








Bedienelemente der TNC 407, TNC 415B und TNC 425






Bedienelemente der Bildschirm-Einheit

-  Bildschirm zwischen Maschinen- und Programmier-Betriebsarten umschalten
-  **GRAPHICS TEXT SPLIT SCREEN** Bildschirm-Aufteilung festlegen
-  Softkeys: Funktion im Bildschirm anwählen
-  Softkey-Leisten umschalten
-  Helligkeit, Kontrast



Alpha-Tastatur: Buchstaben und Zeichen eingeben

-  Datei-Namen/ Kommentare
-  DIN/ISO-Programme






Maschinen-Betriebsarten wählen

-  MANUELLER BETRIEB
-  EL. HANDRAD
-  POSITIONIEREN MIT HANDEINGABE
-  PROGRAMMLAUF EINZELSATZ
-  PROGRAMMLAUF SATZFOLGE



Programmier-Betriebsarten wählen

-  PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN
-  PROGRAMM-TEST

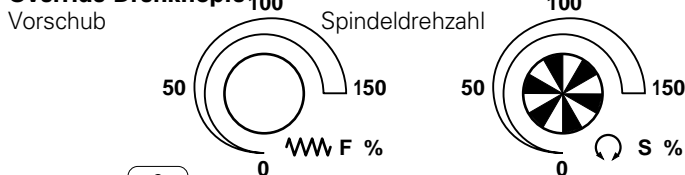
Programme/Dateien verwalten

-  Programme/Dateien anwählen
-  Programme/Dateien löschen
-  Programm-Aufruf in ein Programm eingeben
-  Externe Daten-Übertragung aktivieren
-  Zusatz-Funktionen anwählen









Cursor verschieben und Sätze, Zyklen und Parameter-Funktionen direkt wählen

-  Cursor (Hellfeld) verschieben
-  Sätze, Zyklen und Parameter-Funktionen direkt anwählen




Override-Drehknöpfe









Bahnbewegungen programmieren

-  Kontur anfahren/verlassen
-  Gerade
-  Kreismittelpunkt / Pol für Polarkoordinaten
-  Kreisbahn um Kreismittelpunkt
-  Kreisbahn mit Radius
-  Kreisbahn mit tangentialem Anschluß
-  Fase
-  Ecken-Runden
















Angaben zu Werkzeugen

-   Werkzeug-Länge und -Radius eingeben und aufrufen
-  Werkzeugradius-Korrektur aktivieren

Zyklen, Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen



-   Zyklen definieren und aufrufen
-   Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen eingeben und aufrufen
-  Programm-Halt in ein Programm eingeben
-  Tastsystem-Funktionen in ein Programm eingeben

Koordinatenachsen und Ziffern eingeben, Editieren

-  ...  Koordinatenachsen anwählen bzw. in ein Programm eingeben
-  ...  Ziffern
-  Dezimal-Zeichen
-  Vorzeichen
-  Polarkoordinaten-Eingabe
-  Inkremental-Werte
-  Q-Parameter einsetzen für Teilfamilien oder in mathematische Funktionen
-  Ist-Position übernehmen
-  Dialogfragen übergehen und Wörter löschen
-  Eingabe abschließen und Dialog fortsetzen
-  Satz abschließen
-  Zahlenwert-Eingaben rücksetzen oder TNC-Meldetext löschen
-  Dialog abbrechen; Programm-Teile löschen

Der TNC-Leitfaden:

Von der Werkstück-Zeichnung zur programmgesteuerten Bearbeitung

Schritt	Aufgabe	TNC-Betriebsart	Handbuch-Abschnitt
Vorbereitung			
1	Werkzeuge auswählen	—	—
2	Werkstück-Nullpunkt für Koordinaten-Eingaben festlegen	—	—
3	Drehzahlen und Vorschübe ermitteln	—	12.4
4	Maschine einschalten	—	1.3
5	Referenzmarken überfahren	 oder 	1.3, 2.1
6	Werkstück aufspannen	—	—
7	Bezugspunkt-Setzen/ Positionsanzeigen setzen ...		
7a	... mit einem 3D-Tastensystem	 oder 	9.2
7b	... ohne 3D-Tastensystem	 oder 	2.3
Programm eingeben und testen			
8	Bearbeitungsprogramm eingeben oder über externe Datenschnittstelle einlesen	 oder 	5 bis 8, 10
9	Bearbeitungsprogramm auf Fehler testen		3.1
10	Probelauf: Bearbeitungsprogramm ohne Werkzeug Satz für Satz ausführen		3.2
11	Falls nötig: Bearbeitungsprogramm optimieren		5 bis 8
Werkstück bearbeiten			
12	Werkzeug einsetzen und Bearbeitungsprogramm ausführen		3.2

1.1 Die TNC 425, TNC 415 B und TNC 407

Die TNCs sind werkstattprogrammierbare Bahnsteuerungen für Fräsmaschinen, Bohrmaschinen und Bearbeitungszentren mit bis zu fünf Achsen.

Zusätzlich läßt sich die Spindel ausrichten (Spindel-Orientierung).

In den TNCs sind immer eine Betriebsart für Maschinenbewegungen (Maschinen-Betriebsart) und eine Betriebsart zum Programmieren und Programm-Test (Programmier-Betriebsart) gleichzeitig – parallel – aktiv.

Die TNC 425

Bei der TNC 425 wird die Geschwindigkeit digital in der Steuerung geregelt.

Die TNC 425 ermöglicht eine sehr hohe Konturtreue, auch dann, wenn komplexe Werkstück-Geometrien mit hohen Geschwindigkeiten bearbeitet werden.

Die TNC 415 B

Bei der TNC 415 B wird die Geschwindigkeit analog im Antriebsverstärker geregelt.

Alle Funktionen der TNC 425 lassen sich auch bei der TNC 415 B nutzen.

Die TNC 407

Bei der TNC 407 wird die Geschwindigkeit analog im Antriebsverstärker geregelt.

Bis auf die folgenden Ausnahmen lassen sich auch bei der TNC 407 alle Funktionen der TNC 425 nutzen:

- Grafik während des Programmlaufs
- Bearbeitungsebene schwenken
- Dreidimensionale Radiuskorrektur
- Geradenbewegung in mehr als drei Achsen

Technische Unterschiede der TNCs

	TNC 425	TNC 415 B	TNC 407
Geschwindigkeitsregelung	digital	analog	analog
Satzverarbeitungs-Zeit	4 ms	4 ms	24 ms
Regelkreis-Zykluszeit: Lageregler	3 ms	2 ms	6 ms
Regelkreis-Zykluszeit: Geschwindigkeitsregler	0,6 ms	0.6 ms	---
Programmspeicher	256 kbyte	256 kbyte	128 kbyte
Eingabefeinheit	0,1 µm	0,1 µm	1 µm

Bildschirm-Einheit und Bedienfeld

Auf dem 14-Zoll-Farbbildschirm werden alle Informationen übersichtlich dargestellt, die beim Einsatz der TNC benötigt werden.

Die Programm-Eingabe wird durch die Softkeys der Bildschirm-Einheit unterstützt.

Die Tasten auf dem Bedienfeld sind nach ihrer Funktion gruppiert. Das erleichtert es, Programme einzugeben und die TNC-Funktionen zu nutzen.

Programmierung

Die TNCs werden direkt an der Maschine im leicht verständlichen HEIDENHAIN Klartext-Dialog programmiert.

Die Freie Konturprogrammierung FK hilft bei der Programmierung, wenn keine NC-gerechte Zeichnung vorliegt.

Die TNCs können auch nach DIN/ISO oder im DNC-Betrieb programmiert werden.

Um die Übersichtlichkeit bei längeren Programmen zu verbessern können Sie die Programme gliedern. Die Gliederungspunkte werden im rechten Fenster des Bildschirms angezeigt, so daß Sie auf einen Blick die Struktur des Programms erkennen können.

Grafik

Eine Programmier-Grafik unterstützt die Programm-Eingabe.

Für einen Programmlauf (nur TNC 415 B, TNC 425) oder Programm-Test läßt sich die Bearbeitung des Werkstücks simulieren. Dafür sind verschiedene Darstellungsarten wählbar.

Kompatibilität

Die TNCs können alle Bearbeitungsprogramme ausführen, die an HEIDENHAIN Steuerungen ab der TNC 150 B erstellt wurden.

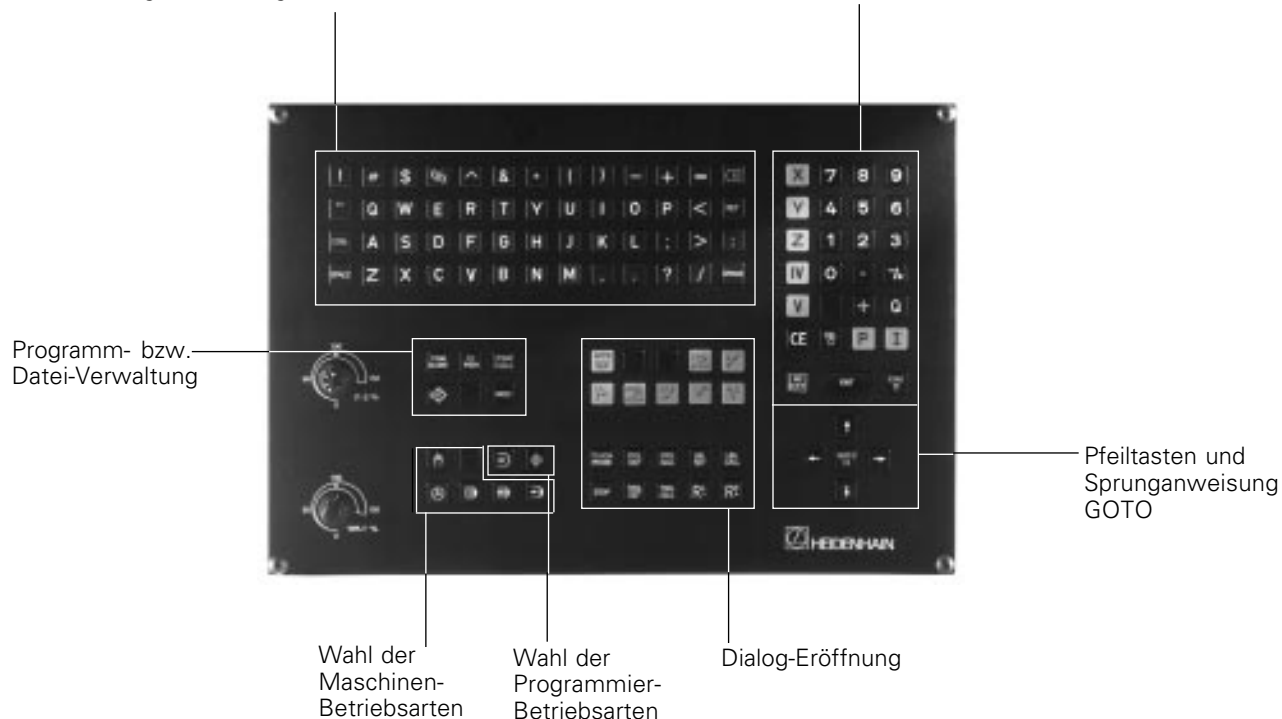
Das Bedienfeld

Auf dem TNC-Bedienfeld sind alle Tasten mit Abkürzungen und Symbolen versehen, die sich gut merken lassen. Die Tasten sind nach ihrer Funktion in folgende Gruppen zusammengefasst:

Alpha-Tastatur:

Eingabe von Datei-Namen,
Kommentaren und anderen Texten;
DIN/ISO-Programmierung

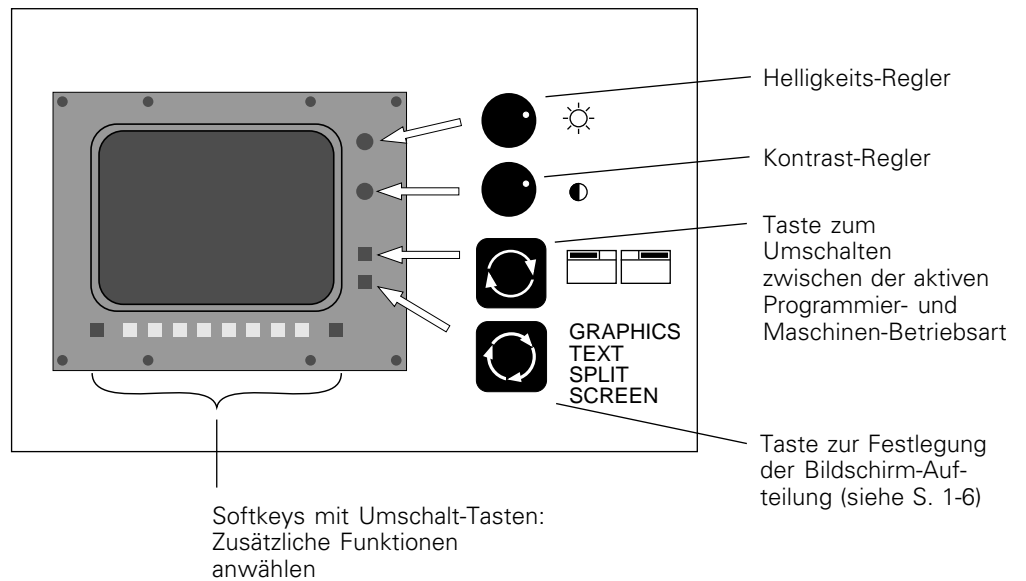
Zahlen-Eingaben und Achswahl



Die Funktion der einzelnen Tasten ist auf der ersten Einklappseite beschrieben.

Externe Tasten, z.B. **I** (NC-Start), werden im Maschinen-Handbuch erklärt. Sie sind in diesem Handbuch grau gerastert.

Die Bildschirm-Einheit



Kopfzeile

In der Kopfzeile des Bildschirms stehen die angewählten Betriebsarten: Maschinen-Betriebsarten links und Programmier-Betriebsarten rechts. Die Betriebsart, auf die der Bildschirm geschaltet ist, steht im größeren Feld der Kopfzeile. Dort erscheinen auch Dialogfragen und TNC-Meldetexte.

Softkeys

Die Softkeys beziehen sich auf die Funktionen, die in der Softkey-Leiste unten im Bildschirm angezeigt werden. Mit den Umschalt-Tasten wird die Softkey-Leiste auf weitere Funktionen umgeschaltet. Die angewählte Softkey-Leiste und die Umschaltmöglichkeiten werden mit Balken symbolisiert: Die Anzahl der Balken entspricht der Anzahl der über Umschalttasten anwählbaren Softkey-Leisten. Für die angewählte Leiste ist ein bestimmter Balken farblich hervorgehoben.

Bildschirm-Aufteilung

Die Anzeige im TNC-Bildschirm legen Sie über die Taste zur Festlegung der Bildschirm-Aufteilung und Softkeys fest. Dabei stehen in Abhängigkeit von der aktiven Betriebsart folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

Betriebsart	Bildschirm-Inhalt	Softkey
MANUELLER BETRIEB HANDRAD	Positionen	POSITION
	links: Positionen rechts: STATUS	POSITION + STATUS
POSITIONIEREN MIT HANDEINGABE	Programm	PGM
	links: Programm rechts: STATUS	PGM + STATUS
PROGRAMMLAUF SATZFOLGE PROGRAMMLAUF EINZELSATZ PROGRAMM-TEST	Programm	PGM
	links: Programm rechts: Programm-Gliederung	PGM + SECTION
	links: Programm rechts: STATUS	PGM + STATUS
	links: Programm rechts: Grafik	PGM + GRAPHICS
	Grafik	GRAPHICS
PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN	Programm	PGM
	links: Programm rechts: Programm-Gliederung	PGM + SECTION
	links: Programm rechts: Programmier-Grafik	PGM + GRAPHICS

Bildschirm-Aufteilung in den Betriebsarten

PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN:

Maschinen-Betriebsart Programmier-Betriebsart ist angewählt

MANUELLER BETRIEB	PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN	
<pre> 0 BEGIN PGM D-GLIEDE MM 1 BLK FORM 0.1 Z X+0 V+0 Z-50 2 BLK FORM 0.2 X+100 V+100 Z+0 3 FN 9: IF +027 EQU +0 GOTO LBL 112 4 * - BOHRPLATTE ID.-NR. 12345689 5 FN 11: IF +027 GT +0 GOTO LBL 113 6 FN 2: Q29 = +028 - +270 7 FN 0: Q20 = -3,5 8 FN 4: Q21 = +027 DIV +025 9 CVCL DEF 10.0 DREHUNG 10 CVCL DEF 10.1 ROT+Q29 11 FN 9: IF +1 EQU +1 GOTO LBL 112 12 * - PARAMETER DEFINIEREN 13 LBL 113 14 FN 1: Q29 = +028 + +270 </pre>	<pre> BEGIN PGM D-GLIEDE - BOHRPLATTE ID.-NR. 12345689 - PARAMETER DEFINIEREN - TASCHE FERTIGEN - TASCHE AUSRAUMEN - TASCHE SCHLICHTEN - BOHRBILD ERSTELLEN - ZENTRIEREN - BOHREN - GEWINDEBOHREN END PGM D-GLIEDE </pre>	Anzeige der Gliederungs-Punkte
<p>Ausschnitt aus dem angewählten Programm</p>		
<p>Softkey-Leiste</p>		

PROGRAMM-TEST:

Maschinen-Betriebsart Programmier-Betriebsart ist angewählt

MANUELLER BETRIEB	PROGRAMM-TEST	
<pre> 17 CVCL DEF 11.0 MASSFAKTOR 18 CVCL DEF 11.1 SCL0,75 19 FN 0: Q1 = +15999 20 TOOL CALL 1 Z S500 21 L X+0 V+0 R0 F01 22 Z+10 R0 F01 M13 23 CVCL DEF 1.0 TIEFBOHREN 24 CVCL DEF 1.1 ABST -7 25 CVCL DEF 1.2 TIEFE -31 26 CVCL DEF 1.3 ZUSTLG -8 27 CVCL DEF 1.4 V.ZEIT 0 28 CVCL DEF 1.5 F100 29 CVCL CALL 30 L X+0 V+29,5 R0 F01 M99 31 Z+7 R0 F01 </pre>	<p>Grafik (oder zusätzliche Status-Anzeige, oder Programm-Gliederung)</p>	
<p>Ausschnitt aus dem angewählten Programm</p>		
<p>Softkey-Leiste</p>		

MANUELLER BETRIEB und EL.HANDRAD:

Maschinen-Betriebsart ist angewählt
Programmier-Betriebsart

MANUELLER BETRIEB						PROGRAMM EINSPEICHERN
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>IST</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> X +226,8353</p> <p>Y -38,9789</p> <p>Z +75,1905</p> <p>B +30,0000</p> <p>C +90,0000</p> <p>T</p> <p>M 5/9 0</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>SOLL</p> <p>X +226,8353</p> <p>Y -38,9789</p> <p>Z +75,1905</p> <p>B +30,0000</p> <p>C +90,0000</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px;"> B +30,0000 C +90,0000 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px;"> GRUNDDREHUNG </div> </div> </div>						
M	S	TOUCH PROBE	DATUM SET	3D ROT 	TOOL TABLE	

- Koordinaten
- Angewählte Achse
- *, wenn TNC gestartet ist
- Status-Anzeige, z.B. Vorschub F, Zusatz-Funktion M, Symbole für Grunddrehung oder/und geschwenkte Bearbeitungsebene

Zusätzliche Status-Anzeige

Softkey-Leiste

PROGRAMMLAUF SATZFOLGE, PROGRAMMLAUF EINZELSATZ

Maschinen-Betriebsart ist angewählt
Programmier-Betriebsart

PROGRAMMLAUF SATZFOLGE						PROGRAMM EINSPEICHERN
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>0 BEGIN PGM 3DFILTER MM</p> <p>1 ; THIS PROGRAMME CALLS THE</p> <p>2 ; MAINPROGRAMME 79153</p> <p>3 BLK FORM 0.1 Z X+0 V+0 Z-40</p> <p>4 BLK FORM 0.2 X+100 V+100 Z+0</p> <p>5 TOOL DEF 1 L+0 R+6</p> <p>6 TOOL CALL 1 Z S2000</p> <p>7 FN 0: 016 = +30</p> <p>8 FN 0: 020 = +300</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p>0° 00:00:00</p> </div> </div>						
<p>IST</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> X +132,6870 Y +12,5600</p> <p>Z +160,2560 B +30,0000</p> <p>C +90,0000</p> <p>T</p> <p> 0 M 5/9</p>						
■			RESTORE POS. AT 	OFF/ON <input type="checkbox"/>	TOOL TABLE	

Ausschnitt aus dem angewählten Programm

Status-Anzeige

Grafik (oder zusätzliche Status-Anzeige, oder Programm-Gliederung)

Softkey-Leiste



TNC-Zubehör

3D-Tastssysteme

Die TNC stellt für den Einsatz von HEIDENHAIN 3D-Tastsystemen folgende Funktionen zur Verfügung (siehe auch Kapitel 9):

- automatisches Werkstück-Ausrichten (Werkstück-Schiefelage kompensieren)
- Bezugspunkt-Setzen
- Messungen am Werkstück während des Programmlaufs
- Digitalisieren von 3D-Formen (Option)
- Werkzeug-Vermessung mit dem TT 110



Abb. 1.6: HEIDENHAIN 3D-Tastsysteme TS 511 und TS 120

Disketten-Einheit

Die HEIDENHAIN Disketten-Einheit FE 401 dient der TNC als externer Speicher: Programme und Tabellen lassen sich auf Disketten auslagern. Mit der FE 401 können auch Programme zur TNC übertragen werden, die an einem PC erstellt wurden.

Sehr umfangreiche Programme, die die Speicherkapazität der TNC überschreiten, werden „blockweise“ übertragen: Während die Maschine die eingelesenen Sätze ausführt und danach sofort wieder löscht, überträgt die Disketten-Einheit weitere Programmsätze in die TNC.



Abb. 1.7: HEIDENHAIN Disketten-Einheit FE 401

Elektronische Handräder

Die „elektronischen Handräder“ erleichtern das präzise manuelle Verfahren der Achsschlitten. Wie an einer konventionellen Maschine bewirkt ein Drehen am Handrad, daß sich der Maschinenschlitten um einen bestimmten Betrag bewegt. Der Verfahrensweg pro Umdrehung ist dabei in einem weiten Bereich wählbar.

Portable Handräder, z.B. das HR330, werden mit einem Kabel an die TNC angeschlossen.

Einbau-Handräder, z.B. das HR130, werden in die Maschinen-Tastatur eingebaut. Mit einem Adapter lassen sich bis zu drei Handräder gleichzeitig anschließen.

Über die Handrad-Konfiguration an einer Maschine informiert der Maschinen-Hersteller.



Abb. 1.8: Das elektronische Handrad HR 330

1.2 Grundlagen

Einführung

Dieses Kapitel behandelt die folgenden Punkte:

- Was heißt NC?
- Bearbeitungsprogramm
- Programm-Eingabe
- Bezugssystem
- Rechtwinkliges Koordinatensystem
- Zusatzachsen
- Polarkoordinaten
- Festlegung des Pols
- Bezugspunkt-Setzen
- Absolute Werkstück-Positionen
- Inkrementale Werkstück-Positionen
- Werkzeugbewegungen programmieren
- Wegmeßsysteme
- Referenzmarken

Was heißt NC?

Der deutsche Begriff für „NC“ (**N**umerical **C**ontrol) lautet numerische Steuerung, also „Steuerung mit Hilfe von Zahlen“.
Moderne Steuerungen wie die TNCs besitzen dafür einen eingebauten Computer. Sie werden deshalb auch CNC (Computerized NC) genannt.

Bearbeitungsprogramm

Im Bearbeitungsprogramm wird die Werkstück-Bearbeitung festgelegt. Im Programm stehen beispielsweise die Zielposition, auf die sich das Werkzeug bewegen soll, die Werkzeugbahn – also wie das Werkzeug zu einer Zielposition bewegt werden soll – und der dazugehörige Vorschub. Auch Informationen über Radius und Länge der eingesetzten Werkzeuge, Drehzahl und Werkzeugachse müssen im Programm festgelegt sein.

Programm-Eingabe

Die Dialog-Programmierung ist eine besonders einfache Methode, um Bearbeitungsprogramme zu erstellen und einzugeben. NCs von HEIDENHAIN waren von Anfang an für den Facharbeiter ausgelegt, der direkt an der Maschine sein Programm in die Steuerung eintippt. Deswegen heißen diese Steuerungen TNC (**T**ipp-**NC**). Die Programmierung eines Arbeitsschrittes wird einfach durch einen Tastendruck eingeleitet. Danach erfragt die TNC alle Daten, die sie für diesen Arbeitsschritt benötigt. Die TNC kann auch nach DIN/ISO oder im DNC-Betrieb programmiert werden.

Bezugssystem

Um Positionen angeben zu können, braucht man grundsätzlich ein Bezugssystem.

Beispielsweise können Orte auf der Erde durch ihre geographischen Koordinaten (Koordinaten: lat. „Zugeordnete“; Größen zur Angabe bzw. Festlegung von Positionen) „Länge“ und „Breite“ „absolut“ angegeben werden: das Netz der Längen- und Breitenkreise stellt ein „absolutes Bezugssystem“ dar – im Gegensatz zu einer „relativen“ Positionsangabe, d.h. mit Bezug auf einen anderen, bekannten Ort.

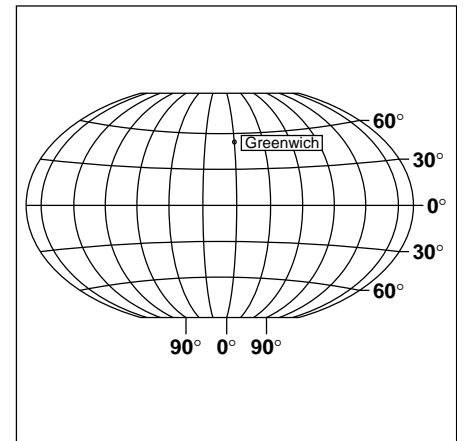


Abb. 1.9: Das geographische Koordinatensystem ist ein absolutes Bezugssystem

Rechtwinkliges Koordinatensystem

Zur Bearbeitung eines Werkstücks auf einer Fräsmaschine, die mit einer TNC-Bahnsteuerung ausgerüstet ist, geht man generell von einem werkstückfesten kartesischen (= rechtwinkligen, nach dem französischen Mathematiker und Philosophen René Descartes, lateinisch Renatus Cartesius; 1596 bis 1650) Koordinatensystem aus, das aus den drei, zu den Maschinenachsen parallelen Koordinatenachsen X, Y und Z besteht; denkt man sich den Mittelfinger der rechten Hand in Richtung der Werkzeugachse vom Werkstück zum Werkzeug zeigend, so weist er in Richtung der positiven Z-Achse, der Daumen in Richtung der positiven X-Achse und der Zeigefinger in Richtung der positiven Y-Achse.

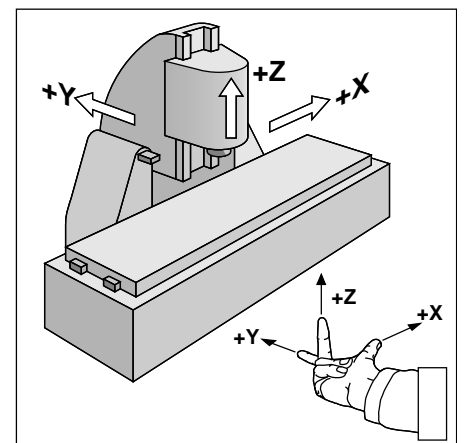


Abb. 1.10: Benennung und Richtungen der Maschinenachsen an einer Fräsmaschine

Zusatzachsen

Die TNCs (außer der TNC 407) können Maschinen mit mehr als drei Achsen steuern. Neben den Hauptachsen X, Y und Z können dies die dazu parallel liegenden Zusatzachsen **U**, **V** und **W** sein (siehe Bild). Auch **Drehachsen** sind möglich; sie werden – wie abgebildet – mit **A**, **B** und **C** bezeichnet.

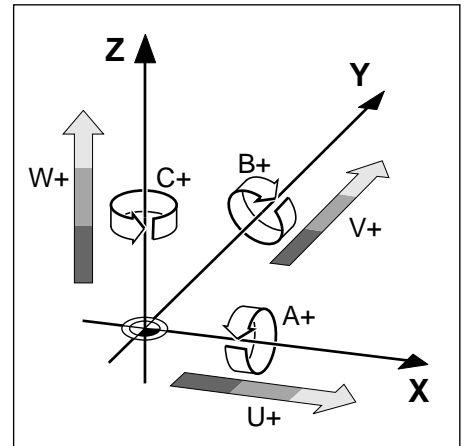


Abb 1.11: Ausrichtung und Benennung der Zusatzachsen

Polarkoordinaten

Das rechtwinklige Koordinatensystem eignet sich besonders gut, wenn die Fertigungszeichnung rechtwinklig bemaßt ist. Bei Werkstücken mit Kreisbögen oder bei Winkelangaben ist es oft einfacher, Positionen mit Polarkoordinaten festzulegen.

Polarkoordinaten beschreiben – im Gegensatz zu den rechtwinkligen Koordinaten X, Y und Z – nur Positionen in einer Ebene.

Polarkoordinaten haben ihren Nullpunkt im **Pol CC**. Um eine Position durch Polarkoordinaten zu beschreiben, denkt man sich einen Maßstab, dessen Nullpunkt mit dem Pol fest verbunden ist, der sich jedoch in der Ebene um den Pol beliebig drehen läßt.

Positionen in dieser Ebene lassen sich angeben durch den

- **Polarkoordinaten-Radius PR** – der dem Abstand vom Pol CC zur Position entspricht und den
- **Polarkoordinaten-Winkel PA** – das ist der Winkel von der Bezugsachse zum Maßstab.

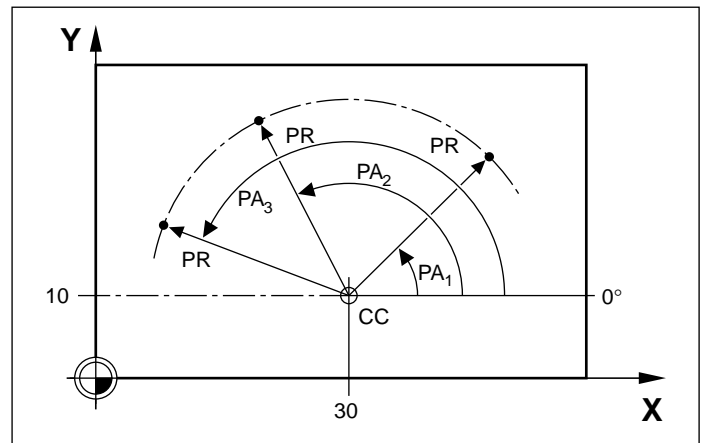


Abb 1.12: Positionsangaben auf einer Kreisbahn mit Polarkoordinaten

Festlegung des Pols CC

Der Pol wird durch zwei Koordinaten im rechtwinkligen Koordinatensystem festgelegt. Diese beiden Koordinaten bestimmen gleichzeitig die Bezugsachse für den Polarkoordinaten-Winkel PA.

Pol-Koordinaten	Winkelbezugsachse
X Y	+X
Y Z	+Y
Z X	+Z

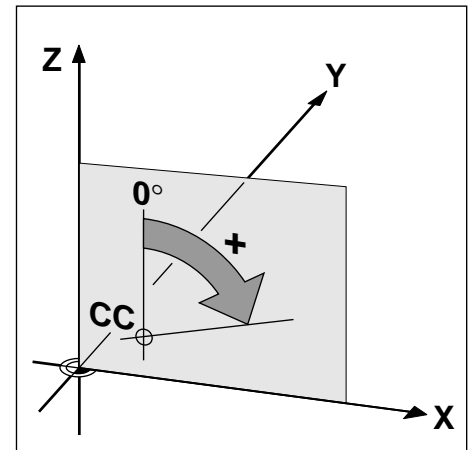
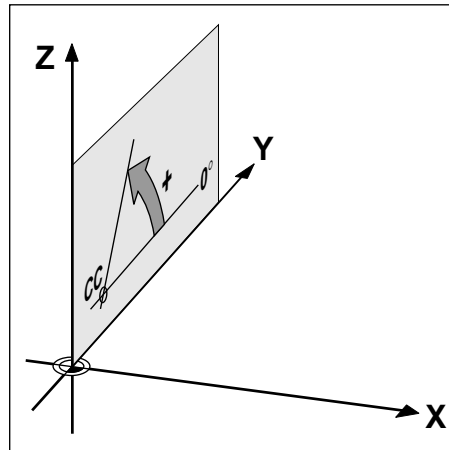
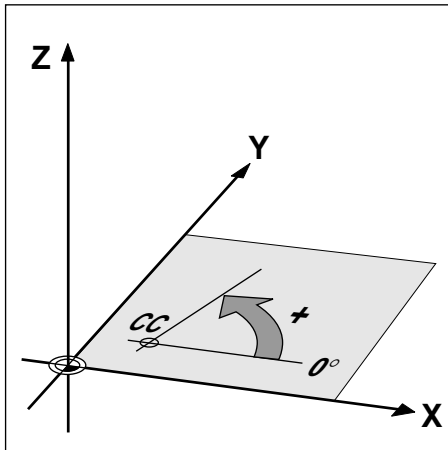


Abb 1.13: Zuordnung von Pol-Koordinaten und Winkelbezugsachsen

Bezugspunkt-Setzen

Die Werkstück-Zeichnung gibt für die Bearbeitung ein bestimmtes Formelement des Werkstücks (meist eine Werkstück-Ecke) als „absoluten Bezugspunkt“ und eventuell ein oder mehrere Formelemente als relative Bezugspunkte vor. Durch den Vorgang des Bezugspunkt-Setzens wird diesen Bezugspunkten der Ursprung des absoluten bzw. der relativen Koordinatensysteme zugeordnet: Das Werkstück wird – zu den Maschinenachsen ausgerichtet – in eine bestimmte Position relativ zum Werkzeug gebracht und die Anzeige entweder auf Null oder den entsprechenden Positionswert (z.B. um den Werkzeug-Radius zu berücksichtigen) gesetzt.

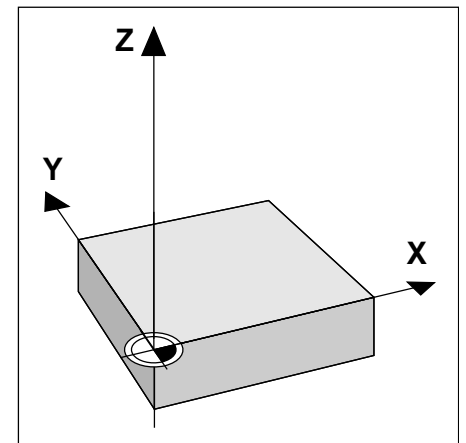
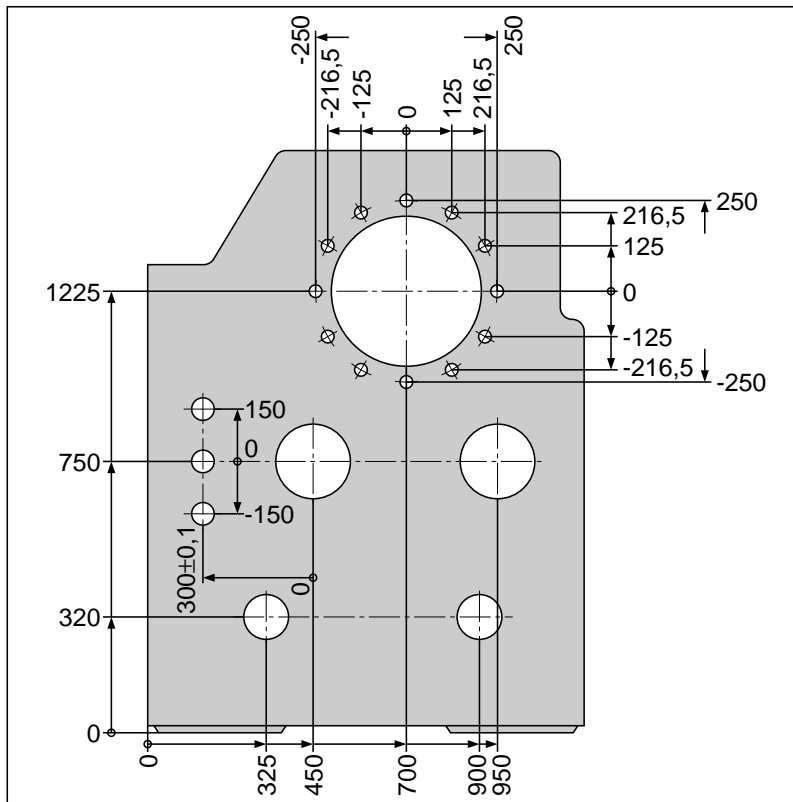


Abb 1.14: Der Ursprung des rechtwinkligen Koordinatensystems und der Werkstück-Nullpunkt fallen zusammen

Beispiel:**Zeichnungen mit mehreren relativen Bezugspunkten
(nach DIN 406, Teil 11; Bild 171)****Beispiel:**

Koordinaten des Punkts ① :

X = 10 mm

Y = 5 mm

Z = 0 mm

Der Nullpunkt des rechtwinkligen Koordinatensystems liegt auf der X-Achse 10 mm und auf der Y-Achse 5 mm in negativer Richtung von Punkt ① entfernt.

Besonders komfortabel setzen Sie Bezugspunkte mit einem 3D-Tastsystem von HEIDENHAIN und den Antast-Funktionen zur Bezugspunkt-Ermittlung.

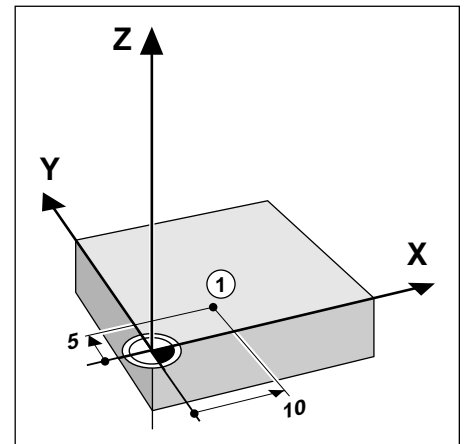


Abb 1.16: Der Punkt ① legt das Koordinatensystem fest.

Absolute Werkstück-Positionen

Jede Position auf dem Werkstück ist durch ihre absoluten Koordinaten eindeutig festgelegt.

Beispiel: Absolute Koordinaten der Position ①:

- X = 20 mm
- Y = 10 mm
- Z = 15 mm

Wenn Sie nach einer Werkstück-Zeichnung mit absoluten Koordinaten bohren oder fräsen, dann fahren Sie das Werkzeug **auf** die Koordinaten.

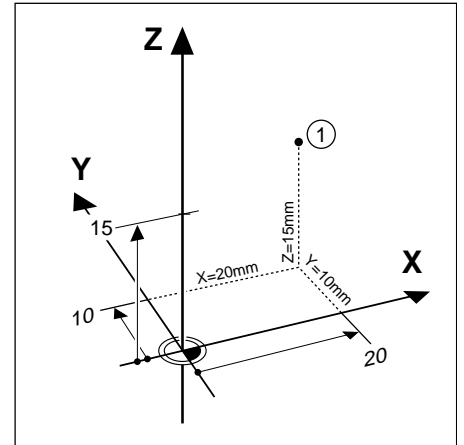


Abb. 1.17: Position ① zum Beispiel „Absolute Werkstück-Positionen“

Inkrementale Werkstück-Positionen

Eine Position kann auch auf die vorhergegangene Soll-Position bezogen sein: Der relative Nullpunkt wird dann also auf die zuletzt programmierte Position gelegt. Man spricht dann von inkrementalen Koordinaten (Inkrement = Zuwachs), bzw. einem Inkremental-Maß oder Kettenmaß (da die Position durch aneinandergereihte Maße angegeben wird). Inkrementale Koordinaten werden durch ein I gekennzeichnet.

Beispiel: Inkrementale Koordinaten der Position ③ bezogen auf Position ②

- Absolute Koordinaten der Position ② :
 - X = 10 mm
 - Y = 5 mm
 - Z = 20 mm
- Inkrementale Koordinaten der Position ③ :
 - IX = 10 mm
 - IY = 10 mm
 - IZ = -15 mm

Wenn Sie nach einer Werkstück-Zeichnung mit inkrementalen Koordinaten bohren oder fräsen, dann fahren Sie das Werkzeug **um** die Koordinaten weiter.

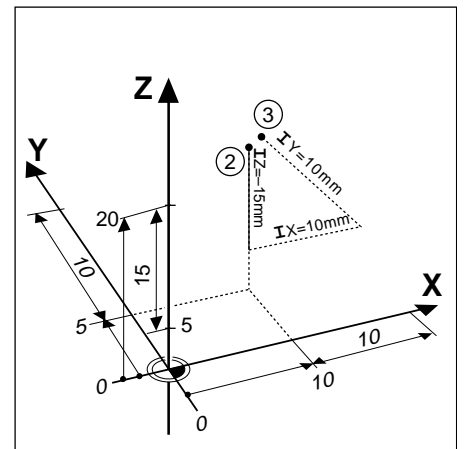


Abb. 1.18: Positionen ② und ③ zum Beispiel „Inkrementale Werkstück-Positionen“

Eine inkrementale Positionsangabe ist also eine spezifische relative Positionsangabe – wie auch die Angabe einer Position als **Restweg** zur Ziel-Position (in diesem Fall liegt der relative Nullpunkt in der Ziel-Position). Der Restweg hat negatives Vorzeichen, wenn die Ziel-Position von der Ist-Position aus in der negativen Richtung der Koordinatenachse liegt.

Auch bei Polarkoordinaten gibt es diese Möglichkeiten:

- **Absolute Koordinaten** beziehen sich immer auf den Pol CC und die Winkelbezugsachse.
- **Inkrementale Koordinaten** beziehen sich immer auf die letzte programmierte Position des Werkzeugs.

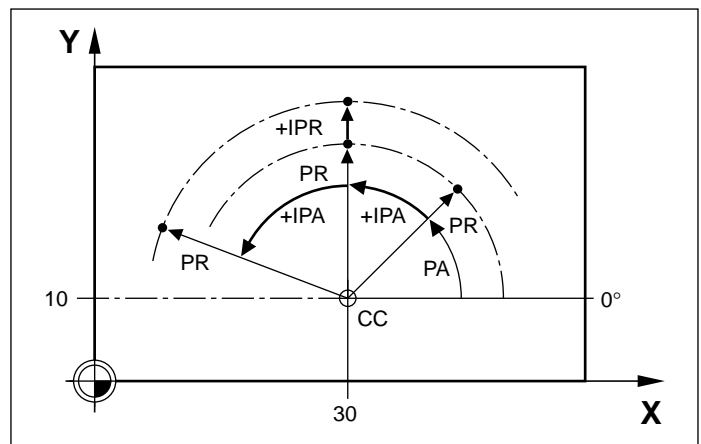
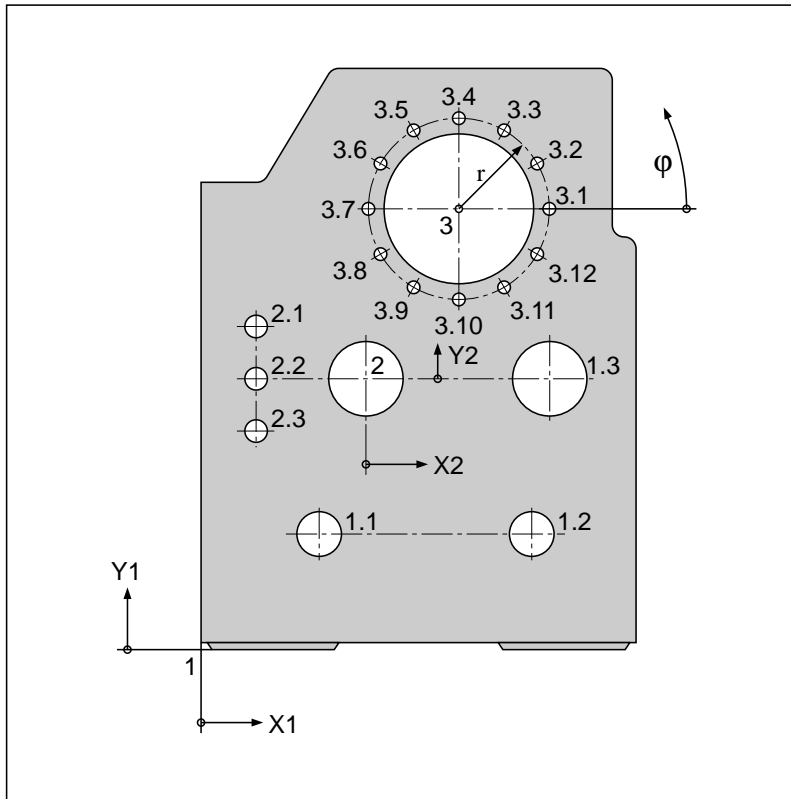


Abb. 1.19: Inkrementale Maßangaben bei Polarkoordinaten (durch „I“ gekennzeichnet)

Beispiel:

**Werkstückzeichnung mit Koordinatenbemaßung
(nach DIN 406, Teil 11; Bild 179)**



Koordinaten- ursprung	Pos.	Maße in mm						
		Koordinaten				d		
		X1	X2	Y1	Y2		r	φ
1	1	0	0					-
1	1,1	325	320					∅ 120 H7
1	1,2	900	320					∅ 120 H7
1	1,3	950	750					∅ 200 H7
1	2	450	750					∅ 200 H7
1	3	700	1225					∅ 400 H8
2	2,1	-300	150					∅ 50 H11
2	2,2	-300	0					∅ 50 H11
2	2,3	-300	-150					∅ 50 H11
3	3,1					250	0°	∅ 26
3	3,2					250	30°	∅ 26
3	3,3					250	60°	∅ 26
3	3,4					250	90°	∅ 26
3	3,5					250	120°	∅ 26
3	3,6					250	150°	∅ 26
3	3,7					250	180°	∅ 26
3	3,8					250	210°	∅ 26
3	3,9					250	240°	∅ 26
3	3,10					250	270°	∅ 26
3	3,11					250	300°	∅ 26
3	3,12					250	330°	∅ 26

Werkzeugbewegung programmieren

Je nach Konstruktion der Maschine bewegt sich in einer Achse entweder der Maschinentisch mit dem aufgespannten Werkstück oder das Werkzeug.



Programmiert wird grundsätzlich immer so, als ob das Werkstück stillsteht und das Werkzeug alle Bewegungen ausführt.

Wenn sich für eine oder mehrere Achsen der Maschinentisch bewegt, sind die entsprechenden Achsen am Steuerpult mit einem Hochkomma (z.B. X', Y') gekennzeichnet. Die Bewegung einer solchen Achse entspricht einer Bewegung des Werkzeugs relativ zum Werkstück in die entgegengesetzte Richtung.

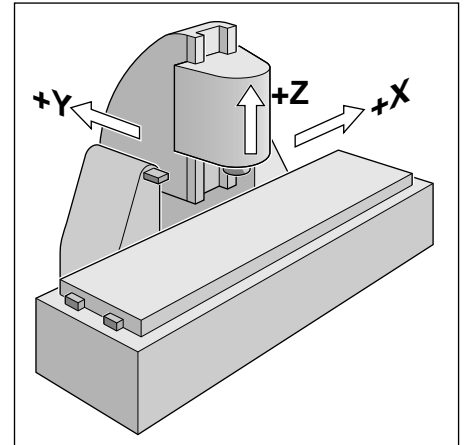


Abb. 1.21: Werkzeug-Bewegung in Y- und Z-Achsenrichtung, Maschinentisch-Bewegung in +X'-Achsenrichtung

Wegmeßsysteme

Die Wegmeßsysteme – Längenmeßsysteme für Linearachsen, Winkelmeßsysteme für Drehachsen – wandeln die Bewegungen der Maschinenachsen in elektrische Signale um. Die TNC wertet die Signale aus und berechnet ständig die Ist-Position der Maschinenachsen.

Bei einer Stromunterbrechung geht die Zuordnung zwischen der Maschinenschlitten-Position und der berechneten Ist-Position verloren; die TNC kann diese Zuordnung nach dem Einschalten wieder herstellen.

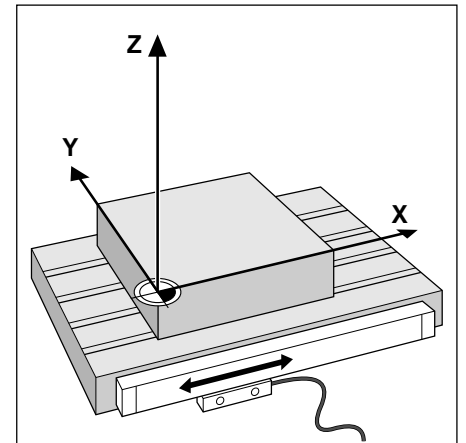


Abb. 1.22: Wegmeßsystem für eine Linearachse, z.B. für die X-Achse

Referenzmarken

Auf den Maßstäben der Wegmeßsysteme sind eine oder mehrere Referenzmarken angebracht. Die Referenzmarken erzeugen beim Überfahren ein Signal, das für die TNC eine Maßstabs-Position als Referenzpunkt (Maßstabs-Bezugspunkt = maschinenfester Bezugspunkt) kennzeichnet.

Mit Hilfe dieser Referenzpunkte kann die TNC die Zuordnung zwischen der Maschinenschlitten-Position und der angezeigten Ist-Position wieder herstellen.

Bei Längenmeßsystemen mit **abstandscodierten** Referenzmarken brauchen Sie die Maschinenachsen dazu nur maximal 20 mm (20° bei Winkelmeßsystemen) zu verfahren.

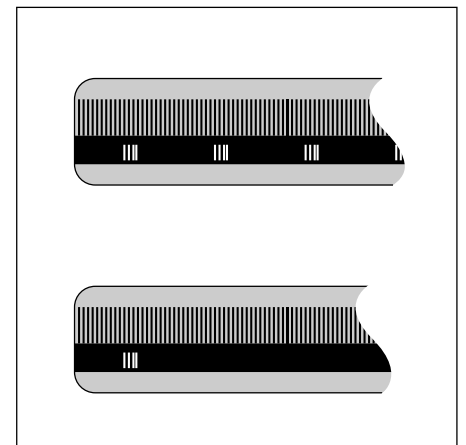


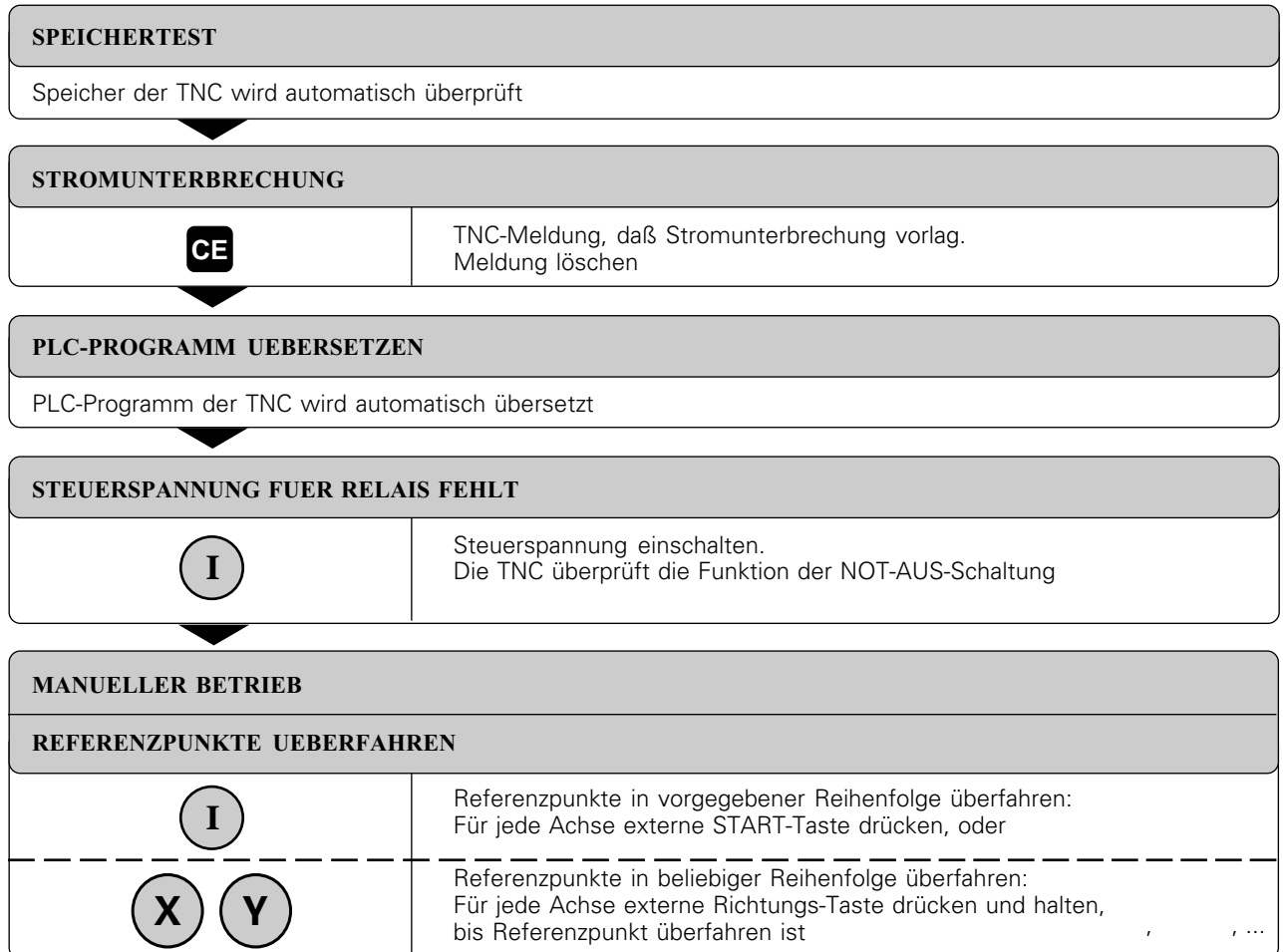
Abb. 1.23: Maßstäbe, oben mit abstandscodierten Referenzmarken, unten mit einer Referenzmarke

1.3 Einschalten



Das Einschalten und das Anfahren der Referenzpunkte sind maschinenabhängige Funktionen. Beachten Sie Ihr Maschinen-Handbuch.

Die Versorgungsspannung von TNC und Maschine einschalten. Danach leitet die TNC automatisch folgenden Dialog ein:



Die TNC ist jetzt funktionsbereit in der Betriebsart MANUELLER BETRIEB.



Die Referenzpunkte müssen nur dann überfahren werden, wenn die Maschinenachsen verfahren werden sollen. Falls nur Programme editiert oder getestet werden, kann nach Einschalten der Steuerspannung sofort die Betriebsart PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN oder PROGRAMM-TEST angewählt werden. Die Referenzpunkte können dann nachträglich überfahren werden. Hierfür wird in der Betriebsart MANUELLER BETRIEB der Softkey PASS OVER REFERENCE gedrückt.

Referenzpunkt fahren bei geschwenkter Bearbeitungsebene

Referenzpunkt fahren im geschwenkten Koordinatensystem ist über die externen Achsrichtung-Tasten möglich.

Dazu muß die Funktion Bearbeitungsebene schwenken im Manuellen Betrieb aktiv sein (siehe Seite 2-11).

Die TNC interpoliert dann beim Betätigen einer Achsrichtung-Taste die entsprechenden Achsen. Die NC-START-Taste hat keine Funktion. Die TNC gibt ggf. eine entsprechende Fehlermeldung aus.

Beachten Sie, daß die im Menü eingetragenen Winkelwerte mit dem tatsächlichen Winkel der Schwenkachse übereinstimmen.

1.4 Grafiken und Status-Anzeigen

In der Betriebsart PROGRAMM – EINSPEICHERN/EDITIEREN zeigt eine zweidimensionale Programmier-Grafik die programmierte Kontur. Bei der Freien Konturprogrammierung FK arbeitet diese Programmier-Grafik interaktiv.

In den Programmlauf-Betriebsarten (nicht bei TNC 407) und der Betriebsart PROGRAMM-TEST stellt die TNC eine Bearbeitung grafisch dar, wahlweise als

- Draufsicht
- Darstellung in 3 Ebenen
- 3D-Darstellung

Die Darstellungsart wird über Softkeys angewählt.

Auch die aktuelle Bearbeitung läßt sich bei der TNC 415 B und der TNC 425 am Bildschirm verfolgen.

Die TNC-Grafik entspricht der Darstellung eines Werkstücks, das mit einem zylinderförmigen Werkzeug bearbeitet wird. Bei aktiver Werkzeug-Tabelle kann die TNC auch ein Radiusfräser darstellen (siehe Seite 4-10).

Das Grafikfenster enthält nur die Hintergrundfarbe, wenn

- das aktuelle Programm keine gültige Rohteildefinition enthält
- kein Programm angewählt ist

Mit den Maschinen-Parametern MP7315 bis MP7317 wird auch dann eine Grafik aufgebaut, wenn keine Werkzeug-Achse definiert ist oder verfahren wird.

Drehachsen-Bewegungen werden nicht grafisch dargestellt (Fehlermeldung).

Grafik während des Programmlaufs

Die Bearbeitung läßt sich nicht gleichzeitig grafisch darstellen, wenn der Rechner der TNC durch komplizierte Bearbeitungsaufgaben oder großflächige Bearbeitungen bereits ausgelastet ist.

Beispiel:

Abzeilen über den ganzen Rohteil mit dickem Werkzeug

Die TNC führt die Grafik nicht mehr fort und blendet den Text ERROR im Grafik-Fenster ein.

Die Bearbeitung wird jedoch weiter ausgeführt.

Draufsicht



Für die Tiefendarstellung dieser Grafik gilt:
„je tiefer, desto dunkler“.

Die Anzahl der darstellbaren Tiefenniveaus wird über
Softkeys ausgewählt und beträgt:

- Betriebsart PROGRAMM-TEST: 16 oder 32
- Programmlauf-Betriebsart: 16 oder 32

Diese grafische Simulation läuft am schnellsten ab.

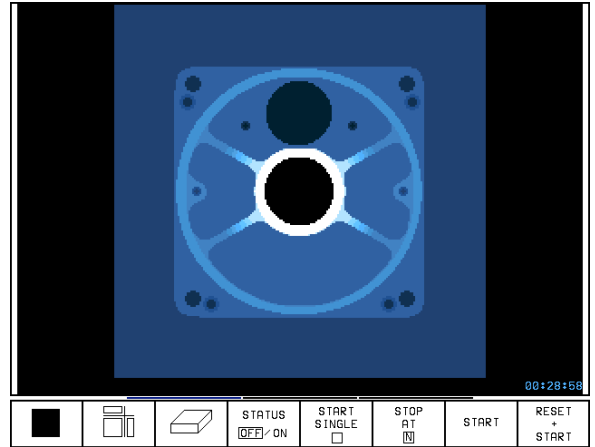


Abb. 1.24: TNC-Grafik Draufsicht

oder	Softkey-Leiste umschalten
------	---------------------------

				RESET BLK FORM	STORE ⌚	ADD ⌚ + ⌚	RESET 00:00:00 ⌚
16 / 32							

	16 oder 32 Tiefenniveaus anzeigen
--	-----------------------------------

Darstellung in 3 Ebenen



Die Darstellung erfolgt in Draufsicht mit 2 Schnitten, ähnlich einer technischen Zeichnung. Ein Symbol links unter der Grafik gibt an, ob die Darstellung der Projektionsmethode 1 oder der Projektionsmethode 2 nach DIN 6, Teil 1 entspricht (über MP 7310 wählbar).
Bei der Darstellung in 3 Ebenen stehen Funktionen zur Ausschnitts-Vergrößerung zur Verfügung (siehe S. 1-24).

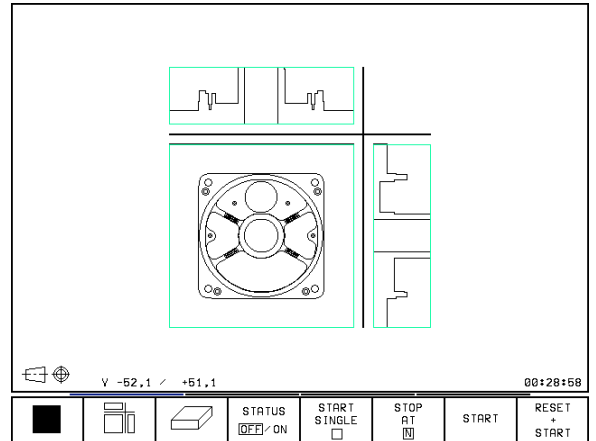


Abb. 1.25: TNC-Grafik Darstellung in 3 Ebenen

Schnittebenen verschieben

Die Schnittebenen können beliebig verschoben werden.
Die Lage der Schnittebene ist während des Verschiebens am Bildschirm sichtbar.

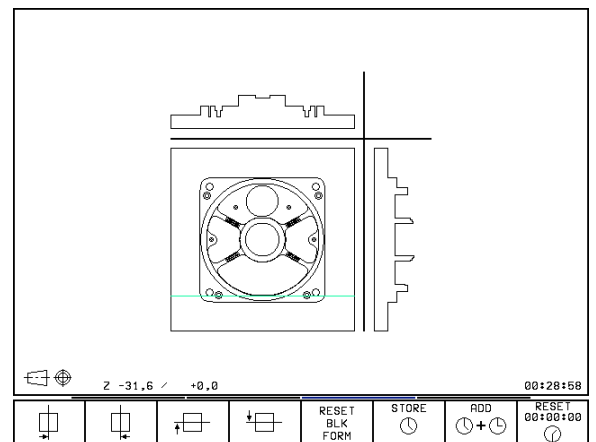


Abb. 1.26: Schnittebenen bei der Darstellung in 3 Ebenen

oder	Softkey-Leiste umschalten						
				RESET BLK FORM	STORE 	ADD +	RESET 00:00:00
	oder		Vertikale Schnittebene nach rechts oder links verschieben				
	oder		Horizontale Schnittebene nach oben oder unten verschieben				

Cursorposition bei der Darstellung in 3 Ebenen

Die TNC blendet die Koordinaten der Cursorposition unten im Grafik-Fenster ein. Angezeigt werden nur Koordinaten in der Bearbeitungsebene.

Diese Funktion wird mit Maschinen-Parameter MP7310 aktiviert.

Cursor-Position bei einer Ausschnitts-Vergrößerung

Bei einer Ausschnitts-Vergrößerung werden die Koordinaten der Koordinatenachse angezeigt, die gerade für eine Ausschnitts-Vergrößerung bearbeitet wird.

Die Koordinaten entsprechen dem Bereich, der für die Ausschnitts-Vergrößerung festgelegt wird. Links vom Schrägstrich wird die kleinste Koordinate des Bereichs auf der aktuellen Achse angezeigt, rechts davon die größte.

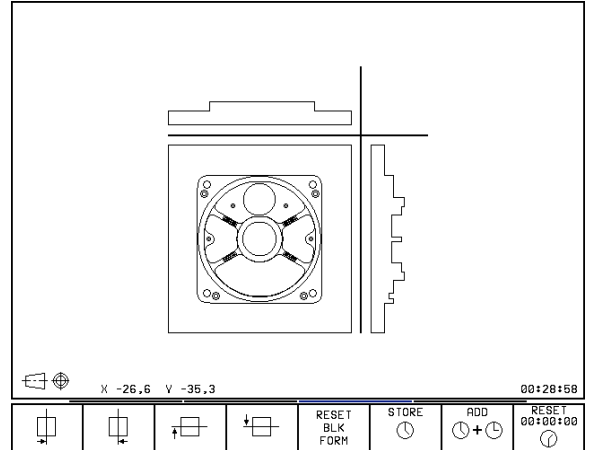
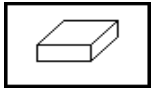


Abb. 1.27: Die Koordinaten der Cursor-Position stehen links unter der Grafik

3D-Darstellung



Das Werkstück wird räumlich abgebildet. Die 3D-Darstellung kann um die vertikale Achse gedreht werden. Die Umrisse des Rohteils zu Beginn der grafischen Simulation lassen sich durch einen Rahmen darstellen. In der Betriebsart PROGRAMM-TEST stehen Funktionen zur Ausschnitts-Vergrößerung zur Verfügung.

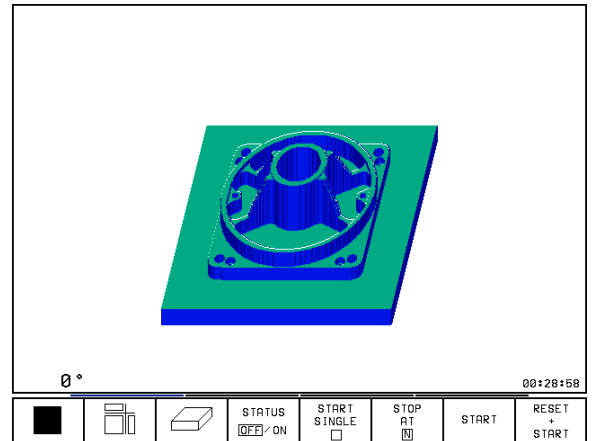


Abb. 1.28: TNC-Grafik 3D-Darstellung

3D-Darstellung drehen

oder	Softkey-Leiste umschalten						
		SHOW BLK-FORM	OMIT BLK-FORM	RESET BLK FORM	STORE 	ADD +	RESET 00:00:00
	oder		Darstellung in 27°-Schritten um vertikale Achse drehen				

Der aktuelle Drehwinkel der Darstellung steht links unter der Grafik.

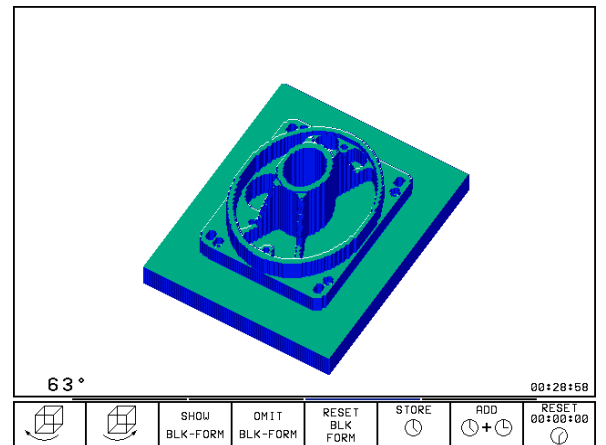


Abb. 1.29: Gedrehte 3D-Darstellung

Rahmen ein- und ausblenden

SHOW BLK-FORM	oder	OMIT BLK-FORM	Rahmen des unbearbeiteten Rohteils (BLK FORM) einblenden (SHOW) oder ausblenden (OMIT)
------------------	------	------------------	--

Ausschnitts-Vergrößerung

Die Funktionen zur Ausschnitts-Vergrößerung stehen in der Betriebsart PROGRAMM-TEST für die

- Darstellung in 3 Ebenen und die
- 3D-Darstellung

zur Verfügung, wenn die grafische Simulation gestoppt ist. Eine Ausschnitts-Vergrößerung ist immer in allen Darstellungsarten wirksam.

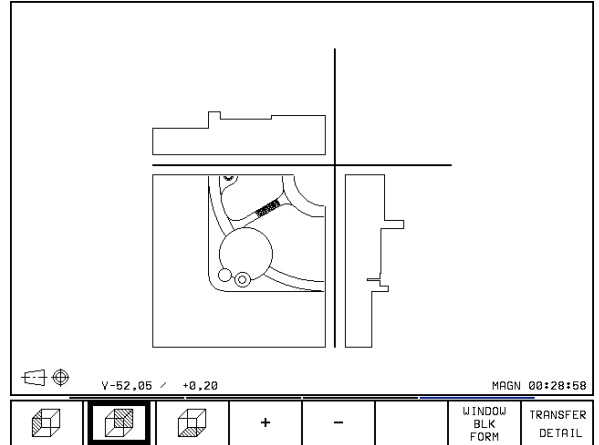




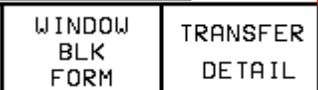
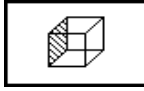

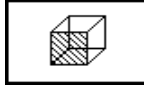
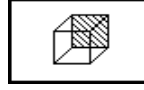


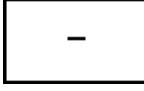
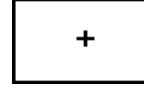



Abb. 1.30: Ausschnitts-Vergrößerung, z.B. bei einer Darstellung in 3 Ebenen

Ausschnitts-Vergrößerung anwählen

 oder 		Softkey-Leiste umschalten					
  							
 / 		Linke/rechte Werkstückseite anwählen					
 / 		Vordere/hintere Werkstückseite anwählen					
 / 		Obere/untere Werkstückseite anwählen					
 oder 		Schnittfläche zum Verkleinern oder Vergrößern des Rohteils verschieben					
falls gewünscht 		Ausschnitt übernehmen					
Programm-Test oder Programmlauf neu starten							

Bei einer vergrößerten Abbildung blendet die TNC unten am Bildschirm MAGN ein. Wird der Ausschnitt nicht mit TRANSFER DETAIL vergrößert, kann ein PROGRAMM-TEST am aufgeschnittenen Werkstück dargestellt werden.



Kann das Rohteil nicht weiter verkleinert bzw. vergrößert werden, blendet die TNC eine entsprechende Fehlermeldung ins Grafik-Fenster ein. Die Fehlermeldung erlischt, indem das Rohteil wieder vergrößert bzw. verkleinert wird.

Grafische Simulation wiederholen

Ein Bearbeitungsprogramm lässt sich beliebig oft grafisch simulieren. Dafür kann die Grafik wieder auf den Rohteil oder einen vergrößerten Ausschnitt aus dem Rohteil rückgesetzt werden.

Funktion	Softkey
Rohteil wieder abbilden wie zuletzt dargestellt	RESET BLK FORM
Rohteil nach Ausschnitts-Vergrößerung mit TRANSFER DETAIL wieder gemäß programmierter BLK FORM abbilden	WINDOW BLK FORM



Mit dem Softkey WINDOW BLK FORM wird auch nach einem Ausschnitt ohne TRANSFER DETAIL das bearbeitete Werkstück wieder in programmierter Größe gezeigt.

Bearbeitungszeit ermitteln

Die TNC zeigt rechts unter der Grafik die errechnete Bearbeitungszeit in

Stunden : Minuten : Sekunden
(maximal 99 : 59 : 59)

an.

- **Programmlauf:**
Angezeigt wird die Zeit vom Programm-Start bis zum Programm-Ende. Bei Unterbrechungen wird die Zeit angehalten.
- **Programm-Test:**
Angezeigt wird die Zeit, die die TNC für die Dauer der Werkzeug-Bewegungen errechnet.

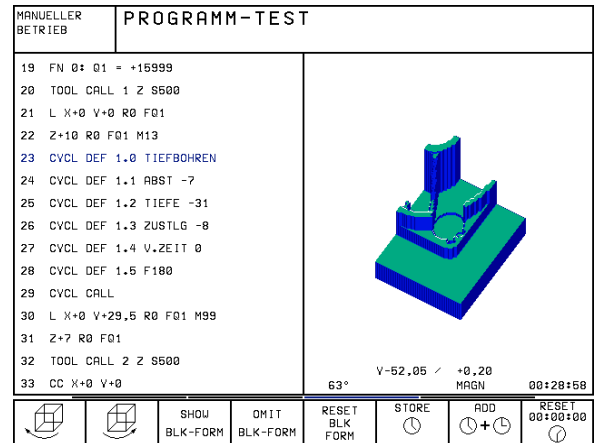



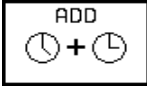

Abb. 1.31: Anzeige der Bearbeitungszeit rechts unten im TNC-Bildschirm

Stoppuhr-Funktion anwählen

◀ oder ▶ Umschalt-Tasten drücken, bis Softkey-Leiste mit Stoppuhr-Funktionen erscheint



Die Softkeys links von den Stoppuhr-Funktionen hängen von der angewählten Darstellungsart ab.

Stoppuhr-Funktionen	Softkey
Angezeigte Zeit speichern	
Summe aus gespeicherter und angezeigter Zeit anzeigen	
Angezeigte Zeit löschen	

Status-Anzeigen

Die Status-Anzeige in einer Programmlauf-Betriebsart enthält außer den aktuellen Koordinaten weitere Informationen:

- Art der Positionsanzeige (IST, SOLL, ...)
- Nummer des aktuellen Werkzeugs T
- Werkzeugachse
- Drehzahl S
- Vorschub F
- Wirksame Zusatzfunktionen M
- TNC ist gestartet (Anzeige durch *)
- Achse ist geklemmt (Anzeige durch ✖)
- Achse kann mit dem Handrad verfahren werden (Anzeige durch ⊕)
- Achsen werden in geschwenkter Bearbeitungsebene verfahren (Anzeige durch ↙)
- Achsen werden unter Berücksichtigung der Grunddrehung verfahren (Anzeige durch ↻)

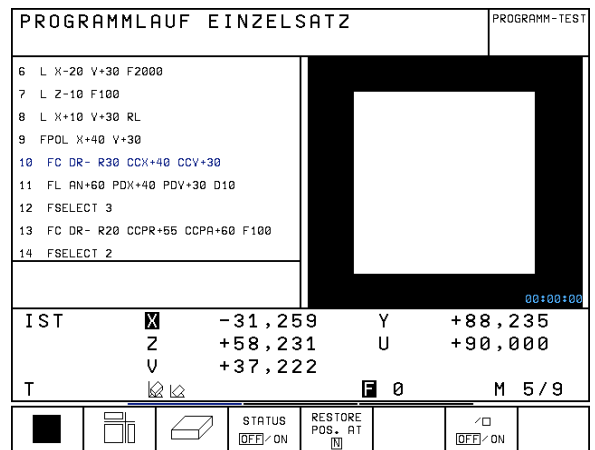
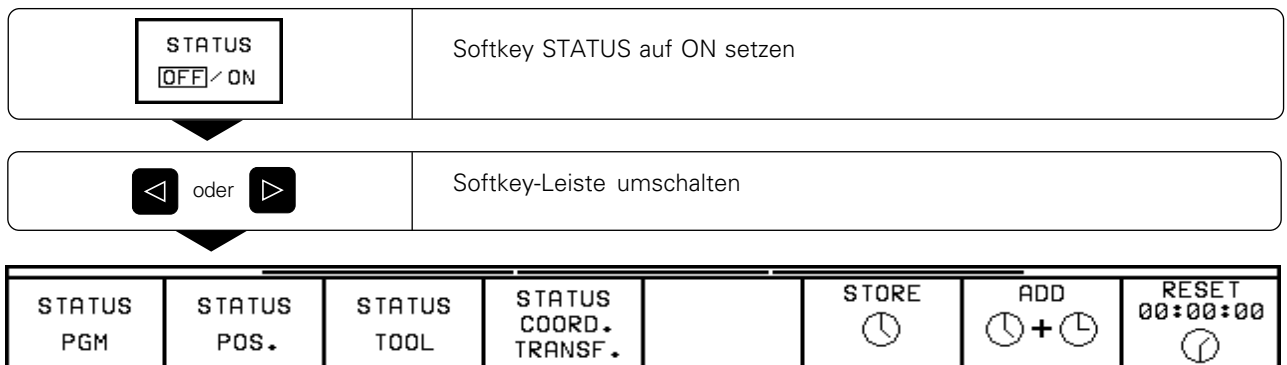


Abb. 1.32: Status-Anzeige in einer Programmlauf-Betriebsart

Zusätzliche Status-Anzeigen

Die zusätzlichen Status-Anzeigen enthalten weitere Informationen über den Programm-Ablauf.

Zusätzliche Status-Anzeigen anwählen



Zusätzliche Status-Anzeige	Softkey
Allgemeine Programm-Informationen	STATUS PGM
Positionen und Koordinaten	STATUS POS.
Informationen zu Werkzeugen	STATUS TOOL
Koordinaten-Umrechnungen	STATUS COORD. TRANSF.
Werkzeug-Vermessung	STATUS TOOL PROBE

Allgemeine Programm-Informationen

EL. HANDRAD	PROGRAMM-TEST
12 CVCL CALL	PGM-NAME STAT 1
13 CC X+5,12 V-145,32	PGM CALL AUFTRAG7 BOHREN
14 LP PR+10,25 PA-10,369 M99	CVCL DEF 1 TIEFBOHREN
15 STOP	CC X +5,1200 V -145,3200 V.ZEIT
16 CVCL DEF 2.0 GEWINDEBOHREN	02:48:25
17 CVCL DEF 2.1 ABST -2	
18 CVCL DEF 2.2 TIEFE -13,25	
19 CVCL DEF 2.3 V.ZEIT 1	
20 CVCL DEF 2.4 F130	
21 L Z+2 R0 F MAX	
22 L X+41,25 V-32,005 R0 F MAX M3	
23 CVCL CALL	
24 CVCL DEF 18.0 GEWINDESCHNEIDEN	
25 CVCL DEF 18.1 TIEFE -32,25	
26 CVCL DEF 18.2 STEIG +1,75	
STATUS OFF	START SINGLE
	STOP AT
	START
	RESET + START

- Hauptprogramm-Name
- Aufgerufene Programme
- Zyklus-Definition
- Zähler für Verweilzeit
- Bearbeitungszeit
- Kreismittelpunkt CC (Pol)

Positionen und Koordinaten

PROGRAMMLAUF SATZFOLGE	PROGRAMM-TEST
6 L X+50 V+50 R0 F MAX M8	IST X +103,705 Y +62,134
7 L Z-5 R0 F MAX	Z +24,040 C +90,000
8 CC X+0 V+0	B +25,0000 C +90,0000
9 LP PR+14 PA+45 RR F500	GRUNDDREHUNG
10 RND R1	
11 FC DR+ R2,5 CLSD+	
12 FLT AN+100,925	
13 FCT DR+ R10,5 CCK+0 CCV+0	
14 FSELECT 1	
IST X +103,705 Y +62,134	
Z +24,040 C +90,000	
T B +25,000 F 0 M 5/9	
STATUS PGM	STATUS POS.
STATUS TOOL	STATUS COORD. TRANSF.
STATUS TOOL PROBE	STORE
	ADD
	RESET 00:00:00

- Art der Positions-Anzeige
- Koordinaten der Achsen
- Schwenkwinkel für die Bearbeitungsebene
- Anzeige einer Grunddrehung

Werkzeug-Informationen

MANUELLER BETRIEB	PROGRAMM-TEST										
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 V+0 Z-20	WERKZEUG T 12 FRASER12										
2 BLK FORM 0.2 X+100 V+100 Z+0											
3 TOOL CALL 12 Z S1000 DL+0,0527 DR+0,1015 ; WERKZEUG1	<table border="1"> <tr> <td>DL</td> <td>DR</td> <td>DR2</td> </tr> <tr> <td>TAB -0,6800</td> <td>-0,3500</td> <td>+0,0200</td> </tr> <tr> <td>PGM +0,0527</td> <td>+0,1015</td> <td></td> </tr> </table>		DL	DR	DR2	TAB -0,6800	-0,3500	+0,0200	PGM +0,0527	+0,1015	
DL	DR	DR2									
TAB -0,6800	-0,3500	+0,0200									
PGM +0,0527	+0,1015										
4 L Z+100 R0 F MAX M6	<table border="1"> <tr> <td>CUR. TIME</td> <td>TIME1</td> <td>TIME2</td> </tr> <tr> <td>20:56</td> <td>96:40</td> <td>83:20</td> </tr> </table>		CUR. TIME	TIME1	TIME2	20:56	96:40	83:20			
CUR. TIME	TIME1	TIME2									
20:56	96:40	83:20									
5 L X+50 V+25,55 F MAX M3	<table border="1"> <tr> <td>TOOL CALL</td> <td>12 FRASER12</td> </tr> <tr> <td>RT</td> <td>5 FRASER1A</td> </tr> </table>		TOOL CALL	12 FRASER12	RT	5 FRASER1A					
TOOL CALL	12 FRASER12										
RT	5 FRASER1A										
6 L Z+2 F MAX											
7 CVCL DEF 1.0 TIEFBOHREN											
8 CVCL DEF 1.1 ABST -2											
9 CVCL DEF 1.2 TIEFE -20											
10 CVCL DEF 1.3 ZUSTLG -3											
11 CVCL DEF 1.4 V.ZEIT 1											
12 CVCL DEF 1.5 F100											
13 CVCL CALL											
14 CVCL DEF 9.0 VERWEILZEIT											
	STATUS OFF <input checked="" type="checkbox"/>	START SINGLE <input type="checkbox"/>									
	STOP AT <input checked="" type="checkbox"/>	START <input type="checkbox"/>									
		RESET <input type="checkbox"/>									

Anzeige T: Werkzeug-Name und -Nummer
Anzeige RT: Name und Nummer eines Schwester-Werkzeugs

Werkzeug-Achse

Werkzeug-Länge und -Radien

Aufmaße (Delta-Werte)

Standzeit, maximale Standzeit und maximale Standzeit bei TOOL CALL

Anzeige des programmierten Werkzeugs und des (nächsten) Schwester-Werkzeugs

Koordinaten-Umrechnungen

MANUELLER BETRIEB	PROGRAMM-TEST									
14 CVCL DEF 26.0 SPEZ. MASSFAKTOR	PGM-NAME STAT4									
15 CVCL DEF 26.1 X0,55 Y0,87 Z1,759 X+50,125 V-12,58 Z+12,878	<table border="1"> <tr> <td>NULLPUNKT</td> <td>DREHUNG</td> </tr> <tr> <td>X +22,8560</td> <td>+48,2170</td> </tr> <tr> <td>V -0,2569</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Z -50,0000</td> <td></td> </tr> </table>		NULLPUNKT	DREHUNG	X +22,8560	+48,2170	V -0,2569		Z -50,0000	
NULLPUNKT	DREHUNG									
X +22,8560	+48,2170									
V -0,2569										
Z -50,0000										
16 STOP	<table border="1"> <tr> <td>SPIEGELUNG</td> <td>X Y</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </table>		SPIEGELUNG	X Y	<input type="checkbox"/>					
SPIEGELUNG	X Y									
<input type="checkbox"/>										
17 L Z+2 R0 F200 M3	<table border="1"> <tr> <td>MASSFaktor</td> <td></td> </tr> <tr> <td>X -50,1250</td> <td>0,550000</td> </tr> <tr> <td>V +12,5800</td> <td>0,870000</td> </tr> <tr> <td>Z +12,8780</td> <td>1,759000</td> </tr> </table>		MASSFaktor		X -50,1250	0,550000	V +12,5800	0,870000	Z +12,8780	1,759000
MASSFaktor										
X -50,1250	0,550000									
V +12,5800	0,870000									
Z +12,8780	1,759000									
18 CVCL DEF 1.0 TIEFBOHREN										
19 CVCL DEF 1.1 ABST -2										
20 CVCL DEF 1.2 TIEFE -15										
21 CVCL DEF 1.3 ZUSTLG -3,5										
22 CVCL DEF 1.4 V.ZEIT 1										
23 CVCL DEF 1.5 F100										
24 L X+50,3 V+74,52 F100 M99										
25 L Z+2 F MAX										
26 CVCL DEF 4.0 TASCHENFRAESEN										
27 CVCL DEF 4.1 ABST -2										
	STATUS OFF <input checked="" type="checkbox"/>	START SINGLE <input type="checkbox"/>								
	STOP AT <input checked="" type="checkbox"/>	START <input type="checkbox"/>								
		RESET <input type="checkbox"/>								

Hauptprogramm-Name

Koordinaten der Nullpunkt-Verschiebung

Drehwinkel der Drehung

Gespiegelte Achse

Massfaktor(en)

Mittelpunkt der zentrischen Streckung

Werkzeug-Vermessung

PROGRAMMLAUF SATZFOLGE		PROGRAMM EINSPEICHERN									
4 TCH PROBE 32.2 HOEHE: +20	WERKZEUG T 1										
5 TCH PROBE 32.3 SCHNEIDENVERMESSUNG: 1	<table border="1"> <tr> <td>R</td> <td>MIN 2</td> <td>+8,4171</td> </tr> <tr> <td></td> <td>MAX 1</td> <td>+8,7654</td> </tr> <tr> <td></td> <td>DVN</td> <td>+8,8964</td> </tr> </table>		R	MIN 2	+8,4171		MAX 1	+8,7654		DVN	+8,8964
R	MIN 2	+8,4171									
	MAX 1	+8,7654									
	DVN	+8,8964									
6 STOP M5	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>+8,7654 *</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>+8,4171 *</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>+8,7293 *</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>+8,7464 *</td> </tr> </table>		1	+8,7654 *	2	+8,4171 *	3	+8,7293 *	4	+8,7464 *	
1	+8,7654 *										
2	+8,4171 *										
3	+8,7293 *										
4	+8,7464 *										
7 END PGM URNESS MM											
IST	X -156.417	Y +67.667									
	Z +22.004										
T 1	Z S 1341	F 138.164 M 5/9									
STATUS PGM	STATUS POS.	STATUS TOOL									
STATUS COORD. TRANSF.	STATUS TOOL PROBE	STORE									
		ADD									
		RESET 00:00:00									

Nummer des Werkzeugs das vermessen wird

MIN- und MAX-Wert der Einzelschneiden-Vermessung und Ergebnis der Messung mit rotierendem Werkzeug

Anzeige ob Werkzeug-Radius oder Werkzeug-Länge vermessen wird

Nummer der Werkzeug-Schneide mit zugehörigem Meßwert. Der Stern hinter dem Meßwert zeigt an, daß die zulässige Verschleiß-Toleranz aus der Werkzeug-Tabelle überschritten wurde. Die TNC zeigt anstelle des Sterns ein „B“, wenn die Bruchtoleranz überschritten wurde.



1.5 Programmier-Grafik

Mit der zweidimensionalen Programmier-Grafik können Eingaben noch während des Programmierens grafisch dargestellt werden. Die TNC stellt für die Programmier-Grafik in der Betriebsart PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN folgende Funktionen zur Verfügung:

- Ausschnitts-Vergrößerung
- Ausschnitts-Verkleinerung
- Satznummern ein- bzw. ausblenden
- unterbrochene Linien nachzeichnen
- Grafik löschen
- Grafik unterbrechen

Die Grafik-Funktionen werden ausschließlich mit Softkeys angewählt.

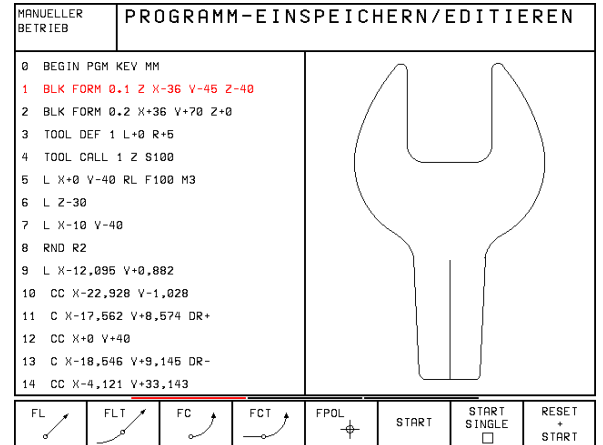


Abb. 1.37: Programmier-Grafik



Wenn Sie mit der Programmier-Grafik arbeiten wollen, müssen Sie die Bildschirm-Aufteilung auf PGM + GRAPHICS schalten (siehe S. 1-6)

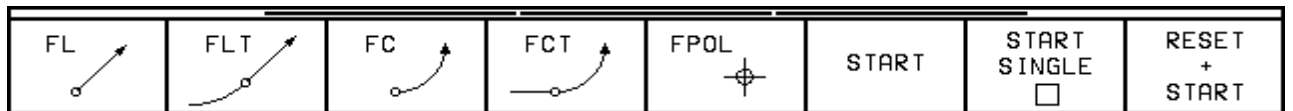
Grafik beim Programmieren mitführen

oder	Softkey-Leiste umschalten													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">SHOW <input type="checkbox"/> OMIT BLOCK NR.</td> <td style="text-align: center;">REDRAW</td> <td style="text-align: center;">CLEAR GRAPHIC</td> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;">BLK FORM</td> <td style="text-align: center;">AUTO DRAW <input type="checkbox"/> OFF / ON</td> </tr> </table>	SHOW <input type="checkbox"/> OMIT BLOCK NR.	REDRAW	CLEAR GRAPHIC				BLK FORM	AUTO DRAW <input type="checkbox"/> OFF / ON	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">AUTO DRAW OFF / <input checked="" type="checkbox"/> ON</td> <td style="text-align: center;">/</td> <td style="text-align: center;">AUTO DRAW <input type="checkbox"/> OFF / ON</td> </tr> </table> </td> <td style="text-align: center;">Grafik beim Programmieren mitführen/nicht mitführen Grundeinstellung ist OFF</td> </tr> </table>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">AUTO DRAW OFF / <input checked="" type="checkbox"/> ON</td> <td style="text-align: center;">/</td> <td style="text-align: center;">AUTO DRAW <input type="checkbox"/> OFF / ON</td> </tr> </table>	AUTO DRAW OFF / <input checked="" type="checkbox"/> ON	/	AUTO DRAW <input type="checkbox"/> OFF / ON	Grafik beim Programmieren mitführen/nicht mitführen Grundeinstellung ist OFF
SHOW <input type="checkbox"/> OMIT BLOCK NR.	REDRAW	CLEAR GRAPHIC				BLK FORM	AUTO DRAW <input type="checkbox"/> OFF / ON							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">AUTO DRAW OFF / <input checked="" type="checkbox"/> ON</td> <td style="text-align: center;">/</td> <td style="text-align: center;">AUTO DRAW <input type="checkbox"/> OFF / ON</td> </tr> </table>	AUTO DRAW OFF / <input checked="" type="checkbox"/> ON	/	AUTO DRAW <input type="checkbox"/> OFF / ON	Grafik beim Programmieren mitführen/nicht mitführen Grundeinstellung ist OFF										
AUTO DRAW OFF / <input checked="" type="checkbox"/> ON	/	AUTO DRAW <input type="checkbox"/> OFF / ON												



AUTO DRAW ON zeichnet keine Programmteil-Wiederholungen mit

Programmier-Grafik für bestehendes Programm erstellen



Grafik bis zu einem bestimmten Satz erstellen

oder	Gewünschten Satz mit vertikalen Pfeiltasten anwählen	
z.B. 4 7	Nummer eines Satzes eingeben, z.B. 47	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">RESET + START</td> </tr> </table>	RESET + START	Grafik von Satz 1 bis zum angewählten Satz erstellen. Der Softkey AUTO DRAW muß auf ON stehen
RESET + START		

Funktion	Softkey
Programmier-Grafik satzweise erstellen	START SINGLE □
Programmier-Grafik komplett erstellen oder nach RESET + START vervollständigen	START
Programmier-Grafik anhalten	STOP



Der Softkey STOP erscheint, während die TNC die Programmier-Grafik erstellt.

Ausschnitts-Vergrößerung/Ausschnitts-Verkleinerung

MANUELLER BETRIEB	PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN
<pre> 0 BEGIN PGM KEY MM 1 BLK FORM 0.1 Z X-36 V-46 Z-40 2 BLK FORM 0.2 X+36 V+70 Z+0 3 TOOL DEF 1 L+0 R+5 4 TOOL CALL 1 Z S100 5 L X+0 V-40 RL F100 M3 6 L Z-30 7 L X-10 V-40 8 RND R2 9 L X-12,095 V+0,882 10 CC X-22,928 V-1,028 11 C X-17,562 V+8,574 DR+ 12 CC X+0 V+40 13 C X-18,546 V+9,145 DR- 14 CC X-4,121 V+33,143 </pre>	

Abb. 1.38: Ausschnitt aus einer Programmier-Grafik

oder	Softkey-Leiste umschalten
------	---------------------------

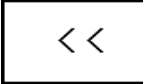

						WINDOW BLK FORM	WINDOW DETAIL
--	--	--	--	--	--	-----------------------	------------------


oder	Rahmen einblenden und vertikal verschieben
oder	Rahmen einblenden und horizontal verschieben

⋮

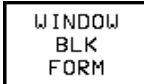


⋮



 oder 	Rahmen verkleinern oder vergrößern
--	------------------------------------

	Ausgewählten Bereich übernehmen
---	---------------------------------

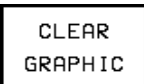
Ausschnitts-Veränderung rückgängig machen

	Ursprünglichen Ausschnitt wieder herstellen
---	---

Grafik löschen

 oder 	Softkey-Leiste umschalten
--	---------------------------

				
---	---	---	---	---

	Grafik löschen
---	----------------

Satznummern ein- bzw. ausblenden

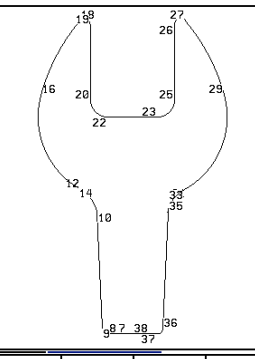
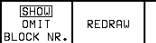




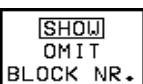
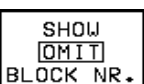
MANUELLER BETRIEB	PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN			
25 C X+14,3 V+39 DR+ 26 L X+14,3 V+69,538 27 RND R2 28 CC X-32,5 V+23 29 C X+31,105 V+40,617 DR- 30 CC X+4,121 V+33,143 31 C X+10,546 V+9,145 DR- 32 CC X+0 V+40 33 C X+17,562 V+8,574 DR- 34 CC X+22,928 V-1,028 35 C X+12,095 V+0,882 DR+ 36 L X+10 V-40 37 RND R2 38 L X+0 V-40 39 END PGM KEV MM				
				

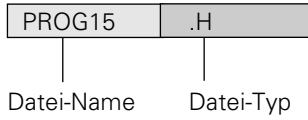
Abb. 1.39: Eingblendete Satznummern

		Satznummern einblenden (SHOW) / ausblenden (OMIT)
---	---	---

1.6 Dateien

Programme, Texte und Tabellen werden in Form von Dateien in der TNC gespeichert.

Eine Datei ist gekennzeichnet durch:



Der Datei-Name wird eingegeben, wenn eine neue Datei eröffnet wird. Er ist bis zu 16 Zeichen (Buchstaben und Ziffern) lang (abhängig von MP7222).

Der Datei-Typ legt fest, um welche Datei es sich handelt.

Dateien in der TNC	Typ
Programme	
• im HEIDENHAIN-Klartext-Dialog	.H
• gemäß DIN/ISO	.I
Tabellen für	
• Werkzeuge	.T
• Paletten	.P
• Nullpunkte	.D
• Punkte (Digitalisier-Bereich TM 110)	.PNT
Texte als	
• ASCII-Dateien	.A

Abb. 1.40: Übersicht über die Datei-Typen in der TNC

Datei-Übersicht

Die TNC speichert bis zu 100 Dateien gleichzeitig. Eine Übersicht über diese Dateien wird mit der Taste PGM NAME aufgerufen.

Um Dateien in der TNC zu löschen, wird die Übersicht mit der Taste CL PGM aufgerufen.

Die Datei-Übersicht enthält folgende Informationen:

- DATEI-NAME
- Datei-Typ
- Datei-Größe (in BYTE = Zeichen)
- Datei-STATUS

Weitere Informationen stehen oben im Bildschirm:

- Angewählter Datei-Speicher
 - Speicher der TNC
 - Speicher über Schnittstelle RS 232
 - Speicher über Schnittstelle RS 422
- Schnittstellen-Betriebsart, z.B. FE1, EXT1 usw. bei externem Speicher
- Datei-Typ, z.B. Anzeige * .H, falls nur HEIDENHAIN Klartext-Programme angezeigt werden

Beispiel:

Anzeige RS 422/EXT1: * .T

Es werden nur Dateien vom Typ .T angezeigt, die sich auf einem externen Speicher (z.B. PC) befinden, der über die Schnittstelle RS 422 an die TNC angeschlossen ist (siehe auch Kapitel 10).

Mit einem Softkey wird zusätzlich die Datei-Übersicht eines externen Datenträgers angewählt. Die Anzeige am Bildschirm erfolgt dann zweispaltig.

Datei-Übersicht wählen

	Datei-Übersicht TNC oder Datei-Übersicht TNC und externer Datenträger anzeigen. Der angewählte Zustand wird im Softkey umrahmt.
--	---

Datei ...	Betriebsart	Datei-Übersicht aufrufen mit ...
... neu erstellen		PGM NAME
... bearbeiten		PGM NAME
... löschen		CL PGM
... testen		PGM NAME
... abarbeiten		PGM NAME

Abb. 1.41: Übersicht über die Funktionen zur Datei-Verwaltung

MANUELLER BETRIEB	PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN	
	DATEI-NAME = WKZ1 .A	
TNC:		
DATEI-NAME	BYTE	STATUS
OLIVER	.H	9560 S
TAB1	.T	770
TOOL	.T	770 MS
ELLIPSE	.I	934
LOCHKR	.I	968
LKJHF	.D	462
125	.A	220
126	.A	200
3455	.A	1258
T00L	.A	1662
T00	.A	714
WKZ1	.A	1410 E
62 DATEI(EN) 118528 BYTE FREI		
PAGE ↑	PAGE ↓	SELECT ABC→KYZ
SELECT TYPE		WINDOW END

Abb. 1.42: Dateien sind alphabetisch und nach Typen geordnet



Datei-Status

Die Buchstaben in der Spalte STATUS haben folgende Bedeutung für eine Datei:

- E: Datei in Betriebsart PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN angewählt
- S: Datei in der Betriebsart PROGRAMM-TEST angewählt
- M: Datei in einer Programmlauf-Betriebsart angewählt
- P: Datei gegen Löschen und Ändern geschützt
- IN: Datei mit Maßangaben in Zoll (inch)
- W: Datei unvollständig auf externen Speicher übertragen und nicht lauffähig

Datei wählen

	Datei-Übersicht aufrufen
--	--------------------------

PAGE ↑	PAGE ↓	SELECT 	COPY ABC → XYZ		SELECT TYPE 	WINDOW 	END
-----------	-----------	------------	-------------------	--	--------------------	------------	-----

In der Datei-Übersicht stehen zunächst nur HEIDENHAIN-Klartext-Programme (Typ .H). Andere Dateien werden über Softkeys angezeigt:

	Datei-Typ wählen
--	------------------

SHOW ALL 	SHOW .H	SHOW .T	SHOW .I	SHOW .P	SHOW .D	SHOW .A	END
--------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	-----

	Alle Dateien anzeigen
--	-----------------------

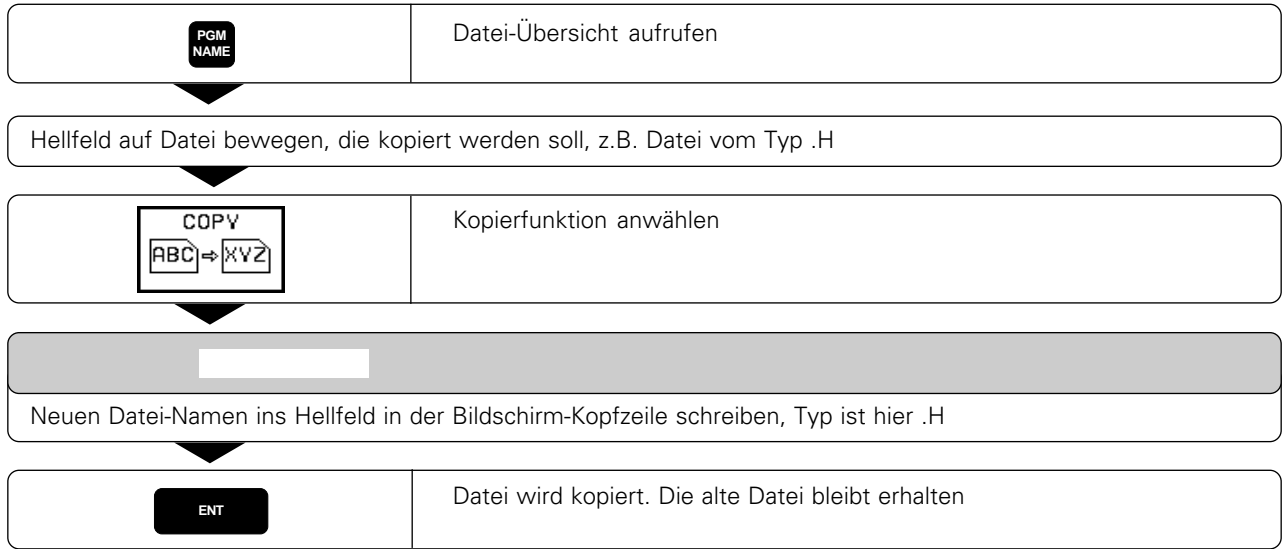
Eine Datei wird mit dem Hellfeld ausgewählt:



Hellfeld vertikal nach oben auf gewünschte Datei bewegen	
Hellfeld vertikal nach unten auf gewünschte Datei bewegen	
Datei-Übersicht seitenweise nach oben durchblättern	
Datei-Übersicht seitenweise nach unten durchblättern	
Datei übernehmen	

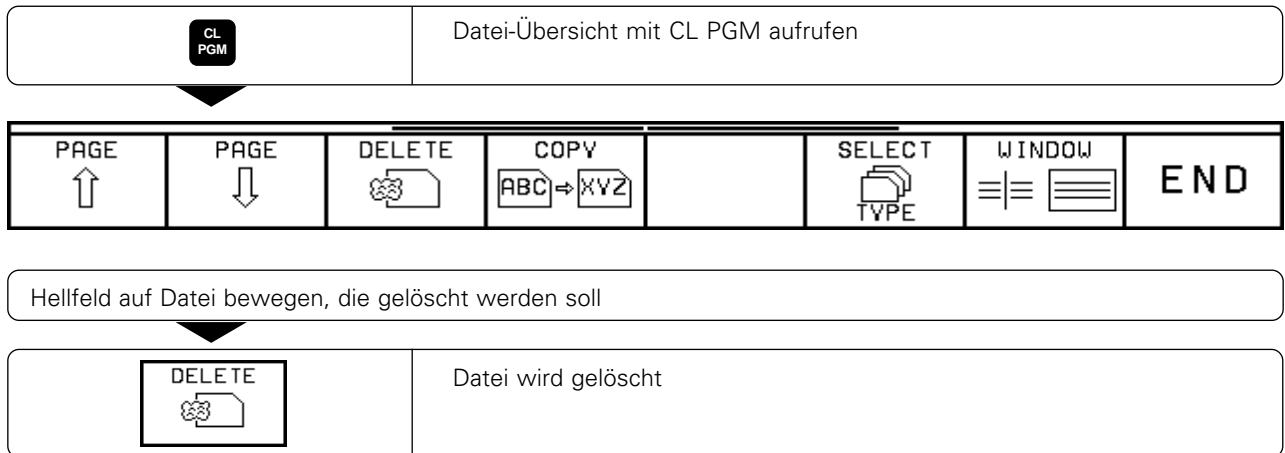
Datei kopieren

Betriebsart: PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN



Datei löschen

Dateien lassen sich in der Betriebsart PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN löschen.



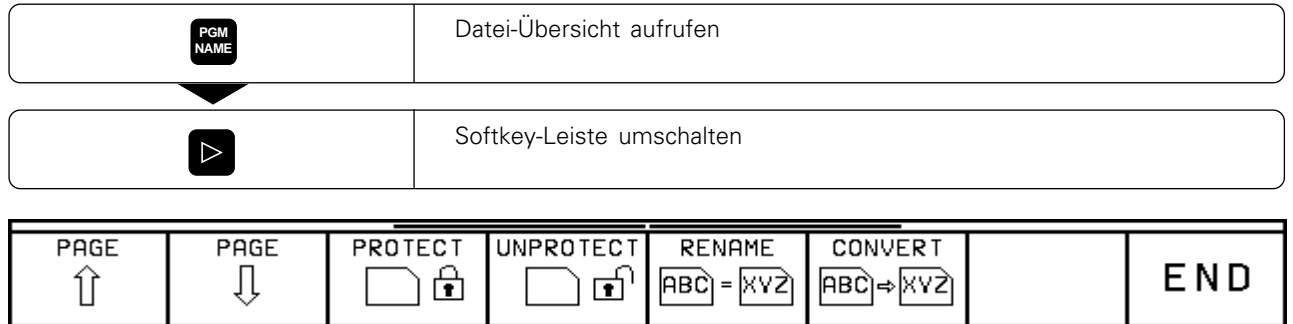
Geschützte Datei löschen

Bei geschützten Dateien (Status P) muß der Schutz vor dem Löschen aufgehoben werden (siehe S. 1-35).

Datei schützen, umbenennen und konvertieren

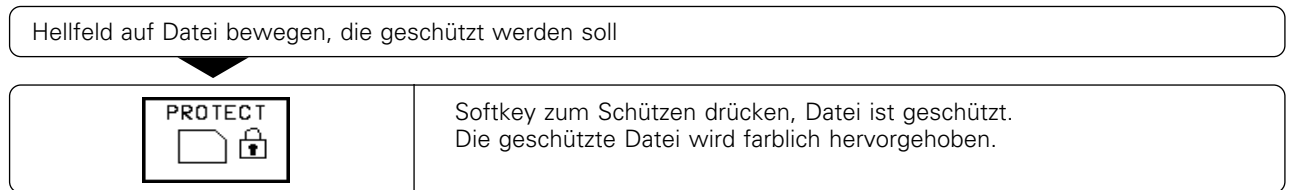
Dateien werden in der Betriebsart PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN

- konvertiert (engl. convert=umwandeln)
- umbenannt
- geschützt

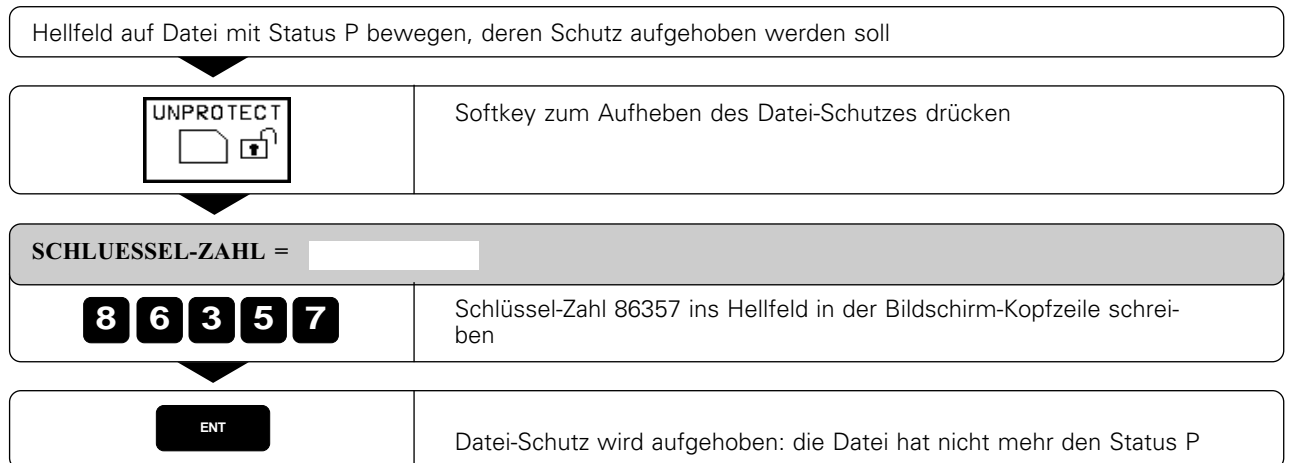


Datei schützen

Die Datei erhält den Status P und kann nicht mehr ungewollt gelöscht oder geändert werden.



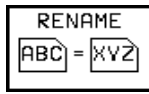
Datei-Schutz aufheben



Der Schutz von weiteren Dateien wird einfach durch Drücken des Softkeys UNPROTECT aufgehoben.

Datei umbenennen

Hellfeld auf Datei bewegen, die umbenannt werden soll



Softkey zum Umbenennen drücken

ZIEL-DATEI = . H

Neuen Datei-Namen ins Hellfeld in der Bildschirm-Kopfzeile schreiben; der Datei-Typ kann nicht geändert werden

ENT

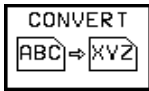
Datei wird umbenannt

Datei konvertieren

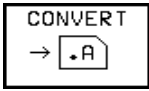
Text-Dateien (Typ .A) lassen sich in alle anderen Dateien umwandeln. Andere Dateien lassen sich nur in Text-Dateien konvertieren. Sie können dann mit der Alpha-Tastatur wie Text-Dateien bearbeitet werden.

Bearbeitungsprogramme, die mit der Freien Konturprogrammierung FK erstellt wurden, können auch in Klartext-Dialog-Programme konvertiert werden.

Hellfeld auf Datei bewegen, die konvertiert werden soll



Softkey zum Konvertieren drücken



Neuen Datei-Typ wählen, z.B. Text-Datei (Typ .A)

ZIEL-DATEI = . A


Namen der Ziel-Datei ins Hellfeld in der Bildschirm-Kopfzeile schreiben

ENT


Datei wird konvertiert

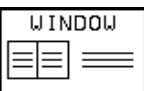
Datei-Verwaltung für Dateien, die extern gespeichert sind


Auf der HEIDENHAIN Disketten-Einheit FE401B gespeicherte Dateien lassen sich löschen und schützen. Auch das Formatieren einer Diskette kann von der TNC aus gestartet werden. Dabei muß die Betriebsart PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN angewählt sein.

	Datei-Verwaltung für extern gespeicherte Dateien wählen
---	---


PAGE ↑	PAGE ↓	TRANSFER TNC → EXT	TRANSFER TNC → EXT	TRANSFER TNC ? → EXT	SELECT TYPE	WINDOW	END
-----------	-----------	-----------------------	-----------------------	-------------------------	----------------	--------	-----


	Hellfeld nach rechts auf extern gespeicherte Datei setzen
---	---

	Einfenster-Betrieb wählen
---	---------------------------


PAGE ↑	PAGE ↓	DELETE 			SELECT TYPE	WINDOW	END
-----------	-----------	---	--	--	----------------	--------	-----

Datei auf FE401B löschen

	Hellfeld auf zu löschende Datei verschieben
---	---

	Im Hellfeld stehende Datei wird gelöscht
---	--

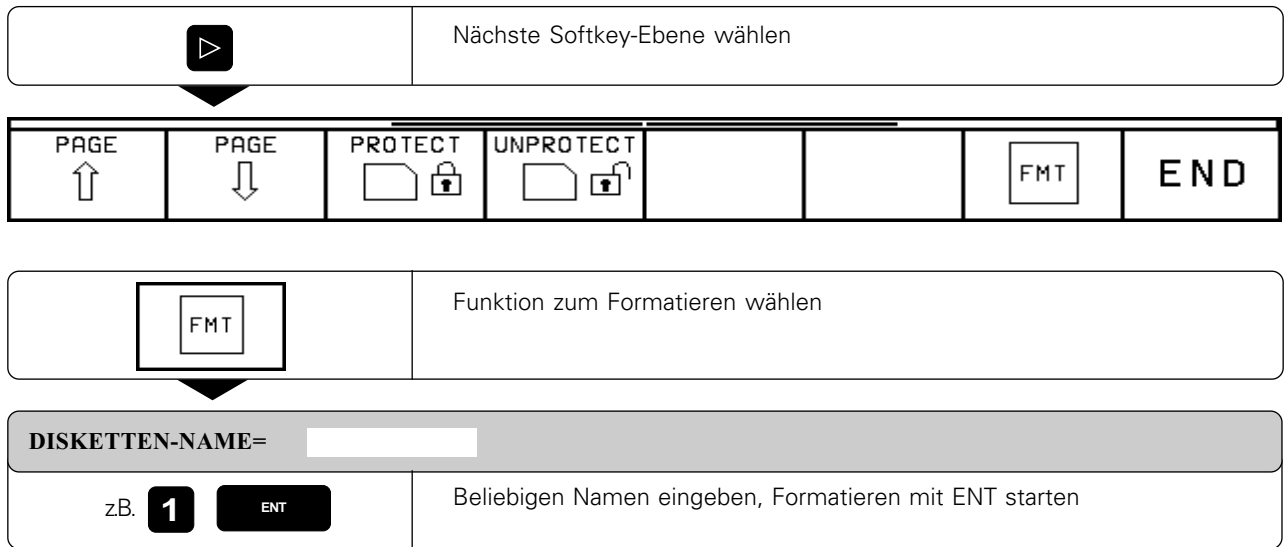
Datei auf FE401B schützen und Dateischutz aufheben

	Nächste Softkey-Ebene wählen
---	------------------------------

PAGE ↑	PAGE ↓	PROTECT 	UNPROTECT 			FMT	END
-----------	-----------	--	--	--	--	-----	-----

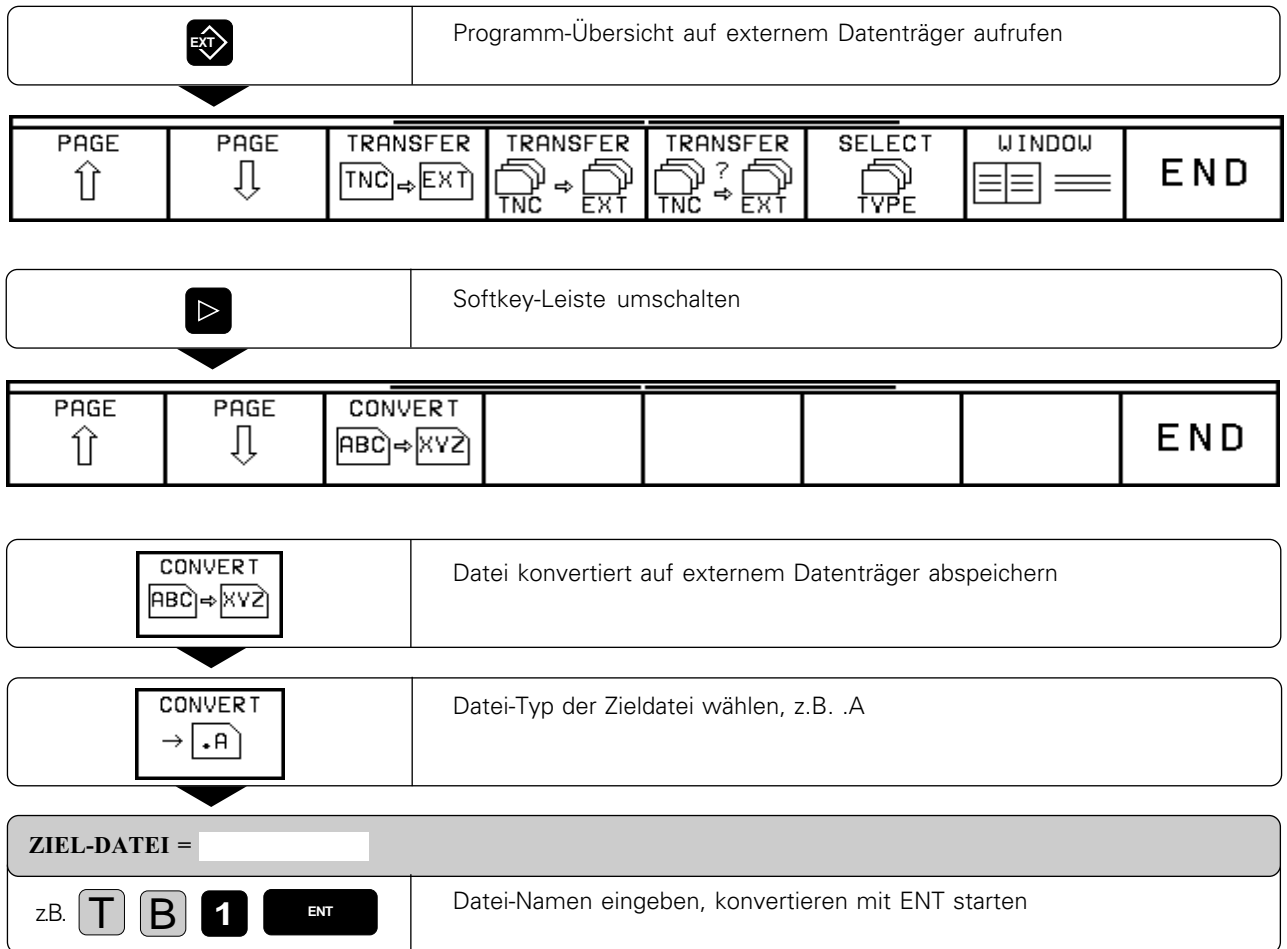
Dateien werden mit PROTECT geschützt, der Datei-Schutz wird mit UNPROTECT aufgehoben. Die Funktionen zum Schützen und zum Aufheben des Datei-Schutzes werden so eingesetzt, als wären die Dateien in der TNC gespeichert (siehe S. 1-35).

Diskette auf FE401B formatieren



Dateien konvertiert übertragen

Der Softkey CONVERT steht nur zur Verfügung, wenn eine Datei im Speicher der TNC, also auf der linken Seite des Bildschirms, angewählt ist.



2.1 Verfahren der Maschinenachsen

Verfahren mit den externen Richtungstasten



Verfahren mit den externen Richtungstasten ist eine maschinenabhängige Funktion. Beachten Sie Ihr Maschinen-Handbuch.



MANUELLER BETRIEB

z.B.



Externe Richtungstaste drücken und halten, solange Achse verfahren soll

Auf diese Weise können Sie mehrere Achsen gleichzeitig verfahren.

Achsen kontinuierlich verfahren



MANUELLER BETRIEB

z.B.



gleichzeitig

Externe Richtungstaste gedrückt halten und externe START-Taste drücken:
Die Achse verfährt nach Loslassen der Tasten weiter



Achse anhalten:
Externe STOP-Taste drücken

Auf diese Weise können Sie mehrere Achsen gleichzeitig verfahren.

Verfahren mit elektronischen Handrädern

EL. HANDRAD

UNTERTEILUNGS-FAKTOR:
X = 3

z.B. 3 ENT

z.B. X

Unterteilungsfaktor (s. Tabelle) eingeben

Zu verfahrene Achse anwählen: Bei portablen Handrädern am Handrad, bei Einbau-Handrädern auf der TNC-Tastatur

Mit dem elektronischen Handrad kann jetzt die angewählte Achse verfahren werden. Dazu muß beim portablen Handrad der Freigabeschalter an der Seite des Handrads gedrückt sein.

Unterteilungsfaktor	Verfahrweg in mm pro Umdrehung
0	20,000
1	10,000
2	5,000
3	2,500
4	1,250
5	0,625
6	0,312
7	0,156
8	0,078
9	0,039
10	0,019

Abb. 2.1: Unterteilungsfaktoren und Verfahrwege



Abb. 2.2: Elektronisches Handrad HR 330



- Der kleinste eingebbare Unterteilungsfaktor ist ein maschinenabhängiger Wert. Beachten Sie Ihr Maschinen-Handbuch.
- Verfahren mit dem Handrad ist auch während des Programmlaufs möglich (siehe Seite 5-70).

Arbeiten mit dem elektronischen Handrad HR 330

Das tragbare Handrad HR 330 ist mit einem Freigabeschalter ausgerüstet. Der Freigabeschalter befindet sich gegenüber der Seite mit dem Sterngriff und dem NOT-AUS-Schalter. Sie können die Maschinenachsen nur verfahren, wenn der Freigabeschalter gedrückt ist.



- Wenn das Handrad an der Maschine befestigt ist, ist der Freigabeschalter automatisch gedrückt.
- Befestigen Sie das Handrad mit den Magneten so an der Maschine, daß es nicht unabsichtlich betätigt werden kann.
- Wenn Sie das Handrad von der Maschine lösen, achten Sie darauf, daß Sie nicht unbeabsichtigt die Richtungstasten drücken, während der Freigabeschalter gedrückt ist.

Schrittweises Positionieren

Beim schrittweisen Positionieren verfährt eine Maschinenachse bei jedem Druck auf eine externe Richtungstaste um die vorher eingegebene Zustellung.

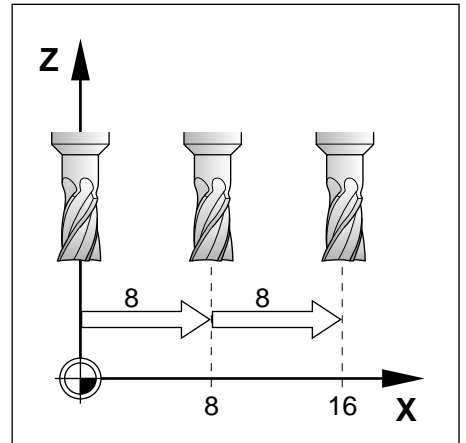


Abb. 2.3: Schrittweises Positionieren in der X-Achse



EL. HANDRAD	
UNTERTEILUNGS-FAKTOR: X = <input type="text" value="4"/>	
I	Schrittweises Positionieren wird über eine vom Maschinen-Hersteller festgelegte Taste angewählt, z.B. I
EL. HANDRAD	
ZUSTELLUNG: <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="8"/>	
z.B. <input type="text" value="8"/> ENT	Zustellung eingeben, z.B. 8 mm
z.B. X	Durch Drücken der externen Richtungstasten beliebig oft positionieren



- Schrittweises Positionieren ist eine maschinenabhängige Funktion, beachten Sie Ihr Maschinen-Handbuch.
- Der Maschinen-Hersteller legt fest, ob der Unterteilungs-Faktor für jede Achse an der Tastatur oder über einen Stufenschalter eingestellt wird.

Positionieren mit Handeingabe




Verfahrensbewegungen können auch in der Datei \$MDI programmiert werden (siehe S. 5-74).

Die programmierten Bewegungen bleiben Netzausfallsicher gespeichert und können dadurch immer wieder angewählt und abgearbeitet werden.

2.2 Spindeldrehzahl S, Vorschub F und Zusatz-Funktion M

In den Betriebsarten MANUELLER BETRIEB und EL. HANDRAD stehen folgende Softkeys zur Verfügung:

M	S	TOUCH PROBE	DATUM SET		3D ROT 		TOOL TABLE
---	---	----------------	--------------	--	---	--	---------------

Mit diesen Funktionen und den Override-Knöpfen auf der TNC-Tastatur werden eingegeben und geändert:

- Spindeldrehzahl S
- Vorschub F (läßt sich nur ändern)
- Zusatz-Funktion M

Für ein Bearbeitungsprogramm werden diese Funktionen direkt in der Betriebsart PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN eingegeben.

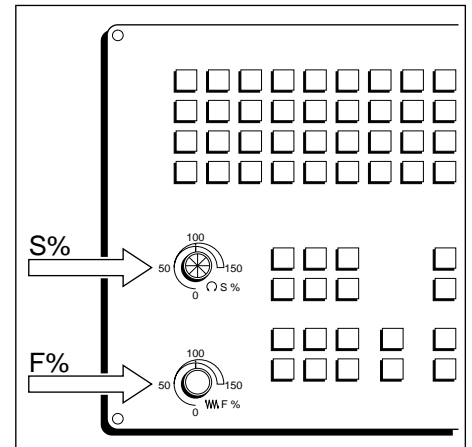


Abb. 2.4: Drehknöpfe für Spindel- und Vorschub-Override

Spindeldrehzahl S eingeben

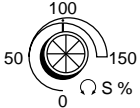


Der Maschinenhersteller legt fest, welche Spindeldrehzahlen S an Ihrer TNC erlaubt sind. Beachten Sie Ihr Maschinen-Handbuch.

S	Spindeldrehzahl S wählen
SPINDEL DREHZAHL S = <input type="text"/>	
z.B. 1 0 0 0 ENT I	Spindeldrehzahl S eingeben, z.B. 1000 U/min Spindeldrehzahl S mit der externen START-Taste übernehmen

Die Spindelrotation mit der eingegebenen Drehzahl S wird mit einer Zusatz-Funktion M gestartet.

Spindeldrehzahl S ändern

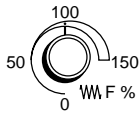
	Drehknopf für Spindeldrehzahl-Override drehen: Spindeldrehzahl S auf 0 bis 150% des letztgültigen Wertes einstellen
---	--



Mit dem Drehknopf für den Spindeldrehzahl-Override kann die Spindeldrehzahl nur bei Maschinen mit stufenlosem Spindeltrieb geändert werden.

Vorschub F ändern

In der Betriebsart MANUELLER BETRIEB ist der Vorschub durch einen Maschinen-Parameter festgelegt.

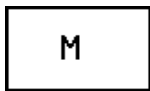


Drehknopf für Vorschub-Override drehen:
Vorschub auf 0 bis 150% des festgelegten Wertes einstellen

Zusatz-Funktion M eingeben



Der Maschinenhersteller legt fest, welche Zusatzfunktionen M Sie an Ihrer TNC nutzen können und welche Funktionen sie haben.



Zusatz-Funktion M wählen

ZUSATZ-FUNKTION M =

z.B. **6** **ENT**

Zusatz-Funktion M eingeben, z.B. M6



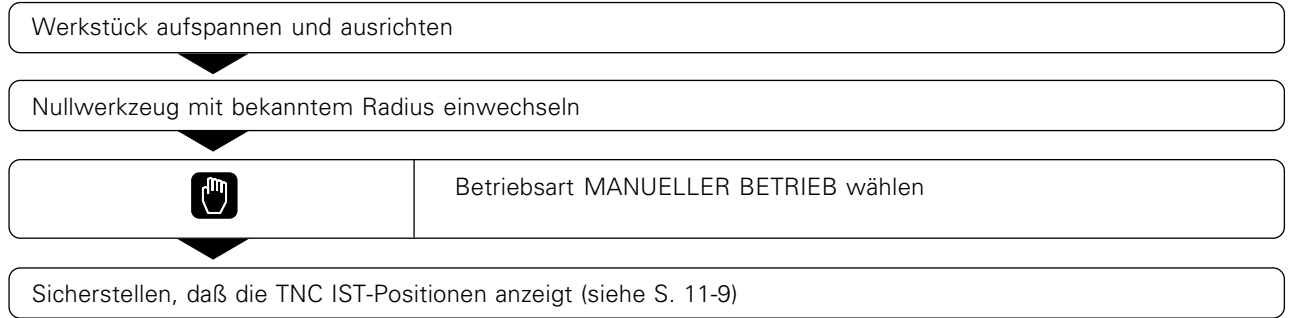
Zusatz-Funktion M mit der externen START-Taste aktivieren

Kapitel 12 enthält eine Übersicht über die Zusatz-Funktionen.

2.3 Bezugspunkt-Setzen ohne 3D-Tastsystem

Beim Bezugspunkt-Setzen wird die Anzeige der TNC auf die Koordinaten einer bekannten Werkstück-Position gesetzt. Besonders schnell, einfach und genau erfolgt das Bezugspunkt-Setzen mit einem HEIDENHAIN 3D-Tastsystem (siehe S. 9-11).

Vorbereitung



Bezugspunkt-Setzen in der Zustellachse



Schutzmaßnahme:
 Falls die Werkstück-Oberfläche nicht angekratzt werden darf, wird auf das Werkstück ein Blech bekannter Dicke d gelegt. Für den Bezugspunkt in der Zustellachse muß dann ein um d größerer Wert eingegeben werden.

