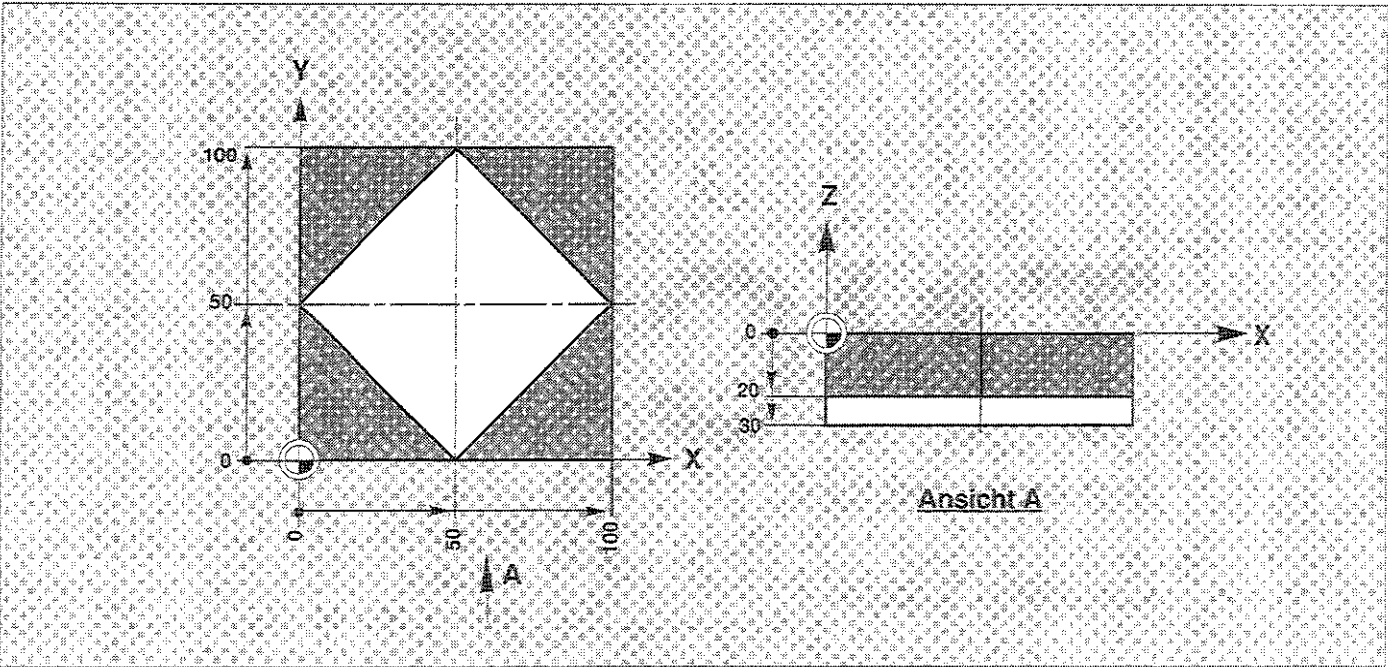
Geraden fräsen

% 110 - % 160



Geraden fräsen

mit der Vertikal-Spindel
Endpunkte in rechtwinkligen Koordinaten



```
% I10 G71 *  
N1 G30 G17 X+0 Y+0 Z-30 *  
N2 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *
```

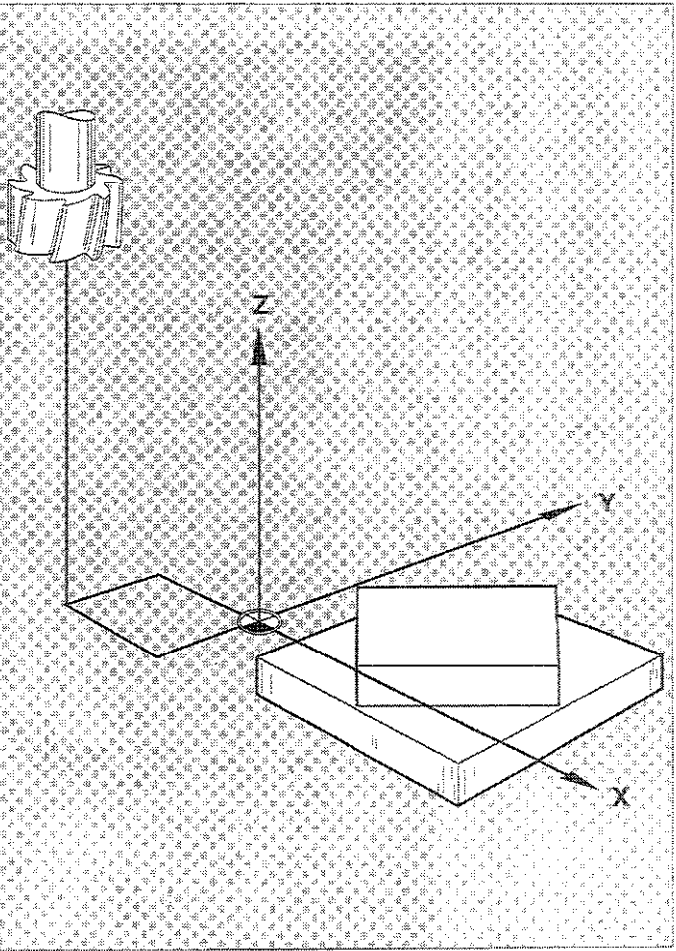
Werkstoff: Aluminium
Roh-Maße: 100mm x 100mm x 30mm
Werkzeug: Walzenstirnfräser Ø 40mm, 8 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert (siehe auch Unterprogrammtechnik).

```
N10 G98 L1 *  
N20 T0 G17 *  
N30 G00 G90 Z+100 M09 *  
N40 G40 X-50 Y-50 M05 *  
N50 G98 L0 *
```

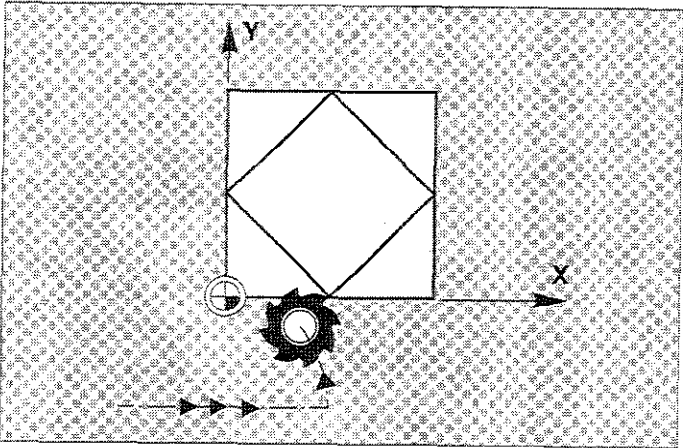
Definition und Aufruf des Werkzeugs.
(Programmlauf-STOP G38 in Satz 70 wird nur für manuellen Werkzeugwechsel benötigt.)

```
N60 G99 T11 L+0 R+20 *  
N70 G38 M06 *  
N80 T11 G17 S1250 *
```



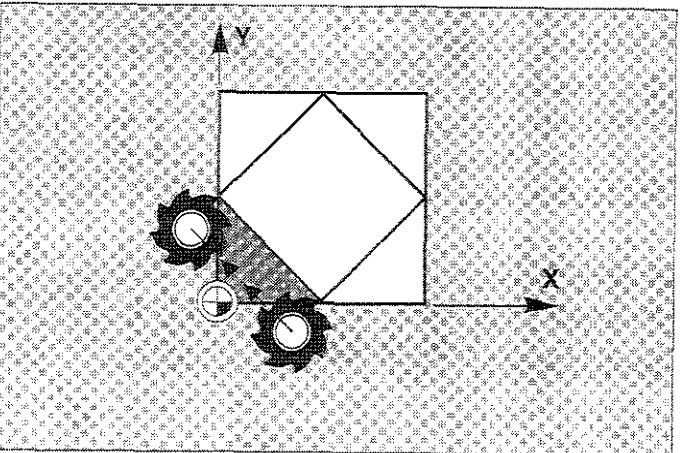
Zum tangentialen Anfahren der Kontur wird ein Hilfspunkt benötigt.

```
N90 G00 G40 G90 X+50 Y-50 *
N100 Z-20 *
N110 G01 G41 X+50 Y+0 F1000 M13 *
N120 G26 R5 *
```



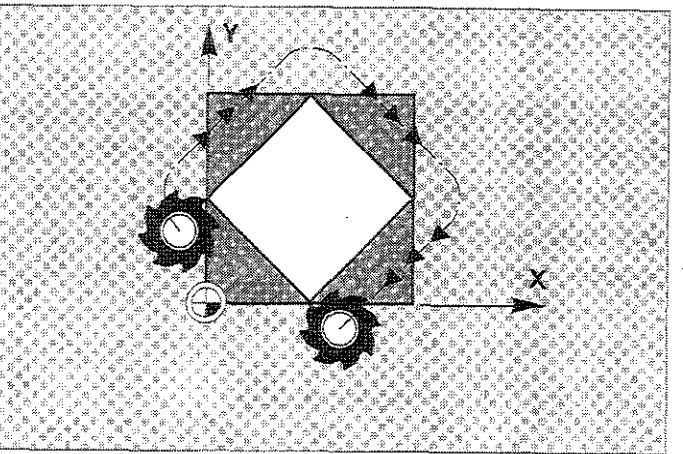
Fräsen der ersten Geraden.

```
N130 X+0 Y+50 *
```



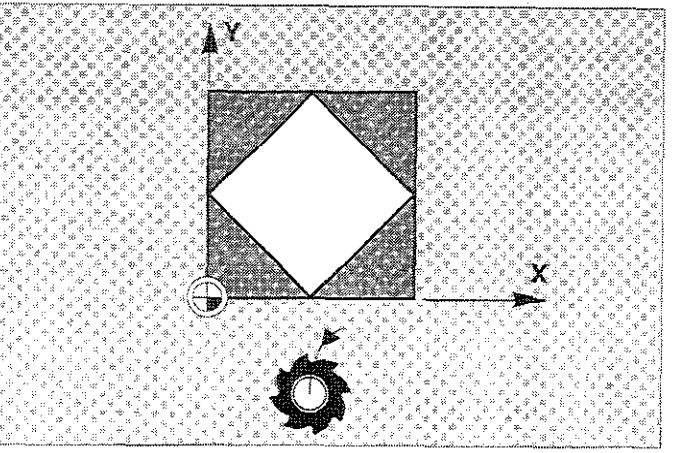
Fräsen der weiteren Geraden.

```
N140 X+50 Y+100 *
N150 X-100 Y-50 *
N160 G41 X+50 Y+0 *
```



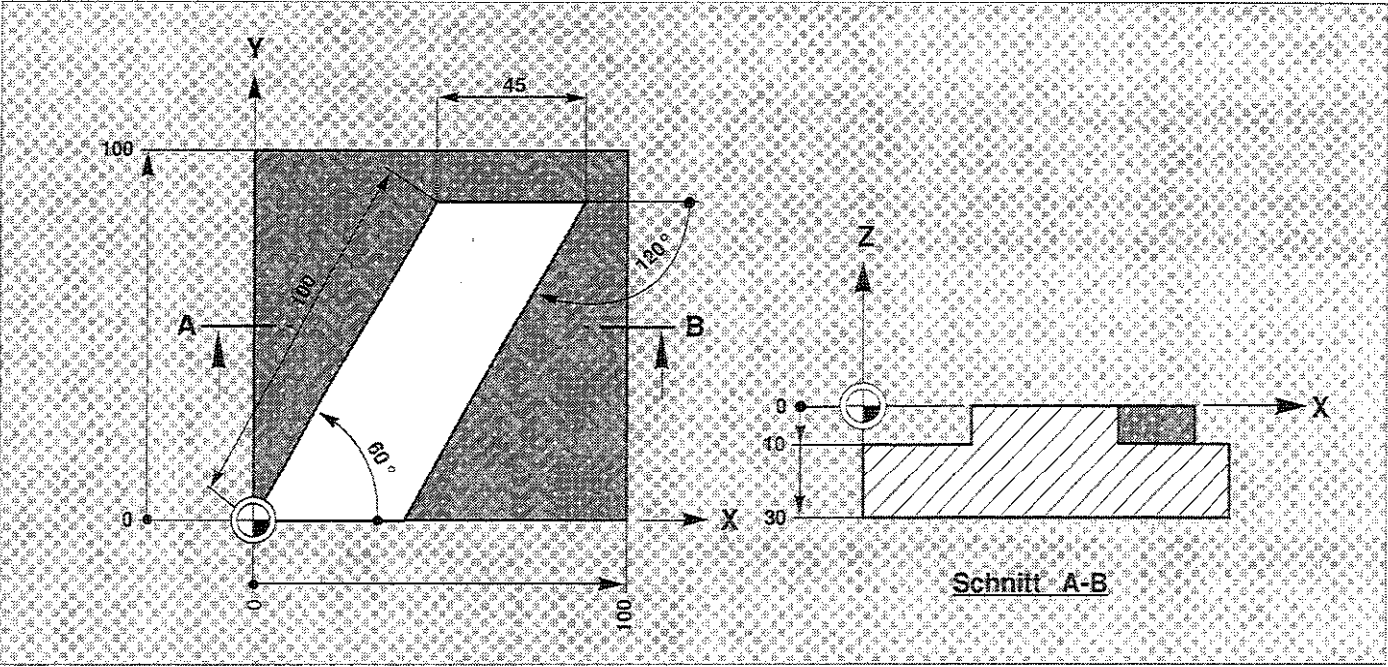
Tangentiales Verlassen der Kontur (Satz 160, 170 und 180), Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0). Programm-Ende.

```
N170 G27 R5 *
N180 G00 G40 X+50 Y-50 M09 *
N190 L1,0 *
N9999 % L10 G71 *
```



Geraden fräsen

mit der Vertikal-Spindel
Endpunkte in Polarkoordinaten



```
% 120 G71 *  
N1 G30 G17 X=0 Y=0 Z=30 *  
N1 G31 G90 X=100 Y=100 Z=0 *
```

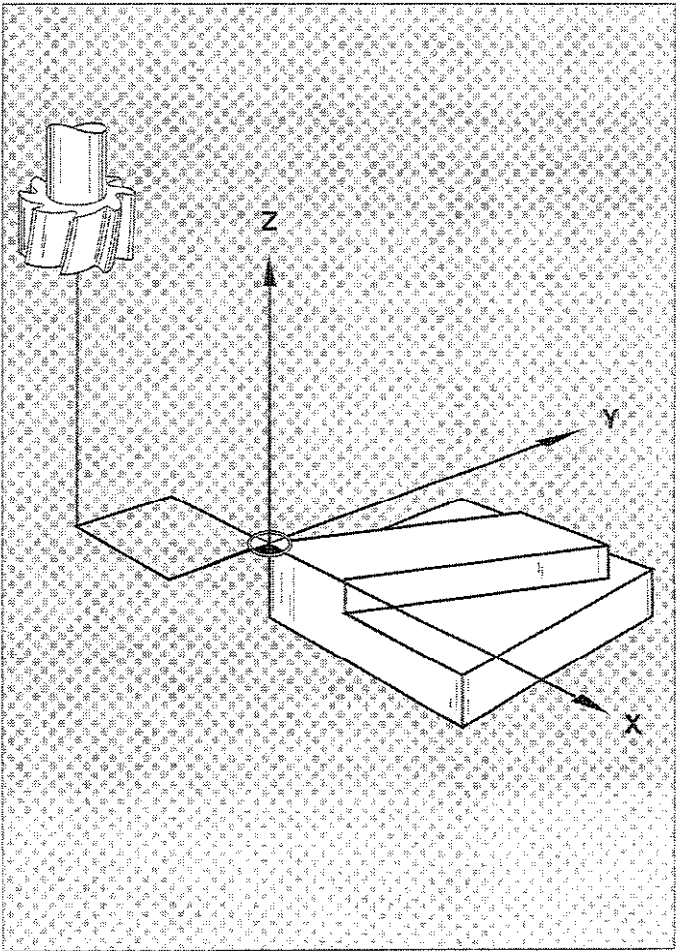
Werkstoff: Aluminium
Roh-Maße: 100mm x 100mm x 30mm
Werkzeug: Walzenstirnfräser Ø 50mm, 8 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

```
N10 G98 L1 *  
N20 T0 G17 *  
N30 G00 G90 Z=100 M09 *  
N40 G40 X=50 Y=50 M05 *  
N50 G98 L0 *
```

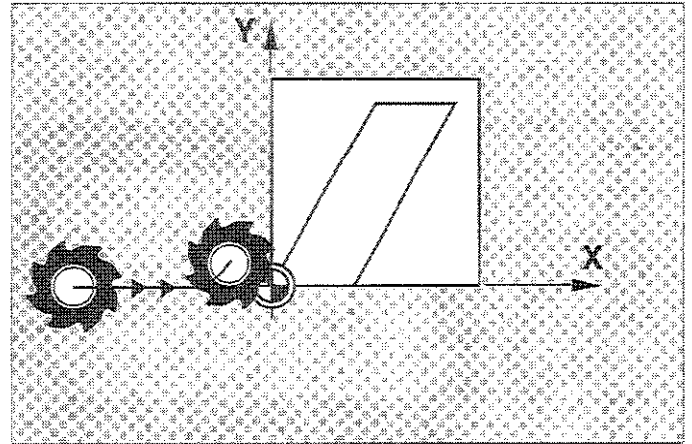
Definition und Aufruf des Werkzeugs.

```
N60 G99 T21 L=0 R=25 *  
N70 G38 M06 *  
N80 T21 G17 S1000 *
```



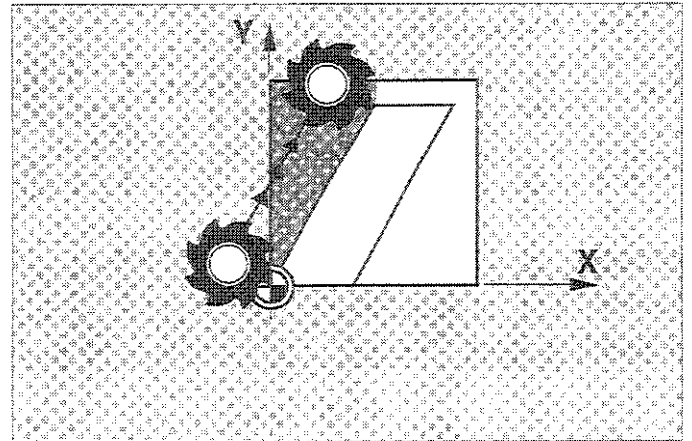
Zum tangentialen Anfahren der Kontur wird ein Hilfspunkt benötigt.

```
N90 G00 G40 G90 X-30 Y+0 *
N100 Z-10 *
N110 G01 G41 X+0 Y+0 F800 M13 *
N120 G26 R5 *
```



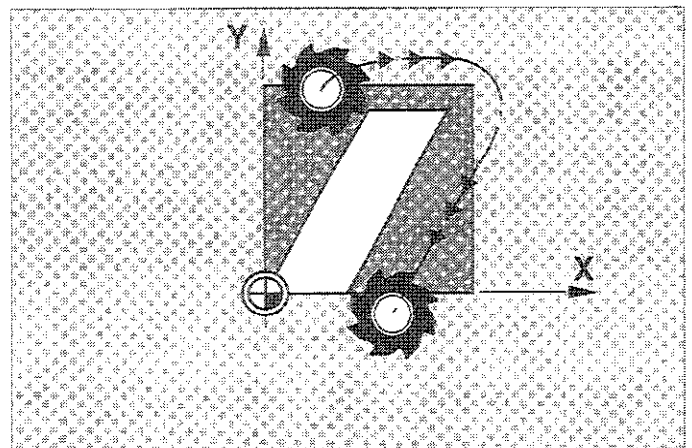
Festlegen des Poles, Fräsen der ersten Geraden, Endpunkt festgelegt über Pol in Satz 130, Radius R und Winkel H (Satz 140).

```
N130 I+0 J+0 *
N140 G11 R+100 H+60 *
```



Fräsen der weiteren Geraden, zur Pol-Definition wird jeweils die letzte Ist-Position des Werkzeugs übernommen (G29).

```
N150 G29 *
N160 R+45 H+0 *
N170 G29 *
N180 G41 R+100 H+120 *
```

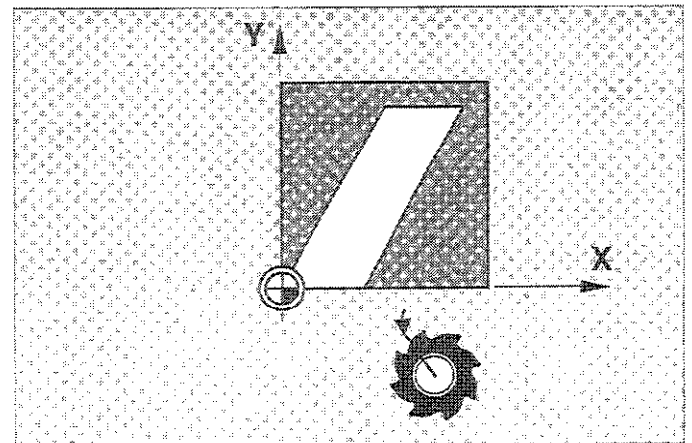


Satz 180 könnte auch lauten:

```
N180 G41 R+100 H+60 *
```

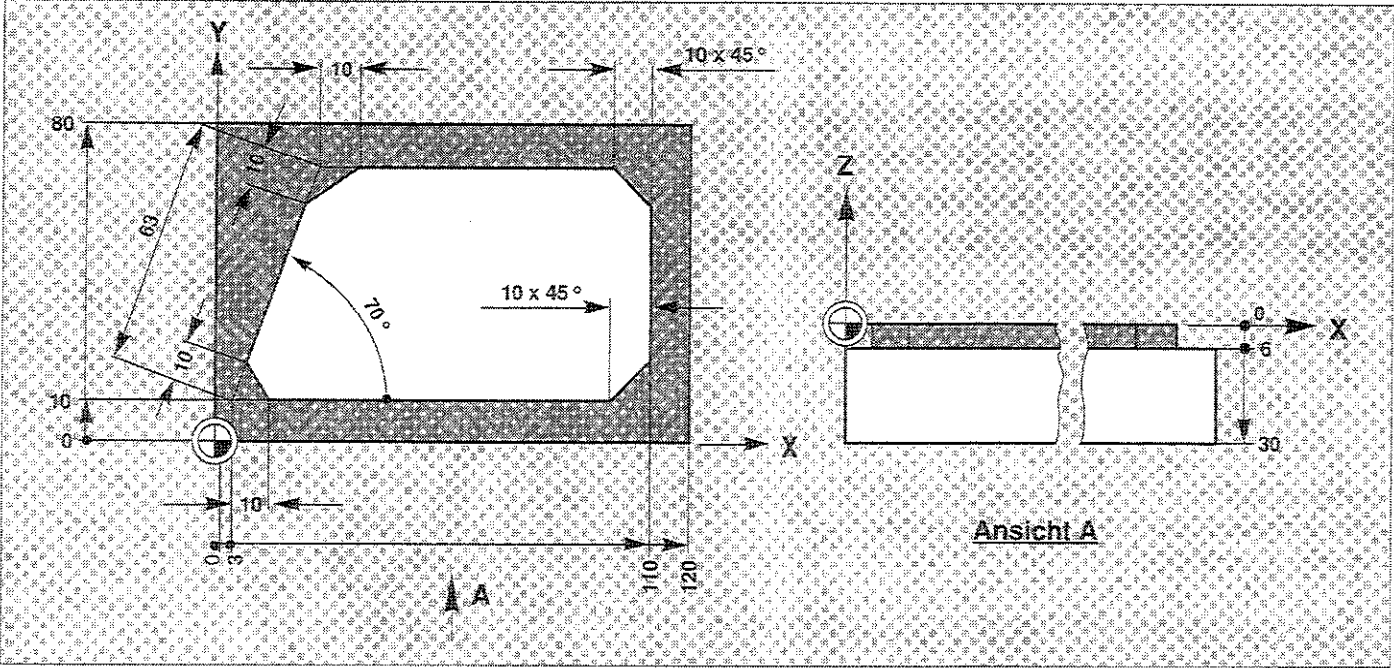
Tangentiales Verlassen der Kontur (Satz 180, 190 und 200), Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1.0), Programm-Ende.

```
N190 G27 R5 *
N200 G00 G40 G91 X+15 Y-30 M09 *
N210 L1.0 *
N9999 % 120 G71 *
```



Geraden fräsen

mit der Vertikal-Spindel
Fasen



```
%130 G71 *  
N1 G30 G17 X=0 Y=0 Z=30 *  
N2 G31 G90 X=120 Y=80 Z=0 *
```

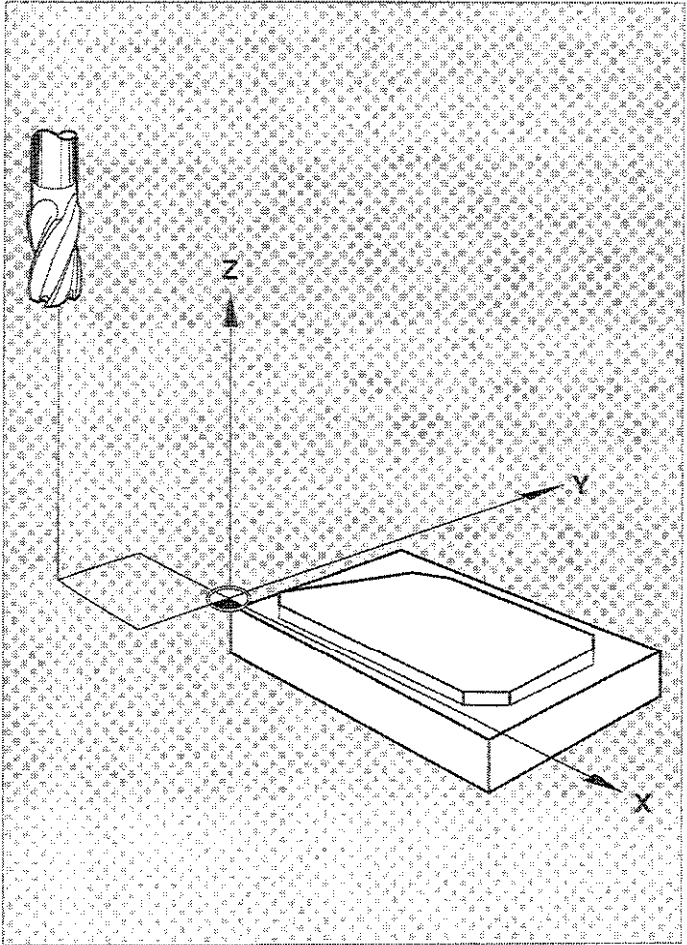
Werkstoff: Aluminium
Roh-Maße: 120mm x 80mm x 30mm
Werkzeug: Schrupp-/Schlichtfräser Ø 30mm, 6 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

```
N10 G98 L1 *  
N20 T0 G17 *  
N30 G00 G90 Z=100 M09 *  
N40 G40 X=50 Y=50 M05 *  
N50 G98 L0 *
```

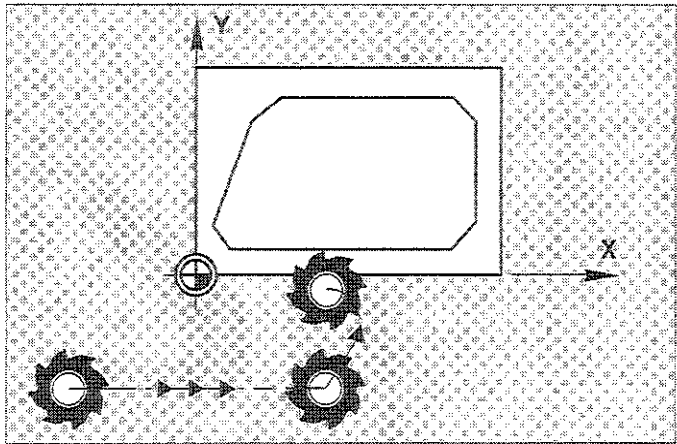
Definition und Aufruf des Werkzeugs.

```
N60 G99 T31 L=0 R=15 *  
N70 G38 M06 *  
N80 T31 G17 S1600 *
```



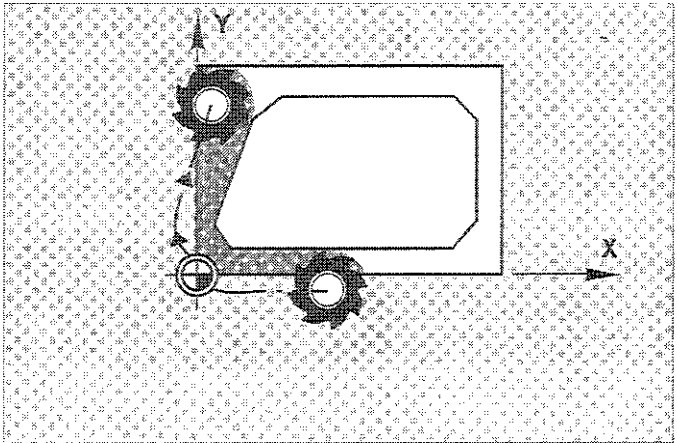
Zum tangentialen Anfahen der Kontur wird ein Hilfspunkt benötigt.

```
N90 G00 G40 G90 X+50 Y-50 *  
N100 Z-6 *  
N110 G01 G41 X+50 Y+10 F1000 M13 *  
N120 G26 R20 *
```



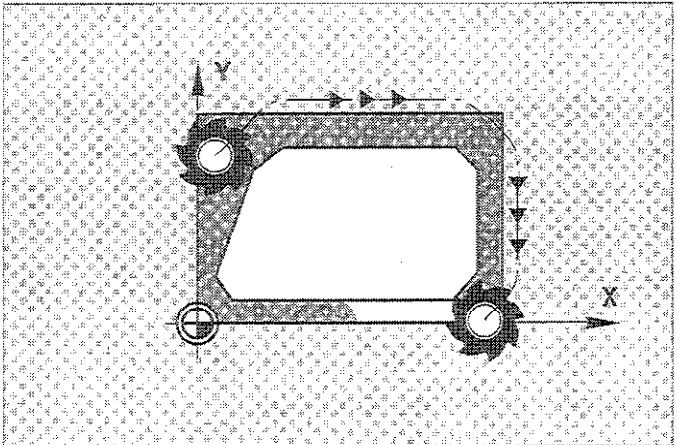
Festlegung der Fase über die ersten beiden Geraden (Satz 130 und Satz 150/160), Fräsen der Geraden und der Fase.

```
N130 X+3 *  
N140 G24 R10 *  
N150 I+3 J+10 *  
N160 G11 R+63 H+70 *
```



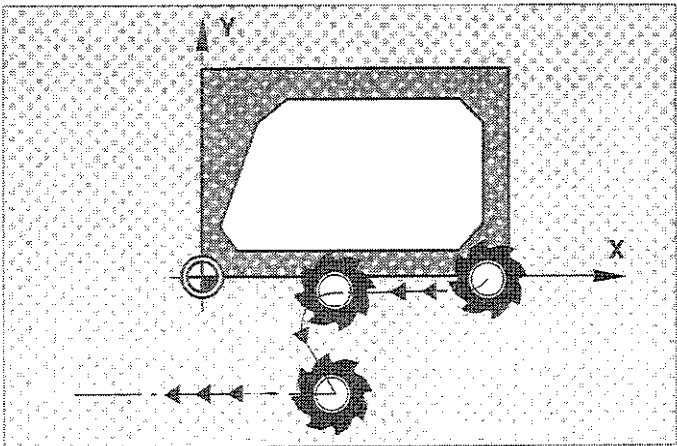
Fräsen der Kontur und der weiteren Fasen.

```
N170 G24 R10 *  
N180 G01 X+110 *  
N190 G24 R10 *  
N200 Y+10 *  
N210 G24 R10 *
```



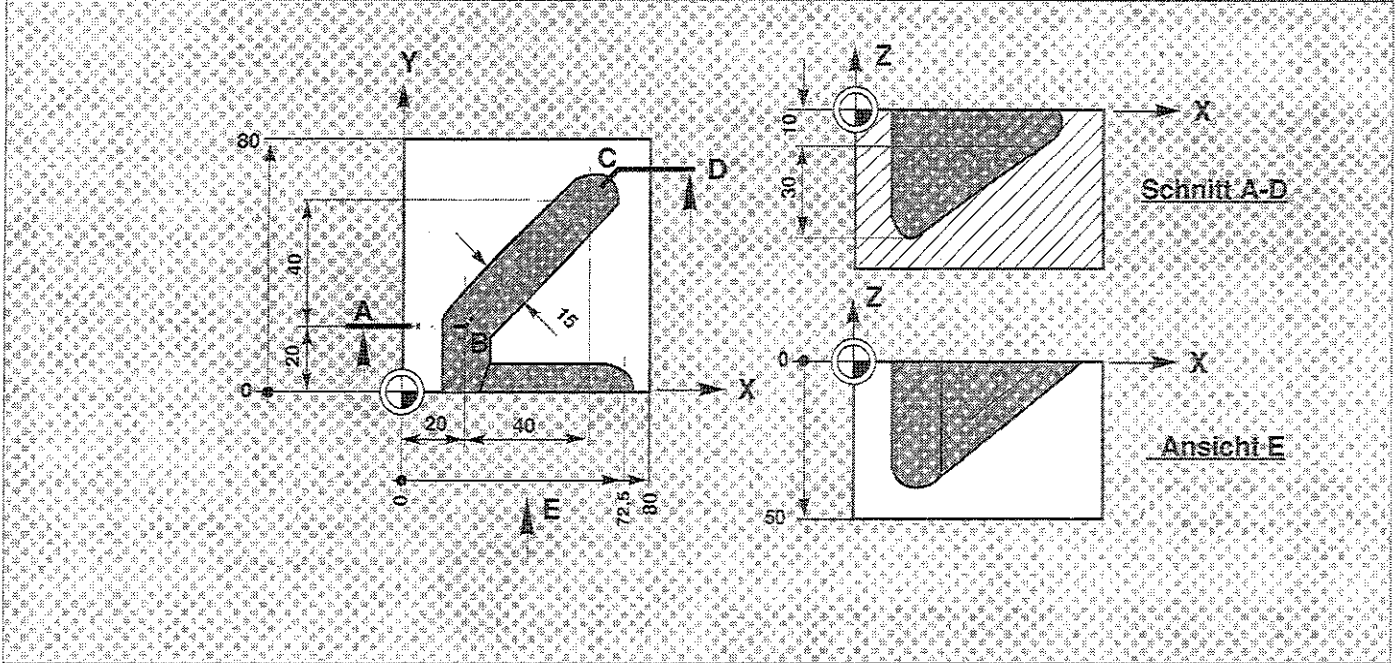
Tangentiales Verlassen der Kontur, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Programm-Ende.

```
N220 G41 X+50 Y+10 *  
N230 G27 R20 *  
N240 G00 G40 X+50 Y-50 M09 *  
N250 L1,0 *  
N9999 % 130 G71 *
```



Geraden fräsen

mit der Vertikal-Spindel
Geraden im Raum



% 146 G71*

N.. G30 G17 X+0 Y+0 Z-50

N. G31 G90 X+80 Y+80 Z=0 *

Werkstoff: Aluminium

Roh-Maße: 80mm x 80mm x 50mm

Werkzeug: Kugelpopfräser Ø 15 mm, 3 Zähne
(geforderte Breite der zu fräsenden Bahn
bestimmt den Durchmesser)

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

NT0-G98-L1-2

N20 T0 G17 *

N30 G00 G90 Z#100 M09 *

N40 G40 X-50 Y-50 M05 *

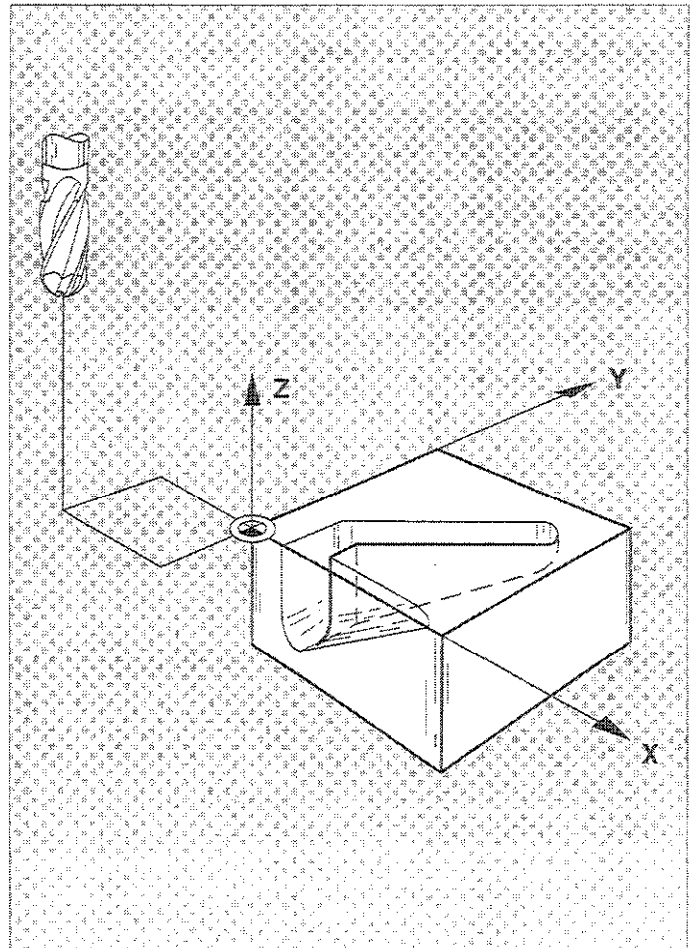
N50 G98 L0 *

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

N60 G99 T41 L+0 R+7.5*

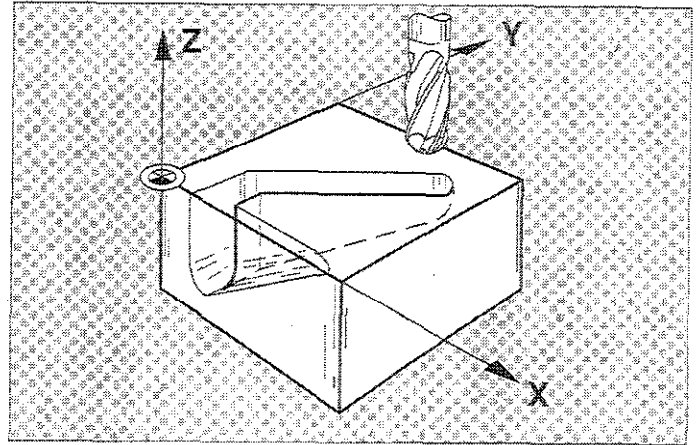
N70 G38 M06 *

N80 T41 G17 S3150 *



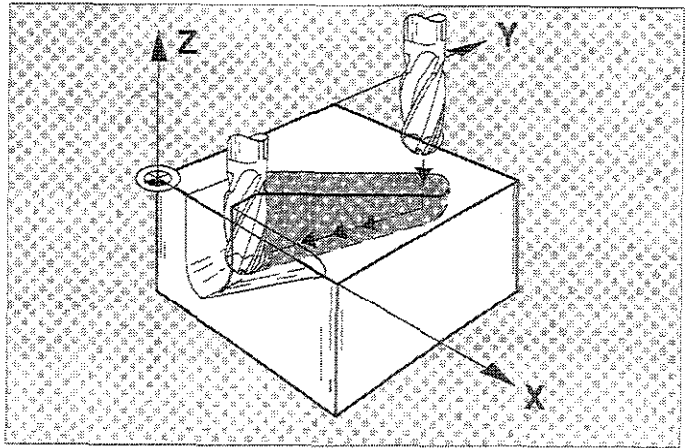
Positionieren über Werkstück-Oberfläche auf Sicherheits-
abstand.

```
N90 G00 G40 G90 X+60 Y+60 *
N100 Z+2 *
```



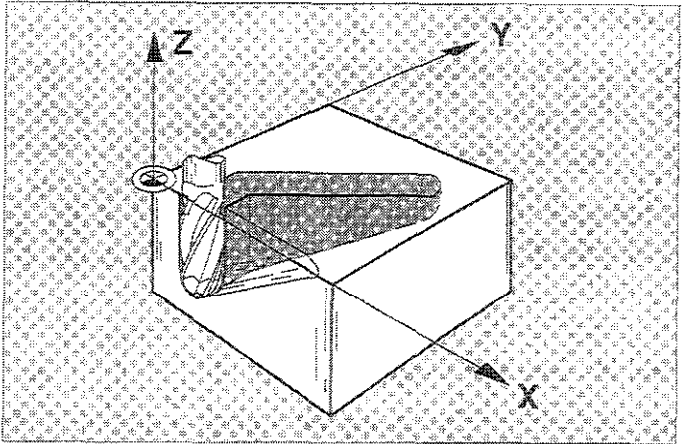
Einstechen, Fräsen der Raum-Geraden.
Das Werkzeug bewegt sich auf einer unkorrigierten Bahn.

```
N110 G01 Z-10 F100 M13 *
N120 G91 X-40 Y-40 Z-30 F200 *
```



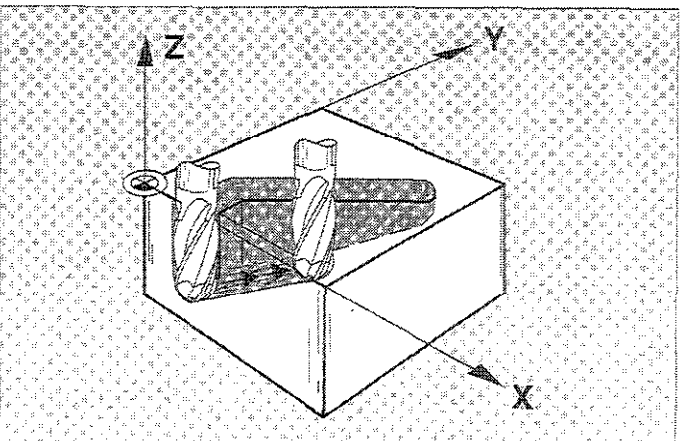
Fräsen bei gleichbleibender Tiefe, parallel zur Y-Achse.

```
N130 G90 Y+0 *
```



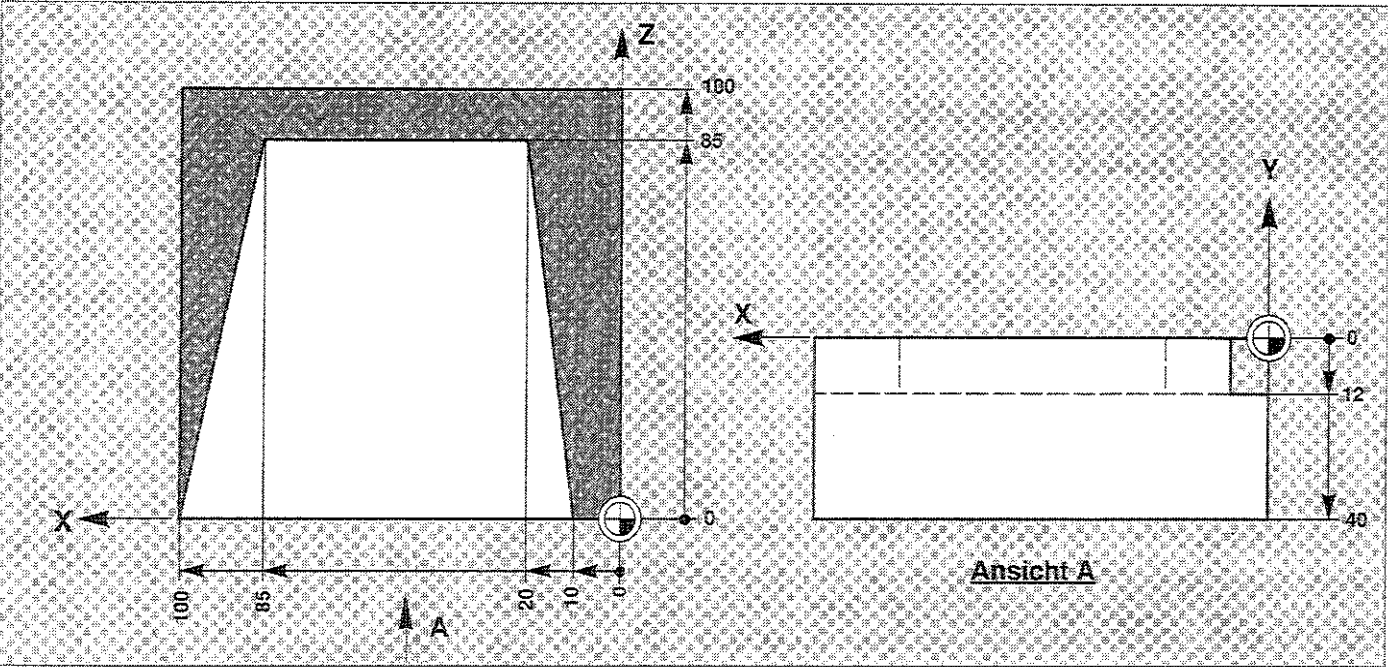
Fräsen der zweiten Geraden. Anfahren der Werkzeug-
wechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Pro-
gramm-Ende.

```
N140 X=72.5 Z=0 M09 *
N150 L1.0 *
N9999 % 140 G71 *
```



Geraden fräsen

mit der Horizontal-Spindel
Endpunkte in rechtwinkligen Koordinaten



```
G150 G71 *  
N1 G30 G18 X+0 Y-40 Z+0 *  
N2 G31 G90 X+100 Y+0 Z+100 *
```

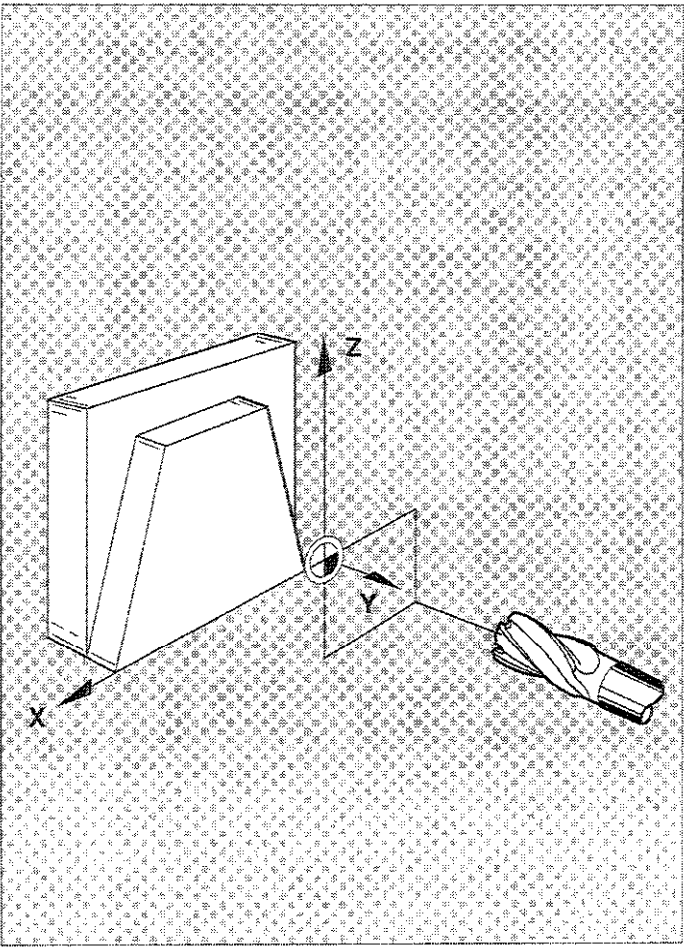
Werkstoff: Aluminium
Roh-Maße: 100mm x 100mm x 40mm
Werkzeug: Schrupp-/Schlichtfräser Ø 30mm, 4 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

```
N10 G98 L1 *  
N20 T0 G18 *  
N30 G00 G90 Y+100 M09 *  
N40 G40 X-50 Z-50 M05 *  
N50 G98 L0 *
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

```
N60 G99 T51 L+0 R-15 *  
N70 G38 M06 *  
N80 T51 G18 S1600 *
```



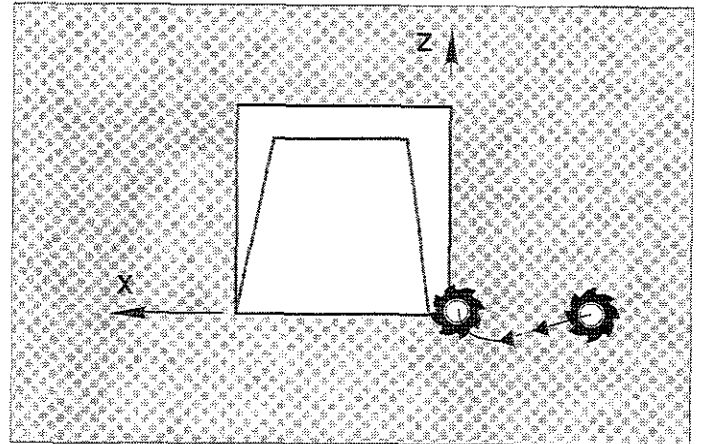
Tangenciales Anfahren der Kontur über einen Hilfspunkt.

```
N90 G00 G40 G90 X-50 Z+0 *
```

```
N100 Y-12 *
```

```
N110 G01 G42 X+10 Z+0 F630 M13 *
```

```
N120 G26 R5 *
```

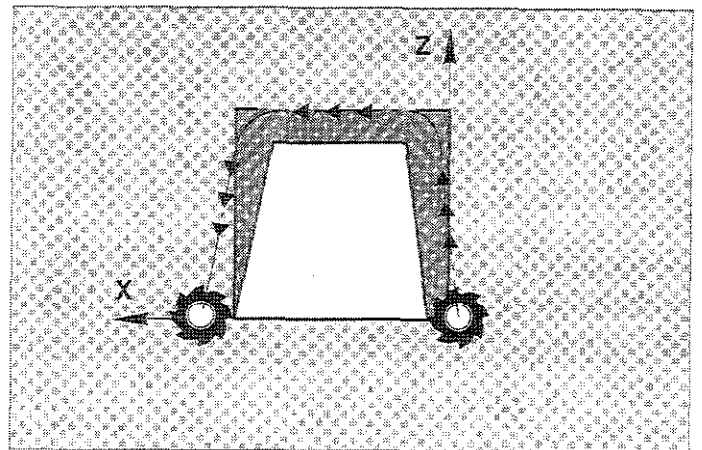


Fräsen der Geraden.

```
N130 X+20 Z+85 *
```

```
N140 X+85 *
```

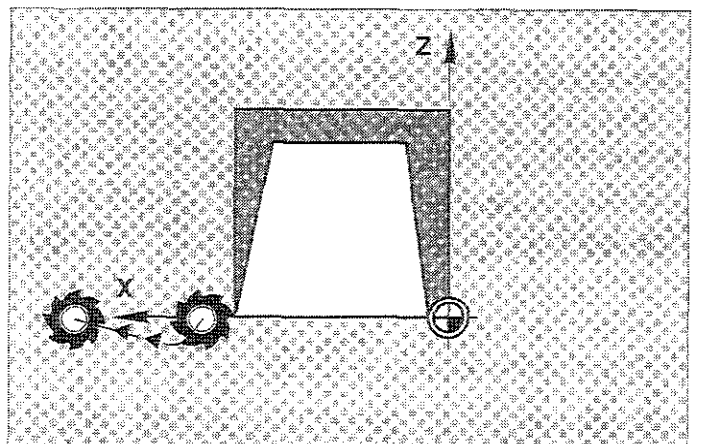
```
N150 G42 X+100 Z+0 *
```



Tangenciales Verlassen der Kontur (Satz 150, 160 und 170).

```
N160 G27 R5 *
```

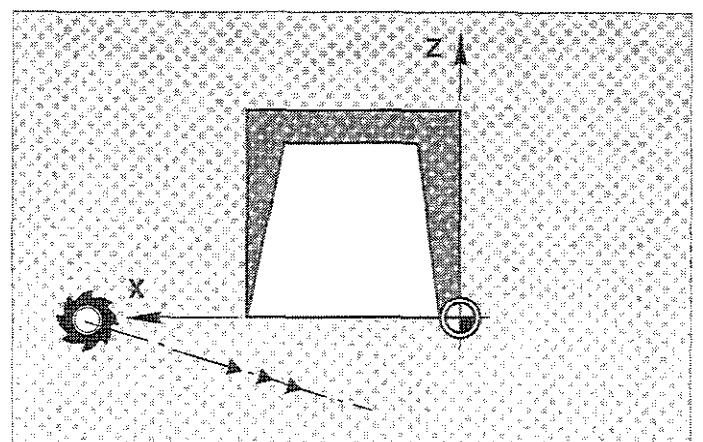
```
N170 G00 G40 X-150 Z+0 M09 *
```



Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Programm-Ende.

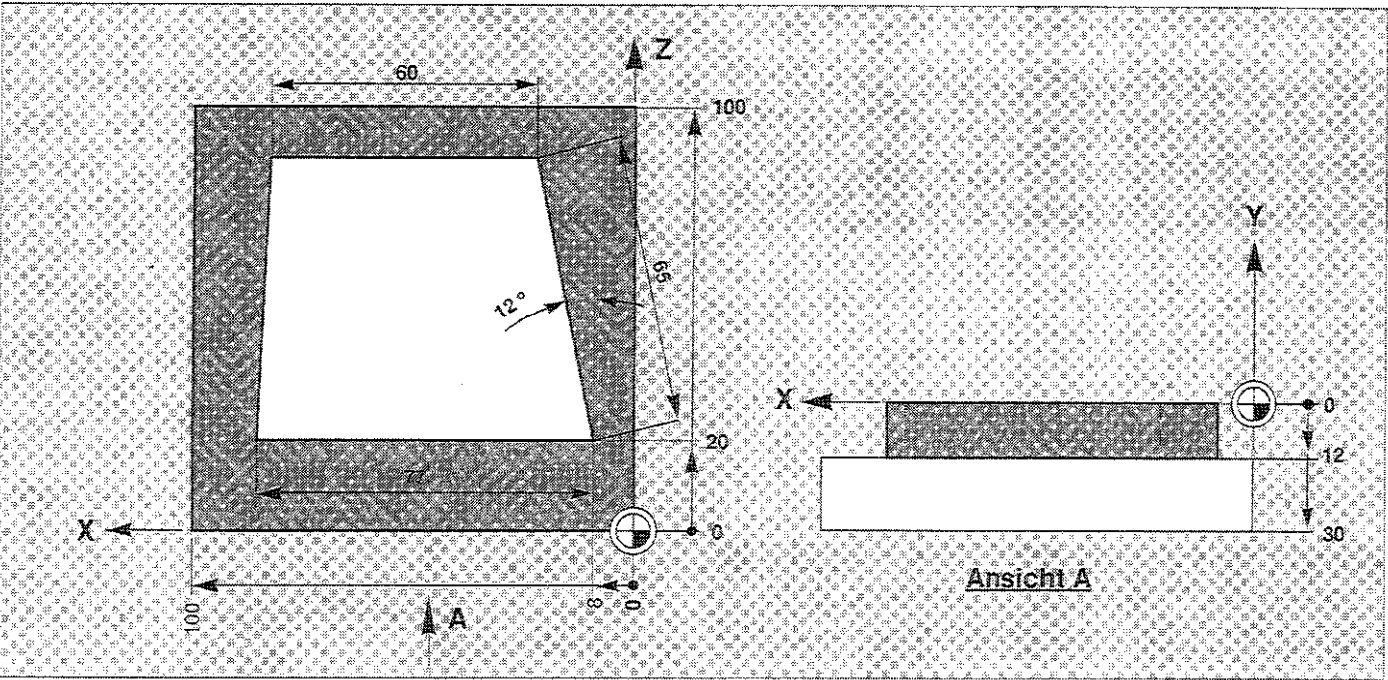
```
N180 L1,0 *
```

```
N9999 % 150 G71 *
```



Geraden fräsen

mit der Horizontal-Spindel
Endpunkte in Polarkoordinaten



```
G01 G18 X+0 Y-30 Z+0 *  
N1 G30 G90 X-100 Y+0 Z+100 *
```

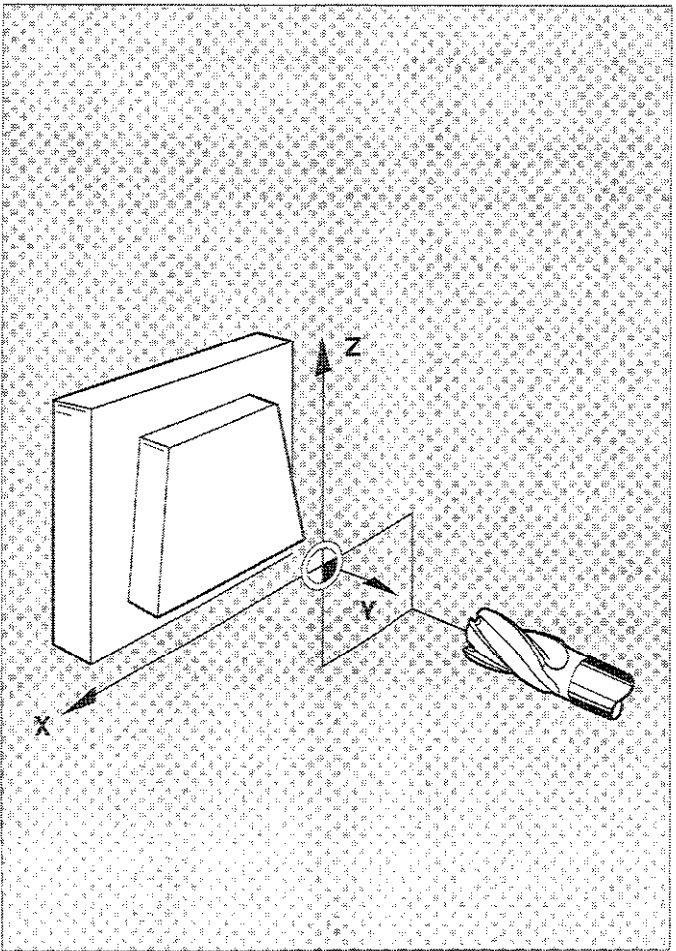
Werkstoff: Aluminium
Roh-Maße: 100mm x 100mm x 30mm
Werkzeug: Schrupp-/Schlichtfräser Ø 30mm, 6 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

```
N10 G98 L1 *  
N20 T0 G18 *  
N30 G00 G90 Y+100 M09 *  
N40 G40 X-50 Z-50 M05 *  
N50 G98 L0 *
```

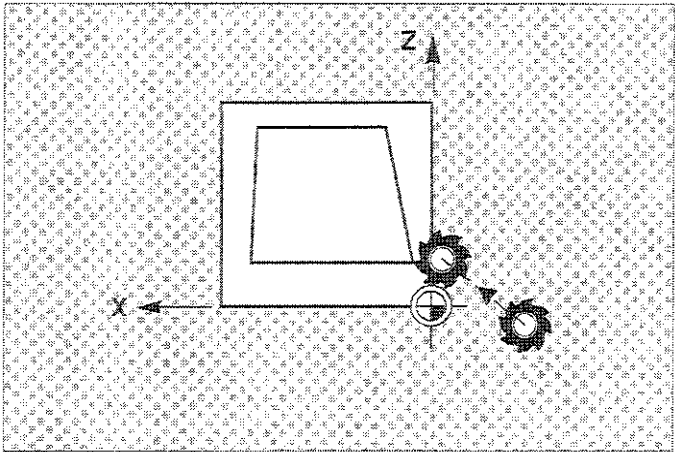
Definition und Aufruf des Werkzeugs.

```
N60 G99 T61 L+0 R+15 *  
N70 G38 M06 *  
N80 T61 G18 S1600 *
```



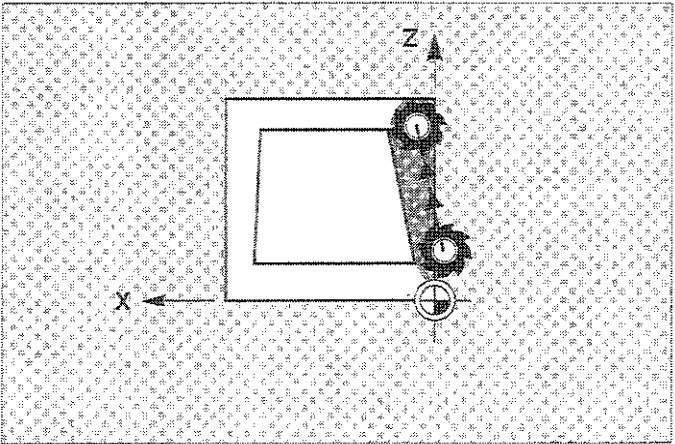
Anfahren der Kontur auf einer Geraden über einen Hilfspunkt.

```
N90 G00 G40 G90 X-40 Z-20 *  
N100 Y-12 *  
N110 G01 G42 X+8 Z+20 F1000 M13 *
```



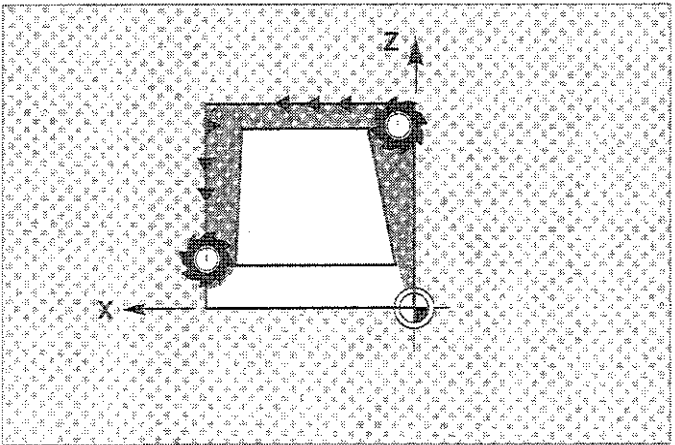
Festlegen des ersten Pols, Fräsen der ersten Geraden.

```
N120 I-8 K+20 *  
N130 G11 R+65 H+12 *
```



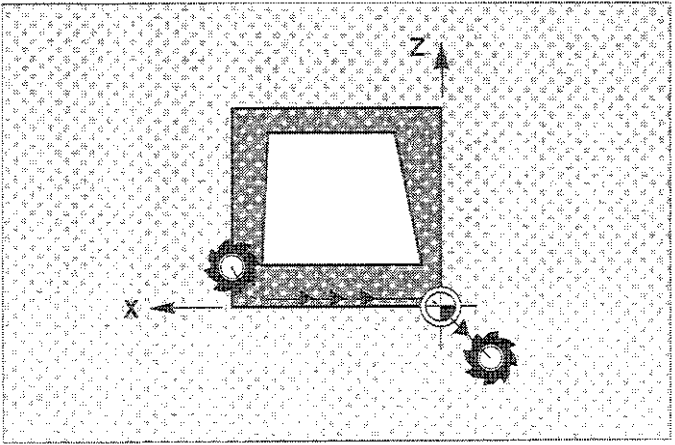
Istwert-Übernahme für Pol-Definition (Satz 140), Fräsen der weiteren Kontur.

```
N140 G29 *  
N150 R+60 H+90 *  
N160 I-8 K+20 *  
N170 R+77 H+90 *
```



Fräsen der letzten Geraden, Verlassen der Kontur auf einer Geraden, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Programm-Ende.

```
N180 G01 G42 X+8 Z+20 *  
N190 G00 G40 X-20 Z-20 M09 *  
N200 L1,0  
N9999 % 160 G71 *
```

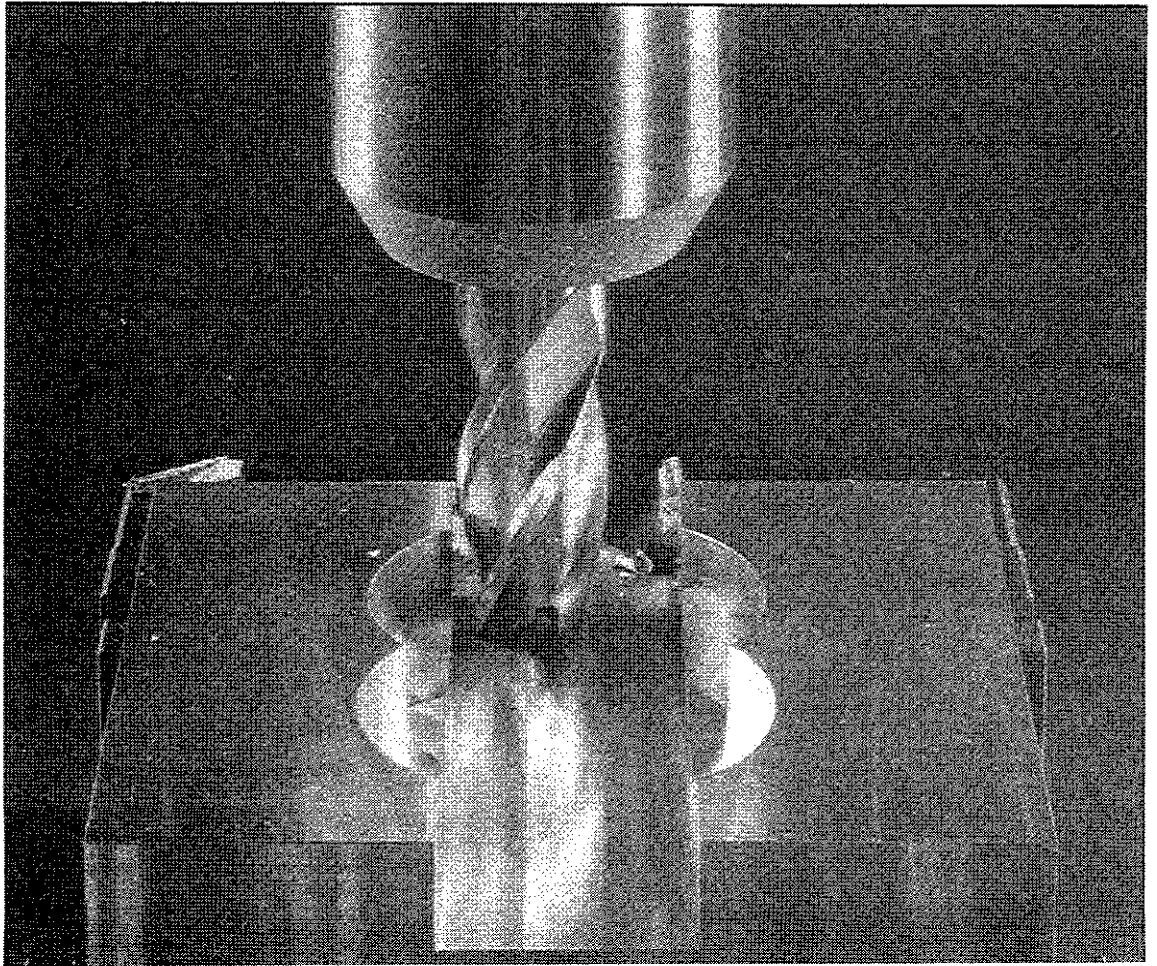


TNC

Bahnsteuerungen

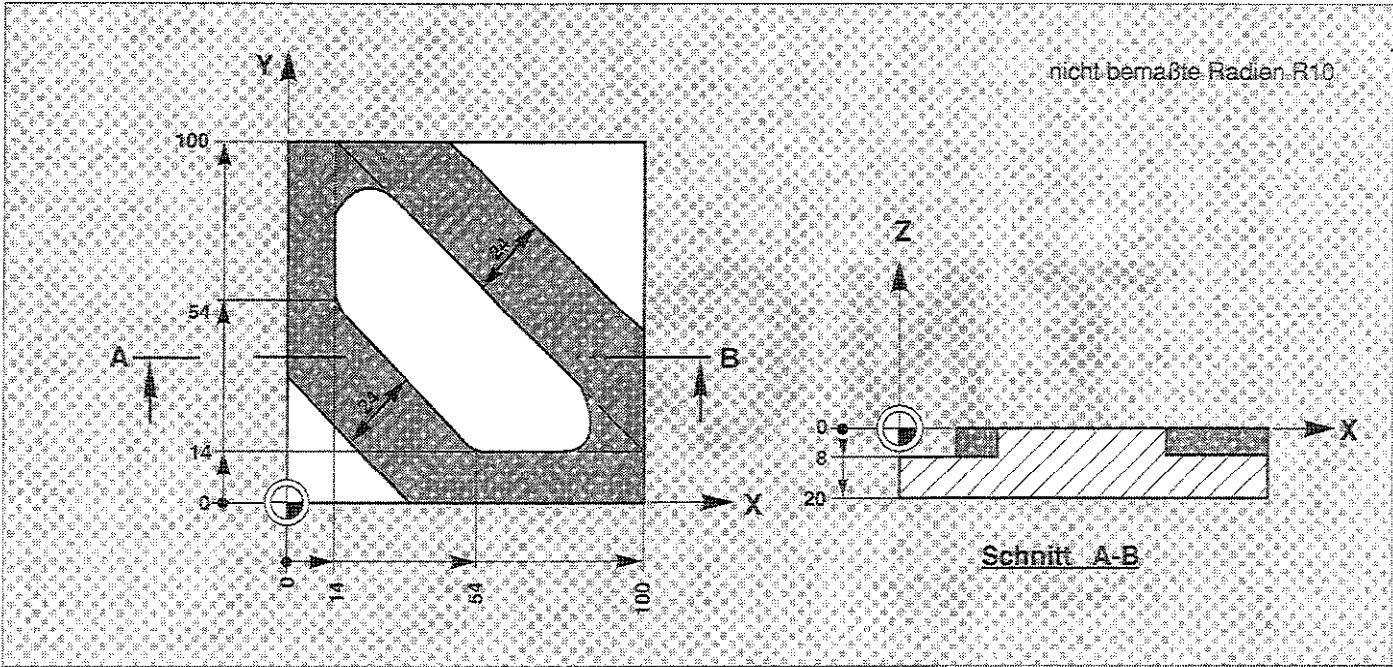
Kreise fräsen

% 210 - % 285



Kreise fräsen

mit der Vertikal-Spindel
Ecken-Runden



```
% 210 G71 *  
N.. G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *  
N. G31 G90 X+100 Y-100 Z+0 *
```

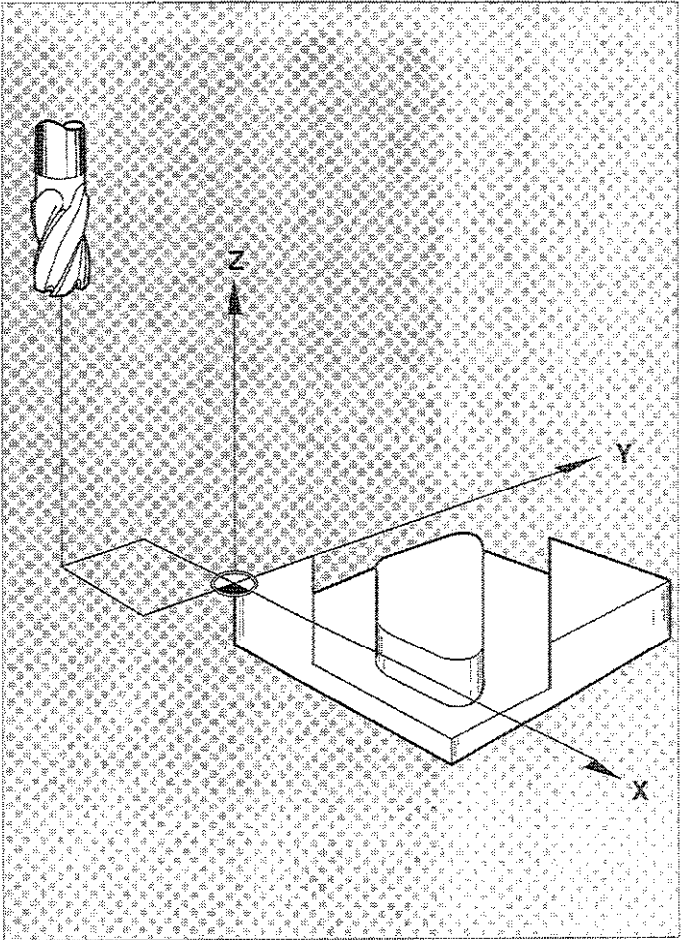
Werkstoff: Aluminium
Roh-Maße: 100mm x 100mm x 20mm
Werkzeug: Schrupp-/Schlichtfräser Ø 24mm, 6 Zähne
(geforderte Breite der zu fräsenden Bahn bestimmt den Durchmesser)

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

```
N10 G98 L1 *  
N20 T0 G17 *  
N30 G00 G90 Z+100 M09 *  
N40 G40 X-50 Y-50 M05 *  
N50 G98 L0 *
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

```
N60 G99 T12 L+0 R+12 *  
N70 G38 M06 *  
N80 T12 G17 S2000 *
```



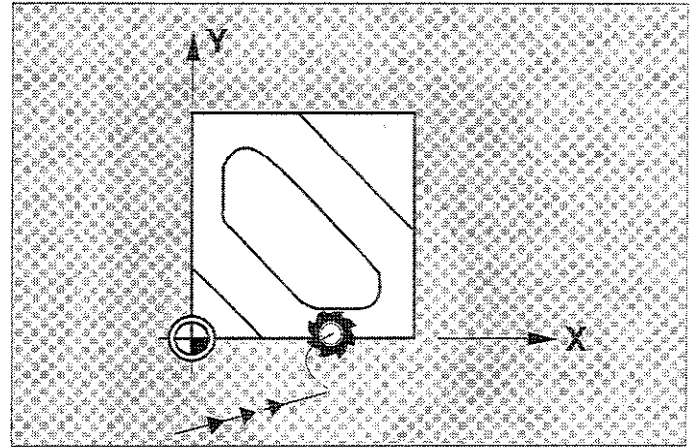
Zum tangentialen Anfahren der Kontur wird ein Hilfspunkt benötigt.

```
N90 G00 G40 G90 X+65 Y-20 *
```

```
N100 Z-8 *
```

```
N110 G01 G42 X+65 Y+14 F1200 M13 *
```

```
N120 G26 R10 *
```

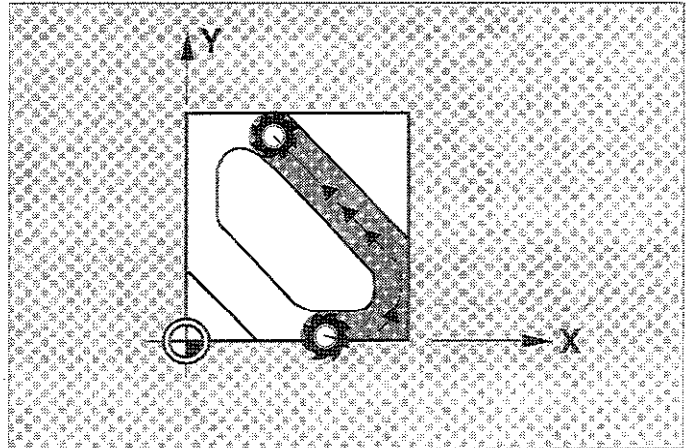


Definition der ersten beiden Konturelemente, Fräsen der ersten Geraden, Runden der Ecke, Fräsen der zweiten Geraden.

```
N130 X+100 Y+14 *
```

```
N140 G25 R10 *
```

```
N150 X+14 Y+100 *
```



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

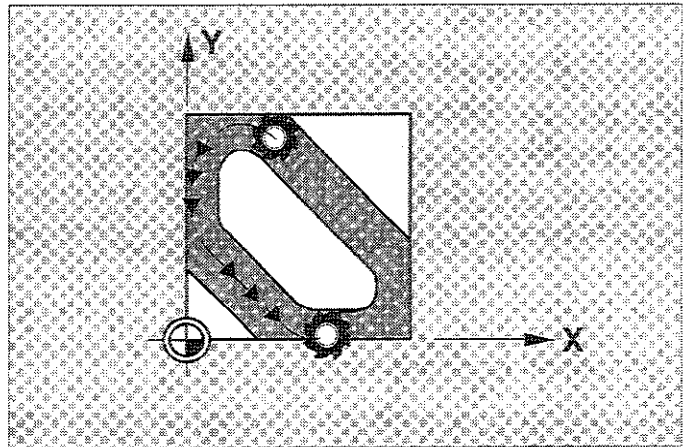
```
N160 G25 R10 *
```

```
N170 X+54 Y+54 *
```

```
N180 G25 R10 *
```

```
N190 X+54 Y-14 *
```

```
N200 G25 R10 *
```



Fräsen der letzten Gerade, tangentiales Verlassen der Kontur, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Programm-Ende.

