

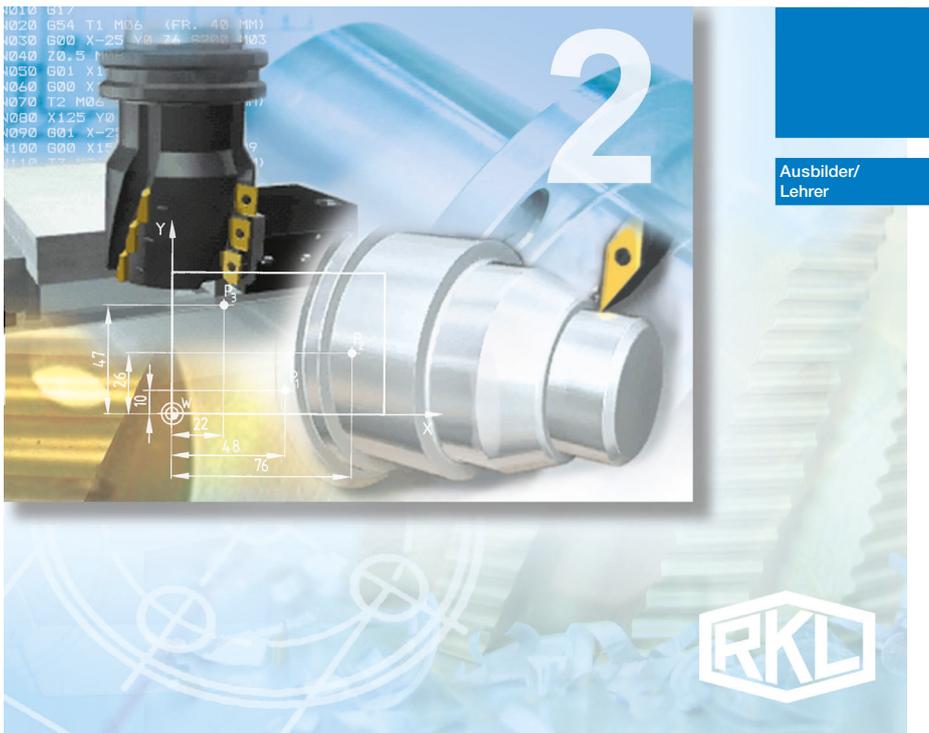
# Leseprobe

**Christiani**

Technisches Institut für  
Aus- und Weiterbildung

## CNC-Fräsen/CNC-Drehen 2

### Aufbaulehrgang



Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG  
[www.christiani.de](http://www.christiani.de)

## Inhaltsverzeichnis

### GLIEDERUNG UND THEMENÜBERSICHT

Die Gliederung des vorliegenden Lehrbuchs „CNC 2-Aufbaulehrgang“ ist durch Großbuchstaben von G bis J gekennzeichnet.

Jeder Großbuchstabe steht für ein Hauptkapitel. Die einzelnen Kapitel sind in sich durch angehängte Ziffern weiter in Abschnitte unterteilt, z.B. G1 und G2. Dadurch lassen sich die verschiedenen Themenbereiche sicher und schnell aufschlagen.

Eine ausführliche Inhaltsangabe der einzelnen Abschnitte erfolgt innerhalb des Lehrgangs immer am Beginn eines neuen Abschnitts.

### Themenübersicht

### Seite

	Vorwort .....	5
<b>G</b>	<b>Programmierung 2 – Kreisinterpolation</b>	
	G1 Kreisprogrammierung beim Fräsen .....	9-19
	G2 Kreisprogrammierung beim Drehen .....	21-23
<b>H</b>	<b>Programmierung 3 – Zyklen und Unterprogramme</b>	
	H1 Bohrzyklen .....	25-28
	H2 Fräszyklen .....	29-31
	H3 Unterprogrammtechnik beim Fräsen – Lochkreise .....	33-37
	H4 Geometriefunktionen beim Fräsen .....	39-44
	H5 Drehzyklen für die Außenbearbeitung .....	45-51
	H6 Unterprogrammtechnik beim Drehen .....	53-56
	H7 Drehzyklen für die Innenbearbeitung .....	57-60
	H8 Geometriefunktionen beim Drehen .....	61-66
<b>I</b>	<b>Programmieraufgaben</b>	
	Bemerkungen zu den Programmieraufgaben 1 .....	67-68
	9 Aufgaben zum Fräsen (Werkstückzeichnungen F4 – 1 bis F6 – 12) .....	69-108
	5 Aufgaben zum Drehen (Werkstückzeichnungen D4 – 1 bis D6 – 6) .....	109-132
<b>J</b>	<b>Anhang</b>	
	J1 Steuerungs- und Maschinendaten .....	135-136
	J2 Werkzeugdaten und Schnittwerte .....	137-138
	J3 Formulare (Arbeitsformulare und Kopiervorlagen) .....	139-142
	J4 Befehlslisten zur NC-Programmierung .....	143-148