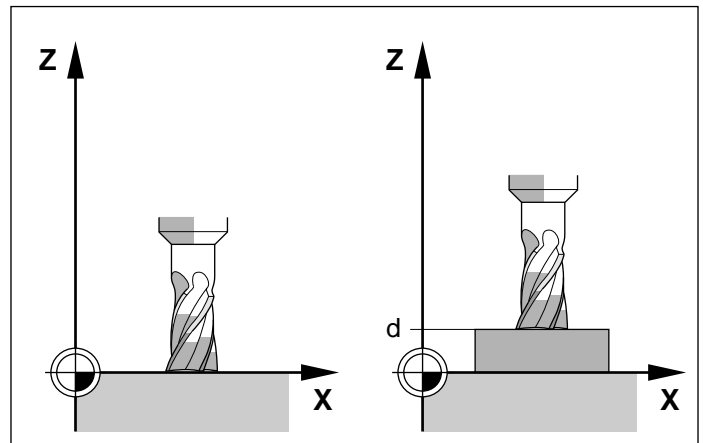
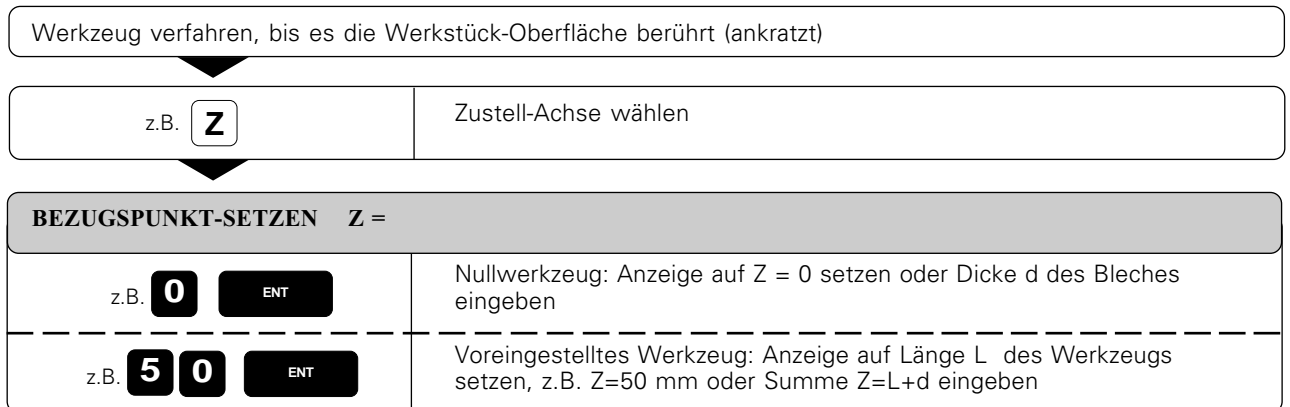


Abb. 2.5: Bezugspunkt-Setzen in der Zustellachse; rechts mit Schutzblech



Bezugspunkt-Setzen in der Bearbeitungsebene

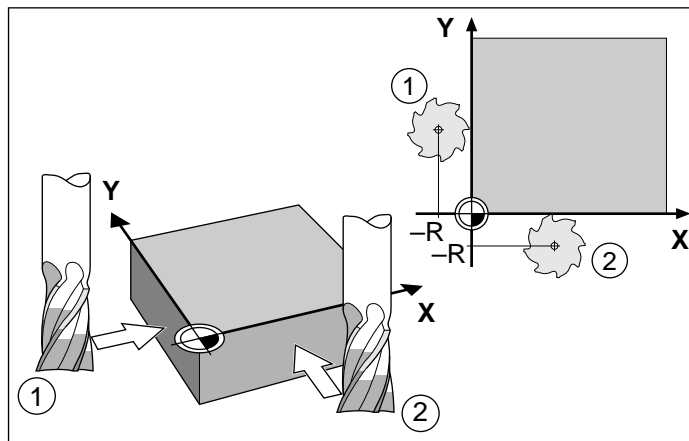


Abb. 2.6: Bezugspunkt-Setzen in der Bearbeitungsebene; rechts oben Draufsicht

Nullwerkzeug verfahren, bis es eine Werkstückkante berührt (ankratzt)	
z.B. X	Achse wählen, z.B. X
BEZUGSPUNKT-SETZEN X=	
z.B. - 5 ENT	Position des Werkzeugmittelpunkts, z.B. X = -5 mm, auf der angewählten Achse vorzeichenrichtig eingeben

Vorgang für alle Achsen in der Bearbeitungsebene wiederholen.

2.4 Bearbeitungsebene schwenken (nicht bei TNC 407)



Die Funktionen zum Schwenken der Bearbeitungsebene werden vom Maschinen-Hersteller an TNC und Maschine angepaßt.

Die TNC unterstützt Bearbeitungen an Werkzeugmaschinen mit Schwenkköpfen (Werkzeug wird geschwenkt) und/oder Schwenktischen (Werkstück wird geschwenkt).

Die Bearbeitung wird dabei wie gewohnt in einer Hauptebene (z.B. X/Y-Ebene) programmiert. Ausgeführt wird die Bearbeitung jedoch in einer Ebene, die zur Hauptebene geschwenkt wurde.

Typische Einsatzfälle für das Schwenken der Bearbeitungsebene:

- Schräge Bohrungen
- Schräg im Raum liegende Konturen

Für das Schwenken der Bearbeitungsebene gibt es zwei Funktionen:

- Manuelles Schwenken mit dem Softkey 3D ROT in den Betriebsarten MANUELL und EL. HANDRAD
- Gesteuertes Schwenken, Zyklus 19 BEARBEITUNGSEBENE im Bearbeitungsprogramm (siehe S. 8-55)

Die TNC-Funktionen zum „Schwenken der Bearbeitungsebene“ sind Koordinatentransformationen. Dabei bleibt die transformierte (von der TNC berechnete) Werkzeug-Achse immer parallel zur tatsächlichen (entsprechend zu positionierenden) Werkzeug-Achse. Die Bearbeitungsebene steht immer senkrecht zur Richtung der Werkzeug-Achse.

Grundsätzlich unterscheidet die TNC beim Schwenken der Bearbeitungsebene zwei Maschinen-Typen:

- Maschinen mit Schwenktischen
- Maschinen mit Schwenkköpfen

Für Maschinen mit Schwenktischen gilt:

- Sie müssen das **Werkstück** durch entsprechende Positionierung des Schwenktisches, z.B. mit einem L-Satz, in die gewünschte Bearbeitungslage bringen
- Die Lage der transformierten Werkzeug-Achse ändert sich im Bezug auf das maschinenfeste Koordinatensystem **nicht**. Wenn Sie Ihren Tisch – also das Werkstück – z.B. um 90° drehen, dreht sich das Koordinatensystem **nicht** mit. Wenn Sie in der Betriebsart MANUELLER BETRIEB die Achs-Richtungstaste Z+ drücken, verfährt das Werkzeug auch in die Z+-Richtung
- Die TNC berücksichtigt für die Berechnung des transformierten Koordinatensystems lediglich mechanisch bedingte Versätze des jeweiligen Schwenktisches (sogenannte „translatorische“ Anteile)

Für Maschinen mit Schwenkköpfen gilt:

- Sie müssen das **Werkzeug** durch entsprechende Positionierung des Schwenkkopfs, z.B. mit einem L-Satz, in die gewünschte Bearbeitungslage bringen
- Die Lage der transformierten Werkzeug-Achse ändert sich – ebenso wie die Lage des Werkzeugs – im Bezug auf das maschinenfeste Koordinatensystem. Wenn Sie den Schwenkkopf Ihrer Maschine – also das Werkzeug – z.B. in der B-Achse um +90° drehen, **dreht sich das Koordinatensystem mit**. Wenn Sie in der Betriebsart MANUELLER BETRIEB die Achs-Richtungstaste Z+ drücken, verfährt das Werkzeug in die X+-Richtung des maschinenfesten Koordinatensystems
- Die TNC berücksichtigt für die Berechnung des transformierten Koordinatensystems mechanisch bedingte Versätze des jeweiligen Schwenkkopfs (sogenannte „translatorische“ Anteile) **und** Versätze, die durch das Schwenken des Werkzeugs entstehen (3D Werkzeug-Längenkorrektur)

Referenzpunkte anfahren bei geschwenkten Achsen

Bei geschwenkten Achsen werden die Referenzpunkte mit den externen Richtungstasten angefahren. Die TNC interpoliert dabei die entsprechenden Achsen. Es ist zu beachten, daß die Funktion Bearbeitungsebene schwenken in der Betriebsart Manuell aktiv ist und der Ist-Winkel der Drehachse im Menüfeld eingetragen wurde (siehe S. 2-11).

Bezugspunkt-Setzen im geschwenkten System

Nachdem die Drehachsen entsprechend positioniert wurden erfolgt das Setzen des Bezugspunktes wie im ungeschwenkten System. Das heißt, entweder manuell durch Ankratzen (siehe S. 2-7) oder – besonders einfach – gesteuert mit einem HEIDENHAIN 3D-Tastsystem (siehe S. 9-11).

Die TNC rechnet dabei den gesetzten Bezugspunkt ins geschwenkte Koordinatensystem um. Die Winkelwerte für diese Berechnung werden aus dem Menü zum manuellen Schwenken entnommen, unabhängig ob die Funktion Bearbeitungsebene schwenken dort aktiv ist oder nicht.



Die im Menü zum manuellen Schwenken eingetragenen Winkelwerte (siehe S. 2-11) müssen mit der Ist-Position der Drehachse(n) übereinstimmen, ansonsten berechnet die TNC den Bezugspunkt falsch.

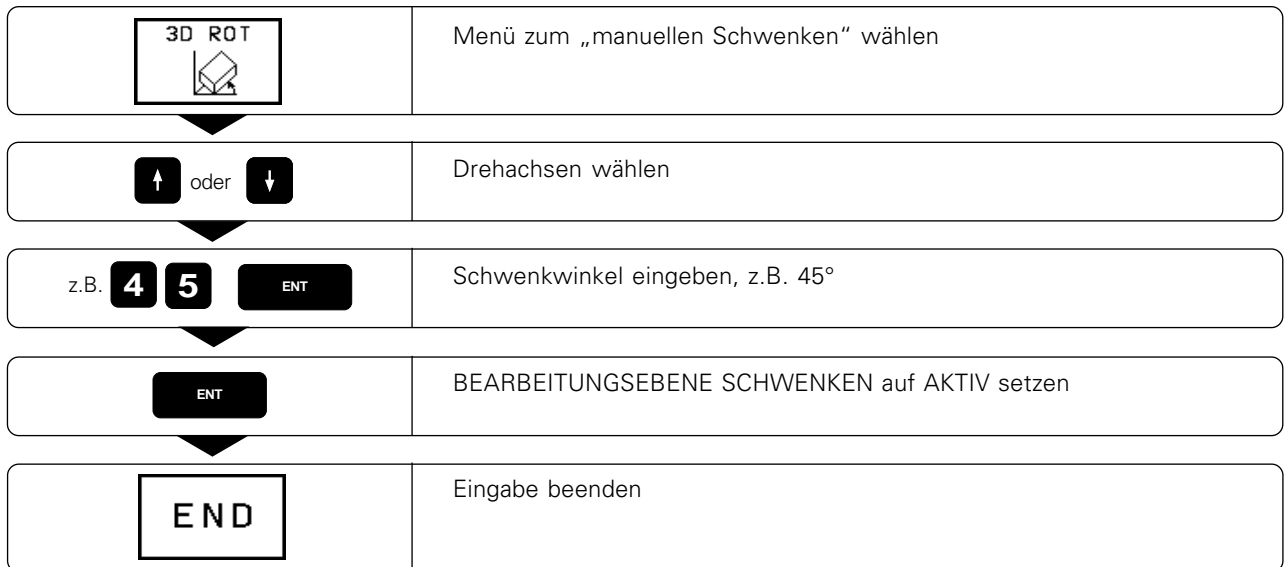
Positions-Anzeige im geschwenkten System

Die im Status-Feld angezeigten Positionen (SOLL und IST) beziehen sich auf das geschwenkte Koordinatensystem.

Einschränkungen beim Arbeiten mit den Funktionen Bearbeitungsebene schwenken

- Die Antastfunktion GRUNDDREHUNG kann nicht verwendet werden.
- PLC-Positionierungen (werden vom Maschinen-Hersteller festgelegt) sind nicht erlaubt.

Manuelles Schwenken aktivieren



In der Status-Anzeige wird ein Symbol für die geschwenkte Ebene eingeblendet, wenn die TNC die Maschinen-Achsen entsprechend der geschwenkten Ebene verfährt.



Falls Sie die Funktion BEARBEITUNGSEBENE SCHWENKEN für die Betriebsart PROGRAMMLAUF auf AKTIV setzen, gilt der im Menü eingetragene Schwenkwinkel ab dem ersten Satz des abzuarbeitenden Bearbeitungs-Programms. Falls Sie im Bearbeitungs-Programm Zyklus 19 BEARBEITUNGSEBENE verwenden, sind die im Zyklus definierten Winkelwerte (ab der Zyklus-Definition) wirksam. Im Menü eingetragene Winkelwerte werden dann überschrieben.

Rücksetzen

BEARBEITUNGSEBENE SCHWENKEN auf INAKTIV setzen



MANUELLER BETRIEB						PROGRAMM EINSPEICHERN																												
BEARBEITUNGSEBENE SCHWENKEN																																		
PROGRAMMLAUF						INAKTIV																												
MANUELLER BETRIEB						AKTIV																												
B = +12,5 ° C = +90 °																																		
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">IST</td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 15%;">X +65,6792</td> <td style="width: 15%;">Y -21,5938</td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;">B +12,5000</td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>+114,4964</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>+90,0000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>T</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>0</td> <td>M 5/9</td> </tr> </table>							IST		X +65,6792	Y -21,5938		B +12,5000			<input checked="" type="checkbox"/>	+114,4964							+90,0000					T	<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	0	M 5/9
IST		X +65,6792	Y -21,5938		B +12,5000																													
	<input checked="" type="checkbox"/>	+114,4964																																
		+90,0000																																
T	<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	0	M 5/9																												
						END																												

Abb. 2.7: Menü zum manuellen Schwenken in der Betriebsart MANUELLER BETRIEB

3.1 Programm-Test

In der Betriebsart PROGRAMM-TEST überprüft die TNC Programme und Programmteile auf folgende Fehler, ohne die Maschinenachsen zu verfahren:

- geometrische Unverträglichkeiten
- fehlende Angaben
- nicht ausführbare Sprünge
- Verletzung des Arbeitsraums

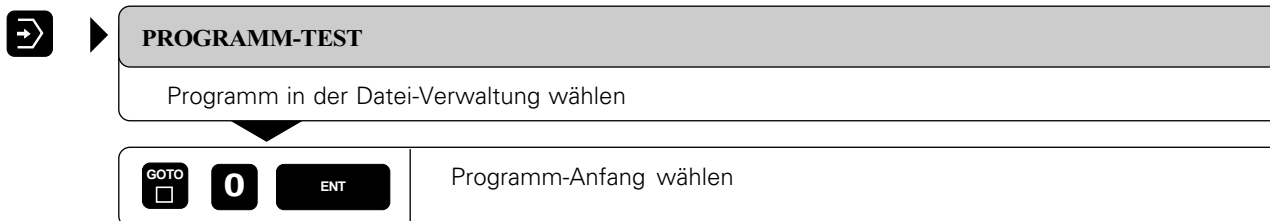
Die folgenden TNC-Funktionen können in der Betriebsart PROGRAMM-TEST genutzt werden:

- Programm-Test satzweise
- Testabbruch bei beliebigem Satz
- Sätze überspringen
- Blockweises Übertragen sehr langer Programme von einem externen Speicher
- Funktionen für die grafische Darstellung
- Bearbeitungszeit ermitteln
- Zusätzliche Status-Anzeige

Programm-Test ausführen



- Bei aktivem zentralen Werkzeug-Speicher muß die Werkzeug-Tabelle, mit der der Programm-Test durchgeführt werden soll, den Status S haben (siehe S. 1-33).
- Mit der MOD-Funktion DATUM SET können Sie für den Programm-Test eine Arbeitsraum-Überwachung aktivieren (siehe S. 11-8)

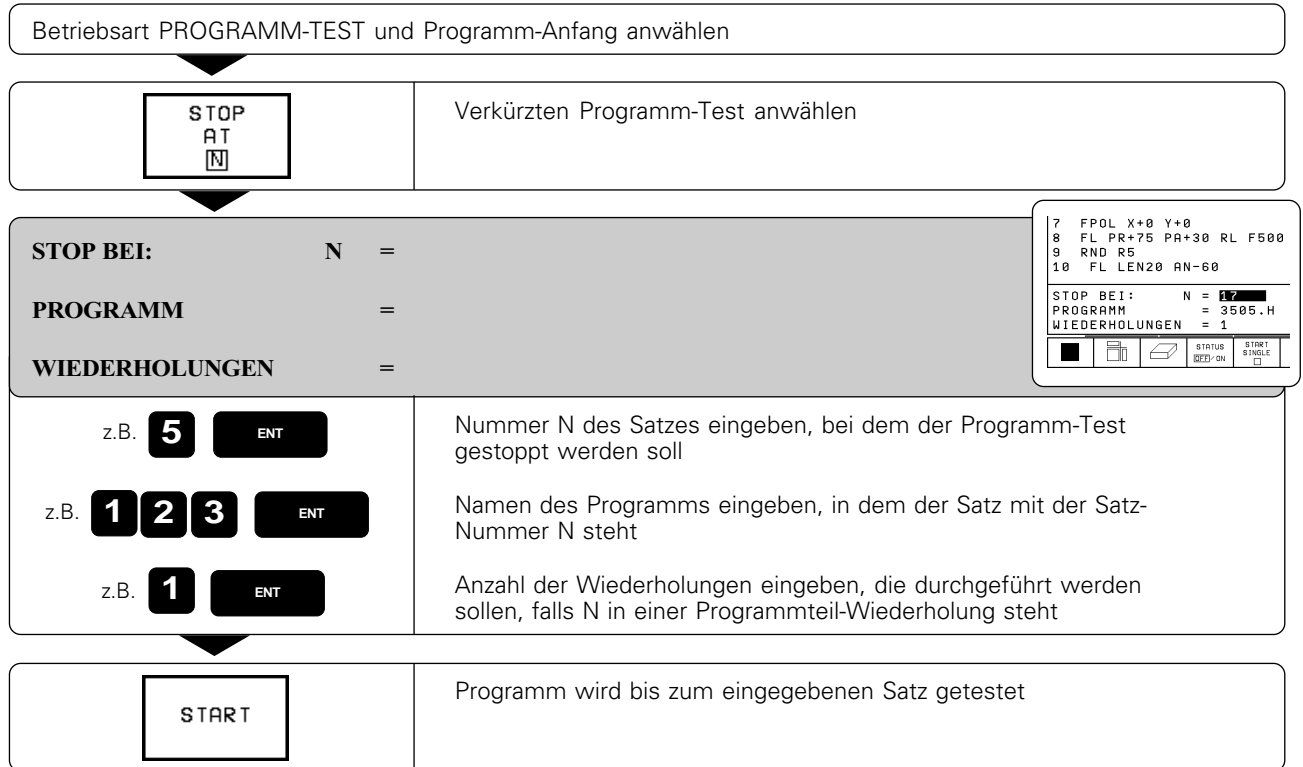


Funktionen	Softkey
Gesamtes Programm testen	START
Jeden Programm-Satz einzeln testen	START SINGLE □
Rohteil abbilden und gesamtes Programm testen	RESET + START
Programm-Test anhalten	STOP



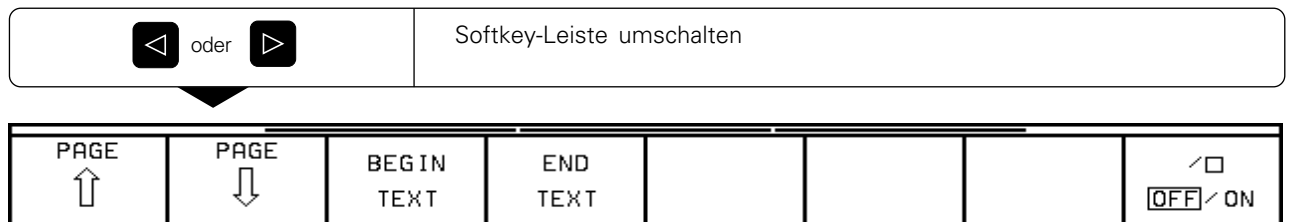
Programm-Test bis zu einem bestimmten Satz ausführen

Mit der TNC-Funktion STOP AT N wird der Programm-Test nur bis zum Satz mit der frei wählbaren Satz-Nummer N durchgeführt.



Anzeige-Funktionen für den Programm-Test

Die TNC stellt in der Betriebsart PROGRAMM-TEST Funktionen zur Verfügung, mit denen das Programm seitenweise angezeigt wird.



Funktionen	Softkey
Im Programm um eine Bildschirm-Seite zurückblättern	PAGE ↑
Im Programm um eine Bildschirm-Seite vorblättern	PAGE ↓
Programm-Anfang wählen	BEGIN TEXT
Programm-Ende wählen	END TEXT

3.2 Programmlauf

In der Betriebsart PROGRAMMLAUF SATZFOLGE führt die TNC ein Bearbeitungsprogramm kontinuierlich bis zum Programmende oder bis zu einer Unterbrechung aus.

In der Betriebsart PROGRAMMLAUF EINZELSATZ wird jeder Satz nach Drücken der externen START-Taste einzeln ausgeführt.

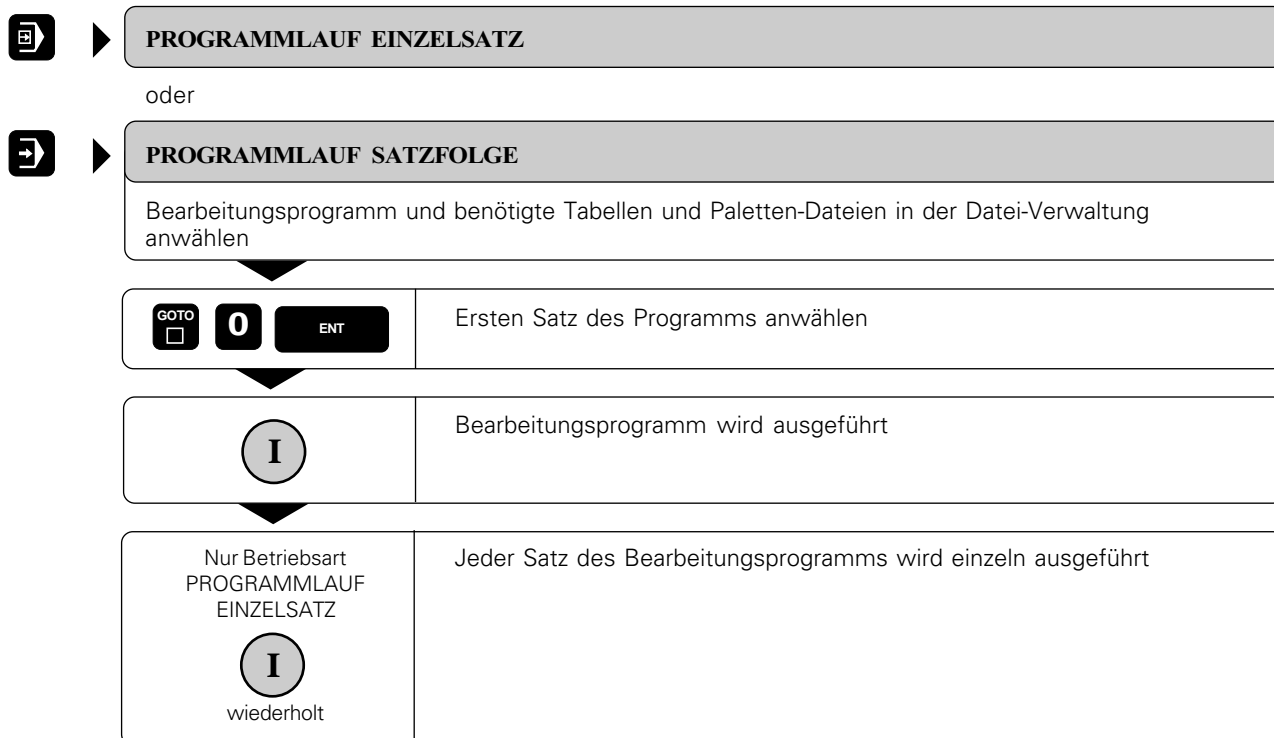
Die folgenden TNC-Funktionen können für einen Programmlauf genutzt werden:

- Programmlauf unterbrechen
- Programmlauf ab bestimmtem Satz
- Blockweises Übertragen sehr langer Programme von einem externen Speicher
- Sätze überspringen
- Werkzeug-Tabelle TOOL.T editieren und einsetzen
- Q-Parameter kontrollieren und ändern
- Funktionen für die grafische Darstellung
- Zusätzliche Status-Anzeige

Bearbeitungsprogramm ausführen

Vorbereitung:

- Werkstück auf dem Maschinentisch aufspannen
- Bezugspunkt setzen
- Benötigte Tabellen und Paletten-Dateien anwählen



Vorschub und Spindeldrehzahl können mit den Override-Drehknöpfen geändert werden. Während des Programmlaufs kann eine Handrad-Positionierung überlagert werden (siehe S. 5-70).

Bearbeitung unterbrechen

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, einen Programmlauf zu unterbrechen:

- Programmierte Unterbrechungen
- Externe STOP-Taste
- Umschalten auf PROGRAMMLAUF EINZELSATZ

Registriert die TNC während eines Programmlaufs einen Fehler, so unterbricht sie die Bearbeitung selbsttätig.

Programmierte Unterbrechungen

Unterbrechungen können direkt im Bearbeitungsprogramm festgelegt werden. Der Programmlauf wird unterbrochen, sobald das Bearbeitungsprogramm bis zu dem Satz ausgeführt ist, der eine der folgenden Eingaben enthält:

- STOP
- Zusatzfunktion M0, M2 oder M30
- Zusatzfunktion M6 (wird vom Maschinen-Hersteller festgelegt)

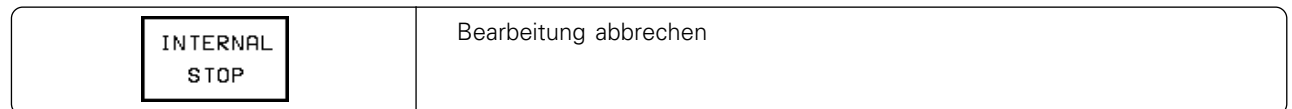
Bearbeitung durch Tastendruck unterbrechen

Der Satz, den die TNC zum Zeitpunkt des Tastendrucks abarbeitet, wird nicht vollständig ausgeführt.



* in der Status-Anzeige blinkt.

Die Bearbeitung kann mit der Funktion INTERNAL STOP abgebrochen werden.



* in der Status-Anzeige erlischt.

Bearbeitung unterbrechen durch Umschalten auf Betriebsart PROGRAMMLAUF EINZELSATZ

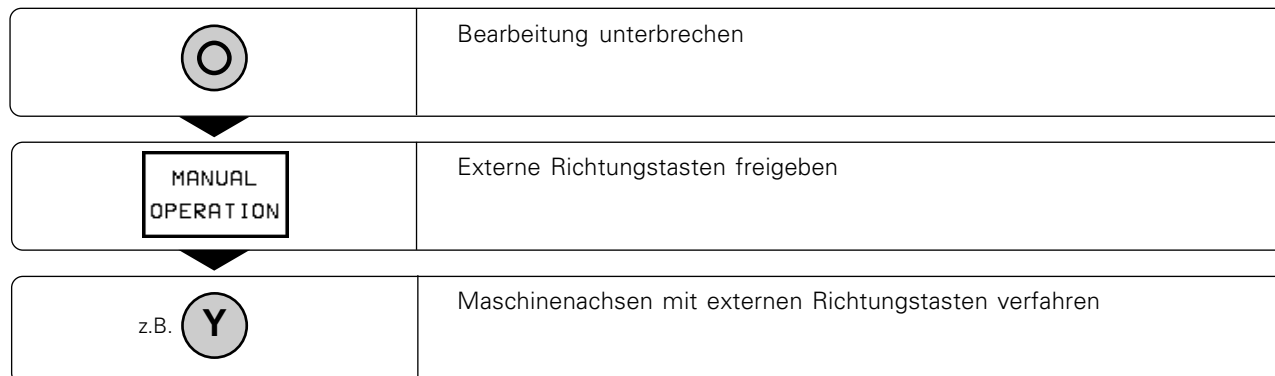
Die Bearbeitung wird unterbrochen, nachdem der aktuelle Bearbeitungsschritt ausgeführt ist.



Maschinenachsen während einer Unterbrechung verfahren

Die Maschinenachsen lassen sich während einer Unterbrechung wie in der Betriebsart MANUELLER BETRIEB verfahren. Die externen Richtungstasten werden mit dem Softkey MANUAL OPERATION freigegeben.

Anwendungsbeispiel: Freifahren der Spindel nach Werkzeugbruch



Bei einigen Maschinen muß nach dem Softkey MANUAL OPERATION die externe START-Taste zur Freigabe der externen Richtungstasten gedrückt werden. Beachten Sie Ihr Maschinen-Handbuch.

Fortfahren nach einer Unterbrechung



- Wenn Sie den Programmablauf während eines Bearbeitungszyklus unterbrechen, müssen Sie beim Wiedereinstieg mit dem Zyklusbeginn fortfahren. Bereits ausgeführte Bearbeitungsschritte mißt die TNC dann erneut abfahren.
- Wenn Sie den Programmablauf innerhalb einer Programmteil-Wiederholung oder innerhalb eines Unterprogramms unterbrechen, müssen Sie mit der Funktion RESTORE POS AT N die Unterbrechungsstelle wieder anfahren.

Die TNC speichert bei einer Programmablauf-Unterbrechung

- die Daten des zuletzt aufgerufenen Werkzeugs
- aktive Koordinaten-Umrechnungen
- die Koordinaten des zuletzt definierten Kreismittelpunkts

Die gespeicherten Daten werden für das Wiederauffahren an die Kontur nach manuellem Verfahren der Maschinenachsen während einer Unterbrechung (RESTORE POSITION) genutzt.

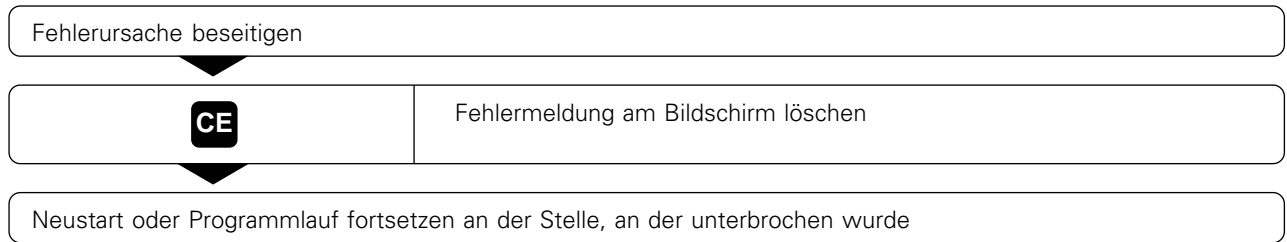
Programmablauf mit START-Taste fortsetzen

Durch Drücken auf die externe START-Taste wird der Programmablauf fortgesetzt, wenn das Programm auf folgende Art angehalten wurde:

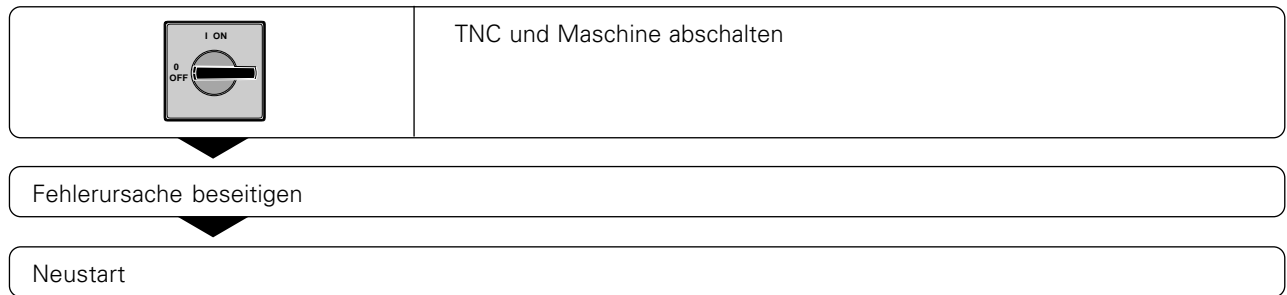
- Externe STOP-Taste gedrückt
- Programmierter Unterbrechung

Programmlauf fortsetzen nach einem Fehler

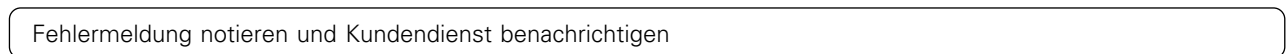
- Bei nichtblinkender Fehlermeldung:



- Bei blinkender Fehlermeldung:



- Bei wiederholtem Auftreten des Fehlers:



Beliebiger Einstieg ins Programm

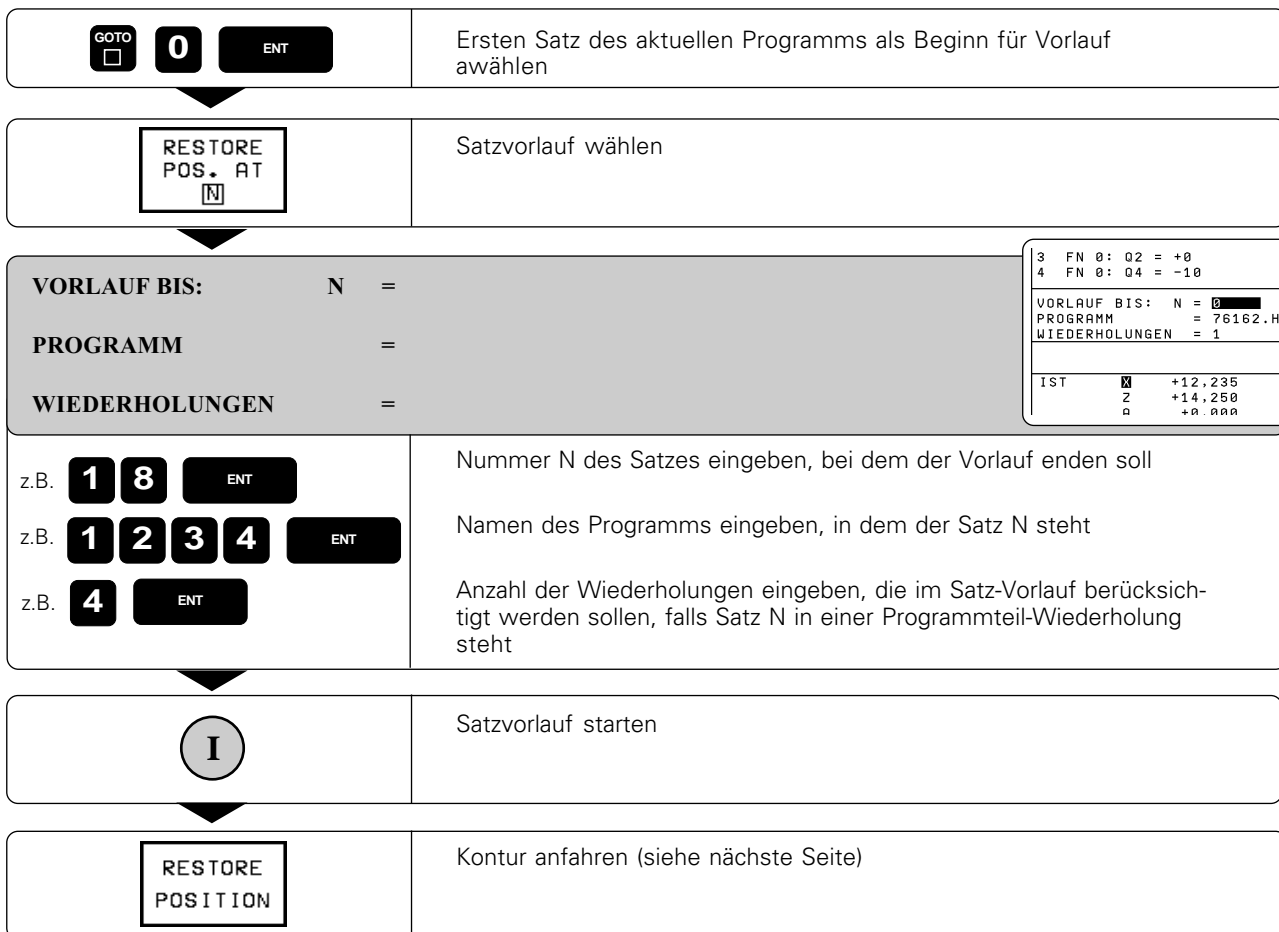


Die Funktion RESTORE POS AT N muß vom Maschinen-Hersteller freigegeben werden.

Ein Bearbeitungsprogramm wird mit der Funktion RESTORE POS AT N (Satzvorlauf) erst ab einem frei wählbaren Satz N abgearbeitet. Die Werkstück-Bearbeitung bis zu diesem Satz wird von der TNC rechnerisch berücksichtigt. Sie kann grafisch dargestellt werden. Wenn ein Programm mit einem INTERNAL STOP abgebrochen wird, bietet die TNC automatisch den Satz N zum Einstieg an, in dem das Programm unterbrochen wurde.



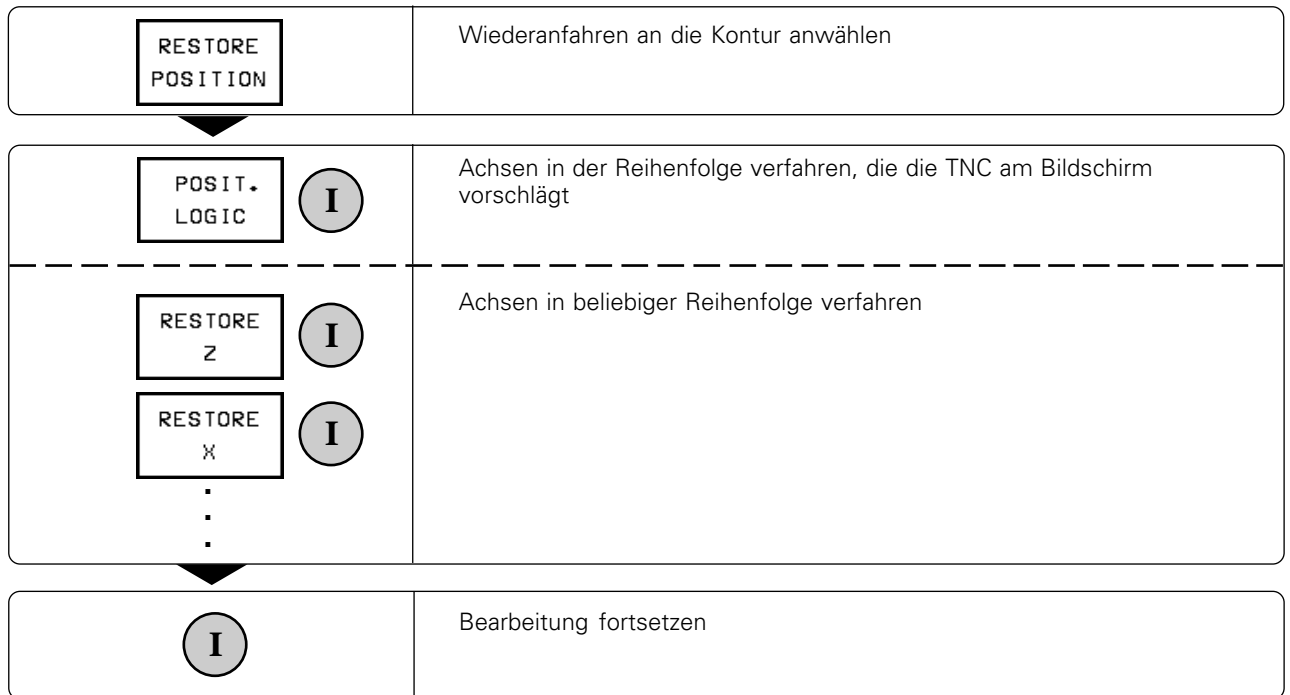
- Der Satzvorlauf darf nicht in einem Unterprogramm beginnen.
- Alle benötigten Programme, Tabellen und Paletten-Dateien müssen in einer Programmlauf-Betriebsart angewählt sein.
- Enthält das Programm bis zum Ende des Satzvorlaufs eine programmierte Unterbrechung, wird dort der Satzvorlauf unterbrochen. Um den Satzvorlauf fortzusetzen, die externe START-Taste drücken.
- Nach einem Satzvorlauf wird das Werkzeug mit der Funktion RESTORE POSITION auf die ermittelte Position gefahren.
- Über Maschinenparameter 7680 wird festgelegt, ob der Satzvorlauf bei verschachtelten Programmen im Satz 0 des Hauptprogramms oder im Satz 0 des Programms beginnt, in dem der Programmlauf zuletzt unterbrochen wurde.



Wiederanfahren an die Kontur

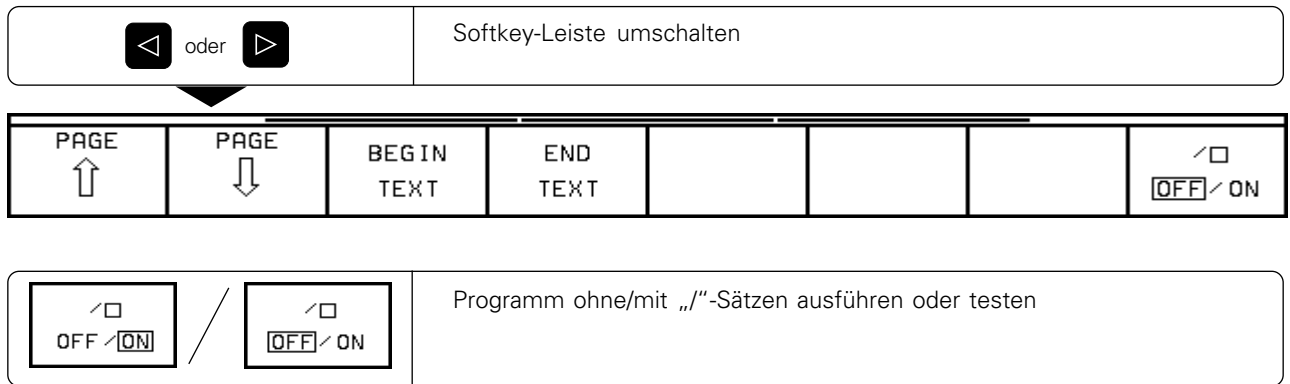
Mit der Funktion RESTORE POSITION fährt die TNC das Werkzeug in folgenden Situationen an die Werkstück-Kontur:

- Wiederanfahren nach dem Verfahren der Maschinenachsen während einer Unterbrechung
- Anfahren der Position, die zum Einstieg ins Programm ermittelt wurde



3.3 Sätze überspringen

Sätze, die beim Programmieren mit einem „/“-Zeichen gekennzeichnet wurden, können beim Programm-Test oder Programmlauf übersprungen werden.



Diese Funktion wirkt nicht für TOOL DEF-Sätze

3.4 Blockweises Übertragen: Lange Programme testen und ausführen

Bearbeitungsprogramme, die mehr Speicherplatz benötigen, als in der TNC zur Verfügung steht, können von einem externen Speicher „blockweise“ übertragen werden.

Die Programmsätze werden dabei über eine der Datenschnittstellen von einer Disketteneinheit oder einem PC in die TNC übertragen und nach dem Abarbeiten in der TNC gelöscht (Koordinaten-Umrechnungen bleiben aktiv auch wenn die Zyklus-Definition gelöscht wird).

Vorbereitung:

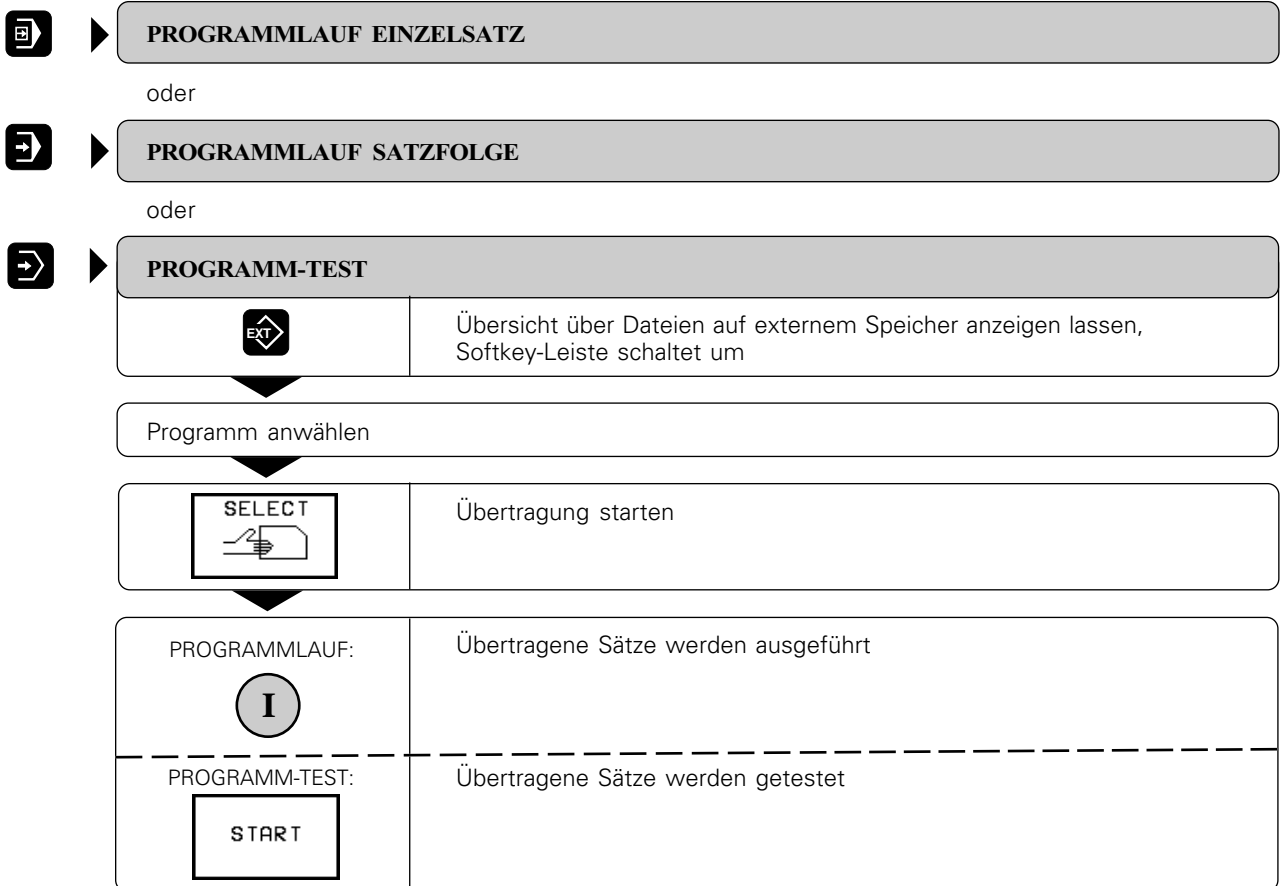
- Datenschnittstelle mit der MOD-Funktion RS 232/422-SETUP konfigurieren (siehe S. 11-4)
- Bei Übertragung von Fremdgeräten (PC) TNC und PC aneinander anpassen (siehe S. 10-5 und S. 12-3)
- Voraussetzungen an das zu übertragende Programm
 - Programm enthält keine Unterprogramme
 - Programm enthält keine Programmteil-Wiederholungen
 - Programme, die vom Programm aufgerufen werden, das übertragen wird, sind im TNC-Speicher angewählt (Status M)

PROGRAMMLAUF SATZFOLGE		PROGRAMM-TEST	
		DATEI-NAME = 1201 .H	
RS232/FE1:			
DATEI-NAME		SEKTOREN STATUS	
SMDI	.H		1
1	.H		1
11	.H		1
111	.H		1
123456	.H		1
2	.H		1
22	.H		1
3	.H		1
TAB1	.T		2
LKJHF	.D		1

10 DATEI(EN) 735 SEKTOREN FREI

PAGE ↑	PAGE ↓	SELECT [Hand icon]		SELECT TYPE [Hand icon]	END
-----------	-----------	-----------------------	--	-------------------------------	-----

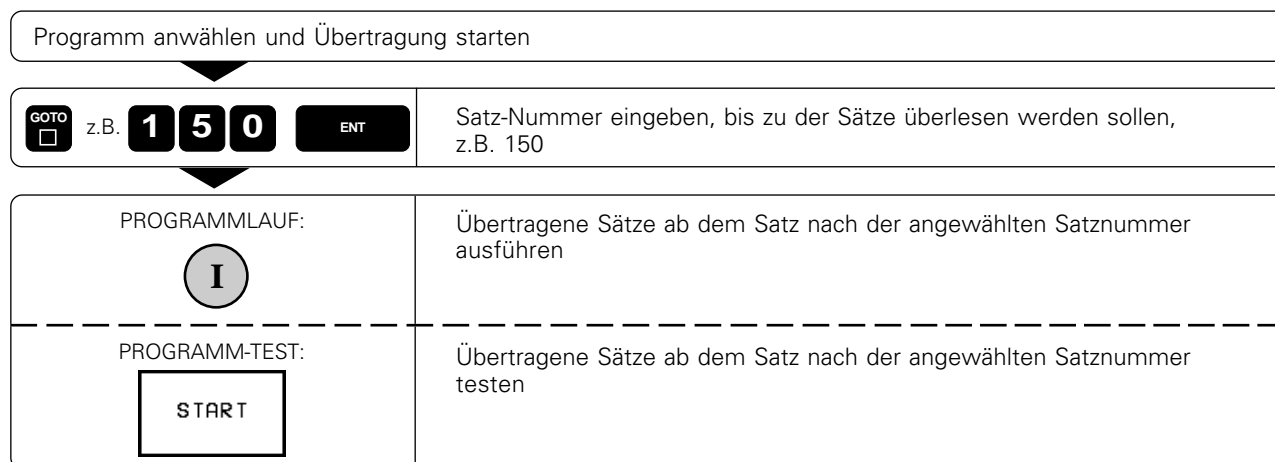
Abb. 3.1: TNC-Bildschirm beim blockweisen Übertragen



Bei einer Unterbrechung der Übertragung START-Taste erneut drücken.

Sätze überspringen

Die TNC kann beim blockweisen Übertragen Sätze bis zu einer frei wählbaren Satz-Nummer überspringen. Diese Sätze werden dann für einen Programmlauf oder einen Programm-Test nicht berücksichtigt.



Ein Schwester-Werkzeug läßt sich automatisch einwechseln, wenn die maximale Standzeit (TIME1 oder TIME2) erreicht ist (siehe S. 4-16).

Über Maschinenparameter 7228 (siehe S. 12-11) kann der Speicherbereich festgelegt werden, der beim blockweisen Übertragen benutzt werden soll. Dadurch läßt sich verhindern, daß der Programmspeicher vollgeschrieben wird und eine Parallel-Programmierung nicht mehr möglich ist.

Alternativ können Sie auch über den Satzvorlauf in ein extern gespeichertes Programm einsteigen. Hierzu schreiben Sie ein kleines Programm, in dem Sie das extern gespeicherte Programm mit der Funktion CALL PGM EXT (siehe S. 6-8) aufrufen.

Beispiel: Sie wollen im Satz 12834 des extern gespeicherten Programms GEH35K1 einsteigen. Folgendes Vorgehen ist erforderlich:

- Erstellen Sie folgendes kleine Programm:


```
0 BEGIN PGM VORLAUF MM
1 CALL PGM EXT:GEH35K1
2 END PGM VORLAUF MM
```
- Wählen Sie in der Betriebsart PROGRAMMLAUF SATZFOLGE das Programm VORLAUF an
- Wählen Sie die Funktion Satzvorlauf und geben bei SATZVORLAUF BIS die entsprechende Satznummer, z.B. 12834 und bei PROGRAMM das entsprechende Programm, z.B. GEH35K1, ein.
- Starten Sie den Satzvorlauf mit NC-START

4 Programmieren

In der Betriebsart PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN werden Dateien (siehe S. 1-32)

- erstellt
- ergänzt
- geändert

usw.

Dieses Kapitel beschreibt Grundfunktionen und Eingaben, die noch keine Bahnbewegungen veranlassen.

Die Eingabe der Geometrie für die Werkstück-Bearbeitung ist im nächsten Kapitel beschrieben.

4.1 Bearbeitungsprogramme erstellen

Aufbau eines Programms

Ein Bearbeitungs-Programm besteht aus einzelnen Programm-Sätzen.

Die Sätze werden von der TNC in aufsteigender Reihenfolge nummeriert. Programmsätze enthalten Einzelinformationen, die „Wörter“ genannt werden.

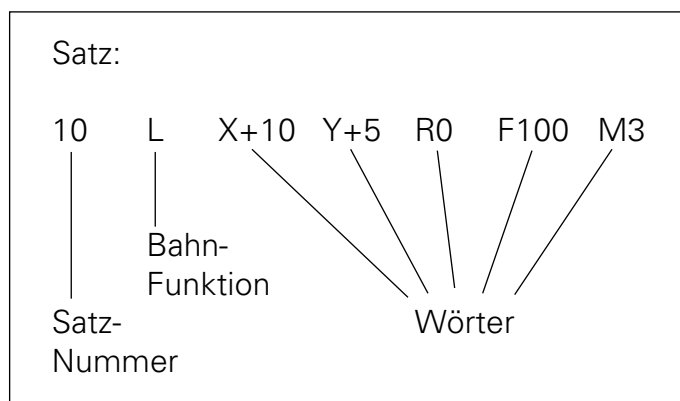






Abb. 4 1: Programmsätze bestehen aus Wörtern mit Informationen

Klartext-Dialog

Die Dialoge zur Programmierung der einzelnen Programmsätze werden durch Drücken einer Funktionstaste (siehe vordere Einschlagseite) eröffnet. Danach fragt die TNC nacheinander alle für diesen Bearbeitungsschritt erforderlichen Daten ab. Wenn alle Fragen eines Dialogs beantwortet sind, beendet die TNC diesen Dialog selbsttätig. Der Klartext-Dialog kann verkürzt und vorzeitig beendet werden, wenn nur bestimmte Wörter eines Satzes programmiert werden sollen.

Funktion	Taste
Dialog fortführen	
Dialogfrage übergehen	
Dialog vorzeitigbeenden	
Dialog abbrechen und löschen	

Editier-Funktionen

Beim Editieren werden Befehle und Informationen in die TNC eingegeben, ergänzt oder geändert.

Die TNC ermöglicht dabei



- Eingaben über die Tastatur
- gezielte Auswahl von Sätzen und Wörtern
- Einfügen und Löschen von Sätzen und Wörtern
- Korrektur falsch eingegebener Werte und Befehle
- einfaches Löschen von TNC-Meldetexten

Eingaben



Zahlen, Koordinatenachsen und Radiuskorrekturen werden direkt über die Tastatur eingegeben. Vorzeichen können vor, während und nach einer Zahleneingabe gesetzt werden.

Sätze und Wörter anwählen



- Satz mit einer bestimmten Satznummer aufrufen

 z.B. 1 0 	Satz Nummer 10 steht im Hellfeld
--	----------------------------------

- Von Satz zu Satz springen

 oder 	Vertikale Pfeiltasten drücken
--	-------------------------------



- Einzelne Wörter im Satz anwählen



 oder 	Horizontale Pfeiltasten drücken
--	---------------------------------

- Gleiche Wörter in verschiedenen Sätzen suchen.



Für diese Funktion muß der Softkey AUTO DRAW auf OFF stehen.

 oder 	Wort im Satz anwählen
--	-----------------------

 oder 	Gleiche Wörter in anderen Sätzen anzeigen
--	---

Sätze einfügen

Zusätzliche Programmsätze können hinter jedem beliebigen Satz eingefügt werden (jedoch nicht hinter dem PGM END-Satz).

 oder  / 	Satz anwählen
--	---------------

Neuen Satz programmieren

Die Satznummern aller folgenden Sätze werden automatisch erhöht.

Wörter ändern und einfügen







Wörter, auf denen das Hellfeld steht, können beliebig geändert werden: es wird einfach der alte Wert mit dem neuen überschrieben.

Dafür steht der Klartext-Dialog zur Verfügung.

Nach einer Änderung wird das Hellfeld mit den horizontalen Pfeiltasten aus dem Satz getippt oder die Änderung mit END abgeschlossen.

Mit Hilfe des Klartext-Dialogs können auch einfach zusätzliche Wörter nachträglich in einen Satz eingefügt werden.

Sätze und Wörter löschen

Funktion	Taste
Zahl im Hellfeld auf Null setzen	
Falschen Zahlenwert löschen	
Nichtblinkende Fehlermeldung löschen	
Gewähltes Wort löschen	
Gewählten Satz löschen	
Zyklen und Programmteile löschen: Vorher letzten Satz des zu löschenden Zyklus oder Programteils wählen	

4.2 Programme gliedern



Wenn Sie Programme gliedern wollen, stellen Sie die Bildschirm-Aufteilung am besten auf PGM+SECTION (siehe S. 1-6)

Um einen besseren Überblick bei langen Programmen zu erhalten, können Sie im TNC-Programm Gliederungs-Sätze in Form eines Textes eingeben. Diese Gliederungs-Sätze werden von der TNC zusätzlich im rechten Fenster des Bildschirms angezeigt. Es stehen Ihnen dann zwei Möglichkeiten zur Verfügung im Programm zu blättern:

- Im linken Fenster von NC-Satz zu NC-Satz
- Im rechten Fenster von Gliederungs-Satz zu Gliederungs-Satz

Falls Sie im rechten Fenster von Gliederungs-Satz zu Gliederungs-Satz blättern, führt die TNC die NC-Satz-Anzeige im linken Fenster automatisch mit. Sie können also mit einem Tastendruck beliebig viele NC-Sätze überspringen. Mit dem Softkey CHANGE WINDOW (change window = engl. Fenster wechseln) können Sie vom linken ins rechte Fenster und umgekehrt wechseln. Der Hintergrund des aktiven Fensters wird in einer über Maschinenparameter wählbaren Farbe dargestellt.

Mit dem Softkey CHANGE LEVEL (change level = engl. Ebene wechseln) können Sie die Ebene des Gliederungs-Satzes – es stehen zwei Ebenen zur Verfügung – festlegen. Die zweite Ebene wird im Bildschirm weiter nach rechts eingerückt (siehe Abb. 4.3).

Gliederungs-Texte und die Ebene des Gliederungs-Satzes können Sie nachträglich in beiden Fenstern ändern, indem Sie mit den horizontalen Pfeiltasten in den entsprechenden Satz gehen.

MANUELLER BETRIEB	PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN	
0 BEGIN PGM D-GLIEDE RM 1 BLK FORM 0.1 Z X+0 V+0 Z-50 2 BLK FORM 0.2 X+100 V+100 Z+0 3 FN 9: IF +027 EQU +0 GOTO LBL 112 4 * - BOHRPLATTE ID.-NR. 12345689 5 FN 11: IF +027 GT +0 GOTO LBL 113 6 FN 2: 029 = +028 = +270 7 FN 0: 020 = -3,5 8 FN 4: 021 = +027 DIV +025 9 CVCL DEF 10.0 DREHUNG 10 CVCL DEF 10.1 RDT+029 11 FN 9: IF +1 EQU +1 GOTO LBL 112 12 * - PARAMETER DEFINIEREN 13 LBL 113 14 FN 1: 029 = +028 = +270	BEGIN PGM D-GLIEDE - BOHRPLATTE ID.-NR. 12345689 - PARAMETER DEFINIEREN - TASCH FERTIGEN - TASCH AUSRAUMEN - TASCH SCHLICHTEN - BOHRBILD ERSTELLEN - ZENTRIEREN - BOHREN - GEWINDEBOHREN END PGM D-GLIEDE	
FL FLT FC FCT FPOL BLK FORM INSERT SECTION CHANGE WINDOW		

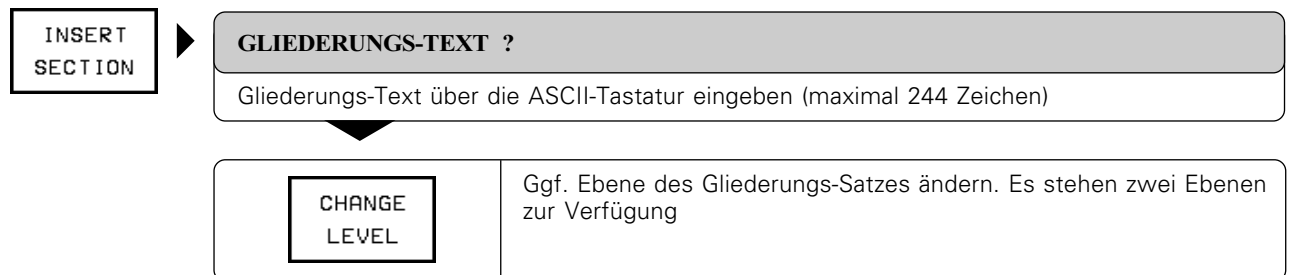
Abb. 4.2 TNC-Bildschirm beim Gliedern von Programmen, linke Seite aktiv

MANUELLER BETRIEB	PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN	
44 CP PA+0 DR- R0 F06 45 L Z+08 R0 F9998 46 FN 1: 020 = +020 = +8,8 47 FN 9: IF +1 EQU +1 GOTO LBL 111 48 * - BOHRBILD ERSTELLEN 49 * - ZENTRIEREN 50 LBL 47 51 L X+0 V+1 R0 F9998 52 L Z+08 53 L Z+09 R0 F07 54 L X+5 V+10 R0 F06 55 L Z+08 R0 F9998 56 FN 1: 020 = +020 = +8,8 57 FN 9: IF +1 EQU +1 GOTO LBL 111 58 * - BOHREN	- PARAMETER DEFINIEREN - TASCH FERTIGEN - TASCH AUSRAUMEN - TASCH SCHLICHTEN BOHRBILD ERSTELLEN - ZENTRIEREN - BOHREN - GEWINDEBOHREN END PGM D-GLIEDE	
		CHANGE LEVEL

Abb. 4.3 TNC-Bildschirm beim Gliedern von Programmen, rechte Seite aktiv

Gliederungs-Satz einfügen im linken Fenster

Der Dialog zur Eingabe eines Gliederungs-Satzes wird über den Softkey INSERT SECTION (insert section = engl. Abschnitt einfügen) eröffnet. Der Gliederungs-Satz wird hinter dem aktuellen Satz eingefügt.



Gliederungs-Satz einfügen im rechten Fenster

Geben Sie einfach den Text über die ASCII-Tastatur ein; die TNC fügt den neuen Gliederungs-Satz hinter dem aktiven Gliederungs-Satz ein.

4.3 Werkzeuge

Werkzeuge werden jeweils durch eine Nummer gekennzeichnet.

Der Werkzeug-Nummer werden die Werkzeug-Daten

- Länge L
- Radius R

zugeordnet.

Um die Werkzeug-Daten ins Programm einzugeben, gibt es zwei Möglichkeiten:

- Werkzeug-Daten zu jedem Werkzeug separat ins Programm eingeben: TOOL DEF-Sätze
- Werkzeug-Daten für alle Werkzeuge gemeinsam in eine Tabelle eingeben: Dateien vom Typ .T

Die TNC berücksichtigt die Werkzeug-Daten, wenn das Werkzeug mit seiner Nummer aufgerufen wird.

Der Werkzeug-Einsatz wird von einigen Zusatz-Funktionen (siehe S.12-14, S.12-15) beeinflusst.

Werkzeug-Daten bestimmen

Werkzeug-Nummer

Die Werkzeuge werden jeweils durch eine Nummer zwischen 0 und 254 gekennzeichnet.

Das Werkzeug mit der Nummer 0 ist festgelegt mit $L = 0$ und $R = 0$, wenn die Werkzeug-Daten ins Programm eingegeben werden. In Werkzeug-Tabellen sollte T0 ebenfalls mit $L = 0$ und $R = 0$ definiert werden.

Werkzeug-Radius R

Der Radius des Werkzeugs wird direkt eingegeben.

Werkzeug-Länge L

Der Korrekturwert für die Werkzeug-Länge wird bestimmt

- als Längenunterschied zwischen dem Werkzeug und einem Nullwerkzeug, oder
- mit einem Voreinstellgerät

Werden Werkzeug-Längen mit einem Voreinstellgerät bestimmt, so werden sie ohne weitere Umrechnungen in die Werkzeug-Definition eingegeben.

Aufmaße für Länge und Radien – Deltawerte

In Werkzeug-Tabellen und im TOOL CALL-Satz lassen sich Deltawerte für Werkzeug-Länge und -Radius eingeben.

- Positiver Deltawert - Aufmaß
- Negativer Deltawert - Untermaß

Die TNC addiert die Deltawerte aus Tabelle und TOOL CALL-Satz.

Beispiel

- Untermaß in der Werkzeug-Tabelle für Verschleiß
- Aufmaß im TOOL CALL-Satz für eine Bearbeitung mit Aufmaß, z.B. bei späterem Schlichten.

Als Delta-Werte werden Zahlenwerte, Q-Parameter (nur im TOOL-CALL-Satz) oder der Wert 0 eingegeben. Aufmaße und Untermaße dürfen maximal +/- 99,999 mm betragen.

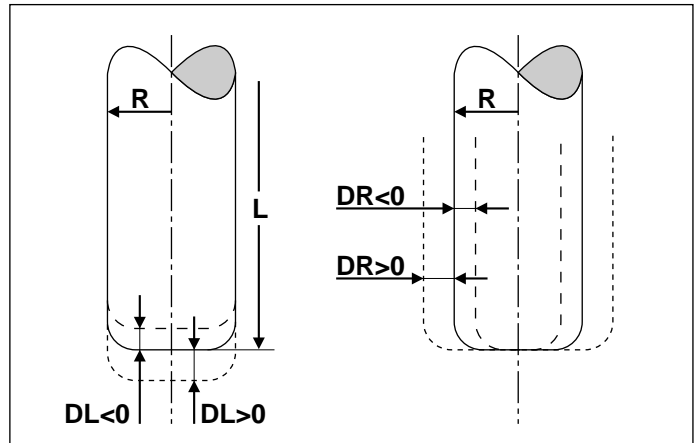


Abb. 4.4: Aufmaße DL, DR beim Eckenradiusfräser

Werkzeug-Länge mit Nullwerkzeug bestimmen

Vorzeichen der Werkzeug-Länge L:

- $L > L_0$ Werkzeug ist länger als das Null-Werkzeug
- $L < L_0$ Werkzeug ist kürzer als das Null-Werkzeug

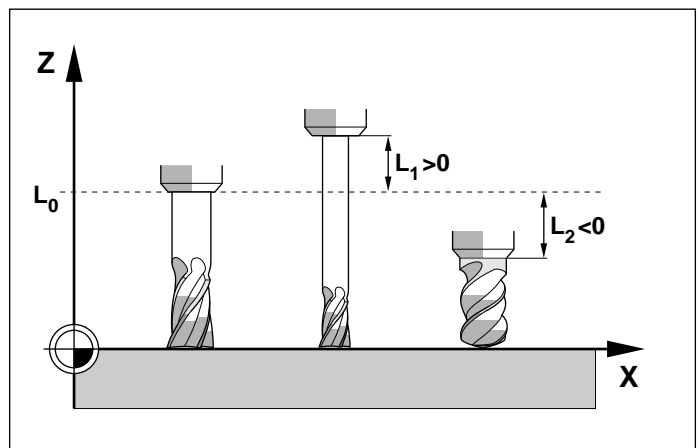
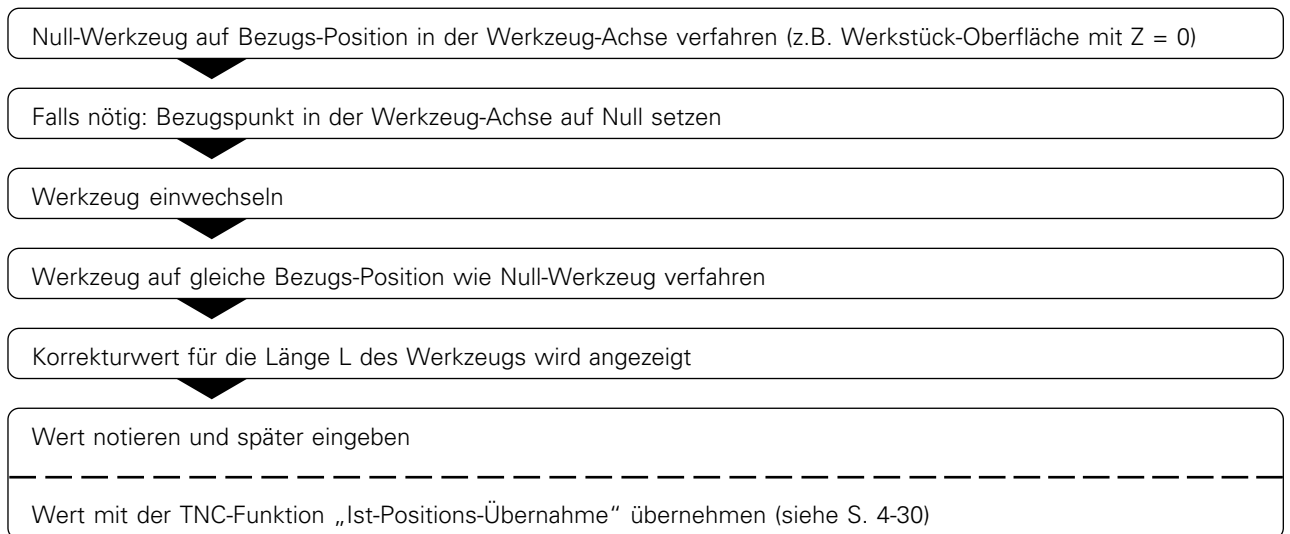


Abb. 4.5: Werkzeug-Länge durch Längen-Unterschied zum Nullwerkzeug angeben









Werkzeug-Daten ins Programm eingeben

Für jedes Werkzeug können einmal im Bearbeitungsprogramm die Werkzeug-Daten eingegeben werden:

- Werkzeug-Nummer
- Werkzeug-Längen-Korrekturwert L
- Werkzeug-Radius R

Werkzeug-Daten in Programm-Satz eingeben

	WERKZEUG-NUMMER
	z.B. 5  Werkzeug mit einer Nummer kennzeichnen, z.B. 5
	
	WERKZEUG-LÄNGE L
	z.B. 10  Korrekturwert für Werkzeug-Länge eingeben, z.B. L = 10mm
	
	WERKZEUG-RADIUS R
	z.B. 5  Werkzeug-Radius eingeben, z.B. R = 5mm

NC-Satz: z.B. `TOOL DEF 5 L+10 R+5`



Die Werkzeug-Länge L kann mit der Funktion „Ist-Positions-Übernahme“ direkt in die Werkzeug-Definition übernommen werden (siehe S. 4-30).

Werkzeug-Daten in Tabellen eingeben

In Werkzeug-Tabellen werden die Daten aller Werkzeuge gemeinsam eingegeben. Die Anzahl der Werkzeuge pro Tabelle (0 bis 254) ist über MP7260 wählbar.

Bei automatischem Werkzeugwechsel müssen die Werkzeug-Daten in Tabellen stehen.

Für Werkzeug-Tabellen stehen spezielle Editierfunktionen zur Verfügung

Unterschiede von Werkzeug-Tabellen

Werkzeug-Tabelle TOOL.T

- wird für Bearbeitungen genutzt
- wird in einer Programmlauf-Betriebsart editiert

Alle anderen Werkzeug-Tabellen








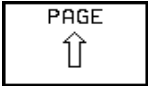
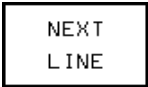

- werden für Programm-Test und Archivierung genutzt
- werden in der Betriebsart PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN editiert



Werden Werkzeug-Tabellen für einen Programmlauf nach TOOL.T kopiert, wird TOOL.T überschrieben.

Editier-Funktionen für Werkzeug-Tabellen

Folgende Funktionen erleichtern das Erstellen und Ändern von Werkzeug-Tabellen:

Funktion	Taste/ Softkey
Hellfeld senkrecht verschieben	 
Hellfeld waagrecht verschieben	 
Tabellen-Anfang wählen	
Tabellen-Ende wählen	
Nächste Tabellen-Seite wählen	
Vorherige Tabellen-Seite wählen	
Anfang der nächsten Zeile wählen	
In der Werkzeug-Tabelle nach Werkzeug-Namen suchen	

Werkzeug-Tabelle TOOL.T editieren**PROGRAMMLAUF EINZELSATZ**

oder

**PROGRAMMLAUF SATZFOLGE**TOOL
TABLE

Werkzeug-Tabelle TOOL.T auswählen

EDIT
OFF / ON

Softkey EDIT auf ON setzen

Beliebige Werkzeug-Tabelle – außer TOOL.T – editieren**PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN**PGM
NAME

Datei-Übersicht aufrufen

SHOW
+T

Softkey-Leiste umschalten und Dateien vom Typ .T anzeigen lassen

DATEI-NAME = **.T**

Werkzeug-Tabelle wählen

Neuen Datei-Namen eingeben und neue Tabelle erstellen

Werkzeug-Daten in Tabellen

In die Werkzeug-Tabelle können folgende Informationen eingegeben werden:

- Werkzeug-Radius und Werkzeug-Länge: R, L
- Krümmungsradius der Werkzeug-Spitze, nur für dreidimensionale Werkzeug-Korrektur und grafische Darstellung der Bearbeitung mit Radiusfräser. Bei grafischer Darstellung der Bearbeitung mit Radiusfräser R2 = R eingegeben
- Aufmaße (Deltawerte) für Werkzeug-Radius und Werkzeug-Länge: DR, DR2, DL
- Schneidlänge des Werkzeugs: LCUTS
- Maximaler Eintauchwinkel des Werkzeugs: ANGLE
- Werkzeug-Name: NAME
- Maximale und aktuelle Standzeiten: TIME1, TIME2, CUR.TIME
- Nummer eines Schwester-Werkzeugs: RT
- Werkzeug-Sperre: TL
- Werkzeug-Kommentar: DOC
- Information zu diesem Werkzeug für die PLC (engl. **p**rogrammable **l**ogical **c**ontrol: programmierbare Anpass-Steuerung; anpassen der Steuerung an die Maschine): PLC

Die folgenden Werkzeug-Daten benötigt die TNC für die automatische Werkzeug-Vermessung:

- Anzahl der Schneiden: CUT.
- Verschleiß-Toleranz der Werkzeug-Länge: LTOL
- Verschleiß-Toleranz des Werkzeug-Radius: RTOL
- Schneid-Richtung für dynamische Werkzeug-Vermessung: DIRECT.
- Versatz des Werkzeugs zwischen Stylus-Mitte und Werkzeug-Mitte : TT:R-OFFS
Voreinstellung: Werkzeug-Radius R
- Versatz des Werkzeugs zwischen Stylus-Oberkante und Werkzeug-Unterkante: TT:L-OFFS
Voreinstellung: 0
- Bruch-Toleranz der Werkzeug-Länge : LBREAK
- Bruch-Toleranz des Werkzeug-Radius: RBREAK

Ein allgemeiner Anwender-Parameter (MP7266) legt fest, welche Angaben in die Werkzeug-Tabelle eingegeben werden können und in welcher Reihenfolge sie dort stehen.

Die Reihenfolge der Informationen in der abgebildeten Werkzeug-Tabelle ist willkürlich gewählt.

Wenn eine Tabelle nicht mit allen Informationen gleichzeitig am Bildschirm angezeigt werden kann, blendet die TNC ein „>>“- oder ein „<<“-Symbol in der Zeile mit dem Tabellen-Namen ein.

WERKZEUG-TABELLE EDITIEREN							PROGRAMM
AUFMASS WERKZEUG-LAENGE ?							EINSPEICHERN
DATEI: TOOL							MM
T	NAME	L	R	R2	DL	DR	
0	NULLWERKZEUG	+0	+0	+0	+0	+0	
1		-20	+10	+1	+0	+0	
2		-15,563	+25	+2	+0	+0	
3		+0	+0	+0	+0	+0	
4		-10,23	-2,5	+0	+0,2	-0,1	
5		-3,256	+5	+0	+0,5	+0,5	
6		-132,687	+6	+0	+1	+0,1	
IST		X	+132,6870	Y	+12,5600		
Z			+160,2560	B	+30,0000		
C			+90,0000				
T				F	0	M	5/9

Abb. 4.6: Linker Teil der Werkzeug-Tabelle

WERKZEUG-TABELLE EDITIEREN							PROGRAMM			
ANZAHL DER SCHNEIDEN ?							EINSPEICHERN			
DATEI: TOOL							MM			
T	TL	RT	TIME1	TIME2	CUR.TIME	DOC	CUT.	LTOL	RTOL	DIRECT.
0	L	0	0	0		NICHT VERWENDEN	0	0	0	-
1		11	50	40	13	SCHRUPP 1	4	0,1	0,1	-
2		45	30	0			0	0,1	0,1	-
3	L	13	35	30	32	NEUES EINSETZEN	12	0,1	0,2	-
4		250	210	0			3	0,2	0,2	-
5		100	95	35		SCHLICHTER	4	0,05	0,05	-
6		15	120	110	0	STICHEL	1	0,05	0,05	-
IST		X	+132,6870	Y	+12,5600					
Z			+160,2560	B	+30,0000					
C			+90,0000							
T						F	0	M	5/9	

Abb. 4.7: Rechter Teil der Werkzeug-Tabelle

Abkürzung	Eingaben	Dialog
T	Nummer, mit der das Werkzeug im Programm aufgerufen wird –	
NAME	Name, mit dem das Werkzeug im Programm aufgerufen wird	WERKZEUG-NAME ?
L	Korrekturwert für die Werkzeug-Länge	WERKZEUG-LAENGE L ?
R	Werkzeug-Radius R	WERKZEUG-RADIUS ?
R2	Werkzeug-Radius R2 für Ecken-Radiusfräser (nur für dreidimensionale Radiuskorrektur oder grafische Darstellung der Bearbeitung mit Radiusfräser)	WERKZEUG-RADIUS 2 ?
DL	Deltawert für die Werkzeug-Länge	AUFMASS WERKZEUG-LAENGE ?
DR	Deltawert für den Werkzeug-Radius R	AUFMASS WERKZEUG-RADIUS ?
DR2	Deltawert für den Werkzeug-Radius R2	AUFMASS WERKZEUG-RADIUS 2 ?
LCUTS	Schneidenlänge des Werkzeugs: wird von der TNC benötigt für Zyklus 22	SCHNEIDENLÄNGE IN DER WKZ-ACHSE ?
ANGLE	Maximaler Eintauchwinkel des Werkzeug bei pendelnder Eintauchbewegung	MAXIMALER EINTAUCHWINKEL ?
TL	Werkzeug-Sperre setzen (TL : für T ool L ocked = engl. Werkzeug gesperrt)	WKZ GESPERRT JA=ENT/NEIN=NO ENT
RT	Nummer eines Schwester-Werkzeugs – falls vorhanden – als Ersatz-Werkzeug (RT : für R eplacement T ool = engl. Ersatz- Werkzeug); siehe auch TIME2	SCHWESTER-WERKZEUG ?
TIME1	Maximale Standzeit des Werkzeugs in Minuten. Diese Funktion ist maschinenabhängig. Die Funktionsweise ist im Maschinen-Handbuch erklärt.	MAXIMALE STANDZEIT ?
TIME2	Maximale Standzeit des Werkzeugs bei einem TOOL CALL in Minuten: Erreicht oder überschreitet die aktuelle Standzeit diesen Wert, so setzt die TNC beim nächsten TOOL CALL das Schwester-Werkzeug ein (siehe auch CUR.TIME).	MAX. STANDZEIT BEI TOOL CALL ?
CUR.TIME	Aktuelle Standzeit des Werkzeugs in Minuten: Die TNC zählt die aktuelle Standzeit (CUR.TIME : für CUR rent T IME = engl. aktuelle/laufende Zeit) selbsttätig hoch. Für bereits benutzte Werkzeuge kann eine Vorgabe eingegeben werden.	AKTUELLE STANDZEIT ?
DOC	Kommentar zum Werkzeug (bis zu 16 Zeichen)	WERKZEUG-KOMMENTAR ?
PLC	Information, die zu diesem Werkzeug an die PLC übertragen werden soll	PLC-STATUS ?

Übersicht: Angaben in Werkzeug-Tabellen

Abkürzung	Eingaben	Dialog
CUT.	Automatische Werkzeug-Vermessung: Anzahl der Werkzeug-Schneiden (max. 20 Schneiden)	ANZAHL DER SCHNEIDEN ?
LTOL	Automatische Werkzeug-Vermessung: zulässige Abweichung von der Werkzeug-Länge L für Verschleiß-Erkennung. Wird der eingegebene Wert überschritten, sperrt die TNC das Werkzeug (Status L). Eingabebereich: 0 bis 0.9999 mm	VERSCHLEIß-TOLERANZ: LÄNGE ?
RTOL	Automatische Werkzeug-Vermessung: zulässige Abweichung vom Werkzeug-Radius R für Verschleiß-Erkennung. Wird der eingegebene Wert überschritten, sperrt die TNC das Werkzeug (Status L). Eingabebereich: 0 bis 0.9999 mm	VERSCHLEIß-TOLERANZ: RADIUS ?
DIRECT.	Automatische Werkzeug-Vermessung: Schneid-Richtung des Werkzeugs für dynamische Vermessung	SCHNEID-RICHTUNG (M3 = -) ?
TT:R-OFFS	Automatische Werkzeug-Längenvermessung: Versatz des Werkzeugs zwischen Stylus-Mitte und Werkzeug-Mitte. Voreinstellung: Werkzeug-Radius R	WERKZEUG-VERSATZ: RADIUS ?
TT:L-OFFS	Automatische Werkzeug-Radiusvermessung: zusätzlicher Versatz des Werkzeugs zu MP 6530 (siehe S. 11-6) zwischen Stylus-Oberkante und Werkzeug-Unterkante. Voreinstellung: 0	WERKZEUG-VERSATZ: LÄNGE ?
LBREAK	Automatische Werkzeug-Vermessung: zulässige Abweichung von der Werkzeug-Länge L für Bruch-Erkennung. Wird der eingegebene Wert überschritten, sperrt die TNC das Werkzeug (Status L). Eingabebereich: 0 bis 0.9999 mm	BRUCH-TOLERANZ: LÄNGE ?
RBREAK	Automatische Werkzeug-Vermessung: zulässige Abweichung vom Werkzeug-Radius R für Bruch-Erkennung. Wird der eingegebene Wert überschritten, sperrt die TNC das Werkzeug (Status L). Eingabebereich: 0 bis 0.9999 mm	BRUCH-TOLERANZ: RADIUS ?

Übersicht: Angaben in Werkzeug-Tabellen

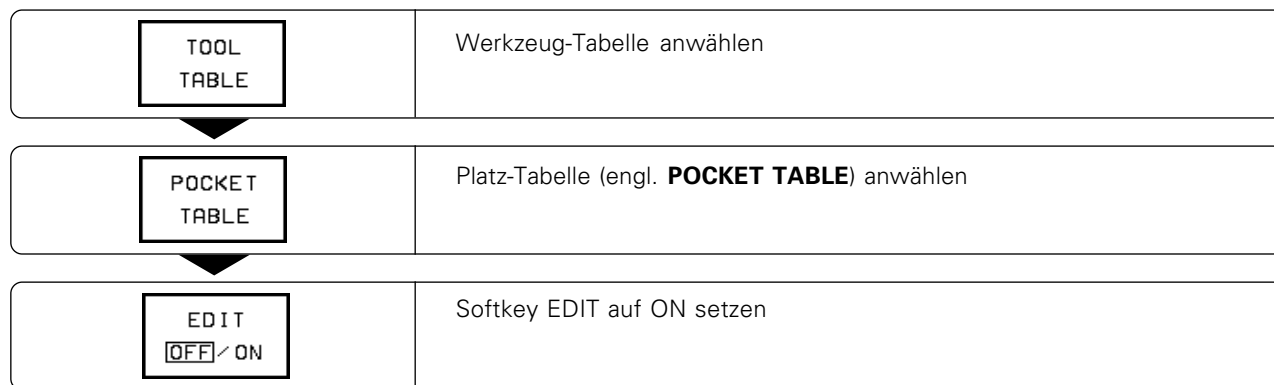
Platz-Tabelle für Werkzeugwechsler

Für automatischen Werkzeugwechsel wird in einer Programmlauf-Betriebsart die Tabelle **TOOL_P** (**TOOL Pocket** = engl. Werkzeug-Platz) programmiert.
 Mit dem Softkey NEW POCKET TABLE oder auch RESET POCKET TABLE wird eine bestehende Platz-Tabelle gelöscht und neu erstellt.
 Die Platz-Tabelle kann wie die Werkzeug-Tabelle direkt über die Datenschnittstelle ausgegeben bzw. eingelesen werden.

WERKZEUG-TABELLE EDITIEREN						PROGRAMM EINSPEICHERN
PLATZ GESPERRT JA=ENT/NEIN=NOENT						
DATEI: TOOL_P						
P	T	ST	F	L	PLC	
0	0		F		%11010011	
1	2	S			%11010001	
2				L	%00000000	
3	12				%11010011	
4				L	%00000000	
5	3	S	F		%11010010	
6				L	%11011011	
IST	<input checked="" type="checkbox"/>		+12,759	Y		-5,370
Z			+105,000	U		+45,001
V			-230,987			
T				<input type="checkbox"/>	0	M 5/9
BEGIN TABLE	END TABLE	PAGE ↓	PAGE ↑	NEU POCKET TABLE	EDIT OFF <input type="checkbox"/> ON	NEKT LINE TOOL TABLE

Abb. 4.8: Platz-Tabelle für den Werkzeugwechsler

Platz-Tabelle anwählen



Platz-Tabelle editieren

Abkürzung	Eingaben	Dialog
P	Platz-Nummer des Werkzeugs im Werkzeug-Magazin	-
T	Werkzeug-Nummer	WERKZEUG-NUMMER
F	Werkzeug immer auf gleichen Platz im Magazin zurückwechseln (F : für F ixed = engl. festgelegt)	FESTPLATZ JA = ENT / NEIN = NOENT
L	Platz sperren (L : für L ocked = engl. gesperrt)	PLATZ GESPERRT JA = ENT / NEIN = NOENT
ST	Werkzeug ist Sonderwerkzeug (ST : für S pecial T ool = engl. Sonderwerkzeug); Wenn Ihr Sonderwerkzeug Plätze vor und hinter seinem Platz blockiert, dann sperren Sie den entsprechenden Platz	SONDERWERKZEUG
PLC	Information, die zu diesem Werkzeug-Platz an die PLC übertragen werden soll	PLC-STATUS

Übersicht: Angaben in Platz-Tabellen


Werkzeug-Daten aufrufen

In den NC-Satz TOOL CALL lassen sich folgende Angaben programmieren:

- Werkzeug-Nummer, Q-Parameter oder Werkzeug-Name (Name nur wenn Werkzeug-Tabelle aktiv)
- Spindelachse
- Spindeldrehzahl
- Aufmaß für die Werkzeug-Länge DL
- Aufmaß für den Werkzeug-Radius DR

D steht für das griechische Zeichen Delta.
Es kennzeichnet allgemein Abweichungen und Differenzen.

Werkzeug-Daten aufrufen

	WERKZEUG-NUMMER?	
	z.B. 5 ENT	Nummer des Werkzeugs eingeben, wie in der Werkzeug-Tabelle oder in einem „TOOL DEF“- Satz festgelegt, z.B. 5
	SPINDELACHSE PARALLEL X/Y/Z?	
	z.B. Z	Spindelachse eingeben, z.B. Z
	SPINDELDREHZAHL S=?	
z.B. 500 ENT	Spindeldrehzahl eingeben, z.B. S=500 U/min	
AUFMASS WERKZEUG-LAENGE?		
z.B. 0.2 ENT	Deltawert für die Werkzeug-Länge eingeben, z.B. DL = 0,2 mm	
AUFMASS WERKZEUG-RADIUS?		
z.B. -1 ENT	Deltawert für den Werkzeug-Radius eingeben, z.B. DR = -1 mm	

NC-Satz: z.B. `TOOL CALL 5 Z S500 DL+0,2 DR-1`

Vorauswahl bei Werkzeug-Tabellen

Werden Werkzeug-Tabellen eingesetzt, wird mit TOOL DEF eine Vorauswahl getroffen für das nächste einzusetzende Werkzeug. Eingegeben wird nur die Werkzeug-Nummer oder ein Q-Parameter oder ein Werkzeug-Name.

Werkzeugwechsel



Der Werkzeugwechsel ist eine maschinenabhängige Funktion. Beachten Sie ihr Maschinen-Handbuch.

Automatischer Werkzeugwechsel

Beim automatischen Werkzeugwechsel steuert die TNC den Austausch des eingespannten Werkzeugs durch ein anderes aus dem Werkzeug-Magazin. Der Programmablauf wird nicht unterbrochen.

Manueller Werkzeugwechsel

Vor einem manuellen Werkzeugwechsel wird die Spindel gestoppt und das Werkzeug auf die Wechsel-Position gefahren. Ablauf:

- Werkzeugwechsel-Position anfahren (eventuell programmiert)
- Programmablauf unterbrechen (siehe S. 3-5)
- Werkzeug wechseln
- Programmablauf fortsetzen (siehe S. 3-6)

Werkzeugwechsel-Position

Eine Werkzeugwechsel-Position muß kollisionsfrei anfahrbar neben oder über dem Werkstück liegen.

Mit den Zusatz-Funktionen M91 und M92 (siehe S. 5-65) lassen sich die Koordinaten der Wechsel-Position auch maschinenbezogen eingeben.

Wird vor dem ersten Werkzeug-Aufruf `TOOL CALL 0` programmiert, fährt die TNC den Einspannschaft in der Spindelachse auf eine Position, die von der Werkzeug-Länge unabhängig ist.

Automatischer Werkzeugwechsel: M101



M101 ist eine maschinenabhängige Funktion. Beachten Sie Ihr Maschinen-Handbuch.

Standardverhalten – ohne M101

Erreicht das Werkzeug während der Bearbeitung die maximale Standzeit (TIME1), setzt die TNC intern einen Merker. Der Maschinen-Hersteller legt fest, was dann passiert.

Automatischer Werkzeugwechsel – mit M101

Die TNC wechselt automatisch ein Schwester-Werkzeug ein, wenn während der Bearbeitung die Standzeit des Werkzeugs (TIME1 oder TIME2) erreicht wird. Der Wechsellvorgang wird jedoch nicht unmittelbar nach Ablauf der Standzeit eingeleitet, sondern erfolgt – je nach Rechner-Auslastung – ggf. einige NC-Sätze später.

Wirkungsdauer

M101 wird mit M102 rückgesetzt.

Standard-NC-Sätze mit Radiuskorrektur R0, RR, RL

Der Radius des Schwester-Werkzeugs muß gleich dem Radius des ursprünglich eingesetzten Werkzeugs sein. Sind die Radien nicht gleich, zeigt die TNC einen Meldetext an und wechselt das Werkzeug nicht ein.

NC-Sätze mit Flächennormalen-Vektoren und 3D-Korrektur

Der Radius des Schwester-Werkzeugs darf vom Radius des Original-Werkzeugs abweichen. Er wird in den vom CAD-System übertragenen Programmsätzen nicht berücksichtigt. Ein Deltawert (DR) kleiner als Null läßt sich in die Werkzeug-Tabelle eingeben. Ist DR größer als Null, zeigt die TNC einen Meldetext an und wechselt das Werkzeug nicht ein. Mit der M-Funktion M107 wird dieser Meldetext unterdrückt, mit M108 wieder aktiviert.

4.4 Werkzeug-Korrekturwerte

Die TNC berücksichtigt für jedes Werkzeug den Korrekturwert für die Werkzeug-Länge in der Spindelachse und für den Werkzeug-Radius in der Bearbeitungsebene.

Bei der Programmierung von bis zu fünf Achsen (auch Drehachsen erlaubt) in einem Satz, berücksichtigt die TNC die Werkzeugradius-Korrektur nur in der Bearbeitungsebene.

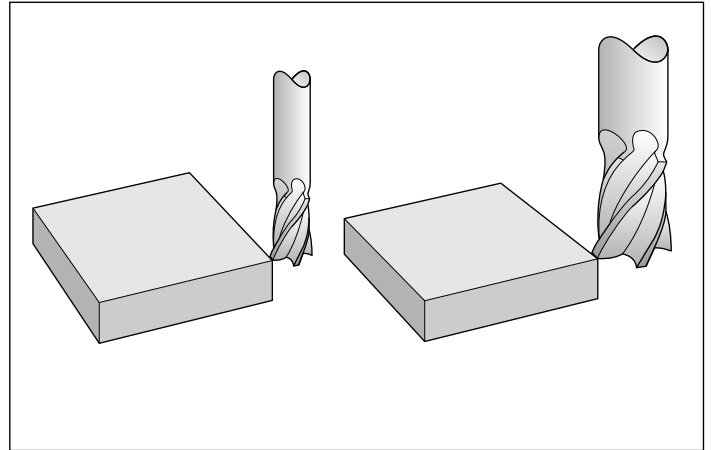


Abb. 4.9: Die TNC berücksichtigt Länge und Radius des Werkzeugs



Werden NC-Sätze mit Flächennormalen-Vektoren von einem CAD-System erstellt, kann die TNC auch eine dreidimensionale Werkzeug-Korrektur durchführen (siehe S. 4-21).

Wirksamkeit der Werkzeug-Korrekturwerte

Werkzeug-Länge

Der Korrekturwert für die Werkzeuglänge berechnet sich wie folgt:

$$\text{Korrekturwert} = L + DL_TC + DL_TAB$$

mit L: Werkzeug-Länge L (aus TOOL DEF-Satz oder Werkzeug-Tabelle)
 DL_TC: Aufmaß für Länge DL aus TOOL CALL-Satz
 DL_TAB: Aufmaß für Länge DL aus der Werkzeug-Tabelle

Der Korrekturwert wird automatisch wirksam, sobald ein Werkzeug aufgerufen und in der Spindelachse verfahren wird.
 Die Längenkorrektur wird aufgehoben, indem ein Werkzeug mit Länge $L = 0$ aufgerufen wird.



Falls vor TOOL CALL 0 eine positive Längenkorrektur wirkte, wird der Abstand zum Werkstück verkleinert. Bei einer inkrementalen Bewegung der Werkzeug-Achse nach einem TOOL CALL; wird neben dem programmierten Wert auch die Längendifferenz zwischen altem und neuem Werkzeug verfahren.

Werkzeug-Radius

Der Korrekturwert für den Werkzeugradius berechnet sich wie folgt:

$$\text{Korrekturwert} = R + DR_TC + DR_TAB$$

mit R: Werkzeug-Radius R (aus TOOL DEF-Satz oder Werkzeug-Tabelle)
 DR_TC: Aufmaß für Radius DR aus TOOL CALL-Satz
 DR_TAB: Aufmaß für Radius DR aus der Werkzeug-Tabelle

Eine Radiuskorrektur wird wirksam, sobald ein Werkzeug aufgerufen und in der Bearbeitungsebene mit RL oder RR verfahren wird.

Eine Radiuskorrektur wird aufgehoben, indem ein Positioniersatz mit R0 programmiert wird.

Werkzeugradius-Korrektur

Eine Werkzeug-Bewegung kann auf folgende Art programmiert werden:

- ohne Radiuskorrektur: R0
- mit Radiuskorrektur: RL oder RR
- achsparallele Verfahrbewegungen mit R+ oder R-

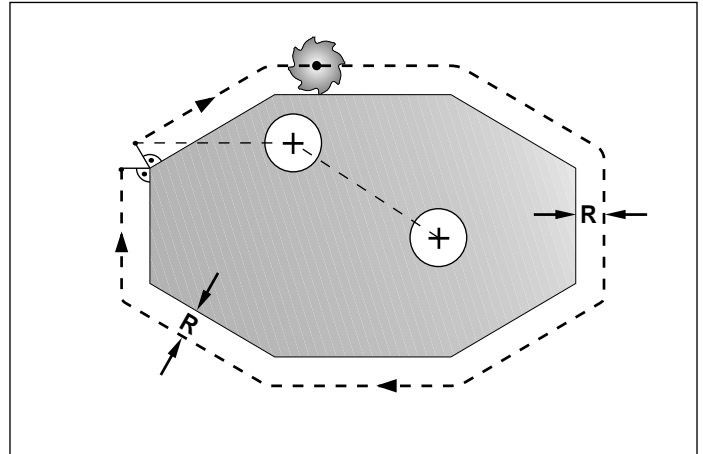


Abb. 4.10: Programmierte Kontur (—, +) und Werkzeug-Verfahrweg (---)

Bahnbewegung ohne Radiuskorrektur: R0

Das Werkzeug verfährt mit seinem Mittelpunkt auf der programmierten Bahn.

Anwendungsbereiche:

- Bohren
- Vorpositionieren

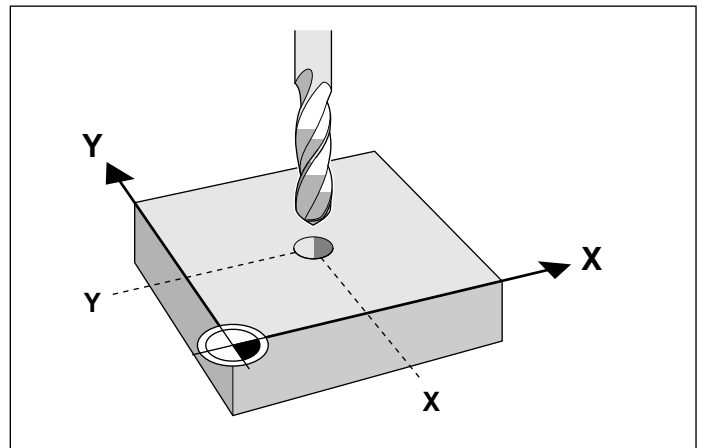


Abb. 4.11: Bohrpositionen werden ohne Radiuskorrektur angefahren

Dialogfrage im Positioniersatz beantworten:

RADIUSKORR.: RL/RR/KEINE KORR.?	
<input type="button" value="ENT"/>	Werkzeugbewegung ohne Radiuskorrektur anwählen.

⋮

Bahnbewegung mit Radiuskorrektur RR, RL

Der Werkzeugmittelpunkt verfährt im Abstand des Werkzeug-Radius rechts (RR) oder links (RL) von der programmierten Kontur. Rechts und links beziehen sich dabei auf die Verfahrrichtung des Werkzeugs um das scheinbar stillstehende Werkstück.

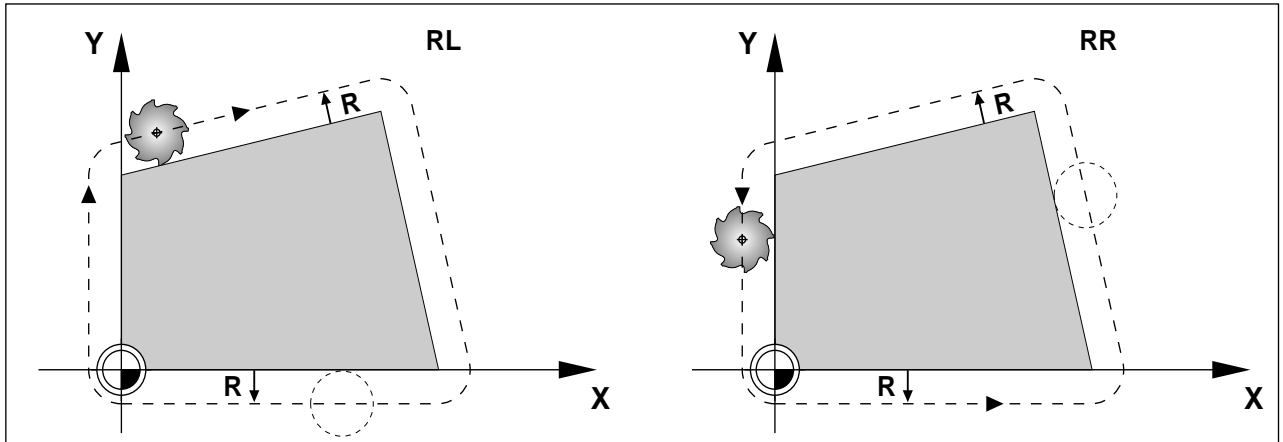


Abb. 4.12: Das Werkzeug verfährt zum Fräsen links (RL) oder rechts (RR) von der Kontur

Dialogfrage im Positioniersatz beantworten:

⋮

RADIUSKORR.: RL/RR/KEINE KORR.	
R_L	Werkzeuggestellung links von der programmierten Kontur auswählen
R_R	Werkzeuggestellung rechts von der programmierten Kontur auswählen



- Zwischen zwei Programmsätzen mit unterschiedlicher Radiuskorrektur muß mindestens ein Satz ohne Radiuskorrektur (also mit R0) stehen.
- Eine Radiuskorrektur ist am Ende des Satzes aktiv, in dem sie das erste Mal programmiert wird.
- Die TNC positioniert das Werkzeug beim Aktivieren und beim Aufheben der Radiuskorrektur immer senkrecht auf den programmierten Start- bzw. Endpunkt. Positionieren Sie das Werkzeug so vor den ersten Konturpunkt (hinter den letzten Konturpunkt), daß keine Konturverletzung entsteht.

Achsparellele Verfahwege verkürzen oder verlängern R+, R-

Diese Radiuskorrektur wird nur für achsparellele Verfahrbewegungen in der Bearbeitungsebene durchgeführt: Der einprogrammierte Verfahweg wird um den Werkzeugradius verkürzt (R-) oder verlängert (R+).

Anwendungsbereiche:

- achsparellele Bearbeitungen
- gelegentlich für Vorpositionierung des Werkzeugs, z.B. beim Zyklus NUTENFRAESEN



- R+ und R- stehen zur Verfügung, wenn ein Positioniersatz mit einer orangefarbenen Achstaste eröffnet wurde.
- Der Maschinen-Hersteller hat die Möglichkeit, über einen Maschinen-Parameter die Eingabe von achsparellelen Positioniersätzen zu sperren.

Ecken bearbeiten



Wird ohne Radiuskorrektur gearbeitet, so wird die Bearbeitung von Ecken von der Zusatzfunktion M90 beeinflusst. (siehe S. 5-62)

Außenecken

Die TNC führt das Werkzeug an Außenecken auf einem Übergangskreis für die Werkzeug-Bahn. Das Werkzeug wälzt sich am Eckpunkt ab. Falls nötig wird der Vorschub F des Werkzeugs an Außenecken automatisch reduziert, zum Beispiel bei sehr großen Richtungswechseln.

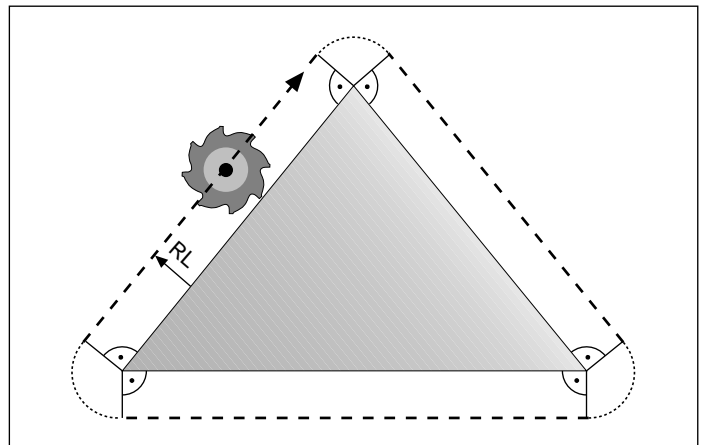


Abb. 4.13: Werkzeug wälzt sich an Außenecken ab

Innenecken



Legen Sie den Startpunkt (Endpunkt) bei einer Innenbearbeitung nicht auf einen Kontur-Eckpunkt. Ansonsten beschädigt die TNC ggf. die Kontur.

Die TNC ermittelt an Innenecken den Schnittpunkt der Werkzeugmittelpunktsbahnen. Von diesem Punkt an führt sie das Werkzeug am nächsten Konturelement entlang. Auf diese Weise wird das Werkstück in den Innenecken nicht beschädigt. Der Werkzeug-Radius darf also nicht beliebig groß gewählt werden.

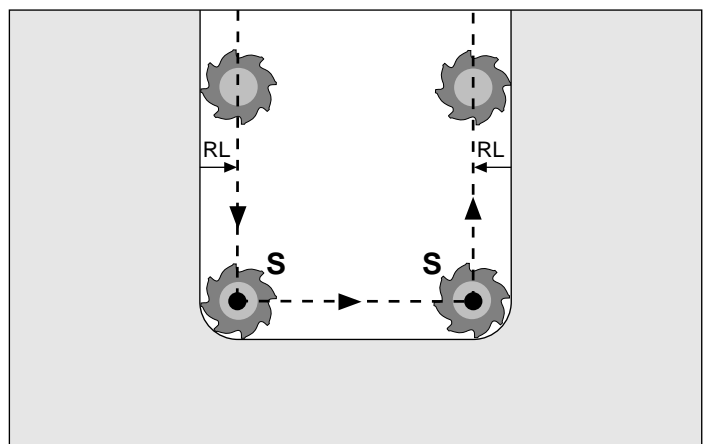


Abb. 4.14: Werkzeugbahn an Innenecken

4.5 Dreidimensionale Werkzeug-Korrektur (nicht bei TNC 407)

Diese Funktion verwendet korrigierte Geraden-sätze mit Flächennormalen-Vektoren (siehe unten), die von einem CAD-System berechnet wurden. Dabei verlangt die TNC Koordinaten des Werkzeug-Bezugspunkts PT (siehe Abb. 4.16).

Die TNC berechnet eine dreidimensionale Werkzeug-Korrektur (3D-Korrektur), so daß sich Werkzeuge einsetzen lassen, die zum ursprünglich vorgesehenen Werkzeug andere Abmessungen aufweisen.

Eine 3D-Korrektur läßt sich für die in Abb. 4.15 gezeigten Werkzeugformen durchführen.

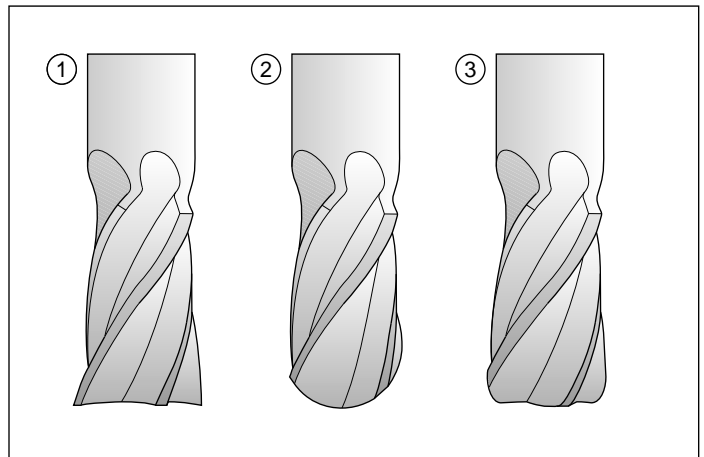


Abb. 4.15: Werkzeugformen bei der 3D-Korrektur: Schaftfräser (1), Radiusfräser (2), Eckenradiusfräser (3)

Werkzeugformen für die 3D-Korrektur definieren

In die Werkzeug-Tabelle lassen sich zwei Werkzeug-Radien R und R2 eingeben:

- WERKZEUG-RADIUS – R
Maß von der Werkzeug-Achse zur Werkzeug-Außenseite („Dicke“ des Werkzeugs)
- WERKZEUG-RADIUS 2 – R2
Maß für die Krümmung der Werkzeug-Spitze; Rundungs-Radius von der Werkzeug-Spitze zur Werkzeug-Außenseite

Der zweite Radiuswert (R2) legt die Form des verwendeten Werkzeugs fest:

- Schaftfräser $R2 = 0$
- Eckenradiusfräser $0 < R2 < R$
- Radiusfräser $R2 = R$

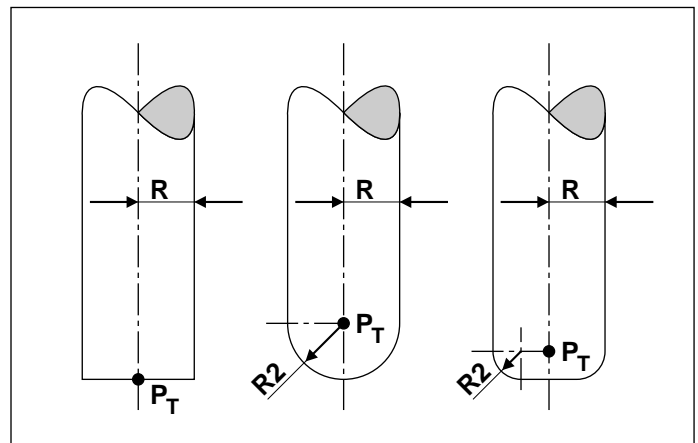


Abb. 4.16: Werkzeug-Radien R, R2 und -Bezugspunkt P, beim Schaft-, Radius- und Eckenradiusfräser

Flächennormalen-Vektoren NX, NY, NZ

Bei der 3D-Korrektur verwendet die TNC für jede korrigierte Werkzeug-Position drei zusätzliche Angaben (NX, NY und NZ) im rechtwinkligen Koordinatensystem.

Das CAD-System berechnet NX, NY und NZ und übergibt sie gemeinsam mit dem Verfahrbefehl an die TNC.

NX, NY und NZ sind die „Komponenten“ der Richtungsangabe für die 3D-Korrektur. Eine solche Richtungsangabe ist ein „Vektor“.

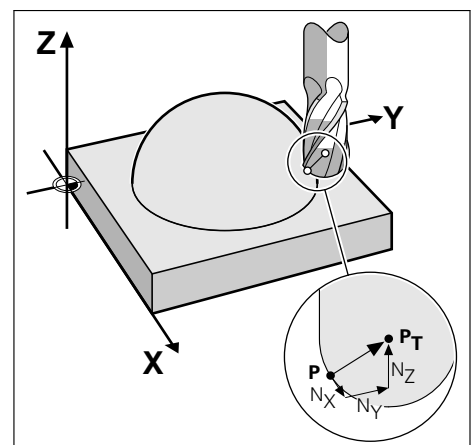


Abb. 4.17: Flächennormalen-Vektor und Werkzeug-Position bei der 3D-Korrektur

Ein Vektor besitzt immer

- einen Betrag (z.B. einen Abstand) und
- eine Richtung (z.B. vom Werkstück weg)

Steht ein Vektor senkrecht („normal“) auf einer **Fläche**, so ist er ein **Flächennormalen-Vektor**.

Die TNC kann entlang des Flächennormalen-Vektors NX, NY und NZ Werkzeug-Korrekturen durchführen. Dabei berücksichtigt sie NX, NY und NZ bis zu einer Genauigkeit von sieben Nachkommastellen.

Zielrichtung des Flächennormalen-Vektors

Die Flächennormalen-Vektoren zeigen von der Werkstück-Oberfläche zum Werkzeug-Bezugspunkt P_T (siehe Abb. 4.16 und 4.17).

P_T liegt auf der Werkzeug-Achse und beim Schaftfräser an der Werkzeug-Unterkante. Beim Radius- und Eckenradiusfräser liegt P_T dort, wo die Krümmung der Werkzeug-Spitze ansetzt.



- Die Koordinatenangaben für die Position (X, Y, Z) und den Normalen-Vektor (NX, NY, NZ) müssen in der gleichen Reihenfolge im NC-Satz stehen.
- Die 3D-Korrektur mit Normalen-Vektoren läßt sich nur für Koordinatenangaben in den Hauptachsen X, Y und Z verwenden.
- Die TNC gibt keine Fehlermeldung aus, wenn Werkzeug-Übermaße zu Konturverletzungen führen.
- Über Maschinenparameter 7680 wird festgelegt, ob der Postprozessor für die Berechnung der Werkzeuglänge das Kugelzentrum oder den Kugelsüdpol berücksichtigt.

Andere Werkzeuge verwenden: Deltawerte eingeben

Sollte es nicht möglich oder nicht erwünscht sein, die Bearbeitung mit dem ursprünglich vorgesehenen Werkzeug durchzuführen, lassen sich Radien und Länge eines anderen Werkzeugs für die Bearbeitung umrechnen.

Dafür verwendet die TNC Deltawerte (Auf- und Untermaße), die in die Werkzeug-Tabelle eingegeben werden müssen.

Deltawerte (DL für Länge, DR und DR2 für die Radien) können bis zu +/- 99,999 mm eingegeben werden.

- Positiver Deltawert – Aufmaß
Werkzeug ist größer als das Original-Werkzeug
- Negativer Deltawert – Untermaß
Werkzeug ist kleiner als das Original-Werkzeug

Die TNC korrigiert die Werkzeug-Position mit den Deltawerten und dem Normalen-Vektor.

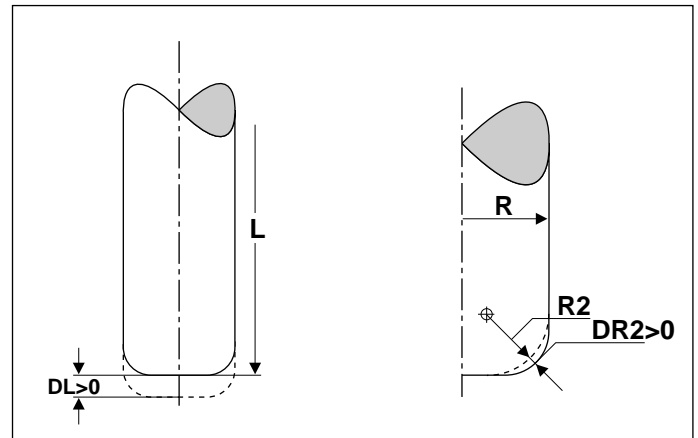


Abb. 4.18: Deltawerte für Auf- und Untermaße

NC-Satz

Beispiel für einen NC-Satz mit einem Flächennormalen-Vektor:

```
LN      X+31,737 Y+21,954 Z+33,165 NX+0,2637581....  
....   NY+0,0078922 NZ-0,8764339 F1000 M3
```

LN	Gerade mit 3D-Korrektur
X, Y, Z	Korrigierte Koordinaten des Geradenendpunkts
NX, NY, NZ	Komponenten des Flächennormalen-Vektors
F	Vorschub
M	Zusatz-Funktion

Vorschub F und Zusatz-Funktion M lassen sich in der Betriebsart PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN eingeben und ändern. Die Koordinaten des Geradenendpunkts und die Komponenten des Flächennormalen-Vektors werden nur vom CAD-System berechnet.

4.6 Programm-Eröffnung

Rohteil definieren – BLK FORM

Für die grafischen Darstellungen der TNC wird ein quaderförmiges unbearbeitetes Werkstück definiert. Seine Seiten sind maximal 30.000 mm lang und liegen parallel zu den Achsen X, Y und Z.

Der Dialog zur Rohteil-Definition steht bei jeder Programm-Eröffnung automatisch zur Verfügung. Zusätzlich kann er mit dem Softkey BLK FORM aufgerufen werden.

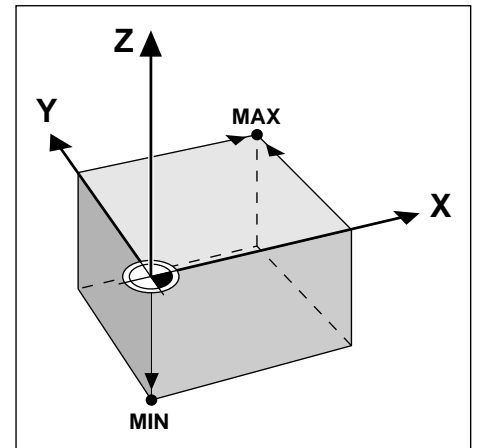


Abb. 4.19: MIN- und MAX-Punkt definieren das Rohteil



Das Verhältnis der Seitenlängen muß kleiner als 200:1 sein.

MIN- und MAX-Punkt

Das Rohteil wird durch zwei seiner Eckpunkte festgelegt:

- MIN-Punkt - jeweils die kleinste X-, Y- und Z-Koordinate des Quaders; Eingabe als Absolutwerte
- MAX-Punkt - jeweils die größte X-, Y- und Z-Koordinate des Quaders; Eingabe als Absolut- oder Inkrementalwerte

Neues Bearbeitungsprogramm eröffnen

PGM NAME	Datei-Verwaltung anwählen
Beliebige Datei vom Typ .H anwählen z.B. ALT .H	
DATEINAME = ALT .H	
z.B. N E U ENT	Namen der neuen Datei eingeben, z.B. NEU .H
MM = ENT / INCH = NO ENT	
ENT oder NO ENT	Maßangaben im Programm in Millimetern oder Zoll (inch)
SPINDELACHSE PARALLEL X / Y / Z?	
z.B. Z	Spindelachse eingeben, z.B. Z
DEF BLK FORM: MIN-PUNKT?	
z.B. 0 ENT 0 ENT -/+ 4 0 ENT	Nacheinander die X-, Y- und Z-Koordinate des MIN-Punktes eingeben, z.B. X=0 mm, Y=0 mm, Z=-40 mm
DEF BLK FORM: MAX-PUNKT?	
z.B. 1 0 0 ENT 1 0 0 ENT 0 ENT	Nacheinander die X-, Y- und Z-Koordinate des MAX-Punktes eingeben, z.B. X=100 mm, Y=100 mm, Z=0 mm

Am TNC-Bildschirm steht das eingegebene Programmteil:

0 BEGIN PGM NEU MM

Satz 0: Programm-Beginn, Name, Maßeinheit

1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40

Satz 1: Spindelachse, MIN-Punkt-Koordinaten

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

Satz 2: MAX-Punkt-Koordinaten

3 END PGM NEU MM

Satz 3: Programm-Ende, Name, Maßeinheit

Satz-Nummern, BEGIN- und END-Satz werden von der TNC automatisch erzeugt.

Hinter dem Programm-Namen steht die für das Programm gültige Maßeinheit.

4.7 Werkzeugbezogene Eingaben

Für das Werkzeug werden außer den Werkzeug-Daten und -Korrekturen folgende Angaben programmiert:

- Vorschub F
- Spindeldrehzahl S
- Zusatz-Funktionen M

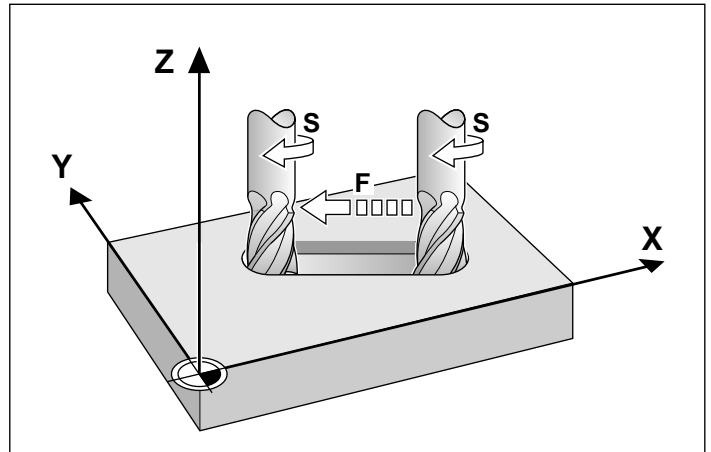


Abb. 4.20: Vorschub F und Spindeldrehzahl S des Werkzeugs

Vorschub F

Der Vorschub ist die Geschwindigkeit in mm/min (inch/min), mit der sich der Werkzeug-Mittelpunkt auf seiner Bahn bewegt.

Eingabebereich:

F = 0 bis 300.000 mm/min

Der maximale Vorschub ist für jede Maschinenachse einzeln durch Maschinen-Parameter festgelegt.

Eingabe

Dialogfrage in Positioniersatz beantworten:

VORSCHUB F = ? / F MAX = ENT	
z.B. 1 0 0 ENT	Vorschub F eingeben, z.B. F = 100 mm/min



Die Frage nach FMAX erscheint nicht immer.

Eilgang

Für den Eilgang kann F = FMAX eingegeben werden. Falls bekannt, kann auch der maximale Vorschub direkt programmiert werden.

FMAX hat nur für den Programmsatz Gültigkeit, in dem er programmiert wurde.

Wirkungsdauer des Vorschubs F

Der mit Zahlenwert eingegebene Vorschub gilt so lange, bis beim Abarbeiten des Programms ein Satz erreicht wird, in dem ein neuer Vorschub steht.

Ist der neue Vorschub FMAX, so gilt nach dem Satz mit FMAX wieder der letzte mit Zahlenwert programmierte Vorschub.

Änderung des Vorschubs F

Der Vorschub des Werkzeugs kann mit dem Drehknopf für den Vorschub-Override geändert werden (siehe S. 2-6).

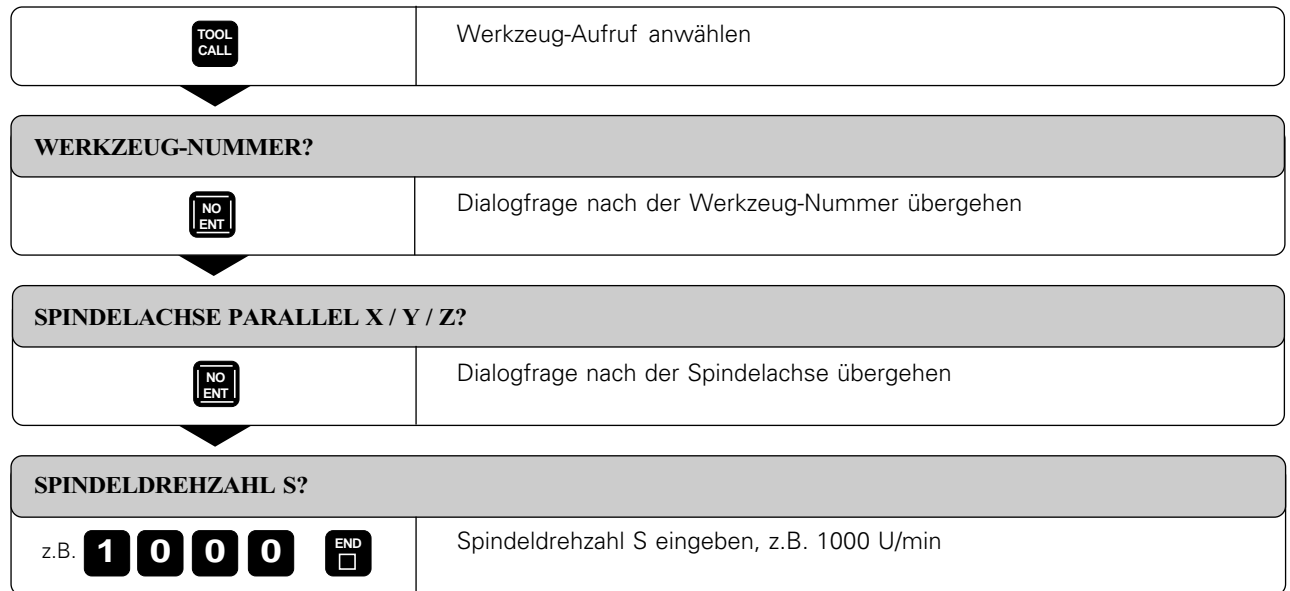
Spindeldrehzahl S

Die Spindeldrehzahl S wird in Umdrehungen pro Minute (U/min) im Satz für den Werkzeug-Aufruf (TOOL CALL) eingegeben.

Eingabebereich:

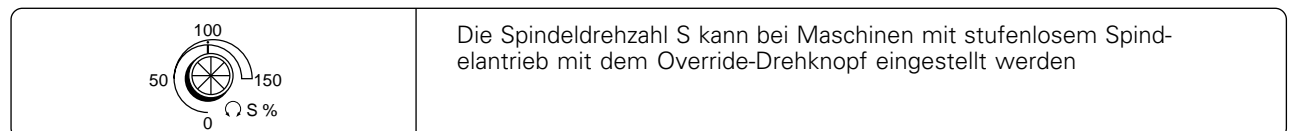
S = 0 bis 99.999 U/min

Änderung der Spindeldrehzahl S im Bearbeitungsprogramm



NC-Satz: z.B. TOOL CALL S1000

Änderung der Spindeldrehzahl S während des Programmlaufs



4.8 Zusatz-Funktionen und STOP eingeben



Bei einigen Maschinen sind einzelne Zusatz-Funktionen nicht wirksam. Es können auch zusätzliche, vom Maschinen-Hersteller definierte Zusatz-Funktionen zur Verfügung stehen. Beachten Sie Ihr Maschinen-Handbuch.

Die Zusatz-Funktionen (M-Funktionen) der TNC steuern

- Programmlauf
- Maschinenfunktionen
- Werkzeugverhalten

Auf der letzten Umschlagseite zeigt eine Übersicht, wie die Zusatz-Funktionen in der TNC festgelegt sind. In dieser Tabelle ist angegeben, ob eine Funktion zu Beginn oder am Ende des Satzes wirksam wird, in dem sie programmiert wurde.

Dialogfrage im Positioniersatz beantworten:

⋮

ZUSATZ-FUNKTION M?	
z.B. 3 ENT	ZUSATZ-FUNKTION eingeben, z.B. M3 (Spindel Ein, Rechtslauf)

⋮

M-Funktion im STOP-Satz eingeben

ZUSATZFUNKTION M?	
z.B. 5 ENT	ZUSATZ-FUNKTION eingeben, z.B. M5 (Spindel Halt)

NC-Satz: z.B. *STOP M5*

Wenn die Zusatz-Funktion im STOP-Satz programmiert wurde, wird der Programmlauf bei Erreichen des Satzes unterbrochen.

Der Programmlauf oder Programm-Test wird angehalten, wenn ein NC-Satz erreicht wird, der die Funktion STOP enthält.

In einem STOP-Satz kann eine Zusatz-Funktion programmiert werden.

Soll der Programmlauf oder Programm-Test für eine festgelegte Zeit unterbrochen werden, wird der Zyklus 9: VERWEILZEIT (siehe S. 8-56) verwendet.

STOP-Funktion eingeben

STOP	▶ STOP-Funktion auswählen
▼	
ZUSATZ-FUNKTION M?	
z.B. 6 ENT	Falls gewünscht: Zusatz-Funktion eingeben, z.B. M6 (Werkzeugwechsel)

NC-Satz: z.B. *STOP M6*

4.9 Ist-Position übernehmen

Die Koordinaten der Werkzeug-Position werden mit der Funktion „Ist-Position übernehmen“ für eine beliebige Koordinaten-Angabe in das Bearbeitungsprogramm aufgenommen.