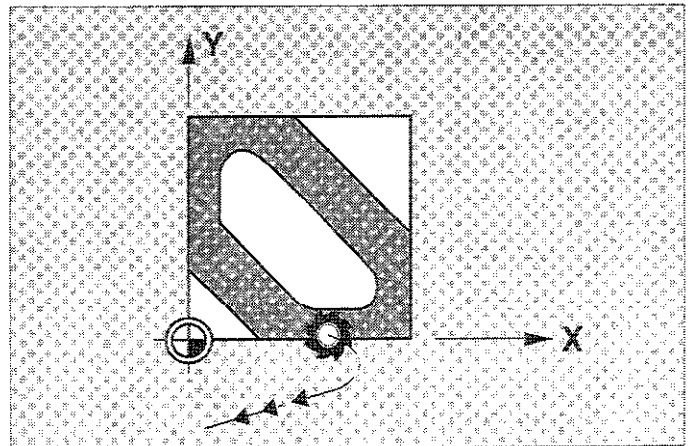
```
N210 G42 X+65 Y+14 *
```

```
N220 G27 R5 *
```

```
N230 G00 G40 X+65 Y-20 M09 *
```

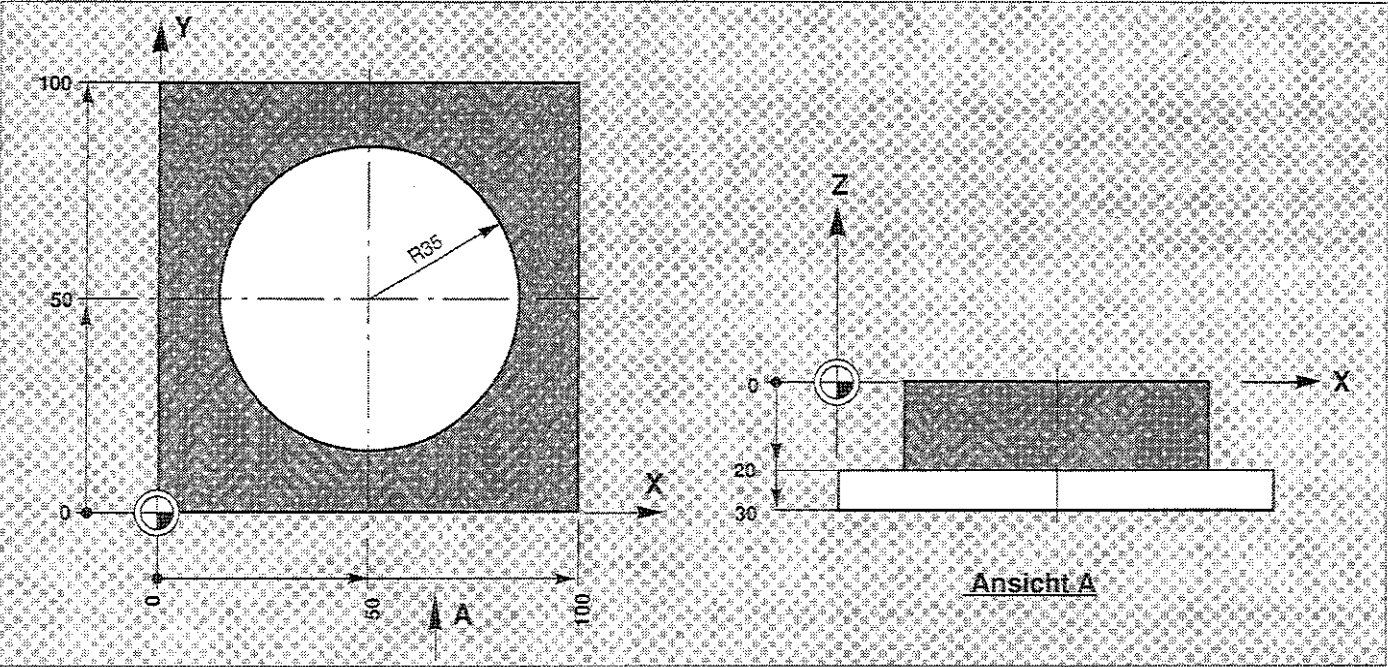
```
N240 L1,0 *
```

```
N9999 % 210 G71 *
```



Kreise fräsen

mit der Vertikal-Spindel
Festlegung über Mittelpunkt und Endpunkt
Endpunkte in rechtwinkligen Koordinaten



```
% 220 G71 *  
N1 G30 G17 X+0 Y+0 Z+30 *  
N2 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *
```

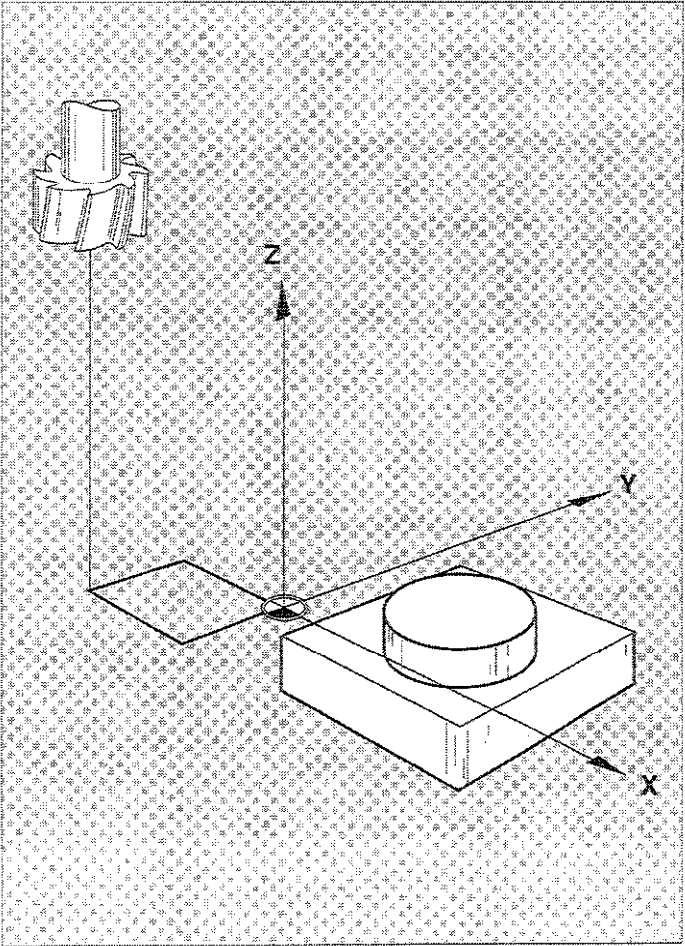
Werkstoff: Aluminium
Roh-Maße: 100mm x 100mm x 30mm
Werkzeug: Walzenstirnfräser Ø 40mm, 8 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

```
N10 G98 L1 *  
N20 T0 G17 *  
N30 G00 G90 Z+100 M09 *  
N40 G40 X-50 Y-50 M05 *  
N50 G98 L0 *
```

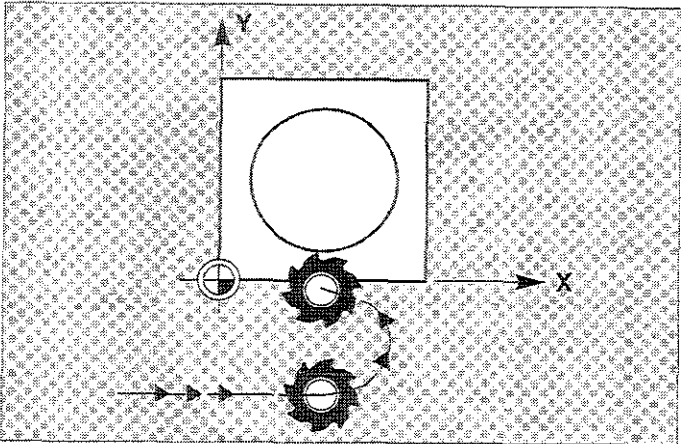
Definition und Aufruf des Werkzeugs.

```
N60 G99 T22 L+0 R+20 *  
N70 G38 M06 *  
N80 T22 G17 S1250 *
```



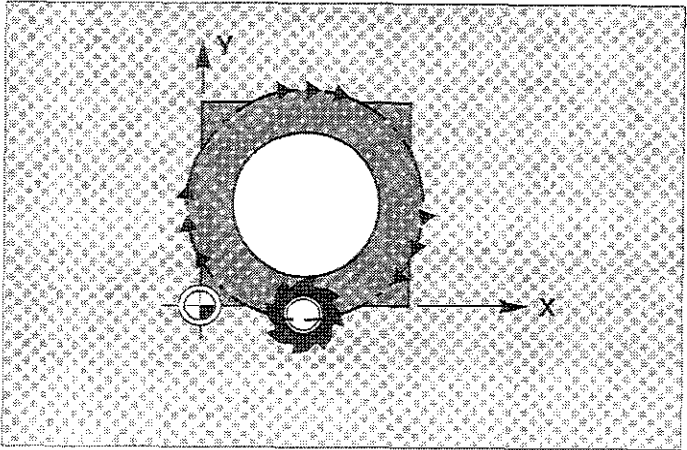
Zum tangentialen Anfahren der Kontur wird ein Hilfspunkt benötigt.

```
N90 G00 G40 G90 X+50 Y-35 *  
N100 Z-20 *  
N110 G01 G41 X+50 Y+15 F1000 M13 *  
N120 G26 R15 *
```



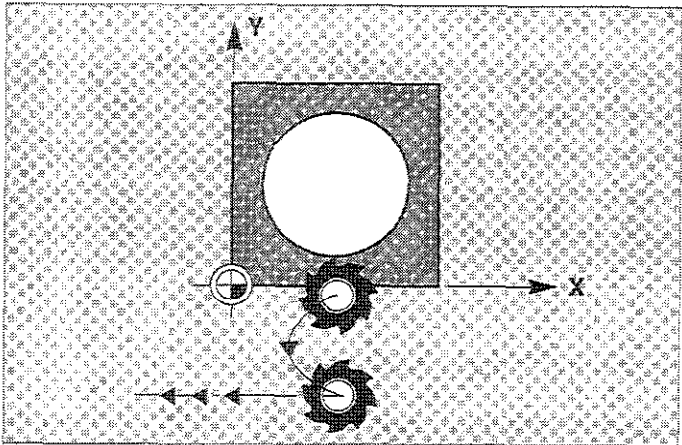
Festlegung des Kreismittelpunkts (Satz 130), Angabe des Kreisendpunkts und der Fräsrichtung mit G02 (Satz 140), Fräsen des Kreises.

```
N130 I+50 J-50 *  
N140 G02 G41 X+50 Y+15 *
```



Tangentiales Verlassen der Kontur, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Programm-Ende.

```
N150 G27 R15 *  
N160 G00 G40 X+50 Y-35 M09 *  
N170 L1,0 *  
N9999 % 220 G71 *
```

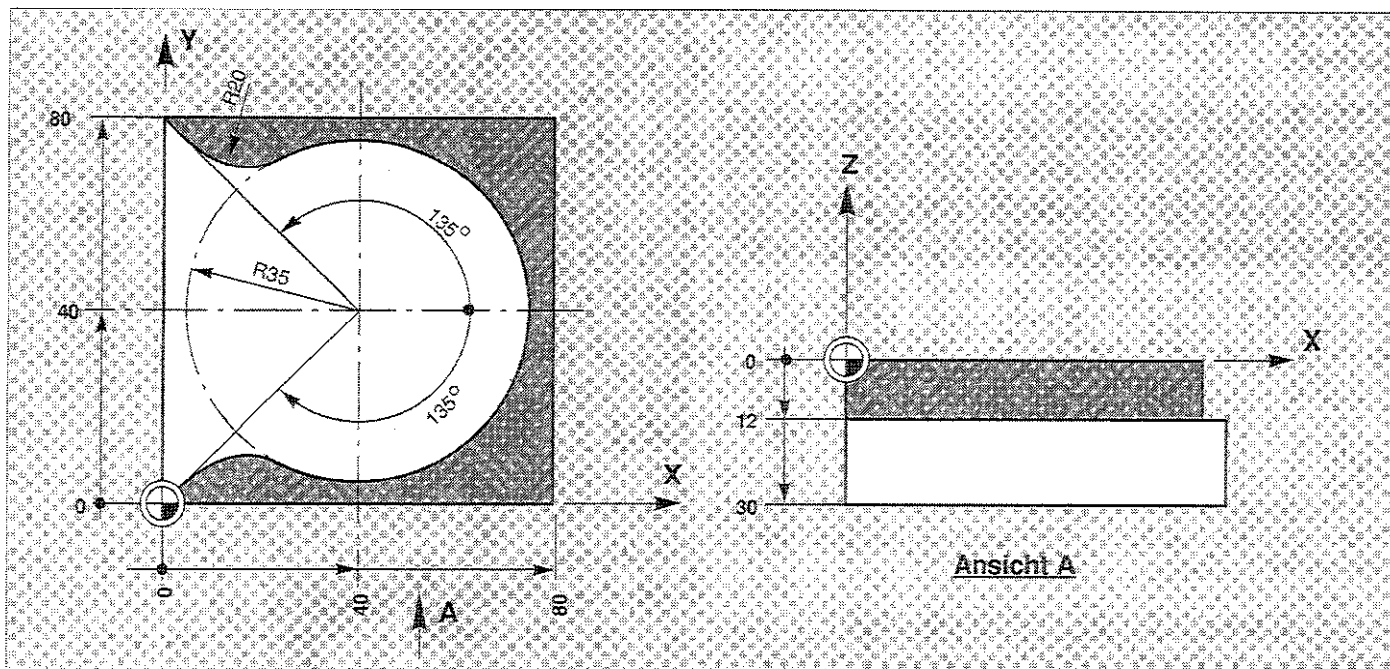


Kreise fräsen

mit der Vertikal-Spindel

Festlegung über Mittelpunkt und Endpunkt

Endpunkte in Polarkoordinaten



```
%225 G71 *
```

```
N1 G30 G17 X+0 Y+0 Z-30 *
```

```
N1 G31 G90 X+80 Y+80 Z+0 *
```

Werkstoff: Aluminium

Roh-Maße: 80mm x 80mm x 30mm

Werkzeug: Walzenstirnfräser Ø 30mm, 8 Zähne
(geforderte Rundung zwischen Gerade und Kreisbahn bestimmt den Durchmesser)

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

```
N10 G98 L1 *
```

```
N20 T0 G17 *
```

```
N30 G00 G90 Z+100 M09 *
```

```
N40 G40 X-50 Y-50 M05 *
```

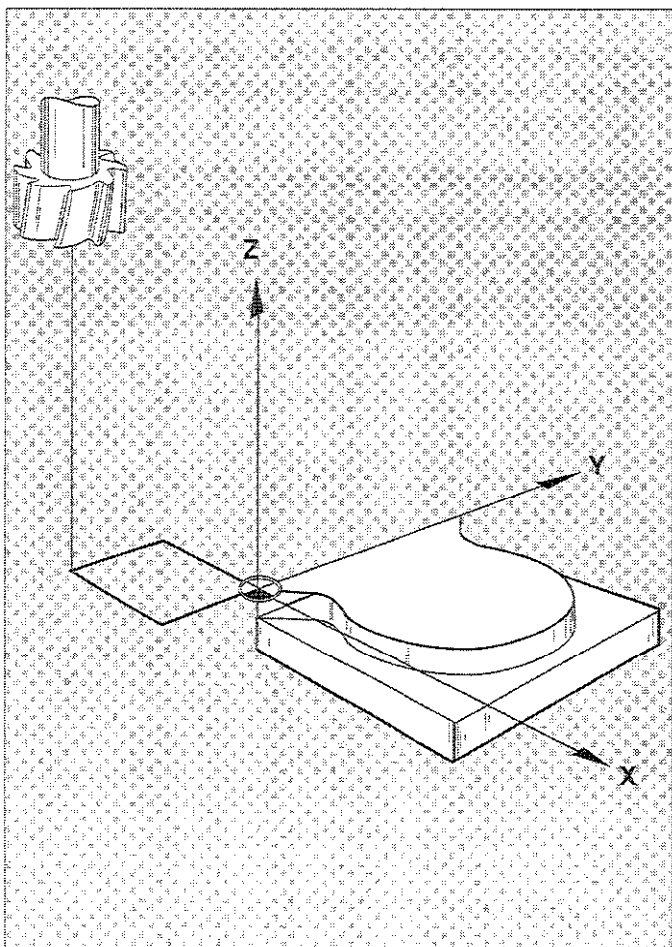
```
N50 G98 L0 *
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

```
N60 G99 T22 L+0 R+15 *
```

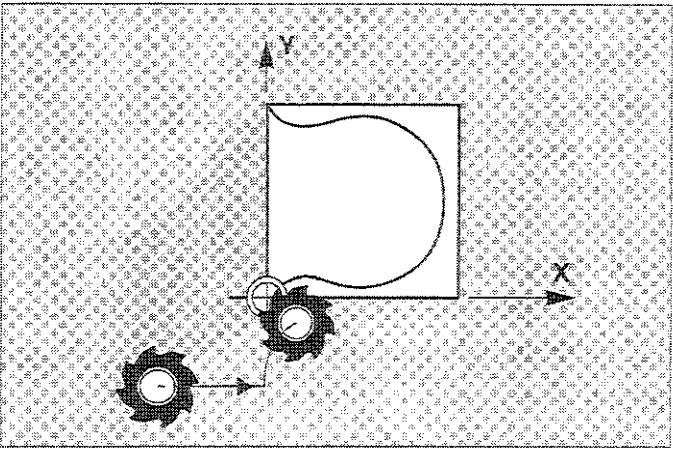
```
N70 G38 M06 *
```

```
N80 T22 G17 S1600 *
```



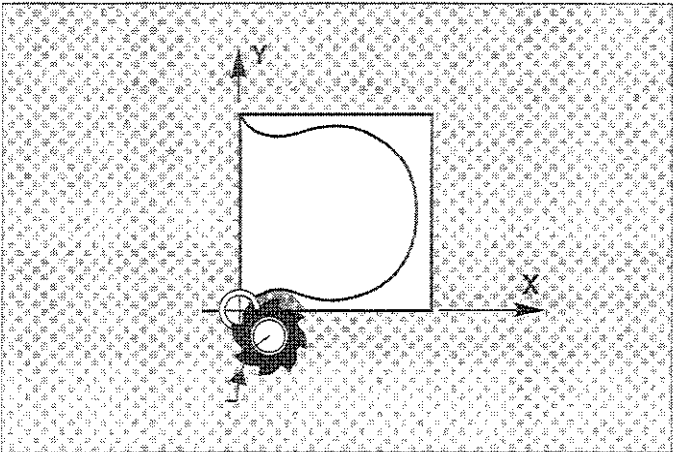
Zum tangentialen Anfahren der Kontur wird ein Hilfspunkt benötigt.

```
N90 G00 G40 G90 X+0 Y-50 *  
N100 Z-12 *  
N110 G01 G42 X-0 Y+0 F1280 M13 *  
N120 G26 R15 *
```



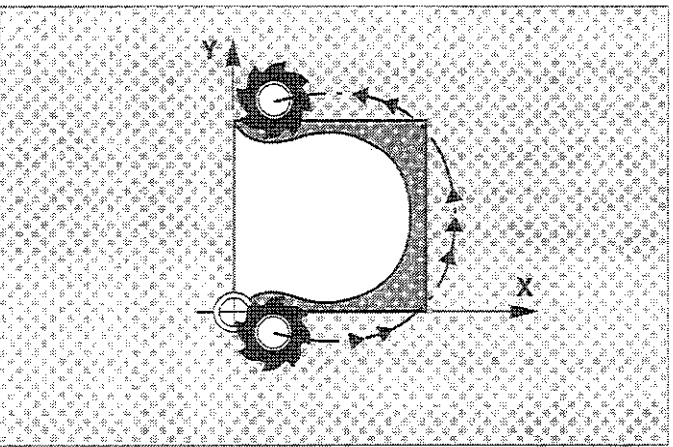
Festlegen des Pols, Fräsen der Geraden zum Anfangspunkt der Kreisbahn. Fräsen der Rundung für den tangentialen Übergang der beiden Konturelemente Gerade und Kreis.

```
N130 I-40 J-40 *  
N140 G11 R+35 H-135 *  
N150 G25 R20 *
```



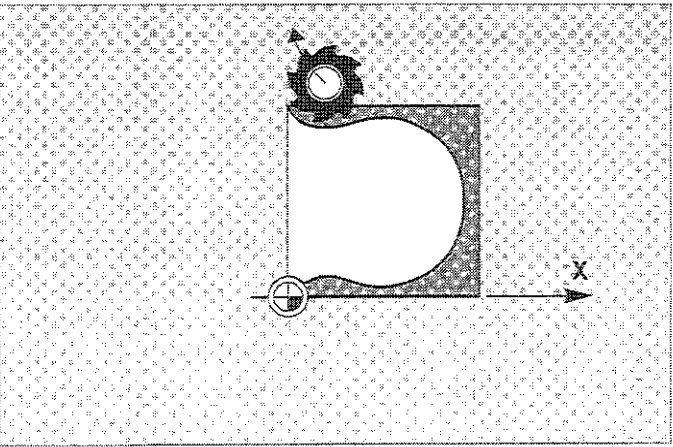
Fräsen der Kreisbahn in positiver Drehrichtung (G13). Kreismittelpunkt/Pol wird aus Satz 130 übernommen. Fräsen der Rundung.

```
N160 G13 H+135 *  
N170 G25 R20 *
```



Fräsen der letzten Gerade, tangentiales Verlassen der Kontur, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Programm-Ende.

```
N180 G01 G42 X+0 Y+80 *  
N190 G27 R15 *  
N200 G00 G40 X+0 Y+125 *  
N210 L1,0 *  
N9999 % 225 G71 *
```

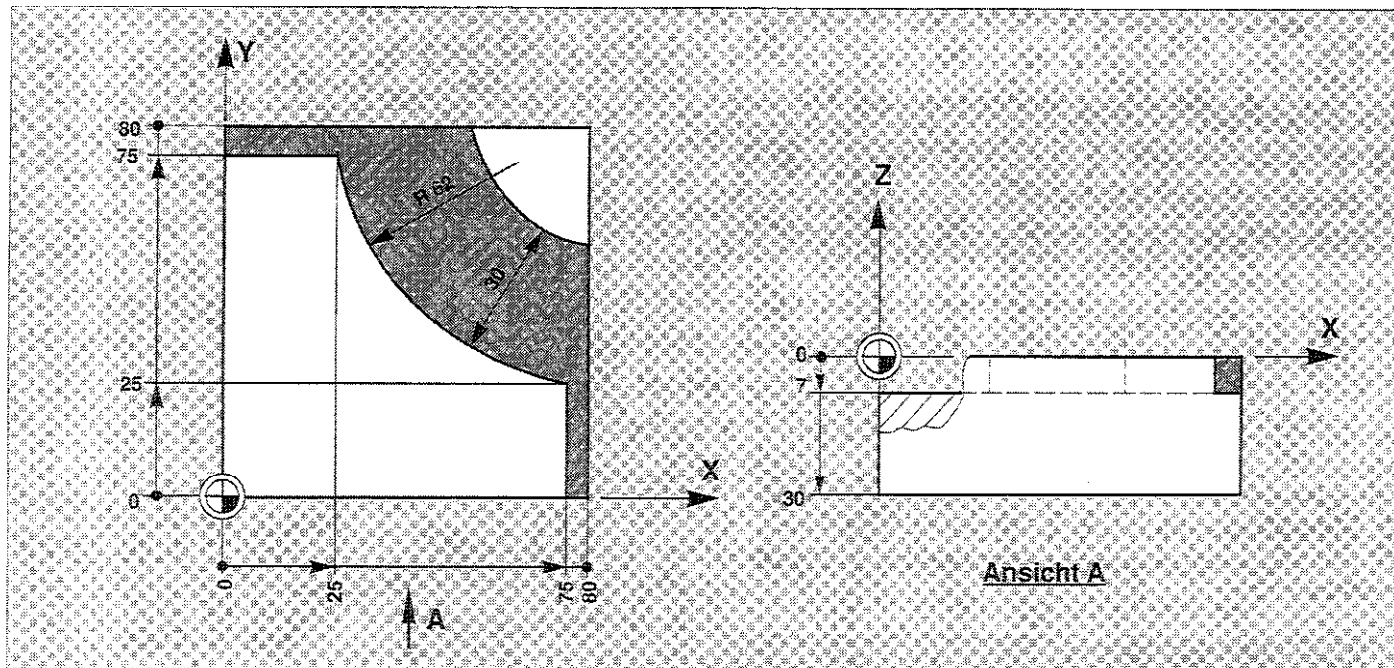


Kreise fräsen

mit der Vertikal-Spindel

Festlegung über Radius und Endpunkt

Endpunkte in rechtwinkligen Koordinaten



```
% 230 G71 *
```

```
N_ G30 G17 X=0 Y=0 Z=30 *
```

```
N_ G31 G90 X=80 Y=80 Z=0 *
```

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 (L1) definiert.

```
N10 G98 L1 *
```

```
N20 T0 G17 *
```

```
N30 G00 G90 Z=100 M09 *
```

```
N40 G40 X=50 Y=50 M05 *
```

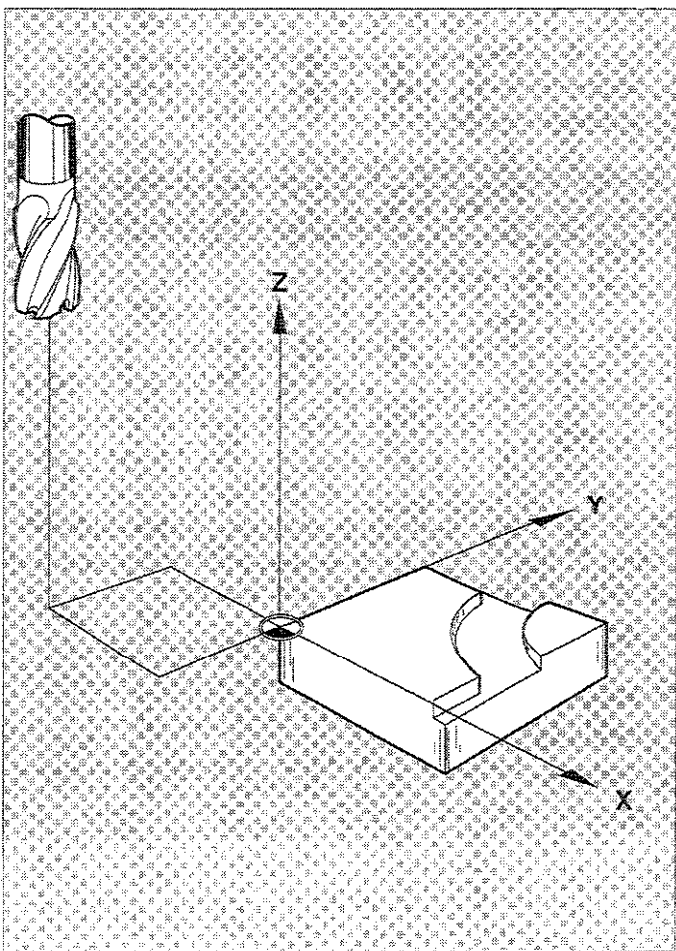
```
N50 G98 L0 *
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

```
N60 G99 T32 L=0 R=15 *
```

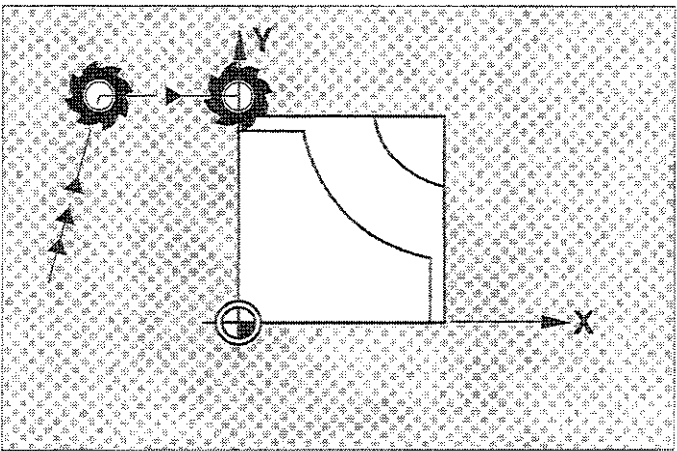
```
N70 G38 M06 *
```

```
N80 T32 G17 S1600 *
```



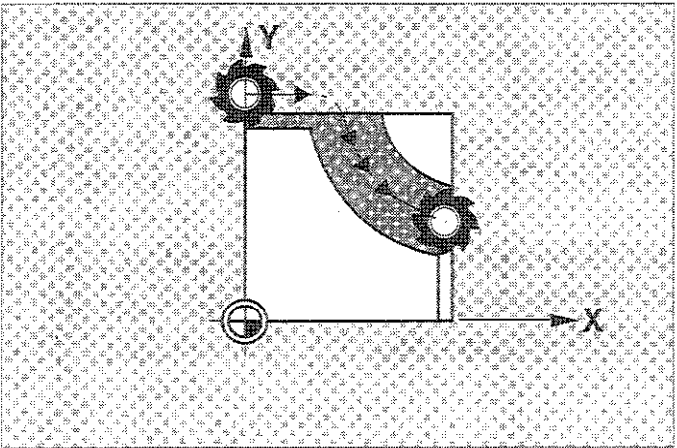
Anfahren der Kontur auf einer Geraden über einen Hilfs-
punkt mit Radiuskorrektur.

```
N90 G00 G41 G90 X-40 Y+75 *  
N100 Z-7 *  
N110 G01 G41 X+0 Y+75 F1000 M13 *
```



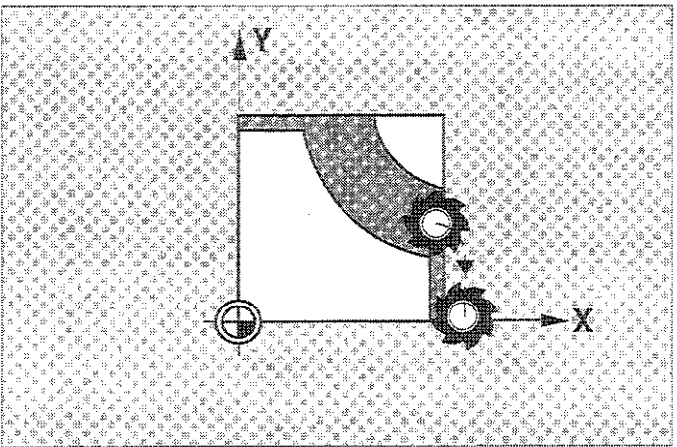
Fräsen der ersten Geraden, Fräsen der Kreisbahn in posi-
tiver Drehrichtung (G03). Positives Vorzeichen des Kreis-
radius R bei einem Zentriwinkel kleiner 180°.

```
N120 X+25 Y=75 *  
N130 G03 X+75 Y+25 R+62 *
```



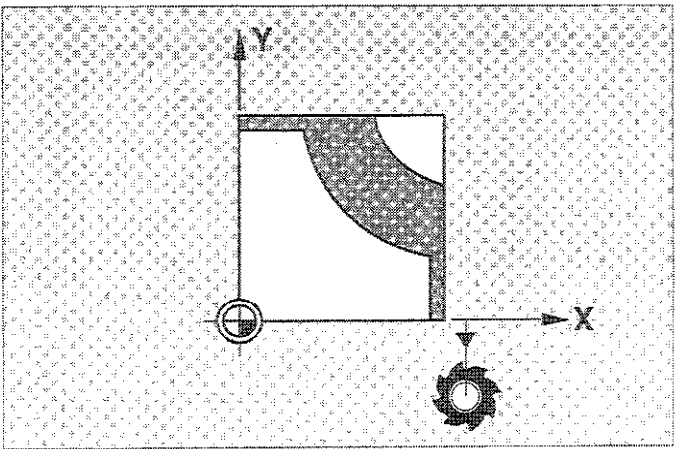
Fräsen der zweiten Geraden.

```
N140 G01 Y+0 *
```



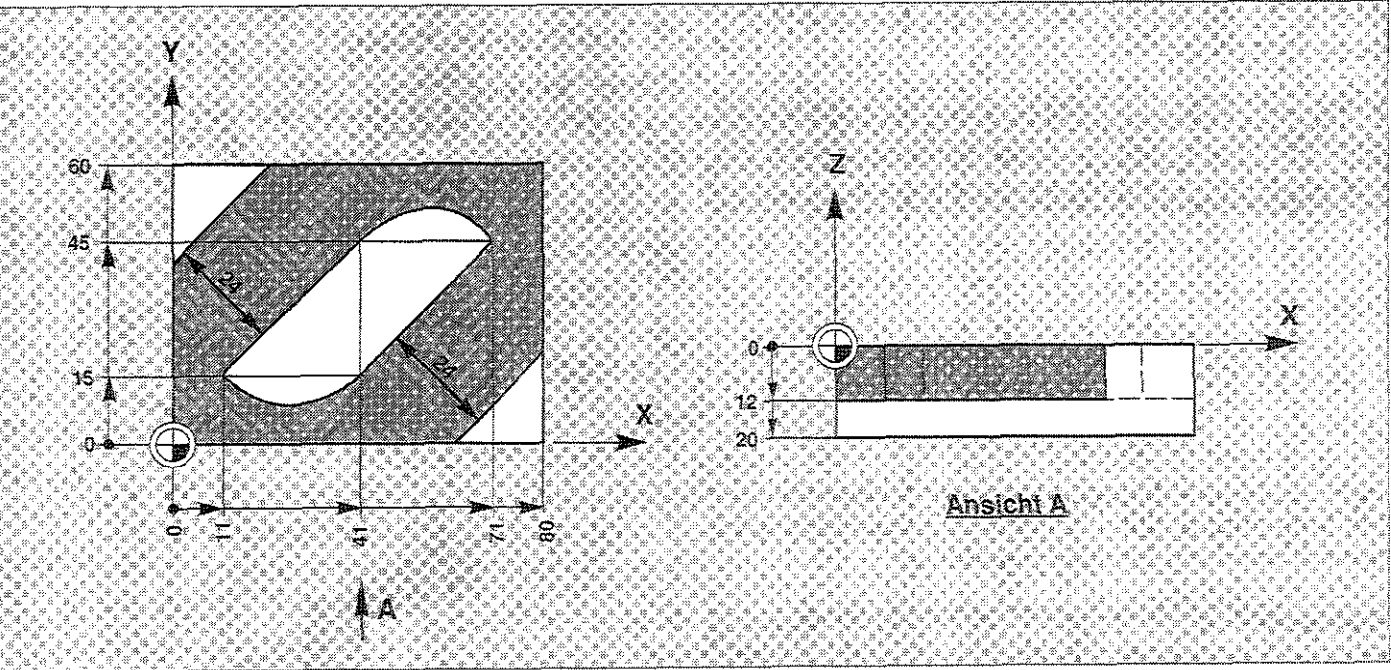
Verlassen der Kontur auf einer achsparallelen Geraden
mit Radiuskorrektur, Anfahren der Werkzeugwechsel-Posi-
tion über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Programm-Ende.

```
N150 G01 G41 G91 Y-10 M09 *  
N160 L1,0 *  
N9999 % 230 G71 *
```



Kreise fräsen

mit der Vertikal-Spindel
Kreise mit tangentialem Konturanschluß
Endpunkte in rechtwinkligen Koordinaten



```
% 240 G71 *  
N1 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *  
N1 G31 G90 X+80 Y+60 Z+0 *
```

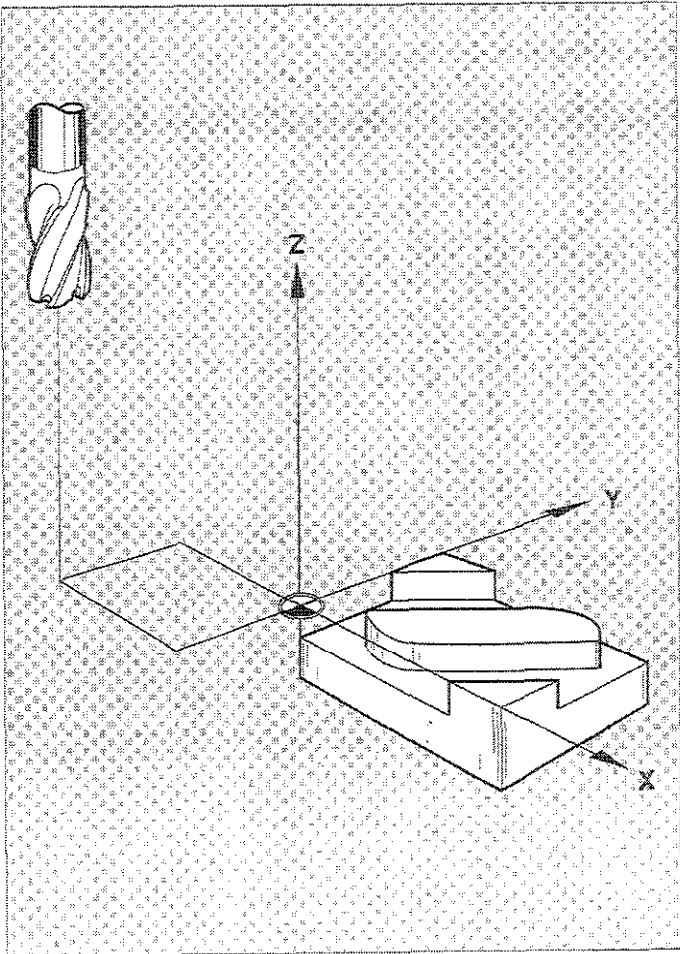
Werkstoff: Aluminium
Roh-Maße: 80 x 60 x 20mm
Werkzeug: Schrupp-/Schlichtfräser Ø 24mm, 6 Zähne
(geforderte Breite der zu fräsenden Bahn bestimmt den Durchmesser).

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

```
N10 G98 L1 *  
N20 T0 G17 *  
N30 G00 G90 Z+100 M09 *  
N40 G40 X-50 Y-50 M05 *  
N50 G98 L0 *
```

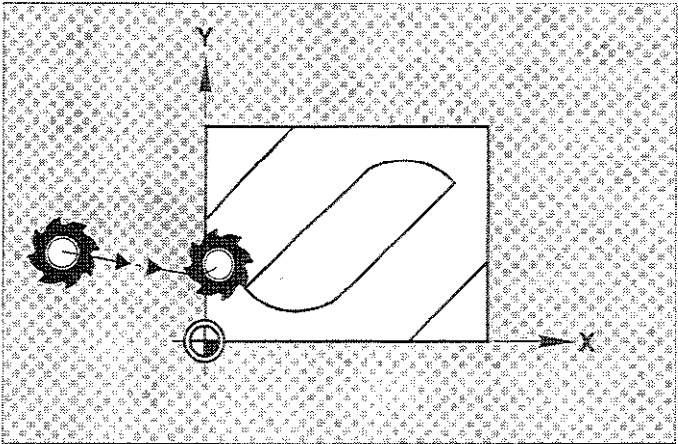
Definition und Aufruf des Werkzeugs.

```
N60 G99 T42 L+0 R+12 *  
N70 G38 M06 *  
N80 T42 G17 S2000 *
```



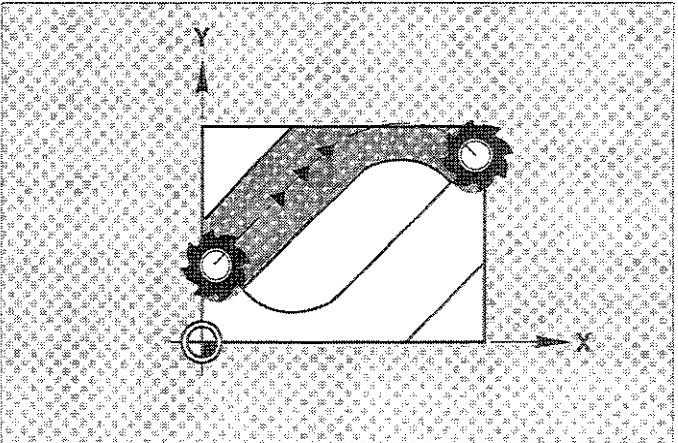
Zum tangentialen Anfahren der Kontur wird ein Hilfspunkt benötigt.

```
N90 G00 G40 G90 X-50 Y+15 *  
N100 Z-12 *  
N110 G01 G41 X+11 Y+15 F1200 M13 *  
N120 G26 R5 *
```



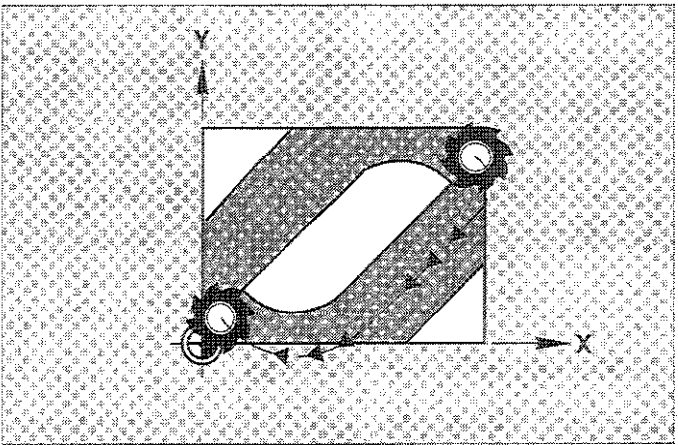
Fräsen der ersten Geraden, Fräsen der tangential anschließenden Kreisbahn.

```
N130 X+41 Y+45 *  
N140 G06 X+71 Y+45 *
```



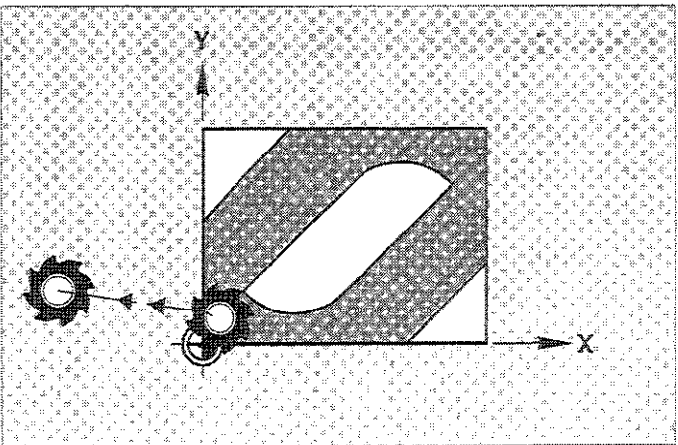
Fräsen der zweiten Geraden, Fräsen der tangential anschließenden Kreisbahn.

```
N150 G01 X+41 Y+15 *  
N160 G06 G41 X+11 Y+15 *
```



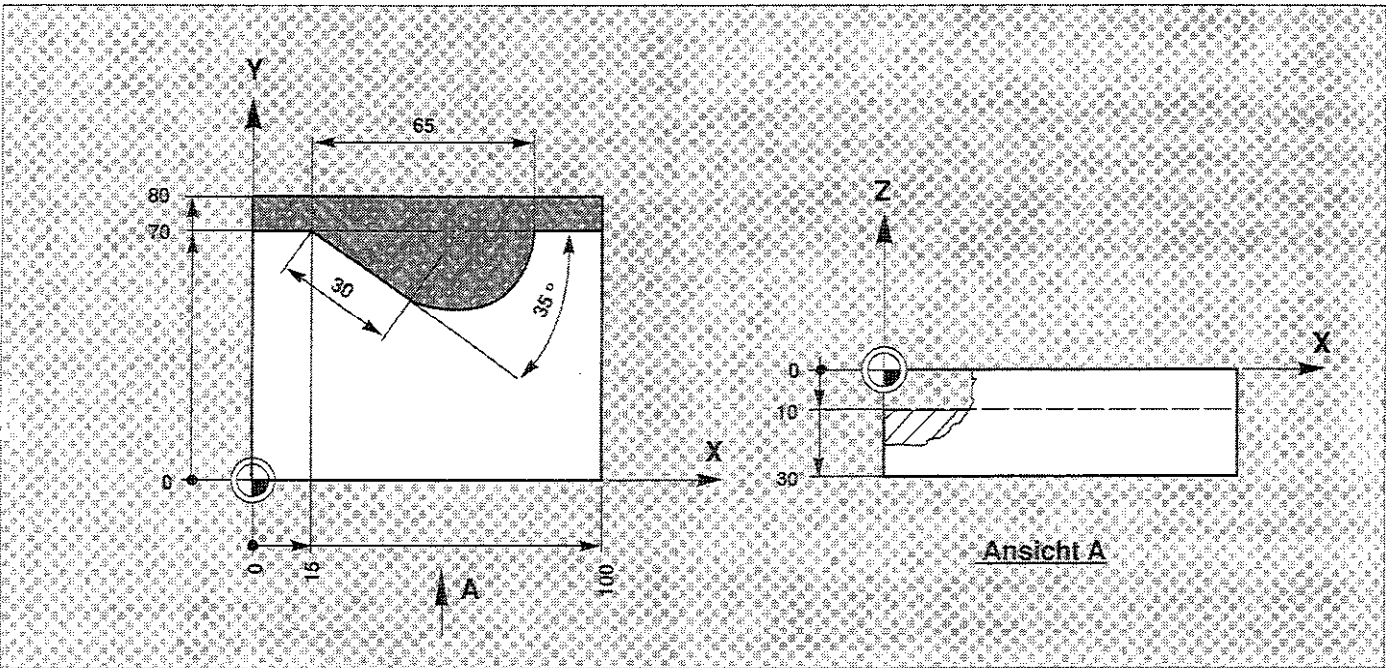
Tangentiales Verlassen der Kontur, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Programm-Ende.

```
N170 G27 R5 *  
N180 G00 G40 X-50 Y+15 M09 *  
N190 L1,0 *  
N9999 % 240 G71 *
```



Kreise fräsen

mit der Vertikal-Spindel
Kreise mit tangentialem Konturananschluß
Endpunkte in Polarkoordinaten



```
% 245 G71 *  
N1 G30 G17 X+0 Y+0 Z-30 *  
N2 G31 G90 X+100 Y+80 Z+0 *
```

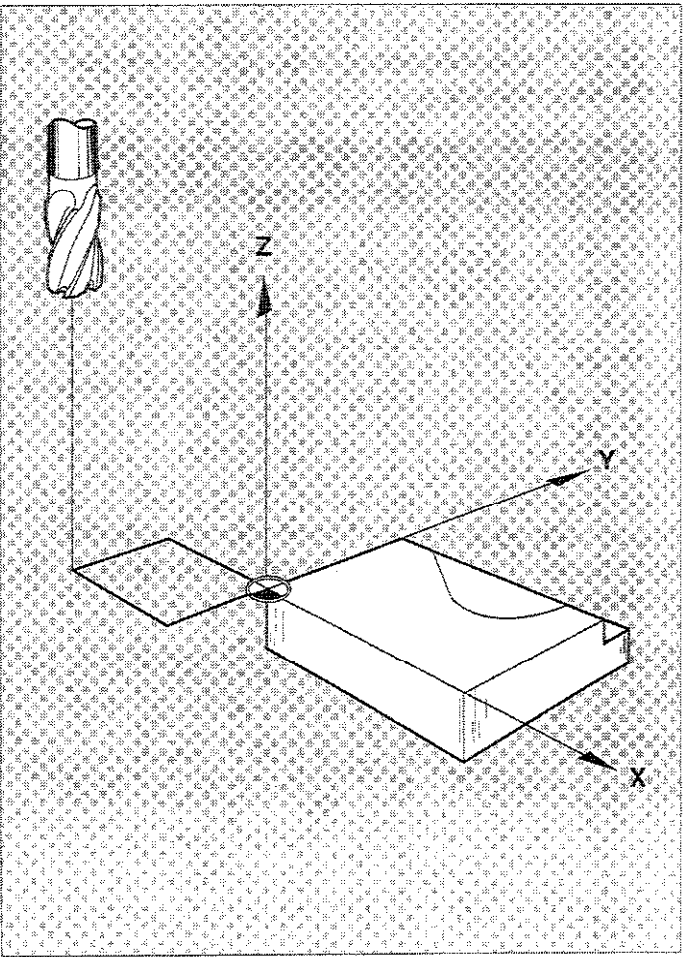
Werkstoff: Aluminium
Roh-Maße: 100mm x 80mm x 30mm
Werkzeug: Schrupp/Schlichtfräser Ø 30mm, 8 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

```
N10 G98 L1 *  
N20 T0 G17 *  
N30 G00 G90 Z+100 M09 *  
N40 G40 X-50 Y-50 M05 *  
N50 G98 L0 *
```

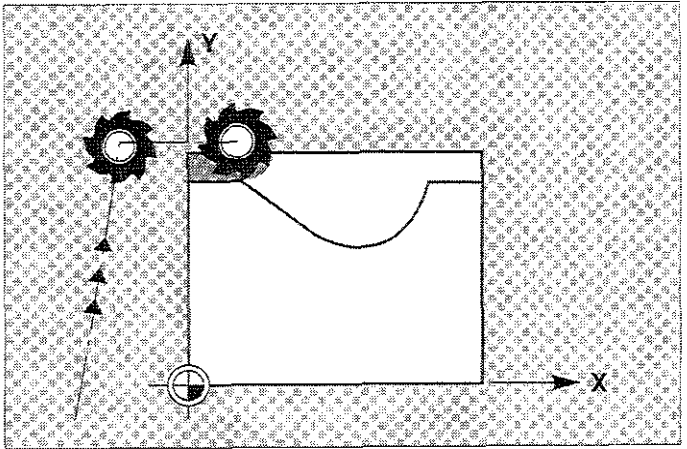
Definition und Aufruf des Werkzeugs.

```
N60 G99 T42 L+0 R+15 *  
N70 G38 M06 *  
N80 T42 G17 S1600 *
```



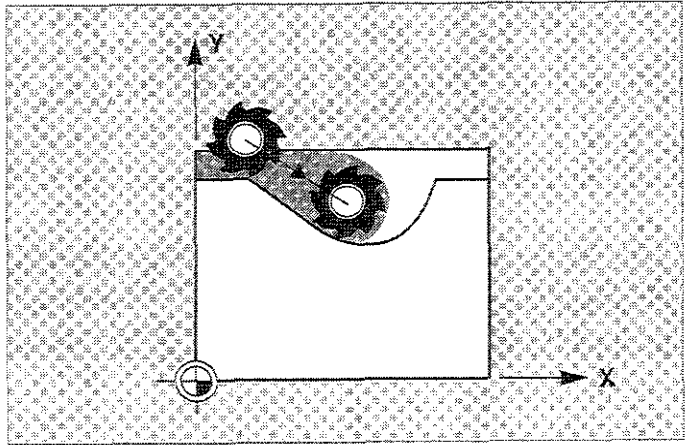
Anfahren der Kontur auf einer achsparallelen Geraden über einen Hilfspunkt mit Radiuskorrektur, Fräsen der ersten Geraden.

```
N90 G00 G41 G90 X-20 Y+70 *
N100 Z-10 *
N110 G01 X+15 Y+70 F1280 M13 *
```



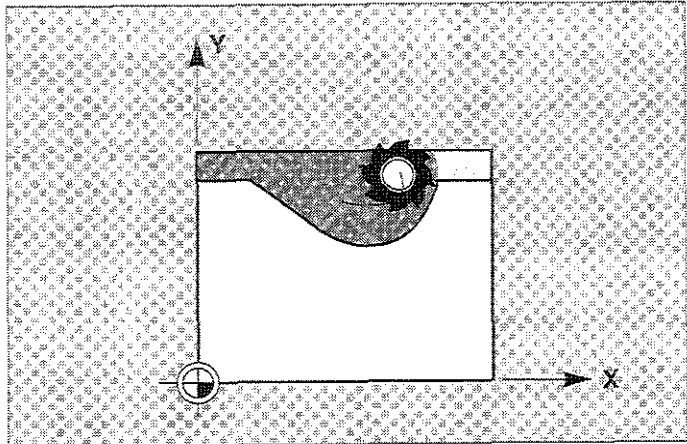
Istwert-Übernahme für Pol-Definition (G29) zur Festlegung der zweiten Geraden, Fräsen der zweiten Geraden.

```
N120 G29 *
N130 G1 I R+30 H-35 *
```



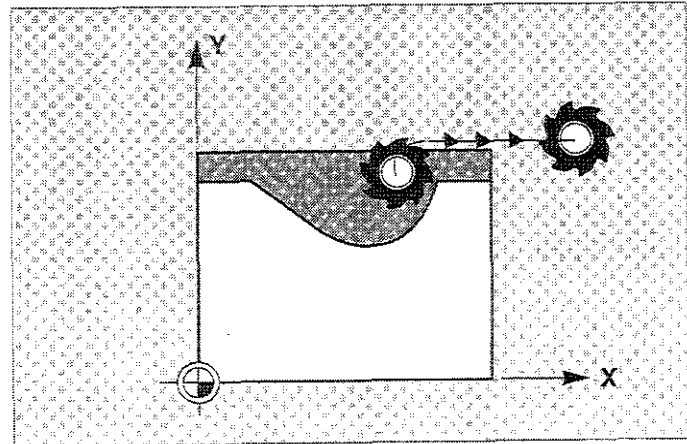
Fräsen der tangential anschließenden Kreisbahn, Angaben R und H beziehen sich auf den Pol in Satz 120.

```
N140 G16 R+65 H+0 *
```



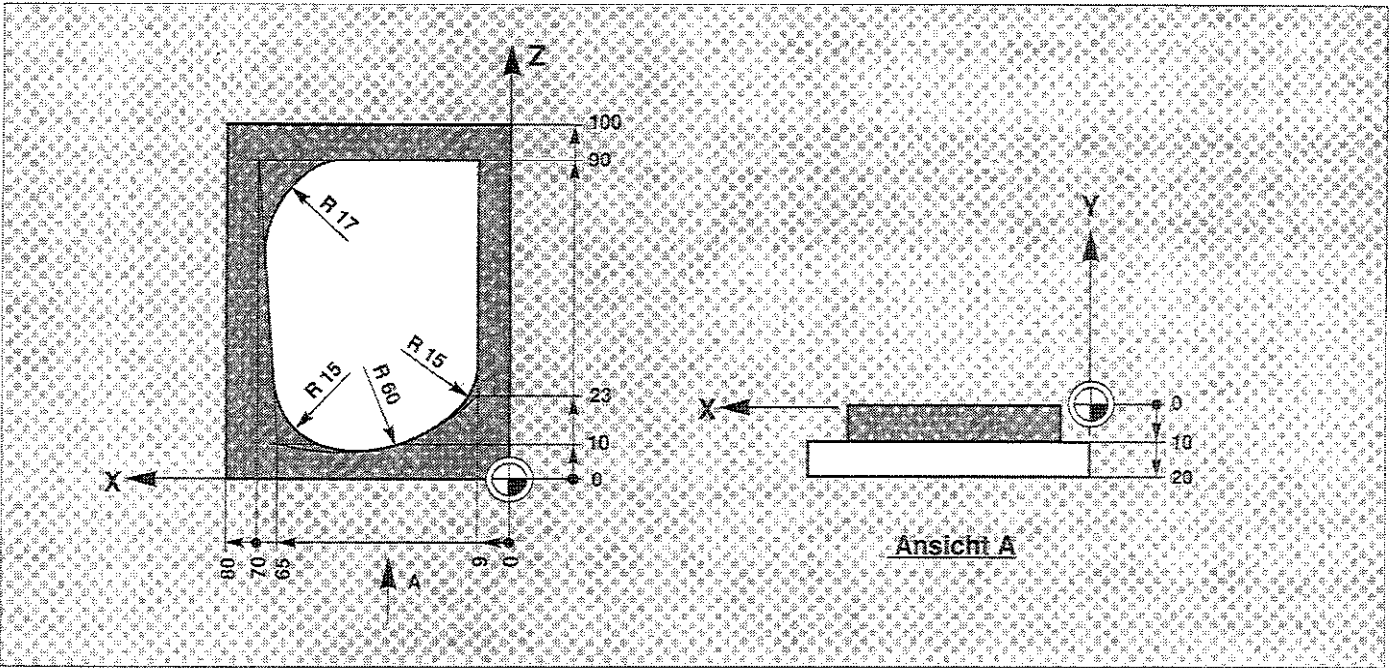
Verlassen der Kontur auf einer achsparallelen Geraden mit Radiuskorrektur, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Programm-Ende.

```
N150 G01 G41 G91 X+40 M09 *
N160 L1,0 *
N9999 % 245 G71
```



Kreise fräsen

mit der Horizontal-Spindel
Ecken-Runden



```
% 250 G71 *  
N1 G30 G18 X+0 Y-20 Z+0 *  
N2 G31 G90 X+80 Y+0 Z+100 *
```

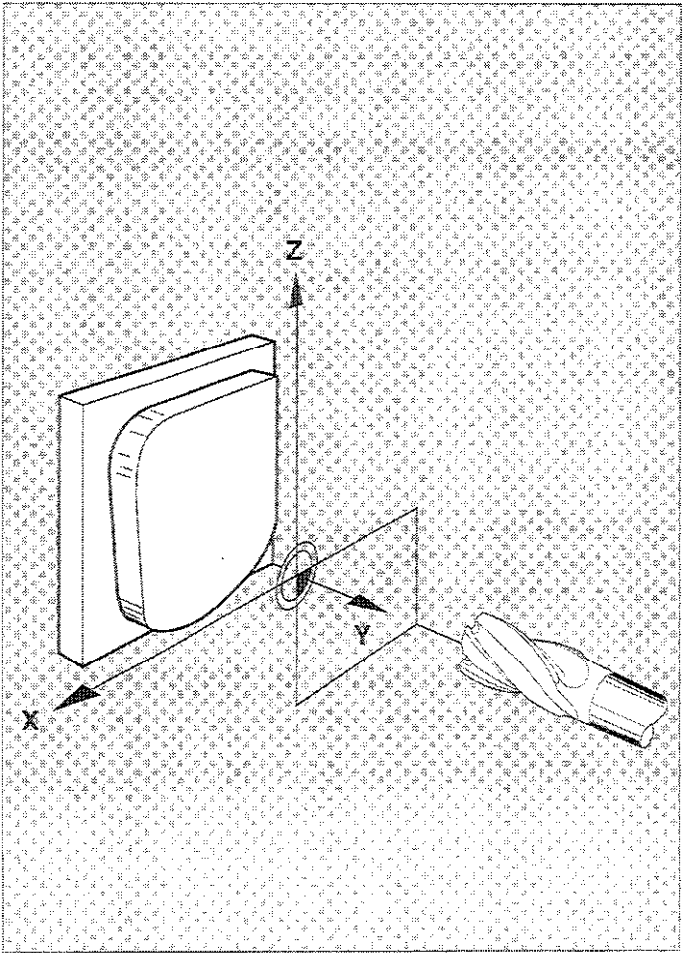
Werkstoff: Aluminium
Roh-Maße: 100mm x 80mm x 20mm
Werkzeug: Schrupp-/Schlichtfräser Ø 24mm, 6 Zähne

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

```
N10 G98 L1 *  
N20 T0 G18 *  
N30 G00 G90 Y+100 M09 *  
N40 G40 X-50 Z-50 M05 *  
N50 G98 L0 *
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

```
N60 G99 T52 L+0 R+12 *  
N70 G38 M06 *  
N80 T52 G18 S2000 *
```



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

```
N90 G00 G42 G90 X-30 Z+90 *
N100 Y-10 *
```

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

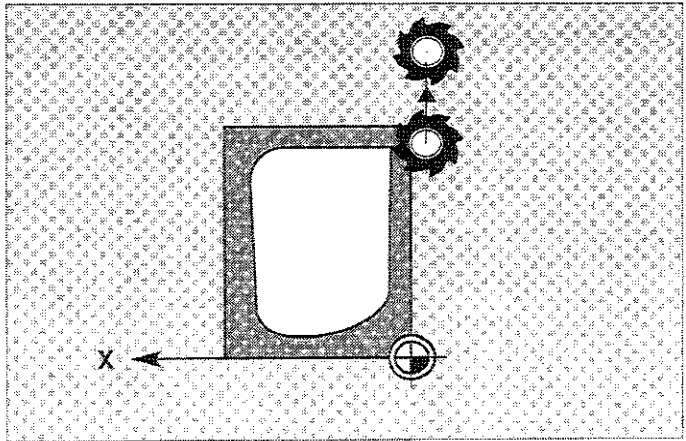
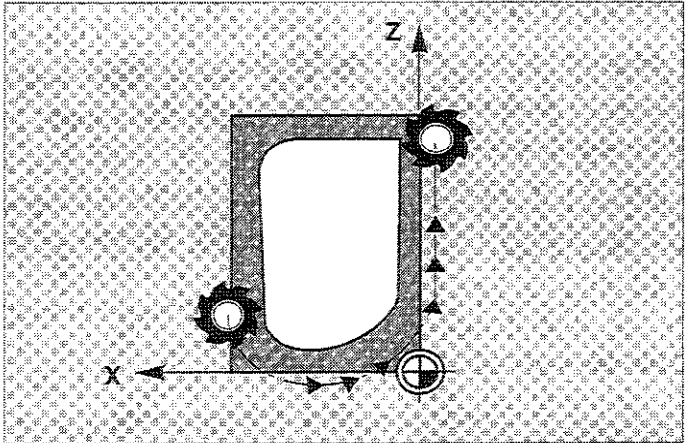
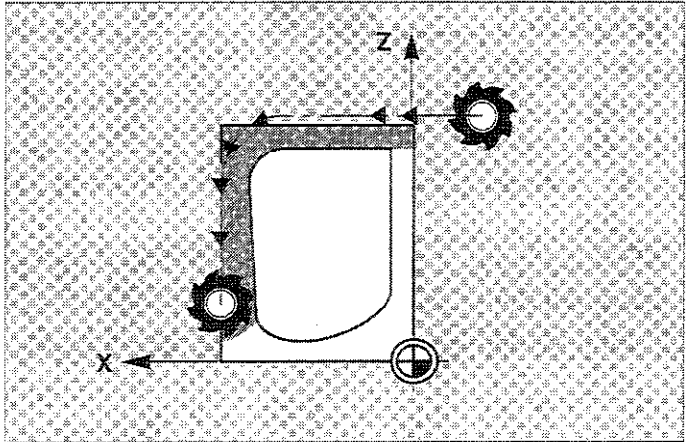
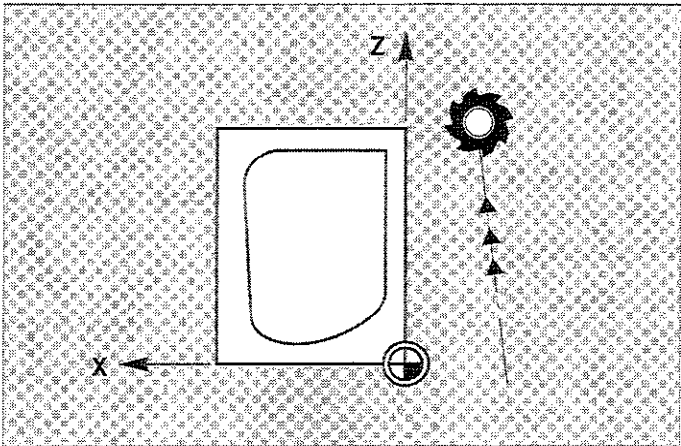
```
N110 G01 X+70 Z+90 F1200 M13 *
N120 G25 R17 *
N130 G90 X+65 Z+10 *
```

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

```
N140 G25 R15 *
N150 G03 X+9 Z+25 R+60 *
N160 G25 R15 *
N170 G01 X+9 Z+90 *
```

Verlassen der Kontur auf einer achsparallelen Geraden, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L 1,0), Programm-Ende.

```
N180 G42 Z+120 M09 *
N190 L1,0 *
N9999 % 250 G71 *
```

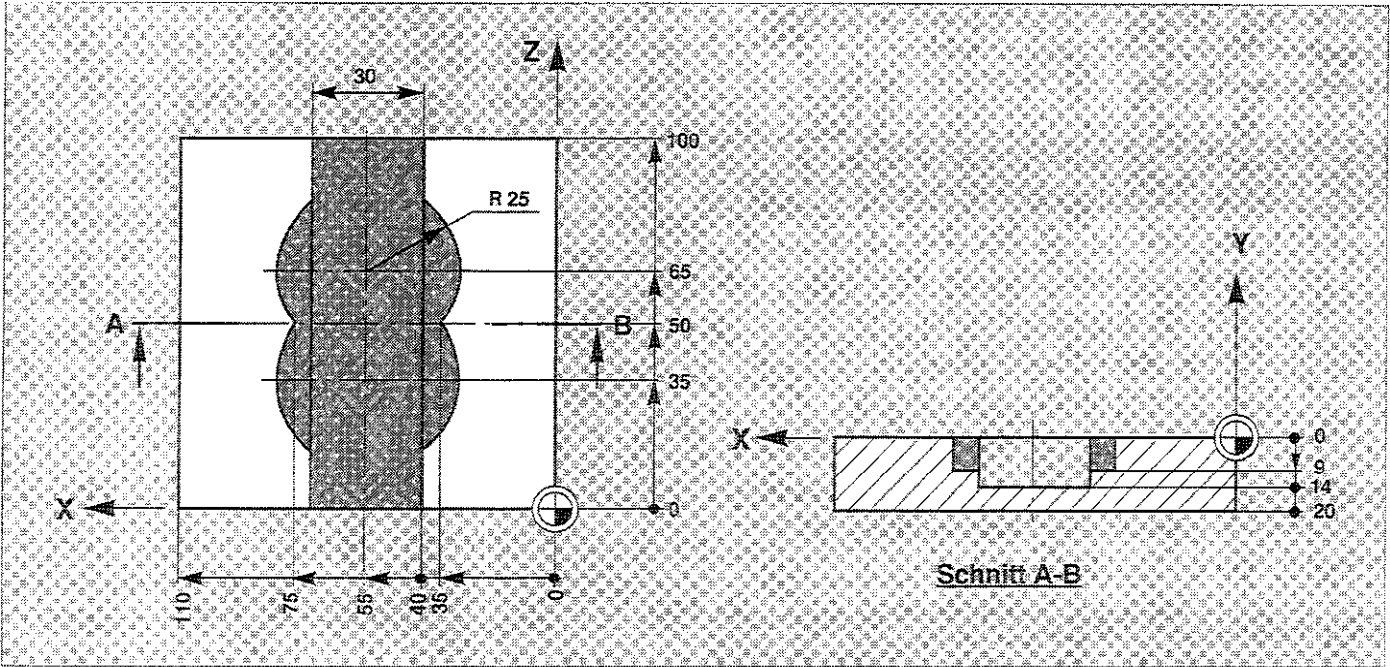


Kreise fräsen

mit der Horizontal-Spindel

Festlegung über Mittelpunkt und Endpunkt

Endpunkte in rechtwinkligen Koordinaten



```
% 260 G71 *
N1 G30 G18 X+0 Y-20 Z+0 *
N2 G31 G90 X+110 Y+0 Z-100 *
```

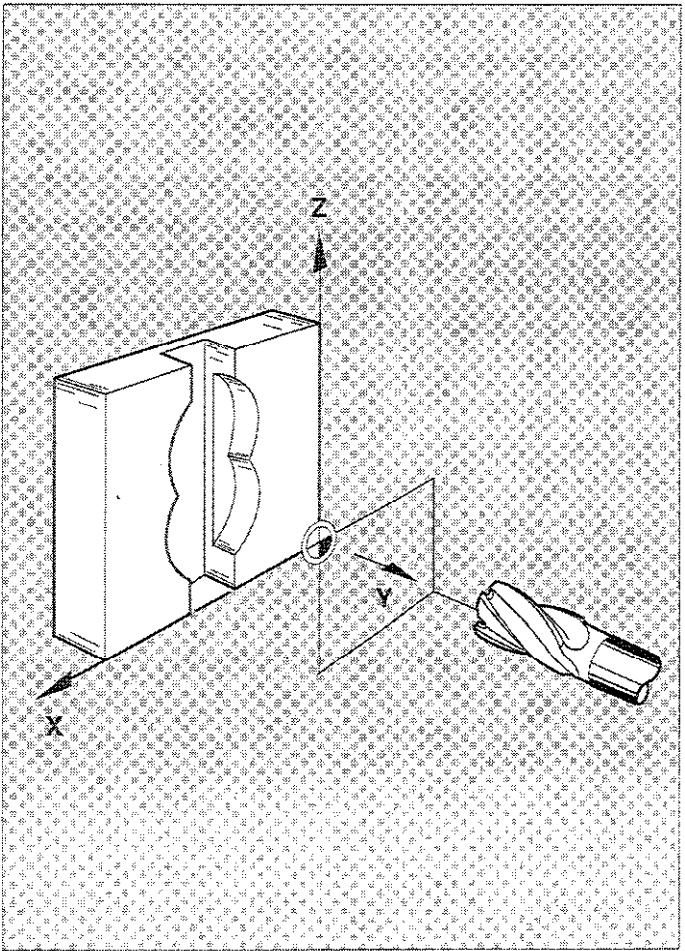
Werkstoff: Aluminium
 Roh-Maße: 110mm x 100mm x 20mm
 Werkzeug: Schrupp-/Schlichtfräser Ø 20mm, 6 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

```
N10 G98 L1 *
N20 T0 G18 *
N30 G00 G90 Y+100 M09 *
N40 G40 X-50 Z-50 M05 *
N50 G98 L0 *
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

```
N60 G99 T62 L=0 R+10 *
N70 G38 M06 *
N80 T62 G18 S2500 *
```



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

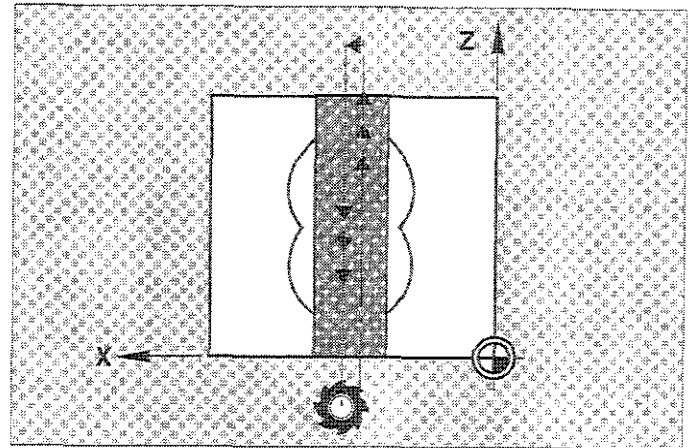
N90 G00 G41 G90 X+40 Z-30 *

N100 Y-14 *

N110 G01 Z-130 F1500 M13 *

N120 G00 G91 X+30 *

N130 G01 G90 Z-30 F1500 M09 *



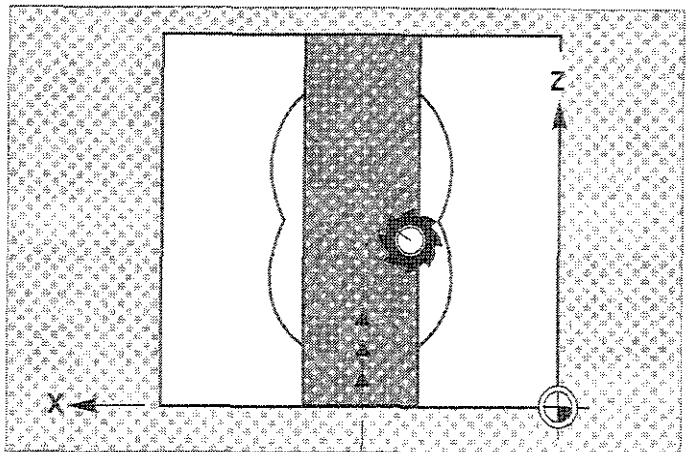
Rückziehen des Werkzeugs auf Frästiefe 9mm, tangentiales Anfahren der Kontur über einen Hilfspunkt.

N140 G00 Y-9 *

N150 G40 X+55 Z+35 *

N160 G01 G42 X+35 Z+50 F1500 M13 *

N170 G26 R2 *



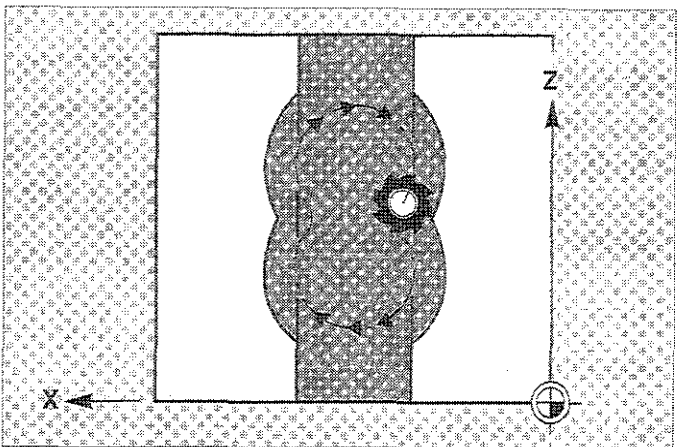
Fräsen der beiden Kreisbahnen in negativer Drehrichtung G02.

N180 I+55 K+35 *

N190 G02 X+75 Z+50 *

N200 I-55 K+65 *

N210 G02 X+35 Z+50 *



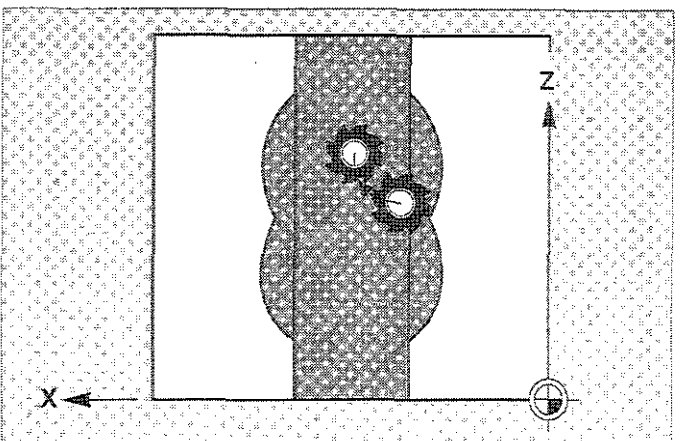
Tangentiales Verlassen der Kontur. Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Programm-Ende.

N220 G27 R2 *

N230 G00 G40 X-55 Z+65 M09 *

N240 L1,0 *

N9999 % 260 G71 *

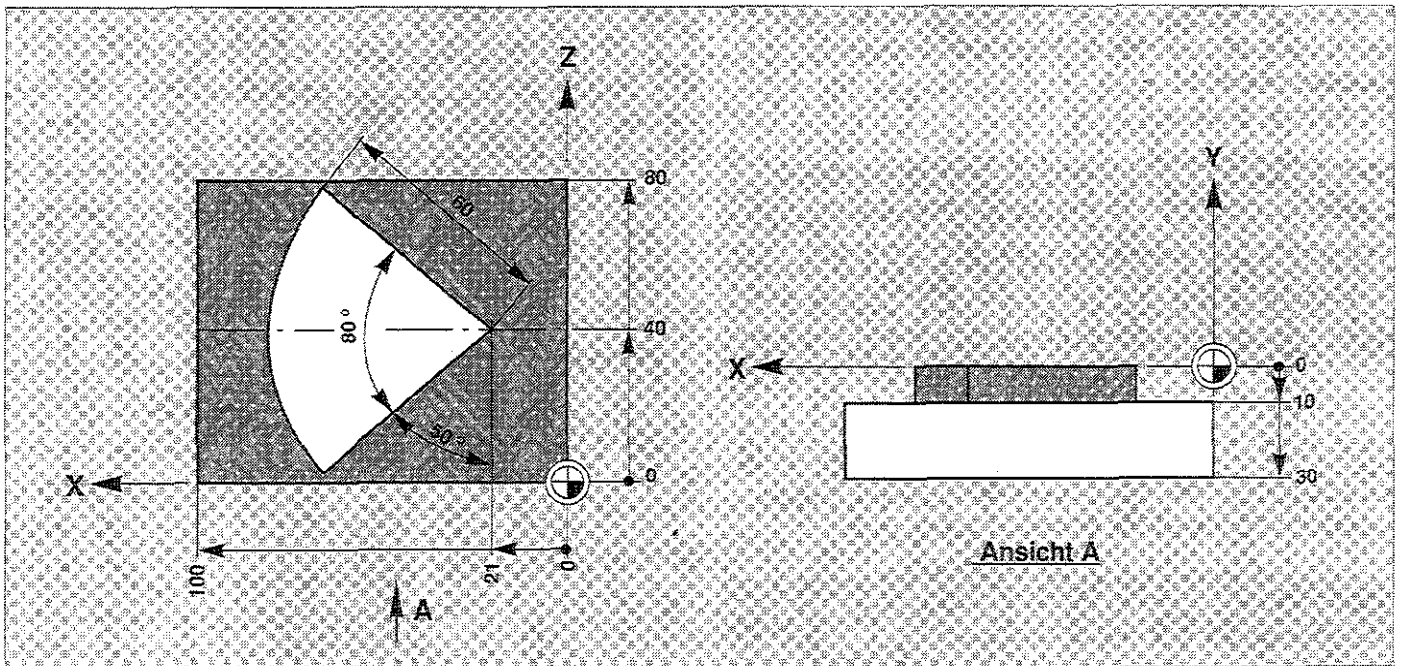


Kreise fräsen

mit der Horizontal-Spindel

Festlegung über Mittelpunkt und Endpunkt

Endpunkte in Polarkoordinaten



```
% 265 G71 *
N1 G30 G18 X=0 Y=30 Z=0 *
N2 G31 G90 X=100 Y=0 Z=80 *
```

Werkstoff: Aluminium

Roh-Maße: 100mm x 80mm x 30mm

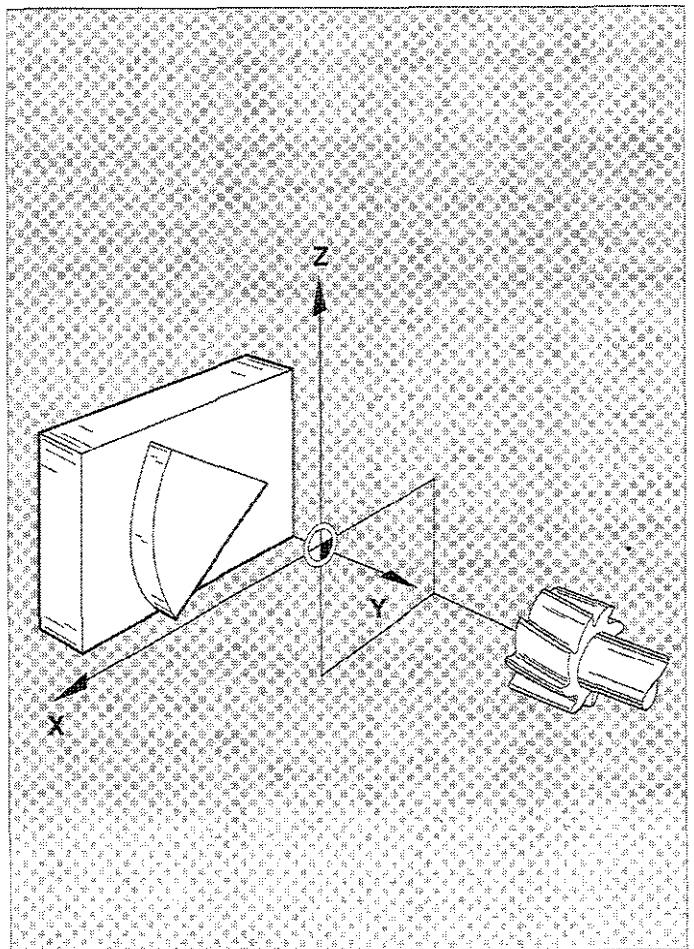
Werkzeug: Walzenstirnfräser Ø 30mm, 8 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

```
N10 G98 L1 *
N20 T0 G18 *
N30 G00 G90 Y=100 M09 *
N40 G40 X=50 Z=50 M05 *
N50 G98 L0 *
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

```
N60 G99 T62 L=0 R=15 *
N70 G38 M06 *
N80 T62 G18 S1600 *
```

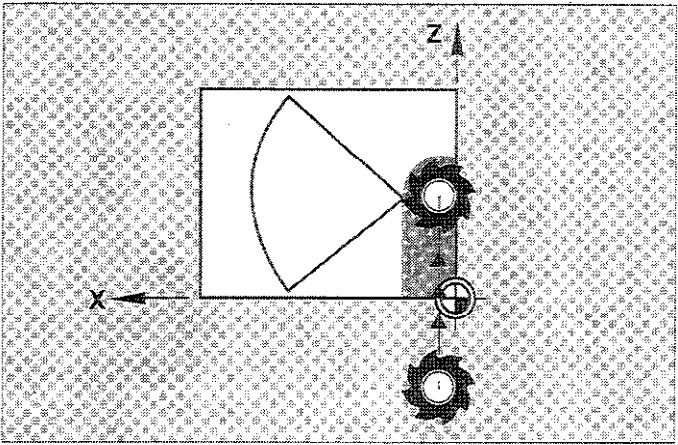


Anfahren der Kontur auf einer achsparallelen Geraden über einen Hilfspunkt mit Radiuskorrektur.

N90 G00 G42 G90 X+21 Z-35 *

N100 Y-10 *

N110 G01 X+21 Z+40 F1280 M13 *

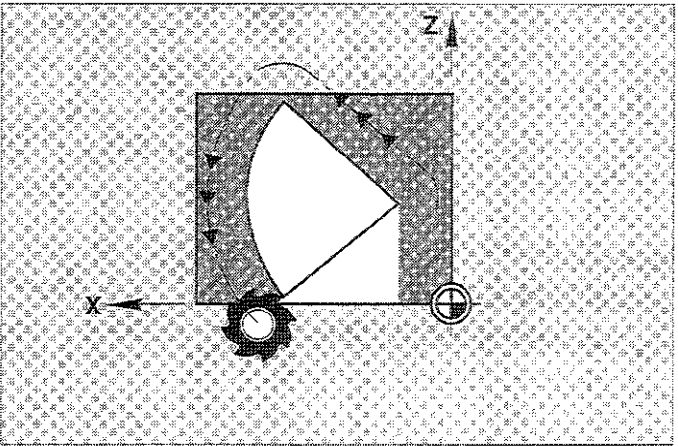


Festlegen des ersten Pols, Fräsen der Geraden, Fräsen der Kreisbahn in positiver Drehrichtung G13.

N120 I+21 K+40 *

N130 G11 R+60 H+50 *

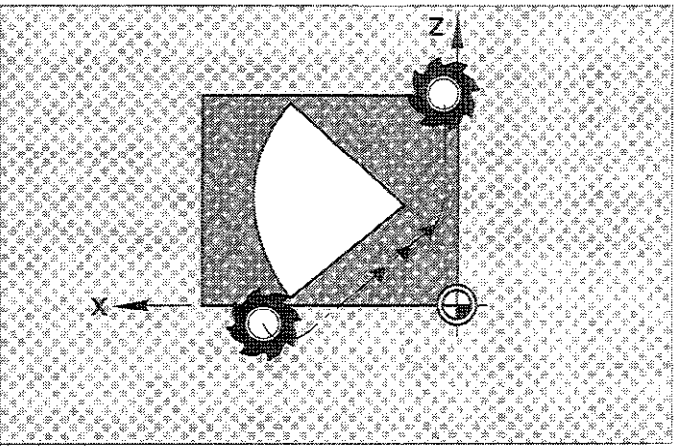
N140 G13 G91 H+80 *



Fräsen der weiteren Kontur.

N150 G01 G90 X+21 Z+40 *

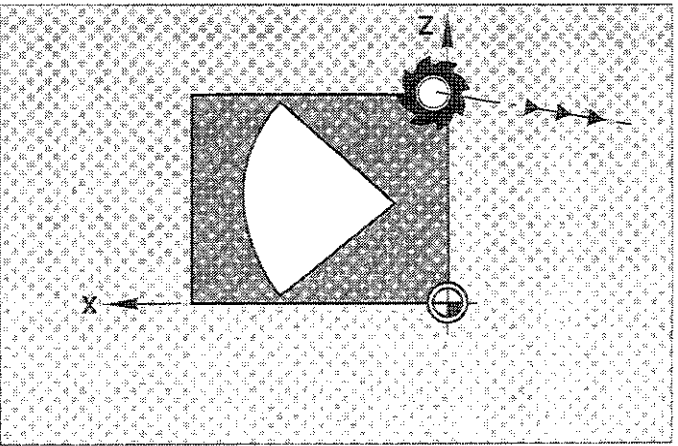
N160 G42 X+21 Z+100 M09 *



Die Kontur ist bereits verlassen. Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Programm-Ende.

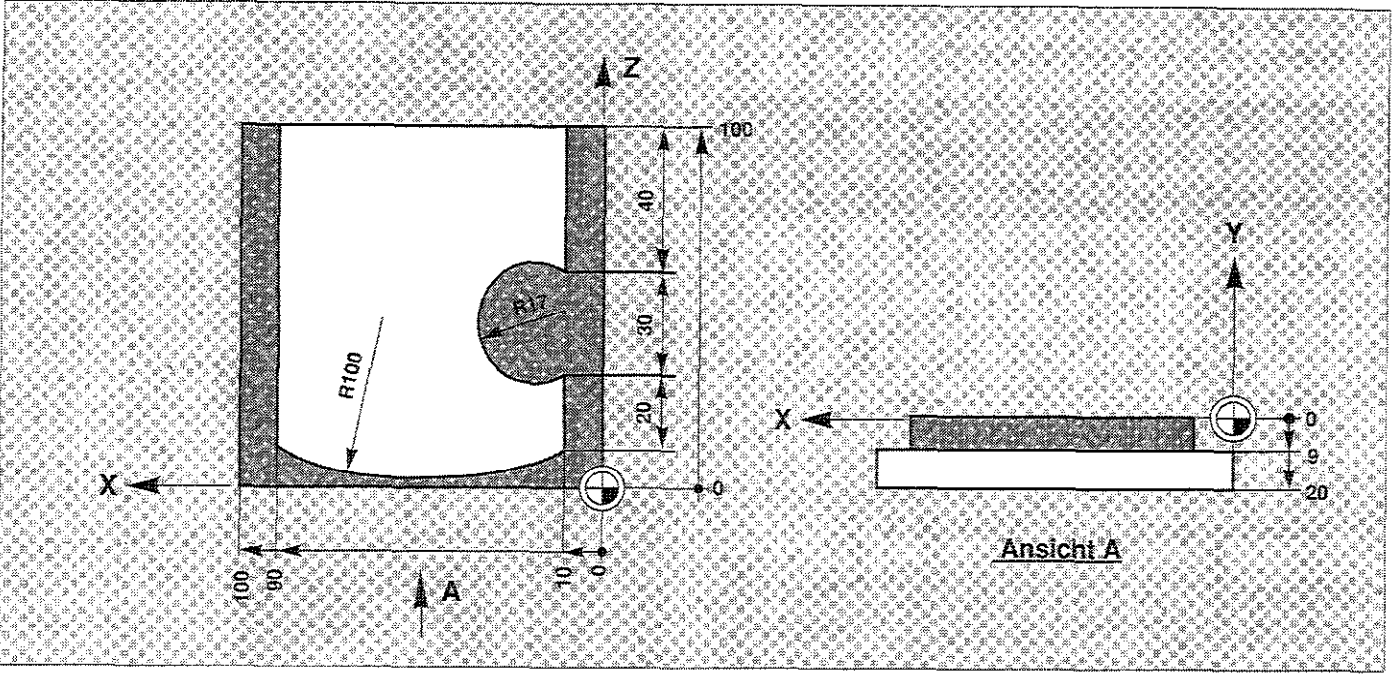
N170 L1,0 *

N9999 % 265 G71 *



Kreise fräsen

mit der Horizontal-Spindel
Festlegung über Radius und Endpunkt
Endpunkte in rechtwinkligen Koordinaten



```
% 270 G71 *  
N1 G30 G18 X+0 Y-20 Z+0 *  
N2 G31 G90 X+100 Y+0 Z+100 *
```

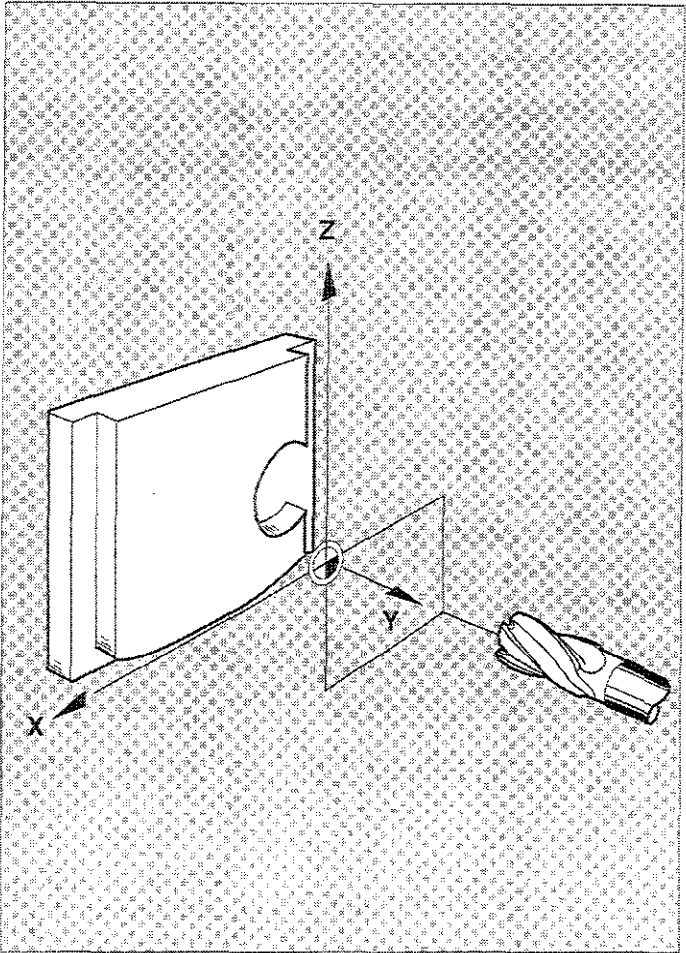
Werkstoff: Aluminium
Roh-Maße: 100mm x 100mm x 20mm
Werkzeug: Schrupp-/Schlichtfräser Ø 18mm, 6 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

```
N10 G98 L1 *  
N20 T0 G18 *  
N30 G00 G90 Y+100 M09 *  
N40 G40 X-50 Z-50 M05 *  
N50 G98 L0 *
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

```
N60 G99 T72 L+0 R+9 *  
N70 G38 M06 *  
N80 T72 G18 S2500 *
```