## Vorwort

Numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen gewinnen mehr und mehr an Bedeutung für das Fertigen von Werkstücken. Das Vordringen numerischer Fertigungssysteme beschränkt sich aber seit langem nicht mehr nur auf große und mittlere Industriebetriebe. Gerade Handwerksbetriebe und kleinere Industriebetriebe haben die spezifischen Vorteile von numerisch gesteuerten Produktionselementen erkannt und setzen diese zunehmend ein. Parallel dazu steigt der Bedarf an qualifizierten Mitarbeitern die diese Werkzeugmaschinen programmieren, einrichten und sachgerecht bedienen können.

Die nachfolgend aufgeführten CNC-Lehrgänge wollen zum Erlernen der dazu notwendigen Kenntnisse und Fähigkeiten beitragen.

Die Lehrgangreihe

### „FERTIGUNGSTECHNIK MIT CNC-WERKZEUGMASCHINEN“

besteht aus den Teilen:

CNC 1 – Grundlehrgang · CNC-Fräsen und CNC-Drehen

CNC 2 – Aufbaulehrgang · CNC-Fräsen und CNC-Drehen

Der vorliegende Teil „CNC 2 – Aufbaulehrgang“ erweitert die im „CNC 1 – Grundlehrgang“ vermittelten und erarbeiteten Kenntnisse.

Damit die beiden Lehrgänge – die ja thematisch zusammengehören – chronologisch nachvollzogen werden können, wurde die im Grundlehrgang begonnene Kapitelkennzeichnung durch Großbuchstaben (Kapitel A bis F auch im Aufbaulehrgang fortgeführt (Kapitel G bis J)). Dadurch sind die in Themenübersichten angegebenen Kapitel und Abschnitte schnell und sicher zu finden.

**Kapitel G** behandelt die Programmierung von Kreisbögen beim Fräsen und Drehen. Der thematische Aufbau und die stoffliche Konzeption von Kapitel G wurde bewusst in gleicher Weise vorgenommen, wie bei den entsprechenden Kapiteln im „CNC 1 – Grundlehrgang“. Dies bedeutet:

- Die zu erstellenden Teileprogramme werden steuerungs- und maschinenneutral, das heißt herstellernerneutral, nach DIN 66025 programmiert.

**Kapitel H** enthält praktische Beispiele zur Programmierung von Bearbeitungszyklen und von Konturzügen sowie zur Anwendung von Unterprogrammen.

Die stoffliche Konzeption des Kapitels H enthält folgende Lernziele:

- Der Auszubildende soll erkennen, dass durch die Verwendung von Bearbeitungszyklen, von Winkelangaben und von Konturzügen der Programmieraufwand deutlich geringer wird.
- Der Auszubildende soll wissen, dass für das Programmieren von Bearbeitungsaufgaben eine bestimmte Sprachsyntax<sup>1</sup> (sprachliche Satzzusammenstellung) erforderlich ist.
- Der Auszubildende soll erkennen, dass die Anwendung von Zyklen und Konturzügen ein intensives Studium der Programmieranleitung erforderlich macht.
- Der Auszubildende soll die Unterprogrammtechnik anwenden können und wissen, wie man Konturelemente mit Konturzügen verknüpft.

<sup>1</sup> Syntax (lat.)= Menge sprachlicher Regeln, die gültige Konstruktionen einer Sprache beschreiben.

**Kapitel I** enthält als Aufgabensammlung didaktisch-methodisch geeignete Fräs- und Drehteile, die in ihrem Schwierigkeitsgrad ansteigen.

Die Zyklen, die Unterprogramme und die Konturzüge dieser Teile können dabei entweder im Programmierformat der Beschreibungsbeispiele dieses Lehrgangs oder aber mit Hilfe der Programmierhinweise der Steuerungs- und Maschinenhersteller programmiert werden.

Zur leichteren Handhabung sind die Zeichnungen für diese Teile einzeln aus dem Lehrbuch heraustrennbar.