Dabei können Sie

- eine einzelne Koordinate übernehmen, falls sie mit dem Hellfeld in einem Satz stehen
- einen L-Satz generieren, falls Sie kein Wort angewählt haben

Der L-Satz wird hinter dem in der Betriebsart EINSPEICHERN/EDITIEREN aktiven Satz eingefügt. Er enthält lediglich die über die MOD-Funktion ausgewählten Koordinaten (siehe S.11-10).

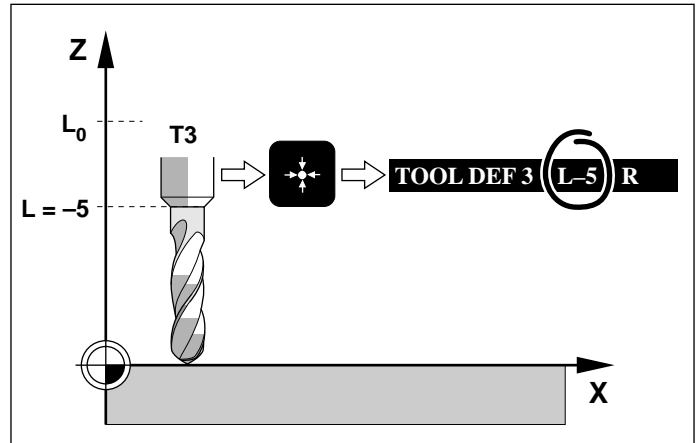


Abb. 4.21: Übernahme der Ist-Position in die TNC

Einzelne Koordinate übernehmen



MANUELLER BETRIEB

Werkzeug auf die Position verfahren, die übernommen werden soll



PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN

Programmsatz wählen oder eröffnen, in den eine Koordinate der Ist-Position des Werkzeugs übernommen werden soll

KOORDINATEN?

z.B. **X**

Achse wählen, zu der die Koordinate übernommen werden soll, z.B. X-Achse



Entsprechende Koordinate der Ist-Position des Werkzeugs übernehmen

Radiuskorrektur entsprechend Werkzeugposition zum Werkstück eingeben

Neuen L-Satz mit Koordinaten der Ist-Position generieren



MANUELLER BETRIEB

Werkzeug auf die Position verfahren, die übernommen werden soll



PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN

Programmsatz wählen, hinter den der L-Satz eingefügt werden soll



Koordinate der Ist-Position des Werkzeugs werden in einen neuen L-Satz geschrieben

4.10 Sätze zum Überspringen kennzeichnen

Programm-Sätze können gekennzeichnet werden, so daß die TNC sie bei einem Programmlauf oder -Test wahlweise nicht berücksichtigt (siehe S. 3-10). Für die Programmier-Grafik werden die gekennzeichneten Sätze grundsätzlich nicht berücksichtigt.

Sätze kennzeichnen

Satz auswählen, der nicht immer ausgeführt werden soll



Satz mit „/“-Zeichen am Satzanfang kennzeichnen



- TOOL DEF-Sätze werden nicht übersprungen.
- Wenn Sie Zyklen ausblenden, muß das „/“-Zeichen im ersten Zyklus-Satz stehen.

„/“-Zeichen löschen

Satz auswählen, in dem „/“ gelöscht werden soll



„/“-Zeichen am Satzanfang wird gelöscht

4.11 Text-Dateien

An der TNC können Texte eingegeben und bearbeitet werden. Dies geschieht mit einem Text-Editor.
Typische Anwendungen:

- Erfahrungswerte festhalten
- Arbeitsabläufe dokumentieren
- Formelsammlungen und Schnittdaten-Tabellen erstellen

Es können nur Dateien vom Typ .A (Text-Dateien) bearbeitet werden. Wenn Dateien anderen Typs bearbeitet werden sollen, müssen sie vorher konvertiert werden (siehe S. 1-36).

Eine Text-Datei wird über die Alpha-Tastatur erstellt und geändert. Textteile können gezielt gesucht, gelöscht und wieder eingefügt werden. Größere Textabschnitte (Blöcke) lassen sich zusammenhängend bearbeiten.

Text-Datei wählen

PGM NAME

▶

PROGRAMM EINSPEICHERN/EDITIEREN

SELECT
TYPE

+

SHOW
.A

Text-Dateien (Dateien vom Typ .A) anzeigen lassen

DATEI-NAME = .A

z.B.

A

B

C

ENT

Datei-Namen ABC eingeben und übernehmen

In der Hellzeile im Bildschirm stehen folgende Informationen:

- DATEI: Name der aktuellen Text-Datei
- ZEILE: Aktuelle Zeilenposition des Cursors
- SPALTE: Aktuelle Spaltenposition des Cursors
- INSERT: (engl.: einfügen) Neue Zeichen werden eingefügt
- OVERWRITE: (engl.: überschreiben) Neue Zeichen werden über bestehenden Text geschrieben, dieser geht verloren

Zwischen INSERT und OVERWRITE wird mit dem Softkey ganz links umgeschaltet. Die angewählte Betriebsart erscheint umrandet.

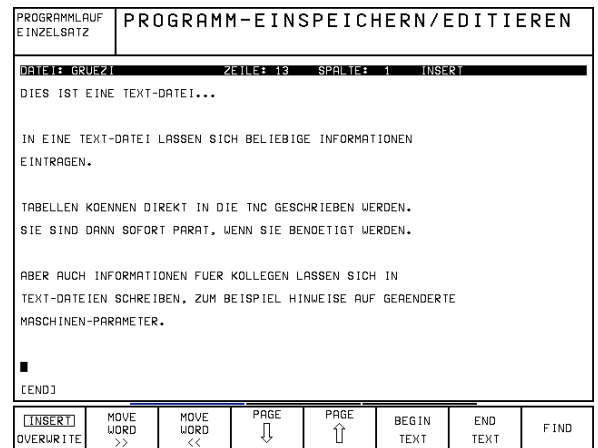


Abb. 4.22: Bildschirm bei Text-Dateien

Text-Datei verlassen

PGM NAME

▶

SELECT
TYPE

+

SHOW
.H

Wählen Sie einen anderen Datei-Typ an, z.B. Klartext-Dialog-Programme

↑

↓

+

SELECT

Gewünschtes Programm wählen

Text eingeben

Eingaben erfolgen immer an der Textstelle, an der sich der Cursor gerade befindet. Der Cursor lässt sich im Text mit den Pfeiltasten und den folgenden Softkeys verschieben:

Funktion	Softkey
Cursor ein Wort nach rechts	
Cursor ein Wort nach links	
Cursor auf nächste Bildschirmseite des Textes	
Cursor auf vorherige Bildschirmseite des Textes	
Cursor zum Datei-Anfang	
Cursor zum Datei-Ende	

Je Zeile des Bildschirms können über die Alpha- und die Ziffern-Tastatur bis zu 77 Zeichen eingegeben werden.

Auf der Alpha-Tastatur stehen die folgenden Funktionstasten zum Editieren zur Verfügung:

Funktion	Taste
Neue Zeile beginnen	
Zeichen links vom Cursor löschen	
Leerzeichen einfügen	

Beispiel:

Der folgende Text wird in die oben eröffnete Datei ABC.A geschrieben.

```

*** AUFGABEN ***
!! WICHTIG:
NOCKEN BEARBEITEN (CHEF FRAGEN?!)
PROGRAMM 1375 .H; 80% OK
BIS MITTAG

WERKZEUGE
TOOL 1 NICHT MEHR EINSETZEN
TOOL 2 KONTROLLIEREN
SCHWESTER-WERKZEUG: TOOL 3
    
```

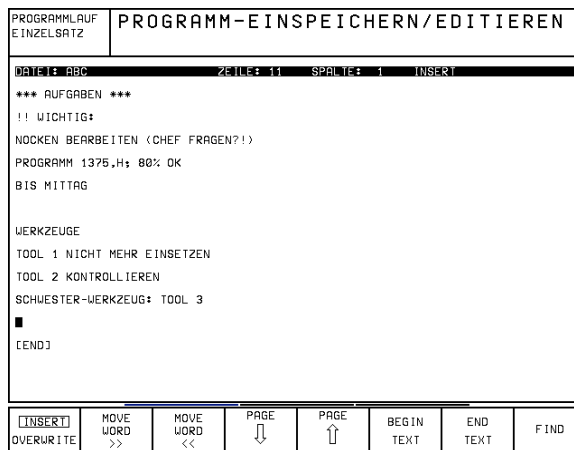


Abb. 4.23: Bildschirm-Anzeige zum Beispiel



Textteile suchen

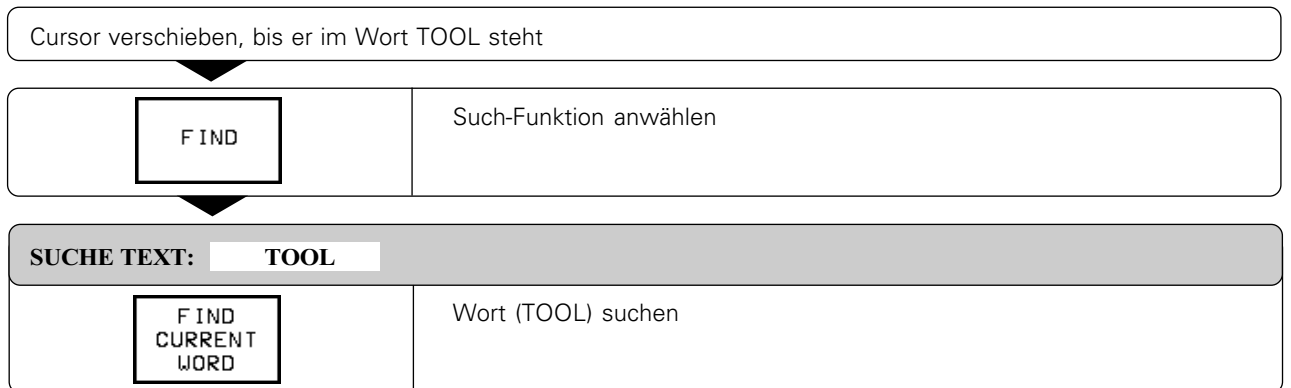
Die Such-Funktion wird mit dem Softkey FIND in der ersten Softkey-Leiste aktiviert. Die Softkey-Leiste enthält dann folgende Funktionen:

FIND CURRENT WORD						EXECUTE	END
-------------------------	--	--	--	--	--	---------	-----

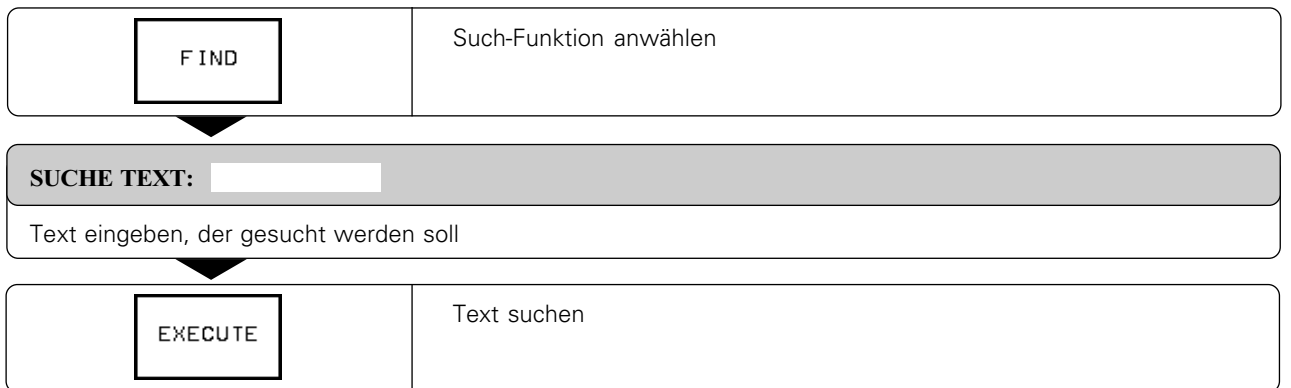
Aktuellen Text suchen

Es wird in der Text-Datei nach einem Wort gesucht, das dem Wort entspricht, in dem der Cursor gerade steht.

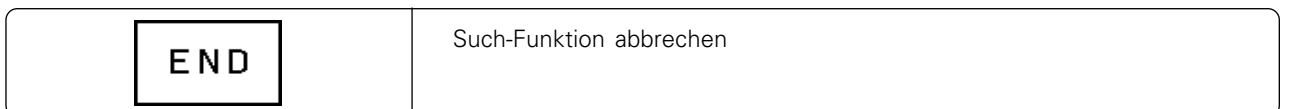
Beispiel: Nach Wort TOOL in der Datei ABC.A suchen



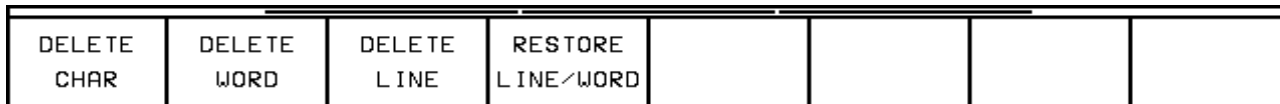
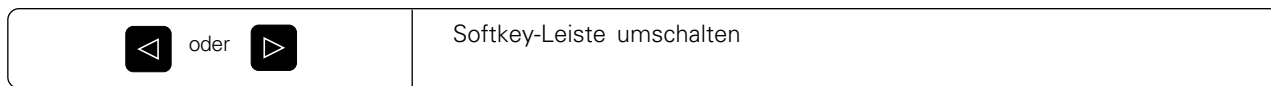
Beliebigen Text suchen



Such-Funktion verlassen



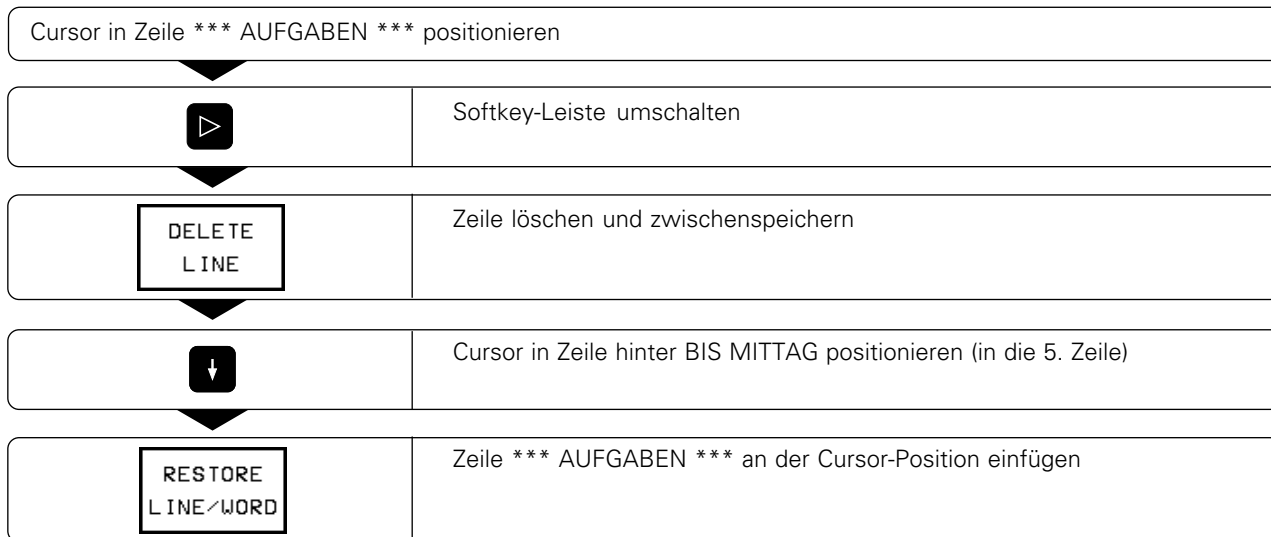
Zeichen, Wörter und Zeilen löschen und wieder einfügen



Die Textteile und die Stelle, an der ein Text eingefügt werden soll, werden mit dem Cursor ausgewählt.

Funktion	Softkey
Zeichen löschen	DELETE CHAR
Wort löschen und zwischenspeichern	DELETE WORD
Zeile löschen und zwischenspeichern	DELETE LINE
Wort oder Zeile nach Löschen wieder einfügen	RESTORE LINE/WORD

Beispiel: 1. Zeile der Datei ABC.A löschen und hinter BIS MITTAG einfügen

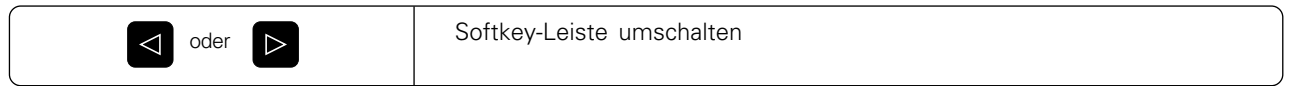


Zwischengespeicherte Wörter und Zeilen können beliebig oft eingefügt werden.

Textblöcke bearbeiten

Mit dem Editor lassen sich beliebig große Textblöcke

- markieren
- löschen
- wieder eingefügen
- kopieren (auch ganze Dateien)



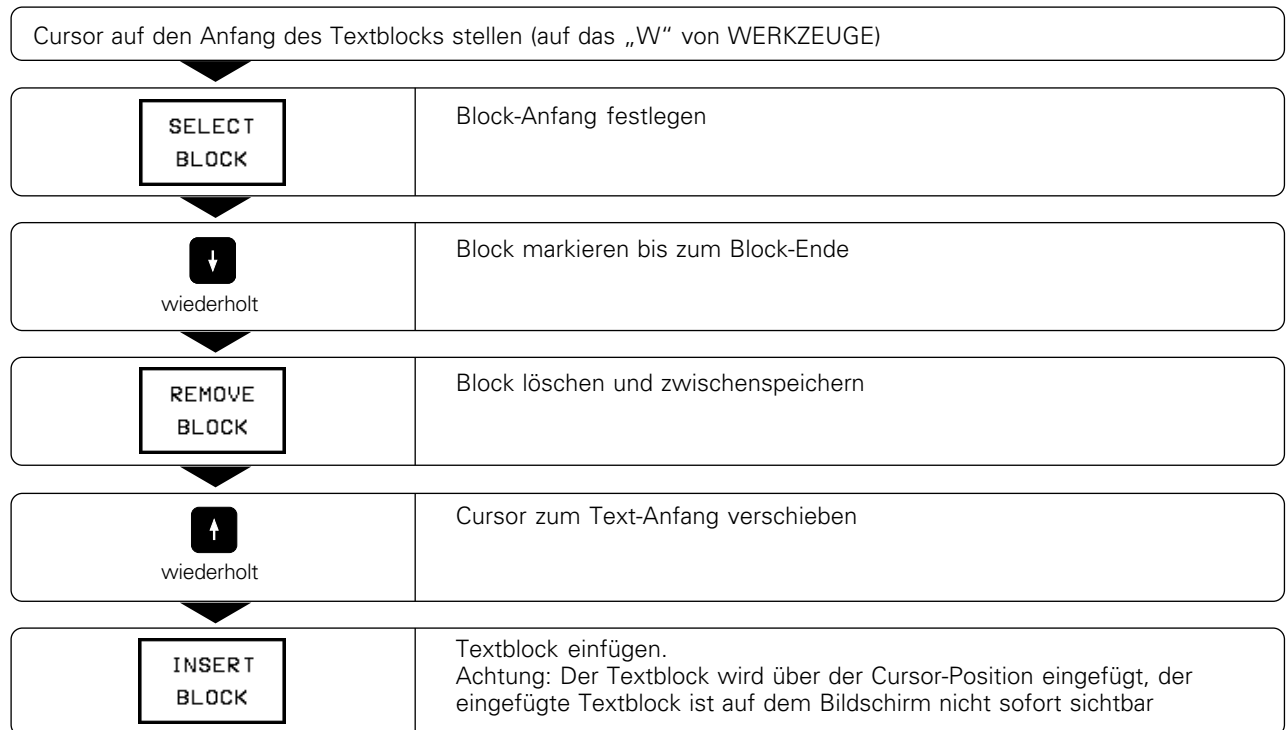
SELECT BLOCK	REMOVE BLOCK	INSERT BLOCK	REMOVE/ INSERT BLOCK			APPEND TO FILE	READ FILE
-----------------	-----------------	-----------------	----------------------------	--	--	-------------------	--------------

Funktion	Softkey
Block-Anfang markieren: Um einen Block zu markieren, wird der Cursor vom Block-Anfang zum Block-Ende verschoben. Der markierte Block wird heller dargestellt als der restliche Text.	SELECT BLOCK
Markierten Block löschen und zwischenspeichern	REMOVE BLOCK
Zwischengespeicherten Block an Cursor-Position einfügen	INSERT BLOCK
Markierten Block zwischenspeichern ohne zu löschen	REMOVE/ INSERT BLOCK
Markierten Block in andere Datei übertragen: Der Name der Ziel-Datei wird in die Bildschirm-Kopfzeile geschrieben und mit ENT abgeschlossen. Die TNC hängt den markierten Block an das Ende der gewählten Datei an. Der Block kann auch in eine neue Datei übertragen werden.	APPEND TO FILE
Andere Datei an Cursor-Position einfügen: Der Name der anderen Text-Datei wird in die Bildschirm-Kopfzeile geschrieben und mit ENT abgeschlossen.	READ FILE

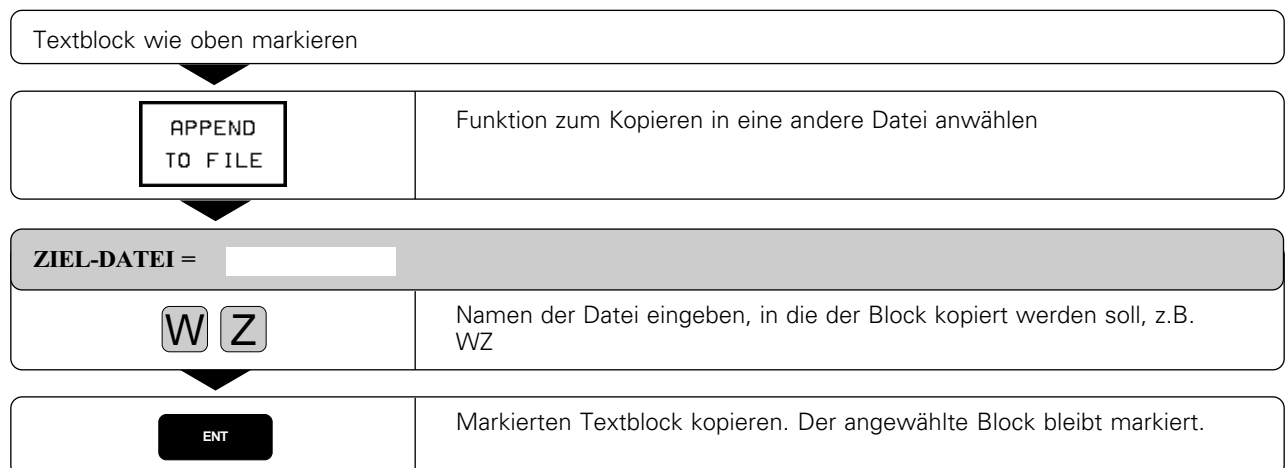
Beispiel:

In der Datei ABC.A den Text ab der Zeile WERKZEUGE an den Anfang der Datei verschieben und in eine neue Datei (WZ.A) kopieren.

- Textblock an den Anfang der Datei verschieben



- Textblock in andere/neue Datei kopieren

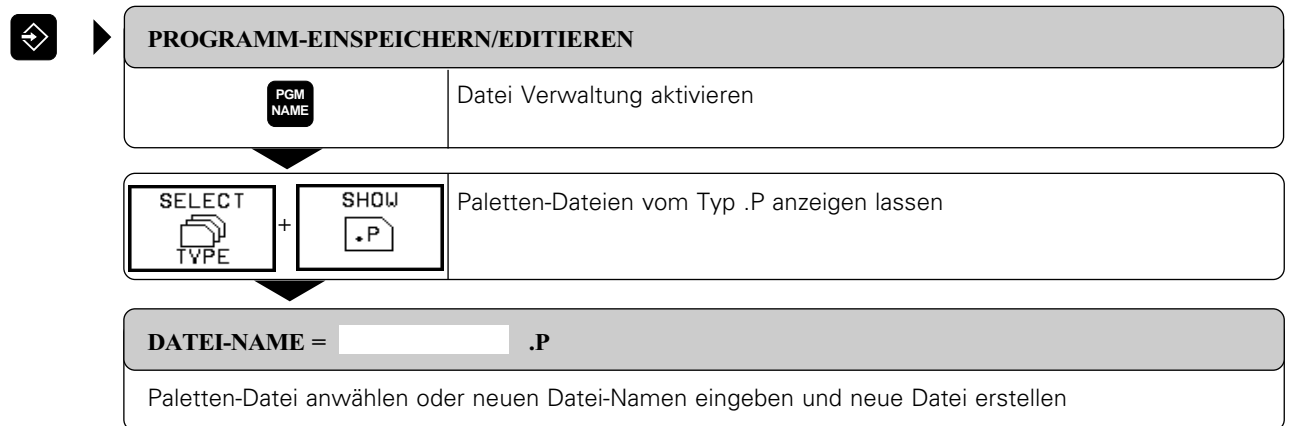


4.12 Paletten-Dateien erstellen

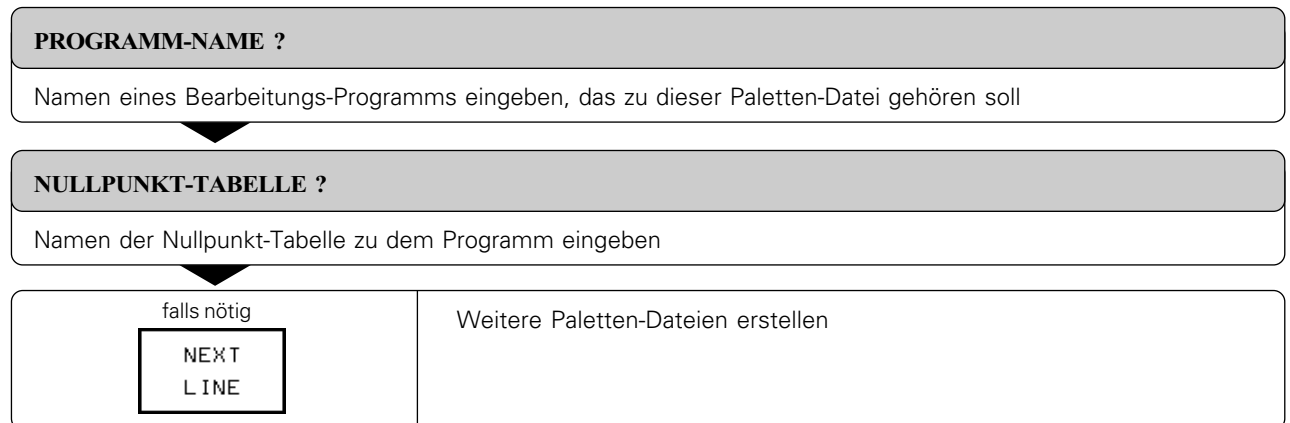
Paletten-Dateien werden für Bearbeitungszentren eingesetzt und enthalten folgende Angaben:

- Paletten-Nummer PAL
- Bearbeitungs-Programm-Name PROGRAMM
- Nullpunkt-Tabelle DATUM

Paletten-Datei wählen







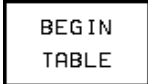

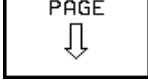
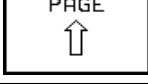
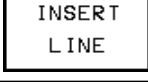
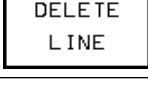
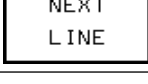
Programme und Nullpunkt-Tabellen eintragen



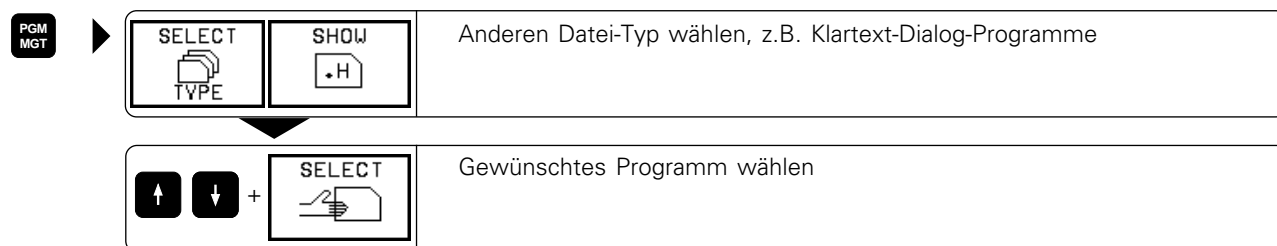
Die Paletten-Dateien werden verwaltet und ausgegeben, wie in der PLC festgelegt. Beachten Sie Ihr Maschinen-Handbuch

Editier-Funktionen für Paletten-Tabellen

Folgende Funktionen erleichtern das Erstellen und Ändern von Paletten-Tabellen:

Funktion	Taste/ Softkey
Hellfeld senkrecht verschieben	 
Hellfeld waagrecht verschieben	 
Tabellen-Anfang wählen	
Tabellen-Ende wählen	
Nächste Tabellen-Seite wählen	
Vorherige Tabellen-Seite wählen	
Zeile am Tabellen-Ende einfügen	
Zeile am Tabellen-Ende löschen	
Anfang der nächsten Zeile wählen	

Paletten-Datei verlassen



4.13 Kommentare ins Programm einfügen

Kommentare werden in der Betriebsart PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN ins Bearbeitungsprogramm geschrieben.

Anwendungsbeispiele:

- Programmschritte erläutern
- Allgemeine Hinweise anbringen

Programmsätze sofort kommentieren

Kommentare können sofort nach Eingabe der Daten an den Programmsatz angehängt werden, wenn die „;“-Taste auf der Alpha-Tastatur gedrückt wird.

Danach erscheint die Dialogfrage:

KOMMENTAR ?

Eingaben:

- Beliebigen Kommentar eingeben und Satz mit END abschließen
- END oder NO ENT eingeben: Programmsatz nicht kommentieren

Der Kommentar lässt sich auch nachträglich an einen Programmsatz anhängen. Dazu wird die Dialogfrage mit einer horizontalen Pfeiltaste erneut aufgerufen.

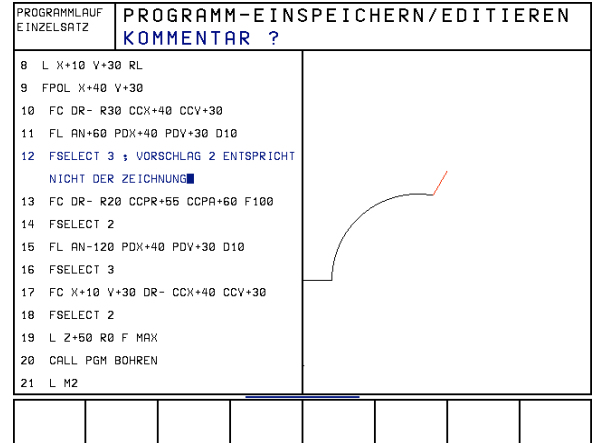
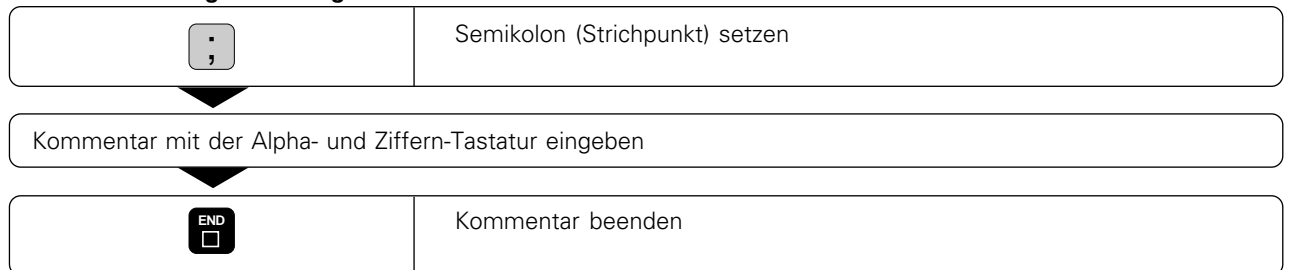


Abb. 4.24: Dialog zur Kommentar-Eingabe

Kommentar in eigenem Programmsatz



Kommentare werden hinter den angewählten Programmsatz eingefügt.

Beispiel

```

.
.
.
70 L X+0 Y-10 FMAX
80 ; VORPOSITIONIEREN ..... Semikolon am Satzanfang: Kommentar
90 L X+10 Y+0 RL F100
.
.
.
    
```

5.1 Allgemeines zum Programmieren von Werkzeug-Bewegungen

Eine Werkzeug-Bewegung wird immer so programmiert, als ob sich das Werkzeug bewegt und das Werkstück stillsteht.



Das Werkzeug ist zu Beginn eines Bearbeitungsprogramms stets so vorzupositionieren, daß eine Beschädigung von Werkzeug und Werkstück ausgeschlossen ist.

Bahnfunktionen

Mit den Bahnfunktionen wird jedes Element der Werkstück-Kontur einzeln programmiert. Eingegeben werden

- Geraden
- Kreisbögen

Auch eine Überlagerung der beiden Konturelemente kann programmiert werden (Schraubenlinie).

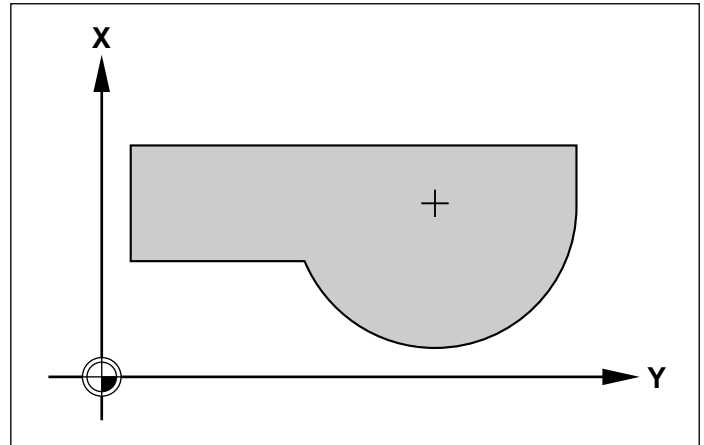


Abb. 5.1: Eine Kontur besteht aus Geraden und Kreisbögen

Nacheinander ausgeführt ergeben die Konturelemente die Werkstück-Kontur entsprechend der Zeichnung.

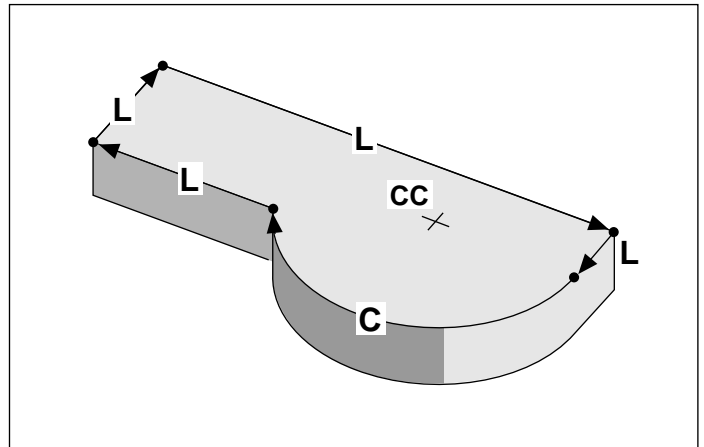


Abb. 5.2: Konturelemente werden nacheinander programmiert und ausgeführt

Freie Konturprogrammierung (FK-Programmierung)

Mit der FK-Programmierung werden Bearbeitungsprogramme auch dann einfach im Klartext-Dialog direkt an der Maschine erstellt, wenn keine normgerecht bemaßte Zeichnung vorliegt. Auch bei der Freien Konturprogrammierung werden Geraden und Kreisbögen programmiert. Hierbei berechnet die TNC fehlende Informationen.

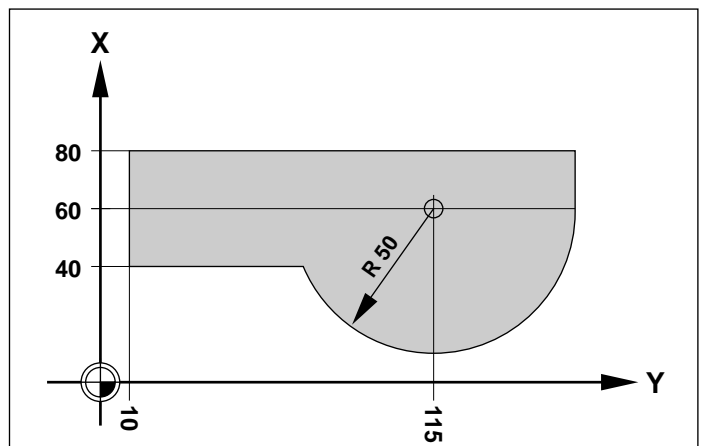


Abb. 5.3: Nicht NC-gerecht bemaßte Zeichnung

Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen

Gleiche Bearbeitungsschritte am Werkstück werden einfach als Unterprogramm oder Programmteil-Wiederholung programmiert. Programmschritte, die sich wiederholen, werden dann nur einmal eingegeben.

Möglichkeiten:

- einen Teil des Programms wiederholen (Programmteil-Wiederholung)
- einen Teil des Programms separat erstellen und bei Bedarf ausführen (Unterprogramm)
- für einen Programmlauf oder -Test ein anderes Programm zusätzlich aufrufen und ausführen (Hauptprogramm als Unterprogramm)

Zyklen

Standard-Bearbeitungen sind als Zyklen vorprogrammiert. Die TNC verfügt über Bearbeitungszyklen zum

- Tiefbohren
- Gewindebohren
- Nuten fräsen
- Taschen und Inseln umfräsen

Weitere Zyklen stehen für Koordinaten-Umrechnungen zur Verfügung. Damit läßt sich eine Bearbeitung wie folgt ausführen:

- verschoben
- gespiegelt
- gedreht
- verkleinert / vergrößert

Parameter-Programmierung

Bei der Parameter-Programmierung werden Parameter als Zahlenwerte eingesetzt und Bearbeitungen über mathematische Zusammenhänge beschrieben:

- Bedingte und unbedingte Sprünge
- Messungen mit dem 3D-Tastsystem während des Programmlaufs
- Werte und Meldungen ausgeben
- Werte vom und zum Speicher übertragen

Es stehen folgende mathematische Funktionen zur Verfügung:

- Zuordnung
- Addition/Subtraktion
- Multiplikation/Division
- Winkelermittlung/Trigonometrie

usw.

5.2 Kontur anfahren und verlassen

Mit den Funktionen APPR (engl. approach=Anfahrt) und DEP (engl. departure=Abfahrt) werden Konturen angefahren und verlassen.

Folgende Verfahrbewegungen können gewählt werden:

- Gerade, senkrecht oder tangential zum Konturelement
- Kreisbahn, tangential zum Konturelement
- Gerade mit tangential anschließender Kreisbahn beim Anfahren
- Kreisbahn mit tangential anschließender Geraden beim Wegfahren

Schraubenlinie (Helix) anfahren und verlassen

Eine Schraubenlinie wird besonders komfortabel auf einer tangentialen Kreisbahn angefahren und verlassen. Dabei verfährt die TNC das Werkzeug beim An- und Wegfahren in der Verlängerung der Schraubenlinie.

Positionen beim Anfahren und Wegfahren

Beim An- und Wegfahren sind die folgenden Positionen wichtig:

- Startpunkt P_S
Der Startpunkt wird im Satz vor dem Satz zum Anfahren programmiert.
Er wird ohne Radiuskorrektur angefahren (R0).
Der Startpunkt liegt außerhalb der Kontur.
- Hilfspunkt P_H
Die Bahnen beim An- und Wegfahren führen teilweise über einen Hilfspunkt, den die TNC aus den Eingaben im APPR- oder DEP-Satz selbstständig berechnet.
- Erster Konturpunkt P_A und letzter Konturpunkt P_E
Der erste Konturpunkt P_A wird im APPR-Satz programmiert. Der letzte Konturpunkt wird wie gewohnt programmiert. Werden im APPR-Satz alle 3 Koordinaten X, Y und Z programmiert, fährt die TNC das Werkzeug zuerst in der Bearbeitungsebene auf P_H und dort in der Werkzeug-Achse auf die eingegebene Tiefe. Der erste Konturpunkt kann auch in Polar-Koordinaten programmiert werden.
Drücken Sie dazu nach Wahl der Anfahrfunktion die orange Taste P.
- Endpunkt P_N
Der Endpunkt P_N ergibt sich aus den Angaben im DEP-Satz.
Der Endpunkt liegt außerhalb der Kontur.

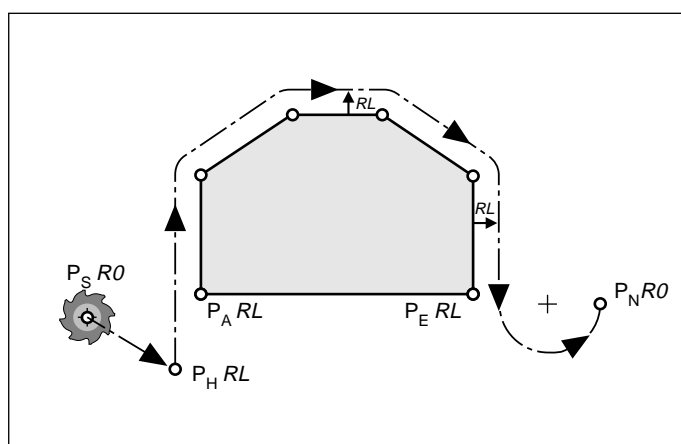


Abb. 5.4: Kennzeichnung der Positionen beim An- und Wegfahren



- Bei der Positionierung von der Ist-Position zum Hilfspunkt P_H überprüft die TNC nicht, ob die programmierte Kontur beschädigt wird. Überprüfen Sie mit der Test-Grafik, ob das Werkstück beim An- oder Wegfahren beschädigt wird.
- Die TNC positioniert das Werkzeug von der Ist-Position zum Hilfspunkt P_H im zuletzt programmierten Vorschub.
- Lassen Sie beim Anfahren an die Kontur genügend Raum zwischen Startpunkt und erstem Konturpunkt. Damit stellen Sie sicher, daß die TNC den programmierten Bearbeitungs-Vorschub erreicht.

Radiuskorrektur

Die Radiuskorrektur für die Bearbeitung wird im Satz zum Anfahren (APPR-Satz) programmiert.

Anfahren ohne Radiuskorrektur

Wird im APPR-Satz R0 programmiert, so verfährt die TNC das Werkzeug wie ein Werkzeug mit Radius R=0 mm und Radiuskorrektur RR! Dadurch wird bei den Funktionen APPR/DEP LN und APPR/DEP CT die Richtung festgelegt, in der die TNC das Werkzeug zur Kontur hin und von ihr fort verfährt.

Die Sätze zum Wegfahren heben die Radiuskorrektur automatisch auf. R0 wird also beim Wegfahren nicht extra eingegeben.

Eingaben-Übersicht

Die Funktionen zum An- und Wegfahren werden mit der APPR/DEP-Taste über der Bahnfunktions-Taste CR aktiviert.

Die Bahnform, auf der die TNC das Werkzeug verfährt, wird über einen Softkey festgelegt.

Koordinaten lassen sich wie gewohnt absolut oder inkremental in rechtwinkligen oder Polar-Koordinaten eingeben.

Wird auch die Spindelachse im APPR/DEP-Satz eingegeben, verfährt die TNC das Werkzeug mit Positionierlogik: z.B. beim Wegfahren erst in der Bearbeitungsebene, dann in der Spindelachse.

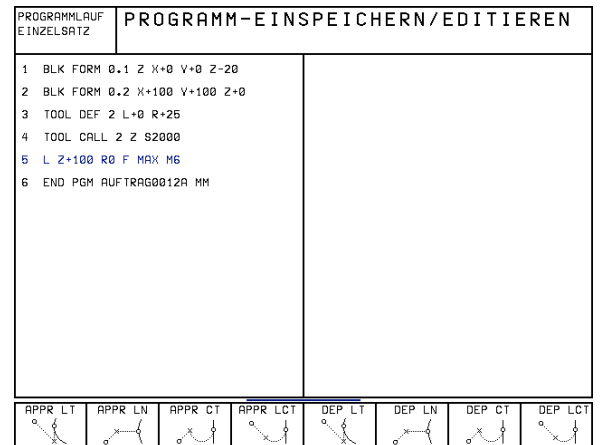



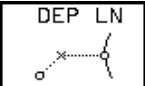
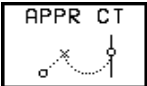
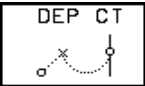
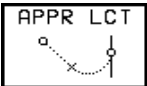
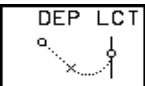


Abb. 5.5: Softkey-Leiste mit den Funktionen zum An- und Wegfahren

Bahnformen beim Anfahren des ersten oder Verlassen des letzten Konturpunkts

Funktion	Anfahren	Wegfahren
Gerade mit tangentialem Anschluß		
Gerade senkrecht zum Konturpunkt		
Kreisbahn mit tangentialem Anschluß		
Kreisbahn mit tangentialem Anschluß an die Kontur, An- und Wegfahren zu einem Hilfspunkt außerhalb der Kontur auf tangential anschließendem Geradenstück		

Erklärung der Kurzbezeichnungen

APPR	engl. APPR oach = Anfahrt
DEP	engl. DEP arture = Abfahrt
L	engl. L ine = Gerade
C	engl. C ircle = Kreis
T	T angential (stetiger, glatter Übergang)
N	N ormal (senkrecht)

Kontur anfahren

Anfahren auf einer Geraden mit tangentialem Anschluß: APPR LT

Das Werkzeug verfährt auf einer Geraden vom Startpunkt P_S auf einen Hilfspunkt P_H . Auf einer Geraden, die in der Verlängerung des ersten Konturelements liegt, fährt es von P_H den ersten Konturpunkt P_A an. P_H befindet sich im Abstand LEN von P_A .

Eingaben

- Koordinaten des ersten Konturpunkts P_A
- Abstand LEN des Hilfspunkts P_H vom ersten Konturpunkt P_A
- Radiuskorrektur für die Bearbeitung

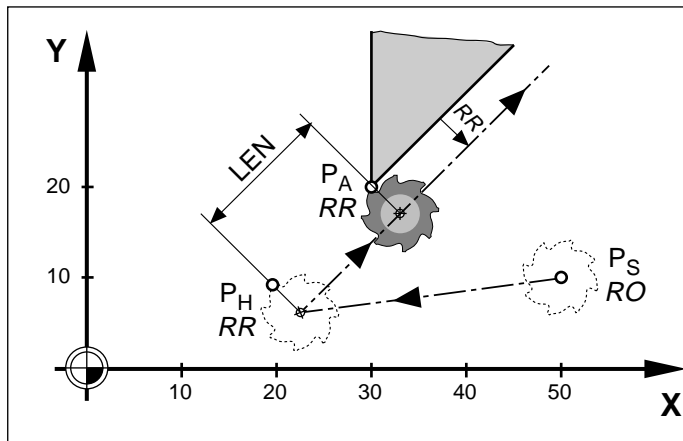


Abb. 5.6: Anfahren auf einer Geraden mit tangentialem Anschluß

NC-Sätze

$L X+50 Y+10 R0 FMAX M3$ P_S ohne Radiuskorrektur, Eilgang, Spindel Ein, Rechtslauf
 $APPR LT X+30 Y+20 Z-10 LEN 15 RR F100$ P_A mit Radiuskorrektur RR , Bearbeitungsvorschub,
 P_H im Abstand $LEN=15$ mm von P_A
 L Endpunkt des 1. Konturelements

Anfahren auf einer Geraden senkrecht zum ersten Konturpunkt: APPR LN

Das Werkzeug verfährt auf einer Geraden vom Startpunkt P_S auf einen Hilfspunkt P_H . Auf einer Geraden, die senkrecht auf den ersten Konturpunkt P_A führt, fährt es von P_H auf die Kontur zu. P_H befindet sich im Abstand LEN von P_A .

Eingaben

- Koordinaten des ersten Konturpunkts P_A
- Abstand LEN des Hilfspunkts P_H vom ersten Konturpunkt P_A
- Radiuskorrektur für die Bearbeitung

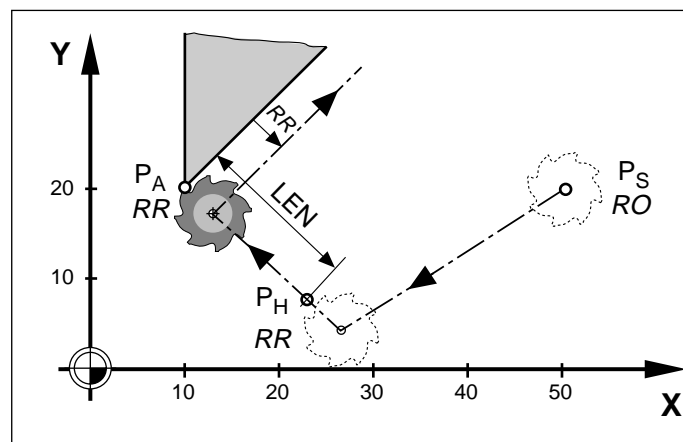


Abb. 5.7: Anfahren auf einer Geraden senkrecht zum ersten Konturpunkt

NC-Sätze

$L X+50 Y+20 R0 FMAX M3$ P_S ohne Radiuskorrektur, Eilgang, Spindel Ein, Rechtslauf
 $APPR LN X+10 Y+20 Z-10 LEN+20 RR F100$ P_A mit Radiuskorrektur RR , Bearbeitungsvorschub,
 P_H im Abstand $LEN=20$ mm von P_A
 L Endpunkt des 1. Konturelements

Anfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluß: APPR CT

Das Werkzeug verfährt auf einer Geraden vom Startpunkt P_S auf einen Hilfspunkt P_H . Auf einer Kreisbahn, die tangential in das erste Konturelement übergeht, fährt es von P_H den ersten Konturpunkt P_A an.

Die Kreisbahn von P_H nach P_A ist festgelegt durch den Radius R und den Mittelpunktswinkel CCA .

Der Drehsinn der Kreisbahn ist durch den Verlauf des ersten Konturelements gegeben.

Eingaben

- Koordinaten des ersten Konturpunkts P_A
- Radius R der Kreisbahn
- Mittelpunktswinkel CCA der Kreisbahn (maximaler Eingabewert 360°)
- Radiuskorrektur für die Bearbeitung

Vorzeichen

- CCA kann nur positiv eingegeben werden
- R immer positiv eingeben

NC-Sätze

$L X+40 Y+10 R0 FMAX M3$ P_S ohne Radiuskorrektur, Eilgang, Spindel Ein, Rechtslauf
 $APPR CT X+10 Y+20 Z-10 CCA180 R+10$
 $RR F100$ P_A mit Radiuskorrektur RR , Bearbeitungsvorschub, Radius $R=+10\text{mm}$,
Mittelpunktswinkel $CCA=180^\circ$
 L Endpunkt des 1. Konturelements

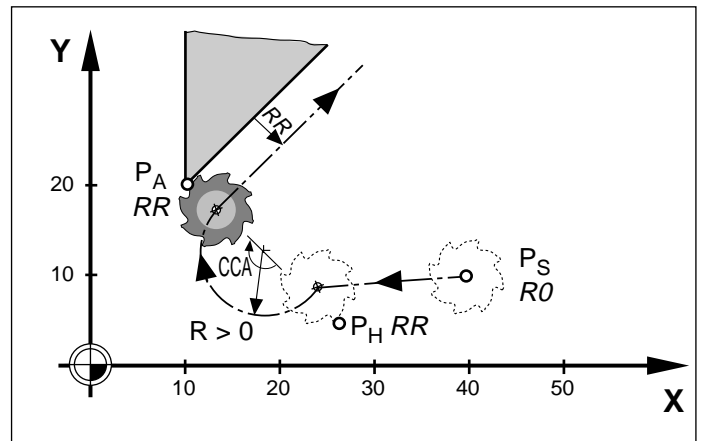


Abb. 5.8: Anfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluß

Kreisbahn mit tangentialem Anschluß an Kontur und Geradenstück: APPR LCT

Das Werkzeug verfährt auf einer Geraden vom Startpunkt P_S auf einen Hilfspunkt P_H . Auf einer Kreisbahn fährt es von P_H den ersten Konturpunkt P_A an.

Die Kreisbahn schließt sowohl an die Gerade von P_S nach P_H als auch an das erste Konturelement tangential an. Daher wird sie bereits durch den Radius R eindeutig festgelegt.

Das Werkzeug verfährt ähnlich wie bei der bekannten Funktion Ecken-Runden (RND).

Eingaben

- Koordinaten des ersten Konturpunkts P_A
- Radius R der Kreisbahn
- Radiuskorrektur für die Bearbeitung

Vorzeichen

R immer positiv eingeben

NC-Sätze

$L X+40 Y+10 R0 FMAX M3$ P_S ohne Radiuskorrektur, Eilgang, Spindel Ein, Rechtslauf
 $APPR LCT X+10 Y+20 Z-10 R10 RR F100$. P_A mit Radiuskorrektur RR , Bearbeitungsvorschub, Radius $R=10$ mm
 L Endpunkt des 1. Konturelements

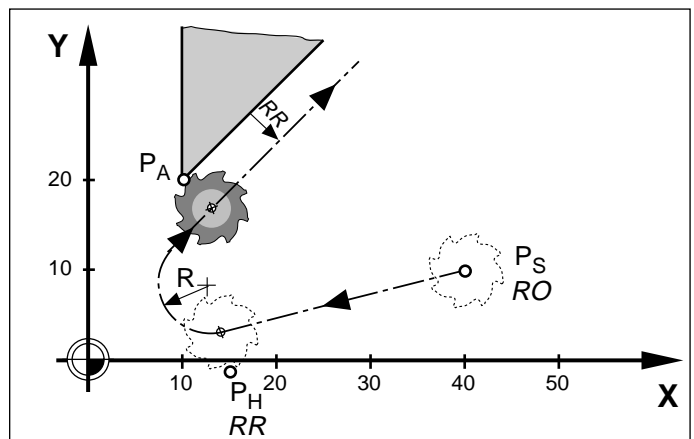


Abb. 5.9: Anfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluß an die Kontur und ein vorhergegangenes Geradenstück

Kontur verlassen

Wegfahren auf einer Geraden mit tangentialem Anschluß: DEP LT

Das Werkzeug verfährt auf einer Geraden vom letzten Konturpunkt P_E zum Endpunkt P_N . Die Gerade liegt in der Verlängerung des letzten Konturelements. P_N befindet sich im Abstand LEN von P_E .

Eingaben

- Abstand LEN des Endpunkts P_N vom letzten Konturpunkt P_E

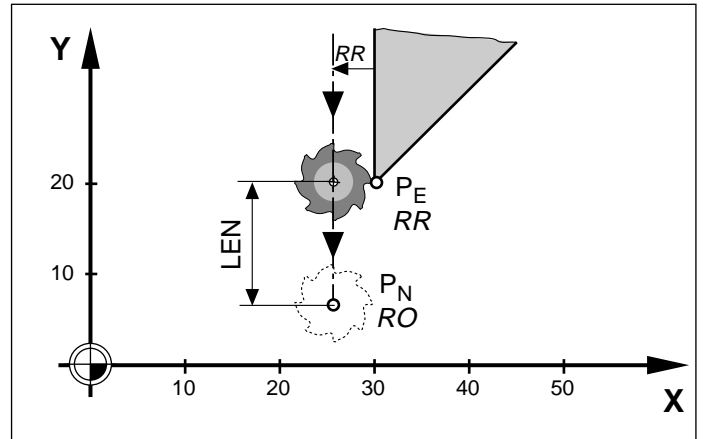


Abb. 5.10: Wegfahren auf einer Geraden mit tangentialem Anschluß

NC-Sätze

LY+20 RR F100 P_E mit Radiuskorrektur, Bearbeitungsvorschub
DEP LT LEN 12,5 F100 Um LEN=12,5 mm wegfahren
LZ+100 FMAX M2 Z freifahren, Rücksprung, Programm-Ende

Wegfahren auf einer Geraden senkrecht zum letzten Konturpunkt: DEP LN

Das Werkzeug verfährt auf einer Geraden vom letzten Konturpunkt P_E zum Endpunkt P_N . Die Gerade führt senkrecht vom letzten Konturpunkt P_E weg. P_N befindet sich im Abstand (LEN + Werkzeug-Radius) von P_E .

Eingaben

- Abstand LEN

Vorzeichen

LEN immer positiv eingeben

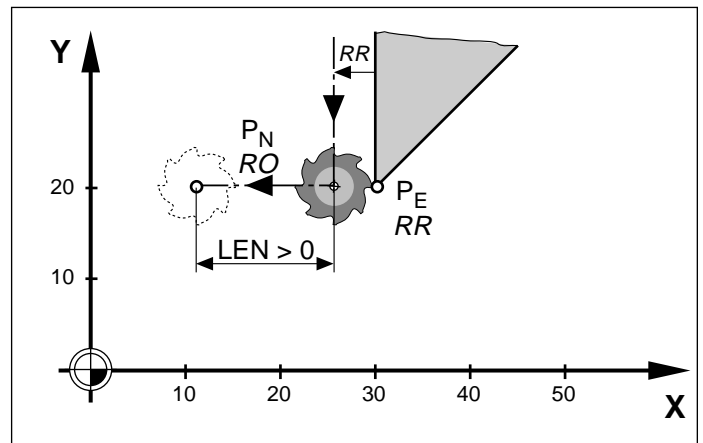


Abb. 5.11: Wegfahren auf einer Geraden senkrecht zum letzten Konturpunkt

NC-Sätze

LY+20 RR F100 P_E mit Radiuskorrektur, Bearbeitungsvorschub
DEP LN LEN+15 F100 Um LEN=15 mm zur Radiuskorrektur-Seite wegfahren
L Z+100 FMAX M2 Z freifahren, Rücksprung, Programm-Ende

Wegfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluß: DEP CT

Das Werkzeug verfährt auf einer Kreisbahn vom letzten Konturpunkt P_E zum Endpunkt P_N . Die Kreisbahn schließt tangential an das letzte Konturelement an.

Eingaben

- Radius R der Kreisbahn
- Mittelpunktswinkel CCA der Kreisbahn (maximaler Eingabewert 360°)

Vorzeichen

- R immer positiv eingeben

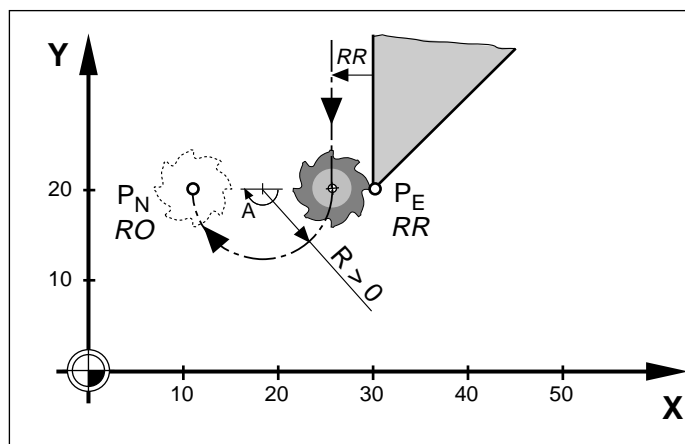


Abb. 5.12: Wegfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluß

NC-Sätze

LY+20 RR F100 P_E mit Radiuskorrektur, Bearbeitungsvorschub
DEP CT CCA180 R+10 F100 Mittelpunktswinkel $CCA=180^\circ$, Radius $R=10$ mm
L Z+100 FMAX M2 Z freifahren, Rücksprung, Programm-Ende

Kreisbahn mit tangentialem Anschluß an Kontur und Geradenstück: DEP LCT

Das Werkzeug verfährt auf einer Kreisbahn vom letzten Konturpunkt P_E auf einen Hilfspunkt P_H . Auf einer Geraden fährt es von P_H zum Endpunkt P_N . Das letzte Konturelement und die Gerade von P_H nach P_N haben mit der Kreisbahn tangential Übergänge. Daher wird die Kreisbahn bereits durch den Radius R eindeutig festgelegt.

Das Werkzeug verfährt ähnlich wie bei der Funktion Ecken-Runden (RND).

Eingaben

- Koordinaten des Endpunkts P_N
- Radius R der Kreisbahn

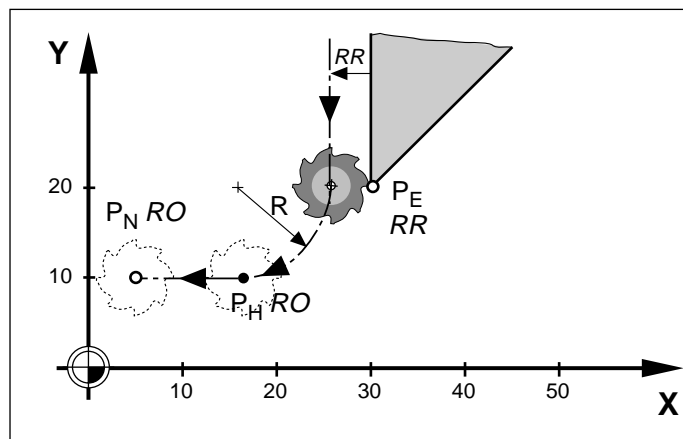


Abb. 5.13: Wegfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluß an die Kontur und einem nachfolgenden Geradenstück

NC-Sätze

LY+20 RR F100 P_E mit Radiuskorrektur, Bearbeitungsvorschub
DEP LCT X+5 Y+10 R10 F100 P_N Radius $R=10$ m
L Z+100 FMAX Z freifahren, Rücksprung, Programm-Ende

5.3 Bahnfunktionen

Allgemeines

Eingabe in das Bearbeitungsprogramm

Die Konturelemente werden maßgetreu ins Bearbeitungsprogramm eingegeben. Koordinaten werden als Absolut- oder als Relativwerte programmiert.

In der Regel werden die Koordinaten des Endpunktes eines Konturelements einprogrammiert.

Den Verfahrweg des Werkzeugs ermittelt die TNC aus den Werkzeug-Daten und der Radiuskorrektur selbsttätig.

Maschinenachsen programmgesteuert verfahren

Die TNC verfährt alle Maschinenachsen gleichzeitig, die in einem NC-Satz programmiert sind.

Achsparelle Bewegungen

Das Werkzeug wird parallel zur programmierten Maschinenachse verfahren.

Anzahl der im NC-Satz programmierten Achsen: 1

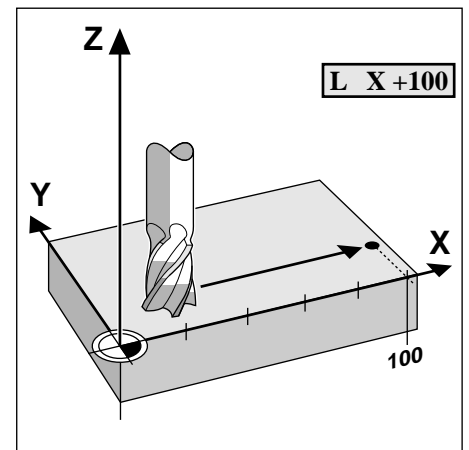


Abb. 5.14: Achsparelle Bewegung

Bewegungen in den Hauptebenen

Das Werkzeug wird in der Ebene auf einer Geraden oder einer Kreisbahn auf die einprogrammierte Position verfahren.

Anzahl der im NC-Satz programmierten Achsen: 2

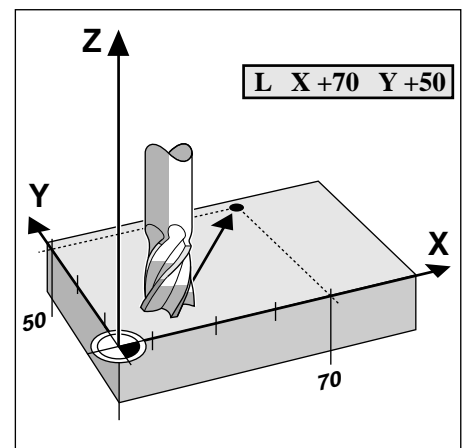


Abb. 5.15: Bewegungen in einer Hauptebene (X-Y-Ebene)

Bewegung von drei Maschinenachsen (3D-Bewegung)

Das Werkzeug wird auf einer Geraden auf die programmierte Position gefahren.

Anzahl der im NC-Satz programmierten Achsen: 3

Sonderfall: Bei einer Schraubenlinie wird einer Kreisbewegung in der Ebene eine Geradenbewegung senkrecht überlagert.

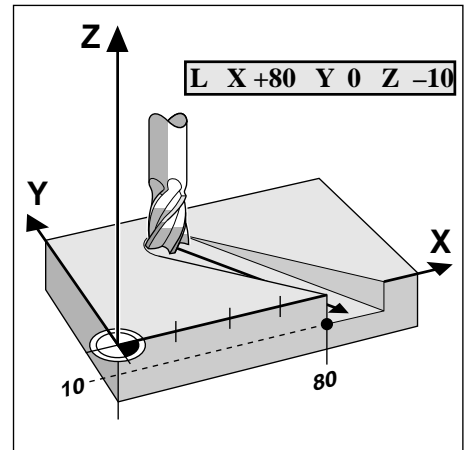


Abb. 5.16: Dreidimensionale Bewegung

Eingabe von mehr als drei Koordinaten (nicht bei TNC 407)

Die TNC steuert bis zu 5 Achsen gleichzeitig. Bei einer fünfachsigem Verfahren werden beispielsweise 3 Linear- und 2 Drehachsen gleichzeitig verwendet.

Solche Bearbeitungen lassen sich nicht mehr direkt an der Maschine programmieren.

Vorteile der fünfachsigem Bearbeitung:

- 3D-Formen können auch mit Schaftfräsern bearbeitet werden („Sturzfräsen“)
- 3D-Formen werden schneller und genauer bearbeitet

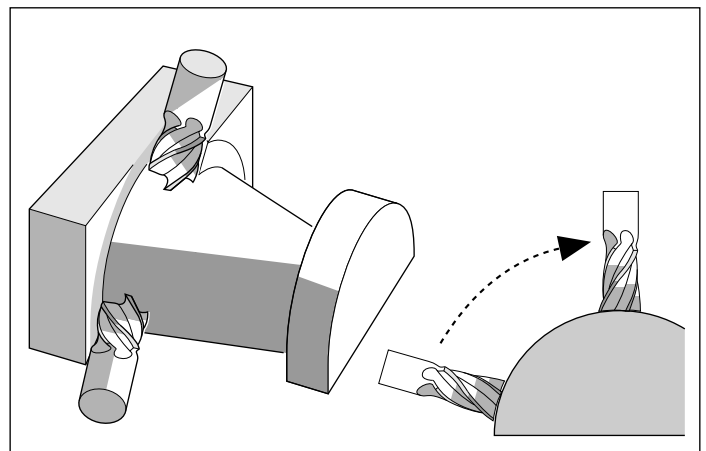


Abb. 5.17: Gleichzeitiges Verfahren von mehr als drei Koordinatenachsen, z.B. Bearbeiten einer 3D-Form mit Schaftfräser

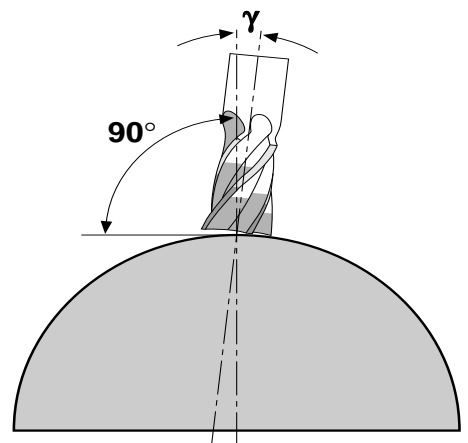


Abb. 5.18: Sturzfräsen

Eingabe:

z.B. L X+20 Y+10 Z+2 A+15 C+6 R0 F100 M3
(z.B. 3 Linear- und 2 Rundachsen)



Die zusätzlichen Koordinaten werden wie gewohnt in einen L-Satz programmiert.



Eine vier- oder fünfachsigem Bewegung wird von der TNC nicht grafisch dargestellt.

Bahnfunktions-Übersicht

Mit den Bahnfunktionstasten wird die Form des Konturelements festgelegt und der Klartext-Dialog eröffnet.

Funktion	Taste	Werkzeug-Bewegung
Gerade L engl.: L ine		Gerade
Fase CHF engl.: CH am F er		Fase zwischen zwei Geraden
Kreismittelpunkt CC ; engl.: C ircle C enter		Koordinaten des Kreismittelpunkts bzw. Pols
Kreisbogen C engl.: C ircle		Kreisbahn um Kreismittelpunkt CC zum Kreisbogen-Endpunkt
Kreisbogen CR engl.: C ircle by R adius		Kreisbahn mit bestimmtem Radius
Kreisbogen CT engl.: C ircle T angential		Kreisbahn mit tangentialem Anschluß an vorheriges Konturelement
Ecken-Runden RND Rou NDing of Corner		Kreisbahn mit tangentialem Anschluß engl.: an vorheriges und nachfolgendes Konturelement

5.4 Bahnbewegungen – rechtwinklige Koordinaten

Gerade L

Eingegeben werden:

- Koordinaten des Geradenendpunkts (E)
- Falls nötig:
Radiuskorrektur, Vorschub, Zusatz-Funktion

Das Werkzeug verfährt auf einer Geraden von seiner aktuellen Position zum Geradenendpunkt (E). Die Startposition (S) wird im vorhergegangenen Satz angefahren.

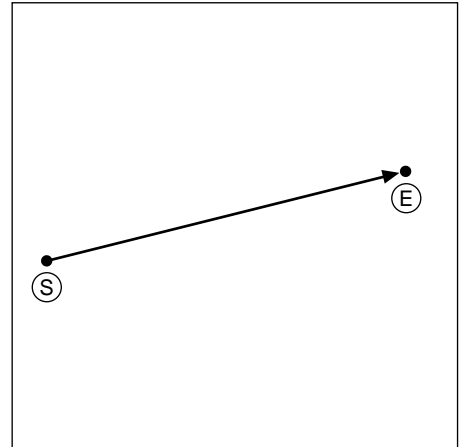


Abb. 5.19: Geraden-Bewegung




Gerade programmieren










KOORDINATEN?	
falls nötig I z.B. X z.B. 5 0 falls nötig 7+	Kennzeichnung als relative Koordinate, z.B. IX=50 mm Achse anwählen (orangefarbene Achswahltaste), z.B. X Koordinate des Geradenendpunkts eingeben Koordinate negativ: -/+ -Taste einmal drücken, z.B. IX=-50 mm
z.B. Y ⋮ z.B. Z	Alle weiteren Koordinaten des Geradenendpunkts eingeben
ENT	Nach Eingabe aller Koordinaten: Dialog mit ENT abschließen

⋮

⋮

RADIUSKORR.: RL / RR / KEINE KORR.	
	Werkzeug soll radiuskorrigiert verfahren: links von der programmierten Kontur
	Werkzeug soll radiuskorrigiert verfahren: rechts von der programmierten Kontur
	Werkzeug direkt auf der Geraden zum Endpunkt verfahren

VORSCHUB F = ? / F MAX = ENT	
z.B.    	Vorschub des Werkzeugs auf der Geraden eingeben, z.B. 100 mm/min
	Vorschub des Werkzeugs im Eilgang anwählen, F = FMAX

ZUSATZ-FUNKTION M?	
z.B.  	Zusatz-Funktion eingeben, z.B. M3 (Spindel-Ein, Rechtslauf)

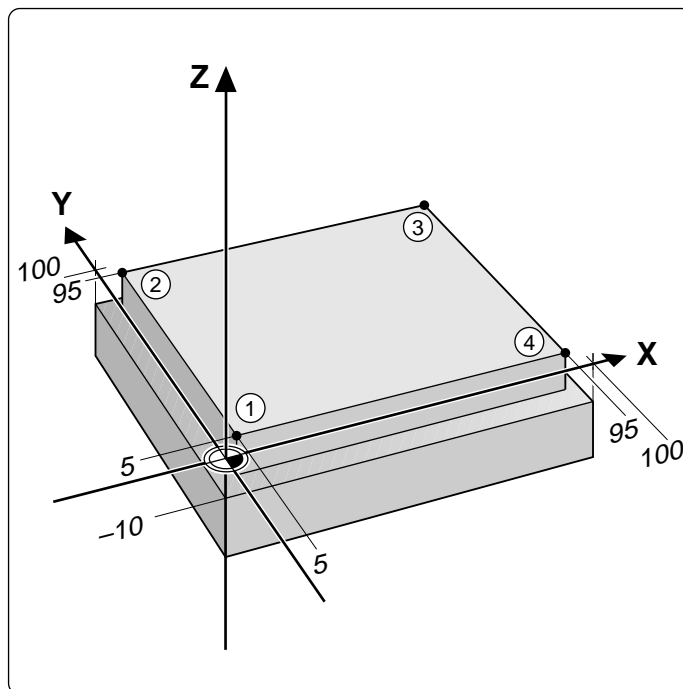
NC-Satz: z.B. L IX-50 Y+10 Z-20 RR F100 M3

Übungsbeispiel: Viereck umfräsen

Koordinaten der
Eckpunkte:

- ① X = 5 mm Y = 5 mm
 ② X = 5 mm Y = 95 mm
 ③ X = 95 mm Y = 95 mm
 ④ X = 95 mm Y = 5 mm

Frästiefe: $Z_f = -10$ mm

**Bearbeitungsprogramm**

0	BEGIN PGM VIERECK MM	Programm-Beginn; Programm-Name VIERECK; Maßangaben in Millimetern
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	Rohteil-Definition für grafische Simulation der Bearbeitung (MIN- und MAX-Punkt)
3	TOOL DEF 1 L+0 R+5	
4	TOOL CALL 1 Z S1000	Werkzeug-Definition im Programm; Werkzeug-Aufruf in Zustellachse Z; Spindeldrehzahl S = 1000 U/min
5	L Z+100 R0 F MAX M6	Freifahren in der Zustellachse; Eilgang; Werkzeug einwechseln
6	APPR LT X+5 Y+5 Z-10 LEN20 RL F100 M3	Kontur anfahren auf Geraden mit tangentialem Anschluß
7	L Y+95	Zweiten Konturpunkt – Eckpunkt ② – anfahren: Alle Größen, die gegenüber Satz 8 gleich bleiben, brauchen nicht erneut programmiert zu werden
8	L X+95	Dritten Konturpunkt – Eckpunkt ③ – anfahren
9	L Y+5	Vierten Konturpunkt – Eckpunkt ④ – anfahren
10	L X+5 Y+5	Fräsbearbeitung fertigstellen: Ersten Konturpunkt erneut anfahren
11	DEP LN LEN+20 F100	Kontur verlassen auf Geraden senkrecht zum letzten Konturelement
12	L Z+100 F MAX M2	Werkzeug auf Sicherheitsabstand fahren; Eilgang; Spindel AUS, Kühlmittel AUS, Programmauf HALT, Rücksprung zu Satz 1 des Programms
13	END PGM VIERECK MM	Programm-Ende

Fase CHF

Konturrecken, die durch den Schnitt zweier Geraden entstehen, können mit Fasen versehen werden.

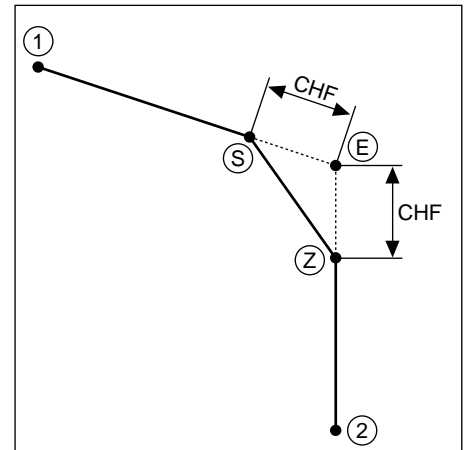


Abb. 5.20: Fase von (S) nach (Z)

Eingegeben wird die Länge LF des Fasenabschnitts.

Voraussetzungen:

- In den Sätzen vor und hinter dem CHF-Satz werden jeweils beide Koordinaten der Ebene programmiert, in der die Fase ausgeführt wird.
- Die Radiuskorrektur vor und hinter dem CHF-Satz muß gleich sein.
- Die Fase muß mit dem aktuellen Werkzeug ausführbar sein.

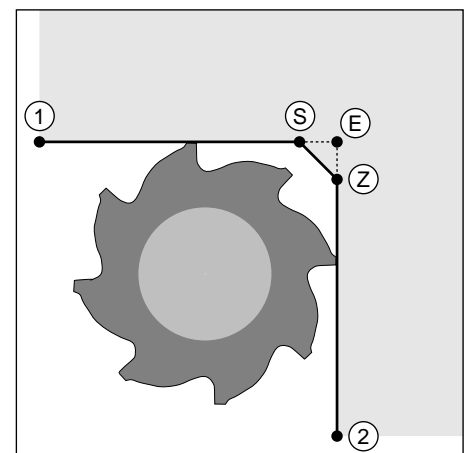


Abb. 5.21: Werkzeugradius zu groß



- Eine Kontur darf nicht mit einem CHF-Satz begonnen werden.
- Eine Fase wird nur in der Bearbeitungsebene ausgeführt.
- Der Vorschub beim Fasens ist gleich dem davor programmierten Vorschub.
- Der von der Fase abgeschnittene Eckpunkt E wird nicht angefahren.

Fase programmieren

	„Fase“ wählen
FASEN-ABSCHNITT?	
z.B. 5 ENT	Länge des Fasenabschnitts eingeben, z.B. 5 mm

NC-Satz: z.B. CHF 5

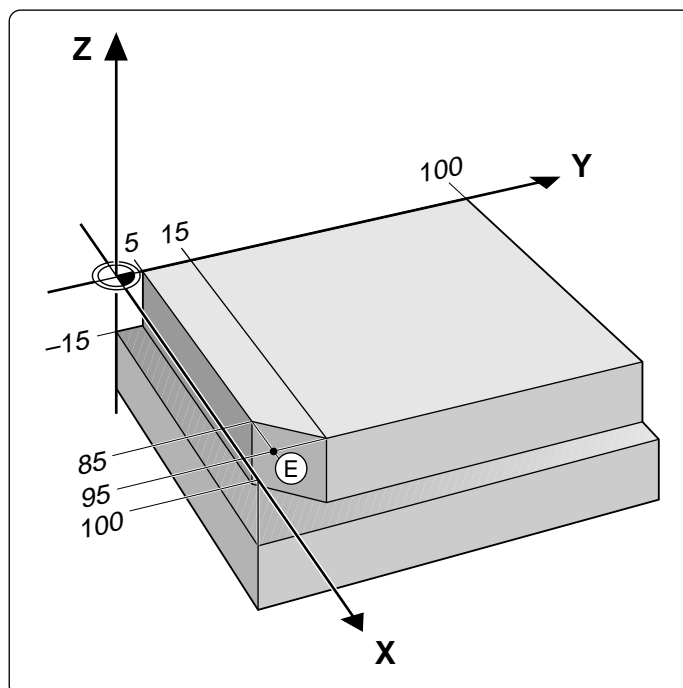
Übungsbeispiel: Ecke mit Fase versehen

Koordinaten des
Eckpunkts: \textcircled{E} $X = 95 \text{ mm}$
 $Y = 5 \text{ mm}$

Länge der Fase: $LF = 10 \text{ mm}$

Frästiefe: $Z_F = -15 \text{ mm}$

Werkzeug-Radius: $R = +10 \text{ mm}$

**Bearbeitungsprogramm**

0	BEGIN PGM FASE MM	Programm-Beginn
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil MIN-Punkt
2	BLK FORM X+100 Y+100 Z+0	Rohteil MAX-Punkt
3	TOOL DEF 5 L+5 R+10	Werkzeug-Definition
4	TOOL CALL 5 Z S500	Werkzeug-Aufruf
5	L Z+100 R0 F MAX M6	Freifahren und Werkzeug einwechseln
6	APPR LN X+0 Y+5 Z-15 LEN+20 RR F100 M3	Kontur anfahren auf Geraden senkrecht zum ersten Kontur- element
7	L X+95	Erste Gerade für Ecke \textcircled{E} programmieren
8	CHF 10	Fasensatz: Fase mit $LF = 10 \text{ mm}$ wird eingefügt
9	L Y+100	Zweite Gerade für Ecke \textcircled{E} programmieren
10	DEP LN LEN+20 F100	Kontur verlassen auf Geraden senkrecht zum letzten Kontur- element
11	L Z +100 F MAX M2	
12	END PGM FASE MM	

Kreise und Kreisbögen – Allgemeines

Für Kreisbewegungen verfährt die TNC gleichzeitig zwei Maschinenachsen (dies können auch Zusatz-Achsen U,V oder W sein) so, daß das Werkzeug sich relativ zum Werkstück auf einer Kreisbahn bewegt.

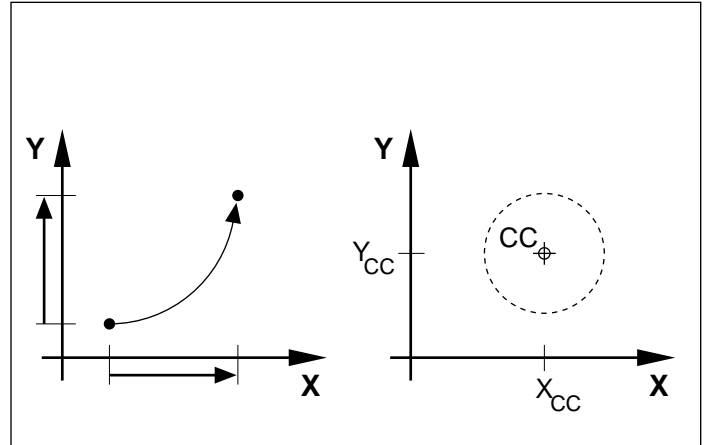


Abb. 5.22: Kreisbahn und Kreismittelpunkt

Kreismittelpunkt CC

Für Kreisbewegungen kann ein Kreismittelpunkt CC eingegeben werden.

Dieser ist gleichzeitig der Pol für die Eingabe von Polarkoordinaten.

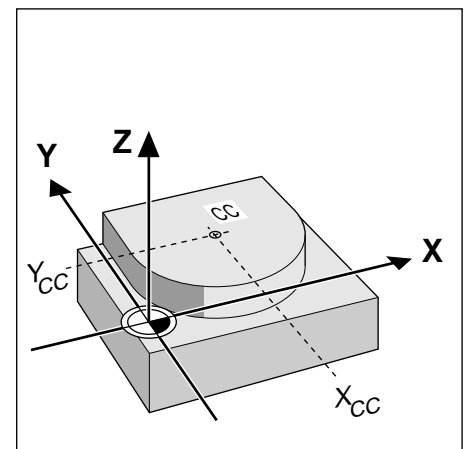


Abb. 5.23: Kreismittelpunkts-Koordinaten

Drehsinn DR

Für Kreisbewegungen ohne tangentialen Übergang zu anderen Konturelementen wird der mathematische Drehsinn DR der Kreisbewegung eingegeben:

- Drehung im Uhrzeigersinn entspricht einem negativen Drehsinn: DR-
- Drehung gegen den Uhrzeigersinn entspricht einem positiven Drehsinn: DR+

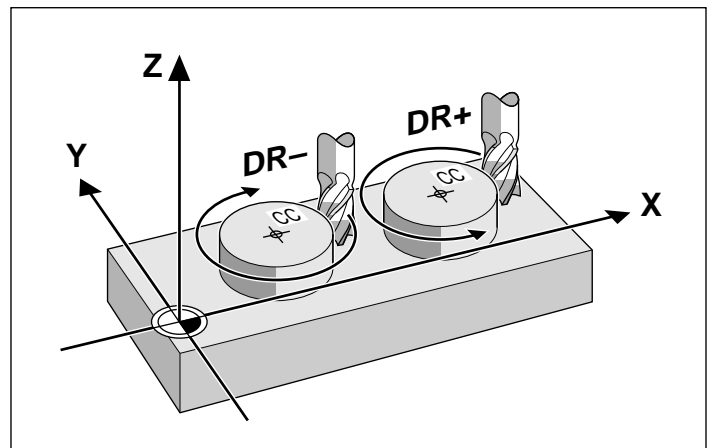


Abb. 5.24: Drehsinn für Kreisbewegungen

Radiuskorrektur bei Kreisbahnen

Die Radiuskorrektur darf nicht in einem Satz für eine Kreisbahn begonnen werden. Sie muß zuvor in einem Geraden-Satz (L-Satz) oder im Anfahr-Satz (APPR-Satz) aktiviert werden.

Kreise in den Hauptebenen

Mit den Kreisbahn-Funktionen werden Kreise in den Hauptebenen direkt programmiert. Die Hauptebene ist durch die Festlegung der Spindelachse beim Werkzeug-Aufruf (TOOL CALL) definiert.

Spindelachse	Hauptebene
Z	XY (UV, XV, UY)
Y	ZX (WU, ZU, WX)
X	YZ (VW, YW, VZ)

Abb. 5.25: Die Spindelachse legt die Hauptebenen für die Kreisbahnen fest



Kreise, die nicht parallel zu einer Hauptebene liegen, werden mit Q-Parametern programmiert (siehe Kapitel 7) oder mit der Funktion Bearbeitungsebene Schwenken (siehe S. 8-55).

Kreismittelpunkt CC

Der Kreismittelpunkt CC ist für Kreisbahnen festzulegen, die mit der C-Funktionstaste programmiert werden. Der Kreismittelpunkt wird auf folgende Art definiert:

- Direkte Eingabe der rechtwinkligen Kreismittelpunkts-Koordinaten oder
- Übernahme der zuletzt programmierten Position oder
- Ist-Positions-Übernahme

Die letztprogrammierte Position wird als CC übernommen, wenn ein leerer CC-Satz programmiert wird.

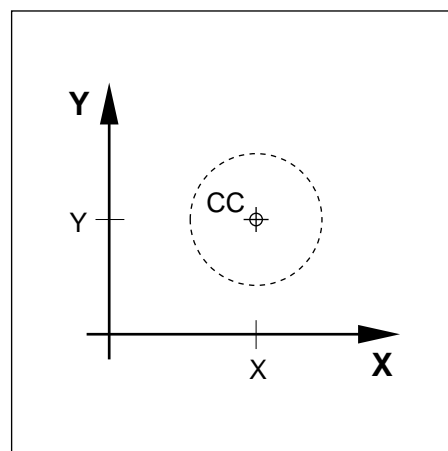


Abb. 5.26: Kreismittelpunkt CC

Gültigkeit der Kreismittelpunkts-Festlegung

Eine Kreismittelpunkts-Definition gilt solange, bis ein neuer Kreismittelpunkt festgelegt wird. Der Kreismittelpunkt kann auch für die Zusatzachsen U, V und W eingegeben werden.

CC relativ eingeben

Wird eine Kreismittelpunkts-Koordinate relativ eingegeben, so bezieht sie sich auf die zuletzt programmierte Werkzeug-Position.

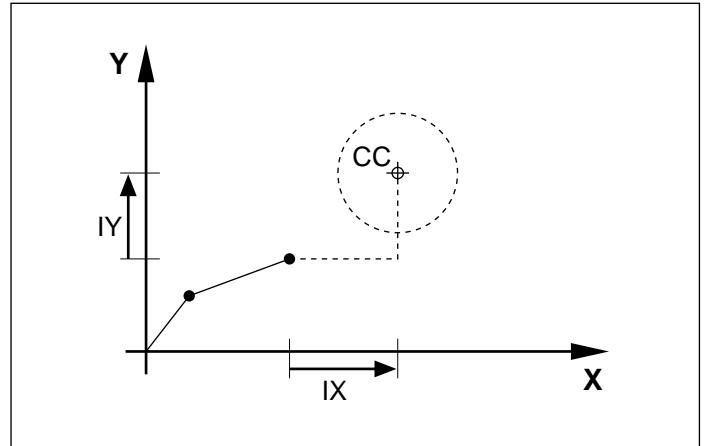


Abb. 5.27: Inkrementale Kreismittelpunkts-Koordinaten



- Der Kreismittelpunkt CC ist gleichzeitig der Pol für Polarkoordinaten.
- Mit CC wird eine Position als Kreismittelpunkt gekennzeichnet. Das Werkzeug verfährt also nicht auf diese Position.

Kreismittelpunkt (Pol) programmieren**KOORDINATEN?**

z.B. X z.B. 2 0 ENT	Koordinatenachse anwählen, z.B. X Koordinate des Kreismittelpunkts auf dieser Achse eingeben, z.B. X=20 mm
z.B. Y z.B. 1 0 -/+ ENT	Zweite Koordinatenachse anwählen, z.B. Y Koordinate des Kreismittelpunkts eingeben, z.B. Y=-10 mm

NC-Satz z.B. CC X+20 Y-10

Kreisbahn C um Kreismittelpunkt CC

Voraussetzungen

Der Kreismittelpunkt CC muß vorher im Programm definiert sein.
Das Werkzeug steht auf dem Kreis-Startpunkt(S) .

Eingabe

- Kreisbogen-Endpunkt
- Drehsinn DR

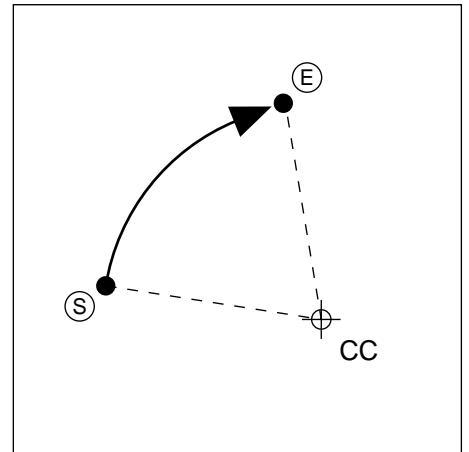


Abb. 5.28: Kreisbahn von S nach E um CC



Start- und Endpunkt der Kreisbewegung müssen auf der Kreisbahn liegen.
Eingabetoleranz: bis 0,016 mm (über MP 7431 wählbar)

- Für einen Vollkreis wird als Endpunkt im C-Satz der Startpunkt der Kreisbahn programmiert.

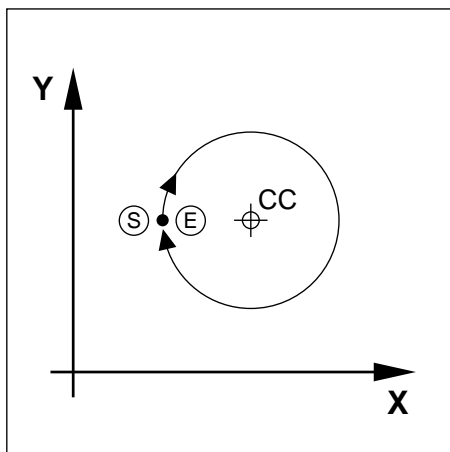


Abb. 5.29: Vollkreis um CC mit einem C-Satz

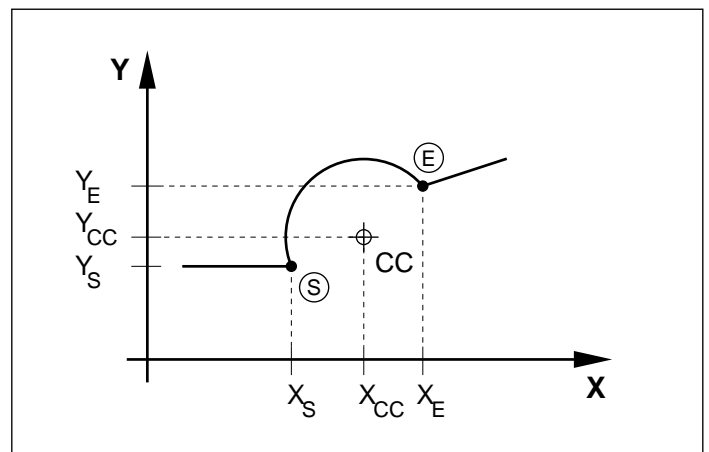


Abb. 5.30: Koordinaten einer Kreisbahn

Kreisbogen C um Kreismittelpunkt CC programmieren**KOORDINATEN?**z.B. **I** **X** **5**

Erste Koordinate des Kreisbogen-Endpunkts eingeben, z.B. IX=5 mm

z.B. **Y** **-/+** **5**Zweite Koordinate des Kreisbogen-Endpunktes eingeben,
z.B. Y=-5 mm

ENT

Koordinaten-Eingabe abschließen

DREHUNG IM UHRZEIGERSINN: DR-?1 x **-/+** oder 2 x **-/+**

Kreisbogen mit negativem (DR-) oder positivem Drehsinn (DR+) anwählen

ENT

Eingabe, falls nötig:

- Radiuskorrektur
- Vorschub
- Zusatz-Funktion

NC-Satz: z.B. C IX+5 Y-5 DR-

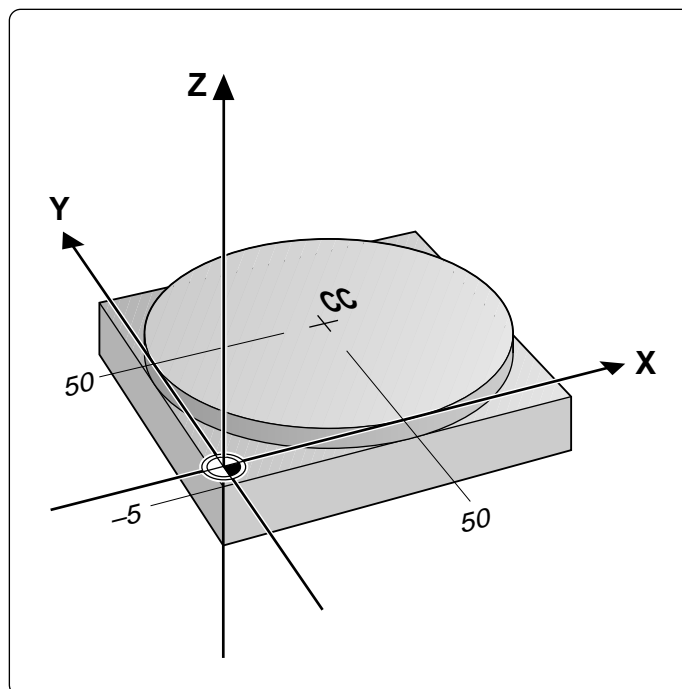
Übungsbeispiel: Vollkreis mit einem Satz fräsen

Kreismittelpunkt CC: X = 50 mm
Y = 50 mm

Beginn und Ende des
Kreisbogens C: X = 50 mm
Y = 0 mm

Frästiefe: Z_F = -5 mm

Werkzeug-Radius: R = 15 mm

**Bearbeitungsprogramm**

```

0 BEGIN KREIS MM ..... Programm-Beginn
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20 ..... Rohteil-Definition
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 6 L+0 R+15 ..... Werkzeug-Definition
4 TOOL CALL 6 Z S500 ..... Werkzeug-Aufruf
5 CC X+50 Y+50 ..... Koordinaten des Kreismittelpunkts CC
6 L Z+100 R0 F MAX M6 ..... Werkzeug einwechseln
7 APPR CT X+50 Y+0 Z-5 CCA90 R+20 RR F100 M3 ..... Kontur anfahren auf tangential anschließender Kreisbahn
8 C X+50 Y+0 DR+ ..... Kreisbogen C um Kreismittelpunkt CC fräsen; Koordinaten
des Endpunkts X = +50 mm und Y = 0; Drehsinn positiv
9 DEP CT CCA180 R+30 F100 ..... Kontur verlassen auf tangential anschließender Kreisbahn
10 L Z +100 F MAX M2 ..... Werkzeug freifahren und Programm beenden
11 END PGM KREIS MM

```

Kreisbahn CR mit festgelegtem Radius

Das Werkzeug verfährt auf einer Kreisbahn mit dem Radius R.

Eingaben

- Koordinaten des Kreisbogen-Endpunkts
- Radius R des Kreisbogens
- Drehsinn DR

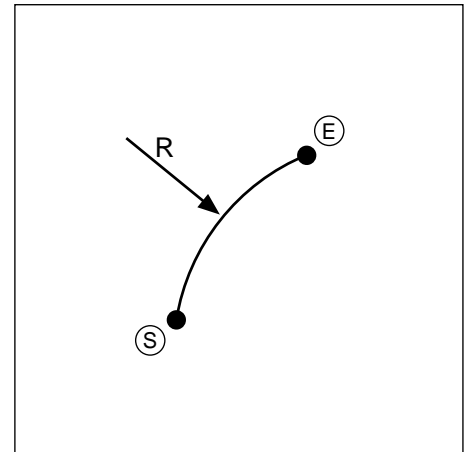


Abb. 5.31: Kreisbahn von S nach E mit Radius R



- Für einen Vollkreis müssen zwei CR-Sätze hintereinander programmiert werden.
- Der Abstand von Start- und Endpunkt des Kreisbogens darf nicht größer als der Kreisdurchmesser sein.
- Der maximale Radius beträgt 99,999 m.
- Die Eingabe von Winkelachsen (A, B, C) ist erlaubt.

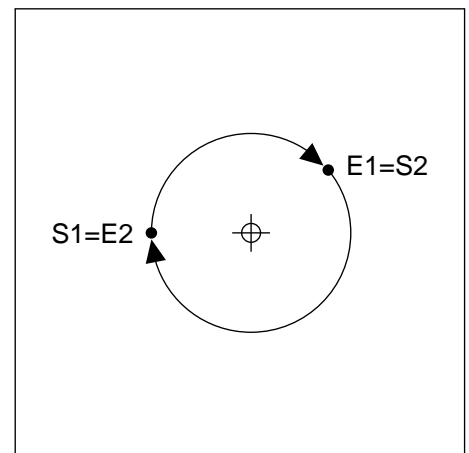


Abb. 5.32: Vollkreis mit zwei CR-Sätzen

Zentriwinkel CCA und Kreisbogen-Radius R

Startpunkt S und Endpunkt E auf der Kontur lassen sich durch vier verschiedene Kreisbögen mit gleichem Radius miteinander verbinden. Die Kreisbögen unterscheiden sich in Länge und Wölbung.

Größerer Kreisbogen: $CCA > 180^\circ$ (Kreisbogen ist länger als Halbkreis)

Eingabe: Radius R mit negativem Vorzeichen ($R < 0$).

Kleinerer Kreisbogen: $CCA < 180^\circ$ (Kreisbogen ist kürzer als Halbkreis)

Eingabe: Radius R mit positivem Vorzeichen ($R > 0$).

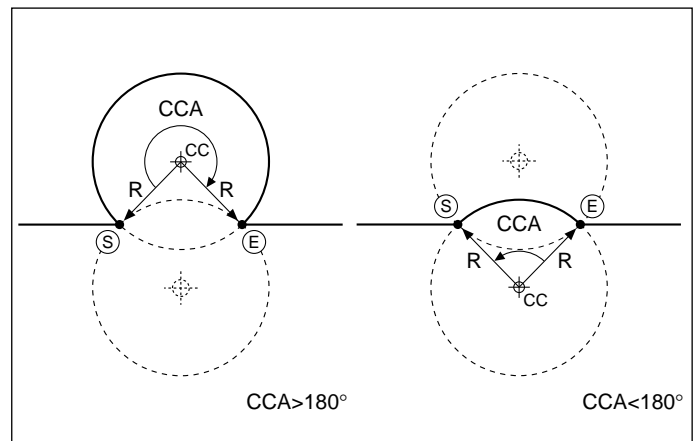


Abb. 5.33: Kreisbögen für Zentriwinkel CCA größer und kleiner 180°

Kontur-Wölbung und Drehsinn DR

Über den Drehsinn wird festgelegt, ob der Kreisbogen

- konvex (nach außen gewölbt) oder

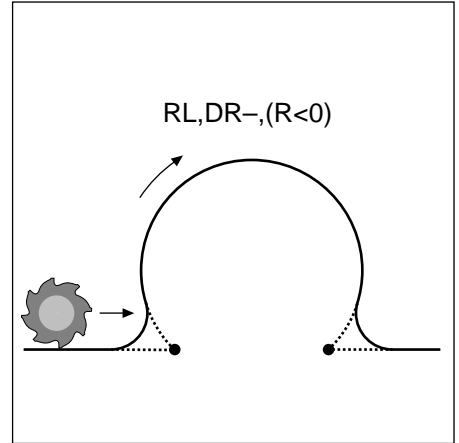


Abb. 5.34: Konvexe Wölbung einer Kreisbahn

- konkav (nach innen gewölbt) ausgeführt wird.

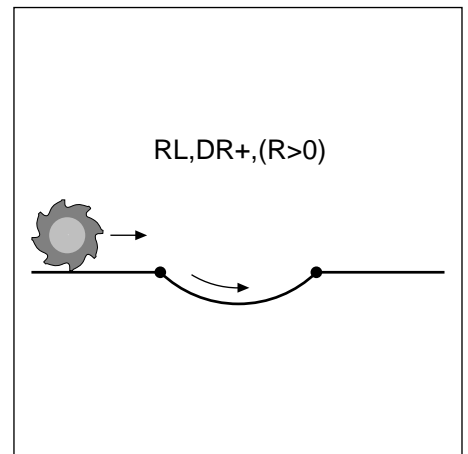


Abb. 5.35: Konkave Wölbung einer Kreisbahn

Kreisbogen mit festgelegtem Radius programmieren

	KOORDINATEN
z.B. X 1 0 Y 2 ENT	Koordinaten des Kreisbogen-Endpunkts eingeben, z.B. X=10 mm, Y=2 mm
KREISRADIUS (VORZEICHEN)?	
z.B. 5 -/+ ENT	Kreisbogen-Radius eingeben, z.B. R=5 mm und Größe des Kreisbogens mit dem Vorzeichen (z.B. -) festlegen
DREHUNG IM UHRZEIGERSINN:DR-?	
1x -/+ oder 2x -/+ ENT	Kreisbogen mit negativem (DR-) oder positivem Drehsinn (DR+) anwählen

Eingabe, falls nötig:

- Radiuskorrektur
- Vorschub
- Zusatz-Funktion

NC-Satz: z.B. CR X+10 Y+2 R-5 DR- RL

Übungsbeispiel: Halbkreis aus Werkstück fräsen.

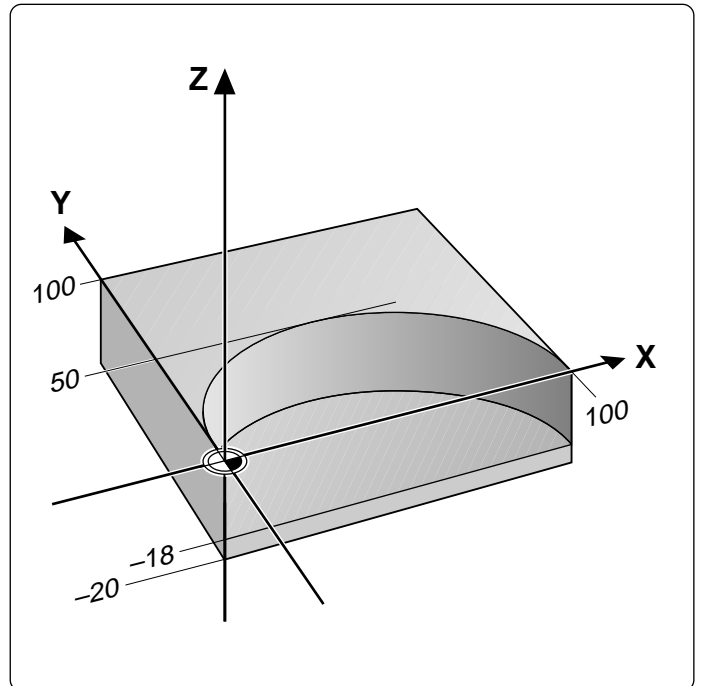
Halbkreis-Radius: $R = 50 \text{ mm}$

Koordinaten des
Kreisbogen-Anfangs: $X = 0$
 $Y = 0$

Koordinaten des
Kreisbogen-Endes: $X = 100 \text{ mm}$
 $Y = 0$

Werkzeug-Radius: $R = 25 \text{ mm}$

Frästiefe: $Z_F = -18 \text{ mm}$

**Bearbeitungsprogramm**

0	BEGIN PGM RADIUS MM	Programm-Beginn
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil definieren
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3	TOOL DEF 2 L+0 R+25	Werkzeug definieren
4	TOOL CALL 2 Z S2000	Werkzeug aufrufen
5	L Z+100 R0 F MAX M6	Werkzeug einwechseln und vorpositionieren
6	APPR LCT X+0 Y+0 Z-18 R30 RR F100 M3	Kontur anfahren auf Geradenstück und tangentialer Anschluß- kreisbahn
7	CR X+100 Y+0 R50 DR-	Kreisbogen CR zum Endpunkt $X = 100 \text{ mm}$, $Y = 0$ fräsen; Radius $R = 50 \text{ mm}$, negativer Drehsinn
8	DEP LCT X+70 Y-30 R20 F100	Kontur verlassen auf tangentialer Kreisbahn mit anschließendem Geradenstück
9	L Z+100 F MAX M2	
10	END PGM RADIUS MM	Werkzeug freifahren und Programm beenden

Kreisbahn CT mit tangentialem Anschluß

Das Werkzeug verfährt auf einem Kreisbogen, der tangential an das zuvor programmierte Konturelement anschließt.

Tangential ist ein Übergang, wenn am Schnitt der Konturelemente kein Knick- oder Eckpunkt entsteht, die Konturelemente also stetig ineinander übergehen.

Eingabe

Koordinaten des Kreisbogen-Endpunkts

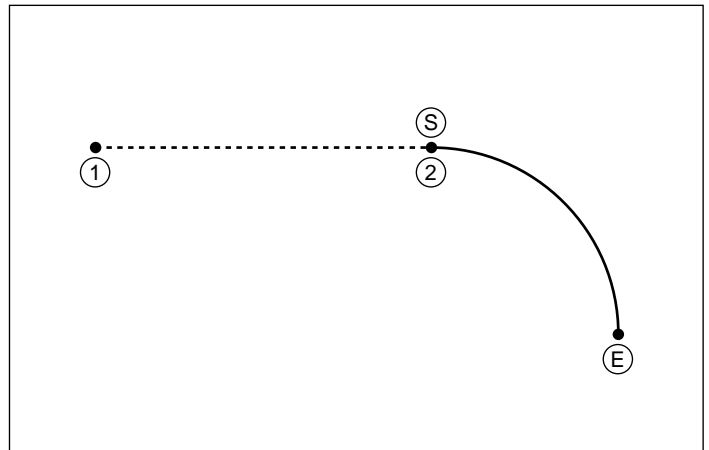


Abb. 5.36: Tangential an das Geradenstück ① - ② anschließende Kreisbahn S - E

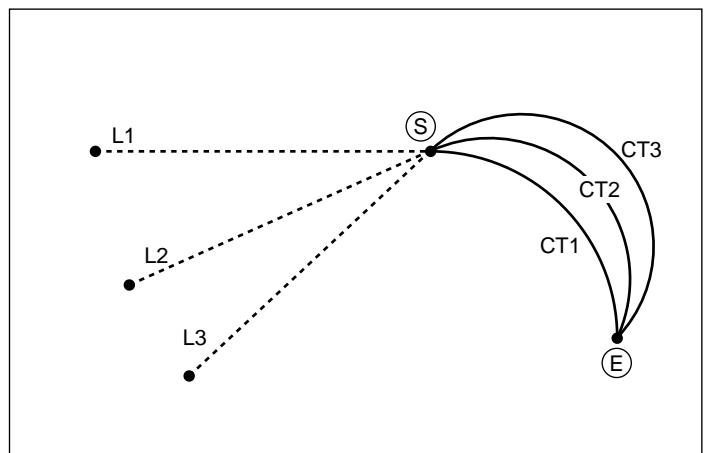


Abb. 5.37: Tangential anschließende Kreisbahnen hängen vom vorhergehenden Konturelement ab


Voraussetzungen

- Das Konturstück, an das der Kreisbogen mit CT tangential anschließen soll, wird direkt vor dem CT-Satz programmiert.
- Vor dem CT-Satz stehen im Programm mindestens zwei Positioniersätze, durch die das Konturstück definiert wird, an das der Kreisbogen anschließt.



Im CT-Satz und dem vorausgegangenen Positioniersatz sollten beide Koordinaten der Ebene stehen, in der ein Kreisbogen ausgeführt wird.

Kreisbahn CT mit tangentialem Anschluß programmieren

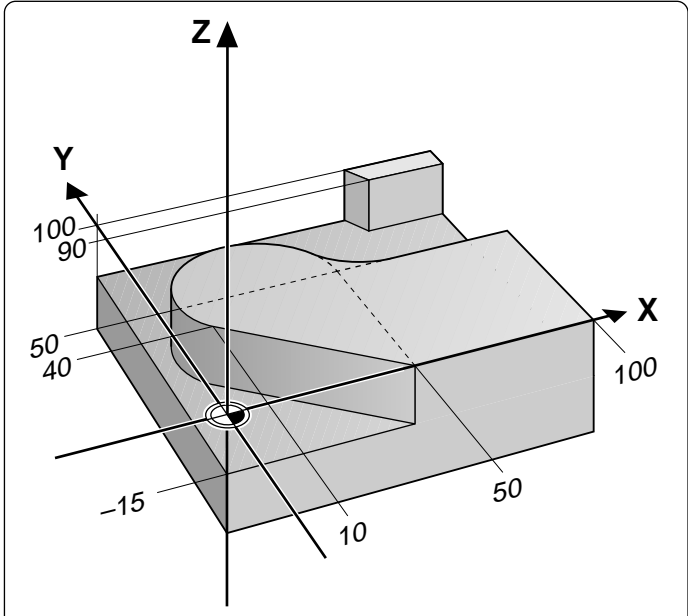
	KOORDINATEN
z.B. I X 5 0 I Y - + 1 0 ENT	Koordinaten des Kreisbogen-Endpunkts eingeben, z.B. IX = 50 mm, IY = -10 mm

Eingabe, falls nötig:

- Radius-Korrektur
- Vorschub
- Zusatz-Funktion

NC-Satz z.B. CT IX+50 IY-10 RR

Übungsbeispiel: Kreisbogen im Anschluß an Geradenstück fräsen

Koordinaten der Übergangsstelle Gerade-Kreisbogen: X = 10 mm Y = 40 mm Koordinaten des Kreisbogen-Endpunkts: X = 50 mm Y = 50 mm Frästiefe: Z _F = -15 mm Werkzeug-Radius: R = 20 mm	
---	---

Bearbeitungsprogramm

0	BEGIN PGM TANGENTE MM	Programm-Beginn
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3	TOOL DEF 2 L+0 R+20	Werkzeug definieren
4	TOOL CALL 2 Z S 1000	Werkzeug aufrufen
5	L Z+100 R0 F MAX M6	Werkzeug einwechseln
6	APPR LN X+50 Y+0 Z-15 LEN+20 RL F100 M3	Kontur anfahren auf Geraden senkrecht zum ersten Kontur-element
7	L X+10 Y+40	Geradenstück, an das der Kreisbogen tangential anschließt
8	CT X+50 Y+50	Kreisbogen zum Endpunkt mit der Koordinaten X = 50 mm und Y = 50 mm; schließt tangential an Gerade aus Satz 7 an
9	L X+100	Kontur fertigstellen
10	DEP LCT X+130 Y+70 Z+100 R20 F2000 M2 ...	Kontur verlassen auf tangentialer Kreisbahn mit anschließendem Geradenstück; Werkzeugachse freifahren und Programm beenden
11	END PGM TANGENTE MM	

Ecken-Runden RND

Das Werkzeug verfährt auf einer Kreisbahn, die sowohl an das vorhergegangene als auch an das nachfolgende Konturelement tangential anschließt.

Mit der Funktion RND werden Konturecken abgerundet.

Eingabe

- Radius des Kreisbogens
- Vorschub für RND

Voraussetzung

Der Rundungskreis muß mit dem aktuellen Werkzeug ausführbar sein.

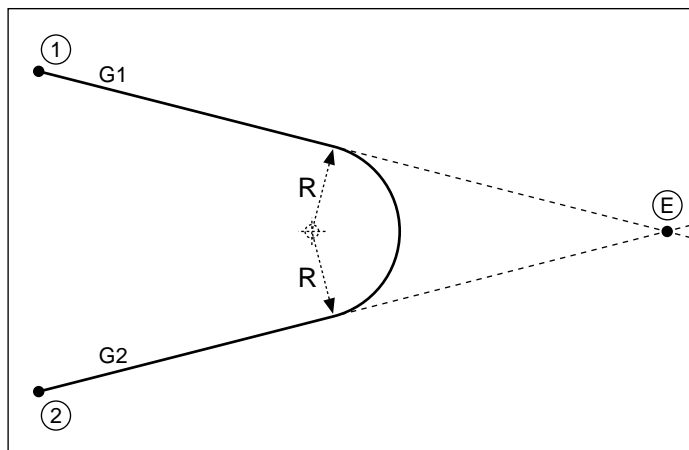


Abb. 5.38: Rundungs-Radius R zwischen G1 und G2



- Im vorhergegangenen und nachfolgenden Positioniersatz sollten beide Koordinaten der Ebene stehen, in der der Kreisbogen ausgeführt wird.
- Der Eckpunkt \textcircled{E} wird nicht angefahren.
- Ein im RND-Satz programmierter Vorschub ist nur im RND-Satz wirksam. Nach dem RND-Satz ist wieder der vor dem Satz programmierte Vorschub gültig.
- Ein RND-Satz läßt sich auch zum weichen Anfahren an die Kontur programmieren, wenn die APPR-Funktionen nicht eingesetzt werden sollen.

Kreisbahn tangential zwischen zwei Konturelementen programmieren



RUNDUNGS-RADIUS R?	
z.B. 1 0 ENT	Rundungs-Radius eingeben, z.B. R=10 mm
VORSCHUB? F =	
z.B. 1 0 0 ENT	Vorschub für Rundungs-Radius eingeben, z.B. F=100 mm/min

NC-Satz: z.B. RND R 10 F 100

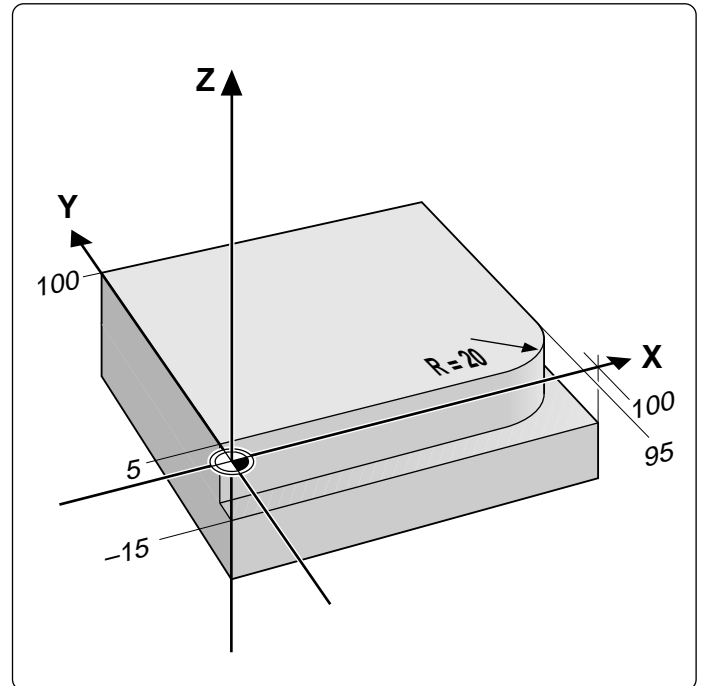
Übungsbeispiel: Ecke runden

Koordinaten des
Eckpunkts: X = 95 mm
 Y = 5 mm

Rundungs-Radius: R = 20 mm

Frästiefe: Z_F = -15 mm

Werkzeug-Radius: R = 10 mm

**Bearbeitungsprogramm**

```

0 BEGIN PGM RUNDEN MM ..... Programm-Beginn
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20 ..... Rohteil
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+10 ..... Werkzeug definieren
4 TOOL CALL 1 Z S1500 ..... Werkzeug aufrufen
5 L Z+100 R0 F MAX M6 ..... Werkzeug einwechseln
6 APPR LN X+0 Y+5 Z-15 LEN+20 RR F100 M3 . Kontur anfahren auf Geraden senkrecht zum ersten Kontur-
   element
7 L X+95 ..... Erste Gerade für Ecke programmieren
8 RND R20 ..... Anstelle einer Ecke wird ein Übergangs-Kreis mit Radius
   R = 20 mm zwischen den Konturelementen eingefügt
9 L Y+100 ..... Zweite Gerade für Ecke programmieren
10 DEP LT LEN20 F100 ..... Kontur verlassen auf Geraden mit tangentialem Anschluß
11 L Z+100 F MAX M2
12 END PGM RUNDEN MM

```

5.5 Bahnbewegungen – Polarkoordinaten

Polarkoordinaten werden vorteilhaft eingesetzt bei:

- Positionen auf Kreisbögen
- Werkstück-Zeichnungen mit Winkelangaben

Die Polarkoordinaten werden ausführlich im Abschnitt „Grundlagen“ erklärt.

Polarkoordinaten-Angaben sind mit einem P gekennzeichnet.

Polarkoordinaten-Ursprung: Pol CC

Der Pol wird an einer beliebigen Stelle im Programm definiert, bevor Positionen durch Polarkoordinaten angegeben werden. Der Pol wird mit einem CC-Satz wie ein Kreismittelpunkt durch seine Koordinaten im rechtwinkligen Koordinatensystem festgelegt.

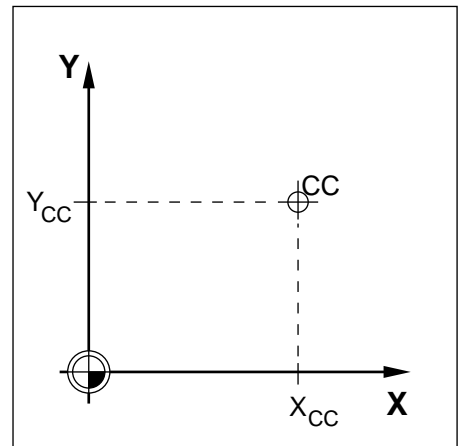


Abb. 5.39: Der Pol ist identisch mit CC

Gerade LP

- Für PA können Werte von -360° bis $+360^\circ$ eingegeben werden.
- Das Vorzeichen von PA ist durch die Winkelbezugsachse festgelegt:
Winkel von der Winkelbezugsachse zu PR
im Gegen-Uhrzeigersinn: $PA > 0$
Winkel von der Winkelbezugsachse zu PR
im Uhrzeigersinn: $PA < 0$

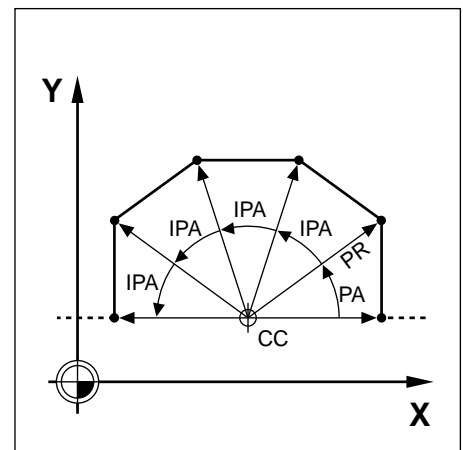
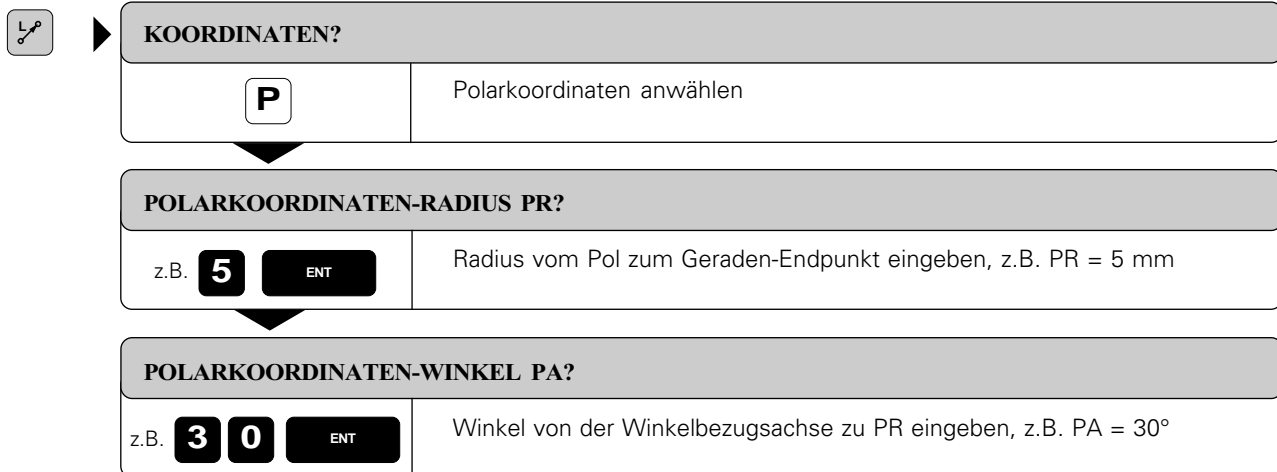


Abb. 5.40: Konturzug aus Geraden mit Polarkoordinaten



Eingabe, falls nötig:

Radiuskorrektur R

Vorschub F

Zusatz-Funktion M

NC-Satz z.B.: LP PR+5 PA+30

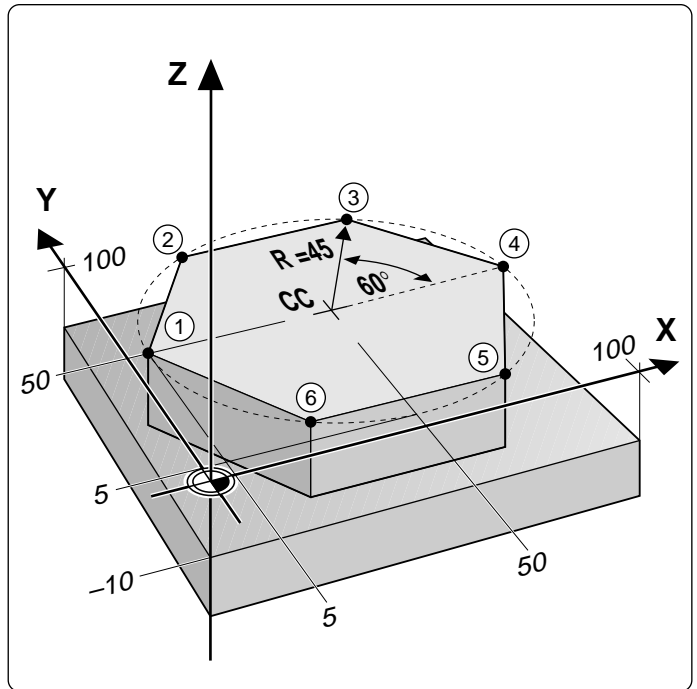
Übungsbeispiel: Sechseck fräsen

Eckpunkt-Koordinaten:

①	PA = 180°	PR = 45 mm
②	PA = 120°	PR = 45 mm
③	PA = 60°	PR = 45 mm
④	PA = 0°	PR = 45 mm
⑤	PA = 300°	PR = 45 mm
⑥	PA = 240°	PR = 45 mm

Frästiefe: $Z_f = -10$ mm

Werkzeug-Radius: $R = 5$ mm



Bearbeitungsprogramm

```

0 BEGIN PGM SECHSECK MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+5
4 TOOL CALL 1 Z S1000
5 CC X+50 Y+50
6 L Z+100 X-20 Y+50 R0 F MAX M6
7 L Z-10 F MAX
8 APPR PCT PR+45 PA+180 CCA180 R+20 RL F100 M3
    
```

} Allgemeine Angaben und erster Konturpunkt (Eckpunkt ①)

```

9 LP PA+120
10 LP PA+60
11 LP PA+0
12 LP PA-60
13 LP PA-120
14 LP PA-180
    
```

} Eckpunkte ② bis ⑥ und Abschluß der Bearbeitung wieder bei ①; Programmierung absolut und inkremental

```

15 DEP CT CCA135 R+20 F100 ..... Kontur verlassen auf tangential anschließender Kreisbahn
    
```

```

16 L Z+100 F MAX M2
17 END PGM SECHSECK MM
    
```

Kreisbahn CP um Pol CC

Der Polarkoordinaten-Radius ist gleichzeitig Radius des Kreisbogens und durch den Abstand des Startpunkts (S) vom POL CC festgelegt.

Eingabe

- Polarkoordinaten-Winkel PA für Kreisbogen-Endpunkt
- Drehsinn DR



- Bei Inkremental-Werten gleiches Vorzeichen für DR und PA eingeben.
- Für PA können Werte von -5400° bis $+5400^\circ$ eingegeben werden.

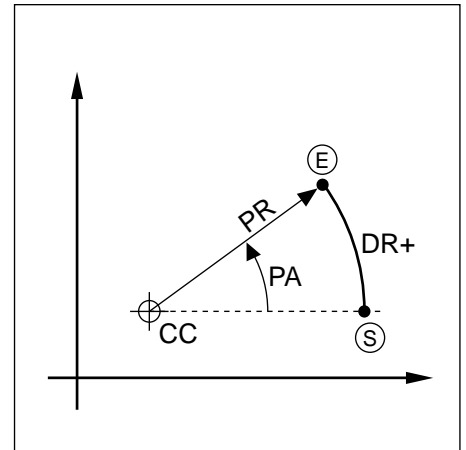


Abb. 5.41: Kreisbahn um einen Pol



KOORDINATEN?

P

Polarkoordinaten anwählen

POLARKOORDINATEN-WINKEL PA?

z.B. **1** **0** **ENT**

Winkel für Kreisbogen-Endpunkt eingeben, z.B. PA = 10°

DREHUNG IM UHRZEIGERSINN: DR-?