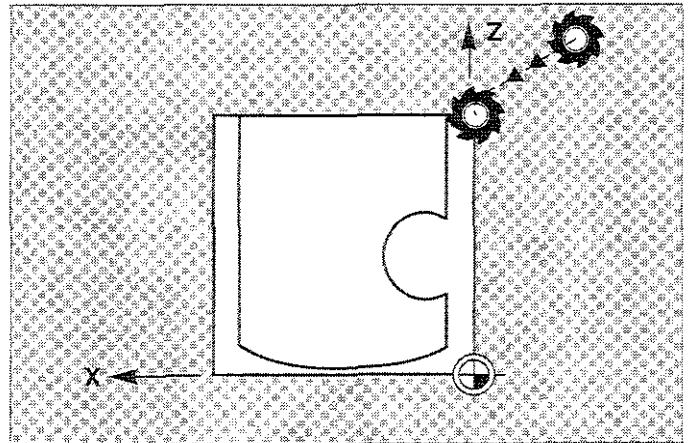
Zum tangentialen Anfahren der Kontur wird ein Hilfspunkt benötigt.

```
N90 G00 G40 G90 X-25 Z+125 *
```

```
N100 Y-9 *
```

```
N110 G01 G41 X+10 Z+100 F1500 M13 *
```

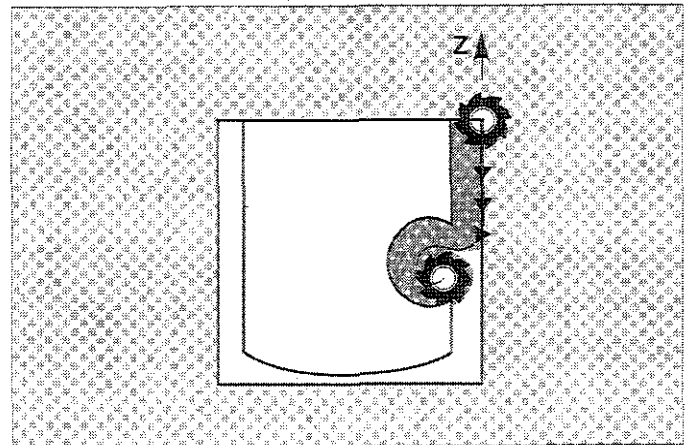
```
N120 G26 R7 *
```



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

```
N130 G91 Z-40 *
```

```
N140 G03 Z-30 R-17 *
```

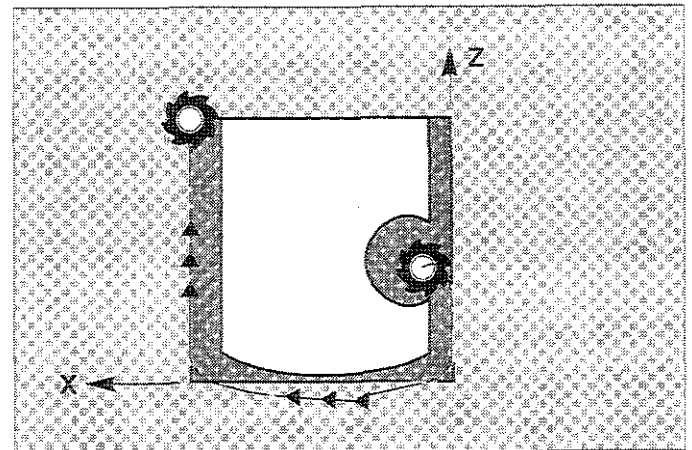


Fräsen der weiteren Kontur. Positives Vorzeichen für Kreisradius R bei einem Zentriwinkel kleiner 180°.

```
N150 G01 Z-20 *
```

```
N160 G02 X+80 R+100 *
```

```
N170 G01 G90 Z+100 *
```

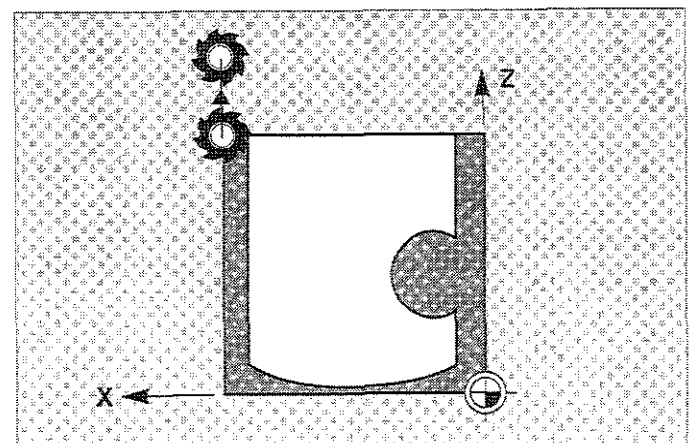


Verlassen der Kontur auf einer achsparallelen Geraden, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Programm-Ende.

```
N180 G00 G41 G91 Z+30 M09 *
```

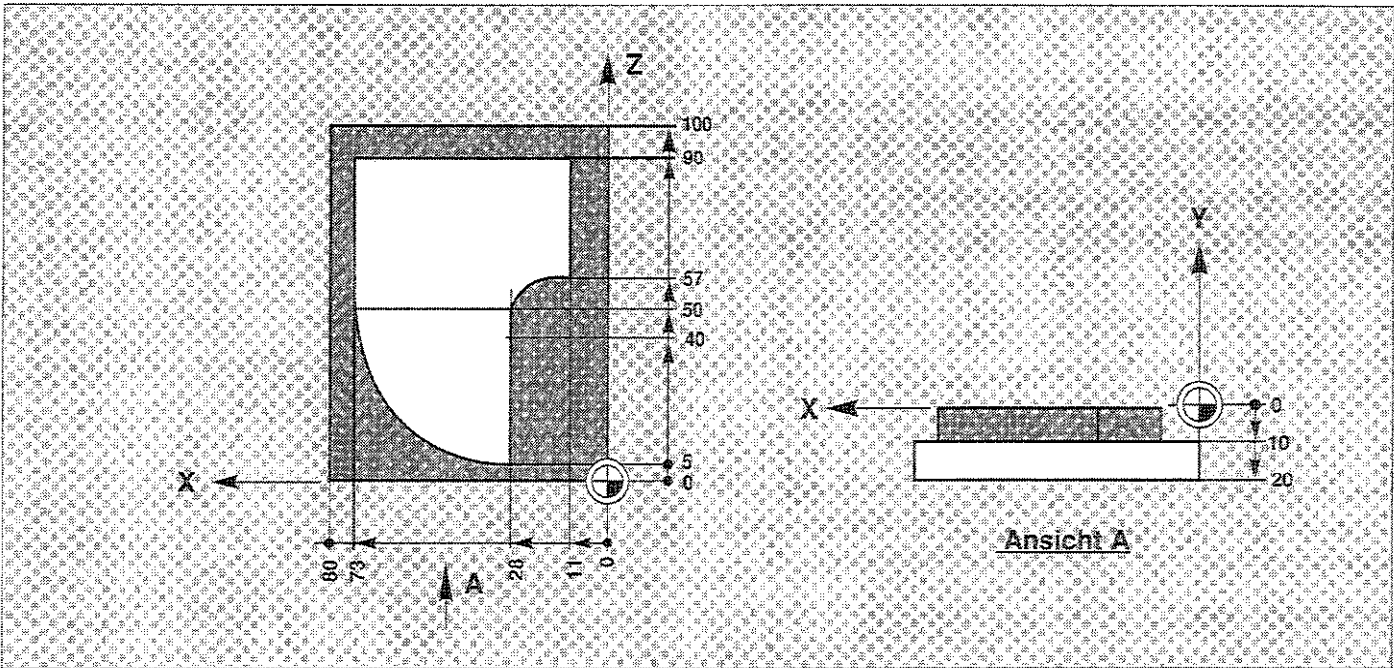
```
N190 L1,0 *
```

```
N9999 % 270 G71 *
```



Kreise fräsen

mit der Horizontal-Spindel
Kreise mit tangentialem Konturan-schluß
Endpunkte in rechtwinkligen Koordinaten



```
% 280 G71 *  
N1 G30 G18 X+0 Y-20 Z+0 *  
N2 G31 G90 X+80 Y+0 Z+100 *
```

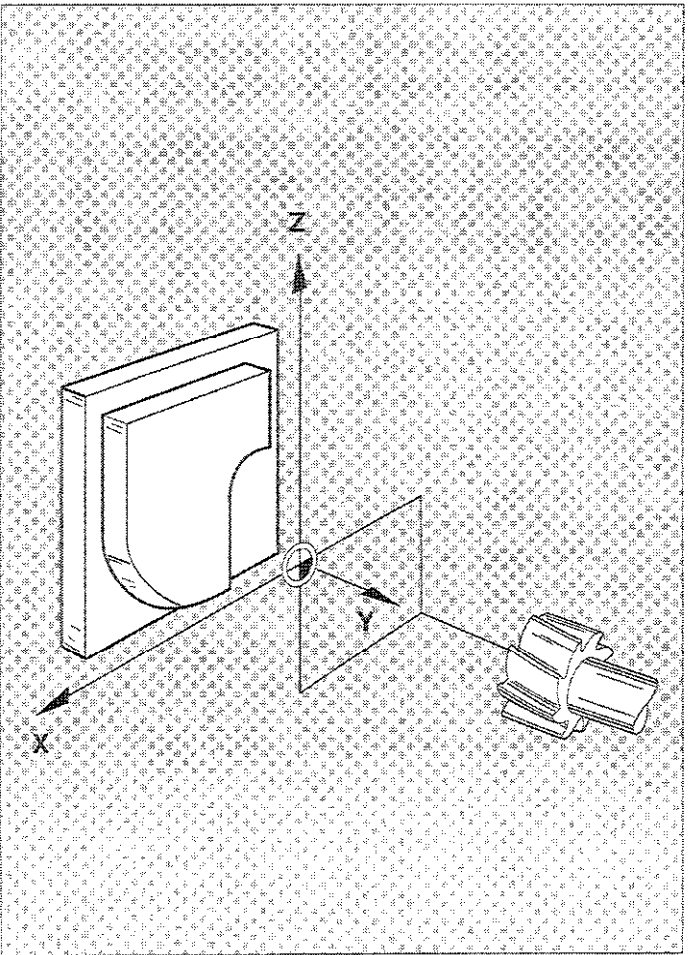
Werkstoff: Aluminium
Roh-Maße: 100mm x 80mm x 20mm
Werkzeug: Walzenstirnfräser Ø 30mm, 8 Zähne

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

```
N10 G98 L1 *  
N20 T0 G18 *  
N30 G00 G90 Y+100 M09 *  
N40 G40 X-50 Z-50 M05 *  
N50 G98 L0 *
```

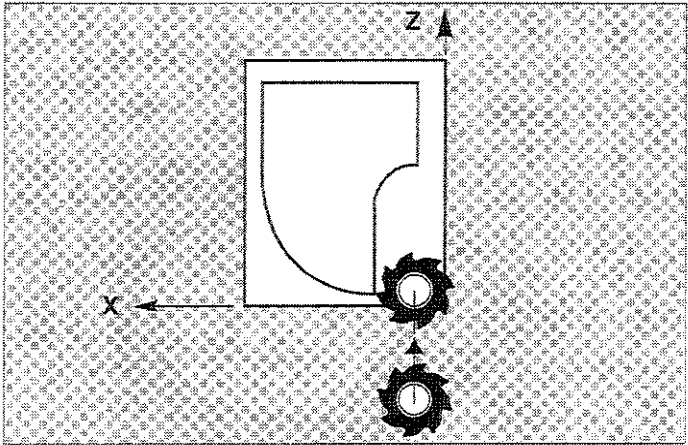
Definition und Aufruf des Werkzeugs.

```
N60 G99 T82 L+0 R+15 *  
N70 G38 M06 *  
N80 T82 G18 S1600 *
```



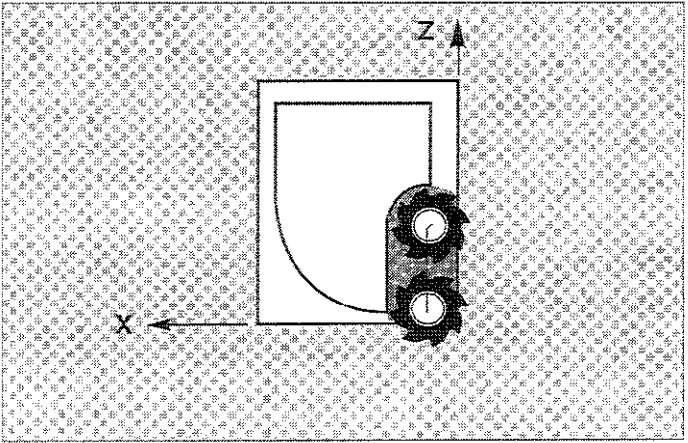
Anfahren der Kontur auf einer achsparallelen Geraden über einen Hilfspunkt mit Radiuskorrektur.

```
N90 G00 G42 G90 X+28 Z-50 *  
N100 Y-10 *  
N110 G01 X+28 Z+5 F1280 M13 *
```



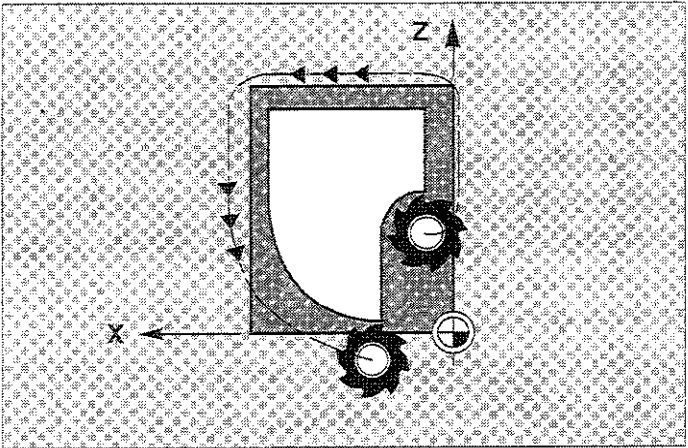
Fräsen der ersten Geraden und der ersten Kreisbahn, Kreisbahn schließt tangential an die Gerade an.

```
N120 X+28 Z+40 *  
N130 G06 X+11 Z+57 *
```



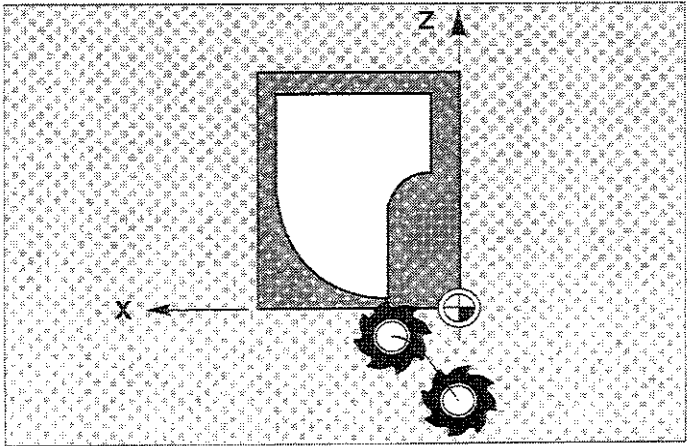
Fräsen der weiteren Kontur.

```
N140 G01 Z+90 *  
N150 X+73 *  
N160 X+73 Z+50 *  
N170 G06 G42 X+28 Z+5 *
```



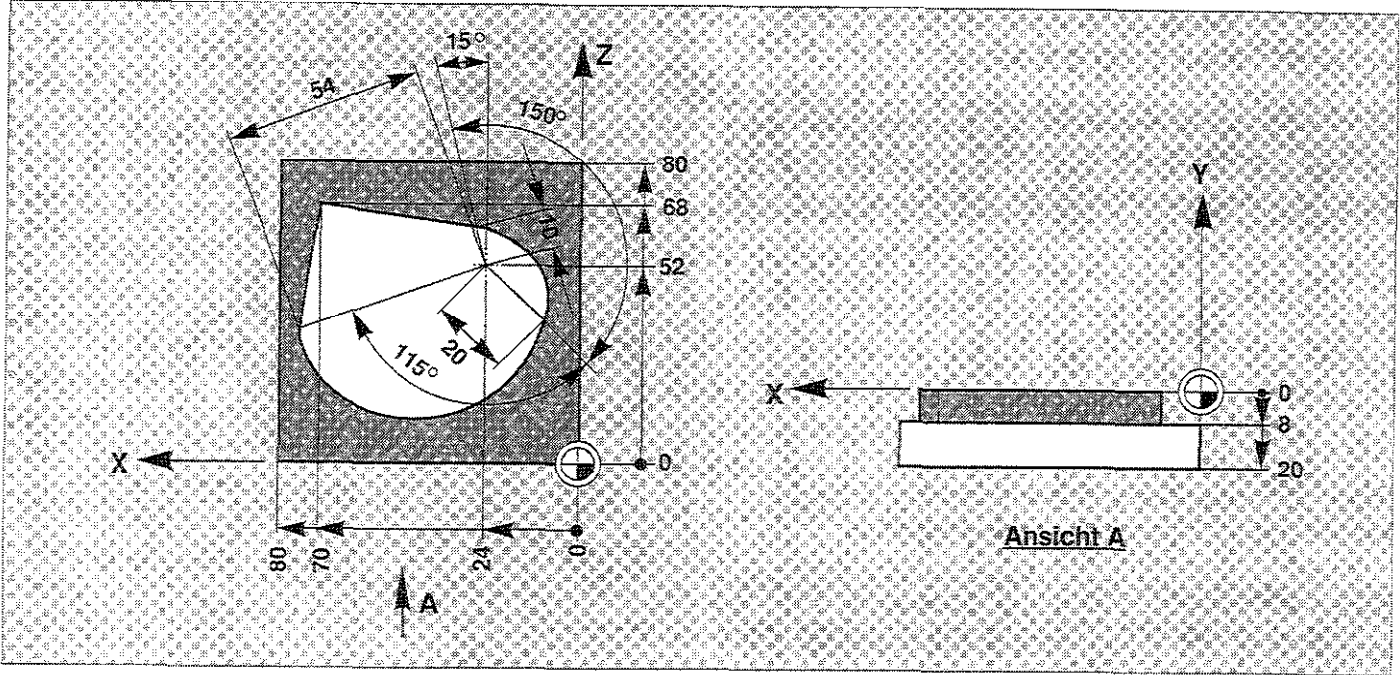
Tangentiales Verlassen der Kontur, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L 1,0), Programm-Ende.

```
N180 G27 R8 *  
N190 G00 G40 X+0 Z-50 M09 *  
N200 L1,0 *  
N9999 % 280 G71 *
```



Kreise fräsen

mit der Horizontal-Spindel
Kreise mit tangentialem Konturan Anschluß
Endpunkte in Polarkoordinaten



```
% 285 G71 *  
N1 G30 G18 X+0 Y-20 Z+0 *  
N2 G31 G90 X+80 Y+0 Z+80 *
```

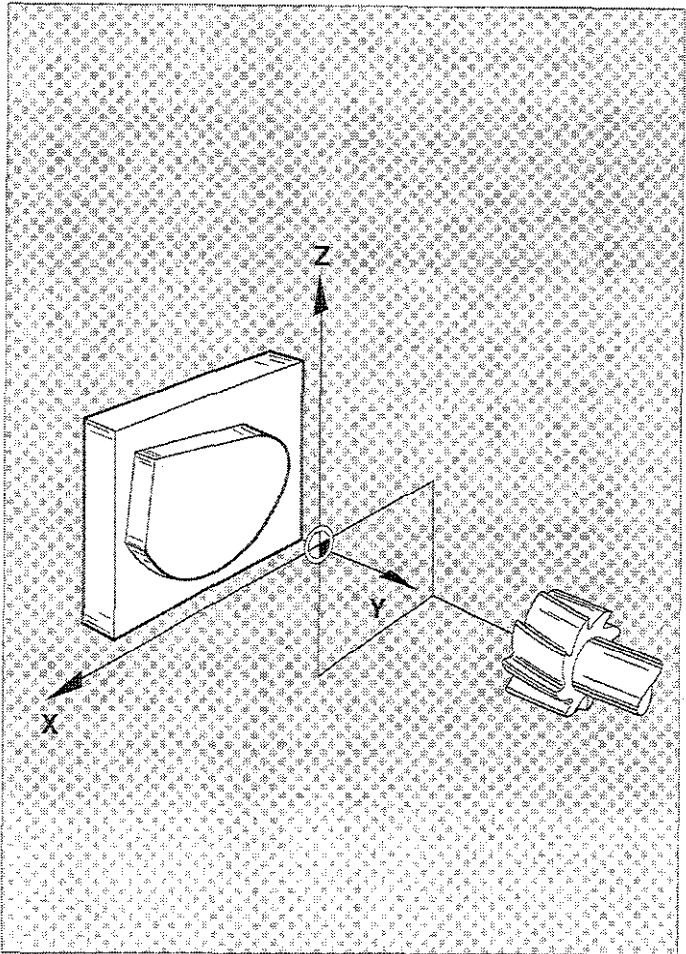
Werkstoff: Aluminium
Roh-Maße: 80mm x 80mm x 20mm
Werkzeug: Walzenstirnfräser Ø 30mm, 8 Zähne

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

```
N10 G98 L1 *  
N20 T0 G18 *  
N30 G00 G90 Y+100 M09 *  
N40 G40 X-50 Z-50 M05 *  
N50 G98 L0 *
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

```
N60 G99 T82 L-0 R+15 *  
N70 G38 M06 *  
N80 T82 G18 S1600 *
```



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

```
N90 G00 G41 G90 X+120 Z+68 *
N100 Y-8 *
N110 G01 X=70 F1280 M13 *
```

Festlegen des ersten Pols, Fräsen der ersten Geraden (Angaben für den Endpunkt im Absolutmaß). Fräsen der tangential anschließenden Kreisbahn (Angaben für den Winkel im Kettenmaß).

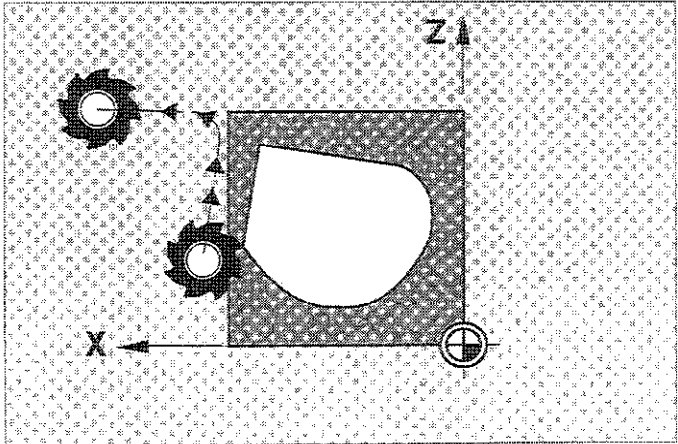
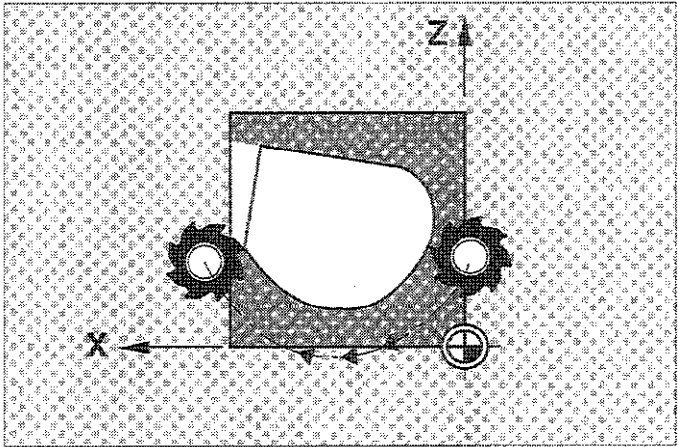
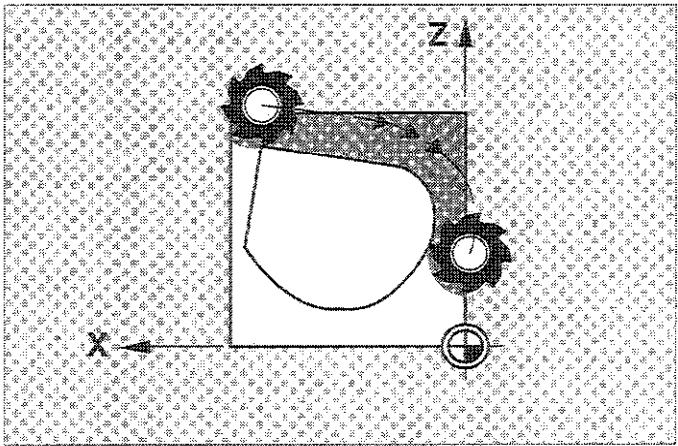
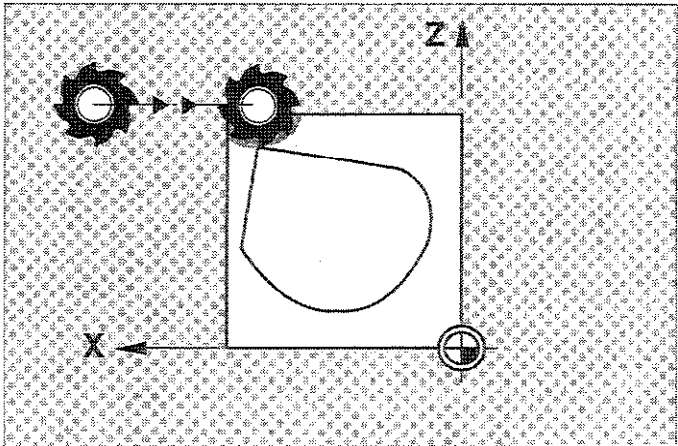
```
N120 I+24 K+52 *
N130 G11 R+10 H+15 *
N140 G16 R+20 G91 H-150 *
```

Fräsen der zweiten tangential anschließenden Kreisbahn (R-Angabe bezieht sich auf den Pol in Satz 120, H-Angabe auf den zuletzt definierten Winkel in Satz 140).

```
N150 G16 G90 R+54 G91 H-115 *
```

Fräsen der letzten Geraden, tangentiales Verlassen der Kontur, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L 1,0), Programm-Ende.

```
N160 G01 G41 G90 X=70 Z+68 *
N170 G27 R15 *
N180 G00 G40 G91 X+50 Z+30 M09 *
N190 L10 *
N9999 % 285 G71 *
```

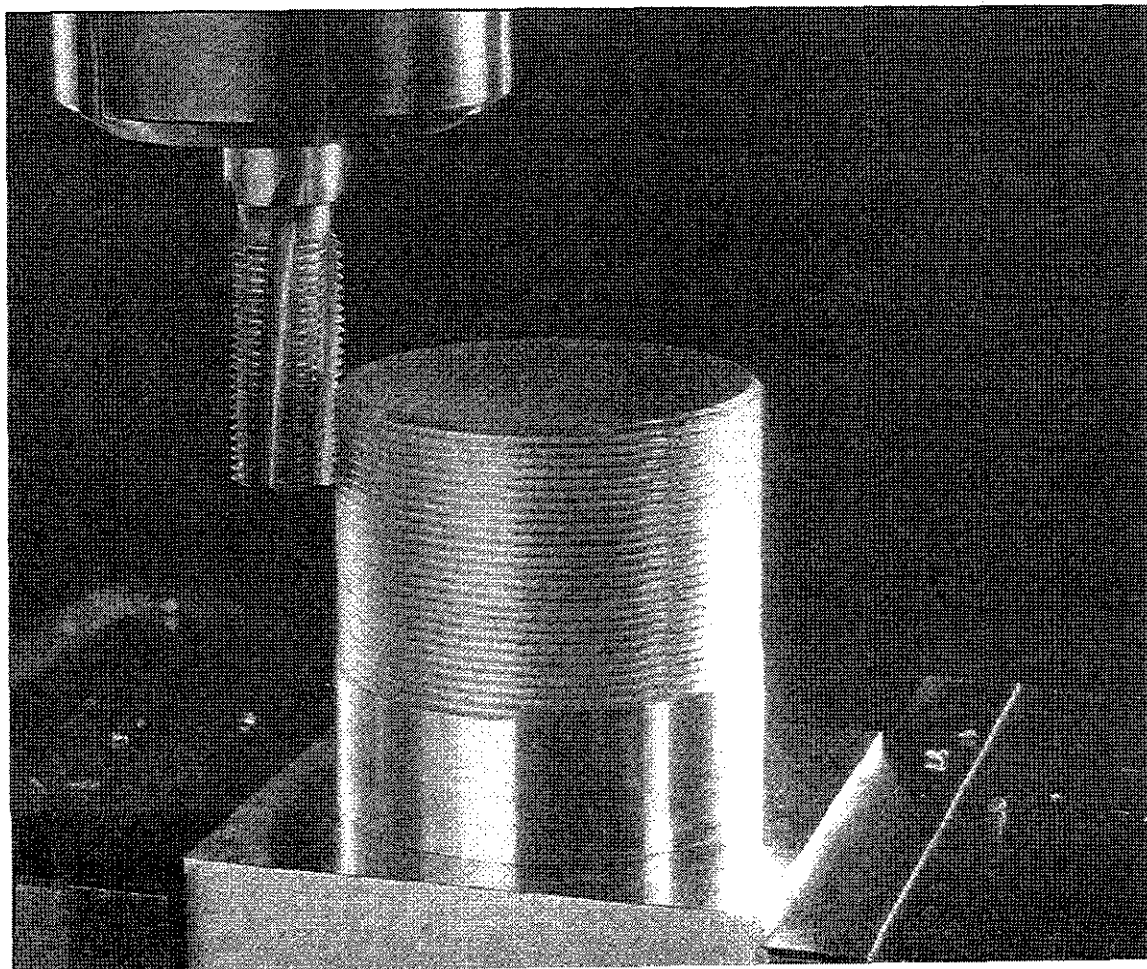


TNC

Bahnsteuerungen

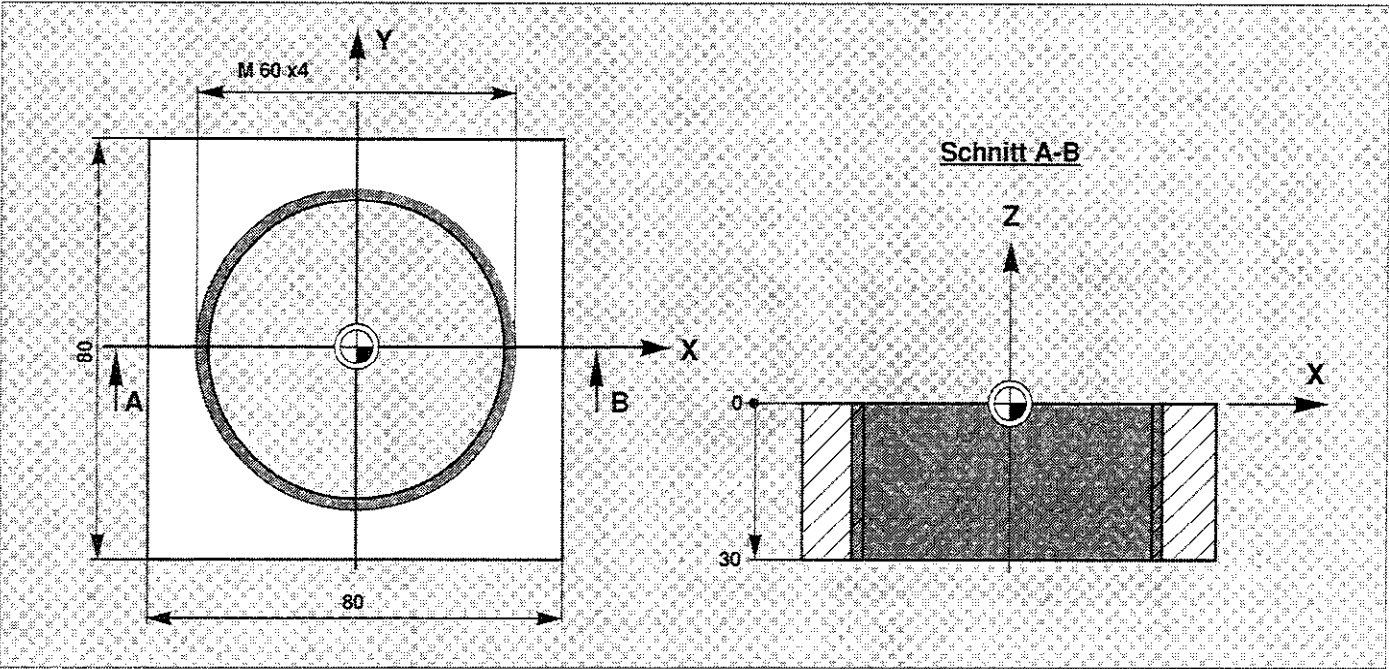
Schraubenlinien fräsen

% 310 - % 330



Schraubenlinien fräsen

mit der Vertikal-Spindel
Programmierung über G12/G13



% 310 G71 *

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

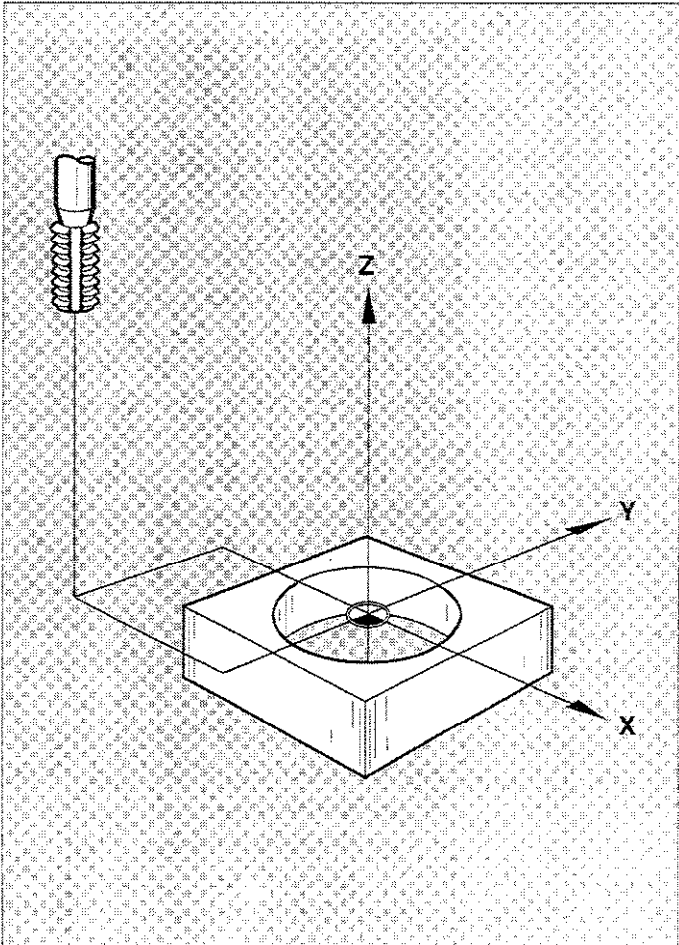
Werkstoff: Aluminium
Roh-Maße: Platte 80mm x 80mm x 30mm mit
durchgehender Bohrung Ø 55,6 mm
Werkzeug: Gewindefräser Ø 20mm, Steigung 4,0mm,
6 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterpro-
gramm (L1) definiert.

```
N10 G98 L1 *  
N20 T0 G17 *  
N30 G00 G90 Z+100 M09 *  
N40 G40 X-50 Y-50 M05 *  
N50 G98 L0 *
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

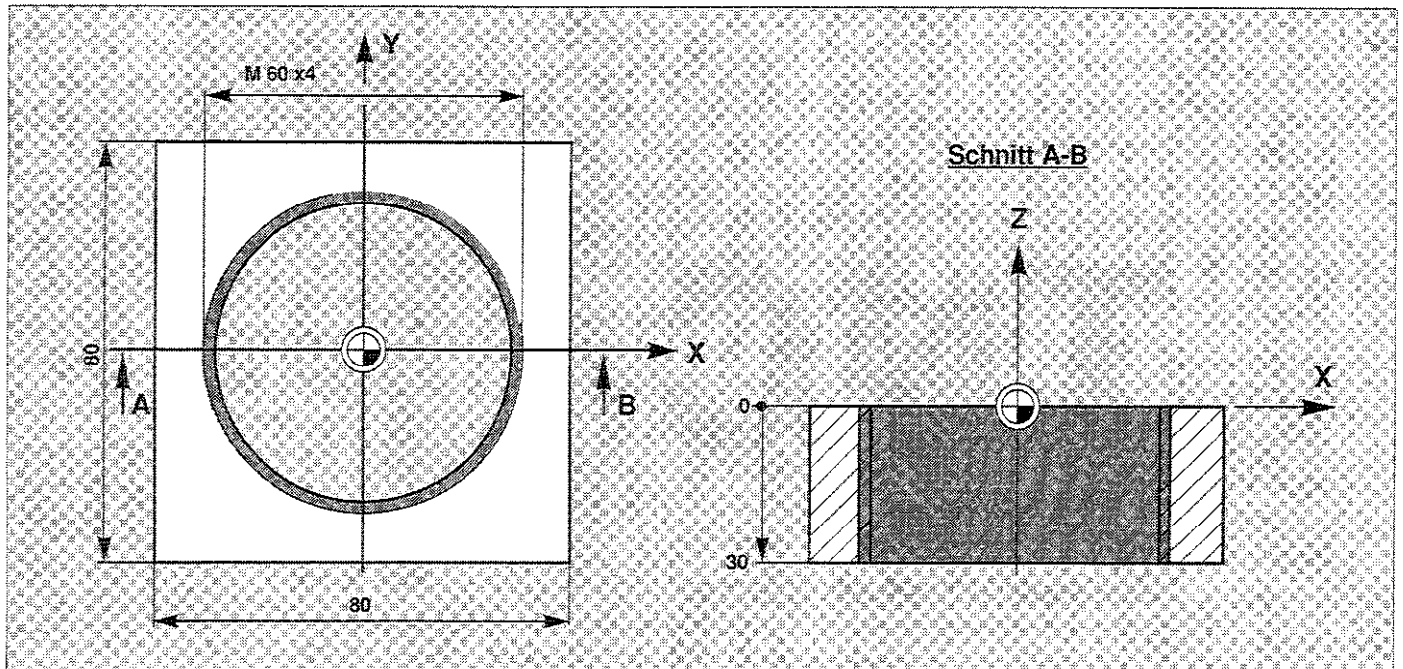
```
N60 G99 T13 L+0 R+10 *  
N70 G38 M06 *  
N80 T13 G17 S2500 *
```



Schraubenlinien fräsen

mit der Vertikal-Spindel

Programmierung über G12/G13



% 310 G71 *

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

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 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

N10 G98 L1 *

N20 T0 G17 *

N30 G00 G90 Z+100 M09 *

N40 G40 X-50 Y-50 M05 *

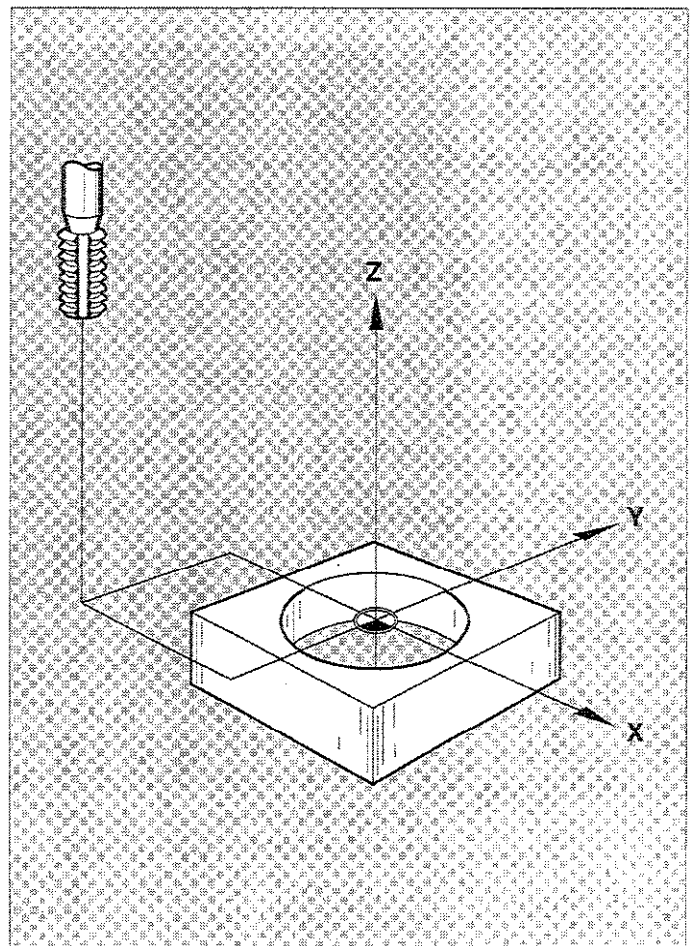
N50 G98 L0 *

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

N60 G99 T13 L+0 R+10 *

N70 G38 M06 *

N80 T13 G17 S2500 *

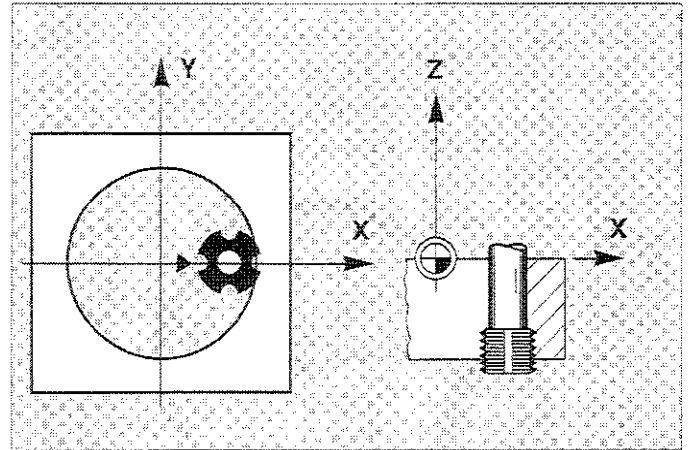


Positionieren des Gewindefräsers zur Start-Position am unteren Bohrungsrand mit einem Überhang von 2 Zähnen (=8mm). Der Bohrungsrand wird über einen Hilfspunkt (Satz N90) angefahren.

```
N90 G00 G40 G90 X+0 Y+0 *
```

```
N100 Z-38 *
```

```
N110 G01 G41 X+30 Y+0 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 Zähne, 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:

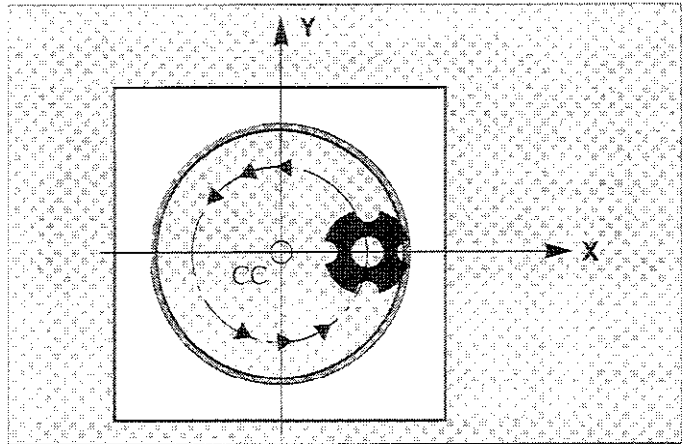
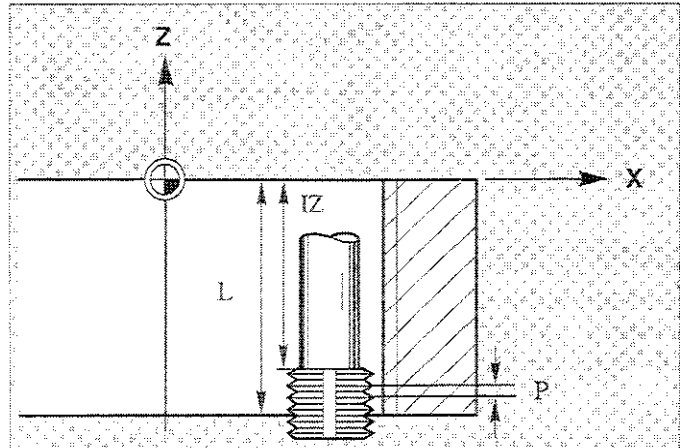
$$IZ = 30 - 4 * 4 = 14$$

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

Festlegen des Kreismittelpunkts, Fräsen des Gewindes. Das Werkzeug fährt auf der Schraubenlinie in positiver Z-Richtung. Für ein Rechtsgewinde ist daher die Drehrichtung positiv, also G13. Die Bahnkorrektur für ein Innengewinde ist bei der vorgegebenen Drehrichtung G41.

```
N120 J+0 J+0 *
```

```
N130 G13 G41 G91 H+1260 Z+14 F1200 *
```

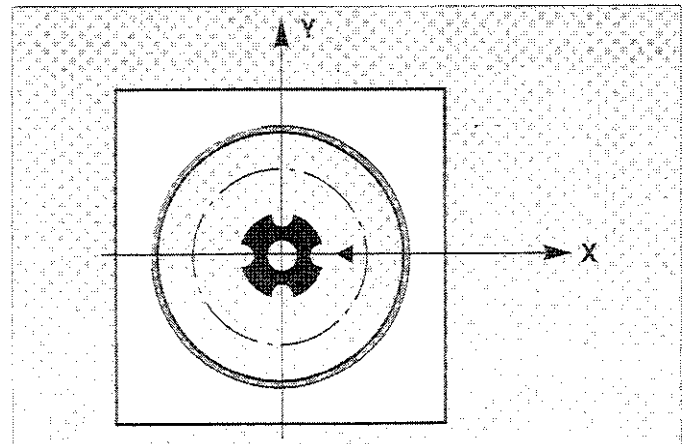


Verlassen der Bohrung, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Programm-Ende.

```
N140 G00 G40 G90 X+0 Y+0 M09 *
```

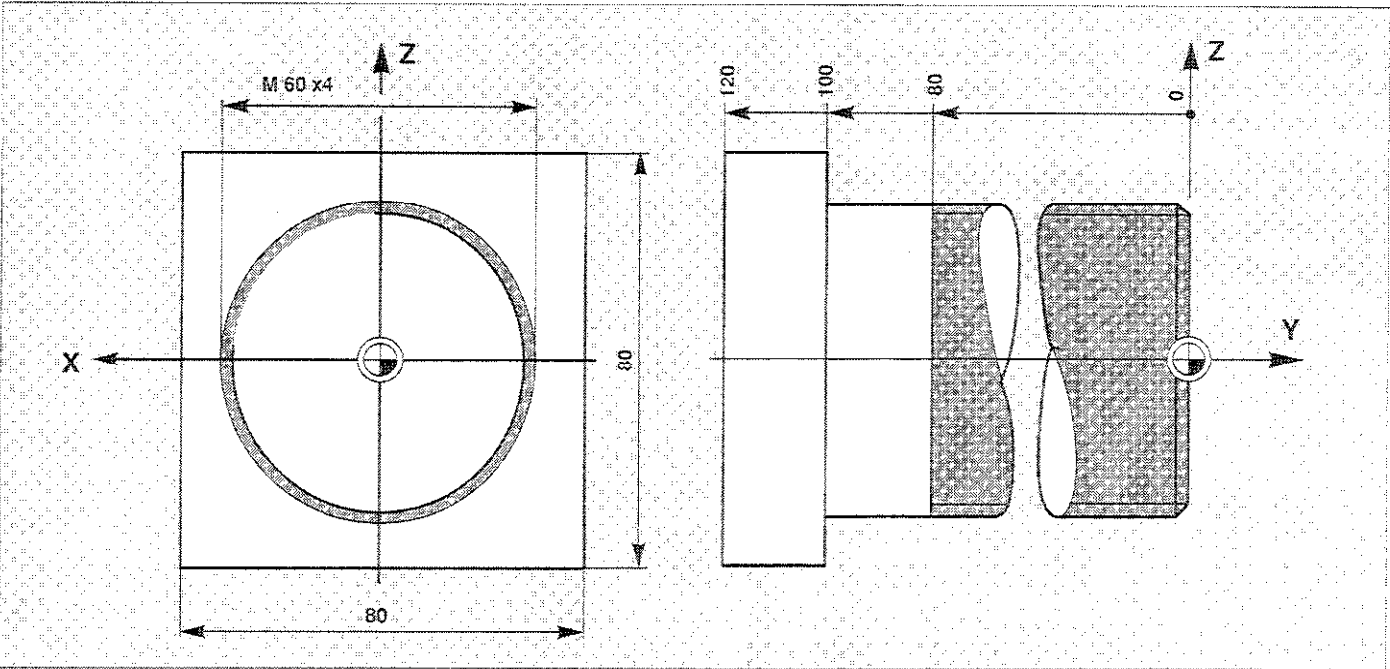
```
N150 L1,0 *
```

```
N9999 % 310 G71 *
```



Schraubenlinien fräsen

mit der Horizontal-Spindel
Programmierung über G12/G13



`%320 G71 *`
Schraubenlinien kann die Grafik der TNC nicht darstellen.
In diesem Fall überprüft man das Programm in Betriebs-
art Programm-Test auf Fehler.

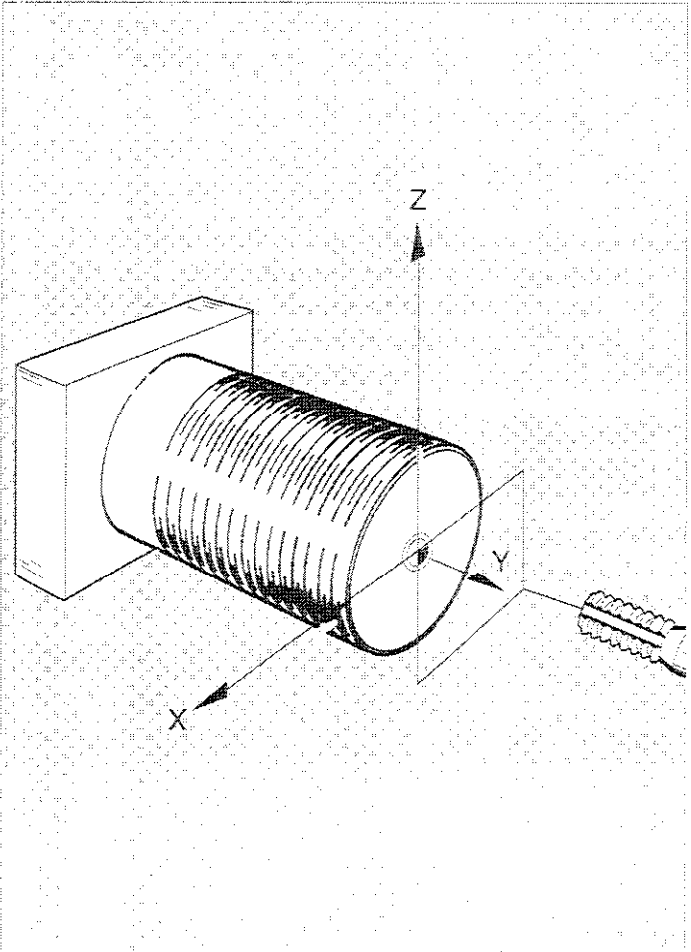
Werkstoff: Aluminium
Roh-Maße: Zapfen Ø 60mm, Höhe 100mm auf einer
Platte 80mm x 80mm x 20mm
Werkzeug: Gewindefräser Ø 20mm, Steigung 4,0mm,
10 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterpro-
gramm (L1) definiert.

```
% 320 G71 *  
N10 G98 L1 *  
N20 T0 G18 *  
N30 G00 G90 Y+100 M09 *  
N40 G40 X-50 Z-50 M05 *  
N50 G98 L0 *
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

```
N60 G99 T23 L+0 R+10 *  
N70 G38 M06 *  
N80 T23 G18 S2500 *
```

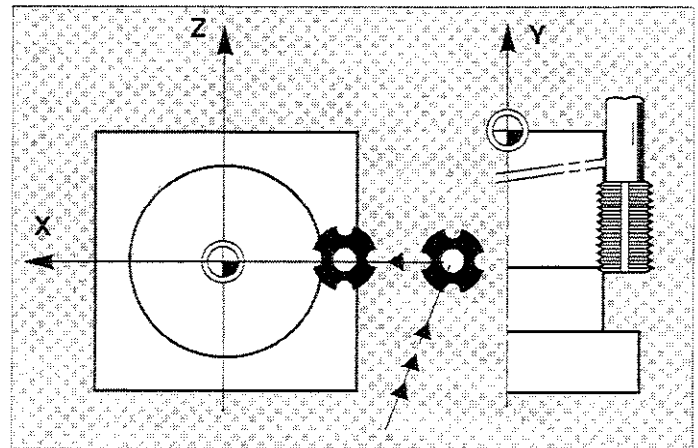


Positionieren des Gewindefräasers zur Start-Position am unteren Gewinde-Auslauf des Zapfens. Die Position wird über einen Hilfspunkt (Satz N90) angefahren.

```
N90 G00 G40 G90 X-70 Z+0 *
```

```
N100 Y-80 *
```

```
N110 G01 G42 X-30 Z+0 F1000 M13 *
```



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

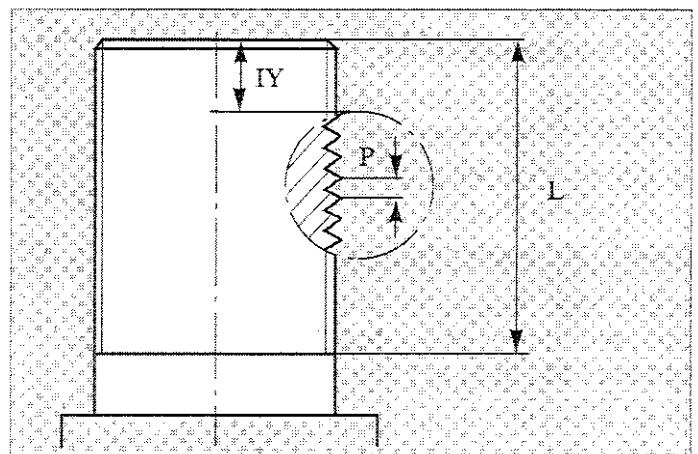
$$IPA = \frac{IY}{P} * 360^\circ$$

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

Für das vorliegende Beispiel ergibt die Formel:

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

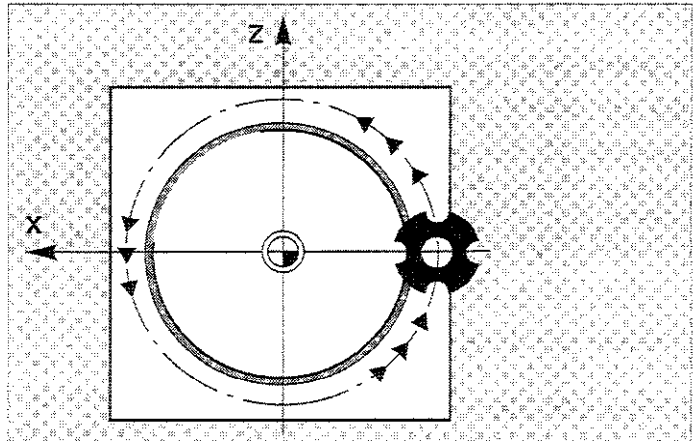
$$IPA = \frac{40}{4} * 360^\circ = 3600^\circ$$



Festlegen des Kreismittelpunkts, Fräsen des Gewindes. Das Werkzeug fährt auf der Schraubenlinie in positiver Y-Richtung. Für ein Rechtsgewinde ist daher die Drehrichtung positiv, also G13. Die Bahnkorrektur für ein Außengewinde ist bei der vorgegebenen Drehrichtung G42.

```
N120 I+0 K+0 *
```

```
N130 G13 G42 G91 H+3600 Y+40 *
```

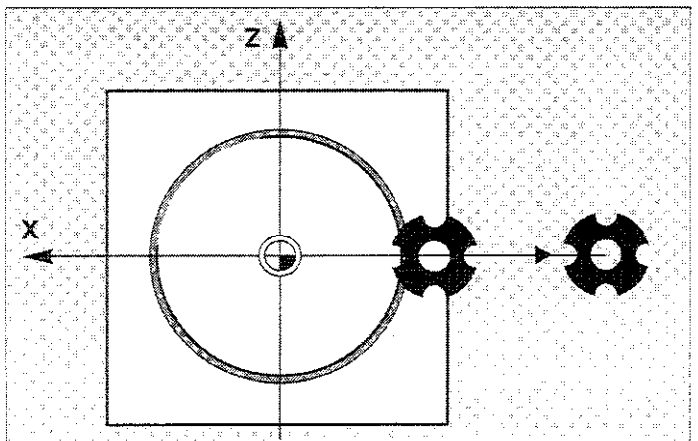


Verlassen des Zapfens, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Programm-Ende.

```
N140 G00 G40 G90 X-70 Z+0 M09 *
```

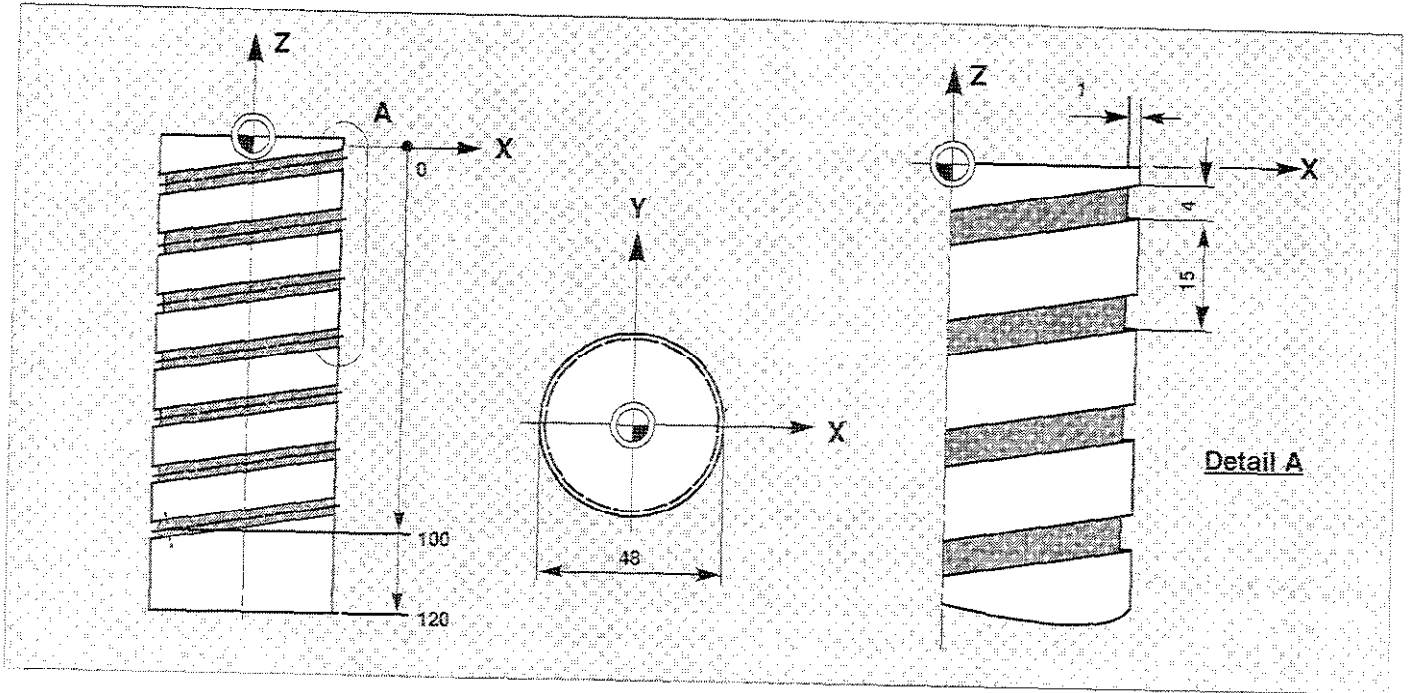
```
N150 L1,0 *
```

```
N9999 % 320 G71 *
```



Schraubenlinien fräsen

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



% 330 G71 *

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 Fehler.

Werkstoff: Aluminium

Roh-Maße: Zapfen Ø 48mm, Höhe 120mm

Werkzeug: Schaftfräser Ø 4mm, 3 Schneiden
1 Stirnschneide über Mitte schneidend

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

N10 G98 L1 *

N20 T0 G18 *

N30 G00 G90 Y+100 M09 *

N40 G40 X-50 Z+50 M05 *

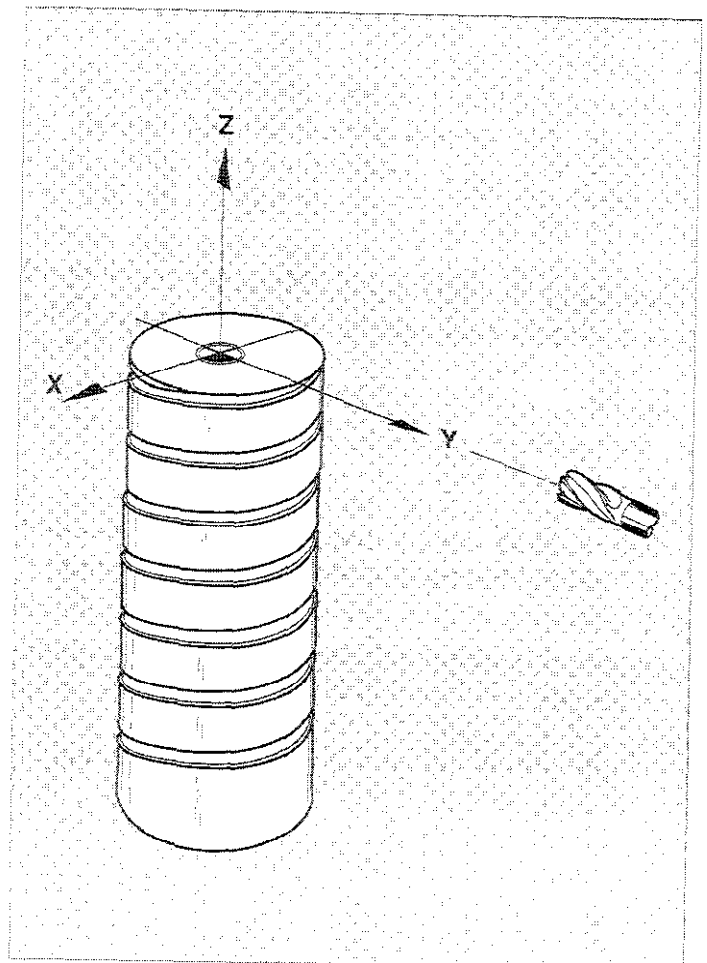
N50 G98 L0 *

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

N60 G99 T33 L+0 R+2 *

N70 G38 M06 *

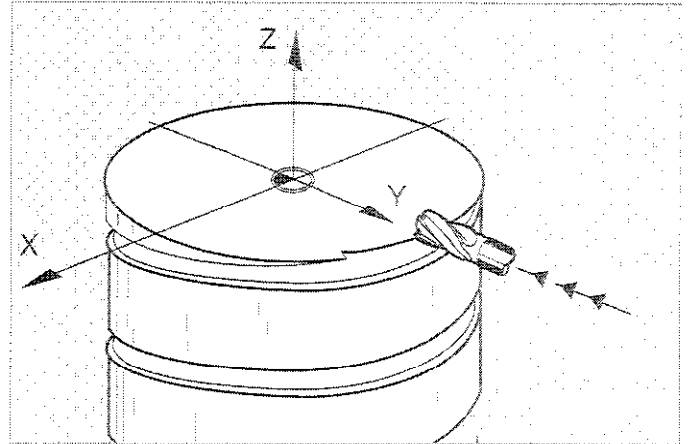
N80 T33 G18 S3150 *



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

```
N90 G00 G40 G90 X+0 Y+26 Z+0 *
```

```
N100 G01 Y+23 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:

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

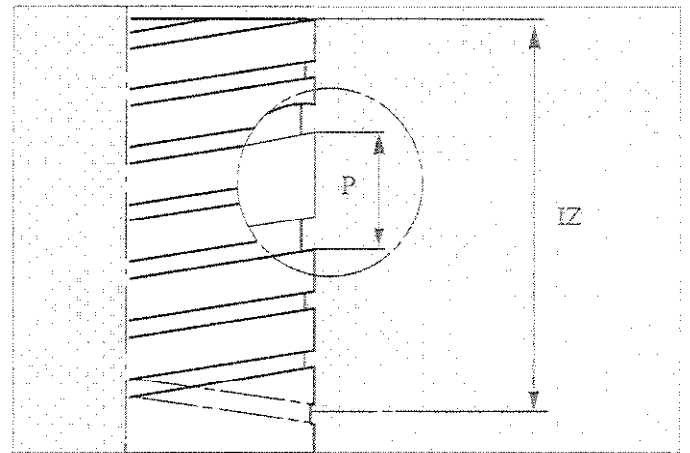
mit IC= Winkel im Kettenmaß, entspricht der Anzahl der Umdrehungen $\cdot 360^\circ$,

IZ= Gewindelänge

P = Gewindesteigung

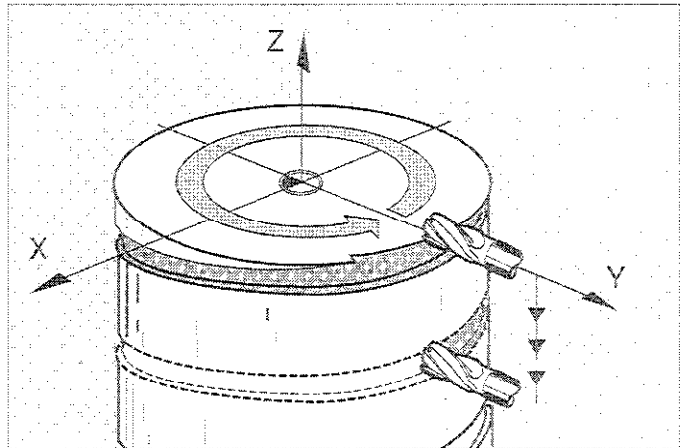
Für das vorliegende Beispiel ergibt die Formel:

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



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

```
N110 G01 G40 G91 Z-100 C+2400 F945 *
```

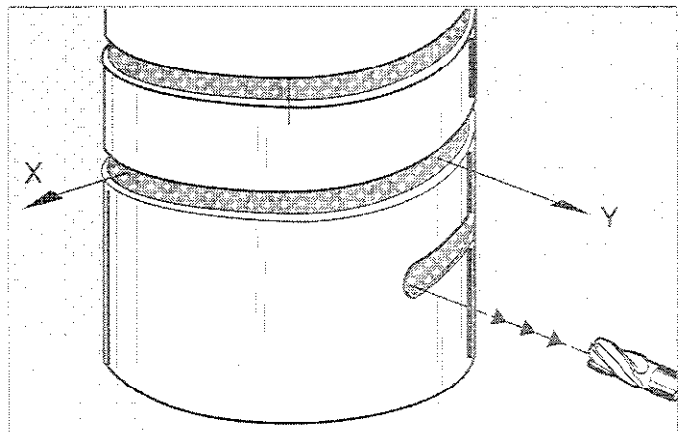


Verlassen des Zapfens, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Programm-Ende.

```
N120 G00 G90 Y-26 M09 *
```

```
N130 L1,0 *
```

```
N9999 % 330 G71 *
```

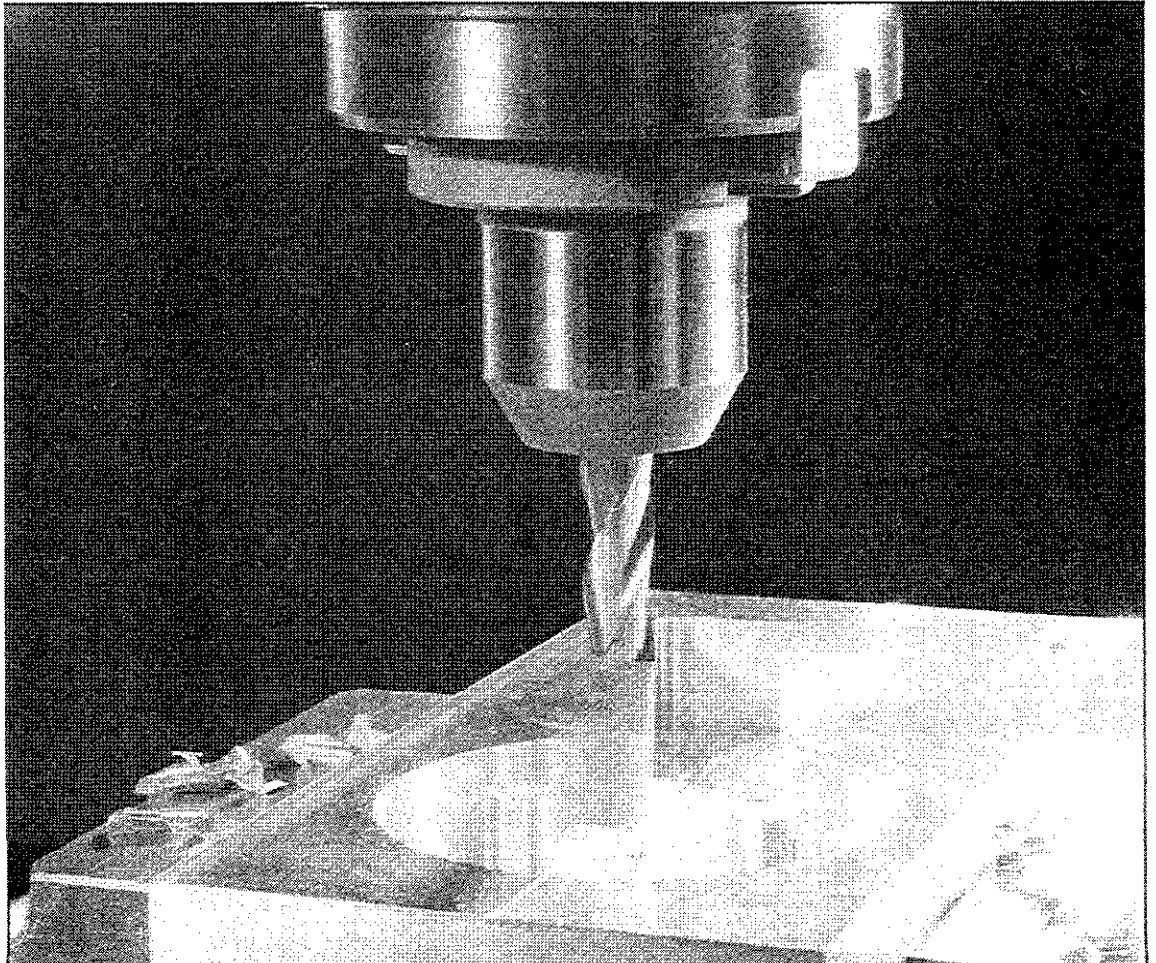


TNC

Bahnsteuerungen

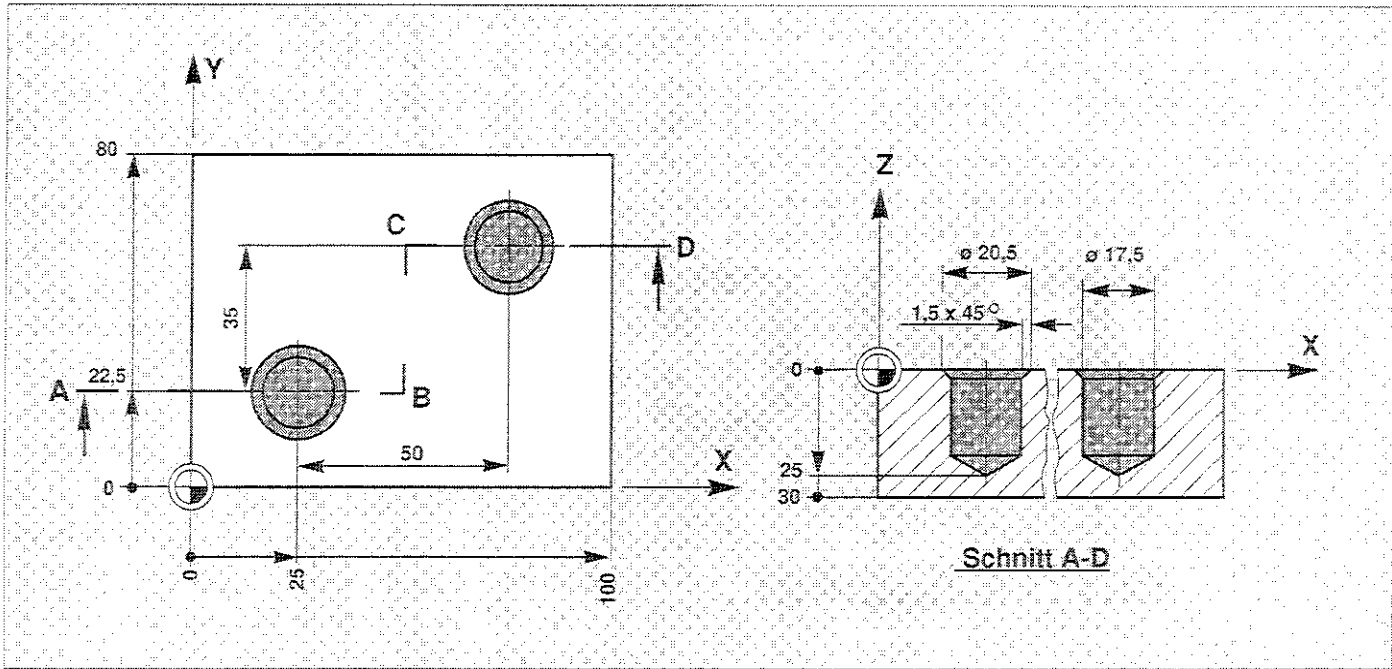
Bearbeitungszyklen

% 410 - % 470



Bearbeitungs-Zyklen

Tiefbohren

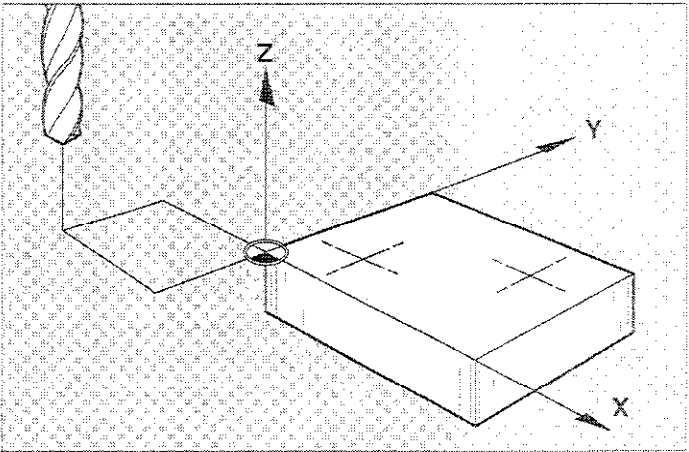


```
% 410 G71 *  
N. G30 G17 X+0 Y+0 Z-30 *  
N. G31 G90 X+100 Y+80 Z+0 *
```

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 (L1) definiert.

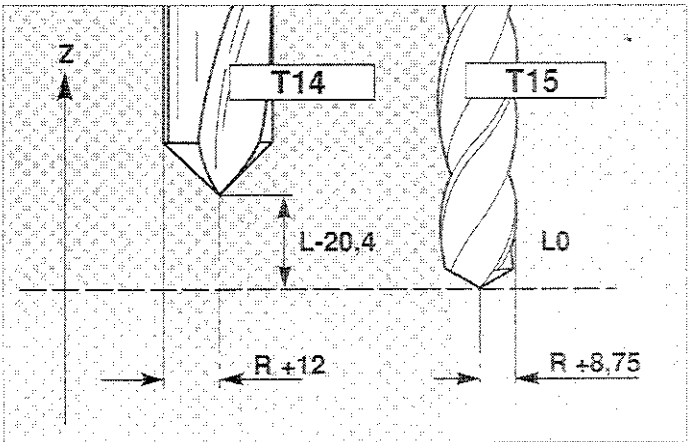
```
N10 G98 L1 *  
N20 T0 G17 *  
N30 G00 G90 Z+100 M09 *  
N40 G40 X-50 Y-50 M05 *  
N50 G98 L0 *
```



Definition der beiden Werkzeuge.

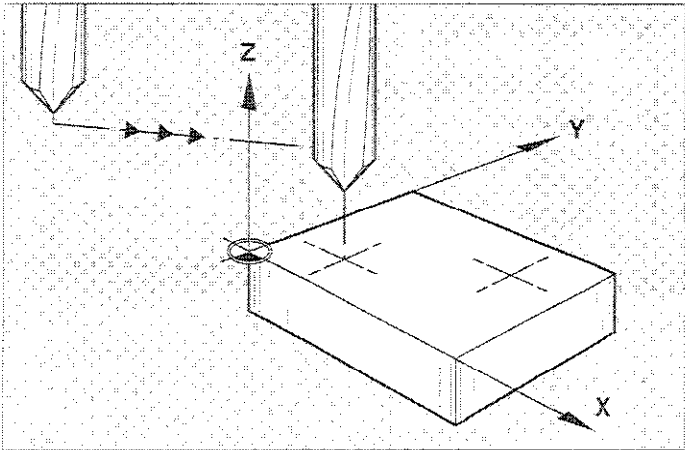
```
NC-Anbohrer  
Bohrer  
N60 G99 T14 L-20.4 R+12 *  
N70 G99 T15 L+0 R+8.75 *  
N80 G38 M06 *
```

Werkzeug Nr. 14,
Werkzeug Nr. 15.



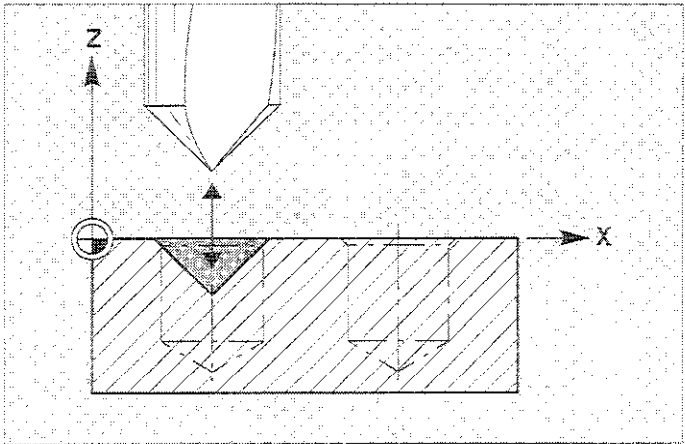
Aufruf des Anbohrers, Anfahen der ersten Bohr-Position im Eilgang, Positionieren auf Sicherheits-Abstand.

```
N90 T14 G17 S2000 *  
N100 G00 G40 G90 X+25 Y+22.5 *  
N110 Z+2 *
```



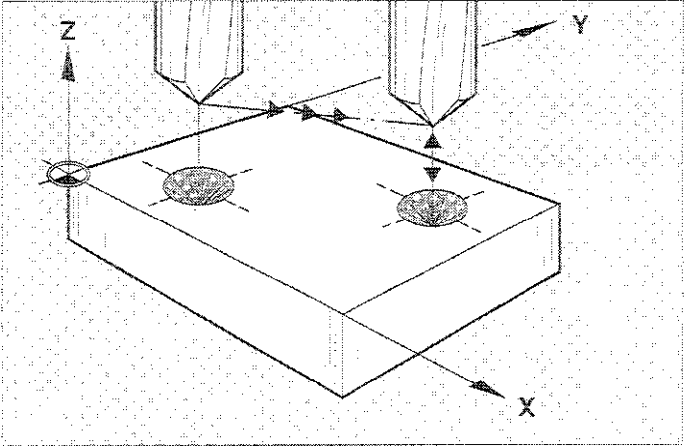
Anbohren, Rückzug auf Sicherheits-Abstand im Eilgang.

```
N120 G01 Z-10.25 F640 M13 *  
N130 G00 Z+2 M09 *
```



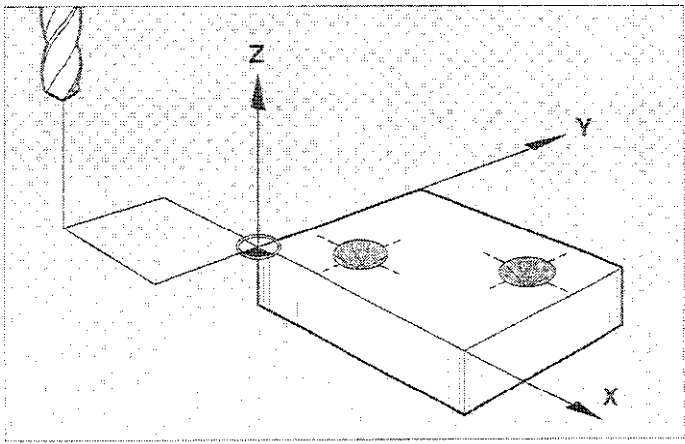
Anfahen der nächsten Bohr-Position im Eilgang, Anbohren, Rückzug auf Sicherheits-Abstand.

```
N140 G91 X+50 Y+35 *  
N150 G01 G90 Z-10.25 F640 M13 *  
N160 G00 Z+2 M09 *
```



Anfahen der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0). Aufruf des Bohr-Werkzeugs.

```
N170 L1.0 *  
N180 G38 M06 *  
N190 T15 G17 S2000 *
```



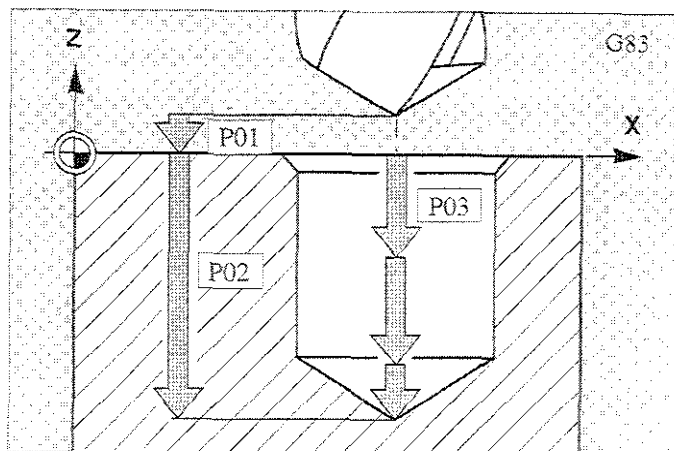
Bearbeitungs-Zyklen

Tiefbohren

Zyklus-Definition für das Bohren der beiden Löcher.

P01 Sicherheits-Abstand
P02 Bohrtiefe
P03 Zustelltiefe
P04 Verweilzeit
P05 Vorschub

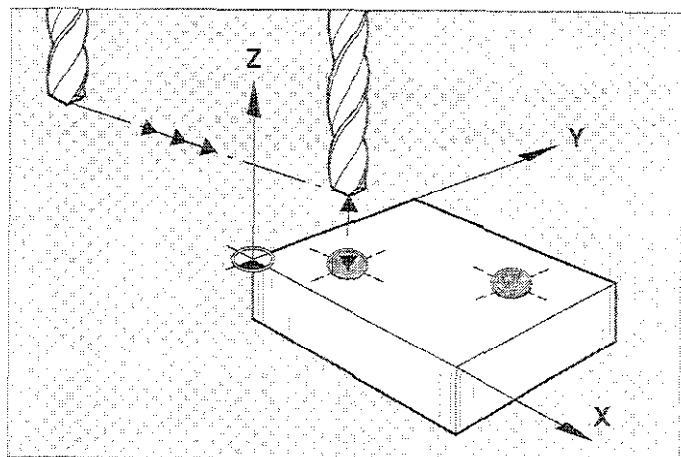
```
N200 G83 P01 -2 P02 -25 P03 -10 P04 0.5 P05 640 *
```



Anfahren der ersten Bohr-Position im Eilgang, Positionieren auf Sicherheits-Abstand, Aufruf und Ausführung des Zyklus Tiefbohren mit G79. Nach Ausführung des Zyklus zieht die TNC das Werkzeug selbsttätig auf den Sicherheits-Abstand zurück.