Das Programmieren und Bearbeiten der Fräs- und Drehteile in Kapitel I soll zur Vertiefung und Festigung der bis dahin erworbenen Kenntnisse beitragen.

**Kapitel J** beinhaltet den Anhang. In ihm findet man als Rüstzeug für die fertigungsgerechte Planung der zu programmierenden Bearbeitungsaufgaben entsprechende Steuerungs-, Maschinen- und Werkzeugdaten sowie praxisgerechte Formulare.

Die Leerzeilen in den Befehlslisten ermöglichen das Erfassen und Festhalten von steuerungs- und werkzeugspezifischen Besonderheiten.

### Hinweis:

Parallel zum Einbau von Geometriefunktionen (z.B. Winkel-funktionen, Konturzügen und Schnittpunktberechnungen) in die CNC-Steuerungen wurden auch die Möglichkeiten von externen Programmierplätzen weiterentwickelt.

Heute ist jeder Personalcomputer (PC) – in Verbindung mit entsprechender NC-Software – in der Lage, alle benötigten Konturpunkte zu berechnen. Aus der grafisch dargestellten Kontur liefert der externe Programmierplatz (PC) automatisch das Konturprogramm für die jeweilige CNC-Steuerung.

Die Vorteile externer **Programmierplätze** sind u.a. folgende:

- Die Programmierung unterschiedlicher Bearbeitungsverfahren ist möglich.
- Der Konturverlauf kann steuerungsneutral programmiert werden.
- Komplizierte Konturpunktberechnungen beim Programmieren – vor allem bei älteren Steuerungen – entfallen.
- Die Steuerung (Tastaturkonsole) der Werkzeugmaschine wird nicht als Programmierplatz benötigt.

Externe Programmierplätze werden aus obigen Gründen sehr oft an Stelle der Werkstattprogrammierung (direkte, manuelle Programmierung) eingesetzt.

Für Ausbilder und Lehrer sowie für Lernende, die sich den Unterrichtsstoff im Selbststudium aneignen wollen, steht ein Lehrband mit Lösungsvorschlägen zur Verfügung.

Für die verwendeten Begriffe, Definitionen, Einheiten und Darstellungen wurden die entsprechenden DIN-Normen beachtet und berücksichtigt.

Das Lehrbuch „CNC2“-Aufbaulehrgang ist praxisgerecht erarbeitet und entspricht dem Standard des Korrekturentwurfs. Für konstruktive Kritik ist der Verlag dankbar.

# G1 Kreisprogrammierung beim Fräsen

## 1.2 Angaben im Programmsatz

Zur eindeutigen Festlegung eines Kreisbogens (Bild 1) sind folgende Angaben erforderlich:

- die Ebene der Kreisinterpolation,
- der Drehsinn des Kreises (Bearbeitungsrichtung)
- die Koordinaten des Anfangspunktes (Startpunkt des Kreisbogens)
- die Koordinaten des Endpunktes (Zielpunkt des Kreisbogens)
- die Lage des Kreismittelpunktes (Zentrum) bzw. die Radiusangabe.

### 1.2.1 Erläuterungen zu den einzelnen Angaben

#### Angabe 1: Ebene der Kreisinterpolation (Wegbedingungen G17 bis G19)

Normalerweise ist die X/Y-Ebene die Grundeinstellung einer Werkzeugfräsmaschine. G17 braucht grundsätzlich somit nicht programmiert zu werden.

Ermöglicht die Bahnsteuerung wahlweise auch eine Kreisinterpolation in der X/Z- oder Y/Z-Ebene, so wird die Ebenenauswahl mit G18 bzw. G19 programmiert (Bild 2).

Wegbedingung	Grundebene
G17	X/Y
G18	X/Z
G19	Y/Z

#### Angabe 2: Drehsinn des Kreises (Bearbeitungsrichtung) (Wegbedingungen G02 bis G03)

In Abhängigkeit vom Drehsinn unterscheidet man bei der Kreisinterpolation zwischen folgenden zwei Wegbedingungen (Bild 3):

Wegbedingung	Bedeutung
G02	Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn
G03	Kreisinterpolation im Gegenuhrzeigersinn

Der Festlegung des Drehsinns liegt ein rechtshändig-rechtwinkliges Koordinatensystem zugrunde sowie die Annahme, dass sich das Fräs Werkzeug relativ zum Werkstück bewegt. Zusätzlich ist die Blickrichtung zu beachten.