-/+ **ENT**

Drehsinn für die Werkzeugbewegung festlegen, z.B. – für Drehung im Uhrzeigersinn

Eingabe, falls nötig:

Radiuskorrektur R
Vorschub F
Zusatz-Funktion M

NC-Satz z.B.: CP PA+10 DR-

Übungsbeispiel: Vollkreis fräsen

Kreismittelpunkts-
Koordinaten:

X = 50 mm

Y = 50 mm

Radius:

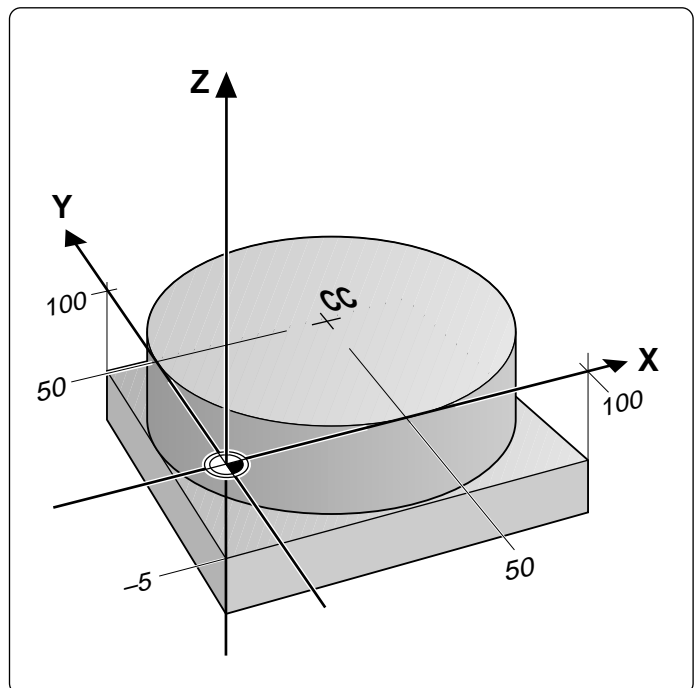
R = 50 mm

Frästiefe:

Z_F = - 5 mm

Werkzeug-Radius:

R = 15 mm

**Bearbeitungsprogramm**

```

0 BEGIN PGM KREISPK MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+15
4 TOOL CALL 1 Z S1000
5 CC X+50 Y+50
6 L Z+100 R0 F MAX M6
7 APPR CT X+50 Y+0 CCA+60 R+5 RL F100 M3
8 CP PA+270 DR- ..... Kreis zum Endpunkt PA = 270°, negativer Drehsinn
9 DEP CT CCA180 R+20 F100
10 L Z+100 F MAX M2
11 END PGM KREISPK MM

```

} Allgemeine Angaben und erster Konturpunkt

} Werkzeug freifahren und Programm beenden

Kreisbahn CTP mit tangentialem Anschluß

Das Werkzeug verfährt auf einer Kreisbahn, die tangential (bei ②) an ein vorhergegangenes Konturelement anschließt (① bis ②).

Eingabe:

- Polarkoordinaten-Winkel PA des Kreisbogen-Endpunkts (E)
- Polarkoordinaten-Radius PR des Kreisbogen-Endpunkts (E)

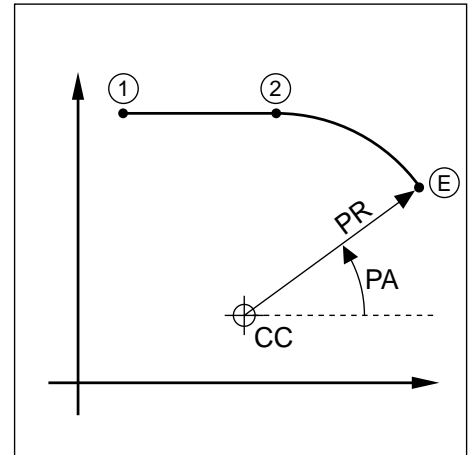


Abb. 5.42: Kreisbahn um einen Pol mit tangentialem Anschluß



- Die Übergangspunkte müssen genau bestimmt sein.
- Der POL ist nicht der Mittelpunkt des Konturkreises.



KOORDINATEN ?

P

Polarkoordinaten anwählen

POLARKOORDINATEN-RADIUS PR?

1

0

ENT

Abstand des Kreisbogen-Endpunkts zum Pol eingeben, z.B. PR=10 mm

POLARKOORDINATEN-WINKEL PA ?

8

0

ENT

Winkel von Winkelbezugsachse zu PR eingeben, z.B. PA = 80°

Eingabe, falls nötig:

Radiuskorrektur R
Vorschub F
Zusatzfunktion M

NC-Satz: z.B. CTP PR +10 PA +80

Schraubenlinie (Helix)

Wenn das Werkzeug auf einer Schraubenlinie verfährt, wird einer Kreisbahn in einer Hauptebene eine Gerade senkrecht zu dieser Ebene überlagert.

Die Schraubenlinie wird nur in Polarkoordinaten programmiert.

Einsatzbereich

Auf Schraubenlinien werden Formfräser verfahren für:

- Innen- und Außengewinde mit größeren Durchmessern
- Schmiernuten

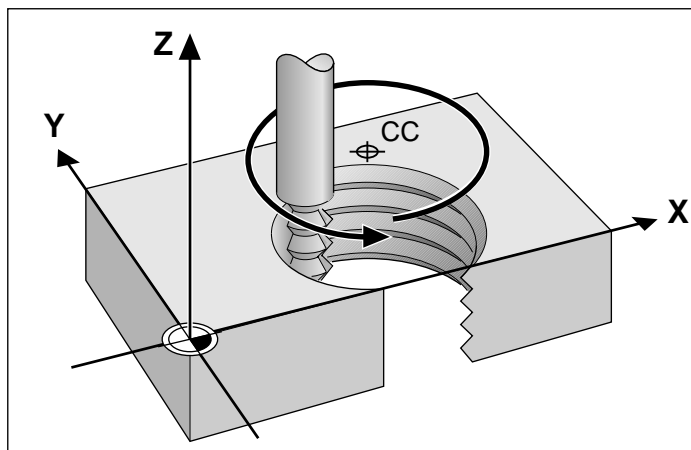


Abb. 5.43: Schraubenlinie: Überlagerung von Kreisbahn und Gerade

Eingabe

- Inkrementaler Gesamtwinkel, den das Werkzeug auf der Schraubenlinie verfährt
- Gesamthöhe der Schraubenlinie

Eingabewinkel



Geben Sie das Vorzeichen der Drehrichtung und des inkrementalen Eingabewinkels gleich ein. Ansonsten fährt die TNC ggf. eine falsche Bahn.

Den inkrementalen Polarkoordinaten-Winkel IPA bestimmt man wie folgt:

$$IPA = n \cdot 360^\circ.$$

n = Anzahl der Umläufe des Werkzeugs auf der Schraubenlinie

Für IPA kann ein Wert von -5400° bis $+5400^\circ$ (entspricht $n = 15$) eingegeben werden. Wenn Ihr Gewinde mehr als 15 Gänge hat, dann verwenden Sie die Schraubenlinien-Interpolation in Verbindung mit Programmteil-Wiederholungen (siehe S.5-40).

Eingabehöhe

Die Höhe H der Schraubenlinie wird bezogen auf die Werkzeugachse eingegeben. Die Höhe wird folgendermaßen bestimmt:

$$H = n \times P,$$

n = Anzahl der Gewindgänge

P = Steigung

Radiuskorrektur

Die Radiuskorrektur für die Schraubenlinie wird gemäß nebenstehender Tabelle eingegeben.

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

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

Abb. 5.44: Die Form der Schraubenlinie bestimmt Drehsinn und Radiuskorrektur

Schraubenlinie programmieren

KOORDINATEN ?	
P	Polarkoordinaten anwählen
POLARKOORDINATEN-WINKEL PA ?	
I	PA wird inkremental eingegeben
z.B. 1 0 8 0	Gesamtwinkel eingeben, den das Werkzeug auf der Schraubenlinie verfährt, z.B. PA = 1080°
z.B. Z	Werkzeugachse eingeben, z.B. Z
KOORDINATEN ?	
falls nötig I	Höheneingabe als inkremental kennzeichnen
z.B. 5	Höhe der Schraubenlinie eingeben, z.B. H = Z = 5 mm
ENT	Koordinateneingabe abschließen
DREHUNG IM UHRZEIGERSINN: DR-?	
1 x -/+ oder 2 x -/+	Schraubenlinie im Uhrzeigersinn: DR- oder im Gegen-Uhrzeigersinn: DR+
ENT	
RADIUSKORR.: RL/RR/KEINE KORR.?	
R^L oder R^R	Radiuskorrektur gemäß Tabelle eingeben

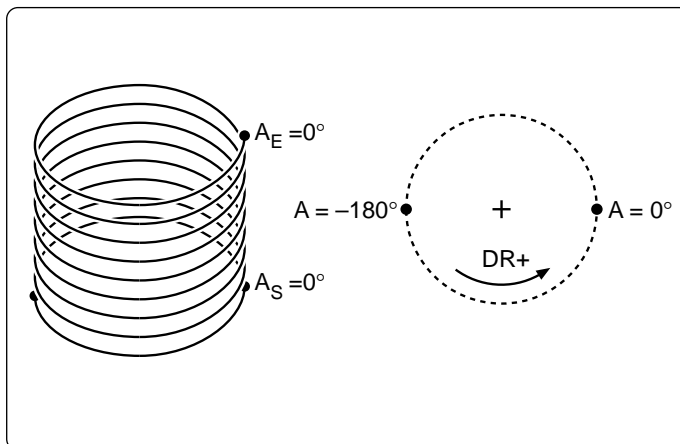
Eingabe, falls nötig:

Vorschub F
Zusatzfunktion M

NC-Satz z.B.: CP IPA+1080 IZ+5 DR+RL

Übungsbeispiel: Gewindefräsen**Vorgaben**

Gewinde:
 Rechtsgängiges Innengewinde M64 x 1,5
 Steigung P: 1,5 mm
 Anfangswinkel A_S : 0°
 Endwinkel A_E : $360^\circ = 0^\circ$ bei $Z_E = 0$
 Anzahl Gänge n_S : 8
 Gangüberlauf
 • am Gewindeanfang n_S : 0,5
 • am Gewindeende n_E : 0,5
 Anzahl Schnitte: 1

**Bestimmung der Eingabewerte**

- Gesamthöhe H: $H = P \cdot n$
 $P = 1,5 \text{ mm}$
 $n = n_G + n_S + n_E = 9$
 $H = 13,5 \text{ mm}$
- Inkrementaler Polarkoordinaten-Winkel IPA: $IPA = n \cdot 360^\circ$
 $n = 9$ (siehe Gesamthöhe H)
 $IPA = 360^\circ \cdot 9 = 3240^\circ$
- Anfangswinkel A_S mit Gangüberlauf n_S : $n_S = 0,5$
 Der Anfangswinkel der Schraubenlinie wird um 180° vorverlegt ($n=1$ entspricht 360°). Das bedeutet bei positivem Drehsinn A_S mit $n_S = A_S - 180^\circ = -180^\circ$
- Anfangskoordinate: $Z = P \cdot (n_G + n_S)$
 $= -1,5 \cdot 8,5 \text{ mm}$
 $= -12,75 \text{ mm}$
 Da das Gewinde von unten nach $Z_E = 0$ gefräst wird, ist Z_S negativ.

Bearbeitungs-Programm

```

0 BEGIN PGM GEWINDE MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+5
4 TOOL CALL 1 Z S 1500
5 L Z+100 R0 F MAX M6
6 L X+50 Y+50 F MAX
7 CC
8 L Z-12,75 R0 F MAX M3
9 APPR PCT PR+32 PA-180 CCA180 R+20 RL F100
10 CP IPA +3240 IZ+13,5 DR+ F200
11 DEP CT CCA180 R+10
12 L Z+100 FMAX M2
13 END PGM GEWINDE MM
  
```

Bearbeitungs-Programm, wenn Sie mehr als 15 Gänge fertigen müssen (siehe auch Kapitel 6)

```

•
•
8 L Z-12,75 R0 F MAX M3
9 APPR PCT PR+32 PA-180 CCA180 R+20 RL F100
10 LBL 1 .....Anfang für Programmteil-Wiederholung kennzeichnen
11 CP IPA +360 IZ+1,5 DR+ F200 .....Steigung direkt eingeben als IZ-Wert
12 CALL LBL 1 REP 24 .....Anzahl der Wiederholungen (Gänge) programmieren
13 DEP CT CCA180 R+10
•
•
  
```

5.6 Bahnbewegungen – Freie Konturprogrammierung FK

Werkstück-Zeichnungen enthalten oft Koordinaten-Angaben, die nicht über eine graue Bahnfunktions-Taste eingegeben werden können. Solche Angaben werden an der TNC mit der Freien Konturprogrammierung FK direkt programmiert.

Bei der FK-Programmierung kann ein Konturelement definiert sein über

- Hilfspunkte auf dem Konturelement
- Hilfspunkte in der Nähe
- einen Relativbezug zu einem anderen Konturelement
- Richtungsangaben
- Angaben zum Konturverlauf

Für die FK-Programmierung stehen Softkeys zur Verfügung.

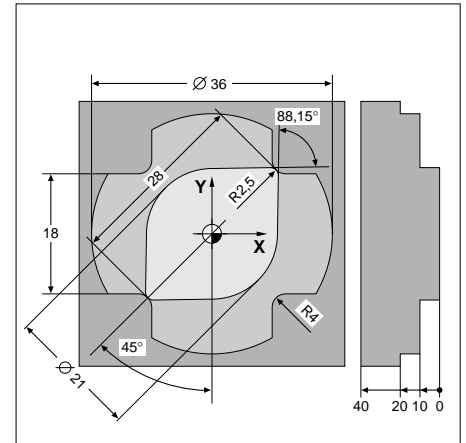


Abb. 5.45: Diese Maßangaben sind mit FK programmierbar

Konturelemente mit FK programmieren

FK-Konturelemente lassen sich in der Bearbeitungsebene programmieren, die senkrecht zu der Spindelachse liegt, die in der ersten BLK FORM eines Programms angegeben ist.

Für jedes Konturelement werden alle verfügbaren Daten eingegeben. Auch Angaben, die sich nicht ändern, sind in jedem Satz zu programmieren! Nicht programmierte Daten gelten als nicht bekannt.

Enthält ein Satz alle bekannten Angaben zum Konturelement, wird er mit END abgeschlossen.

Werden in einem Programm FK-Eingaben und konventionelle Eingaben gemischt, muß jeder FK-Abschnitt eindeutig bestimmt sein, bevor wieder konventionell programmiert wird.

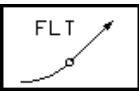


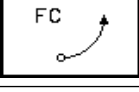
Vorpositionieren

Das Werkzeug wird konventionell mit einer grauen Bahnfunktions-Taste vorpositioniert. Die Vorposition sollte nah an einem Konturelement liegen, von dem viele Angaben bekannt sind.

Falls die Koordinaten des ersten Konturpunkts bekannt sind, läßt er sich mit der Anfah-Funktion anfahren.

FK-Programmierung eröffnen

Konturelemente werden über folgende Softkeys frei programmiert:

Konturelement	Softkey
Gerade mit tangentialem Anschluß FLT	
Gerade ohne tangentialen Anschluß FL	
Kreisbogen mit tangentialem Anschluß FCT	
Kreisbogen ohne tangentialen Anschluß FC	

Mit FPOL wird der Pol für FK-programmierte Polarkoordinaten gesetzt.

FPOL wird durch rechtwinklige Koordinaten festgelegt und bleibt wirksam, bis er neu definiert wird.

Pol für FK-Programmierung von Polarkoordinaten FPOL	
---	--

Programmier-Grafik bei der FK-Programmierung

Die Programmier-Grafik läuft bei der FK-Programmierung interaktiv ab:
Die TNC zeigt grafische Lösungen für die eingegebenen Daten an und der Anwender wählt das Konturelement aus, das der Werkstück-Zeichnung entspricht.

Die Konturelemente werden farbig dargestellt, die Farben haben folgende Bedeutung:

- weiß: Das Konturelement ist eindeutig bestimmt.
- grün: Die eingegebenen Daten lassen mehrere Lösungen zu.
- rot: Die eingegebenen Daten reichen für die Berechnung des Konturelements bzw. der Kontur noch nicht aus.

Auf der vorderen inneren Umschlagseite ist eine farbige Programmier-Grafik abgebildet.

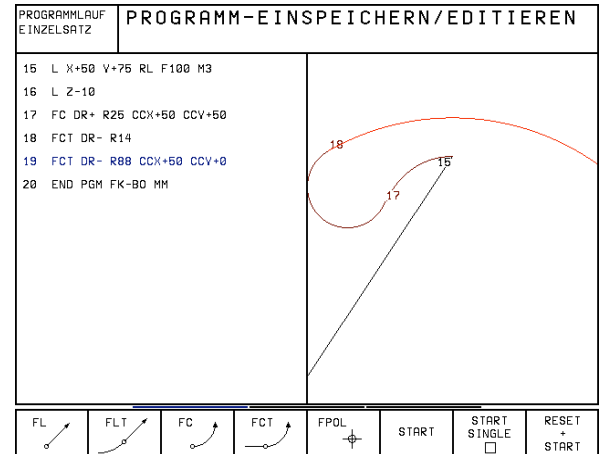


Abb. 5.46: Programmier-Grafik bei der FK-Programmierung



- Der Maschinen-Hersteller kann für die interaktive Programmier-Grafik andere Farben festlegen.
- NC-Sätze aus einem Programm, das mit PGM CALL (siehe S. 6-8) aufgerufen wird, werden mit einer weiteren Farbe dargestellt (über Maschinen-Parameter wählbar).

Wenn die eingegebenen Daten auf mehrere Lösungen führen, erscheint folgende Softkeyleiste:

SHOW	FSELECT					START SINGLE <input type="checkbox"/>	EDIT
------	---------	--	--	--	--	---	------

SHOW	Lösungen anzeigen, auf die die eingegebenen Daten zutreffen
------	---

FSELECT	Lösung auswählen, die der Zeichnung entspricht
---------	--

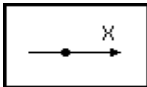
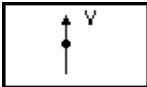
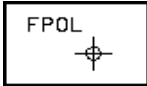


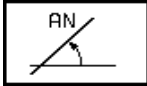



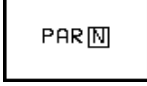


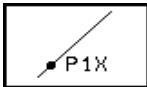
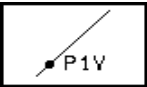




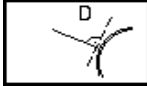
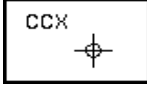
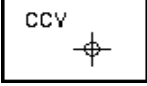
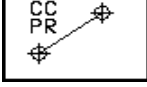
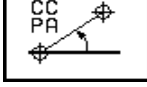
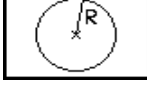
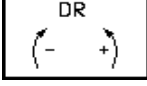

Mit den Funktionen SHOW und FSELECT wird ein bestimmtes grünes Konturelement ausgewählt.
Dieses erscheint dann weiß in der Programmier-Grafik.

Grüne Konturelemente (mehrdeutige Lösungen) sollten so früh wie möglich mit FSELECT festgelegt werden, um die Mehrdeutigkeit für weitere Elemente zu reduzieren.

Soll noch keine Auswahl getroffen werden, so wird der Softkey EDIT gedrückt:

EDIT	Daten für weitere Kontur-Elemente eingeben
------	--

Kurzübersicht über FK-Funktionen

Bekannte Angabe	Softkey	
Rechtwinklige Koordinate des Geraden- oder Kreisbahn-Endpunkts		
Polarkoordinate des Geraden- oder Kreisbahn-Endpunkts	FPOL 	mit PR 
		mit PA 
Anstiegswinkel der Geraden bzw. der Eintrittstangente in die Kreisbahn	AN 	
Länge der Geraden bzw. des Kreisbahn-Abschnitts	LEN 	
Paralleler Verlauf einer Geraden zu einer anderen Geraden bzw. zur Eintrittstangente einer Kreisbahn/Abstand der parallelen Konturelemente voneinander	PAR [N] 	DP 
Beginn oder Ende einer geschlossenen Kontur	CLSD 	
Rechtwinklige Koordinaten von Hilfspunkten auf oder in Richtung der Geraden	P1X 	P1Y 
		usw.
Rechtwinklige Koordinaten von Hilfspunkten auf der Kreisbahn	P1X 	P1Y 
		usw.
Rechtwinklige Koordinaten eines Hilfspunkts im Abstand D vom Konturelement	PDX 	PDV 
		D 
Rechtwinklige Koordinaten des Kreismittelpunkts	CCX 	CCY 
Polarkoordinaten des Kreismittelpunkts	CC PR 	CC PA 
Radius der Kreisbahn Drehsinn der Kreisbahn	R 	DR 
Bezugswinkel für Kreisbahn-Ende	CCA 	

Inkremental-Werte

Inkrementale Eingaben werden, wie bei der konventionellen Programmierung, mit einem „I“ gekennzeichnet.

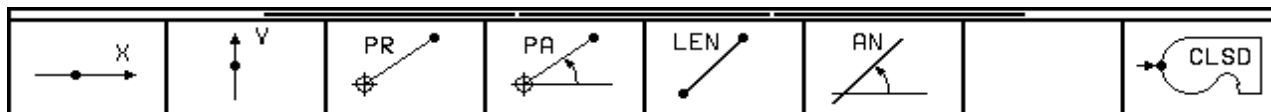
Angaben, die sich auf ein anderes Konturelement beziehen

Angaben mit Bezug auf ein anderes Konturelement werden als Inkremental-Werte programmiert. Zusätzlich wird über den entsprechenden Softkey die Nummer des Satzes eingegeben, auf den sich die Angabe bezieht. Die Softkeys für solche Angaben sind mit dem ersten Buchstaben R bezeichnet (**R** für **R**elativ).

Angabe mit Relativbezug	Zusatz	Softkey für Bezugssatz N	
Rechtwinklige Koordinaten X, Y	I	RX [N]	RY [N]
Polar-Koordinaten PR, PA	I	RPR [N]	RPA [N]
Anstiegswinkel AN	I	RAN [N]	
Kreismittelpunkt CC, rechtwinklige Koordinaten für CC	I	RCCX [N]	RCCY [N]
Kreismittelpunkt CC, Polar-Koordinaten für CC	I	RCCPR [N]	RCCPA [N]

Geraden frei programmieren

Direkte Angaben zur Geraden oder zum Geraden-Endpunkt

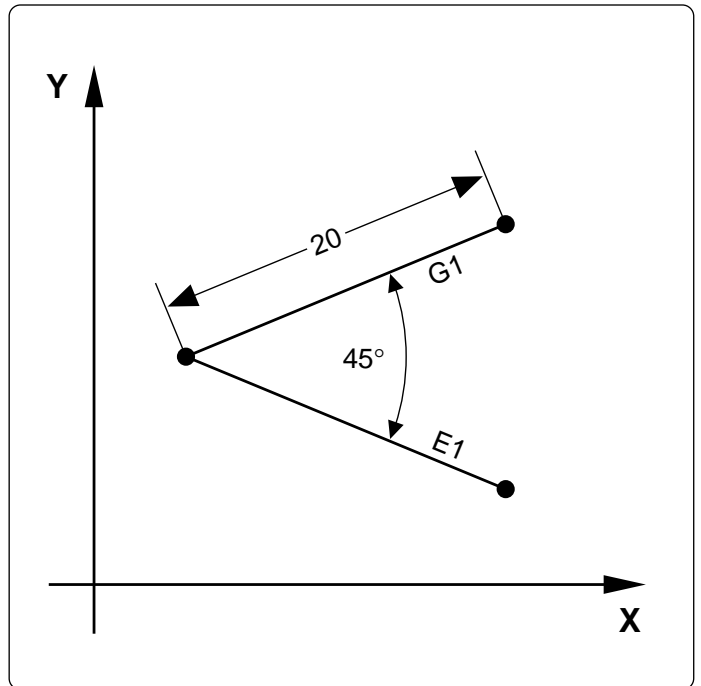


Bekannte Angabe	Dialog	Softkey
X-Koordinate	X-KOORDINATE?	
Y-Koordinate	Y-KOORDINATE?	
Polarkoordinaten-Radius	POLARKOORDINATEN-RADIUS?	
Polarkoordinaten-Winkel	POLARKOORDINATEN-WINKEL?	
Länge der Geraden	KANTENLAENGE?	
Anstiegswinkel der Geraden	ANSTIEGSWINKEL?	
Beginn/Ende einer geschlossenen Kontur	GESCHL. KONTUR: BEGINN/ENDE = +/-	

Übungsbeispiel: Winkel zwischen zwei Geraden, Länge

Bekannte Angabe für Gerade G1:

G1 schließt mit dem vorhergehenden
Konturelement E1 den Winkel $I\Delta N=45^\circ$ ein
und ist $LEN=20$ mm lang

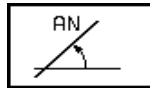


Dialogeröffnung:



Gerade ohne tangentialen Anschluß

Winkel eingeben:



ANSTIEGSWINKEL?

I 4 5

Winkel inkremental eingeben, $I\Delta N=45^\circ$

Geradenlänge eingeben:



KANTENLAENGE?

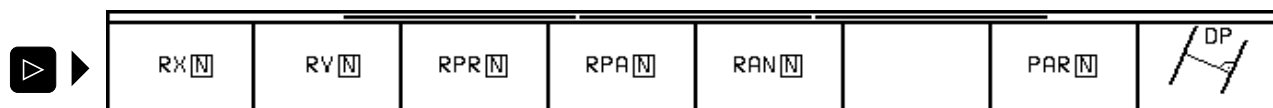
2 0

Länge eingeben, $LEN=20$ mm

Satz abschließen:



NC-Satz: *FL IAN+45 LEN 20*

Angaben, die sich auf ein anderes Konturelement oder eine Konturposition beziehen

Bekannte Angabe	Dialog	Softkey
X-Koordinate bezogen auf Endpunkt von Satz N	IX-BEZUG: ENDPUNKT VON SATZ?	
Y-Koordinate bezogen auf Endpunkt von Satz N	IY-BEZUG: ENDPUNKT VON SATZ?	
Polarkoordinaten-Radius-Änderung gegenüber Satz N	IPR-BEZUG = SATZ?	
Polarkoordinaten-Winkel-Änderung gegenüber Satz N	IPA-BEZUG = SATZ?	
Winkel zwischen Gerade und anderem Konturelement	IAN-BEZUG = SATZ?	
Gerade parallel zu anderem Konturelement	GERADE PARALLEL ZU SATZ?	
Abstand der Geraden zu parallelem Konturelement	ABSTAND DER PARALLELEN GERADEN?	

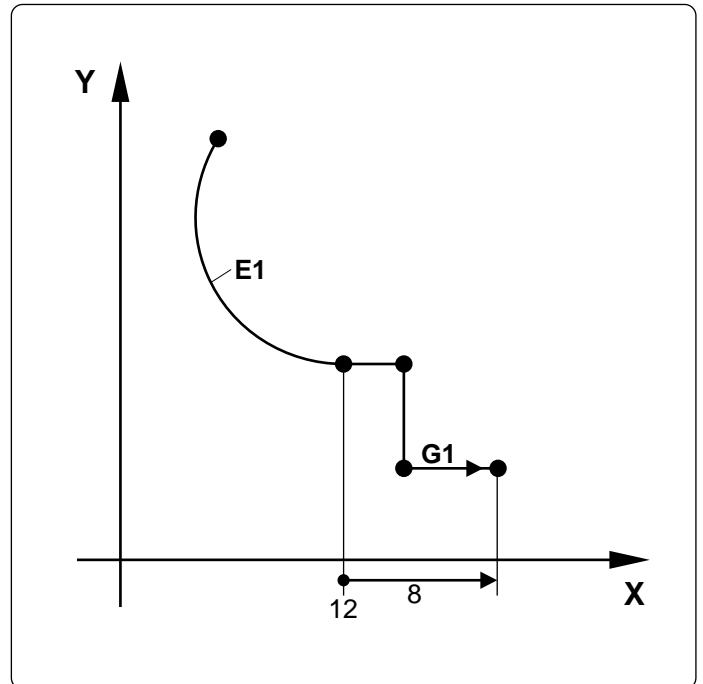


Angaben, die sich auf andere Konturelemente beziehen, werden inkremental eingegeben.

Übungsbeispiel: Rechtwinklige Koordinaten bezogen auf den Endpunkt eines anderen Konturelements

Bekannte Angabe für Gerade G1:

Abstand des Geraden-Endpunkts auf X-Achse um $IX = 8$ mm vom Endpunkt des Konturelements E1 entfernt

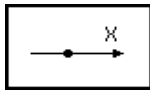


Dialogeröffnung:

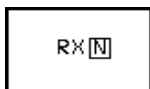


Gerade ohne tangentialen Anschluß

Inkrementalwert auf X-Achse eingeben:

**X-KOORDINATE?****I 8**Abstand der Elemente eingeben, $IX = 8$ mm

Bezug auf Endpunkt von Element E1 eingeben:

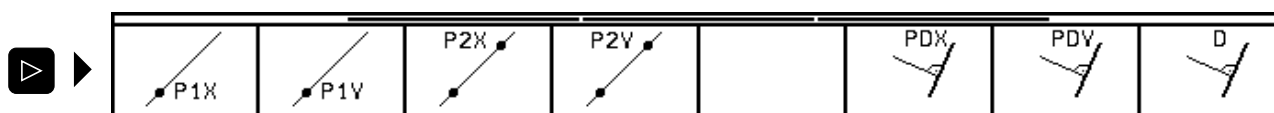
**IX-BEZUG = ENDPUNKT VON SATZ?**z.B. **5**

Nummer des Satzes eingeben, in dem das Element E1 programmiert ist, z.B. 5

Satz abschließen:

NC-Satz: *FL IX+8 RX5*

Hilfspunkte



- Hilfspunkte auf der Geraden oder in der Verlängerung der Geraden

Bekannte Angabe	Dialog	Softkey
X-Koordinate eines Hilfspunkts 1	HILFSPUNKT 1 X-KOORDINATE?	
Y-Koordinate eines Hilfspunkts 1	HILFSPUNKT 1 Y-KOORDINATE?	
X-Koordinate eines Hilfspunkts 2	HILFSPUNKT 2 X-KOORDINATE?	
Y-Koordinate eines Hilfspunkts 2	HILFSPUNKT 2 Y-KOORDINATE?	

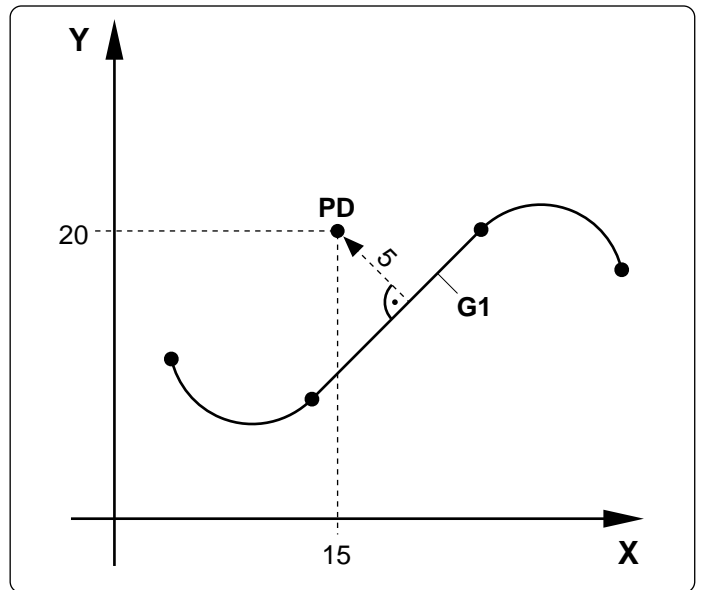
- Hilfspunkt im Abstand D von der Geraden

Bekannte Angabe	Dialog	Softkey
X-Koordinate des Hilfspunkts	ABSTANDSHILFSPUNKT PD X-KOORDINATE?	
Y-Koordinate des Hilfspunkts	ABSTANDSHILFSPUNKT PD Y-KOORDINATE?	
Abstand des Hilfspunkts zur Geraden	ABSTAND VON HILFSPUNKT?	

Übungsbeispiel: Hilfspunkt im Abstand der Geraden

Bekannte Angabe für Gerade G1:

Hilfspunkt PD mit den Koordinaten
 $PDX = 15 \text{ mm}$ und $PDY = 20 \text{ mm}$
 im Abstand $D = 5 \text{ mm}$ von G1

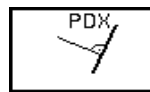


Dialogeröffnung:



Gerade mit tangentialem Anschluß

X-Koordinate des Hilfspunkts eingeben:

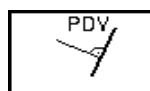


ABSTANDS-HILFSPUNKT PD X-KOORDINATE?

1 5

X-Koordinate des Hilfspunkts PD eingeben, $X=15 \text{ mm}$

Y-Koordinate des Hilfspunkts eingeben:

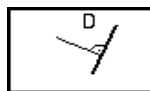


ABSTANDS-HILFSPUNKT PD Y-KOORDINATE?

2 0

Y-Koordinate des Hilfspunkts PD eingeben, $Y=20 \text{ mm}$

Abstand des Hilfspunkts zur Geraden eingeben:



ABSTAND VOM HILFSPUNKT?

5

Abstand der Geraden G1 vom Hilfspunkt PD eingeben, $D=5 \text{ mm}$

Satz abschließen:



NC-Satz `FLT PDX+15 PDY+20 D5`

Kreisbahnen frei programmieren

Anstiegswinkel bei Kreisbahnen

Der Anstiegswinkel AN einer Kreisbahn wird durch die Eintritts-Tangente in die Kreisbahn bestimmt.

Sehnenlänge bei Kreisbahnen

Als Sehnenlänge wird bei einer Kreisbahn die Länge LEN des Kreisbogenabschnitts eingegeben.

Mittelpunkt aus frei programmierten Kreisen

Bei frei programmierten Kreisbahnen (FC- und FCT-Sätze) berechnet die TNC einen Kreisbahn-Mittelpunkt. Damit lassen sich auch bei der FK-Programmierung Vollkreise in einem Programm-Satz programmieren.

Ein vorher berechneter oder programmierter Kreismittelpunkt wird dann nicht mehr berücksichtigt.

Sollen sich beispielsweise konventionell programmierte Polarkoordinaten auf einen Pol beziehen, der in einem CC-Satz vor einem FC- oder FCT-Satz definiert wurde, so ist der Pol erneut einzugeben.

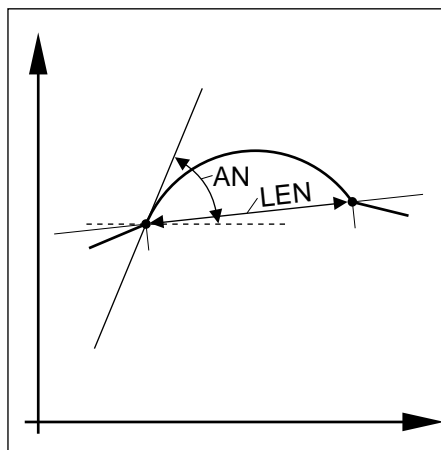
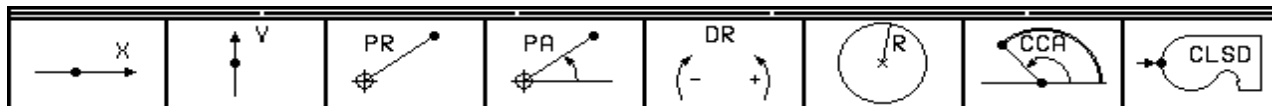


Abb. 5.47: Anstiegswinkel und Sehnenlänge einer Kreisbahn



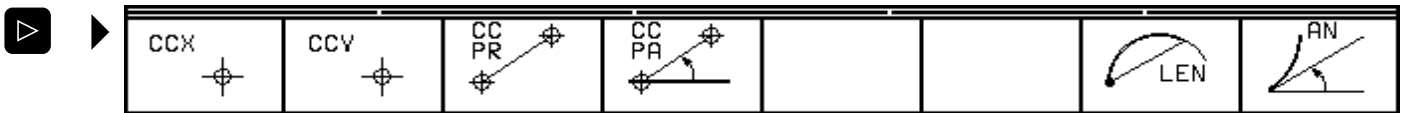
Eingabemöglichkeiten und Softkeys, die hier nicht erklärt werden, haben die gleiche Funktion wie bei Geraden beschrieben.

Direkte Angaben zur Kreisbahn oder zum Kreisbahn-Endpunkt



Bekannte Angabe	Dialog	Softkey
Drehsinn der Kreisbahn	DREHUNG IM UHRZEIGERSINN: DR-?	DR (- +)
Kreisbahn-Radius	KREISRADIUS?	R
Winkel von führender Achse zum Bahn-Endpunkt	WINKEL FUER KREIS-ENDPUNKT?	CCA

Angaben zum Kreismittelpunkt



Bekannte Angabe	Dialog	Softkey
X-Koordinate des Kreismittelpunkts	KREISMITTELPUNKT X-KOORDINATE?	CCX
Y-Koordinate des Kreismittelpunkts	KREISMITTELPUNKT Y-KOORDINATE?	CCY
Polarkoordinaten-Radius des Kreismittelpunkts	KREISMITTELPUNKT POLAR-RADIUS?	CC PR
Polarkoordinaten-Winkel des Kreismittelpunkts	KREISMITTELPUNKT POLAR-WINKEL?	CC PA

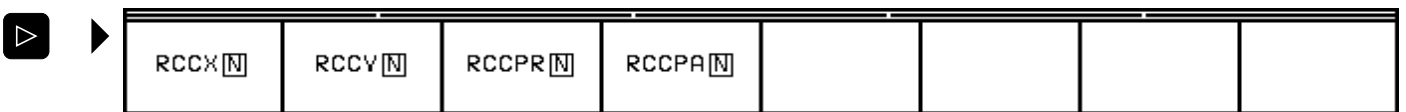
Angaben, die sich auf ein anderes Konturelement oder eine andere Konturposition beziehen

Kreisbahn-Endpunkte und Kreismittelpunkte können bezogen auf ein anderes Konturelement inkremental eingegeben werden.
Bedeutung der Softkeys: Siehe FK-Programmierung von Geraden

Relativangaben für Kreisbahn-Koordinaten



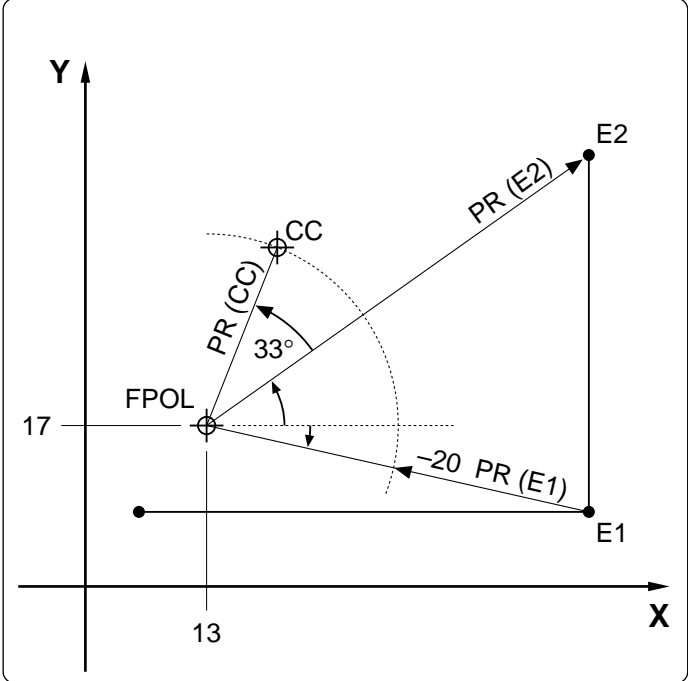
Relativangaben für Kreismittelpunkts-Koordinaten



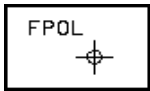
Übungsbeispiel: Kreismittelpunkt in Polarkoordinaten bezogen auf den Endpunkt eines anderen Konturelements

Bekannte Angaben für CC:

- Rechtwinklige Koordinaten von FPOL:
 $X = 13, \quad Y = 17 \text{ mm}$
- Polarkoordinaten-Radius ist 20 mm kürzer als der Abstand von FPOL zum Endpunkt von E1:
 $IPR = -20 \text{ mm}$
- Polarkoordinaten-Winkel ist 33° größer als der entsprechende Winkel für den Endpunkt von E2:
 $IPA = 33^\circ$



Dialogeroöffnung für FPOL:



X-Koordinate von FPOL eingeben:

FPOL: KOORDINATEN	
1 3	X-Koordinate eingeben, X=13 mm

Y-Koordinate von FPOL eingeben:

FPOL: KOORDINATEN	
1 7	Y-Koordinate eingeben, Y=17 mm

Satz abschließen:



NC-Satz: *FPOL X+13 Y+17*



Dialog-Eröffnung für CC:



CC soll für Kreisbahn ohne tangentialen Anschluß gelten

Polarkoordinaten-Radius für CC inkremental eingeben:

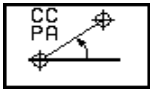


KREISMITTELPUNKT POLAR-RADIUS?

I **-/+** **2** **0**

Verkürzung des Polarkoordinaten-Radius eingeben, IPR = -20 mm

Polarkoordinaten-Winkel für CC inkremental eingeben:

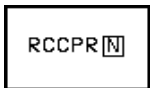


KREISMITTELPUNKT POLAR-WINKEL?

I **3** **3**

Änderung des Polarkoordinaten-Winkels eingeben, IPA = 33°

Bezug für PR eingeben:

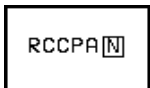


IPR-BEZUG = SATZ?

z.B. **1** **8**

Nummer des Satzes eingeben, in dem das Element E1 programmiert ist, z.B. 18

Bezug für PA eingeben:



IPA-BEZUG = SATZ?

z.B. **2** **1**

Nummer des Satzes eingeben, in dem das Element E2 programmiert ist, z.B. 21

Satz abschließen:



NC-Satz

z.B. FC ICCPR-20 ICCPA+33 RCCPR18 RCCPA21

Hilfspunkte

Hilfspunkte werden wie bei Geraden beschrieben eingegeben. Für eine Kreisbahn kann noch ein dritter Hilfspunkt programmiert werden.

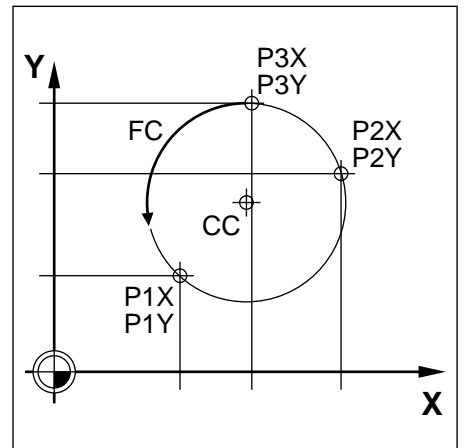


Abb. 5.48: Hilfspunkte auf einer freien Kreisbahn

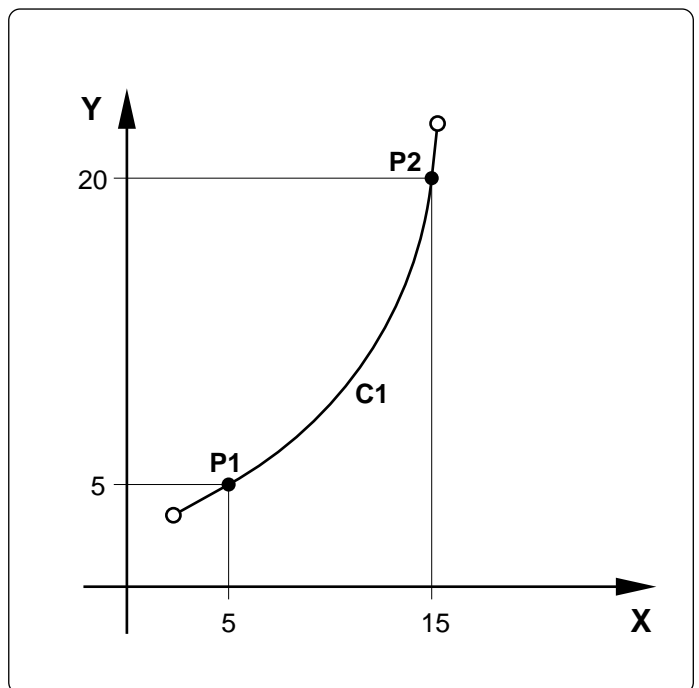
Übungsbeispiel: Hilfspunkte auf Kreisbahn

Bekannte Angaben für Kreisbahn C1:

Hilfspunkte P1, P2 mit den Koordinaten für

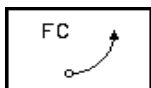
P1 : P1X = 5 mm P1Y = 5 mm

P2 : P2X = 15 mm P2Y = 20 mm



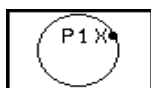
Aus Übersichtlichkeitsgründen enthält die Zeichnung nur die oben beschriebenen Angaben.

Dialogeröffnung:



Kreisbahn ohne tangentialen Anschluß

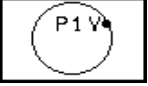
Koordinaten des ersten Hilfspunkts eingeben:



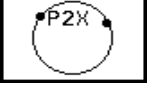
HILFSPUNKT 1 X-KOORDINATE?	
5	X-Koordinate des Hilfspunkts P1 eingeben, P1X = 5 mm


⋮

⋮


	HILFSPUNKT 1 Y-KOORDINATE?	
	5	Y-Koordinate des Hilfspunkts P1 eingeben, P1Y = 5 mm

Koordinaten des zweiten Hilfspunkts eingeben:

	HILFSPUNKT 2 X-KOORDINATE?	
	1 5	X-Koordinate des Hilfspunkts P2 eingeben, P2X = 15 mm

	HILFSPUNKT 2 Y-KOORDINATE?	
	2 0	Y-Koordinate des Hilfspunkts P2 eingeben, P2Y = 20 mm

Satz abschließen:

 NC-Satz: FC P1X+5 P1Y+5 P2X+15 P2Y+20

Geschlossene Konturen kennzeichnen

Mit der Funktion CLSD lassen sich der Beginn und das Ende einer geschlossenen Kontur kennzeichnen. Dadurch reduziert sich für das letzte Kontur-Element die Anzahl der möglichen Lösungen.

CLSD wird zusätzlich zu einer anderen Konturangabe eingegeben.

Die geschlossene Kontur ergibt sich aus geometrischen Zusammenhängen, wie beispielsweise einem tangentialen Übergang.

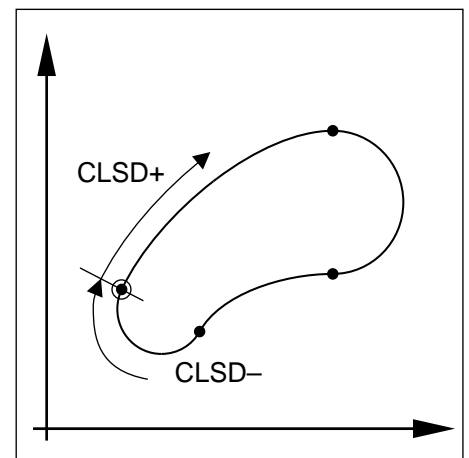







Abb. 5.49: Beginn und Ende einer geschlossenen Kontur

Geschlossene Kontur programmieren

	GESCHL. KONTUR:BEGINN/ENDE = +/-	
	2x   oder 1x  	Kontur-Element ist Beginn einer geschlossenen Kontur oder Ende einer geschlossenen Kontur, deren Beginn mit CLSD + festgelegt wurde

FK-Programm konvertieren

Wird ein FK-Programm konvertiert (siehe S. 1-35), werden alle F-Sätze in Klartext-Dialog-Sätze umgewandelt.

Kreismitelpunkte, die im FK-Programm vor den FK-Sätzen eingegeben wurden, sind daher eventuell im konvertierten Programm nach dem FK-Block erneut zu definieren.

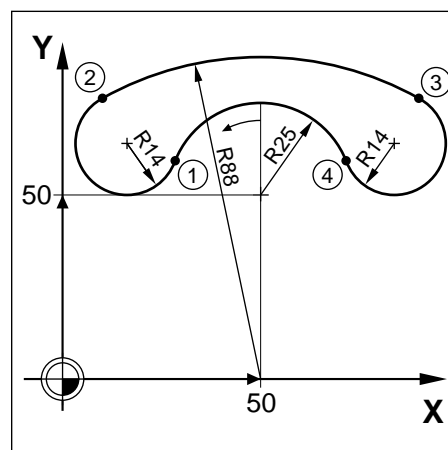


Abb. 5.50: Zeichnung zum Programm FKBOGEN

FK-Programm

```

0 BEGIN PGM FKBOGEN MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+2
4 TOOL CALL 1 Z S500
5 L Z+100 R0 F MAX M6
6 APPR LN X+50 Y+75 Z-10 LEN+20 RL F100 M3
7 FC DR+ R25 CCX+50 CCY+50 ①
8 FCT DR- R14 ②
9 FCT DR- R88 CCX+50 CCY+0 ③
10 FCT DR-R14 ④
11 FCT X+50 Y+75 DR+ R25 CCX+50 CCY+50
12 FSELECT 2

13 DEP LCT X+50 Y+30 Z+100 R20 F2000 M2
14 END PGM FKBOGEN MM

```

Konvertiertes Programm

```

0 BEGIN PGM BOGEN MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+2
4 TOOL CALL 1 Z S500
5 L Z+100 R0 F MAX M6
6 APPR LN X+50 Y+75 Z-10 LEN+20 RL F100 M3
7 CC X+50 Y+50
8 CX+26,805 Y+59,3269 DR+
9 CC X+13,8158 Y+64,55
10 C X+6,9701 Y+76,7622 DR-
11 CC X+50 Y+0
12 C X+93,0299 Y+76,7622 DR-
13 CC X+86,1842 Y+64,55
14 C X+73,195 Y+59,3269 DR-
15 CC X+50 Y+50
16 C X+50 Y+75 DR+

17 DEP LCT X+50 Y+30 Z+100 R20 F2000 M2
18 END PGM BOGEN MM

```

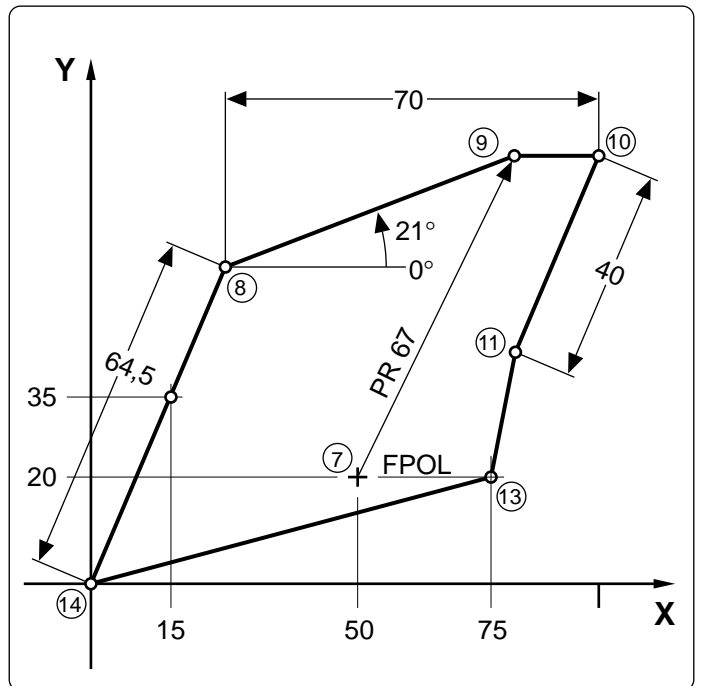
1. Übungsbeispiel zur Freien Konturprogrammierung FK

Bearbeitungsprogramm

```

0 BEGIN PGM BSPFK1 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+2
4 TOOL CALL 1 Z S100
5 L Z+100 R0 F MAX M6
6 APPR LT X+0 Y+0 Z-15 LEN10 RL F100 M3
7 FPOL X+50 Y+20
8 FL LEN64,5 CLSD+ P1X+15 P1Y+35
9 FL PR+67 AN+21
10 FL IX+70 IY+0 RX8 RY9
11 FL LEN 40 PAR 8
12 FSELECT 2
13 FL X+75 Y+20
14 FL CLSD-
15 DEP LT LEN20 F1000 M2
16 END PGM BSPFK1 MM

```



Programmsatz	Konturelement	Bekannte Angaben	FK-Eingabe
7	FPOL	<ul style="list-style-type: none"> Rechtwinklige Koordinaten 	X,Y
8	Gerade FL	<ul style="list-style-type: none"> Länge Konturbeginn Hilfspunkt auf der Geraden 	LEN CLSD+ P1X, P1Y
9	Gerade FL	<ul style="list-style-type: none"> Polarkoordinaten-Radius Anstiegswinkel 	PR AN
10	Gerade FL	<ul style="list-style-type: none"> X-Koordinate relativ zu Satz 8 Y-Koordinate relativ zu Satz 9 	IX mit RX N IY mit RY
11	Gerade FL	<ul style="list-style-type: none"> Länge Parallel zu Satz 8 	LEN PAR N
13	Gerade FL	<ul style="list-style-type: none"> Rechtwinklige Koordinaten 	X, Y
14	Gerade FL	<ul style="list-style-type: none"> Konturende 	CLSD-

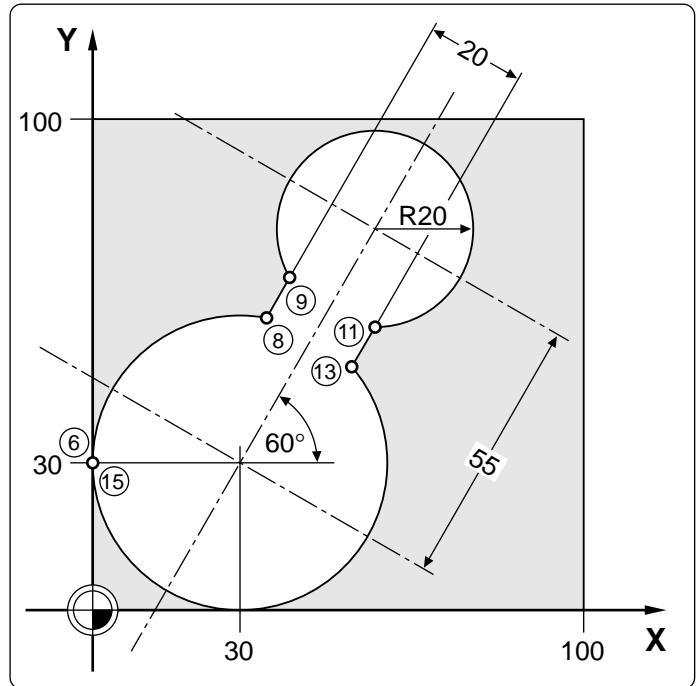
2. Übungsbeispiel zur Freien Konturprogrammierung FK

Bearbeitungsprogramm

```

0 BEGIN PGM BSPFK2 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+5
4 TOOL CALL 1 Z S1000
5 L Z+100 R0 F MAX M6
6 APPR CT X+0 Y+30 Z-10
  CCA90 R+20 RR F100 M3
7 FPOL X+30 Y+30
8 FC DR- R30 CCX+30 CCY+30
9 FL AN+60 PDX+30 PDY+30 D+10
10 FSELECT 3
11 FC DR- R20 CCPR+55 CCPA+60
12 FSELECT 2
13 FL AN-120 PDX+30 PDY+30 D+10
14 FSELECT 3
15 FC X+0 Y+30 DR- CCX+30 CCY+30
16 FSELECT 2
17 DEP CT CCA180 R+10 F100
18 L Z+100 R0 F MAX M2
19 END PGM BSPFK2 MM

```



Programmsatz	Konturelement	Bekannte Angaben	FK-Eingabe
7	FPOL	<ul style="list-style-type: none"> Rechtwinklige Koordinaten 	X, Y
8	Kreisbahn FC	<ul style="list-style-type: none"> Drehsinn Radius Rechtwinklige Mittelpunktswinkelkoordinaten 	DR R CCX, CCY
9	Gerade FL	<ul style="list-style-type: none"> Anstiegswinkel Hilfspunkt außerhalb Geraden Abstand Gerade-Hilfspunkt 	AN PDX, PDY D
11	Kreisbahn FC	<ul style="list-style-type: none"> Drehsinn Radius Polare Mittelpunktswinkelkoordinaten 	DR R CCPA, CCPR
13	Gerade FL	<ul style="list-style-type: none"> Anstiegswinkel Hilfspunkt außerhalb der Geraden Abstand Gerade-Hilfspunkt 	AN PDX, PDY D
15	Kreisbahn FC	<ul style="list-style-type: none"> Rechtwinklige Koordinaten des Endpunkts Drehsinn Rechtw. Mittelpunktswinkelkoordinaten 	X, Y DR CCX, CCY

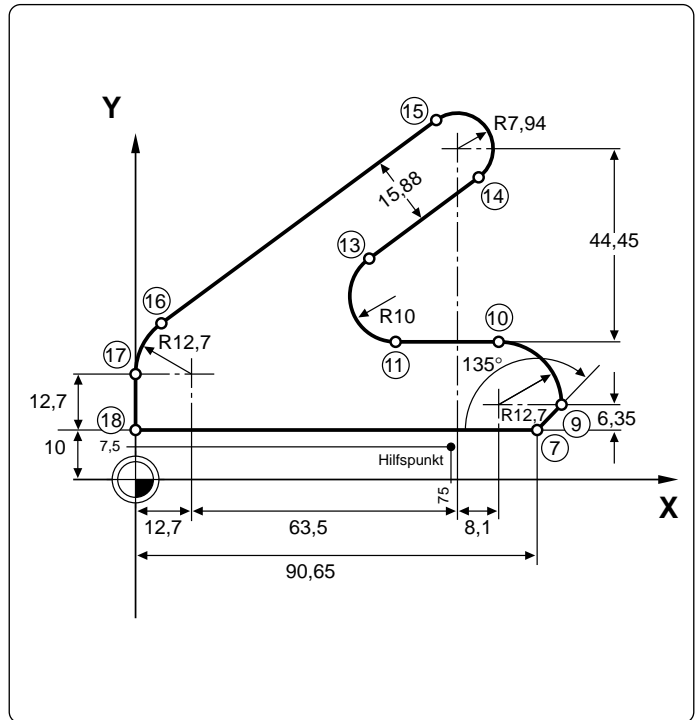
3. Übungsbeispiel zur Freien Konturprogrammierung FK

Bearbeitungsprogramm

```

0 BEGIN PGM BSPFK3 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+2
4 TOOL CALL 1 Z S100
5 L Z+100 R0 F MAX M6
6 APPR LN X+0 Y+10 Z-10 LEN+20
  RR F100 M3
7 FL X+90,65 PDX+75 PDY +7,5 D+2,5
8 FSELECT 1
9 FL IAN-135
10 FC DR+ R12,7 CCX+84,3 CCY+16,35
11 FLT PAR7
12 FSELECT 2
13 FCT DR -R10
14 FLT
15 FCT DR+ R7,94 CCX+76,2 ICCY+44,45
  RCCY10
16 FLT PAR14
17 FCT DR+ R12,7 CCX+12,7 CCY+22,7
18 FLT X+0 Y+10
19 DEP LN LEN+15 F100
20 L Z+100 F MAX M2
21 END PGM BSPFK3 MM

```



Programmsatz	Konturelement	Bekannte Angaben	FK-Eingabe
7	Gerade FL	<ul style="list-style-type: none"> Rechtwinklige X-Koordinaten des Geraden-Endpunkts Hilfspunkt außerhalb der Geraden Abstand Gerade-Hilfspunkt 	X PDX, PDY D
9	Gerade FL	<ul style="list-style-type: none"> Anstiegswinkel zu Winkelbezugsachse 	IAN
10	Kreisbahn FC	<ul style="list-style-type: none"> Drehsinn Radius Rechtwinklige Mittelpunktswinkelkoordinaten Parallel zu Element aus Satz 7 	DR R CCX, CCY PAR N
11	Gerade FLT	<ul style="list-style-type: none"> Parallel zu Element aus Satz 7 	PAR N
13	Kreisbahn FCT	<ul style="list-style-type: none"> Drehsinn Radius 	DR R
14	Gerade FLT	<ul style="list-style-type: none"> Keine 	
15	Kreisbahn FCT	<ul style="list-style-type: none"> Drehsinn Radius Rechtwinklige Mittelpunktswinkelkoordinaten 	DR R CCX, CCY
16	Gerade FLT	<ul style="list-style-type: none"> Parallel zu Element aus Satz 14 	PAR N
17	Kreisbahn FCT	<ul style="list-style-type: none"> Drehsinn Radius Rechtwinklige Mittelpunktswinkelkoordinaten 	DR R CCX, CCY
18	Gerade FLT	<ul style="list-style-type: none"> Rechtwinklige Koordinaten des Geradenendpunkts 	X, Y

5.7 Zusatz-Funktionen für Bahnverhalten und Koordinatenangaben

Mit den folgenden Zusatz-Funktionen kann das Standard-Verhalten der TNC bei bestimmten Bearbeitungs-Situationen gewollt geändert werden:

- Ecken verschleifen
- Rundungskreise an nicht-tangentialen Geradenübergängen einfügen
- Kleine Konturstufen bearbeiten
- Offene Konturrecken bearbeiten
- Maschinenbezogene Koordinaten eingeben

Ecken verschleifen: M90

Standardverhalten – ohne M90

Das Werkzeug wird an eckigen Übergängen, wie Innenecken und bei Positionierungen ohne Radiuskorrektur, kurz angehalten.

Folge:

- Schonung der Maschinenmechanik
- Scharfe Ausbildung der Konturrecken (außen)

Anmerkung:

Bei Programmsätzen mit Radiuskorrektur (RR/RL) fügt die TNC an Außenecken automatisch einen Übergangskreis ein.

Ecken verschleifen mit M90

Das Werkzeug wird an eckigen Übergängen mit konstanter Bahngeschwindigkeit geführt.

Folge:

- Ecken verschleifen - Werkstückoberfläche wird glatter
- Bearbeitungszeit verringert sich

Anwendungsbeispiel:

Flächen aus kurzen Geradenstücken.

Wirkungsdauer

Die Zusatz-Funktion M90 wirkt nur in den Programmsätzen, in denen sie steht.

Betrieb mit Schleppabstand muß angewählt sein.

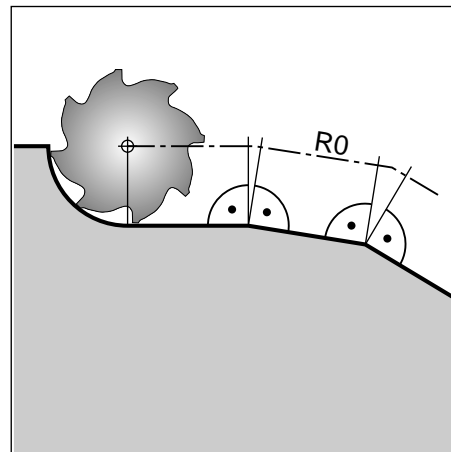


Abb. 5.51: Standard-Fahrverhalten bei R0 ohne M90

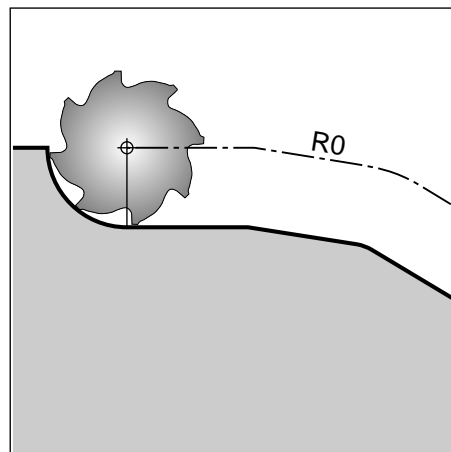


Abb. 5.52: Fahrverhalten bei R0 mit M90



Unabhängig von M90 kann über MP7460 (siehe S. 12-12) ein Grenzwert festgelegt werden bis zu dem noch mit konstanter Bahngeschwindigkeit verfahren wird (gilt für Betrieb mit Schleppabstand und Geschwindigkeits-Vorsteuerung).

Kleine Konturstufen bearbeiten: M97

Standardverhalten – ohne M97

Die TNC fügt an der Außenecke einen Übergangskreis ein. Bei sehr kleinen Konturstufen würde das Werkzeug dadurch die Kontur beschädigen. Daher unterbricht die TNC an solchen Stellen den Programmlauf und gibt die Fehlermeldung WERKZEUG-RADIUS ZU GROSS aus.

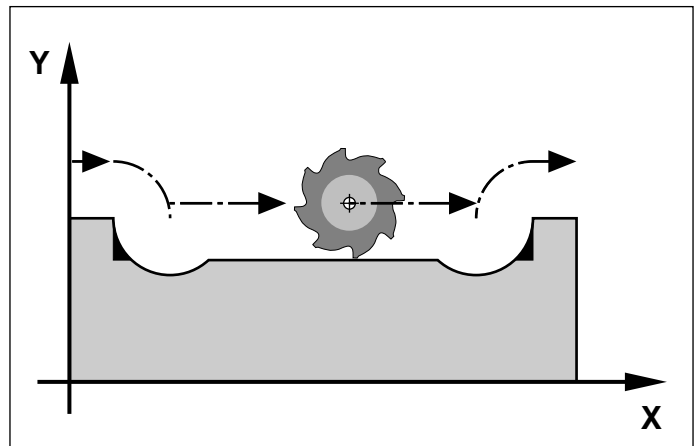


Abb. 5.53: Standard-Fahrverhalten ohne M97, wenn die Steuerung keine Fehlermeldung ausgeben würde

Konturstufen bearbeiten – mit M97

Die TNC ermittelt einen Bahnschnittpunkt \textcircled{S} (siehe Bild) für die Konturelemente – wie bei Innenecken – und fährt das Werkzeug über diesen Punkt. M97 wird in dem Satz programmiert, in dem der Außeneckpunkt angefahren wird.

Wirkungsdauer

Die Zusatz-Funktion M97 wirkt nur in den Programmsätzen, in denen sie steht.

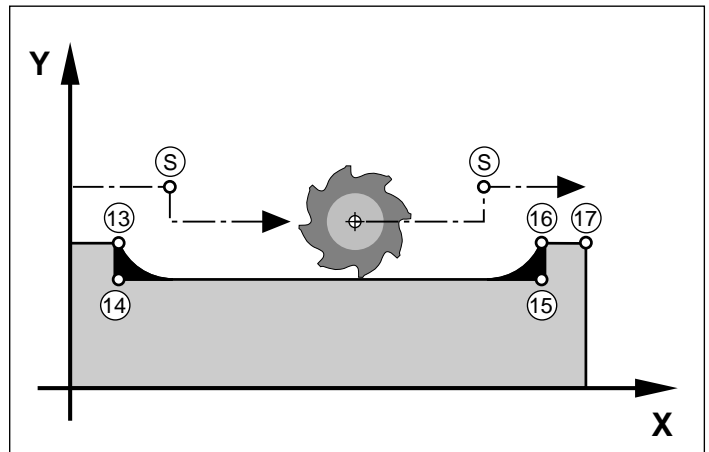


Abb. 5.54: Fahrverhalten mit M97



Die Konturecke wird mit M97 nur unvollständig bearbeitet. Eventuell muß sie mit einem Werkzeug mit kleinerem Radius nachbearbeitet werden.

Programm-Schema

```

.
.
.
5  TOOL DEF L ... R+20 ..... Großer Werkzeug-Radius
.
.
.
13 L X ... Y ... R.. F .. M97 ..... Konturpunkt 13 anfahren
14 L IY-0,5 .... R .. F.. ..... Kleine Konturstufe 13-14 bearbeiten
15 L IX+100 ..... Konturpunkt 15 anfahren
16 L IY+0,5 ... R .. F.. M97 ..... Kleine Konturstufe 15-16 bearbeiten
17 L X .. Y ..... Konturpunkt 17 anfahren
.
.
.
    
```

In den Sätzen 13 und 16 werden die Kontur-Außenpunkte angefahren:
In diesen Sätzen wird M97 programmiert.

Offene Konturrecken vollständig bearbeiten: M98

Standardverhalten – ohne M98

Die TNC ermittelt an Innenecken den Schnittpunkt (S) der Fräserbahnen und fährt das Werkzeug ab diesem Punkt in die neue Richtung. Dieses Verhalten führt zu einer unvollständigen Bearbeitung, wenn die Kontur an den Ecken offen ist.

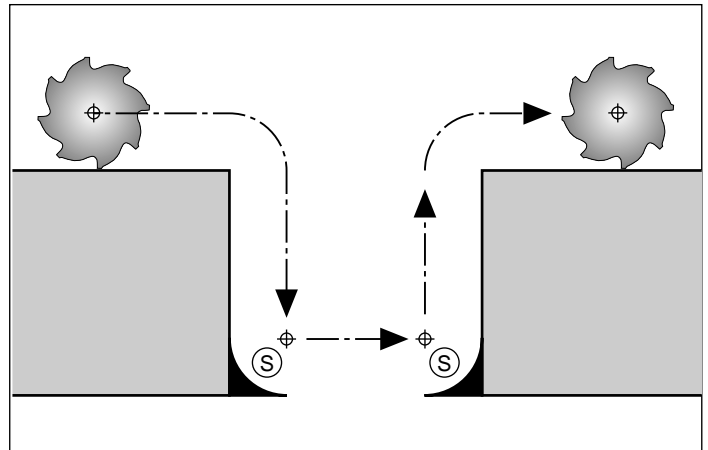


Abb. 5.55: Verfahrwege ohne M98

Offene Konturen vollständig bearbeiten – mit M98

Mit der Zusatz-Funktion M98 fährt die TNC das Werkzeug so weit, daß jeder Konturpunkt tatsächlich bearbeitet wird.

Wirkungsdauer

Die Zusatz-Funktion M98 wirkt nur in den Programmsätzen, in denen sie steht.

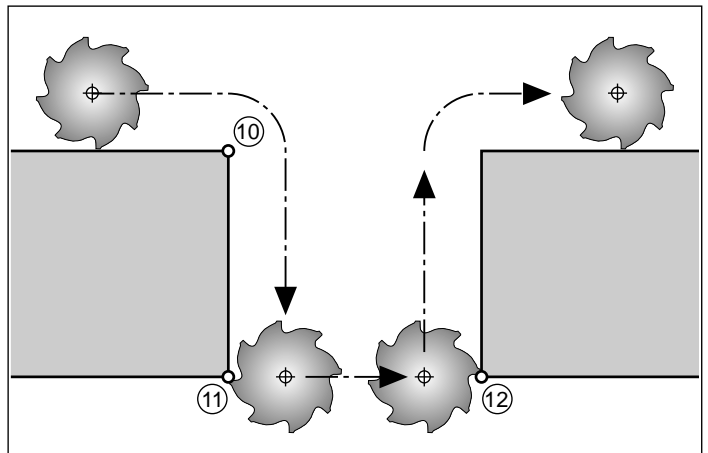


Abb. 5.56: Verfahrwege mit M98

Programm-Schema

```

.
.
.
10 L X ... Y ... RL F ..... Konturpunkt 10 anfahren
11 L X .. IY-.. ... M98 ..... Konturpunkt 11 bearbeiten
12 L IX + .. ..... Konturpunkt 12 anfahren
.
.
.

```

Maschinenbezogene Koordinaten programmieren M91/M92

Standardverhalten

Koordinaten beziehen sich auf den Werkstück-Nullpunkt (siehe S. 1-13).

Maßstab-Nullpunkt

Auf den Maßstäben sind eine oder mehrere Referenzmarken angebracht. Eine Referenzmarke legt die Position des Maßstab-Nullpunkts fest. Besitzt der Maßstab nur eine Referenzmarke, dann ist sie der Maßstab-Nullpunkt. Besitzt der Maßstab mehrere - abstandscodierte - Referenzmarken, dann wird der Maßstab-Nullpunkt durch die linke äußerste Referenzmarke (Beginn des Meßwegs) festgelegt.

Maschinen-Nullpunkt – Zusatz-Funktion M91

Der Maschinen-Nullpunkt wird für folgende Aufgaben benötigt:

- Verfahrbereichs-Begrenzungen (Software-Endschalter) setzen
- maschinenfeste Positionen (z.B. Werkzeugwechsel-Position) anfahren
- Werkstück-Bezugspunkt setzen

Der Maschinen-Hersteller gibt für jede Achse den Abstand des Maschinen-Nullpunkts vom Maßstab-Nullpunkt in einen Maschinen-Parameter ein.

Sollen sich Koordinaten in Positioniersätzen auf den Maschinen-Nullpunkt beziehen, wird in diesen Sätzen jeweils die Zusatz-Funktion M91 eingegeben.

Angezeigt werden Koordinaten bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt mit der Koordinaten-Anzeige REF.

Maschinen-Bezugspunkt – Zusatz-Funktion M92

Außer dem Maschinen-Nullpunkt kann der Maschinen-Hersteller noch eine weitere maschinenfeste Position (Maschinen-Bezugspunkt) festlegen.

Der Maschinen-Hersteller gibt für jede Achse den Abstand des Maschinen-Bezugspunkts vom Maschinen-Nullpunkt ein.

Sollen sich Koordinaten in Positioniersätzen auf den Maschinen-Bezugspunkt beziehen, wird in diesen Sätzen die Zusatz-Funktion M92 eingegeben.

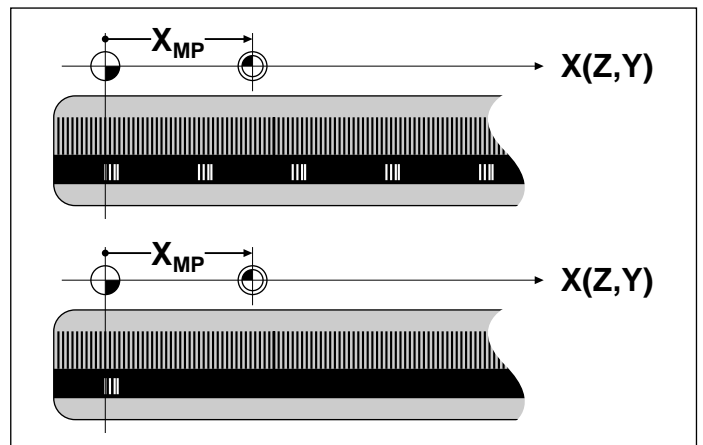


Abb. 5.57: Maßstab- \oplus und Maschinen-Nullpunkt \ominus bei Maßstäben mit einer oder mehreren Referenzmarken



Auch wenn Koordinaten mit M91 oder M92 programmiert werden, werden die Werte für die Radiuskorrektur berücksichtigt. Die Werkzeug-Länge wird nicht berücksichtigt.

Werkstück-Bezugspunkt

Die Position des Bezugspunkts für die Werkstück-Koordinaten wird in der Betriebsart MANUELLER BETRIEB festgelegt (siehe S. 2-7). Dabei werden direkt die Koordinaten des Bezugspunkts für die Bearbeitung eingegeben.

Sollen sich Koordinaten immer auf den Maschinen-Nullpunkt beziehen, so kann das Bezugspunkt-Setzen für eine oder mehrere Achsen gesperrt werden.

Ist das Bezugspunkt-Setzen für alle Achsen gesperrt, zeigt die TNC den Softkey DATUM SET in der Betriebsart MANUELLER BETRIEB nicht mehr an.

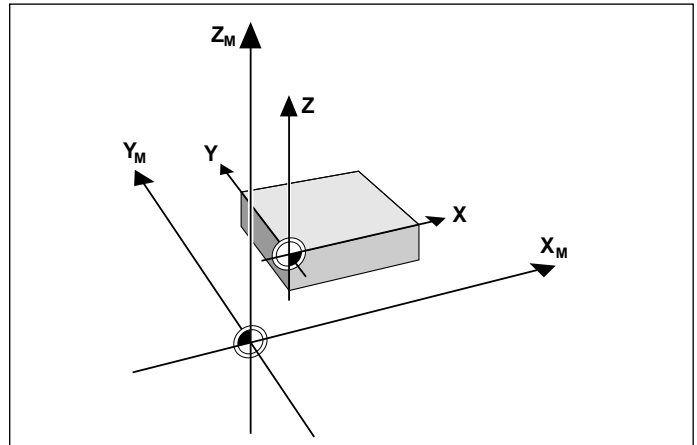


Abb. 5.58: Maschinen- und Werkstück-Nullpunkt

Vorschubfaktor für Eintauchbewegungen: M103 F...**Standardverhalten – ohne M103 F...**

Die TNC verfährt das Werkzeug unabhängig von der Bewegungsrichtung mit dem zuletzt programmierten Vorschub.

Vorschub beim Eintauchen reduzieren – mit M103 F...

Die TNC reduziert den Bahnvorschub bei Bewegungen in negativer Richtung der Werkzeugachse. Dabei wird der Vorschubanteil der Werkzeugachse auf einen Wert begrenzt, den die TNC aus dem zuletzt programmierten Vorschub errechnet:

$$FZMAX = FPROG \cdot F\%$$

FZMAX: Maximaler Vorschub in Richtung der negativen Werkzeugachse

FPROG: Zuletzt programmierter Vorschub

F%: Programmierter Faktor hinter M103 in %

Wirkungsdauer

M103 F... wird aufgehoben durch erneute Eingabe von M103 ohne Faktor.

Beispiel: Vorschub beim Eintauchen 20 % des Ebenenvorschubs

.	Tatsächlicher Bahnvorschub
.	(mm/min)
.	bei Override 100 %
.	
L X+20 Y+20 RL F500 M103 F20	500
L Y+50	500
L IZ-2,5	100
L IY+5 IZ-5	316
L IX+50	500
L Z+5	500



M103 F... wird mit Maschinenparameter 7440 aktiviert (siehe S. 12-12).

Vorschubgeschwindigkeit bei Kreisbögen: M109/M110/M111

Standardverhalten – M111

Die programmierte Vorschubgeschwindigkeit bezieht sich auf die Werkzeug-Mittelpunktsbahn.

Konstante Bahngeschwindigkeit bei Kreisbögen (Vorschub-Erhöhung und -Reduzierung) – M109

Die TNC reduziert bei einer Innenbearbeitung den Vorschub bei Kreisbögen automatisch soweit, daß der Vorschub an der Werkzeugschneide konstant bleibt.

Bei einer Außenbearbeitung wird der Vorschub bei Kreisbögen entsprechend erhöht.

Konstante Bahngeschwindigkeit bei Kreisbögen (nur Vorschub-Reduzierung) – M110

Die TNC reduziert ausschließlich bei einer Innenbearbeitung den Vorschub bei Kreisbögen. Bei Außenbearbeitung von Kreisbögen erfolgt keine Vorschub-Anpassung.

Rundungskreis zwischen Geradenstücken einfügen: M112 T... A...

Standardverhalten – ohne M112 T... A...

Eine aus vielen kurzen Geradenstücken zusammengesetzte Kontur wird so abgearbeitet, daß die Ecken exakt angefahren werden. Dies hat zur Folge, daß beim Abarbeiten von Programmen ohne Werkzeug-Radiuskorrektur der Vorschub an Ecken auf Null reduziert wird.

Rundungskreis zwischen Geradenstücke einfügen – mit M112 T... A...

Die TNC fügt zwischen unkorrigierten Geradenstücken Rundungskreise ein. Bei der Berechnung des Rundungskreises berücksichtigt die TNC:

- die über T eingegebene zulässige Abweichung von der programmierten Kontur (Wert in mm eingeben; wird keine zulässige Abweichung eingegeben, wird sie als unendlich angenommen)
- die Länge der beiden Geradenstücke an deren Schnittpunkt der Rundungskreis eingefügt werden soll
- den programmierten Vorschub (Override-Stellung 100%) und die Kreisbeschleunigung (wird vom Maschinen-Hersteller über Maschinenparameter festgelegt)

Aus diesen drei Kriterien ermittelt die TNC drei Rundungskreise, von denen der kleinste Radius eingefügt wird. Ist der Bahnvorschub beim Abarbeiten für den berechneten Rundungskreis zu hoch, reduziert die TNC den Vorschub automatisch. Falls über A ein Grenzwinkel [°] eingegeben wird, berücksichtigt die TNC bei der Berechnung des Rundungskreises den programmierten Vorschub nur, wenn der Winkel der Richtungsänderung größer als der programmierte Grenzwinkel ist.

Die zulässige Abweichung T sollte kleiner sein als der verwendete Punktabstand.

NC-Satz: `L X+123,723 Y+25,491 R0 FMAX M112 T0,005 A45`

Parameter-Programmierung

Der Wert T kann auch über Q-Parameter festgelegt werden.

Wirkungsdauer

M112 T... A... wirkt im Betrieb mit Geschwindigkeits-Vorsteuerung und im Schleppbetrieb. M112 T... A... wird mit M113 rückgesetzt.

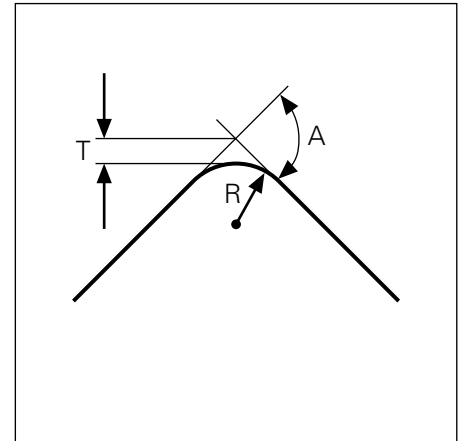


Abb. 5.59: Zulässige Abweichung T von der programmierten Kontur

Punkte bei der Berechnung des Rundungskreis mit M112 nicht berücksichtigen: M124 T...

Standardverhalten – ohne M124 T...

Für die Berechnung des Rundungskreises zwischen Geradenstücken mit M112 werden alle vorhandenen Punkte berücksichtigt.

Punkte nicht berücksichtigen – mit M124 T...

Insbesondere beim Abarbeiten von digitalisierten 3D-Formen kann es vorkommen, daß in Bereichen starker Richtungsänderungen der Punktabstand so eng wird, daß die TNC mit M112 keinen Rundungskreis einfügen kann. Solche Punkte filtert die Funktion M124 T... vor der Berechnung eines Rundungskreises heraus. Dazu wird über den Wert T hinter M124 ein minimaler Punktabstand eingegeben.

Liegen zwei Punkte weniger weit voneinander entfernt als der eingegebene Wert, berücksichtigt die TNC den zweiten Punkt bei der Berechnung des Rundungskreises mit M112 nicht. Die TNC berücksichtigt dann automatisch den nächsten Punkt für die Berechnung des Rundungskreises.

NC-Satz: *L X+123,723 Y+25,491 R0 FMAX M124 T0,01*

Parameter-Programmierung

Der Wert T kann auch über Q-Parameter festgelegt werden.

Wirkungsdauer

M124 T... wirkt am Satzanfang und nur wenn M112 T... A... aktiv ist.
M124 T... wird mit M113 rückgesetzt.

Drehachsen wegoptimiert verfahren: M126

Standardverhalten – ohne M126

Die TNC verfährt eine Drehachse, deren Anzeige auf Werte unter 360° reduziert ist, wie folgt:

Ist-Position	Soll-Position	Tatsächlicher Verfahrensweg
350°	10°	-340°
10°	340°	+330°

Drehachsen wegoptimiert verfahren – mit M126

Die TNC verfährt eine Drehachse, deren Anzeige auf Werte unter 360° reduziert ist, wie folgt:

Ist-Position	Soll-Position	Tatsächlicher Verfahrensweg
350°	10°	+20°
10°	340°	-30°

NC-Satz: *L C+10 A+340 R0 F500 M126*

Wirkungsdauer

M126 wirkt am Satzanfang. M126 wird mit M127 oder am Programm-Ende rückgesetzt.

Automatische Korrektur der Maschinengeometrie beim Arbeiten mit Schwenkachsen: M114 (nicht TNC 407)

Standardverhalten – ohne M114

Die TNC verfährt das Werkzeug auf die im Bearbeitungsprogramm festgelegten Positionen. Der aus der Maschinen-Geometrie resultierende Versatz des Werkzeugs bei Schwenkachsen muß dabei von einem Postprozessor berücksichtigt werden.

Maschinengeometrie automatisch korrigieren – mit M114

Die TNC kompensiert den Versatz des Werkzeugs (in Abb. 5.60 z.B. dx und dz), der aus der Positionierung von Schwenkachsen resultiert. Es wird eine 3D-Längenkorrektur durchgeführt. Die Radiuskorrektur muß vom CAD-System bzw. vom Postprozessor verrechnet werden. Eine programmierte Radiuskorrektur (RL oder RR) führt zur Fehlermeldung NICHT ERLAUBTER NC-SATZ.

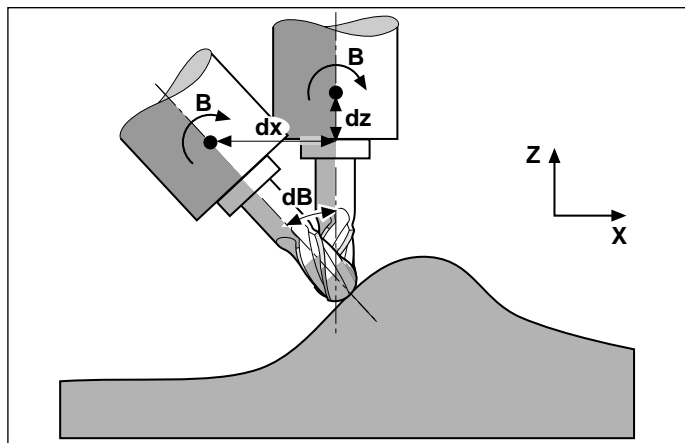


Abb. 5.60: Versatz des Werkzeug-Bezugspunktes beim Schwenken des Werkzeugs

Beim Erstellen des NC-Programmes durch einen Postprozessor muß die Maschinengeometrie somit nicht berücksichtigt werden.

Wird die Werkzeug-Längenkorrektur von der TNC vorgenommen, bezieht sich der programmierte Vorschub auf die Werkzeugspitze, ansonsten auf den Werkzeug-Bezugspunkt.



Wenn Sie einen gesteuerten Schwenkkopf haben, können Sie den Programmlauf unterbrechen und die Stellung der Schwenkachse verändern (z.B. mit dem Handrad). Mit der Funktion RESTORE POS. AT N (Satzvorlauf, siehe S. 3-8) können Sie wieder zur Unterbrechungsstelle gelangen. Die TNC verrechnet dann automatisch die neue Stellung der Schwenkachse.

Wirkungsdauer

M114 wird durch M115 oder durch den Satz END PGM rückgesetzt.



Die Maschinengeometrie muß vom Maschinen-Hersteller in den Maschinen-Parametern ab MP7510 festgelegt sein.

Vorschub in mm/min bei Drehachsen A, B, C: M116

Standardverhalten – ohne M116

Die TNC interpretiert den programmierten Vorschub bei einer Drehachse in Grad/min. Der Bahnvorschub ist also abhängig von der Entfernung des Werkzeug-Mittelpunktes zum Drehachsen-Zentrum. Je größer diese Entfernung wird, desto größer wird der Bahnvorschub.

Vorschub in mm/min bei Drehachsen – mit M116

Die TNC interpretiert den programmierten Vorschub bei einer Drehachse in mm/min. Der Bahnvorschub ist also unabhängig von der Entfernung des Werkzeug-Mittelpunktes zum Drehachsen-Zentrum.

Wirkungsdauer

M116 wirkt in der Bearbeitungs-Ebene bis zum Programm-Ende (Satz END PGM) und wird dann automatisch aufgehoben.



Die Maschinengeometrie muß vom Maschinen-Hersteller in den Maschinen-Parametern ab MP7510 festgelegt sein.

Anzeige der Drehachse auf Wert unter 360° reduzieren: M94

Standardverhalten – ohne M94

Die TNC verfährt das Werkzeug vom aktuellen Winkelwert auf den programmierten Winkelwert.

Beispiel: Aktueller Winkelwert: 538°
 Programmierter Winkelwert: 180°
 Tatsächlicher Verfahrweg: -358°

Anzeige der Drehachse auf Wert unter 360° reduzieren – mit M94

Die TNC reduziert am Satzanfang den aktuellen Winkelwert auf einen Wert unter 360° und verfährt anschließend auf den programmierten Wert. Sind mehrere Drehachsen aktiv, reduziert M94 die Anzeige aller Drehachsen. Alternativ können Sie hinter M94 eine Drehachse eingeben. Die TNC reduziert dann nur die Anzeige dieser Achse.

Beispiel: L M94	Anzeigewerte aller aktiven Drehachsen reduzieren
L M94 C	Nur Anzeigewert der C-Achse reduzieren
L C+180 FMAX M94	Anzeige aller aktiven Drehachsen reduzieren und anschließend mit der C-Achse auf den programmierten Wert verfahren. Aktueller Winkelwert: 538° Programmierter Winkelwert: 180° Tatsächlicher Verfahrweg: +2°

Wirkungsdauer

M94 wirkt am Satz-Anfang und nur in den Programmsätzen, in denen M94 steht.

Handrad-Positionierung während des Programmlaufs überlagern: M118 X... Y... Z...

Standardverhalten – ohne M118

Die TNC verfährt das Werkzeug in den Programmlauf-Betriebsarten wie im Bearbeitungs-Programm festgelegt.

Handrad-Positionierungen überlagern – mit M118 X... Y... Z...

Die Funktion M118 erlaubt parallel zum Programmlauf manuelle Korrekturen mit dem Handrad durchzuführen. Die Bandbreite dieser überlagerten Bewegung wird in einem achsspezifischen Wert X, Y und Z hinter M118 eingegeben (Einheit mm).

Wirkungsdauer

M118 X... Y... Z... wird durch erneute Eingabe von M118 ohne die Werte X, Y und Z wieder aufgehoben.

Beispiel: Während des Programmlaufs soll mit dem Handrad in der Bearbeitungs-Ebene X/Y ± 1 mm verfahren werden können.

NC-Satz: L X+0 Y+38,5 RL F125 M118 X1 Y1



M118 X... Y... Z... wirkt auch in der Betriebsart POS: MIT HANDEINGABE

5.8 Zusatz-Funktionen für Laser-Schneidmaschinen

Zur Leistungssteuerung des Lasers gibt die TNC über den S-Analog-Ausgang Spannungswerte aus. Mit den M-Funktionen M200 bis M204 haben Sie – synchron zu den Positioniersätzen – die Möglichkeit, die Laserleistung zu beeinflussen.

Programmierte Spannung direkt ausgeben: M200 V...

Die TNC gibt den hinter M200 V... programmierten Wert als Spannung aus.

Eingabebereich

0 bis 9.999 V

Wirkungsdauer

M200 V... wirkt am Satz-Anfang und solange, bis über M200, M201, M202, M203 oder M204 eine neue Spannung ausgegeben wird.

Spannung als Funktion der Strecke ausgeben: M201 V...

Die TNC gibt die Spannung in Abhängigkeit vom zurückzulegenden Weg aus. Ausgehend von der aktiven Spannung erhöht oder verringert die TNC die Spannung linear auf den hinter M201 V... programmierten Wert.

Eingabebereich

0 bis 9.999 V

Wirkungsdauer

M201 V... wirkt am Satz-Anfang und solange, bis über M200, M201, M202, M203 oder M204 eine neue Spannung ausgegeben wird.

Spannung als Funktion der Geschwindigkeit ausgeben: M202 FNR.

Die TNC gibt die Spannung als Funktion der Geschwindigkeit aus. Der Maschinen-Hersteller legt in Maschinenparametern bis zu drei Kennlinien fest, in denen bestimmten Vorschub-Geschwindigkeiten bestimmte Spannungen zugeordnet werden. Mit M202 FNR. wählen Sie die Kennlinie, nach der die TNC die auszugebende Spannung ermitteln soll.

Eingabebereich

1 bis 3

Wirkungsdauer

M202 FNR. wirkt am Satz-Anfang und solange, bis über M200, M201, M202, M203 oder M204 eine neue Spannung ausgegeben wird.

Spannung als Funktion der Zeit ausgeben (zeitabhängige Rampe): M203 V... TIME...

Die TNC gibt die Spannung als Funktion der Zeit aus. Ausgehend von der aktuellen Spannung erhöht oder verringert die TNC die Spannung linear in der hinter TIME programmierten Zeit auf den hinter V... programmierten Wert.

Eingabebereich

Spannung V: 0 bis 9.999 Volt
Zeit TIME: 0 bis 1.999 Sekunden

Wirkungsdauer

M203 V... TIME... wirkt am Satz-Anfang und solange, bis über M200, M201, M202, M203 oder M204 eine neue Spannung ausgegeben wird.

Spannung als Funktion der Zeit ausgeben (zeitabhängiger Puls): M204 V... TIME...

Die TNC gibt die hinter V... programmierte Spannung als Puls aus. Die Dauer des Pulses wird mit TIME festgelegt.

Eingabebereich

Spannung V: 0 bis 9.999 Volt
Zeit TIME: 0 bis 1.999 Sekunden

Wirkungsdauer

M204 V... TIME... wirkt am Satz-Anfang und solange, bis über M200, M201, M202, M203 oder M204 eine neue Spannung ausgegeben wird.

5.9 Positionieren mit Handeingabe

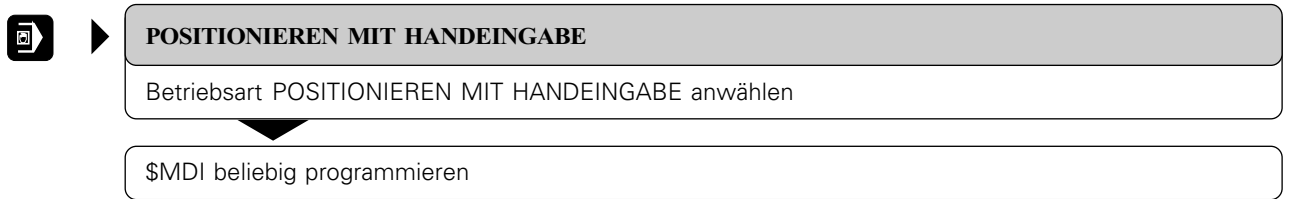
In der Betriebsart POSITIONIEREN MIT HANDEINGABE können Sie

- die System-Datei \$MDI.H (bzw. \$MDI.I) programmieren und ausführen
- Punkte-Tabellen erzeugen zur Festlegung des Digitalisier-Bereichs

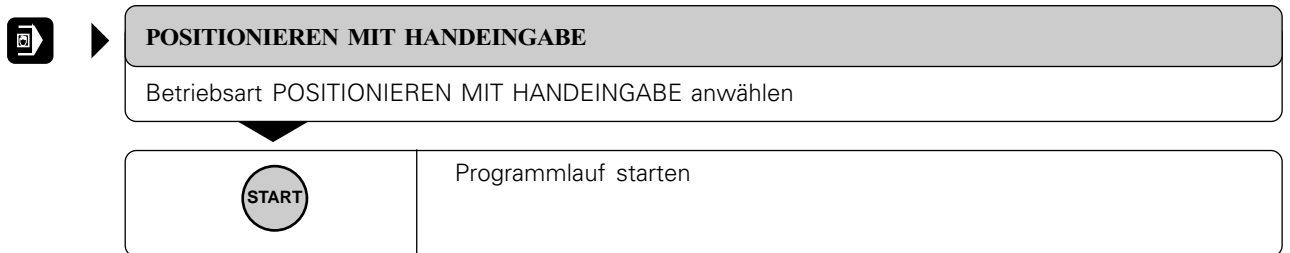
System-Datei \$MDI programmieren

Anwendungsbeispiele:

- Vorpositionieren
- Planfräsen



System-Datei \$MDI ausführen



Die Systemdatei \$MDI darf keinen Programm-Aufruf (PGM CALL-Satz oder Aufruf über Zyklus) enthalten.

Anwendungsbeispiel

Werkstück-Schiefelage bei Maschinen mit Rundtisch beseitigen

Vorbereitung:

Grunddrehung mit 3D-Tastsystem durchführen; DREHWINKEL notieren und Grunddrehung wieder aufheben.

- Betriebsart umschalten

**POSITIONIEREN MIT HANDEINGABE**

System-Datei \$MDI öffnen

- Drehung programmieren

**KOORDINATEN?**

- Rundtisch-Achse anwählen
- notierten DREHWINKEL eingeben
- VORSCHUB eingeben



Eingabe abschließen



Schiefelage wird durch Drehung des Rundtischs beseitigt

Punkte-Tabellen zur Festlegung von Digitalisierbereichen

Falls Sie mit einem messenden Tastsystem arbeiten, können Sie in der Betriebsart POSITIONIEREN MIT HANDEINGABE auch Punkte-Tabellen zur Festlegung eines beliebigen Digitalisierbereichs erstellen. Es stehen zwei Möglichkeiten zur Erfassung der Punkte zur Verfügung:

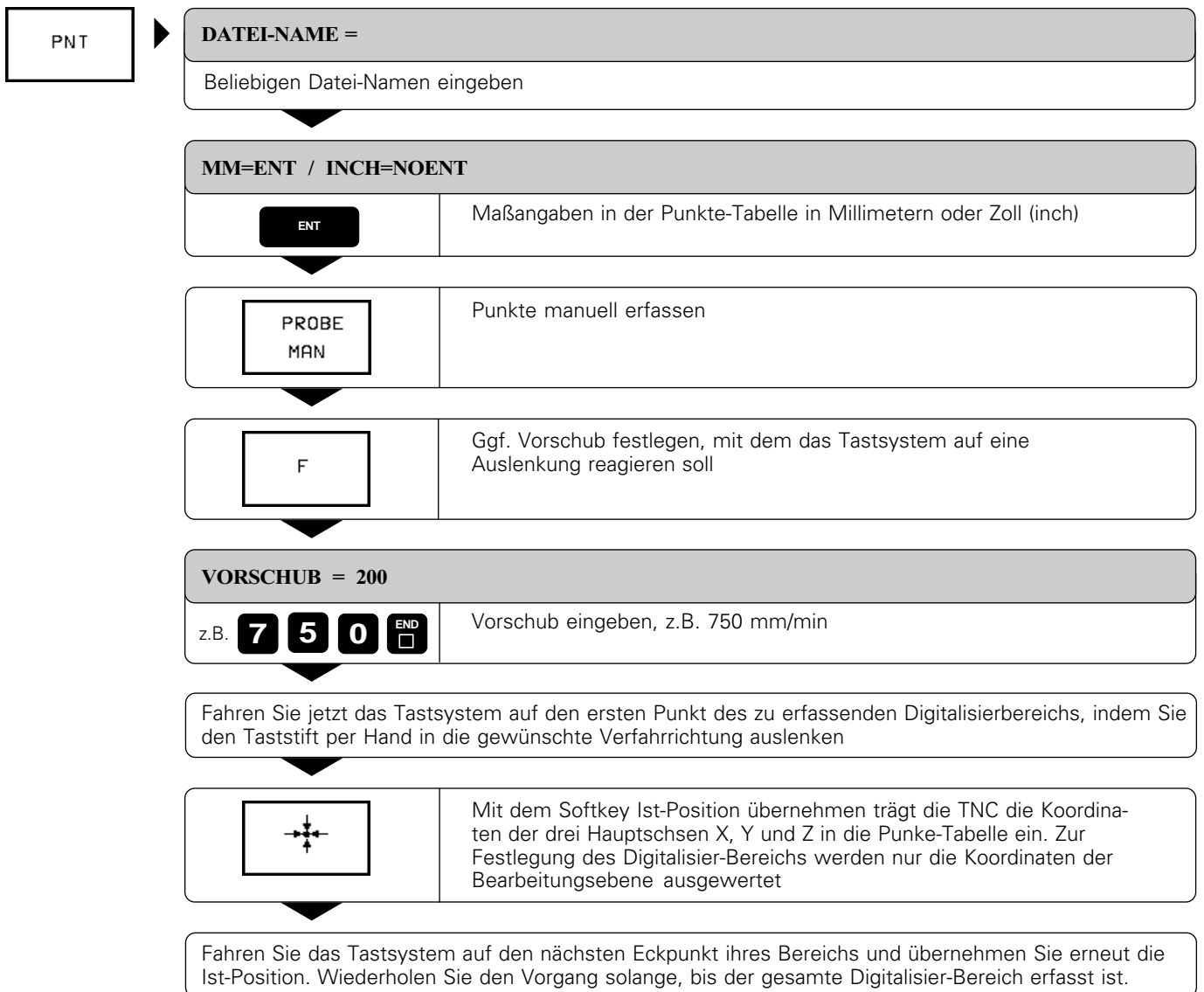
- Punkte manuell per TEACH IN erfassen
- Punkte automatisch von der TNC erzeugen lassen



- In einer Punkte-Tabelle können maximal 893 Punkte gespeichert werden.
- Zur Festlegung des Digitalisier-Bereichs werden die Punkte durch Geraden miteinander verbunden. Der letzte Punkt in der Tabelle wird ebenfalls durch eine Gerade mit dem ersten Punkt in der Tabelle verbunden.

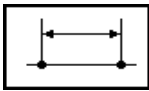
Punkte manuell per TEACH IN erfassen

Nachdem Sie das Tastsystem in die Spindel eingesetzt und mechanisch verriegelt haben, wählen Sie über den Softkey PNT eine Punkte-Tabelle aus:



Punkte automatisch von der TNC erzeugen lassen

Nachdem Sie das Tmessende Tastsystem die Spindel eingesetzt und mechanisch verriegelt haben, wählen Sie über den Softkey PNT eine Punkte-Tabelle aus:

PNT	DATEI-NAME = Beliebigen Datei-Namen eingeben
▼	
MM=ENT / INCH=NOENT	
ENT	Maßangaben in der Punkte-Tabelle in Millimetern oder Zoll (inch)
▼	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> PROBE AUTO </div>	Punkte manuell erfassen
▼	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> F </div>	Ggf. Vorschub festlegen, mit dem das Tastsystem auf eine Auslenkung reagieren soll
▼	
VORSCHUB = 200	
z.B. 7 5 0 END □	Vorschub eingeben, z.B. 750 mm/min
▼	
	Punktabstand festlegen, in dem die TNC Punkte abspeichern soll, während das Tastsystem per Hand um den Digitalisier-Bereich geführt wird
▼	
PUNKTABSTAND = 5	
z.B. 5 END □	Punktabstand eingeben, z.B. 5 mm. Maximaler Punktabstand: 5 mm
▼	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> START </div>	Aufnahmevorgang starten
▼	
Fahren Sie jetzt das Tastsystem um den zu erfassenden Digitalisierbereich, indem Sie den Taststift per Hand in die gewünschte Verfahrrichtung auslenken. Die TNC erzeugt automatisch im eingegebenen Abstand die Punkte.	
▼	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> STOP </div>	Aufnahmevorgang beenden

6 Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen

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

Label

Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen werden durch LABEL (engl. für Marke, Kennzeichnung) gekennzeichnet.

LABEL werden mit einer Nummer zwischen 0 und 254 benannt. Jede LABEL-Nummer (außer 0) darf im Programm nur einmal mit LABEL SET vergeben werden.

LABEL 0 kennzeichnet das Unterprogramm-Ende.

6.1 Unterprogramme

Arbeitsweise

Das (Haupt-) Programm wird bis zum Aufruf eines Unterprogramms (Satz mit CALL LBL) ausgeführt (①).

Anschließend wird das Unterprogramm bis zu seinem Ende (LBL 0) ausgeführt (②).

Das Hauptprogramm wird danach mit dem Satz hinter dem Unterprogramm-Aufruf fortgeführt (③).

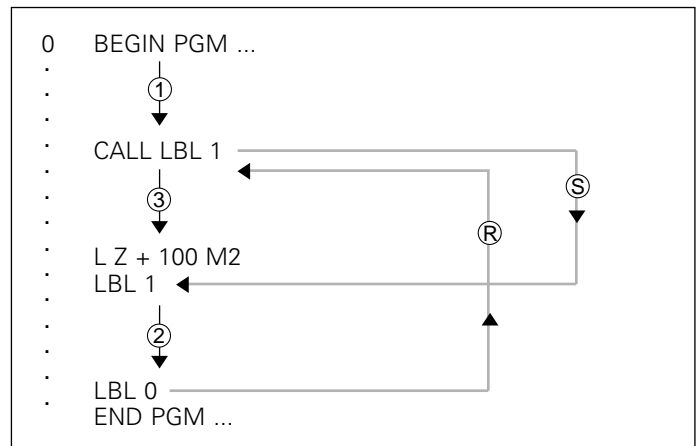




Abb. 6.1: Arbeitsablauf bei Unterprogrammen;
 (S) = Sprung, (R) = Rücksprung

Programmier-Hinweise

- Ein Hauptprogramm kann bis zu 254 Unterprogramme enthalten.
- Unterprogramme dürfen in beliebiger Reihenfolge beliebig oft aufgerufen werden.
- Ein Unterprogramm darf sich nicht selbst aufrufen.
- Unterprogramme sollten ans Ende des Hauptprogramms (hinter dem Satz mit M2 bzw. M30) programmiert werden.
- Stehen Unterprogramme im Programm vor dem Satz mit M02 oder M30, so werden sie auch ohne Aufruf mindestens einmal abgearbeitet.

Unterprogramm programmieren und aufrufen



Anfang kennzeichnen

	LABEL-NUMMER?	
	z.B. 5 	Unterprogramm beginnt bei z.B. LABEL 5

NC-Satz: z.B. LBL 5

Ende kennzeichnen



Ein Unterprogramm endet immer mit dem LABEL 0.


	LABEL-NUMMER?	
	0 	Unterprogramm-Ende

NC-Satz: LBL 0

Unterprogramm aufrufen

Ein Unterprogramm wird mit seiner LABEL-NUMMER aufgerufen.

	LABEL-NUMMER?	
	z.B. 5 	Unterprogramm hinter LBL 5 wird aufgerufen

WIEDERHOLUNG REP?		
	Programmteil ist Unterprogramm: keine Wiederholungen	

NC-Satz: z.B. CALL LBL 5



Der Befehl CALL LBL 0 (entspricht Aufruf des Unterprogramm-Endes) ist nicht erlaubt.

Übungsbeispiel: Gruppen mit vier Bohrungen an drei Stellen des Werkstücks



Die Bohrbearbeitung wird mit dem Zyklus 1 TIEFBOHREN programmiert. Bohrtiefe, Sicherheitsabstand, Bohrvorschub usw. werden im Zyklus definiert. Mit der Zusatz-Funktion M99 wird der Zyklus aufgerufen (siehe S. 8-3).

Koordinaten der ersten Bohrung jeder Gruppe:

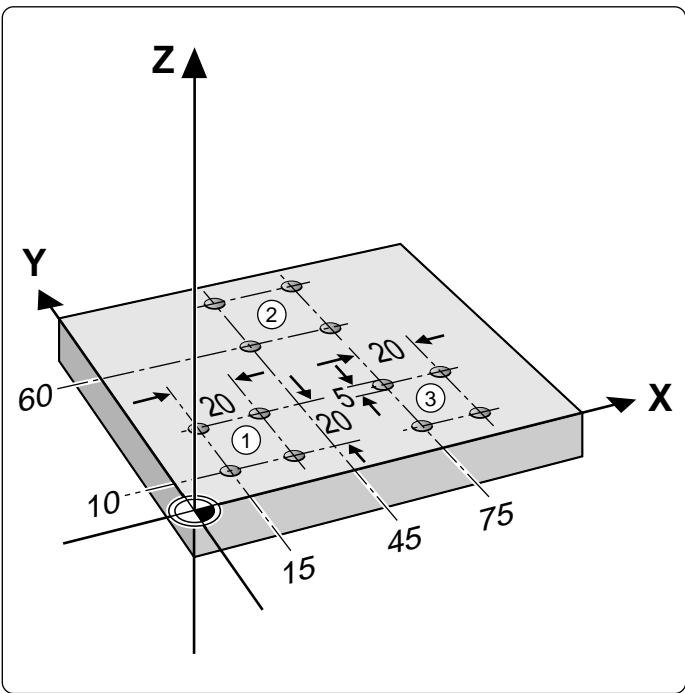
Gruppe ①	X = 15 mm	Y = 10 mm
Gruppe ②	X = 45 mm	Y = 60 mm
Gruppe ③	X = 75 mm	Y = 10 mm

Abstand der Bohrungen:

IX	=	20 mm
IY	=	20 mm

Bohrtiefe (TIEFE): Z = 10 mm

Bohrungs-durchmesser: Ø = 5 mm



Bearbeitungsprogramm

```

0 BEGIN PGM GRUPPEN MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+2,5
4 TOOL CALL 1 Z S1000
5 CYCL DEF 1.0 TIEFBOHREN
6 CYCL DEF 1.1 ABST+2
7 CYCL DEF 1.2 TIEFE -10
8 CYCL DEF 1.3 ZUSTLG+10
9 CYCL DEF 1.4 V.ZEIT 0
10 CYCL DEF 1.5 F100
11 L Z+100 F MAX
12 L X+15 Y+10 R0 F MAX M6 ..... Bohrungsgruppe 1 anfahren, Werkzeug einwechseln
13 L Z+2 F MAX M3 ..... Vorpositionieren in Zustellachse
14 CALL LBL 1 ..... Unterprogramm-Aufruf (mit Satz 14 wird einmal das Unterprogramm ausgeführt)
15 L X+45 Y+60 F MAX ..... Bohrungsgruppe 2 anfahren
16 CALL LBL 1 ..... Unterprogramm-Aufruf
17 L X+75 Y+10 F MAX ..... Bohrungsgruppe 3 anfahren
18 CALL LBL 1 ..... Unterprogramm-Aufruf
19 L Z+100 F MAX M2 ..... Werkzeug freifahren; Rücksprung im Programm (M2): Hinter M2 wird das Unterprogramm eingegeben
20 LBL 1 ..... Unterprogramm-Anfang
21 L M99 ..... Tiefbohrzyklus für erste Bohrung ausführen
22 L IX+20 F MAX M99 ..... Zweite Bohrung anfahren und bohren
23 L IY+20 F MAX M99 ..... Dritte Bohrung anfahren und bohren
24 L IX-20 F MAX M99 ..... Vierte Bohrung anfahren und bohren
25 LBL 0 ..... Unterprogramm-Ende
26 END PGM GRUPPEN MM
    
```

} Zyklus-Definition TIEFBOHREN (siehe S. 8-5)



6.2 Programmteil-Wiederholungen

Programmteil-Wiederholungen werden, ähnlich wie Unterprogramme, mit LABELs gekennzeichnet.

Arbeitsweise

Das Programm wird bis zum Ende des Programmteils (Satz mit CALL LBL) ausgeführt (①, ②).

Anschließend wird der Programmteil zwischen dem aufgerufenen LABEL und dem Labelaufruf so oft wiederholt, wie unter REP angegeben ist (③, ④).

Nach der letzten Wiederholung wird das Programm fortgesetzt (⑤).

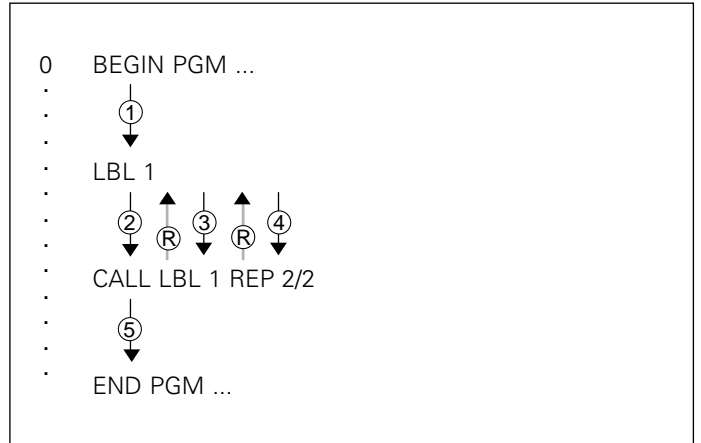


Abb. 6.2: Arbeitsablauf bei Programmteil-Wiederholungen; **R** = Rücksprung

Programmier-Hinweise

- Ein Programmteil kann bis zu 65 534 mal hintereinander wiederholt werden.
- Die TNC führt rechts vom Schrägstrich hinter REP einen Zähler für die Programmteil-Wiederholungen mit, die noch durchzuführen sind.
- Programmteile werden immer einmal häufiger ausgeführt, als Wiederholungen programmiert sind.

Programmteil-Wiederholung programmieren und aufrufen

Anfang kennzeichnen

LBL SET	LABEL-NUMMER?	
	z.B. 7 ENT	Programmteil ab diesem LABEL wird wiederholt, z.B. ab LABEL 7

NC-Satz: z.B. LBL 7

Anzahl der Wiederholungen

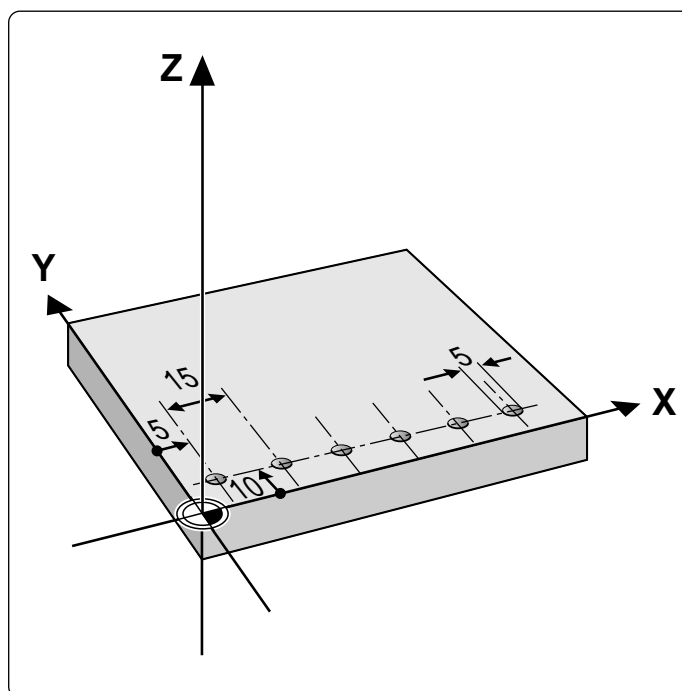
Die Anzahl der Wiederholungen wird in dem Satz festgelegt, der auch die Programmteil-Wiederholung aufruft. Dieser Satz kennzeichnet gleichzeitig das Programmteil-Ende.

LBL CALL	LABEL-NUMMER?	
	z.B. 7 ENT	Programmteil wird erneut ausgeführt, z.B. ab LABEL 7
▼		
WIEDERHOLUNGEN REP?		
z.B. 10 ENT	Programmteil ab z.B. LABEL 7 wird bis zu diesem Satz z.B. 10mal wiederholt, also insgesamt 11mal ausgeführt	

NC-Satz: z.B. CALL LBL 7 REP 10/10

Übungsbeispiel: Lochreihe parallel zur X-Achse

Koordinaten			
1. Bohrung:	X	=	5 mm
	Y	=	10 mm
Abstand der Bohrungen:			
	IX	=	15 mm
Anzahl der Bohrungen:			
	N	=	6
Bohrtiefe:			
	Z	=	10
Bohrungs-			
durchmesser:	Ø	=	5 mm

**Bearbeitungs-Programm**

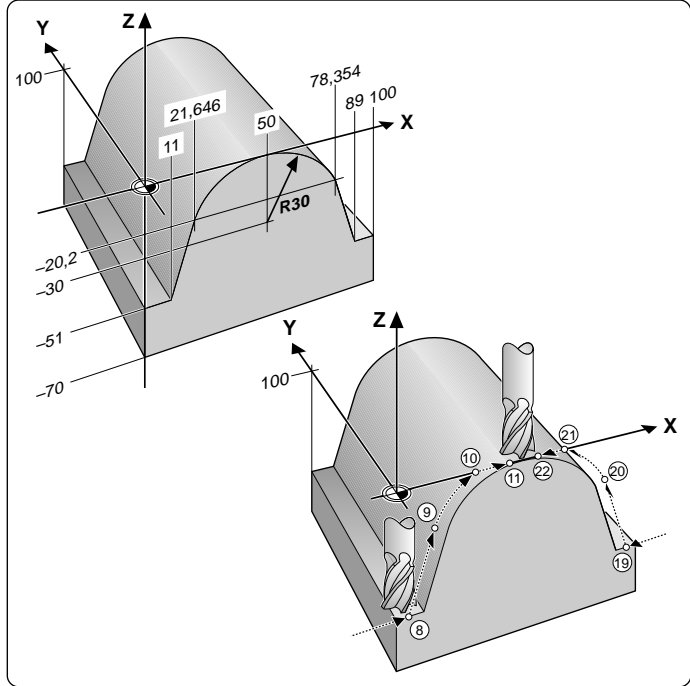
```

0 BEGIN PGM REIHE MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+2,5
4 TOOL CALL 1 Z S1000
5 L Z+100 R0 F MAX M6
6 L X-10 Y+10 Z+2 F MAX M3 ..... Vorpositionierung um Bohrungsabstand in negative X-
   ..... Richtung
7 LBL 1 ..... Beginn des Programmteils, der wiederholt wird
8 L IX+15 F MAX
9 L Z-10 F100
10 L Z+2 F MAX ..... Bohrungsposition anfahren, bohren, freifahren
11 CALL LBL 1 REP 5/5 ..... Aufruf des LABELs 1; Programmteil zwischen Satz 7 und
   ..... Satz 11 wird 5 mal wiederholt (für 6 Bohrungen!)
12 L Z+100 R0 F MAX M2
13 END PGM REIHE MM

```

Übungsbeispiel: Fräsbearbeitung mit Programmteil-Wiederholung ohne Radiuskorrektur

- Arbeitsablauf
- Fräsrichtung von unten nach oben
 - Bearbeitung des Bereichs von X=0 bis 50 mm (alle X-Koordinaten um Werkzeug-Radius verringert programmieren) und von Y=0 bis 100 mm : LBL 1
 - Bearbeitung des Bereichs von X=50 bis X=100 mm (alle X-Koordinaten um Werkzeug-Radius vergrößert programmieren) und von Y=0 bis 100 mm : LBL 2
 - Werkzeug wird nach jedem Frässchritt inkremental um +2,5 mm in der Y-Achse verfahren.



In nebenstehender Abbildung sind die Satz-Nummern eingetragen, in denen der Endpunkt des Konturelements programmiert ist.

Bearbeitungsprogramm:

```

0 BEGIN PGM KOERPER MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-70
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0 .....Achtung: BLK-FORM geändert
3 TOOL DEF 1 L+0 R+10
4 TOOL CALL 1 Z S1000
5 L X-20 Y-1 R0 FMAX M3
6 LBL 1
7 L Z-51 F MAX
8 L X+1 F100
9 L X+11,646 Z-20,2
10 CT X+40 Z+0
11 L X+41
12 L Z+10 F MAX
13 L X-20 IY+2,5
14 CALL LBL 1 REP40/40
15 L Z+20 F MAX
16 L X+120 Y-1
17 LBL 2
18 L Z-51 F MAX
19 L X+99 F100
20 L X+88,354 Z-20,2
21 CT X+60 Z+0
22 L X+59
23 L Z+10 F MAX
24 L X+120 IY+2,5
25 CALL LBL 2 REP40/40
26 L Z+100 F MAX M2
27 END PGM KOERPER MM
    
```

} Programmteil-Wiederholung 1: Bearbeitung von X=0 bis 50 mm und Y=0 bis 100 mm
 } Freifahren, erneut positionieren
 } Programmteil-Wiederholung 2: Bearbeitung von X=50 bis 100 mm und Y=0 bis 100 mm

6.3 Hauptprogramm als Unterprogramm

Arbeitsweise

Das Programm wird bis zum Aufruf eines anderen Programms (Satz mit CALL PGM) ausgeführt (①).

Anschließend wird das andere Programm bis zu seinem Ende ausgeführt (②).

Das Programm, aus dem das andere Programm gerufen wird, wird danach mit dem Satz hinter dem Programm-Aufruf fortgeführt (③).

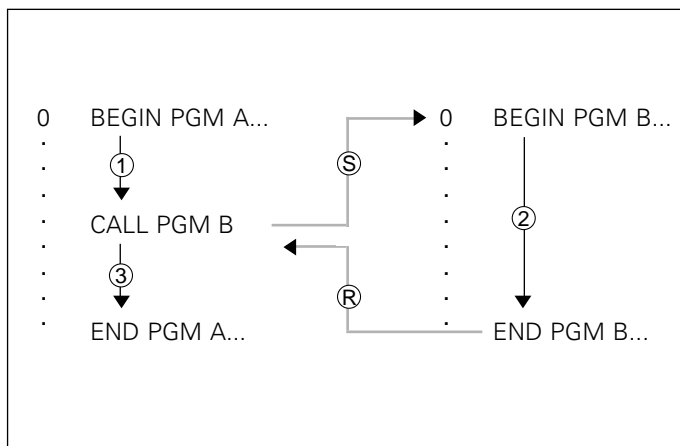


Abb. 6.3: Arbeitsablauf bei einem Hauptprogramm als Unterprogramm; (S)= Sprung, (R)= Rücksprung

Programmier-Hinweise

- Werden Programme aufgerufen, die auf einem externen Datenträger gespeichert sind, dürfen sie keine Unterprogramme oder Programmteil-Wiederholungen enthalten.
- Für Hauptprogramme als Unterprogramme werden keine LABELs benötigt.
- Das aufgerufene Programm darf keine Zusatzfunktion M2 oder M30 enthalten.
- Das aufgerufene Programm darf keinen Sprung ins aufrufende Programm enthalten.

Hauptprogramm als Unterprogramm aufrufen

PGM CALL ► **PROGRAMM-NAME?**
 Hauptprogramm-Aufruf programmieren und Namen des Programms eingeben, das aufgerufen wird

EXT	.H	.I					
-----	----	----	--	--	--	--	--

Funktion	Softkey
Klartext-Programm aufrufen	.H
DIN/ISO-Programm aufrufen	.I
Extern gespeichertes Programm aufrufen	EXT

NC-Satz: z.B. CALL PGM NAME



- Ein Hauptprogramm kann auch mit dem Zyklus 12 PGM CALL aufgerufen werden (siehe S. 8-53).
- Wenn Sie ein DIN/ISO-Programm aufrufen, darf innerhalb des Programm-Namens G50, G70 oder G71 nicht vorkommen



6.4 Verschachtelungen

Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen können wie folgt verschachtelt werden:

- Unterprogramme im Unterprogramm
- Programmteil-Wiederholungen in Programmteil-Wiederholung
- Unterprogramme wiederholen
- Programmteil-Wiederholungen im Unterprogramm

Verschachtelungs-Tiefe

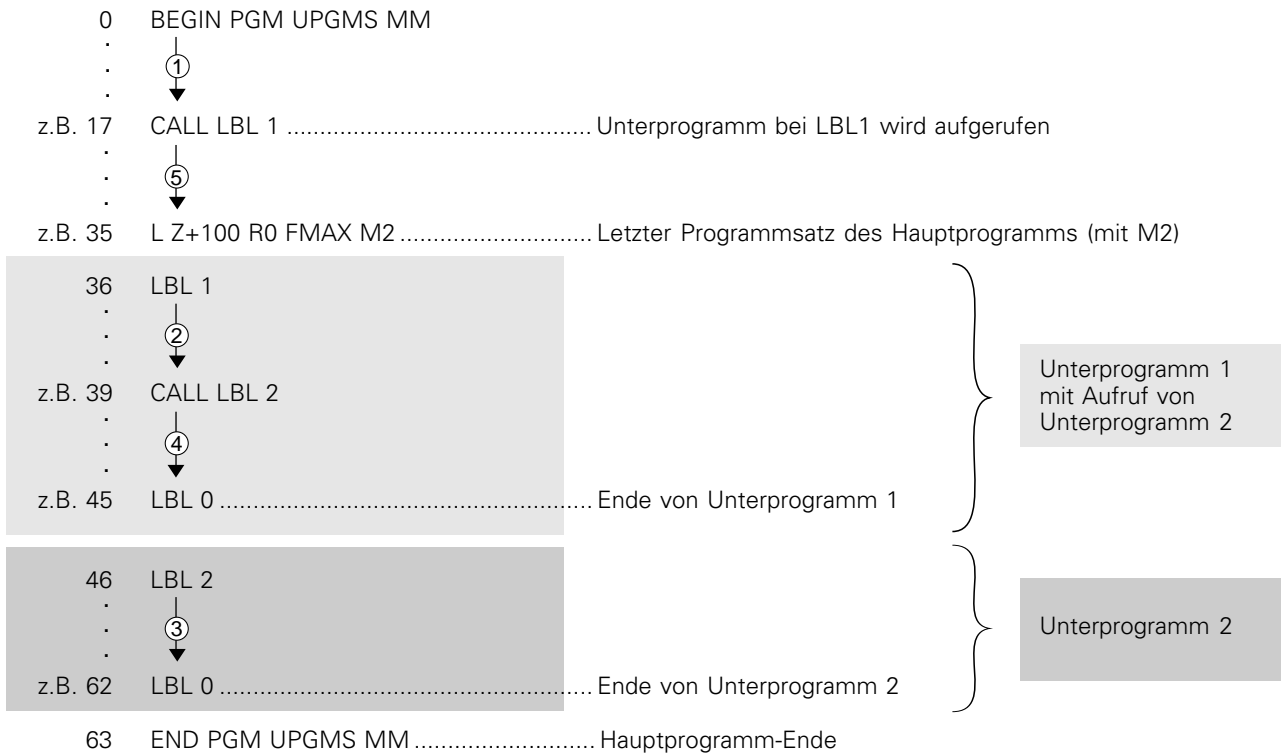
Die Verschachtelungs-Tiefe legt fest, wie oft Programmteile oder Unterprogramme weitere Unterprogramme oder Programmteil-Wiederholungen enthalten dürfen.

Maximale Verschachtelungstiefe für Unterprogramme: 8

Maximale Verschachtelungstiefe für Hauptprogramm-Aufrufe: 4

Unterprogramm im Unterprogramm

Programm-Aufbau



Programm-Ausführung

1. Schritt: Hauptprogramm UPGMS wird bis Satz 17 ausgeführt.
2. Schritt: Unterprogramm 1 wird aufgerufen und bis Satz 39 ausgeführt.
3. Schritt: Unterprogramm 2 wird aufgerufen und bis Satz 62 ausgeführt
Ende von Unterprogramm 2 und Rücksprung zum Unterprogramm, von dem es aufgerufen wurde.
4. Schritt: Unterprogramm 1 wird von Satz 40 bis Satz 45 ausgeführt
Ende von Unterprogramm 1 und Rücksprung ins Hauptprogramm UPGMS.
5. Schritt: Hauptprogramm UPGMS wird von Satz 18 bis Satz 35 ausgeführt.
Rücksprung zu Satz 1 und Programm-Ende.

Ein mit LBL 0 abgeschlossenes Unterprogramm darf nicht innerhalb eines andern Unterprogramms stehen.

Übungsbeispiel: Bohrungsgruppen an drei Stellen (siehe S. 6-4), jedoch mit 3 verschiedenen Werkzeugen

Arbeitsablauf:
Senken - Tiefbohren - Gewindebohren



Die Bohrbearbeitungen werden mit dem Zyklus 1 TIEFBOHREN (siehe S. 8-5) und Zyklus 2 GEWINDEBOHREN (siehe S. 8-7) programmiert. Die Bohrungsgruppen werden in einem Unterprogramm angefahren und die Bohrungen in einem zweiten Unterprogramm gesetzt.