```
N210 G00 G40 G90 X+25 Y+22.5 Z+2 *
```

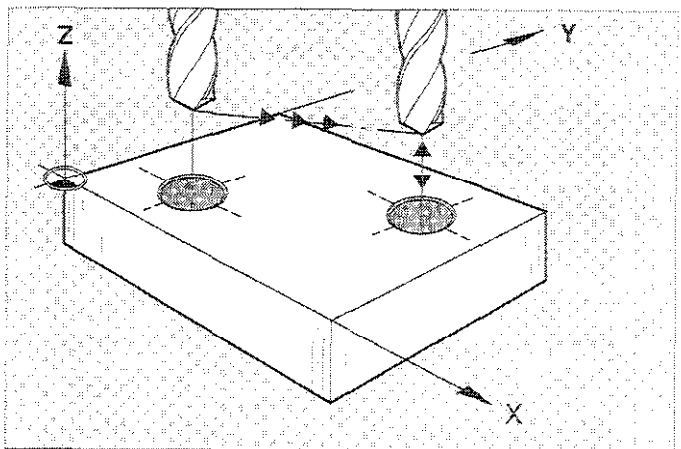
```
N220 G79 M13 *
```



Anfahren der nächsten Bohr-Position im Eilgang, Aufruf des Zyklus Tiefbohren mit G79.

```
N230 G91 X+50 Y+35 *
```

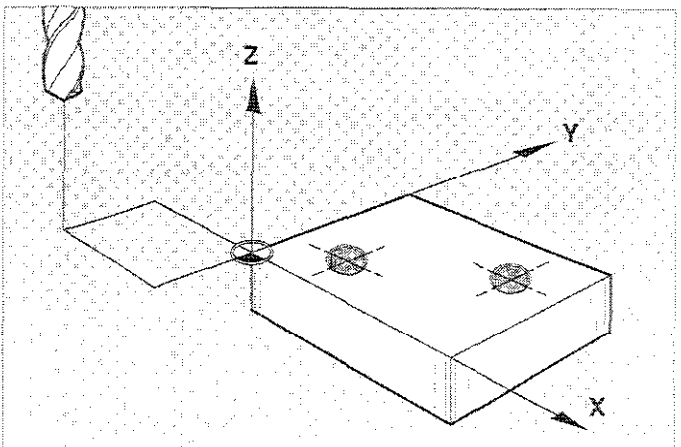
```
N240 G79 M09 *
```

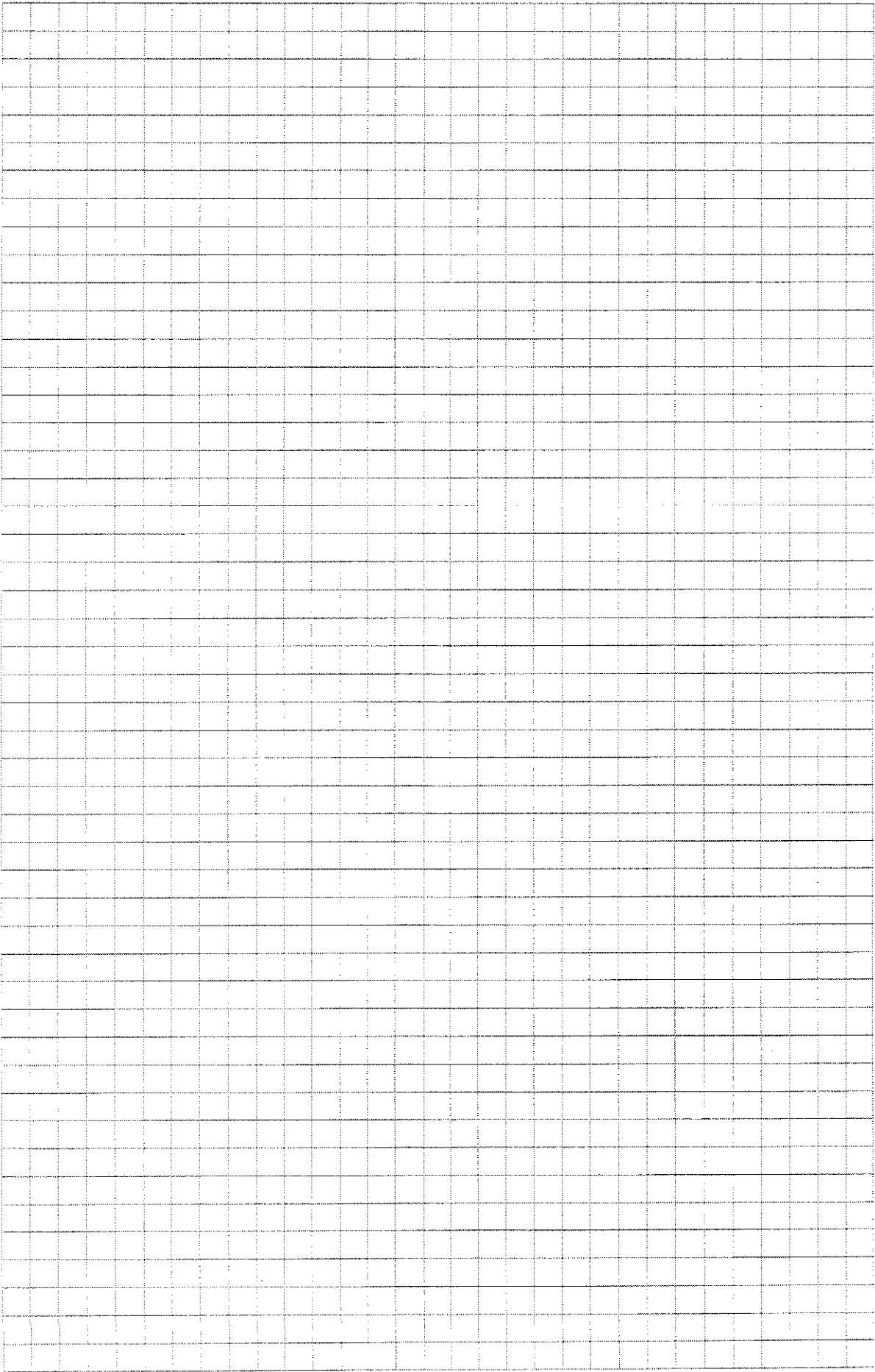


Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Programm-Ende.

```
N250 L1,0 *
```

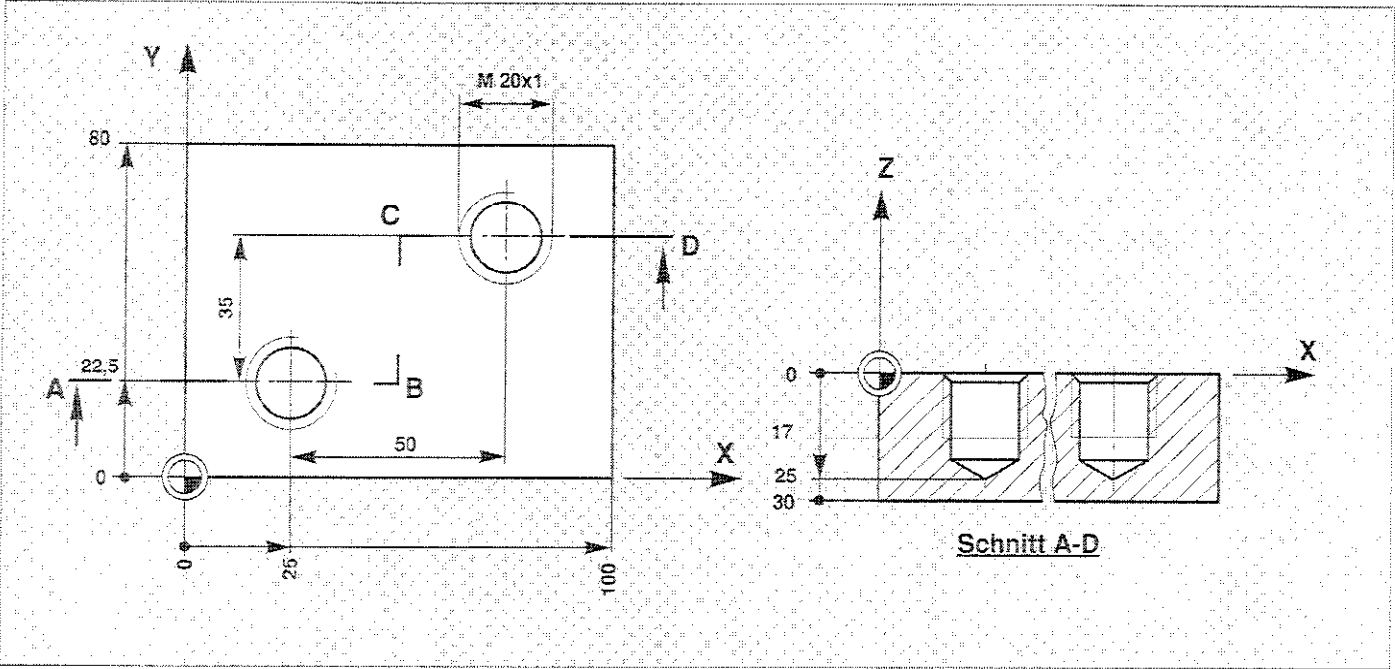
```
N9999 % 410 G71 *
```





Bearbeitungs-Zyklen

Gewindebohren



```
% 420 G71 *  
N.. G30 G17 X+0 Y+0 Z-30 *  
N.. G31 G90 X+100 Y+80 Z+0 *
```

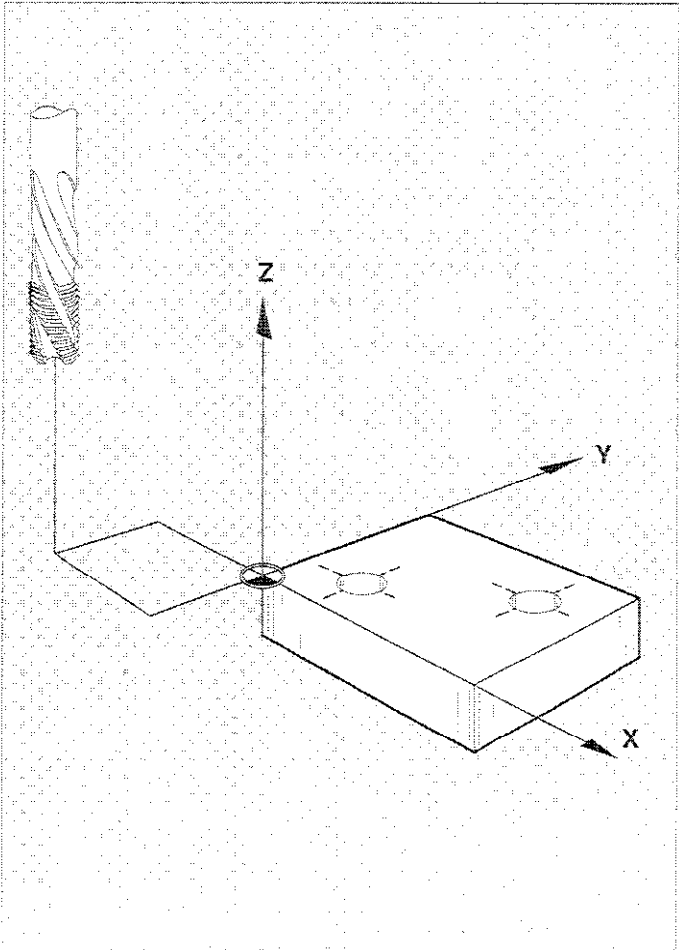
Werkstoff: Aluminium
Roh-Maße: 100mm x 80mm x 30mm
Lochplatte aus Beispiel "Tiefbohren"
(Programm 410), bereits vorgebohrt
Werkzeug: Gewindebohrer M20 x 1

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

```
N10 G98 L1 *  
N20 T0 G17 *  
N30 G00 G90 Z+100 M09 *  
N40 G40 X-50 Y-50 M05 *  
N50 G98 L0 *
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

```
N60 G99 T24 L+0 R+10 *  
N70 G38 M06 *  
N80 T24 G17 S63 *
```



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

$$F = S \cdot P$$

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

P = Gewindesteigung (mm)

Für das vorliegende Beispiel erhält man:

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

$$F = 63$$

Zyklus-Definition für das Gewindebohren der beiden Löcher.

- P01 Sicherheits-Abstand
- P02 Bohrtiefe (Gewindelänge)
- P03 Verweilzeit (Reversierzeit)
- P04 Vorschub

N90 G84 P01 -2 P02 -17 P03 0

P04 63 *

Anfahren der ersten Position im Eilgang, Positionieren auf Sicherheits-Abstand, Aufruf und Ausführung des Zyklus Gewindebohren mit G79. Nach Ausführung des Zyklus zieht die TNC selbsttätig das Werkzeug mit umgekehrter Spindeldrehrichtung auf den Sicherheits-Abstand zurück.

N100 G00 G40 G90 X+25 Y+22.5 Z+2 *

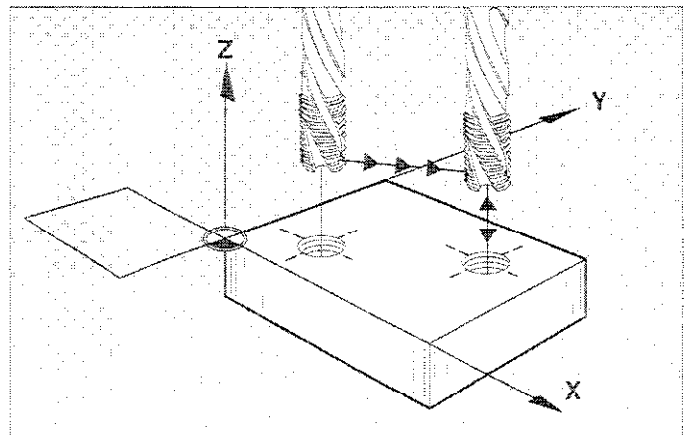
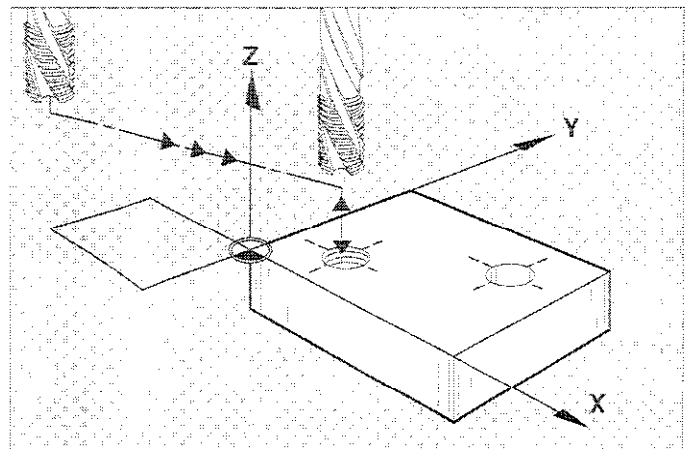
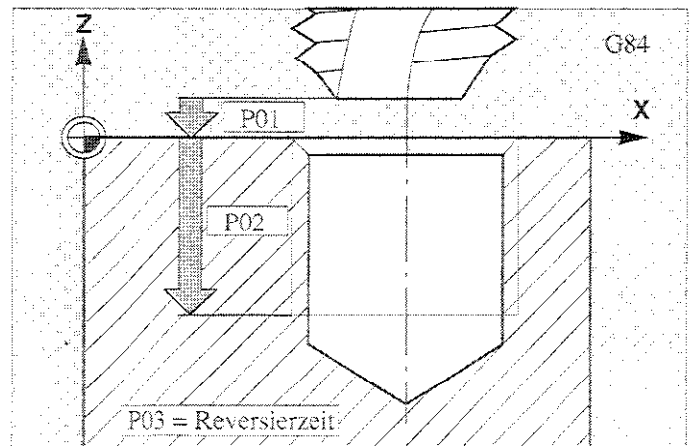
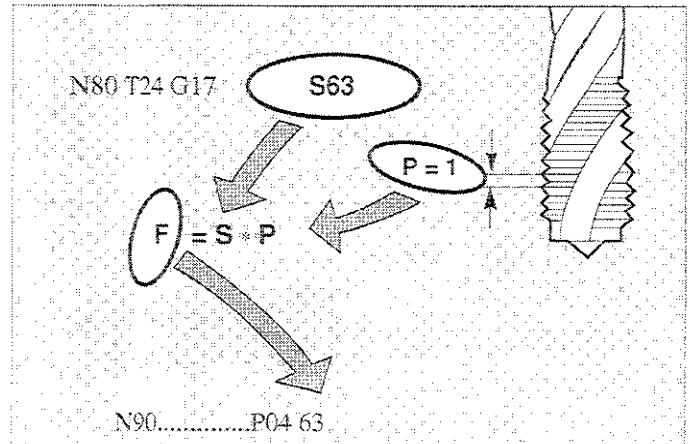
N110 G79 M13 *

Anfahren der nächsten Position im Eilgang, Aufruf des Zyklus Gewindebohren über die Zusatz-Funktion M99. Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Programm-Ende.

N120 G91 X+50 Y+35 M99 *

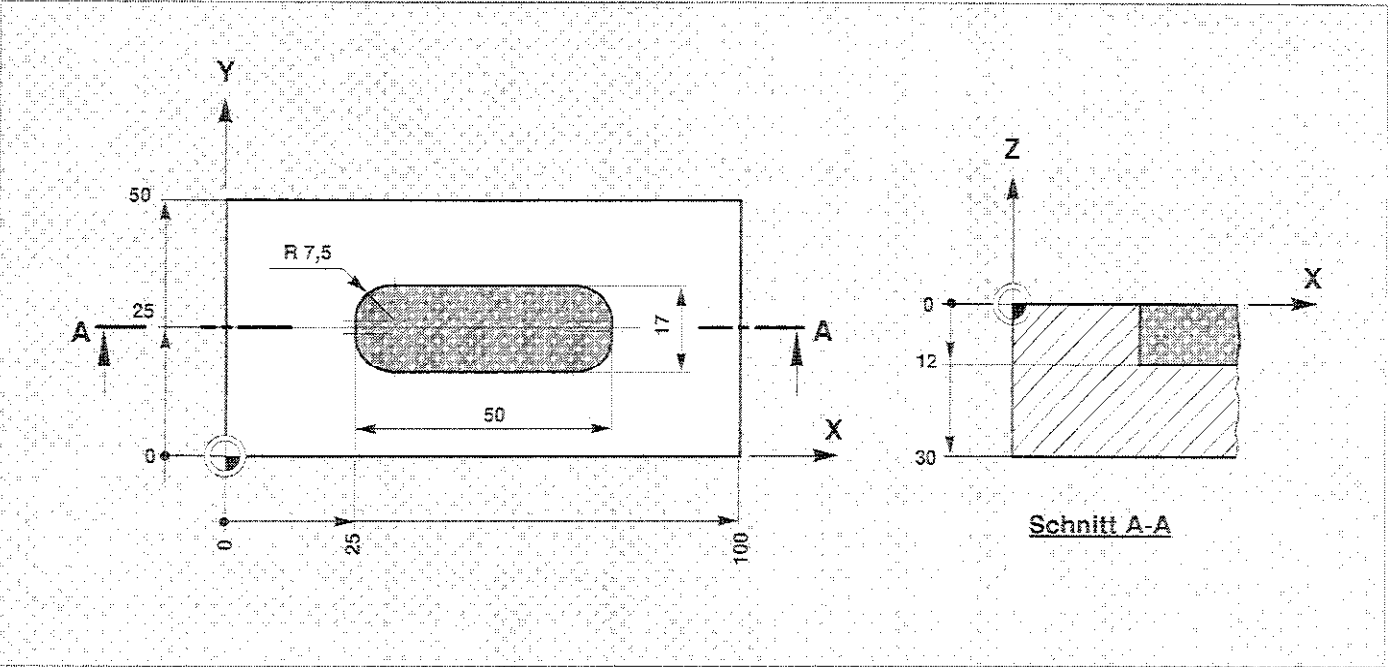
N130 L1,0 *

N9999 % 420 G71 *



Bearbeitungs-Zyklen

Fräsen einer Nut



```
% 430 G71 *  
N.. G30 G17 X+0 Y+0 Z-30 *  
N.. G31 G90 X+100 Y+50 Z+0 *
```

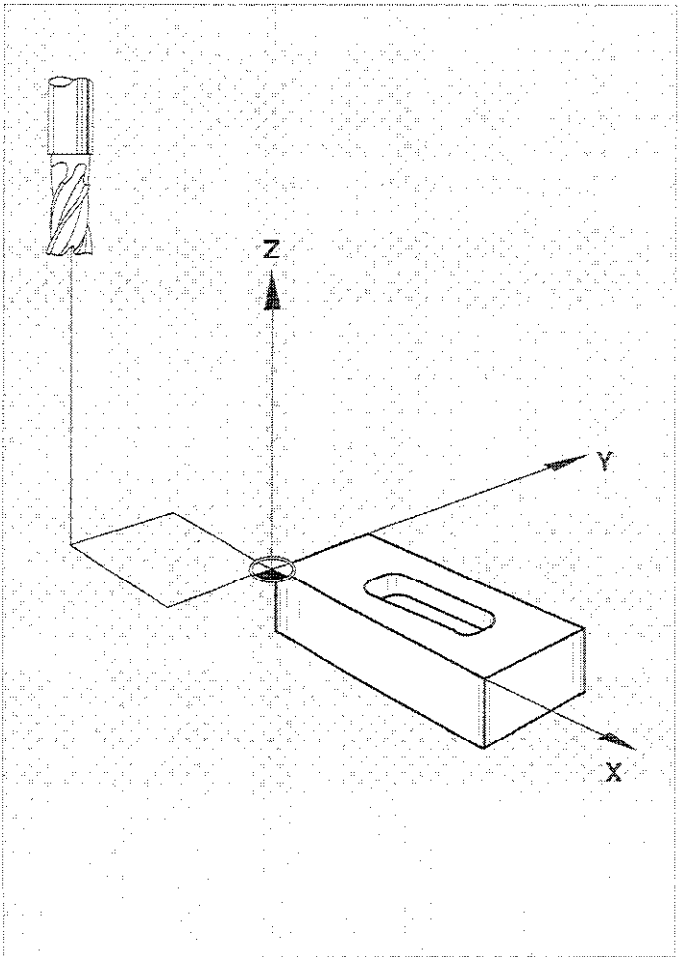
Werkstoff: Aluminium
Roh-Maße: 100mm x 50mm x 30mm
Werkzeuge: Schrupp-/Schlichtfräser Ø 15mm, 3 Zähne.
1 Stirnschneide über Mitte schneidend

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

```
N10 G98 L1 *  
N20 T0 G17 *  
N30 G00 G90 Z+100 M09 *  
N40 G40 X-50 Y-50 M05 *  
N50 G98 L0 *
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

```
N60 G99 T34 L+0 R+7.5 *  
N70 G38 M06 *  
N80 T34 G17 S3150 *
```



Zyklus-Definition für das Fräsen der Nut.

- P01 Sicherheits-Abstand
- P02 Frästiefe
- P03 Zustelltiefe
- P04 Vorschub Tiefenzustellung
- P05 Längsachse und Länge der Nut
- P06 Querachse und Breite der Nut
- P07 Vorschub

N90 G74 P01 -2 P02 -12 P03 -5

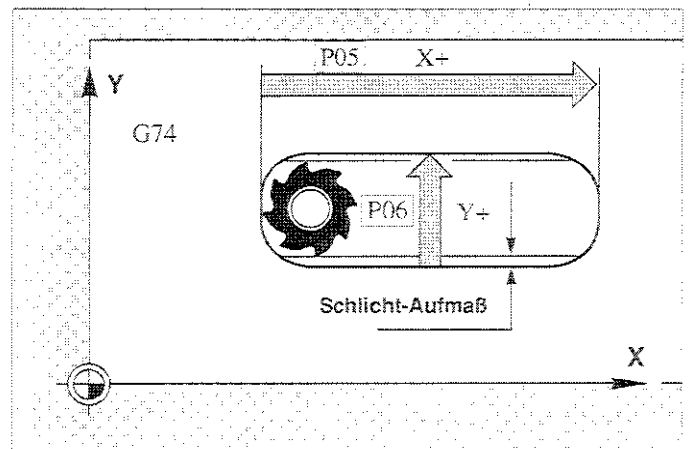
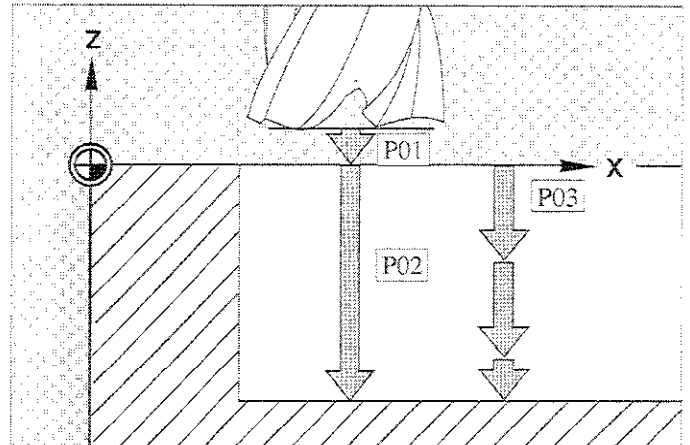
P04 250 P05 X+50 P06 Y+17

P07 945 *

Zyklus-Parameter P06: Der Zyklus ist ein kombinierter Schrupp-/Schlicht-Zyklus.

Das Schlicht-Aufmaß beträgt 1mm.

Werkzeug-Durchmesser und doppeltes Schlicht-Aufmaß ergibt die Breite der Nut.

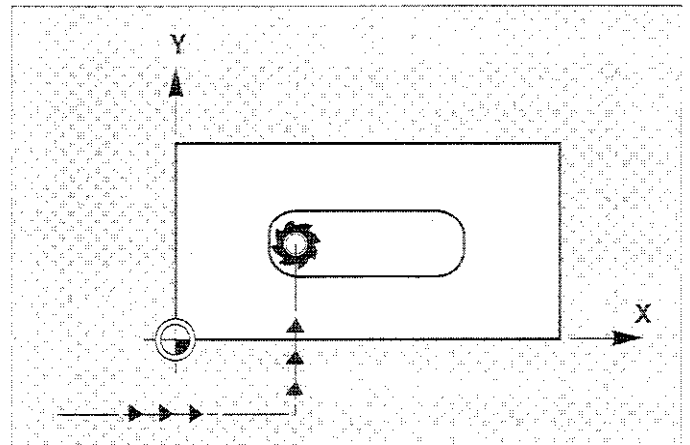


Anfahren der Start-Position auf einer Bahn senkrecht zur Längsrichtung der Nut; das Werkzeug muß eine korrigierte Position vor Ausführung des Zyklus einnehmen. Anschließend Positionieren auf Sicherheits-Abstand.

N100 G00 G42 G90 X+25 M13 *

N110 Y+25 M98 *

N120 Z+2 *

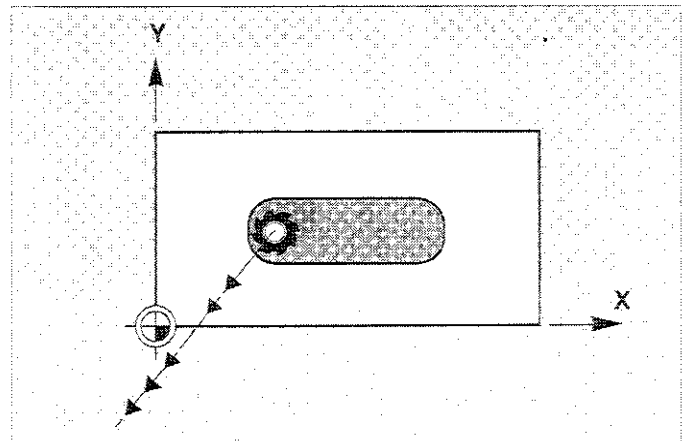


Aufruf des Zyklus über G79. Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Programm-Ende.

N130 G79 M09 *

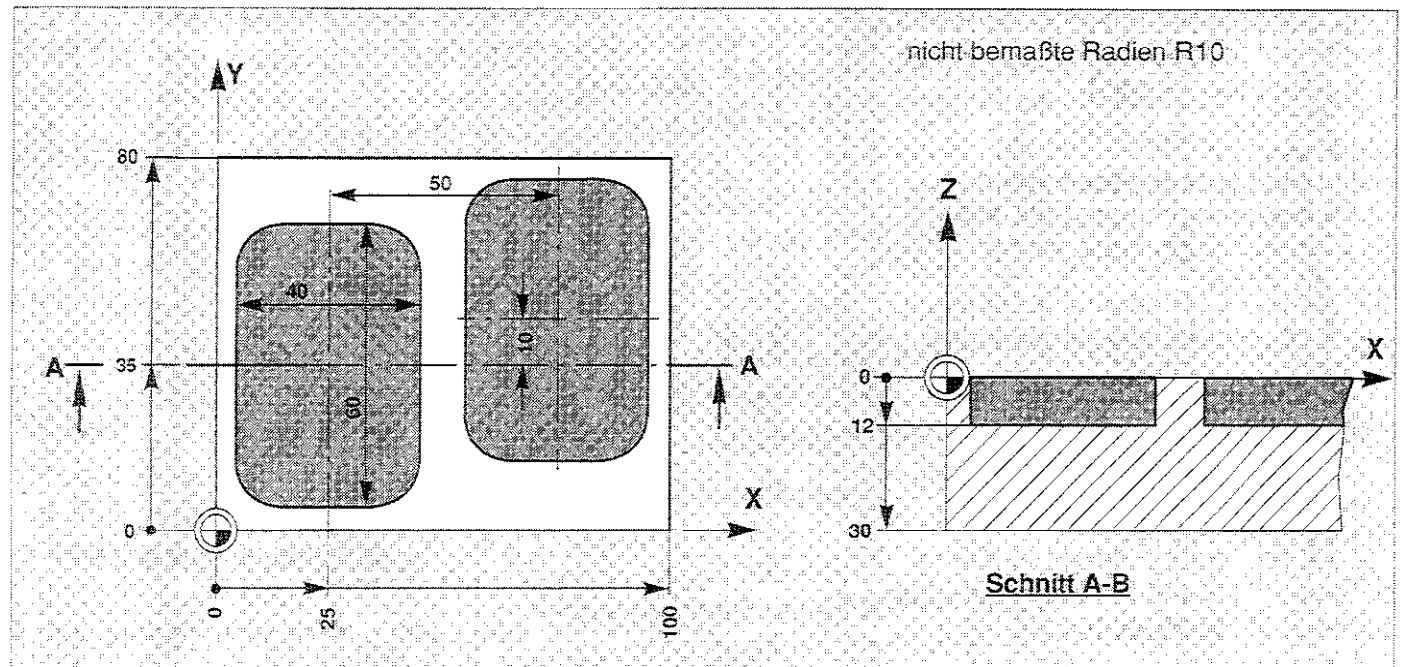
N140 L1,0 *

N9999 % 430 G71 *



Bearbeitungs-Zyklen

Fräsen einer Rechteck-Tasche



% 440 G71 *

N.. G30 G17 X+0 Y+0 Z-30 *

N.. G31 G90 X+100 Y+80 Z+0 *

Werkstoff:

Aluminium

Roh-Maße:

100mm x 80mm x 30mm

Werkzeug:

Schaftfräser Ø 20mm, 2 Zähne,
1 Stirnschneide über Mitte schneidend

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

N10 G98 L1 *

N20 T0 G17 *

N30 G00 G90 Z+100 M09 *

N40 G40 X-50 Y-50 M05 *

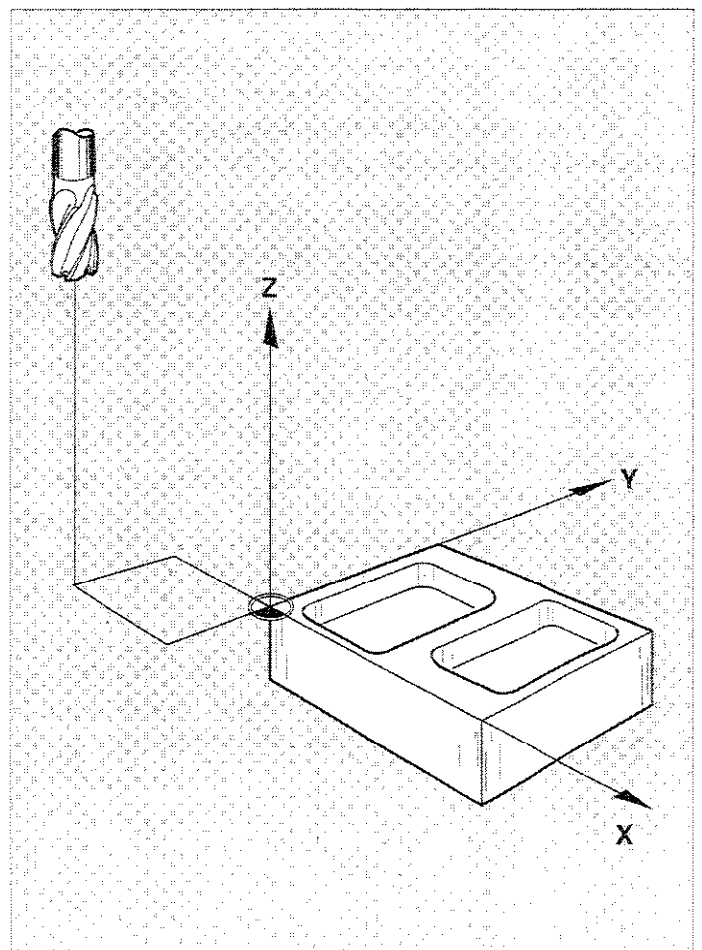
N50 G98 L0 *

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

N60 G99 T44 L+0 R+10 *

N70 G38 M06 *

N80 T44 G17 S2500 *



Zyklus-Definition für das Fräsen der beiden Taschen.

P01 Sicherheits-Abstand
P02 Frästiefe
P03 Zustelltiefe
P04 Vorschub Tiefenzustellung
P05 1. Achsrichtung und Seitenlänge
P06 2. Achsrichtung und Seitenlänge
P07 Vorschub

N90 G76 P01 -2 P02 -12 P03 -10

P04 100 P05 X+40 P06 Y+60

P07 500 *

Anfahren der ersten Start-Position und Positionieren auf Sicherheits-Abstand. Aufruf des Zyklus mit G79.

N100 G00 G40 G90 X+25 Y+35 *

N110 Z+2 M13 *

N120 G79 *

Anfahren der nächsten Start-Position im Eilgang. Aufruf des Zyklus mit G79.

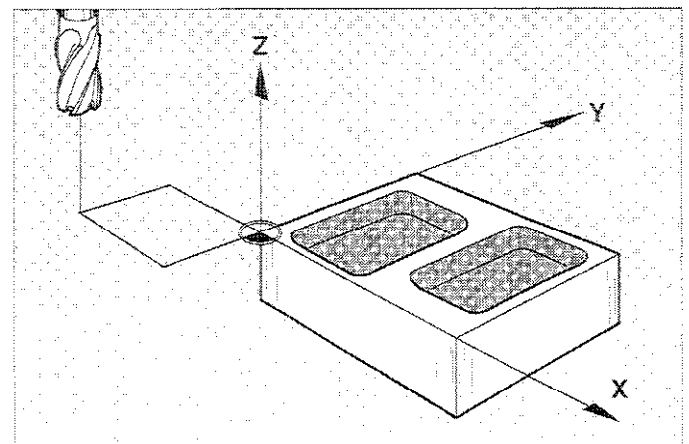
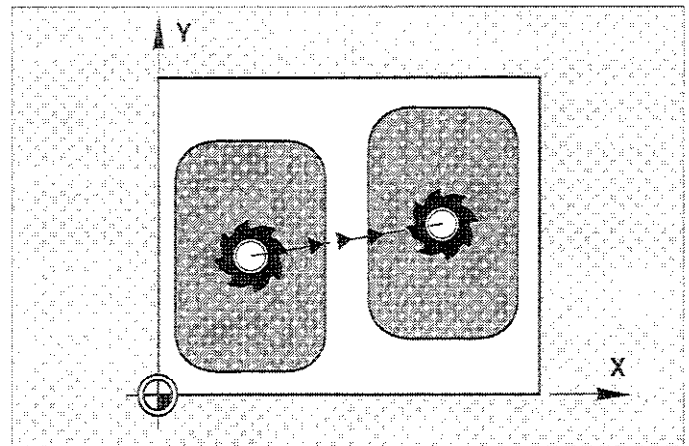
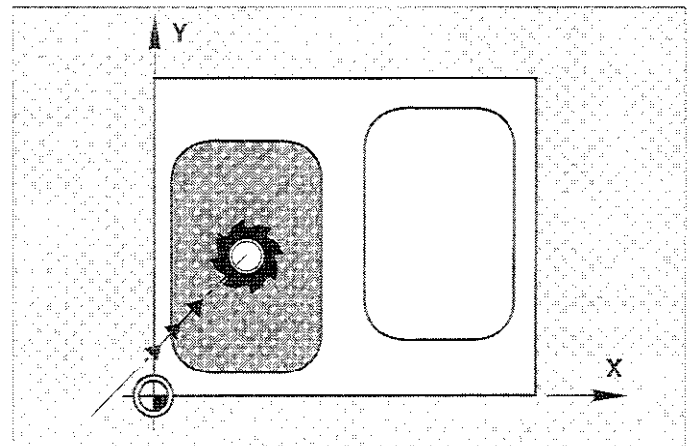
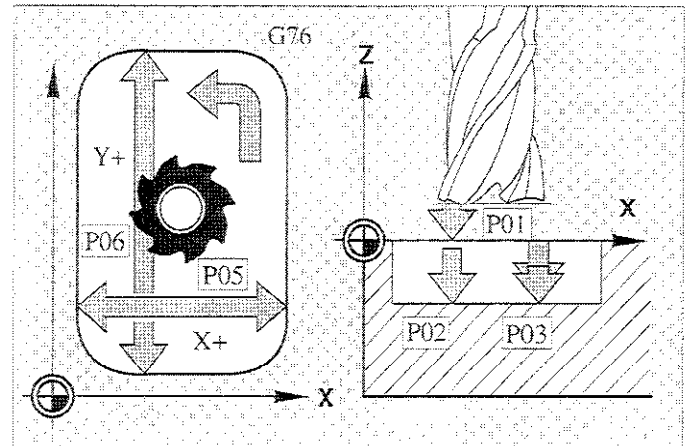
N130 G40 G91 X+50 Y+10 *

N140 G79 M09 *

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Programm-Ende.

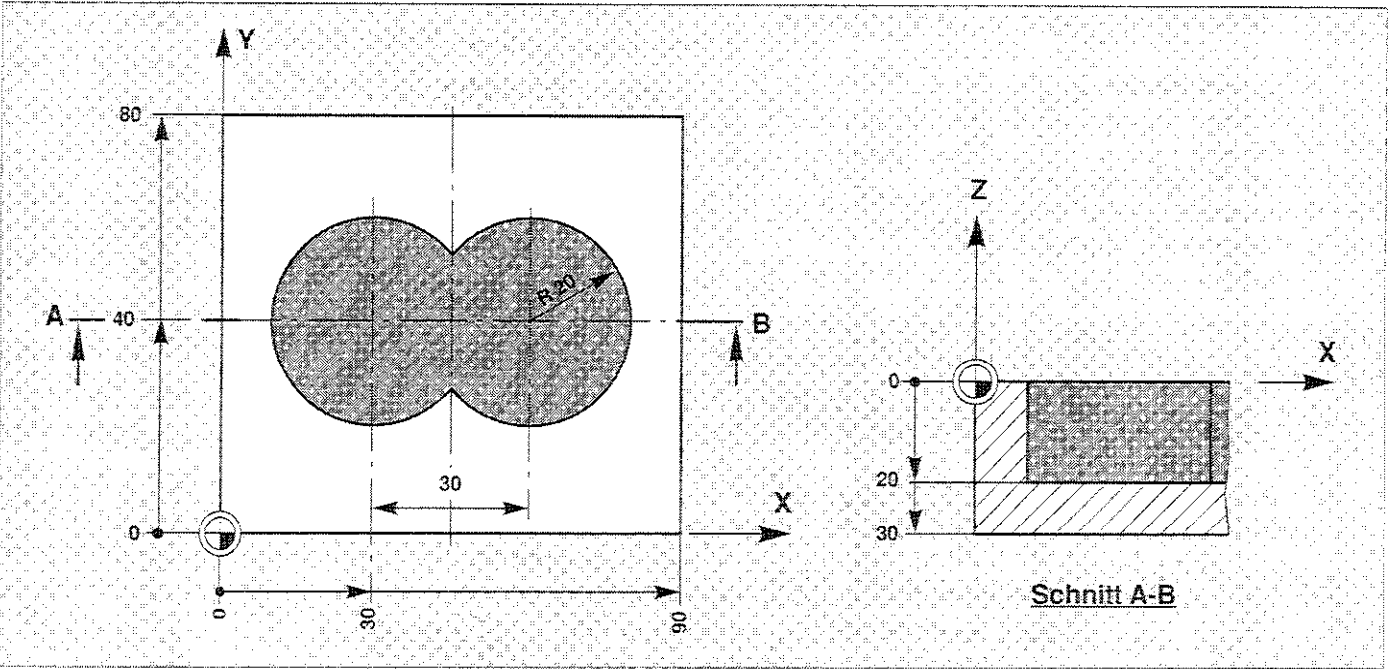
N150 L1,0 *

N9999 % 440 G71 *



Bearbeitungs-Zyklen

Fräsen einer Kreis-Tasche



```
% 450 G71 *  
N. G30 G17 X+0 Y+0 Z-30 *  
N. G31 G90 X+90 Y+80 Z+0 *
```

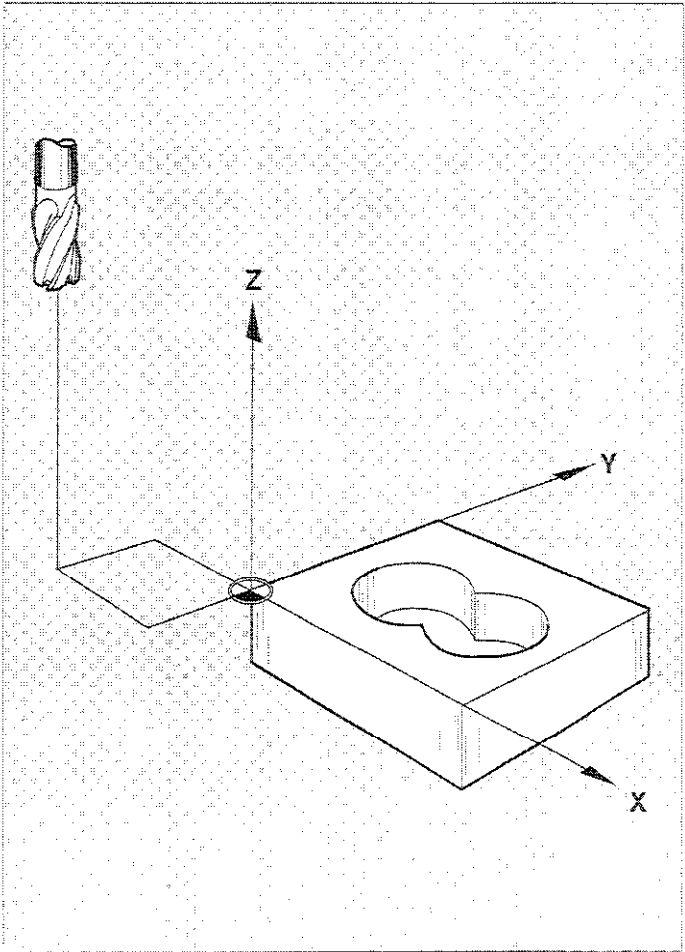
Werkstoff: Aluminium
Roh-Maße: 90mm x 80mm x 30mm
Werkzeug: Schaftfräser Ø 16mm, 2 Zähne,
1 Stirnschneide über Mitte schneidend

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

```
N10 G98 L1 *  
N20 T0 G17 *  
N30 G00 G90 Z+100 M09 *  
N40 G40 X-50 Y-50 M05 *  
N50 G98 L0 *
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

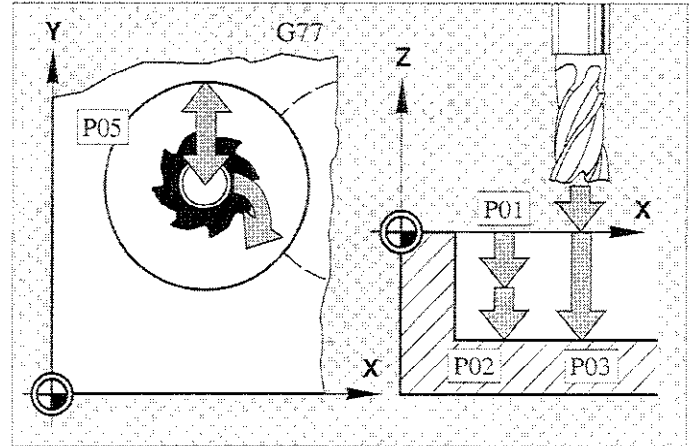
```
N60 G99 T54 L+0 R+8 *  
N70 G38 M06 *  
N80 T54 G17 S3150 *
```



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

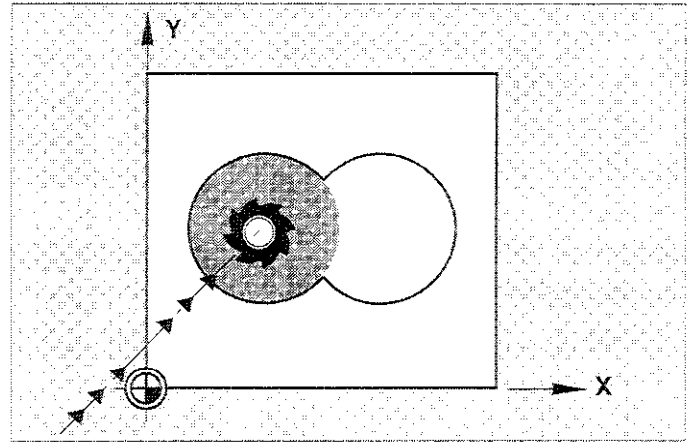
- P01 Sicherheits-Abstand
- P02 Frästiefe
- P03 Zustelltiefe
- P04 Vorschub Tiefenzustellung
- P05 Kreisradius
- P06 Vorschub

```
N90 G77 P01 -2 P02 -20 P03 -10
P04 100 P05 20 P06 630 *
```



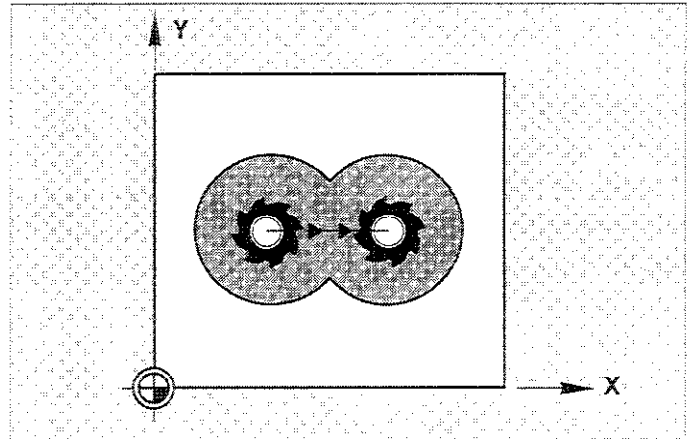
Anfahren der ersten Start-Position und Positionieren auf Sicherheits-Abstand. Aufruf des Zyklus mit G79.

```
N100 G00 G40 G90 X+30 Y+40 *
N110 Z+2 *
N120 G79 M13 *
```



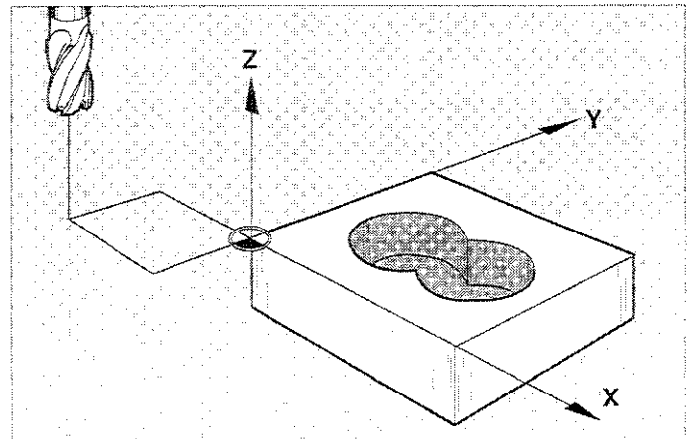
Anfahren der nächsten Start-Position im Eilgang, Aufruf des Zyklus mit G79.

```
N130 G40 G91 X+30 *
N140 G79 M09 *
```



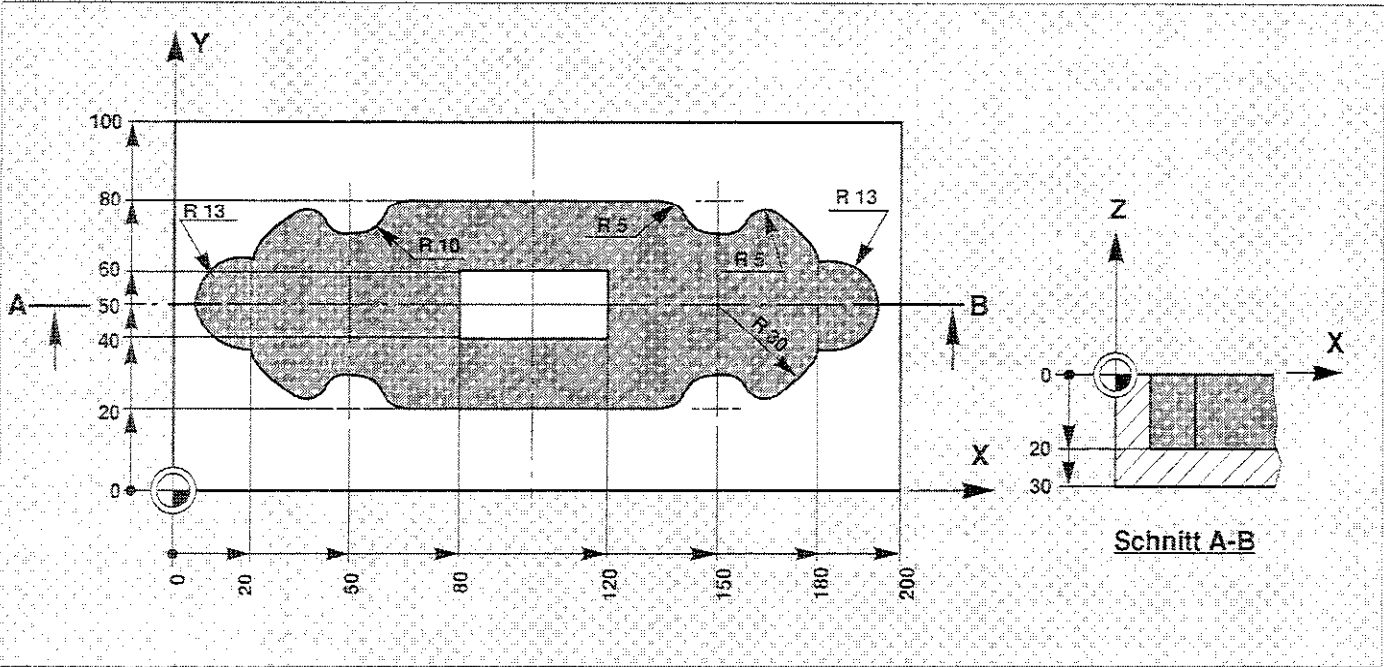
Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Programm-Ende.

```
N150 L1,0 *
N9999 % 450 G71
```



Bearbeitungs-Zyklen

Fräsen einer Tasche mit beliebiger Kontur
Beispiel 1

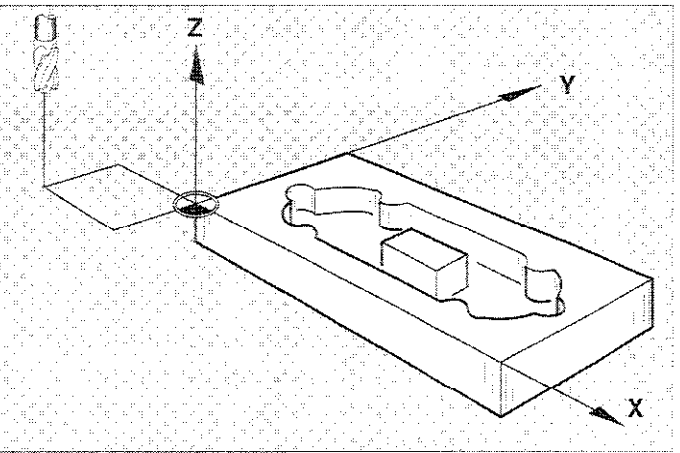


```
% 460 G71 *  
N.. G30 G17 X+0 Y+0 Z-30 *  
N.. G31 G90 X+200 Y+100 Z+0 *
```

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

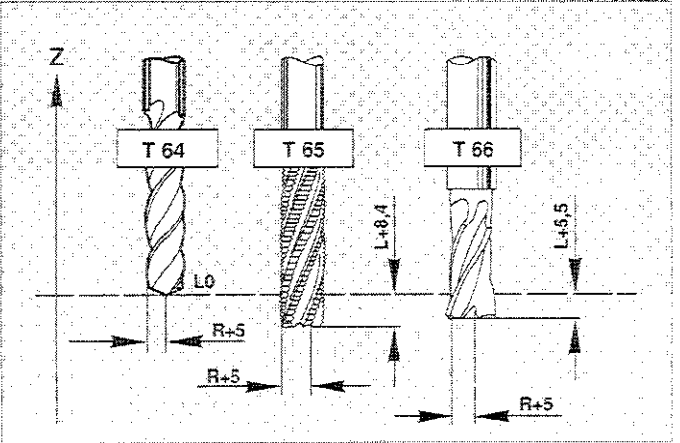
Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

```
N10 G98 L1 *  
N20 T0 G17 *  
N30 G00 G90 Z+100 M09 *  
N40 G40 X-50 Y-50 M05 *  
N50 G98 L0 *
```



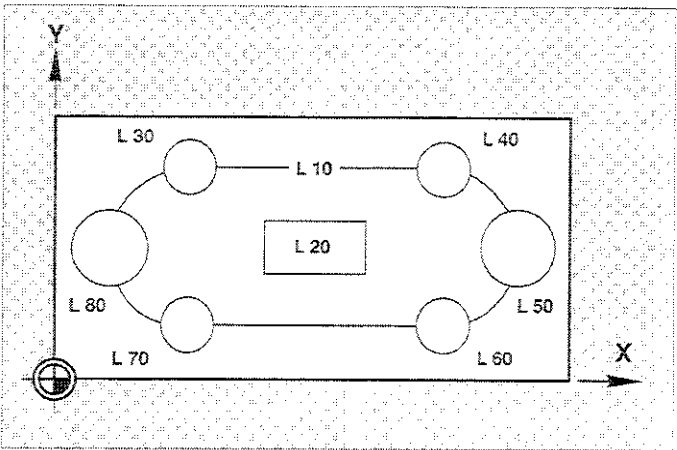
Definitionen der Werkzeuge zum Vorbohren, Schruppen/
Ausräumen und Schlichten.

```
N60 G99 T64 L+0 R+5 *  
N70 G99 T65 L+8.4 R+5 *  
N80 G99 T66 L+5.5 R+5 *
```



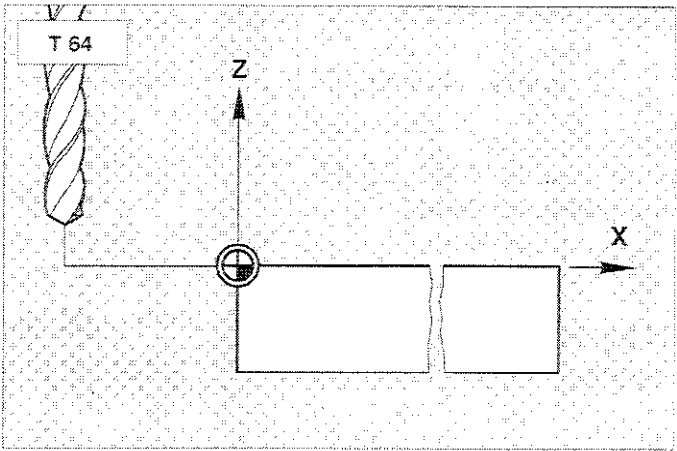
Zyklus-Definition für die Kontur-Beschreibung. Anhand der aufgeführten Kontur-Label erkennt die TNC, in welchen Unterprogrammen die Teilkonturen abgelegt sind.

```
N90 G37 P01 10 P02 20 P03 30
P04 40 P05 50 P06 60 P07 70
P08 80 P09 P10 P11 P12 *
```



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

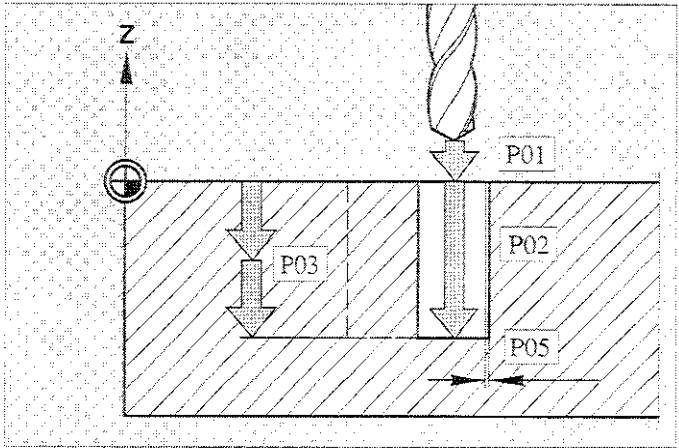
```
N100 G38 M06 *
N110 T64 G17 S1000 *
N120 G00 G90 Z+2 *
```



Zyklus-Definition für das Vorbohren.

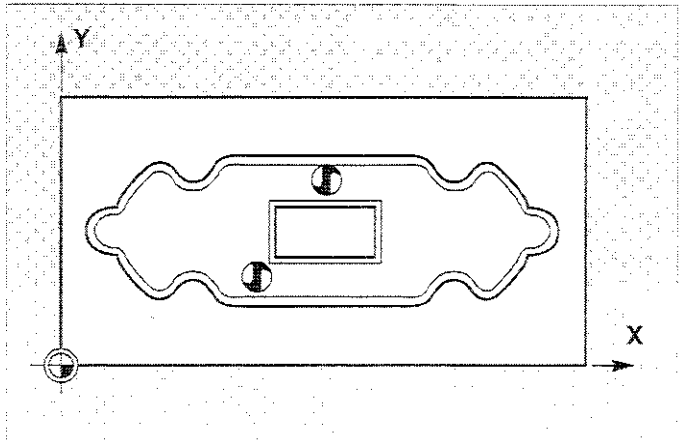
- P01 Sicherheits-Abstand
- P02 Bohrtiefe
- P03 Zustelltiefe
- P04 Vorschub
- P05 Schlicht-Aufmaß

```
N130 G56 P01 -2 P02 -20 P03 -10
P04 780 P05 +1 *
```



Aufruf des Zyklus mit G79. Das Werkzeug fährt nacheinander die Einstech-Positionen der resultierenden Kontur an und führt den Zyklus G56 Vorbohren aus.

```
N140 G79 M13 *
```

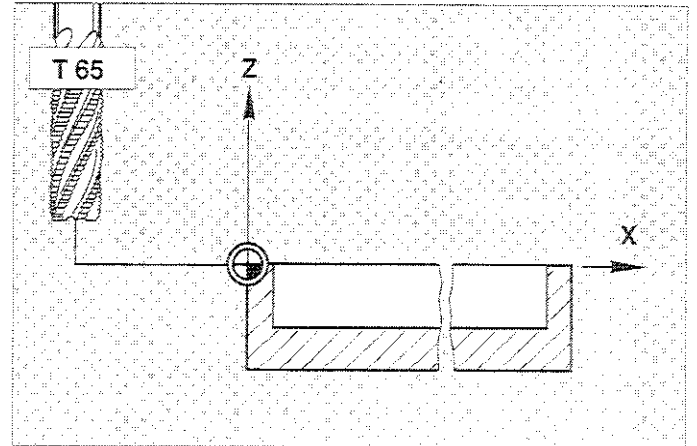


Bearbeitungs-Zyklen

Fräsen einer Tasche mit beliebiger Kontur Beispiel 1

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Aufruf des Werkzeugs zum Ausräumen (Schrupp-Zyklus). Positionieren auf Sicherheits-Abstand.

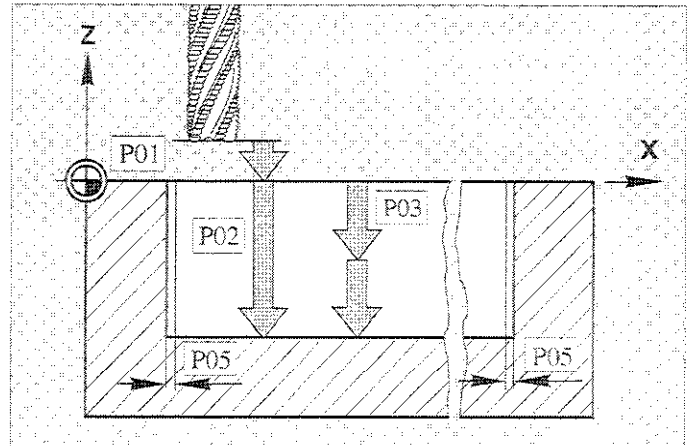
```
N150 L1,0 *
N160 G38 M06 *
N170 T65 G17 S1000 *
N180 G00 G90 Z+2 *
```



Zyklus-Definition für das Ausräumen der Tasche.

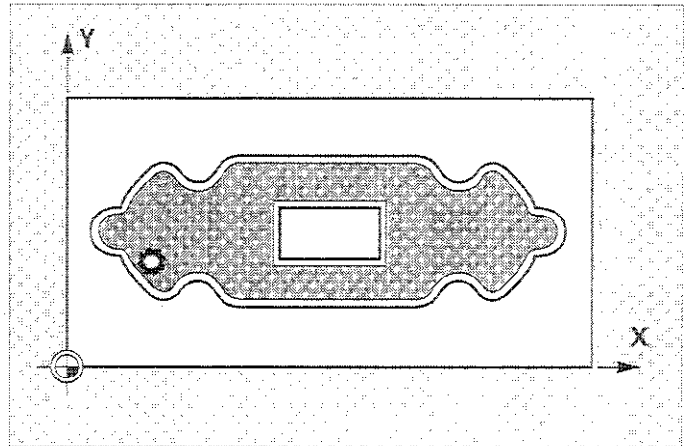
P01 Sicherheits-Abstand
P02 Frästiefe
P03 Zustelltiefe
P04 Vorschub Tiefenzustellung
P05 Schlicht-Aufmaß
P06 Ausräum-Winkel
P07 Vorschub

```
N190 G57 P01 -2 P02 -20 P03 -10
P04 100 P05 +1 P06 +0 P07 630 *
```



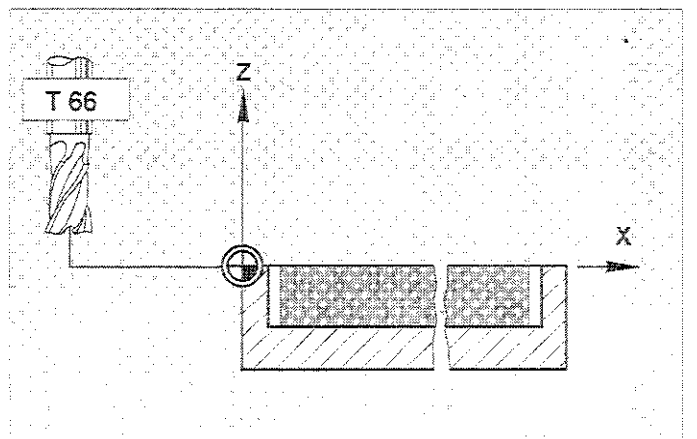
Aufruf des Zyklus mit G79. Das Werkzeug fräst unter Berücksichtigung des Schlichtaufmaßes die resultierende Taschen-Kontur und die Insel-Kontur. Anschließend wird die Tasche unter dem im Zyklus programmierten Winkel ausgeräumt.

```
N200 G79 M13 *
```



Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Aufruf des Werkzeugs zum Schlichten der Kontur. Positionieren auf Sicherheits-Abstand.

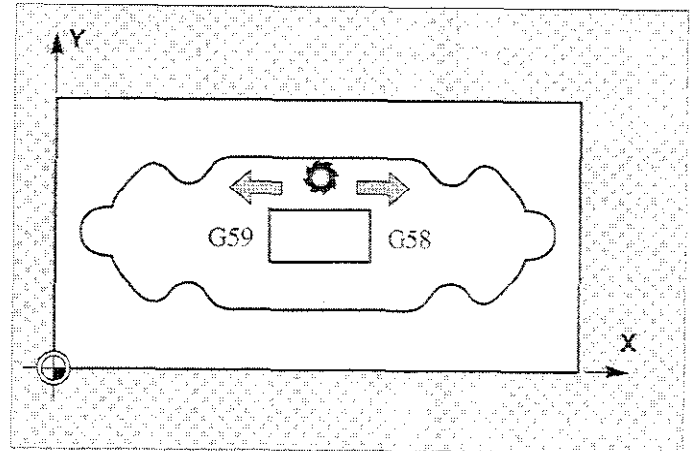
```
N210 L1,0 *
N220 G38 M06 *
N230 T66 G17 S1000 *
N240 G00 G90 Z+2 *
```



Zyklus-Definition für das Schlichten der Kontur.

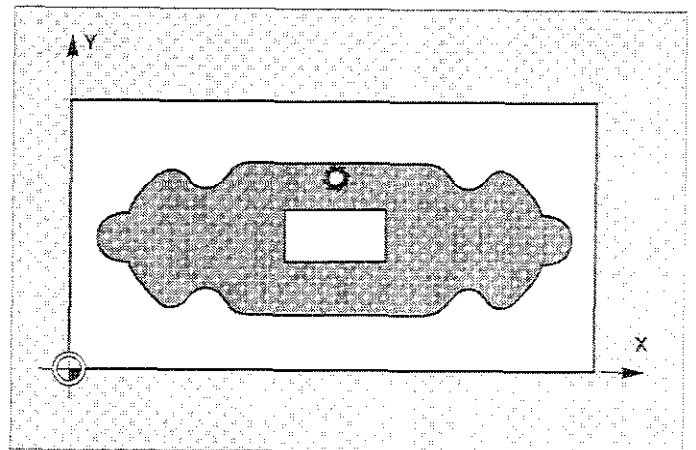
```
N250 G58 P01 -2 P02 -20 P03 -10
```

```
P04 100 P05 630 *
```



Aufruf des Zyklus mit G79. Die Kontur der Tasche und der Insel wird im Gegenlauf-Fräsen (Zyklus G58) geschlichtet.

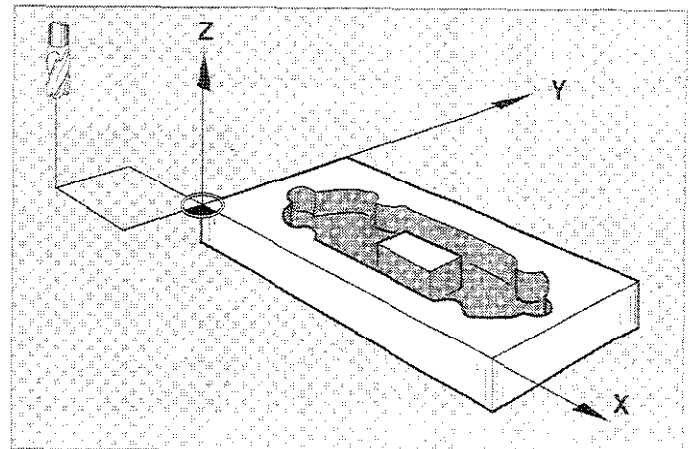
```
N260 G79 M13 *
```



Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Programmlauf-Halt und Rücksprung zum Programm-Anfang.

```
N270 L1,0 *
```

```
N280 G38 M02 *
```



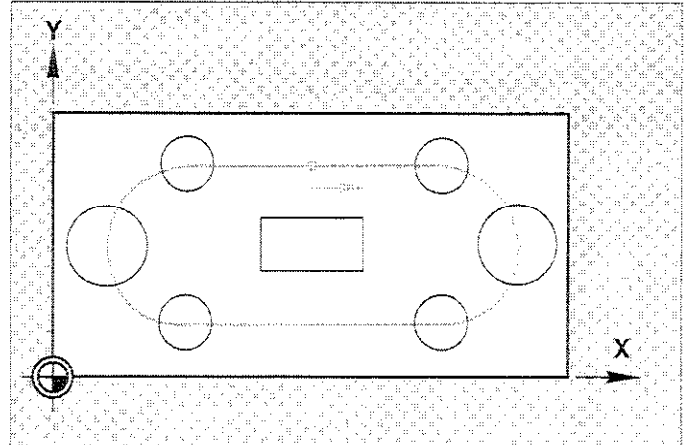
Nach dem Programmlauf-Halt folgt die Auflistung aller Unterprogramme, die im Zyklus G37 KONTUR mit ihren Label-Nummern aufgeführt sind. Die Teilkonturen werden nach den Angaben in der Werkstück-Zeichnung programmiert.

Bearbeitungs-Zyklen

Fräsen einer Tasche mit beliebiger Kontur Beispiel 1

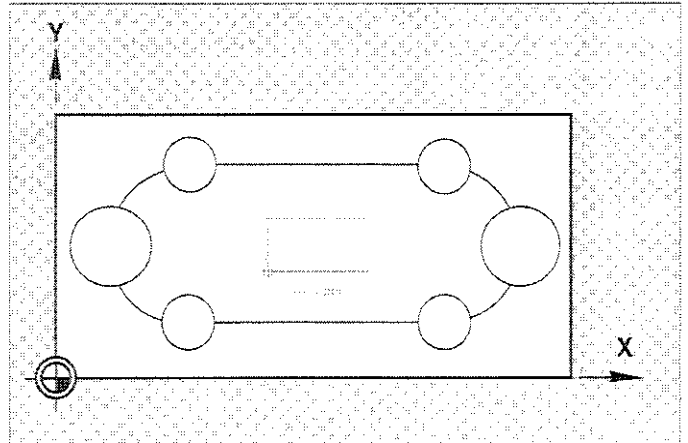
Kontur-Beschreibung der Tasche. Die Kontur-Elemente sind im Uhrzeigersinn programmiert, die Angabe der Bahnkorrektur für eine Tasche ist dann G42.

```
N290 G98 L10 *  
N300 G01 G42 G90 X+100 Y+80 *  
N310 X+150 *  
N320 I+150 J+50 *  
N330 G02 X+150 Y+20 *  
N340 G01 X+50 *  
N350 I+50 J+50 *  
N360 G02 X+50 Y+80 *  
N370 G01 X+100 *  
N380 G98 L0 *
```



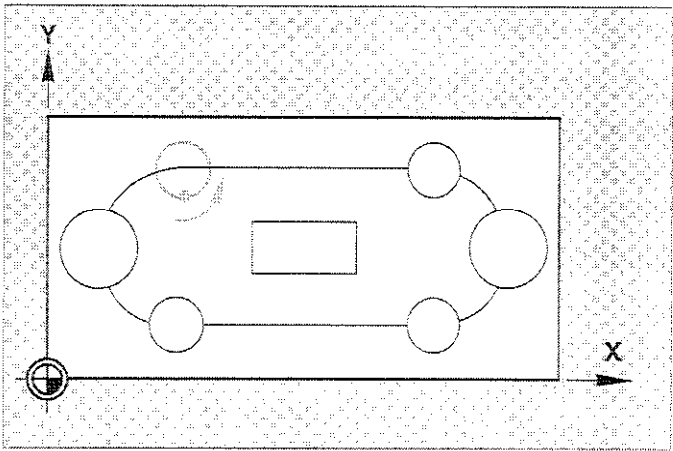
Kontur-Beschreibung der Insel. Die Kontur-Elemente sind gegen den Uhrzeigersinn programmiert, die Angabe der Radiuskorrektur für eine Insel ist dann G42.

```
N390 G98 L20 *  
N400 G01 G42 G90 X+80 Y+40 *  
N410 X+120 *  
N420 Y+60 *  
N430 X+80 *  
N440 Y+40 *  
N450 G98 L0 *
```



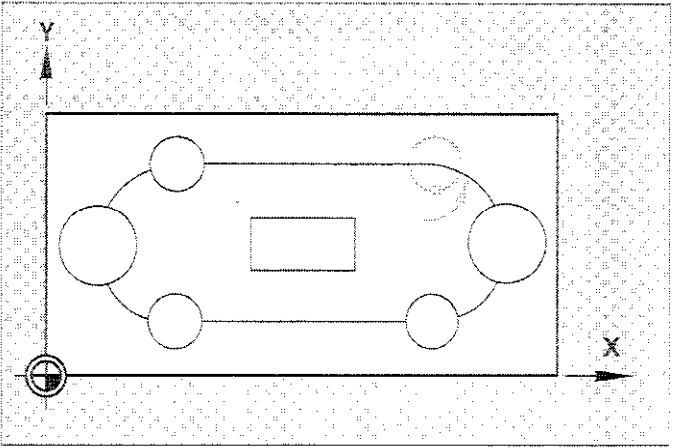
Kontur-Beschreibung der überlagerten Insel.

```
N460 G98 L30 *  
N470 G01 G42 G90 X+50 Y+70 *  
N480 I+50 J+80 *  
N490 G03 X+50 Y+70 *  
N500 G98 L0 *
```



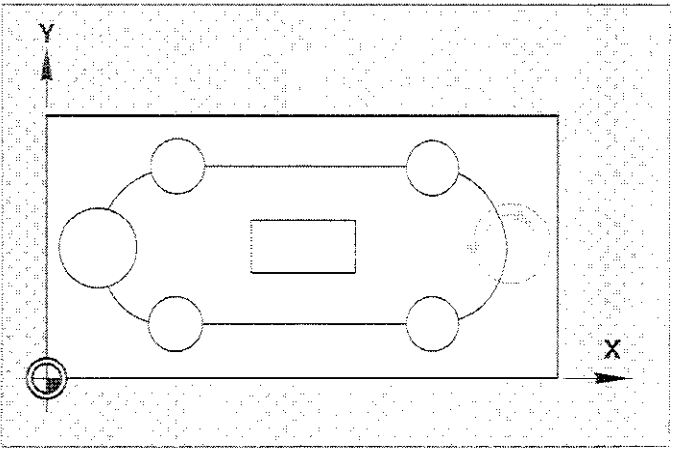
Kontur-Beschreibung der überlagerten Insel.

```
N510 G98 L40 *  
N520 G01 G42 G90 X+150 Y+70 *  
N530 I+150 J+80 *  
N540 G03 X+150 Y+70 *  
N550 G98 L0 *
```



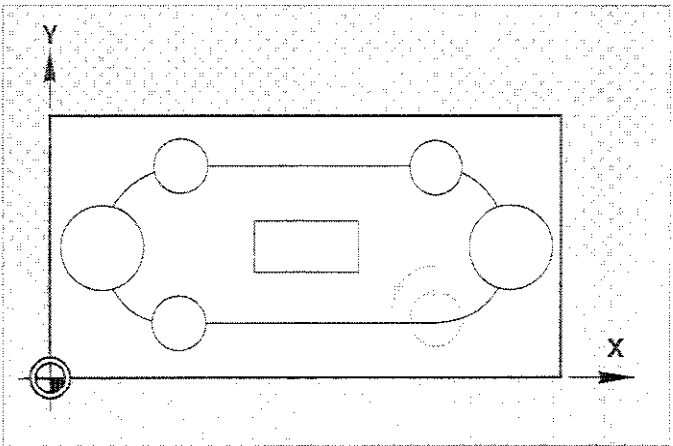
Kontur-Beschreibung der überlagerten Tasche.

```
N560 G98 L50 *  
N570 G01 G42 G90 X+167 Y+50 *  
N580 I+180 J+50 *  
N590 G02 X+167 Y+50 *  
N600 G98 L0 *
```



Kontur-Beschreibung der überlagerten Insel.

```
N610 G98 L60 *  
N620 G01 G42 G90 X+150 Y+30 *  
N630 I+150 J+20 *  
N640 G03 X+150 Y+30 *  
N650 G98 L0 *
```

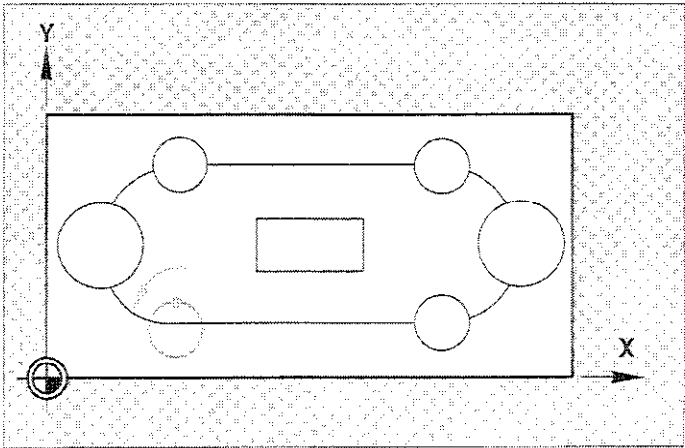


Bearbeitungs-Zyklen

Fräsen einer Tasche mit beliebiger Kontur Beispiel 1

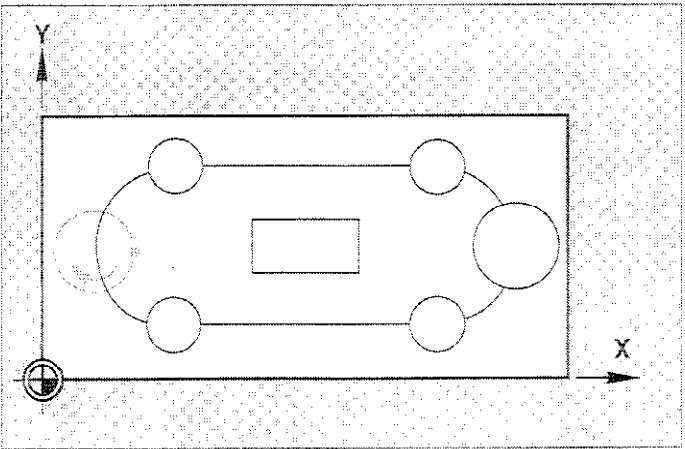
Kontur-Beschreibung der überlagerten Insel.

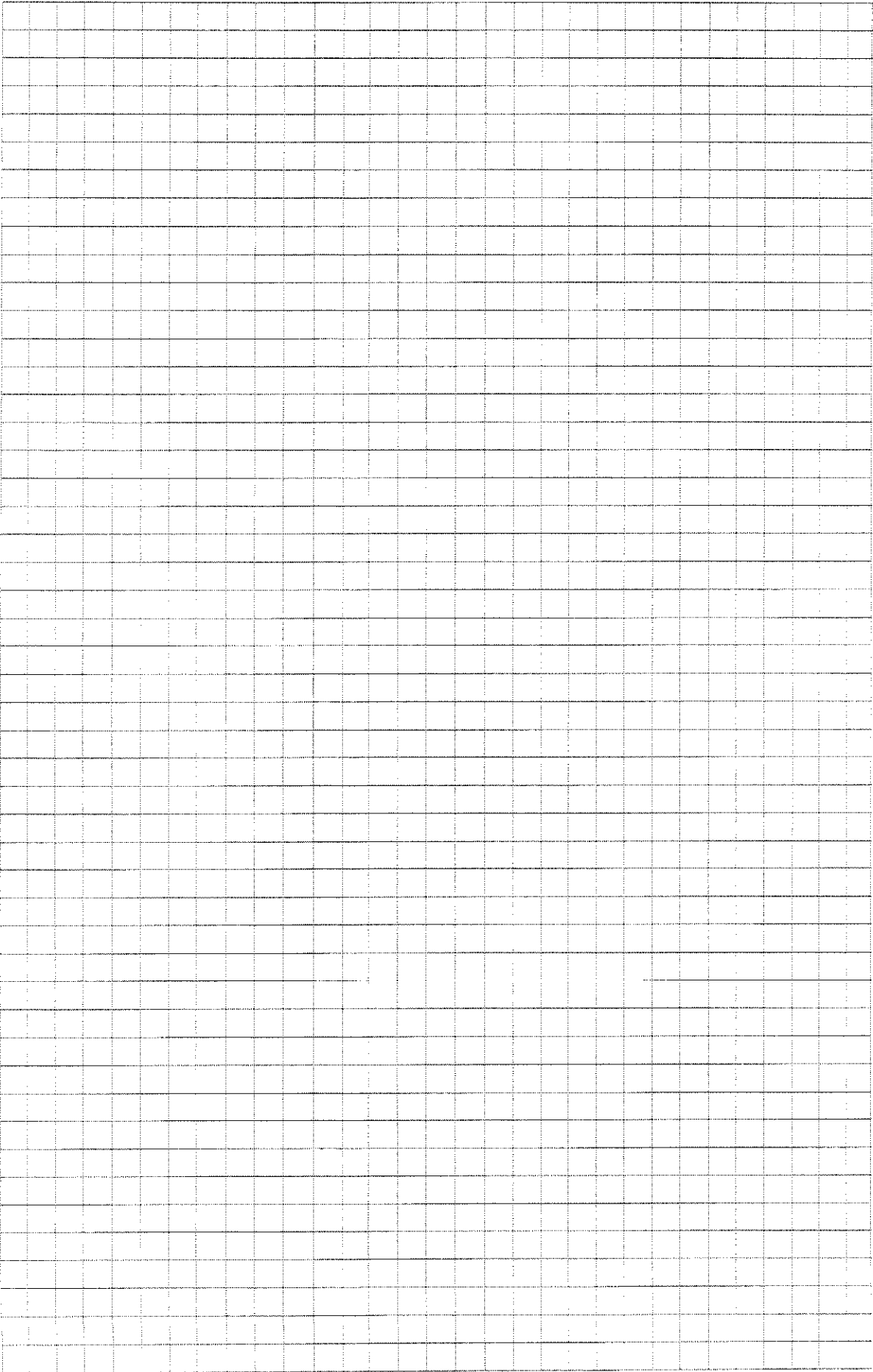
```
N660 G98 L70 *  
N670 G01 G42 G90 X+50 Y+30 *  
N680 I+50 J+20 *  
N690 G03 X+50 Y+30 *  
N700 G98 L0 *
```



Kontur-Beschreibung der überlagerten Tasche.
Programm-Ende.