#### Merke:

Zur Ermittlung des Drehsinns blickt man in die negative Richtung der Achse, die senkrecht auf der Interpolationsebene (Bearbeitungsebene) steht (Bild 3).

Aufgrund dieser Festlegung ergeben sich in den drei Ebenen des Koordinatensystems die in Bild 3 eingetragenen Drehsinn-Richtungen.

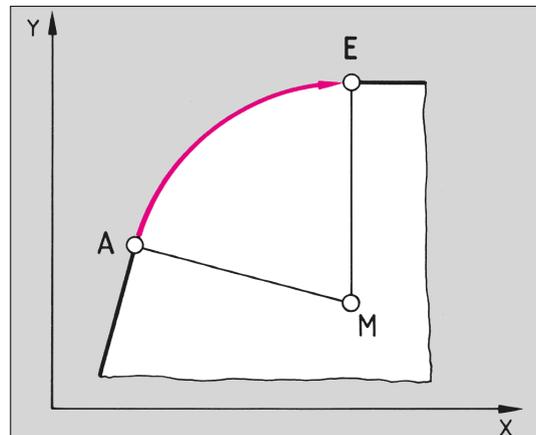


Bild 1: Kreisbogen

A = Anfangspunkt (Startpunkt)  
 E = Endpunkt (Zielpunkt)  
 M = Kreismittelpunkt (Zentrum)

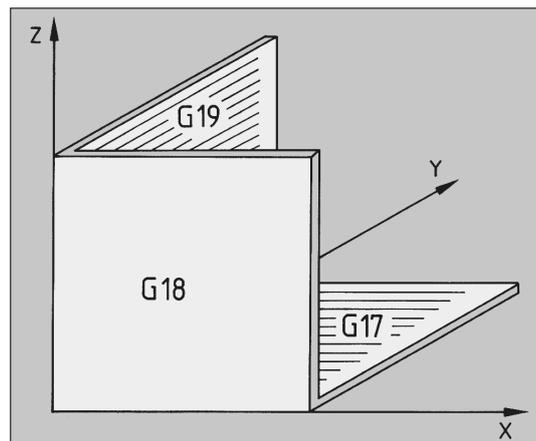


Bild 2: Ebenen des Koordinatensystems

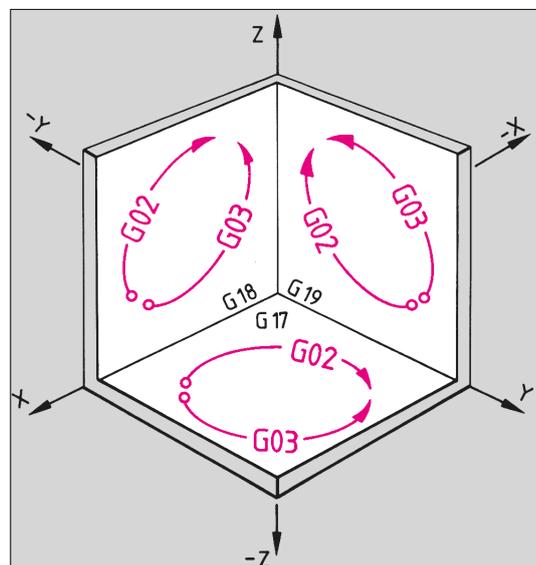


Bild 3: Drehsinn-Richtungen für die Kreisinterpolation

# G2 Kreisprogrammierung beim Drehen

## 2.3 Aufgaben zur Kreisprogrammierung beim Drehen

### 2.3.1 Einzelsätze zur Kreisprogrammierung

- a1** Berechnen Sie die Interpolationsparameter I und K zum Drehen des Kreisbogens im Drehteil von Bild 1 und schreiben Sie dazu den Programmsatz.