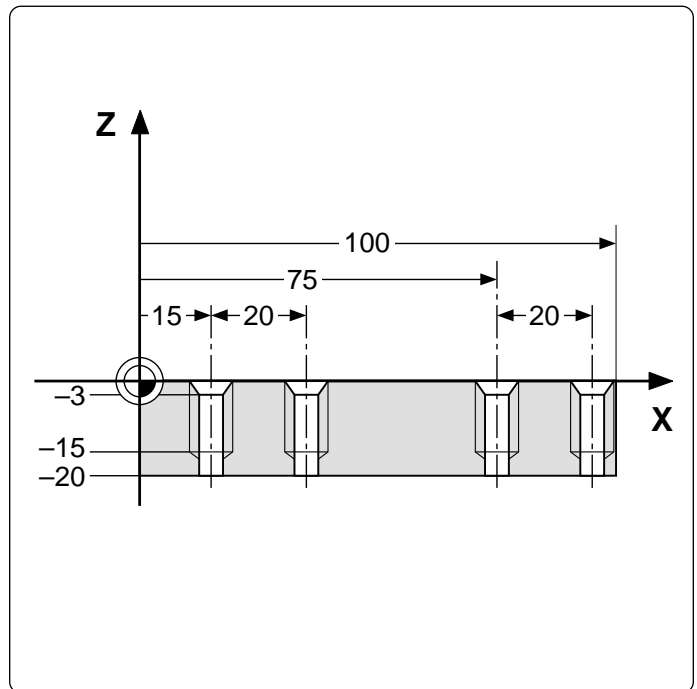
Koordinaten der ersten Bohrung jeder Gruppe:

- ① X = 15 mm Y = 10 mm
- ② X = 45 mm Y = 60 mm
- ③ X = 75 mm Y = 10 mm

Abstand der Bohrungen: IX=20 mm IY= 20 mm

Bohrungsdaten:

- Senken ZS = 3 mm Ø = 7 mm
- Tiefbohren ZT = 15 mm Ø = 5 mm
- Gewindebohren ZG = 10 mm Ø = 6 mm



Bearbeitungsprogramm

```

0 BEGIN PGM MOREBOHR MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 25 L+0 R+2,5
4 TOOL DEF 30 L+0 R+3
5 TOOL DEF 35 L+0 R+3,5
6 CYCL DEF 1.0 TIEFBOHREN
7 CYCL DEF 1.1 ABST+2
8 CYCL DEF 1.2 TIEFE-3
9 CYCL DEF 1.3 ZUSTLG+3
10 CYCL DEF 1.4 V. ZEIT0
11 CYCL DEF 1.5 F100
12 TOOL CALL 35 Z S 500
13 CALL LBL 1 ..... Aufruf von Unterprogramm 1
14 CYCL DEF 1.0 TIEFBOHREN
15 CYCL DEF 1.1 ABST+2
16 CYCL DEF 1.2 TIEFE-25
17 CYCL DEF 1.3 ZUSTLG+6
18 CYCL DEF 1.4 V. ZEIT0
19 CYCL DEF 1.5 F50
20 TOOL CALL 25 Z S 1000
21 CALL LBL 1 ..... Aufruf von Unterprogramm 1
22 CYCL DEF 2.0 GEWINDEBOHREN
23 CYCL DEF 2.1 ABST+2
24 CYCL DEF 2.2 TIEFE-15
25 CYCL DEF 2.3 V.ZEIT0
26 CYCL DEF 2.4 F100
27 TOOL CALL 30 Z S 250
28 CALL LBL 1 ..... Aufruf von Unterprogramm 1
29 L Z+100 R0 FMAX M2 ..... Letzter Programmsatz, Rücksprung
    
```

} Werkzeug-Definition für Senken (T 35), Tiefbohren (T25) und Gewindebohren (T30)

} Zyklus-Definition TIEFBOHREN für Senken

} Zyklus-Definition TIEFBOHREN

} Zyklus-Definition GEWINDEBOHREN

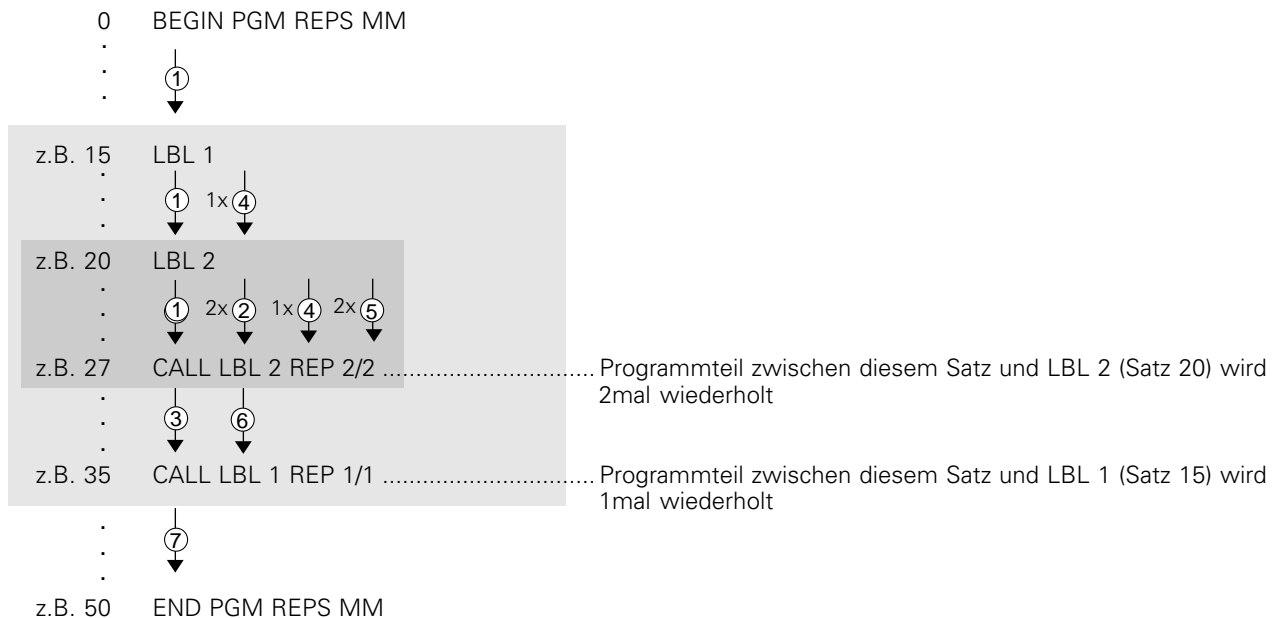
Fortsetzung nächste Seite



30	LBL 1	}	Erste Bohrung jeder Gruppe anfahren, dann jeweils Aufruf von Unterprogramm 2
31	L X+15 Y+10 R0 FMAX M3		
32	L Z+2 FMAX		
33	CALL LBL 2		
34	L X+45 Y+60 FMAX		
35	CALL LBL 2		
36	L X+75 Y+10 FMAX	}	Erste Bohrung setzen, weitere Bohrungen anfahren und Bohren durch Zyklus-Aufrufe
37	CALL LBL 2		
38	LBL 0		
39	LBL 2		
40	L M99		
41	L IX+20 F9999 M99		
42	L IY+20 M99		
43	L IX-20 M99		
44	LBL 0		
45	END PGM MOREBOHR MM		

Programmteil-Wiederholungen wiederholen

Programm-Aufbau



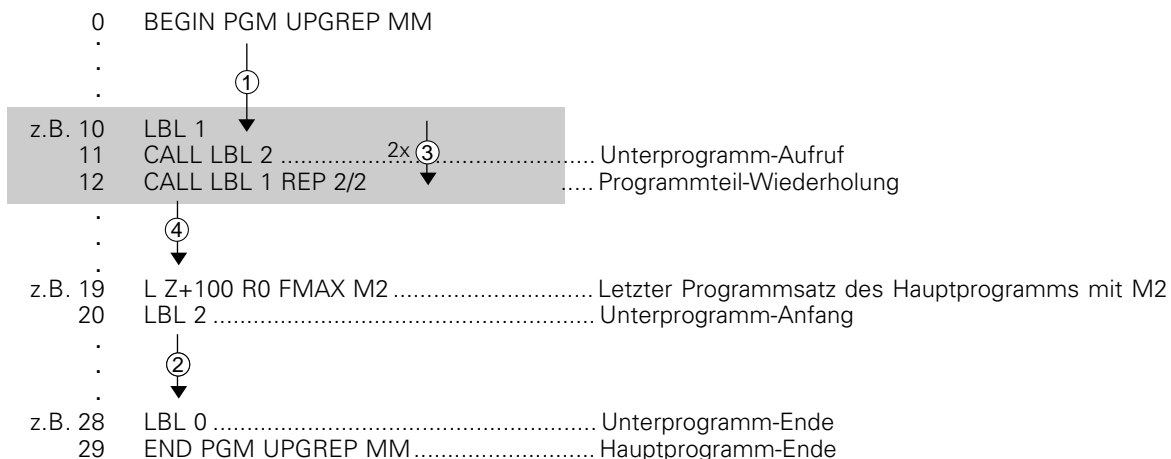
Programm-Ausführung

1. Schritt: Hauptprogramm REPS wird bis Satz 27 ausgeführt.
2. Schritt: Programmteil zwischen Satz 27 und Satz 20 wird 2mal wiederholt.
3. Schritt: Hauptprogramm REPS wird von Satz 28 bis Satz 35 ausgeführt.
4. Schritt: Programmteil zwischen Satz 35 und Satz 15 wird 1mal wiederholt.
5. Schritt: Wiederholung des 2. Schritts innerhalb von Schritt ④.
6. Schritt: Wiederholung des 3. Schritts innerhalb von Schritt ④.
7. Schritt: Hauptprogramm REPS wird von Satz 36 bis Satz 50 ausgeführt

Programmende.

Unterprogramm wiederholen

Programm-Aufbau



Programm-Ausführung

1. Schritt: Hauptprogramm UPGREP wird bis Satz 11 ausgeführt.
2. Schritt: Unterprogramm 2 wird aufgerufen und ausgeführt.
3. Schritt: Programmteil zwischen Satz 12 und Satz 10 wird 2 mal wiederholt:
Unterprogramm 2 wird 2mal wiederholt.
4. Schritt: Hauptprogramm UPGREP wird von Satz 13 bis Satz 19 ausgeführt. Programm-Ende.

Q-Parameter:

- **Teilfamilien**
- **Konturen über mathematische Funktionen definieren**

Eine **Teilfamilie** lässt sich in der TNC in einem **einzigem Bearbeitungsprogramm** definieren. Für dieses Programm werden anstelle von Zahlenwerten Platzhalter – Q-Parameter – eingegeben.

Q-Parameter stehen beispielsweise für

- Koordinatenwerte
- Vorschübe
- Drehzahlen
- Zyklus-Daten

Ein Q-Parameter ist durch den Buchstaben Q und eine Nummer zwischen 0 und 119 gekennzeichnet.

Weiterhin werden mit Q-Parametern Konturen bearbeitet, die **über mathematische Funktionen** bestimmt sind.

Mit Q-Parametern lässt sich auch die Ausführung von Bearbeitungsschritten von **logischen Bedingungen** abhängig machen.

Q-Parameter und Zahlenwerte dürfen in ein Programm **gemischt** eingegeben werden.

Q-Parametern können Zahlenwerte zwischen -99999,9999 und +99999,9999 zugewiesen werden.

Die Eingabe der einzelnen Q-Parameter-Funktionen kann satzweise (siehe S. 7-3 bis S. 7-8) oder zusammengefasst in einer Formel über die ASCII-Tastatur (siehe S.7-14 bis S. 7-16) erfolgen.

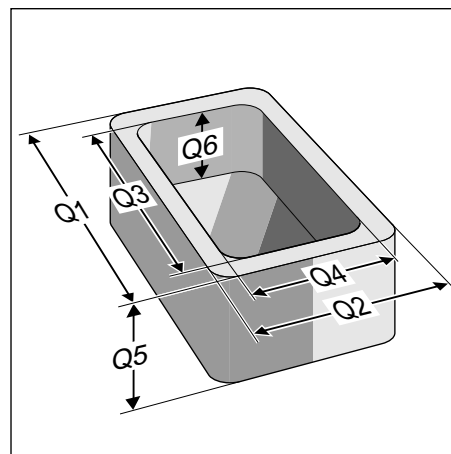


Abb. 7.1: Q-Parameter als Platzhalter



Die TNC weist einigen Q-Parametern selbsttätig immer die gleichen Daten zu, z.B. dem Q-Parameter Q108 den aktuellen Werkzeug-Radius. Im Kapitel 12 befindet sich eine Übersicht über diese Parameter.

Nach Anwahl der Q-Parameter-Funktionen (Q-Taste unter +/- -Taste) steht eine Softkey-Leiste zur Verfügung mit der Funktions-Gruppen angewählt werden:

BASIC ARITH- METIC	TRIGO- NOMETRY	JUMP	DIVERSE FUNCTION	FORMULA			END
--------------------------	-------------------	------	---------------------	---------	--	--	-----

Funktionsgruppe	Softkey
Mathematische Grundfunktionen (engl. basic arithmetic)	BASIC ARITH- METIC
Winkelfunktionen (engl. trigonometry)	TRIGO- NOMETRY
Wenn/dann-Entscheidungen, Sprünge (engl. jumps)	JUMP
Sonstige Funktionen (engl. diverse function)	DIVERSE FUNCTION
Formel (engl. formula) direkt eingeben	FORMULA

7.1 Teilefamilien – Q-Parameter anstelle von Zahlenwerten

Mit der Q-Parameter-Funktion FN0: ZUWEISUNG werden den Q-Parametern Zahlenwerte zugewiesen.
Beispiel: Q10 = 25

Anstelle von Zahlenwerten werden im Programm dann die Q-Parameter eingesetzt.
Beispiel: L X + Q10 (entspricht L X + 25)

Für Teilefamilien werden z.B. die charakteristischen Werkstück-Abmessungen als Q-Parameter programmiert.
Für die Bearbeitung der einzelnen Teile kann dann jedem dieser Parameter ein anderer Zahlenwert zugewiesen werden.

Beispiel

Zylinder mit Q-Parametern

Zylinder-Radius R = Q1
Zylinder-Höhe H = Q2

Zylinder Z1: Q1 = +30
Q2 = +10

Zylinder Z2: Q1 = +10
Q2 = +50

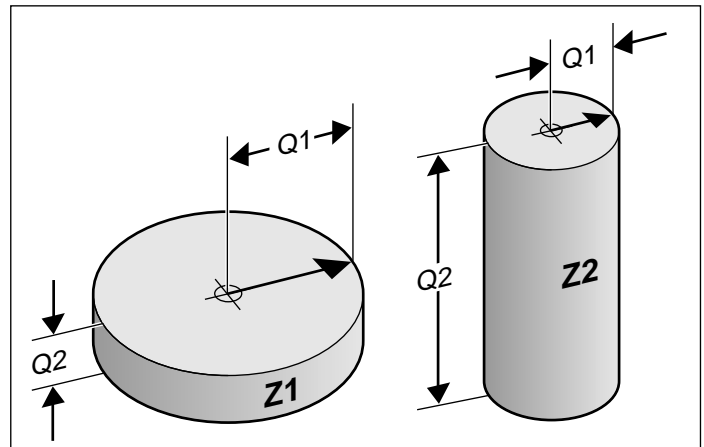


Abb. 7.2: Werkstück-Abmessungen als Q-Parameter

Zahlenwerte an Q-Parameter zuweisen

Q	▶	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> BASIC ARITH- METIC </div>	Mathematische Grundfunktionen wählen
		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> FN0 X = Y </div>	Funktion FN0: Zuweisung wählen
PARAMETER-NR. FUER ERGEBNIS?			
		z.B. <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px; display: inline-block;">5</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px; display: inline-block; margin-left: 10px;">ENT</div>	Q-Parameter-Nr. eingeben
1. WERT ODER PARAMETER?			
		z.B. <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px; display: inline-block;">6</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px; display: inline-block; margin-left: 10px;">ENT</div>	Wert eingeben oder anderen Q-Parameter, dessen Wert Q5 zugewiesen werden soll

NC-Satz z.B. FN0: Q5 = 6

Dem Q-Parameter links vom „="-Zeichen wird der Zahlenwert rechts davon zugewiesen.

7.2 Konturen durch mathematische Funktionen beschreiben

Nach Anwählen der mathematischen Grundfunktionen steht folgende Softkey-Leiste zur Verfügung:

FN0 X = Y	FN1 X + Y	FN2 X - Y	FN3 X * Y	FN4 X / Y	FN5 SQRT		END
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	-------------	--	-----

Funktions-Übersicht

Die mathematischen Funktionen weisen einem Q-Parameter das Ergebnis einer der folgenden Berechnungen zu:

	Softkey
FN0: ZUWEISUNG z.B. FN0: Q5 = +60 Wert direkt zuweisen	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> FN0 X = Y </div>
FN1: ADDITION z.B. FN1: Q1 = -Q2 + -5 Summe aus zwei Werten bilden und zuweisen	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> FN1 X + Y </div>
FN2: SUBTRAKTION z.B. FN2: Q1 = +10 - +5 Differenz aus zwei Werten bilden und zuweisen	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> FN2 X - Y </div>
FN3: MULTIPLIKATION z.B. FN3: Q2 = +3 * +3 Produkt aus zwei Werten bilden und zuweisen	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> FN3 X * Y </div>
FN4: DIVISION z.B. FN4: Q4 = +8 DIV +Q2 Quotient aus zwei Werten bilden und zuweisen Verboten: Division durch 0!	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> FN4 X / Y </div>
FN5: WURZEL z.B. FN5: Q20 = SQRT 4 Wurzel aus einer Zahl ziehen und zuweisen Verboten: Wurzel aus negativem Wert!	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> FN5 SQRT </div>

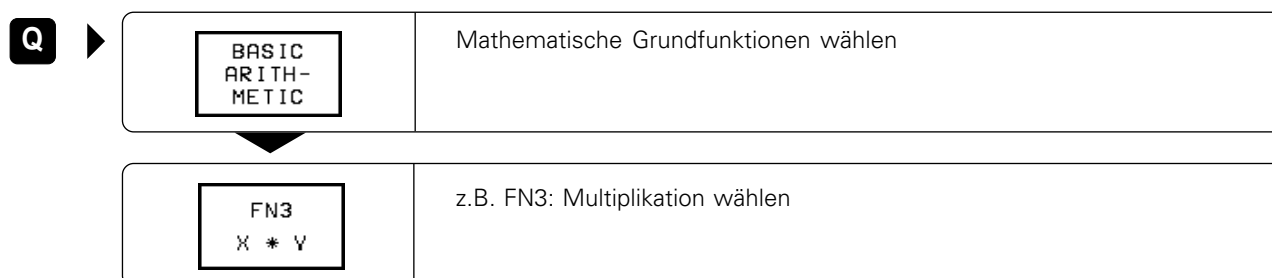
Die TNC rechnet dabei jeweils mit

- zwei Zahlen
- zwei Q-Parametern
- einer Zahl und einem Q-Parameter

Diese werden in der Übersicht vereinfacht als Werte bezeichnet.

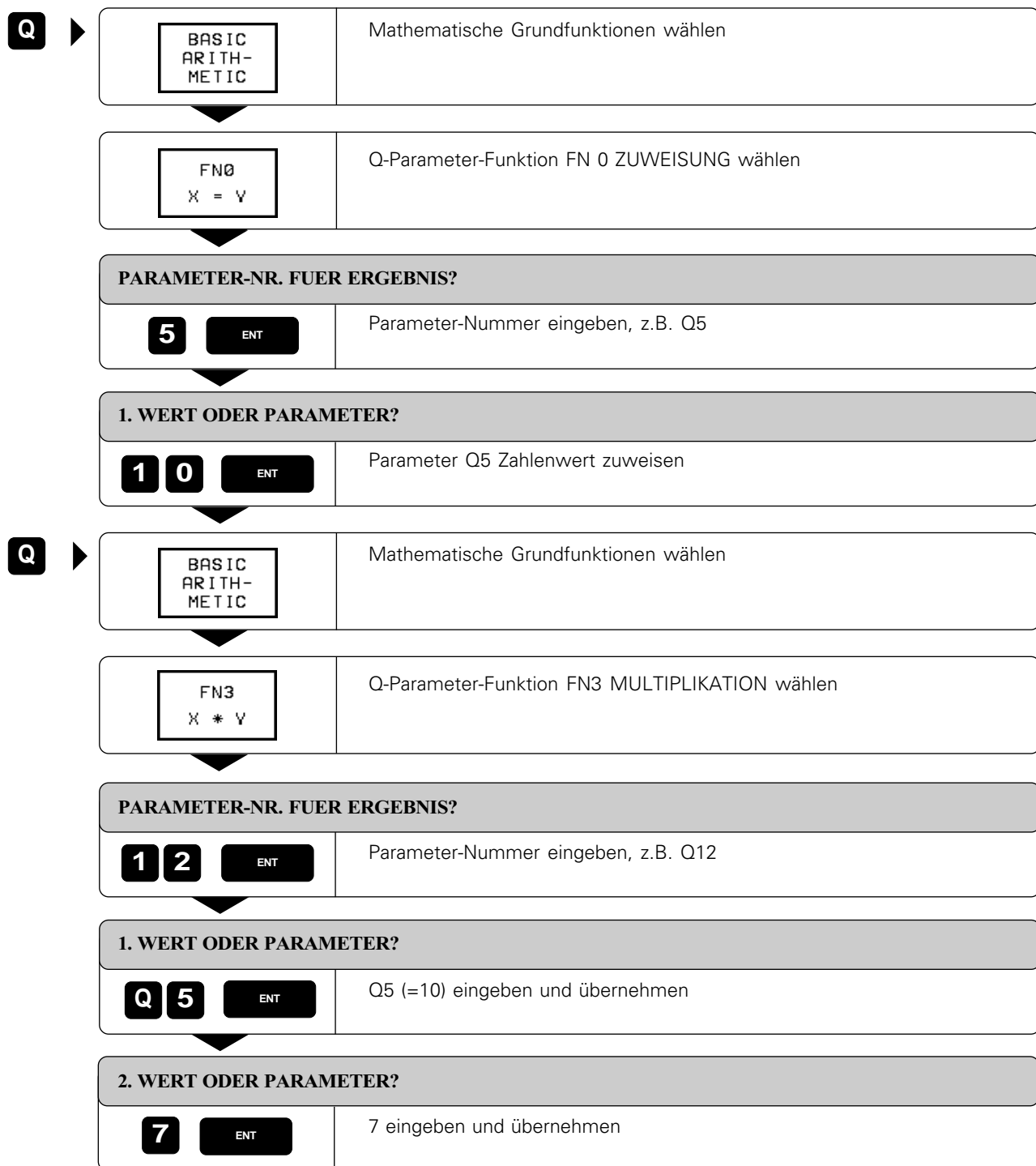
Die Q-Parameter und Zahlenwerte in den Gleichungen können beliebig mit Vorzeichen versehen werden.

Rechen-Funktion anwählen



Programmier-Beispiel für Grundrechenarten

Parameter Q5 Wert 10 zuweisen und Parameter Q12 Produkt aus Q5 und 7 zuweisen.



NC-Sätze FN0: Q5 = +10
FN3: Q12 = +Q5 *+7

7.3 Winkelfunktionen (Trigonometrie)

Sinus, Cosinus und Tangens entsprechen den Seitenverhältnissen bei einem rechtwinkligen Dreieck und erleichtern viele Berechnungen.

Bei einem rechtwinkligen Dreieck gilt:

$$\text{Sinus: } \sin \alpha = a / c$$

$$\text{Cosinus: } \cos \alpha = b / c$$

$$\text{Tangens: } \tan \alpha = a / b = \sin \alpha / \cos \alpha$$

Dabei ist:

- c die Seite gegenüber dem rechten Winkel
- a die Seite gegenüber dem Winkel α
- b die dritte Seite

Aus dem Tangens kann der Winkel wieder bestimmt werden:

$$\alpha = \arctan \alpha = \arctan (a / b) = \arctan (\sin \alpha / \cos \alpha)$$

$$\text{Beispiel: } a = 10 \text{ mm}$$

$$b = 10 \text{ mm}$$

$$\alpha = \arctan (a / b) = \arctan 1 = 45^\circ$$

$$\text{Weiterhin gilt: } a^2 + b^2 = c^2 \quad (a^2 = a \cdot a)$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Nach anwählen der Winkelfunktionen steht folgende Softkey-Leiste zur Verfügung:

FN6 SIN(X)	FN7 COS(X)	FN8 X LEN Y	FN13 X ANG Y				END
---------------	---------------	----------------	-----------------	--	--	--	-----

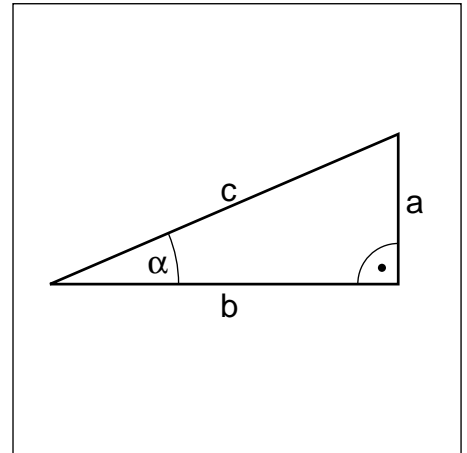


Abb. 7.3: Seiten und Winkel am rechtwinkligen Dreieck

Funktions-Übersicht

	Softkey
FN6: SINUS z.B. FN6: Q20 = SIN-Q5 Sinus eines Winkels in Grad (°) bestimmen und zuweisen	FN6 SIN(X)
FN7: COSINUS z.B. FN7: Q21 = COS-Q5 Cosinus eines Winkels in Grad (°) bestimmen und zuweisen	FN7 COS(X)
FN8: WURZEL AUS QUADRATSUMME z.B. FN8: Q10 = +5 LEN +4 Differenz aus zwei Werten bilden und zuweisen	FN8 X LEN Y
FN13: WINKEL z.B. FN13: Q20 = +10 ANG-Q1 Winkel mit arctan aus zwei Seiten oder sin und cos des Winkels (0 - Winkel - 360°) bestimmen und zuweisen	FN13 X ANG Y

7.4 Wenn/dann-Entscheidungen mit Q-Parametern

Bei Wenn/dann-Entscheidungen vergleicht die TNC einen Q-Parameter mit einem anderen Q-Parameter oder einem Zahlenwert.

Sprünge

In den Entscheidungssatz wird die Nummer eines Labels als Sprungziel eingegeben.

Ist die programmierte Bedingung erfüllt, setzt die TNC das Programm am angegebenen Label fort. Ist sie nicht erfüllt, wird der nächste Satz ausgeführt.

Um in ein anderes Programm zu springen, wird hinter das Label ein PGM CALL (siehe S. 6-8) programmiert.

Verwendete Abkürzungen und Begriffe

IF	(engl.):	wenn
EQU	(engl. equal):	gleich
NE	(engl. not equal):	nicht gleich
GT	(engl. greater than):	größer als
LT	(engl. less than):	kleiner als
GOTO	(engl. go to):	gehe zu

Unbedingte Sprünge

Unbedingte Sprünge sind Sprünge, deren Bedingung immer erfüllt ist, z.B.

FN 9: IF+10 EQU+10 GOTO LBL1

Nach Anwählen der Sprung-Funktionen steht folgende Softkey-Leiste zur Verfügung:

FN9 IF X EQ Y GOTO	FN10 IF X NE Y GOTO	FN11 IF X GT Y GOTO	FN12 IF X LT Y GOTO				END
--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	--	--	--	-----

Funktions-Übersicht

	Softkey
FN9: WENN GLEICH, SPRUNG z.B. FN9: IF +Q1 EQU +Q3 GOTO LBL 5 Wenn beide Werte oder Parameter gleich, Sprung zu angegebenen Label	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;"> FN9 IF X EQ Y GOTO </div>
FN10: WENN UNGLEICH, SPRUNG z.B. FN10: IF +10 NE -Q5 GOTO LBL 10 Wenn beide Werte oder Parameter ungleich, Sprung zu angegebenem Label	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;"> FN10 IF X NE Y GOTO </div>
FN11: WENN GROESSER, SPRUNG z.B. FN11: IF+Q1 GT+10 GOTO LBL 5 Wenn erster Wert oder Parameter größer als zweiter Wert oder Parameter, Sprung zu angegebenem Label	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;"> FN11 IF X GT Y GOTO </div>
FN12: WENN KLEINER, SPRUNG z.B. FN12: IF+Q5 LT+0 GOTO LBL 1 Wenn erster Wert oder Parameter kleiner als zweiter Wert oder Parameter, Sprung zu angegebenem Label	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;"> FN12 IF X LT Y GOTO </div>

Beispiel

Sobald Q5 negativ wird, soll ein Sprung in das Programm 100.H erfolgen.

```

.
.
.
5  FN0: Q5 = +10 ..... Parameter Q5 Wert, z.B. +10, zuweisen
.
.
.
9  FN 2: Q5 = +Q5 - +12 ..... Q5 verkleinern
10 FN 12: IF +Q5 LT +0 GOTO LBL 5 ..... Sprung zu Label 5, wenn +Q5 < 0
.
.
.
15 LBL 5 ..... Label 5
16 PGM CALL 100 ..... Sprung ins Programm 100.H
.
.
.

```

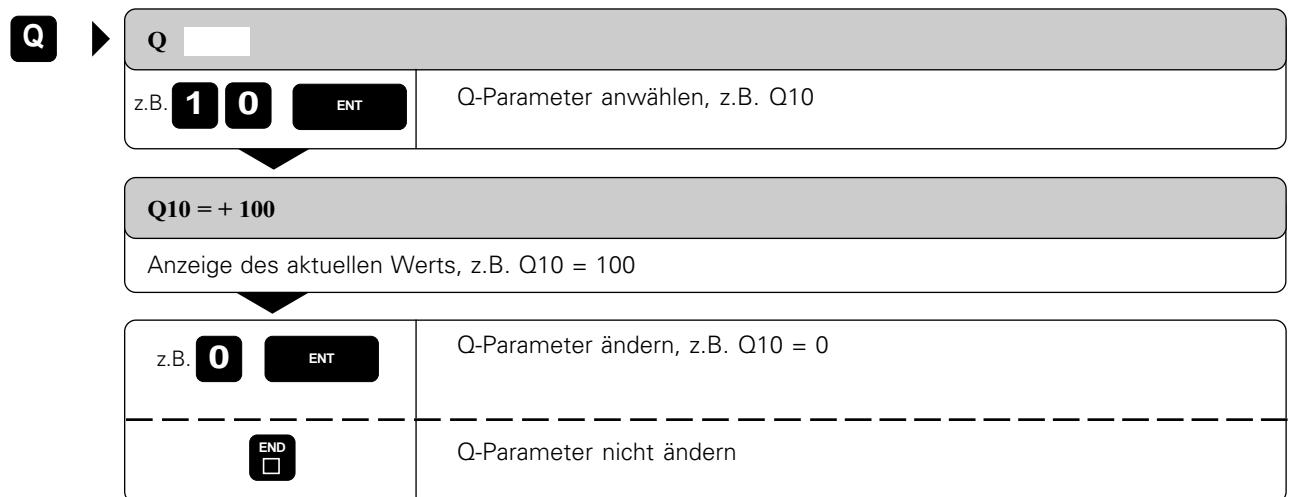
7.5 Q-Parameter kontrollieren und ändern

Q-Parameter lassen sich während eines Programmlaufs oder Programm-Tests kontrollieren und - falls nötig - ändern.

Vorbereitung:

- Programmlauf abbrechen (z.B. externe STOP-Taste und Softkey INTERNAL STOP drücken)
- Programm-Test anhalten

Q-Parameter aufrufen



7.6 Sonstige Funktionen

Nach Anwählen der sonstigen Funktionen steht folgende Softkey-Leiste zur Verfügung:

FN14 ERROR=	FN15 PRINT	FN19 PLC=					END
----------------	---------------	--------------	--	--	--	--	-----

Meldungen ausgeben

FN14 ERROR=

Mit der Funktion FN14:ERROR werden vorprogrammierte Meldungen des Maschinen-Herstellers aufgerufen.

Kommt die TNC im Programm-Test zu einem Satz mit FN 14, so unterbricht sie und gibt eine Meldung aus. Anschließend muß das Programm neu gestartet werden.

Eingabe:

z.B. FN 14: ERROR = 254

Die TNC gibt dann den unter Fehler-Nummer 254 gespeicherten Text am Bildschirm aus.

Einzugebende Fehler-Nummer	Vorgegebener Dialog
0 ... 299	FN 14: FEHLER-NUMMER 0 299
300 ... 399	PLC: FEHLER 0 ... 99
400 ... 499	HERSTELLER-ZYKLUS 0 99



Der Maschinen-Hersteller kann einen Dialog eingeben, der vom vorgegebenen Dialog abweicht.

Ausgaben über eine externe Datenschnittstelle

FN15 PRINT

Mit der Funktion FN 15: PRINT werden Werte von Q-Parametern und Fehlermeldungen über die Datenschnittstelle ausgegeben, zum Beispiel an einen Drucker.

- FN15: PRINT mit Zahlenwert bis zu 200
 - 0 bis 99: Dialoge für Hersteller-Zyklen
 - 100 bis 199: PLC-Fehlermeldungen
 - 200: ETX-Zeichen

z.B. FN15: PRINT 20
Der entsprechende Dialog wird ausgegeben.

- FN 15: PRINT mit Q-Parameter
 - z.B. FN15: PRINT Q20
 - Der Wert des Q-Parameters wird ausgegeben.

Es lassen sich bis zu sechs Q-Parameter und Zahlenwerte gleichzeitig ausgeben. Die TNC trennt sie mit Schrägstrichen.
z.B. FN15: PRINT 1/Q1/2/Q2



- Wenn Sie bei aktiver FN 15 das Bearbeitungs-Programm abbrechen, müssen Sie mit dem Softkey CLOSE RS-232-C die Schnittstelle schließen
- Wenn Sie mit FN15 Werte auf einen PC übertragen, erzeugt die TNC auf dem PC die Datei %FN15RUN.A und speichert dort die übertragenen Werte ab.

Zuweisung an die PLC

FN19 PLC=

Mit der Funktion FN19: PLC werden bis zu zwei Zahlenwerte oder Q-Parameter an die PLC übergeben.

Schrittweiten und Einheiten: 0,1 µm bzw. 0,0001°

Beispiel FN19: PLC = +10/+Q3

Der Zahlenwert 10 entspricht 1µm bzw. 0,001°.

7.7 Formel direkt eingeben

Die Eingabe mathematischer Formeln, die mehrere Rechenoperationen beinhalten, erfolgt über Softkey oder direkt über die ASCII-Tastatur. Empfohlen wird die Eingabe der Verknüpfungs-Operation über Softkey, da hier Format-Fehler vermieden werden.

Funktions-Übersicht

Verknüpfungs-Funktion	Softkey
Addition z.B. Q10 = Q1 + Q5	+
Subtraktion z.B. Q25 = Q7 - Q108	-
Multiplikation z.B. Q12 = 5 * Q5	*
Division z.B. Q25 = Q1 / Q2	/
Klammer auf z.B. Q12 = Q1 * (Q2 + Q3)	(
Klammer zu z.B. Q12 = Q1 * (Q2 + Q3))
Wert quadrieren (engl. square) z.B. Q15 = SQ 5	SQ
Wurzel ziehen (engl. square root) z.B. Q22 = SQRT 25	SQRT
Sinus eines Winkels z.B. Q44 = SIN 45	SIN
Cosinus eines Winkels z.B. Q45 = COS 45	COS
Tangens eines Winkels z.B. Q46 = TAN 45	TAN

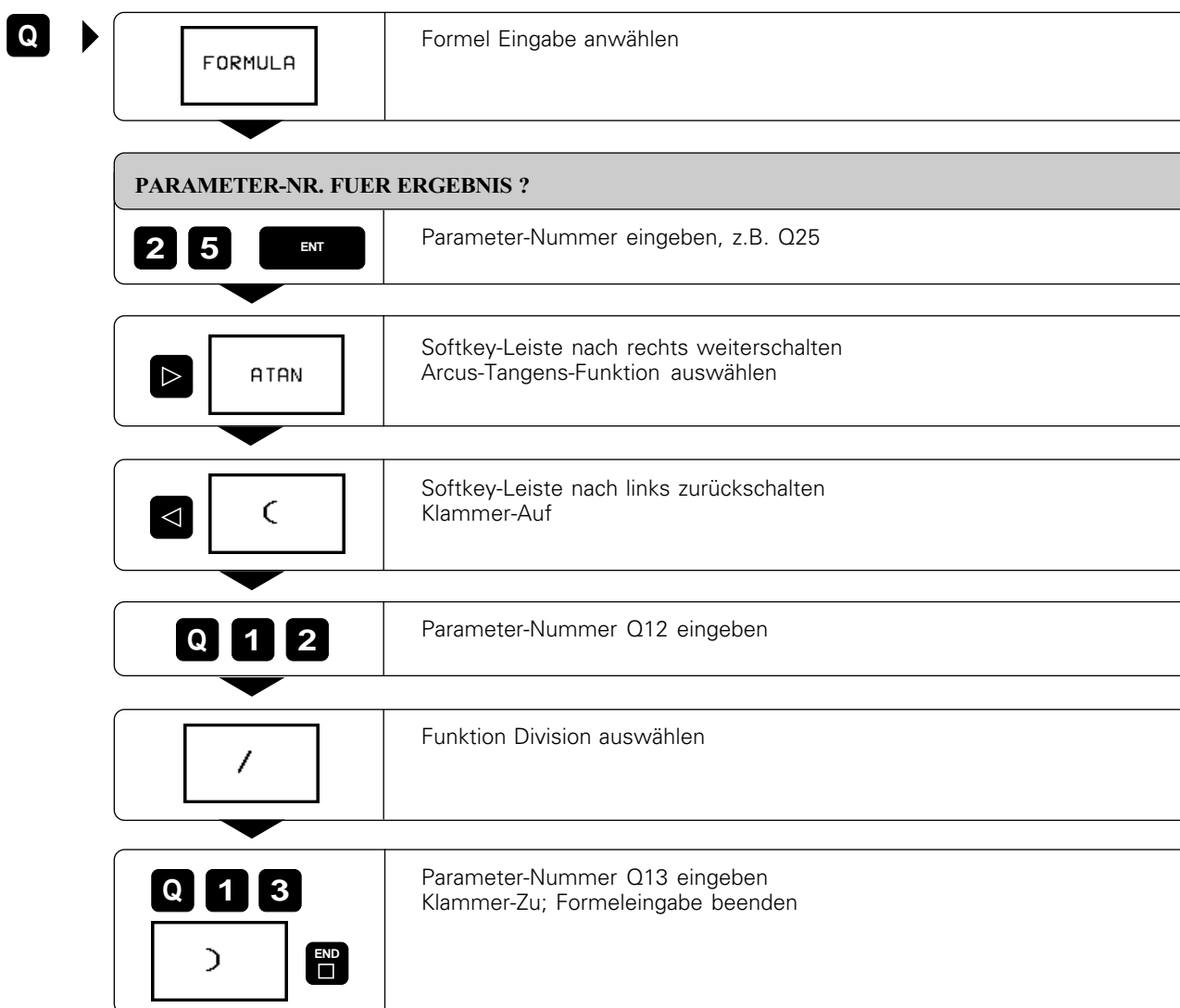
Verknüpfungs-Funktion	Softkey
Arcus-Sinus: Umkehrfunktion des Sinus; Winkel bestimmen aus dem Verhältnis Gegenkathete/Hypotenuse z.B. Q10 = ASIN 0.75	ASIN
Arcus-Cosinus: Umkehrfunktion des Cosinus; Winkel bestimmen aus dem Verhältnis Ankathete/Hypotenuse z.B. Q11 = ACOS Q40	ACOS
Arcus-Tangens: Umkehrfunktion des Tangens; Winkel bestimmen aus dem Verhältnis Gegenkathete/Ankathete z.B. Q12 = ATAN Q50	ATAN
Potenzieren von Werten z.B. Q15 = 3^3	^
Konstante PI (3.14159)	PI
Logarithmus Naturalis (LN) einer Zahl bilden, Basiszahl 2.7183 z.B. Q15 = LN Q11	LN
Logarithmus einer Zahl bilden, Basiszahl 10 z.B. Q33 = LOG 022	LOG
Exponentialfunktion, 2.7183 hoch n z.B. Q1 = EXP Q12	EXP
Negieren von Werten, mal -1 nehmen z.B. Q2 = NEG Q1	NEG
Nachkomma-Stellen abschneiden, Integer-Zahl bilden z.B. Q3 = INT Q42	INT
Absolutwert einer Zahl bilden z.B. Q4 = ABS Q22	ABS
Vorkomma-Stellen einer Zahl abschneiden, Fraktionieren z.B. Q5 = FRAC Q23	FRAC

Rechenregeln

- Rechenoperationen höherer Stufe werden zuerst ausgeführt (Punktrechnung vor Strichrechnung)
z.B. $Q1 = 5 \cdot 3 + 2 \cdot 10 = 35 \Rightarrow$
 1. Rechenschritt $5 \cdot 3 = 15$
 2. Rechenschritt $2 \cdot 10 = 20$
 3. Rechenschritt $15 + 20 = 35$
- z.B. $Q2 = SQ 10 - 3^3 = 73 \Rightarrow$
 1. Rechenschritt 10 quadrieren = 100
 2. Rechenschritt 3 mit 3 potenz. = 27
 3. Rechenschritt $100 - 27 = 73$
- Distributivgesetz (Gesetz der Verteilung) beim Rechnen mit Klammern
 $a \cdot (b + c) = a \cdot b + a \cdot c$

Eingabe-Beispiel

Winkel berechnen mit arctan als Gegenkathete (Q12) und Ankathete (Q13) und in Q25 abspeichern.

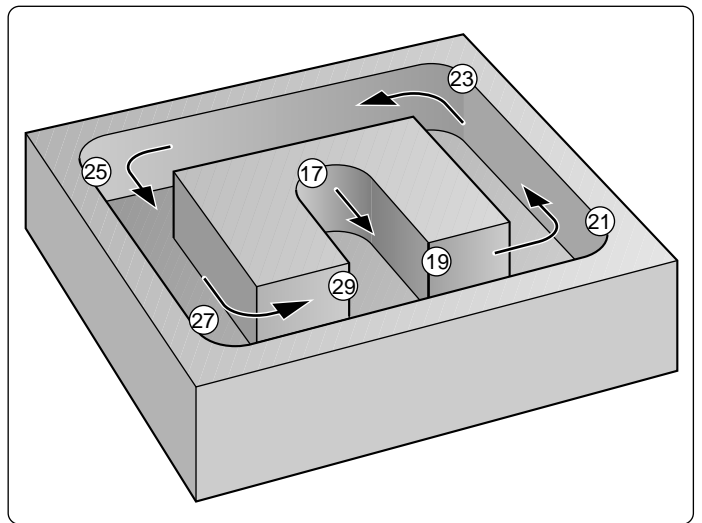


NC-Satz: $Q25 = ATAN(Q12 / Q13)$

7.8 Programm-Beispiele

Rechtecktaschen-Rahmen mit Ecken-Runden und weichem Anfahren

Taschenzentrums-Koordinaten:	X	=	50 mm (Q1)
	Y	=	50 mm (Q2)
Taschenlänge	X	=	90 mm (Q3)
Taschenbreite	Y	=	70 mm (Q4)
Arbeitstiefe	Z _F	= (-)	15 mm (-Q5)
Ecken-Radius	R	=	10 mm (Q6)
Fräs-Vorschub	F	=	200 mm/min (Q7)



Bearbeitungsprogramm

```

0 BEGIN PGM QPARBSP1 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 FN 0: Q1 = +50
4 FN 0: Q2 = +50
5 FN 0: Q3 = +90
6 FN 0: Q4 = +70
7 FN 0: Q5 = +15
8 FN 0: Q6 = +10
9 FN 0: Q7 = +200
10 TOOL DEF 1 L+0 R+5
11 TOOL CALL 1 Z S1000
12 L Z+100 R0 F MAX M6
13 FN4: Q13 = +Q3 DIV+2
14 FN4: Q14 = +Q4 DIV+2
15 FN4: Q16 = +Q6 DIV+4 ..... Rundungsradius für weiches Anfahren
16 FN4: Q17 = +Q7 DIV+2 ..... Vorschub in Ecken soll halb so groß sein wie bei Linear-
                               bewegungen
17 L X+Q1 Y+Q2 R0 F MAX M3 ..... Vorpositionieren in X und Y (Taschenmitte), Spindel „Ein“
18 L Z+2 F MAX ..... Über Werkstück vorpositionieren
19 L Z-Q5 FQ7 ..... Mit Vorschub Q7 (= 100) auf Arbeitstiefe - Q5 (= -15 mm)
                               fahren
20 APPR LN IX+Q13 Y+Q2 LEN+Q14 RL F100 M3 ..... Rahmen anfahren
21 L IY+Q14
22 RND RQ6 FQ17
23 L IX-Q3
24 RND RQ6 FQ17
25 L IY-Q4
26 RND RQ6 FQ17
27 L IX+Q3
28 RND RQ6 FQ17
29 L IY+Q14
30 DEP LN LEN+20 F1000 ..... Wegfahren auf Taschenmitte
31 L Z+100 F MAX M2 ..... Werkzeug zurückziehen
32 END PGM QPARBSP1 MM

```

Lochkreis

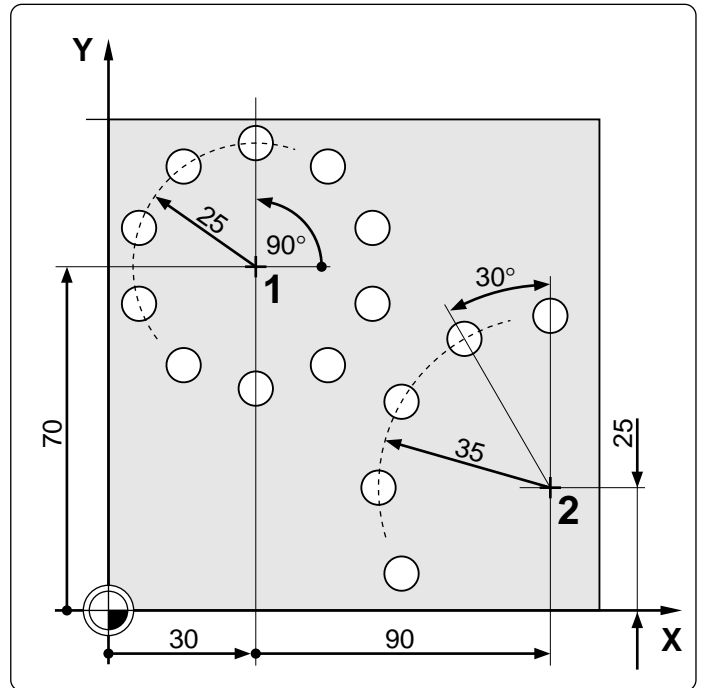
Bohrbild auf Vollkreis verteilt:

Eingabewerte sind aus den Programm-Kommentaren Zeilen 1 - 8 ersichtlich

Bewegungen in der Ebene werden mit Polarkoordinaten programmiert

Bohrbild auf Teilkreis verteilt:

Eingabewerte siehe Zeilen 20 - 24, Q5, Q7 und Q8 bleiben gleich



Bearbeitungsprogramm

```

0 BEGIN PGM K71 MM ..... Ladedaten für Lochkreis 1:
1 FN 0: Q1 = + 30 ..... Lochkreis-Mitte X
2 FN 0: Q2 = +70 ..... Lochkreis-Mitte Y
3 FN 0: Q3 = +11 ..... Anzahl der Bohrungen
4 FN 0: Q4 = +25 ..... Lochkreis-Radius
5 FN 0: Q5 = +90 ..... Start-Winkel
6 FN 0: Q6 = +0 ..... Fortschritt-Winkel (0: Bohrungen auf 360° verteilen)
7 FN 0: Q7 = +2 ..... Sicherheits-Abstand
8 FN 0: Q8 = +15 ..... Bohrtiefe
9 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
10 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
11 TOOL DEF 1 L+0 R+4
12 TOOL CALL 1 Z S2500
13 CYCL DEF 1.0 TIEFBOHREN ..... Definition des Tiefbohr-Zyklus
14 CYCL DEF 1.1 ABST +Q7 ..... Sicherheits-Abstand
15 CYCL DEF 1.2 TIEFE -Q8 ..... Bohrtiefe entsprechend Ladedaten
16 CYCL DEF 1.3 ZUSTLG +5
17 CYCL DEF 1.4 V.ZEIT 0
18 CYCL DEF 1.5 F250
19 CALL LBL 1 ..... Aufruf Lochkreis 1, Ladedaten für Lochkreis 2
   (nur geänderte Ladedaten neu eingeben):
20 FN 0: Q1 = +90 ..... Neue Mitte X
21 FN 0: Q2 = +25 ..... Neue Mitte Y
22 FN 0: Q3 = +5 ..... Neue Anzahl Bohrungen
23 FN 0: Q4 = +35 ..... Neuer Lochkreis-Radius
24 FN 0: Q6 = +30 ..... Neuer Fortschrittswinkel (kein Vollkreis,
   5 Bohrungen mit 30° Abstand)
25 CALL LBL 1 ..... Aufruf Lochkreis 2
26 L Z+200 R0 F MAX M2

```

Fortsetzung nächste Seite

27 LBL 1	Unterprogramm Lochkreis
28 FN 0: Q10 = +0	Zähler für fertige Bohrungen vorbelegen
29 FN 10: IF +Q6 NE +0 GOTO LBL 10	Wenn Fortschalt-Winkel eingegeben, dann Sprung auf LBL 10
30 FN 4: Q6 = +360 DIV +Q3	Fortschaltwinkel berechnen, Bohrungen auf 360° verteilen
31 LBL 10	
32 FN 1: Q11 = +Q5 + +Q6	Zweite Bohrposition berechnen aus Start-Winkel und Fortschalt-Winkel
33 CC X+Q1 Y+Q2	Pol ins Lochkreis-Zentrum
34 LP PR+Q4 PA+Q5 R0 F MAX M3	1. Bohrung anfahren in der Ebene
35 L Z+Q7 R0 F MAX M99	Z auf Sicherheits-Abstand, Zyklus aufrufen
36 FN 1: Q10 = +Q10 + +1	Gefertigte Bohrung zählen
37 FN 9: IF +Q10 EQU +Q3 GOTO LBL 99	Schon fertig?
38 LBL 2	
39 LP PR+Q4 PA+Q11 R0 F MAX M99	Zweite und weitere Bohrungen machen
40 FN 1: Q10 = +Q10 + +1	Gefertigte Bohrung zählen
41 FN 1: Q11 = +Q11 + +Q6	Winkel für nächste Bohrung berechnen (aktualisieren)
42 FN 12: IF + Q10 LT + Q3 GOTO LBL 2	Unfertig?
43 LBL 99	
44 L IZ+200 R0 F MAX	Z freifahren
45 LBL 0	Unterprogramm-Ende
46 END PGM K71 MM	

Ellipse

X-Koordinaten-Berechnung: $X = a \times \cos \alpha$
 Y-Koordinaten-Berechnung: $Y = b \times \sin \alpha$

a, b : Halbachsen der Ellipse
 α : Winkel zwischen führender Achse und
 Verbindungslinie von P zum Mittelpunkt
 der Ellipse.

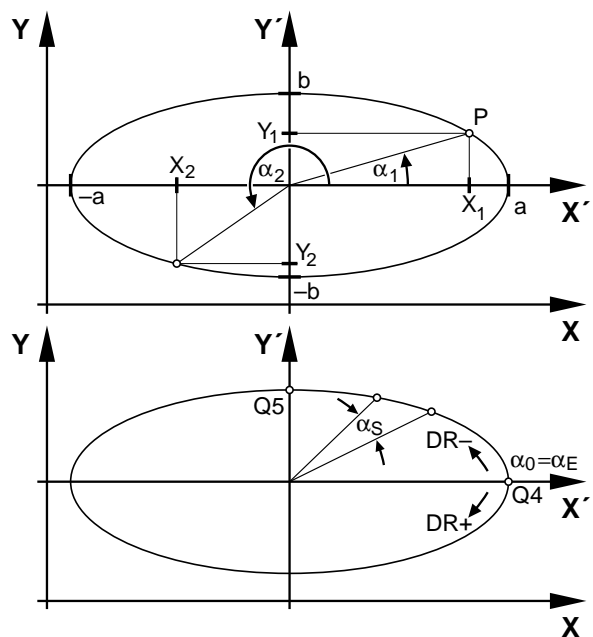
X_0, Y_0 : Ellipsen-Zentrum

Ablauf:

Die Punkte auf der Ellipse werden berechnet
 und durch viele kleine Geradenstücke
 miteinander verbunden. Je mehr Punkte
 berechnet werden und je kürzer die Geraden-
 strecken sind, um so glatter wird die Kurve.

Durch entsprechende Eingabe von Anfangs-
 und Endwinkel lässt sich die Bearbeitungs-
 Richtung variieren.

Die Eingabe-Parameter sind in den Zeilen 1 - 12
 des Programms beschrieben.
 Berechnungen sind mit der Funktion FORMULA
 programmiert.



Bearbeitungsprogramm

```

0 BEGIN PGM K72 MM ..... Ladedaten
1 FN 0: Q1 = +50 ..... Ellipsen-Zentrum in X
2 FN 0: Q2 = +50 ..... Ellipsen-Zentrum in Y
3 FN 0: Q3 = +50 ..... X-Halbachse
4 FN 0: Q4 = +20 ..... Y-Halbachse
5 FN 0: Q5 = +0 ..... Start-Winkel
6 FN 0: Q6 = +360 ..... End-Winkel
7 FN 0: Q7 = +40 ..... Anzahl der Berechnungs-Schritte
8 FN 0: Q8 = +0 ..... Drehlage
9 FN 0: Q9 = +10 ..... Tiefe
10 FN 0: Q10 = +100 ..... Eintauch-Vorschub
11 FN 0: Q11 = +350 ..... Fräs-Vorschub
12 FN 0: Q12 = +2 ..... Sicherheits-Abstand Z
13 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
14 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
15 TOOL DEF 1 L+0 R+2,5
16 TOOL CALL 1 Z S2800
17 L Z+2000 R0 F MAX
18 CALL LBL 10 ..... Unterprogramm Ellipse aufrufen
19 L Z+20 R0 F MAX M2 ..... Z freifahren, Hauptprogramm-Ende
  
```

Fortsetzung nächste Seite

```

20 LBL 10
21 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT
22 CYCL DEF 7.1 X+Q1
23 CYCL DEF 7.2 Y+Q2 ..... Nullpunkt ins Ellipsen-Zentrum verschieben
24 CYCL DEF 10.0 DREHUNG
25 CYCL DEF 10.1 ROT +Q8 ..... Drehung aktivieren, falls Q8 geladen
26 Q35 = (Q6 - Q5) / Q7 ..... Winkelschritt berechnen (Endwinkel-Startwinkel
                               dividiert durch Anzahl der Schritte)
27 Q36 = Q5 ..... Aktueller Winkel für Berechnungen =
                               Startwinkel setzen
28 Q37 = 0 ..... Zähler für gefräste Schritte setzen
29 Q21 = Q3 * COS Q36 ..... X-Koordinate Startpunkt berechnen
30 Q22 = Q4 * SIN Q36 ..... Y-Koordinate Startpunkt berechnen
31 L X+Q21 Y+Q22 R0 F MAX M3 ..... Startpunkt anfahren in der Ebene
32 L Z+Q12 R0 F MAX ..... Z auf Sicherheits-Abstand im Eilgang
33 L Z-Q9 R0 FQ10 ..... Eintauchen auf Frästief im Eintauch-Vorschub

34 LBL 1
35 Q36 = Q36 + Q35 ..... Winkel aktualisieren
36 Q37 = Q37 + 1 ..... Zähler aktualisieren
37 Q21 = Q3 * COS Q36 ..... nächste X-Koordinate berechnen
38 Q22 = Q4 * SIN Q36 ..... nächste Y-Koordinate berechnen
39 L X+Q21 Y+Q22 R0 FQ11 ..... nächsten Punkt anfahren
40 FN 12: IF +Q37 LT +Q7 GOTO LBL 1 ..... Unfertig?

41 CYCL DEF 10.0 DREHUNG
42 CYCL DEF 10.1 ROT+0 ..... Drehung rücksetzen
43 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT
44 CYCL DEF 7.1 X+0
45 CYCL DEF 7.2 Y+0 ..... Nullpunkt-Verschiebung rücksetzen
46 L Z+Q12 R0 F MAX ..... Z auf Sicherheits-Abstand
47 LBL 0 ..... Unterprogramm-Ende
48 END PGM K72 MM

```

Kugel mit Schafffräser

Erklärungen zum Programm

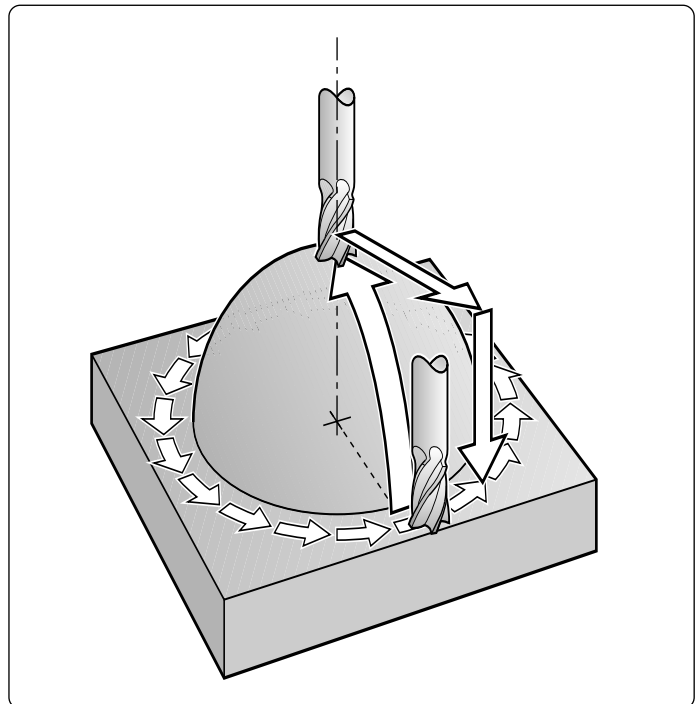
- Das Werkzeug verfährt in der Z/X - Ebene von unten nach oben.
- In Satz 12 (Q12) kann ein Aufmaß eingegeben werden, falls die Kontur in mehreren Schritten gefertigt werden soll.
- Der Werkzeug-Radius wird mit dem Parameter Q108 automatisch berücksichtigt.

Das Programm arbeitet mit den folgenden Größen:

- Raumwinkel: Startwinkel Q1
Endwinkel Q2
Schrittweite Q3
- Kugelradius Q4
- Sicherheitsabstand Q5
- Ebenenwinkel: Startwinkel Q6
Endwinkel Q7
Schrittweite Q8
- Kugel-Mittelpunkt: X-Koordinate Q9
Y-Koordinate Q10
- Fräsvorschub Q11
- Aufmaß Q12

Die zusätzlich im Programm definierten Parameter haben folgende Bedeutung:

- Q15: Sicherheitsabstand über Kugel
- Q21: Raumwinkel während Bearbeitung
- Q24: Abstand Kugelmittelpunkt - Werkzeugmittelpunkt
- Q26: Ebenenwinkel während Bearbeitung
- Q108: TNC-Parameter mit Werkzeug-Radius



Bearbeitungsprogramm

```

0 BEGIN PGM QPARBSP3 MM
1 FN 0: Q1 = + 90
2 FN 0: Q2 = + 0
3 FN 0: Q3 = + 5
4 FN 0: Q4 = + 45
5 FN 0: Q5 = + 2
6 FN 0: Q6 = + 0
7 FN 0: Q7 = + 360
8 FN 0: Q8 = + 5
9 FN 0: Q9 = + 50
10 FN 0: Q10 = + 50
11 FN 0: Q11 = + 500
12 FN 0: Q12 = + 0 ..... Parametern Kugeldaten zuweisen
13 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-50
14 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
15 TOOL DEF 1 L+0 R+5
16 TOOL CALL 1 Z S1000
17 L Z + 100 R0 FMAX M6 ..... Rohteil; Werkzeug definieren und einwechseln
18 CALL LBL 10 ..... Unterprogramm-Aufruf
19 L Z + 100 R0 FMAX M2 ..... Werkzeug freifahren; Rücksprung zum Programm-Beginn

```

Fortsetzung nächste Seite

```

20 LBL 10
21 FN1: Q15 = + Q5 + + Q4
22 FN0: Q21 = + Q1
23 FN1: Q24 = + Q4 + + Q108
24 FN0: Q26 = + Q6
25 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT
26 CYCL DEF 7.1 X + Q9
27 CYCL DEF 7.2 Y + Q10
28 CYCL DEF 7.3 Z - Q4
29 CYCL DEF 10.0 DREHUNG
30 CYCL DEF 10.1 ROT + Q6
31 CC X + 0 Y + 0
32 LP PR + Q24 PA + Q6 R0 FQ11 ..... Vorpositionierung vor Bearbeitung
33 LBL 1
34 CC Z + 0 X + Q 108
35 L Y + 0 Z + 0 FQ11 ..... Vorpositionierung an jedem Kreisbogenanfang
36 LBL 2
37 LP PR + Q4 PA + Q21 R0 FQ11
38 FN2: Q21 = + Q21 - + Q3
39 FN11: IF + Q21 GT + Q2 GOTO LBL2
40 LP PR + Q4 PA + Q2
41 L Z + Q15 R0 F1000
42 L X + Q24 R0 FMAX
43 FN1: Q26 = + Q26 + + Q8 ..... Nächsten Drehschritt vorbereiten
44 FN0: Q21 = + Q1 ..... Raumwinkel für Bearbeitung wieder auf Startwert setzen
45 CYCL DEF 10.0 DREHUNG
46 CYCL DEF 10.1 ROT + Q26
47 FN12: IF + Q26 LT + Q7 GOTO LBL1
48 FN9: IF + Q26 EQU + Q7 GOTO LBL1
49 CYCL DEF 10.0 DREHUNG
50 CYCL DEF 10.1 ROT + 0
51 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT
52 CYCL DEF 7.1 X + 0
53 CYCL DEF 7.2 Y + 0
54 CYCL DEF 7.3 Z + 0
55 LBL 0 ..... Unterprogramm-Ende
56 END PGM QPARBSP3 MM

```

} Start- und Rechenwerte bestimmen

} Nullpunkt ins Kugelzentrum legen

} Rotation für Programmstart (Start - Ebenenwinkel)

} An der Kugelaußenwand hochfräsen, bis höchster Punkt erreicht ist

} Höchsten Kugelpunkt bearbeiten und Werkzeug freifahren

} Koordinaten-System um Z-Achse drehen, bis Ebenen-Endwinkel erreicht ist

} Drehung und Nullpunkt-Verschiebung rücksetzen



8.1 Allgemeines zu den Zyklen

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

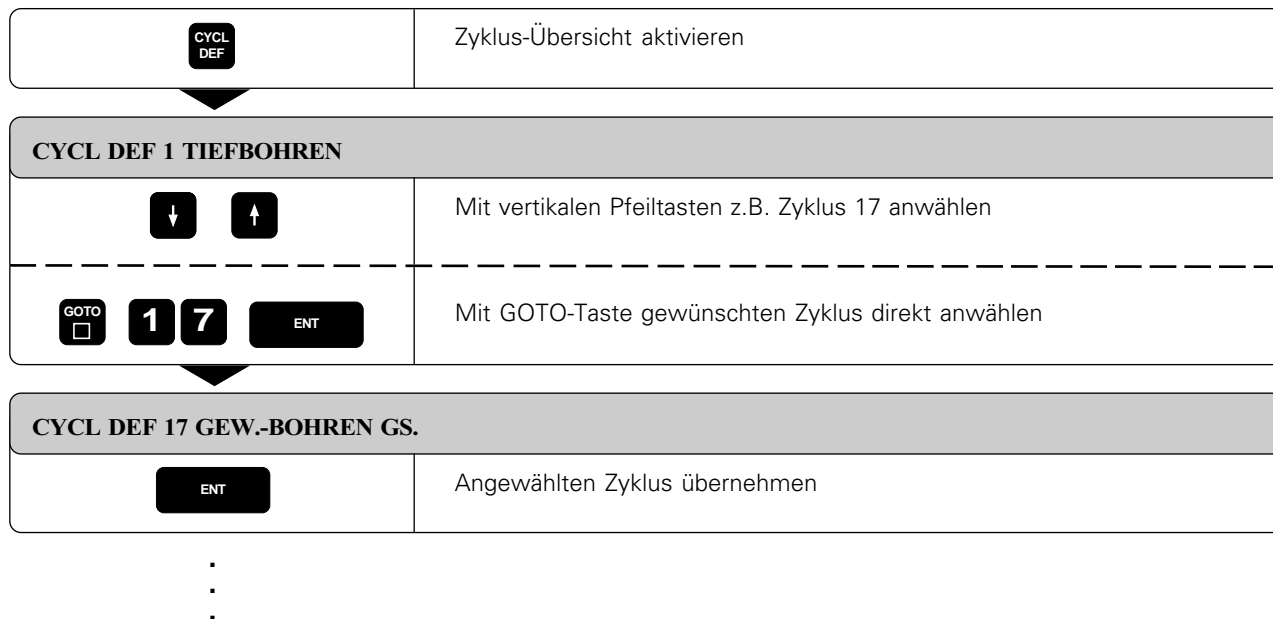
Die Zyklen sind in folgende Gruppen unterteilt:

- Die **einfacheren Bearbeitungszyklen** wie Tiefbohren und Gewindebohren, sowie die Fräsbearbeitungen Nut, Kreis- und Rechtecktasche.
- **SL(Subkontur-Liste)-Zyklen**, mit denen aufwendigere Konturen bearbeitet werden, die sich aus mehreren überlagerten Teilkonturen zusammensetzen.
- **SL-Zyklen** für konturorientierte Bearbeitung, mit denen die TNC das Werkzeug beim Ausräumen und Schlichten an der Kontur entlang verfährt. Dabei bestimmt die TNC die Fräser-Einstichpositionen selbsttätig.
- **Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung**, mit denen beliebige Konturen verschoben, gedreht, gespiegelt, vergrößert und verkleinert werden.
- **Sonder-Zyklen** Verweilzeit, Programm-Aufruf, Spindel-Orientierung und Schwenken der Bearbeitungsebene .

Zyklus programmieren

Zyklus definieren

Mit der Taste CYCL DEF wird zuerst die Zyklus-Übersicht aktiviert. Danach wird der gewünschte Zyklus angewählt und im Klartext-Dialog definiert. Das folgende Beispiel zeigt, wie ein beliebiger Zyklus definiert wird:



⋮

Danach erfragt die TNC die Daten für den angewählten Zyklus:

SICHERHEITS-ABSTAND?	
z.B. 2 ENT	Sicherheitsabstand eingeben, z.B. +2mm
BOHRTIEFE?	
z.B. 7 + 3 0 ENT	Bohrtiefe eingeben, z.B. -30mm
GEWINDESTEIGUNG?	
z.B. 0 . 7 5 ENT	Gewindesteigung eingeben, z.B. +0,75mm

```
NC-Satz 17.0 GEW.-BOHREN GS
        17.1 ABST. +2
        17.2 TIEFE -30
        17.3 STEIG +0,75
```

Zyklus aufrufen

Folgende Zyklen wirken ab ihrer Definition im Bearbeitungsprogramm:

- Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung,
- der Zyklus Verweilzeit und
- die SL-Zyklen, die die Kontur und die globalen Parameter festlegen.

Alle übrigen Zyklen müssen separat aufgerufen werden. Die nachfolgenden Beschreibungen der einzelnen Zyklen enthalten hierzu Hinweise.

Soll der Zyklus nach dem Satz ausgeführt werden, in dem er aufgerufen wurde, den Zyklaufufruf

- mit CYCL CALL

CYCL CALL ► ZUSATZ-FUNKTION	
z.B. 3 ENT	Zyklaufufruf mit Zusatzfunktion M3

- mit der Zusatz-Funktion M99 programmieren.

Soll der Zyklus nach jedem Positioniersatz ausgeführt werden, so wird er mit der Zusatzfunktion M89 aufgerufen (abhängig von MP7440).

Die Wirkung von M89 wird durch

- M99
- CYCL CALL
- CYCL DEF

wieder aufgehoben.



Voraussetzungen:

Vor einem Zyklus-Aufruf müssen bereits programmiert sein:

- BLK FORM zur grafischen Darstellung
- Werkzeug-Aufruf
- Positioniersatz zur Start-Position X, Y (Bearbeitungsebene) mit Radiuskorrektur R0
- Positioniersatz zur Start-Position Z (Werkzeugachse, Sicherheits-Abstand)
- Drehsinn der Spindel (Zusatz-Funktion M3/M4; Ausnahme: Zyklus 18)
- Zyklus-Definition (CYCL DEF).

Maßangaben in der Werkzeug-Achse

Die Zustellungen in der Werkzeug-Achse beziehen sich immer auf die Position des Werkzeugs zum Zeitpunkt des Zyklus-Aufrufs; die TNC interpretiert die Koordinaten inkremental. Die I-Taste muß dazu nicht gedrückt werden. Das Vorzeichen der Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.



Die TNC geht bei Zyklen davon aus, daß sich das Werkzeug zu Beginn im Sicherheitsabstand über der Werkstück-Oberfläche befindet (außer bei SL-Zyklen der Gruppe II).

Hersteller-Zyklen



Ihr Maschinen-Hersteller kann zusätzliche Zyklen in der TNC speichern. Diese Zyklen können unter den Zyklus-Nummern 68 bis 99 aufgerufen werden. Beachten Sie Ihr Maschinen-Handbuch.

8.2 Einfachere Bearbeitungszyklen

TIEFBOHREN (Zyklus 1)

Zyklus-Ablauf:

- Das Werkzeug bohrt mit dem eingegebenen Vorschub bis zur ersten Zustell-Tiefe
- Danach wird das Werkzeug im Eilgang FMAX zurückgezogen und wieder bis zur ersten Zustell-Tiefe verfahren, verringert um den Vorhalte-Abstand t (siehe Berechnungen)
- Anschließend bohrt das Werkzeug mit eingegebenem Vorschub um eine weitere Zustell-Tiefe
- Dieser Ablauf wird wiederholt, bis die eingegebene Bohrtiefe erreicht ist
- Am Bohrungsgrund wird das Werkzeug nach der Verweilzeit zum Freischnneiden mit FMAX zur Start-Position zurückgezogen

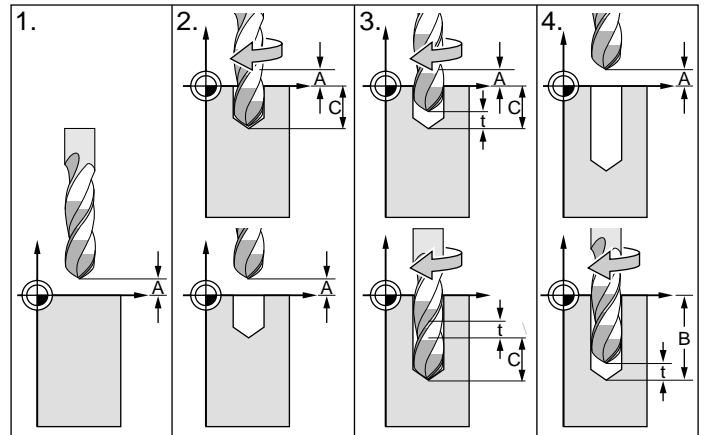


Abb. 8.1: Zyklus-Ablauf: TIEFBOHREN

Eingaben

- SICHERHEITS-ABSTAND \textcircled{A} : Abstand zwischen Werkzeugspitze (Start-Position) und Werkstück-Oberfläche
- BOHRTIEFE \textcircled{B} : Abstand zwischen Werkstückoberfläche und Bohrungsgrund (Spitze des Bohrkegels)
Das Vorzeichen der Bohrtiefe legt die Arbeitsrichtung fest (- entspricht negativer Werkzeugachsen-Richtung).
- ZUSTELL-TIEFE \textcircled{C} : Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird.
Sind BOHRTIEFE und ZUSTELL-TIEFE gleich, so verfährt das Werkzeug in einem Arbeitsgang auf die eingegebene Bohrtiefe.
Die ZUSTELL-TIEFE muß kein Vielfaches der BOHRTIEFE sein.
Ist die ZUSTELL-TIEFE größer als die BOHRTIEFE, so wird nur bis zur BOHRTIEFE gebohrt.
- VERWEILZEIT IN SEKUNDEN: Zeit, in der das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt, um freizuschneiden.
- VOSCHUB F: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Bohren.

Berechnungen

Die Steuerung ermittelt den Vorhalte-Abstand t selbsttätig:

- Bohrtiefe bis 30 mm: $t = 0,6 \text{ mm}$
- Bohrtiefe über 30 mm: $t = \text{Bohrtiefe}/50$
maximaler Vorhalte-Abstand: 7 mm

Übungsbeispiel: Tiefbohren

Koordinaten der Bohrungen:

① X = 20 mm Y = 30 mm

② X = 80 mm Y = 50 mm

Bohrungsdurchmesser: 6 mm

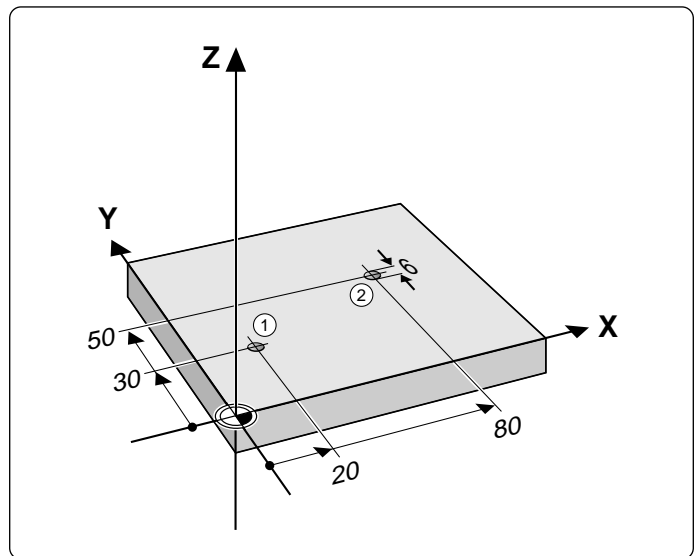
Sicherheits-Abstand: 2 mm

Bohrtiefe: 15 mm

Zustell-Tiefe: 10 mm

Verweilzeit: 1 s

Vorschub: 80 mm/min

**Zyklus TIEFBOHREN im Bearbeitungsprogramm**

```

0 BEGIN PGM TIEF MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+3
4 TOOL CALL 1 Z S1000
5 CYCL DEF 1.0 TIEFBOHREN
6 CYCL DEF 1.1 ABST +2 ..... Sicherheits-Abstand
7 CYCL DEF 1.2 TIEFE -15 ..... Bohrtiefe
8 CYCL DEF 1.3 ZUSTLG +10 ..... Zustell-Tiefe
9 CYCL DEF 1.4 V.ZEIT 1 ..... Verweilzeit
10 CYCL DEF 1.5 F 80 ..... Vorschub
11 L Z+100 R0 FMAX M6 ..... Werkzeugwechsel-Position anfahren
12 L X+20 Y+30 FMAX M3 ..... Vorpositionierung für erste Bohrung, Spindel EIN
13 L Z+2 FMAX M99 ..... Vorpositionierung Z, 1. Bohrung, Zyklus-Aufruf
14 L X+80 Y+50 FMAX M99 ..... 2. Bohrung anfahren, Zyklus-Aufruf
15 L Z+100 FMAX M2
16 END PGM TIEF MM

```

GEWINDEBOHREN mit Ausgleichsfutter (Zyklus 2)

Zyklus-Ablauf

- Das Werkzeug verfährt in einem Arbeitsgang auf die Bohrtiefe
- Danach wird die Spindeldrehrichtung umgekehrt und das Werkzeug nach der Verweilzeit auf die Startposition zurückgezogen
- An der Start-Position wird die Spindeldrehrichtung erneut umgekehrt

Voraussetzung

Zum Gewindeschneiden ist ein Längenausgleichsfutter erforderlich. Das Längenausgleichsfutter kompensiert Toleranzen von Vorschub und Drehzahl während der Bearbeitung.

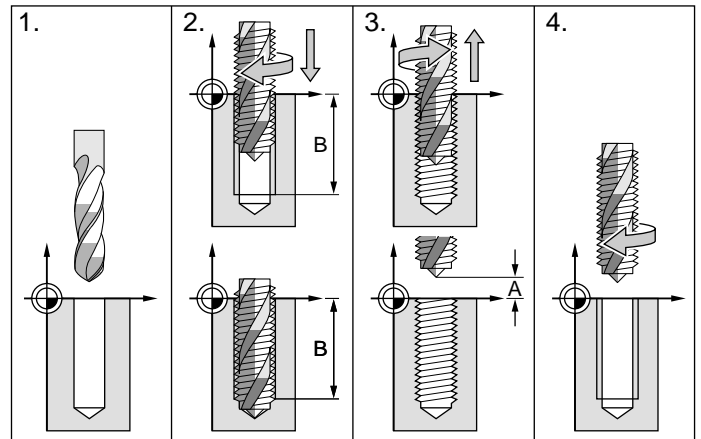


Abb. 8.2: Zyklus-Ablauf Gewindebohren

Eingaben

- SICHERHEITS-ABSTAND (A): Abstand zwischen Werkzeugspitze (Start-Position) und Werkstück-Oberfläche. Richtwert: 4x Gewindesteigung.
- BOHRTIEFE (B) (Gewindelänge): Abstand zwischen Werkstückoberfläche und Gewindeende. Das Vorzeichen der Bohrtiefe legt die Arbeitsrichtung fest (- entspricht negativer Werkzeugachsen-Richtung).
- VERWEILZEIT IN SEKUNDEN: Wert zwischen 0 und 0,5 Sekunden eingeben, um ein Verkeilen des Werkzeugs beim Rückzug zu vermeiden (genauere Angaben erteilt der Maschinen-Hersteller).
- VOSCHUB F: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Gewindebohren.

Berechnung

Vorschub ermitteln:

$$F = S \times p$$

F: Vorschub (mm/min)

S: Spindel-Drehzahl (U/min)

p: Gewindesteigung (mm)



- Während der Zyklus abgearbeitet wird, ist der Drehknopf für den Drehzahl-Override unwirksam. Der Drehknopf für den Vorschub-Override ist noch begrenzt aktiv (vom Maschinen-Hersteller festgelegt).
- Für Rechtsgewinde wird die Spindel mit M3 aktiviert, für Linksgewinde mit M4.

Übungsbeispiel: Gewindebohren mit Ausgleichsfutter

Gewinde M6 mit Drehzahl 100 U/min fertigen

Koordinaten der Gewindebohrung:

X = 50 mm Y = 20 mm

Steigung p = 1 mm

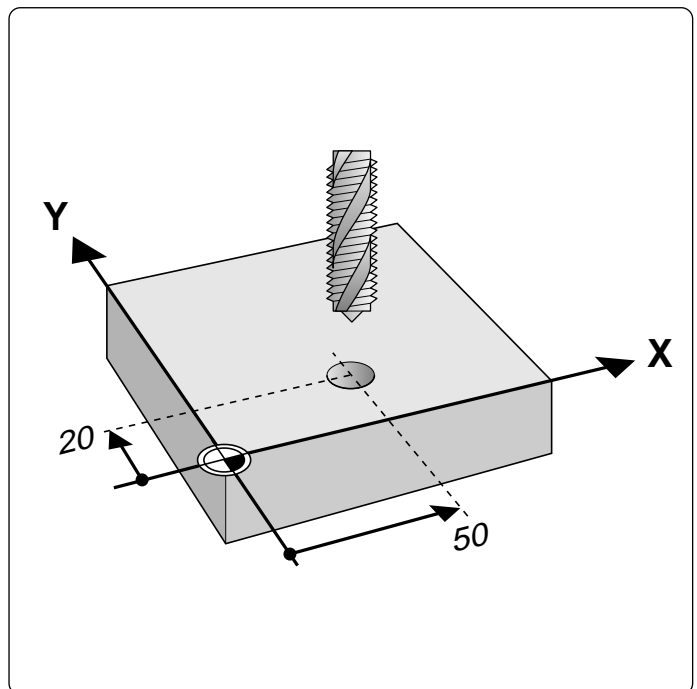
$F = S \times p$ F = 100 · 1 = 100 mm/min

Sicherheits-Abstand: 3 mm

Gewindetiefe: 20 mm

Verweilzeit: 0,4 s

Vorschub: 100 mm/min

**Zyklus GEWINDEBOHREN im Bearbeitungsprogramm**

```

0 BEGIN PGM GEWINDEZ MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+3
4 TOOL CALL 1 Z S1000
5 CYCL DEF 2.0 GEWINDEBOHREN
6 CYCL DEF 2.1 ABST +3 ..... Sicherheits-Abstand
7 CYCL DEF 2.2 TIEFE -20 ..... Gewindetiefe
8 CYCL DEF 2.3 V.ZEIT 0,4 ..... Verweilzeit
9 CYCL DEF 2.4 F 100 ..... Vorschub
10 L Z+100 R0 F MAX M6 ..... Werkzeugwechsel-Position anfahren
11 L X+50 Y+20 F MAX M3 ..... Vorpositionierung, Spindel-Ein, Rechtslauf
12 L Z+3 F MAX M99 ..... Vorpositionierung Z, Zyklus-Aufruf
13 L Z+100 F MAX M2
14 END PGM GEWINDEZ MM

```

GEWINDEBOHREN ohne Ausgleichsfutter (Zyklus 17)



Maschine und TNC müssen vom Maschinen-Hersteller für das Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter vorbereitet sein.

Zyklus-Ablauf

Das Gewinde wird mit einem Fertigschneider entweder in einem oder in mehreren Arbeitsgängen ohne Längenausgleichsfutter geschnitten.

Vorteile gegenüber dem Zyklus Gewindebohren mit Ausgleichsfutter:

- Höhere Bearbeitungsgeschwindigkeit
- Gleiches Gewinde wiederholbar, da sich die Spindel beim Zyklus-Aufruf auf die 0°-Position ausrichtet (abhängig von Maschinen-Parameter 7160; siehe S.12-12)
- Größerer Verfahrbereich der Spindelachse, da das Ausgleichsfutter entfällt



- Die TNC berechnet den Vorschub in Abhängigkeit von der Drehzahl. Wird während des Gewindebohrens der Drehknopf für den Drehzahl-Override betätigt, wird der Vorschub automatisch angepaßt.
- Der Drehknopf für den Vorschub-Override ist nicht aktiv.

Eingaben

- SICHERHEITS-ABSTAND **Ⓐ**: Abstand zwischen Werkzeugspitze (Start-Position) und Werkstück-Oberfläche.
- BOHRTIEFE **Ⓑ**: Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche (Gewindebeginn) und Gewindeende. Das Vorzeichen der Bohrtiefe legt die Arbeitsrichtung fest (– entspricht negative Werkzeugachsen-Richtung).
- GEWINDESTEIGUNG **Ⓒ**: Das Vorzeichen legt Rechts- und Linksgewinde fest:
+ = Rechtsgewinde
– = Linksgewinde

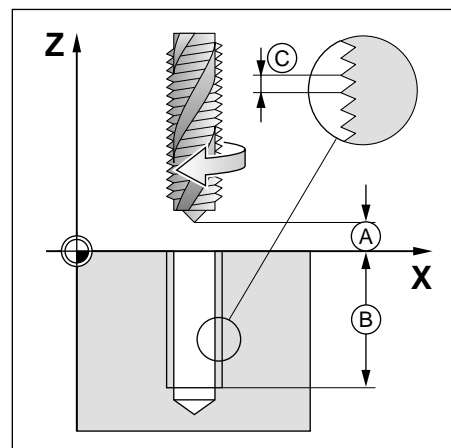


Abb. 8.3: Eingaben für Zyklus GEWINDEBOHREN ohne Ausgleichsfutter

GEWINDESCHNEIDEN (Zyklus 18)

Maschine und TNC müssen vom Maschinen-Hersteller für das Gewindeschneiden vorbereitet sein.

Zyklus-Ablauf

Zyklus 18 GEWINDESCHNEIDEN fährt das Werkzeug mit geregelter Spindel von der aktuellen Position mit der aktiven Drehzahl auf die eingegebene Tiefe. Am Bohrungsgrund erfolgt ein Spindel-Stop. An- und Wegfahrbewegungen müssen Sie separat – am besten in einem Hersteller-Zyklus – eingeben. Ihr Maschinen-Hersteller erteilt Ihnen hierzu nähere Informationen.

Eingaben:

- BOHRTIEFE \textcircled{A} :
Abstand zwischen aktueller Werkzeug-Position und Gewindeende.
Das Vorzeichen der Bohrtiefe legt die Arbeitsrichtung fest
(– entspricht negative Werkzeugachsen-Richtung).
- GEWINDESTEIGUNG \textcircled{B} :
Das Vorzeichen legt Rechts- und Linksgewinde fest:
+ = Rechtsgewinde (M3 bei negativer BOHRTIEFE)
– = Linksgewinde (M4 bei negativer BOHRTIEFE)

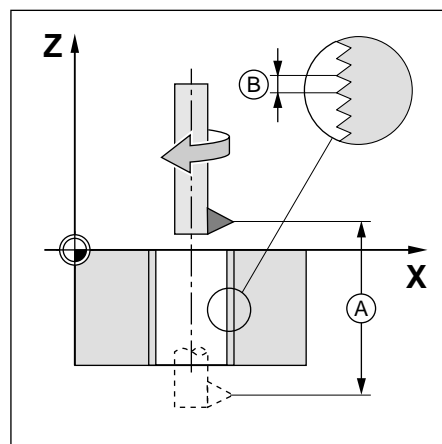


Abb. 8.4: Eingaben für Zyklus GEWINDESCHNEIDEN



- Die TNC berechnet den Vorschub in Abhängigkeit von der Drehzahl. Wird während des Gewindeschneidens der Drehknopf für den Drehzahl-Override betätigt, wird der Vorschub automatisch angepaßt.
- Der Drehknopf für den Vorschub-Override ist nicht aktiv.
- Die TNC schaltet die Spindel automatisch Ein und Aus. Vor dem Zyklus-Aufruf M3/M4 nicht programmieren.

Übungsbeispiel: Gewindeschneiden mit Gewindemeißel

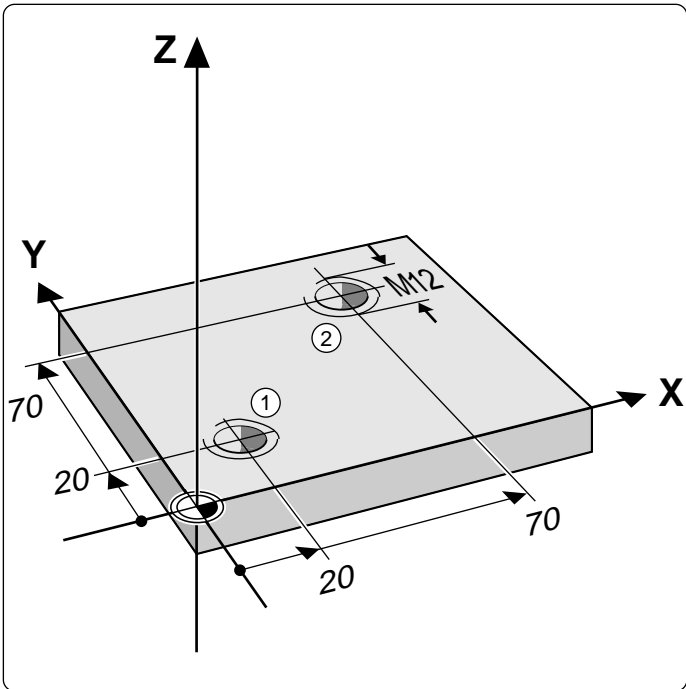
Gewinde M12 in einer Durchgangsbohrung von unten nach oben schneiden.

Koordinaten der Gewindebohrungen:
 X = 20 mm Y = 20 mm
 X = 70 mm Y = 70 mm

Werkstückdicke: 20 mm

Steigung p: 1.75 mm
 Drehzahl: 100 U/min

Sicherheits-Abstand oben: 5 mm
 Sicherheits-Abstand unten: 5 mm



Zyklus GEWINDESCHNEIDEN im Bearbeitungsprogramm

```

0 BEGIN PGM C18 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+6
4 TOOL CALL 1 Z S100
5 L Z+50 R0 FMAX
6 CYCL DEF 18.0 GEWINDESCHNEIDEN
7 CYCL DEF 18.1 TIEFE +30 ..... Gewindetiefe, positive Richtung
8 CYCL DEF 18.2 STEIG -1.75 ..... Gewindesteigung, - da Arbeitsrichtung von unten nach oben
9 L X+20 Y+20 R0 FMAX ..... 1. Bohrung in der Ebene anfahren
10 CALL LBL 1 ..... Unterprogramm rufen
11 L X+70 Y+70 R0 FMAX ..... 2. Bohrung in der Ebene anfahren
12 CALL LBL 1 ..... Unterprogramm rufen
13 L Z+100 R0 F MAX M2 ..... Ende Hauptprogramm
14 LBL 1
15 CYCL DEF 13.0 ORIENTIERUNG
16 CYCL DEF 13.1 WINKEL +0 ..... Spindel orientieren auf 0° (dadurch wiederholtes Schneiden
    möglich)
17 L IX-2 R0 F 1000 ..... Werkzeug in der Ebene versetzen, für kollisionsfreies
    Eintauchen (abhängig vom Kerndurchmesser)
18 L Z+5 R0 F MAX ..... Vorpositionieren im Eilgang in der Werkzeug-Achse auf
    Sicherheits-Abstand über Werkstück
19 L Z-30 R0 F 1000 ..... Vorpositionieren im Eilvorschub in der Werkzeug-Achse auf
    Startpunkt unten
20 L IX+2 ..... Werkzeug in der Ebene wieder auf Bohrungs-Mitte stellen
21 CYCL CALL ..... Zyklus rufen
22 LBL 0 ..... Unterprogramm-Ende
23 END PGM C18 MM
    
```

NUTENFRAESEN (Zyklus 3)

Zyklus-Ablauf

Schruppvorgang:

- Das Werkzeug sticht von der Start-Position aus um das Aufmaß versetzt in das Werkstück ein und fräst in Längsrichtung der Nut
- Das Aufmaß ergibt sich aus: $(\text{Nutbreite} - \text{Werkzeug Durchmesser}) / 2$
- Am Ende der Nut erfolgt eine Tiefenzustellung und das Werkzeug fräst in Gegenrichtung. Diese Schritte wiederholen sich, bis die programmierte Frästiefe erreicht ist

Schlichtvorgang:

- Am Fräsgrund wird das Werkzeug auf einer Kreisbahn tangential an die Außenkontur geführt. Danach wird die Kontur im Gleichlauf (bei M3) abgefahren
- Abschließend verfährt das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheits-Abstand zurück. Bei einer ungeraden Anzahl von Zustellungen verfährt das Werkzeug im Sicherheitsabstand zur Start-Position

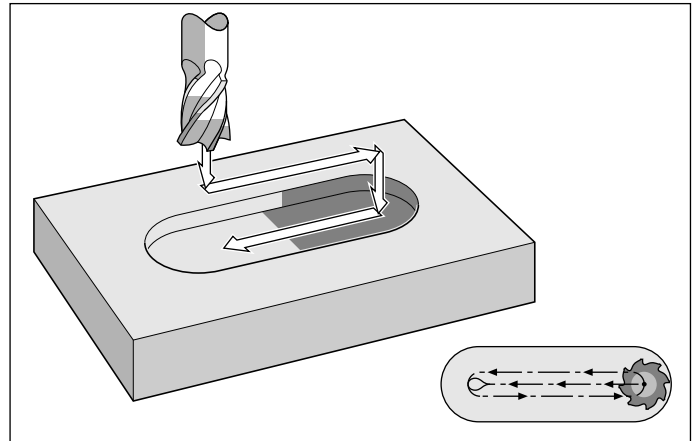


Abb. 8.5: Zyklus-Ablauf NUTENFRAESEN

Voraussetzungen

Der Zyklus erfordert einen Fräser mit einem Stirnzahn über Mitte schneidend (DIN 844). Der Fräserdurchmesser darf nicht größer als die Nutbreite und nicht kleiner als die Hälfte der Nutbreite sein. Die Nut muß parallel zu einer Achse des aktuellen Koordinatensystems liegen.

Eingaben

- SICHERHEITS-ABSTAND **(A)**
- FRAESTIEFE **(B)**: Tiefe der Nut
Das Vorzeichen der Frästiefe legt die Arbeitsrichtung fest (- entspricht negativer Werkzeugachsen-Richtung).
- ZUSTELL-TIEFE **(C)**
- VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG:
Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Einstechen
- 1. SEITEN-LAENGE **(D)**:
Länge der Nut, 1. Schnitttrichtung durch Vorzeichen festlegen
- 2. SEITEN-LAENGE **(E)**:
Breite der Nut
- VORSCHUB F:
Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs in der Bearbeitungsebene

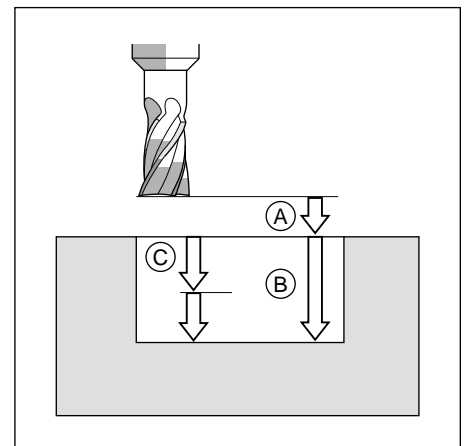


Abb. 8.6: Zustellungen und Abstände für den Zyklus NUTENFRAESEN

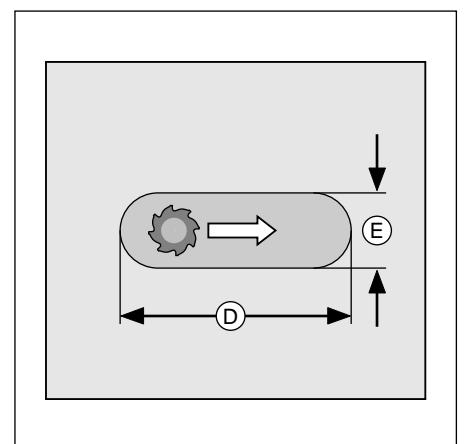


Abb. 8.7: Seitenlängen der Nut

Startpunkt

Das Werkzeug muß beim Zyklus-Aufruf mit **Radiuskorrektur R0** auf folgender Position stehen:

- In der Werkzeug-Achse im Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche
- In der Bearbeitungsebene in der Mitte der Nut (2. Seitenlänge) und um den Werkzeug-Radius versetzt in der Nut.

Übungsbeispiel: Nuten fräsen

Eine waagrecht liegende Nut mit Länge 50 mm und Breite 10 mm sowie eine senkrechte Nut mit Länge 80 mm und Breite 10 mm fräsen.

Für die Startposition wird der Werkzeugradius in Längsrichtung der Nut berücksichtigt.

Startposition Nut ①:
 X = 76 mm Y = 15 mm

Startposition Nut ②:
 X = 20 mm Y = 14 mm

NUTTIEFE: 15 mm

Sicherheits-Abstände: 2 mm

Frästiefen: 15 mm

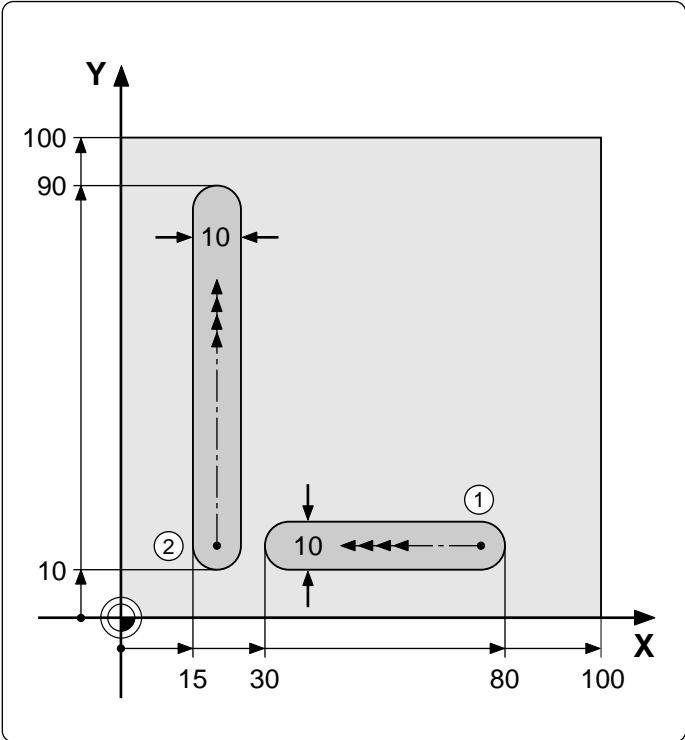
Zustell-Tiefen: 5 mm

Vorschub Tiefenzustellung: 80 mm/min

	①	②
Nut-Länge	50 mm	80 mm
Richtung 1. Schnitt	-	+

Nut-Breiten: 10 mm

Vorschub: 120 mm/min



Zyklus NUTENFRAESEN im Bearbeitungsprogramm

```

0 BEGIN PGM NUTEN MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+4
4 TOOL CALL 1 Z S1000
5 CYCL DEF 3.0 NUTENFRAESEN ..... Nut parallel zur X-Achse
6 CYCL DEF 3.1 ABST -2 ..... Sicherheits-Abstand
7 CYCL DEF 3.2 TIEFE -15 ..... Frästiefe
8 CYCL DEF 3.3 ZUSTLG -5 F80 ..... Zustell-Tiefe, Vorschub Tiefenzustellung
9 CYCL DEF 3.4 X-50 ..... Länge der Nut und erste Schnitttrichtung (-)
10 CYCL DEF 3.5 Y+10 ..... Breite der Nut
11 CYCL DEF 3.6 F120 ..... Vorschub
12 L Z+100 R0 F MAX M6
13 L X+76 Y+15 F MAX M3 ..... Anfahren der Startposition, Spindel ein
14 L Z+2 F1000 M99 ..... Vorpositionierung in Z, Zyklus-Aufruf
15 CYCL DEF 3.0 NUTENFRAESEN ..... Nut parallel zur Y-Achse
16 CYCL DEF 3.1 ABST +2 ..... Sicherheits-Abstand
17 CYCL DEF 3.2 TIEFE -15 ..... Frästiefe
18 CYCL DEF 3.3 ZUSTLG +5 F80 ..... Zustell-Tiefe, Vorschub Tiefenzustellung
19 CYCL DEF 3.4 Y+80 ..... Länge der Nut und erste Schnitttrichtung (+)
20 CYCL DEF 3.5 X+10 ..... Breite der Nut
21 CYCL DEF 3.6 F120 ..... Vorschub
22 L X+20 Y+14 F MAX ..... Startposition anfahren
23 CYCL CALL ..... Zyklus aufrufen
24 L Z+100 F MAX M2
25 END PGM NUTEN MM
    
```

TASCHENFRAESEN (Zyklus 4)

Zyklus-Ablauf

Beim Schrupp-Zyklus Rechtecktasche

- sticht das Werkzeug an der Startposition (Taschenmitte) in das Werkstück ein
- beschreibt das Werkzeug anschließend mit dem eingegebenen Vorschub die dargestellte Bahn (siehe Abb. 8.9)

Der Fräser beginnt mit der positiven Achsrichtung der längeren Seite. Bei quadratischen Taschen beginnt der Fräser in positiver Y-Richtung. Am Ende wird das Werkzeug auf die Start-Position zurückgezogen.

Voraussetzungen/Einschränkungen

Der Zyklus erfordert einen Fräser mit einem Stirnzahn über Mitte schneidend (DIN 844), oder Vorbohren in der Taschenmitte.

Die Seiten der Tasche liegen parallel zu den Achsen des Koordinatensystems.

Eingaben

- SICHERHEITS-ABSTAND \textcircled{A}
- FRAESTIEFE \textcircled{B}
Das Vorzeichen der Frästiefe legt die Arbeitsrichtung fest (- entspricht negativer Werkzeugachsen-Richtung).
- ZUSTELL-TIEFE \textcircled{C}
- VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG:
Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Einstechen.
- 1. SEITEN-LAENGE \textcircled{D} :
Länge der Tasche, parallel zur ersten Hauptachse der Bearbeitungsebene.
- 2. SEITEN-LAENGE \textcircled{E} :
Breite der Tasche
Die Vorzeichen der Seitenlängen sind stets positiv
- VORSCHUB F:
Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs in der Bearbeitungsebene.
- DREHUNG IM UHRZEIGERSINN: DR-
DR + : Gleichlauf-Fräsen bei M3
DR - : Gegenlauf-Fräsen bei M3
- RUNDUNGS-RADIUS:
RADIUS für die Taschenecken.
Für RADIUS = 0 ist der RUNDUNGS-RADIUS gleich dem Werkzeug-Radius.

Berechnungen

Seitliche Zustellung k

$$k = K \cdot R$$

K: Überlappungs-Faktor, vom Maschinen-Hersteller festgelegt

R: Radius des Fräasers

Aufgrund der verwendeten Ausräumstrategie muß für die 2. Seitenlänge folgende Bedingung erfüllt sein:
2.SEITENLÄNGE > [(2•RUNDUNGS-RADIUS)+Seitliche Zustellung k]

Startpunkt

Das Werkzeug muß beim Zyklus-Aufruf mit **Radiuskorrektur R0** auf folgender Position stehen:

- In der Werkzeug-Achse im Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche
- In der Bearbeitungsebene in der Mitte der Tasche

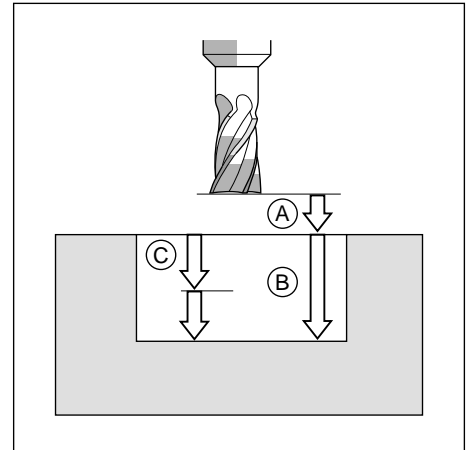


Abb. 8.8: Zustellungen und Abstände beim Zyklus TASCHENFRAESEN

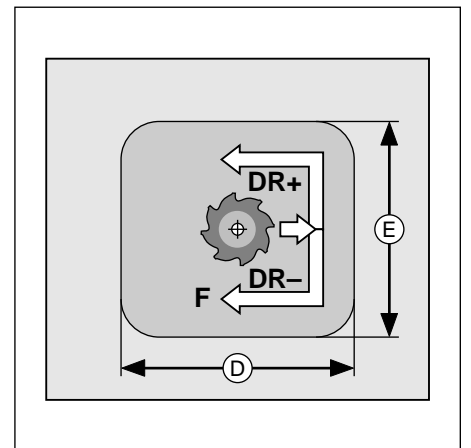


Abb. 8.9: Seitenlängen der Tasche

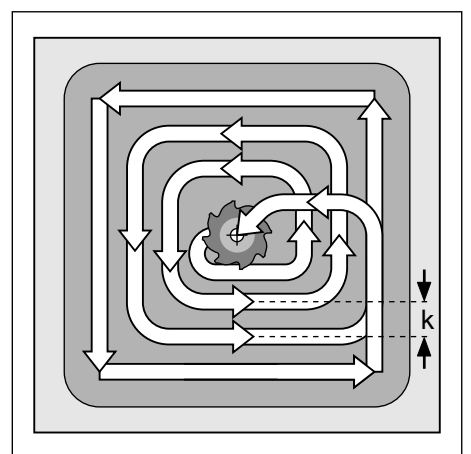
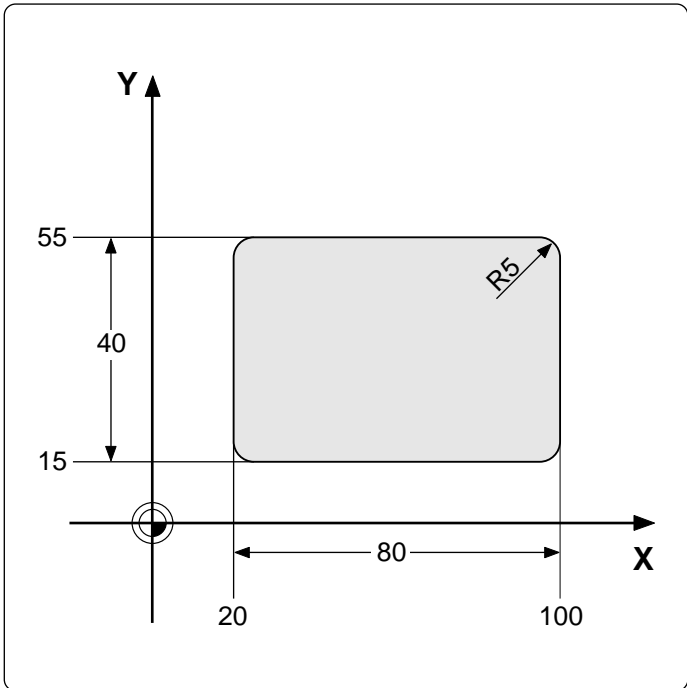


Abb. 8.10: Werkzeug-Bahn beim Ausräumen



Übungsbeispiel: Rechtecktasche fräsen

Koordinaten der Taschenmitte:
 X = 60 mm Y = 35 mm
 Sicherheits-Abstand: 2 mm
 Frästiefe: 10 mm
 Zustell-Tiefe: 4 mm
 Vorschub Tiefenstellung: 80 mm/min
 1. Seitenlänge: 80 mm
 2. Seitenlänge: 40 mm
 Fräsvorschub: 100 mm/min
 Umlaufsinn der Fräserbahn: +



Zyklus TASCHENFRAESEN im Bearbeitungsprogramm

```

0 BEGIN PGM TASCHE MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+110 Y+100 Z+0.....Achtung: BLK FORM geändert!
3 TOOL DEF 1 L+0 R+5
4 TOOL CALL 1 Z S1000
5 CYCL DEF 4.0 TASCHENFRAESEN
6 CYCL DEF 4.1 ABST +2 ..... Sicherheits-Abstand
7 CYCL DEF 4.2 TIEFE -10 ..... Frästiefe
8 CYCL DEF 4.3 ZUSTLG +4 F80 ..... Zustell-Tiefe und Vorschub Tiefenzustellung
9 CYCL DEF 4.4 X+80 ..... 1. Seitenlänge der Tasche
10 CYCL DEF 4.5 Y+40 ..... 2. Seitenlänge der Tasche
11 CYCL DEF 4.6 F100 DR+RADIUS 0 ..... Vorschub und Drehsinn der Fräserbahn
12 L Z+100 R0 F MAX M6
13 L X+60 Y+35 F MAX M3 ..... Vorpositionieren in X, Y (Taschenmitte), Spindel ein
14 L Z+2 F MAX ..... Vorpositionieren in Z
15 CYCL CALL ..... Zyklus-Aufruf
16 L Z+100 F MAX M2
17 END PGM TASCHE MM
    
```

KREISTASCHE (Zyklus 5)**Zyklus-Ablauf**

- Beim Schrupp-Zyklus Kreistasche sticht das Werkzeug aus der Startposition (Taschenmitte) in das Werkstück ein
- Danach beschreibt es eine spiralförmige Bahn mit dem eingegebenen Vorschub (siehe Abb.). Die seitliche Zustellung erfolgt um den Betrag k (siehe TASCHEFRÄSEN Zyklus 4: Berechnungen)
- Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die eingegebene Frästiefe erreicht ist
- Am Ende verfährt das Werkzeug wieder zur Start-Position

Voraussetzungen

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

Eingaben

- SICHERHEITS-ABSTAND \textcircled{A}
- FRAESTIEFE \textcircled{B} : Tiefe der Tasche
Das Vorzeichen der Frästiefe legt die Arbeitsrichtung fest
(– entspricht negativer Werkzeugachsen-Richtung).
- ZUSTELL-TIEFE \textcircled{C}
- VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG:
Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Einstechen
- KREISRADIUS \textcircled{R} :
Radius der Kreistasche
- VORSCHUB F :
Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs in der Bearbeitungsebene
- DREHUNG IM UHRZEIGERSINN: DR-
DR + : Gleichlauf-Fräsen bei M3
DR – : Gegenlauf-Fräsen bei M3

Startpunkt

Das Werkzeug muß beim Zyklus-Aufruf mit **Radiuskorrektur R0** auf folgender Position stehen:

- In der Werkzeug-Achse im Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche
- In der Bearbeitungsebene in der Mitte der Tasche

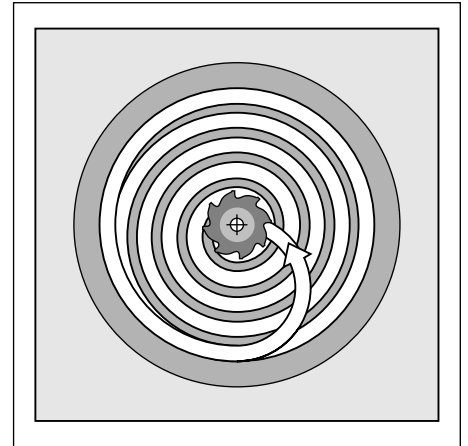


Abb. 8.11: Werkzeug-Bahn beim Ausräumen

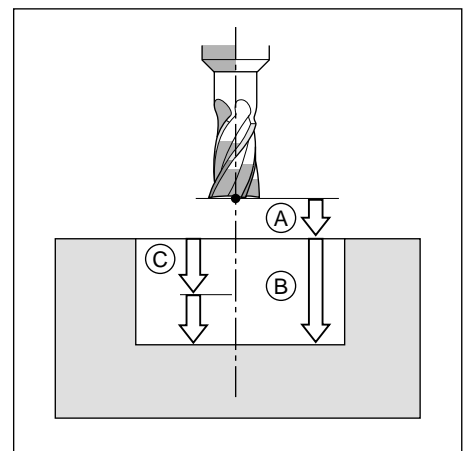


Abb. 8.12: Abstände und Zustellungen beim Zyklus KREISTASCHE

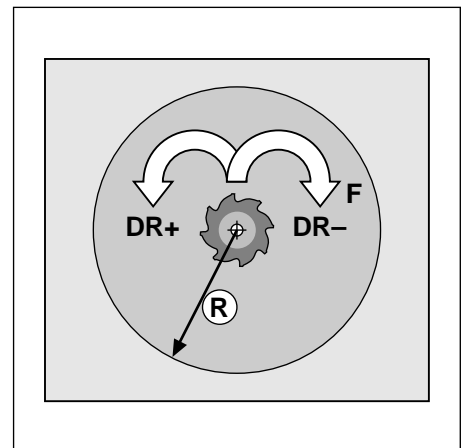


Abb. 8.13: Umlaufsinn der Fräserbahn

Übungsbeispiel: Kreistasche fräsen

Koordinaten der Taschenmitte:
 X = 60 mm Y = 50 mm

Sicherheits-Abstand: 2 mm

Frästiefe: 12 mm

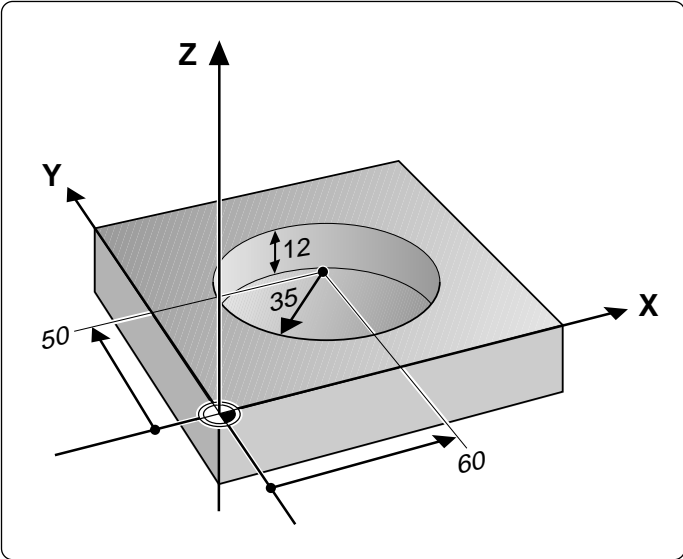
Zustell-Tiefe: 6 mm

Vorschub Tiefenzustellung: 80 mm/min

Kreis-Radius: 35 mm

Fräsvorschub: 100 mm/min

Umlaufsinn der Fräserbahn: -



Zyklus KREISTASCHE in Bearbeitungsprogramm

```

0 BEGIN PGM KREIST MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+10
4 TOOL CALL 1 Z S2000
5 CYCL DEF 5.0 KREISTASCHE
6 CYCL DEF 5.1 ABST +2 ..... Sicherheits-Abstand
7 CYCL DEF 5.2 TIEFE -12 ..... Frästiefe
8 CYCL DEF 5.3 ZUSTLG +6 F80 ..... Zustell-Tiefe und Tiefen-Vorschub
9 CYCL DEF 5.4 RADIUS 35 ..... Kreis-Radius
10 CYCL DEF 5.5 F 100 DR- ..... Fräsvorschub und Umlauf der Fräserbahn
11 L Z+100 R0 F MAX M6
12 L X+60 Y+50 F MAX M3 ..... Vor-Positionieren in X, Y (Taschenmitte), Spindel ein
13 L Z+2 F MAX M99 ..... Startposition in Z, Zyklus-Aufruf
14 L Z+100 F MAX M2
15 END PGM KREIST MM
    
```


8.3 SL-Zyklen (Gruppe I)

SL-Zyklen sind sehr leistungsfähige Zyklen, mit denen sich beliebige Konturen herstellen lassen. Sie besitzen folgende Eigenschaften:

- Eine Gesamtkontur kann aus überlagerten Teilkonturen zusammengesetzt werden.
Beliebige Taschen und Inseln bilden dabei die Teilkonturen.
- Die Teilkonturen werden als Unterprogramme eingegeben.
- Die TNC überlagert die Teilkonturen automatisch und berechnet die Schnittpunkte, die die Teilkonturen miteinander bilden.

Zyklus 14 KONTUR enthält die Teilkonturen-Liste (Subkontur-Liste, daher auch der Name **SL**-Zyklen) und ist ein reiner Geometrie-Zyklus, in dem keine Schnittdaten oder Zustellwerte definiert sind.

Die Bearbeitungsdaten werden in folgenden Zyklen festgelegt:

- VORBOHREN (Zyklus 15)
- AUSRAEUMEN (Zyklus 6)
- KONTURFRÄSEN (Zyklus 16)

Die SL-Zyklen der Gruppe II bieten weitere, konturorientierte Bearbeitungsmöglichkeiten und werden im nachfolgenden Kapitel beschrieben.

In jedem Unterprogramm wird die Radiuskorrektur RL bzw. RR und der Umlaufsinn durch die Reihenfolge der Punkte angegeben. Die TNC erkennt aus diesen Angaben, ob eine Tasche oder Insel beschrieben ist:

- Die TNC erkennt eine Tasche, wenn die Kontur innen umlaufen wird
- und eine Insel, wenn die Kontur außen umlaufen wird



- Die Bearbeitung der SL-Kontur wird von MP 7420 festgelegt.
- Vor dem Programmlauf wird eine grafische Simulation empfohlen. Sie zeigt, ob alle Konturen richtig definiert wurden.
- Der Speicher für einen SL-Zyklus ist begrenzt. So können in einem SL-Zyklus z.B. 128 Geraden-Sätze programmiert werden.
- In den Unterprogrammen für die Teilkonturen sind alle Koordinaten-Umrechnungen erlaubt.
- In den Unterprogrammen für die Teilkonturen werden F- und M-Wörter ignoriert.

Zum Einarbeiten wird bei den nachfolgenden Bearbeitungsbeispielen zunächst nur der Zyklus AUSRAEUMEN verwendet.

Danach wird mit aufbauenden Beispielen der volle Leistungsumfang dieser Zyklen-Gruppe gezeigt.

Parallelachsen programmieren

Bearbeitungen lassen sich auch in Parallelachsen als SL-Zyklen programmieren. (Für die Parallelachsen steht keine grafische Simulation zur Verfügung).

Die Parallelachsen müssen in der Bearbeitungsebene liegen.

Eingabe

Parallelachsen werden programmiert im ersten Koordinaten-Satz (Positionier-Satz, CC-Satz) des ersten Unterprogramms, das mit Zyklus 14 KONTUR aufgerufen wird.

Andere Koordinaten-Achsen, die später eingegeben werden, werden nicht mehr berücksichtigt.

KONTUR (Zyklus 14)**Anwendung**

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

Eingaben

Eingegeben werden die LABEL-Nummern der Unterprogramme. Es können maximal 12 Unterprogramme aufgelistet werden.

Wirkung

Zyklus 14 ist ab seiner Definition wirksam.

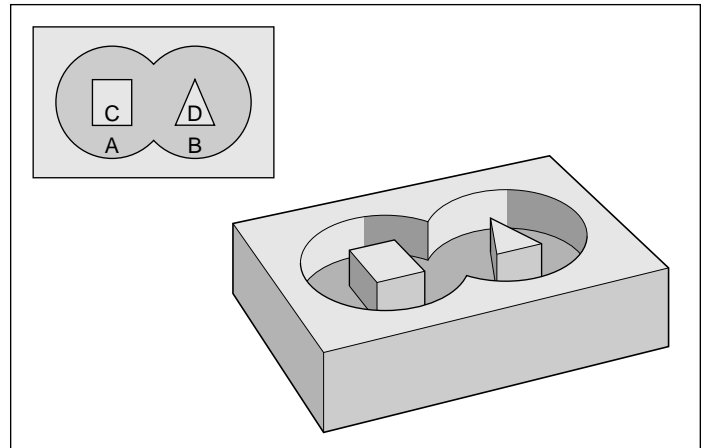


Abb. 8.14: Beispiel einer SL-Kontur: A, B = Taschen; C, D = Inseln

Beispiel:

```

TOOL DEF 3 L+0 R+3,5
TOOL CALL 3 Z S1500 ..... Bearbeitungsebene senkrecht zur Z-Achse
CYCL DEF 14.0 KONTUR
CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1/2/3
.
.
.
L Z+100 R0 FMAX M2
.
.
.
LBL 1 ..... Erstes Konturlabel zu Zyklus 14 KONTUR
L X+0 Y+10 RR F150 M3 ..... Bearbeitung in der X/Y-Ebene
L X+20 Y+10
CC X+50 Y+50
.
.
.

```

AUSRAEUMEN (Zyklus 6)

Zyklus-Ablauf

Zyklus 6 bestimmt die Schnittführung und -Aufteilung.

- Das Werkzeug wird in der Werkzeugachse über den ersten Einstichpunkt positioniert; dabei wird das Schlicht-Aufmaß berücksichtigt.
- Danach sticht das Werkzeug mit dem Vorschub für die Tiefenzustellung ein.

Kontur umfräsen:

- Das Werkzeug fräst mit dem eingegebenen Vorschub die erste Teilkontur; dabei wird das Schlichtaufmaß berücksichtigt.
- Am Einstichpunkt wird um die nächste Zustell-Tiefe zugestellt.

Dieser Vorgang wird wiederholt, bis die eingegebene Frästiefe erreicht ist.

- Weitere Teilkonturen werden ebenso gefräst

Tasche ausräumen:

- Nach dem Umfräsen wird die Tasche ausgeräumt. Die seitliche Zustellung entspricht dem Werkzeug-Radius. Inseln werden übersprungen.
- Wenn nötig, wird die Tasche mit mehreren Tiefen-Zustellungen ausgeräumt.
- Beim Beenden des Zyklus wird das Werkzeug in der Werkzeug-Achse auf den Sicherheitsabstand und in der Bearbeitungsebene auf den Startpunkt zurückgefahren.

Voraussetzung

Der Zyklus verlangt einen Fräser mit einem Stirnzahn über Mitte schneidend (DIN 844), wenn nicht vorgebohrt wird oder Konturen bei der Bearbeitung übersprungen werden.

Eingaben

- SICHERHEITS-ABSTAND \textcircled{A}
- FRAESTIEFE \textcircled{B}
Das Vorzeichen der Frästiefe legt die Arbeitsrichtung fest (– entspricht negativer Werkzeugachsen-Richtung).
- ZUSTELL-TIEFE \textcircled{C}
- VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG:
Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Einstechen
- SCHLICHT-AUFMASS \textcircled{D} :
Aufmaß in der Bearbeitungsebene (positiver Zahlenwert)
- AUSRAEUM-WINKEL $\textcircled{\alpha}$:
Richtung des Vorschubs für die Ausräumbewegung.
Der Ausräumwinkel bezieht sich auf die Winkelbezugsachse und kann so eingestellt werden, daß sich möglichst lange Schnitte mit wenigen Schnittbewegungen ergeben.
- VORSCHUB F:
Verfahrgeschwindigkeit in der Bearbeitungsebene

Mit Maschinen-Parametern kann festgelegt werden, ob

- zuerst die Kontur umfräst wird und dann ausgeräumt wird, oder umgekehrt
- die Kontur im Gleich- oder Gegenlauf umfahren wird
- zuerst alle Taschen ausgeräumt werden und dann für alle Zustellungen umfräst wird (bzw. umgekehrt)
- Umfräsen und Ausräumen für jede Zustellung gemeinsam erfolgen

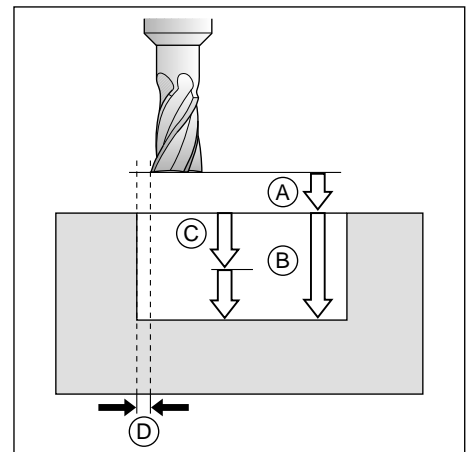


Abb. 8.15: Zustellungen und Abstände beim Zyklus AUSRÄUMEN

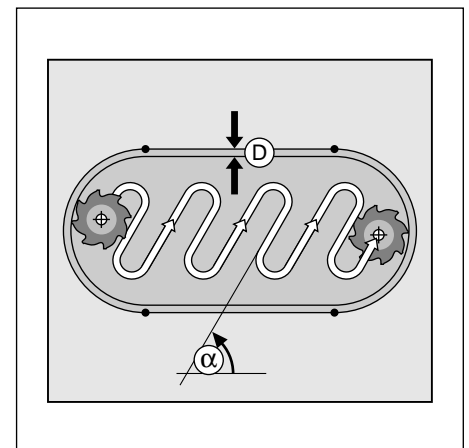


Abb. 8.16: Werkzeug-Bahn beim Ausräumen

Übungsbeispiel: Ausräumen Rechteckinsel

Rechteckinsel mit Rundungsradius

Werkzeug: Fräser mit einem Stirnzahn über Mitte schneidend (DIN 844), Radius 5 mm

Koordinaten der Eckpunkte der Insel:

	X	Y
①	70 mm	60 mm
②	15 mm	60 mm
③	15 mm	20 mm
④	70 mm	20 mm

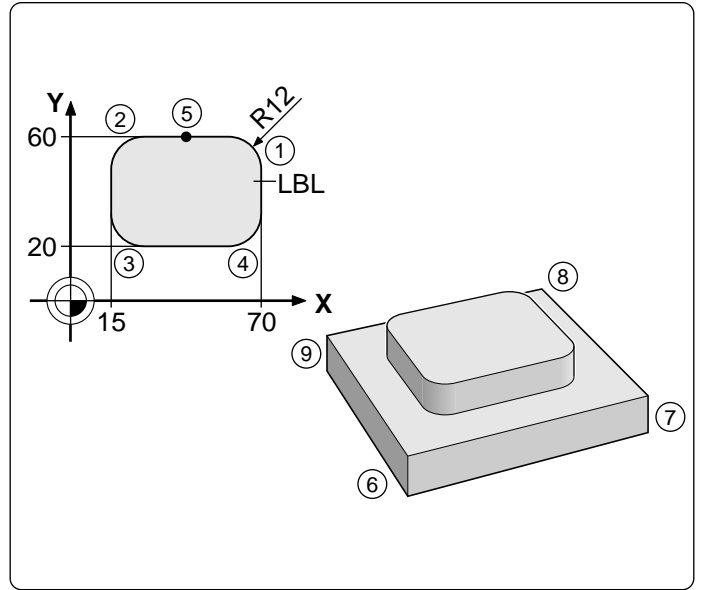
Koordinaten der Eckpunkte der Hilfstasche:

	X	Y
⑥	-5 mm	-5 mm
⑦	105 mm	-5 mm
⑧	105 mm	105 mm
⑨	-5 mm	105 mm

Startpunkt für Bearbeitung:

⑤ X = 40 mm Y = 60 mm

Sicherheits-Abstand: 2 mm
 Frästiefe: 15 mm
 Zustellung: 8 mm
 Vorschub Tiefenzustellung: 100 mm/min
 Schlichtaufmaß: 0
 Ausräumwinkel: 0°
 Fräsvorschub: 500 mm/min



Zyklus im Bearbeitungsprogramm

```

0 BEGIN PGM RAEUM MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+3
4 TOOL CALL 1 Z S1000
5 CYCL DEF 14.0 KONTUR
6 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 2/1
7 CYCL DEF 6.0 AUSRAUEMEN ..... Zyklus-Definition AUSRAEUMEN
8 CYCL DEF 6.1 ABST +2 TIEFE -15
9 CYCL DEF 6.2 ZUSTLG +8 F100 AUFM +0
10 CYCL DEF 6.3 WINKEL +0 F500
11 L Z+100 R0 F MAX M6
12 L X+40 Y+50 F MAX M3 ..... Vorpositionieren in X, Y, Spindel ein
13 L Z+2 F MAX M99 ..... Vorpositionieren in Z, Zyklus-Aufruf
14 L Z+100 F MAX M2
15 LBL 1
16 L X+40 Y+60 RR
17 L X+15
18 RND R12
19 L Y+20
20 RND R12
21 L X+70
22 RND R12
23 L Y+60
24 RND R12
25 L X+40
26 LBL 0
27 LBL 2
28 L X-5 Y-5 RL
29 L X+105
30 L Y+105
31 L X-5
32 L Y-5
33 LBL 0
34 END PGM RAEUM MM
    
```

Unterprogramm 1:
 Geometrie der Insel
 (Radiuskorrektur RR und Umlauf im Gegen-Uhrzeigersinn: Konturelement 1 ist Insel)

Unterprogramm 2:
 Geometrie der Hilfstasche:
 Äußere Begrenzung der zu bearbeitenden Fläche
 (Radiuskorrektur RL und Umlauf im Gegen-Uhrzeigersinn: Konturelement 2 ist Tasche)

Überlagerte Konturen

Taschen und Inseln können zu einer neuen Kontur überlagert werden. Damit kann die Fläche einer Tasche durch eine überlagerte Tasche vergrößert oder eine Insel verkleinert werden.