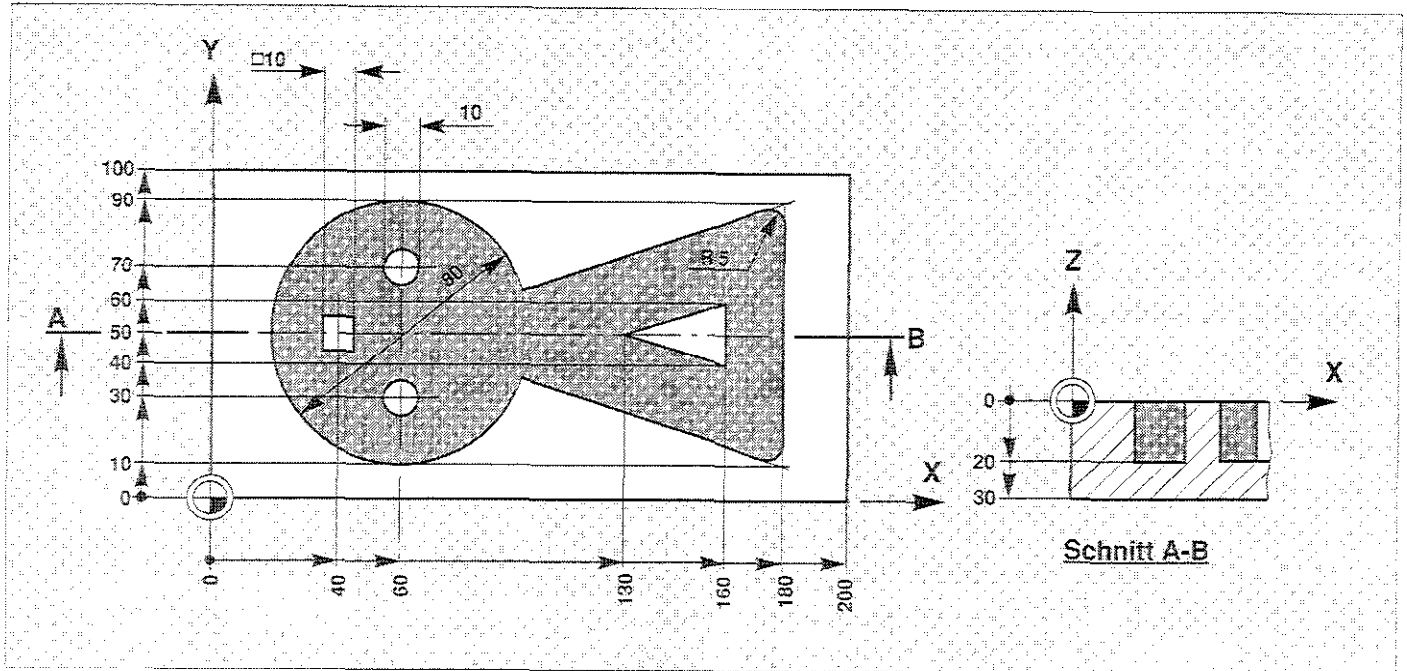
```
N710 G98 L80 *  
N720 G01 G42 G90 X+33 Y+50 *  
N730 I+20 J+50 *  
N740 G02 X+33 Y+50 *  
N750 G98 L0 *  
N9999 % 460 G71 *
```





Bearbeitungs-Zyklen

Fräsen einer Tasche mit beliebiger Kontur Beispiel 2



```
% 470 G71 *
```

```
N. G30 G17 X+0 Y+0 Z-30 *
```

```
N. G31 G90 X+200 Y+100 Z+0 *
```

Werkstoff: Aluminium

Roh-Maße: 200mm x 100mm x 30mm

Werkzeuge: 1. Bohrer Ø 10mm

2. Schrappfräser Ø 10mm, 5 Zähne

3. Schlichtfräser Ø 8mm, 6 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

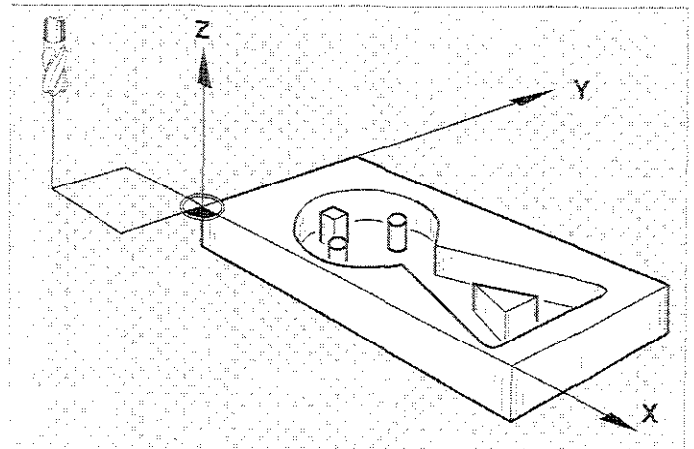
```
N10 G98 L1 *
```

```
N20 T0 G17 *
```

```
N30 G00 G90 Z+100 M09 *
```

```
N40 G40 X-50 Y-50 M05 *
```

```
N50 G98 L0 *
```

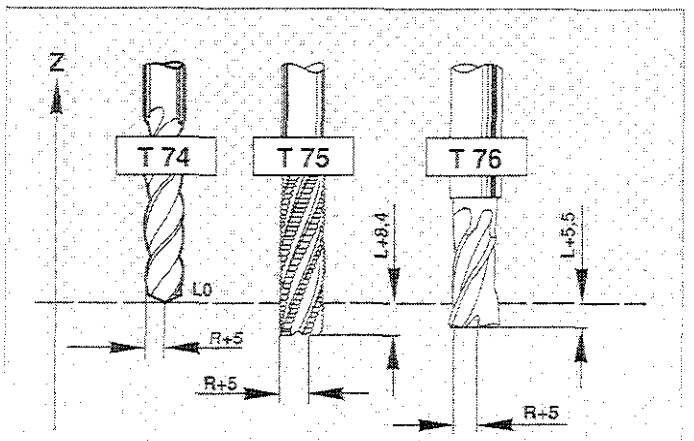


Definitionen der Werkzeuge zum Vorbohren, Schrappen/ Ausräumen und Schlichten.

```
N60 G99 T74 L+0 R+5 *
```

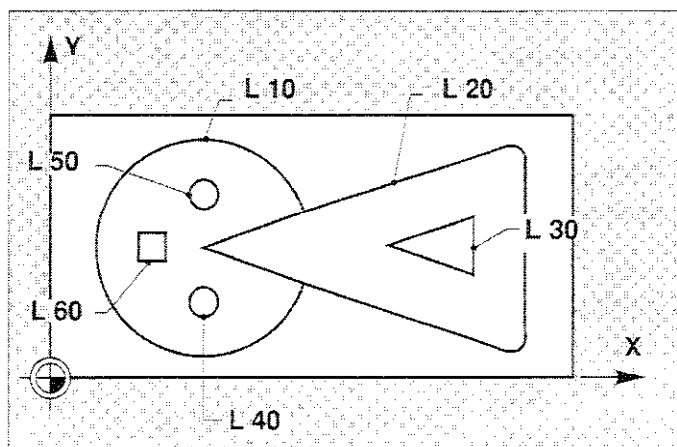
```
N70 G99 T75 L+8.4 R+5 *
```

```
N80 G99 T76 L+5.5 R+5 *
```



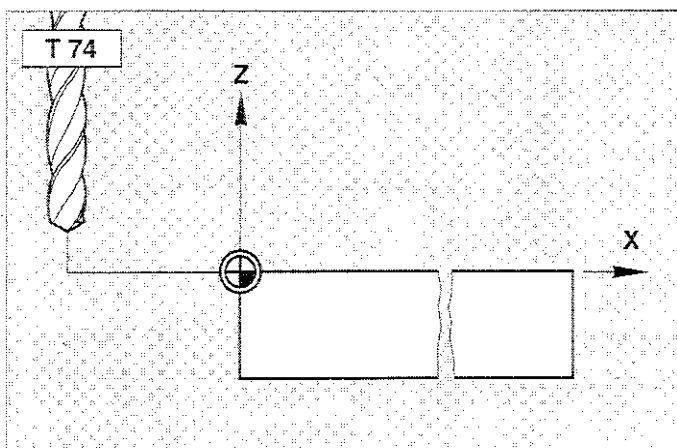
Zyklus-Definition für die Kontur-Beschreibung.

```
N90 G37 P01 10 P02 20 P03 30
P04 40 P05 50 P06 60 P07 P08
P09 P10 P11 P12 *
```



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

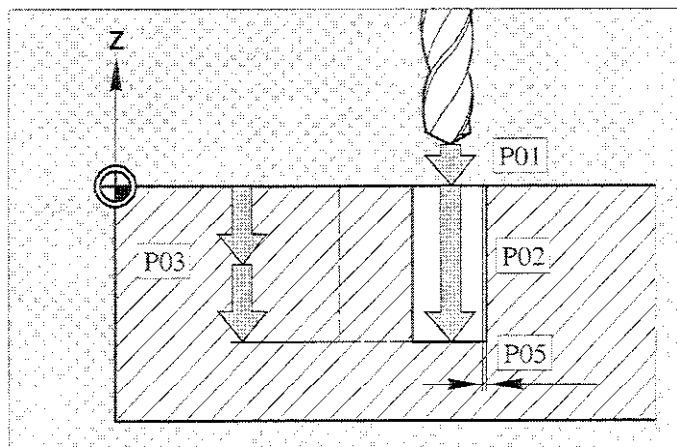
```
N100 G38 M06 *
N110 T74 G17 S3150 *
N120 G00 G90 Z+2 *
```



Zyklus-Definition für das Vorbohren.

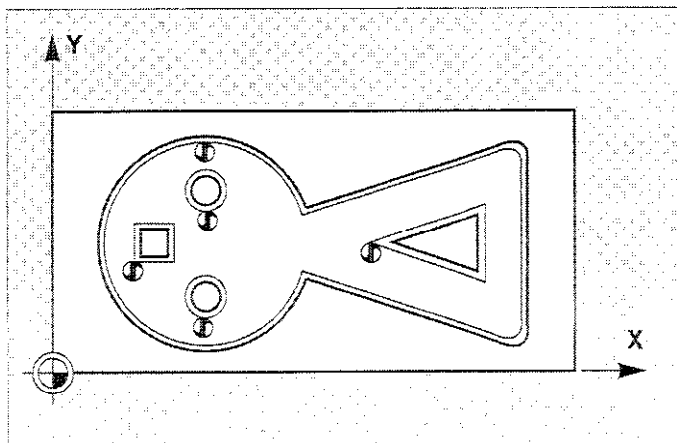
P01 Sicherheits-Abstand
P02 Bohrtiefe
P03 Zustelltiefe
P04 Vorschub
P05 Schlicht-Auflmaß

```
N130 G56 P01 -2 P02 -20 P03 -10
P04 780 P05 +1 *
```



Aufruf des Zyklus mit G79. Das Werkzeug fährt nacheinander die Einstech-Positionen der resultierenden Kontur an und führt den Zyklus G56 Vorbohren aus.

```
N140 G79 M13 *
```

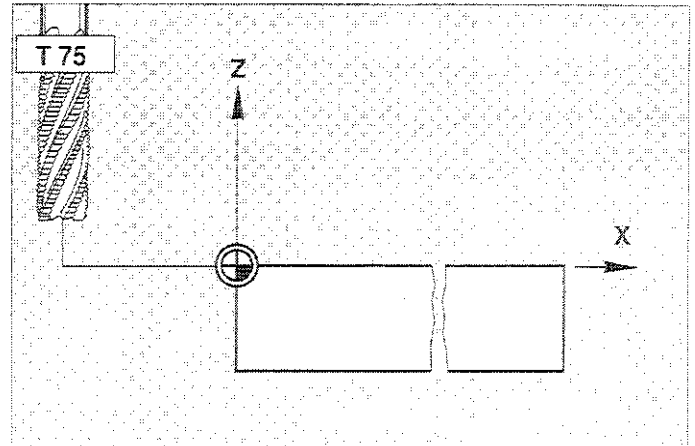


Bearbeitungs-Zyklen

Fräsen einer Tasche mit beliebiger Kontur Beispiel 2

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1.0), Aufruf des Werkzeugs zum Ausräumen (Schrupp-Zyklus). Positionieren auf Sicherheits-Abstand.

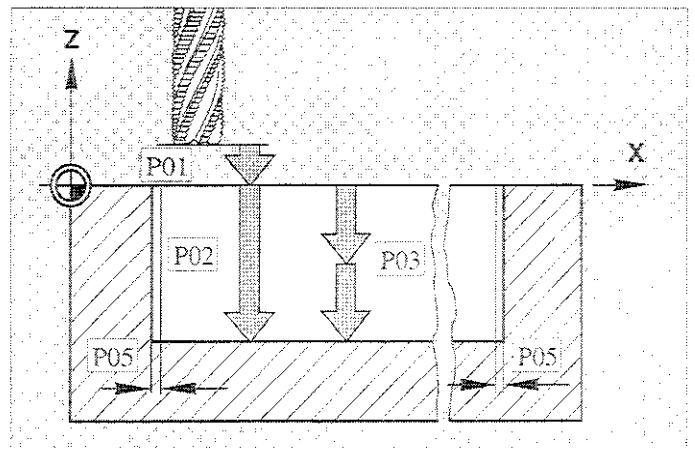
```
N150 L1.0 *
N160 G38 M06 *
N170 T75 G17 S3150 *
N180 G00 G90 Z+2 *
```



Zyklus-Definition für das Ausräumen der Tasche.

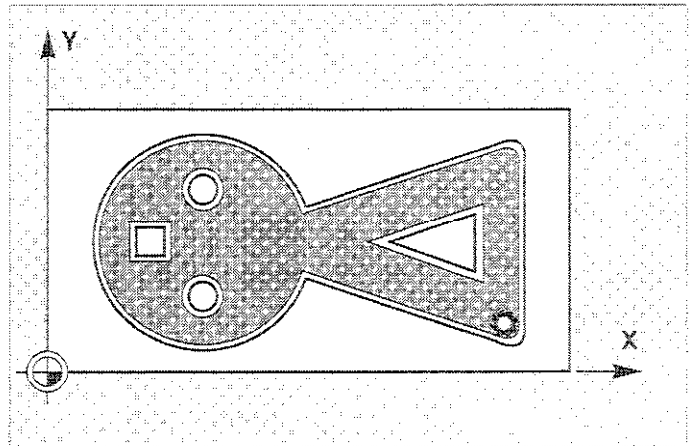
P01 Sicherheits-Abstand
P02 Frästiefe
P03 Zustelltiefe
P04 Vorschub Tiefenzustellung
P05 Schlicht-Aufmaß
P06 Ausräum-Winkel
P07 Vorschub

```
N190 G57 P01 -2 P02 -20 P03 -10
P04 100 P05 +1 P06 0 P07 1570 *
```



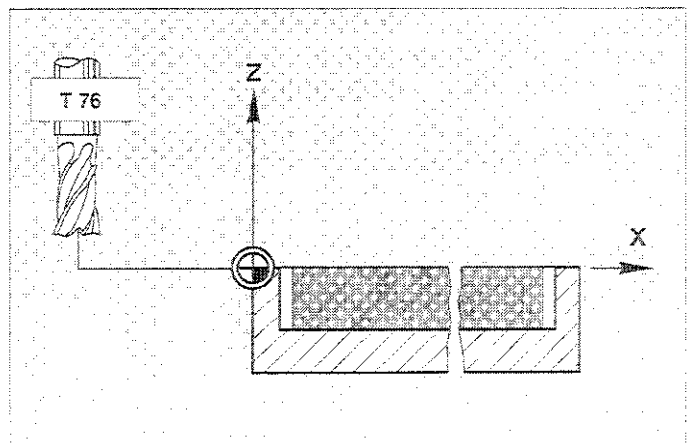
Aufruf des Zyklus mit G79. Das Werkzeug fräst unter Berücksichtigung des Schlichtaufmaßes die resultierende Taschen-Kontur und die Insel-Kontur. Anschließend wird die Tasche unter dem im Zyklus programmierten Winkel ausgeräumt.

```
N200 G79 M13 *
```



Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1.0), Aufruf des Werkzeugs zum Schlichten der Kontur. Positionieren auf Sicherheits-Abstand.

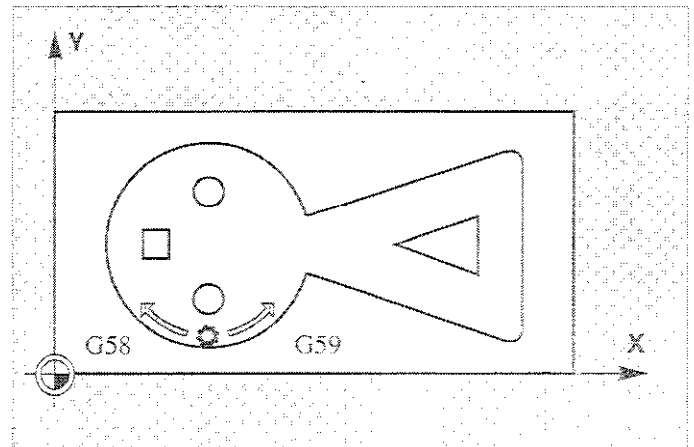
```
N210 L1.0 *
N220 G38 M06 *
N230 T76 G17 S3150 *
N240 G00 G90 Z+2 *
```



Zyklus-Definition für das Schlichten der Kontur.

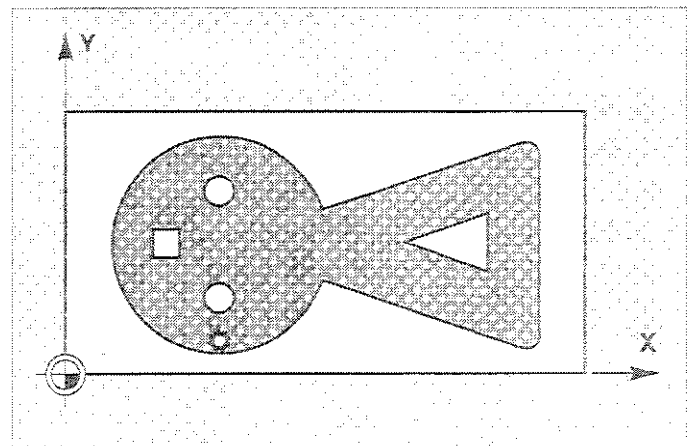
```
N250 G59 P01 -2 P02 -20 P03 -10
```

```
P04 100 P05 1890 *
```



Aufruf des Zyklus mit G79. Die Kontur der Tasche und der Insele wird im Gleichlauf-Fräsen (Zyklus G59) geschlichtet.

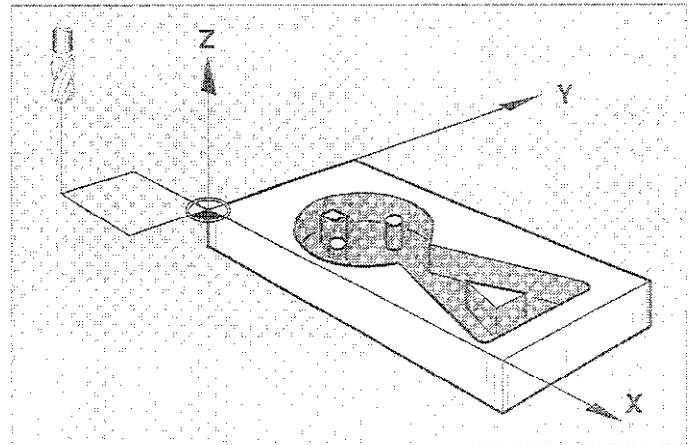
```
N260 G79 M13 *
```



Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Programmlauf-Halt und Rücksprung zum Programm-Anfang.

```
N270 L1,0 *
```

```
N280 G38 M02 *
```



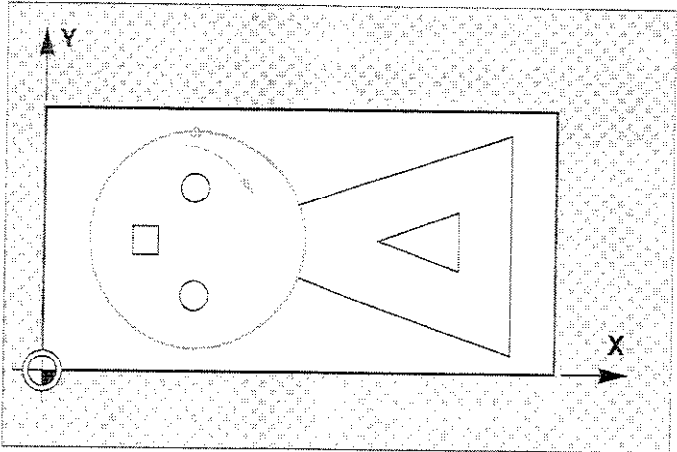
Nach dem Programmlauf-Halt folgt die Auflistung aller Unterprogramme, die im Zyklus G59 KONTUR mit ihren Label-Nummern aufgeführt sind. Die Teilkonturen werden nach den Angaben in der Werkstück-Zeichnung programmiert.

Bearbeitungs-Zyklen

Fräsen einer Tasche mit beliebiger Kontur Beispiel 2

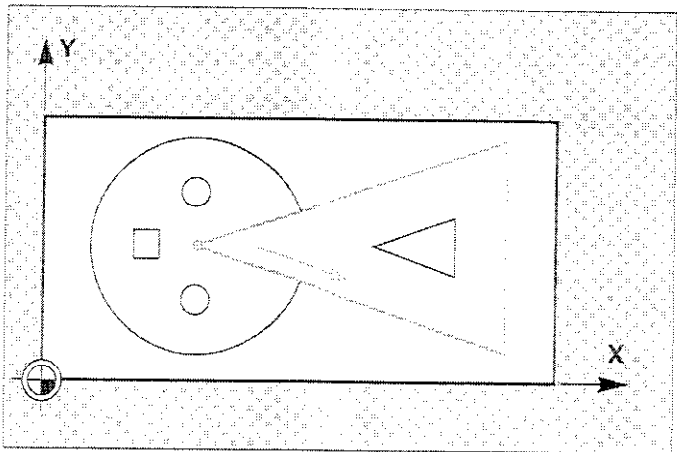
Kontur-Beschreibung der Tasche im Uhrzeigersinn mit Bahnkorrektur G42.

```
N290 G98 L10 *  
N300 G01 G42 G90 X+60 Y+90 *  
N310 I+60 J+50 *  
N320 G02 X+60 Y+90 *  
N330 G98 L0 *
```



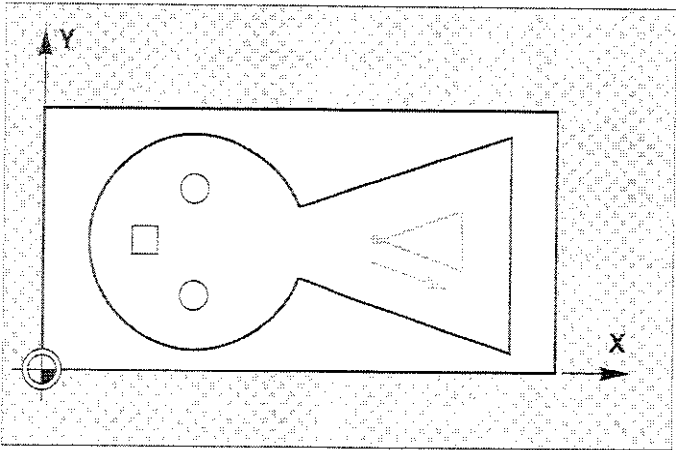
Kontur-Beschreibung der überlagerten Tasche im Gegen-
uhrzeigersinn mit Bahnkorrektur G41.

```
N340 G98 L20 *  
N350 G01 G41 G90 X+60 Y+50 *  
N360 X+180 Y+10 *  
N370 Y+90 *  
N380 X+60 Y+50 *  
N390 G98 L0 *
```



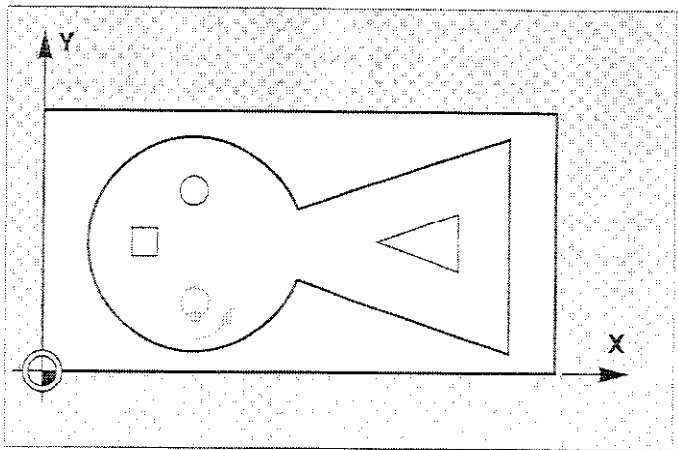
Kontur-Beschreibung der Insel im Gegen-
uhrzeigersinn mit Bahnkorrektur G42.

```
N400 G98 L30 *  
N410 G01 G42 G90 X+130 Y+50 *  
N420 X+160 Y+40 *  
N430 Y+60 *  
N440 X+130 Y+50 *  
N450 G98 L0 *
```



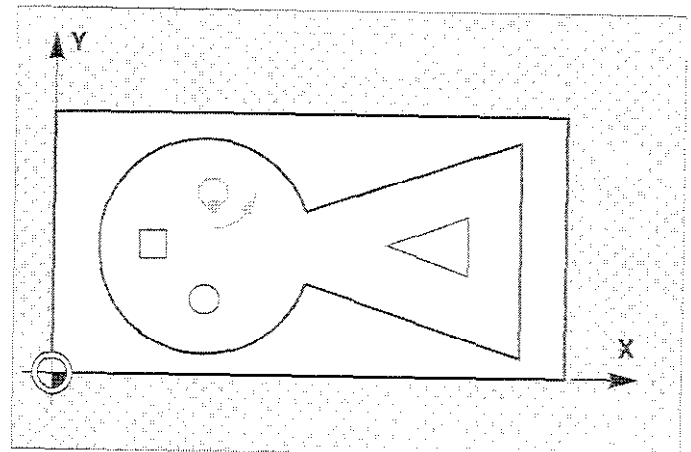
Kontur-Beschreibung der überlagerten Insel im Gegen-
uhrzeigersinn mit Bahnkorrektur G42.

```
N460 G98 L40 *  
N470 G01 G42 G90 X+60 Y+25 *  
N480 I+60 J+30 *  
N490 G03 X+60 Y+25 *  
N500 G98 L0 *
```



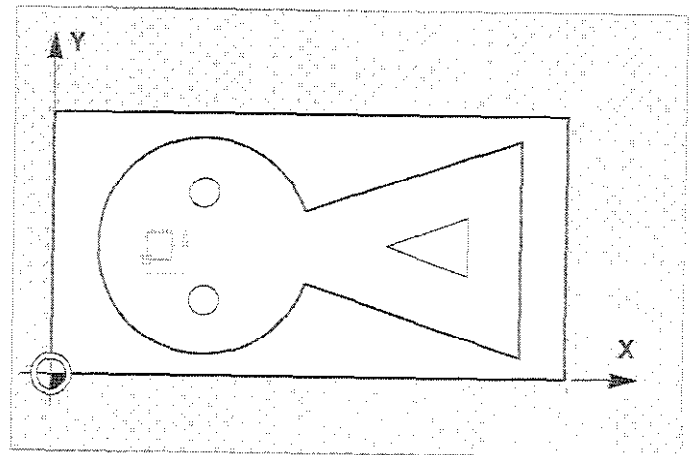
Kontur-Beschreibung der überlagerten Insel im Gegen-
uhrzeigersinn mit Bahnkorrektur G42.

```
N510 G98 L50 *
N520 G01 G42 G90 X+60 Y+65 *
N530 I+60 J+70 *
N540 G03 X+60 Y+65 *
N550 G98 L0 *
```



Kontur-Beschreibung der überlagerten Insel im Gegen-
uhrzeigersinn mit Bahnkorrektur G42. Programm-Ende.

```
N560 G98 L60 *
N570 G01 G42 G90 X+35 Y+45 *
N580 G91 X+10 *
N590 Y+10 *
N600 X-10 *
N610 Y-10 *
N620 G98 L0 *
N9999 % 470 G71 *
```

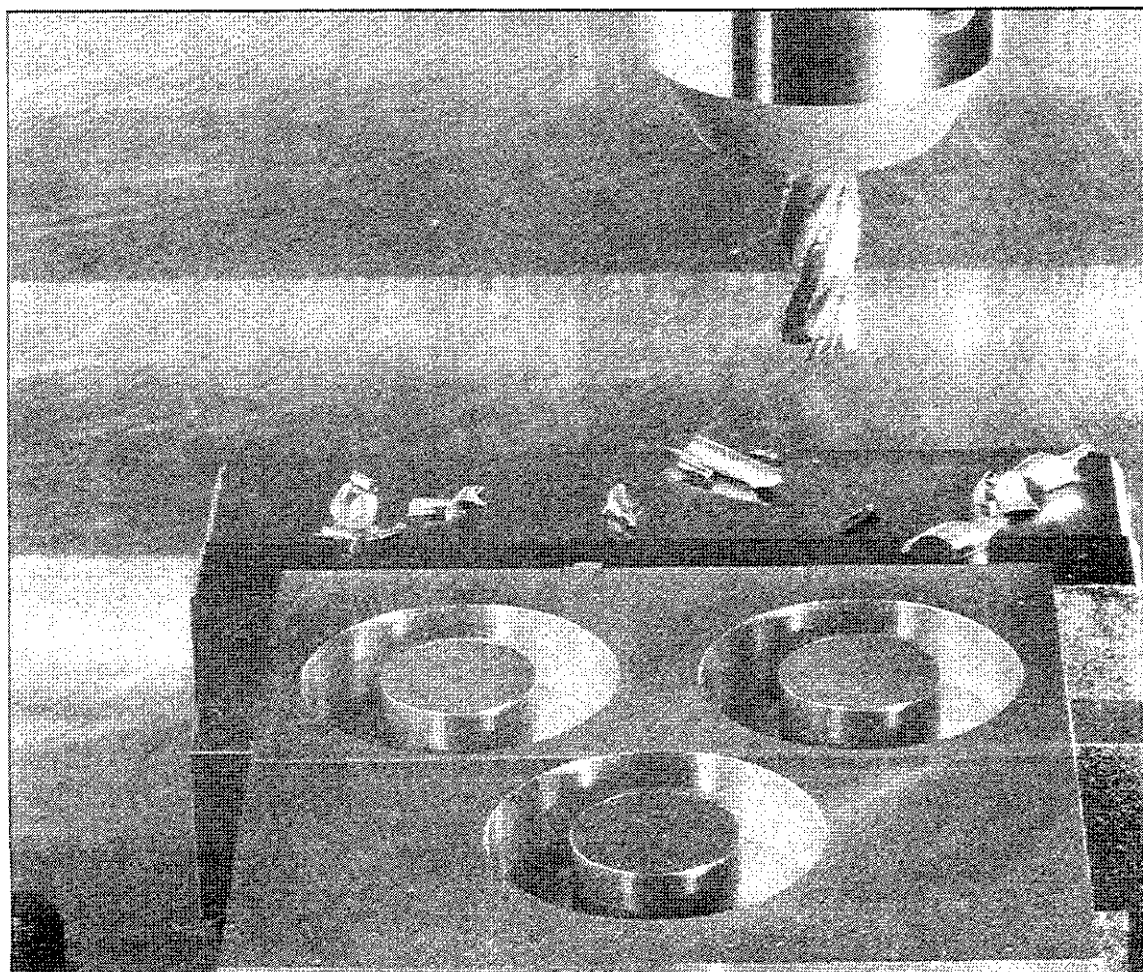


TNC

Bahnsteuerungen

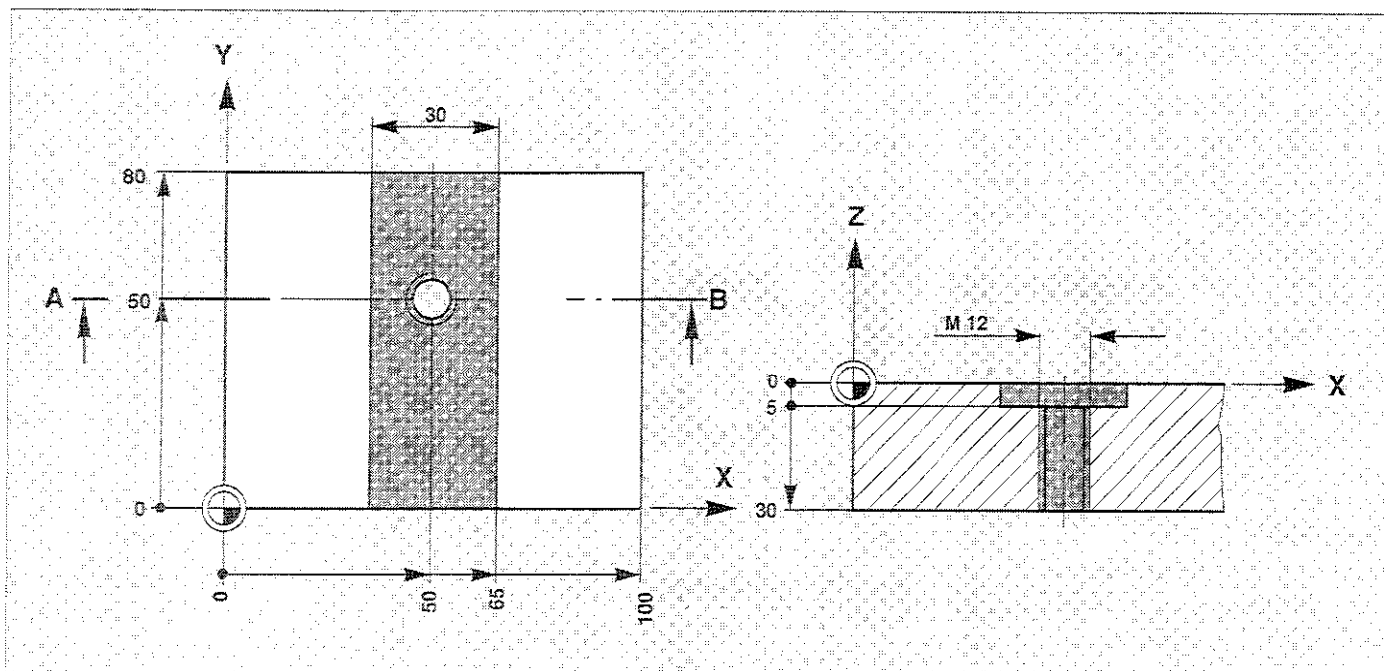
Unterprogramm-Technik

% 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 Wechsel 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. L 1 gekennzeichnet. Am Ende wird jedes Unterprogramm mit L0 abgeschlossen. Vor der Label-Nummer ist in beiden Fällen die G-Funktion G98 zu programmieren.

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

% 510 G71 *

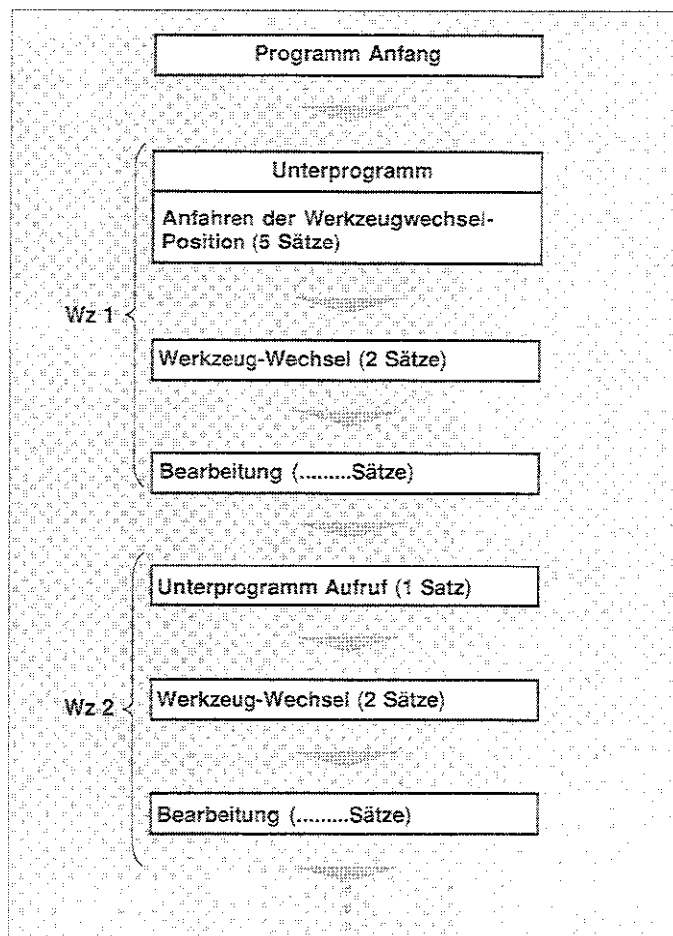
N.. G30 G17 X+0 Y+0 Z-30 *

N.. G31 G90 X+100 Y+80 Z+0 *

Werkstoff: Aluminium

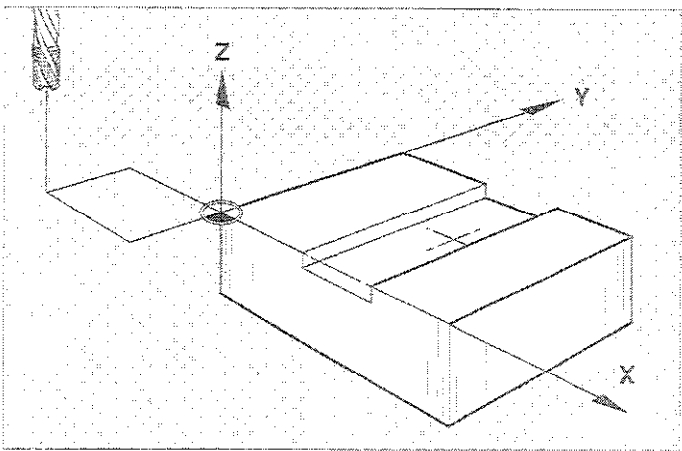
Roh-Maße: 100mm x 80mm x 30mm

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



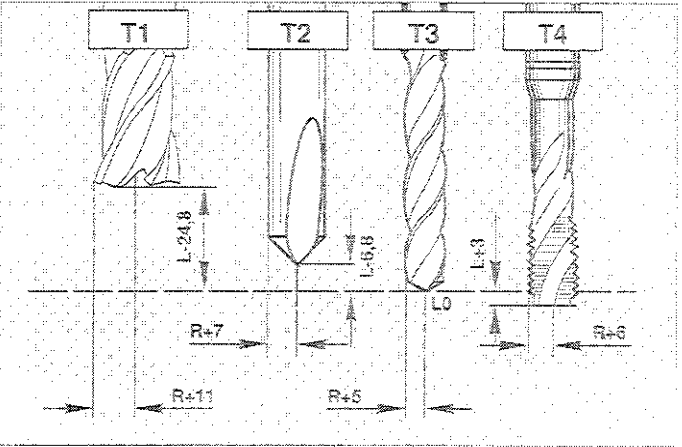
Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L 1) definiert.

```
N10 G98 L1 *
N20 T0 G17 *
N30 G00 G90 Z+100 M09 *
N40 G40 X-50 Y-50 M05 *
N50 G98 L0 *
```



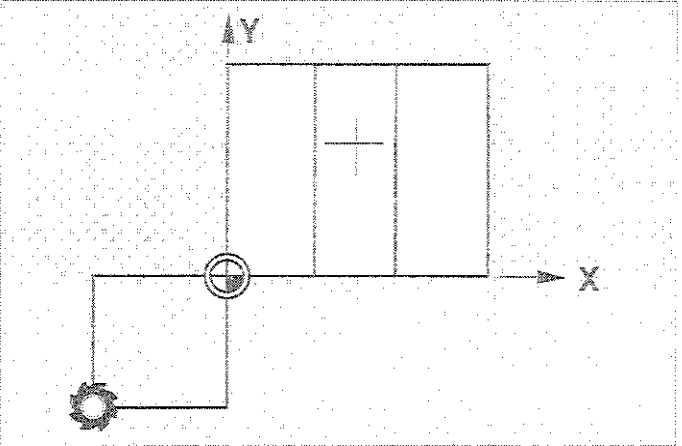
Definitionen der Werkzeuge Nr. 1 bis 4.

```
N60 G99 T1 L-24.8 R+11 *
N70 G99 T2 L-6.8 R+7 *
N80 G99 T3 L+0 R+5 *
N90 G99 T4 L+3 R+6 *
```



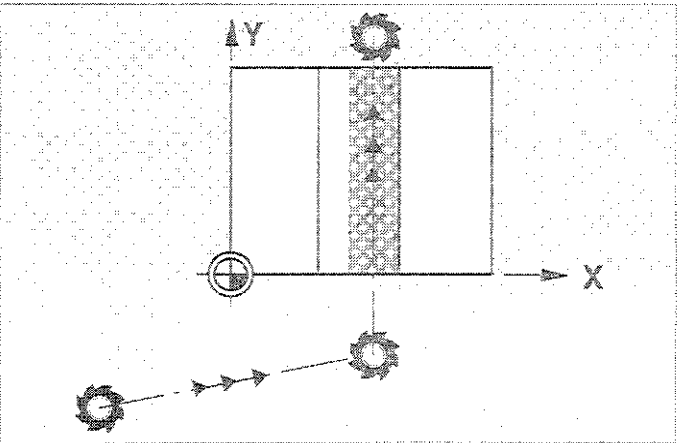
Aufruf des Werkzeugs Nr. 1.
Mit dem Werkzeug ruft die TNC die dazugehörigen Korrekturwerte (Längen- und Radiuswerte) auf und berücksichtigt sie beim Fräsen der Kontur. Die Maschine befindet sich bereits auf der Werkzeugwechsel-Position, da die TNC die Anweisungen in den Sätzen N20 bis N40 schon durchlaufen und ausgeführt hat. Ein Unterprogramm-Aufruf kann daher im Anschluß an das Unterprogramm entfallen.

```
N100 G38 M06 *
N110 T1 G17 S2500 *
```



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

```
N120 G00 G41 G90 X+65 Y-30 *
N130 Z-5 *
N140 G01 Y+100 F500 M13 *
```



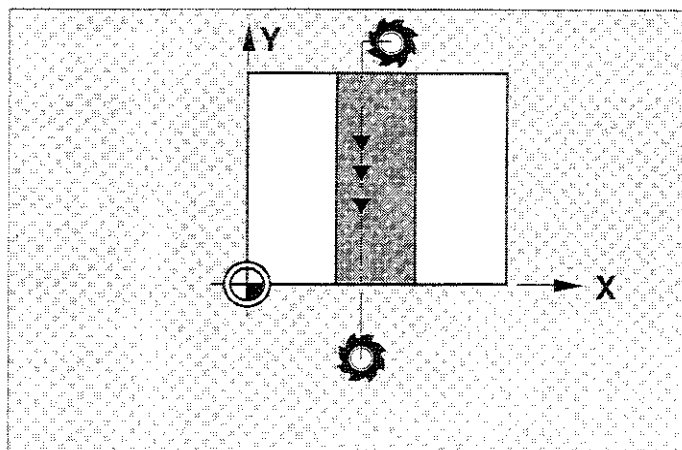
Unterprogramm-Technik

Werkzeugwechsel

Fräsen der weiteren Kontur.

```
N150 G91 X-30 *
```

```
N160 G90 Y-30 M09 *
```

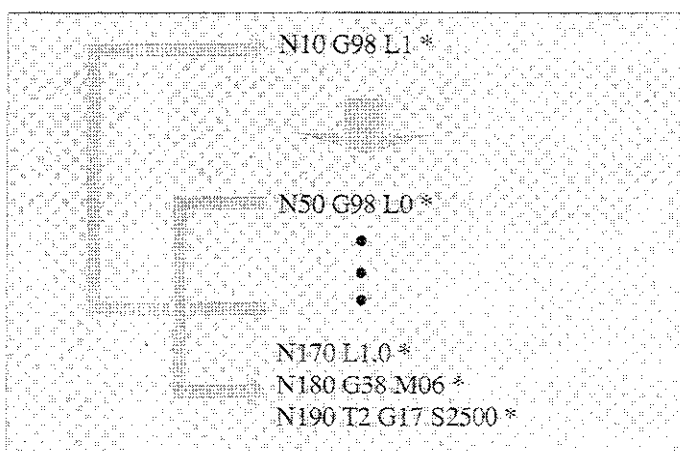


Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf L1,0; (nach dem Komma muß eine Null stehen). Die TNC springt innerhalb des Programms zur Stelle mit dem Label L1 und führt alle Anweisungen bis zum Label L0 aus. Anschließend springt sie wieder zurück und führt das Programm mit dem nächsten Satz fort: Aufruf des Werkzeugs Nr. 2.

```
N170 L1,0 *
```

```
N180 G38 M06 *
```

```
N190 T2 G17 S2500 *
```



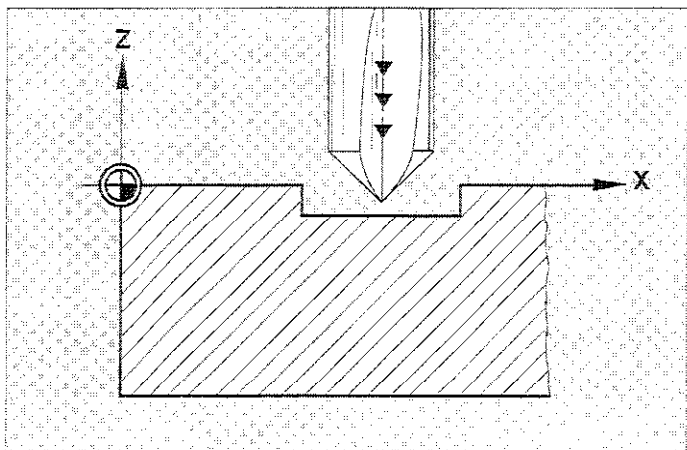
Positionieren des Werkzeugs über Bohrungsmitte im Sicherheits-Abstand. Dieser Abschnitt ist ebenfalls als Unterprogramm definiert (L2/L0).

```
N200 G98 L2 *
```

```
N210 G00 G40 G90 X+50 Y+50 M03 *
```

```
N220 Z-3 *
```

```
N230 G98 L0 *
```



Anschließend Anbohren und Senken.

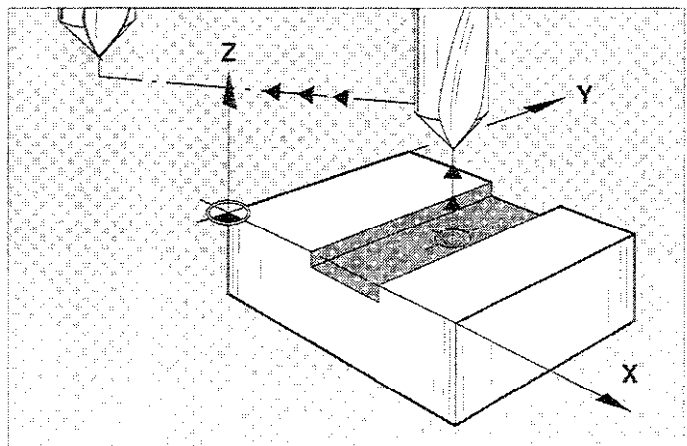
Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf L1,0. Aufruf des Werkzeugs Nr. 3.

```
N240 G01 Z-16 F625 *
```

```
N250 L1,0 *
```

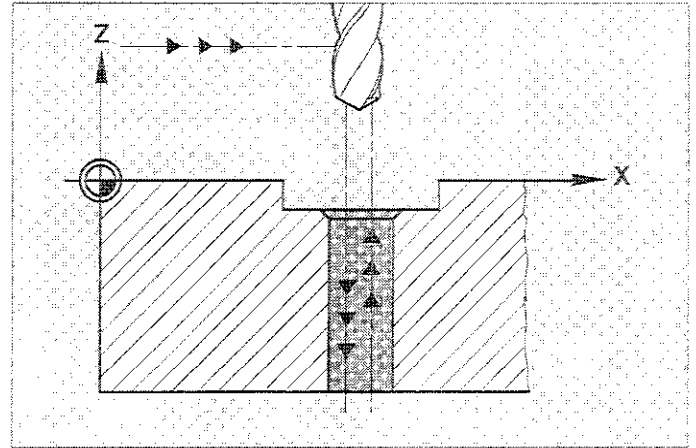
```
N260 G38 M06 *
```

```
N270 T3 G17 S3150 *
```



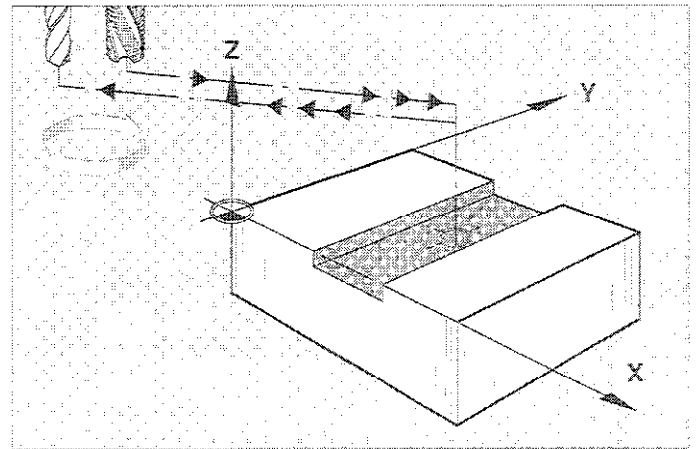
Unterprogramm-Aufruf L2,0 für das Positionieren des Werkzeugs über Bohrungsmitte im Sicherheits-Abstand. Anschließend Bohren.

```
N280 L2,0 *
N290 G01 Z-36 F780 M08 *
N300 G00 Z+2 M09 *
```



Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf L1,0. Aufruf des Werkzeugs Nr. 4.

```
N310 L1,0 *
N320 G38 M06 *
N330 T4 G17 S280 *
```

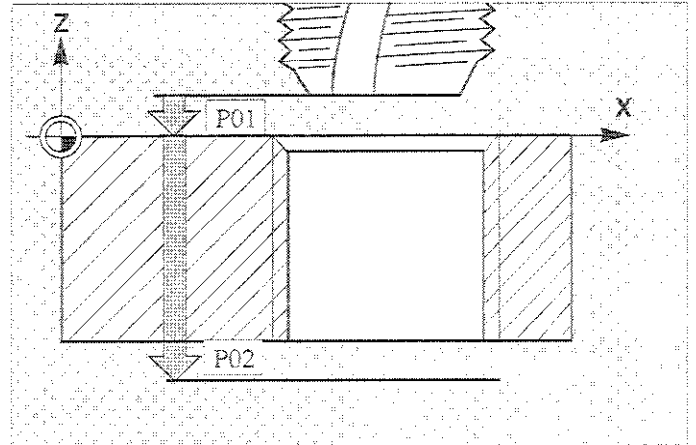


Unterprogramm-Aufruf L2,0 für das Positionieren des Werkzeugs über Bohrungsmitte im Sicherheits-Abstand.

```
N340 L2,0 *
```

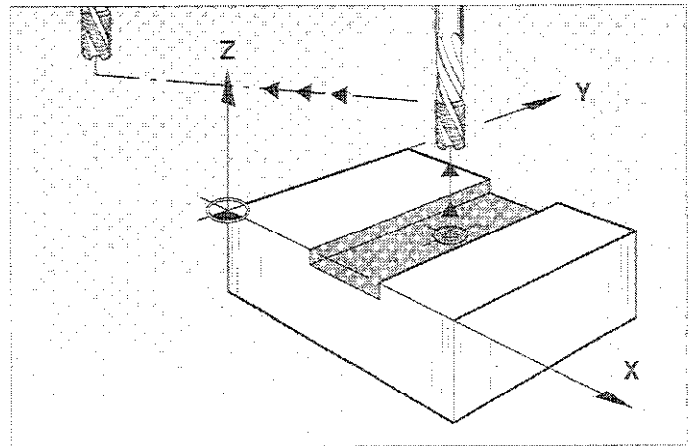
Zyklus-Definition für das Gewindebohren der beiden Löcher (Erklärung der Zyklus-Parameter siehe % 420). Anschließend Zyklus-Aufruf zum Bohren der Gewinde.

```
N350 G84 P01 -2 P02 -36 P03 0
P04 210 *
N360 G79 M08 *
```



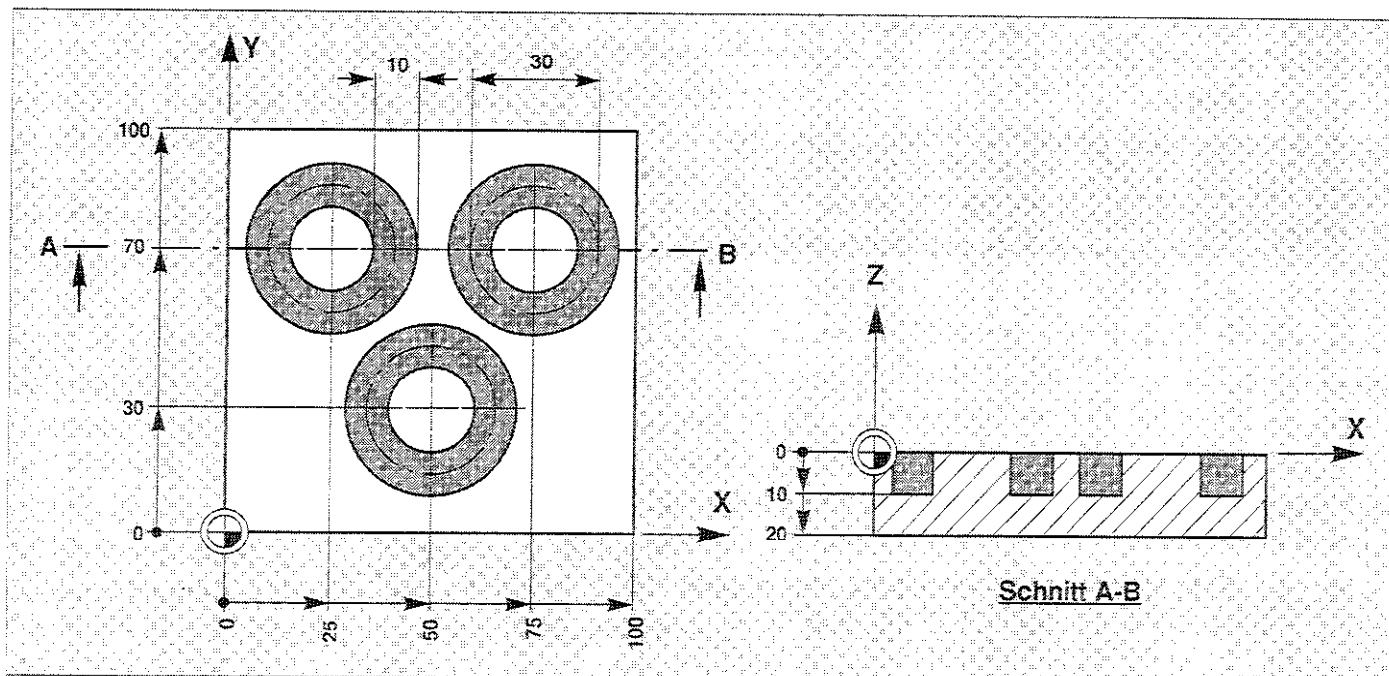
Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf L1,0. Programm-Ende.

```
N370 L1,0 *
N9999 % 510 G71 *
```



Unterprogramm-Technik

Fräsen eines Bearbeitungsbilds



% 520 G71 *

N.. G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *

N.. G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *

Werkstoff: Aluminium

Roh-Maße: 100mm x 100mm x 20mm

Werkzeug: Schrapp-/Schlichtfräser Ø 10mm, 3 Zähne,
1 Stirnschneide über Mitte schneidend

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

N10 G98 L1 *

N20 T0 G17 *

N30 G00 G90 Z+100 M09 *

N40 G40 X-50 Y-50 M05 *

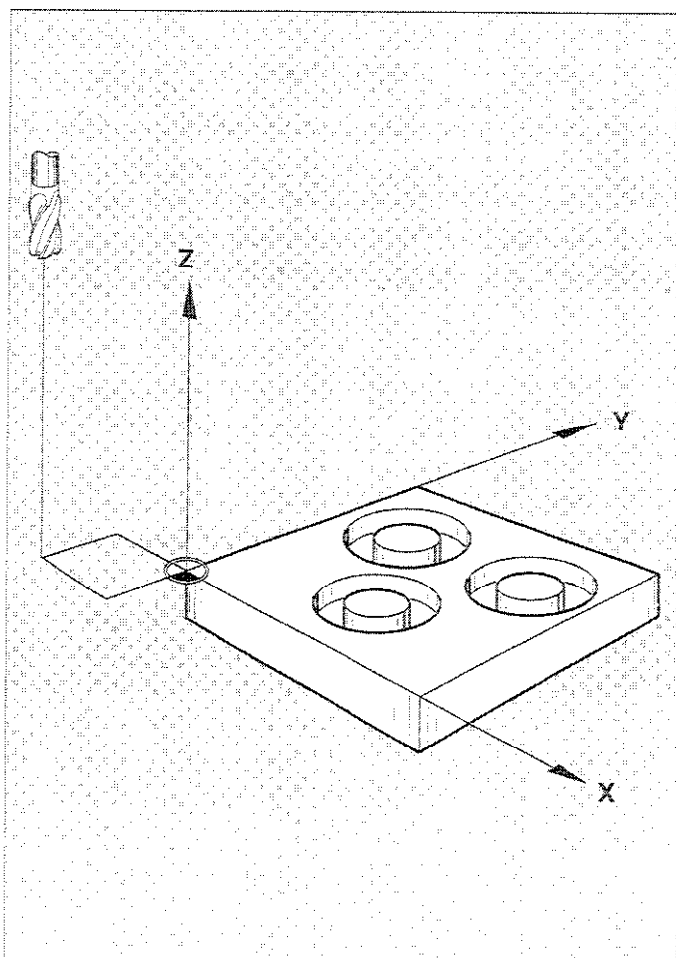
N50 G98 L0 *

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

N60 G99 T25 L+0 R+5 *

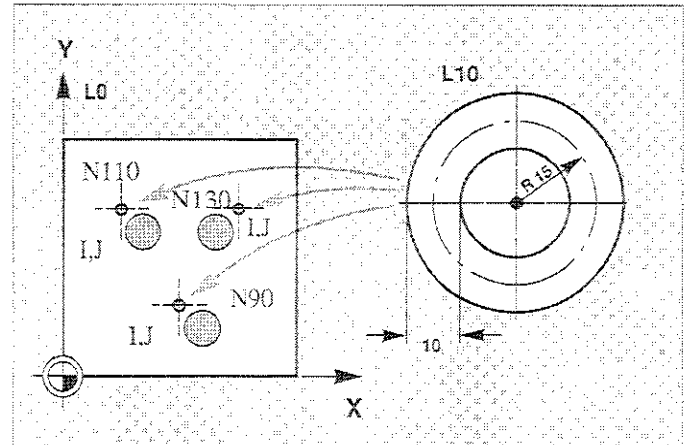
N70 G38 M06 *

N80 T25 G17 S3150 *



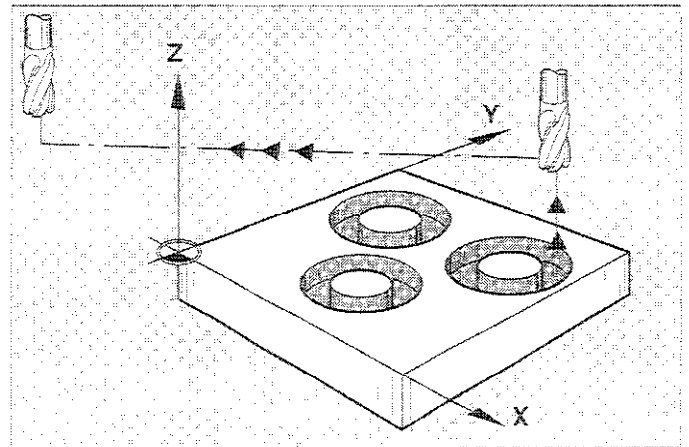
Die drei Kreise haben alle die gleichen Abmessungen bezogen auf ihren Mittelpunkt. Daher empfiehlt es sich, das Fräsen des Kreises in einem Unterprogramm abzu-
legen. Das Unterprogramm wird dann nach jeder Mittel-
punkts-Definition mit I und J aufgerufen und ausgeführt.

```
N90 G90 I+50 J+30 *
N100 L10.0 *
N110 G90 I+25 J+70 *
N120 L10.0 *
N130 G90 I+75 J+70 *
N140 L10.0 *
```



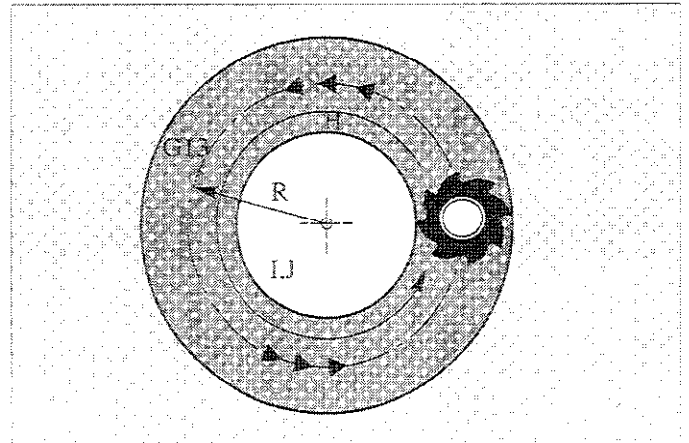
Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unter-
programm-Aufruf (L1,0). Programmlauf-Halt und
Rücksprung zum Programm-Anfang (M02).

```
N150 L1.0 *
N160 G38 M02 *
```



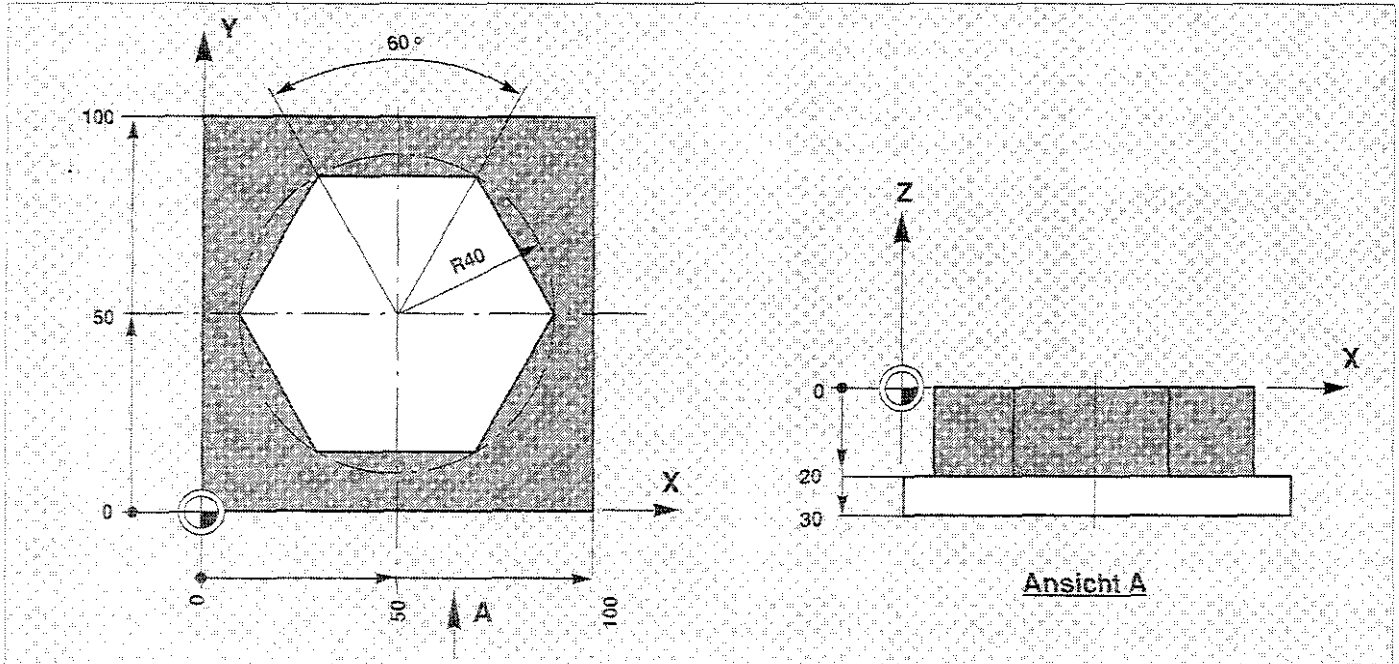
Unterprogramm für das Fräsen eines Kreises. Der Unter-
programm-Anfang ist gekennzeichnet mit der Label-Num-
mer L10, das Ende mit L0. Dazwischen steht das Fräsen
des Kreises bezogen auf den letztgültigen Mittelpunkt, der
jeweils über die Koordinaten I und J festgelegt ist.
Programm-Ende.

```
N170 G98 L10 *
N180 G00 G90 Z+2 M03 *
N190 G11 G40 R+15 H+0 M08 *
N200 G01 Z-10 F200 M09 *
N210 G13 G91 H+360 F945 *
N220 G98 L0 *
N9999 % 520 G71 *
```



Programmteil-Wiederholung

Fräsen eines Sechskant-Stempels



% 530 G71 *

N. G30 G17 X+0 Y+0 Z-30 *

N. G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *

Werkstoff: Aluminium

Roh-Maße: 100mm x 100mm x 30mm

Werkzeug: Walzenstirnfräser Ø 40mm, 10 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

N10 G98 L1 *

N20 T0 G17 *

N30 G00 G90 Z+100 M09 *

N40 G40 X-50 Y-50 M05 *

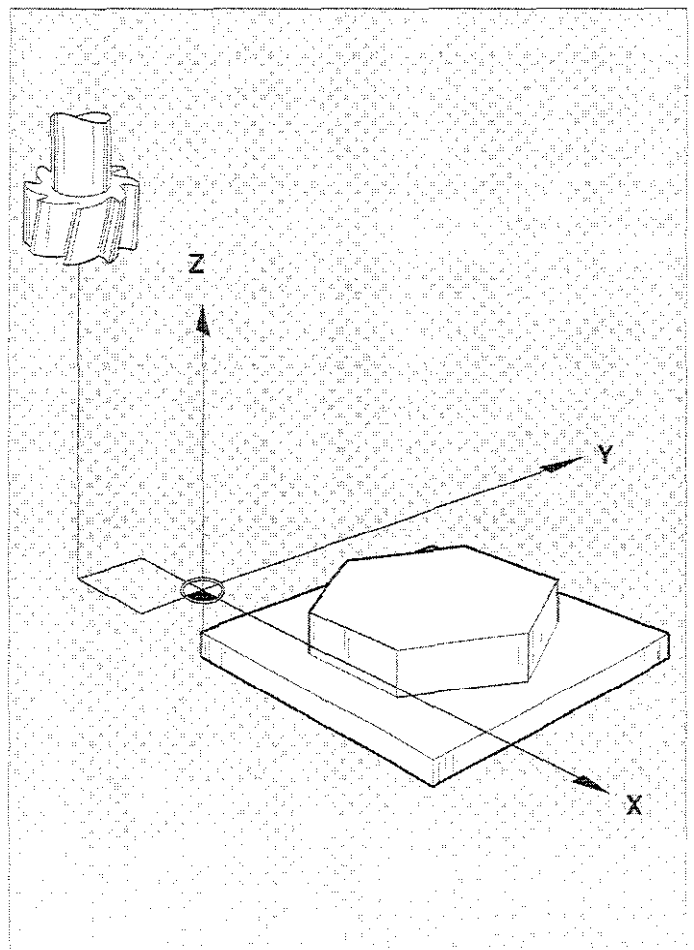
N50 G98 L0 *

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

N60 G99 T35 L+0 R+20 *

N70 G38 M06 *

N80 T35 G17 S1250 *



Zum tangentialen Anfahren der Kontur wird ein Hilfspunkt benötigt.

```
N90 G00 G40 G90 X+0 Y-50 *
N100 Z-20 *
N110 G90 I+50 J+50 *
N120 G11 G42 R+40 H+240 F1250 M13 *
N130 G25 R5 *
```

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.

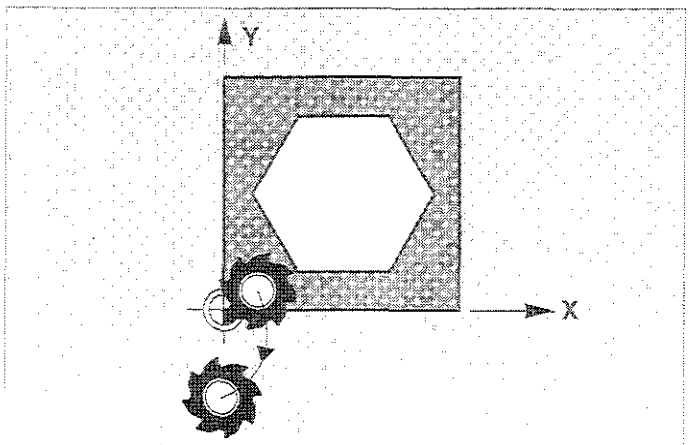
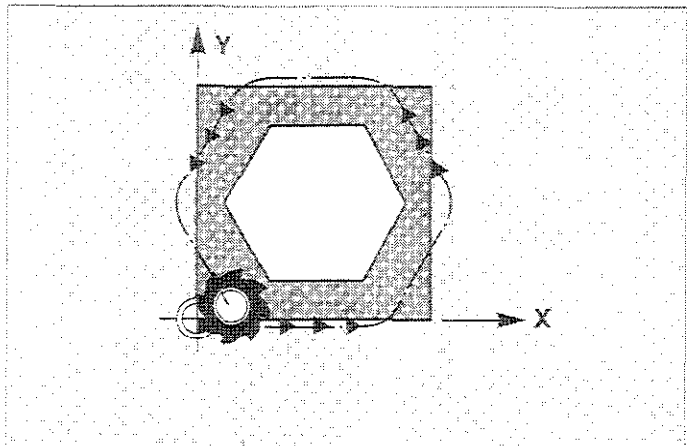
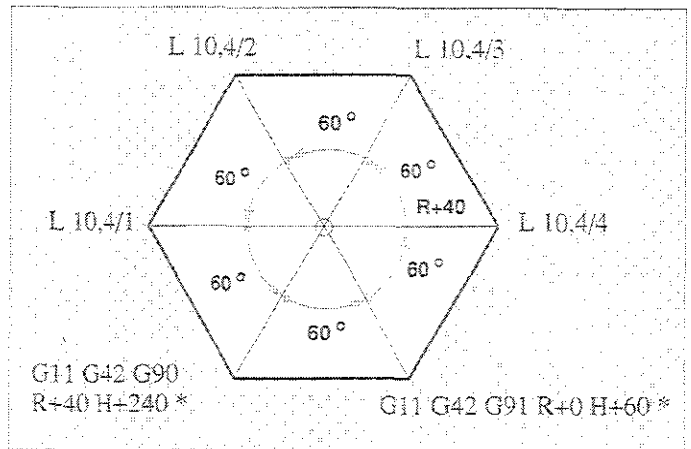
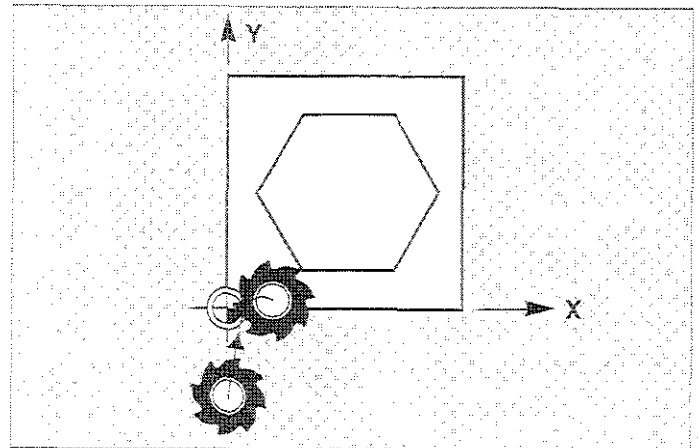
Der letzte Konturpunkt wird außerhalb der Programmteil-Wiederholung programmiert, denn vor und nach einem G25-Satz muß ein Positioniersatz stehen.

Der Programmteil-Anfang ist gekennzeichnet mit der Label-Nummer L10, das Ende mit dem Aufruf L10,4. Die Zahl hinter dem Komma ist die Anzahl der Wiederholungen. Zwischen dem Anfang und dem Aufruf steht das Geradenfräsen mit inkrementaler Positions-Angabe.

```
N140 G98 L10 *
N150 G11 G42 G91 R+0 H+60 *
N160 L10,4 *
N170 G11 G42 G90 R+40 H+240 *
```

Tangentiales Verlassen der Kontur, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Programm-Ende.

```
N180 G25 R5 *
N190 G00 G40 X+0 Y-50 M09 *
N200 L1,0 *
N9999 % 530 G71 *
```

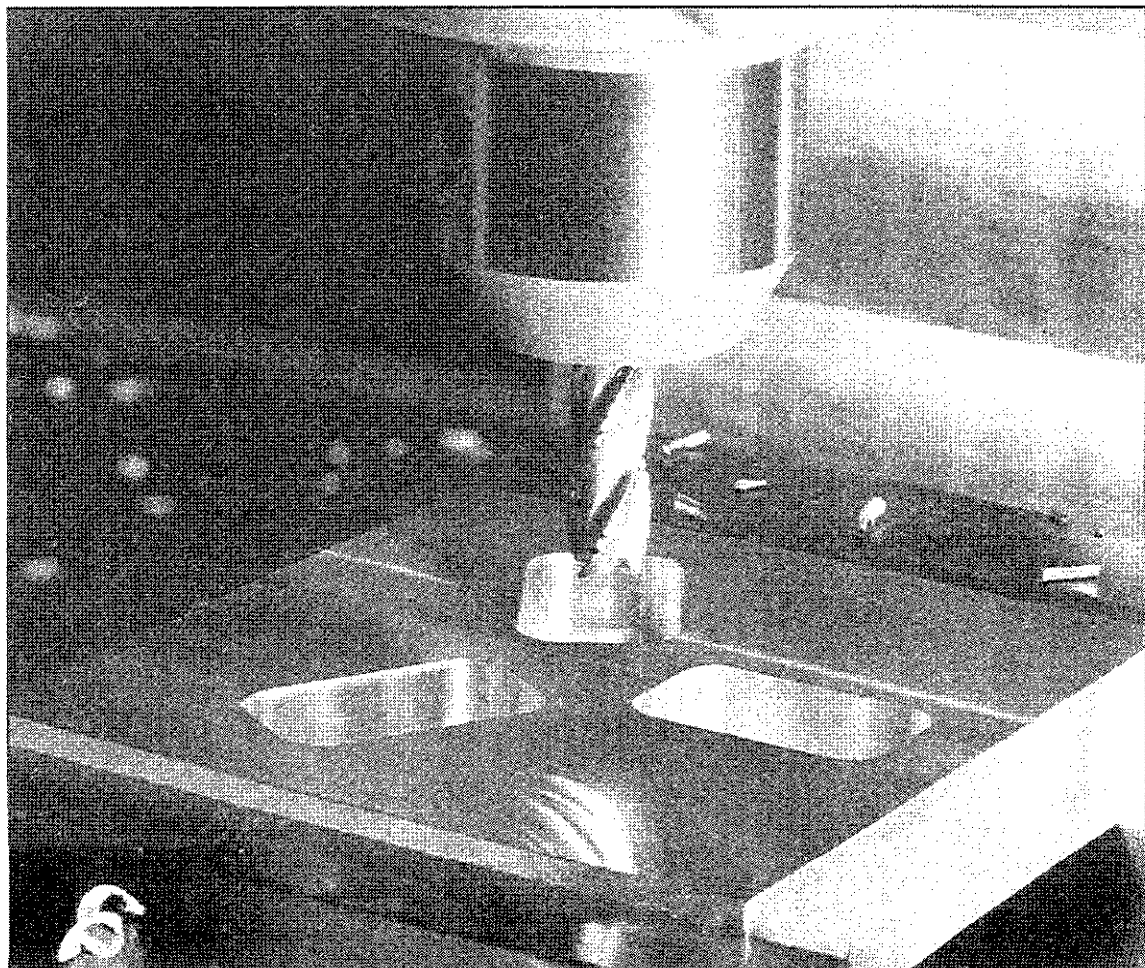


TNC

Bahnsteuerungen

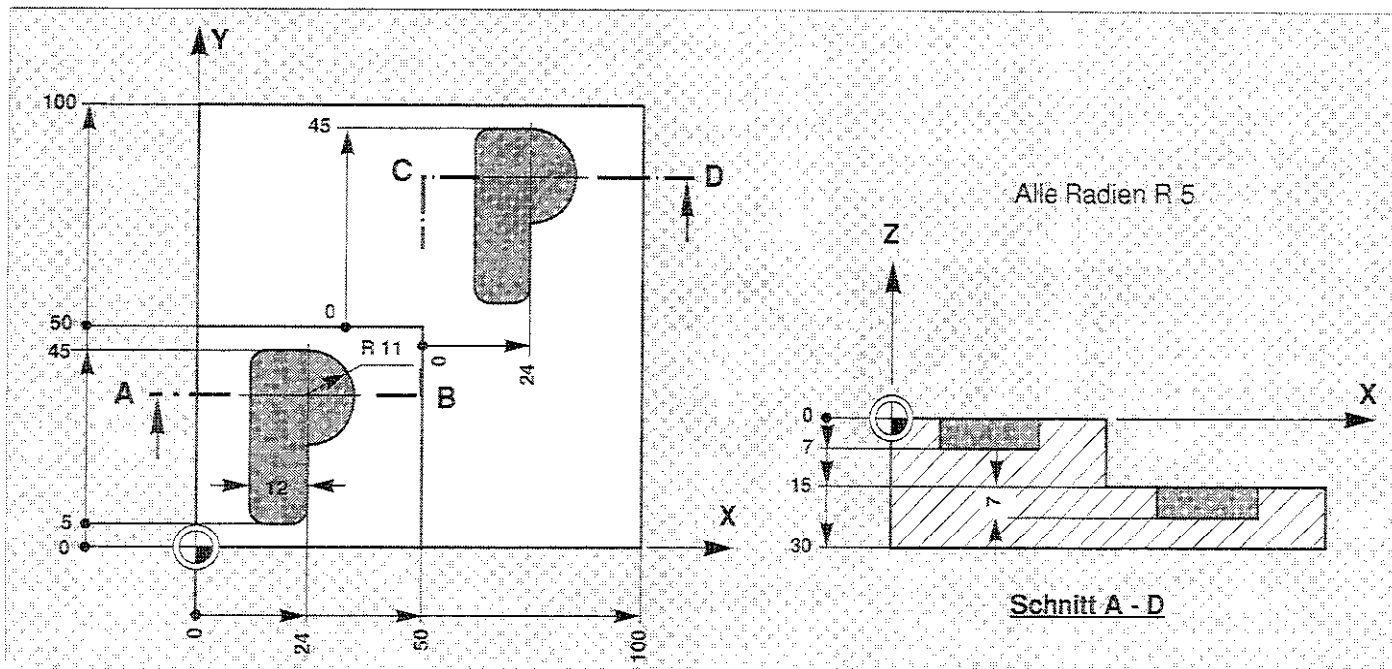
Koordinaten-Umrechnungen

% 610 - % 650



Koordinaten-Umrechnungen

Nullpunkt-Verschiebung



% 610 G71 *

N. G30 G17 X+0 Y+0 Z-30 *

N. G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *

Werkstoff: Aluminium

Roh-Maße: 100mm x 100mm x 30mm,

Absatz 50mm x 50mm x 15mm vorgefräst

Werkzeug: Schrapp-/Schlichtfräser Ø 10mm, 3 Zähne,
1 Stirnschneide über Mitte schneidend

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

N10 G98 L1 *

N20 T0 G17 *

N30 G00 G90 Z+100 M09 *

N40 G40 X-50 Y-50 M05 *

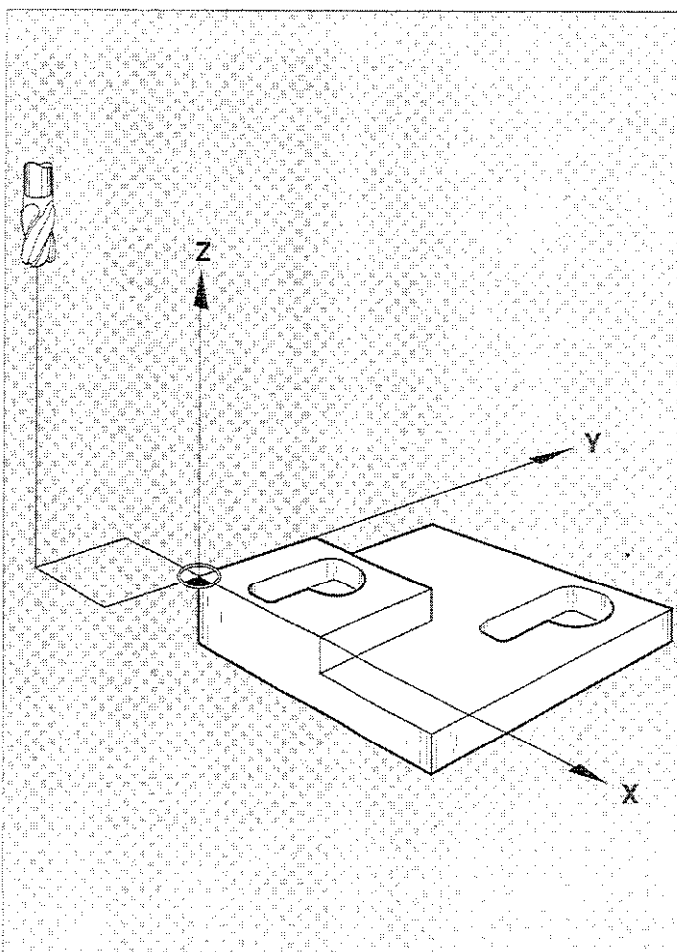
N50 G98 L0 *

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

N60 G99 T16 L+0 R+5 *

N70 G38 M06 *

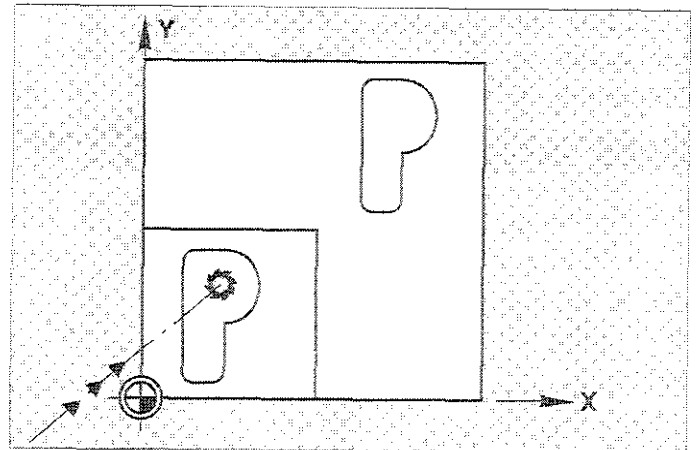
N80 T16 G17 S3150 *



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

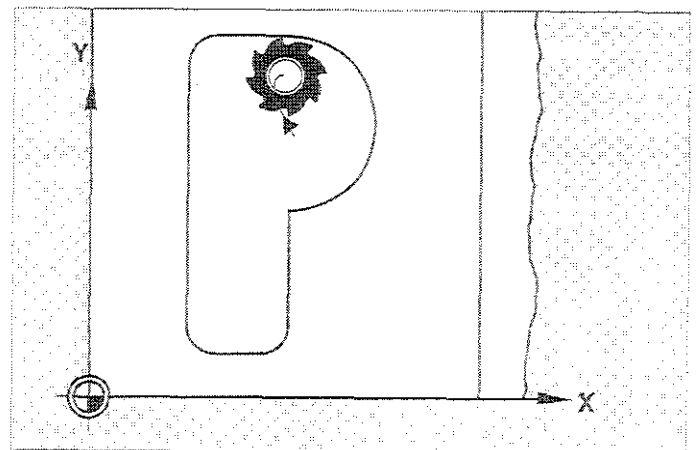
Unterprogramm-Anfang. Anfahren einer Hilfsposition mit Sicherheits-Abstand zur Werkstückoberfläche.

```
N90 G98 L10 *
N100 G00 G40 G90 X+24 Y+34 M03 *
N110 Z+2 M8 *
```