**Interpolationsparameter:**

$$I = \frac{60 \text{ mm} - 30 \text{ mm}}{2} = 15 \text{ mm}$$

nach Pythagoras ergibt sich:

$$K = \sqrt{(25 \text{ mm})^2 - (15 \text{ mm})^2} = 20 \text{ mm}$$

**Programmsatz:**

```
G02 X60 Z-45 I15 K20 M04
```

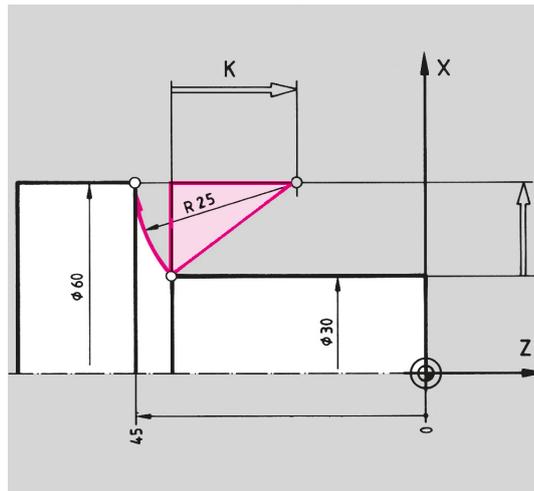


Bild 1: Drehteil mit Kreisbogen

- a2** Wie lautet der Programmsatz für das Drehteil in Bild 1, wenn sich der Werkzeugträger vor der Drehmitte befindet?

G	X	Z	I	K	M
G02	X60	Z-45	I15	K20	M03

- a3** Wie lautet der Programmsatz für das Drehteil in Bild 1, wenn man den Radius direkt programmiert?

G	X	Z	R
G02	X60	Z-45	R25

- a4** Bestimmen Sie die Interpolationsparameter I und K für die Drehteile in Bild 2 und 3 und schreiben Sie den jeweiligen Programmsatz für die Kreisprogrammierung in die zugehörige Tabelle.

**Programmsatz für das Drehteil in Bild 2:**

G	X	Z	I	K
G03	X50	Z-25	I0	K-17

**Programmsatz für das Drehteil in Bild 3:**

G	X	Z	I	K
G02	X40	Z-25	I10	K0
G03	X60	Z-35	I0	K-17

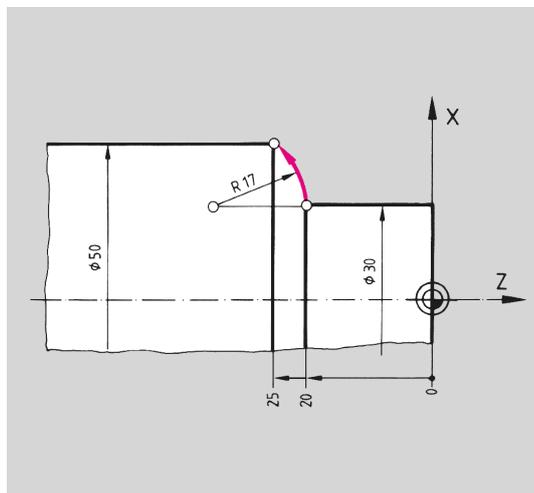


Bild 2: Drehteil mit Kreisbogen

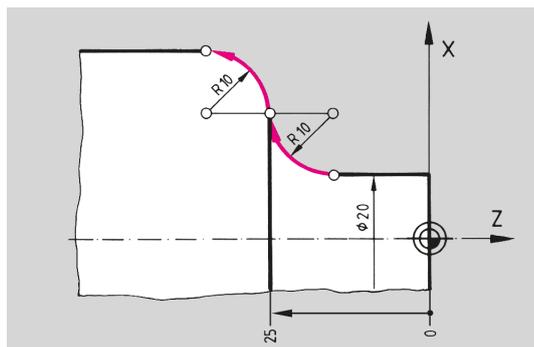


Bild 3: Drehteil mit Kreisbögen

# H4 Geometriefunktionen beim Fräsen

## ● Beispiel einer Spiegelung

Die Bilder 1 und 2 zeigen die beiden Spiegelungen am Werkstück F 6–9 (Spiegelwinkel).

**a** Programmieren Sie den Spiegelwinkel F 6–9. Die Zeichnung im Maßstab 1:1 sowie ein leeres Programmblatt finden Sie in Kapitel I, Seite 101 und 102.

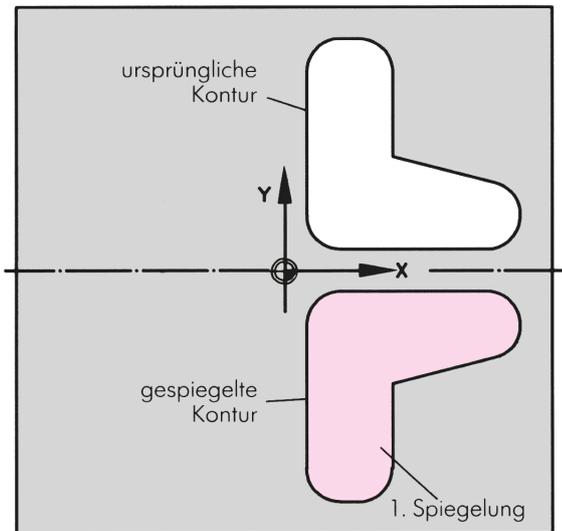


Bild 1: Spiegelung um die X-Achse (1. Spiegelung)