Startposition

Die Bearbeitung beginnt an der Start-Position der ersten Tasche in Zyklus 14 KONTUR. Die Startposition sollte möglichst weit von den überlappenden Zonen entfernt sein.

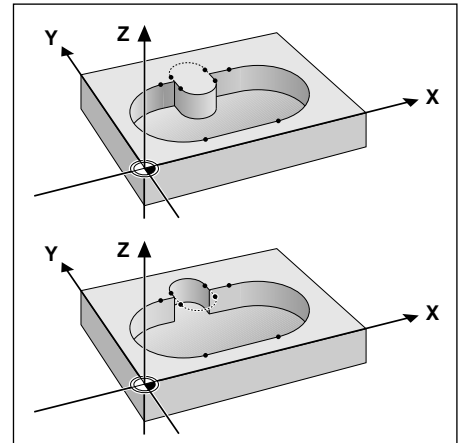


Abb. 8.17: Beispiele für überlagerte Konturen

Übungsbeispiel: Überlagerte Taschen

Die Bearbeitung beginnt mit dem ersten in Satz 6 genannten Kontur-Label.

Die erste Tasche muß außerhalb der zweiten Tasche beginnen.

Innen-Bearbeitung bei Verwendung eines Fräasers mit einem Stirnzahn über Mitte schneidend (DIN 844), Werkzeug-Radius 3 mm

Koordinaten der Kreismittelpunkte:

- ① X = 35 mm Y = 50 mm
 ② X = 65 mm Y = 50 mm

Kreisradien

$$R = 25 \text{ mm}$$

Sicherheits-Abstand: 2 mm

Frästiefe: 10 mm

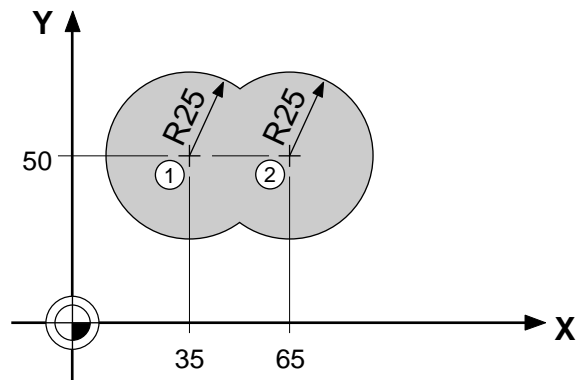
Zustellung: 5 mm

Vorschub Tiefenzustellung: 500 mm/min

Schlichtaufmaß: 0

Ausräumwinkel: 0

Fräsvorschub: 500 mm/min



Fortsetzung nächste Seite

Zyklus im Bearbeitungsprogramm

```

0 BEGIN PGM UEBERL1 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+3
4 TOOL CALL 1 Z S1000
5 CYCL DEF 14.0 KONTUR
6 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1/2 ..... „Liste“ der Kontur-Unterprogramme
7 CYCL DEF 6.0 AUSRAUEMEN ..... Zyklus-Definition AUSRAEUMEN
8 CYCL DEF 6.1 ABST +2 TIEFE -10
9 CYCL DEF 6.2 ZUSTLG +5 F500 AUFM +0
10 CYCL DEF 6.3 WINKEL +0 F500
11 L Z+100 R0 F MAX M6
12 L X+50 Y+50 F MAX M3 ..... Vorpositionieren in X, Y, Spindel ein
13 L Z+2 F MAX M99 ..... Sicherheitshöhe Z, Zyklus-Aufruf
14 L Z+100 F MAX M2 ..... Freifahren, Rücksprung zum Programm-Anfang
15 LBL 1
   .
   .
   .
19 LBL 0
20 LBL 2
   .
   .
   .
24 LBL 0
25 END PGM UEBERL1 MM

```

} Unterprogramme von Seite 8-23 und
Seite 8-24 werden hier eingefügt

Unterprogramme: Überlagerte Taschen

Die Taschenelemente A und B überlagern sich.
Die TNC berechnet die Schnittpunkte S₁ und S₂ automatisch, sie
müssen nicht programmiert werden.
Die Taschen werden als Vollkreise programmiert.

```

15 LBL 1
16 L X+10 Y+50 RL
17 CC X+35 Y+50
18 C X+10 Y+50 DR+
19 LBL 0
20 LBL 2
21 L X+90 Y+50 RL
22 CC X+65 Y+50
23 C X+90 Y+50 DR+
24 LBL 0
25 END PGM UEBERL1 MM

```

} A Tasche links
} B Tasche rechts

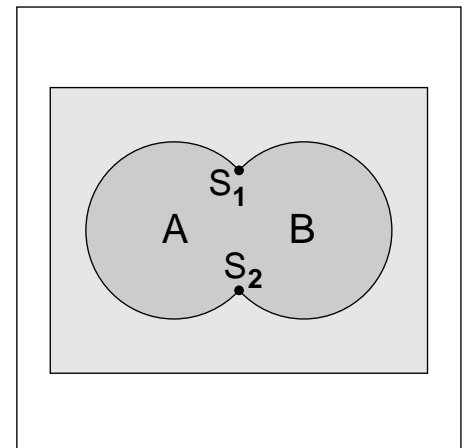


Abb. 8.18: Schnittpunkte S₁ und S₂ der Taschen A und B

Je nach Einstellung der TNC (Maschinen-Parameter) beginnt die Fertigung mit der Bearbeitung der Umrißlinien oder mit der Flächenbearbeitung:

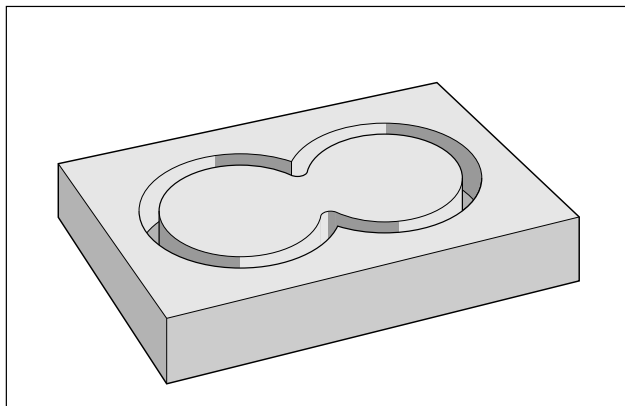


Abb. 8.19: Beginn mit Bearbeitung der Umrißlinien

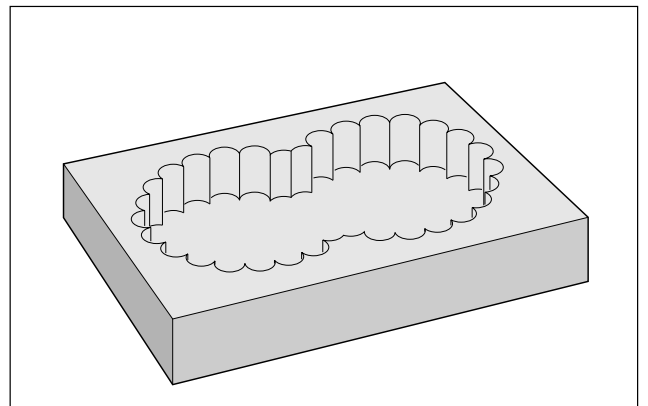


Abb. 8.20: Beginn mit Flächenbearbeitung

„Summen“ -Fläche

Beide Teilflächen (Element A und Element B) inklusive der gemeinsam überdeckten Fläche sollen bearbeitet werden.

- A und B müssen Taschen sein.
- Die erste Tasche (in Zyklus 14) muß außerhalb der zweiten beginnen.

15 LBL 1
 16 L X+10 Y+50 RL
 17 CC X+35 Y+50
 18 C X+10 Y+50 DR+
 19 LBL 0

20 LBL 2
 21 L X+90 Y+50 RL
 22 CC X+65 Y+50
 23 C X+90 Y+50 DR+
 24 LBL 0

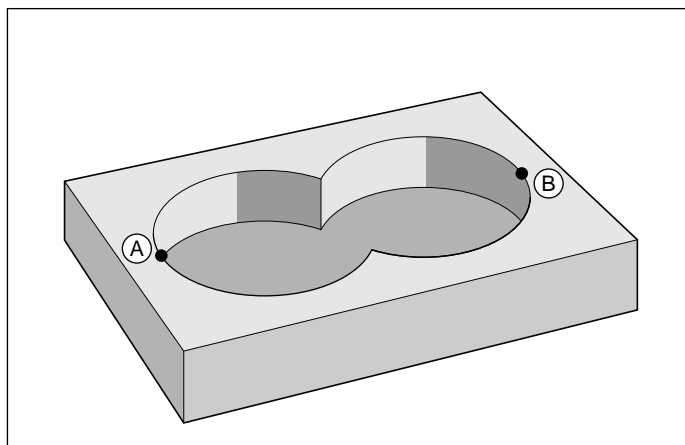


Abb. 8.21: Überlagerte Taschen: Summen-Fläche

„Differenz“ -Fläche

Fläche A soll ohne den von B überdeckten Anteil bearbeitet werden:

- A muß Tasche und B muß Insel sein.
- A muß außerhalb B beginnen.

15 LBL 1
 16 L X+10 Y+50 RL
 17 CC X+35 Y+50
 18 C X+10 Y+50 DR+
 19 LBL 0

20 LBL 2
 21 L X+90 Y+50 RR
 22 CC X+65 Y+50
 23 C X+90 Y+50 DR+
 24 LBL 0

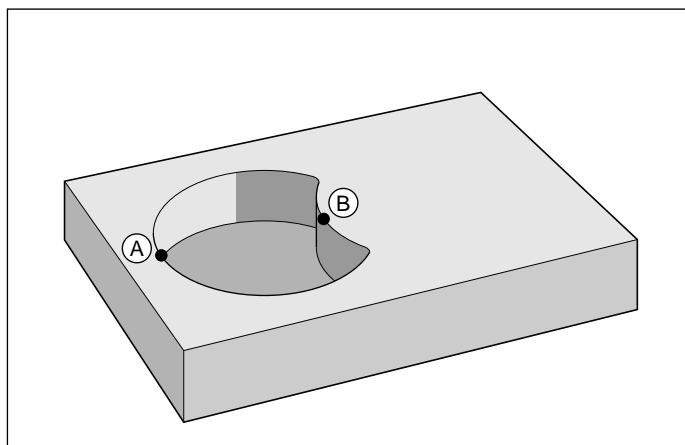


Abb. 8.22: Überlagerte Taschen: Differenz-Fläche

„Schnitt“ -Fläche

Die von A und B gemeinsam überdeckte Fläche soll bearbeitet werden.

- A und B müssen Taschen sein.
- A muß innerhalb B beginnen.

15 LBL 1
 16 L X+60 Y+50 RL
 17 CC X+35 Y+50
 18 C X+60 Y+50 DR+
 19 LBL 0

20 LBL 2
 21 L X+90 Y+50 RL
 22 CC X+65 Y+50
 23 C X+90 Y+50 DR+
 24 LBL 0

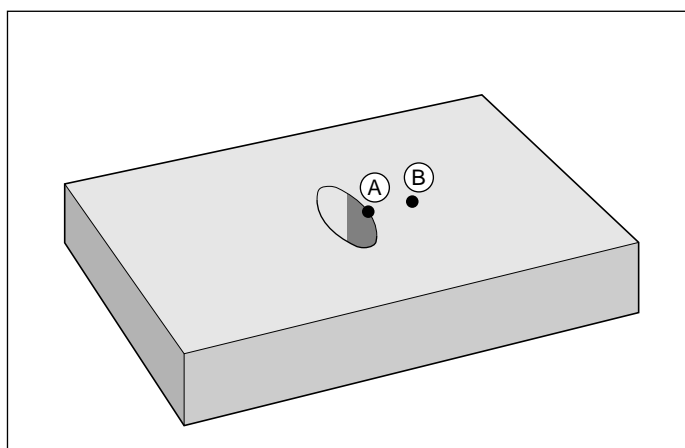


Abb. 8.23: Überlagerte Taschen: Schnitt-Fläche



Die Unterprogramme werden vom Hauptprogramm auf Seite 8-23 verwendet.

Unterprogramme: Überlagerte Inseln

```

0 BEGIN PGM UEBERL2 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+2,5
4 TOOL CALL 1 Z S1000
5 CYCL DEF 14.0 KONTUR
6 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 2/3/1
7 CYCL DEF 6.0 AUSRAUEMEN
8 CYCL DEF 6.1 ABST +2 TIEFE -10
9 CYCL DEF 6.2 ZUSTLG +5 F500 AUFM +0
10 CYCL DEF 6.3 WINKEL +0 F500
11 L Z+100 R0 F MAX M6
12 L X+50 Y+50 F MAX M3
13 L Z+2 F MAX M99
14 L Z+100 F MAX M2
15 LBL 1
16 L X+5 Y+5 RL
17 L X+95
18 L Y+95
19 L X+5
20 L Y+5
21 LBL 0
22 LBL 2

26 LBL 0
27 LBL 3
  .
  .
  .
31 LBL 0
32 END PGM UEBERL2 MM
  .
  .

```

„Summen“- Fläche

Element A und B inklusive der gemeinsam überdeckten Fläche sollen unbearbeitet bleiben:

- A und B müssen Inseln sein.
- Die erste Insel muß außerhalb der zweiten beginnen.

```

22 LBL 2
23 L X+10 Y+50 RR
24 CC X+35 Y+50
25 C X+10 Y+50 DR+
26 LBL 0
27 LBL 3
28 L X+90 Y+50 RR
29 CC X+65 Y+50
30 C X+90 Y+50 DR+
31 LBL 0
32 END PGM UEBERL2 MM

```

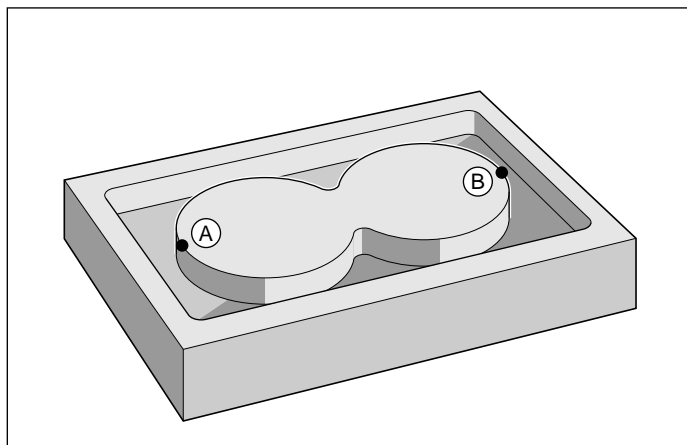


Abb. 8.24: Überlagerte Inseln: Summen-Fläche



Die Ergänzungen und Unterprogramme werden ins Hauptprogramm auf Seite 8-25 eingetragen.

„Differenz“- Fläche

Fläche A soll ohne den von B überdeckten Anteil unbearbeitet bleiben:

- A muß Insel und B muß Tasche sein.
- B muß innerhalb A beginnen.

```

22 LBL 2
23 L X+10 Y+50 RR
24 CC X+35 Y+50
25 C X+10 Y+50 DR+
26 LBL 0
27 LBL 3
28 L X+40 Y+50 RL
29 CC X+65 Y+50
30 C X+40 Y+50 DR+
31 LBL 0
32 END PGM UEBERL2 MM

```

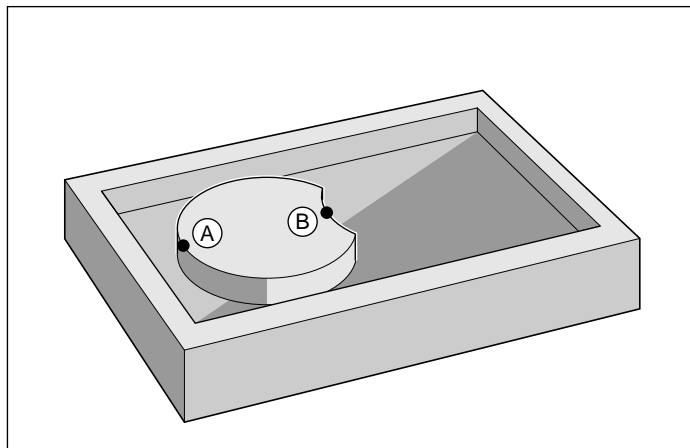


Abb. 8.25: Überlagerte Inseln: Differenz-Fläche

„Schnitt“- Fläche

Die von A und B überdeckte Fläche soll unbearbeitet bleiben.

- A und B müssen Inseln sein.
- A muß innerhalb B beginnen.

```

22 LBL 2
23 L X+60 Y+50 RR
24 CC X+35 Y+50
25 C X+60 Y+50 DR+
26 LBL 0
27 LBL 3
28 L X+90 Y+50 RR
29 CC X+65 Y+50
30 C X+90 Y+50 DR+
31 LBL 0
32 END PGM UEBERL2 MM

```

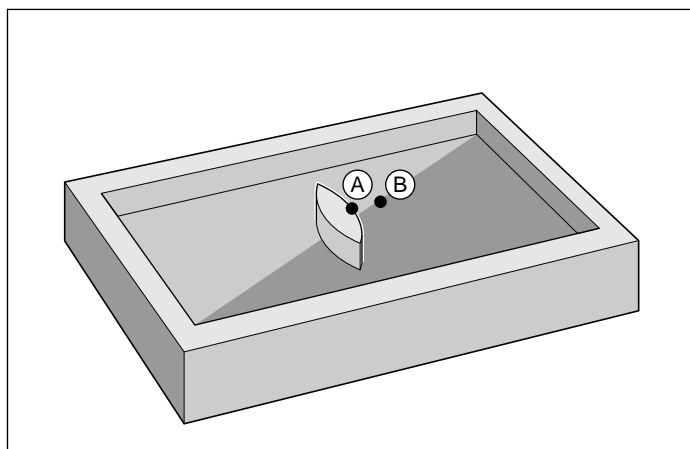


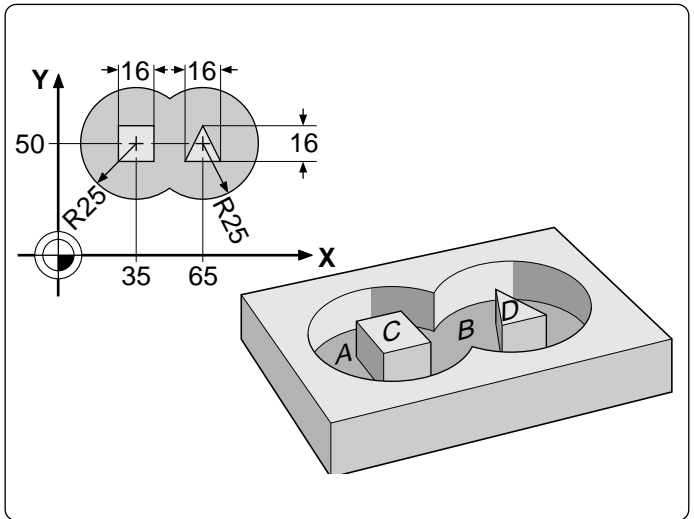
Abb. 8.26: Überlagerte Inseln: Schnitt-Fläche

Übungsbeispiel: Überlagerte Taschen mit Inseln

PGM UEBERL3 erweitert PGM UEBERL1 um die innenliegenden Inseln C und D

Werkzeug: Fräser mit einem Stirnzahn über Mitte schneidend (DIN 844), Radius 3 mm

Die Kontur besteht aus den Elementen A und B, also zwei sich überlagernden Taschen, C und D, also zwei Inseln, die sich innerhalb dieser Taschen befinden.

**Zyklus im Bearbeitungsprogramm**

```

0 BEGIN PGM UEBERL3 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+3
4 CYCL DEF 14.0 KONTUR
5 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1/2/3/4
6 CYCL DEF 6.0 AUSRAUEMEN
7 CYCL DEF 6.1 ABST +2 TIEFE -10
8 CYCL DEF 6.2 ZUSTLG +5 F100 AUFM +2
9 CYCL DEF 6.3 WINKEL +0 F100
10 TOOL CALL 1 Z S1000
11 L Z+100 R0 F MAX M6
12 L Z+2 R0 F MAX M3
13 CYCL CALL
14 L Z+100 R0 F MAX M2

15 LBL 1
16 L X+10 Y+50 RL
17 CC X+35 Y+50
18 C X+10 Y+50 DR+
19 LBL 0

20 LBL 2
21 L X+90 Y+50 RL
22 CC X+65 Y+50
23 C X+90 Y+50 DR+
24 LBL 0

```

Fortsetzung nächste Seite

```
15 LBL 1
  .
  .
19 LBL 0
20 LBL 2
  .
  .
24 LBL 0
25 LBL 3
26 L X+27 Y+42 RL
27 L Y+58
28 L X+43
29 L Y+42
30 L X+27
31 LBL 0
32 LBL 4
33 L X+57 Y+42 RR
34 L X+73
35 L X+65 Y+58
36 L X+57 Y+42
37 LBL 0
38 END PGM UEBERL3 MM
```

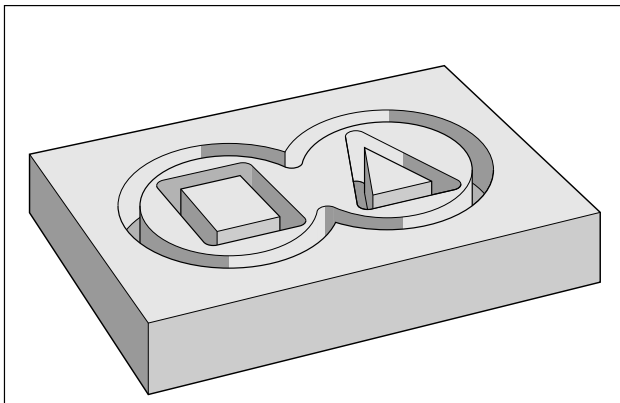


Abb. 8.27: Umfräsen der Umrißlinien

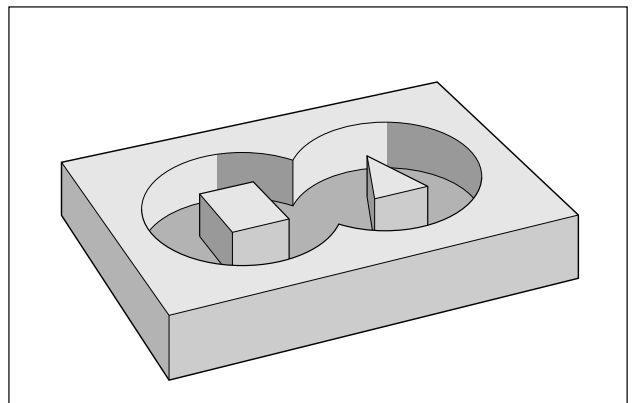


Abb. 8.28: Fertiggestellte Bearbeitung

VORBOHREN (Zyklus 15)**Zyklus-Ablauf**

Vorbohren der Fräser-Einstichpunkte an den Startpunkten der Teilkonturen.

Bei SL-Konturen, die aus mehreren überlagerten Taschen und Inseln bestehen, wird am Startpunkt der ersten Teilkontur vorgebohrt:

- Das Werkzeug wird über den ersten Einstichpunkt positioniert.
- Danach wird wie beim TIEFBOHREN (Zyklus 1) gebohrt.
- Anschließend wird das Werkzeug über dem nächsten Einstichpunkt positioniert und der Bohrvorgang wiederholt.

Eingaben

- SICHERHEITS-ABSTAND
- BOHRTIEFE
- ZUSTELL-TIEFE
- VORSCHUB F

} wie bei Zyklus 1
TIEFBOHREN

- SCHLICHTAUFMASS \textcircled{D}

Aufmaß für das Bohren (siehe Abb. 8.29)

Die Summe aus Werkzeug-Radius und Schlicht-Aufmaß soll bei Vorbohren und Ausräumen gleich sein.

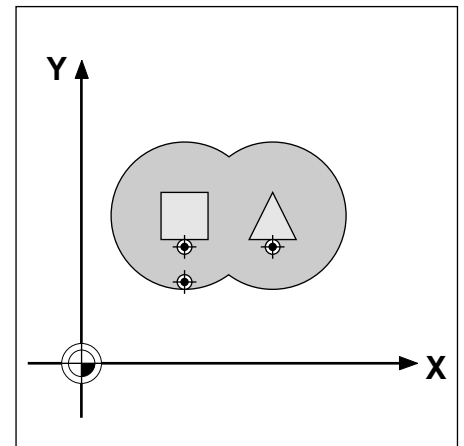


Abb. 8.29: Beispiel für Einstichpunkte beim VORBOHREN

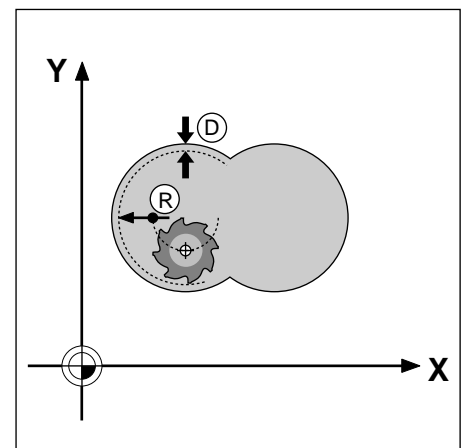


Abb. 8.30: Schlichtaufmaß

KONTURFRAESEN (Zyklus 16)

Zyklus 16 KONTURFRAESEN dient zum Schlichten der Konturtasche. Mit dem Zyklus können auch allgemeine Konturen gefräst werden.

Zyklus-Ablauf

- Das Werkzeug wird über den ersten Konturpunkt positioniert
- Danach sticht das Werkzeug mit dem eingegebenen Vorschub bis zur ersten Zustell-Tiefe ein
- Mit der ersten Zustell-Tiefe fräst das Werkzeug mit dem eingegebenen Vorschub und Drehsinn die erste Kontur
- Am Einstichpunkt wird das Werkzeug auf die nächste Zustell-Tiefe zugestellt

Der Vorgang wiederholt sich, bis die eingegebene Frästiefe erreicht ist. Alle Teilkonturen werden auf diese Weise gefräst.

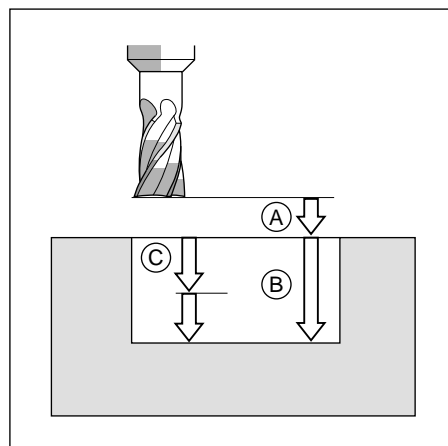


Abb. 8.31: Zustellungen und Abstände beim KONTURFRAESEN

Voraussetzung

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

Eingaben

- SICHERHEITS-ABSTAND (A)
- FRAESTIEFE (B)
Das Vorzeichen der Frästiefe legt die Arbeitsrichtung fest (- entspricht negativer Werkzeugachsen-Richtung).
- ZUSTELL-TIEFE (C)
- VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG:
Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Einstechen
- DREHUNG IM UHRZEIGERSINN: DR-
Für M3 gilt DR+ : Gleichlauf-Fräsen für Tasche und Insel
DR- : Gegenlauf-Fräsen für Tasche und Insel
- VORSCHUB F:
Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs in der Bearbeitungsebene

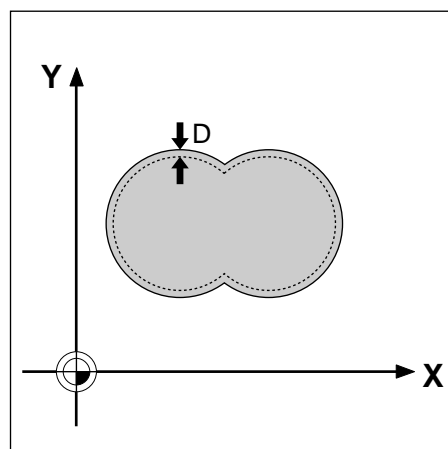


Abb. 8.32: Schichtaufmaß

Das folgende Schema zeigt die Anwendung der Zyklen Vorbohren, Ausräumen und Konturfräsen im Bearbeitungsprogramm:

1. Liste der Kontur-Unterprogramme

CYCL DEF 14.0 KONTUR
Kein Aufruf!

2. Bohren

Bohrer definieren und aufrufen
CYCL DEF 15.0 VORBOHREN
Vor-Positionieren
Zyklus-Aufruf!

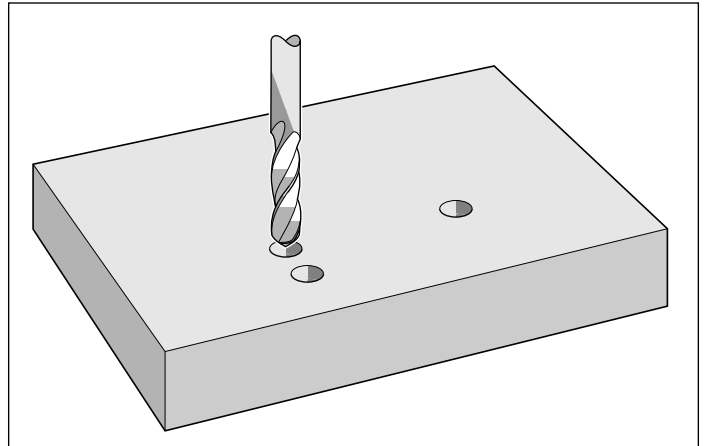


Abb. 8.33: Zyklus VORBOHREN

3. Schruppen

Schruppfräser definieren und aufrufen
CYCL DEF 6.0 AUSRAEUMEN
Vor-Positionieren
Zyklus-Aufruf!

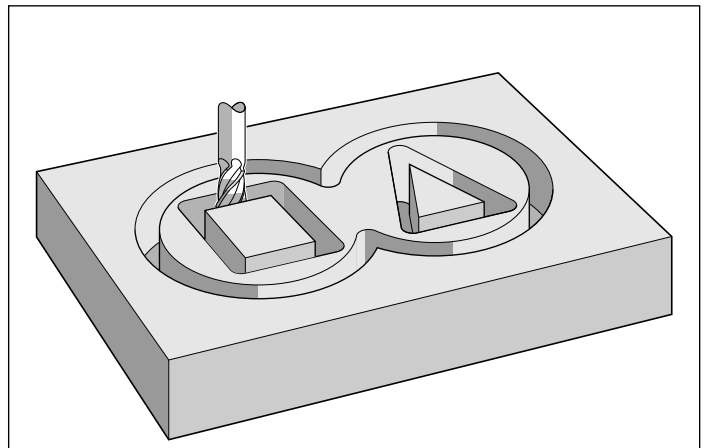


Abb. 8.34: Zyklus AUSRAEUMEN

4. Schlichten

Schlichtfräser definieren und aufrufen
CYCL DEF 16.0 KONTURFRAESEN
Vor-Positionieren
Zyklus-Aufruf!

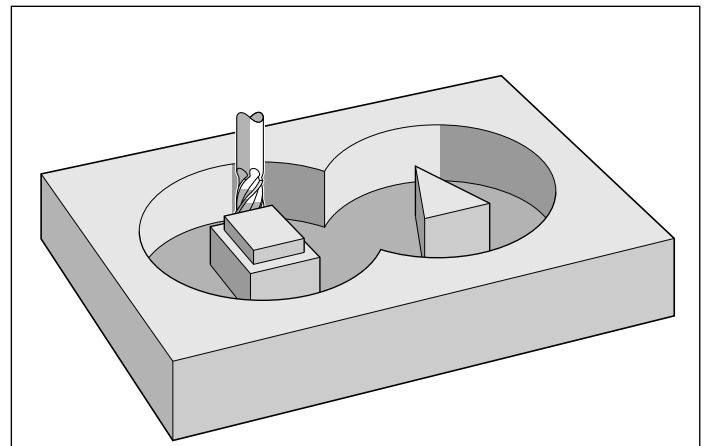


Abb. 8.35: Zyklus KONTURFRAESEN

5. Kontur-Unterprogramme

STOP M02
Unterprogramme für die Teilkonturen

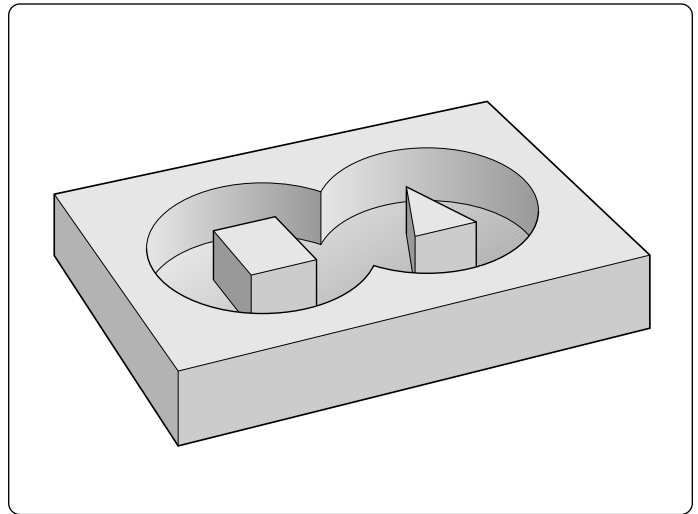
Übungsbeispiel: Überlagerte Taschen mit Inseln

Innenbearbeitung mit Vorbohren, Schruppen, Schlichten.

PGM UEBERL4 baut auf UEBERL3 auf:

Der Hauptprogrammteil ist um die Zyklus-Definition und -Aufrufen zum Vorbohren und Schlichten erweitert.

Die Kontur-Unterprogramme 1 bis 4 sind identisch zu denen aus PGM UEBERL3 (siehe S. 8-27 und 8-28) und hinter Satz 39 anzufügen.



```

0 BEGIN PGM UEBERL4 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+2.2 ..... Bohrer
4 TOOL DEF 2 L+0 R+3 ..... Schruppfräser
5 TOOL DEF 3 L+0 R+2,5 ..... Schlichtfräser
6 CYCL DEF 14.0 KONTUR
7 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1/2/3/4
8 CALL LBL 10
9 STOP M6
10 TOOL CALL 1 Z S 2500
11 CYCL DEF 15.0 VORBOHREN ..... Vorbohren
12 CYCL DEF 15.1 ABST +2 TIEFE -10
13 CYCL DEF 15.2 ZUSTLG +5 F500 AUFM +2
14 L Z+2 R0 F MAX
15 CYCL CALL M3
16 CALL LBL 10
17 STOP M6
18 TOOL CALL 2 Z S 1750
19 CYCL DEF 6.0 AUSRAEUMEN ..... Schruppen
20 CYCL DEF 6.1 ABST +2 TIEFE -10
21 CYCL DEF 6.2 ZUSTLG +5 F100 AUFM +2
22 CYCL DEF 6.3 WINKEL +0 F500
23 L Z+2 R0 F MAX
24 CYCL CALL M3
25 CALL LBL 10
26 STOP M6
27 TOOL CALL 3 Z S 2500
28 CYCL DEF 16.0 KONTURFRAESEN ..... Schlichten
29 CYCL DEF 16.1 ABST +2 TIEFE -10
30 CYCL DEF 16.2 ZUSTLG +5 F100 DR- F500
31 L Z+2 R0 F MAX
32 CYCL CALL M3
33 CALL LBL 10
34 L Z+20 R0 FMAX M2 ..... Freifahren und Rücksprung
35 LBL 10
36 TOOL CALL 0 Z ..... Werkzeugwechsel
37 L Z+100 R0 F MAX
38 L X-20 Y-20 R0 F MAX
39 LBL 0
Ab Satz 40: Unterprogramme von S. 8-27 und 8-28 anhängen
63 END PGM UEBERL4 MM

```

8.4 SL-Zyklen (Gruppe II)

Die SL-Zyklen der Gruppe II bieten die Möglichkeit, komplexe zusammengesetzte Konturen **konturorientiert** zu bearbeiten, um eine besonders hohe Oberflächengüte zu erhalten.

Unterschiede zu den Zyklen der Gruppe I:

- Die TNC positioniert vor dem Zyklus automatisch auf den Sicherheits-Abstand.
- jedes Tiefen-Niveau wird ohne Werkzeug-Abheben gefräst; Inseln werden seitlich umfahren.
- Der Radius von „Innen-Ecken“ ist programmierbar – das Werkzeug bleibt nicht stehen, Freischneide-Markierungen werden verhindert (gilt für äußerste Bahn beim Räumen und Seiten-Schlichten).
- Beim Seiten-Schlichten wird die Kontur auf einer tangentialen Kreisbahn angefahren.
- Beim Tiefen-Schlichten wird das Werkzeug ebenfalls auf einer tangentialen Kreisbahn an das Werkstück verfahren (z.B: Werkzeug-Achse Z; Kreisbahn in Ebene Z/X).
- Die Kontur wird durchgehend im Gleichlauf bzw. Gegenlauf bearbeitet.
- MP 7420 wird ersetzt durch DREHSINN Q9.

Die Maßangaben für die Bearbeitung, wie Frästiefe, Aufmaße und Sicherheitsabstand werden in Zyklus 20 als KONTUR-DATEN eingegeben.

Für die Bearbeitung stehen folgende Zyklen zur Verfügung:

- VORBOHREN (Zyklus 21)
- RAEUMEN (Zyklus 22)
- SCHLICHTEN TIEFE (Zyklus 23)
- SCHLICHTEN SEITE (Zyklus 24)

KONTUR-DATEN (Zyklus 20)

Anwendung

In Zyklus 20 werden Bearbeitungsinformationen für die Unterprogramme mit den Teilkonturen angegeben.

Diese Bearbeitungsinformationen gelten für die Zyklen 21 bis 24.

Eingaben

- FRAESTIEFE Q1: Abstand zwischen Werkstückoberfläche und Taschengrund.
- BAHN-ÜBERLAPPUNG FAKTOR Q2: $Q2 * \text{Werkzeug-Radius}$ ergibt die seitliche Zustellung k .
- SCHLICHTAUFMASS SEITE Q3: Schlicht-Aufmaß in der Bearbeitungs-Ebene.
- SCHLICHTAUFMASS TIEFE Q4: Schlicht-Aufmaß für die Tiefe.
- KOORDINATE WERKSTUECK-OBERFLAECHE Q5: Absolute Koordinate der Werkstück-Oberfläche bezogen auf den Werkstück-Nullpunkt.
- SICHERHEITS-ABSTAND Q6: Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Werkstück-Oberfläche.
- SICHERE HOEHE Q7: Absolute Höhe, in der keine Kollision mit dem Werkstück erfolgen kann (für Zwischenpositionierung und Rückzug am Zyklus-Ende).
- INNEN-RUNDUNGSRADIUS Q8: Verrundungs-Radius an Innen- „Ecken“.
- DREHSINN ? UHRZEIGERSINN = -1 Q9: Bearbeitungs-Richtung für Taschen
im Uhrzeigersinn ($Q9 = -1$ Gegenlauf für Tasche und Insel)
im Gegenuhrzeigersinn ($Q9 = +1$ Gleichlauf für Tasche und Insel).

Das Vorzeichen der Frästiefe Q1 legt die Arbeitsrichtung fest (Vorzeichen – bei negativer Arbeitsrichtung).

Wirkung

Zyklus 20 wirkt ab seiner Definition.

Die Bearbeitungs-Parameter können bei einer Programm-Unterbrechung überprüft und ggf. überschrieben werden.

Werden die SL-Zyklen in Q-Parameter-Programmen angewendet, sollten die Zyklus-Parameter Q1 bis Q14 nicht als Programm-Parameter benutzt werden.

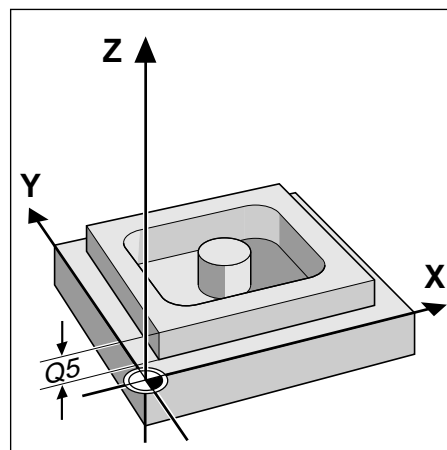


Abb. 8.36: Koordinate der Werkstück Oberfläche Q5

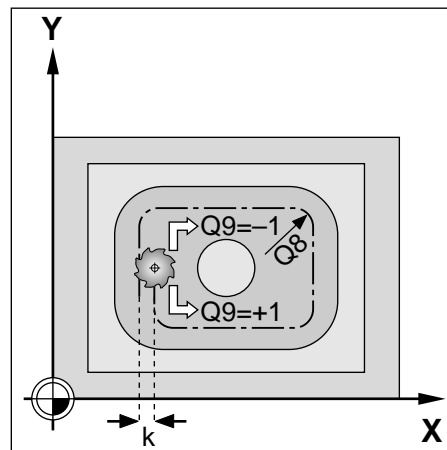


Abb. 8.37: Drehsinn Q9 und seitliche Zustellung k

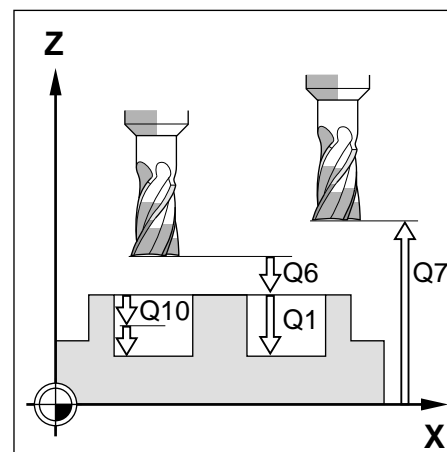


Abb. 8.38: Parameter für Abstände und Zustellungen

VORBOHREN (Zyklus 21)

Zyklus-Ablauf

Wie Zyklus 1 TIEFBOHREN

Anwendung

Zyklus 21 VORBOHREN berücksichtigt für die Einstichpunkte das SCHLICHTAUFMASS SEITE und das SCHLICHTAUFMASS TIEFE, sowie den Radius des Ausräum-Werkzeugs. Die Einstichpunkte sind gleichzeitig Startpunkte fürs Räumen.

Eingaben

- ZUSTELL-TIEFE Q10:
Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird
(Vorzeichen bei negativer Arbeitsrichtung -)
- VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG Q11:
Bohrvorschub in mm/min.
- AUSRAEUM-WERKZEUG NUMMER Q13:
Werkzeug-Nummer des Ausräum-Werkzeugs

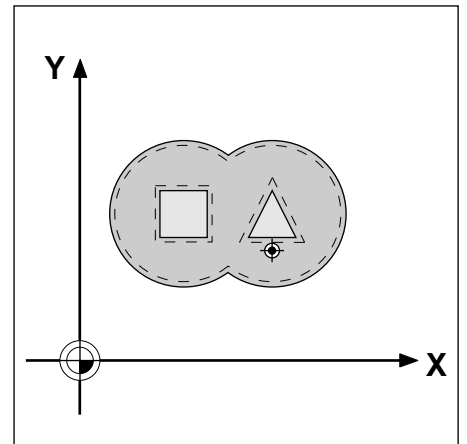


Abb. 8.39: Möglicher Einstichpunkt beim VORBOHREN

RAEUMEN (Zyklus 22)**Zyklus-Ablauf**

- Das Werkzeug über den Einstichpunkt positionieren.
- SCHLICHTAUFMASS SEITE wird berücksichtigt.
- In der ersten Zustell-Tiefe fräst das Werkzeug mit dem Fräsvorschub Q12 die Kontur von innen nach außen.
- Dabei werden die Inselkonturen (hier: C/D) mit einer Annäherung an die Taschenkontur (hier: A/B) freigefräst.
- Anschließend wird die Taschenkontur fertiggestellt und das Werkzeug auf die SICHERE HOEHE zurückgezogen.

Eingaben

- ZUSTELL-TIEFE Q10:
Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird (Vorzeichen bei negativer Arbeitsrichtung -)
- VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG Q11:
Eintauchvorschub in mm/min
- VORSCHUB AUSRAEUMEN Q12:
Fräsvorschub in mm/min

Voraussetzung

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

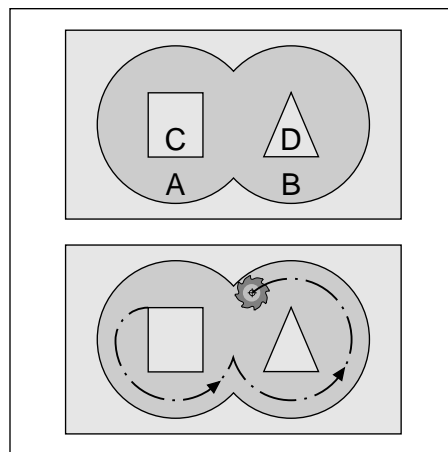


Abb. 8.40: Werkzeug-Bahn beim RAEUMEN:
A, B = Taschen; C, D = Inseln

SCHLICHTEN TIEFE (Zyklus 23)**Zyklus-Ablauf**

SCHLICHTEN TIEFE läuft wie Zyklus 22 RAEUMEN ab. Das Werkzeug wird auf einem vertikalen Tangentialkreis auf die zu bearbeitende Ebene verfahren.

Eingaben

- VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG Q11:
Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Einstechen
- VORSCHUB AUSRAEUMEN Q12:
Fräsvorschub

SCHLICHTEN SEITE (Zyklus 24)

Zyklus-Ablauf

Das Werkzeug wird auf einer Kreisbahn tangential an die Teilkonturen verfahren und jede Teilkontur wird separat geschlichtet.

Eingaben

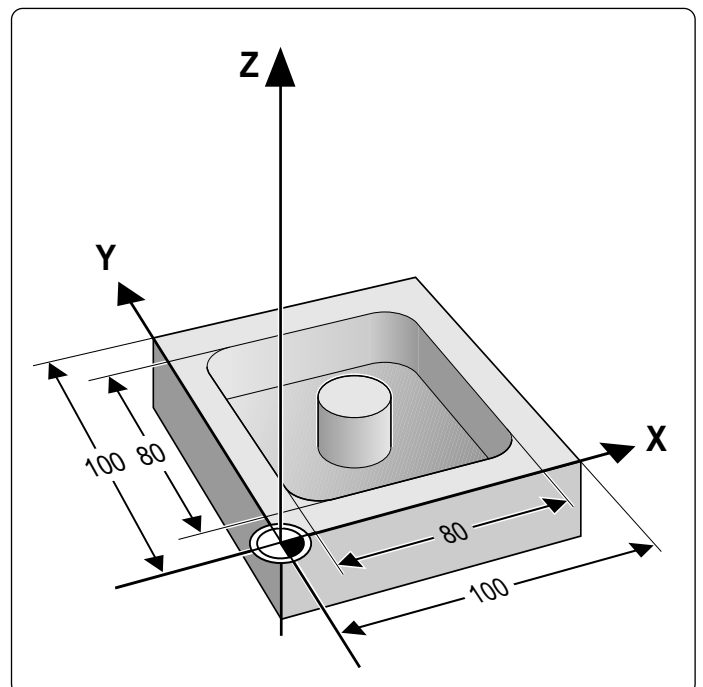
- DREHSINN ? UHRZEIGERSINN = -1 Q9:
Bearbeitungsrichtung;
+1: Drehung im Gegenuhrzeigersinn
-1: Drehung im Uhrzeigersinn
- ZUSTELL-TIEFE Q10:
Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird.
- VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG Q11:
Eintauchvorschub
- VORSCHUB AUSRAEUMEN Q12:
Fräsvorschub
- SCHLICHTAUFMASS SEITE Q14:
Eingabemöglichkeit eines Aufmaßes für mehrmaliges Schlichten.
Der letzte Schlicht-Rest wird ausgeräumt, wenn Q14 = 0 eingegeben wird.

Voraussetzung

- Die Summe aus SCHLICHTAUFMASS SEITE (Q14) und Schlichtwerkzeug-Radius muß kleiner sein als die Summe aus SCHLICHTAUFMASS SEITE (Q3,Zyklus 20) und Räumwerkzeug-Radius.
Wird Zyklus 24 abgearbeitet ohne zuvor mit Zyklus 22 ausgeräumt zu haben, gilt oben erwähnt Berechnung ebenso; für den Radius des Räum-Werkzeugs ist dann 0 einzusetzen.

Übungsbeispiel: Rechtecktasche mit runder Insel

Die Eingabeparameter sind durch Klartext-Kommentare gekennzeichnet.



Fortsetzung nächste Seite

```

0 BEGIN PGM SLZWEI MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+3
4 TOOL DEF 2 L+0 R+2,5
5 TOOL DEF 3 L+0 R+2,5
6 CYCL DEF 14.0 KONTUR
7 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1/2 } Definition Kontur-Unterprogramm-Nummern
8
8 CYCL DEF 20.0 KONTUR-DATEN
  Q1 = -15 ; FRAESTIEFE
  Q2 = 1 ; BAHN-UEBERLAPPUNG
  Q3 = +1 ; AUFMASS SEITE
  Q4 = +1 ; AUFMASS TIEFE
  Q5 = 0 ; KOOR. OBERFLAECHE
  Q6 = +2 ; SICHERHEITS-ABST.
  Q7 = +50 ; SICHERE HOEHE
  Q8 = +0,1 ; RUNDUNGSRADIUS
  Q9 = +1 ; DREHSINN } Definition der für Zyklus 21 bis 24 gültigen Parameter
9 CALL LBL 10 ..... Werkzeug-Wechsel
10 TOOL CALL 1 Z S1000
11 CYCL DEF 21.0 VORBOHREN
  Q10 = +10 ; ZUSTELL-TIEFE
  Q11 = 100 ; VORSCHUB TIEFENZ.
  Q13 = 2 ; AUSRAEUM-WERKZEUG } Zyklus-Definition VORBOHREN
12 CYCL CALL M3 ..... Zyklus-Aufruf VORBOHREN
13 CALL LBL 10 ..... Werkzeug-Wechsel
14 TOOL CALL 2 Z S1000
15 CYCL DEF 22.0 RAEUMEN
  Q10 = +10 ; ZUSTELL-TIEFE
  Q11 = 100 ; VORSCHUB TIEFENZ.
  Q12 = 500 ; VORSCHUB RAEUMEN } Zyklus-Definition KONTURPAR. RAEUMEN
16 CYCL CALL M3 ..... Zyklus-Aufruf KONTURPAR. RAEUMEN
17 CALL LBL 10 ..... Werkzeug-Wechsel
18 TOOL CALL 3 Z S2000
19 CYCL DEF 23.0 SCHLICHTEN TIEFE
  Q11 = 80 ; VORSCHUB TIEFENZ.
  Q12 = 250 ; VORSCHUB RAEUMEN } Zyklus-Definition SCHLICHTEN TIEFE
20 CYCL CALL M3 ..... Zyklus-Aufruf SCHLICHTEN TIEFE
21 CYCL DEF 24.0 SCHLICHTEN SEITE
  Q9 = +1 ; DREHSINN
  Q10 = +5 ; ZUSTELL-TIEFE
  Q11 = 100 ; VORSCHUB TIEFENZ.
  Q12 = 240 ; VORSCHUB RAEUMEN
  Q14 = 0 ; AUFMASS SEITE } Zyklus-Definition SCHLICHTEN SEITE
22 CYCL CALL M3 ..... Zyklus-Aufruf SCHLICHTEN SEITE
23 L Z+100 R0 FMAX M2
24 LBL 10 ..... Unterprogramm für Werkzeug-Wechsel
25 TOOL CALL 0 Z
26 L Z+100 R0 FMAX
27 L X-20 Y-20 FMAX M6
28 LBL 0
29 LBL 1
30 L X+10 Y+50 RR
31 L Y+90
32 L X+90
33 L Y+10
34 L X+10
35 L Y+50
36 LBL 0 } Kontur-Unterprogramm „Rechteck-Tasche“
37 LBL 2
38 CC X+50 Y+50
39 L X+35 Y+50 RL
40 C X+35 Y+50 DR-
41 LBL 0 } Kontur-Unterprogramm „Kreis-Insel“
42 END PGM SLZWEI MM

```

KONTUR-ZUG (Zyklus 25)

Zyklus-Ablauf

Mit diesem Zyklus lassen sich – in Verbindung mit Zyklus 14 KONTUR – „offene“ Konturen bearbeiten: Konturbeginn und -ende fallen nicht zusammen.

Der Zyklus 25 KONTUR-ZUG bietet gegenüber der Bearbeitung einer offenen Kontur mit Positioniersätzen erhebliche Vorteile:

- Die TNC überwacht die Bearbeitung auf Hinterschneidungen und Konturverletzungen. Kontur mit der Test-Grafik überprüfen!
- Ist der Werkzeug-Radius zu groß, so muß die Kontur an Innenecken eventuell nachbearbeitet werden.
- Die Bearbeitung läßt sich durchgehend im Gleich- oder Gegenlauf ausführen. Die Fräsart bleibt sogar erhalten, wenn Konturen gespiegelt werden.
- Bei mehreren Zustellungen läßt sich das Werkzeug hin und her verfahren: Die Bearbeitung geht dadurch schneller.
- Aufmaße können eingegeben werden, um in mehreren Arbeitsgängen zu schrumpfen und zu schlichten.

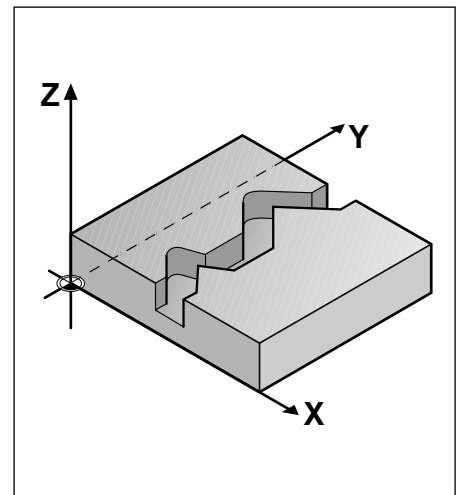


Abb. 8.41: Beispiel für eine „offene Kontur“



Zyklus 25 KONTUR-ZUG sollte nicht für geschlossene Konturen verwendet werden. Bei geschlossenen Konturen dürfen Konturbeginn und -ende nicht an einem Eckpunkt zusammenfallen.

Eingaben

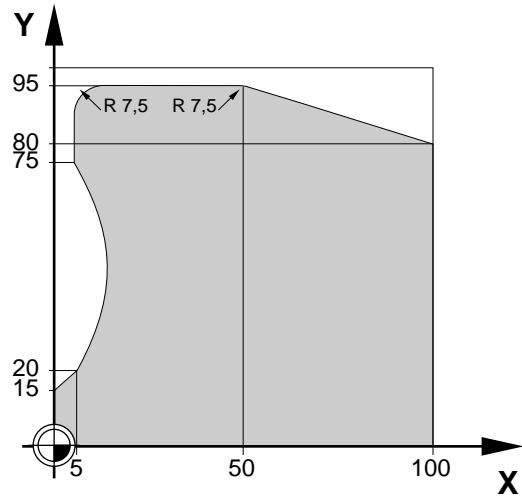
- FRAESTIEFE Q1:
Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Konturgrund
Das Vorzeichen der Frästiefe legt die Arbeitsrichtung fest
(– entspricht negativer Werkzeugachsen-Richtung)
- SCHLICHTAUFMASS SEITE Q3:
Schlichtaufmaß in der Bearbeitungsebene
- KOORD. WERKSTUECK-OBERFLAECHE Q5:
Absolute Koordinate der Werkstück-Oberfläche bezogen auf den Werkstück-Nullpunkt
- SICHERE HOEHE Q7:
Absolute Höhe, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück erfolgen kann
– Werkzeug-Rückzug-Position am Zyklus-Ende
- ZUSTELL - TIEFE Q10:
Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird
- VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG Q11:
Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Werkzeug-Achse
- VORSCHUB FRAESEN Q12:
Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Bearbeitungsebene
- FRAESART ? GEGENLAUF = -1 Q15:
Gleichlauf-Fräsen: Eingabe = +1
Gegenlauf-Fräsen: Eingabe = -1
Abwechselnd im Gleich- und Gegenlauf fräsen bei mehreren Zustellungen: Eingabe = 0



- Wenn der Zyklus 25 KONTUR-ZUG eingesetzt wird, wird nur das erste Label aus Zyklus 14 KONTUR bearbeitet.
- Direkt hinter Zyklus 25 programmierte Positionen im Kettenmaße beziehen sich auf die Position des Werkzeugs am Zyklus-Ende
- Das Unterprogramm darf maximal 128 Konturelemente enthalten.
- Zyklus 20 KONTUR-DATEN wird nicht benötigt.

Beispiel:

Fräsbearbeitung im Gleichlauf.
Die Eingabeparameter sind im Programm durch Klartext-Kommentare gekennzeichnet.

**Zyklus im Bearbeitungsprogramm**

```

0 BEGIN PGM S838 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0 ..... Rohteil-Definition
3 TOOL DEF 1 L+0 R+10 ..... Werkzeug-Definition
4 TOOL CALL 1 Z S1750 ..... Werkzeug-Aufruf

5 CYCL DEF 14.0 KONTUR
6 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1 ..... Definition des Kontur-Unterprogramms

7 CYCL DEF 25.0 KONTUR-ZUG
  Q1=-12      ;FRAESTIEFE
  Q3=+0       ;AUFMASS SEITE
  Q5=+0       ;KOOR.OBERFLAECHE
  Q7=+20      ;SICHERE HOEHE
  Q10=+2      ;ZUSTELL-TIEFE
  Q11=100     ;VORSCHUB TIEFENZ.
  Q12=200     ;VORSCHUB FRAESEN
  Q15=+1      ;FRAESART ..... Festlegen der Bearbeitungs-Parameter

8 L Z+100 R0 F MAX M3
9 CYCL CALL ..... Zyklus aufrufen
10 L Z+100 R0 F MAX M2 ..... Werkzeugachse freifahren, Hauptprogramm-
    Ende

11 LBL 1 ..... Beginn des Kontur-Unterprogramms
12 L X+0 Y+15 RL
13 L X+5 Y+20
14 CT X+5 Y+75 ..... Zu bearbeitende Kontur beschreiben
15 L Y+95
16 RND R7,5
17 L X+50
18 RND R7,5
19 L X+100 Y+80
20 LBL 0 ..... Unterprogramm-Ende
21 END PGM S838 MM

```

ZYLINDER-MANTEL (Zyklus 27)

Maschine und TNC müssen vom Hersteller vorbereitet sein, wenn Zyklus 27 verwendet werden soll.

Zyklus-Ablauf

Mit diesem Zyklus lässt sich eine auf der Abwicklung definierte Kontur auf den Mantel eines Zylinders übertragen.

Die Kontur wird in einem Unterprogramm beschrieben, das über Zyklus 14 (KONTUR) festgelegt ist.

Das Unterprogramm enthält Koordinaten in einer Winkelachse (z.B. C-Achse) und der Achse, die dazu parallel verläuft (z.B. Z-Achse). Als Bahnfunktionen stehen L, CHF, CR, RND zur Verfügung.

Die Angaben in der Winkelachse können wahlweise in Grad oder in mm (inch) eingegeben werden (wird bei der Zyklus-Definition festgelegt).

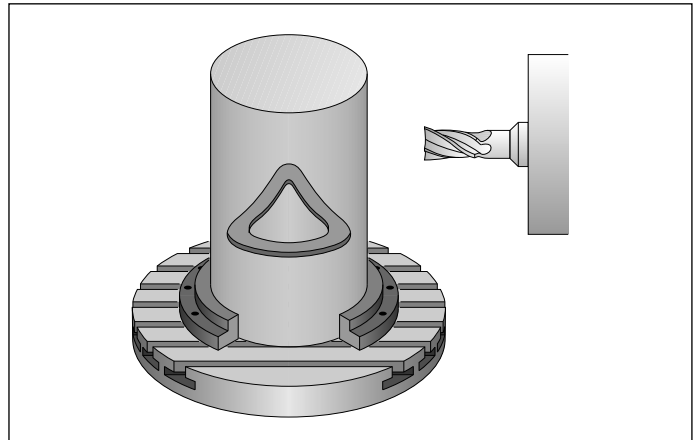


Abb. 8.42: Kontur auf einem Zylinder-Mantel

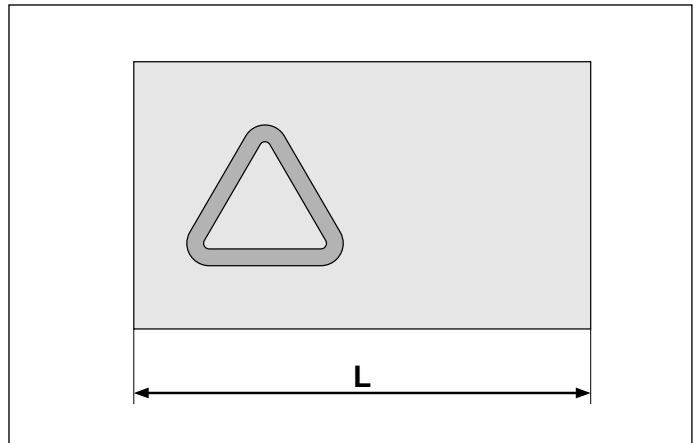


Abb. 8.43: Abwicklung des Zylinder-Mantels:
 $L = \text{Zylinder-Durchmesser} \cdot 3,14$



Zyklus 27 ZYLINDER-MANTEL sollte nicht für geschlossene Konturen verwendet werden. Bei geschlossenen Konturen dürfen Konturbeginn und -ende nicht an einem Eckpunkt zusammenfallen.

Eingaben

- FRAESTIEFE Q1:
Abstand zwischen Zylinder-Mantel und Konturgrund
- SCHLICHTAUFMASS SEITE Q3:
Schlichtaufmaß in der Ebene der Mantel-Abwicklung.
Das Aufmaß wirkt in der Richtung der Radiuskorrektur
- SICHERHEITS-ABSTAND Q6:
Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Zylinder-Mantelfläche
- ZUSTELL-TIEFE Q10:
Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird
- VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG Q11:
Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Werkzeug-Achse
- VORSCHUB FRAESEN Q12:
Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Bearbeitungsebene
- ZYLINDERRADIUS Q16:
Radius des Zylinders, auf dem die Kontur bearbeitet werden soll
- BEMASSUNGSART ? GRAD=0 MM/INCH=1
Koordinaten der Drehachse im Unterprogramm in Grad oder
mm(inch) programmieren

Voraussetzungen

- Der Zyklus erfordert einen Fräser mit einem Stirnzahn über Mitte schneidend (DIN 844)
- Der Zylinder muß mittig auf dem Drehtisch aufgespannt sein
- Die Werkzeug-Achse muß senkrecht zur Drehtisch-Achse verlaufen.
Ist dies nicht der Fall, wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

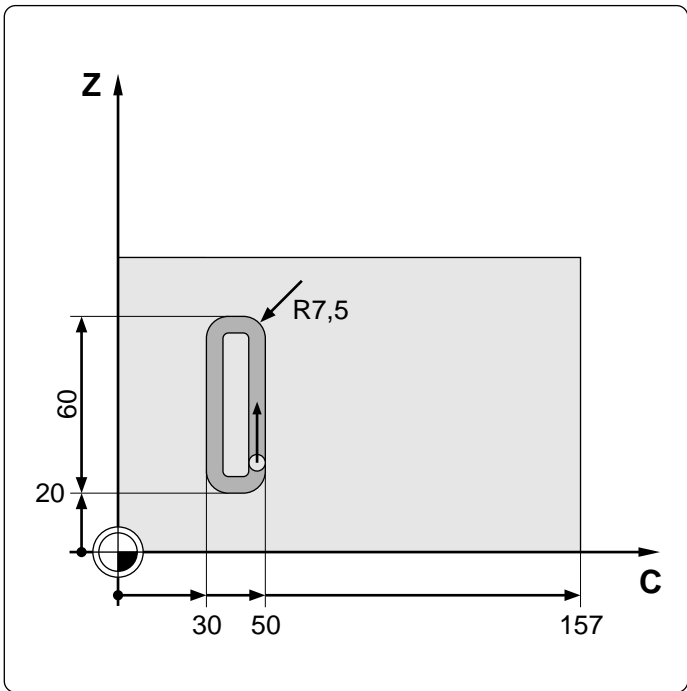
Beispiel:

Rechteckigen Kanal auf einer Zylinder-Mantelfläche fertigen

Breite des Kanals 20 mm
 Höhe des Kanals 60 mm
 Tiefe 7,5mm
 Zylinder-Durchmesser 50 mm

Länge der Abwicklung = Umfang des Zylinders:
 $3,14 \cdot 50 \text{ mm} = 157 \text{ mm}$

Angaben in der Winkelachse im Kontur-Unterprogramm in mm (Q17=1)!



Zyklus im Bearbeitungsprogramm

```

0 BEGIN PGM ZYLMAN MM
1 TOOL DEF 1 L+0 R+3,5
2 TOOL CALL 1 Y S2000 DL+0,5 ..... Werkzeug-Aufruf, Werkzeug-Achse Y
3 L Y+200 R0 F MAX
4 CYCL DEF 14.0 KONTUR
5 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1 ..... Definition Unterprogramm-Nummer, in der die
   Mantel-Abwicklung beschrieben ist
6 CYCL DEF 27.0 ZYLINDER-MANTEL ..... Zyklus-Definition ZYLINDER-MANTEL
   Q1=-7,5 ;FRAESTIEFE
   Q3=+0 ;AUFMASS SEITE
   Q6=+2 ;SICHERHEITS-ABST.
   Q10=+4 ;ZUSTELL-TIEFE
   Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.
   Q12=250 ;VORSCHUB FRAESEN
   Q16=+25 ;RADIUS
   Q17=1 ;BEMASSUNGSART
7 L C+0 R0 F MAX M3 ..... Vorpositionieren Rundachse
8 CYCL CALL ..... Zyklus aufrufen
9 L Y+200 R0 F MAX M2 ..... Freifahren, Ende des Hauptprogramms

10 LBL 1
11 L C+40 Z+20 RL ..... Start-Position C bei 40 mm
12 L C+50 Z+20
13 RND R7,5
14 L IZ+60
15 RND R7,5
16 L IC-20
17 RND R7,5
18 L Z+20
19 RND R7,5
20 L C+40
21 LBL 0 ..... Unterprogramm-Ende
22 END PGM ZYLMAN MM
    
```

8.5 Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung

Mit Koordinaten-Umrechnungen kann eine einmal programmierte Kontur an verschiedenen Stellen des Werkstücks mit veränderter Lage und Größe ausgeführt werden. So läßt sich beispielsweise eine Kontur

- verschieben (Zyklus 7 NULLPUNKT)
- spiegeln (Zyklus 8 SPIEGELN)
- drehen (Zyklus 10 DREHUNG)
- verkleinern oder vergrößern (Zyklus 11 MASSFAKTOR)

Die ursprüngliche Kontur – das Original – muß als Unterprogramm oder Programmteil gekennzeichnet sein.

Wirksamkeit der Koordinaten-Umrechnungen

Beginn der Wirksamkeit: Eine Koordinaten-Umrechnung wird ab ihrer Definition wirksam – wird also nicht aufgerufen. Sie wirkt so lange, bis sie rückgesetzt oder neu definiert wird.

Rücksetzen einer Koordinaten-Umrechnung:

- Zyklus mit Werten für das Grundverhalten erneut definieren, z.B. Massfaktor 1
- Zusatzfunktionen M02, M30 oder den Satz END PGM ausführen (abhängig von Maschinen-Parametern)
- Neues Programm anwählen

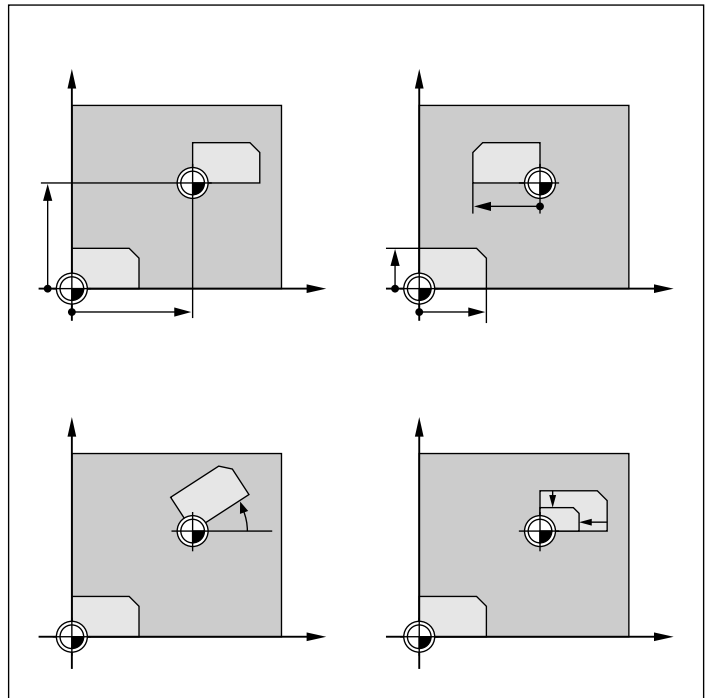


Abb. 8.44: Beispiele für Koordinaten-Umrechnungen

NULLPUNKT-Verschiebung (Zyklus 7)

Anwendung

Bearbeitungen können mit der Nullpunkt-Verschiebung an beliebigen Stellen des Werkstücks wiederholt werden.

Wirkung

Nach einer Zyklus-Definition NULLPUNKT-Verschiebung beziehen sich alle Koordinaten-Eingaben auf den neuen Nullpunkt. Die Verschiebung wird in der zusätzlichen Status-Anzeige angezeigt.

Eingaben

Eingegeben werden die Koordinaten des neuen Nullpunkts. Absolutwerte beziehen sich auf den Nullpunkt, der durch das Bezugspunkt-Setzen festgelegt ist. Inkrementalwerte beziehen sich auf den zuletzt gültigen Nullpunkt; dieser kann bereits verschoben sein.

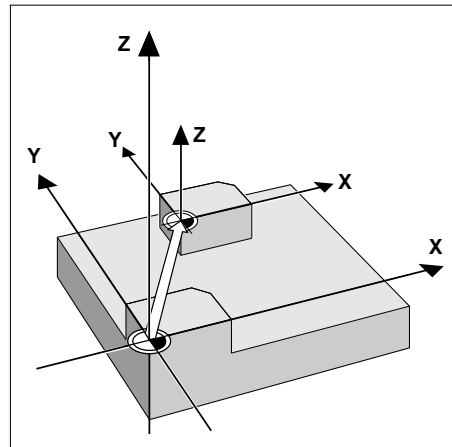


Abb. 8.45: Wirkung der Nullpunkt-Verschiebung

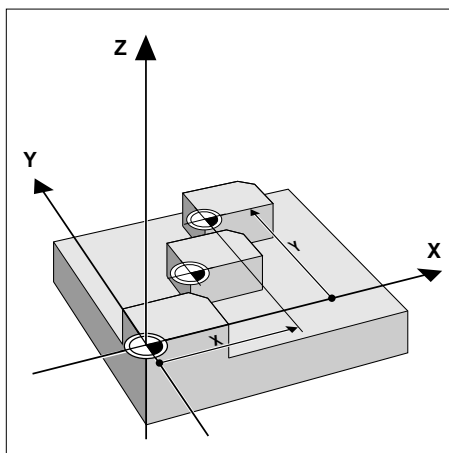


Abb. 8.46: Nullpunkt absolut verschieben

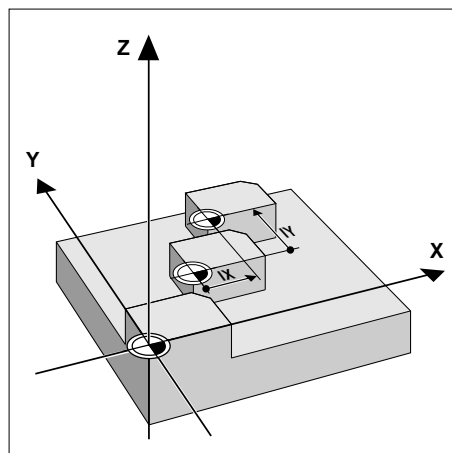


Abb. 8.47: Nullpunkt inkremental verschieben

Rücksetzen

Die Nullpunkt-Verschiebung mit den Koordinatenwerten $X=0$, $Y=0$ und $Z=0$ hebt eine Nullpunkt-Verschiebung wieder auf.



Werden Koordinaten-Umrechnungen kombiniert, ist die Nullpunkt-Verschiebung zuerst durchzuführen.

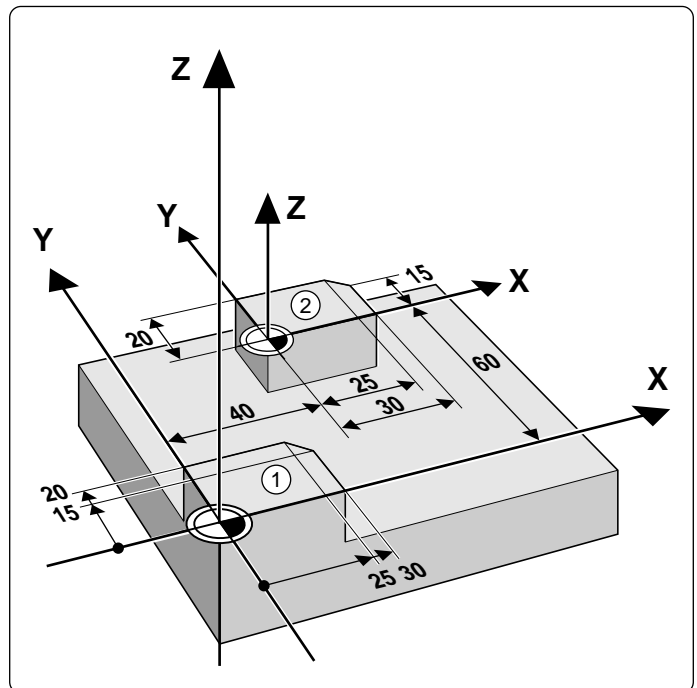
Grafik

Wird nach einer Nullpunkt-Verschiebung eine neue BLK FORM programmiert, kann über MP 7310 (siehe S.12-10) entschieden werden, ob sich die BLK FORM auf den neuen oder alten Nullpunkt bezieht. Bei der Bearbeitung mehrerer Teile kann dadurch jedes Teil einzeln grafisch dargestellt werden.

Übungsbeispiel: Nullpunkt verschieben

Ein als Unterprogramm geschriebener Fertigungsablauf soll

- bezogen auf den gesetzten Nullpunkt ① $X+0/Y+0$ und
- zusätzlich bezogen auf den verschobenen Nullpunkt ② $X+40/Y+60$ ausgeführt werden.

**Zyklus im Bearbeitungsprogramm**

```

0 BEGIN PGM NULLPKT MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+4
4 TOOL CALL 1 Z S1000
5 L Z+100 R0 F MAX
6 CALL LBL 1 ..... ohne Nullpunkt-Verschiebung
7 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT
8 CYCL DEF 7.1 X+40
9 CYCL DEF 7.2 Y+60
10 CALL LBL 1 ..... mit Nullpunkt-Verschiebung
11 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT ..... Nullpunkt-Verschiebung rücksetzen
12 CYCL DEF 7.1 X+0
13 CXCL DEF 7.2 Y+0
14 L Z+100 R0 F MAX M2
15 LBL 1
   .
   .
   .
LBL 0
END PGM NULLPKT MM

```

Unterprogramm:

```

LBL 1
APPR LT X+0 Y+0 Z-5 LEN10 RL F100 M3
L Y+20
L X+25
L X+30 Y+15
L Y+0
L X+0
DEP LT LEN 20
L Z+2 F MAX
LBL 0
    
```

Das Unterprogramm steht bei den unterschiedlichen Umrechnungen an folgender Stelle (NC-Satz) des Programms:

	LBL 1	LBL 0
Nullpunkt-Verschiebung	Satz 15	Satz 27
Spiegeln, Drehung, Massfaktor	Satz 19	Satz 31

NULLPUNKT-Verschiebung mit Nullpunkt-Tabellen (Zyklus 7)

Anwendung

Nullpunkt-Tabellen werden eingesetzt bei

- häufig wiederkehrenden Bearbeitungsgängen an verschiedenen Werkstück-Positionen oder
- bei häufiger Verwendung derselben Nullpunktverschiebung

Die Koordinaten-Werte aus Nullpunkt-Tabellen sind ausschließlich absolut wirksam.

Innerhalb eines Programms können Nullpunkte sowohl direkt in der Zyklus-Definition programmiert werden als auch aus einer Nullpunkt-Tabelle gerufen werden.

Eingabe

Eingegeben wird die Nummer des Nullpunktes aus der Nullpunkt-Tabelle oder eine Q-Parameter-Nummer. Wird eine Q-Parameter-Nummer eingegeben, aktiviert die TNC die Nullpunkt-Nummer, die im Q-Parameter steht.

Rücksetzen

- Aus der Nullpunkt-Tabelle wird eine Verschiebung zu den Koordinaten X=0; Y=0 etc. aufgerufen.
- Die Verschiebung wird direkt mit einer Zyklus-Definition aufgerufen (siehe auch S. 8-45).

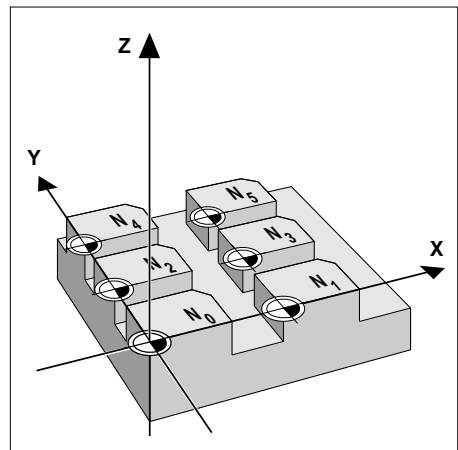


Abb. 8.48: Beispiele für gleichartige Nullpunkt-Verschiebungen

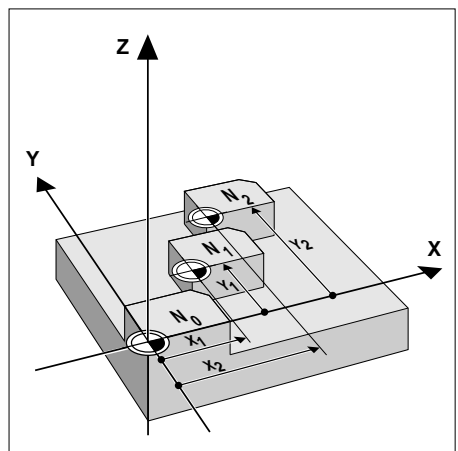
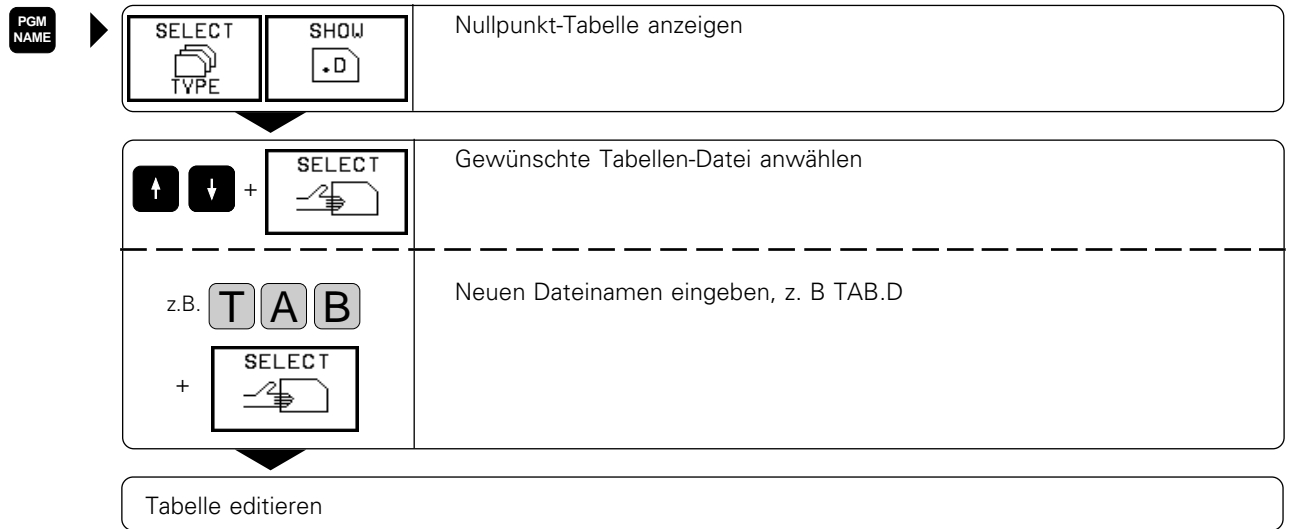


Abb. 8.49: Nur absolute Nullpunkt-Verschiebung mit Tabelle

Nullpunkt-Tabelle editieren

Die Nullpunkt-Tabelle wird in der Betriebsart PROGRAMM EINSPEICHERN/EDITIEREN editiert:



Die Softkey-Leiste stellt zum Editieren folgende Softkey-Funktionen zur Verfügung:

BEGIN TABLE	END TABLE	PAGE ↓	PAGE ↑	INSERT LINE	DELETE LINE	NEXT LINE	
-------------	-----------	--------	--------	-------------	-------------	-----------	--

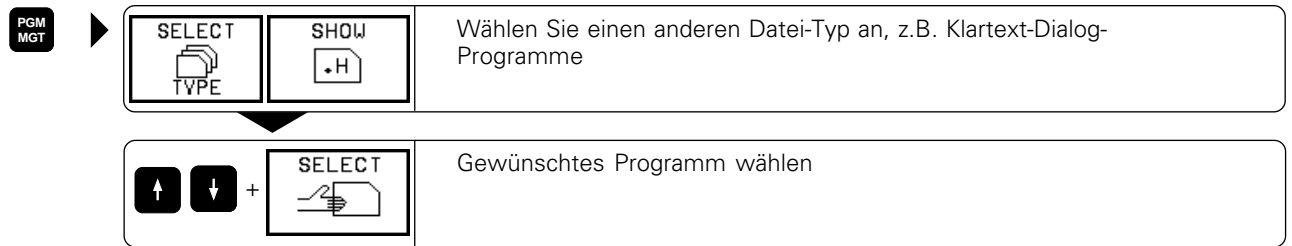
Funktion	Softkey
Tabellen-Anfang wählen	BEGIN TABLE
Tabellen-Ende wählen	END TABLE
Seitenweise blättern nach oben	PAGE ↑
Seitenweise blättern nach unten	PAGE ↓
Zeile einfügen	INSERT LINE
Zeile löschen	DELETE LINE
Eingegebene Zeile übernehmen und Sprung zur nächsten Zeile	NEXT LINE



- Neue Zeilen können nur am Tabellen-Ende eingefügt werden.
- Beim Eröffnen einer neuen Nullpunkt-Tabelle darauf achten, daß die richtigen Maßangaben (mm/inch) ausgewählt werden.
- Nullpunkte aus der Nullpunkt-Tabelle können sich auf den aktuellen Bezugspunkt oder den Maschinen-Nullpunkt beziehen (abhängig von MP 7475, siehe S.12-12)



Nullpunkt-Tabelle verlassen



SPIEGELN (Zyklus 8)**Anwendung**

Eine Bearbeitung kann in der Bearbeitungsebene spiegelbildlich ausgeführt werden.

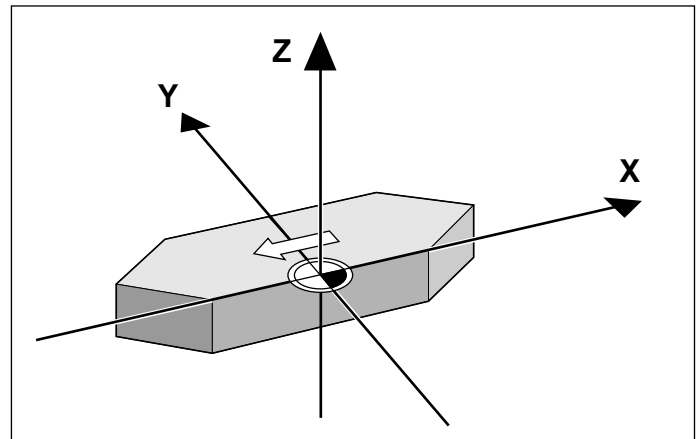


Abb. 8.50: SPIEGELN einer Kontur

Wirkung

Die Spiegelung wird ab ihrer Definition im Programm wirksam.

Eine Spiegelung wird in der zusätzlichen Status-Anzeige angezeigt.

- Wird eine Achse gespiegelt, ändert sich der Umlaufsinn des Werkzeugs.
Dies gilt nicht bei Bearbeitungszyklen.
- Werden zwei Achsen gespiegelt, bleibt der Umlaufsinn erhalten.

Die Spiegelung hängt von der Lage des Nullpunkts ab:

- Nullpunkt liegt auf der zu spiegelnden Kontur: Das Teil wird direkt am Nullpunkt gespiegelt.
- Nullpunkt liegt außerhalb der zu spiegelnden Kontur: Das Teil verlagert sich zusätzlich

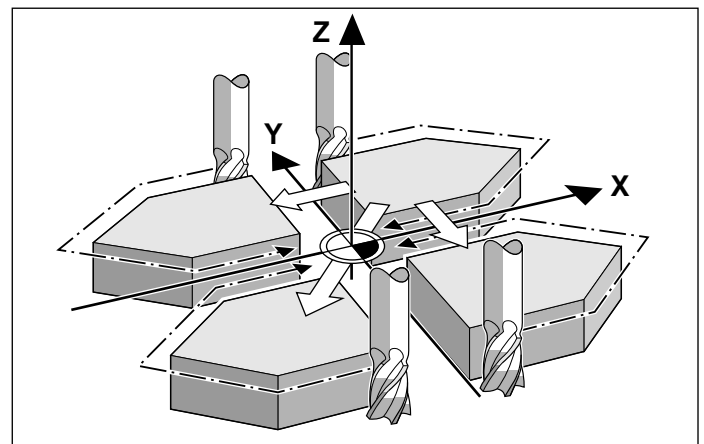


Abb. 8.51: Mehrfaches Spiegeln und Umlaufsinn

Eingabe

Eingegeben wird die Achse, die gespiegelt wird.
Die Werkzeugachse kann nicht gespiegelt werden.

Rücksetzen

SPIEGELN mit Eingabe von NO ENT auf die Dialog-Frage setzt den Zyklus zurück.

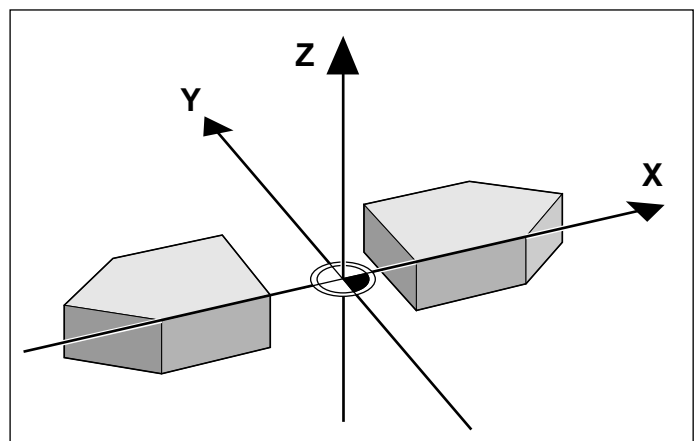
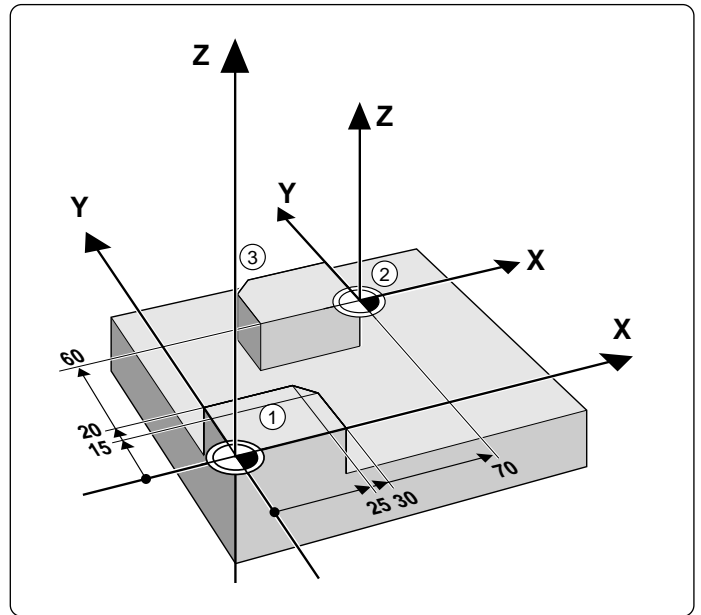


Abb. 8.52: Nullpunkt liegt außerhalb der zu spiegelnden Kontur

Übungsbeispiel: Spiegeln

Eine Bearbeitung (Unterprogramm 1) soll einmal – wie als Original programmiert – an Position X+0/Y+0 ① und einmal an Position X+70/Y+60 ② in X gespiegelt ③ ausgeführt werden.

**Zyklus SPIEGELN im Bearbeitungsprogramm**

```

0 BEGIN PGM SPIEGELN MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+4
4 TOOL CALL 1 Z S1000
5 L Z+100 R0 F MAX
6 CALL LBL 1 ..... ungespiegelt ①; Gespiegelte Ausführung: Reihenfolge
7 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT ..... 1. Nullpunkt verschieben ②
8 CYCL DEF 7.1 X+70
9 CYCL DEF 7.2 Y+60
10 CYCL DEF 8.0 SPIEGELN ..... 2. Spiegeln ③
11 CYCL DEF 8.1 X
12 CALL LBL 1 ..... 3. Unterprogramm-Aufruf
13 CYCL DEF 8.0 SPIEGELN ..... Spiegeln rücksetzen
14 CYCL DEF 8.1
15 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT ..... Nullpunkt-Verschiebung aufheben
16 CYCL DEF 7.1 X+0
17 CYCL DEF 7.2 Y+0
18 L Z+100 R0 F MAX M2
19 LBL 1
    ·
    ·
    ·
    LBL 0
    END PGM SPIEGELN MM
  
```

Das Unterprogramm ist identisch mit dem Unterprogramm auf Seite 8-47

DREHUNG (Zyklus 10)

Anwendung

Innerhalb eines Programms kann das Koordinatensystem in der Bearbeitungsebene um den aktuellen Nullpunkt gedreht werden.

Wirkung

Die Drehung wird ab ihrer Definition im Programm wirksam. Sie müssen alle Achsen der Bearbeitungsebene verfahren, damit die Korrektur in allen Achsen verrechnet wird. Die Drehung wirkt auch in der Betriebsart POSITIONIEREN MIT HANDEINGABE. Eine aktive Radius-Korrektur wird vom Zyklus 10 aufgehoben und muß somit erneut programmiert werden.

Bezugsachse für den Drehwinkel:

- X/Y-Ebene X-Achse
- Y/Z-Ebene Y-Achse
- Z/X-Ebene Z-Achse

Der aktive Drehwinkel wird in der zusätzlichen Statusanzeige angezeigt.

Eingaben

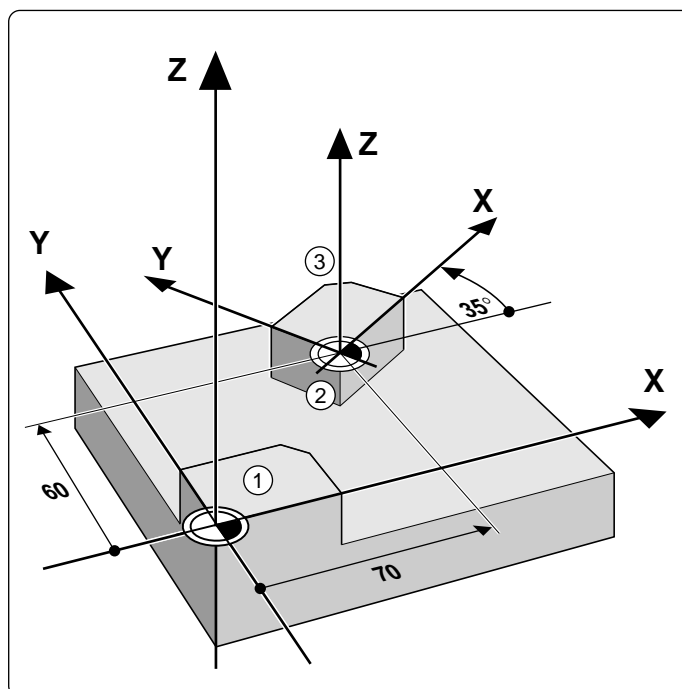
Der Drehwinkel wird in Grad (°) eingegeben.
Eingabe-Bereich: -360° bis $+360^\circ$ (absolut oder inkremental)

Rücksetzen

Eine Drehung wird mit dem Drehwinkel 0° aufgehoben

Übungsbeispiel: Drehen

Eine Kontur (Unterprogramm 1) soll einmal – wie als Original programmiert – bezogen auf Nullpunkt X+0/Y+0 und einmal bezogen auf Nullpunkt X+70 Y+60 um 35° gedreht ausgeführt werden.



Fortsetzung nächste Seite

Zyklus im Bearbeitungsprogramm

```

0 BEGIN PGM DREHEN MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+5
4 TOOL CALL 1 Z S1000
5 L Z+100 R0 F MAX
6 CALL LBL 1 ..... Ungedrehte Ausführung ①
7 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT ..... Gedrehte Ausführung. Reihenfolge:
8 CYCL DEF 7.1 X+70
9 CYCL DEF 7.2 Y+60 ..... 1. Nullpunkt verschieben ②
10 CYCL DEF 10.0 DREHUNG ..... 2. Drehen ③
11 CYCL DEF 10.1 ROT +35
12 CALL LBL 1 ..... 3. Unterprogramm-Aufruf
13 CYCL DEF 10.0 DREHUNG ..... Drehung rücksetzen
14 CYCL DEF 10.1 ROT 0
15 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT ..... Nullpunkt-Verschiebung aufheben
16 CYCL DEF 7.1 X+0
17 CYCL DEF 7.2 Y+0
18 L Z+100 R0 F MAX M2
19 LBL 1
   ·
   ·
   ·
   LBL 0
   END PGM DREHEN MM

```

Zugehöriges Unterprogramm (siehe S. 8-47) wird nach M2 programmiert.

MASSFaktor (Zyklus 11)**Anwendung**

Innerhalb eines Programms können Konturen vergrößert oder verkleinert werden. So lassen sich beispielsweise Schrumpf- und Aufmaß-Faktoren berücksichtigen.

Wirkung

Der Massfaktor ist ab der Zyklus-Definition wirksam.
Der Massfaktor wirkt

- in der Bearbeitungsebene, oder auf alle drei Koordinatenachsen gleichzeitig (abhängig von MP7410)
- auf Maßangaben in Zyklen
- auch auf Parallelachsen U, V, W

Eingabe

Eingegeben wird der Faktor SCL (engl.: scaling). Die TNC multipliziert Koordinaten und Radien mit SCL (wie in „Wirkung“ beschrieben).

Vergrößerung: SCL größer als 1 bis 99,999 999

Verkleinerung: SCL kleiner als 1 bis 0,000 001

Rücksetzen

Ein Massfaktor wird durch Zyklus MASSFAKTOR mit Faktor 1 aufgehoben.

Voraussetzung

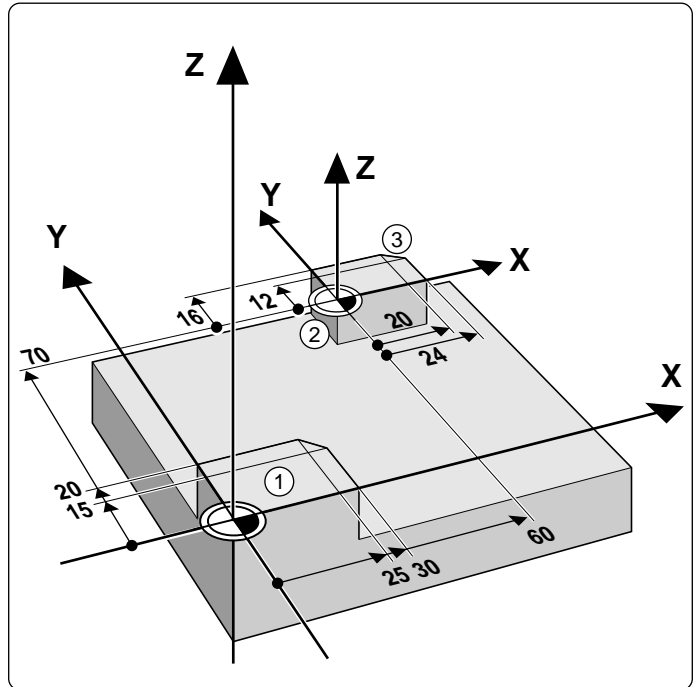
Vor der Vergrößerung bzw. Verkleinerung sollte der Nullpunkt auf eine Kante oder Ecke der Kontur verschoben werden.



Ein MASSFAKTOR läßt sich auch achsspezifisch eingeben (siehe Zyklus 26).

Übungsbeispiel: Massfaktor

Eine Kontur (Unterprogramm 1) soll einmal – wie als Original programmiert – bezogen auf den ursprünglich gesetzten Nullpunkt X+0/Y+0 und einmal bei auf X+60/Y+70 mit Maßfaktor 0,8 verkleinert ausgeführt werden.

**Zyklus MASSFAKTOR im Bearbeitungsprogramm**

```

0 BEGIN PGM GROESSEN MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+5
4 TOOL CALL 1 Z S1000
5 L Z+100 R0 F MAX
6 CALL LBL 1 ..... Ausführung in Originalgröße ①
7 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT ..... Ausführung mit Massfaktor. Reihenfolge:
8 CYCL DEF 7.1 X+60
9 CYCL DEF 7.2 Y+70 ..... 1. Nullpunkt verschieben ②
10 CYCL DEF 11.0 MASSFAKTOR ..... 2. Massfaktor festlegen ③
11 CYCL DEF 11.1 SCL 0.8
12 CALL LBL 1 ..... 3. Unterprogramm aufrufen (Massfaktor wirkt)
13 CYCL DEF 11.0 MASSFAKTOR ..... Umrechnungen aufheben
14 CYCL DEF 11.1 SCL 1
15 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT
16 CYCL DEF 7.1 X+0
17 CYCL DEF 7.2 Y+0
18 L Z+100 R0 F MAX M2
19 LBL 1
   .
   .
   .
LBL 0
END PGM GROESSEN MM

```

Zugehöriges Unterprogramm (siehe S. 8-47) wird nach M2 programmiert.

MASSFaktor ACHSSP. (Zyklus 26)

Anwendung

Für jede Koordinaten-Achse lässt sich ein eigener – achsspezifischer – Massfaktor eingeben. Zusätzlich lassen sich die Koordinaten eines Zentrums für alle Massfaktoren programmieren. Die Kontur wird vom Zentrum aus gestreckt oder zu ihm hin gestaucht, also nicht unbedingt – wie beim Zyklus 11 MASSFAKTOR – vom und zum aktuellen Nullpunkt.

Beginn der Wirksamkeit

Der Zyklus ist ab seiner Definition im Bearbeitungsprogramm wirksam.

Eingaben

- **ACHSE UND FAKTOR:**
Koordinatenachse(n) und Faktor(en) der achsspezifischen Streckung oder Stauchung. Der Faktor wird positiv - maximal 99,999999 - eingeben
- **ZENTRUMS-KOORDINATEN:**
Zentrum der achsspezifischen Streckung oder Stauchung

Die Koordinatenachsen werden mit Softkeys angewählt.

Rücksetzen

Ein Massfaktor wird durch Eingabe des Faktors 1 für dieselbe Achse rückgesetzt.

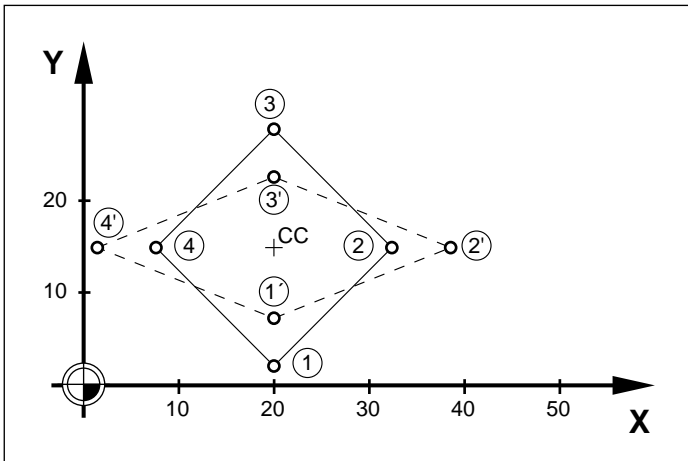


Abb. 8.53 Achsspezifischer Massfaktor, Zentrums-Koordinaten im Symmetriezentrum der Kontur

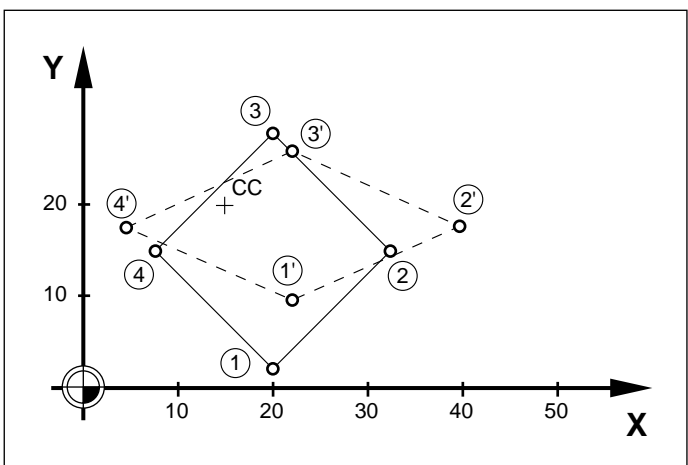


Abb. 8.54 Achsspezifische Massfaktoren, Zentrums-Koordinaten willkürlich festgelegt



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

Beispiel:

Achsspezifische Massfaktoren in der Bearbeitungsebene

Gegeben: Viereck (siehe Abb. 8.53)

- Ecke 1: X = 20 mm Y = 2,5 mm
- Ecke 2: X = 32,5 mm Y = 15 mm
- Ecke 3: X = 20 mm Y = 27,5 mm
- Ecke 4: X = 7,5 mm Y = 15 mm

- X-Achse um Faktor 1,4 strecken
- Y-Achse um Faktor 0,6 stauchen
- Zentrum bei CCX = 15 mm CCY = 20 mm

NC-Sätze

CYCL DEF 26.0 MASSFAKTOR ACHSSP.
CYCL DEF 26.1 X1,4 Y0,6 CCX+15 CCY+20

8.6 Sonstige Zyklen

VERWEILZEIT (Zyklus 9)

Anwendung

In einem laufenden Programm wird der nachfolgende Satz erst nach der programmierten Verweilzeit abgearbeitet.

Eine Verweilzeit kann beispielsweise zum Spanbrechen dienen.

Wirkung

Der Zyklus wirkt ab der Definition. Modal wirkende bleibende Zustände werden dadurch nicht beeinflusst, wie z.B. die Drehung der Spindel.

Eingabe

Die Verweilzeit wird in Sekunden angegeben.

Eingabebereich 0 bis 30 000 s (etwa 8,3 Stunden) in 0,001 s-Schritten.

PROGRAMM-AUFRUF (Zyklus 12)

Anwendung und Wirkung

Bearbeitungs-Programme, wie z.B. spezielle Bohrzyklen, Fräsen von Kurven, Geometrie-Module, können als Hauptprogramme erstellt und einem Bearbeitungs-Zyklus gleichgestellt werden.

Dieses Hauptprogramm kann dann wie ein Zyklus aufgerufen werden.

Eingabe

Eingegeben wird der Name des aufzurufenden Programms

Das Programm wird mit

- CYCL CALL (separater Satz) oder
- M99 (satzweise) oder
- M89 (wird nach jedem Positioniersatz ausgeführt)

aufgerufen.

Beispiel: Programm-Aufruf

Aus einem Programm soll ein über Zyklus-Aufruf rufbares Programm 50 gerufen werden.

Bearbeitungsprogramm

·
·
·

```
CYCL DEF 12.0 PGM CALL ..... Festlegung:
CYCL DEF 12.1 PGM 50 ..... „Programm 50 ist ein Zyklus“
L X+20 Y+50 FMAX M99 ..... Aufruf von Programm 50
```

·
·
·

SPINDEL-ORIENTIERUNG (Zyklus 13)

Anwendung

Die TNC kann die Hauptspindel einer Werkzeugmaschine als 6. Achse ansteuern und in eine durch einen Winkel bestimmte Position drehen.

Die Spindel-Orientierung wird benötigt

- bei Werkzeugwechsel-Systemen mit bestimmter Wechsel-Position für das Werkzeug
- zum Ausrichten des Sende- und Empfangsfensters des 3D-Tastsystems TS 511 von HEIDENHAIN

Wirkung

Auf die im Zyklus definierte Winkelstellung wird durch Eingabe von M19 positioniert.

Wird M19 ohne Zyklus-Definition ausgeführt, so wird die Hauptspindel auf den in Maschinenparametern festgelegten Wert ausgerichtet.

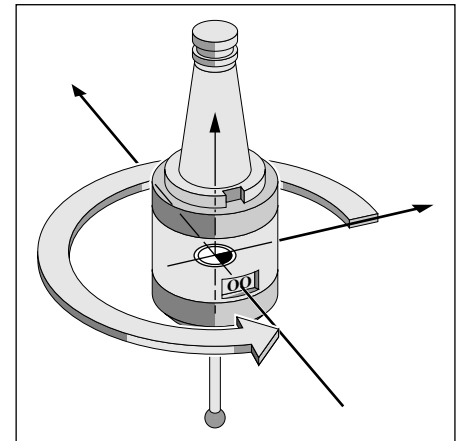


Abb. 8.55: Spindel-Orientierung



Außer durch Zyklus 13 wird die Spindel-Orientierung auch über Maschinen-Parameter festgelegt.

Voraussetzung

Die Maschine muß für eine Spindel-Orientierung vorgesehen sein.

Eingabe

Orientierungswinkel (bezogen auf die Winkelbezugsachse der Arbeitsebene)

Eingabe-Bereich: 0 bis 360°.

Eingabe-Feinheit: 0,1°.

BEARBEITUNGSEBENE (Zyklus 19) (nicht bei TNC 407)

Die Funktionen zum Schwenken der Bearbeitungsebene werden vom Maschinen-Hersteller an TNC und Maschine angepaßt.

Die TNC unterstützt Bearbeitungen an Werkzeugmaschinen mit Schwenkköpfen (Werkzeug wird geschwenkt) und/oder Schwenktischen (Werkstück wird geschwenkt).

Die Bearbeitung wird dabei wie gewohnt in einer Hauptebene (z.B. X/Y-Ebene) programmiert. Ausgeführt wird die Bearbeitung jedoch in einer Ebene, die zur Hauptebene geschwenkt wurde.

Typische Einsatzfälle für das Schwenken der Bearbeitungsebene:

- Schräge Bohrungen
- Schräg im Raum liegende Konturen

Für das Schwenken der Bearbeitungsebene gibt es zwei Funktionen:

- Manuelles Schwenken mit dem Softkey 3D ROT in den Betriebsarten MANUELL und EL. HANDRAD (siehe S. 2-9)
- Gesteuertes Schwenken, Zyklus 19 BEARBEITUNGSEBENE im Bearbeitungsprogramm

Die TNC-Funktionen zum „Schwenken der Bearbeitungsebene“ sind Koordinatentransformationen. Dabei bleibt die transformierte (von der TNC berechnete) Werkzeug-Achse immer parallel zur tatsächlichen (entsprechend zu positionierenden) Werkzeug-Achse. Die Bearbeitungsebene steht immer senkrecht zur Richtung der Werkzeug-Achse.

Grundsätzlich unterscheidet die TNC beim Schwenken der Bearbeitungsebene zwei Maschinen-Typen:

- Maschinen mit Schwenktischen
- Maschinen mit Schwenkköpfen

Für Maschinen mit Schwenktischen gilt:

- Sie müssen das **Werkstück** durch entsprechende Positionierung des Schwenktisches, z.B. mit einem L-Satz, in die gewünschte Bearbeitungslage bringen
- Die Lage der transformierten Werkzeug-Achse ändert sich im Bezug auf das maschinenfeste Koordinatensystem **nicht**. Wenn Sie Ihren Tisch – also das Werkstück – z.B. um 90° drehen, dreht sich das Koordinatensystem **nicht** mit. Wenn Sie in der Betriebsart MANUELLER BETRIEB die Achs-Richtungstaste Z+ drücken, verfährt das Werkzeug auch in die Z+-Richtung
- Die TNC berücksichtigt für die Berechnung des transformierten Koordinatensystems lediglich mechanisch bedingte Versätze des jeweiligen Schwenktisches (sogenannte „translatorische“ Anteile)

Für Maschinen mit Schwenkköpfen gilt:

- Sie müssen das **Werkzeug** durch entsprechende Positionierung des Schwenkkopfs, z.B. mit einem L-Satz, in die gewünschte Bearbeitungslage bringen
- Die Lage der transformierten Werkzeug-Achse ändert sich – ebenso wie die Lage des Werkzeugs – im Bezug auf das maschinenfeste Koordinatensystem. Wenn Sie den Schwenkkopf Ihrer Maschine – also das Werkzeug – z.B. in der B-Achse um +90° drehen, **dreht sich das Koordinatensystem mit**. Wenn Sie in der Betriebsart MANUELLER BETRIEB die Achs-Richtungstaste Z+ drücken, verfährt das Werkzeug in die X+-Richtung des maschinenfesten Koordinatensystems
- Die TNC berücksichtigt für die Berechnung des transformierten Koordinatensystems mechanisch bedingte Versätze des jeweiligen Schwenkkopfs (sogenannte „translatorische“ Anteile) **und** Versätze, die durch das Schwenken des Werkzeugs entstehen (3D Werkzeug-Längenkorrektur)

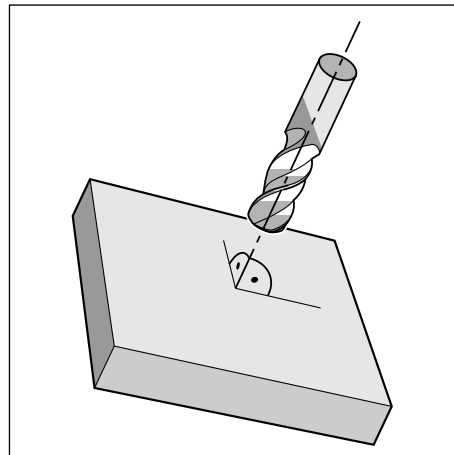


Abb. 8.56: Werkzeug senkrecht zur geschwenkten Ebene vorpositionieren

Beginn der Wirksamkeit

Zyklus 19 wirkt ab seiner Definition im Bearbeitungsprogramm. Falls Sie die Funktion SCHWENKEN PROGRAMMLAUF in der Betriebsart MANUELL auf AKTIV gesetzt haben (siehe S. 2-11), wird der in diesem Menü eingetragene Winkelwert vom Zyklus 19 überschrieben.

Eingaben

DREHACHSE UND –WINKEL:
Geschwenkte Drehachse mit zugehörigem Drehwinkel.
Die Drehachsen A, B und C werden dabei über Softkeys programmiert.



Die Eingabe einer Drehachse mit zugehörigem Winkel im Zyklus 19 hat keine Bewegung der Achse zur Folge. Sie müssen die Achse – z.B. mit einem L-Satz – auf den entsprechenden Winkel positionieren.

Rücksetzen

Zyklus erneut definieren und für alle Zyklus-Daten „NO ENT“ eingeben.

Drehachse positionieren

Um Bearbeitungen in einer geschwenkten Ebene auszuführen, ist die entsprechende Drehachse konventionell – in der Regel mit einem L-Satz – auf den erforderlichen Winkel zu positionieren.

NC-Sätze

L Z+100 R0 FMAX

L X+25 Y+10 R0 FMAX

L A+15 R0 F1000

CYCL DEF 19.0 BEARBEITUNGSEBENE

*CYCL DEF 19.1 **A+15***

L Z+80 R0 FMAX

L X-7.5 Y-10 R0 FMAX

Drehachse positionieren

Winkel für Korrekturbe-
rechnung definieren

Korrektur aktivieren Z-Achse

Korrektur aktivieren X/Y-
Achse

Positions-Anzeige im geschwenkten System

Die angezeigten Positionen (SOLL und IST) und die Nullpunkt-Anzeige in der zusätzlichen Status-Anzeige beziehen sich nach Aktivierung von Zyklus 19 auf das geschwenkte Koordinatensystem. Die angezeigte Position stimmt direkt nach der Zyklus-Definition also ggf. nicht mehr mit den Koordinaten der zuletzt vor Zyklus 19 programmierten Position überein.

Sobald Sie eine Achse im geschwenkten System verfahren, wird auch die Korrektur für diese Achse wirksam. Sie müssen also alle Achsen verfahren, wenn die Korrektur in allen Achsen verrechnet werden soll.

Arbeitsraum-Überwachung

Die TNC überprüft im geschwenkten Koordinatensystem nur die Achsen auf Endschalter, die verfahren werden. Ggf. gibt die TNC eine Fehlermeldung aus.

Kombination mit anderen Koordinaten-Umrechnungszyklen

Bei der Kombination von Koordinaten-Umrechnungszyklen ist darauf zu achten, daß das Schwenken der Bearbeitungsebene immer um den aktiven Nullpunkt erfolgt. Sie können eine Nullpunkt-Verschiebung vor Aktivierung des Zyklus 19 durchführen, dann verschieben Sie das „maschinenfeste Koordinatensystem“. Falls Sie den Nullpunkt nach Aktivierung des Zyklus 19 verschieben, verschieben Sie das „geschwenkte Koordinatensystem“. Wichtig ist, daß Sie beim Rücksetzen der Zyklen die umgekehrte Reihenfolge wie beim Definieren einhalten.

Beispiel:

1. Nullpunkt-Verschiebung aktivieren
2. Bearbeitungsebene schwenken aktivieren
3. Drehung aktivieren
- .
- .
- Bearbeitung
- .
- .
1. Drehung rücksetzen
2. Bearbeitungsebene schwenken rücksetzen
3. Nullpunkt-Verschiebung rücksetzen

Automatisches Messen im geschwenkten System

Mit dem Zyklus TCH PROBE 1.0 BEZUGSEBENE (siehe S. 9-21) können Werkstücke im geschwenkten System vermessen werden. Die Meßergebnisse werden in Q-Parametern gespeichert und können anschließend weiterverarbeitet werden (z. B. Ausgabe auf Drucker).

Leitfaden für das Arbeiten mit Zyklus 19 BEARBEITUNGSEBENE

1.) Programm-Erstellung

- Werkzeug definieren (entfällt, wenn TOOL.T aktiv)
- Werkzeug aufrufen
- Werkzeugachse so freifahren, daß beim Schwenken keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- Drehachse(n) mit L-Satz positionieren auf entsprechenden Winkelwert
- Ggf. Nullpunkt-Verschiebung aktivieren
- Zyklus 19 BEARBEITUNGSEBENE definieren; Winkelwerte der Drehachsen eingeben
- Alle Hauptachsen (X, Y, Z) verfahren um die Korrektur zu aktivieren
- Bearbeitung so programmieren, als ob sie in der ungeschwenkten Ebene ausgeführt werden würde.
- Zyklus 19 BEARBEITUNGSEBENE rücksetzen; für alle Drehachsen NO ENT eingeben
- Ggf. Nullpunkt-Verschiebung rücksetzen
- Ggf. Drehachsen in die 0°-Stellung positionieren

2.) Werkstück aufspannen

3.) Vorbereitungen in der Betriebsart POSITIONIEREN MIT HANDEINGABE

Drehachse(n) zum Setzen des Bezugspunkts auf entsprechenden Winkelwert positionieren. Der Winkelwert richtet sich nach der von Ihnen gewählten Bezugsfläche am Werkstück.

4.) Vorbereitungen in der Betriebsart MANUELLER BETRIEB

Funktion Bearbeitungsebene schwenken mit Softkey 3D-ROT auf AKTIV setzen für Betriebsart MANUELLER BETRIEB; Winkelwerte der Drehachsen ins Menü eintragen (siehe S. 2-11).



Die eingetragenen Winkelwerte müssen mit der Ist-Position der Drehachse(n) übereinstimmen, ansonsten berechnet die TNC den Bezugspunkt falsch.

5.) Bezugspunkt-Setzen

- Manuell durch Ankratzen wie im ungeschwenkten System (siehe S. 2-7)
- Gesteuert mit einem HEIDENHAIN 3D-Tastsystem (siehe S. 9-11)

6.) Bearbeitungsprogramm in der Betriebsart PROGRAMMLAUF SATZFOLGE starten

7.) Betriebsart MANUELLER BETRIEB

Funktion Bearbeitungsebene schwenken mit Softkey 3D-ROT auf INAKTIV setzen. Für alle Drehachsen Winkelwert 0° ins Menü eintragen (siehe S. 2-11)

9.1 Allgemeines zu den Tastsystemen

3D-Tastsysteme von HEIDENHAIN gibt es in verschiedenen Ausführungen für verschiedene Anwendungen. Der Einsatzbereich erstreckt sich dabei vom automatischen Bezugspunkt-Setzen über die vollautomatische Werkzeug-Vermessung bis hin zum Digitalisieren von 3D-Formen. Folgende 3D-Tastsysteme stehen zur Verfügung:

- das messende Tastsystem TM 110 zum schnellen Digitalisieren (nicht TNC 407)
- das schaltende Tastsystem TS 120 zum kostengünstigen Digitalisieren
- das schaltende Tastsystem TS 511 für Maschinen mit Werkzeugwechsler
- das Tischastsystem TT 110 zur Werkzeug-Vermessung

Das messende Tastsystem TM 110 (nicht TNC 407)

Das messende Tastsystem TM 110 wurde speziell für Anwender entwickelt, die häufig digitalisieren müssen. Mit dem TM 110 können Sie Digitalisier-Geschwindigkeiten bis zu 3000 mm/min erreichen.

Über im Tastsystem integrierte inkrementale Meßsysteme wird während des Digitalisier-Vorgangs die Position der Tastkugel relativ zur Werkzeug-Aufnahme ermittelt. Aus den erfassten Meßwerten erzeugt die integrierte Digitalisier-Software der TNC unmittelbar ein Programm mit Linear-sätzen im HEIDENHAIN-Format. Dieses Programm wird über die Datenschnittstelle ausgegeben und auf einem Personal-Computer gespeichert. Dort können Sie die Digitalisierdaten mit der HEIDENHAIN-Auswertesoftware SUSA weiterverarbeiten, um beispielsweise andere Werkzeugformen, andere Werkzeuggraden oder Positiv-/Negativ-Formen zu verrechnen.

Darüber hinaus können Sie – in Verbindung mit den Antastzyklen der TNC – mit dem TM 110 auf einfache Weise Bezugspunkte setzen oder Werkstücke vermessen.

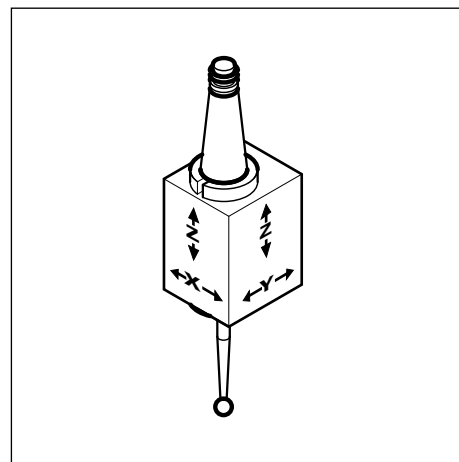


Abb. 9.1 Messendes Tastsystem TM 110

Das schaltende Tastsystem TS 120

Das schaltende Tastsystem TS 120 ist eine kostengünstige Alternative für Anwender, die gelegentlich digitalisieren müssen. Mit dem TS 120 erreichen Sie Digitalisier-Geschwindigkeiten bis zu 300 mm/min (bei 0.5 mm Punktabstand).

Das Funktionsprinzip eines schaltenden Tastsystems beruht darauf, daß beim Auslenken des Taststifts ein elektrisches Schaltsignal entsteht, daß über ein Kabel zur TNC übertragen wird. Innerhalb von Bruchteilen einer Sekunde speichert die TNC den über die Längenmeßsysteme der Maschine ermittelten Positions-Istwert ab. Aus den erfassten Meßwerten erzeugt die integrierte Digitalisier-Software der TNC unmittelbar ein Programm mit Linear-sätzen im HEIDENHAIN-Format. Dieses Programm wird über die Datenschnittstelle ausgegeben und auf einem Personal-Computer gespeichert. Dort können Sie die Digitalisierdaten mit der HEIDENHAIN-Auswertesoftware SUSA weiterverarbeiten, um beispielsweise andere Werkzeugformen, andere Werkzeuggraden oder Positiv-/Negativ-Formen zu verrechnen.

In Verbindung mit den Antastzyklen der TNC können Sie mit dem TS 120 auf einfache Weise Bezugspunkte setzen oder Werkstücke vermessen.



Abb. 9.2 Schaltendes Tastsystem TS 120

Das schaltende Tastsystem TS 511

Das schaltende Tastsystem TS 511 eignet sich besonders für Maschinen mit automatischem Werkzeugwechsler, da das Schaltsignal über eine Infrarotstrecke zur TNC übertragen wird. Das Funktionsprinzip entspricht dem des TS 120.

In Verbindung mit den Antastzyklen der TNC können Sie mit dem TS 511 auf einfache Weise Bezugspunkte setzen oder Werkstücke vermessen.



Abb. 9.3 Schaltendes Tastsystem TS 511

Das Tischtastsystem TT 110 zur Werkzeug-Vermessung

Das TT 110 ist ein schaltendes 3D-Tastsystem zur Werkzeug-Vermessung und Werkzeug-Prüfung. Die Meßergebnisse können im zentralen Werkzeugspeicher eingetragen werden (abhängig von MP 6507).

Wie bei den schaltenden Tastsystemen TS 120 und TS 511 wird das Schaltsignal über einen verschleißfreien optischen Schalter gebildet, der sich durch hohe Zuverlässigkeit auszeichnet.

Das TT 110 wird in der Regel fest auf dem Maschinentisch installiert. Die genaue Position im REF-System wird in der TNC über Maschinen-Parameter festgelegt. Durch die robuste Bauart und die hohe Schutzart (IP 67) ist es unempfindlich gegenüber Kühlmittel und Spänen.

Für das TT 110 stehen in der TNC drei Zyklen zur Verfügung, mit denen Werkzeug-Radius und -Länge mit stehender oder rotierender Spindel automatisch vermessen werden.



Abb. 9.4 Schaltendes Tischtastsystem TT 110

9.2 Antastzyklen in den Betriebsarten MANUELL und EL. HANDRAD



- Die TNC muß vom Maschinen-Hersteller für den Einsatz eines 3D-Tastsystems vorbereitet sein.
- Werden Messungen während des Programmlaufs durchgeführt ist darauf zu achten, daß die Werkzeug-Daten (Länge, Radius, Achse) entweder aus den kalibrierten Daten oder aus dem letzten TOOL-CALL-Satz verwendet werden können (Auswahl über MP7411 siehe S. 12-11).
- Falls Sie abwechselnd mit einem schaltenden und einem messenden Tastsystem arbeiten, achten Sie darauf, daß:
 - über MP 6200 das richtige Tastsystem gewählt ist (siehe S. 12-4)
 - das messende und das schaltende Tastsystem nie gleichzeitig an der Steuerung angeschlossen sind.
 Die TNC kann nicht feststellen, welches Tastsystem tatsächlich in der Spindel eingesetzt ist.

Das 3D-Tastsystem verfährt in den Antastfunktionen nach Drücken der externen START-Taste. Der Maschinen-Hersteller legt den Vorschub F fest, mit dem es auf das Werkstück zufährt (MP6120). Wenn das 3D-Tastsystem das Werkstück berührt,

- sendet es ein Signal an die TNC:
 - die Koordinaten der angetasteten Position werden gespeichert
- stoppt das 3D-Tastsystem
- fährt das 3D-Tastsystem im Eilgang auf die Startposition des Antastvorgangs zurück

Wird innerhalb des in MP6130 (TS 120/TS 511), bzw. MP 6330 (TM 110), festgelegten Wegs der Taststift nicht ausgelenkt, gibt die TNC eine entsprechende Fehlermeldung aus.

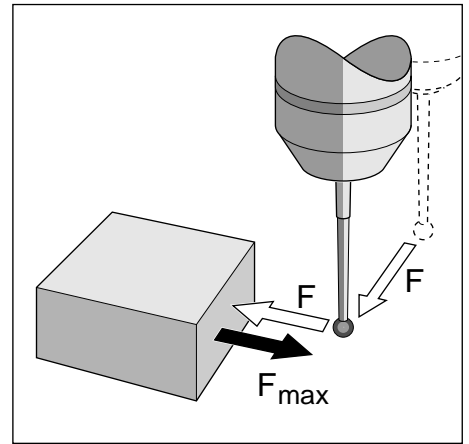


Abb. 9.5: Vorschübe beim Antasten

Antastfunktionen wählen



▶ **MANUELLER BETRIEB**

oder



▶ **EL. HANDRAD**

TOUCH PROBE	Antastfunktionen wählen
----------------	-------------------------

Wenn Sie mit dem TS 120 oder TS 511 arbeiten, erhalten Sie folgende Softkey-Leiste:

CAL L 	CAL R 	PROBING ROT 	PROBING POS 	PROBING P 	PROBING CC 	END
-----------	-----------	--------------------	--------------------	------------------	-------------------	-----

Wenn Sie mit dem TM 110 arbeiten, erhalten Sie folgende Softkey-Leiste:

CAL L 	3D CAL 	PROBING ROT 	PROBING POS 	PROBING P 	PROBING CC 	END
-----------	------------	--------------------	--------------------	------------------	-------------------	-----



TS 120/TS 511 kalibrieren

Das Tastsystem ist zu kalibrieren bei

- Inbetriebnahme
- Taststift-Bruch
- Taststift-Wechsel
- Änderung des Antastvorschubs
- Unregelmäßigkeiten, beispielsweise infolge Erwärmung der Maschine

Beim Kalibrieren ermittelt die TNC die „wirksame“ Länge des Taststifts und den „wirksamen“ Radius der Tastkugel. Zum Kalibrieren des 3D-Tastsystems wird ein Einstellring mit bekannter Höhe und bekanntem Innenradius auf dem Maschinentisch aufgespannt.