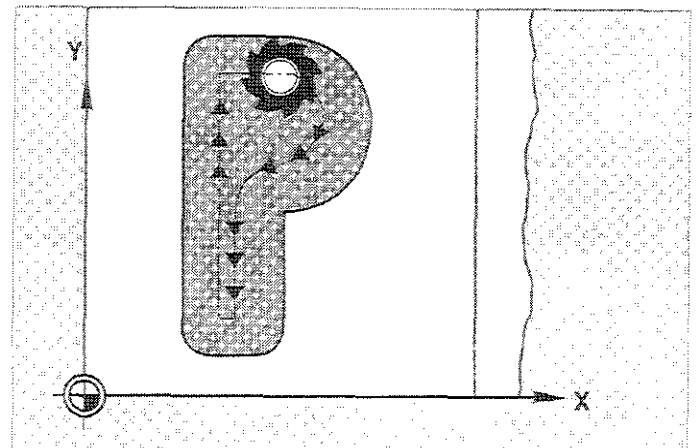
Einsenken, tangenciales Anfahren der Kontur.

```
N120 G01 Z-7 F250 *
N130 G42 X+24 Y+45 F945 *
N140 G26 R2 *
```



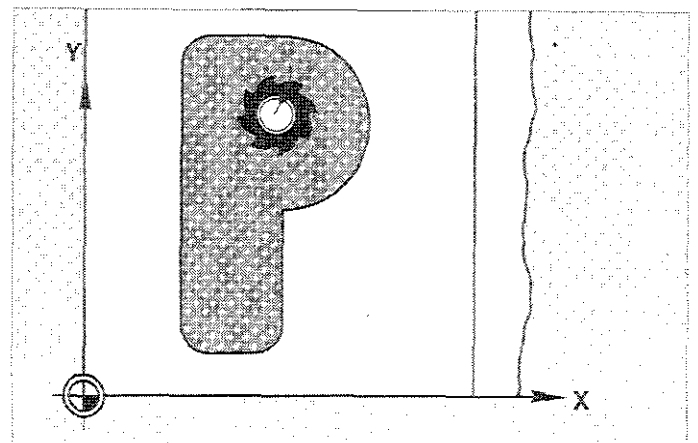
Definition der Kontur.

```
N150 G02 X+24 G91 Y-22 R+11 *
N160 G01 G90 Y+5 *
N170 G91 X-12 *
N180 G90 Y+45 *
N190 G42 X+24 *
```



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

```
N200 G27 R2 *
N210 G00 G40 X+24 Y+34 M09 *
N220 Z+2 *
N230 G98 L0 *
```

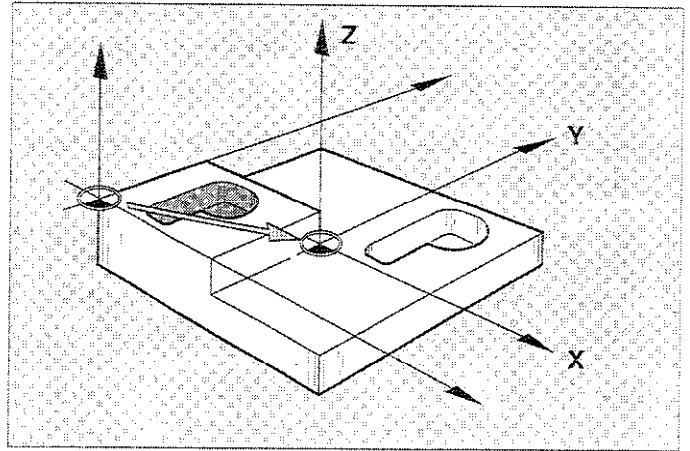


Koordinaten-Umrechnungen

Nullpunkt-Verschiebung

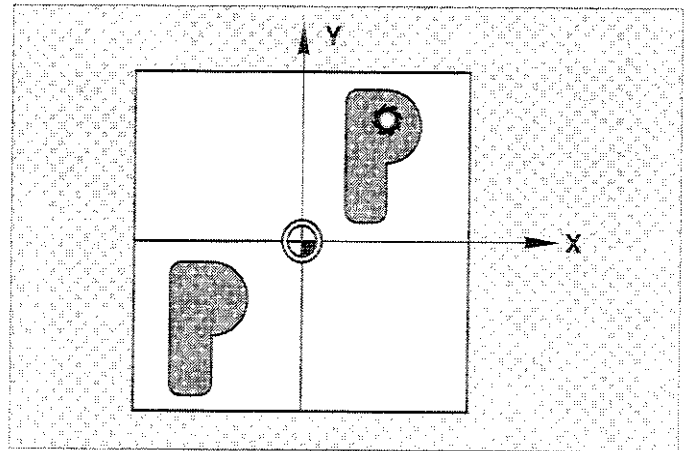
Zyklus-Definition für das Verschieben des Koordinatensystems. Neuer Nullpunkt ist die Werkstückmitte. Der Zyklus ist nach der Definition sofort wirksam.

```
N240 G54 X+50 Y+50 Z-15 *
```



Unterprogramm-Aufruf (L10,0), Fräsen der Kontur mit anschließendem Rückzug des Werkzeugs auf den Sicherheits-Abstand.

```
N250 L10,0 *
```

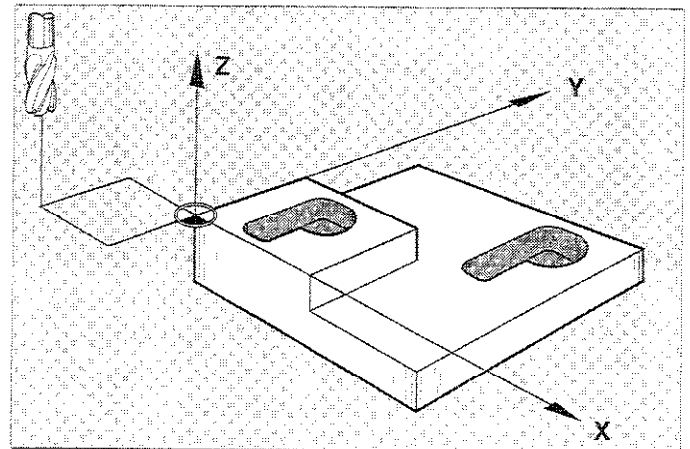


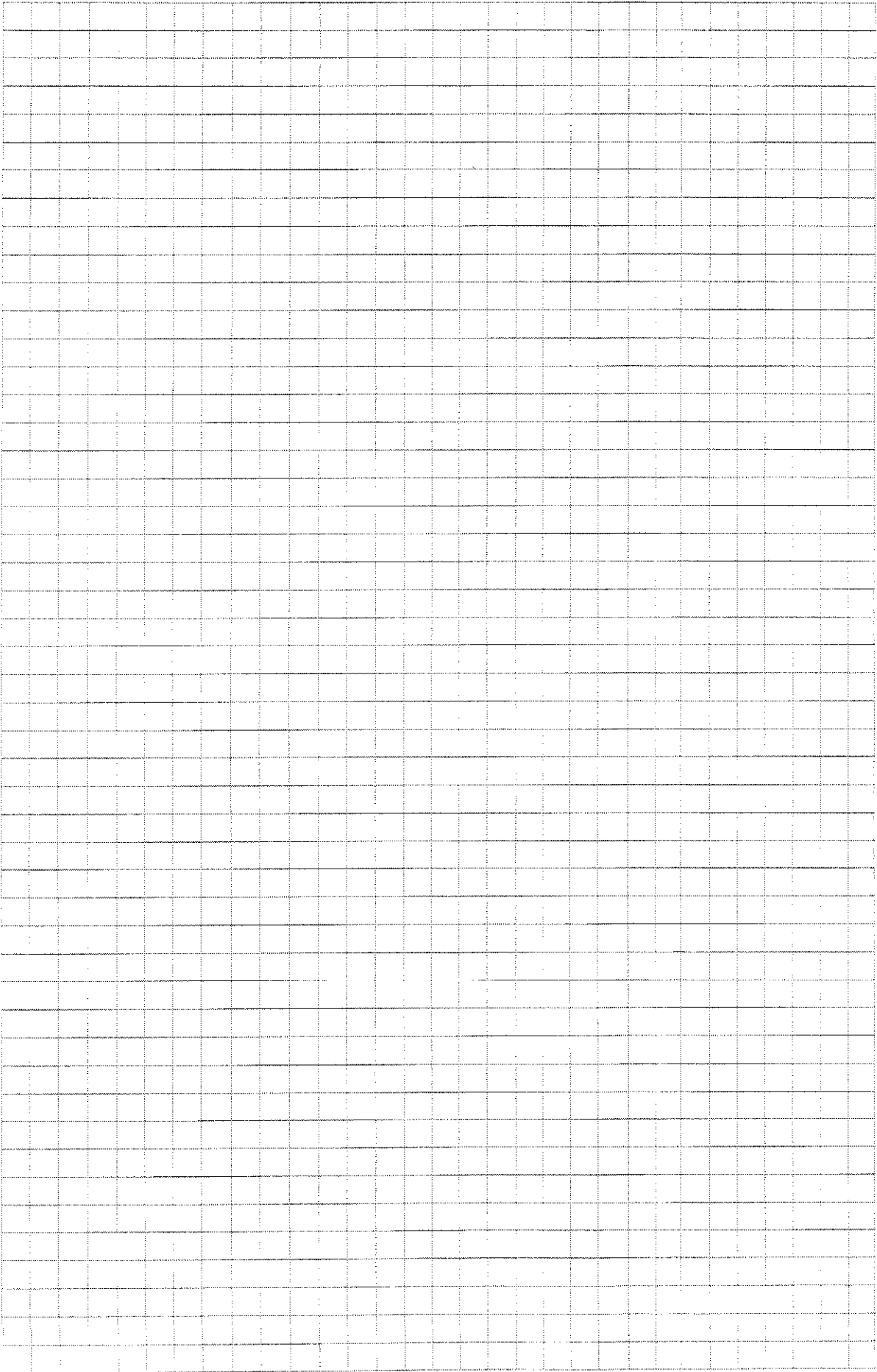
Aufheben der Nullpunkt-Verschiebung, Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Programm-Ende.

```
N260 G54 X+0 Y+0 Z+0 *
```

```
N270 L1,0 *
```

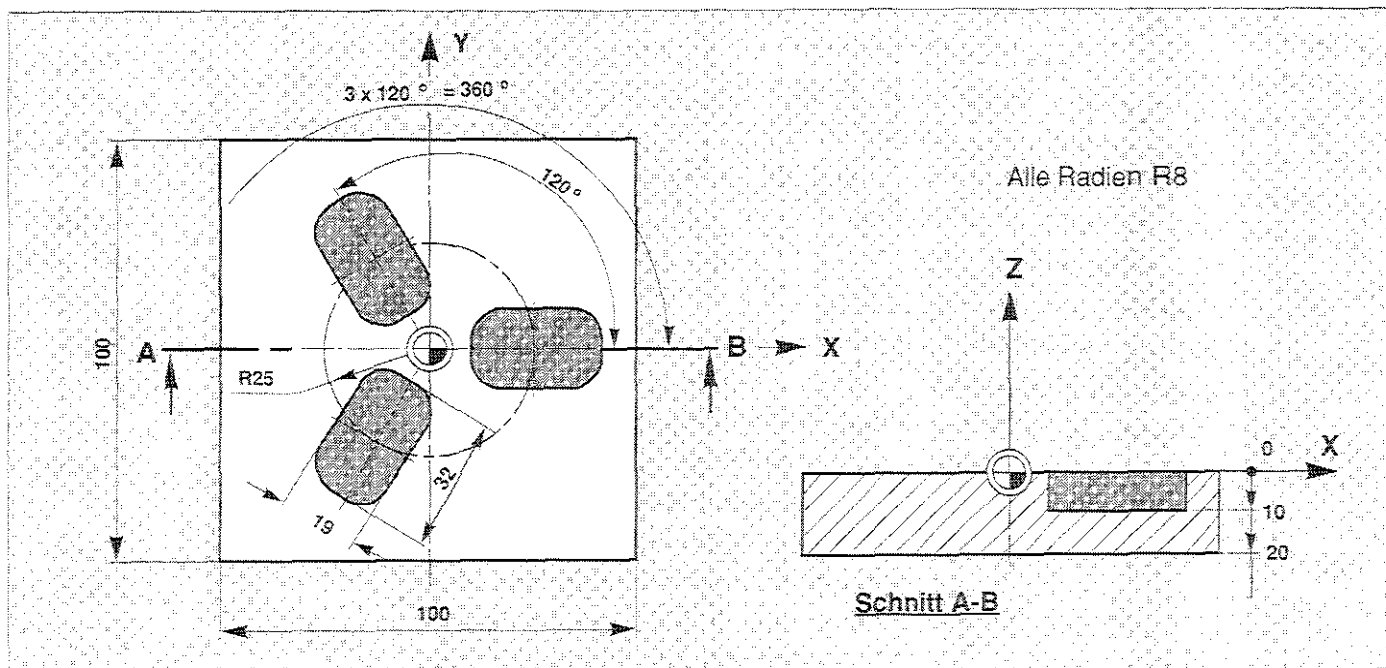
```
N9999 %610 G71 *
```





Koordinaten-Umrechnungen

Drehung des Koordinatensystems



% 620 G71 *

N.. G30 G17 X-50 Y-50 Z-20 *

N.. G31 G90 X+50 Y+50 Z+0 *

Werkstoff: Aluminium

Roh-Maße: 100mm x 100mm x 20mm

Werkzeug: Schrubb-/Schlichtfräser Ø 16mm, 3 Zähne,
1 Stirnschneide über Mitte schneidend

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

N10 G98 L1 *

N20 T0 G17 *

N30 G00 G90 Z+100 M09 *

N40 G40 X-50 Y-50 M05 *

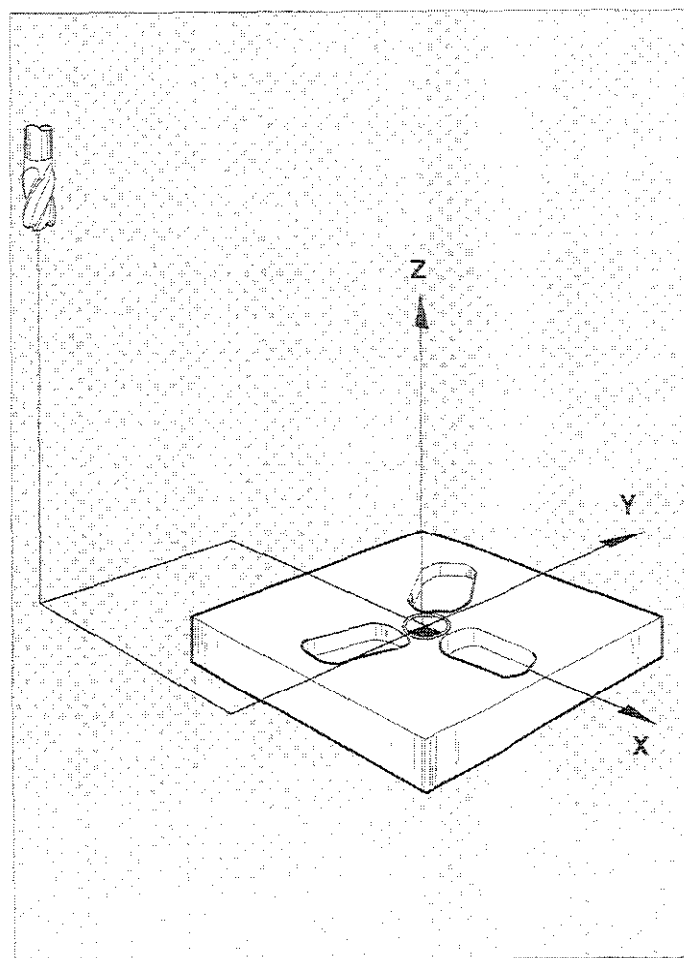
N50 G98 L0 *

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

N60 G99 T26 L+0 R+8 *

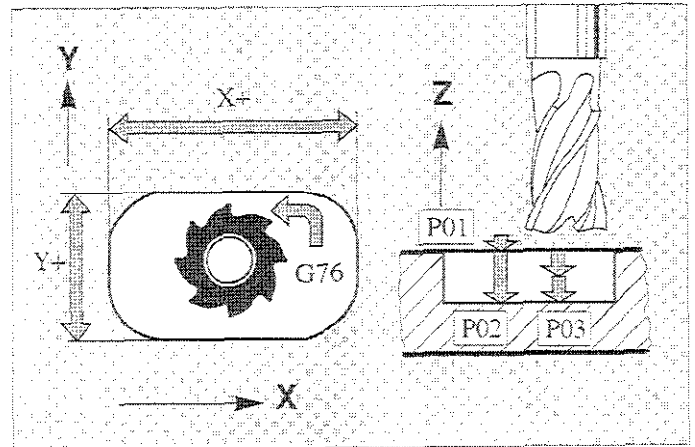
N70 G38 M06 *

N80 T26 G17 S3150 *



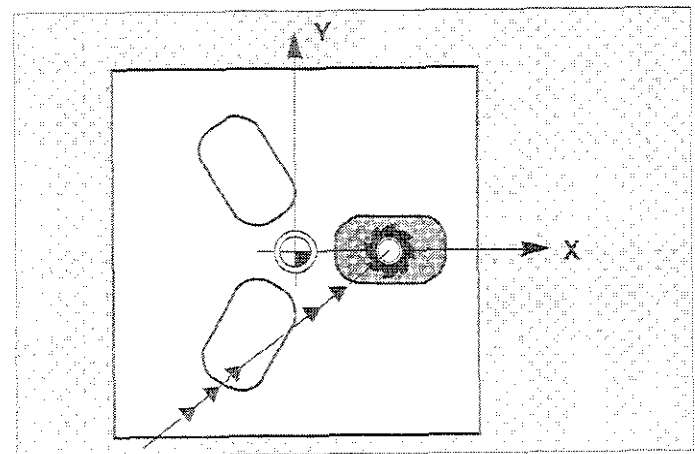
Zyklus-Definition für das Fräsen der Taschen. Parameter-Liste siehe Programm-Nr. 440.

```
N90 G76 P01 -2 P02 -10 P03 -5 P04 250
P05 X+32 P06 Y+19 P07 945 *
```



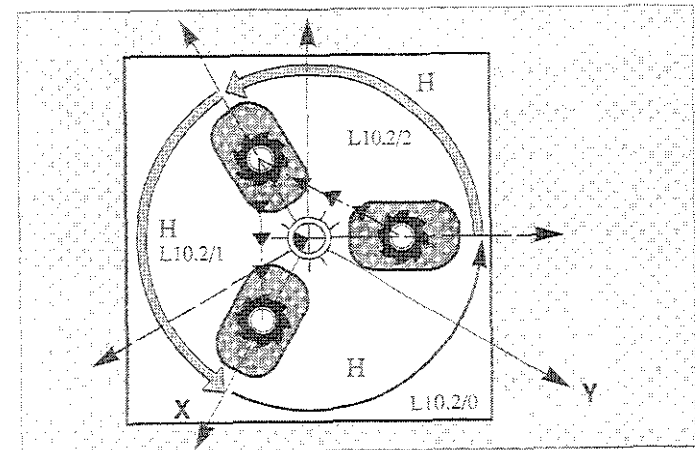
Programmteil-Wiederholung L10: Positionieren im Sicherheits-Abstand über Taschenmitte, Aufruf des Zyklus mit G79 für das Fräsen der Tasche.

```
N100 G98 L10 *
N110 G00 G40 G90 X+25 Y+0 M03 *
N120 Z+2 *
```



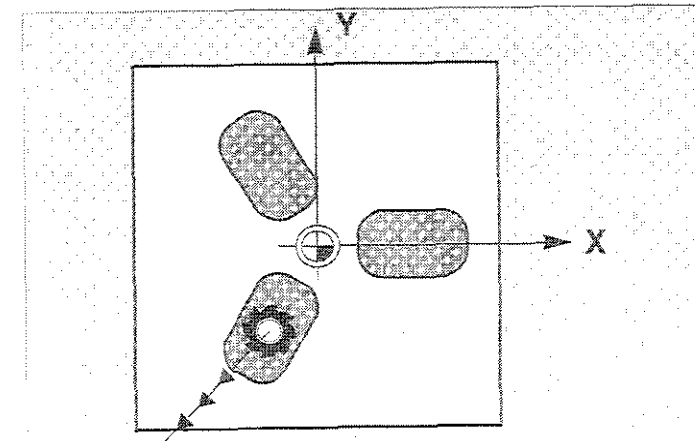
Zyklus-Definition G73 für das Drehen des Koordinatensystems (Winkelangabe im Kettenmaß, bezieht sich auf den zuletzt definierten Winkel H) und zweifache Programmteil-Wiederholung (zur Werkzeug-Positionierung und Ausführung des Fräszyklus). Der Zyklus G73 Drehung ist nach der Definition sofort wirksam.

```
N140 G73 G91 H+120 *
N150 L10.2 *
```



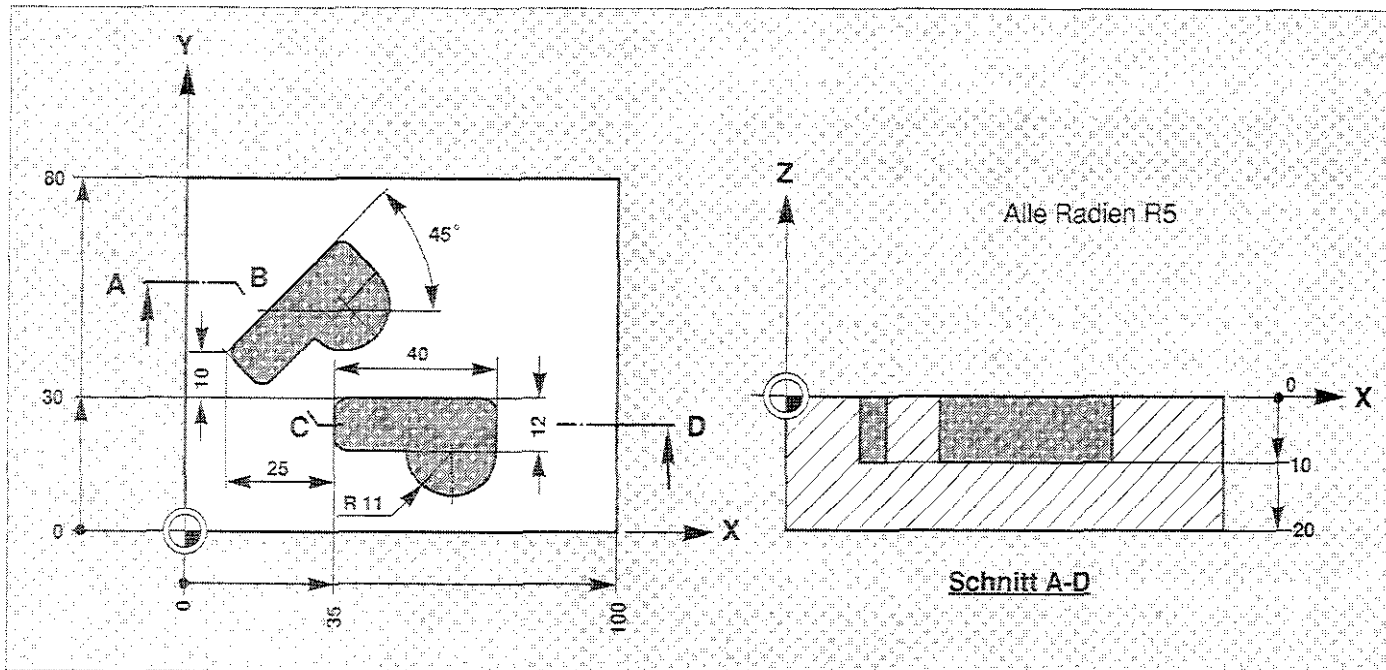
Aufheben des Zyklus Drehung, anschließend Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1), Programm-Ende.

```
N160 G73 G90 H+0 *
N170 L10 *
N9999 %620 G71 *
```



Koordinaten-Umrechnungen

Verschiebung des Koordinatensystems mit anschließender Drehung



% 630 G71 *

N. G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *

N. G31 G90 X+100 Y+80 Z+0 *

Werkstoff: Aluminium

Roh-Maße: 100mm x 80mm x 30mm

Werkzeug: Schrapp-/Schlichtfräser Ø 10mm, 2 Zähne,
1 Stirnschneide über Mitte schneidend

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

N10 G98 L1 *

N20 T0 G17 *

N30 G00 G90 Z+100 M09 *

N40 G40 X-50 Y-50 M05 *

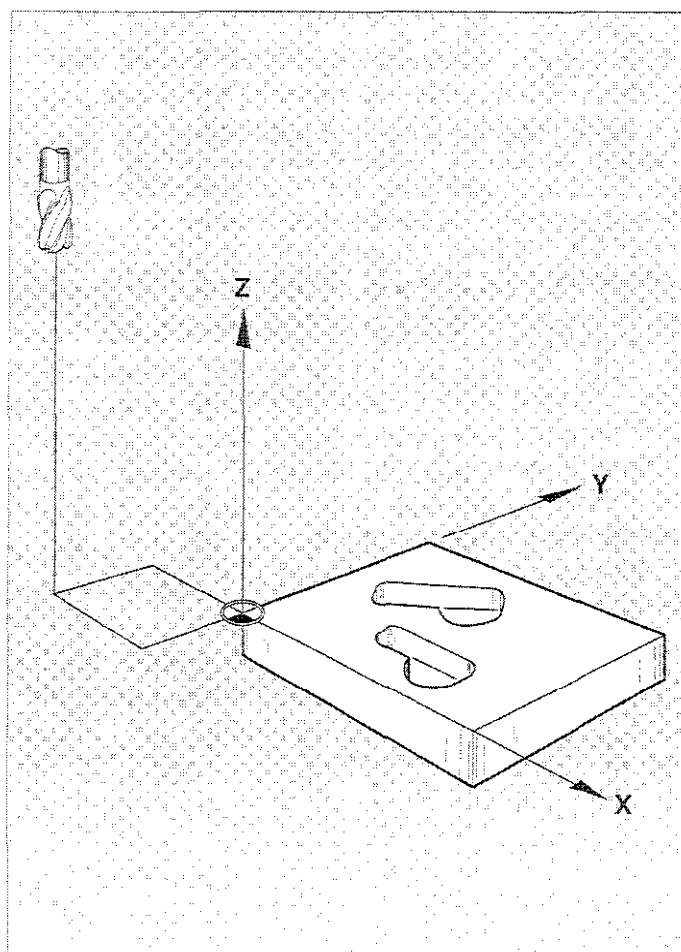
N50 G98 L0 *

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

N60 G99 T46 L+0 R+5 *

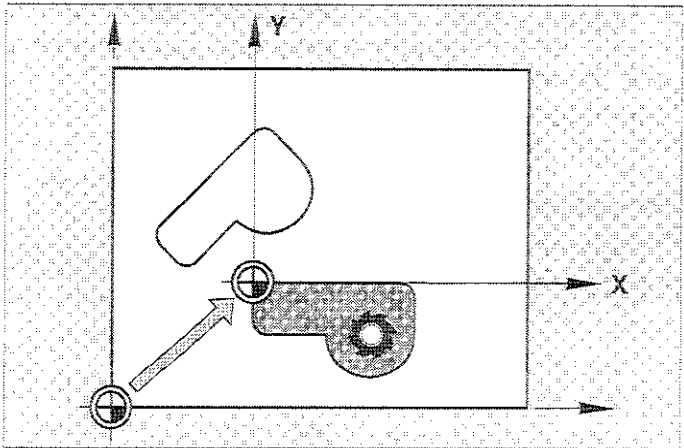
N70 G38 M06 *

N80 T46 G17 S3150 *



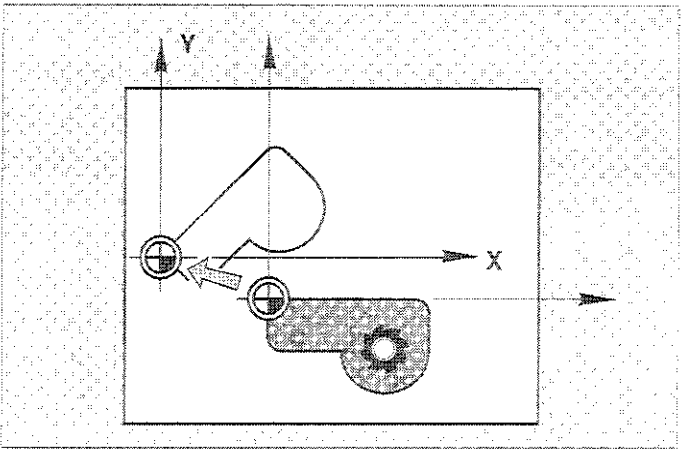
Verschiebung des Koordinaten-Systems auf den Bezugspunkt der Kontur-Bemaßung. Absolutmaß-Angabe, da der neue Bezugspunkt absolut bemaßt ist. Der Zyklus ist nach der Definition sofort wirksam. Das Fräsen der Kontur, mit anschließendem Rückzug des Werkzeugs auf Sicherheitsabstand, ist im Unterprogramm L10 am Programm-Ende programmiert.
Aufruf des Unterprogramms L10.

```
N90 G54 G90 X+35 Y+30 *
N100 L10.0 *
```



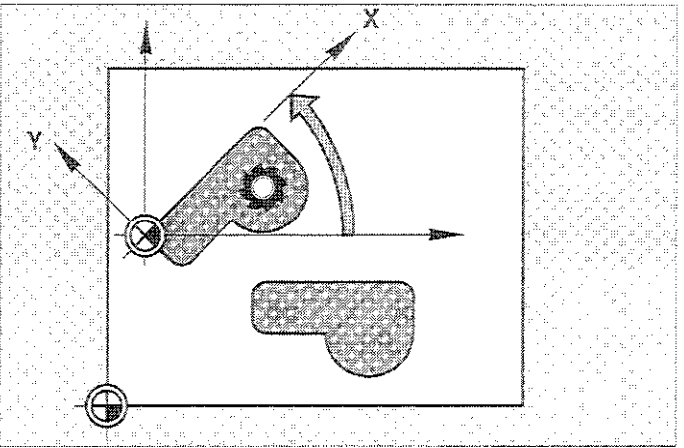
Verschiebung des Koordinaten-Systems auf den Bezugspunkt der gedrehten Kontur. Kettenmaß-Angabe, da sich die Maße des neuen Bezugspunkts auf den zuletzt gültigen Bezugspunkt beziehen.

```
N110 G54 G91 X-25 Y+10 *
```



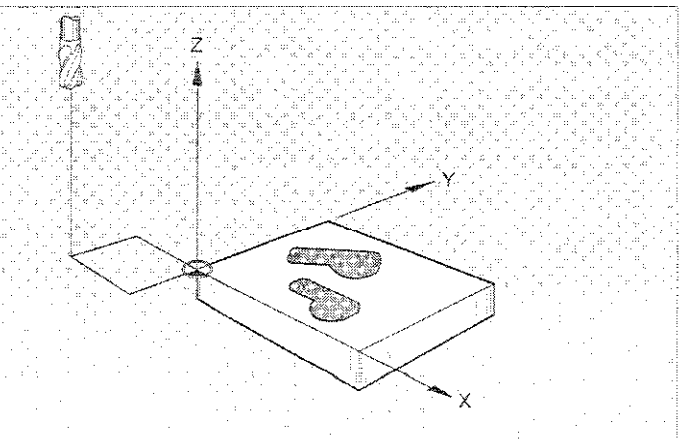
Drehung des verschobenen Koordinaten-Systems im Absolutmaß auf +45°. Der Zyklus Drehung ist nach der Definition sofort wirksam. Anschließend Aufruf des Unterprogramms L10 und Fräsen der Kontur.

```
N120 G73 G90 H+45 *
N130 L10.0 *
```



Aufheben der Drehung und der Verschiebung. Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1), Programm-Ende.

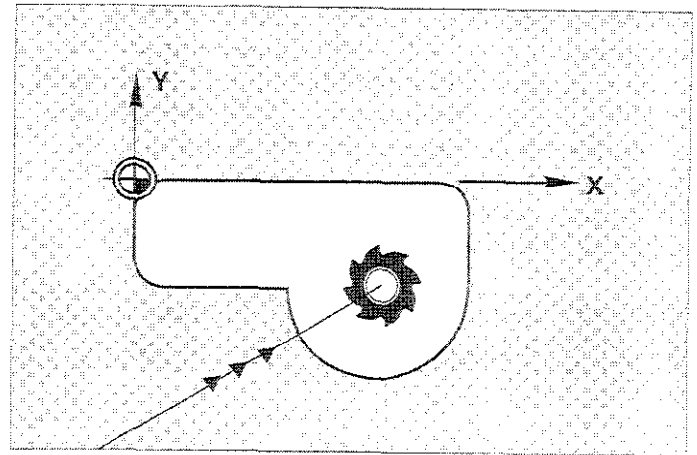
```
N140 G73 G90 H+0 *
N150 G54 G90 X+0 Y+0 *
N160 L1.0 *
N170 G38 M02 *
```



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

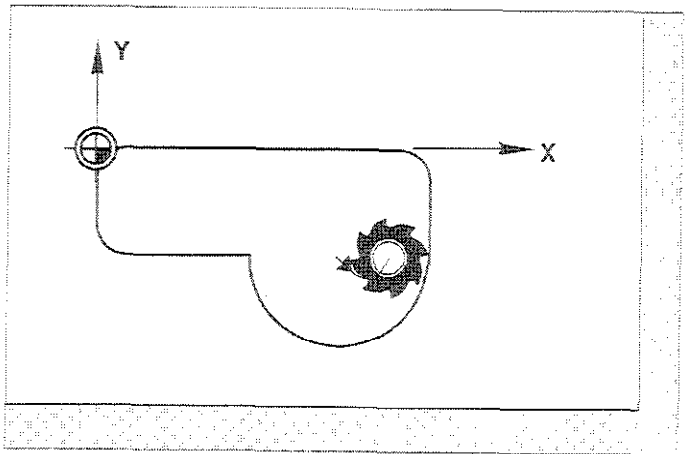
Unterprogramm L10: Anfahren einer Hilfsposition im Sicherheitsabstand zur Werkstück-Oberfläche.

```
N180 G98 L10 *
N190 G00 G40 G90 X+29 Y-12 M03 *
N200 Z+2 *
```



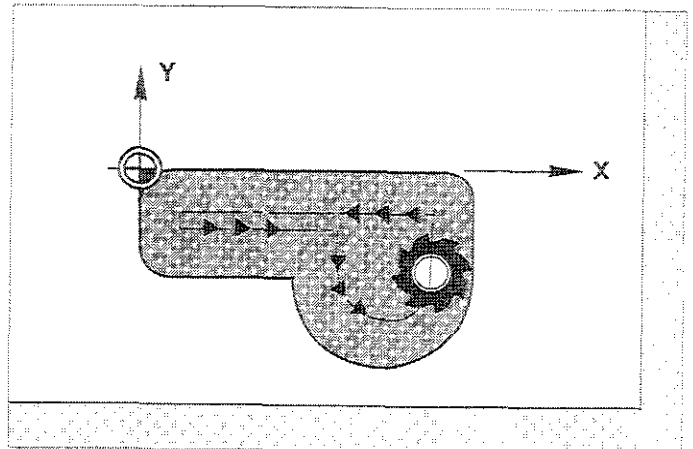
Einsenken, tangenciales Anfahren an die Kontur.

```
N210 G01 Z-10 F250 M08 *
N220 G41 X+40 Y-12 *
N230 G26 R2 *
```



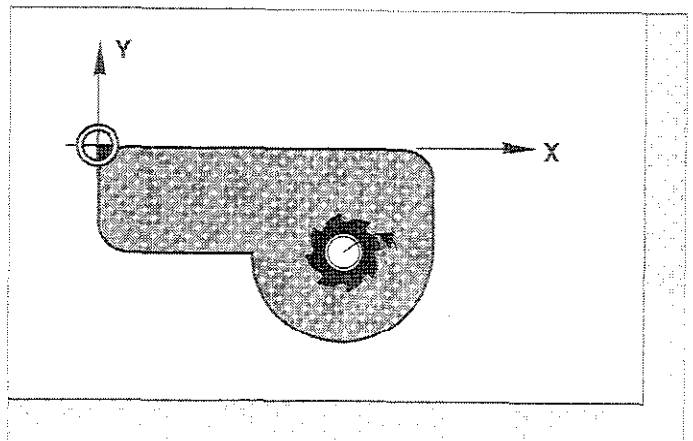
Definition der Kontur.

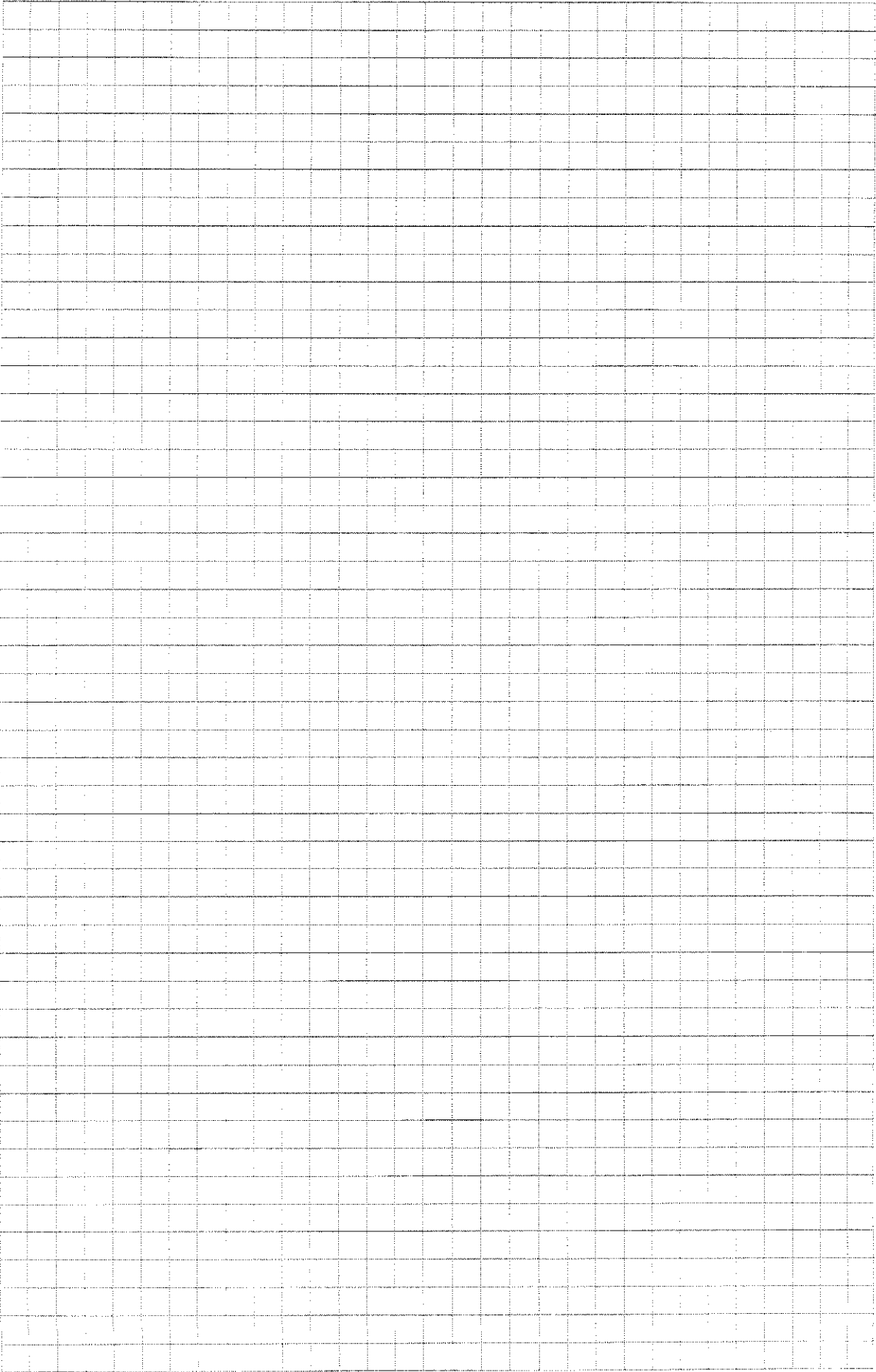
```
N240 Y+0 *
N250 X+0 *
N260 Y-12 *
N270 X+18 *
N280 G03 G41 X+40 Y-12 R+11 *
```



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

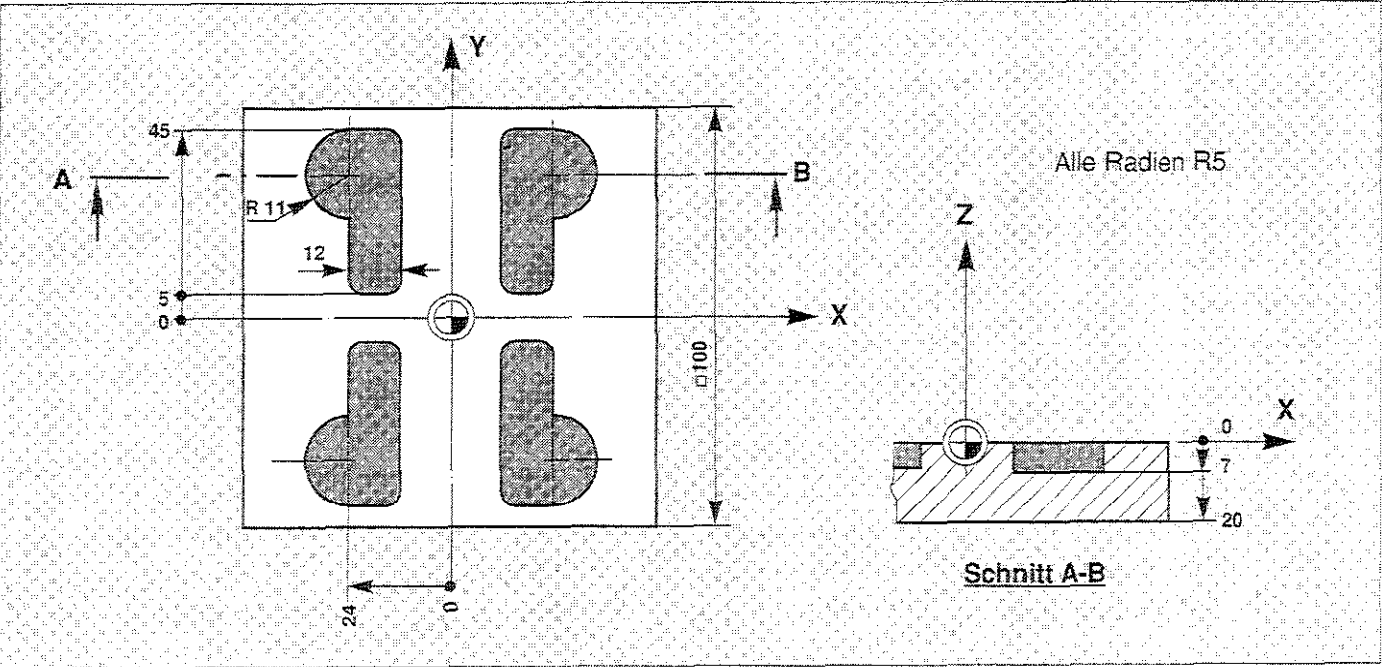
```
N290 G27 R2 *
N300 G00 G40 X+29 Y-12 M09 *
N310 Z+2 *
N320 G98 L0 *
N9999 % 630 G71 *
```





Koordinaten-Umrechnungen

Spiegeln einer Kontur



```
% 640 G71 *  
N1 G30 G17 X-50 Y-50 Z-20 *  
N2 G31 G90 X+50 Y+50 Z+0 *
```

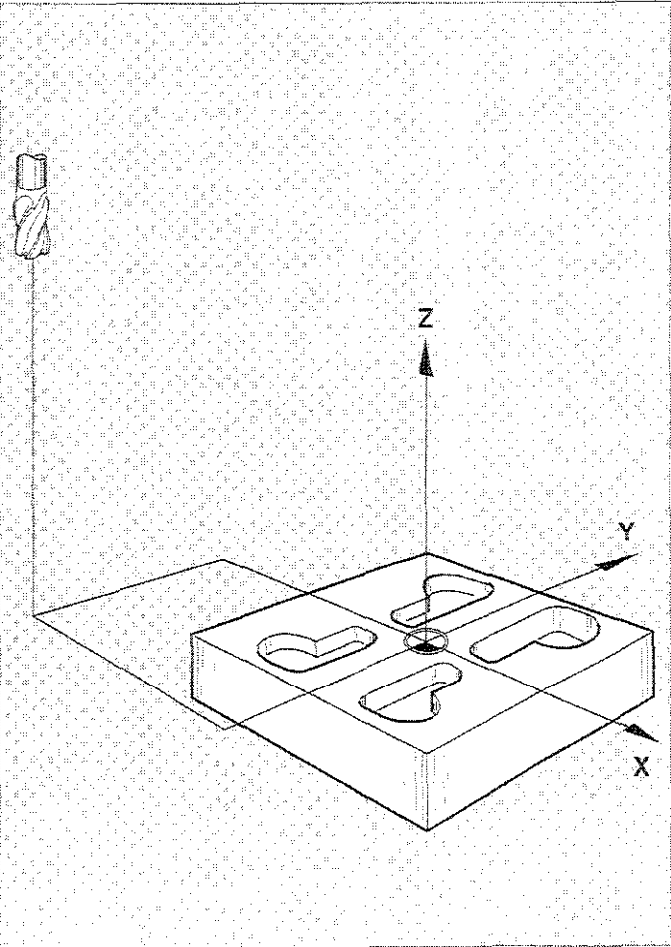
Werkstoff: Aluminium
Roh-Maße: 100mm x 100mm x 20mm
Werkzeug: Schrupp-/Schlichtfräser Ø 10mm, 3 Zähne,
1 Stirnschneide über Mitte schneidend

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

```
N10 G98 L1 *  
N20 T0 G17 *  
N30 G00 G90 Z+100 M09 *  
N40 G40 X-100 Y-100 M05 *  
N50 G98 L0 *
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

```
N60 G99 T56 L+0 R+5 *  
N70 G38 M06 *  
N80 T56 G17 S3150 *
```



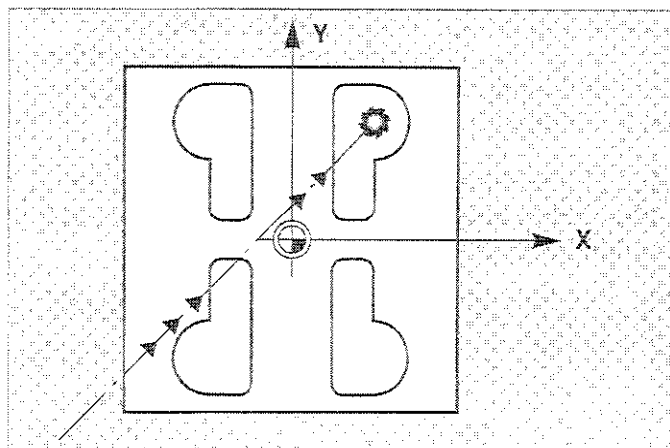
Die Programmsätze zum Anfahren und Verlassen und zur Definition der Kontur sind in einem Unterprogramm mit der Labelnummer 10 abgelegt.

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

```
N90 G98 L10 *
```

```
N100 G00 G40 G90 X+24 Y+34 *
```

```
N110 Z+2 M03 *
```

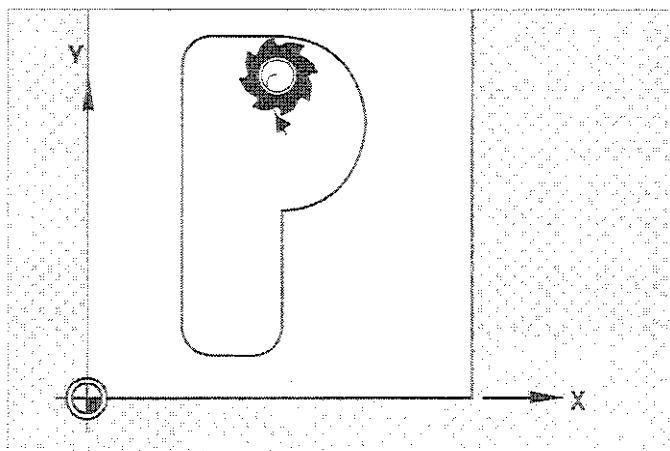


Einsenken, tangentes Anfahren der Kontur.

```
N120 G01 Z-7 F250 M08 *
```

```
N130 G42 X+24 Y+45 F945 *
```

```
N140 G26 R2 *
```



Definition der Kontur.

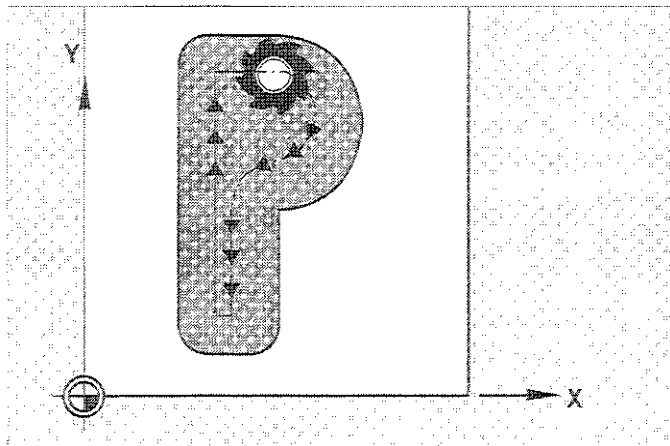
```
N150 G02 X+24 G91 Y-22 R+11 *
```

```
N160 G01 G90 Y+5 *
```

```
N170 G91 X-12 *
```

```
N180 G90 Y+45 *
```

```
N190 G42 X+24 *
```



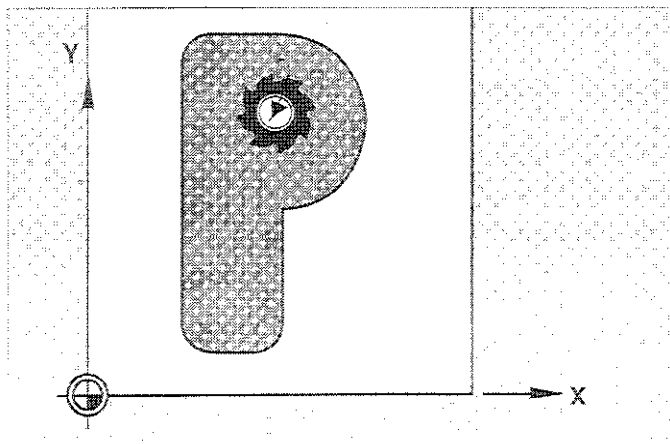
Tangentes Verlassen der Kontur, Zurückziehen auf Sicherheits-Abstand, Unterprogramm-Ende.

```
N200 G27 R2 *
```

```
N210 G00 G40 X+24 Y+34 M09 *
```

```
N220 Z+2 *
```

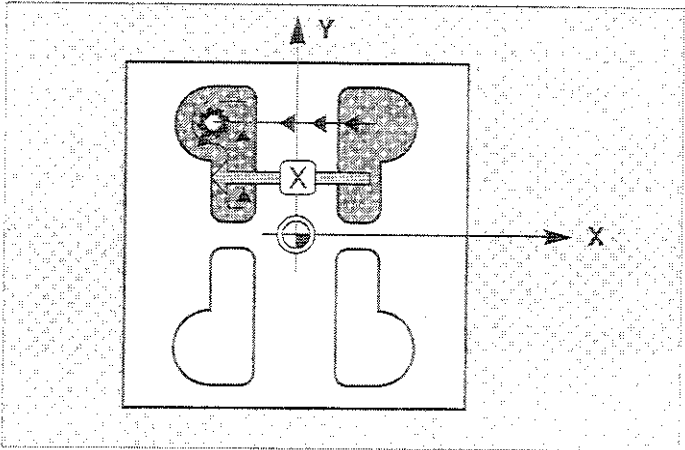
```
N230 G98 L0 *
```



Zyklus-Definition G28 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.

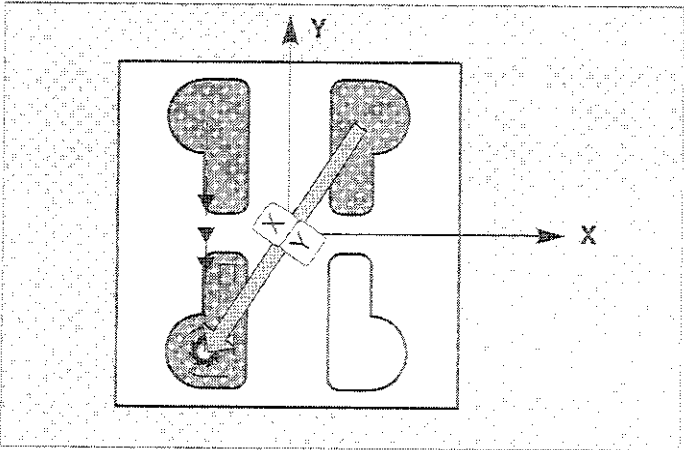
Unterprogramm-Aufruf (L10: Fräsen der gespiegelten Kontur. Anschließend zieht die TNC das Werkzeug auf den Sicherheits-Abstand zurück).

```
N240 G28 X *
N250 L10,0 *
```



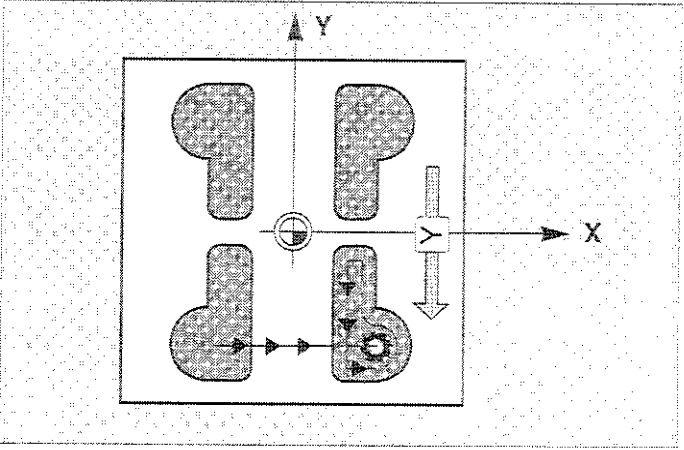
Zyklus-Definition für die in X und Y gespiegelte Kontur. Durch den erneuten Zyklus Spiegeln wird der zuletzt programmierte Zyklus Spiegeln aufgehoben. Der jetzt programmierte Zyklus vertauscht die Vorzeichen aller X- und Y-Koordinaten der nachfolgenden Programm-Sätze. Anschließend Fräsen der gespiegelten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

```
N260 G28 X Y *
N270 L10,0 *
```



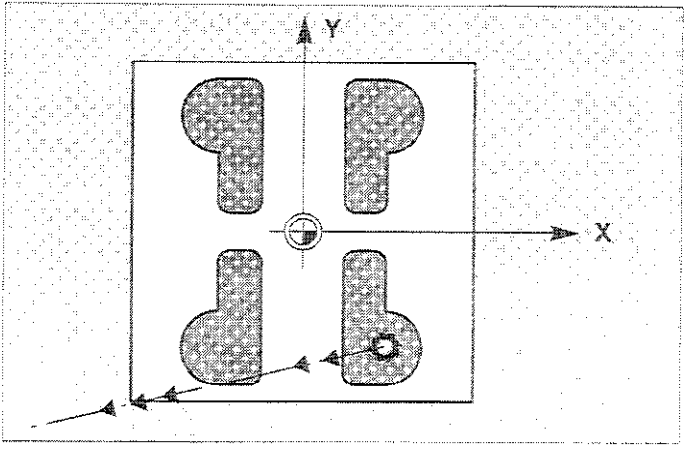
Zyklus-Definition für die in Y gespiegelte Kontur. Der vorher programmierte Zyklus Spiegeln ist damit aufgehoben. In den folgenden Programm-Sätzen werden die Vorzeichen der Y-Koordinaten vertauscht. Anschließend Fräsen der gespiegelten Kontur über Unterprogramm-Aufruf.

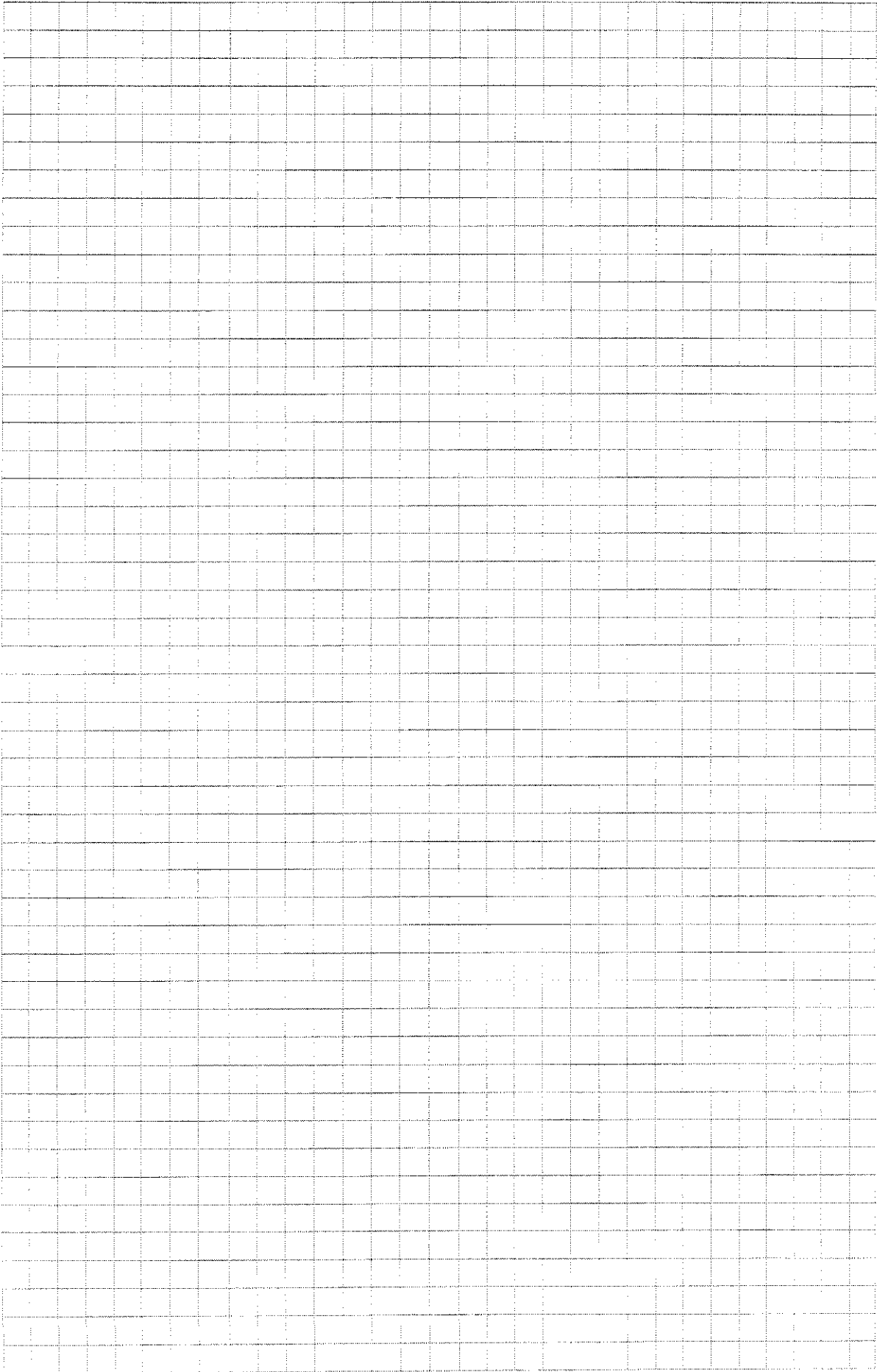
```
N280 G28 Y *
N290 L10,0 *
```



Aufheben des Zyklus Spiegeln. Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1), Programm-Ende.

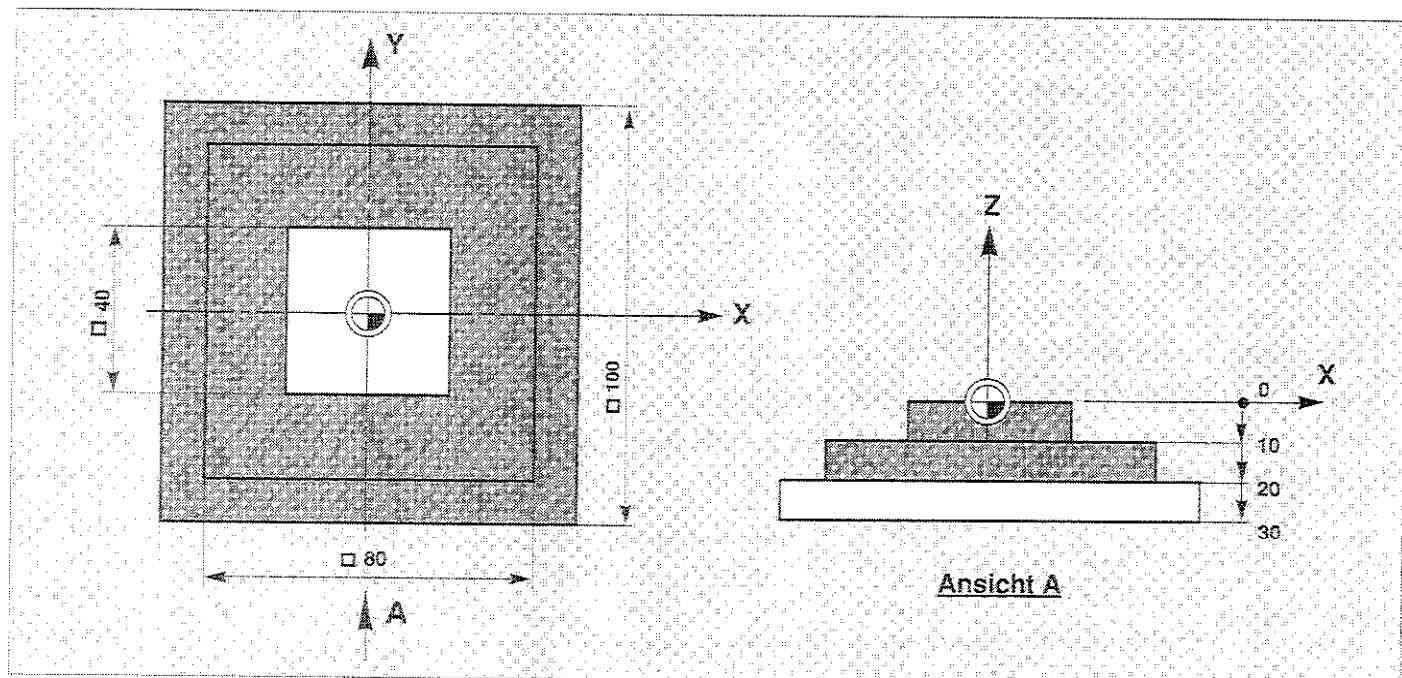
```
N300 G28 *
N310 L1,0 *
N9999 % 640 G71 *
```





Koordinaten-Umrechnungen

Verkleinern/Vergrößern von Konturen (Maßfaktor)



```
% 650 G71 *
```

```
N. G30 G17 X-50 Y-50 Z-30 *
```

```
N. G31 G90 X+50 Y+50 Z+0 *
```

Werkstoff: Aluminium

Roh-Maße: 100mm x 100mm x 30mm

Werkzeug: Walzenstirnfräser Ø 35mm, 8 Zähne

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

```
N10 G98 L1 *
```

```
N20 T0 G17 *
```

```
N30 G00 G90 Z+100 M09 *
```

```
N40 G40 X-100 Y-100 M05 *
```

```
N50 G98 L0 *
```

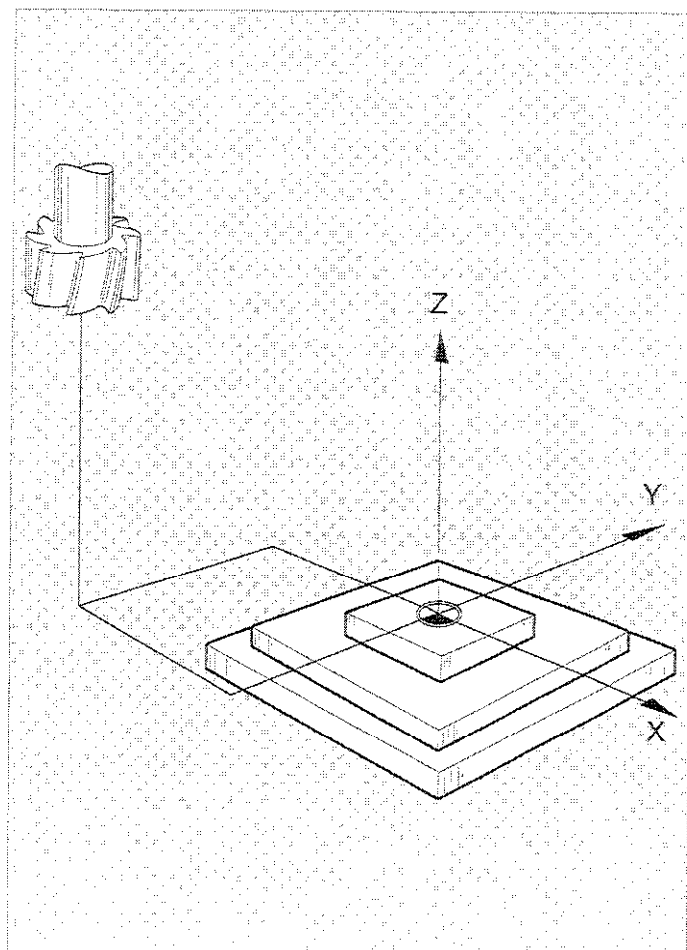
Definition und Aufruf des Werkzeugs. Anfahren des Sicherheitsabstands.

```
N60 G99 T66 L+0 R+17,5 *
```

```
N70 G38 M06 *
```

```
N80 T66 G17 S1250 *
```

```
N90 G00 G90 Z+2 *
```



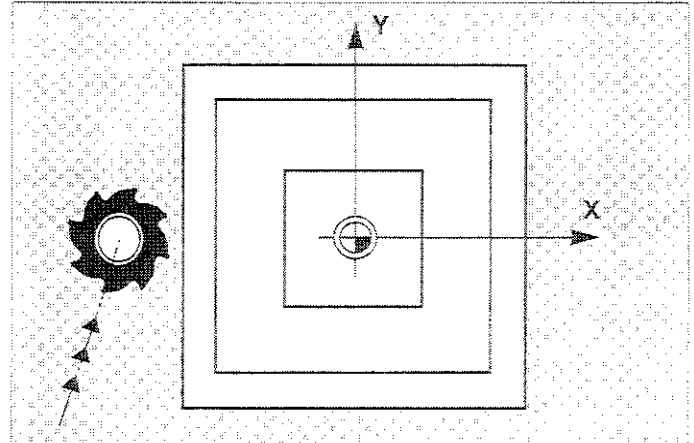
Anfahren der Anfangsposition.

```
N100 G00 G40 G90 X-100 Y+0 M03
```

Unterprogramm-Anfang. Zustellen auf die Frästiefe im Kettenmaß.

```
N110 G98 L10 *
```

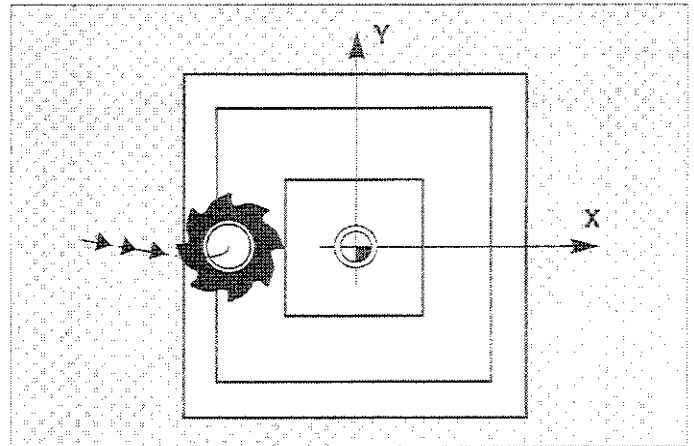
```
N120 G91 Z-12 *
```



Tangentiales Anfahren an die Kontur.

```
N130 G01 G41 G90 X-20 Y+0 F1000 M08 *
```

```
N140 G26 R5 *
```



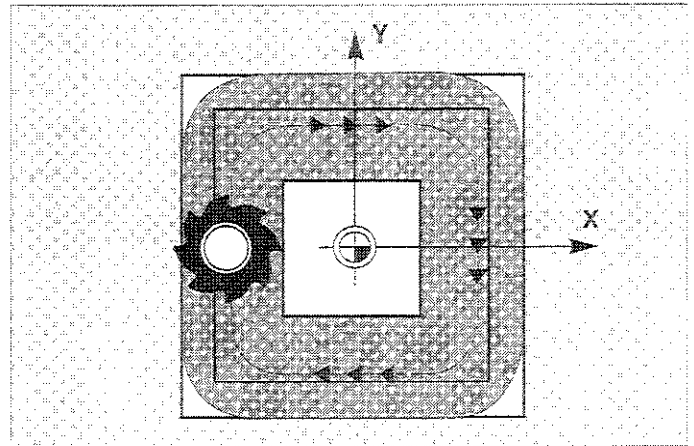
Fräsen der Kontur.

```
N150 Y+20 *
```

```
N160 X+20 *
```

```
N170 Y-20 *
```

```
N180 X-20 *
```



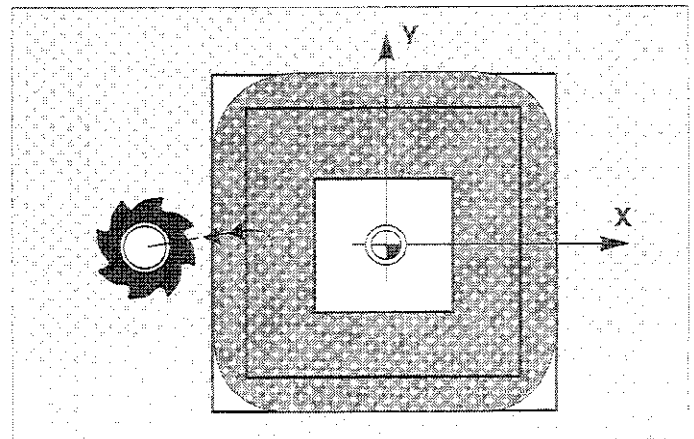
Tangentiales Verlassen der Kontur. Anfahren der Ausgangsposition, Unterprogramm-Ende.

```
N190 G41 X-20 Y+0 *
```

```
N200 G27 R5 *
```

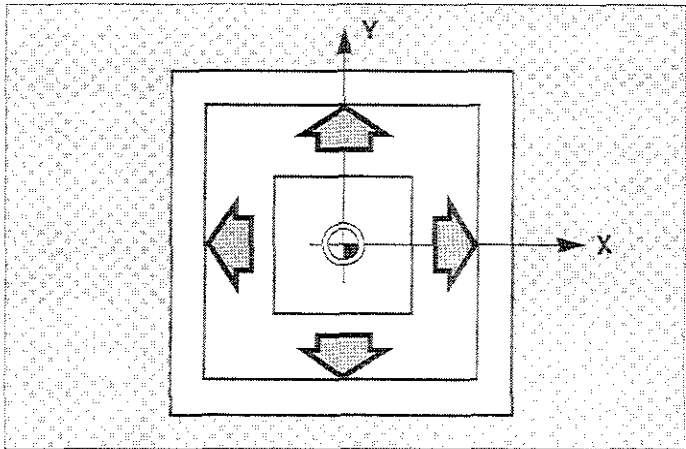
```
N210 G40 X-100 Y+0 M09 *
```

```
N220 G98 L0 *
```



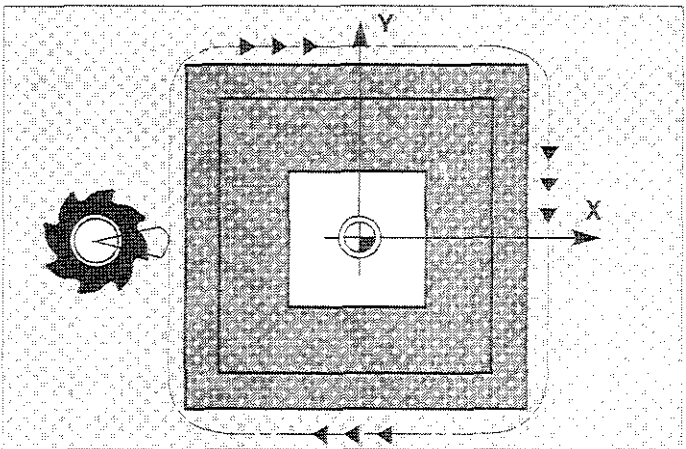
Zyklus-Definition für den Maßfaktor; der Zyklus ist nach der Definition sofort wirksam und bewirkt eine Vergrößerung der X- und Y-Koordinaten* um den eingegebenen Faktor.

```
N230 G72 F2 *  
N240 G00 Z-8 M03 *
```



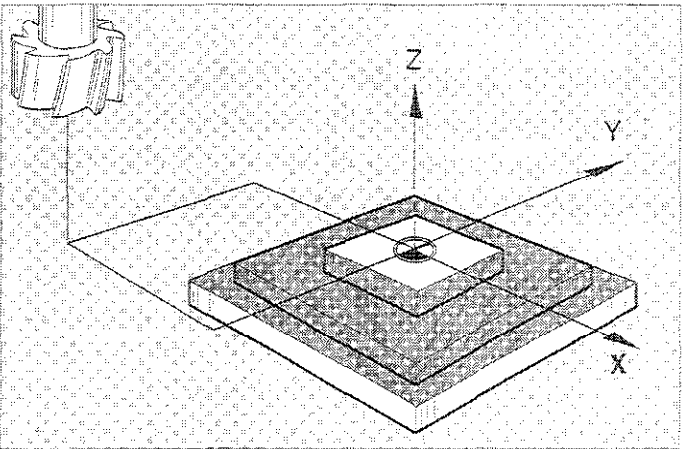
Aufruf des Unterprogramms L10. Fräsen der um den Faktor 2 vergrößerten Kontur.

```
N250 L10.0 *
```



Zurücksetzen des Maßfaktors auf 1,0.
Anschließend Anfahren der Werkzeugwechselposition über Unterprogramm-Aufruf (L1), Programm-Ende.

```
N260 G72 F1 *  
N270 L1.0 *  
N9999 % 650 G71 *
```



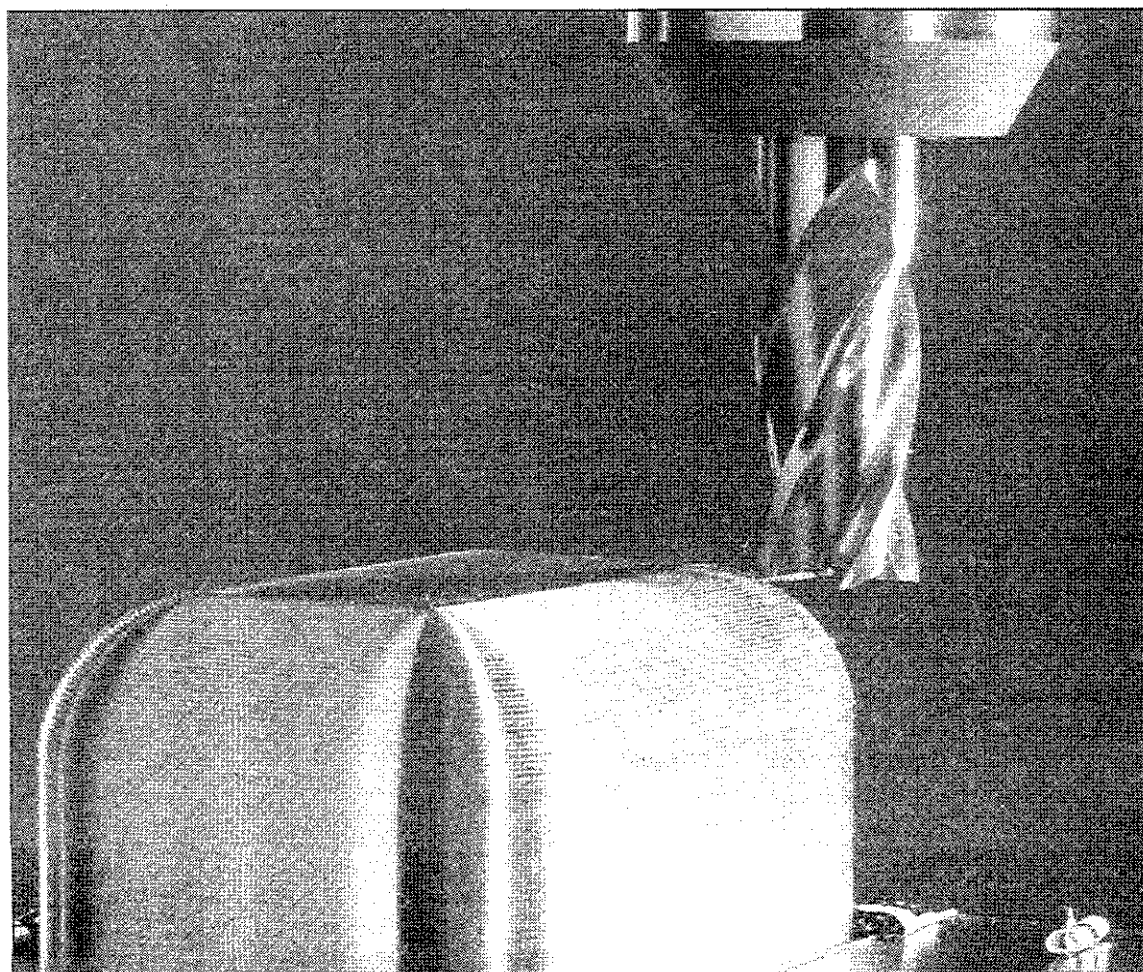
*Abhängig von einem Maschinenparameter kann der Maßfaktor auch für alle drei Koordinaten X, Y und Z gültig sein. In diesem Fall ist eine entsprechende Änderung des Programms nötig.

TNC

Bahnsteuerungen

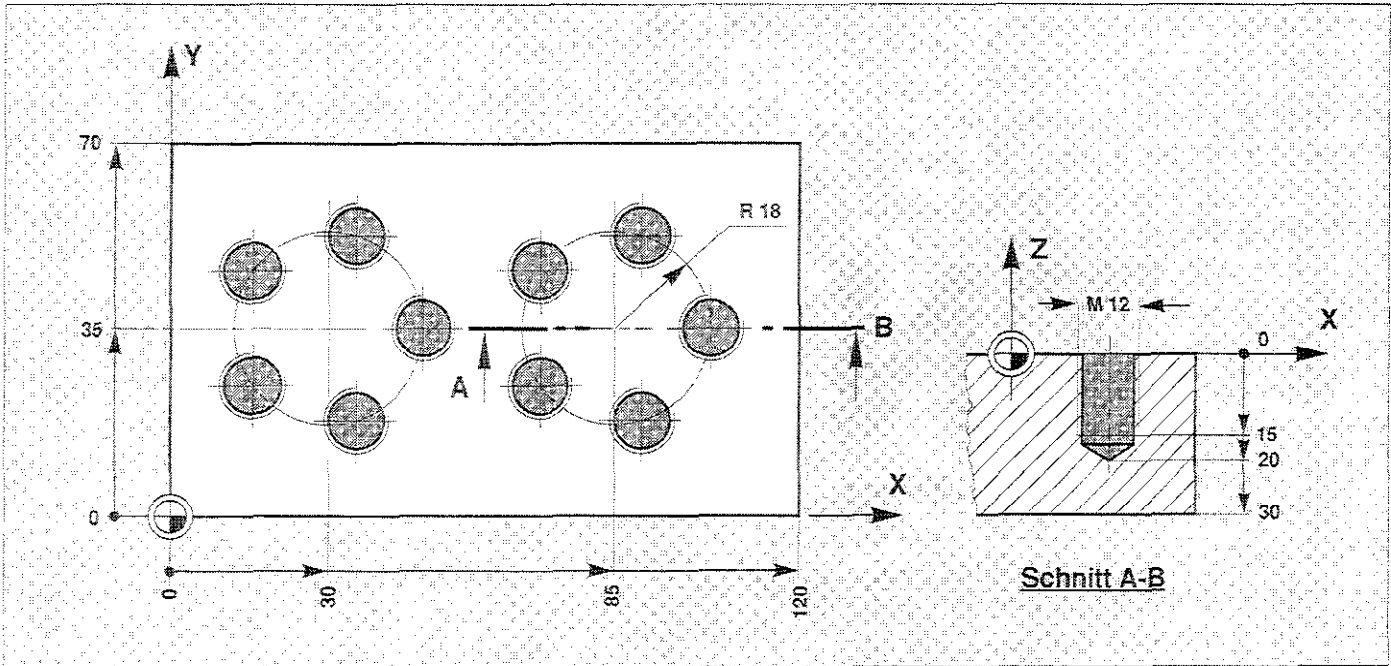
Parameter Technik

% 710 - % 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

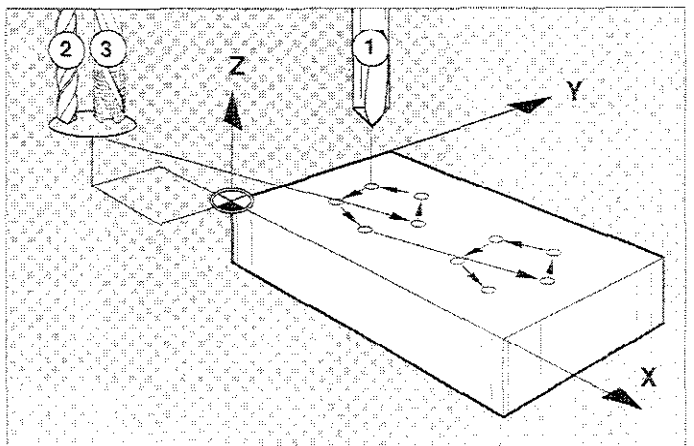
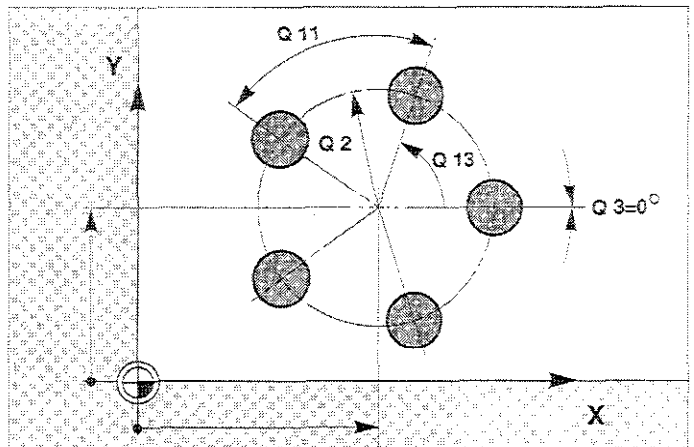
Die Gewinde werden in drei Arbeitsgängen mit drei verschiedenen Werkzeugen gebohrt:

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.



% 710 G71 *
 N. G30 G17 X+0 Y+0 Z-30 *
 N. G31 G90 X+120 Y+70 Z+0 *
 N10 D00 Q1 P01 +5 *
 N20 D00 Q2 P01 +18 *
 N30 D00 Q3 P01 +0 *
 N40 G98 L1 *
 N50 T0 G17 *
 N60 G00 G90 Z+100 M09 *
 N70 G40 X-50 Y-50 M05 *
 N80 G98 L0 *
 N90 G99 T1 L+0 R+7 *
 N100 G99 T2 L+12 R+5 *
 N110 G99 T3 L-5.8 R+6 *
 N120 D04 Q11 P01 +360 P02 +Q1 *
 N130 G38 M06 *
 N140 T1 G17 S3150 *
 N150 G83 P01 -2 P02 -6 P03 -3 P04 0
 P05 790 *
 N160 L10.0 *
 N170 L1.0 *
 N180 G38 M06 *
 N190 T2 G17 S3150 *
 N200 G83 P01 -2 P02 -20 P03 -10 P04 0
 P05 790 *

N210 L10.0 *
 N220 L1.0 *
 N230 G38 M06 *
 N240 T3 G17 S80 *
 N250 G84 P01 -2 P02 -15 P03 0 P04 140 *
 N260 L10.0 *
 N270 L1.0 *
 N280 G38 M02 *
 N290 G98 L10 *
 N300 G00 G40 G90 Z+2 M13 *
 N310 I+30 J+35 *
 N320 L99.0 *
 N330 I+85 J+35 *
 N340 L99.0 *
 N350 G98 L0 *
 N360 G98 L99 *
 N370 D00 Q13 P01 +Q3 *
 N380 G98 L20 *
 N390 G10 G40 G90 R+Q2 H+Q13 M99 *
 N400 D01 Q13 P01 -Q13 P02 +Q11 *
 N410 D12 P01+ Q13 P02 +360 P03 20 *
 N420 G98 L0 *
 N9999 % 710 G71 *

Parameter-Programmierung

Bohrbilder auf Teilkreis

```
% 710 G71 *
N. G30 G17 X+0 Y+0 Z-30 *
N. G31 G90 X+120 Y+70 Z+0 *
```

Parameter-Definitionen für die Bohrbild-Geometrie.