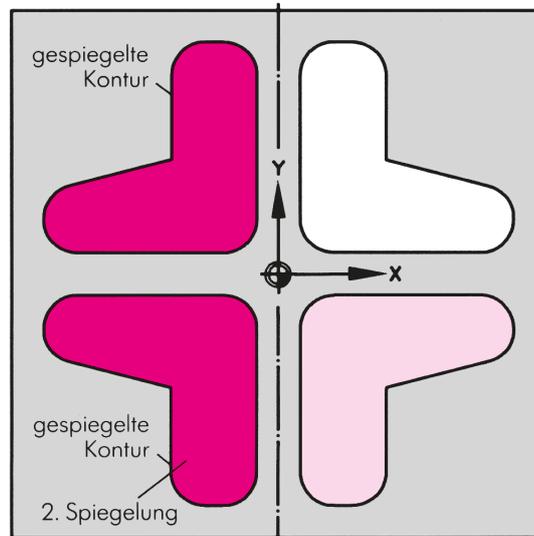


Bild 2: Spiegelung um die Y-Achse (2. Spiegelung)

### 4.4.3 Vergrößern bzw. Verkleinern von Konturelementen

Die rotfarbenen hinterlegten Frästaschen in Bild 3 sind durch Vergrößern und Verkleinern der weißfarbenen hinterlegten ursprünglichen Tasche entstanden.

Nach dem Programmieren des Vergrößerungs- bzw. Verkleinerungsfaktors wird die Wiederholungsfunktion oder das entsprechende Unterprogramm zur Abarbeitung der Kontur aufgerufen.