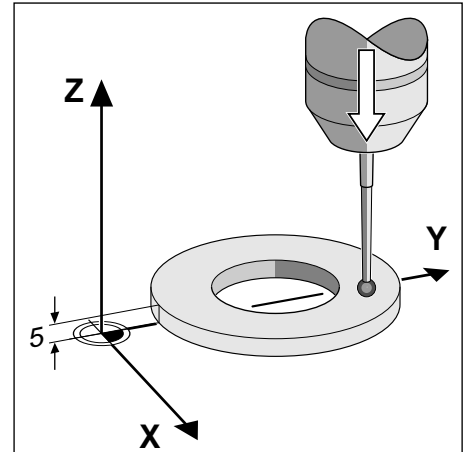
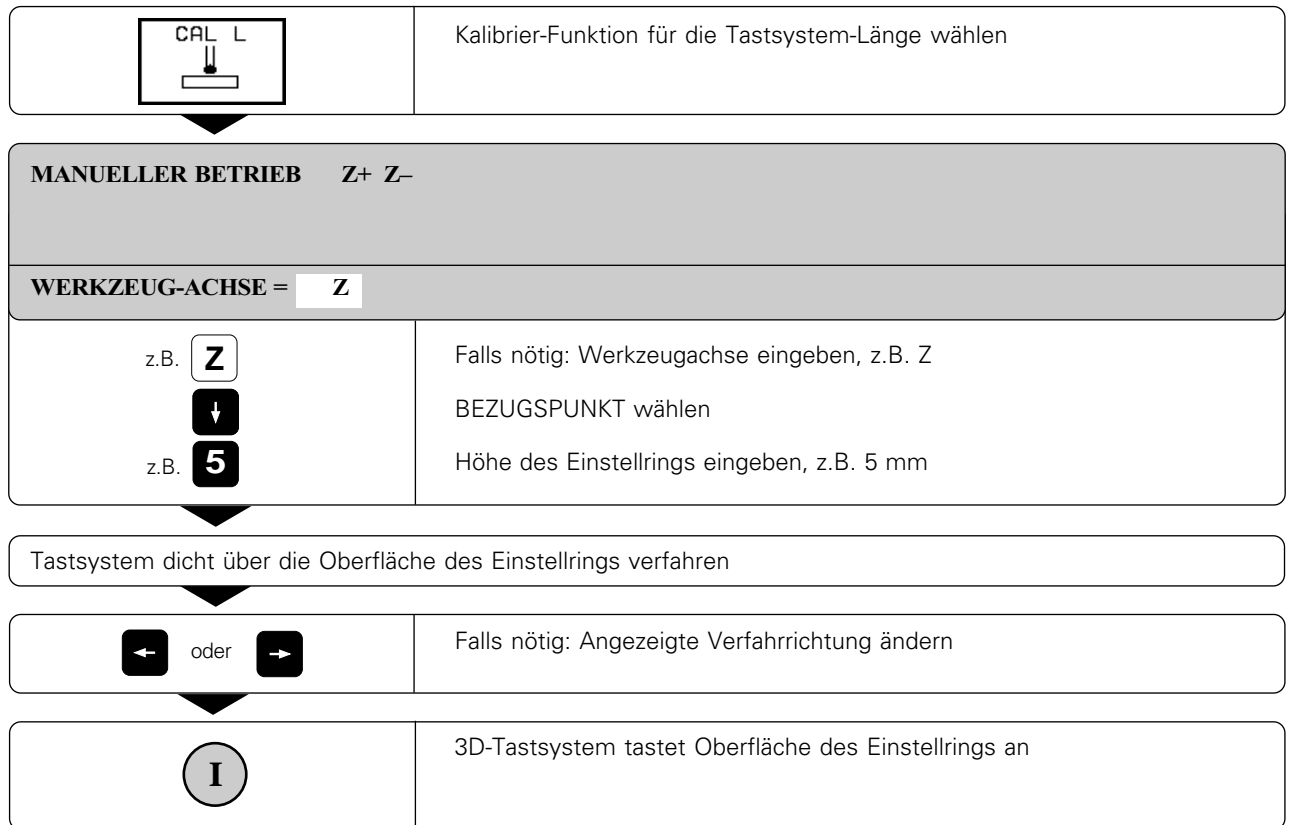


Abb. 9.6: Kalibrierung der Tastsystem-Länge

Kalibrieren der wirksamen Länge

Vorbereitung:

Bezugspunkt in der Zustellachse so setzen, daß für den Maschinentisch gilt: Z=0.



Kalibrieren des wirksamen Radius

Vorbereitung:
Tastkopf in die Bohrung des Einstellrings positionieren

Tastsystem-Mittenversatz ausgleichen

Die Tastsystem-Achse fällt normalerweise nicht genau mit der Spindelachse zusammen. Der Versatz zwischen Tastsystem-Achse und Spindelachse wird mit dieser Kalibrier-Funktion erfaßt und automatisch rechnerisch ausgeglichen.

Bei dieser Funktion wird das 3D-Tastsystem um 180° gedreht. Die Drehung wird durch eine Zusatz-Funktion ausgelöst, die der Maschinen-Hersteller im Maschinen-Parameter MP6160 festgelegt.

Die Messung für den Tastsystem-Mittenversatz wird nach dem Kalibrieren des wirksamen Tastkugelradius durchgeführt.

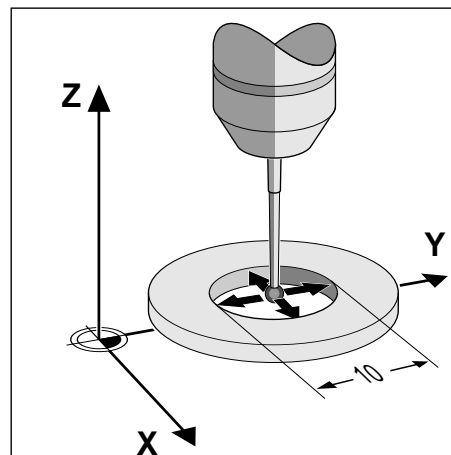


Abb. 9.7: Kalibrierung des Tastsystem-Radius und Bestimmung des Mittenversatzes

	Kalibrier-Funktion für den Tastkugel-Radius und den Tastsystem-Mittenversatz wählen
--	---

MANUELLER BETRIEB	
X+ X- Y+ Y-	
WERKZEUG-ACHSE = Z	
RADIUS EINSTELLRING = 0	

4x	3D-Tastsystem tastet in jede Achsrichtung eine Position der Bohrung an: der wirksame Tastkugel-Radius ist bestimmt
----	--

						END
--	--	--	--	--	--	------------

	Tastkugel-Mittenversatz bestimmen (oder Kalibrier-Funktion mit END abrechnen): 3D-Tastsystem wird um 180° gedreht
--	---

4x	3D-Tastsystem tastet in jede Achsrichtung eine Position in der Bohrung an: der Tastsystem-Mittenversatz ist bestimmt
----	--

Kalibrierwerte anzeigen

Die wirksame Länge, der wirksame Radius und der Betrag des Tastsystem-Mittenversatzes werden in der TNC gespeichert und bei späteren Einsätzen des 3D-Tastsystems berücksichtigt. Die gespeicherten Werte werden durch Drücken von CAL L und CAL R am Bildschirm angezeigt.

MANUELLER BETRIEB				PROGRAMM EINSPEICHERN	
X+	<input checked="" type="checkbox"/> X-	Y+	Y-		
WERKZEUG-ACHSE = <input checked="" type="checkbox"/> RADIUS EINSTELLRING = 10 WIRKSAMER KUGELRADIUS = 4,0126 WIRKSAME LAENGE = +12,7836 TASTKUGEL-MITTENVERSATZ = X=+0,0125 TASTKUGEL-MITTENVERSATZ = Y=+0,1457					
IST	<input checked="" type="checkbox"/>	+12,759	Y	-5,370	
	Z	+105,000	U	+45,001	
	V	-230,987			
T			<input checked="" type="checkbox"/> 0	M 5/9	

Abb. 9.8: Menü für Tastsystem-Radius und Mittenversatz

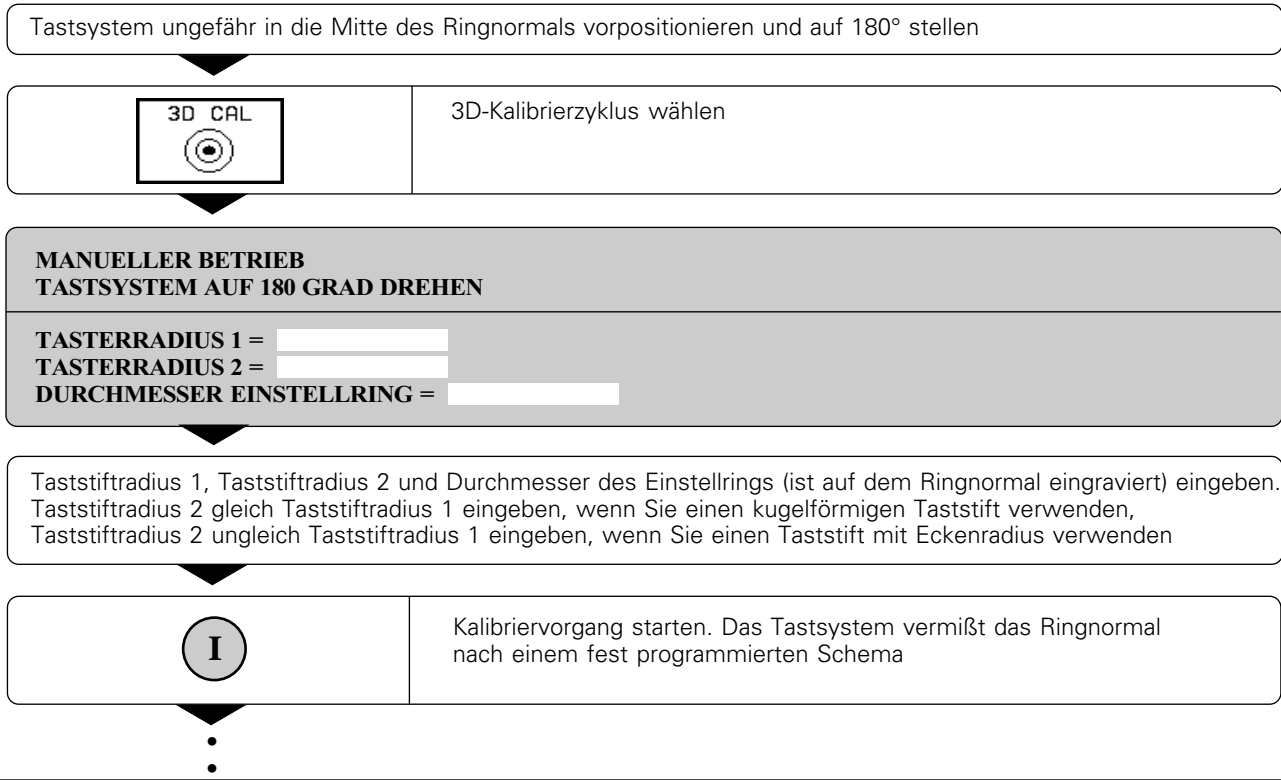
TM 110 kalibrieren

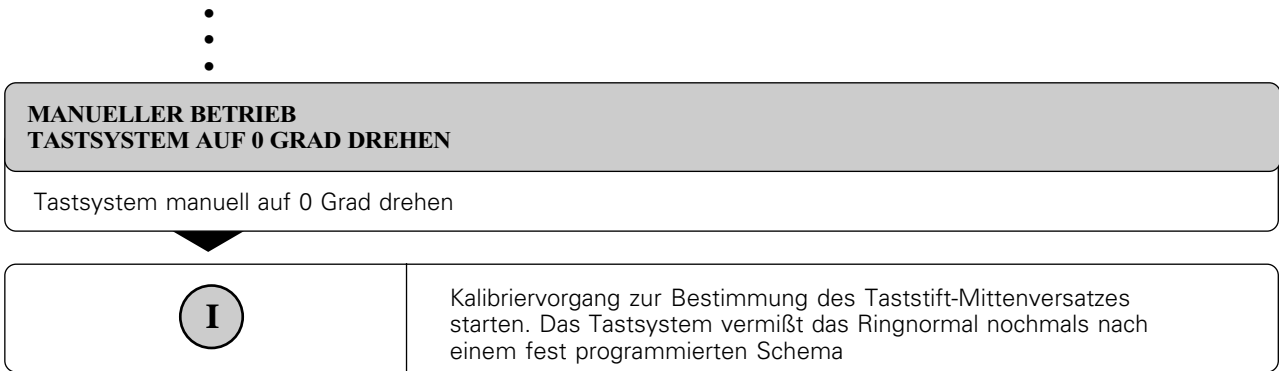


- Wenn die TNC die Fehlermeldung TASTSTIFT AUSGELENKT anzeigt, wählen Sie das Menü zum 3D-Kalibrieren an und betätigen dort den Softkey RESET 3D.
- Das messende Tastsystem ist nach jeder Strom-Unterbrechung und nach jeder Änderung der Tastsystem-Maschinenparameter zu kalibrieren.
- Das Kalinrieren der wirksamen Länge erfolgt wie beim TS 120/TS 511. Zusätzlich ist der Werkzeug-Radius R2 (Eckenradius) einzugeben.
- Mit MP6321 (siehe S. 12-5) legen Sie fest, ob die TNC das messende Tastsystem mit oder ohne Umschlagmessung kalibriert.

Zum Kalibrieren steht ein 3D-Kalibrierzyklus zur Verfügung, mit dem ein zum Lieferumfang gehörendes Ringnormal vollautomatisch vermessen wird. Das Ringnormal wird mit Spannpratzen auf dem Maschinentisch befestigt.

Die TNC berechnet aus den beim Kalibrieren gewonnenen Meßwerten die Federkonstanten des Tastsystems, die Durchbiegung des Taststifts und den Taststift-Mittenversatz. Diese Werte werden am Ende des Kalibriervorgangs automatisch ins Eingabemenü eingetragen.





Kalibrierwerte anzeigen

Die Korrekturfaktoren und die Kraftverhältnisse werden in der TNC gespeichert und bei späteren Einsätzen des TM 110 berücksichtigt. Die gespeicherten Werte werden durch Drücken des Softkeys 3D CAL am Bildschirm angezeigt.

MANUELLER BETRIEB		PROGRAMM EINSPEICHERN	
TASTSYSTEM AUF 180 GRAD DREHEN			
TASTERRADIUS 1 =3			
TASTERRADIUS 2 =3			
DURCHMESSER EINSTELLRING =50,0008			
KORREKTURFAKTOR X:1			
KORREKTURFAKTOR Y:1,4998			
KORREKTURFAKTOR Z:1			
KRAFTVERHAELTNIS FX/FZ:1			
KRAFTVERHAELTNIS FY/FZ:0			
IST	<input checked="" type="checkbox"/>	+132,6870	Y +12,5600
	<input type="checkbox"/>	Z +160,2560	B +30,0000
	<input type="checkbox"/>	C +90,0000	
T	<input type="checkbox"/>	0	M 5/9
			RESET 30
			END

Abb. 9.9: Menü für Tastsystem-Radius und Mittensversatz



Werkstück-Schiefelage kompensieren

Eine schiefe Werkstück-Aufspannung kompensiert die TNC rechnerisch durch eine „Grunddrehung“. Dazu wird der DREHWINKEL auf den Winkel gesetzt, den eine Werkstückfläche mit der Winkelbezugsachse (siehe S. 1-13) der Bearbeitungsebene einschließen soll.

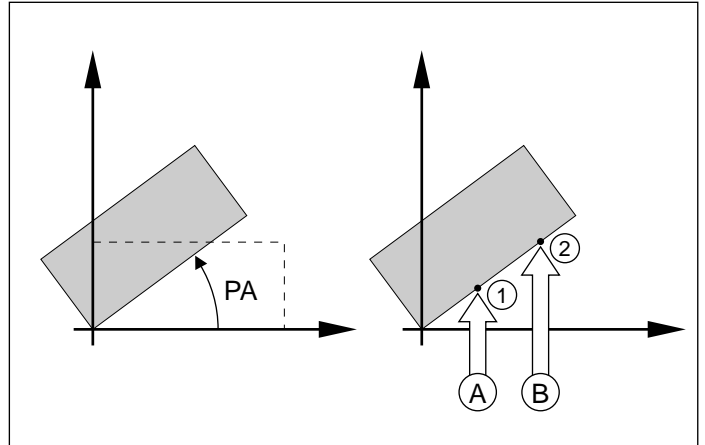


Abb. 9.10: Grunddrehung eines Werkstücks, Antast Schritte zur Kompensation (rechts); gestrichelt die Soll-Lage; PA wird kompensiert



- Antastrichtung zum Messen der Werkstück-Schiefelage immer senkrecht zur Winkelbezugsachse wählen
- Damit die Grunddrehung im Programmlauf richtig verrechnet wird, sind im ersten Verfahrenssatz beide Koordinaten der Bearbeitungsebene zu programmieren

	Antastfunktion mit Softkey PROBING ROT anwählen
DREHWINKEL = <input type="text"/>	
z.B. 0 ENT	DREHWINKEL auf Soll-Wert setzen
Tastsystem in die Nähe A des ersten Antastpunkts 1 verfahren	
X+ X- Y+ Y- 	Antastrichtung anwählen
	Antastvorgang starten
Tastsystem in die Nähe B des zweiten Antastpunkts 2 verfahren	
	Antastvorgang starten

Eine Grunddrehung wird netzausfallsicher gespeichert und ist für alle nachfolgenden Programmläufe und grafischen Simulationen wirksam.

Grunddrehung anzeigen

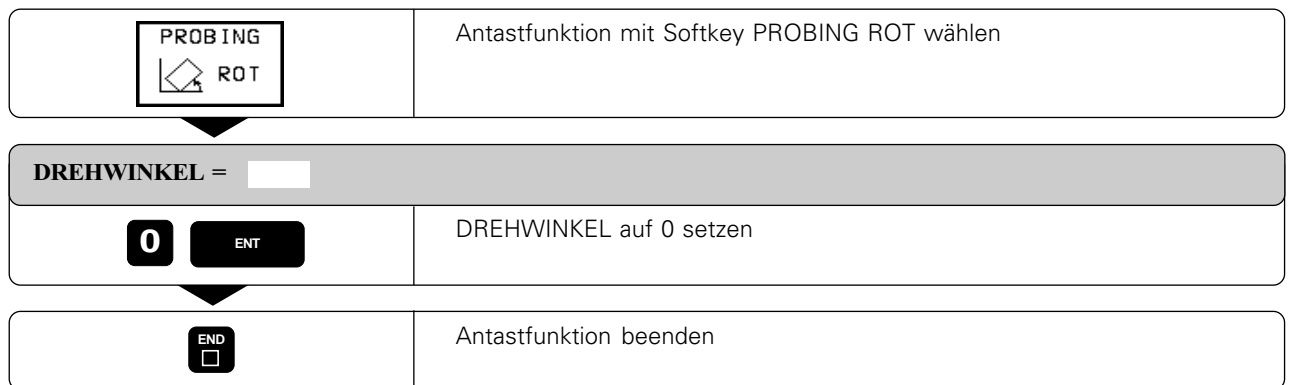
Der Winkel der Grunddrehung steht nach erneutem Anwählen von PROBING ROT in der Drehwinkel-Anzeige. Er wird auch in der zusätzlichen Statusanzeige (siehe S. 1-26) im Feld angezeigt.

In der Status-Anzeige wird ein Symbol für die Grunddrehung eingeblendet, wenn die TNC die Maschinen-Achsen entsprechend der Grunddrehung verfährt.

MANUELLER BETRIEB				PROGRAMM EINSPEICHERN	
X+	X-	Y+	Y-		
DREHWINKEL = +5,7521					
IST	X	-31,259	Y	+88,235	
	Z	+58,231	U	+90,000	
	V	+37,222			
T			F 0	M 5/9	

Abb. 9.11: Anzeige des Drehwinkels einer aktiven Grunddrehung

Grunddrehung aufheben



Bezugspunkt-Setzen mit 3D-Tastsystemen

Die Funktionen zum Bezugspunkt-Setzen am ausgerichteten Werkstück werden mit folgenden Softkeys angewählt:

- Bezugspunkt-Setzen in einer beliebigen Achse mit PROBING POS
- Ecke als Bezugspunkt setzen mit PROBING P
- Kreismittelpunkt als Bezugspunkt setzen mit PROBING CC

Bezugspunkt-Setzen in einer beliebigen Achse

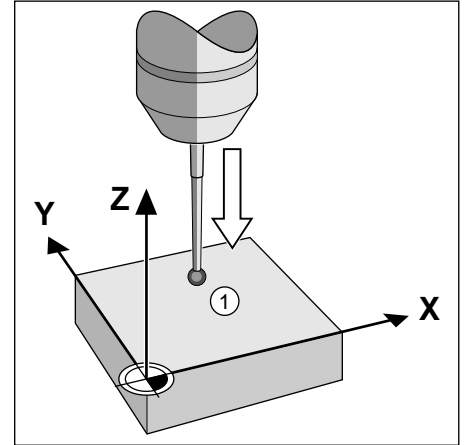
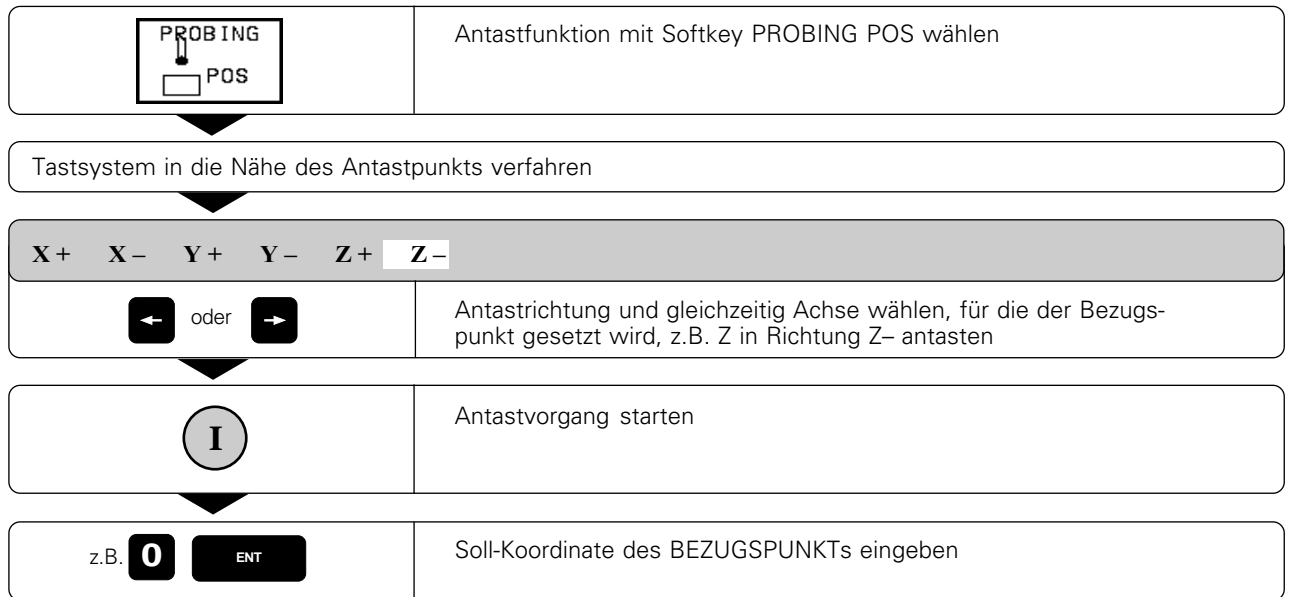


Abb. 9.12: Bezugspunkt in der Z-Achse antasten



Ecke als Bezugspunkt

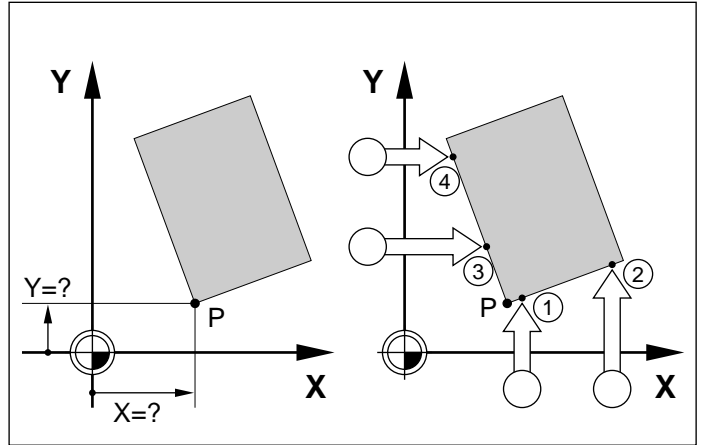


Abb. 9.13: Antastvorgang, um Koordinaten der Ecke P zu ermitteln

	Antastfunktion mit Softkey PROBING P anwählen
--	---

Mit Übernahme der Punkte, die für die Grunddrehung angetastet wurden

ANTASTPUNKTE AUS GRUNDDREHUNG?	
	Koordinaten der Antastpunkte übernehmen

Tastsystem in die Nähe des ersten Antastpunkts auf der Werkstück-Kante, die für die Grunddrehung nicht angetastet wurde, verfahren

X+ X- Y+ Y-	
	Antastrichtung wählen

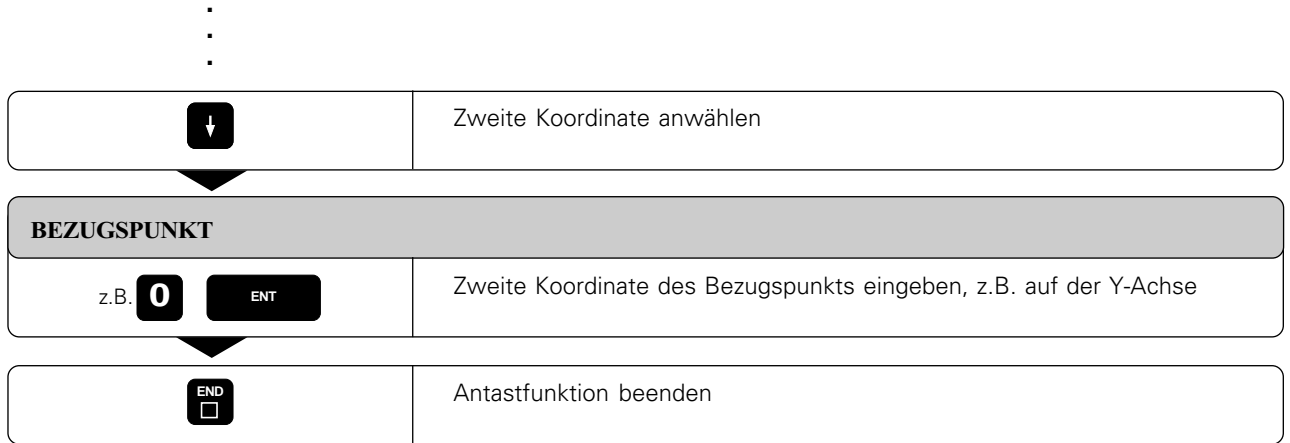
	Antastvorgang starten
--	-----------------------

Tastsystem in die Nähe des zweiten Antastpunkts auf der gleichen Kante verfahren

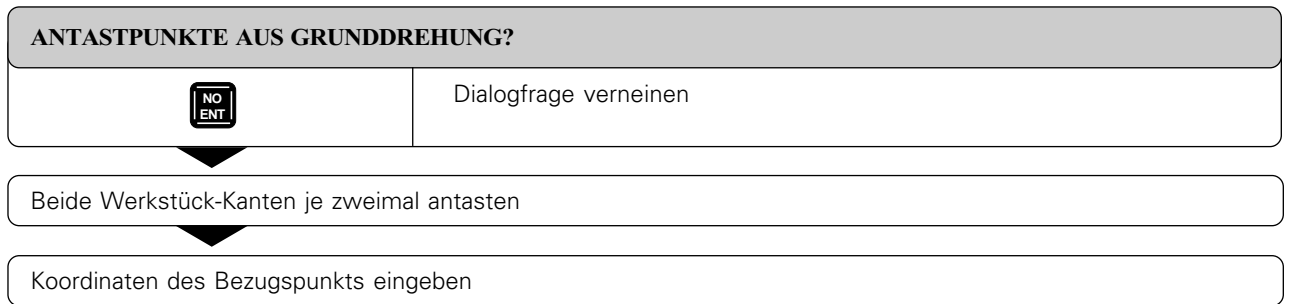
	Antastvorgang starten
--	-----------------------

BEZUGSPUNKT	
z.B.	Erste Koordinate des Bezugspunkts eingeben, z.B. auf der X-Achse

⋮

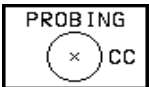


Ohne Übernahme von Punkten, die für eine Grunddrehung angetastet wurden



Kreismittelpunkt als Bezugspunkt

Mittelpunkte von Bohrungen, Kreistaschen, Vollzylindern, Zapfen, kreisförmigen Inseln usw. lassen sich als Bezugspunkte setzen:

	Antastfunktion mit Softkey PROBING CC wählen
---	--

Innenkreis

Die TNC tastet die Kreis-Innenwand automatisch in alle vier Koordinatenachsen-Richtungen an.
Bei unterbrochenen Kreisen (Kreisbögen) kann die Antastrichtung beliebig gewählt werden.

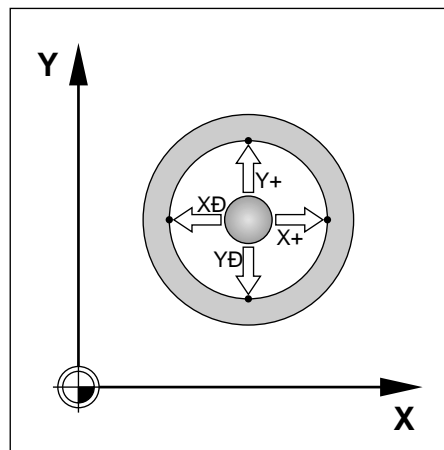

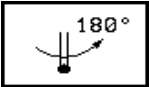


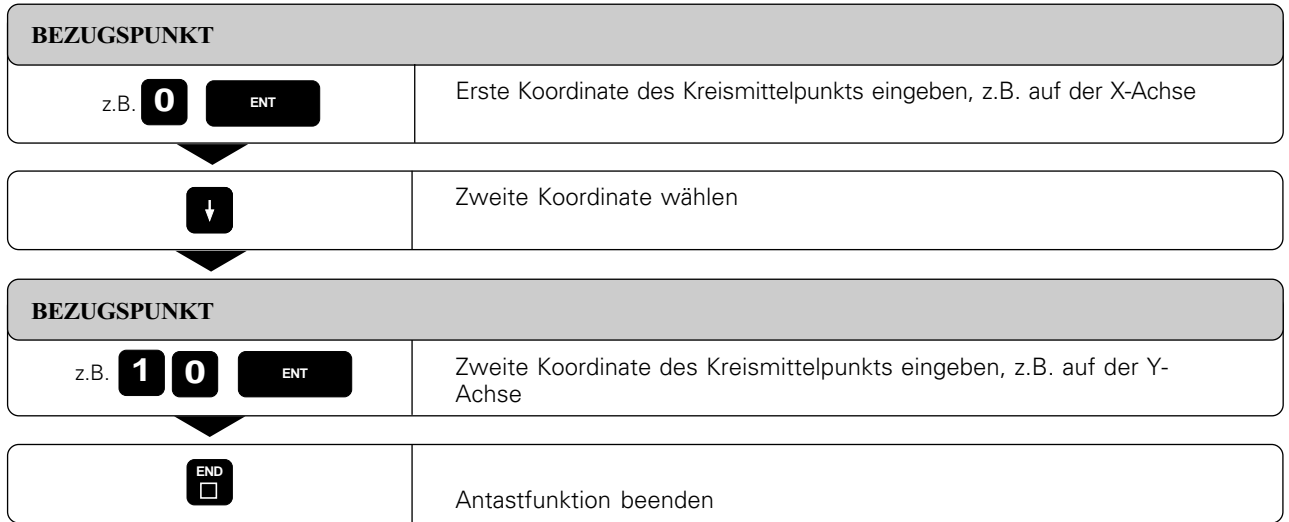


Abb. 9.14: Antasten der Kreis-Innenwand zum Ermitteln der Mittelpunkts-position

Tastkopf einmal ungefähr in die Kreismitte verfahren	
X+ X- Y+ Y-	
4 x 	Tastkopf tastet nacheinander 4 Punkte der Kreis-Innenwand an
 4 x 	Softkey zur Drehung des Tastsystems drücken, wenn Sie mit Umschlagmessung arbeiten wollen (nur bei Maschinen mit Spindel-Orientierung, abhängig von MP6160) und erneut 4 Punkte der Kreis-Innenwand antasten
	Keine Umschlagmessung durchführen
⋮	

⋮



Außenkreis

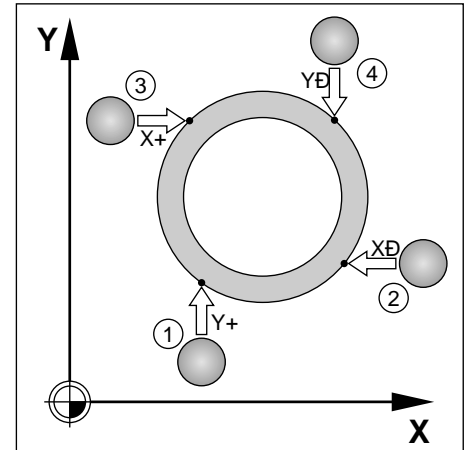
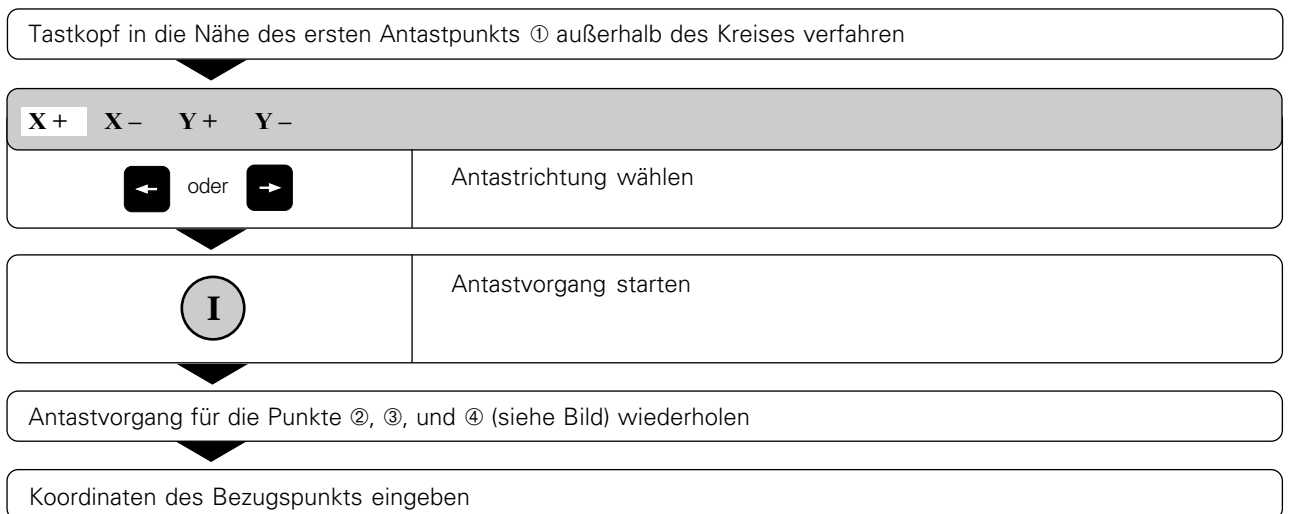


Abb. 9.15: Antasten der Kreis-Außenwand zum Ermitteln der Mittelpunktsposition



Nach dem Antasten zeigt die TNC die aktuellen Koordinaten des Kreismittelpunkts und den Kreisradius PR am Bildschirm an.

Bezugspunkte über Bohrungen setzen

In einer zweiten Softkey-Leiste stehen Softkeys, mit denen Bohrungen zum Bezugspunkt-Setzen genutzt werden.

Dabei wird das Tastsystem genauso wie bei der Funktion „Kreismittelpunkt als Bezugspunkt – Innenkreis“ (siehe S. 9-14) verfahren. Es wird ungefähr in der Mitte der Bohrung vorpositioniert. Nach Drücken der externen START-Taste werden automatisch vier Punkte der Bohrungswand angetastet.

Anschließend wird das Tastsystem zur nächsten Bohrung verfahren und diese Bohrung genauso angetastet. Die TNC wiederholt diesen Vorgang, bis alle Bohrungen für die Bezugspunkt-Bestimmung angetastet sind.

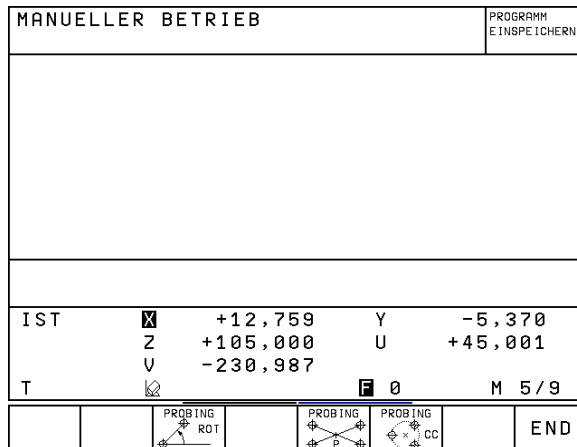


Abb. 9.16: Zweite Softkey-Leiste zu TOUCH PROBE

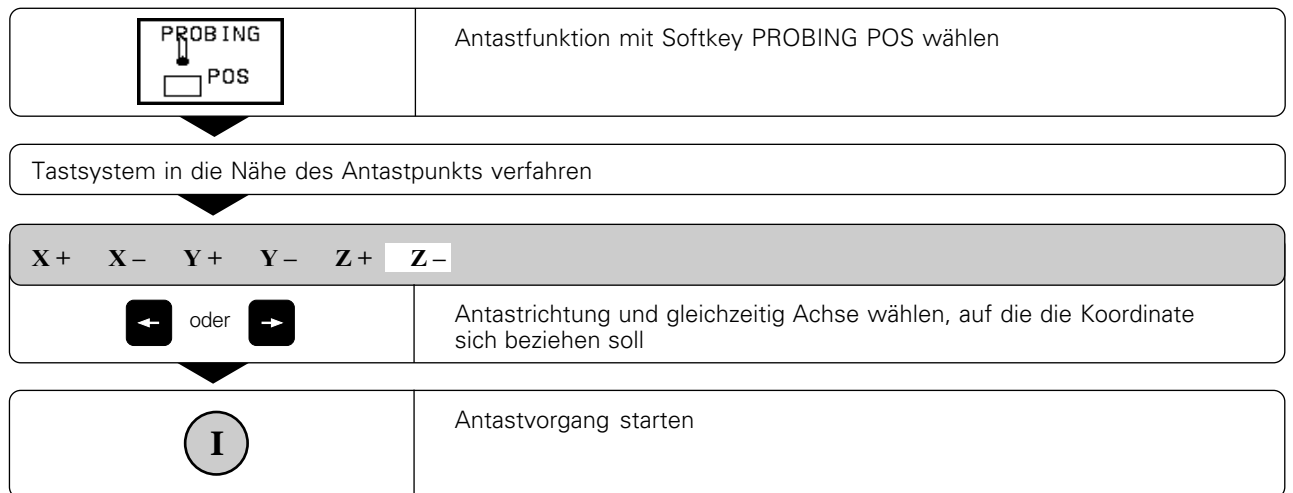
Anwendungen	Softkey
<p>Grunddrehung über 2 Bohrungen: Die TNC ermittelt den Winkel zwischen der Verbindungslinie der Bohrungs-Mittelpunkte und einer Soll-Lage (Winkel-Bezugsachse)</p>	
<p>Bezugspunkt über 4 Bohrungen: Die TNC ermittelt den Schnittpunkt der Verbindungslinien der beiden zuerst und der beiden zuletzt angetasteten Bohrungen. Wurde die Grunddrehung über 2 Bohrungen durchgeführt, müssen diese beiden Bohrungen nicht erneut angetastet werden</p>	
<p>Kreismittelpunkt über 3 Bohrungen: Die TNC ermittelt eine Kreisbahn, auf der alle 3 Bohrungen liegen und errechnet für die Kreisbahn einen Kreismittelpunkt</p>	

9.3 Werkstücke vermessen mit 3D-Tastsystemen

Mit dem 3D-Tastsystem können bestimmt werden:

- Positions-Koordinaten und daraus
- Maße und Winkel am Werkstück

Koordinate einer Position am ausgerichteten Werkstück bestimmen



Die TNC zeigt die Koordinate des Antastpunkts als BEZUGSPUNKT an.

Koordinaten eines Eckpunktes in der Bearbeitungsebene bestimmen

Koordinaten des Eckpunktes bestimmen, wie unter „Ecke als Bezugspunkt“ beschrieben. Die TNC zeigt die Koordinaten der angetasteten Ecke als BEZUGSPUNKT an.

Werkstückmaße bestimmen

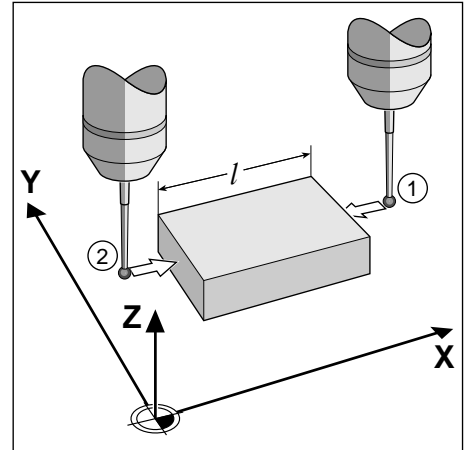
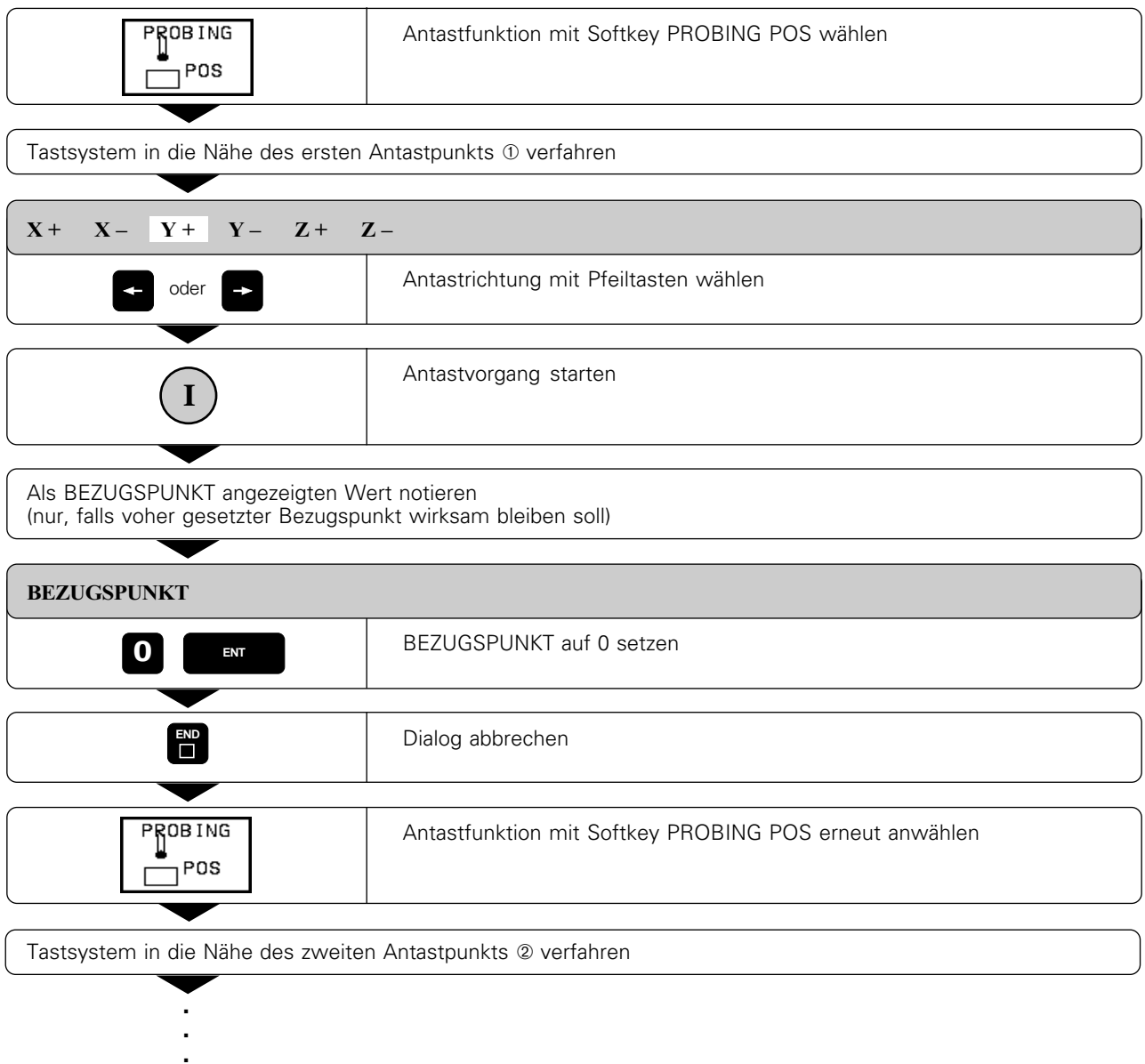





Abb. 9.17: Längen mit dem 3D-Tastsystem messen

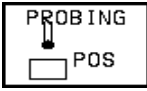



⋮

<p>X+ X- Y+ Y- Z+ Z-</p>	
 oder 	Antastrichtung mit Pfeiltasten wählen – gleiche Achse wie für ①
	Antastvorgang starten

In der Anzeige BEZUGSPUNKT steht der Abstand zwischen den beiden Punkten auf der Koordinatenachse.

Positionsanzeige wieder auf Werte vor der Längenmessung setzen

	Antastfunktion mit Softkey PROBING POS wählen
Ersten Antastpunkt erneut antasten	
BEZUGSPUNKT auf vorhin notierten Wert setzen	
	Dialog abbrechen

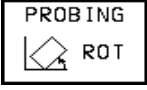
Winkel messen

Mit einem 3D-Tastsystem lassen sich auch Winkel in der Bearbeitungsebene bestimmen. Gemessen wird der

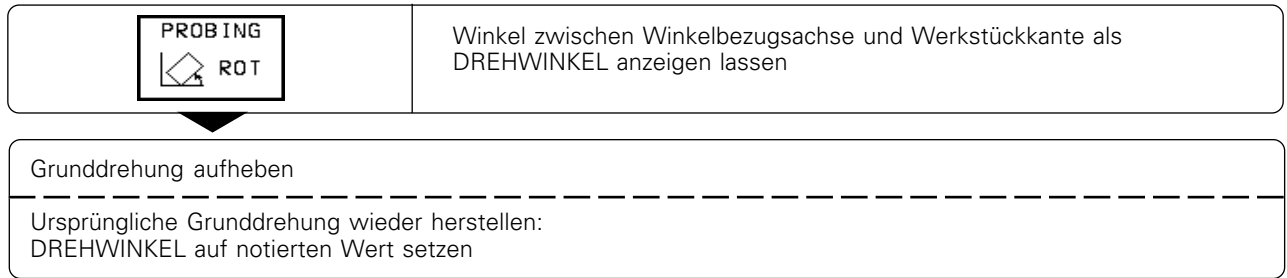
- Winkel zwischen der Winkelbezugsachse und einer Werkstück-Kante oder der
- Winkel zwischen zwei Kanten

Der gemessene Winkel wird als Wert von maximal 90° angezeigt.

Winkel zwischen der Winkelbezugsachse und einer Werkstück-Kante bestimmen

	Antastfunktion mit Softkey PROBING ROT wählen
<p>DREHWINKEL</p> Angezeigten DREHWINKEL notieren (falls vorher durchgeführte Grunddrehung später wieder hergestellt werden soll)	
Grunddrehung mit der zu vergleichenden Seite durchführen (siehe „Werkstück-Schiefelage kompensieren“)	
<p>⋮</p>	

⋮



Winkel zwischen zwei Werkstück-Kanten bestimmen

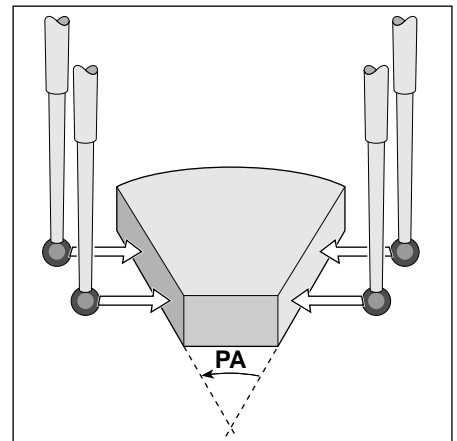
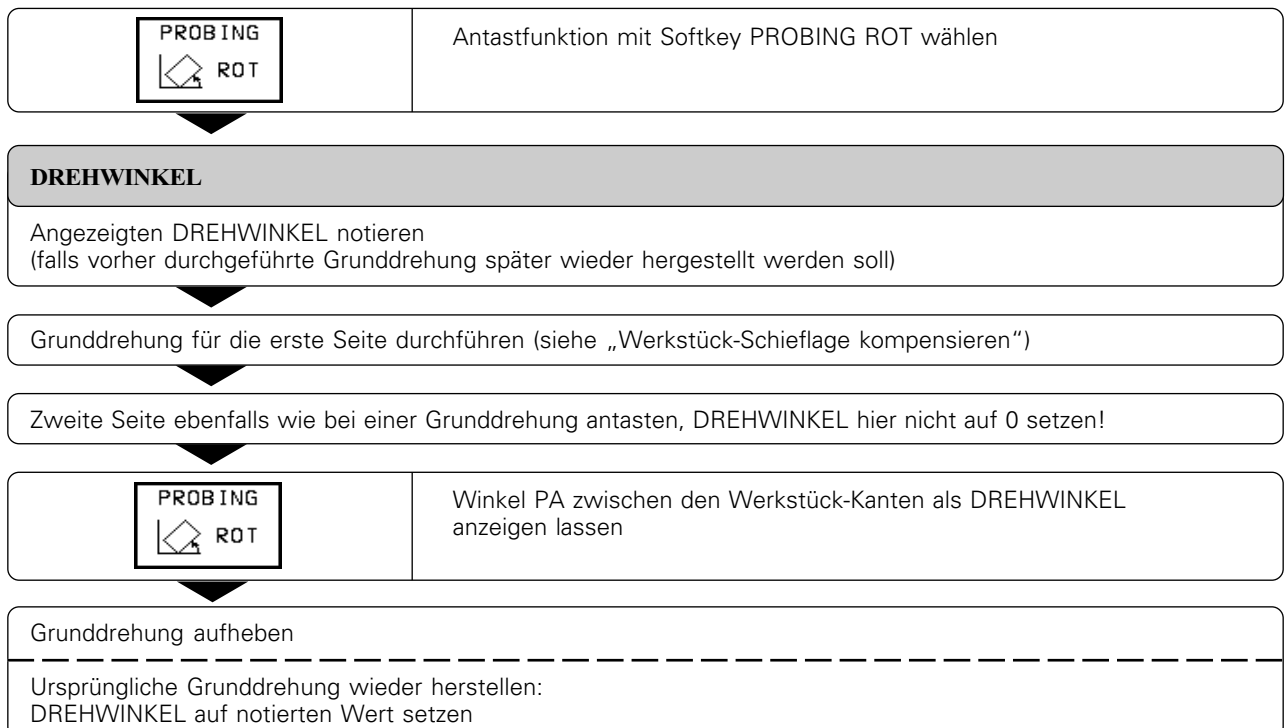


Abb. 9.18: Winkelbestimmung zwischen zwei Werkstück-Kanten



Messen mit dem 3D-Tastsystem während des Programmlaufs

Mit dem 3D-Tastsystem lassen sich auch während eines Programmlaufs Positionen am Werkstück erfassen (auch bei geschwenkter Bearbeitungsebene). Anwendungen:

- Höhenunterschiede bei Gußflächen ermitteln
- Toleranzabfragen während der Bearbeitung

Der Tastsystem-Einsatz wird mit TOUCH PROBE ins Programm einprogrammiert. Das Tastsystem wird vorpositioniert und tastet automatisch die vorgegebene Position an. Die für den Antastpunkt ermittelte Koordinate wird in einem Q-Parameter abgelegt. Der Antastvorgang wird abgebrochen, wenn das Tastsystem innerhalb eines bestimmten Bereichs (über MP 6130 wählbar) nicht ausgelenkt wird. Die Koordinaten der Position, an der sich das Tastsystem beim Antasten befindet, sind nach dem Antastvorgang in den Parametern Q115 bis Q119 gespeichert. Für die Werte in diesen Parametern werden Taststiftlänge und -Radius nicht berücksichtigt.

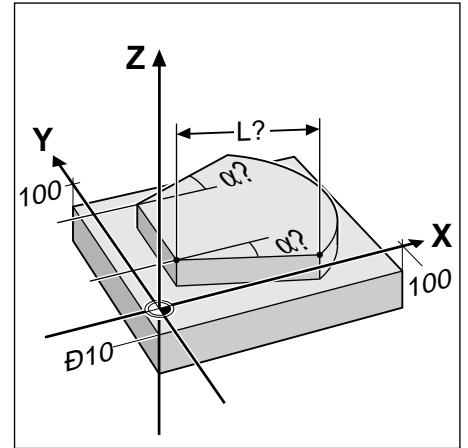


Abb. 9.19: Meßgrößen am Werkstück



- Tastsystem manuell so vorpositionieren, daß eine Kollision beim Anfahren der programmierten Vorposition vermieden wird.
- Es ist darauf zu achten, daß die Werkzeug-Daten (Länge, Radius, Achse) entweder aus den kalibrierten Daten oder aus dem letzten TOOL CALL-Satz verwendet werden. Die Auswahl erfolgt mit MP 7411 (siehe S. 12-11).

Tastsystem-Einsatz programmieren

TOUCH PROBE	TCH PROBE 0: BEZUGSEBENE
ENT	Antastfunktion wählen
PARAMETER-NR. FUER ERGEBNIS?	
z.B. 5 ENT	Nummer des Q-Parameters eingeben, dem die Koordinate zugewiesen werden soll, z. B. Q5
ANTAST-ACHSE/ANTAST-RICHTUNG?	
z.B. X	Antast-Achse eingeben, ihre Koordinate wird Q5 zugewiesen, z. B. X
z.B. -/+ ENT	Antast-Richtung wählen und übernehmen
POSITIONS-SOLLWERT?	
z.B. X 5	Alle Koordinaten für die Vorposition des Tastsystems eingeben, z. B. X = 5 mm, Y = 0, Z = -5 mm
z.B. Y 0	
z.B. Z -/+ 5	
ENT	Eingaben abschließen

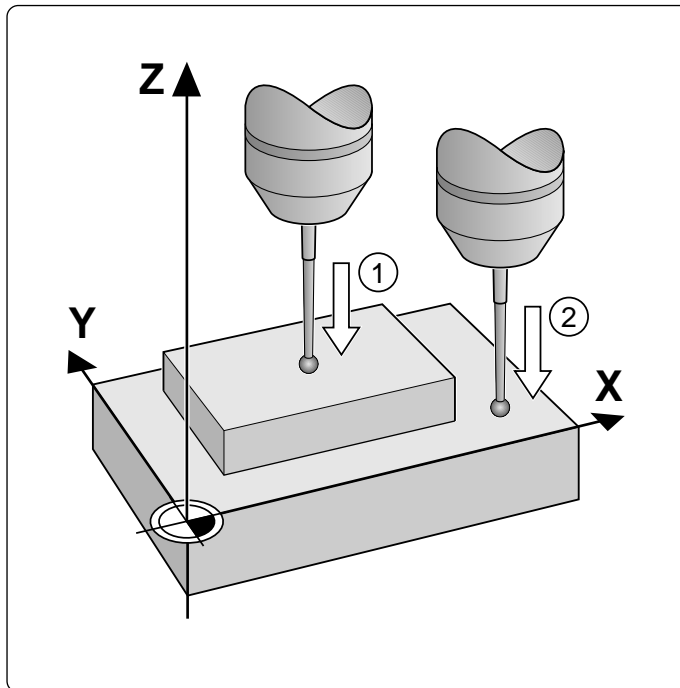
NC-Programmsätze z.B:
 TCH PROBE 0.0 BEZUGSEBENE Q5 X-
 TCH PROBE 0.1 X+5 Y+0 Z-5

Übungsbeispiel: Höhe einer Insel auf dem Werkstück bestimmen

Koordinaten für die Vorpositionierung des 3D-Tastsystems

Antastpunkt 1: X = + 20 mm (Q11)
 Y = 50 mm (Q12)
 Z = 10 mm (Q13)

Antastpunkt 2: X = + 50 mm (Q21)
 Y = 10 mm (Q22)
 Z = 0 mm (Q23)



Bearbeitungsprogramm:

```

0 BEGIN PGM 3600717 MM
1 FN0: Q11 = + 20
2 FN0: Q12 = + 50
3 FN0: Q13 = + 10
4 FN0: Q21 = + 50
5 FN0: Q22 = + 10
6 FN0: Q23 = + 0
7 TOOL CALL 0 Z
8 L Z+100 R0 FMAX M6 ..... Tastsystem einwechseln
9 TCH PROBE 0.0 BEZUGSEBENE Q10 Z-
10 TCH PROBE 0.1 X+Q11 Y+Q12 Z+Q13 ..... In negative Richtung angetastete Z-Koordinate Q10 zuweisen (1. Punkt)
11 L X+Q21 Y+Q22 ..... Hilfspunkt für zweite Vorpositionierung
12 TCH PROBE 0.0 BEZUGSEBENE Q20 Z-
13 TCH PROBE 0.1 X+Q21 Y+Q22 Z+Q23 ..... In negative Richtung angetastete Z-Koordinate wird in Q20 gespeichert (2. Punkt)
14 FN2: Q1 = Q20-Q10 ..... Höhe der Insel ermitteln und Q1 zuweisen
15 STOP ..... Nach Anhalten des Programmlaufs kann Q1 kontrolliert werden (siehe S. 7-14)
16 L Z+100 R0 FMAX M2
17 END PGM 3600717 MM ..... Werkzeug freifahren und Programm beenden
    
```

} Programm-Beginn; Parametern Koordinaten zum Vorpositionieren des Tastsystems zuweisen

9.4 Digitalisieren mit messendem Tastsystem (Option, nicht TNC 407)

Mit der Option Digitalisieren erfaßt die TNC 3D-Formen mit dem messenden Tastsystem TM 110.

Folgende Komponenten sind zum Digitalisieren erforderlich:

- Messendes Tastsystem
- Softwaremodul „Option Digitalisieren“
- Externer Speicher:
IBM-PC (oder kompatibler PC) mit HEIDENHAIN-Übertragungssoftware TNC.EXE
- Ggf. HEIDENHAIN-Digitalisierdaten-Auswertesoftware SUSA zur Weiterverarbeitung von Digitalisierdaten, die mit dem Zyklus MAEANDER gewonnen wurden

Zum Digitalisieren mit dem messenden Tastsystem stehen fünf Digitalisier-Zyklen zur Verfügung:

- TCH PROBE 5.0 BEREICH
- TCH PROBE 15.0 BEREICH (TABELLE)
- TCH PROBE 16.0 MAEANDER
- TCH PROBE 17.0 HOEHENLINIE
- TCH PROBE 18.0 ZEILE



- TNC und Maschine müssen vom Maschinen-Hersteller für den Einsatz des messenden Tastsystems vorbereitet sein
- Bevor Sie mit dem Digitalisieren beginnen, muß das Tastsystem kalibriert werden (siehe S. 9-7)
- Falls Sie abwechselnd mit einem schaltenden und einem messenden Tastsystem arbeiten, achten Sie darauf, daß:
 - über MP 6200 das richtige Tastsystem gewählt ist (siehe S. 12-4)
 - das messende und das schaltende Tastsystem nie gleichzeitig an der Steuerung angeschlossen sind.
 Die TNC kann nicht feststellen, welches Tastsystem tatsächlich in der Spindel eingesetzt ist.

Arbeitsweise

Eine 3D-Form wird mit dem Tastsystem Punkt für Punkt in einem wählbaren Raster abgetastet. Die Digitalisiergeschwindigkeit wird im Digitalisier-Zyklus festgelegt und darf bis zu 3000 mm/min eingegeben werden.

Die erfassten Positionen werden über die Datenschnittstelle ausgegeben. Mit der Schnittstellen-Funktion PRINT (siehe S. 11-6) legen Sie fest, wo die Daten gespeichert werden:

- Programmspeicher der TNC
- Externer Speicher über RS-232-Schnittstelle
- Externer Speicher über RS-422-Schnittstelle



- Die Digitalisier-Zyklen werden für die Hauptachsen X, Y und Z und für die Drehachsen A, B und C programmiert
- Koordinaten-Umrechnungen oder eine Grunddrehung dürfen während des Digitalisierens nicht aktiv sein
- Die TNC gibt die BLK FORM mit in die Digitalisierdaten-Datei aus. Dabei vergrößert die TNC das durch Zyklus BEREICH festgelgte Rohteil um den doppelten Wert aus MP6310 (siehe S.12-5).
- Wählen Sie die größtmögliche Datenübertragungs-Geschwindigkeit zum Übertragen der Digitalisierdaten auf den PC. Bei sehr kleinen Punkt-Abständen reduziert die TNC ggf. die Geschwindigkeit, damit die Daten übertragen werden können.

Digitalisier-Bereich festlegen

Zur Definition des Digitalisier-Bereichs stehen zwei Zyklen zur Verfügung. Mit Zyklus 5 BEREICH können Sie einen quaderförmigen Bereich definieren in dem die Form abgetastet wird. Alternativ dazu können Sie über Zyklus 15 BEREICH (TABELLE) eine Punkte-Tabelle wählen, in der die Bereichsgrenze als Polygonzug beliebiger Form festgelegt ist.

Quaderförmigen Digitalisierbereich festlegen

Der Digitalisier-Bereich wird – wie bei der Rohteil-Definition – als Quader durch Angabe von Minimum- und Maximum-Koordinaten in den drei Hauptachsen X, Y und Z festgelegt.

Eingaben

- PGM NAME DIGITALISIERDATEN ?
Name der Datei, in der die Digitalisier-Daten gespeichert werden
- ACHSE TCH PROBE ?
Tastsystem-Achse eingeben
- MIN-PUNKT BEREICH ?
Minimal-Punkt des Bereichs, in dem digitalisiert wird
- MAX-PUNKT BEREICH ?
Maximal-Punkt des Bereichs, in dem digitalisiert wird
- SICHERE HOEHE ?
Position in der Tastsystem-Achse, in der eine Kollision von Taststift und Form ausgeschlossen ist.

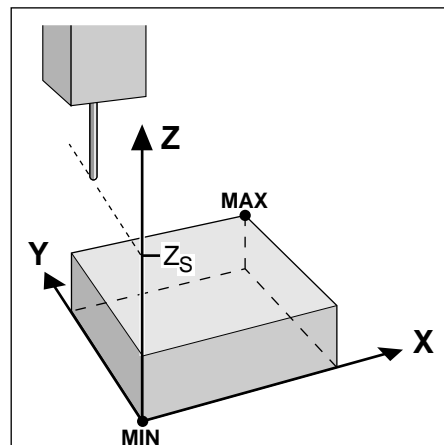
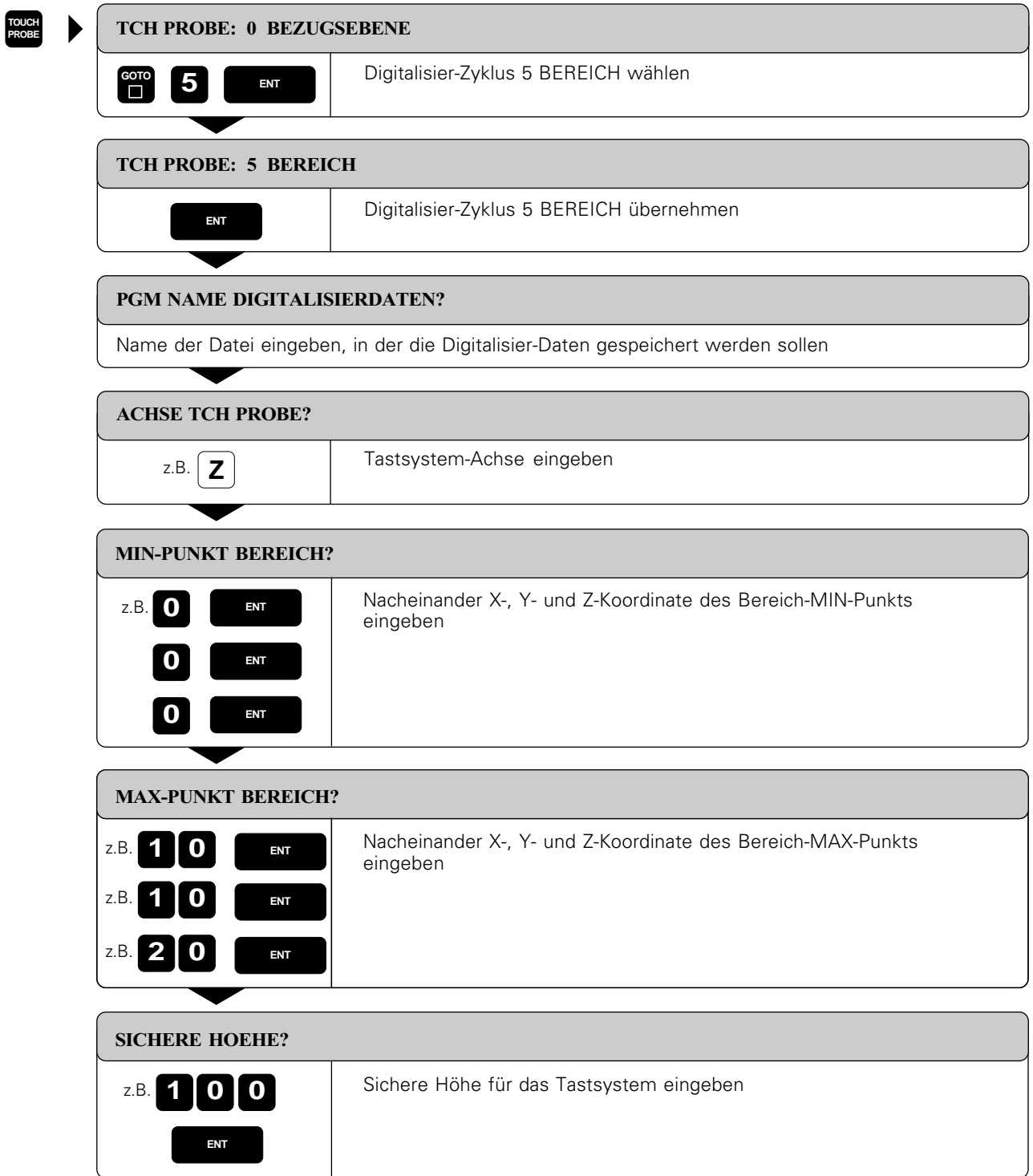


Abb. 9.20: Sichere Höhe und quaderförmiger Digitalisier-Bereich

TCH PROBE 5.0 programmieren



NC-Programmsätze:

```
TCH PROBE 5.0 BEREICH
TCH PROBE 5.1 PGM NAME: DATEN
TCH PROBE 5.2 Z X+0 Y+0 Z+0
TCH PROBE 5.3 X+10 Y+10 Z+20
TCH PROBE 5.4 HOEHE: + 100
```

Digitalisier-Bereich beliebiger Form festlegen

Der Digitalisier-Bereich wird durch eine Punkte-Tabelle festgelegt, die in der Betriebsart POSITIONIEREN MIT HANDEINGABE generiert wird (siehe S. 5-75). Die einzelnen Punkte können Sie per TEACH IN erfassen oder automatisch von der TNC erzeugen lassen während Sie den Taststift von Hand um das Werkstück führen.

Eingaben

- PGM NAME DIGITALISIERDATEN ?
Name der Datei, in der die Digitalisier-Daten gespeichert werden
- ACHSE TCH PROBE ?
Tastsystem-Achse eingeben
- PGM NAME BEREICHSDATEN ?
Name der Punkte-Tabelle, in der der Bereich festgelegt ist
- MIN-PUNKT ACHSE TCH PROBE ?
Minimal-Punkt des DIGITALISIER-Bereichs in der Tastsystem-Achse
- MAX-PUNKT ACHSE TCH PROBE ?
Maximal-Punkt des DIGITALISIER-Bereichs in der Tastsystem-Achse
- SICHERE HOEHE ?
Position in der Tastsystem-Achse, in der eine Kollision von Taststift und Form ausgeschlossen ist.

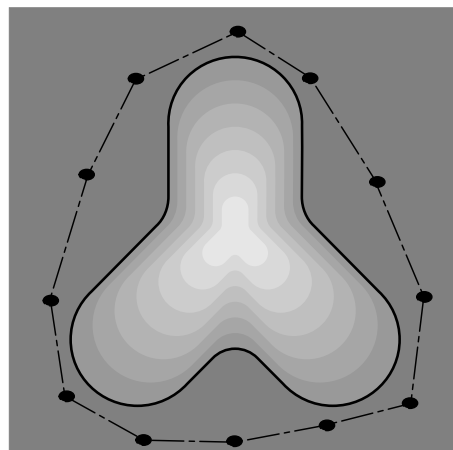


Abb. 9.21: Digitalisier-Bereich durch Verbindung beliebiger Punkte

TCH PROBE 15.0 programmieren

TOUCH PROBE	▶	TCH PROBE: 0 BEZUGSEBENE		
	GOTO	1 5	ENT	
				Digitalisier-Zyklus 15 BEREICH (Tabelle) wählen
	TCH PROBE: 15 BEREICH (TABELLE)			
	ENT	Digitalisier-Zyklus 15 BEREICH (Tabelle) übernehmen		
PGM NAME DIGITALISIERDATEN?				
Name der Datei eingeben, in der die Digitalisier-Daten gespeichert werden sollen				
ACHSE TCH PROBE?				
z.B.	Z	Tastsystem-Achse eingeben		
PGM NAME BEREICHSDATEN ?				
Name der Punkte-Tabelle eingeben, in der die Bereichsgrenze festgelegt ist				
⋮				

⋮

MIN-PUNKT ACHSE TCH PROBE ?	
z.B. 0 ENT	MIN-Punkt in der Tastsystem-Achse eingeben

MAX-PUNKT ACHSE TCH PROBE ?	
z.B. 1 0 ENT	MAX-Punkt in der Tastsystem-Achse eingeben

SICHERE HOEHE?	
z.B. 1 0 0 ENT	Sichere Höhe für das Tastsystem eingeben

NC-Programmsätze:

```
TCH PROBE 15.0 BEREICH
TCH PROBE 15.1 PGM DIGIT.: DATEN
TCH PROBE 15.2 Z PGM RANGE: TAB1
TCH PROBE 15.3 MIN: +0 MAX: +10
HOEHE: + 100
```

Mäanderförmiges Digitalisieren

Mit dem Digitalisier-Zyklus 16 MAEANDER wird eine 3D-Form mäanderförmig digitalisiert. Dieses Verfahren eignet sich besonders für relativ flache Formen. Falls Sie die Digitalisierdaten mit der HEIDENHAIN-Auswertesoftware SUSA weiterverarbeiten, müssen Sie mäanderförmig digitalisieren.

Beim Digitalisiervorgang verfährt das Tastsystem – ausgehend vom MIN-Punkt in der Bearbeitungsebene – in positiver Richtung einer wählbaren Achse der Bearbeitungsebene bis zur Bereichsgrenze. Dort wird das Tastsystem um den Linienabstand versetzt und fährt anschließend auf dieser Zeile wieder zurück. Am anderen Ende der Zeile wird dann das Tastsystem erneut um den Linienabstand versetzt. Der Vorgang wiederholt sich, bis der gesamte Bereich abgetastet ist.

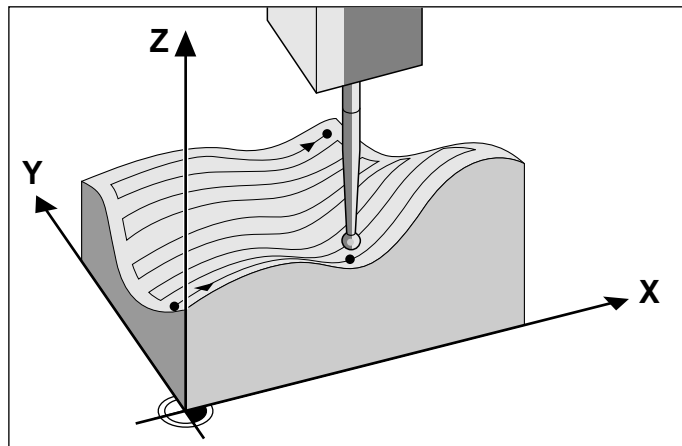


Abb. 9.22: Mäanderförmiges Abtasten einer Zeile der 3D-Form

Am Ende des Digitalisiervorgangs fährt das Tastsystem auf die SICHERE HOEHE zurück.

Um bei unsymmetrischen Bereichen möglichst lange Zeilen zu erhalten, können Sie einen Abtastwinkel eingeben.

Startpunkt

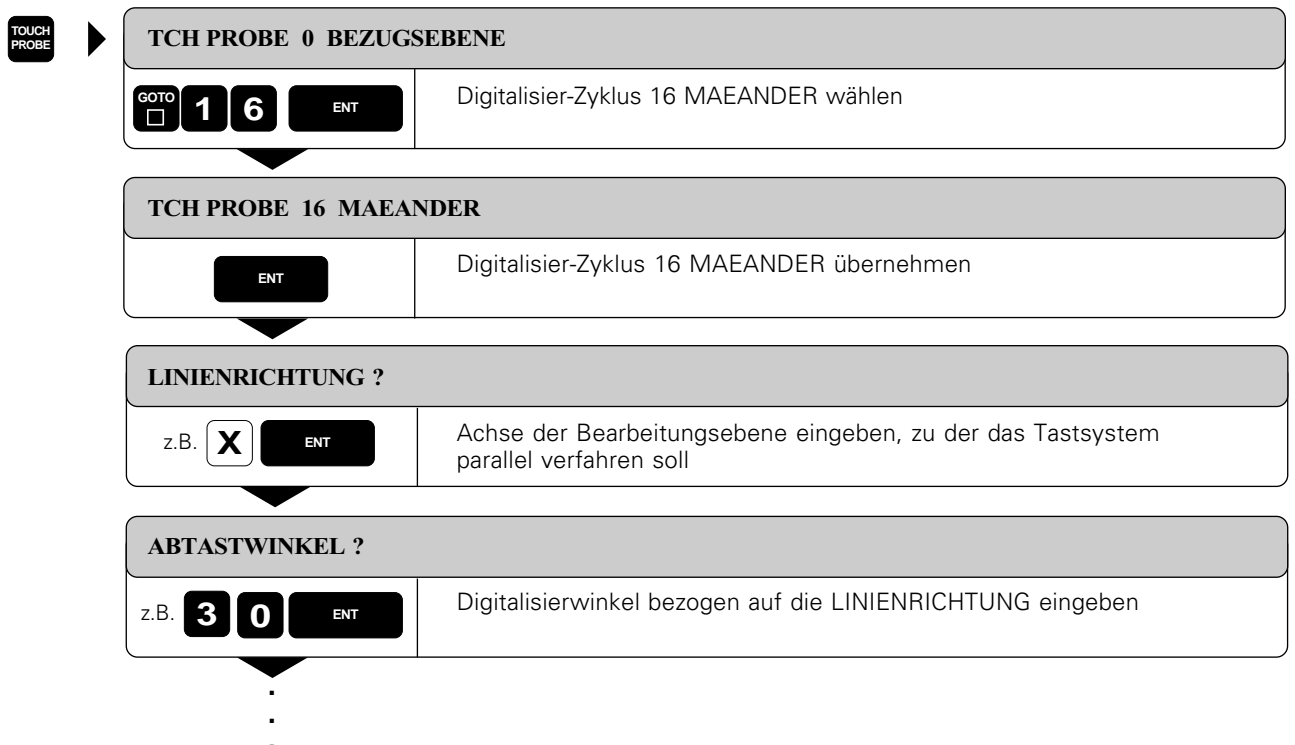
- MIN-Punkt-Koordinaten der Bearbeitungsebene aus Zyklus 5 BEREICH oder aus Zyklus 15 BEREICH (TABELLE), Werkzeugachsen-Koordinate = SICHERE HOEHE
- Startpunkt automatisch anfahren:
zuerst in der Werkzeugachse auf SICHERE HOEHE, dann in der Bearbeitungsebene

Form anfahren

Das Tastsystem fährt in negativer Werkzeugachsen-Richtung auf die Form zu. Die Koordinaten der Position, bei der das Tastsystem die Form berührt, werden gespeichert.

Eingaben

- **LINIENRICHTUNG**
Koordinatenachse der Bearbeitungsebene, in deren positiver Richtung das Tastsystem vom ersten gespeicherten Konturpunkt aus verfährt
- **ABTASTWINKEL**
Verfahrrichtung des Tastsystems bezogen auf die LINIENRICHTUNG
Eingabebereich: -90° bis +90°
- **VORSCHUB F**
Hier legen Sie fest, mit welcher Geschwindigkeit digitalisiert wird.
Eingabebereich: 1 bis 3 000 mm/min
Je größer Sie die Digitalisier-Geschwindigkeit wählen, desto ungenauer werden die gewonnenen Abtastdaten
- **MIN. LINIENABSTAND**
Wird ein kleinerer Wert als der LINIENABSTAND eingegeben, verringert die TNC im Bereich von steilen Konturstücken den Abstand der Zeilen bis zum programmierten Minimum. Damit wird eine gleichmäßige Dichte der erfassten Punkte auch bei stark strukturierten Oberflächen erreicht.
Eingabebereich: 0 bis 20 mm
- **LINIENABSTAND**
Versatz des Tastsystems an den Zeilenenden; Zeilen-Abstand
Eingabebereich: 0 bis 20 mm
- **MAX. PUNKTABSTAND**
Maximaler Abstand zwischen den von der TNC abgespeicherten Punkten. Die TNC berücksichtigt zusätzlich wichtige, die Form des Modells bestimmende Punkt, z.B. an Innenecken.
Eingabebereich: 0.02 bis 20 mm
- **TOLERANZWERT**
Das Speichern von digitalisierten Punkten wird unterdrückt, solange ihr Abstand von einer durch die letzten beiden Abtastpunkte definierten Geraden den Toleranzwert nicht überschreitet. Dadurch wird erreicht, daß bei stark gekrümmten Konturen eine hohe Punktedichte und bei ebenen Konturen möglichst wenig Punkte ausgegeben werden. Bei Eingabe von 0 werden die Punkte im programmierten Punktabstand ausgegeben.
Eingabebereich: 0 bis 0.9999 mm

TCH PROBE 16.0 programmieren

⋮

VORSCHUB ?	F=
z.B. 1 0 0 0 ENT	Digitalisierervorschub eingeben, z.B. 1000 mm/min
▼	
MIN. LINIENABSTAND ?	
z.B. 0 . 2 ENT	Minimalen Linienabstand eingeben, z.B. 0.2 mm
▼	
LINIENABSTAND ?	
z.B. 0 . 5 ENT	Maximalen Linienabstand eingeben, z.B. 0.5 mm
▼	
MAX PUNKTABSTAND ?	
z.B. 0 . 5 ENT	Maximalen Punktabstand eingeben, z.B. 0.5 mm
▼	
TOLERANZWERT ?	
z.B. 0 . 1 ENT	Durchmesser des Toleranzschlauchs eingeben, z.B. 0.1 mm

NC-Programmsätze:

```
TCH PROBE 16.0 MAEANDER
TCH PROBE 16.1 RICHTUNG: X
WINKEL
TCH PROBE 16.2 F1000 MIN.L.ABST: 0.2
L.ABST: 0.5 P.ABST: 0.5 TOL: 0.1
```



Im Programm muß vor dem Digitalisierzyklus !6: MAEANDER der Digitalisierzyklus 5: BEREICH oder der Zyklus 15: BEREICH (TABELLE) definiert sein.

Höhenlinien digitalisieren

Mit dem Digitalisier-Zyklus 17 HOEHENLINIEN wird eine 3D-Form stufenweise digitalisiert. Das Digitalisieren in Höhenlinien eignet sich besonders für steile Formen (z.B. Angußbohrungen von Spritzwerkzeugen) oder wenn nur eine einzige Höhenlinie erfasst werden soll (z.B. Umrißlinie einer Kurvenscheibe).

Beim Digitalisiervorgang verfährt das Tastsystem – nachdem der erste Punkt erfasst wurde – auf **konstanter Höhe** um die Form. Wird der erste erfasste Punkt wieder erreicht, erfolgt eine Zustellung um den eingegebenen Linienabstand in positiver oder negativer Richtung der Werkzeugachse. Das Tastsystem verfährt erneut auf konstanter Höhe um das Werkstück bis zum ersten erfassten Punkt auf dieser Höhe. Der Vorgang wiederholt sich, bis der gesamte Bereich digitalisiert ist.

Am Ende des Digitalisiervorgangs fährt das Tastsystem auf die SICHERE HOEHE und den programmierten Startpunkt zurück.

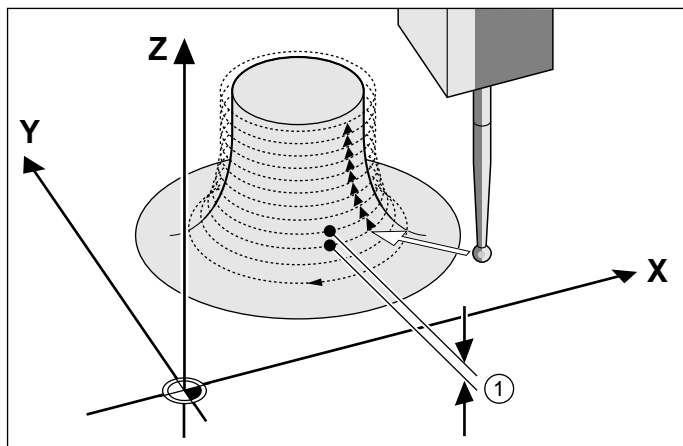


Abb. 9.23 Abtasten einer Form mit Höhenlinien

Einschränkungen für den Abtastbereich

- In der Tastsystem-Achse:
Der definierte BEREICH muß mindestens um den Tastkugel-Radius unter dem höchsten Punkt der 3D-Form liegen.
- In der Bearbeitungsebene:
Der definierte Bereich muß mindestens um den Tastkugel-Radius größer als die 3D-Form sein.

Startpunkt

- Werkzeugachsen-Koordinate des MIN-Punkts aus Zyklus BEREICH oder Zyklus BEREICH (TABELLE) wenn LINIENABSTAND positiv eingegeben,
Werkzeugachsen-Koordinate des MAX-Punkts aus Zyklus BEREICH oder Zyklus BEREICH (TABELLE) wenn LINIENABSTAND negativ eingegeben wurde.
- Koordinaten der Bearbeitungsebene im Zyklus HOEHENLINIEN definiert
- Startpunkt automatisch anfahren:
zuerst in der Werkzeugachse auf SICHERE HOEHE, dann in der Bearbeitungsebene

Form anfahren

Das Tastsystem fährt in der im Zyklus HOEHENLINIEN programmierten Richtung auf die Form zu. Die Koordinaten der Position, bei der das Tastsystem die Form berührt, werden gespeichert.

Eingaben

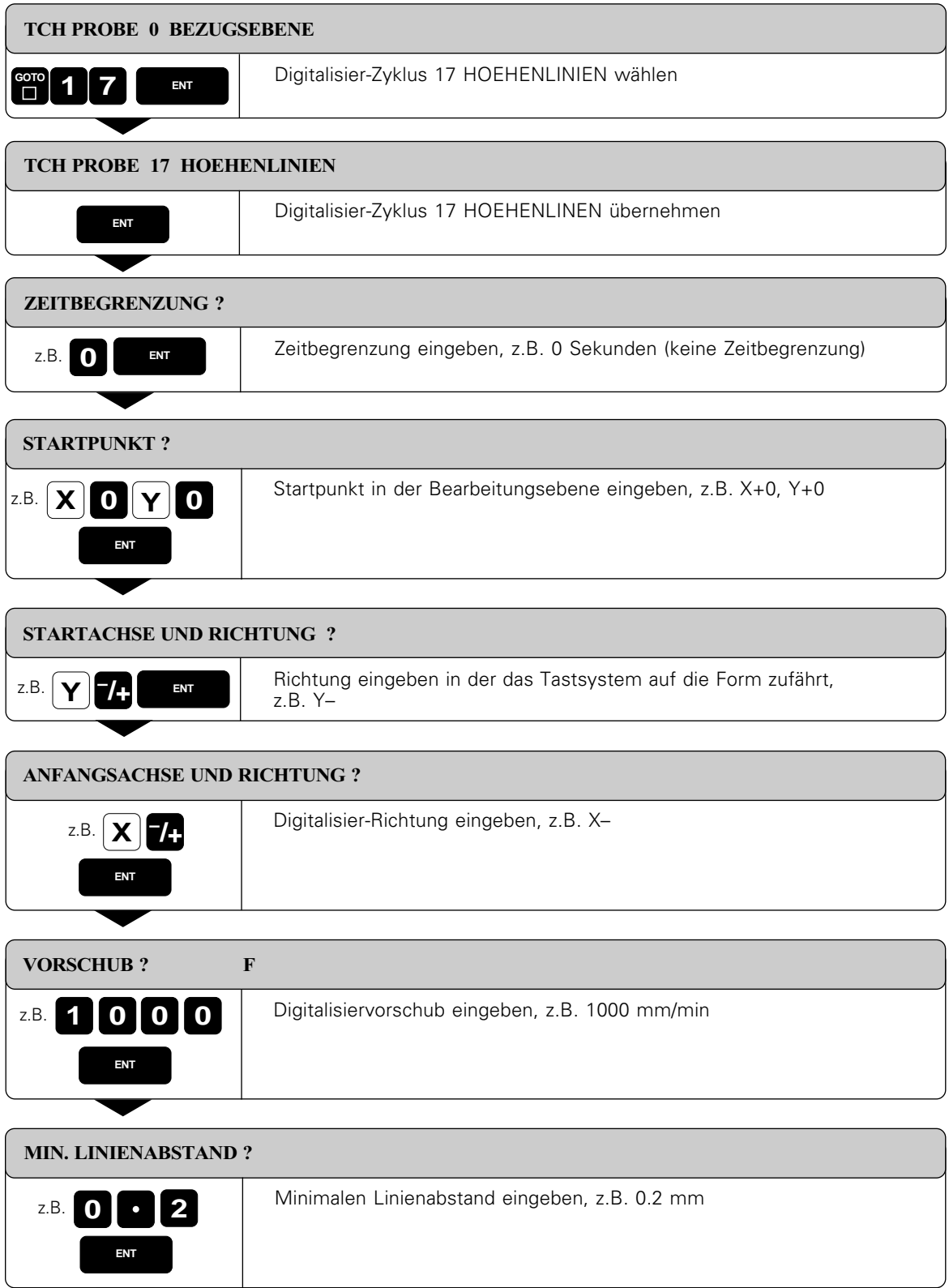
- **ZEITBEGRENZUNG**
Zeit, innerhalb der das Tastsystem den ersten Antastpunkt einer Höhenlinie nach einem Umlauf erreichen muß. In MP 6390 wird festgelegt wie genau der erste Antastpunkt wieder erreicht werden muß (siehe S.12-5).
Die TNC bricht den Digitalisier-Zyklus ab, falls die eingegebene Zeit überschritten wird.
Eingabebereich: 0 bis 7200 Sekunden
Keine Zeitbegrenzung falls 0 eingegeben wird
- **STARTPUNKT**
Koordinaten des Startpunkts in der Bearbeitungsebene
- **STARTACHSE UND RICHTUNG**
Koordinaten-Achse und -Richtung, auf der das Tastsystem die Form anfährt
- **ANFANGSACHSE UND RICHTUNG**
Koordinaten-Achse und -Richtung, auf der das Tastsystem die Form während des Digitalisierens umfährt.
Mit der Digitalisier-Richtung legen Sie bereits fest, ob die nachfolgende Fräsbearbeitung im Gleich- oder Gegenlauf durchgeführt wird
- **VORSCHUB F**
Hier legen Sie fest, mit welcher Geschwindigkeit digitalisiert wird.
Eingabebereich: 0 bis 3000 mm/min
Je größer Sie die Digitalisier-Geschwindigkeit wählen, desto ungenauer werden die Abtastdaten
- **MIN. LINIENABSTAND**
Wird ein kleinerer Wert als der LINIENABSTAND eingegeben, verringert die TNC im Bereich von steilen Konturstücken den Abstand der Zeilen bis zum programmierten Minimum. Damit wird eine gleichmäßige Dichte der erfassten Punkte auch bei stark strukturierten Oberflächen erreicht.
Eingabebereich: 0 bis 20 mm
- **LINIENABSTAND UND RICHTUNG**
Versatz des Tastsystems, wenn es den Anfangspunkt einer Höhenlinie wieder erreicht; das Vorzeichen legt die Richtung fest, in welche das Tastsystem versetzt wird.
Eingabebereich: -20 bis +20 mm



Wenn Sie nur eine einzige Höhenlinie digitalisieren wollen, dann geben Sie für den MIN. LINIENABSTAND und den LINIENABSTAND 0 ein.

- **MAX. PUNKTABSTAND**
Maximaler Abstand zwischen den von der TNC abgespeicherten Punkten. Die TNC berücksichtigt zusätzlich wichtige, die Form des Modells bestimmende Punkt, z.B. an Innenecken.
Eingabebereich: 0.02 bis 20 mm
- **TOLERANZWERT**
Das Speichern von digitalisierten Punkten wird unterdrückt, solange ihr Abstand von einer durch die letzten beiden Abtastpunkte definierten Geraden den Toleranzwert nicht überschreitet. Dadurch wird erreicht, daß bei stark gekrümmten Konturen eine hohe Punktedichte und bei ebenen Konturen möglichst wenig Punkte ausgegeben werden. Bei Eingabe von 0 werden die Punkte im programmierten Punktabstand ausgegeben.
Eingabebereich: 0 bis 0.9999 mm

TCH PROBE 17.0 programmieren



⋮



⋮

LINIENABSTAND UND RICHTUNG ?	
z.B. 0 . 5 <div style="text-align: center; margin-top: 5px;">ENT</div>	Maximalen Linienabstand und Richtung des Versatz eingeben, z.B. +0.5 mm
▼	
MAX. PUNKTABSTAND ?	
z.B. 0 . 5 <div style="text-align: center; margin-top: 5px;">ENT</div>	Maximalen Punktabstand eingeben, z.B. 0.5 mm
▼	
TOLERANZWERT ?	
z.B. 0 . 1 <div style="text-align: center; margin-top: 5px;">ENT</div>	Durchmesser des Toleranzschlauchs eingeben, z.B. 0.1 mm

NC-Programmsätze:

```

TCH PROBE 17.0 HOEHENLINIEN
TCH PROBE 17.1 ZEIT: 0 X+0 Y+0
TCH PROBE 17.2 ANFAHRFOLGE: Y- / X-
TCH PROBE 17.3 F1000
  MIN.L.ABST: 0.2 L.ABST: 0.5
  P.ABST: 0.5 TOL: 0.1
  
```



Im Programm muß vor dem Digitalisierzyklus 17: HOEHENLINIEN der Digitalisierzyklus 5: BEREICH oder der Zyklus 15: BEREICH (TABELLE) definiert sein.

Zeilenweises Digitalisieren

Mit dem Digitalisier-Zyklus 18 ZEILE wird eine 3D-Form zeilenweise digitalisiert. Dieses Verfahren wird hauptsächlich eingesetzt wenn Sie mit einer Drehachse digitalisieren (siehe S. 9-39).

Beim Digitalisiervorgang verfährt das Tastsystem in positiver Richtung einer wählbaren Achse der Bearbeitungsebene bis zur Bereichsgrenze. Anschließend fährt es auf die SICHERE HOEHE und im Eilgang zurück zum Anfang der nächsten Zeile. Dort fährt das Tastsystem im Eilgang in negativer Werkzeugachsen-Richtung bis zur HOEHE FUER VORSCHUB-REDUZIERUNG und ab dieser Höhe im Antastvorschub, bis die 3D-Form berührt wird. Der Vorgang wiederholt sich, bis der gesamte Bereich abgetastet ist.

Am Ende des Digitalisier-Vorgangs fährt das Tastsystem auf die SICHERE HOEHE zurück.

Startpunkt

- MIN-Punkt-Koordinaten der Bearbeitungsebene aus Zyklus 5 Bereich oder Zyklus 15 BEREICH (TABELLE), Werkzeugachsen-Koordinate = SICHERE HOEHE
- Startpunkt automatisch anfahren: zuerst in der Werkzeugachse auf SICHERE HOEHE, dann in der Bearbeitungsebene

Form anfahren

Das Tastsystem fährt in negativer Werkzeugachsen-Richtung auf die Form zu. Die Koordinaten der Position, bei der das Tastsystem die Form berührt, werden gespeichert.

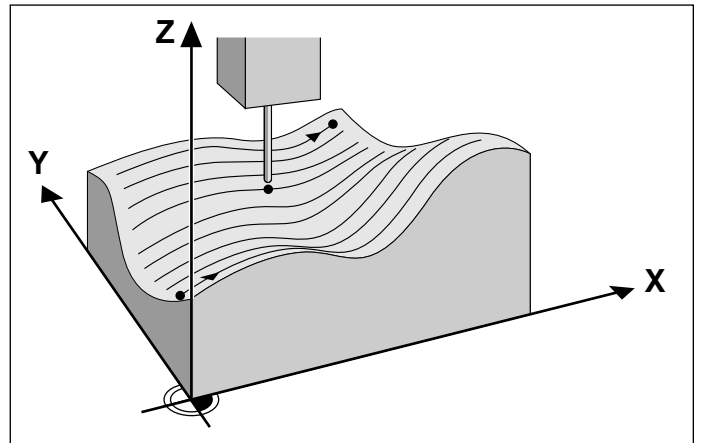


Abb. 9.24 Zeilenweises Abtasten der 3D-Form

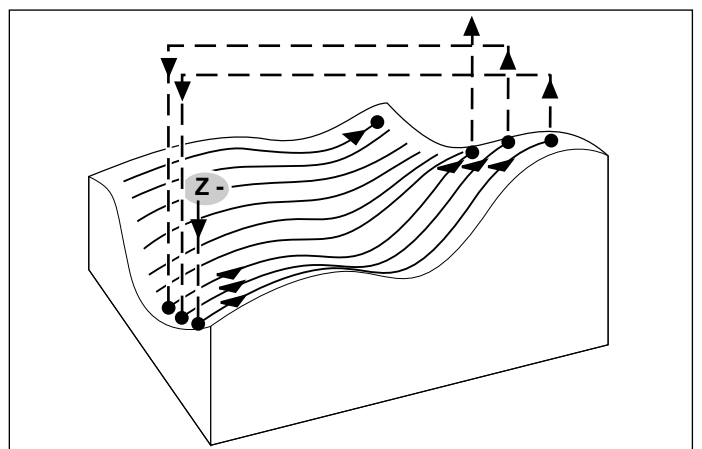
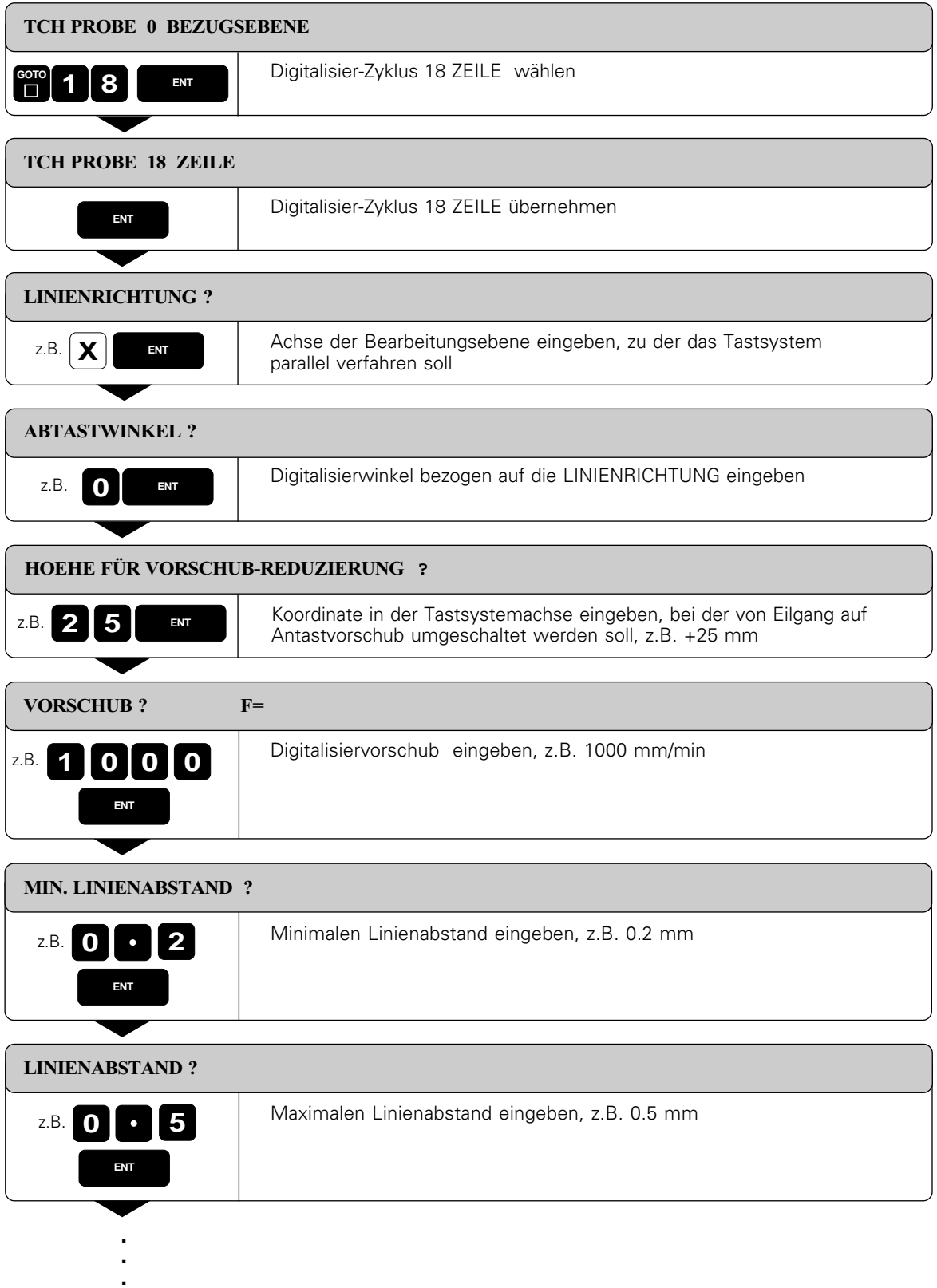


Abb. 9.25 Verfahrensweise beim zeilenweisen Abtasten

Eingaben

- **ZEILENRICHTUNG**
Koordinatenachse der Bearbeitungsebene zu der das Tastsystem parallel verfährt.
Mit der Digitalisier-Richtung legen Sie bereits fest, ob die nachfolgende Fräsbearbeitung im Gleich- oder Gegenlauf durchgeführt wird.
- **ABTASTWINKEL**
Verfahrrichtung des Tastsystems bezogen auf die ZEILENRICHTUNG.
Durch Kombination von ZEILENRICHTUNG und ABTASTWINKEL können Sie die Digitalisier-Richtung beliebig festlegen.
Eingabebereich: -90° bis +90°
- **HOEHE FUER VORSCHUB-REDUZIERUNG**
Koordinate in der Werkzeugachse, bei der an jedem Zeilenanfang vom Eilgang auf den Antast-Vorschub umgeschaltet wird.
Eingabebereich: -99999.9999 bis +99999.9999
- **VORSCHUB F**
Hier legen Sie fest, mit welcher Geschwindigkeit digitalisiert wird.
Eingabebereich: 1 bis 3 000 mm/min
Je größer Sie die Digitalisier-Geschwindigkeit wählen, desto ungenauer werden die gewonnenen Abtastdaten
- **MIN. LINIENABSTAND**
Wird ein kleinerer Wert als der LINIENABSTAND eingegeben, verringert die TNC im Bereich von steilen Konturstücken den Abstand der Zeilen bis zum programmierten Minimum. Damit wird eine gleichmäßige Dichte der erfassten Punkte auch bei stark strukturierten Oberflächen erreicht.
Eingabebereich: 0 bis 20 mm
- **LINIENABSTAND**
Versatz des Tastsystems an den Zeilenenden; Zeilen-Abstand
Eingabebereich: 0 bis 20 mm
- **MAX. PUNKTABSTAND**
Maximaler Abstand zwischen den von der TNC abgespeicherten Punkten.
Eingabebereich: 0.02 bis 20 mm
- **TOLERANZWERT**
Das Speichern von digitalisierten Punkten wird unterdrückt, solange ihr Abstand von einer durch die letzten beiden Abtastpunkte definierten Geraden den Toleranzwert nicht überschreitet. Dadurch wird erreicht, daß bei stark gekrümmten Konturen eine hohe Punktedichte und bei ebenen Konturen möglichst wenig Punkte ausgegeben werden. Bei Eingabe von 0 werden die Punkte im programmierten Punktabstand ausgegeben.
Eingabebereich: 0 bis 0.9999 mm

TCH PROBE 18.0 programmieren



⋮

MAX PUNKTABSTAND ?	
z.B. 0 . 5 <div style="text-align: center; margin-top: 5px;">ENT</div>	Maximalen Punktabstand eingeben, z.B. 0.5 mm
▼	
TOLERANZWERT ?	
z.B. 0 . 1 <div style="text-align: center; margin-top: 5px;">ENT</div>	Durchmesser des Toleranzschlauchs eingeben, z.B. 0.1 mm

NC-Programmsätze:

```
TCH PROBE 18.0 ZEILE
TCH PROBE 18.1 RICHTUNG: X
  WINKEL: 0 HOEHE: 25
TCH PROBE 18.2 F1000
  MIN.L.ABST: 0.2 L.ABST: 0.5
  P.ABST: 0.5 TOL: 0.1
```



Im Programm muß vor dem Digitalisierzyklus !8: ZEILE der Digitalisierzyklus 5: BEREICH oder der Zyklus 15: BEREICH (TABELLE) definiert sein..

Digitalisieren mit Drehachsen

Beim Digitalisieren mit Drehachsen kann ausschließlich der Zyklus 18 ZEILE verwendet werden. Die Drehachse ist als Spaltenachse zu definieren.

Digitalisier-Daten

Die Digitalisier-Daten-Datei enthält Angaben in den im Zyklus BEREICH festgelegten Achsen.
Ein BLK FORM wird nicht mit ausgegeben, da die grafische Darstellung von Drehachsen nicht möglich ist.



Beim Digitalisieren und beim Fräsen muß der Anzeigemodus der Drehachse übereinstimmen (Anzeige reduzieren auf Wert unter 360° oder Anzeige nicht reduzieren).

Zyklus Zeile mit Drehachse

Wird in Eingabeparameter LINIENRICHTUNG eine Linearachse (z.B. X) definiert, schaltet die TNC am Zeilenende die in Zyklus BEREICH festgelegte Drehachse (z.B. A) um L.ABST weiter.

NC-Programmsätze z.B.:

```
TCH PROBE 5.0 BEREICH
TCH PROBE 5.1 PGMNAME: DATRND
TCH PROBE 5.2 Z X+0 A+0 Z+0
TCH PROBE 5.3 X+85 A+270 Z+25
TCH PROBE 5.4 HOEHE: 50
```

```
TCH PROBE 18.0 ZEILE
TCH PROBE 18.1 RICHTUNG: X
WINKEL: 0 HOEHE: 25
TCH PROBE 18.2 F1000
MIN.L.ABST: 0.2 L.ABST: 0.5
P.ABST: 0.5 TOL: 0.1
```

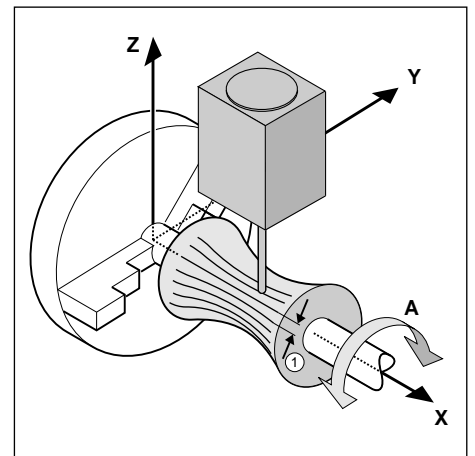


Abb. 9.26: Zeilenförmig Digitalisieren mit Drehachse; Linienrichtung z.B. X, Spaltenrichtung z.B. A; ①: L.ABST

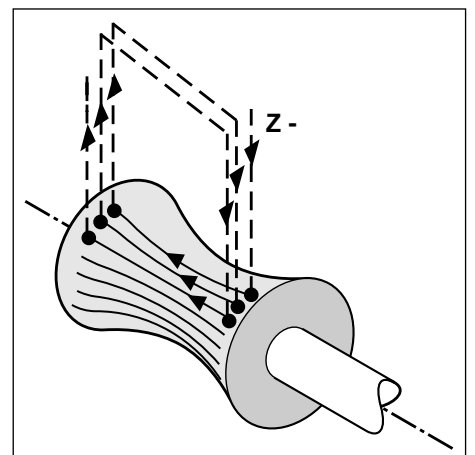


Abb. 9.27: Verfahrensweg beim zeilenförmigen Digitalisieren mit Drehachse

9.5 Digitalisieren mit dem TS 120 (Option)

Mit der Option Digitalisieren erfaßt die TNC 3D-Formen mit dem schaltenden Tastsystem TS 120.

Folgende Komponenten sind zum Digitalisieren erforderlich:

- Schaltendes Tastsystem TS 120
- Softwaremodul „Option Digitalisieren“
- Externer Speicher:
IBM-PC (oder kompatibler PC) mit HEIDENHAIN-Übertragungssoftware TNC.EXE
- Ggf. HEIDENHAIN-Digitalisierdaten-Auswertesoftware SUSAs zur Weiterverarbeitung von Digitalisierdaten, die mit dem Zyklus MAEANDER gewonnen wurden

Zum Digitalisieren mit dem schaltenden Tastsystem TS 120 stehen vier Digitalisier-Zyklen zur Verfügung:

- TCH PROBE 5.0 BEREICH
- TCH PROBE 6.0 MAEANDER
- TCH PROBE 7.0 HOEHENLINIE
- TCH PROBE 8.0 ZEILE



- TNC und Maschine müssen vom Maschinen-Hersteller für den Einsatz des TS 120 vorbereitet sein
- Bevor Sie mit dem Digitalisieren beginnen, muß das Tastsystem kalibriert werden (siehe S. 9-5)
- Falls Sie abwechselnd mit einem schaltenden und einem messenden Tastsystem arbeiten, achten Sie darauf, daß:
 - über MP 6200 das richtige Tastsystem gewählt ist (siehe S. 12-4)
 - das messende und das schaltende Tastsystem nie gleichzeitig an der Steuerung angeschlossen sind.
 Die TNC kann nicht feststellen, welches Tastsystem tatsächlich in der Spindel eingesetzt ist.

Arbeitsweise

Eine 3D-Form wird mit dem Tastsystem Punkt für Punkt in einem wählbaren Raster abgetastet. Die Digitalisierungsgeschwindigkeit liegt dabei zwischen 200 und 800 mm/min (P.ABST 1 mm).

Die erfassten Positionen werden über die Datenschnittstelle ausgegeben. Mit der Schnittstellen-Funktion PRINT (siehe S. 11-6) legen Sie fest, wo die Daten gespeichert werden:

- Programmspeicher der TNC
- Externer Speicher über RS-232-Schnittstelle
- Externer Speicher über RS-422-Schnittstelle



- Die Digitalisier-Zyklen werden für die Hauptachsen X, Y und Z und für die Drehachsen A, B und C programmiert
- Koordinaten-Umrechnungen oder eine Grunddrehung dürfen während des Digitalisierens nicht aktiv sein

Digitalisier-Bereich festlegen

Zur Definition des Digitalisier-Bereichs steht der Zyklus 5 BEREICH zur Verfügung. Der Digitalisier-Bereich wird – wie bei der Rohteil-Definition – als Quader durch Angabe von Minimum- und Maximum-Koordinaten in den drei Hauptachsen X, Y und Z festgelegt.

Eingaben

- PGM NAME DIGITALISIERDATEN ?
Name der Datei, in der die Digitalisier-Daten gespeichert werden
- ACHSE TCH PROBE ?
Tastsystem-Achse eingeben
- MIN-PUNKT BEREICH ?
Minimal-Punkt des Bereichs, in dem digitalisiert wird
- MAX-PUNKT BEREICH ?
Maximal-Punkt des Bereichs, in dem digitalisiert wird
- SICHERE HOEHE ?
Position in der Tastsystem-Achse, in der eine Kollision von Taststift und Form ausgeschlossen ist.

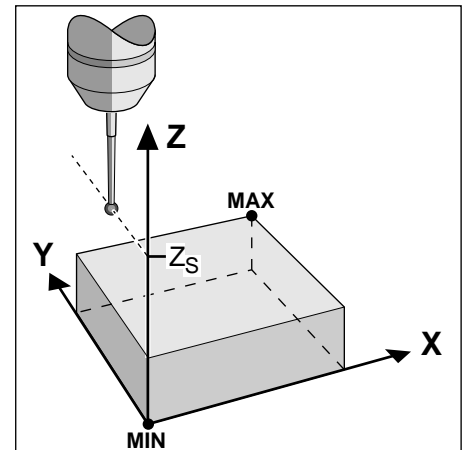


Abb. 9.28: Sichere Höhe und quaderförmiger Digitalisier-Bereich

TCH PROBE 5.0 programmieren

TCH PROBE: 0 BEZUGSEBENE	
	Digitalisier-Zyklus 5 BEREICH wählen
TCH PROBE: 5 BEREICH	
	Digitalisier-Zyklus 5 BEREICH übernehmen
PGM NAME DIGITALISIERDATEN?	
Name der Datei eingeben, in der die Digitalisier-Daten gespeichert werden sollen	
ACHSE TCH PROBE?	
z.B.	Tastsystem-Achse eingeben
MIN-PUNKT BEREICH?	
z.B.	Nacheinander X-, Y- und Z-Koordinate des Bereich-MIN-Punkts eingeben
MAX-PUNKT BEREICH?	
z.B.	Nacheinander X-, Y- und Z-Koordinate des Bereich-MAX-Punkts eingeben
z.B.	
z.B.	
SICHERE HOEHE?	
z.B. 	Sichere Höhe für das Tastsystem eingeben

NC-Programmsätze:

TCH PROBE 5.0 BEREICH
 TCH PROBE 5.1 PGM NAME: DATEN
 TCH PROBE 5.2 Z X+0 Y+0 Z+0
 TCH PROBE 5.3 X+10 Y+10 Z+20
 TCH PROBE 5.4 HOEHE: + 100

Mäanderförmiges Digitalisieren

Mit dem Digitalisier-Zyklus 6 MAEANDER wird eine 3D-Form mäanderförmig digitalisiert. Dieses Verfahren eignet sich besonders für relativ flache Formen. Falls Sie die Digitalisierdaten mit der HEIDENHAIN-Auswertesoftware SUSA weiterverarbeiten, müssen Sie mäanderförmig digitalisieren.

Beim Digitalisiervorgang verfährt das Tastsystem – ausgehend vom MIN-Punkt in der Bearbeitungsebene – in positiver Richtung einer wählbaren Achse der Bearbeitungsebene bis zur Bereichsgrenze. Dort wird das Tastsystem um den Linienabstand versetzt und fährt anschließend auf dieser Zeile wieder zurück. Am anderen Ende der Zeile wird dann das Tastsystem erneut um den Linienabstand versetzt. Der Vorgang wiederholt sich, bis der gesamte Bereich abgetastet ist.

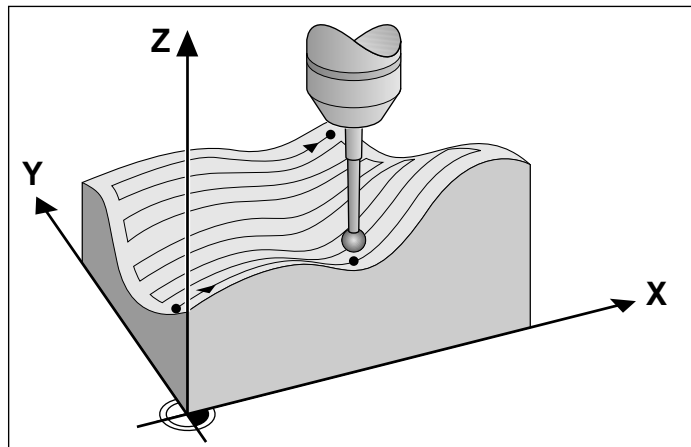


Abb. 9.29: Mäanderförmiges Abtasten einer Zeile der 3D-Form

Am Ende des Digitalisiervorgangs fährt das Tastsystem auf die SICHERE HOEHE zurück.

Startpunkt

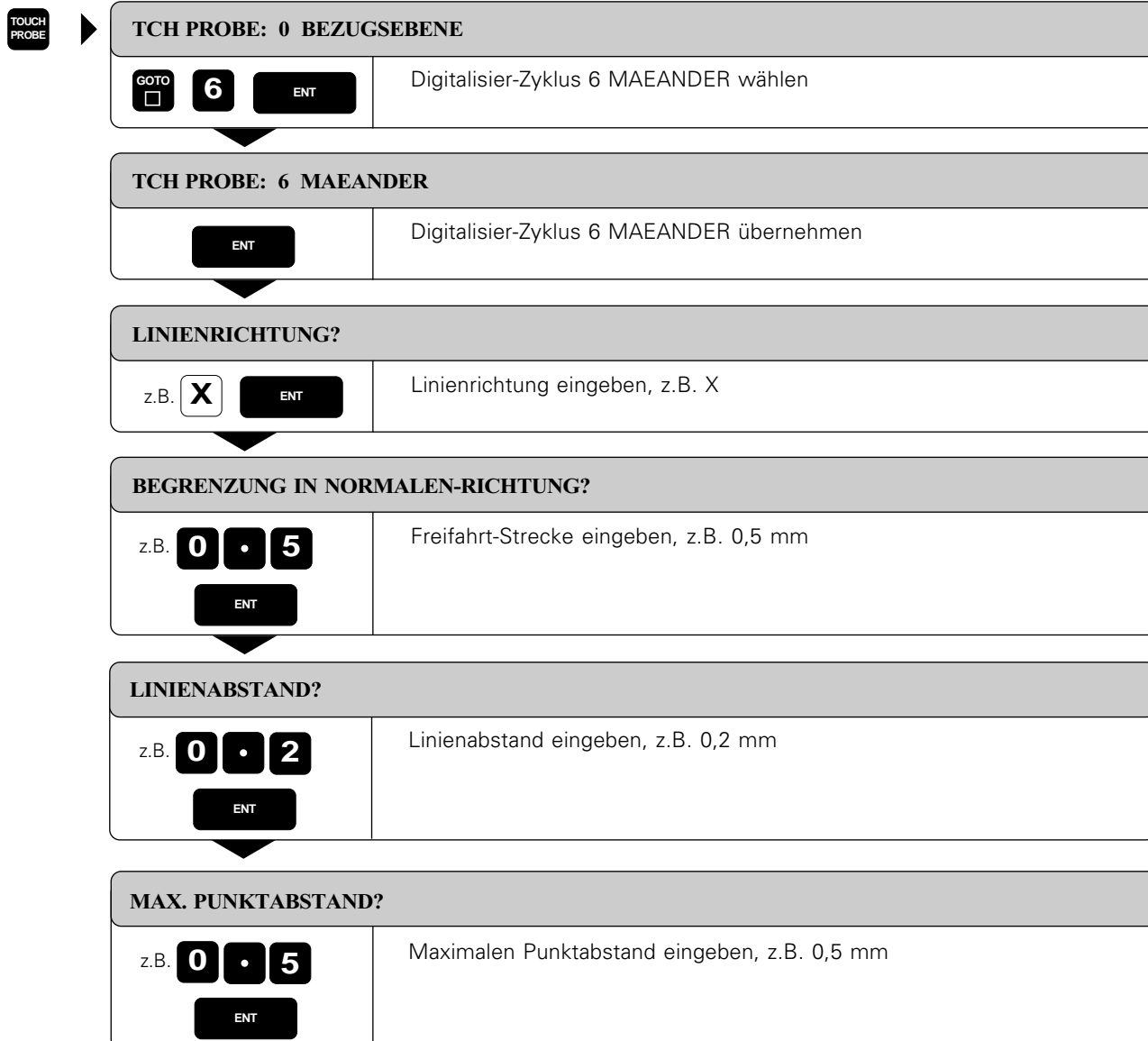
- MIN-Punkt-Koordinaten der Bearbeitungsebene aus Zyklus 5 BEREICH, Werkzeugachsen-Koordinate = SICHERE HOEHE
- Startpunkt automatisch anfahren:
zuerst in der Werkzeugachse auf SICHERE HOEHE, dann in der Bearbeitungsebene

Form anfahren

Das Tastsystem fährt in negativer Werkzeugachsen-Richtung auf die Form zu. Die Koordinaten der Position, bei der das Tastsystem die Form berührt, werden gespeichert.

Eingaben

- LINIENRICHTUNG
Koordinatenachse der Bearbeitungsebene, in deren positiver Richtung das Tastsystem vom ersten gespeicherten Konturpunkt aus verfährt.
- BEGRENZUNG IN NORMALEN-RICHTUNG
Strecke, um die das Tastsystem nach einer Auslenkung freigefahren wird.
Eingabebereich: 0 bis 5 mm
Empfehlung: Eingabewert sollte zwischen 0.5 mal PUNKTABSTAND und PUNKTABSTAND liegen. Je kleiner der Tastkugel-Radius desto größer sollten Sie die BEGRENZUNG IN NORMALEN-RICHTUNG wählen
- LINIENABSTAND
Versatz des Tastsystems an den Zeilenenden; Zeilen-Abstand
Eingabebereich: 0 bis 5 mm
- MAX. PUNKTABSTAND
Maximaler Abstand zwischen den von der TNC abgespeicherten Punkten.
Eingabebereich: 0.02 bis 5 mm

TCH PROBE 6.0 programmieren

NC-Programmsätze:

TCH PROBE 6.0 MAEANDER
 TCH PROBE 6.1 RICHTUNG: X
 TCH PROBE 6.2 HUB: 0.5 L.ABST: 0.2
 P.ABST: 0.5



Im Programm muß vor dem Digitalisierzyklus 6: MAEANDER der Digitalisierzyklus 5: BEREICH definiert sein.

Höhenlinien digitalisieren

Mit dem Digitalisier-Zyklus 7 HOEHENLINIEN wird eine 3D-Form stufenweise digitalisiert. Das Digitalisieren in Höhenlinien eignet sich besonders für steile Formen (z.B. Angußbohrungen von Spritzwerkzeugen) oder wenn nur eine einzige Höhenlinie erfasst werden soll (z.B. Umrißlinie einer Kurvenscheibe).

Beim Digitalisiervorgang verfährt das Tastsystem – nachdem der erste Punkt erfasst wurde – auf **konstanter Höhe** um die Form. Wird der erste erfasste Punkt wieder erreicht, erfolgt eine Zustellung um den eingegebenen Linienabstand in positiver oder negativer Richtung der Werkzeugachse. Das Tastsystem verfährt erneut auf konstanter Höhe um das Werkstück bis zum ersten erfassten Punkt auf dieser Höhe. Der Vorgang wiederholt sich, bis der gesamte Bereich digitalisiert ist.

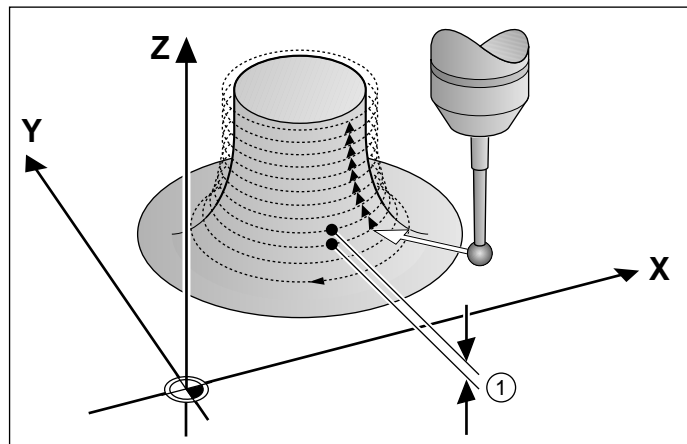


Abb. 9.30: Digitalisieren mit dem Zyklus HOEHENLINIEN; ① = L.ABST

Am Ende des Digitalisiervorgangs fährt das Tastsystem auf die SICHERE HOEHE und den programmierten Startpunkt zurück.

Einschränkungen für den Abtastbereich

- In der Tastsystem-Achse:
Der definierte BEREICH muß mindestens um den Tastkugel-Radius unter dem höchsten Punkt der 3D-Form liegen.
- In der Bearbeitungsebene:
Der definierte Bereich muß mindestens um den Tastkugel-Radius größer als die 3D-Form sein.

Startpunkt

- Werkzeugachsen-Koordinate des MIN-Punkts aus Zyklus BEREICH wenn LINIENABSTAND positiv eingegeben, Werkzeugachsen-Koordinate des MAX-Punkts aus Zyklus BEREICH wenn LINIENABSTAND negativ eingegeben wurde.
- Koordinaten der Bearbeitungsebene im Zyklus HOEHENLINIEN definiert
- Startpunkt automatisch anfahren:
zuerst in der Werkzeugachse auf SICHERE HOEHE, dann in der Bearbeitungsebene

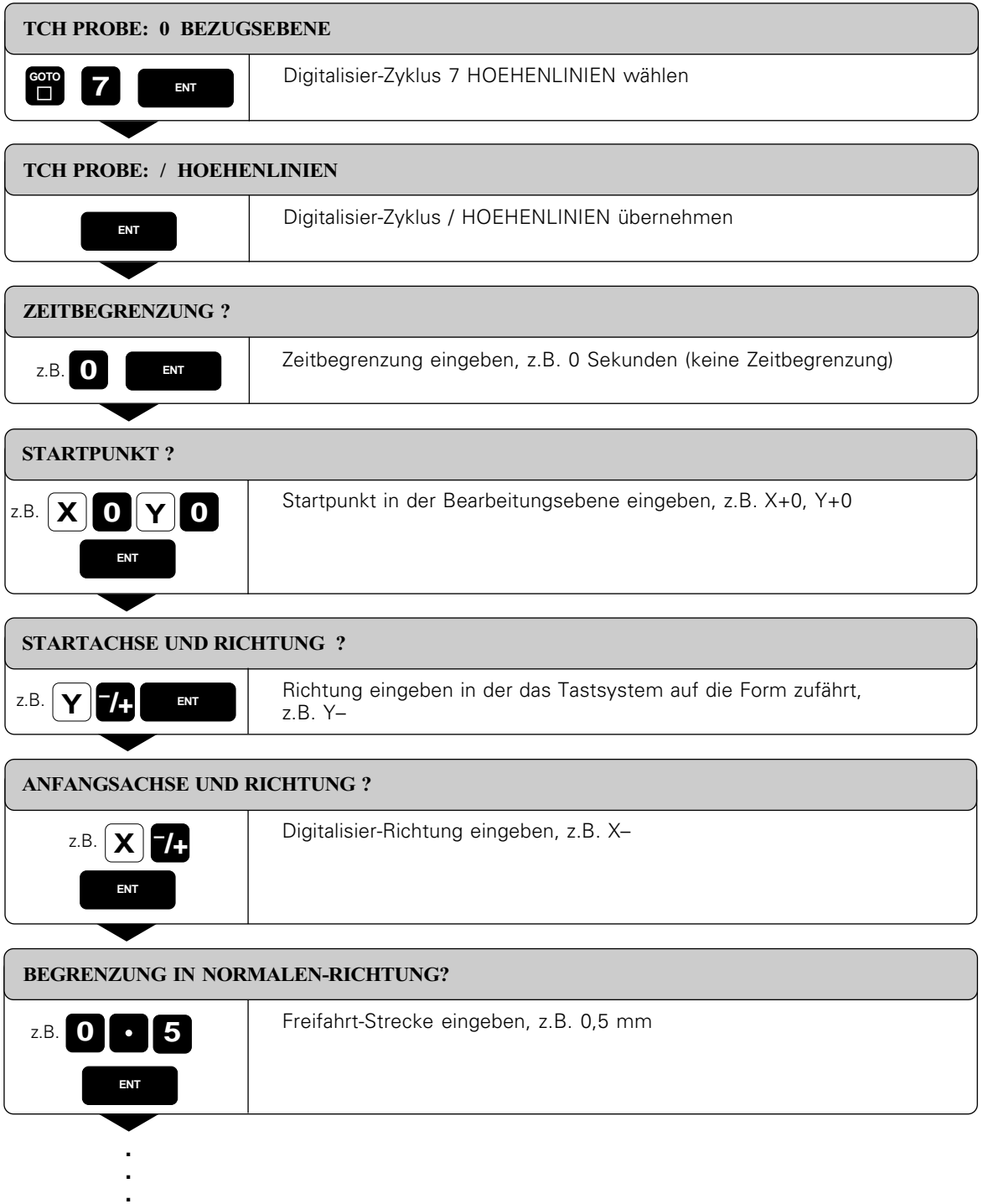
Form anfahren

Das Tastsystem fährt in der im Zyklus HOEHENLINIEN programmierten Richtung auf die Form zu. Die Koordinaten der Position, bei der das Tastsystem die Form berührt, werden gespeichert.