```
N10 D00 Q1 P01 +5 *
N20 D00 Q2 P01 +18 *
N30 D00 Q3 P01 +0 *
```

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

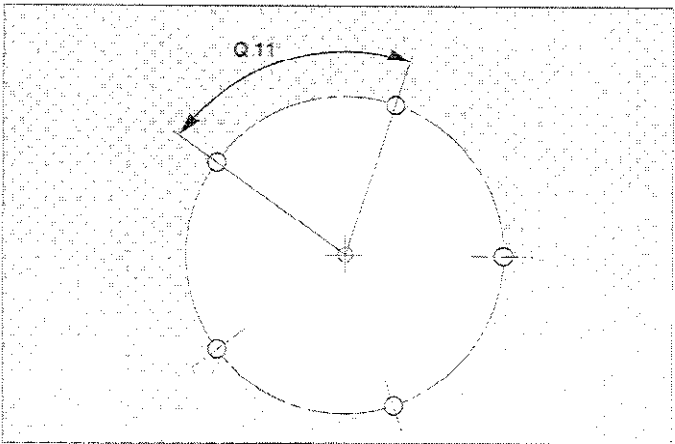
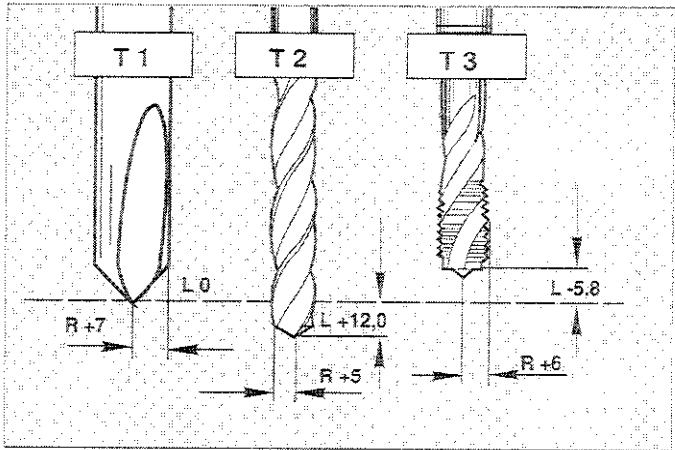
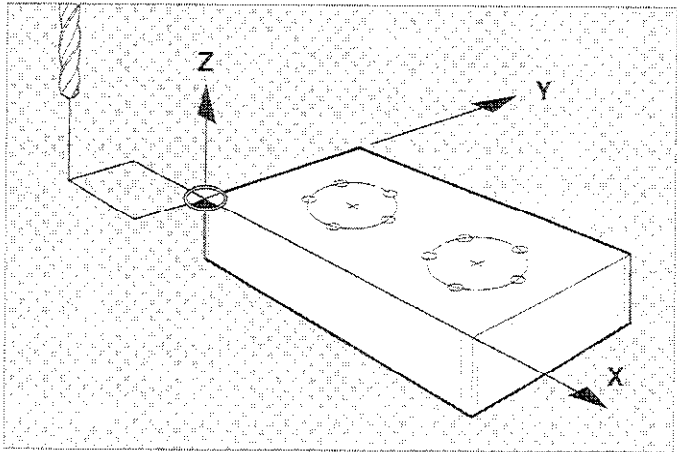
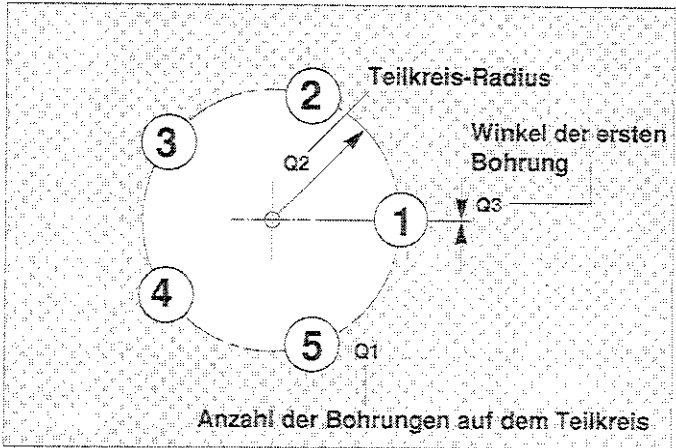
```
N40 G98 L1 *
N50 T0 G17 *
N60 G00 G90 Z+100 M09 *
N70 G40 X-50 Y-50 M05 *
N80 G98 L0 *
```

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

```
N90 G99 T1 L+0 R+7 *
N100 G99 T2 L+12 R+5 *
N110 G99 T3 L-5.8 R+6 *
```

Festlegen des Winkelschritts zur Positionierung der Werkzeuge.

```
N120 D04 Q11 P01 +360 P02 +Q1 *
```



Aufruf des NC-Anbohrers. Zyklus Definition für das Zentrieren. Der Sicherheits-Abstand ist unter dem Parameter P01 abgelegt.

```

N130 G38 M06 *
N140 T1 G17 S3150 *
N150 G83 P01 -2 P02 -6 P03 -3 P04 0
      P05 790 *
  
```

Vor jedem Zyklus-Aufruf muß sich das Werkzeug auf der richtigen Position befinden. Die Lage der beiden Teilkreise ist im Unterprogramm L10 abgelegt. Die Einzel-Positionen auf dem Teilkreis haben für beide Teilkreise die gleichen Polarkoordinaten. Die Berechnung und die Positionierung findet in einem weiteren Unterprogramm L 99 statt. Der Unterprogramm-Aufruf L99,0 erfolgt innerhalb des Unterprogramms L10. Die Verschachtelung ist so programmiert, daß das Werkzeug nach jeder Pol-Definition mit I und J alle Positionen auf dem Teilkreis anfährt.

Unterprogramm-Aufruf L10,0.

```

N160 L10,0 *

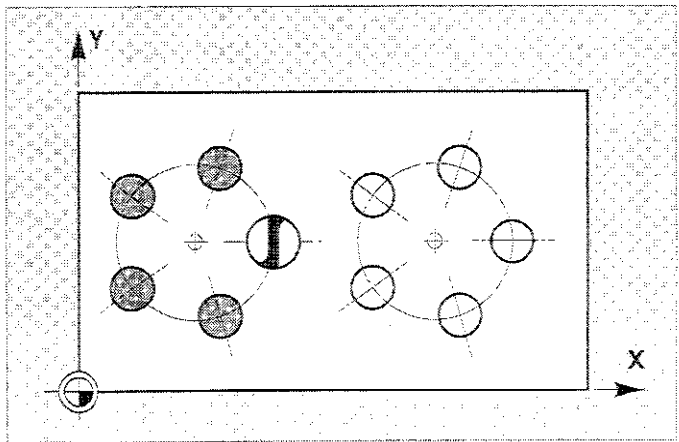
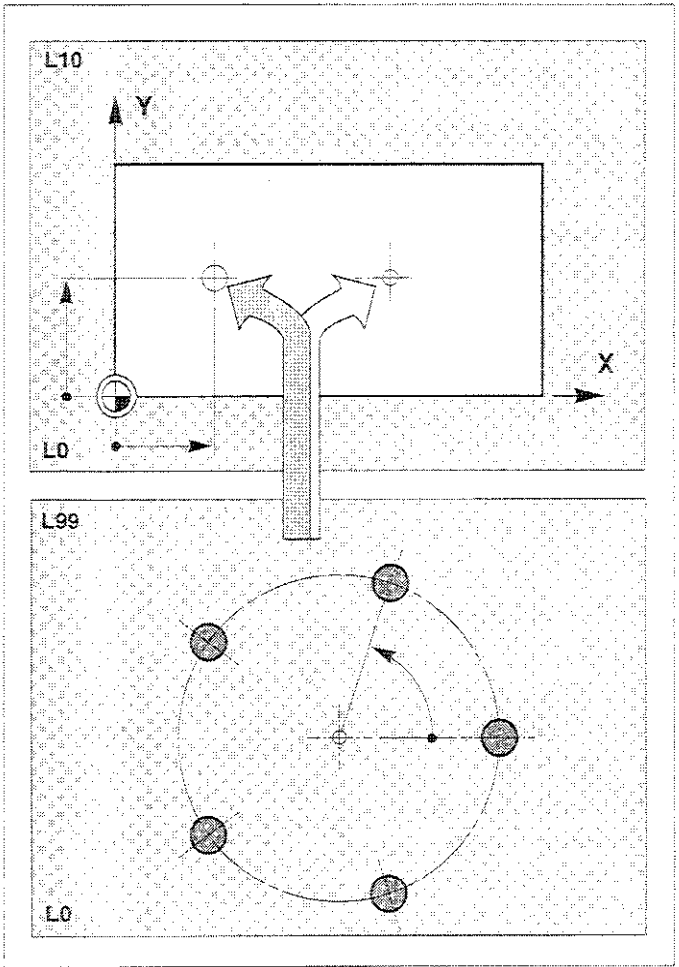
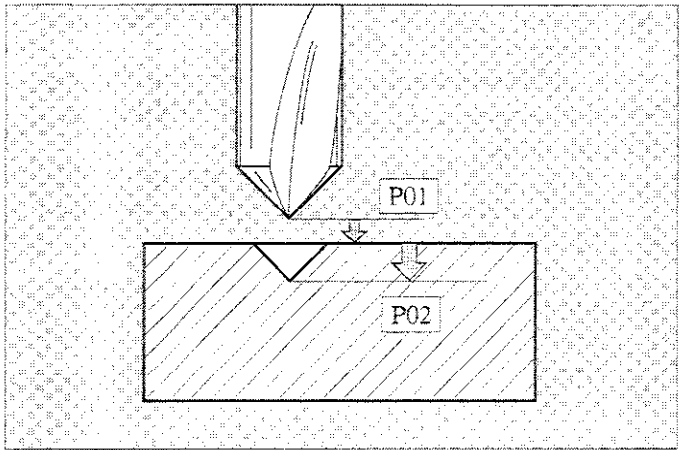
Unterprogramm L10: Positionieren in Z auf den Sicherheits-
Abstand. Festlegung des Pols für den ersten Teil-
kreis. Unterprogramm-Aufruf L99,0.

N290 G98 L10 *
N300 G00 G40 G90 Z+2 M13 *
N310 I+30 J+35 *
N320 L99,0 *
  
```

Unterprogramm L99: Zuweisung des Anfangswinkels Q3 für den Polarkoordinaten-Winkel PA (= Q13). Anschließend Zyklus-Aufruf über Zusatz-Funktion M99.

```

N360 G98 L99 *
N370 D00 Q13 P01 +Q3 *
N380 G98 L20 *
N390 G10 G40 G90 R+Q2 H+Q13 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 die Sprungmarke L20 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 L99 wird beendet.

N400 D01 Q13 P01 +Q13 P02 +Q11 *

N410 D12 P01 + Q13 P02 +360 P03 20 *

N420 G98 L0 *

Wieder Unterprogramm L10: Festlegung des Pols für den zweiten Teilkreis. Erneuter Aufruf des Unterprogramms L99.

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

Unterprogramm -Ende (L10) und Rücksprung ins Hauptprogramm zu Satz N170.

N330 I+85 J+35 *

N340 L99.0 *

N350 G98 L0 *

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

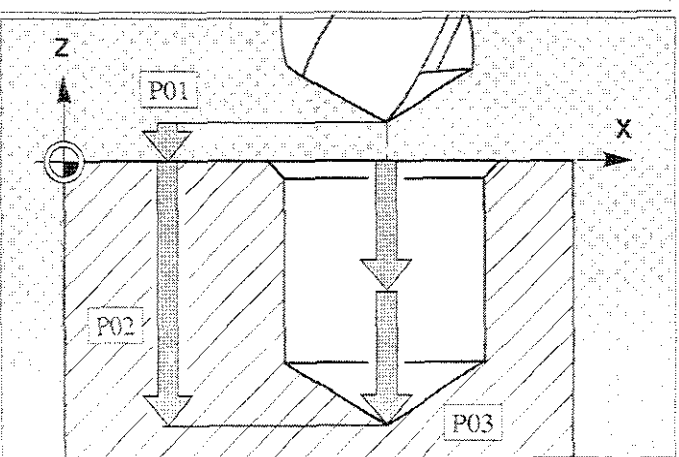
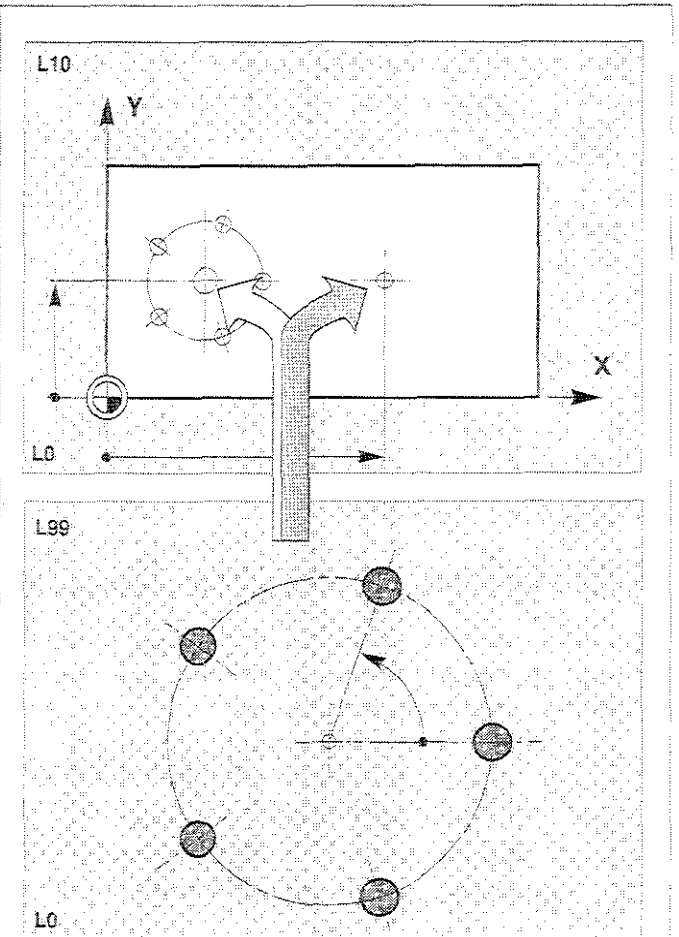
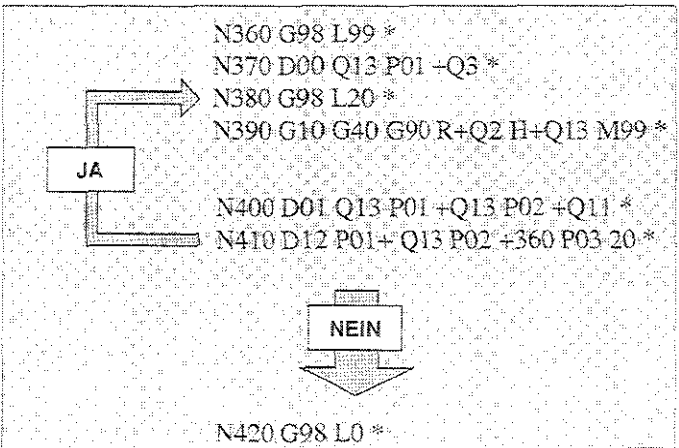
N170 L10 *

N180 G38 M06 *

N190 T2 G17 S3150 *

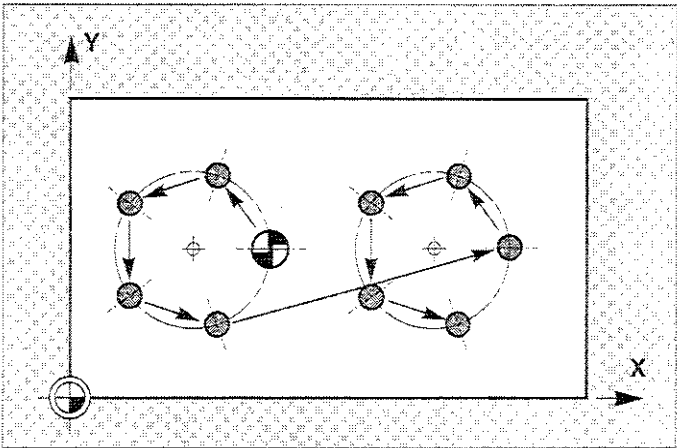
N200 G83 P01 -2 P02 -20 P03 -10 P04 0

P05 790 *



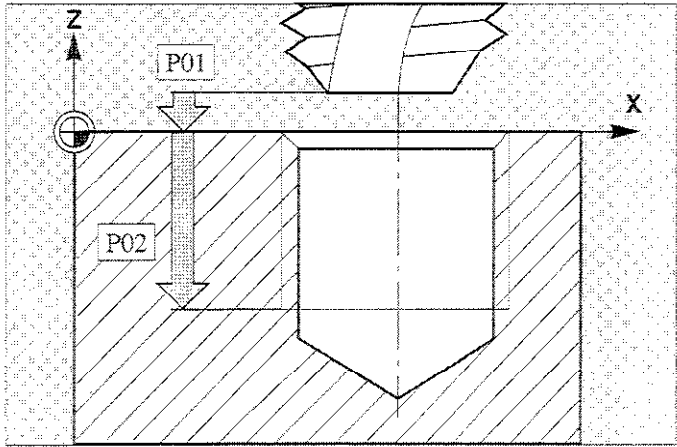
Aufruf des Unterprogramms L10. Anfahren aller Positionen der beiden Teilkreise. Bei jeder Position wird der Zyklus ausgeführt.

```
N210 L10.0 *
```



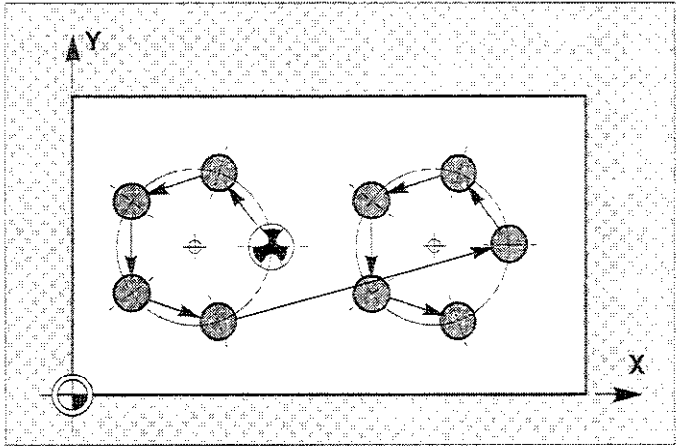
Anfahren der Werkzeugwechsel-Position, Aufruf des Gewindebohrers, Zyklus-Definition für das Gewindebohren.

```
N220 L1.0 *
N230 G38 M06 *
N240 T3 G17 S80 *
N250 G84 P01 -2 P02 -15 P03 0 P04 I40 *
```



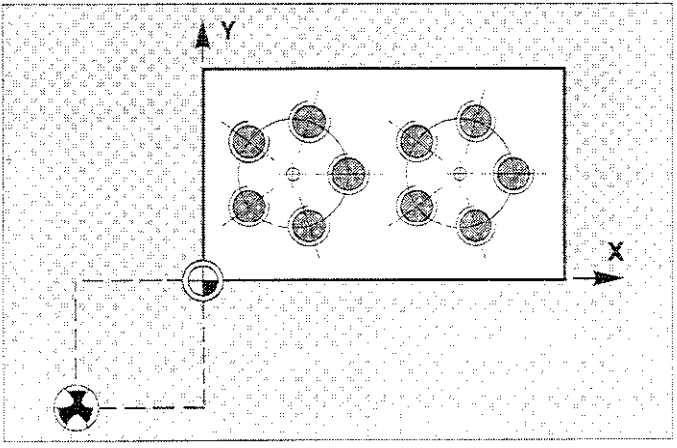
Aufruf des Unterprogramms L10. Bohren der Gewinde.

```
N260 L10.0 *
```



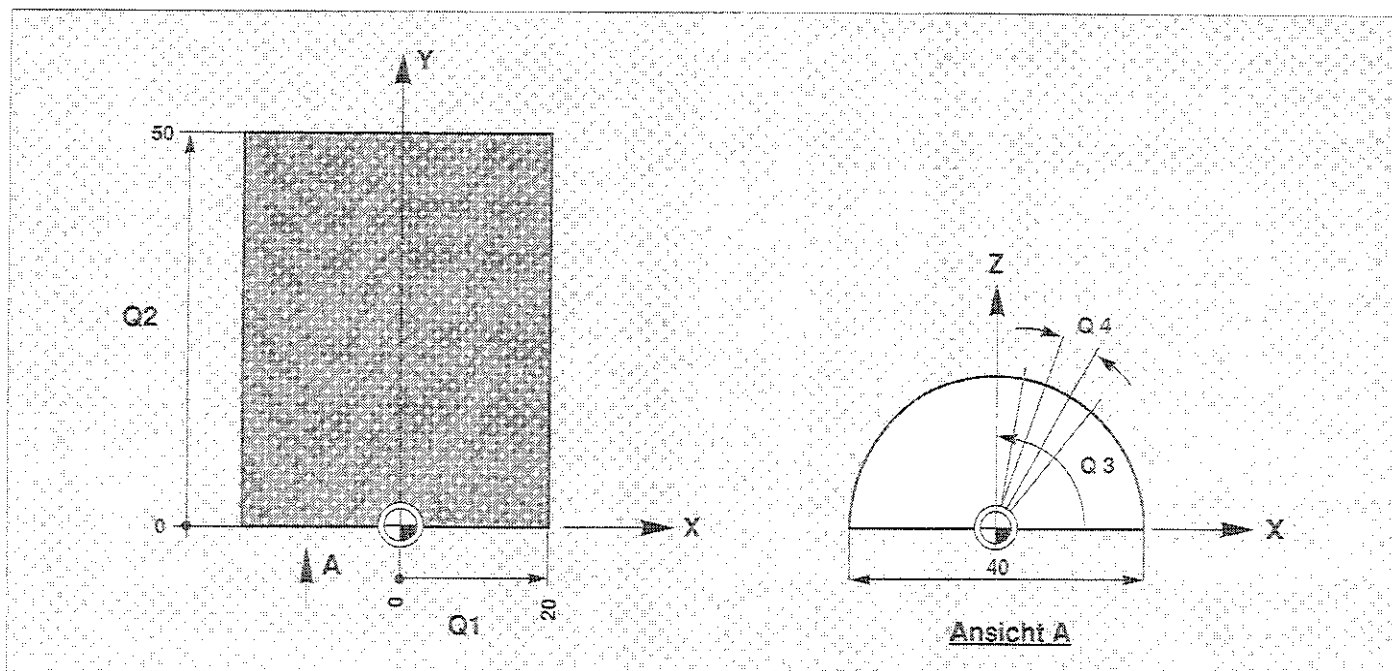
Anfahren der Werkzeugwechsel-Position, Programm-Halt und Rücksprung zu Programm-Beginn (M02). Gleichzeitig werden alle Parameter auf 0 gesetzt.

```
N270 L1.0 *
N280 G38 M02 *
```



Parameter-Programmierung

Ziehstempel fräsen Beispiel Zylinder-Hälfte



Werkstoff: Aluminium
 Roh-Maße: 40mm x 50mm x 20mm
 Werkzeug: Kugelfraser Ø 12mm, 6 Zähne

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 Kugelfraser- 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:

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

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

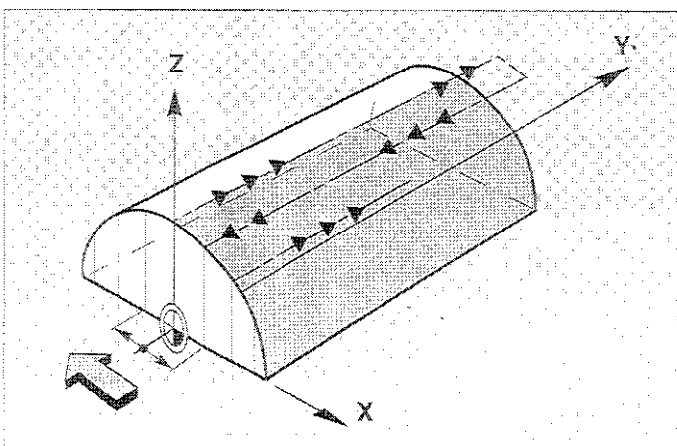
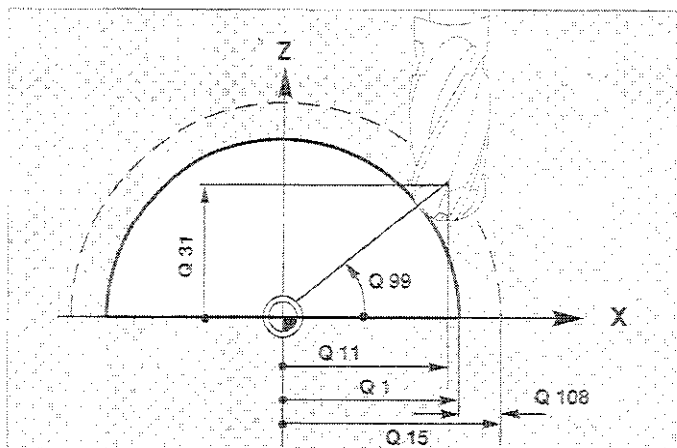
Für einen Winkel Q99 = Q3 (= 90°) ist der Z-Wert Q31 gleich dem Radius Q1 und der X-Wert Q11 gleich 0.

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.



% 720 G71 *
N. G30 G17 X-20 Y+0 Z+0 *
N. G31 G90 X+20 Y+50 Z+30 *

N10 D00 Q1 P01 +20 *
N20 D00 Q2 P01 +50 *
N30 D00 Q3 P01 +90 *
N40 D00 Q4 P01 +2 *
N50 D00 Q5 P01 +2 *

N60 T0 G17 *
N70 G98 L1 *
N80 G00 G90 Z+100 M05 *
N90 G40 X+0 Y-10 *
N100 G98 L0 *
N110 G99 T1 L-6 R+6 *
N120 G38 M06 *
N130 T1 G17 S3150 *

N140 D01 Q51 P01 +Q5 P02 +Q108 *
N150 D01 Q59 P01 +Q51 P02 +Q2 *
N160 D01 Q15 P01+Q1 P02+Q108 *
N170 D00 Q99 P01 +Q3 *

N180 G98 L30 *
N190 L10.0 *
N200 G00 G40 G90 Y-Q51 M03 *
N210 G01 X+Q11 Z+Q31 F1000 M08 *
N220 Y+Q2 *
N230 G00 Y+Q59 *
N240 D02 Q99 P01 +Q99 P02 +Q4 *
N250 D12 P01 +Q99 P02 +0 P03 20 *

N260 L10.0 *
N270 G00 G90 X+Q11 Z+Q31 *

N280 G01 Y+0 F1000 *
N290 G00 Y-Q51 *
N300 D02 Q99 P01 +Q99 P02 +Q4 *
N310 D12 P01 +Q99 P02 +0 P03 20 *
N320 D09 P01 +0 P02 +0 P03 30 *
N330 G98 L20 *
N340 G98 L0 *

N350 L1.0 *
N360 D00 Q99 P01 +Q3 *
N370 G28 X *
N380 L30.0 *
N390 G28 *

N400 L1.0 *
N410 G38 M02 *

N420 G98 L10 *
N430 D07 Q10 P01 +Q99 *
N440 D06 Q30 P01 +Q99 *
N450 D03 Q11 P01 +Q15 P02 +Q10 *
N460 D03 Q31 P01 +Q15 P02 +Q30 *
N470 G98 L0 *
N9999 % 720 G71 *

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 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.

```
% 720 G71 *  
N. G30 G17 X-20 Y+0 Z+0 *  
N. G31 G90 X+20 Y+50 Z+30 *
```

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.

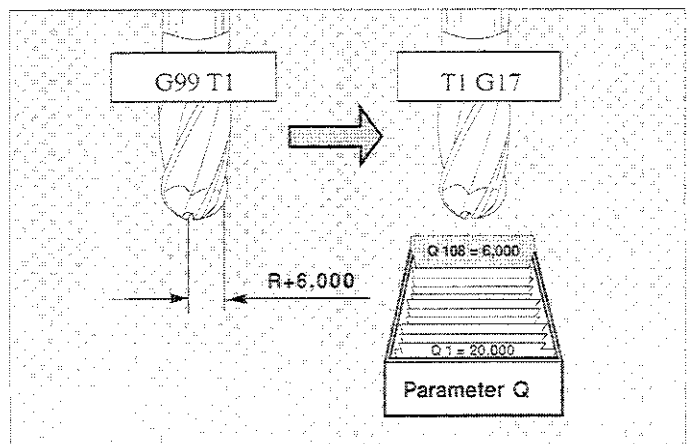
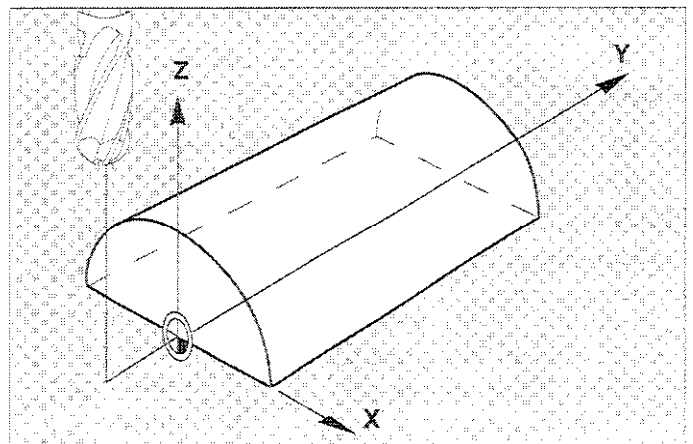
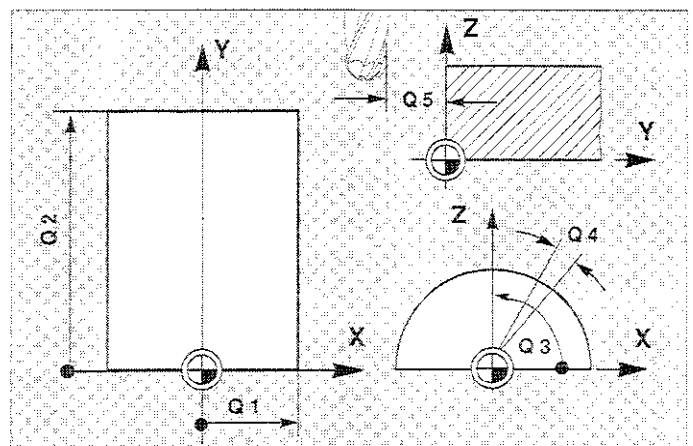
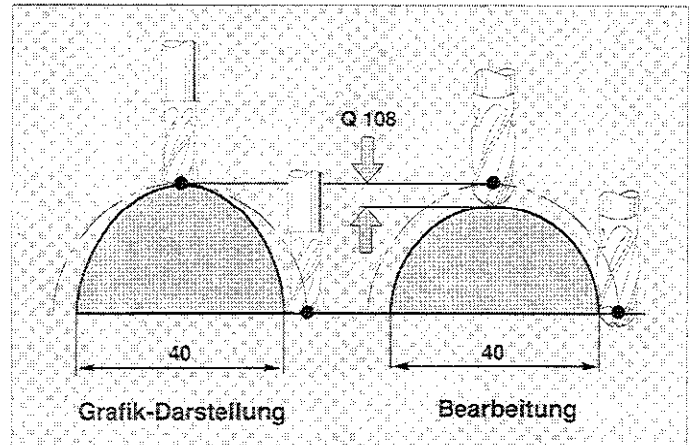
```
N10 D00 Q1 P01 +20 *  
N20 D00 Q2 P01 +50 *  
N30 D00 Q3 P01 +90 *  
N40 D00 Q4 P01 +2 *  
N50 D00 Q5 P01 +2 *
```

Aufruf des Werkzeugs Nr. 0. Anfahren der Ausgangs-Position im Eilgang (Unterprogramm L1).

```
N60 T0 G17 *  
N70 G98 L1 *  
N80 G00 G90 Z+100 M05 *  
N90 G40 X+0 Y-10 *  
N100 G98 L0 *
```

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. $Q1 + \text{Aufmaß}$).
Mit dem Werkzeug-Aufruf legt die TNC den Werkzeug-Radius selbsttätig unter dem Parameter Q108 ab.

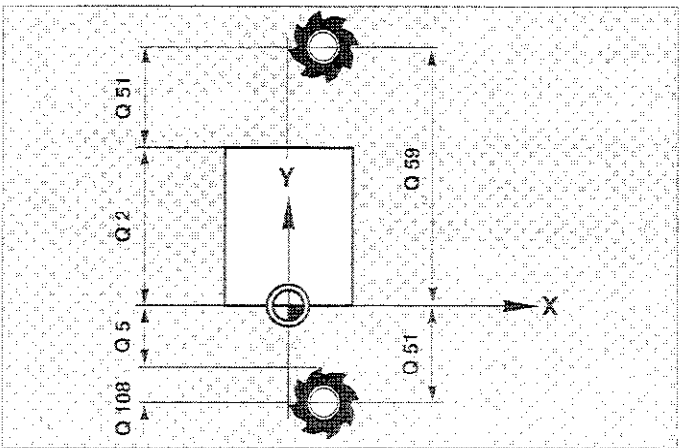
```
N110 G99 T1 L-6 R+6 *  
N120 G38 M06 *  
N130 T1 G17 S3150 *
```



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

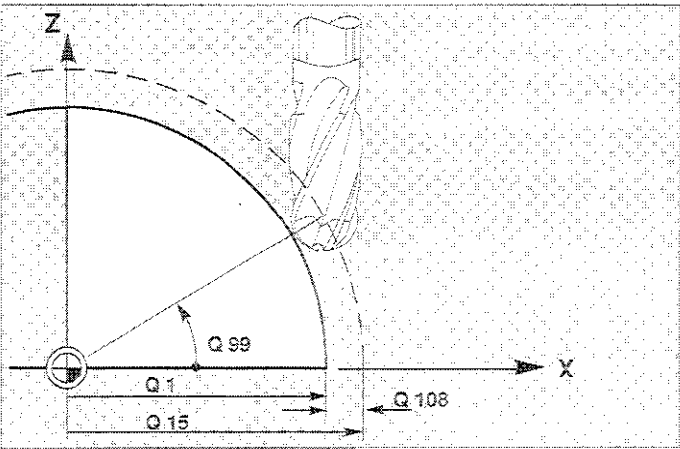
Parameter Q51 = Werkzeugradius + Sicherheits-Abstand

```
N140 D01 Q51 P01 +Q5 P02 +Q108 *
N150 D01 Q59 P01 +Q51 P02 +Q2 *
```

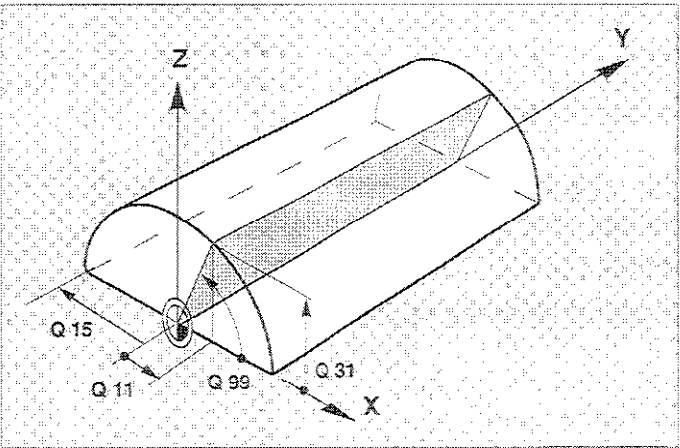


Berechnung des Radius für die Zustellung des Werkzeugs am kreisförmigen Zylinder-Querschnitt:

```
N160 D01 Q15 P01 +Q1 P02 +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 (L10) am Ende des Programms.



Zuweisung des Anfangswertes für den Winkel Q99. Der mit Parametern programmierte Abzeilvorgang steht in einem Unterprogramm (L30). Anschließend erfolgt der Aufruf des Unterprogramms L10, in dem die Parameter für die X- und Z-Koordinate berechnet werden.

```
N170 D00 Q99 P01+Q3 *
N180 G98 L30 *
N190 L10.0 *
```

```
N10 D00 Q1 P01 +20 *
N20 D00 Q2 P01 +50 *
N30 D00 Q3 P01 +90 *
N40...
N50...
↓
N170 D00 Q99 P01 +Q3 *
```


Parameter-Programmierung

Ziehstempel fräsen

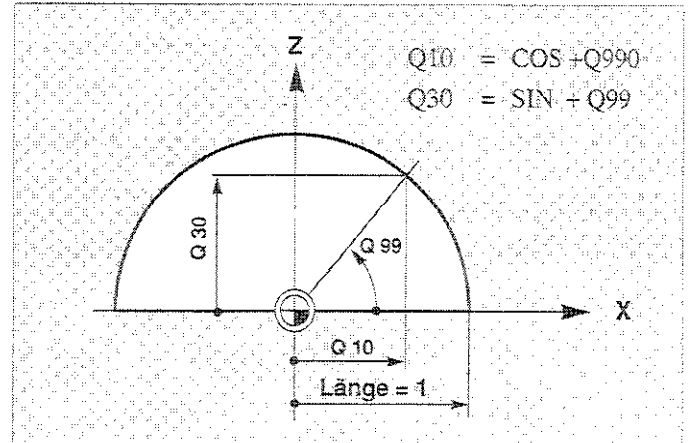
Beispiel Zylinder-Hälfte

Unterprogramm L10: Die Berechnung der Parameter für die X- und Z-Koordinate erfolgt in zwei Schritten.
Erster Schritt: Berechnung der Winkel-Funktionen.

```
N420 G98 L10 *
```

```
N430 D07 Q10 P01 +Q99 *
```

```
N440 D06 Q30 P01 +Q99 *
```

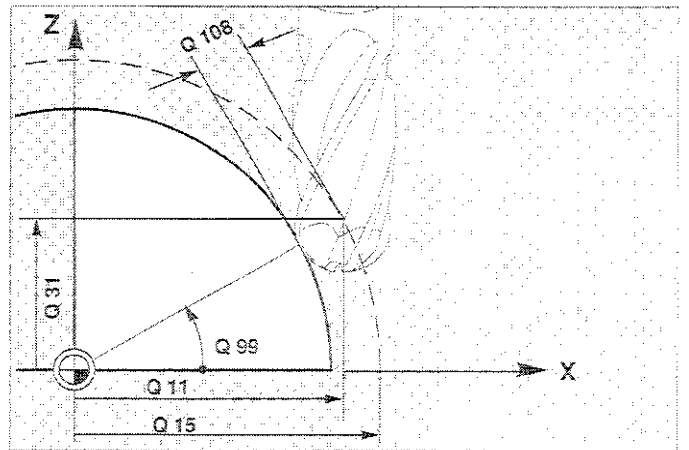


Zweiter Schritt: Berechnung der Parameter für X und Z mit den Zwischenergebnissen aus Satz 430 und 440.
Unterprogramm-Ende.

```
N450 D03 Q11 P01 +Q15 P02 +Q10 *
```

```
N460 D03 Q31 P01 +Q15 P02 +Q30 *
```

```
N470 G98 L0 *
```



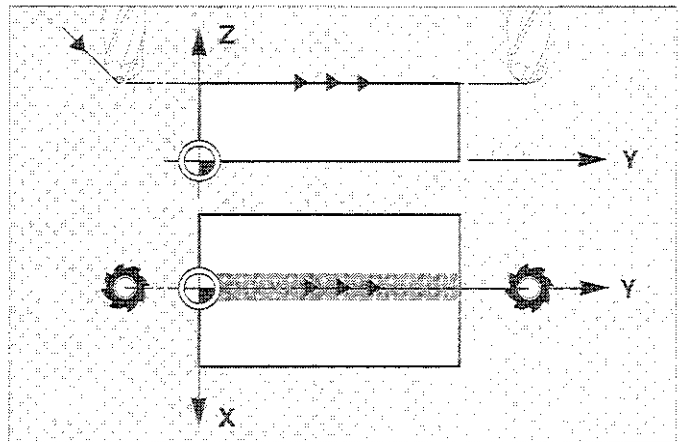
Anfahren der Startposition im Sicherheitsabstand (Satz 200 und 210). Abzählen entlang einer Geraden (Satz 220), Positionieren des Werkzeugs im Sicherheits-Abstand zum Werkstück (Satz 230).

```
N200 G00 G40 G90 Y-Q51 M03 *
```

```
N210 G01 X+Q11 Z+Q31 F1000 M08 *
```

```
N220 Y+Q2 *
```

```
N230 G00 Y+Q59 *
```



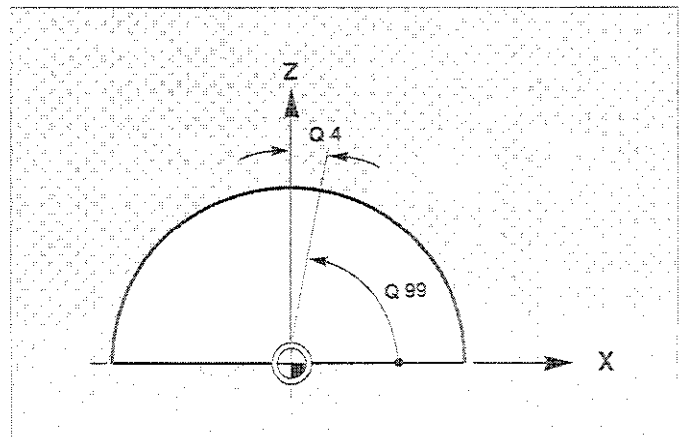
Für die Festlegung der nächsten Geraden wird der Winkel Q99 reduziert.

Ist der reduzierte Winkel kleiner als 0°, sind die Berechnungen hinfällig. In diesem Fall erfolgt ein Sprung auf L20.

```
N240 D02 Q99 P01 +Q99 P02 +Q4 *
```

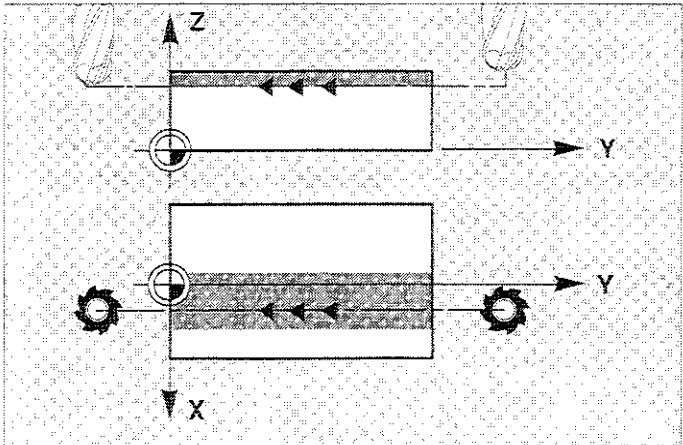
```
N250 D12 P01 +Q99 P02 +0 P03 20 *
```

```
N260 L10:0 *
```



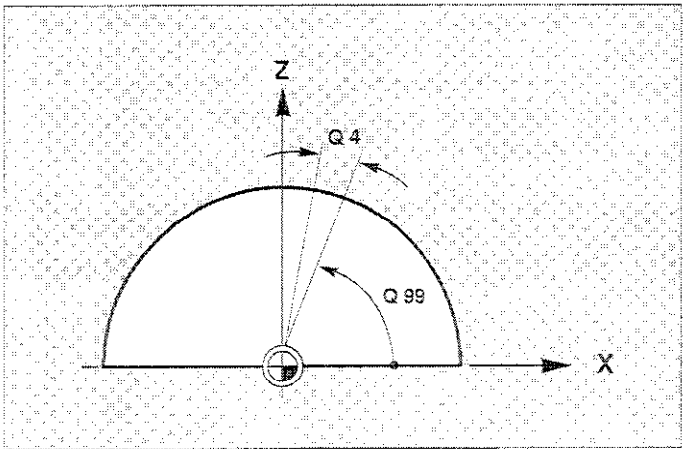
Anfahren der Startposition für den nächsten Abzeilvorgang (Satz 270). Abzeilen in Gegenrichtung entlang einer Geraden (Satz 280). Positionieren des Werkzeugs im Sicherheitsabstand zum Werkstück (Satz 290).

```
N270 G00 G90 X+Q11 Z+Q31 *
N280 G01 Y+0 F1000 *
N290 G00 Y-Q51 *
```



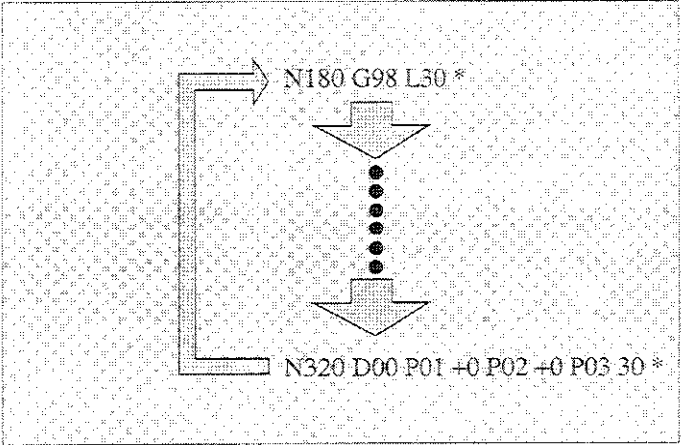
Erneute Reduzierung des Winkels Q99 für den nächsten Abzeilvorgang.

```
N300 D02 Q99 P01 +Q99 P02 +Q4 *
N310 D12 P01 +Q99 P02 +0 P03 20 *
```



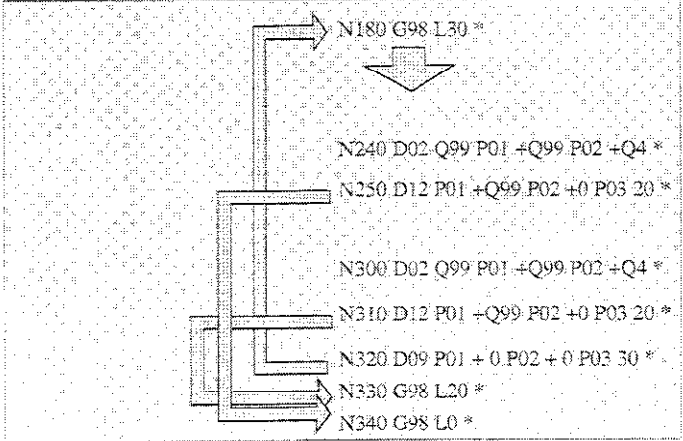
Für die nächsten Abzeilvorgänge verwendet man die Sätze N180 bis N310 mit jeweils neu berechneten Werten für das Positionieren des Werkzeugs. Dazu ist ein Rücksprung auf die Sprungmarke L30 in Satz N180 notwendig. Diesen Rücksprung kann man nicht mit L30,0 programmieren, da ein Unterprogramm nicht aus 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.

```
N320 D00 P01 +0 P02 +0 P03 30 *
```



Ist der Winkel Q99 nach etlichen Abzeilvorgängen kleiner als 0°, wird der Sprung auf die Sprungmarke L20 in Satz N330 ausgeführt. L0 in Satz 340 dient zum Abschluß des Unterprogramms L30.

```
N330 G98 L20 *
N340 G98 L0 *
```



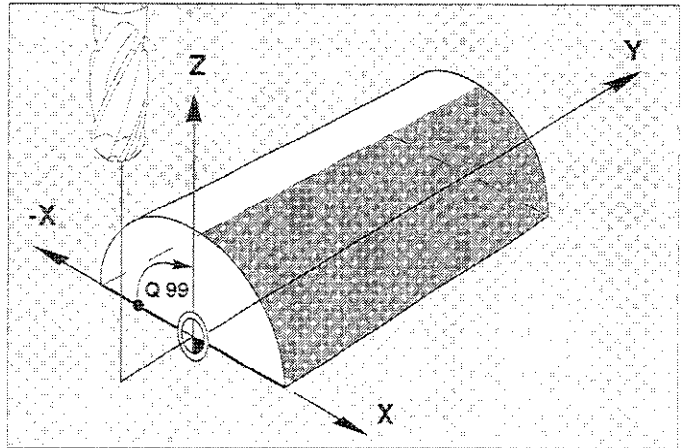
Parameter-Programmierung

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 L30 wird erneut aufgerufen. Vorher muß das Werkzeug die Ausgangs-Position einnehmen; die Anweisungen dafür stehen im Unterprogramm L1. Ebenso muß der Winkel Q99 wieder den Anfangswert Q3 annehmen.

```
N350 L1,0 *
```

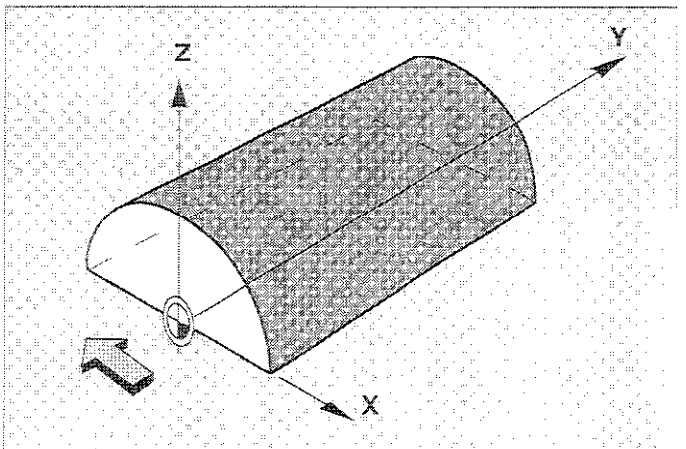
```
N360 D00 Q99 P01 +Q3 *
```



Definition des Zyklus Spiegeln, Vorzeichenwechsel aller X-Werte. Die Zyklus-Definition ist zugleich Zyklus-Aufruf. Anschließend erfolgt der Aufruf des Unterprogramms L30, in dem alle Werkzeugbewegungen berechnet und durchgeführt werden.

```
N370 G28 X *
```

```
N380 L30,0 *
```

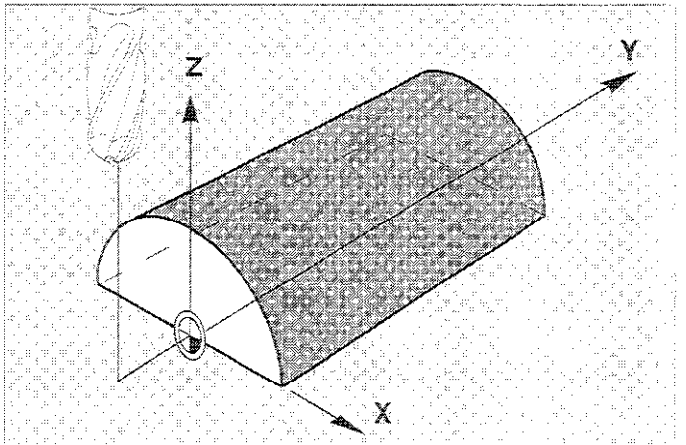


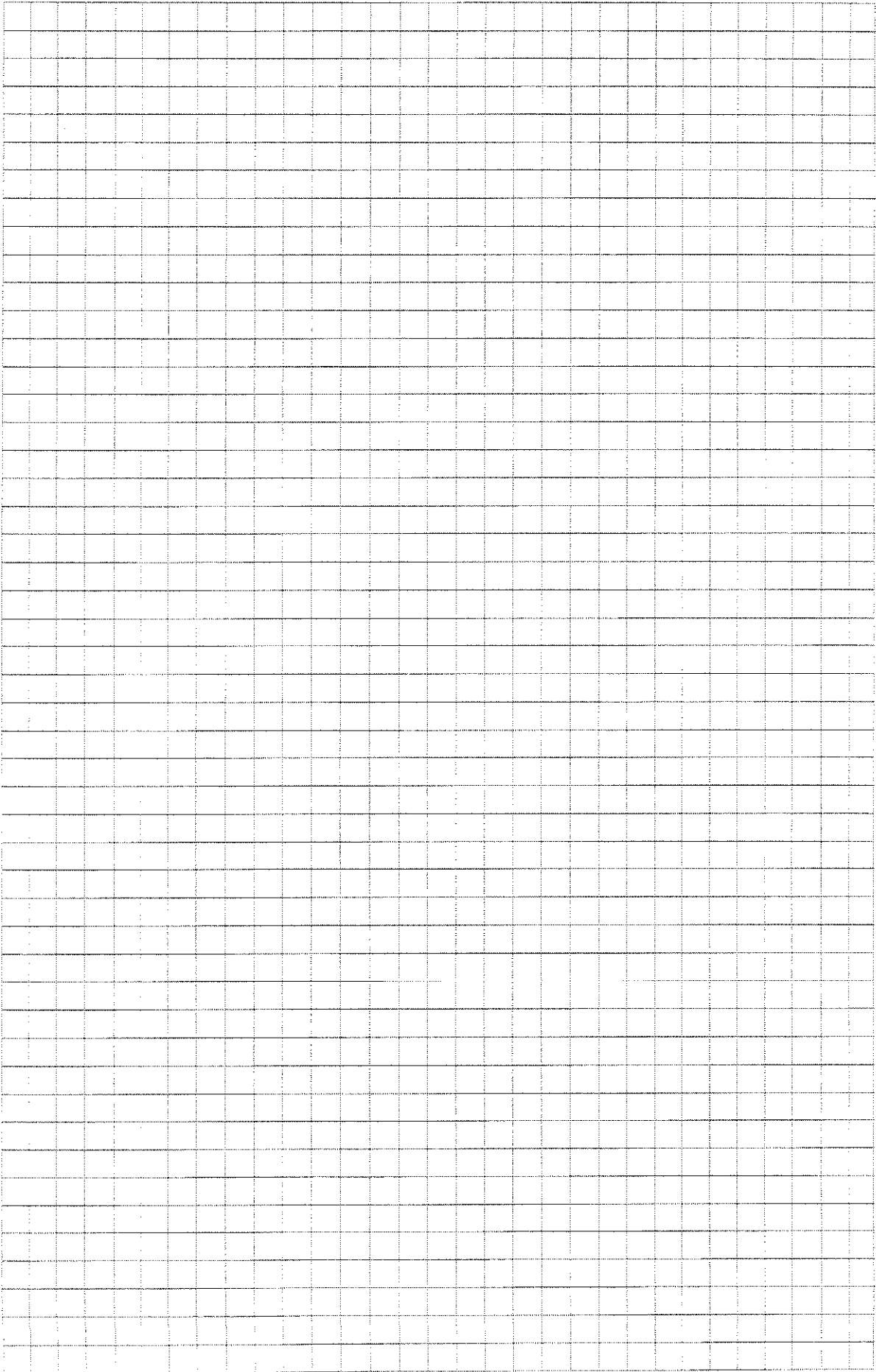
Aufheben des Zyklus Spiegeln (Satz N390), Anfahren der Ausgangs-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Programmlauf-Halt und Rücksprung zum Programm-anfang (M02). Mit M02 werden alle Parameter wieder auf Null gesetzt.

```
N390 G28 *
```

```
N400 L1,0 *
```

```
N410 G38 M02 *
```

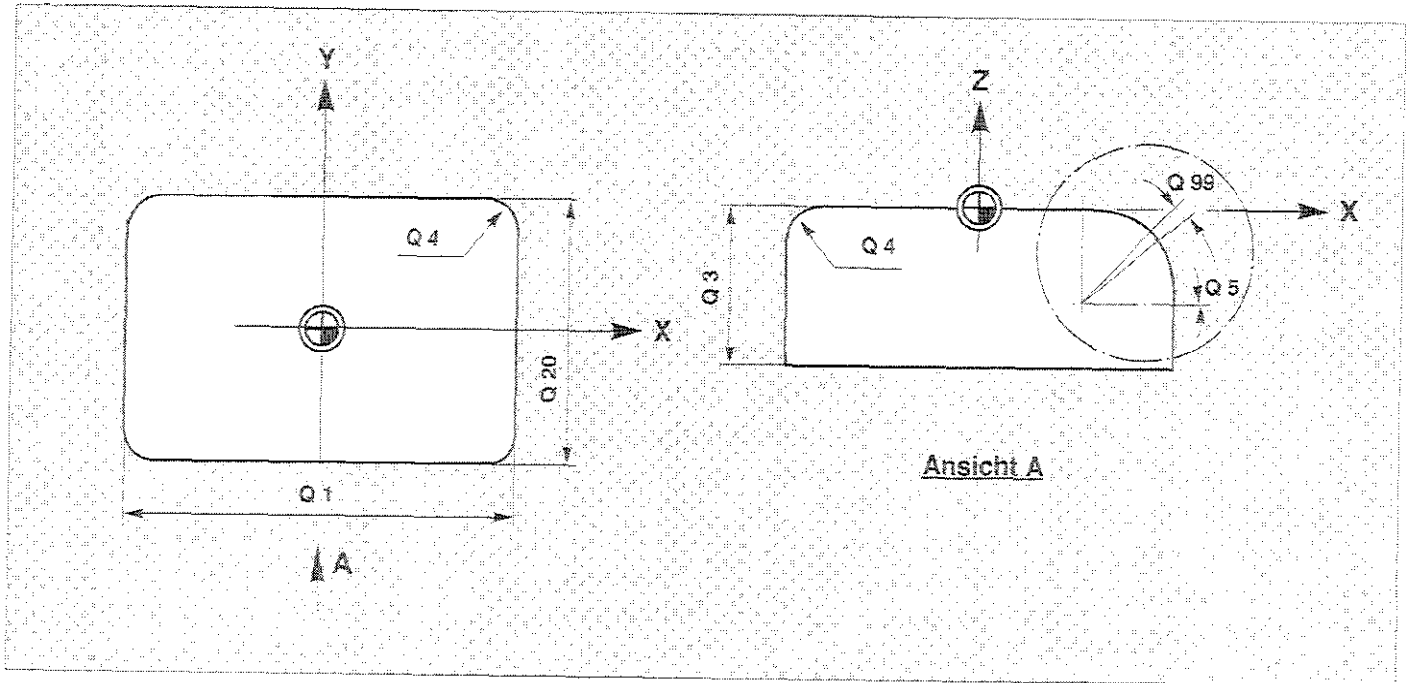




Parameter-Programmierung

Ziehstempel fräsen

Beispiel abgerundeter Quader



Werkstoff: Aluminium

Roh-Maße: 80mm x 52mm x 30mm

Werkzeug: Schrubb-/Schlicht-Fräser Ø 10mm,
6 Schneiden

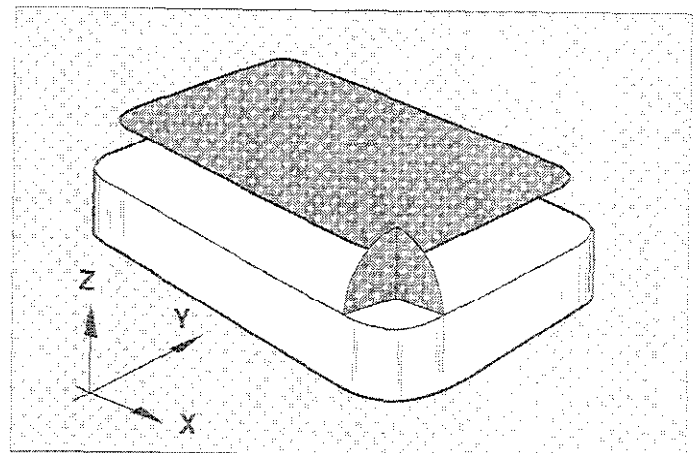
Q1 = 75	(Länge)
Q2 = 50	(Breite)
Q3 = 30	(Höhe)
Q4 = 15	(Radius)
Q5 = 0°	(Anfangswinkel)
Q6 = 4	(Sicherheits-Abstand)
Q7 = 1890,000	(Vorschub im mm/min)
Q99 = 5°	(Winkelschritt)

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 G25 abgerundet werden.

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

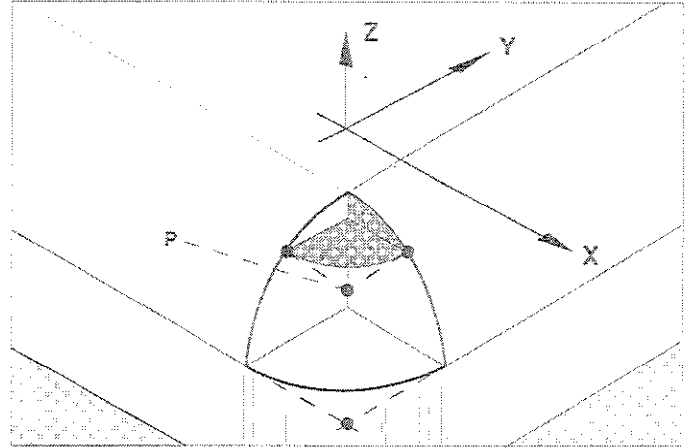
Innerhalb des Programms werden daher für jede Z-Koordinate die Koordinaten X und Y für die Eckpunkte und der jeweilige Rundungsradius berechnet.



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

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

$$Q32 = Q4 \cdot \sin Q98$$

Wert für

X-Koordinate: Q13

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

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

$$Q12 = Q4 \cdot \cos Q98$$

Wert für

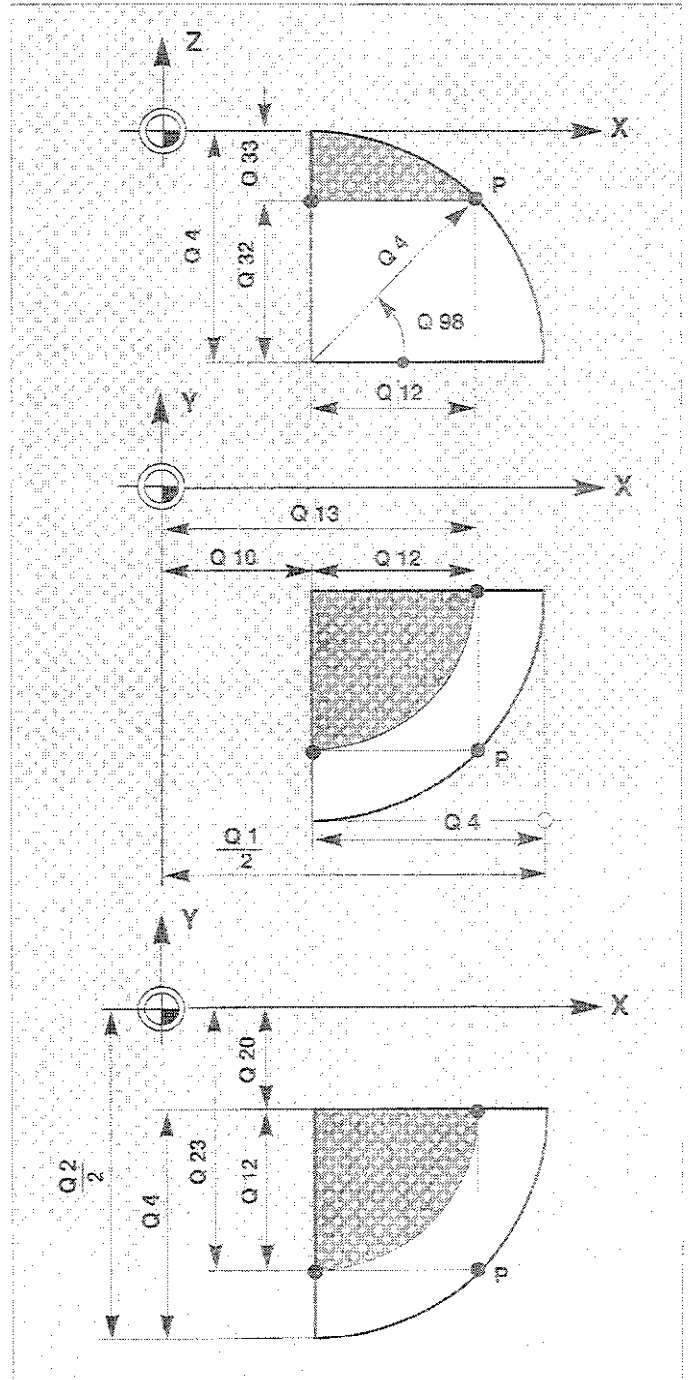
Y-Koordinate: Q23

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

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

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 einen 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.



Parameter-Programmierung

Ziehstempel fräsen

Beispiel abgerundeter Quader

% 730 G71 *
N. G30 G17 X-40 Y-26 Z-30 *
N. G31 G90 X+40 Y+26 Z+0 *
N10 D00 Q1 P01 +75 *
N20 D00 Q2 P01 +50 *
N30 D00 Q3 P01 +30 *
N40 D00 Q4 P01 +15 *
N50 D00 Q5 P01 +0 *
N60 D00 Q6 P01 +4 *
N70 D00 Q7 P01 +1890 *
N80 D00 Q99 P01 +5 *
N90 G98 L1 *
N100 T0 G17 *
N110 G00 G90 Z+100 M09 *
N120 G40 X-100 Y-100 M05 *
N130 G98 L0 *
N140 G99 T37 L+0 R+5 *
N150 G38 M06 *
N160 T37 G17 S3150 *
N170 D04 Q21 P01 +Q2 P02 +2 *
N180 D01 Q29 P01 +Q21 P02 +Q108 *
N190 D01 Q29 P01 +Q29 P02 +Q6 *
N200 G00 G90 Z+Q6 *
N210 G40 X+0 Y-Q29 *
N220 Z-Q3 *
N230 D04 Q11 P01 +Q1 P02 +2 *
N240 D02 Q10 P01 +Q11 P02 +Q4 *
N250 D02 Q20 P01 +Q21 P02 +Q4 *
N260 D00 Q98 P01 +Q5 *
N270 G98 L40 *

N280 L10.0 *
N290 G01 G42 X+0 Y-Q23 FQ7
M13 *
N300 G26 R1 *
N310 X+Q13 *
N320 G25 RQ12 *
N330 Y+Q23 *
N340 G25 RQ12 *
N350 X-Q13 *
N360 G25 RQ12 *
N370 Y-Q23 *
N380 G25 RQ12 *
N390 G42 X+5 *
N400 G27 R1 *
N410 G00 G40 X+0 Y-Q29 *
N420 Z-Q33 *
N430 D01 Q98 P01 +Q98 P02 +Q99
N440 D12 P01 +Q98 P02 +90 P03 40 *
N450 L1.0 *
N460 G38 M02 *
N470 G98 L10 *
N480 D07 Q41 P01 +Q98 *
N490 D06 Q42 P01 +Q98 *
N500 D03 Q12 P01 +Q4 P02 +Q41 *
N510 D01 Q13 P01 +Q10 P02 +Q12 *
N520 D01 Q23 P01 +Q20 P02 +Q12 *
N530 D03 Q32 P01 +Q4 P02 +Q42 *
N540 D02 Q33 P01 +Q4 P02 +Q32 *
N550 G98 L0 *
N9999 % 730 G71 *

Parameter-Liste

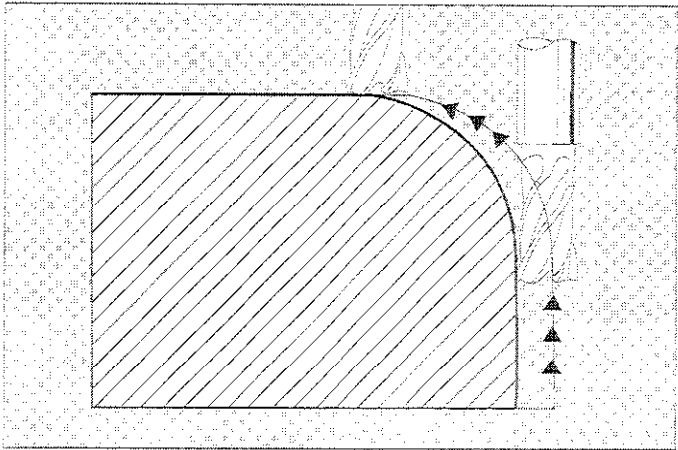
- Q1 = Quader-Länge
- Q2 = Quader-Breite
- Q3 = Quader-Höhe
- Q4 = Radius
- Q5 = Anfangswinkel
- Q6 = Sicherheits-Abstand
- Q7 = Vorschub in mm/min

- Q13 = X-Koordinate
- Q23 = Y-Koordinate
- Q33 = Z-Koordinate

- Q98 = Winkel beim Abzeilen
- Q99 = Winkelschritt

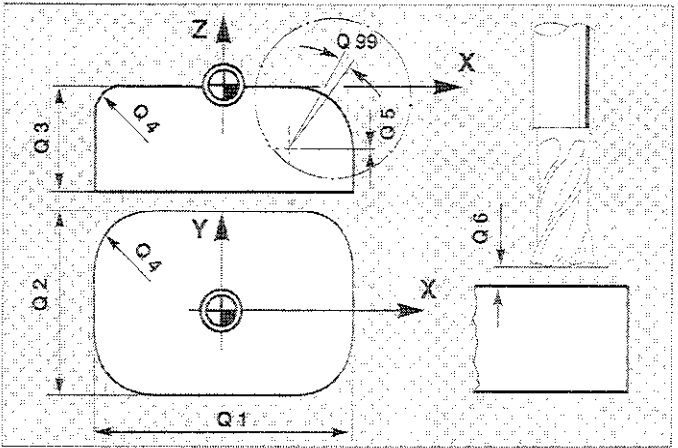
Rohteil-Abmessungen für die Bearbeitungs-Simulation mit der Bildschirm-Grafik. Bei der Bearbeitung wird ein zylindrischer Schaftfräser verwendet.

```
% 730 G71 *  
N.. G30 G17 X-40 Y-26 Z-30 *  
N.. G31 G90 X+40 Y+26 Z+0 *
```



Parameter-Definitionen zur Quader-Geometrie (Satz N10 bis N80). Unter dem Parameter Q6 ist der Sicherheits-Abstand des Werkzeugs zum Werkstück abgelegt. Parameter Q7 steht für den Vorschub.

```
N10 D00 Q1 P01 +75 *  
N20 D00 Q2 P01 +50 *  
N30 D00 Q3 P01 +30 *  
N40 D00 Q4 P01 +15 *  
N50 D00 Q5 P01 +0 *  
N60 D00 Q6 P01 +4 *  
N70 D00 Q7 P01 +1890 *  
N80 D00 Q99 P01 +5 *
```

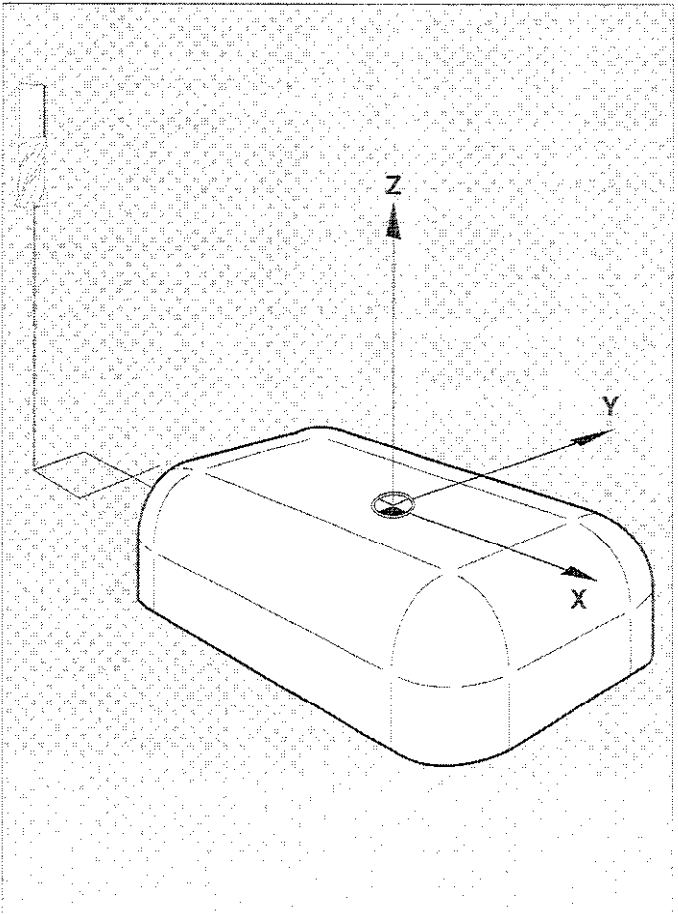


Aufruf des Werkzeugs Nr. 0. Anfahren der Werkzeugwechsel-Position im Eilgang (als Unterprogramm L1 definiert).

```
N90 G98 L1 *  
N100 T0 G17 *  
N110 G00 G90 Z+100 M09 *  
N120 G40 X-100 Y-100 M05 *  
N130 G98 L0 *
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs Nr. 37.

```
N140 G99 T37 L+0 R+5 *  
N150 G38 M06 *  
N160 T37 G17 S3150 *
```

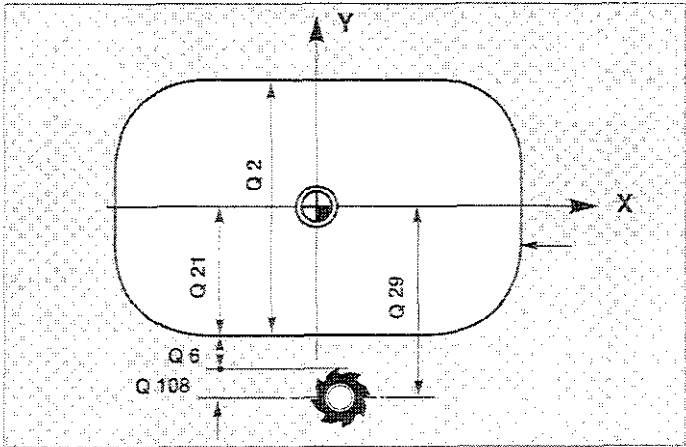


Parameter-Programmierung

Ziehstempel fräsen Beispiel abgerundeter Quader

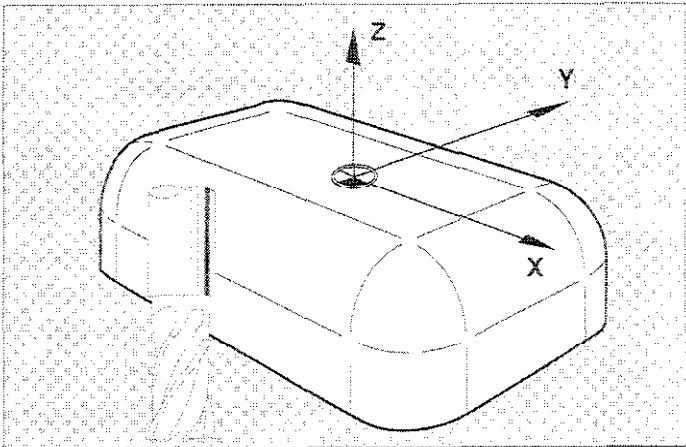
Festlegung des Parameters Q29 für die Y-Koordinate der Ausgangs-Position. Das Werkzeug soll in Y vor dem Werkstück im Sicherheits-Abstand positioniert werden. Mit dem Werkzeug-Aufruf wird der Fräserradius automatisch in Parameter Q108 abgelegt.

```
N170 D04 Q21 P01 +Q2 P02 +2 *  
N180 D01 Q29 P01 +Q21 P02 +Q108 *  
N190 D01 Q29 P01 +Q29 P02 +Q6 *
```



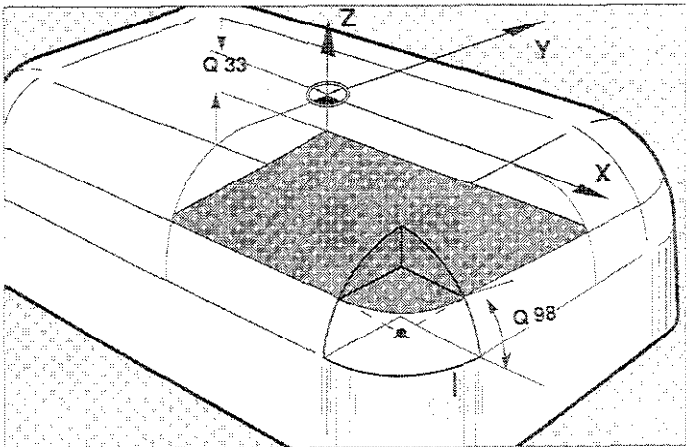
Zustellen des Werkzeugs im Eilgang zur Ausgangs-Position.

```
N200 G00 G90 Z+Q6 *  
N210 G40 X+0 Y-Q29 *  
N220 Z-Q3 *
```



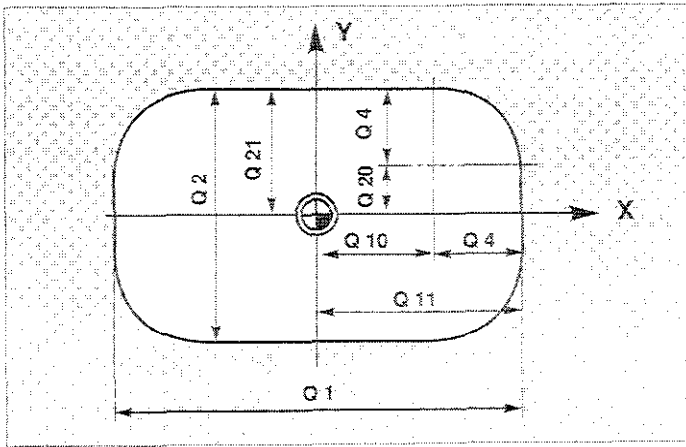
Die folgenden Zielpunkt-Koordinaten für das Fräsen des Quaders sind abhängig vom variablen Winkel Q98. Für jeden neuen Winkel Q98 erfolgt eine Berechnung der Parameter Q13 (X-Koordinate), Q23 (Y-Koordinate) und Q33 (Z-Koordinate). Die entsprechenden Parameter-Definitionen stehen daher in einem Unterprogramm.

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 (Satz N170) für die Y-Werte.

```
N230 D04 Q11 P01 +Q1 P02 +2 *  
N240 D02 Q10 P01 +Q11 P02 +Q4 *  
N250 D02 Q20 P01 +Q21 P02 +Q4 *
```

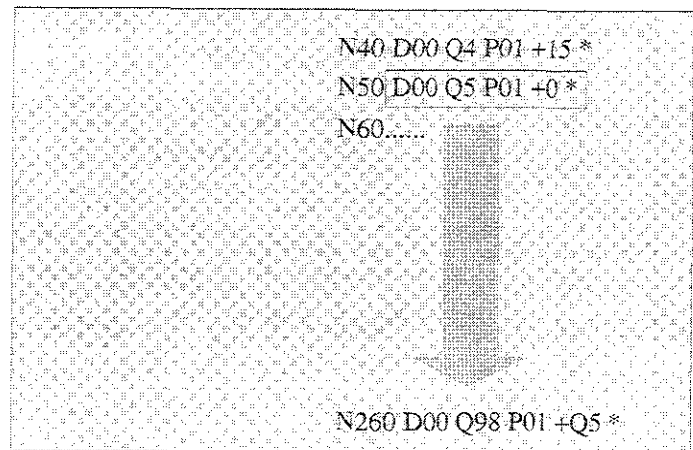


Zuweisung des Anfangswertes für den Winkel Q98.
Anschließend erfolgt ein Unterprogramm-Aufruf L10,0, in dem die Parameter für die X-, Y- und Z-Koordinaten der Quader-Eckpunkte berechnet werden.

N260 D00 Q98 P01 +Q5 *

N270 G98 L40 *

N280 L10.0 *



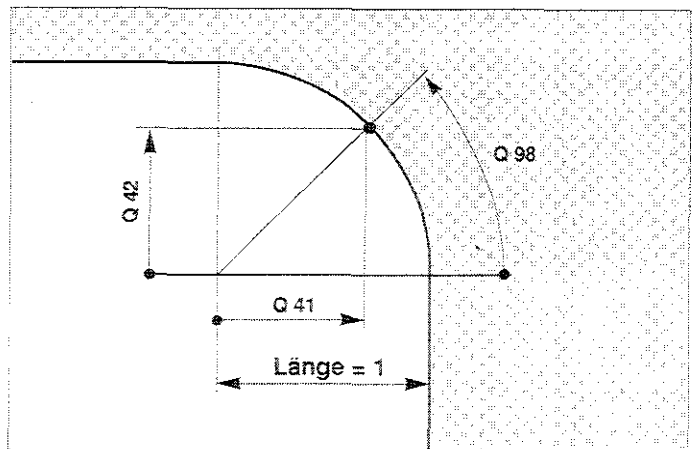
Die Berechnung der Parameter Q13, Q23 und Q33 erfolgt in mehreren Teilschritten.

Zuerst die Berechnung der Winkel-Funktionen:

N470 G98 L10 *

N480 D07 Q41 P01 +Q98 *

N490 D06 Q42 P01 +Q98 *

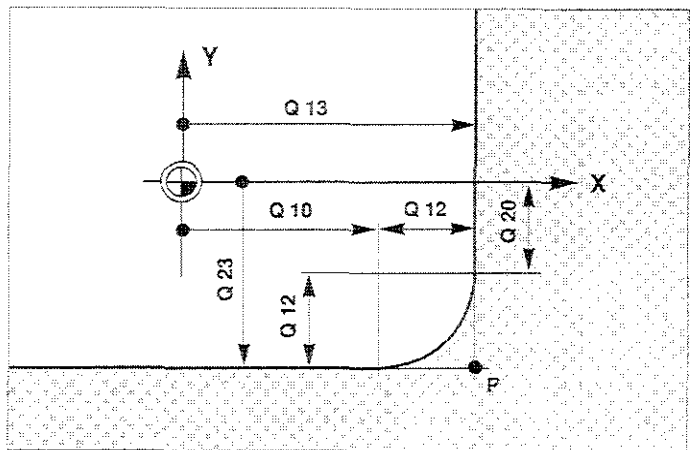


Dann die Berechnungen mit den aus Satz N480 und N490 erhaltenen Zwischenergebnissen für die X- und Y-Koordinate:

N500 D03 Q12 P01 +Q4 P02 +Q41 *

N510 D01 Q13 P01 +Q10 P02 +Q12 *

N520 D01 Q23 P01 +Q20 P02 +Q12 *

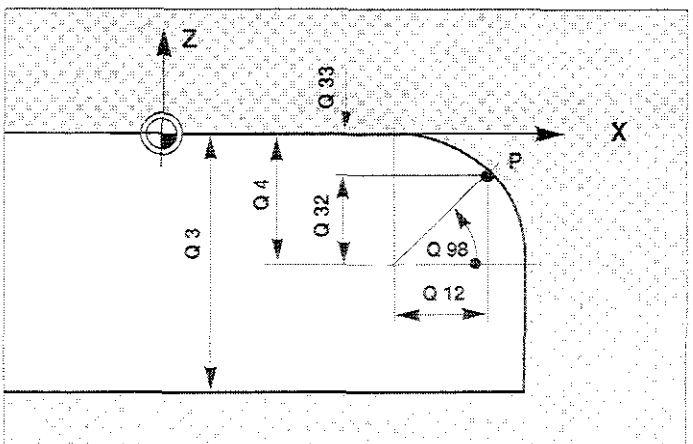


Und für die Z-Koordinate.