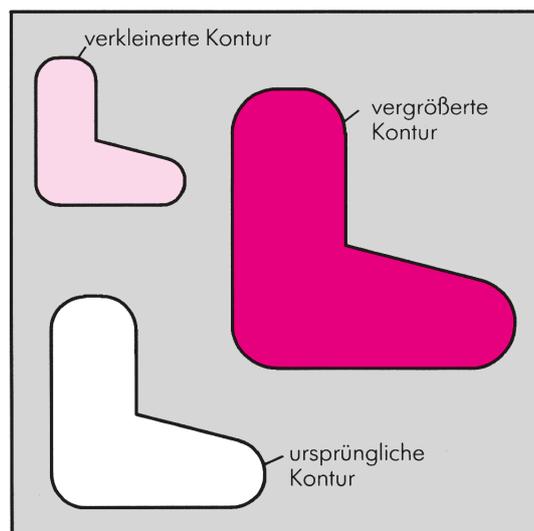


Bild 3: Vergrößern bzw. Verkleinern von Konturelementen an einer Winkelplatte

#### Anmerkungen:

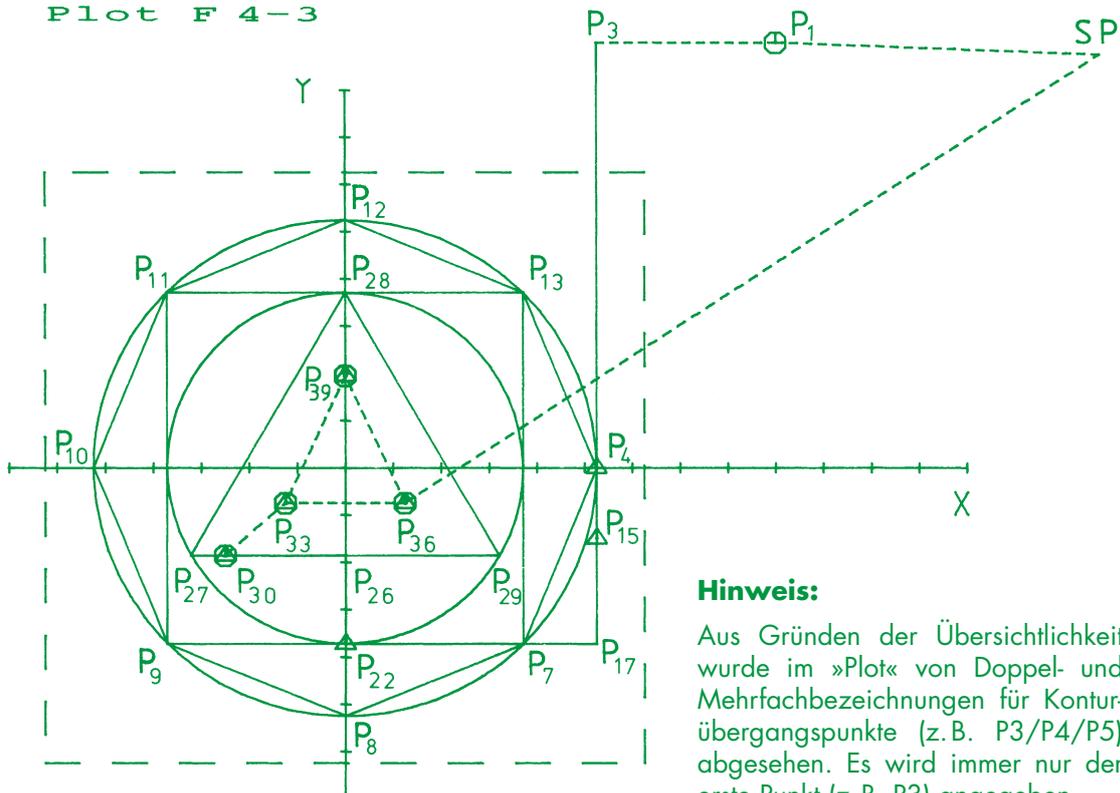
1. Die oben aufgeführten Konturmanipulationen lassen sich meistens auch kombinieren.
2. Zur Vertiefung können jetzt die Frästeile F 6–10 bis F 6–12 programmiert werden. Die entsprechenden Zeichnungen und jeweils ein leeres Programmblatt finden Sie in Kapitel I, Seite 103 bis 108.

## Lösungsvorschlag für Kreisturm F 4 – 3 (Seite 74)

### Teileprogramm PF 4 – 3

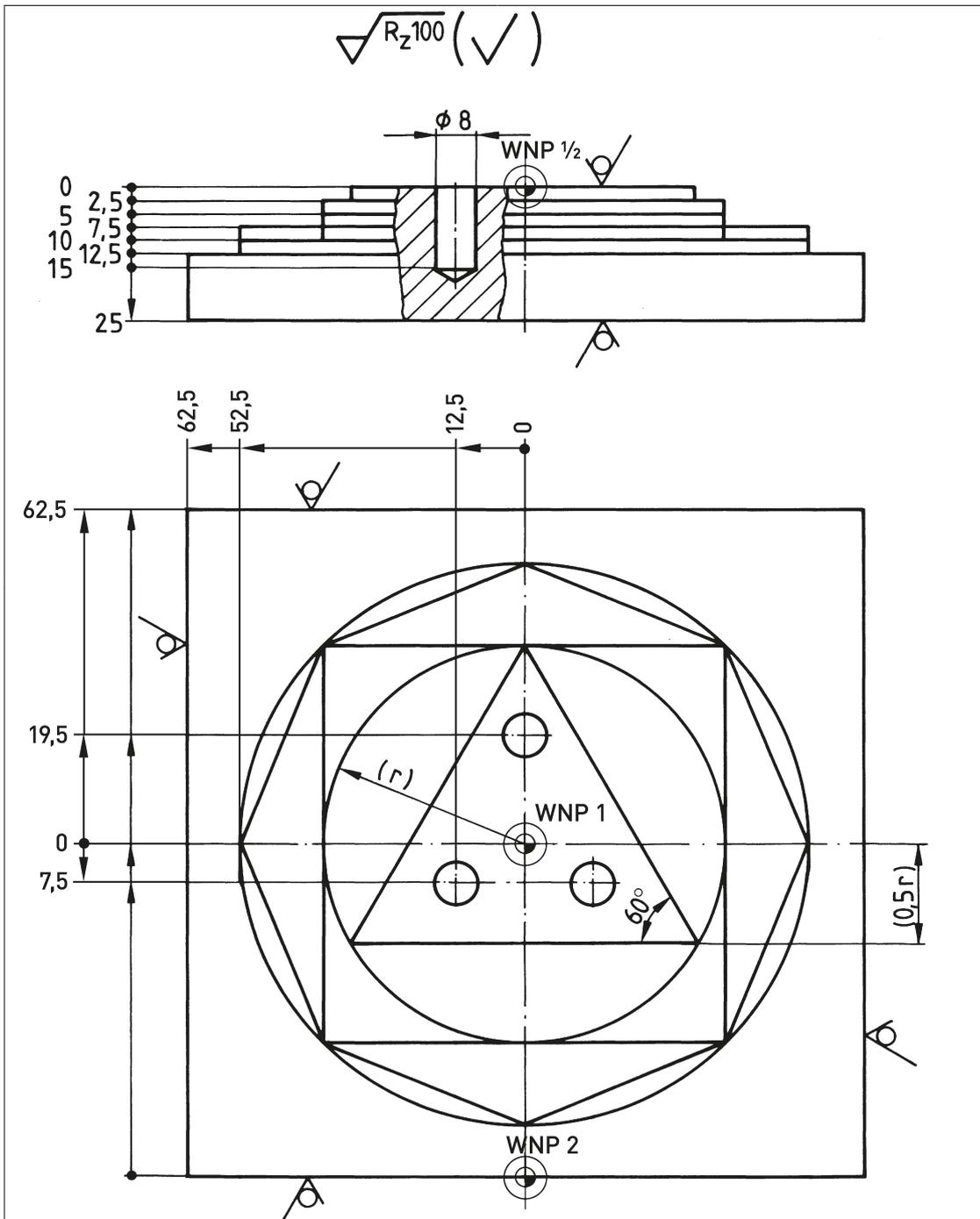
%	
N010	G17
N020	G54
N030	S160 T1 M06 (FR. 40 MM)
N040	G92 X62.5 Y62.5
P1 N050	G00 X90 Y90 M03
P2	N060 Z-12.5
P3	N070 G43 X52.5
N080	G01 F80 M08
P4 N090	G41 Y0
P5	N100 G02 X52.5 Y0 I0 J0
P6	N110 G01 Z-10
P7	N120 X37.123 Y-37.123
P8	N130 X0 Y-52.5
P9	N140 X-37.123 Y-37.123
P10	N150 X-52.5 Y0
P11	N160 X-37.123 Y-37.123
P12	N170 X0 Y52.5
P13	N180 X37.123 Y37.123
P14	N190 X52.5 Y0
P15	N200 Y-15
P16	N210 G00 Z-7.5
N220	G01
P17	N230 G44 Y-37.123
P18	N240 G41 X-37.123
P19	N250 Y37.123
P20	N260 X37.123
P21	N270 Y-37.123
P22	N280 X0
P23	N290 Z-5
P24	N300 G02 X0 Y-37.123 I0 J0
P25	N310 G01 Z-2.5
P26	N320 G44 Y-18.561
P27	N330 G41 X-32.149
P28	N340 X0 Y37.123
P29	N350 X32.149 Y-18.561
P30	N360 X-25
P31	N370 Z2
P32	N380 G00 Z150 M05
N390	G40
N400	S500 T2 M06 (ZENTRIERB.)
N410	G92 X62.5 Y0
P33	N420 G00 X-12.5 Y55 Z2 M03
P34	N430 G01 Z-2 F80
P35	N440 G00 Z2
P36	N450 X12.5
P37	N460 G01 Z-2
P38	N470 G00 Z2
P39	N480 X0 Y82
P40	N490 G01 Z-2
P41	N500 G00 Z150 M05
N510	S800 T3 M06 (BO. 8.5 MM)
P42	N520 G00 Z2 M03
P43	N530 G01 Z-17.4
P44	N540 G00 Z2
P45	N550 X-12.5 Y55
P46	N560 G01 Z-17.4
P47	N570 G00 Z2
P48	N580 X12.5
P49	N590 G01 Z-17.4
P50	N600 G00 Z2 M09
N610	G92 X0 Y0
SP	N620 X220 Y150 Z150
N630	G53 M30
%	

Plot F 4-3



#### Hinweis:

Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde im »Plot« von Doppel- und Mehrfachbezeichnungen für Konturübergangspunkte (z.B. P3/P4/P5) abgesehen. Es wird immer nur der erste Punkt (z.B. P3) angegeben.



Datum:	Benennung: Kreisturm
Name:	Werkstoff: S235 JRG2 + C
Maßstab: 1 : 1	Halbzeug: DIN EN 10278 Fl 125x25x125
Gruppe:	Zeichnungs-Nr.: F4-3
	Programm-Nr.: PF4-3