N530 D03 Q32 P01 +Q4 P02 +Q42 *

N540 D02 Q33 P01 +Q4 P02 +Q32 *

N550 G98 L0 *

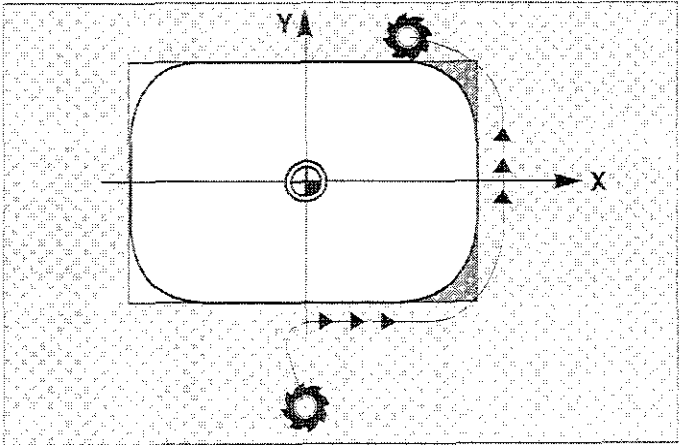


Parameter-Programmierung

Ziehstempel fräsen Beispiel abgerundeter Quader

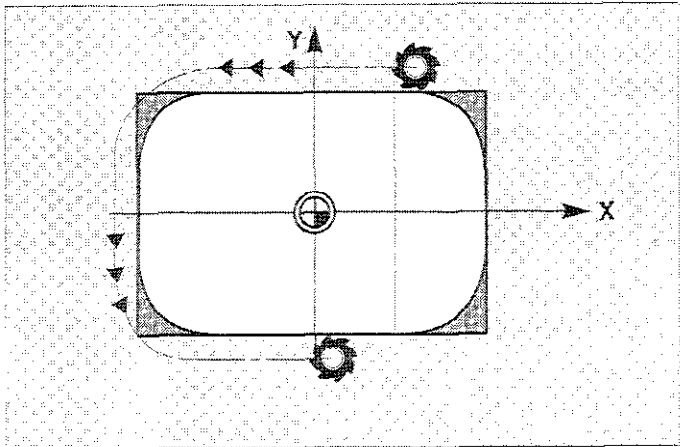
Tangentiales Anfahren der Kontur (Satz N210, N290 und N300) und Fräsen der ersten Quader-Hälfte.

```
N290 G01 G42 X+0 Y-Q23 FQ7 M13 *  
N300 G26 R1 *  
N310 X+Q13 *  
N320 G25 RQ12 *  
N330 Y+Q23 *  
N340 G25 RQ12 *
```



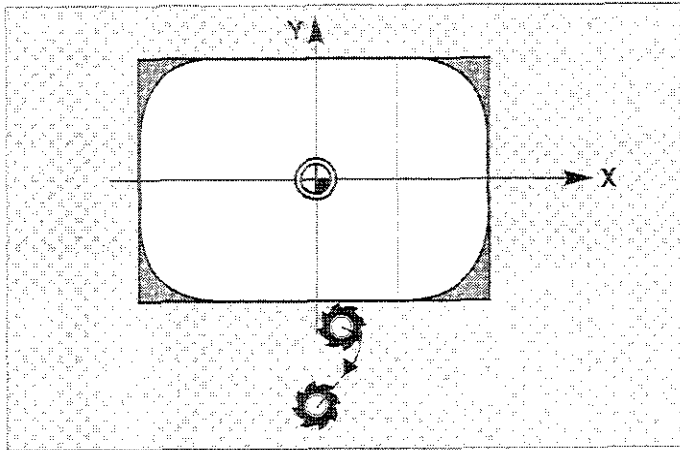
Fräsen der zweiten Quader-Hälfte.

```
N350 X-Q13 *  
N360 G25 RQ12 *  
N370 Y-Q12 *  
N380 G25 RQ12 *  
N390 G42 X+5 *
```



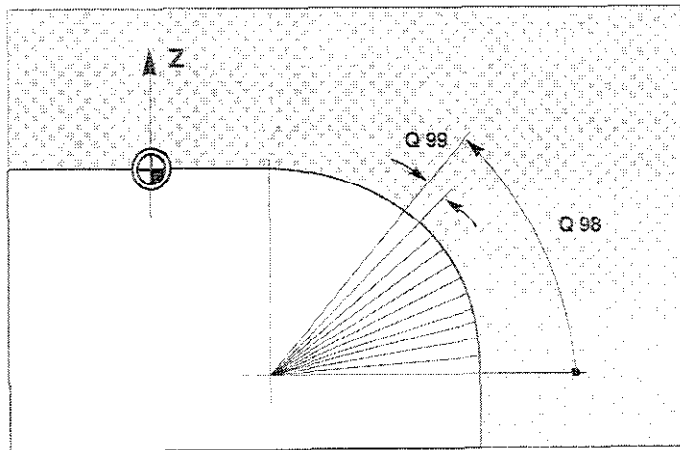
Tangentiales Verlassen der Kontur, Zustellen des Werkzeugs auf die nächste über Parameter-Rechnung festgelegte Höhen-Position.

```
N400 G27 R1 *  
N410 G00 G40 X+0 Y-Q29 *  
N420 Z-Q33 *
```



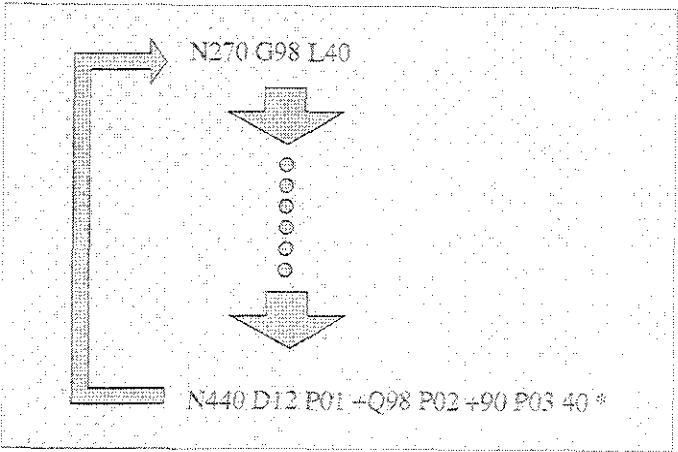
Zur Festlegung der Kontur für die nächste Schicht wird der Winkel Q98 erhöht.

```
N430 D01 Q98 P01 +Q98 P02 +Q99 *
```



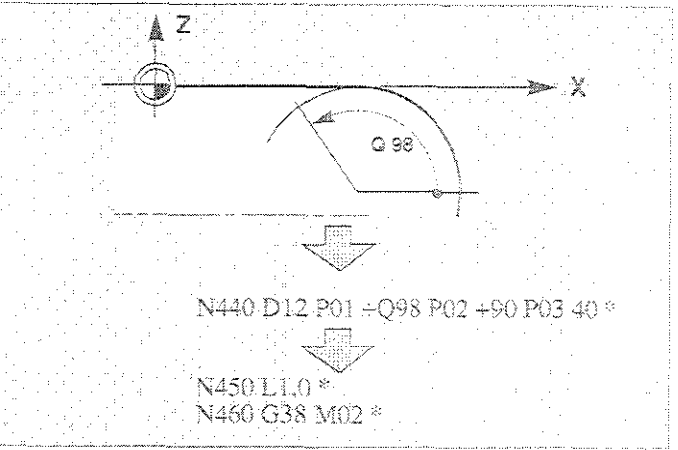
Nimmt der Winkel Q98 einen Wert kleiner als 90° an, erfolgt ein Sprung auf die Sprungmarke L40. Anschließend folgt eine neue Berechnung und das Fräsen der nächsten Schicht.

```
N440 D12 P01 +Q98 P02 +90 P03 40 *
```



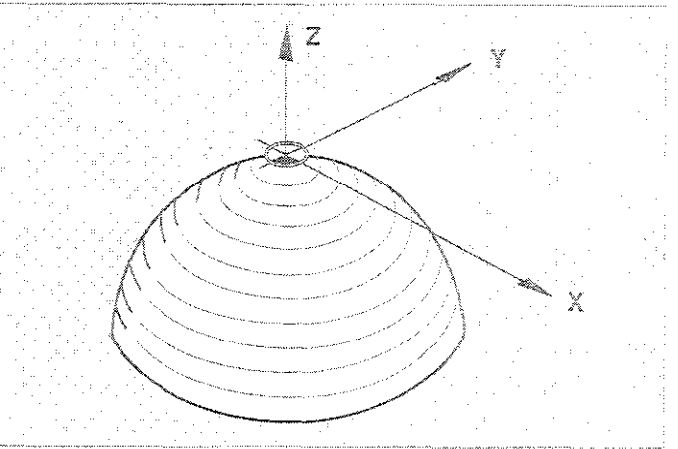
Nimmt der Winkel Q98 einen Wert größer als 90° an, ist die Bearbeitung beendet. Aufruf des Unterprogramms L1 zum Freifahren des Werkzeugs mit anschließendem Programmablauf-Halt. (M02: Rücksprung zum Programm-Beginn und Rücksetzen aller Parameter auf Null.)

```
N450 L1.0 *
N460 G38 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)

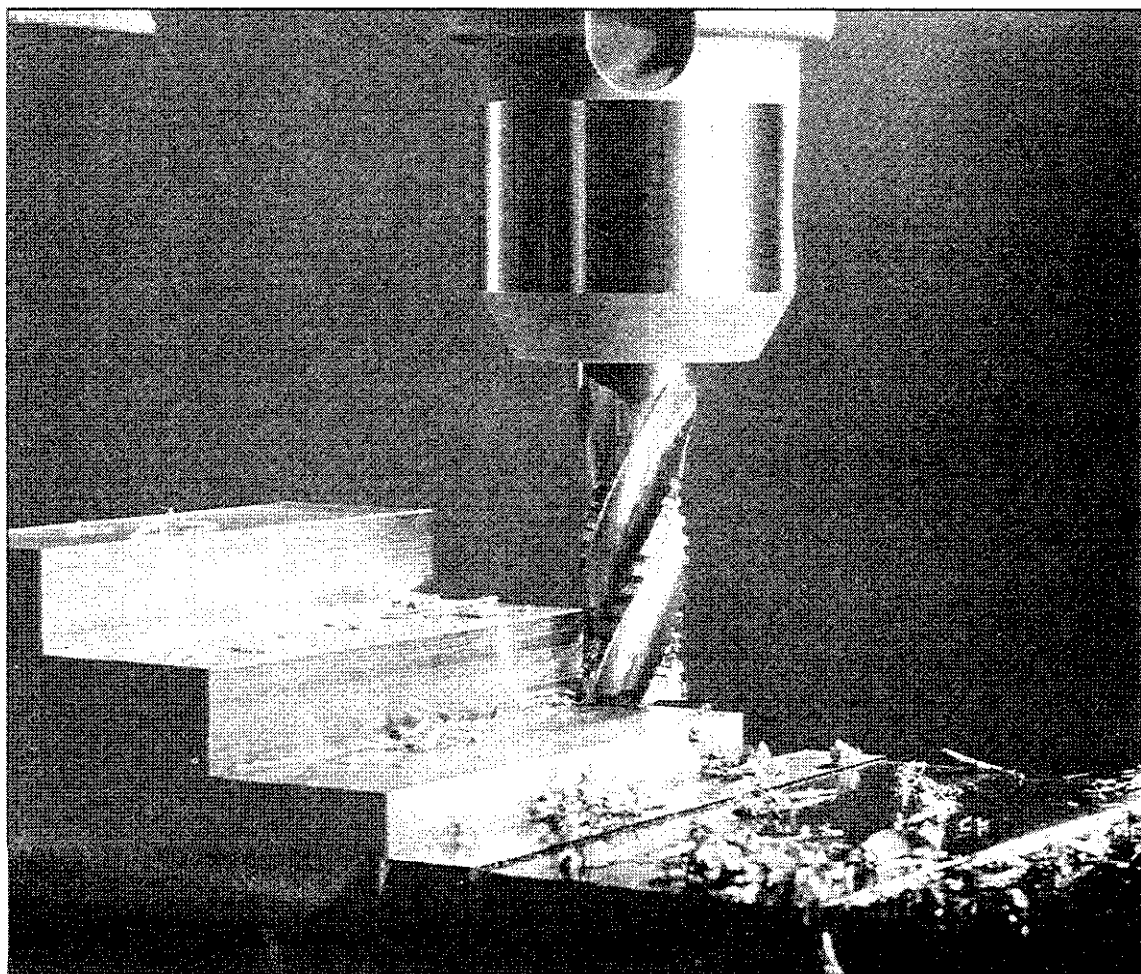


TNC

Bahnsteuerungen

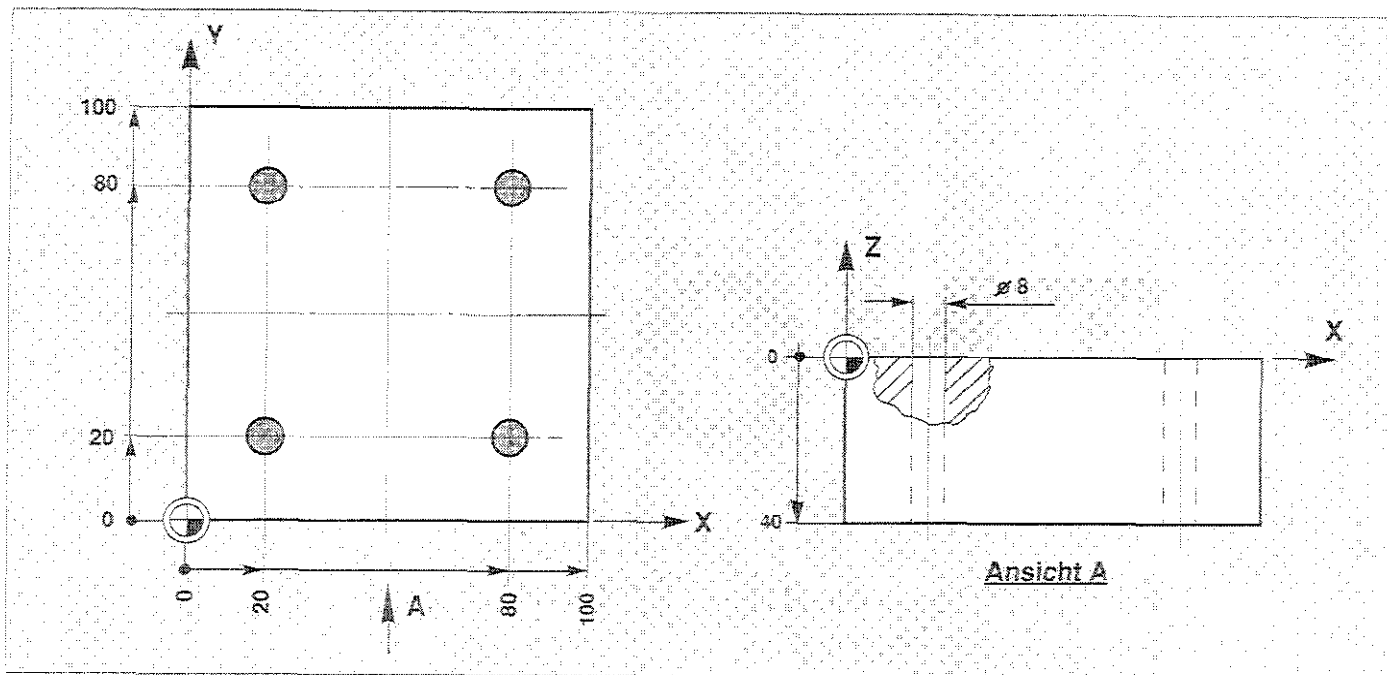
Frei programmierbare Zyklen
Programm-Aufruf

% 810/9990 - % 820/9995



Frei programmierbarer Zyklus (Programm-Aufruf)

Tiefbohren mit Spanbrechen

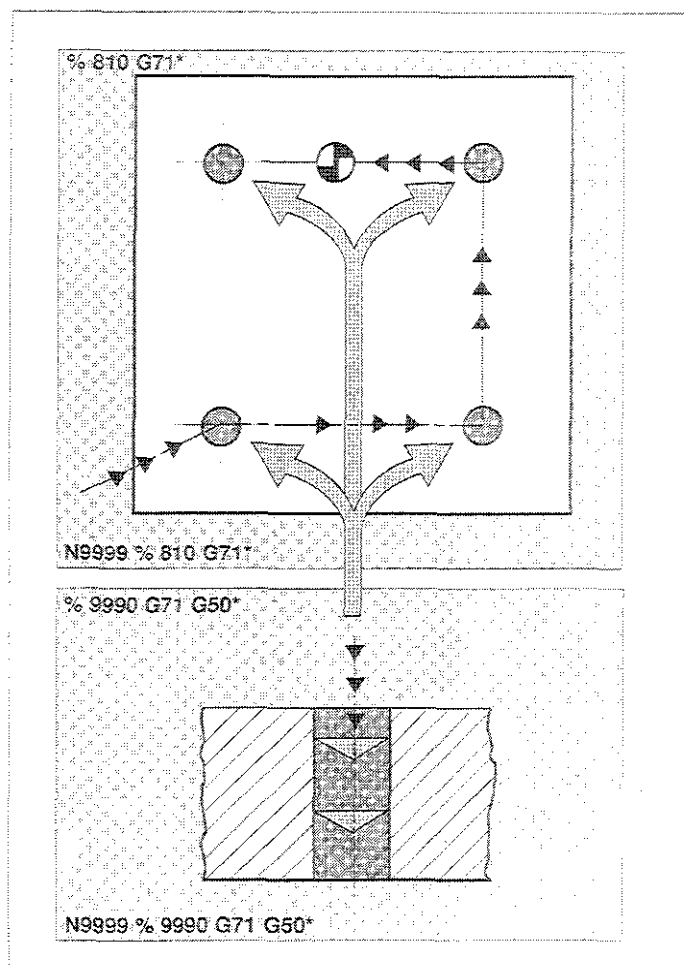


Q0 = 2 (Sicherheits-Abstand)
Q1 = 43 (Bohrtiefe)
Q2 = 12 (Zustell-Tiefe)
Q3 = 0.2 (Abhebeweg)
Q4 = 630 (Vorschub Tiefenzustellung)

Werkstoff: Aluminium
Roh-Maße: 100mm x 100mm x 40mm
Werkzeug: Spiralbohrer $\varnothing 8$ mm

Vorgehen

Im Hauptprogramm 810 fährt das Werkzeug nacheinander die in der Werkstück-Zeichnung festgelegten Bohr-Positionen an. Nach Erreichen jeder Position erfolgt ein Aufruf des Programms 9990, in dem das Tiefbohren mit Spanbruch über Parameter-Berechnungen definiert ist. Da vier Bohrungen gefertigt werden müssen, ist es vorteilhaft, das Programm 9990 als frei programmierbaren Zyklus (G39) zu definieren. So kann der Zyklus nach Erreichen der jeweiligen Bohr-Position über die Zusatz-Funktion M99 satzweise aufgerufen werden.



% 810 G71 *

N. G30 G17 X+0 Y+0 Z-40 *

N. G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *

N10 D00 Q0 P01+2 *

N20 D00 Q1 P01+43 *

N30 D00 Q2 P01+12 *

N40 D00 Q3 P01+3 *

N50 D00 Q4 P01+630 *

N60 G98 L1 *

N70 T0 G17 *

N80 G00 G90 Z+100 M09 *

N90 G40 X-50 Y-50 M05 *

N100 G98 L0 *

N110 G99 T18 L+0 R+4 *

N120 G38 M06 *

N130 T18 G17 S1000 M03 *

N140 G39 P01 9990 *

N150 G00 G90 X+20 Y+20 M13 *

N160 Z+Q0 M99 *

N170 X+80 Y+20 M99 *

N180 X+80 Y+80 M99 *

N190 X+20 Y+80 M99 *

N200 L1.0 *

N9999 % 810 G71 *

% 9990 G71 G50 *

N10 D12 P01+Q2 P02 +Q1 P03 20 *

N20 D09 P01 +Q2 P02 +Q1 P03 20 *

N30 D14 P01 100 *

N40 D00 Q5 P01+Q2 *

N50 G01 G91 Z-Q0 FQ4 *

N60 G98 L20 *

N70 G01 G91 Z-Q2 *

N80 Z+Q3 *

N90 Z-Q3 *

N100 D02 Q7 P01+Q1 P02 +Q5 *

N110 D01 Q5 P01+Q5 P02 +Q2 *

N120 D11 P01+Q7 P02 +Q2 P03 20 *

N130 Z-Q7 FQ4 *

N140 G00 Z+Q1 *

N150 Z+Q0 *

N9999 % 9990 G71 G50 *

Frei programmierbarer Zyklus (Programm-Aufruf)

Tiefbohren mit Spanbrechen

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

```
% 810 G71 *  
N. G30 G17 X+0 Y+0 Z-40 *  
N. G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *  
N10 D00 Q0 P01+2 *  
N20 D00 Q1 P01+43 *  
N30 D00 Q2 P01+12 *  
N40 D00 Q3 P01+3 *  
N50 D00 Q4 P01+630 *
```

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

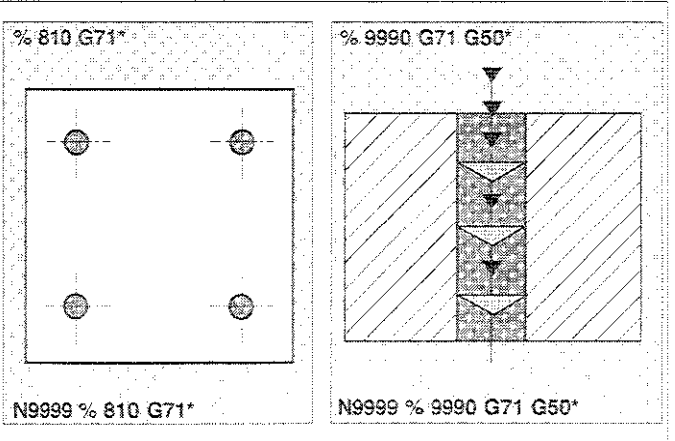
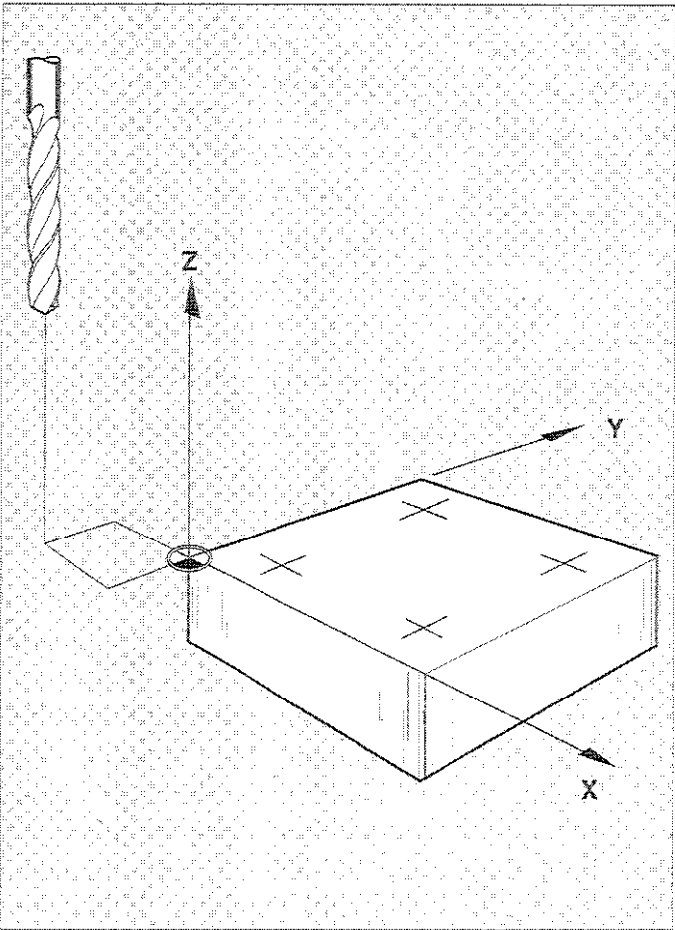
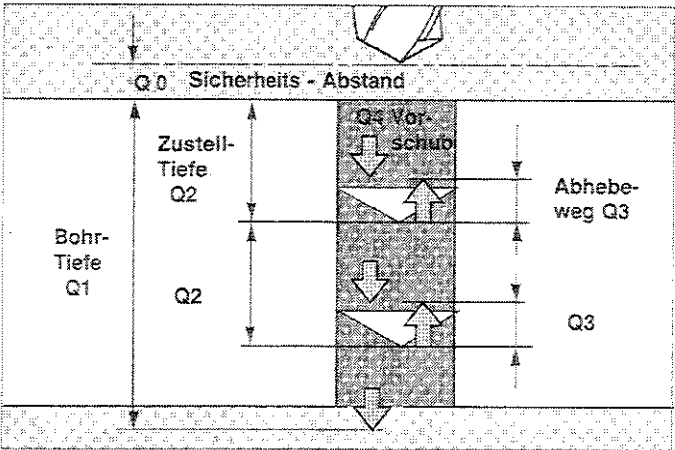
```
N60 G98 L1 *  
N70 T0 G17 *  
N80 G00 G90 Z+100 M09 *  
N90 G40 X-50 Y-50 M05 *  
N100 G98 L0 *
```

Definition und Aufruf des Werkzeugs für das Bohren.

```
N110 G99 T18 L+0 R+4 *  
N120 G38 M06 *  
N130 T18 G17 S1000 M03 *
```

Zyklus-Definition für den Programm-Aufruf. Das Programm Nr. 9990 beschreibt das Tiefbohren mit Spanbruch (Erläuterung siehe Seite 142). Dieses Programm wird als Bearbeitungs-Zyklus aufgerufen.

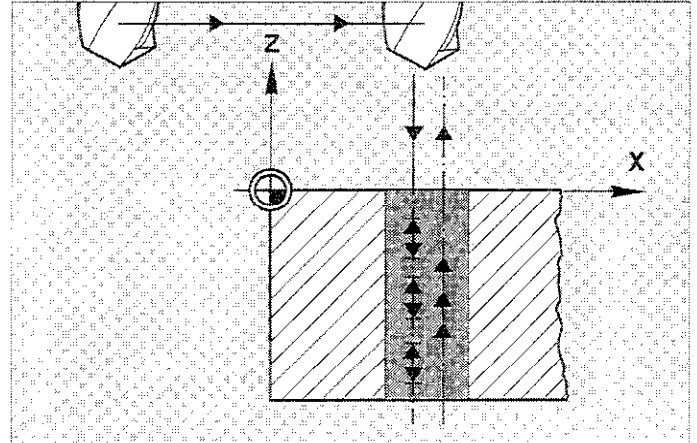
```
N140 G39 P01 9990 *
```



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.

```
N150 G00 G90 X+20 Y+20 M13 *
```

```
N160 Z+Q0 M99 *
```

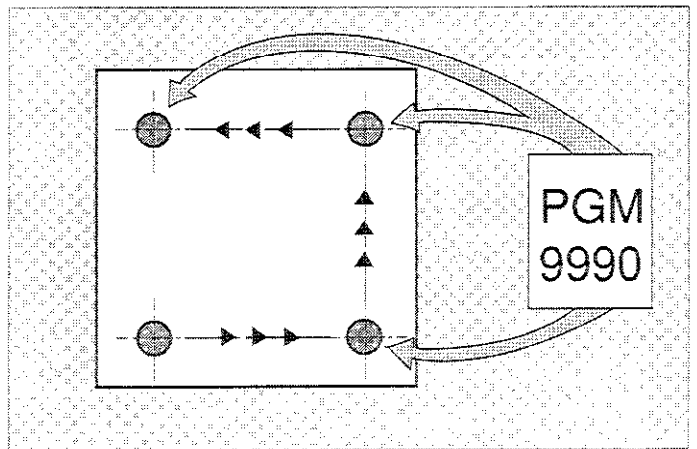


Nach Ausführung des Zyklus fährt das Werkzeug die nächste Bohrposition an und führt den Zyklus erneut aus.

```
N170 X+80 Y+20 M99 *
```

```
N180 X+80 Y+80 M99 *
```

```
N190 X+20 Y+80 M99 *
```

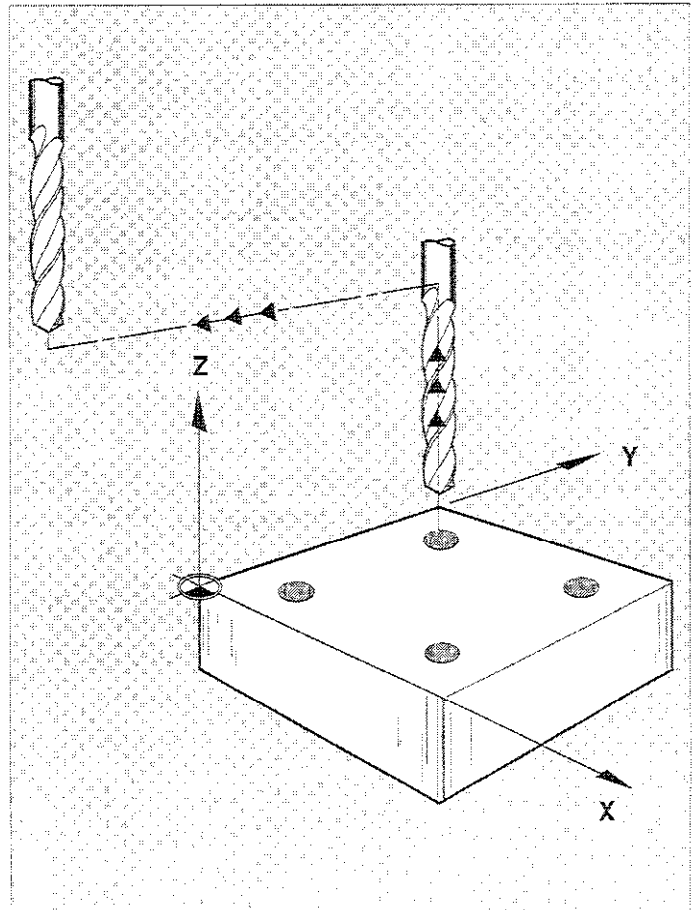


Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1,0), Programm-Ende für das Hauptprogramm 810.

```
N200 L1,0 *
```

```
N9999 % 810 G71 *
```

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 Zyklus-Aufruf wird einmal programmiert und von da an automatisch am Ende jedes Positioniersatzes ausgeführt. Löschen von M89 mit M99.



Parameter-Programm

für den Bearbeitungs-Zyklus
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)

Die Sätze N10 und N20 überprüfen die Werte der Parameter Q1 (Bohrtiefe) und Q2 (Zustellung). Falls die Zustellung größer sein sollte als die Bohrtiefe, sind die Sätze N10 und N20 nicht erfüllt; die TNC gibt die im Satz N30 programmierte Fehlermeldung 100 aus.

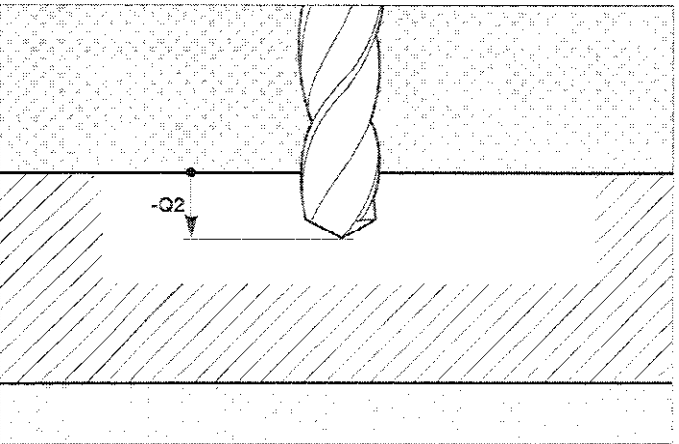
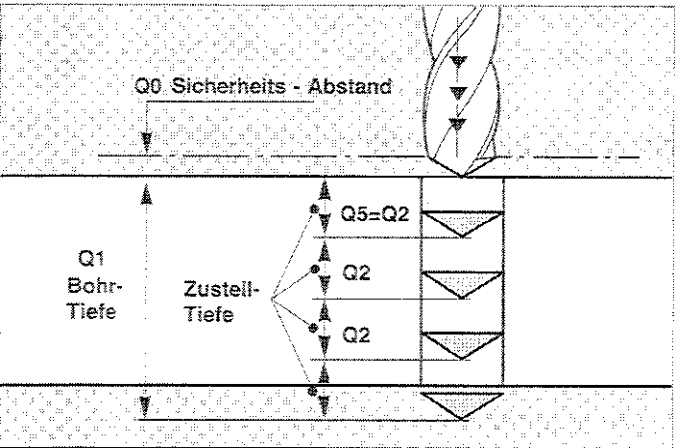
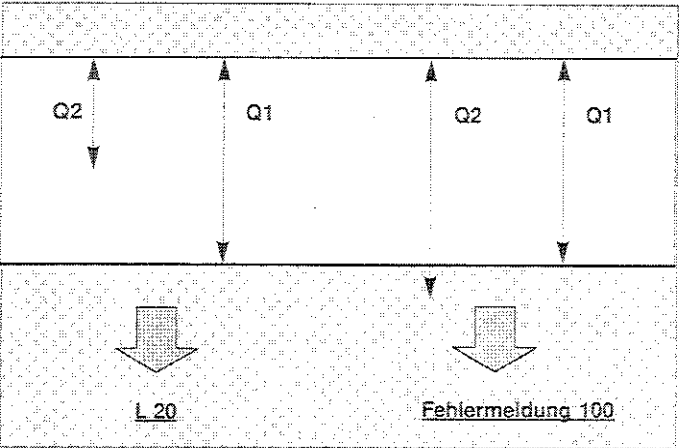
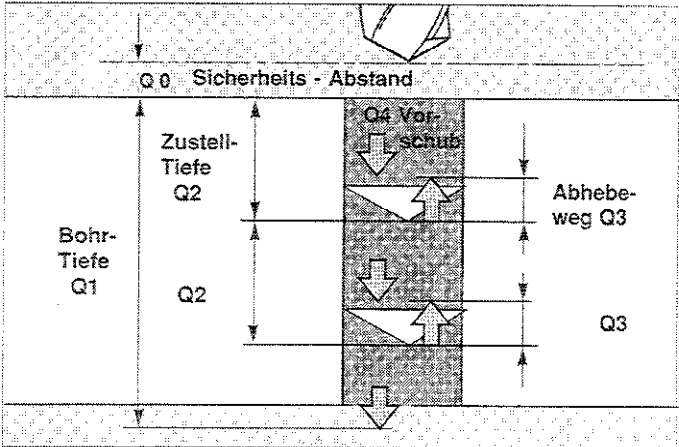
% 9990 G71 G50 *	
N10 D12 P01	+Q2 P02 +Q1 P03 20 *
N20 D09 P01	+Q2 P02 +Q1 P03 20 *
N30 D14 P01	100 *

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.

N40 D00 Q5 P01+Q2 *	
N50 G01 G91 Z-Q0 FQ4 *	

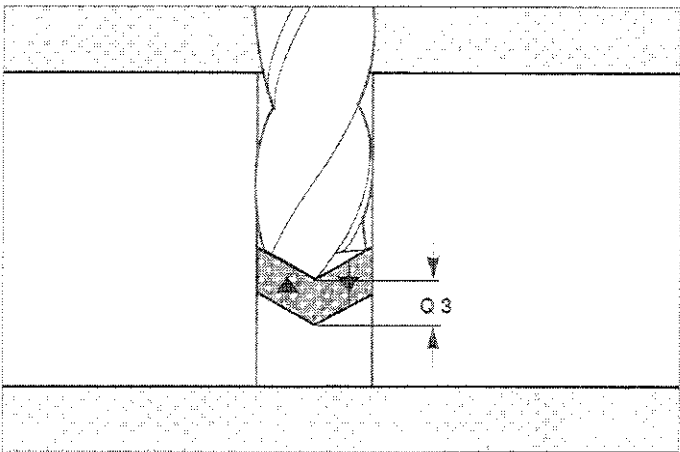
Sind die Sätze N10 und N20 erfüllt, springt die TNC auf die Sprungmarke L 20 und stellt das Werkzeug um den unter Q2 abgelegten Wert zu.

N60 G98 L20 *	
N70 G01 G91 Z-Q2 *	



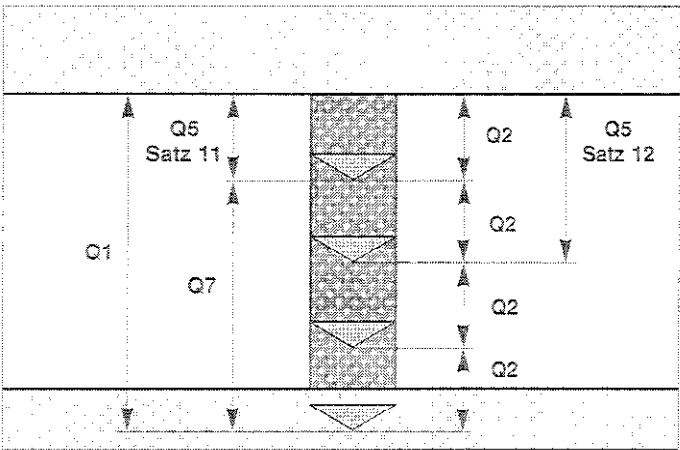
Anschließend fährt das Werkzeug um den Abhebeweg zum Spanbrechen zurück und stellt erneut im programmierten Vorschub auf die Zustelltiefe zu.

```
N80 Z+Q3 *
N90 Z-Q3 *
```



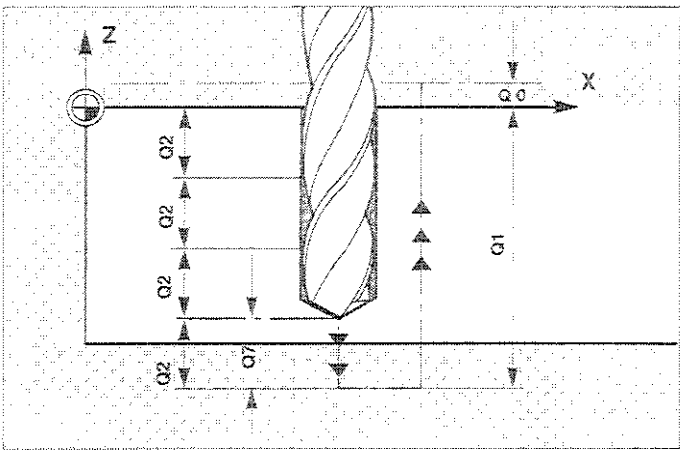
Unter dem Parameter Q7 ist die verbleibende Resttiefe (Q1–Q5) abgelegt. Anschließend wird der Parameter Q5 um die Zustelltiefe Q2 erhöht. Falls die verbleibende Resttiefe größer als die Zustelltiefe Q2 ist, erfolgt ein Rücksprung zur Sprungmarke L20 und die Sätze N70 bis N120 werden wiederholt.

```
N100 D02 Q7 P01+Q1 P02 +Q5 *
N110 D01 Q5 P01+Q5 P02+Q2 *
N120 D11 P01+Q7 P02 +Q2 P03 20 *
```



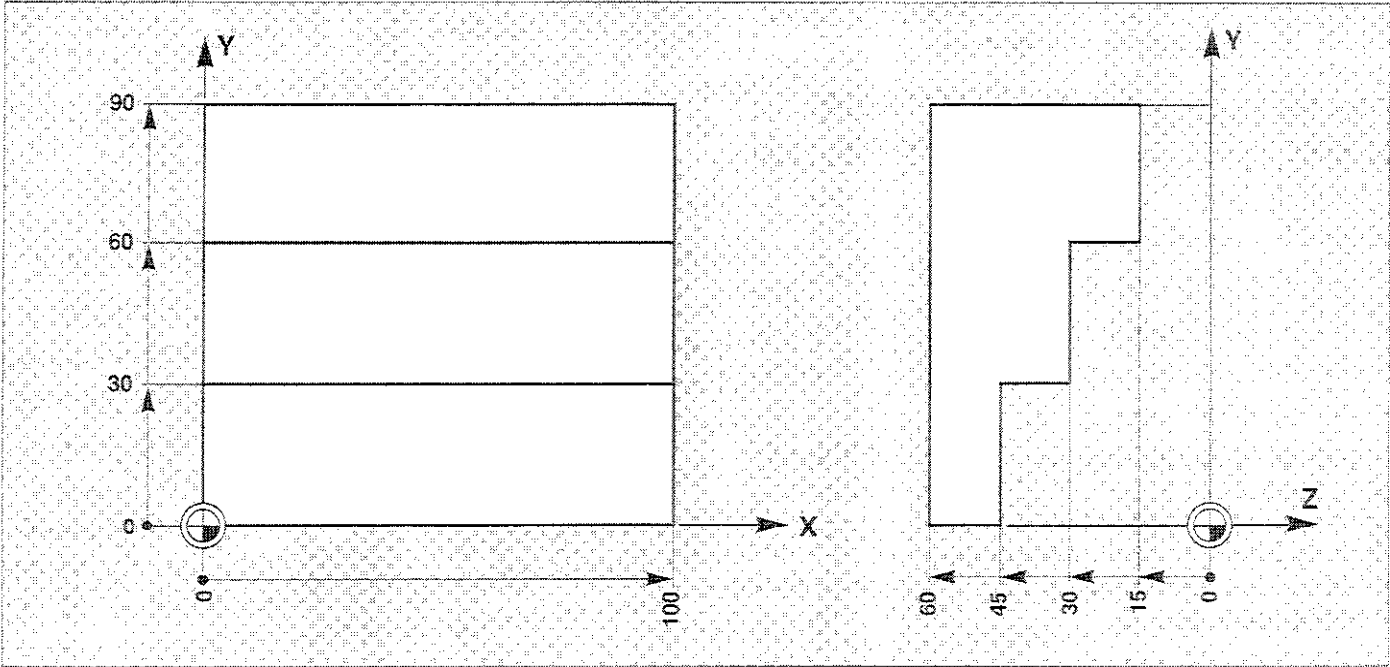
Ist die verbleibende Resttiefe Q7 kleiner oder gleich der Zustellung Q2, wird das Werkzeug auf die Bohrtiefe Q1 zugestellt. Anschließend erfolgt ein Rückzug im Eilgang um Q1, dann ein Rückzug um den Sicherheits-Abstand Q0. Das Programm Ende (Satz N9999) bewirkt den Rücksprung in das Programm 810.

```
N130 Z-Q7 FQ4 *
N140 G00 Z+Q1 *
N150 Z+Q0 *
N9999 % 9990 G71 G50 *
```



Frei programmierbarer Zyklus (Programm-Aufruf)

Abzeilen mit Tiefenzustellung

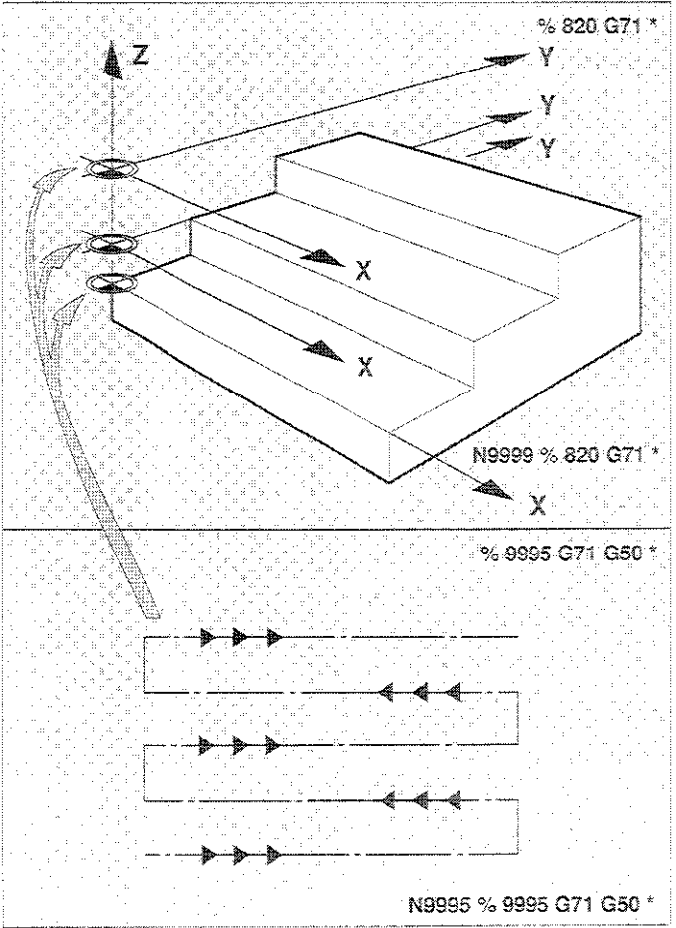


Werkstoff: Aluminium
Roh-Maße: 100mm x 90mm x 60mm
Werkzeug: Schruppfräser Ø 10mm, 4 Zähne

- 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 % 820 fährt das Werkzeug nach-einander 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.



```

% 820 G71 *
N.. G30 G17 X+0 Y+0 Z-60 *
N.. G31 G90 X+100 Y+90 Z+0 *
N10 D00 Q0 P01 +2 *
N20 D00 Q1 P01 +100 *
N30 D00 Q2 P01 +90 *
N40 D00 Q3 P01 +15 *
N50 D00 Q4 P01 +0.6 *
N60 D00 Q5 P01 +0.8 *
N70 D00 Q6 P01 +1260 *
N80 G98 L1 *
N90 T0 G17 *
N100 G00 G90 Z+100 M09 *
N110 G40 X-50 Y-50 M05 *
N120 G98 L0 *
N130 G99 T28 L+0 R+5 *
N140 G38 M06 *
N150 T28 G17 S3150 *
N160 D01 Q10 P01 +Q0 P02 +Q108 *
N170 G39 P01 9995 *
N180 G98 L5 *
N190 G00 G40 G90 X-Q10 Y-Q10 Z+Q0 M99 *
N200 D02 Q2 P01 +Q2 P02 +30 *
N210 G54 G91 Z-15 *
N220 L5.2 *
N230 G54 G90 Z+0 *
N240 L1.0 *
N9999 % 820 G71 *

```

```

% 9995 G71 G50 *
N10 D03 Q11 P01 +Q10 P02 +2 *
N20 D01 Q12 P01 +Q1 P02 +Q11 *
N30 D03 Q21 P01 +Q108 P02 +Q4 *
N40 D03 Q31 P01 +Q108 P02 +Q5 *
N50 D02 Q20 P01+Q2 P02 +Q108 *
N60 D02 Q29 P01 +Q21 P02 +Q108 *
N70 D00 Q32 P01+0 *
N80 G98 L10 *
N90 G00 G90 Z+Q0 *
N100 G40 X-Q10 Y+Q29 *
N110 D01 Q32 P01 +Q32 P02 +Q31 *
N120 D12 P01 +Q32 P02 +Q3 P03 35 *
N130 D00 Q32 P01 +Q3 *
N140 G98 L35 *
N150 Z-Q32 *
N160 L20.0 *
N170 D12 P01 +Q32 P02 +Q3 P03 10 *
N180 D09 P01 -Q32 P02 +Q3 P03 99 *
N190 G98 L20 *
N200 D00 Q22 P01 +Q29 *
N210 G98 L22 *
N220 G01 G40 G91 X-Q12 FQ6 M13 *
N230 D01 Q22 P01 +Q22 P02 +Q21 *
N240 G90 Y+Q22 *
N250 D00 Q12 P01-Q12 *
N260 D12 P01 +Q22 P02 +Q20 P03 22 *
N270 D00 Q22 P01 +Q20 *
N280 G90 Y+Q22 *
N290 G91 X+Q12 *
N300 D11 P01 +Q12 P02 +0 P03 25 *
N310 D00 Q12 P01 -Q12 *
N320 G98 L25 *
N330 G98 L0 *
N340 G98 L99 *
N9999 % 9995 G71 G50 *

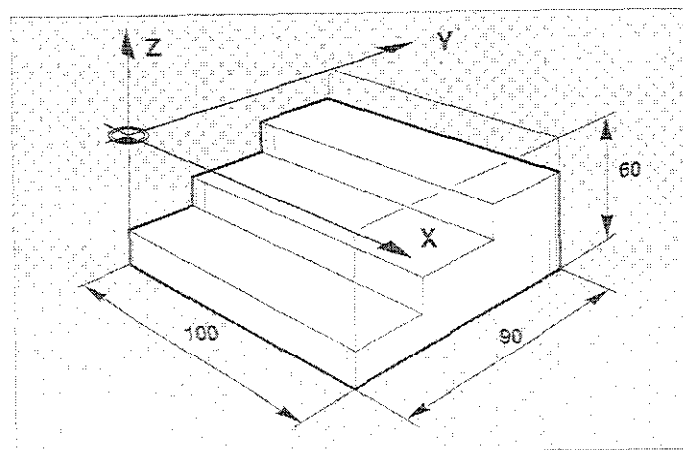
```

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

```

% 820 G71 *
N.. G30 G17 X+0 Y+0 Z-60 *
N.. G31 G90 X+100 Y+90 Z+0 *

```



Frei programmierbarer Zyklus (Programm-Aufruf)

Abzeilen mit Tiefenzustellung

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

N10 D00 Q0 P01 +2 *
N20 D00 Q1 P01 +100 *
N30 D00 Q2 P01 +90 *
N40 D00 Q3 P01 +15 *
N50 D00 Q4 P01 +0.6 *
N60 D00 Q5 P01 +0.8 *
N70 D00 Q6 P01 +1260 *

Anfahren der Werkzeugwechsel-Position als Unterprogramm (L1) definiert.

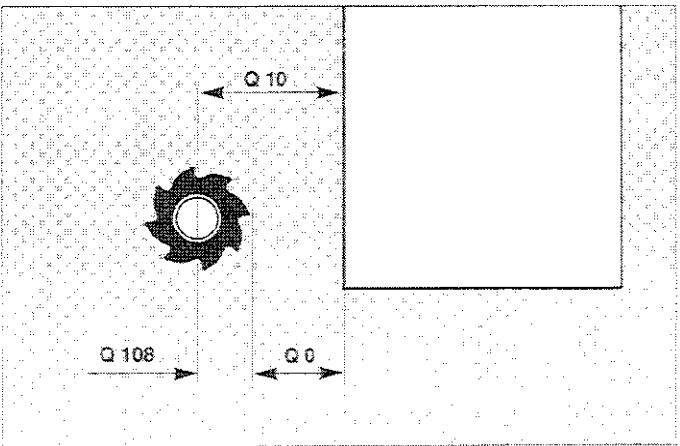
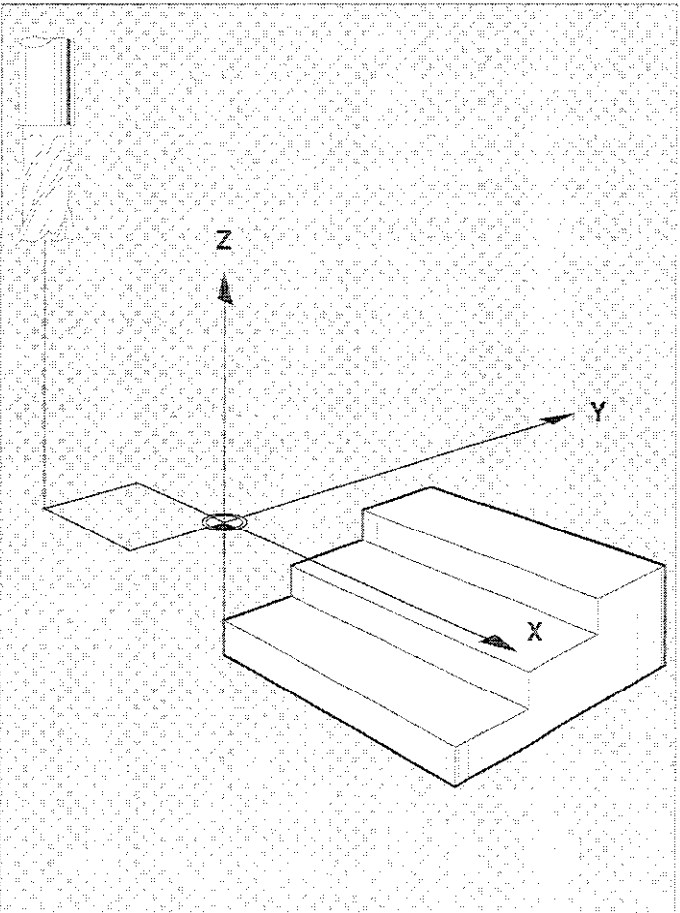
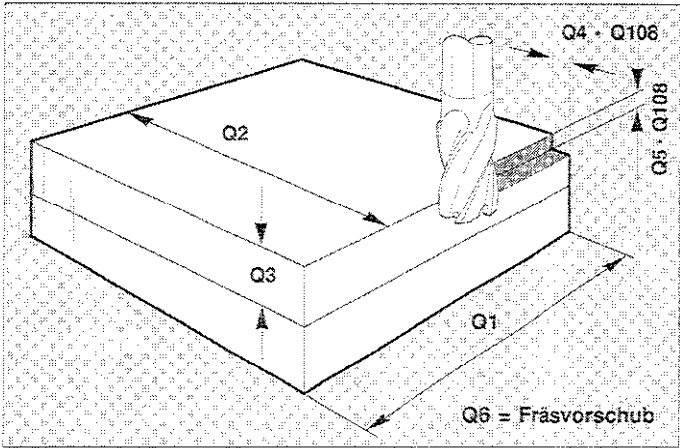
N80 G98 L1 *
N90 T0 G17 *
N100 G00 G90 Z+100 M09 *
N110 G40 X-50 Y-50 M05 *
N120 G98 L0 *

Definition und Aufruf des Werkzeugs.

N130 G99 T28 L+0 R+5 *
N140 G38 M06 *
N150 T28 G17 S3150 *

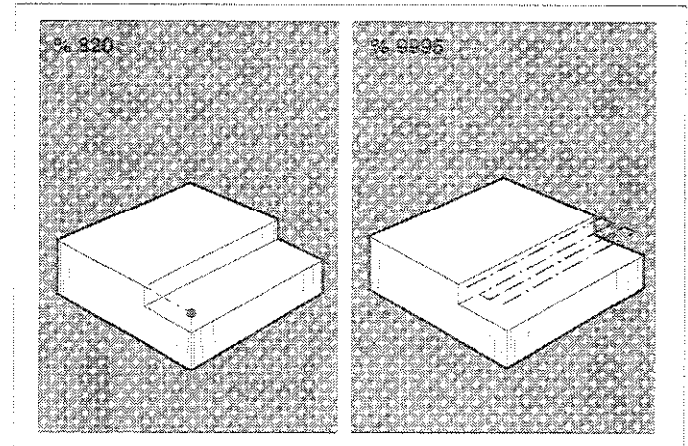
Unter dem Parameter Q10 ist der seitliche Abstand zum Werkstück abgelegt (siehe Positioniersatz N190). Er setzt sich aus dem Sicherheits-Abstand Q0 und dem Werkzeug-Radius Q108 zusammen. Mit dem Werkzeug-Aufruf wird der Fräserradius automatisch in Parameter Q108 abgelegt.

N160 D01 Q10 P01 +Q0 P02 +Q108 *



Zyklus-Definition für den Programm-Aufruf. Das Programm % 9995 beschreibt das Abzeilen mit Tiefenzustellung (Erläuterung siehe Seite 148). Dieses Programm kann als Bearbeitungs-Zyklus satzweise nach Anfahren der Start-Position aufgerufen werden.

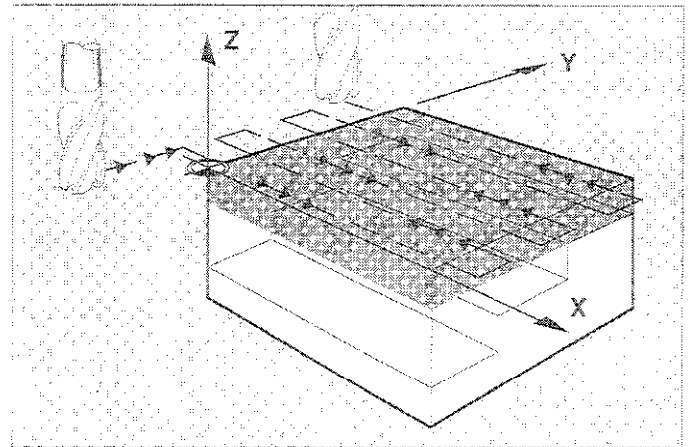
N170 G39 P01 9995 *



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

N180 G98 L5 *

N190 G00 G40 G90 X-Q10 Y-Q10 Z+Q0 M99 *

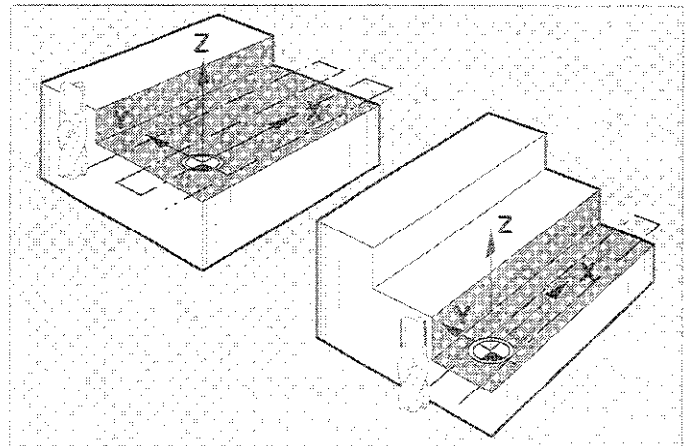


Berechnung der Abzeilbreite für die jeweils nächste Treppestufe. Inkrementale Nullpunkt-Verschiebung in Z-Richtung. Zweifache Programmteil-Wiederholung zum Fräsen der Treppestufe.

N200 D02 Q2 P01 +Q2 P02 +30 *

N210 G54 G91 Z-15 *

N220 L5 2 *

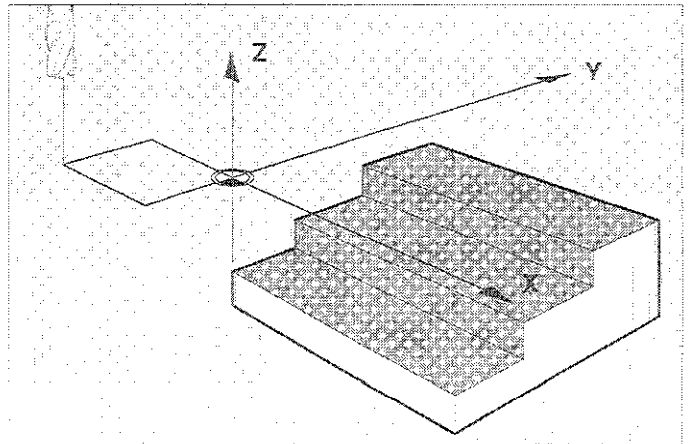


Aufheben der Nullpunkt-Verschiebung und Anfahren der Werkzeugwechsel-Position über Unterprogramm-Aufruf (L1), Programm-Ende für das Hauptprogramm % 820.

N230 G54 G90 Z+0 *

N240 L1 0 *

N9999 % 820 G71 *

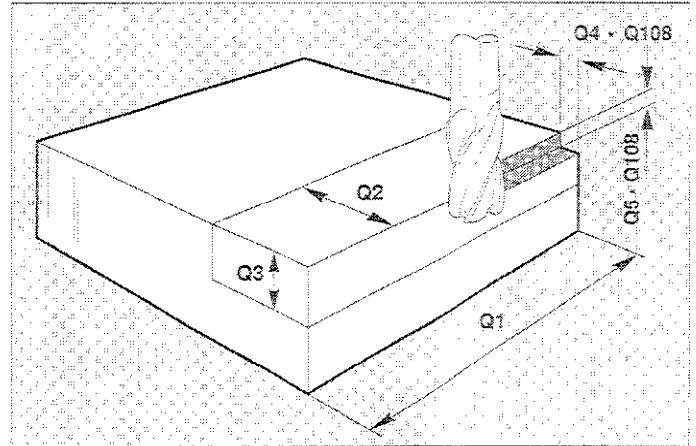


Parameter-Programm

für den Bearbeitungs-Zyklus Abzeilen mit Tiefen-Zustellung

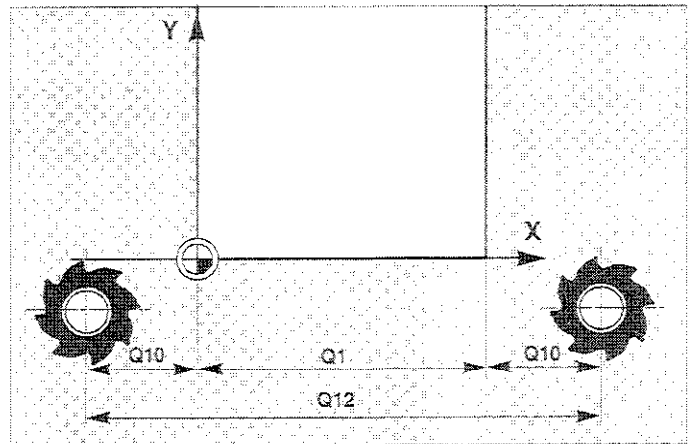
Im geschützten Programm 9995 erfolgt die Auswertung der Parameter Q0 bis Q6 und die Durchführung des Abzeilvorgangs.

- 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)



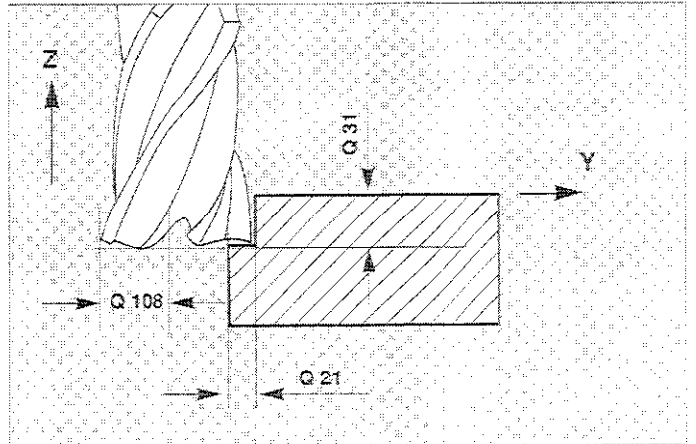
Der Parameter Q12 nimmt den Wert der Zeilenlänge in X-Richtung an. Er setzt sich aus der Werkstücklänge Q1 und dem seitlichen Abstand Q11 ($=2 * Q10$) zusammen.

```
% 9995 G71 G50 *
N10 D03 Q11 P01 +Q10 P02 +2 *
N20 D01 Q12 P01 +Q1 P02 +Q11 *
```



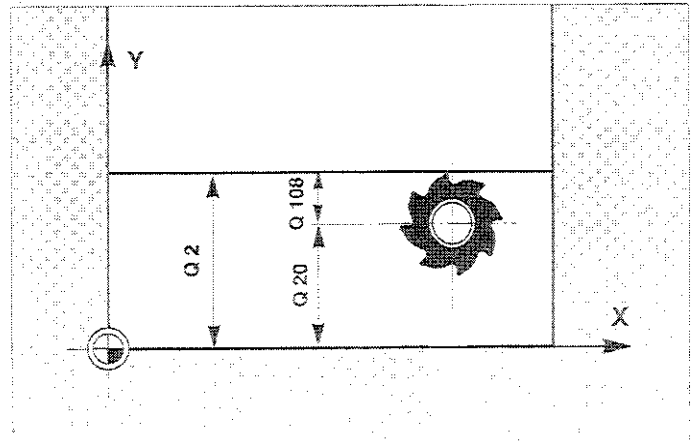
Der Parameter Q21 ist das Zustellmaß in der Arbeits-ebene, Q31 die Tiefen-Zustellung. Beide Parameter sind abhängig von den Zustell-Faktoren im Hauptprogramm % 820 und dem aktuellen Werkzeug-Radius.

```
N30 D03 Q21 P01 +Q108 P02 +Q4 *
N40 D03 Q31 P01 +Q108 P02 +Q5 *
```



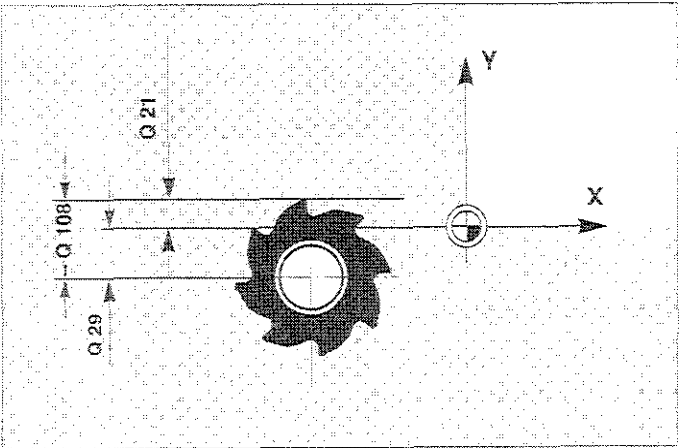
Dem Parameter Q20 ist die Breite Q2 der abzuzeilenden Fläche abzüglich des Werkzeug-Radius Q108 zugeordnet, so daß beim Zustellen in Y-Richtung ohne Radius-korrektur gefahren werden kann.

```
N50 D02 Q20 P01+Q2 P02 +Q108 *
```



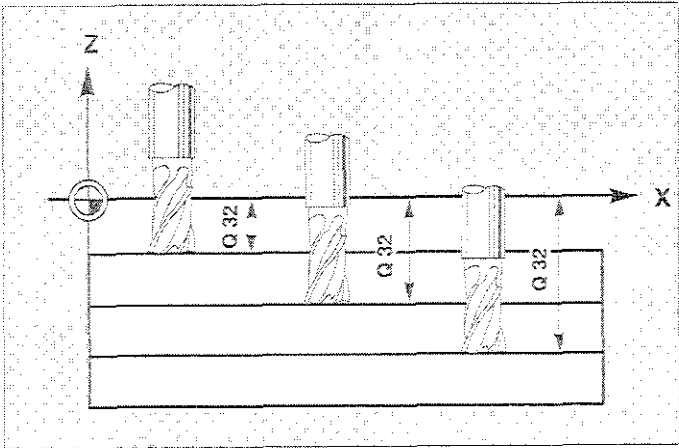
Q29 ist der Y-Wert, den das Werkzeug auf der Ausgangs-Position vor der nächsten Tiefen-Zustellung einnehmen muß. Q29 berücksichtigt die erste Zustellung in Y-Richtung (Q21).

```
N60 D02 Q29      P01 +Q21 P02 +Q108 *
```



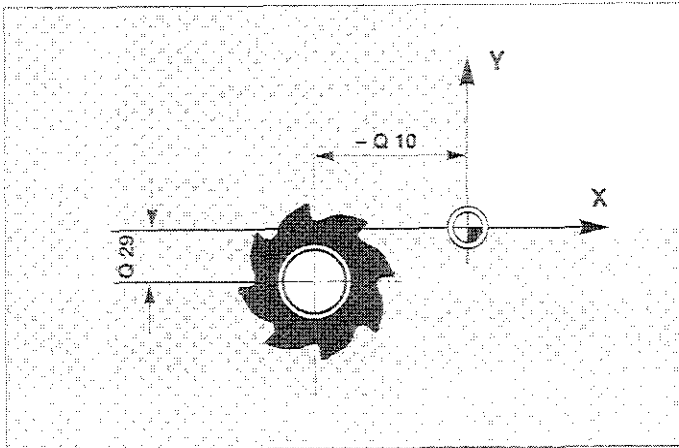
Im nächsten Programmabschnitt sind die Arbeitsschritte für die Tiefen-Zustellungen beschrieben. Die Zustellung erfolgt immer absolut in negativer Z-Richtung um den Wert des Parameters Q32 (siehe Satz N150). Der Parameter Q32 wird für jede Zustellung neu berechnet. Zu Beginn hat er den Anfangswert 0.

```
N70 D00 Q32      P01+0 *
```



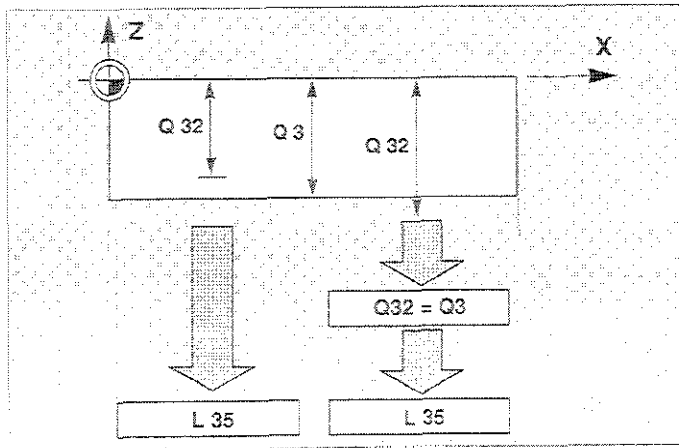
Vor der Tiefen-Zustellung wird das Werkzeug im Eilgang auf die Ausgangs-Position gefahren.

```
N80 G98 L10 *
N90 G00 G90 Z+Q0 *
N100 G40 X-Q10 Y=Q29 *
```



Berechnung der absoluten Zustell-Tiefe Q32. Ist die Zustell-Tiefe kleiner als die unter Q3 vorgebene Gesamttiefe, wird der Satz N130 übersprungen und das Programm ab der Sprungmarke L35 fortgeführt. Andernfalls bekommt der Parameter Q32 den Wert der Gesamttiefe Q3.

```
N110 D01 Q32 P01 +Q32 P02 +Q31 *
N120 D12 P01 +Q32 P02 +Q3 P03 35 *
N130 D00 Q32 P01 +Q3 *
```

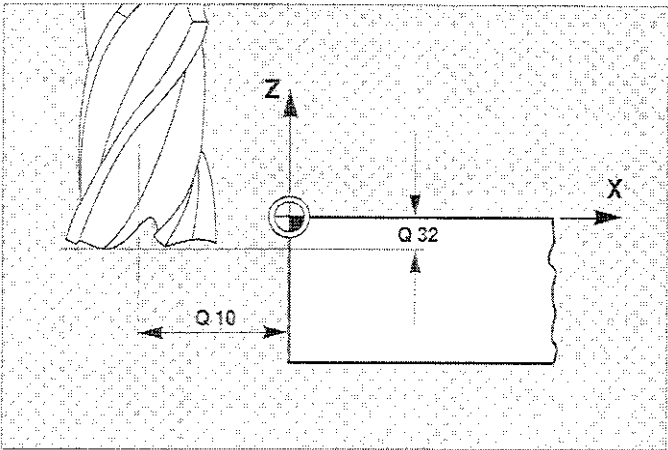


Parameter-Programm

Abzeilen mit Tiefen-Zustellung

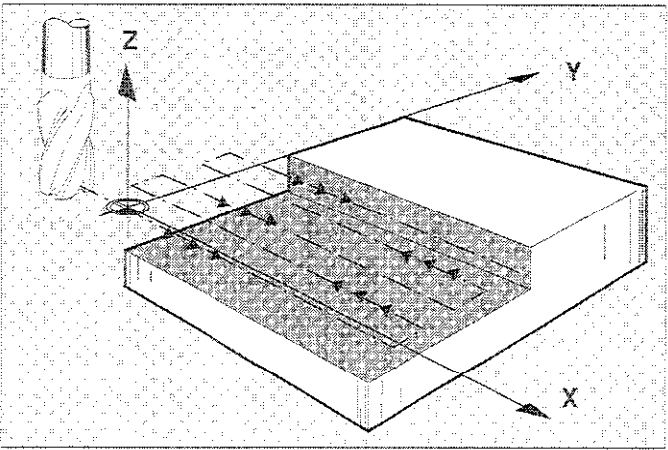
Zustellung des Werkzeugs auf die berechnete Tiefe Q32.

```
N140 G98 L35 *
N150 Z-Q32 *
```



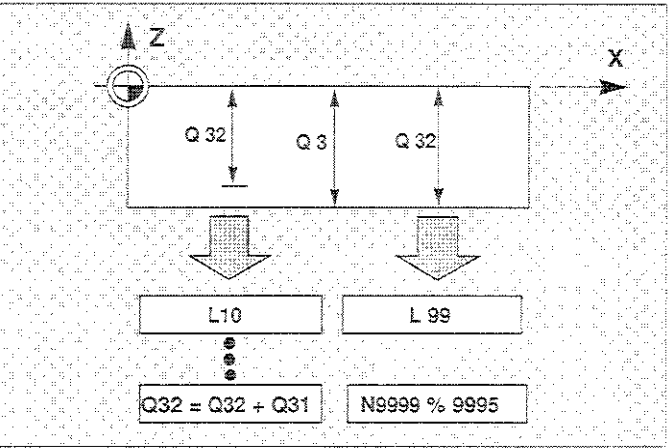
Aufruf des Unterprogramms L20 für das Abzeilen in der Arbeitsebene (Erklärung siehe unten).

```
N160 L20.0 *
```



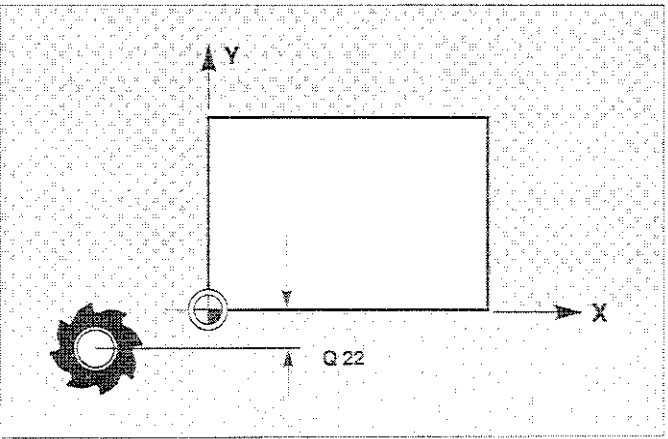
Nach dem Abzeilen der Fläche erfolgt eine Abfrage des Parameters Q32 nach seinem aktuellen Wert. Hat die Zustell-Tiefe Q32 die Gesamttiefe Q3 noch nicht erreicht, erfolgt eine erneute Berechnung von Q32 (Rücksprung auf die Sprungmarke L10). Hat die Zustell-Tiefe die Gesamttiefe Q3 erreicht, ist eine weitere Bearbeitung überflüssig. Es erfolgt ein Sprung zum Programm-Ende (Sprungmarke L99).

```
N170 D12 P01 +Q32 P02 +Q3 P03 I0 *
N180 D09 P01 +Q32 P02 +Q3 P03 99 *
```



Unterprogramm L20 für das Abzeilen in der Arbeitsebene: Die Zustellung in Y-Richtung erfolgt immer absolut um den Wert des Parameters Q22 (siehe Satz N240). Der Parameter Q22 wird für jede Zustellung neu berechnet. Zu Beginn hat er den Anfangswert Q29 (= Zustellung Q21-Werkzeugaradius).

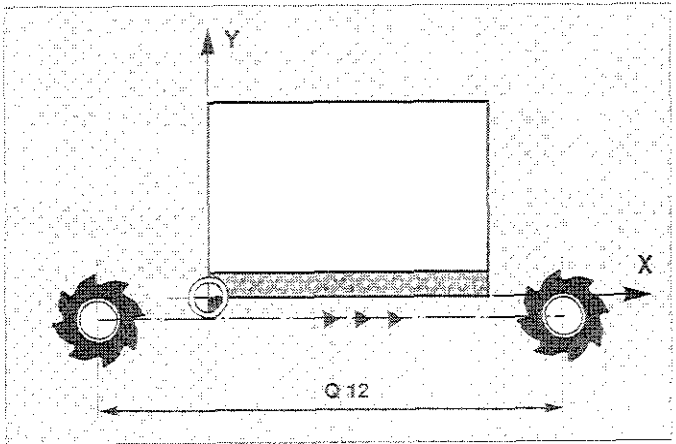
```
N190 G98 L20 *
N200 D00 Q22 P01 -Q29 *
```



Fräsen der ersten Zeile in positiver X-Richtung.

N210 G98 L22 *

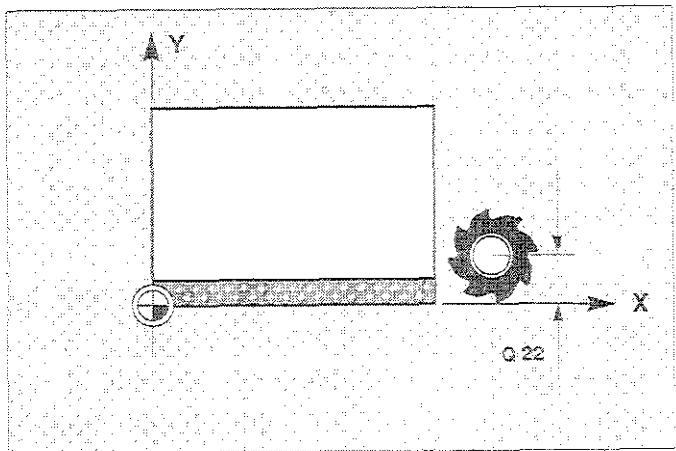
N220 G01 G40 G91 X+Q12 FQ6 M13 *



Berechnung der absoluten Zustellung in Y-Richtung, anschließend Zustellung in Y.

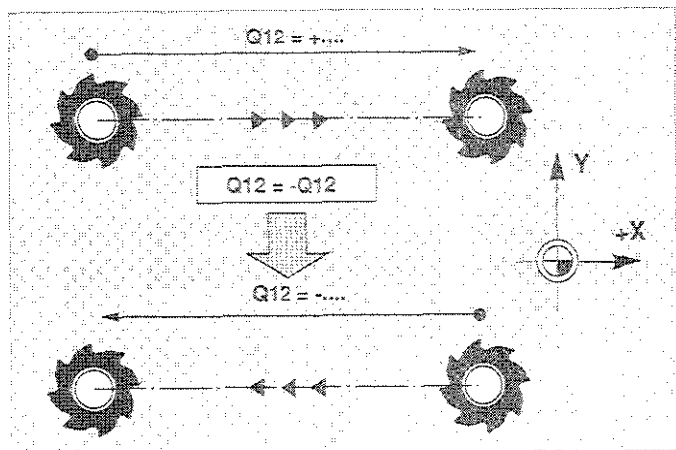
N230 D01 Q22 P01 +Q22 P02 +Q21 *

N240 G90 Y+Q22 *



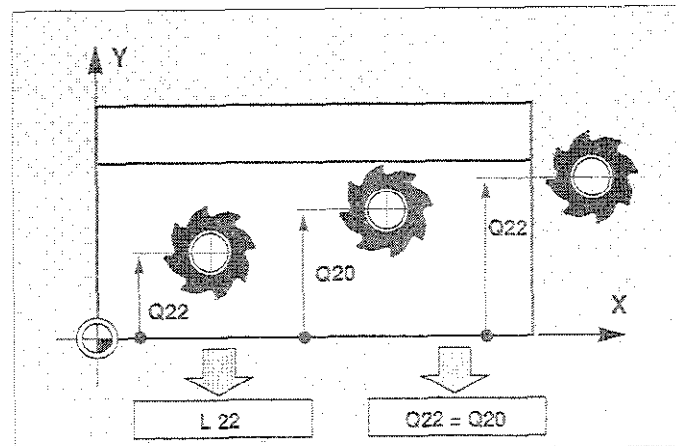
Das Werkzeug steht momentan rechts von der Kontur, die nächste Zeile muß in Gegenrichtung gefräst werden. Da in X-Richtung der Weg Q12 inkremental angegeben ist (siehe Satz N220), genügt ein Vorzeichenwechsel für den Parameter Q12.

N250 D00 Q12 P01-Q12 *



Ist die Zustellung in Y kleiner als die unter Q20 berechnete Breite, erfolgt ein Rücksprung auf L 22: das Werkzeug fräst die nächste Zeile und wird wieder in Y zugestellt; dann wechselt Parameter Q12 erneut das Vorzeichen und ist damit wieder positiv.

N260 D12 P01 +Q22 P02 +Q20 P03 22 *



Parameter-Programm

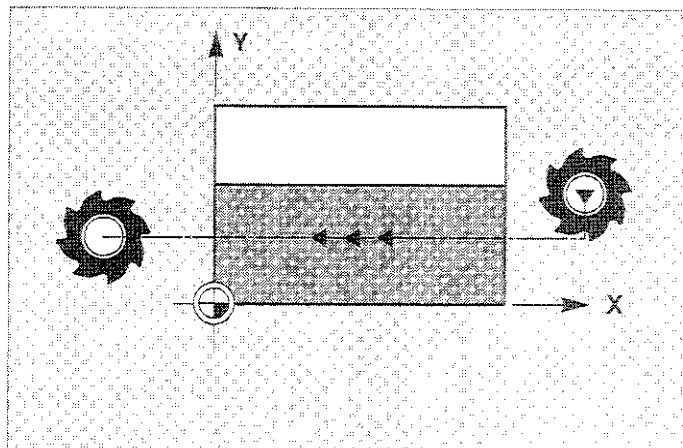
Abzeilen mit Tiefen-Zustellung

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.

```
N270 D00 Q22 P01 +Q20 *
```

```
N280 G90 Y+Q22 *
```

```
N290 G91 X+Q12 *
```



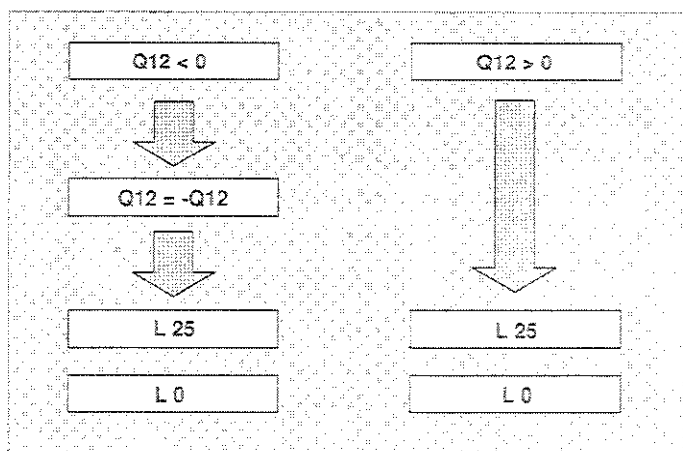
Das Abzeilen der Fläche mit der ersten Tiefen-Zustellung ist abgeschlossen. Da aber vor der nächsten Tiefen-Zustellung immer eine Ausgangs-Position links von der Kontur angefahren wird (Satz 10), muß sichergestellt sein, daß das darauffolgende Zeilenfräsen in X auch in positiver Achs-Richtung erfolgt. Deshalb muß vor dem Unterprogramm-Ende der Parameter Q12 einen positiven Wert annehmen.

```
N300 D11 P01 +Q12 P02 +0 P03 25 *
```

```
N310 D00 Q12 P01 -Q12 *
```

```
N320 G98 L25 *
```

```
N330 G98 L0 *
```



Das Unterprogramm L20 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 % 9995 löst den Rücksprung ins Hauptprogramm aus.

```
N340 G98 L99 *
```

```
N9999 % 9995 G71 G50 *
```


HEIDENHAIN

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH

Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5

D-83301 Traunreut, Deutschland

☎ (0 86 69) 31-0

FAX (0 86 69) 50 61

☎ **Service** (0 86 69) 31-12 72

☎ TNC-Service (0 86 69) 31-14 46

FAX (0 86 69) 98 99

<http://www.heidenhain.de>