Eingaben

- **ZEITBEGRENZUNG**
Zeit, innerhalb der sich das Tastsystem dem ersten Antastpunkt bis auf ein Viertel des programmierten Punktabstands nach einem Umlauf wieder nähern muß.
Die TNC bricht den Digitalisier-Zyklus ab, wenn die eingegebene Zeit überschritten wird.
Eingabebereich: 0 bis 7200 Sekunden
Keine Zeitbegrenzung, falls 0 eingegeben wird
- **STARTPUNKT**
Koordinaten des Startpunkts in der Bearbeitungsebene
- **STARTACHSE UND RICHTUNG**
Koordinaten-Achse und -Richtung, auf der das Tastsystem die Form anfährt
- **ANFANGSACHSE UND RICHTUNG**
Koordinaten-Achse und -Richtung, auf der das Tastsystem die Form während des Digitalisier-Vorgangs umfährt.
Mit der Digitalisier-Richtung legen Sie bereits fest, ob die nachfolgende Fräsbearbeitung im Gleich- oder Gegenlauf durchgeführt wird
- **BEGRENZUNG IN NORMALEN-RICHTUNG**
Strecke, um die das Tastsystem nach einer Auslenkung freigefahren wird.
Eingabebereich: 0 bis 5 mm
Empfehlung: Eingabewert sollte zwischen 0.5 mal PUNKTABSTAND und PUNKTABSTAND liegen. Je kleiner der Tastkugel-Radius desto größer sollten Sie die BEGRENZUNG IN NORMALEN-RICHTUNG wählen
- **LINIENABSTAND UND RICHTUNG**
Versatz des Tastsystems, wenn es den Anfangspunkt einer Höhenlinie wieder erreicht; das Vorzeichen legt die Richtung fest, in welche das Tastsystem versetzt wird.
Eingabebereich: -5 bis +5mm
- **MAX. PUNKTABSTAND**
Maximaler Abstand zwischen den von der TNC abgespeicherten Punkten.
Eingabebereich: 0.02 bis 5mm

TCH PROBE 7.0 programmieren



⋮

LINIENABSTAND UND RICHTUNG ?	
z.B. 0 . 2 <div style="text-align: center; margin-top: 5px;">ENT</div>	Linienabstand UND Richtung des Versatzes eingeben, z.B. +0,2 mm
MAX. PUNKTABSTAND?	
z.B. 0 . 5 <div style="text-align: center; margin-top: 5px;">ENT</div>	Maximalen Punktabstand eingeben, z.B. 0,5 mm

NC-Programmsätze:

```
TCH PROBE 7.0 HOEHENLINIEN
TCH PROBE 7.1 ZEIT: 0 X+0 Y+0
TCH PROBE 7.2 ANFAHRFOLGE: Y- / X-
TCH PROBE 7.2 HUB: 0.5 L.ABST: +0.2
P.ABST: 0.5
```



Im Programm muß vor dem Digitalisierzyklus 7: HOEHENLINIEN der Digitalisierzyklus 5: BEREICH definiert sein.

Aus den Digitalisier-Daten erzeugt die TNC ein ausführbares Bearbeitungsprogramm.
Der Programm-Name wird im Digitalisier-Zyklus BEREICH eingegeben.

Bei der Ausführung des Programms bestimmt der Werkzeug-Radius die Form der bearbeiteten Kontur.

Werkzeug-Radius entsprechend wirksamem Taststift-Radius

Das Programm ist ohne Veränderungen ausführbar.
Die digitalisierte Form wird wieder reproduziert.

Werkzeug-Radius weicht vom wirksamen Taststift-Radius ab

Es entsteht eine kleinere Form oder eine Form mit Aufmaß.

Zeilenweises Digitalisieren

Mit dem Digitalisier-Zyklus 8 ZEILE wird eine 3D-Form zeilenweise digitalisiert. Dieses Verfahren eignet sich besonders für relativ flache Teile, die ohne Digitalisierdaten-Auswertung abgearbeitet werden sollen.

Beim Digitalisiervorgang verfährt das Tastsystem in positiver oder negativer Richtung einer wählbaren Achse der Bearbeitungsebene bis zur Bereichsgrenze. Anschließend fährt es auf die SICHERE HOEHE und im Eilgang zurück zum Anfang der nächsten Zeile. Dort fährt das Tastsystem im Eilgang in negativer Werkzeugachsen-Richtung bis zur HOEHE FUER VORSCHUB-REDUZIERUNG und ab dieser Höhe im Antastvorschub, bis die 3D-Form berührt wird. Der Vorgang wiederholt sich, bis der gesamte Bereich abgetastet ist.

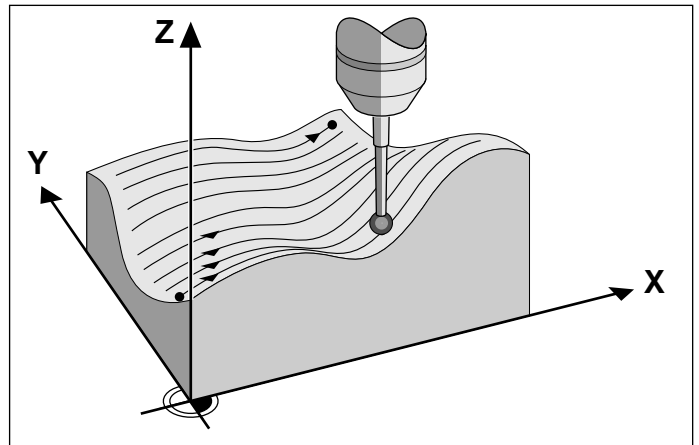


Abb. 9.31 Zeilenweises Abtasten der 3D-Form

Am Ende des Digitalisier-Vorgangs fährt das Tastsystem auf die SICHERE HOEHE zurück.

Startpunkt

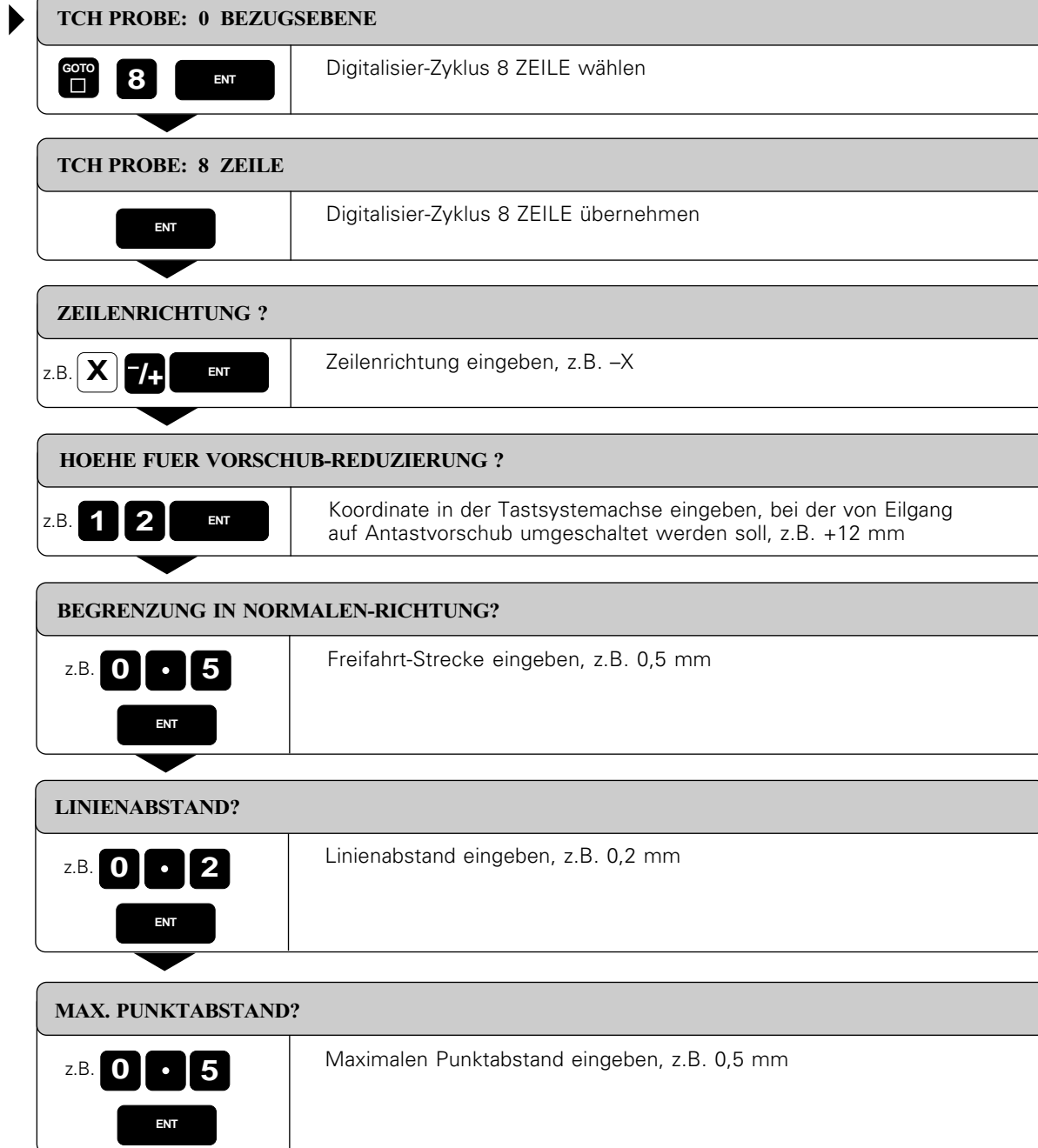
- Positive oder negative Bereichsgrenze der programmierten Linienrichtung (abhängig von der Digitalisierrichtung)
- MIN-Punkt-Koordinate aus Zyklus 5 BEREICH der programmierten Spaltenrichtung
- Werkzeugachsen-Koordinate = SICHERE HOEHE

Form anfahren

Das Tastsystem fährt in negativer Werkzeugachsen-Richtung auf die Form zu. Die Koordinaten der Position, bei der das Tastsystem die Form berührt, werden gespeichert.

Eingaben

- ZEILENRICHTUNG
Koordinatenachse der Bearbeitungsebene zu der das Tastsystem parallel verfährt. Das Vorzeichen bestimmt den Startpunkt und die Richtung während des Digitalisierens.
Mit der Digitalisier-Richtung legen Sie bereits fest, ob die nachfolgende Fräsbearbeitung im Gleich- oder Gegenlauf durchgeführt wird.
- HOEHE FUER VORSCHUB-REDUZIERUNG
Koordinate in der Werkzeugachse, bei der an jedem Zeilenanfang vom Eilgang auf den Antast-Vorschub umgeschaltet wird.
Eingabebereich: -99999.9999 bis +99999.9999
- BEGRENZUNG IN NORMALEN-RICHTUNG
Strecke, um die das Tastsystem nach einer Auslenkung freigefahren wird.
Eingabebereich: 0 bis 5 mm
Empfehlung: Eingabewert sollte zwischen 0.5 mal PUNKTABSTAND und PUNKTABSTAND liegen. Je kleiner der Tastkugel-Radius desto größer sollten Sie die BEGRENZUNG IN NORMALEN-RICHTUNG wählen
- LINIENABSTAND
Versatz des Tastsystems an den Zeilenenden; Zeilen-Abstand
Eingabebereich: 0 bis 5 mm
- MAX. PUNKTABSTAND
Maximaler Abstand zwischen den von der TNC abgespeicherten Punkten.
Eingabebereich: 0.02 bis 5 mm

TCH PROBE 8.0 programmierenTOUCH
PROBE

NC-Programmsätze:

TCH PROBE 8.0 ZEILE
 TCH PROBE 8.1 RICHTUNG: X-
 TCH PROBE 8.2 HUB: 0.5 L.ABST: 0.2
 P.ABST: 0.5



Im Programm muß vor dem Digitalisierzyklus 8: ZEILE der Digitalisierzyklus 5: BEREICH definiert sein.

Digitalisieren mit Drehachsen

Beim Digitalisieren mit Drehachsen kann mäanderförmig (Zyklus 6), zeilenförmig (Zyklus 8) oder mit Höhenlinien (Zyklus 7) digitalisiert werden. Unabhängig vom verwendeten Digitalisierzyklus muß im Zyklus BEREICH die entsprechende Drehachse eingegeben werden. Die TNC interpretiert diese Drehachsen-Werte als Gradzahlen.

Digitalisier-Daten

Die Digitalisier-Daten-Datei enthält Angaben in den im Zyklus BEREICH festgelegten Achsen.
Ein BLK FORM wird nicht mit ausgegeben, da die grafische Darstellung von Drehachsen nicht möglich ist.



Beim Digitalisieren und beim Fräsen muß der Anzeigemodus der Drehachse übereinstimmen (Anzeige reduzieren auf Wert unter 360° oder Anzeige nicht reduzieren).

Zyklus MAEANDER mit Drehachse

Wird in Eingabeparameter LINIENRICHTUNG eine Linearachse (z.B. X) definiert, schaltet die TNC am Zeilenende die in Zyklus BEREICH festgelegte Drehachse (z.B. A) um L.ABST weiter. Das Tastsystem schwingt dann z.B. in der Z/X-Ebene.

Wird als Linienrichtung eine Drehachse (z.B. A) definiert, schaltet die TNC am Zeilenende die im Zyklus BEREICH festgelegte Linearachse (z.B. X) um L.ABST weiter. Das Tastsystem schwingt dann z.B. in der Z/A-Ebene.

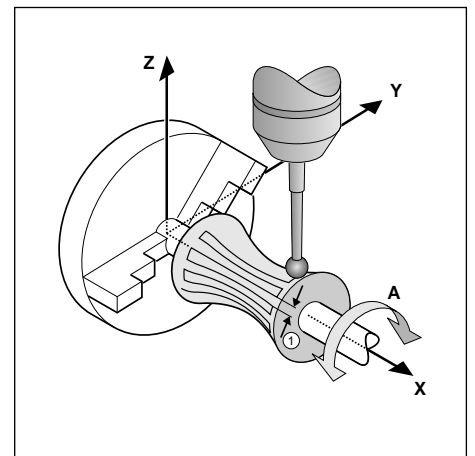


Abb. 9.32: Zeilenförmig Digitalisieren mit Drehachse; Linienrichtung z.B. X;
①: L.ABST

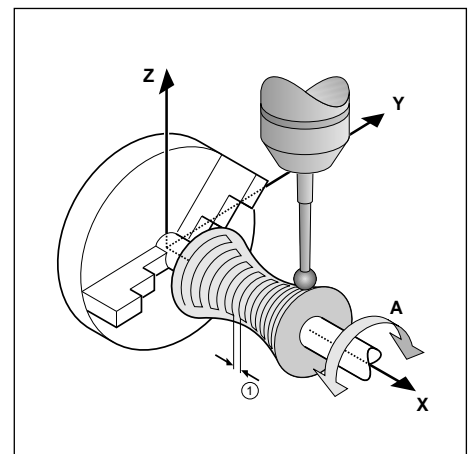


Abb. 9.33: Zeilenförmig Digitalisieren mit Drehachse; Linienrichtung z.B. A;
①: L.ABST

NC-Programmsätze z.B.:

```
TCH PROBE 5.0 BEREICH
TCH PROBE 5.1 PGMNAME: DATRND
TCH PROBE 5.2 Z X+0 A+0 Z+0
TCH PROBE 5.3 X+85 A+270 Z+65
TCH PROBE 5.4 HOEHE: 50
```

```
TCH PROBE 6.0 MAEANDER
TCH PROBE 6.1 RICHTUNG A A-Achse wird als Zeilenrichtung
festgelegt (Bild 9.7)
TCH PROBE 6.2 HUB: 0,3 L.ABST: 0,5 P.ABST: 0,5
```

HOEHENLINIEN mit Drehachse

Im Zyklus ist der Startpunkt in einer Linearachse (z.B. X) und einer Drehachse (z.B. C) festzulegen. Ebenso ist die Anfahrfolge entsprechend zu definieren. Das Tastsystem schwingt dann z.B. in der X/C-Ebene. Dieses Verfahren eignet sich auch für Maschinen, die nur zwei Linearachsen (z.B. Z/X) und eine Rundachse (z.B. C) zur Verfügung haben.

NC-Programmsätze z.B.:

```
TCH PROBE 5.0 BEREICH
TCH PROBE 5.1 PGMNAME: DATH
TCH PROBE 5.2 Z X-50 C+0 Z+0
TCH PROBE 5.3 X+50 C+360 Z+85
TCH PROBE 5.4 HOEHE: 50
```

```
TCH PROBE 7.0 HOEHENLINIEN
TCH PROBE 7.1 ZEIT: 250 X+80 C+0
TCH PROBE 7.2 ANFAHRFOLGE X-/C+
TCH PROBE 7.3 HUB 0,3 L.ABST: -0,5 P.ABST: 0,5
```

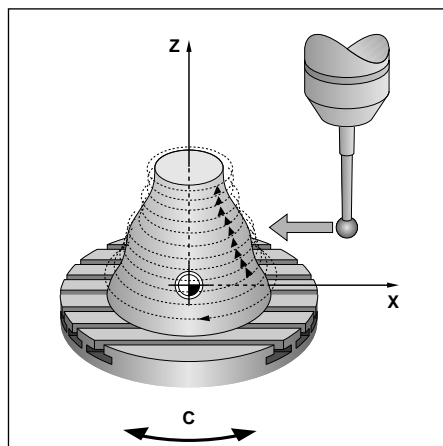


Abb. 9.34: Zeilenförmig Digitalisieren mit Rundachse; Linienrichtung z.B. C; ①: L.ABST



Die in der ANFAHRFOLGE festgelegte Drehrichtung der Drehachse gilt für alle Höhenlinien (Zeilen). Dadurch wird die anschließende Fräsbearbeitung konstant im Gleich- oder Gegenlauf durchgeführt.

9.6 Digitalisier-Daten in einem Bearbeitungsprogramm verwenden

Schema eines Programms mit Digitalisier-Daten aus Zyklus HOEHENLINIEN

```

0 BEGIN PGM DATEN MM ..... Programm-Name DATEN.H im Zyklus BEREICH festgelegt
1 BLK FORM 0.1 Z X-40 Y-20 Z+0
2 BLK FORM 0.2 X+40 Y+40 Z+7
3 L Z+40 FMAX ..... Sichere Höhe anfahren
4 L X+0 Y-25 FMAX ..... Startpunkt in X, Y
5 L Z+7 ..... Starthöhe Z abhängig vom Vorzeichen des Linienabstands
6 L X+2.005 Y-12, 561 ..... 1. digitalisierte Position
7 L X+2.025 Y-12, 375 ..... 2. digitalisierte Position

L X+2.005 Y-12.560 ..... Höhenlinie vollständig digitalisiert: 1. digitalisierte Position
wieder erreicht

L Z+0.5 X+0 Y-10.423 ..... 1. digitalisierte Position auf der neuen Höhenlinie

L X+2,005 Y-12,558 ..... Letzte digitalisierte Position

L X+0 Y-25 FMAX ..... Zurück auf Startpunkt X, Y
L Z+40 FMAX ..... Zurück auf sichere Höhe
END PGM DATEN MM ..... Programm-Ende

```

Erklärungen zum Programm:

- Der Tastsystem-Vorschub beim Anfahren des Start- und Endpunkts ist in Maschinen-Parametern für das Tastsystem festgelegt.
- Das Programm kann beliebig lang sein, solange der externe Speicher groß genug ist.
- Das Tastsystem fährt auf der Kontur zur nächsten Höhenlinie.
- Die TNC kennzeichnet automatisch Programm-Beginn und -Ende für die Daten-Übertragung.

Digitalisier-Daten-Programm ausführen

Das Digitalisier-Daten-Programm wird von einem anderen Programm aufgerufen, in dem folgende Angaben stehen:

- Werkzeug-Radius und -Länge
- Vorschub des Werkzeugs
- Radiuskorrektur
- Spindelachse und -drehzahl
- Zusatz-Funktion für Spindel

Das Programm muß die folgenden fünf Zeilen enthalten:

```
0 BEGIN PGM NAME MM ..... Beliebiger Name
1 TOOL DEF 1 L+30 R+4 ..... Verwendetes Werkzeug
2 TOOL CALL 1 Z S1000 ..... Werkzeug-Achse und Spindeldrehzahl
3 L R0 F500 M3 ..... Keine Radiuskorrektur, Fräsvorschub, Spindel EIN
4 CALL PGM EXT: DATEN ..... Programm-Aufruf für Digitalisier-Daten-Programm auf exter-
                           nem Speicher
5 END PGM NAME MM
```



Im Digitalisier-Daten-Programm aus dem Zyklus HOEHENLINIEN wird das Werkzeug am Ende auf den im Zyklus programmierten STARTPUNKT zurückgezogen.

9.7 Werkzeug-Vermessung mit dem TT 110



Maschine und TNC müssen vom Maschinen-Hersteller für den Einsatz des TT 110 vorbereitet sein. Werkzeug-Vermessung mit dem TT 110 ist nur an Maschinen mit geregelter Spindel (Spindel-Orientierung) möglich.

Mit dem TT 110 und den Werkzeug-Vermessungszyklen der TNC können Sie Werkzeuge automatisch vermessen. Die Korrekturwerte für Länge und Radius werden im zentralen Werkzeugspeicher TOOL.T abgelegt und beim nächsten Werkzeug-Aufruf verrechnet. Es stehen folgende Vermessungsarten zur Verfügung:

- Werkzeug-Vermessung mit stillstehendem Werkzeug
- Werkzeug-Vermessung mit rotierendem Werkzeug
- Einzelschneiden-Vermessung

Die Zyklen zur Werkzeug-Vermessung werden in der Betriebsart PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN definiert und in einer Programmablauf-Betriebsart abgearbeitet. Folgende Zyklen stehen zur Verfügung:

- TCH PROBE 30.0 TT KALIBRIEREN
- TCH PROBE 31.0 WERKZEUG-LÄNGE
- TCH PROBE 32.0 WERKZEUG-RADIUS



- Die Vermessungszyklen arbeiten nur bei aktivem zentralen Werkzeugspeicher TOOL.T
- Bevor Sie mit den Vermessungszyklen arbeiten, müssen Sie alle zur Vermessung erforderlichen Daten im zentralen Werkzeugspeicher eingetragen (siehe S. 4-11) und das zu vermessende Werkzeug mit TOOL CALL aufgerufen haben.

Maschinen-Parameter einstellen

Die TNC verwendet für die Vermessung mit stehender Spindel den Antast-Vorschub aus MP6520 (siehe S. 12-6).

Bei der Vermessung mit rotierendem Werkzeug berechnet die TNC die Spindeldrehzahl und den Antast-Vorschub automatisch. Die Spindeldrehzahl berechnet sich dabei wie folgt:

$$n = \frac{MP6570}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot 0.001}$$

mit $n =$ Drehzahl [U/min]
 $MP6570 =$ maximal zulässige Umlaufgeschwindigkeit [m/min]
 $r =$ aktiver Werkzeug-Radius [mm]

Der Antast-Vorschub berechnet sich aus:

$$v = \text{Meßtoleranz} \cdot n$$

mit $v =$ Antast-Vorschub [mm/min]
 $\text{Meßtoleranz} =$ Meßtoleranz [mm], abhängig von MP6507
 $n =$ Drehzahl [1/min]

Mit MP6507 stellen Sie die Berechnung des Antast-Vorschubs ein (siehe auch S. 12-6):

MP6507=0: Die Meßtoleranz bleibt – unabhängig vom Werkzeug-Radius – konstant. Bei sehr großen Werkzeugen wird der Antast-Vorschub jedoch zu Null. Dieser Effekt macht sich um so früher bemerkbar, je kleiner die maximale Umlaufgeschwindigkeit (MP6570) und je kleiner die zulässige Toleranz (MP6510) gewählt wird.

MP6507=1: Die Meßtoleranz verändert sich mit zunehmendem Werkzeug-Radius. Dadurch wird sichergestellt, daß sich auch bei großen Werkzeug-Radien noch ein Antast-Vorschub ergibt. Die TNC verändert die Meßtoleranz nach folgender Tabelle:

Werkzeug-Radius	Meßtoleranz
bis 30 mm	MP6510
30 bis 60 mm	2 • MP6510
60 bis 90 mm	3 • MP6510
90 bis 120 mm	4 • MP6510

MP6507=2: Der Antast-Vorschub bleibt konstant, der Meßfehler wächst jedoch linear mit größer werdendem Werkzeug-Radius:

$$\text{Meßtoleranz} = \frac{r \cdot \text{MP6510}}{5 \text{ [mm]}}$$

mit $r =$ Werkzeug-Radius [mm]
 $\text{MP6510} =$ Maximal zulässiger Meßfehler

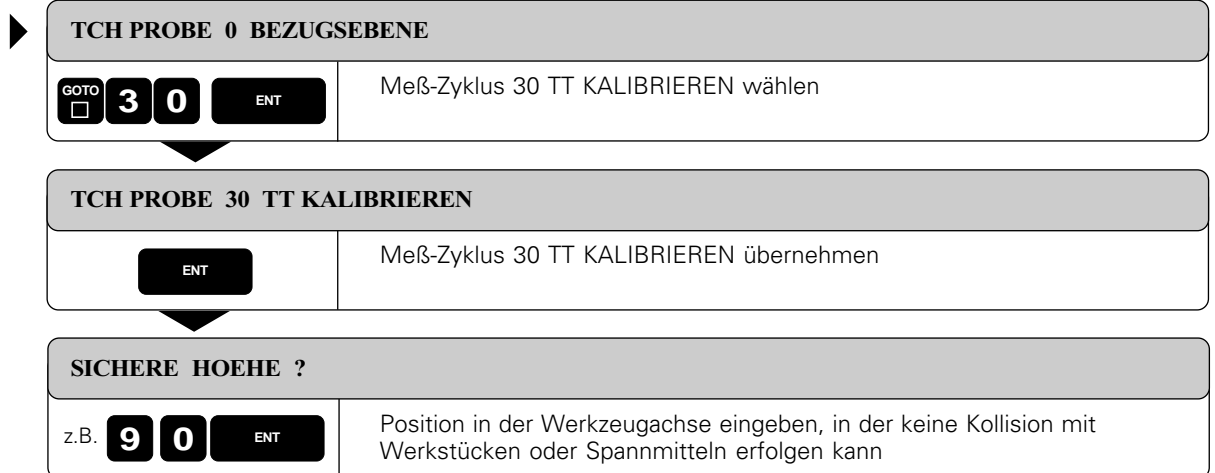
Meßergebnisse anzeigen

Mit dem Softkey STATUS TOOL PROBE können Sie die Ergebnisse der Werkzeug-Vermessung in der zusätzlich Status-Anzeige einblenden (in den Maschinen-Betriebsarten). Die Meßwerte werden in der Status-Anzeige mit einem Stern gekennzeichnet, falls die zulässige Meßtoleranz aus der Werkzeug-Tabelle überschritten wird.

TT 110 kalibrieren

- Bevor Sie kalibrieren, müssen Sie den genauen Radius und die genaue Länge des Kalibrier-Werkzeugs in der Werkzeug-Tabelle TOOL.T eintragen.
- In den Maschinenparametern 6580.0 bis 6580.2 muß die Lage des TT 110 im Arbeitsraum der Maschine festgelegt sein (siehe S 12-6).
- Wenn Sie einen der Maschinenparameter 6580.0 bis 6580.2 ändern, müssen Sie neu kalibrieren

Das Kalibrieren des TT 110 erfolgt mit dem Meßzyklus TCH PROBE 30. Der Kalibrier-Vorgang läuft automatisch ab. Die TNC ermittelt auch automatisch den Mittenversatz des Kalibrierwerkzeugs. Dazu dreht die TNC die Spindel nach der Hälfte des Kalibrier-Zyklus um 180°. Als Kalibrier-Werkzeug verwenden Sie ein exakt zylindrisches Teil, z.b. einen Zylinderstift. Die ermittelten Kalibrier-Werte werden in der TNC abgelegt und bei nachfolgenden Werkzeug-Vermessungen berücksichtigt.

TCH PROBE 30.0 programmieren

NC-Programmsätze:

```
TOOL CALL 1 Z
TCH PROBE 30.0 TT KALIBRIEREN
TCH PROBE 30.1 HOEHE: +90
```

Werkzeug-Länge vermessen



Bevor Sie Werkzeuge erstmalig vermessen, müssen Sie den ungefähren Radius ,die ungefähre Länge, die Anzahl der Schneiden und die Schneid-Richtung des jeweiligen Werkzeugs in der Werkzeug-Tabelle TOOL.T eintragen (siehe S. 4-11)

Die Vermessung der Werkzeug-Länge erfolgt mit dem Meß-Zyklus TCH PROBE 31 WERKZEUG-LAENGE. Durch entsprechende Wahl der Eingabe-Parameter können Sie die Werkzeug-Länge auf drei verschiedene Arten bestimmen:

- Vermessung mit rotierendem Werkzeug:
wenn der Werkzeug-Durchmesser größer als der Durchmesser der Meßfläche des TT 110 ist
- Vermessung mit stillstehendem Werkzeug:
wenn der Werkzeug-Durchmesser kleiner als der Durchmesser der Meßfläche des TT 110 ist, für Bohrer oder für Radiusfräser
- Einzelschneiden-Vermessung mit stillstehendem Werkzeug:
wenn der Werkzeug-Durchmesser größer als der Durchmesser der Meßfläche des TT 110 ist

Meßablauf Vermessung mit rotierendem Werkzeug

Um die längste Schneide zu ermitteln wird das zu vermessende Werkzeug versetzt zum Tastsystem-Mittelpunkt und rotierend auf die Meßfläche des TT 110 gefahren. Der Versatz wird in der Werkzeug-Tabelle programmiert (siehe S. 4-12).

Meßablauf Vermessung mit stillstehendem Werkzeug (z.B. für Bohrer)

Das zu vermessende Werkzeug wird mittig über die Meßfläche gefahren. Anschließend fährt es mit stehender Spindel auf die Meßfläche des TT 110. Für diese Messung muß der **WERKZEUG-VERSATZ: RADIUS (TT: R-OFFS)** in der Werkzeug-Tabelle mit 0 eingegeben sein.

Meßablauf Einzelschneiden-Vermessung

Das zu vermessende Werkzeug wird seitlich vom Tastkopf vorpositioniert. Die Werkzeug-Stirnfläche befindet sich dabei um den in MP6530 festgelegten Wert unterhalb der Tastkopf-Oberkante. In der Werkzeug-Tabelle können Sie unter **WERKZEUG-VERSATZ: LAENGE (TT: L-OFFS)** einen zusätzlichen Versatz festlegen. Anschließend wird mit rotierendem Werkzeug radial angetastet um den Startwinkel für die Einzelschneiden-Vermessung zu bestimmen.

Anschließend wird die Länge aller Schneiden mittels Spindel-Orientierung vermessen. Für dies Messung muß die SCHNEIDENVERMESSUNG im ZYKLUS TCH PROBE 31 = 1 programmiert werden.

Eingaben

- WERKZEUG MESSEN=0 / PRUEFEN=1
Hier legen Sie fest, ob das Werkzeug erstmalig vermessen oder ob ein bereits vermessenes Werkzeug überprüft werden soll.
Bei der Erstvermessung wird die Werkzeug-Länge L im zentralen Werkzeugspeicher TOOL.T überschrieben und der Delta-Wert DL = 0 gesetzt.
Falls Sie ein Werkzeug prüfen, wird die gemessene Länge mit der Werkzeug-Länge L aus TOOL.T verglichen. Die TNC berechnet die Abweichung vorzeichenrichtig und trägt diese als Delta-Wert DL in TOOL.T ein. Zusätzlich steht die Abweichung auch im Q-Parameter Q115 zur Verfügung (siehe S.12-18). Ist der Delta-Wert größer als die zulässige Verschleiß- oder Bruchtoleranz für die Werkzeug-Länge, sperrt die TNC das Werkzeug (Status L in TOOL.T)
- SICHERE HOEHE
Position in der Werkzeug-Achse, in der keine Kollision mit Werkstücken oder Spannmitteln erfolgen kann
- SCHNEIDENVERMESSUNG 0=NEIN / 1=JA
Hier legen Sie fest, ob eine Einzelschneiden-Vermessung durchgeführt werden soll oder nicht

NC-Programmsätze für Erstvermessung mit rotierendem Werkzeug:

```

TOOL CALL 12 Z
TCH PROBE 31.0 WERKZEUG-LAENGE
TCH PROBE 31.1 PRUEFEN: 0
TCH PROBE 31.2 HOEHE: +120
TCH PROBE 31.3
  SCHNEIDENVERMESSUNG: 0

```

NC-Programmsätze für Prüfen mit Einzelschneiden-Vermessung:

```

TOOL CALL 12 Z
TCH PROBE 31.0 WERKZEUG-LAENGE
TCH PROBE 31.1 PRUEFEN: 1
TCH PROBE 31.2 HOEHE: +120
TCH PROBE 31.3
  SCHNEIDENVERMESSUNG: 1

```

Werkzeug-Radius vermessen



Bevor Sie Werkzeuge erstmalig vermessen, müssen Sie den ungefähren Radius ,die ungefähre Länge, die Anzahl der Schneiden und die Schneid-Richtung des jeweiligen Werkzeugs in der Werkzeug-Tabelle TOOL.T eintragen (siehe S. 4-11)

Die Vermessung des Werkzeug-Radius erfolgt mit dem Meß-Zyklus TCH PROBE 32 WERKZEUG-RADIUS. Durch entsprechende Wahl der Eingabe-Parameter können Sie den Werkzeug-Radius auf zwei Arten bestimmen:

- Vermessung mit rotierendem Werkzeug:
- Vermessung mit rotierendem Werkzeug und anschließender Einzelschneiden-Vermessung:

Meßablauf

Das zu vermessende Werkzeug wird seitlich vom Tastkopf vorpositioniert. Die Werkzeug-Stirnfläche befindet sich dabei um den in MP6530 festgelegten Wert unterhalb der Tastkopf-Oberkante. In der Werkzeug-Tabelle können Sie unter **WERKZEUG-VERSATZ: LAENGE (TT: L-OFFS)** einen zusätzlichen Versatz festlegen (z.B. wenn Sie einen Radiusfräser vermessen wollen). Anschließend wird mit rotierendem Werkzeug radial angetastet.

Falls zusätzlich eine Einzelschneiden-Vermessung durchgeführt werden soll, werden die Radien aller Schneiden mittels Spindel-Orientierung vermessen.

Eingaben

- WERKZEUG MESSEN=0 / PRUEFEN=1
Hier legen Sie fest, ob das Werkzeug erstmalig vermessen oder ob ein bereits vermessenes Werkzeug überprüft werden soll. Bei der Erstvermessung wird der Werkzeug-Radius R im zentralen Werkzeugspeicher TOOL.T überschrieben und der Delta-Wert DR = 0 gesetzt.
Falls Sie ein Werkzeug prüfen, wird der gemessene Radius mit dem Werkzeug-Radius R aus TOOL.T verglichen. Die TNC berechnet die Abweichung vorzeichenrichtig und trägt diese als Delta-Wert DR in TOOL.T ein. Zusätzlich steht die Abweichung auch im Q-Parameter Q116 zur Verfügung (siehe S.12-18). Ist der Delta-Wert größer als die zulässige Verschleiß- oder Bruchtoleranz für den Werkzeug-Radius, sperrt die TNC das Werkzeug (Status L in TOOL.T)
- SICHERE HOEHE
Position in der Werkzeug-Achse, in der keine Kollision mit Werkstücken oder Spannmitteln erfolgen kann
- SCHNEIDENVERMESSUNG 0=NEIN / 1=JA
Hier legen Sie fest, ob zusätzlich eine Einzelschneiden-Vermessung durchgeführt werden soll oder nicht

NC-Programmsätze für Erstvermessung mit rotierendem Werkzeug:

```
TOOL CALL 12 Z
TCH PROBE 32.0 WERKZEUG-RADIUS
TCH PROBE 32.1 PRUEFEN: 0
TCH PROBE 32.2 HOEHE: +120
TCH PROBE 32.3
SCHNEIDENVERMESSUNG: 0
```

NC-Programmsätze für Prüfen mit Einzelschneiden-Vermessung:

```
TOOL CALL 12 Z
TCH PROBE 32.0 WERKZEUG-RADIUS
TCH PROBE 32.1 PRUEFEN: 1
TCH PROBE 32.2 HOEHE: +120
TCH PROBE 32.3
SCHNEIDENVERMESSUNG: 1
```

Für die Datenübertragung zwischen der TNC und anderen Geräten stehen zwei Datenschnittstellen zur Verfügung.


Anwendungsbeispiele:

- Blockweises Übertragen (DNC-Betrieb)
 - Dateien in die TNC einlesen
 - Dateien aus der TNC auf externen Speicher übertragen
 - Dateien ausdrucken
 - Fernbedienung der TNC
- usw.

Die beiden Schnittstellen können dabei gleichzeitig genutzt werden.

10.1 Menü zur externen Datenübertragung

Externe Datenübertragung anwählen



Menü zur externen Datenübertragung erscheint am Bildschirm

Der TNC-Bildschirm ist vertikal in zwei Hälften aufgeteilt:

Aktive Schnittstelle
(RS-232 oder RS-422)

Schnittstellen-Betriebsart
(FE1, FE2, ME, EXT1, EXT2);
Aufgelisteter Datei-Typ

<p>MANUELLER BETRIEB</p>	<p>PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN</p>																																																																																					
<p>TNC*</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>DATEI-NAME</th> <th>BYTE</th> <th>STATUS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>OLIVER</td><td>.H 9560</td><td>S</td></tr> <tr><td>TAB1</td><td>.T 770</td><td></td></tr> <tr><td>TOOL</td><td>.T 770</td><td>MS</td></tr> <tr><td>ELLIPSE</td><td>.I 934</td><td></td></tr> <tr><td>LOCHKR</td><td>.I 968</td><td></td></tr> <tr><td>LKJHF</td><td>.D 462</td><td></td></tr> <tr><td>125</td><td>.A 220</td><td></td></tr> <tr><td>126</td><td>.A 200</td><td></td></tr> <tr><td>3455</td><td>.A 1258</td><td></td></tr> <tr><td>T00L</td><td>.A 1662</td><td></td></tr> <tr><td>T00</td><td>.A 714</td><td></td></tr> <tr><td>WKZ1</td><td>.A 1410</td><td>E</td></tr> <tr><td colspan="3">62 DATEI(EN) 118528 BYTE FREI</td></tr> </tbody> </table>	DATEI-NAME	BYTE	STATUS	OLIVER	.H 9560	S	TAB1	.T 770		TOOL	.T 770	MS	ELLIPSE	.I 934		LOCHKR	.I 968		LKJHF	.D 462		125	.A 220		126	.A 200		3455	.A 1258		T00L	.A 1662		T00	.A 714		WKZ1	.A 1410	E	62 DATEI(EN) 118528 BYTE FREI			<p>RS232/FE1*</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>DATEI-NAME</th> <th>SEKTOREN</th> <th>STATUS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>MDI</td><td>.H 1</td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>.H 1</td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>.H 1</td><td></td></tr> <tr><td>111</td><td>.H 1</td><td></td></tr> <tr><td>123456</td><td>.H 1</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>.H 1</td><td></td></tr> <tr><td>22</td><td>.H 1</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>.H 1</td><td></td></tr> <tr><td>TAB1</td><td>.T 2</td><td></td></tr> <tr><td>LKJHF</td><td>.D 1</td><td></td></tr> <tr><td>125</td><td>.A 1</td><td></td></tr> <tr><td>126</td><td>.A 1</td><td></td></tr> <tr><td colspan="3">16 DATEI(EN) 735 SEKTOREN FREI</td></tr> </tbody> </table>	DATEI-NAME	SEKTOREN	STATUS	MDI	.H 1		1	.H 1		11	.H 1		111	.H 1		123456	.H 1		2	.H 1		22	.H 1		3	.H 1		TAB1	.T 2		LKJHF	.D 1		125	.A 1		126	.A 1		16 DATEI(EN) 735 SEKTOREN FREI			<p>62 DATEI(EN) 118528 BYTE FREI</p>
DATEI-NAME	BYTE	STATUS																																																																																				
OLIVER	.H 9560	S																																																																																				
TAB1	.T 770																																																																																					
TOOL	.T 770	MS																																																																																				
ELLIPSE	.I 934																																																																																					
LOCHKR	.I 968																																																																																					
LKJHF	.D 462																																																																																					
125	.A 220																																																																																					
126	.A 200																																																																																					
3455	.A 1258																																																																																					
T00L	.A 1662																																																																																					
T00	.A 714																																																																																					
WKZ1	.A 1410	E																																																																																				
62 DATEI(EN) 118528 BYTE FREI																																																																																						
DATEI-NAME	SEKTOREN	STATUS																																																																																				
MDI	.H 1																																																																																					
1	.H 1																																																																																					
11	.H 1																																																																																					
111	.H 1																																																																																					
123456	.H 1																																																																																					
2	.H 1																																																																																					
22	.H 1																																																																																					
3	.H 1																																																																																					
TAB1	.T 2																																																																																					
LKJHF	.D 1																																																																																					
125	.A 1																																																																																					
126	.A 1																																																																																					
16 DATEI(EN) 735 SEKTOREN FREI																																																																																						
<p>PAGE ↑</p>	<p>PAGE ↓</p>	<p>TRANSFER TNC ↔ EXT</p>	<p>TRANSFER TNC ↔ EXT</p>																																																																																			

Dateien in der TNC

Dateien (falls vorhanden) auf externem Speicher



Wird die Datenübertragung aus einer Werkzeug-Tabelle oder Platz-Tabelle angewählt, stehen nur die Funktionen

TRANSFER
TNC ↔ EXT

und

TRANSFER
TNC ↔ EXT

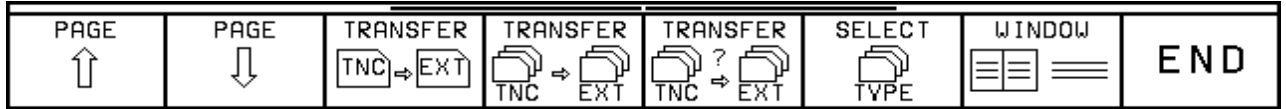
zur Verfügung



10.2 Dateien anwählen und übertragen

Die Funktionen für die Datenübertragung werden in der Softkey-Leiste angewählt.

Softkey-Leiste in der Betriebsart
PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN



Datei anwählen

Eine Datei wird mit Pfeiltasten angewählt.
Mit den PAGE-Softkeys wird das Datei-Verzeichnis wie in der Datei-Verwaltung seitenweise angezeigt. Auch der SELECT TYPE-Softkey hat die gleiche Funktion, wie unter Datei-Verwaltung beschrieben (siehe S. 1-32).

Dateien übertragen

Dateien von der TNC zu externem Gerät übertragen

Das Hellfeld steht auf einer Datei, die in der TNC gespeichert ist.

Funktion	Softkey
Gewählte Datei übertragen	TRANSFER TNC → EXT
Alle Dateien übertragen	TRANSFER TNC → EXT
Im Menü nacheinander alle Dateien zum Übertragen anbieten. Übertragen mit ENT, nicht übertragen mit NO ENT	TRANSFER TNC → EXT

Datei-Typ wählen

Mit dem Softkey SELECT TYPE werden andere Datei-Typen angewählt.

Bildschirm-Aufteilung wählen

Der Softkey WINDOW legt fest, ob die Bildschirm-Anzeige geteilt wird oder nicht. Die Einfenster-Darstellung kann sowohl für TNC-Dateien als auch für die extern gespeicherten Dateien gewählt werden. Steht das Hellfeld links, werden nur die TNC-Dateien angezeigt, steht das Hellfeld rechts, werden nur die extern gespeicherten Dateien angezeigt.

Dateien von externem Gerät zur TNC übertragen

Das Hellfeld mit Cursor-Taste nach rechts auf eine Datei setzen, die auf dem externen Datenträger gespeichert ist.

Funktion	Softkey
Gewählte Datei übertragen	
Alle Dateien übertragen	
Im Menü nacheinander alle Dateien zum Übertragen anbieten. Übertragen mit ENT Nicht übertragen mit NO ENT	

Übertragung abbrechen

Eine Datenübertragung wird mit der Taste oder dem Softkey END abgebrochen.



- Erkennt die TNC fehlerhaft übertragene Programmsätze, kennzeichnet sie diese mit ERROR =. Diese Sätze müssen in der Betriebsart PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN berichtigt werden.
- Werden Daten zwischen zwei TNCs übertragen, wird die TNC zuerst gestartet, in die Daten eingelesen werden.

Blockweises Übertragen

Für blockweises Übertragen (siehe S. 3-11) steht das nebenstehende Menü zur Verfügung. Der Name der Datei, die blockweise übertragen werden soll, wird wie gewohnt angewählt. Die Datenübertragung wird mit dem Softkey SELECT gestartet.

PROGRAMMLAUF SATZFOLGE	PROGRAMM-TEST	
	DATEI-NAME = MDI .H	
RS232-C/FE1:		
DATEI-NAME	SEKTOREN	STATUS
\$MDI	.H	1
1	.H	1
11	.H	1
111	.H	1
123456	.H	1
2	.H	1
22	.H	1
3	.H	1
TAB1	.T	2
LKJHF	.D	1
10 DATEI(EN) 736 SEKTOREN FREI!		
PAGE ↑	PAGE ↓	SELECT →
		SELECT TYPE
		END

Abb. 10.1: Menü zum blockweisen Übertragen



Falls Sie das blockweise Übertragen abbrechen, müssen Sie ggf. die Schnittstelle mit dem Softkey CLOSE RS-232-C rücksetzen.



10.3 Steckerbelegung und Anschlußkabel für Datenschnittstellen

Schnittstelle V.24/RS-232-C

HEIDENHAIN-Geräte

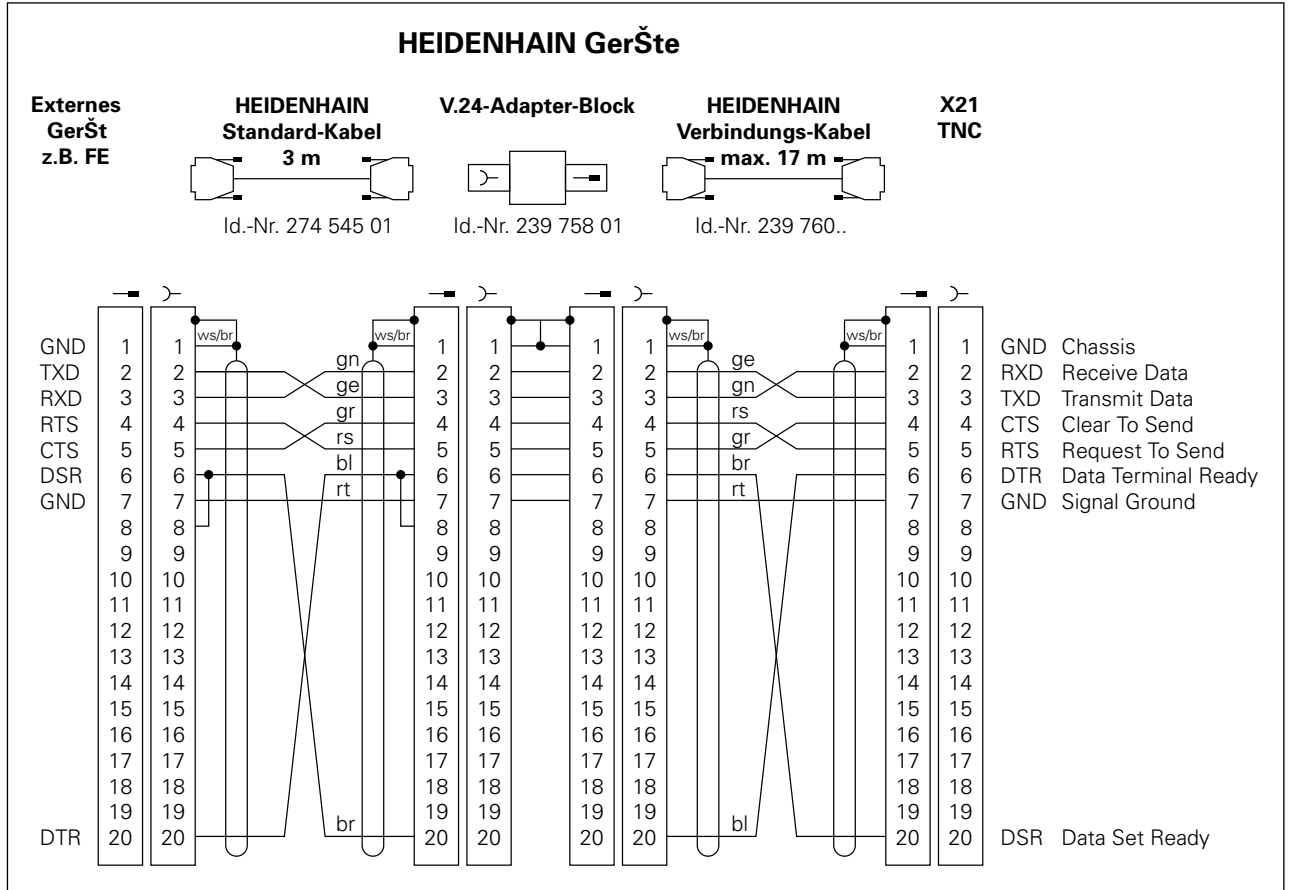


Abb. 10.2: Schnittstellen-Belegung der V.24/RS-232-C für HEIDENHAIN Geräte



Die Stecker-Belegungen an der TNC-Logikeinheit (X21) und am Adapter-Block sind verschieden.

Fremdgeräte

Die Stecker-Belegung am Fremdgerät kann erheblich von der Stecker-Belegung eines HEIDENHAIN-Gerätes abweichen. Sie ist vom Gerät und der Übertragungsart abhängig. Entnehmen Sie bitte die Steckerbelegung des Adapter-Blocks aus Abb. 10.3

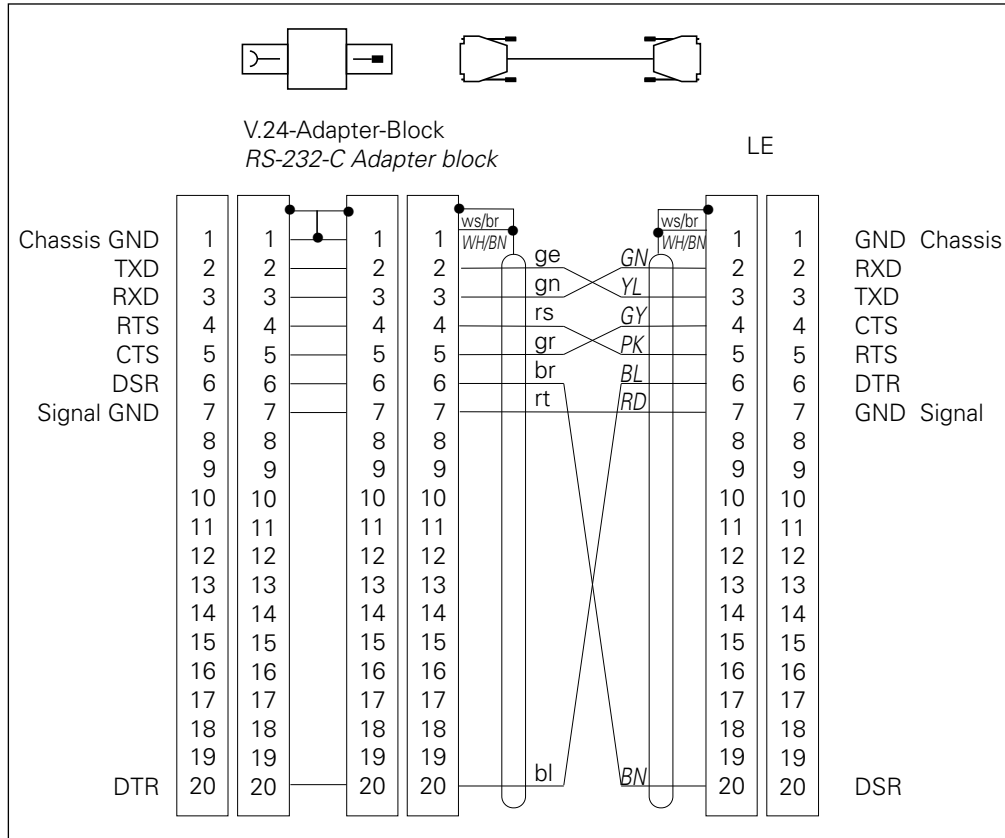


Abb. 10.3: Anschluß eines Fremdgeräts an die V.24/RS-232-C-Schnittstelle

Schnittstelle V.11/RS-422

An der V.11-Schnittstelle werden nur Fremdgeräte angeschlossen.

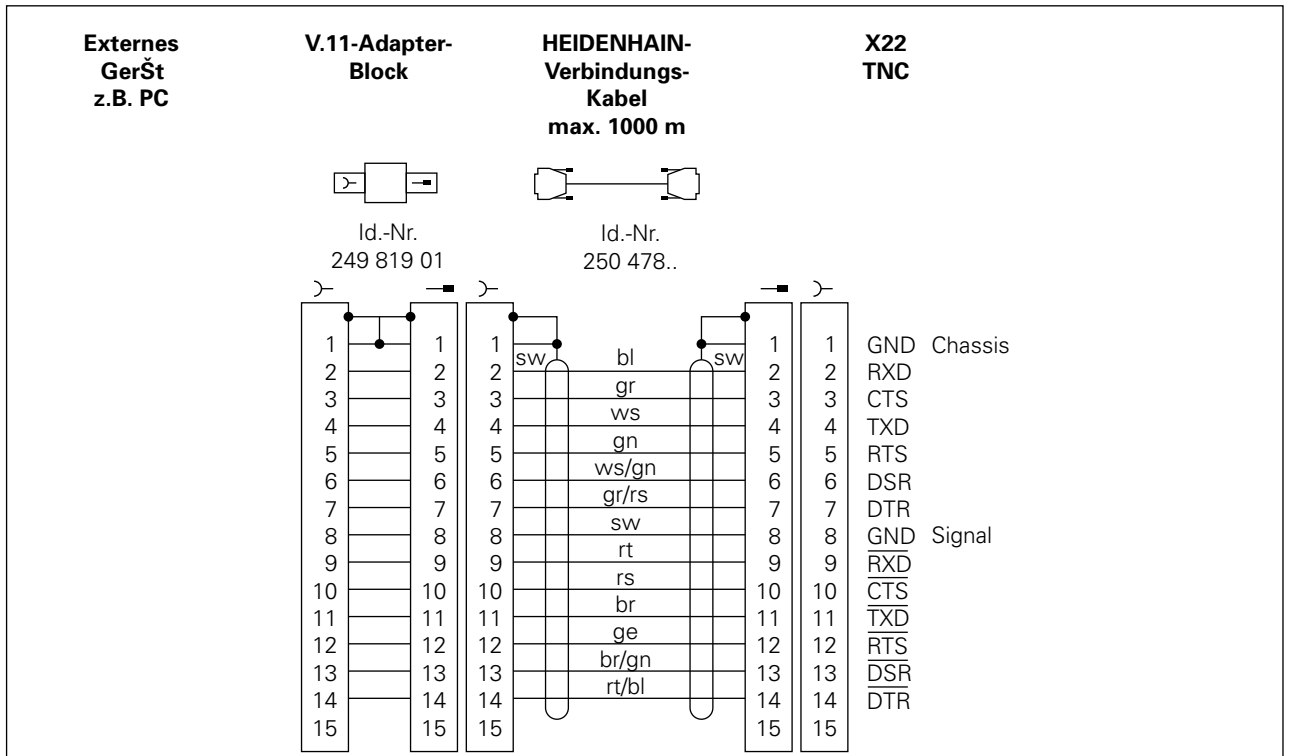


Abb. 10.4: Schnittstellen-Belegung der V.11/RS-422



Die Stecker-Belegungen an der TNC-Logikeinheit (X22) und am Adapter-Block sind identisch.

10.4 Geräte für Datenübertragung vorbereiten

HEIDENHAIN Geräte

HEIDENHAIN Geräte (Disketten-Einheit FE und Magnetband-Einheit ME) sind an die TNC angepaßt. Sie können direkt zur Datenübertragung genutzt werden.

Beispiel: Disketten-Einheit FE401

- Netzkabel der FE anschließen
- FE und TNC mit Übertragungs-Kabel verbinden
- FE einschalten
- Diskette in oberes Laufwerk einlegen
- Falls nötig: Diskette formatieren
- Schnittstelle einrichten (siehe S. 11-4)
- Daten übertragen



- Der Speicherplatz auf Disketten wird in Sektoren angegeben.
- An der Disketten-Einheit FE401 kann die Baud-Rate umgeschaltet werden.

Fremdgeräte

Die TNC und Fremdgeräte müssen aneinander angepaßt werden.

Fremdgerät an TNC anpassen

- PC: Software anpassen
- Drucker: Schalter einstellen (DIP-Schalter)

TNC an Fremdgerät anpassen

Anwenderparameter einstellen:

- 5020.0 bis 5210.0 für EXT1
- 5020.1 bis 5210.1 für EXT2

Die beiden Einstellungen können zum Beispiel an einen PC (z.B. EXT1) oder einen Drucker (EXT2) angepaßt werden.

Über die MOD-Funktionen stehen zusätzliche Anzeigen und Eingabemöglichkeiten zur Verfügung. Welche MOD-Funktionen zur Verfügung stehen, hängt von der angewählten Betriebsart ab.

Betriebsart PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN:

- NC-Software - Nummer anzeigen
- PLC-Software - Nummer anzeigen
- Schlüsselzahl eingeben
- Schnittstelle einrichten
- Maschinenspezifische Anwenderparameter
- Ggf. HELP-Dateien anzeigen

PROGRAMMLAUF SRTZFOLGE	PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN						
SCHLUESSEL-ZAHL ██████████ NC : SOFTWARE-NUMMER 259930 07R PLC: SOFTWARE-NUMMER 252499 01							
0	RS 232 RS 422 SETUP	USER PARAMETER	HELP				END

Abb. 11.1: MOD-Funktionen im PROGRAMM EINSPEICHERN/EDITIEREN

Betriebsart PROGRAMM-TEST:

- NC-Software-Nummer anzeigen
- PLC-Software-Nummer anzeigen
- Schlüsselzahl eingeben
- Schnittstelle einrichten
- Grafische Darstellung des Rohteils im Arbeitsraum der Maschine
- Maschinenspezifische Anwenderparameter
- Ggf. HELP-Dateien

MANUELLER BETRIEB	PROGRAMM-TEST						
SCHLUESSEL-ZAHL ██████████ NC : SOFTWARE-NUMMER 259930 07R PLC: SOFTWARE-NUMMER 252499 01							
0	RS 232 RS 422 SETUP	DATUM SET	USER PARAMETER	HELP			END

Abb. 11.2: MOD-Funktionen im PROGRAMM-TEST

Alle übrigen Betriebsarten:

- NC-Software - Nummer anzeigen
- PLC-Software - Nummer anzeigen
- Kennziffern für vorhandene Optionen anzeigen
- Positions-Anzeige wählen
- Maß-Einheit (mm/inch) festlegen
- Programmier-Sprache festlegen
- Achsen für Ist-Positions-Übernahme festlegen
- Verfabereichs-Begrenzung setzen
- Nullpunkte anzeigen
- Ggf. HELP-Dateien anzeigen

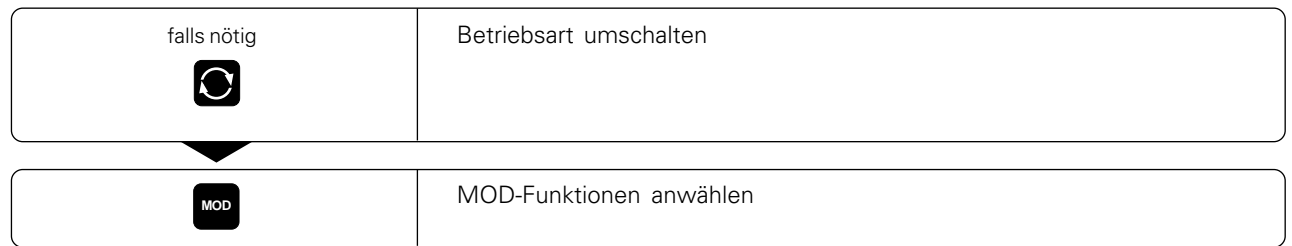
MANUELLER BETRIEB						PROGRAMM EINSPEICHERN	
POSITIONS-ANZEIGE IST RESTW WECHSEL MM/INCH MM PROGRAMM-EINGABE HEIDENHAIN ACHSAUSWAHL %00000 NC : SOFTWARE-NUMMER 280540 00C PLC: SOFTWARE-NUMMER 252499 01 OPT: 11							
POSITION/ INPUT PGM	AXIS LIMIT	HELP					END

Abb. 11.3: MOD-Funktionen in einer Maschinen-Betriebsart

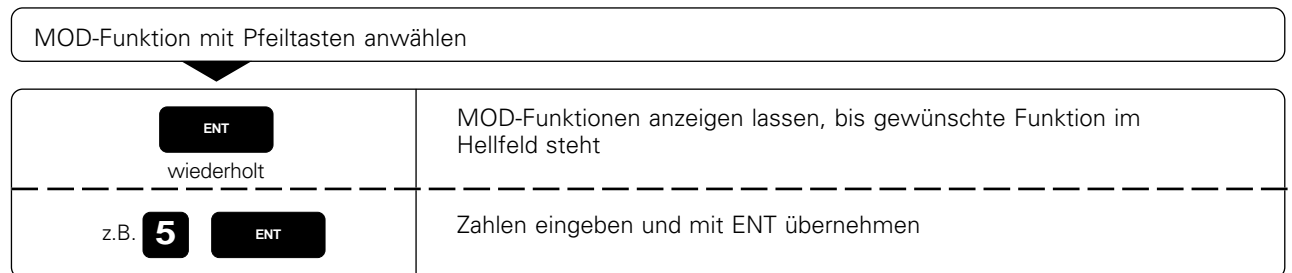


11.1 MOD-Funktionen anwählen, ändern und verlassen

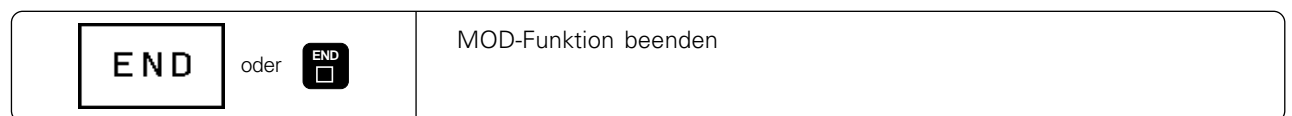
MOD-Funktionen anwählen



MOD-Funktion ändern



MOD-Funktionen verlassen



11.2 Software- und Options-Nummern

Die Software-Nummern von NC und PLC stehen nach Anwahl der MOD-Funktionen im TNC-Bildschirm.

Direkt darunter stehen die Nummern für vorhandene Optionen (OPT:):

- Option Digitalisieren OPT: 1
- Option Digitalisieren und messenger Taster OPT: 11

11.3 Schlüssel-Zahl eingeben

Die TNC benötigt für die folgenden Funktionen Schlüsselzahlen:

Funktion	Schlüssel-Zahl
Lösch- und Editier-Schutz bei Dateien (Status P) aufheben	86 357
Anwender-Parameter wählen	123

11.4 Externe Datenschnittstellen einrichten

Zum Einrichten der externen Daten-Schnittstellen stellt die TNC ein Bildschirm-Menü zur Verfügung, nachdem der Softkey RS 232- / RS 422 - SETUP gedrückt wurde. In diesem Menü wird eingegeben:

- BETRIEBSART - des externen Geräts: FE1, FE2, ME, EXT1, EXT2, LSV 2
- BAUD-RATE - Datenübertragungs-Geschwindigkeit 110 bis 38400 Baud
- ZUWEISUNG - Zuweisung der Schnittstellen RS-232 oder RS-422 an die Betriebsarten
- PRINT - Ausgabe von Digitalisier-Daten: RS-232, RS-422 oder FILE

RS-232-Schnittstelle einrichten

Betriebsart und Baud-Raten werden für die RS-232-Schnittstelle links im Bildschirm eingetragen.

RS-422-Schnittstelle einrichten

Betriebsart und Baud-Raten werden für die RS-422-Schnittstelle rechts im Bildschirm eingetragen.

BETRIEBSART wählen

Externes Gerät	BETRIEBSART
HEIDENHAIN Disketten-Einheiten	
• FE 401 B	FE1
• FE 401 ab Prog.-Nr. 230 626 03	FE1
HEIDENHAIN Disketten-Einheit FE 401 bis einschl. Prog. Nr. 230 626 02	FE2
PC mit HEIDENHAIN Übertragungs- Software TNC. EXE	FE2
HEIDENHAIN Magnetband-Einheit ME 101 (Produktion eingestellt)	ME
Fremdgeräte, wie Drucker, Leser, Stanzer, PC ohne TNC. EXE	EXT1, EXT2
PC mit HEIDENHAIN-Software TNC REMOTE zur Fernbedienung der TNC	LSV2



Die HEIDENHAIN Magnetband-Einheit ME 101 (BETRIEBSART ME) kann nur in der TNC-Betriebsart PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN eingesetzt werden.

Abwärtskompatibilität

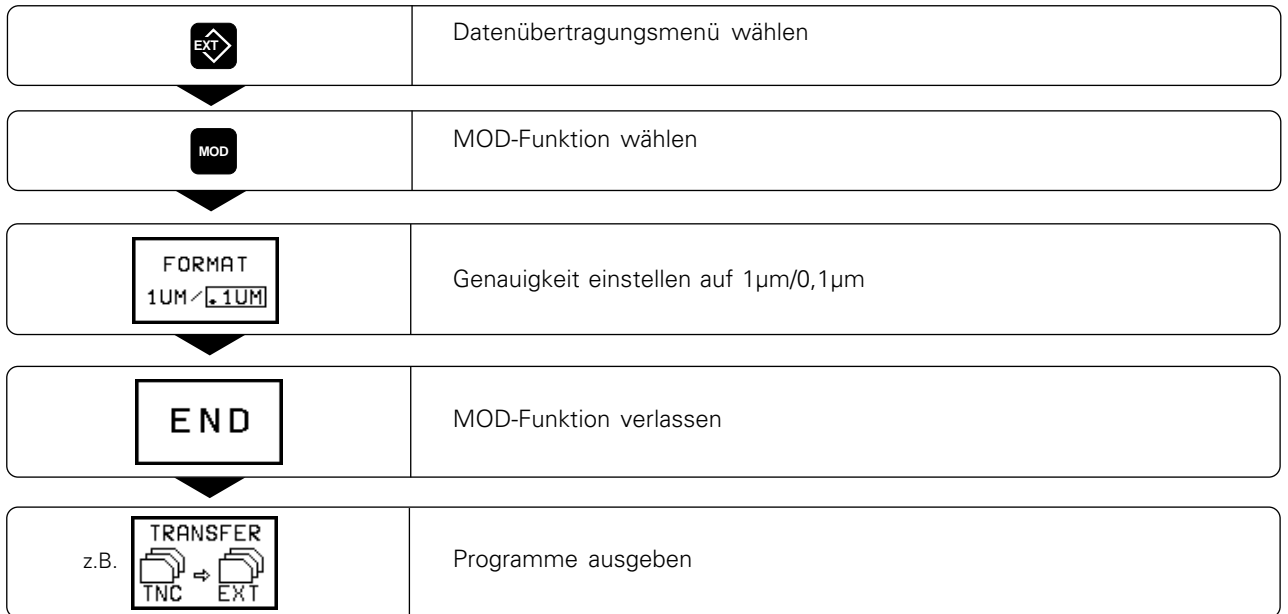
Für Programme, die über eine der externen Datenschnittstellen übertragen werden, läßt sich die Genauigkeit der Angaben im Programm auf 0,1µm oder 1µm einstellen. Bei der Einstellung 1µm werden alle Angaben nur mit 3 Nachkommastellen im metrischen Maßsystem übertragen (4 Nachkommastellen im Zollsystem). So wird die Abwärtskompatibilität der TNC 425 zu früheren Software-Versionen und anderen TNCs unterstützt.

Eingabe

Die Genauigkeit der übertragenen Daten wird mit einem Softkey in der Betriebsart PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN angewählt:

MANUELLER BETRIEB	PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN					
SCHNITTSTELLE RS232			SCHNITTSTELLE RS422			
BETRIEBSART: FE 1			BETRIEBSART: FE 1			
BAUD-RATE			BAUD-RATE			
FE : 38400			FE : 9600			
EXT1 : 9600			EXT1 : 9600			
EXT2 : 9600			EXT2 : 9600			
LSV2 : 38400			LSV2 : 38400			
ZUWEISUNG:						
EINSPEICHERN RS232		PRINT		: RS232		
PROGRAMMLAUF RS232		PRINT-TEST		: RS232		
PROGRAMMTEST RS232						
RS 232 RS 422 SETUP	FORMAT 1µm / 0,1µm					END

Abb. 11.4: Softkey FORMAT 1µm / 0,1µm für die Abwärtskompatibilität.



BAUD-RATE einstellen

Die BAUD-RATE (Datenübertragungs-Geschwindigkeit) ist zwischen 110 und 38400 Baud wählbar.



- Die BAUD-RATE der ME101 beträgt 2400 Baud.
- Es darf nicht gleichzeitig über eine Schnittstelle mit 19200 Baud und über die andere mit 38400 Baud übertragen werden.

ZUWEISUNG

Mit dieser Funktion wird bestimmt, welche Schnittstelle (RS-232 oder RS-422) in den aufgeführten TNC-Betriebsarten zur externen Datenübertragung genutzt wird.

PRINT und PRINT-TEST

Mit den Funktionen PRINT und PRINT-TEST wird festgelegt, wohin Daten von der TNC übertragen werden.

Anwendungen:

- Werte mit der Q-Parameter-Funktion FN15 ausgeben
- Digitalisier-Daten ausgeben

Von der TNC-Betriebsart hängt ab, ob die Funktion PRINT oder PRINT-TEST benutzt wird:

TNC-Betriebsart	Übertragungsfunktion
PROGRAMMLAUF EINZELSATZ	PRINT
PROGRAMMLAUF SATZFOLGE	PRINT
PROGRAMM-TEST	PRINT-TEST

PRINT und PRINT-TEST können wie folgt eingestellt werden:

Funktion	Einstellung
Daten über RS-232 ausgeben	RS-232
Daten über RS-422 ausgeben	RS-422
Daten in einer Datei in der TNC ablegen	FILE
Daten nicht speichern	– leer –

Dateien in der TNC (Einstellung FILE)

Daten	Betriebsart	Datei-Name
Digitalisier-Daten	PROGRAMMLAUF	Festgelegt in Zyklus BEREICH
Werte mit FN15	PROGRAMMLAUF	%FN15RUN.A
Werte mit FN15	PROGRAMM-TEST	%FN15SIM.A

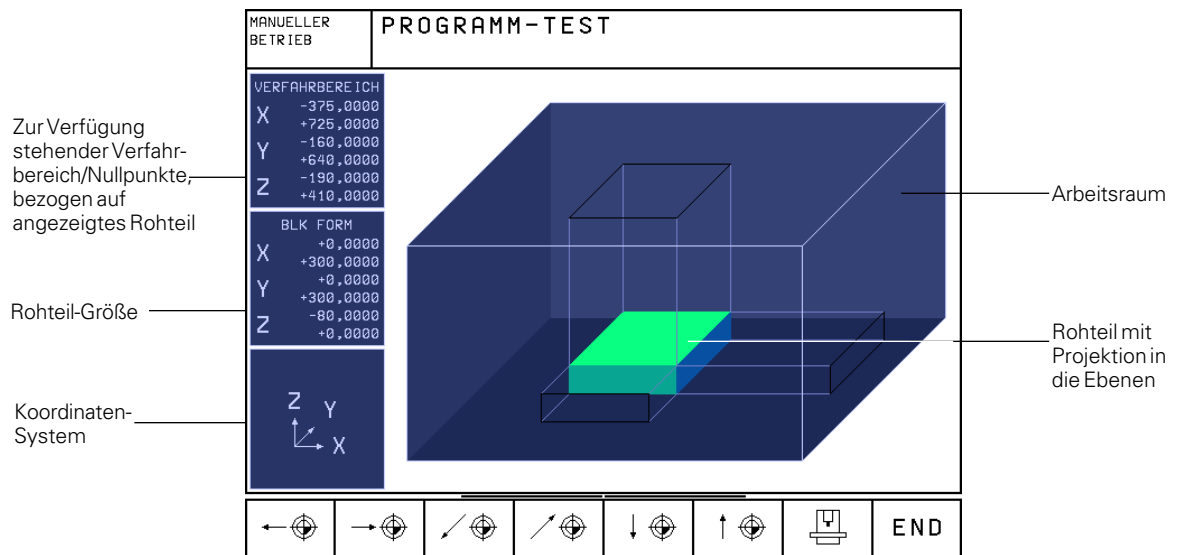
Die Einstellungen werden geändert, indem die zu ändernde Einstellung ins Hellfeld getippt und die ENT-Taste betätigt wird.

11.5 Maschinenspezifische Anwender-Parameter







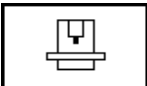

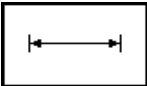
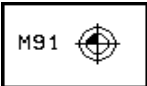
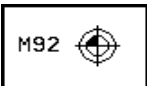

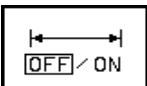
Der Maschinen-Hersteller kann bis zu 16 USER PARAMETER mit Funktionen belegen.
Nähere Informationen finden sich im Maschinen-Handbuch.

11.6 Rohteil im Arbeitsraum darstellen

Über den Softkey DATUM SET kann die Lage des Rohteils im Arbeitsraum der Maschine grafisch überprüft und die Arbeitsraum-Überwachung in der Betriebsart Programm-Test aktiviert werden.



Funktions-Übersicht

Funktion	Softkey
Rohteil nach links verschieben (grafisch)	
Rohteil nach rechts verschieben (grafisch)	
Rohteil nach vorne verschieben (grafisch)	
Rohteil nach hinten verschieben (grafisch)	
Rohteil nach oben verschieben (grafisch)	
Rohteil nach unten verschieben (grafisch)	
Rohteil bezogen auf den gesetzten Bezugspunkt anzeigen	
Softkeyleiste weiterschalten	
Gesamten Verfahrbereich bezogen auf das dargestellte Rohteil anzeigen	
Maschinen-Nullpunkt im Arbeitsraum anzeigen	
Vom Maschinen-Hersteller festgelegte Position (z.B. Werkzeug-Wechsellpunkt) im Arbeitsraum anzeigen	
Werkstück-Nullpunkt im Arbeitsraum anzeigen	
Arbeitsraum-Überwachung beim Programm-Test einschalten (ON)/ ausschalten (OFF)	

11.7 Positions-Anzeige wählen

In Abb. 11.6 sind die Positionen wie folgt gekennzeichnet:

- Ausgangs-Position (A)
- Ziel-Position des Werkzeugs (Z)
- Werkstück-Nullpunkt (W)
- Maschinen-Nullpunkt (M)

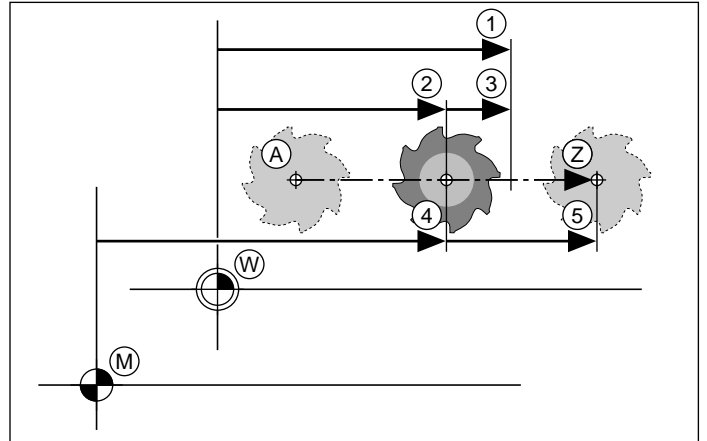


Abb. 11.6: Charakteristische Positionen an Werkstück und Maßstab

Die TNC-Positions-Anzeigen können folgende Koordinaten enthalten:

- Soll-Position; von der TNC momentan vorgegebener Wert ① SOLL
- Ist-Position; auf der sich das Werkzeug gerade befindet ② IST
- Schleppfehler; Differenz zwischen Soll- und Ist-Position ③ SCHPF
- Referenz-Position; Ist-Position bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt ④ REF
- Restweg zur programmierten Position; Differenz zwischen Ist- und Ziel-Position ⑤ RESTW
- Auslenkung des messenden Tastsystems TM 110 AUSL.

Mit der MOD-Funktion POSITIONS-ANZEIGE (siehe Abb. 11.6) können für die Status-Anzeige und die zusätzliche Status-Anzeige unterschiedliche Koordinaten-Darstellungen angewählt werden:

- POSITIONS-ANZEIGE in der Status-Anzeige: obere Darstellungsart
- POSITIONS-ANZEIGE in der zusätzlichen Status-Anzeige: untere Darstellungsart

11.8 Maßsystem wählen

Diese MOD-Funktion legt fest, ob Koordinaten in mm oder Inch (Zoll-System) angezeigt werden.

- Metrisches Maßsystem: z.B. X = 15,789 (mm)
MOD-Funktion WECHSEL MM/INCH MM
Anzeige mit 3 Stellen nach dem Komma
- Zoll-System: z.B. X = 0,6216 (inch)
MOD-Funktion WECHSEL MM/INCH INCH
Anzeige mit 4 Stellen nach dem Komma

11.9 Programmiersprache für \$MDI wählen

Für die Datei \$MDI wird mit der MOD-Funktion PROGRAMM-EINGABE zwischen HEIDENHAIN-Klartext-Dialog und DIN/ISO-Programmierung umgeschaltet:

- \$MDI.H im Klartext-Dialog programmieren:
PROGRAMM-EINGABE: HEIDENHAIN
- \$MDI.I gemäß DIN/ISO programmieren:
PROGRAMM-EINGABE: ISO

11.10 Achsauswahl für L-Satz-Generierung

Im Eingabe-Feld für die ACHSAUSWAHL legen Sie fest, welche Koordinaten der aktuellen Werkzeug-Position in einen L-Satz übernommen werden. Die Generierung eines separaten L-Satzes erfolgt mit der Taste „Ist-Position übernehmen“ (siehe S. 4-30). Bei der TNC 407 können maximal 3 Koordinaten, bei der TNC 415B und TNC 425 können maximal 5 Koordinaten übernommen werden. Die Auswahl der Achsen erfolgt wie bei Maschinenparametern bitorientiert:

ACHSAUSWAHL	%11111	X, Y, Z, IV., V. Achse übernehmen
ACHSAUSWAHL	%01111	X, Y, Z, IV. Achse übernehmen
ACHSAUSWAHL	%00111	X, Y, Z Achse übernehmen
ACHSAUSWAHL	%00011	X, Y Achse übernehmen
ACHSAUSWAHL	%00001	X Achse übernehmen

11.11 Verfahrbereichs-Begrenzungen eingeben, Nullpunkt-Anzeige

Innerhalb des maximalen Verfahrbereichs kann der tatsächlich nutzbare Verfahrweg für die Koordinatenachsen zusätzlich eingeschränkt werden.

Anwendungsbeispiel:
Teilapparat gegen Kollisionen sichern

Der maximale Verfahrbereich ist durch Software-Endschalter begrenzt.
Der tatsächlich nutzbare Verfahrweg wird mit der MOD-Funktion AXIS LIMIT eingeschränkt.
Dabei werden die Maximalwerte in positiver und negativer Richtung der Achsen bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt eingegeben.

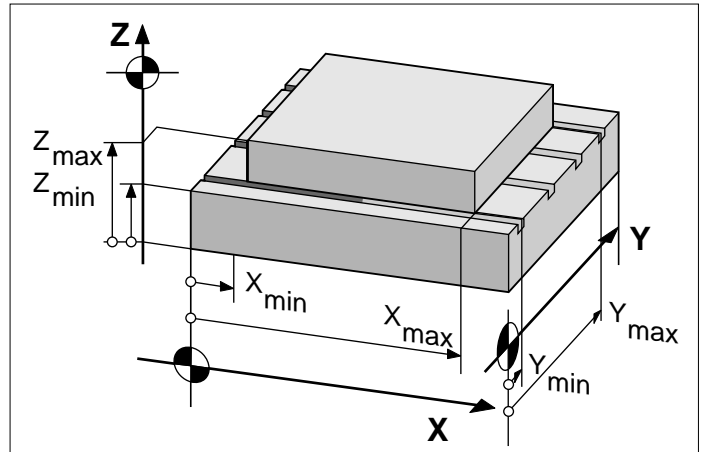
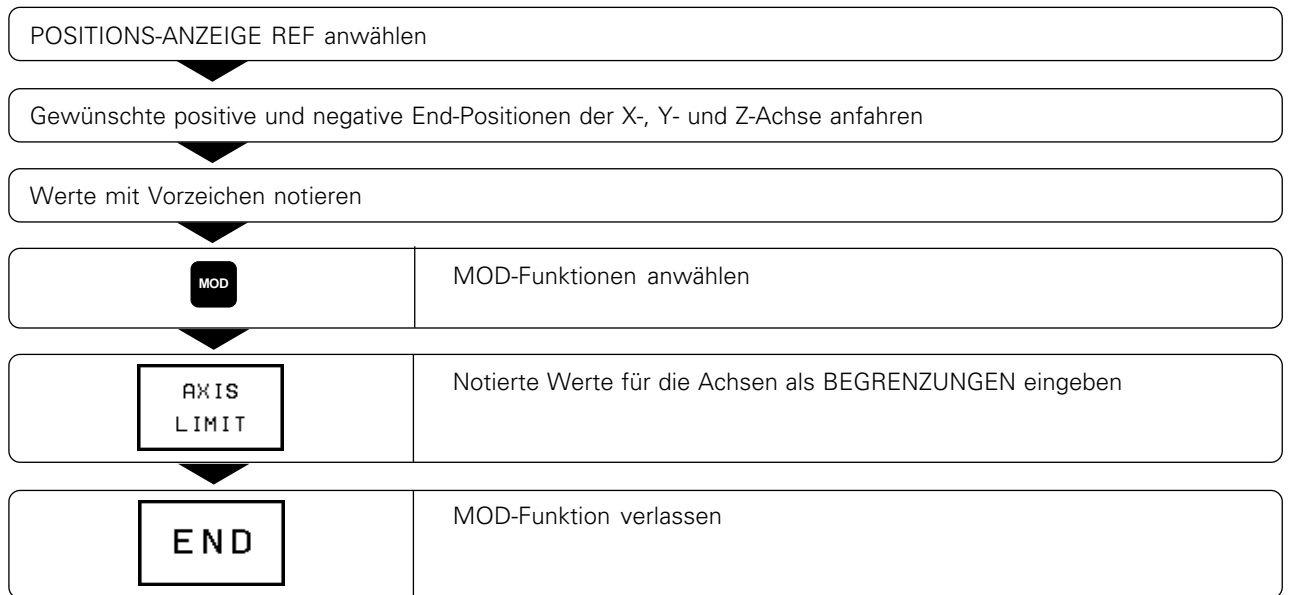


Abb. 11.7: Verfahrbereichs-Begrenzungen am Werkstück

Arbeiten ohne Verfahrbereichs-Begrenzung

Für Koordinatenachsen, die ohne Verfahrbereichs-Begrenzungen verfahren werden sollen, wird der maximale Verfahrweg der TNC (+/- 99999 mm) als AXIS LIMIT eingegeben.

Maximalen Verfahrbereich ermitteln und eingeben



- Werkzeug-Radius-Korrekturen werden bei Verfahrbereichs-Begrenzungen nicht berücksichtigt.
- Verfahrbereichs-Begrenzungen und Software-Endschalter werden berücksichtigt, nachdem die Referenz-Punkte überfahren sind.

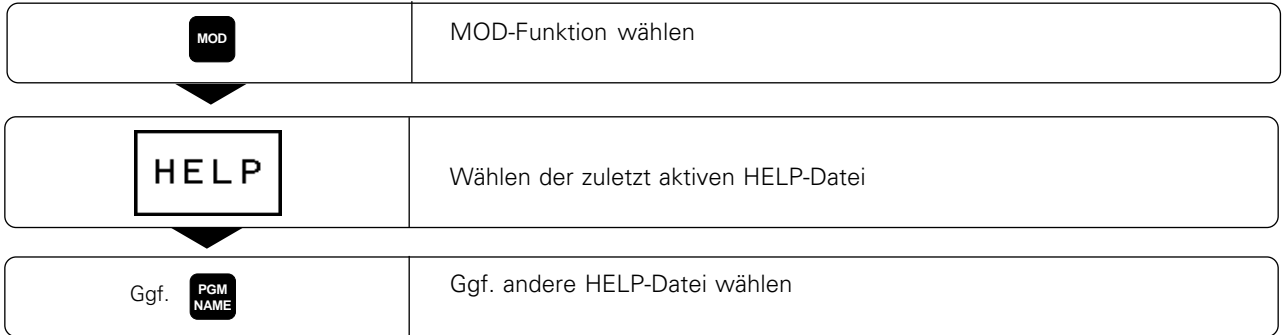
Nullpunkt-Anzeige

Die im Bildschirm links unten angezeigten Werte sind die manuell gesetzten Bezugspunkte bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt. Sie können im Bildschirm-Menü nicht verändert werden.

11.12 HELP-Dateien anzeigen

HELP-Dateien (Hilfe-Dateien) sollen den Bediener in Situationen unterstützen, in denen festgelegte Handlungsweisen, z.B. das Freifahren der Maschine nach einer Stromunterbrechung erforderlich sind. Auch Zusatz-Funktionen lassen sich in einer HELP-Datei dokumentieren, wodurch ggf. das Suchen im Benutzer-Handbuch entfallen kann. Die HELP-Dateien sind nicht an jeder Maschine verfügbar. Nähere Informationen erteilt der Maschinen-Hersteller.

Help-Dateien wählen



PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN					PROGRAMM EINSPEICHERN		
DATEI: NEU ZEILE: 1 SPALTE: 1 INSERT							
VORGEHENSWEISE BEIM FREIFAHREN DES SCHWENKKOPFES							
#1111 BETRIEBSART MANUELL WAHLEN							
#2222 M65 AKTIVIEREN							
#3333 WZ-ACHSE INTERPOLIERT FREIF.							
IST	<input checked="" type="checkbox"/>	+100,000	Y	+0,000			
		Z -34,202	U	+35,000			
		V +357,000					
T			<input type="checkbox"/> 0	M 5/9			
<input type="checkbox"/> INSERT OVERWRITE	MOVE WORD >>	MOVE WORD <<	PAGE ↓	PAGE ↑	BEGIN TEXT	END TEXT	FIND

Abb. 11.8: HELP-Datei in einer Maschinen-Betriebsart



12.1 Allgemeine Anwender-Parameter

Allgemeine Anwender-Parametern sind Maschinen-Parameter, die das Verhalten der TNC beeinflussen. Eingestellt werden beispielsweise

- Dialogsprache
- Schnittstellen-Verhalten
- Verfahrgeschwindigkeiten
- Ablauf von Bearbeitungen
- Wirkung der Overrides

Eingabemöglichkeiten für Maschinen-Parameter

Maschinen-Parameter lassen sich beliebig programmieren als

- Dezimal-Zahlen:
Nur den Zahlenwert eingeben
- Dual-/Binärzahlen:
Vor den Zahlenwert ein % (Prozent-Zeichen) eingeben
- Hexadezimal-Zahlen:
Vor den Zahlenwert ein \$ (Dollar-Zeichen) eingeben

Beispiel:

Anstelle der Dezimal-Zahl 27 läßt sich auch die Binär-Zahl % 11011 oder die Hexadezimal-Zahl \$1B eingeben.

Die einzelnen Maschinen-Parameter dürfen gleichzeitig in den verschiedenen Zahlensystemen angegeben sein.

Einige Maschinen-Parameter haben Mehrfach-Funktionen. Der Eingabewert solcher Maschinen-Parameter ergibt sich aus der Summe der mit einem + gekennzeichneten Einzeleingabewerte.

Allgemeine Anwender-Parameter anwählen

Allgemeine Anwender-Parameter werden mit der Schlüssel-Zahl 123 in den MOD-Funktionen angewählt.



In den MOD-Funktionen stehen auch maschinenspezifische Anwender-Parameter (USER PARAMETER) zur Verfügung.

Externe Datenübertragung

TNC-Schnittstellen EXT1 (5020.0) und EXT2 (5020.1) an externes Gerät anpassen:

- MP5020.x** 7 Datenbits (ASCII-Code, 8.bit = Parität): **+0**
 8 Datenbits (ASCII-Code, 9.bit = Parität): **+1**
 Block-Check-Charakter (BCC) beliebig: **+0**
 Block-Check-Charakter (BCC) Steuerzeichen nicht erlaubt: **+2**
 Übertragungsstopp durch RTS aktiv: **+4**
 Übertragungsstopp durch RTS nicht aktiv: **+0**
 Übertragungsstopp durch DC3 aktiv: **+8**
 Übertragungsstopp durch DC3 nicht aktiv: **+0**
 Zeichenparität geradzahlig: **+0**
 Zeichenparität ungeradzahlig: **+16**
 Zeichenparität unerwünscht: **+0**
 Zeichenparität erwünscht: **+32**
 1½ Stoppbits: **+0**
 2 Stoppbits: **+64**
 1 Stoppbit: **+128**
 1 Stoppbit: **+192**

Beispiel:

TNC-Schnittstelle EXT2 (MP 5020.1) auf externes Fremdgerät mit folgender Einstellung anpassen:
 8 Datenbit, BCC beliebig, Übertragungsstopp durch DC3, geradzahlige Zeichenparität, Zeichenparität erwünscht, 2 Stoppbits
 Eingabewert: $1+0+8+0+32+64 = 105$ für MP 5020.1 eingeben

Schnittstellen-Typ für EXT1 (5030.0) und EXT2 (5030.1) festlegen

- MP5030.x** Standard-Übertragung: **0**
 Schnittstelle für blockweises Übertragen: **1**

Datenübertragung über EXT1 (xxxx.0) und EXT2 (xxxx.1) definieren

- | MP5200.x | Programm-Anfang STX: | Dezimalwert für ASCII-Zeichen (0 bis 127) |
|-----------------|-----------------------------|--|
| MP5201.x | Programm-Ende ETX | |
| MP5202.x | Daten-Eingabe (1.Zeichen) H | |
| MP5203.x | Daten-Eingabe (2.Zeichen) E | |
| MP5204.x | Daten-Ausgabe (1.Zeichen) H | |
| MP5205.x | Daten-Ausgabe(2.Zeichen) A | |
| MP5206.x | Kommandoblock-Anfang SOH | |
| MP5207.x | Kommandoblock-Ende ETB | |
| MP5208.x | Positive Rückmeldung ACK | |
| MP5209.x | Negative Rückmeldung NAK | |
| MP5210.x | Übertragungs-Ende EOT | |

3D-Tastsysteme und Digitalisieren

Tastsystem wählen

MP6200 Schaltendes Tastsystem einsetzen: **0**
Messendes Tastsystem einsetzen: **1**

Übertragungsart wählen

MP6010 Tastsystem mit Kabel-Übertragung: **0**
Tastsystem mit Infrarot-Übertragung: **1**

Antast-Vorschub für schaltendes Tastsystem

MP6120 **80 bis 3 000 [mm/min]**

Maximaler Verfahrenweg zum Antastpunkt

MP6130 **0 bis 99 999,9999 [mm]**

Sicherheits-Abstand zum Antastpunkt beim automatischen Messen

MP6140 **0 bis 99 999,9999 [mm]**

Eilgang zum Antasten für schaltendes Tastsystem

MP6150 **1 bis 300 000 [mm/min]**

Tastsystem-Mittenversatz messen beim Kalibrieren des schaltenden Tastsystems

MP6160 Keine 180°-Drehung des 3D-Tastsystems beim Kalibrieren: **0**
M-Funktion für 180°-Drehung des Tastsystems beim Kalibrieren: **1 bis 88**

Schmierung der Tastsystem-Achse beim Digitalisieren mit schaltendem Tastsystem

MP6220 Verfahrenweg in der Tastsystem-Achse am Zeilenende: **0 bis 99 999,9999 [mm]**

Schmierung der Tastsystem-Achse beim Digitalisieren mit schaltendem Tastsystem

MP6221 Zeit nach der geschmiert werden soll: **0 bis 65 535 [sec]**

3D-Tastsysteme und Digitalisieren

MP6300 Reserviert

Eintauchtiefe des Taststifts beim Digitalisieren mit messendem Tastsystem

MP6310 **0,1 bis 2,0000 [mm]** (Empfehlung: 1mm)

Tastsystem-Mittenversatz messen beim Kalibrieren des messenden Tastsystem

MP6321 Mittenversatz messen: **0**
Mittenversatz nicht messen: **1**

Zuordnung Tastsystemachse zur Maschinenachse beim messenden Tastsystem



Die richtige Zuordnung der Tastsystemachsen zu den Maschinenachsen muß sichergestellt sein, ansonsten besteht Taststift-Bruchgefahr.

MP6322.0 Maschinenachse X liegt parallel zur
Tastsystemachse X: **0**
Tastsystemachse Y: **1**
Tastsystemachse Z: **2**

MP6322.1 Maschinenachse Y liegt parallel zur
Tastsystemachse X: **0**
Tastsystemachse Y: **1**
Tastsystemachse Z: **2**

MP6322.2 Maschinenachse Z liegt parallel zur
Tastsystemachse X: **0**
Tastsystemachse Y: **1**
Tastsystemachse Z: **2**

Maximale Taststift-Auslenkung des messenden Tastsystems

MP6330 **0,1 bis 4,0000 [mm]**

Vorschub zum Positionieren des messenden Tastsystems auf MIN-Punkt und anfahren an die Kontur

MP6350 **10 bis 3 000 [mm/min]**

Antast-Vorschub für messendes Tastsystems

MP6360 **10 bis 3 000 [mm/min]**

Eilgang im Antast-Zyklus für messendes Tastsystem

MP6361 **10 bis 3 000 [mm/min]**

Vorschubabsenkung, wenn Taststift des messenden Tastsystems seitlich ausgelenkt wird.

Die TNC senkt den Vorschub nach einer vorgegebenen Kennlinie ab. Der minimale Vorschub beträgt 10% vom programmierten Digitalisier-Vorschub.

MP6362 Vorschubabsenkung nicht aktiv: **0**
Vorschubabsenkung aktiv: **1**

Zielfenster für Digitalisieren in Höhenlinien mit messendem Tastsystem

Beim Digitalisieren in Höhenlinien fällt der Endpunkt einer Höhenlinie nicht exakt mit dem Startpunkt zusammen. MP6390 definiert ein quadratisches Zielfenster, innerhalb dessen der Endpunkt nach einem Umlauf liegen muß. Der einzugebende Wert definiert die halbe Seitenlänge des Quadrats.

MP6390 **0,1 bis 4,0000 [mm]**

3D-Tastsysteme und Digitalisieren

Radiusvermessung mit TT 110: Antast-Richtung

- MP6505** Positive Antast-Richtung in der Winkel-Bezugsachse (0°-Achse): **0**
 Positive Antast-Richtung in der +90°-Achse: **1**
 Negative Antast-Richtung in der Winkel-Bezugsachse (0°-Achse): **2**
 Negative Antast-Richtung in der +90°-Achse: **3**

Antast-Vorschub für zweite Messung mit TT 110, Stylus-Form, Korrekturen in TOOL.T

- MP6507** Antast-Vorschub für zweite Messung mit TT 110 berechnen, mit konstanter Toleranz : **+0**
 Antast-Vorschub für zweite Messung mit TT 110 berechnen, mit variabler Toleranz: **+1**
 Konstanter Antast-Vorschub für zweite Messung mit TT 110: **+2**
 TT 110 mit zylinderförmigem Stylus: **+0**
 TT 110 mit würfelförmigem Stylus: **+64**
 Meßergebnisse automatisch in TOOL.T eintragen: **+0**
 Keine Korrekturen in TOOL.T durchführen: **+128**

Maximal zulässiger Meßfehler mit TT 110 bei der Messung mit rotierendem Werkzeug

Wird für die Berechnung des Antast-Vorschubs in Verbindung mit MP6570 benötigt.

- MP6510** **0,001 bis 0,999 [mm]** (Empfehlung: 0.005 mm)

Antast-Vorschub für TT 110 bei stehendem Werkzeug

- MP6520** **10 bis 3 000 [mm/min]**

Radius-Vermessung mit TT 110: Abstand Werkzeug-Unterkante zu Stylus-Oberkante

Eingegebener Wert wirkt aditiv zu dem in der Werkzeug-Tabelle unter TT:L-OFFS definierten Wert

- MP6530** **0,0001 bis 9 999,9999 [mm]**

Sicherheits-Zone um TT 110 für Vorpositionierung

- MP6540** **0,0001 bis 9 999,9999 [mm]**

Eilgang im Antast-Zyklus für TT 110

- MP6550** **10 bis 10 000 [mm/min]**

Einzel schneiden-Vermessung mit TT 110: M-Funktion für Spindel-Orientierung

- MP6560** **0 bis 88**

Messung mit rotierendem Werkzeug: zulässige Umlaufgeschwindigkeit am Fräserumfang

- MP6570** **40,000 bis 120,0000 [m/min]**

REF-Koordinaten des TT 110-Stylus-Mittelpunkts

- MP6580.0** X-Achse: **-99 999,9999 bis 99 999,9999 [mm]**

- MP6580.1** Y-Achse: **-99 999,9999 bis 99 999,9999 [mm]**

- MP6580.2** Z-Achse: **-99 999,9999 bis 99 999,9999 [mm]**

TNC-Anzeigen, TNC-Editor

Programmierplatz einrichten

MP7210 TNC mit Maschine: **0**
 TNC als Programmierplatz mit aktiver PLC: **1**
 TNC als Programmierplatz mit nicht aktiver PLC: **2**

Dialog STROMUNTERBRECHUNG nach dem Einschalten quittieren

MP7212 mit Taste quittieren: **0**
 automatisch quittieren: **1**

DIN/ISO-Programmierung: Satznummern-Schrittweite festlegen

MP7220 **0 bis 150**

Länge der Datei-Namen festlegen

MP7222 maximal 8 Zeichen: **0**
 maximal 12 Zeichen: **1**
 maximal 16 Zeichen: **2**

Datei-Typen sperren



Falls Sie Datei-Typen sperren, löscht die TNC alle Dateien dieses Typs.

MP7224.0 Keine Datei-Typen sperren: **+0**
 HEIDENHAIN-Programme sperren: **+1**
 DIN/ISO-Programme sperren: **+2**
 Werkzeug-Tabellen sperren: **+4**
 Nullpunkt-Tabellen sperren: **+8**
 Paletten-Tabellen sperren: **+16**
 Text-Dateien sperren: **+32**
 PNT-Tabellen sperren: **+128**

Editieren von Datei-Typen sperren

MP7224.1 Editor nicht sperren: **+0**
 Editor sperren für HEIDENHAIN-Programme: **+1**
 Editor sperren für DIN/ISO-Programme: **+2**
 Editor sperren für Werkzeug-Tabellen: **+4**
 Editor sperren für Nullpunkt-Tabellen: **+8**
 Editor sperren für Paletten-Tabellen: **+16**
 Editor sperren für Text-Dateien: **+32**
 Editor sperren für PNT-Tabellen: **+128**

TNC-Anzeigen, TNC-Editor

Paletten-Dateien konfigurieren

MP7226.0 Paletten-Datei nicht aktiv: **0**
Anzahl der Paletten pro Paletten-Datei: **1 bis 255**

Nullpunkt-Dateien konfigurieren

MP7226.1 Nullpunkt-Tabelle nicht aktiv: **0**
Anzahl der Nullpunkte pro Nullpunkt-Tabelle: **1 bis 255**

Dialogsprache festlegen

MP7230 Deutsch: **0**
Englisch: **1**

Hersteller-Zyklen im TNC-Programmspeicher schützen

MP7240 Programme schützen: **0**
Programme nicht schützen: **1**

Werkzeug-Tabelle konfigurieren

MP7260 nicht aktiv: **0**
Anzahl der Werkzeuge pro Werkzeug-Tabelle: **1 bis 254**

Werkzeug-Platztable konfigurieren

MP7261 nicht aktiv: **0**
Anzahl der Plätze pro Platz-Tabelle: **1 bis 254**

Werkzeug-Tabelle konfigurieren; Spalten-Nummer in der Werkzeug-Tabelle für (nicht aufführen: 0)

- MP7266.0** Werkzeug-Name – NAME: **0 bis 24**
- MP7266.1** Werkzeug-Länge – L: **0 bis 24**
- MP7266.2** Werkzeug-Radius – R: **0 bis 24**
- MP7266.3** Werkzeug-Radius – R2: **0 bis 24**
- MP7266.4** Aufmaß Länge – DL: **0 bis 24**
- MP7266.5** Aufmaß Radius – DR: **0 bis 24**
- MP7266.6** Aufmaß Radius2 – DR2: **0 bis 24**
- MP7266.7** Werkzeug gesperrt – TL: **0 bis 24**
- MP7266.8** Schwester-Werkzeug – RT: **0 bis 24**
- MP7266.9** Maximale Standzeit – TIME1: **0 bis 24**
- MP7266.10** Max. Standzeit bei TOOL CALL – TIME2: **0 bis 24**
- MP7266.11** Aktuelle Standzeit – CUR. TIME: **0 bis 24**
- MP7266.12** Werkzeug-Kommentar – DOC: **0 bis 24**
- MP7266.13** Anzahl der Schneiden – CUT.: **0 bis 24**
- MP7266.14** Toleranz für Verschleiß-Erkennung Werkzeug-Länge – LTOL: **0 bis 24**
- MP7266.15** Toleranz für Verschleiß-Erkennung Werkzeug-Radius – RTOL: **0 bis 24**
- MP7266.16** Schneid-Richtung – DIRECT.: **0 bis 24**
- MP7266.17** PLC-Status – PLC: **0 bis 24**
- MP7266.18** Zusätzlicher Versatz des Werkzeugs in der Werkzeug-Achse zu MP6530 – TT:L-OFFS: **0 bis 24**
- MP7266.19** Versatz des Werkzeugs zwischen Stylus-Mitte und Werkzeug-Mitte – TT:R-OFFS: **0 bis 24**
- MP7266.20** Toleranz für Bruch-Erkennung Werkzeug-Länge – LBREAK.: **0 bis 24**
- MP7266.21** Toleranz für Bruch-Erkennung Werkzeug-Radius– RBREAK: **0 bis 24**

TNC-Anzeigen, TNC-Editor

Werkzeug-Platztafel konfigurieren; Spalten-Nummer in der Werkzeug-Tabelle für (nicht aufführen: 0)

MP7267.0 Werkzeugnummer – T: **0 bis 5**

MP7267.1 Sonderwerkzeug – ST: **0 bis 5**

MP7267.2 Festplatz – F: **0 bis 5**

MP7267.3 Platz gesperrt – L: **0 bis 5**

MP7267.4 PLC – Status – PLC: **0 bis 5**

Betriebsart MANUELLER BETRIEB: Anzeige des Vorschubs

MP7270 Vorschub F nur anzeigen, wenn eine Achsrichtungs-Taste gedrückt wird: **0**
 Vorschub F anzeigen, auch wenn keine Achsrichtungs-Taste gedrückt wird
 (Vorschub der „langsamsten“ Achse): **1**

Dezimalzeichen festlegen

MP7280 Komma als Dezimalzeichen anzeigen: **0**
 Punkt als Dezimalzeichen anzeigen: **1**

Positions-Anzeige in der Werkzeug-Achse

MP7285 Anzeige bezieht sich auf den Werkzeug-Bezugspunkt: **0**
 Anzeige in der Werkzeug-Achse bezieht sich auf die Werkzeug-Stirnfläche: **1**

Anzeigeschritt für die X-Achse

MP7290.0 0,1 mm: **0**
 0,05 mm: **1**
 0,01 mm: **2**
 0,005 mm: **3**
 0,001 mm: **4**
 0,0005 mm: **5**
 0,0001 mm: **6**

Anzeigeschritt für die Y-Achse

MP7290.1 0,1 mm: **0**
 0,05 mm: **1**
 0,01 mm: **2**
 0,005 mm: **3**
 0,001 mm: **4**
 0,0005 mm: **5**
 0,0001 mm: **6**

Anzeigeschritt für die Z-Achse

MP7290.2 0,1 mm: **0**
 0,05 mm: **1**
 0,01 mm: **2**
 0,005 mm: **3**
 0,001 mm: **4**
 0,0005 mm: **5**
 0,0001 mm: **6**

TNC-Anzeigen, TNC-Editor

Anzeigeschritt für die IV. Achse

MP7290.3 0,1 mm: **0**
 0,05 mm: **1**
 0,01 mm: **2**
 0,005 mm: **3**
 0,001 mm: **4**
 0,0005 mm: **5**
 0,0001 mm: **6**

Anzeigeschritt für die V. Achse

MP7290.4 0,1 mm: **0**
 0,05 mm: **1**
 0,01 mm: **2**
 0,005 mm: **3**
 0,001 mm: **4**
 0,0005 mm: **5**
 0,0001 mm: **6**

Bezugspunkt-Setzen sperren

MP7295 Bezugspunkt-Setzen nicht sperren: **+0**
 Bezugspunkt-Setzen in der X-Achse sperren: **+1**
 Bezugspunkt-Setzen in der Y-Achse sperren: **+2**
 Bezugspunkt-Setzen in der Z-Achse sperren: **+4**
 Bezugspunkt-Setzen in der IV. Achse sperren: **+8**
 Bezugspunkt-Setzen in der V. Achse sperren: **+16**

Bezugspunkt-Setzen mit orangenen Achstasten sperren

MP7296 Bezugspunkt-Setzen nicht sperren: **0**
 Bezugspunkt-Setzen über orangene Achstasten sperren: **1**

Status-Anzeige, Q-Parameter und Werkzeug-Daten rücksetzen

MP7300 Alles rücksetzen, wenn Programm angewählt wird: **0**
 Alles rücksetzen, wenn Programm angewählt wird und bei M02, M30, END PGM: **1**
 Nur Status-Anzeige und Werkzeug-Daten rücksetzen, wenn Programm angewählt wird: **2**
 Nur Status-Anzeige und Werkzeug-Daten rücksetzen, wenn Programm angewählt wird und bei M02, M30, END PGM: **3**
 Status-Anzeige und Q-Parameter rücksetzen, wenn Programm angewählt wird: **4**
 Status-Anzeige und Q-Parameter rücksetzen, wenn Programm angewählt wird und bei M02, M30, END PGM: **5**
 Status-Anzeige rücksetzen, wenn Programm angewählt wird: **6**
 Status-Anzeige rücksetzen, wenn Programm angewählt wird und bei M02, M30, END PGM: **7**

Festlegungen für Grafik-Darstellung

MP7310 Grafische Darstellung in drei Ebenen nach DIN 6, Teil 1, Projektionsmethode 1: **+0**
 Grafische Darstellung in drei Ebenen nach DIN 6, Teil 1, Projektionsmethode 2: **+1**
 Koordinatensystem für grafische Darstellung nicht drehen: **+0**
 Koordinatensystem für grafische Darstellung um 90° drehen: **+2**
 Neue BLK FORM bei Zykl. 7 NULLPUNKT bezogen auf den alten Nullpunkt anzeigen: **+0**
 Neue BLK FORM bei Zykl. 7 NULLPUNKT bezogen auf den neuen Nullpunkt anzeigen: **+4**
 Cursor-Position bei der Darstellung in drei Ebenen nicht anzeigen: **+0**
 Cursor-Position bei der Darstellung in drei Ebenen anzeigen: **+8**

TNC-Anzeigen, TNC-Editor

Grafische Simulation ohne programmierter Werkzeug-Achse: Werkzeug-Radius

MP7315 0 bis 99 999,9999 [mm]

Grafische Simulation ohne programmierter Werkzeug-Achse: Eindringtiefe

MP7316 0 bis 99 999,9999 [mm]

Grafische Simulation ohne programmierter Werkzeug-Achse: M-Funktion für Start

MP7317.0 0 bis 88 (0: Funktion nicht aktiv)

Grafische Simulation ohne programmierter Werkzeug-Achse: M-Funktion für Ende

MP7317.1 0 bis 88 (0: Funktion nicht aktiv)

Programmspeicher der TNC festlegen, der beim blockweisen Übertragen belegt wird

MP7228.0 Speicher der mindestens belegt werden soll: **1 bis 1024 [Kbyte]**

MP7228.1 Speicher der maximal belegt werden soll: **1 bis 1024 [Kbyte]**

Wirksamkeit Zyklus 11 MASSFAKTOR

MP7410 MASSFAKTOR wirkt in 3 Achsen: **0**
MASSFOKTOR wirkt nur in der Bearbeitungsebene: **1**

Werkzeug-Daten beim programmierbaren Antast-Zyklus TOUCH-PROBE 0

MP7411 Aktuelle Werkzeug-Daten mit Kalibrier-Daten des 3D-Tastsystems überschreiben: **0**
Aktuelle Werkzeug-Daten bleiben erhalten: **1**

Bearbeitung und Programmlauf

Zyklus 17: Spindelorientierung am Zyklus-Anfang

MP7160 Spindelorientierung durchführen: **0**
Keine Spindelorientierung durchführen: **1**

Zyklus 6 AUSRAEUMEN: Arbeitsweise festlegen

MP7420 Kanal um die Kontur fräsen im Uhrzeigersinn für Inseln und im Gegen-Uhrzeigersinn für Taschen: **+0**
Kanal um die Kontur fräsen im Uhrzeigersinn für Taschen und im Gegen-Uhrzeigersinn für Inseln: **+1**
Kontur-Kanal vor dem Ausräumen fräsen: **+0**
Kontur-Kanal nach dem Ausräumen fräsen: **+2**
Korrigierte Konturen vereinigen: **+0**
Unkorrigierte Konturen vereinigen: **+4**
Ausräumen jeweils bis zur Taschentiefe: **+0**
Tasche vor jeder weiteren Zustellung vollständig umfräsen und ausräumen: **+8**

Zyklus 4 TASCHENFRAESEN und Zyklus 5 KREISTASCHE: Überlappungsfaktor

MP7430 **0,1 bis 1,414**

Zulässige Abweichung des Kreisbahn-Endpunkts von der perfekten Kreisbahn

MP7431 **0,0001 bis 0,016 [mm]**

Wirkungsweise verschiedener Zusatz-Funktionen M

MP7440 Programmlauf-Halt bei M06: **+0**
Kein Programmlauf-Halt bei M06: **+1**
Kein Zyklus-Aufruf mit M89: **+0**
Modaler Zyklus-Aufruf mit M89: **+2**
Programmlauf-Halt bei M-Funktionen: **+0**
Kein Programmlauf-Halt bei M-Funktionen: **+4**
 k_v -Faktoren über M105 und M106 nicht umschaltbar: **+0**
 K_v -Faktoren über M105 und M106 umschaltbar: **+8**
Vorschub in der Werkzeugachse mit M103 F.. reduzieren nicht aktiv: **+0**
Vorschub in der Werkzeugachse mit M103 F.. reduzieren aktiv: **+16**



Die k_v -Faktoren werden vom Maschinen-Hersteller festgelegt. Er erteilt hierzu nähere Informationen.

Winkel der Richtungsänderung, der noch mit konstanter Bahngeschwindigkeit gefahren wird (Ecke mit R0, „Innen-Ecke“ auch radiuskorrigiert)

Gilt für Betrieb mit Schleppabstand und Geschwindigkeits-Vorsteuerung

MP7460 **0,0000 bis 179,9999 [°]**

Nullpunkte aus der Nullpunkt-Tabelle beziehen sich auf den

MP7475 Werkstück-Nullpunkt: **0**
Maschinen-Nullpunkt: **1**

Elektronische Handräder

Handrad-Typ festlegen

MP7640 Maschine ohne Handrad: **0**
HR 330 mit Zusatztasten – die Tasten für Verfahrrichtung und Eilgang am Handrad werden von der NC ausgewertet: **1**
HR 130 ohne Zusatztasten: **2**
HR 330 mit Zusatztasten – die Tasten für die Verfahrrichtung und Eilgang am Handrad werden von der PLC ausgewertet: **3**
HR 332 mit zwölf Zusatztasten: **4**
Mehrfach-Handrad mit Zusatztasten: **5**
HR 410 mit Zusatzfunktionen: **6**

Unterteilungsfaktor wird

MP7641 über die Tastatur eingeben: **0**
von der PLC festgelegt: **1**

Vom Maschinen-Hersteller belegbare Funktionen fürs Handrad

MP 7645.0 0 bis 255

MP 7645.1 0 bis 255

MP 7645.2 0 bis 255

MP 7645.3 0 bis 255

MP 7645.4 0 bis 255

MP 7645.5 0 bis 255

MP 7645.6 0 bis 255

MP 7645.7 0 bis 255

12.2 Zusatz-Funktionen (M-Funktionen)

Zusatz-Funktionen mit festgelegter Wirkung

M	Wirkung der M-Funktion	Wirksam am Satz- Anfang	Wirksam am Satz- Ende	Seite
M00	Programmlauf HALT/Spindel HALT/Kühlmittel AUS		•	3-5
M02	Programmlauf HALT/Spindel HALT/Kühlmittel AUS ggf. Löschen der Status-Anzeige (abhängig von Maschinen-Parameter)/Rücksprung zu Satz 1		•	3-5
M03	Spindel EIN im Uhrzeigersinn	•		
M04	Spindel EIN im Gegenuhrzeigersinn	•		
M05	Spindel HALT		•	
M06	Werkzeugwechsel/Programmlauf HALT (abhängig von Maschinen-Parameter) Spindel HALT		•	3-5
M08	Kühlmittel EIN	•		
M09	Kühlmittel AUS		•	
M13	Spindel EIN im Uhrzeigersinn/Kühlmittel EIN	•		
M14	Spindel EIN im Gegenuhrzeigersinn/Kühlmittel EIN	•		
M30	Gleiche Funktion wie M02		•	3-5
M89	Freie Zusatz-Funktion oder Zyklus-Aufruf, modal wirksam (abhängig von Maschinen-Parameter)	•	•	8-3
M90	Nur im geschleppten Betrieb: konstante Bahngeschwindigkeit an Ecken	•		5-62
M91	Im Positioniersatz: Koordinaten beziehen sich auf den Maschinen-Nullpunkt	•		5-65
M92	Im Positioniersatz: Koordinaten beziehen sich auf eine vom Maschinen- Hersteller definierte Position, z.B. auf die Werkzeugwechsel-Position	•		5-65
M93	reserviert	•		
M94	Anzeige der Drehachse reduzieren auf einen Wert unter 360°	•		5-70
M95	reserviert		•	
M96	reserviert		•	
M97	Kleine Konturstufen bearbeiten		•	5-63
M98	Offene Konturen vollständig bearbeiten		•	5-64
M99	Satzweiser Zyklus-Aufruf		•	8-3

Zusatz-Funktionen mit festgelegter Wirkung

M	Wirkung der M-Funktion	Wirksam am Satz-		Seite
		Anfang	Ende	
M101	Automatischer Werkzeugwechsel mit Schwesterwerkzeug, wenn max. Standzeit abgelaufen	•		4-15
M102	M101 rücksetzen		•	4-15
M103	Vorschub beim Eintauchen reduzieren auf Faktor F (prozentualer Wert)	•		5-66
M105	Bearbeitung mit erstem kv-Faktor durchführen	•		
M106	Bearbeitung mit zweitem kv-Faktor durchführen	•		
M107	Fehlermeldung bei Schwesterwerkzeugen mit Aufmaß unterdrücken	•		4-15
M108	M107 rücksetzen		•	
M109	Konstante Bahngeschwindigkeit an der Werkzeug-Schneide bei Kreisbögen (Vorschub-Erhöhung und -Reduzierung)	•		5-67
M110	Konstante Bahngeschwindigkeit an der Werkzeug-Schneide bei Kreisbögen (nur Vorschub-Reduzierung)	•		5-67
M111	M109/M110 rücksetzen		•	5-67
M112	Rundungskreis an nicht-tangentialen Geradenübergängen automatisch einfügen; Toleranz der Konturabweichung über T eingeben	•		5-67
M113	M112 rücksetzen		•	
M114	Automatische Korrektur der Maschinengeometrie beim Arbeiten mit Schwenkachsen	•		5-69
M115	M114 rücksetzen		•	
M116	Vorschub bei Winkelachsen in mm/min	•		5-69
M118	Handrad-Positionierung während des Programmlaufs überlagern	•		5-70
M124	Punkte bei der Berechnung des Rundungskreises mit M112 auslassen	•		5-70
M126	Drehachsen wegoptimiert verfahren	•		5-68
M127	M126 rücksetzen		•	5-68
M200	Laserschneiden: Programmierte Spannung direkt ausgeben	•		5-71
M201	Laserschneiden: Spannung als Funktion der Strecke ausgeben	•		5-71
M202	Laserschneiden: Spannung als Funktion der Geschwindigkeit ausgeben	•		5-71
M203	Laserschneiden: Spannung als Funktion der Zeit ausgeben (Rampe)	•		5-72
M204	Laserschneiden: Spannung als Funktion der Zeit ausgeben (Puls)	•		5-72



Die Zusatz-Funktionen M105 und M106 werden vom Maschinen-Hersteller festgelegt und freigegeben. Er gibt hierzu nähere Informationen.

Freie Zusatz-Funktionen

Freie Zusatz-Funktionen werden vom Maschinen-Hersteller bestimmt.
Sie sind im Maschinen-Handbuch beschrieben.

M	Funktion	Wirksam am Satz- Anfang	Wirksam am Satz- Ende	M	Funktion	Wirksam am Satz- Anfang	Wirksam am Satz- Ende
M01			•	M50		•	
M07		•		M51		•	
M10			•	M52			•
M11		•		M53			•
M12			•	M54			•
M15		•		M55		•	
M16		•		M56		•	
M17		•		M57		•	
M18		•		M58		•	
M19			•	M59		•	
M20		•		M60			•
M21		•		M61		•	
M22		•		M62		•	
M23		•		M63			•
M24		•		M64			•
M25		•		M65			•
M26		•		M66			•
M27		•		M67			•
M28		•		M68			•
M29		•		M69			•
M31		•		M70			•
M32			•	M71		•	
M33			•	M72		•	
M34			•	M73		•	
M35			•	M74		•	
M36		•		M75		•	
M37		•		M76		•	
M38		•		M77		•	
M39		•		M78		•	
M40		•		M79		•	
M41		•		M80		•	
M42		•		M81		•	
M43		•		M82		•	
M44		•		M83		•	
M45		•		M84		•	
M46		•		M85		•	
M47		•		M86		•	
M48		•		M87		•	
M49		•		M88		•	

12.3 Vorbelegte Q-Parameter

Die Q-Parameter Q100 bis Q113 werden von der TNC mit Werten belegt. Den Q-Parametern werden zugewiesen:

- Werte aus der PLC
- Angaben zu Werkzeug und Spindel
- Angaben zum Betriebszustand usw.

Werte aus der PLC: Q100 bis Q107

Die TNC benutzt die Parameter Q100 bis Q107, um Werte aus der PLC in ein NC-Programm zu übernehmen

Werkzeug-Radius: Q108

Der aktuelle Wert des Werkzeug-Radius wird Q108 zugewiesen.

Werkzeug-Achse: Q109

Der Wert des Parameters Q109 hängt von der aktuellen Werkzeug-Achse ab.

Werkzeug-Achse	Parameter-Wert
Keine Werkzeug-Achse definiert	Q109 = -1
Z-Achse	Q109 = 2
Y-Achse	Q109 = 1
X-Achse	Q109 = 0

Spindel-Zustand: Q110

Der Wert des Parameters Q110 hängt von der zuletzt programmierten M-Funktion für die Spindel ab.

M-Funktion	Parameter-Wert
Kein Spindel-Zustand definiert	Q110 = -1
M03: Spindel EIN, Uhrzeigersinn	Q110 = 0
M04: Spindel EIN, Gegenuhrzeigersinn	Q110 = 1
M05 nach M03	Q110 = 2
M05 nach M04	Q110 = 3

Kühlmittel-Versorgung: Q111

M-Funktion	Parameter-Wert
M08: Kühlmittel EIN	Q111 = 1
M09: Kühlmittel AUS	Q111 = 0

Überlappungsfaktor: Q112

Der Überlappungsfaktor beim Taschenfräsen (MP 7430) wird Q112 zugewiesen.

Maßangaben im Programm: Q113

Der Wert des Parameters Q113 hängt bei Verschachtelungen mit PGM CALL von den Maßangaben des Programms ab, das als erstes andere Programme ruft.

Maßangaben des Hauptprogramms	Parameter-Wert
Metrisches System (mm)	Q113 = 0
Zoll-System (inch)	Q113 = 1

Werkzeug-Länge: Q114

Der aktuelle Wert der Werkzeug-Länge wird Q114 zugewiesen.

Koordinaten nach Antasten während des Programmlaufs

Die Parameter Q115 bis Q119 enthalten nach einer programmierten Messung mit dem 3D-Tastsystem die Koordinaten der Spindelposition zum Antast-Zeitpunkt.

Länge des Taststifts und Radius der Tastkugel werden für diese Koordinaten nicht berücksichtigt.

Koordinatenachse	Parameter
X-Achse	Q115
Y-Achse	Q116
Z-Achse	Q117
IV. Achse	Q118
V. Achse	Q119

Ist-Sollwert-Abweichung bei automatischer Werkzeug-Vermessung mit dem TT 110

Ist-Soll-Abweichung	Parameter
Werkzeug-Länge	Q115
Werkzeug-Länge	Q116

12.4 Technische Information

Technische Information	
Kurzbeschreibung	Bahnsteuerung für Maschinen mit bis zu 5 Achsen, zusätzlich Spindel-Orientierung
Komponenten	Logik-Einheit, Bedienfeld, Farbbildschirm mit Softkeys
Datenschnittstellen	V.24 / RS-232-C V.11 / RS-422 Erweiterte Datenschnittstelle mit LSV-2-Protokoll zum externen Bedienen der TNC über die Datenschnittstelle mit HEIDENHAIN-Software TNCREMOTE.
Gleichzeitig verfahrenende Achsen bei Konturelementen	Geraden bis zu 5 Achsen TNC 407: 3 Achsen Exportversionen TNC 415 F, TNC 425 E: 4 Achsen Kreise bis zu 3 Achsen (bei geschwenkter Bearbeitungsebene) Schraubenlinie 3 Achsen
„Look Ahead“	Definiertes Verrunden von un stetigen Konturübergängen, (z.B. bei 3D-Formen) Kollisionsbetrachtung mit dem SL-Zyklus für „offene Konturen“ Vorausberechnung der Geometrie zur Vorschubanpassung
Parallelbetrieb	Editieren, während die TNC ein Bearbeitungsprogramm ausführt (bei TNC 407 ohne Grafik)
Grafische Darstellungen	Programmier-Grafik Test-Grafik Programmmlauf-Grafik (nicht TNC 407)
Datei-Typen	HEIDENHAIN-Klartext-Dialog-Programme DIN/ISO-Programme Werkzeug-Tabellen Nullpunkt-Tabellen Punkte-Tabellen Paletten-Dateien Text-Dateien System-Dateien
Programm-Speicher	Batterie-gepuffert für bis zu 100 Dateien Größe 256 Kbyte (TNC 407: 128 Kbyte)
Werkzeug-Definitionen	Bis zu 254 Werkzeuge im Programm oder in Tabellen

Programmierbare Funktionen

Konturelemente	Gerade Fase Kreisbahn Kreismittelpunkt Kreisradius tangential anschließende Kreisbahn Ecken-Runden Geraden und Kreisbahnen zum Anfahren und Verlassen der Kontur
Freie Kontur-Programmierung	für alle Konturelemente, für die keine NC-gerechte Bemaßung vorliegt
Dreidimensionale Radiuskorrektur (nicht TNC 407)	Zur nachträglichen Änderung von Werkzeug-Daten, ohne das Programm erneut berechnen zu müssen
Programm-Sprünge	Unterprogramm Programmteil-Wiederholung Hauptprogramm als Unterprogramm
Bearbeitungs-Zyklen	Tief- und Gewindebohren (auch mit geregelter Spindel) Gewindeschneiden Rechteck- und Kreistasche fräsen, Nut fräsen beliebige Taschen und Inseln bearbeiten Zylinder-Mantel-Interpolation
Koordinaten-Umrechnungen	Nullpunkt-Verschiebung Spiegeln Drehung Massfaktor Bearbeitungsebene schwenken (nicht TNC 407)
3D-Tastsystem-Einsatz	Antastfunktionen zum Bezugspunkt- Setzen und zur automatischen Werkstück- Vermessung Digitalisieren von 3D-Formen mit messen den Tastsystemen (Option, nicht TNC 407) Digitalisieren von 3D-Formen mit TS 120 (Option) Automatische Werkzeug- Vermessung mit TT 110
Mathematische Funktionen	Grundrechenarten +, -, x und ÷ Dreiecksberechnungen sin, cos, tan, arcsin, arccos, arctan Wurzel aus Werten (\sqrt{a}) und Quadratsummen ($\sqrt{a^2 + b^2}$) quadrieren von Werten (SQ) potenzieren von Werten (^) Konstante PI Logarithmus-Funktionen Exponential-Funktion negativen Wert bilden (NEG) ganze Zahl bilden (INT) absoluten Wert bilden (ABS) Vorkommastellen abschneiden (FRAC) Vergleiche größer, kleiner, gleich, ungleich

TNC-Daten	
Satz-Verarbeitungszeit	4 ms/Satz (TNC 407: 25 ms/Satz)
Regelkreis-Zykluszeit	TNC 425: Bahninterpolation : 3 ms Feininterpolation: 0,6 ms (Geschwindigkeit) TNC 415 B: Bahninterpolation : 3 ms Feininterpolation: 0,6 ms (Bahn) TNC 407: 6 ms
Datenübertragungs- Geschwindigkeit	maximal 38.400 Baud
Umgebungstemperatur	0°C bis 45°C (Betrieb) -30°C bis 70°C (Lagerung)
Verfahrweg	maximal ± 100 m (2 540 Zoll)
Verfahrgeschwindigkeit	maximal 300 m/min (11.810Zoll/min)
Spindeldrehzahl	maximal 99.999 U/min
Eingabe-Bereich	Minimum 0,1µm (0,00 001 Zoll) bzw. 0,0 001° (TNC 407 und Exportversionen TNC 415 F, TNC 425 E: 1µm) Maximum 99.999,999 mm (3 937 Zoll) bzw. 99.999,999°

Zubehör**Disketten-Einheit FE 401**

Ausführung	tragbares Koffergerät
Einsatzbereich	alle TNC-Bahnsteuerungen, TNC 131, TNC 135
Datenschnittstellen	2 Schnittstellen V.24/RS-232-C
Übertragungsgeschwindigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • TNC : 2 400 bis 38 400 Baud • PRT : 110 bis 9 600 Baud
Diskettenlaufwerk	separates Laufwerk zum Kopieren, Speicherplatz 795 Kbyte (ca. 25.000 Programmsätze), bis zu 256 Dateien
Disketten	3,5 Zoll, DS DD, 135 TPI

Schaltende 3D-Tastysteme TS120, TS 511

Ausführung	Tastysteme mit Rubin-Tastkugel und Taststift mit Soll-Bruchstelle, genormte Werkzeugkegel	
Fabrikate	TS 120	Kabelanschluß, Anpaßelektronik integriert
	TS 511	Infrarot-Übertragungsstrecke, separate Sende- und Empfangseinheit
Einwechselung	TS 120	manuell
	TS 511	automatisch
Antast-Reproduzierbarkeit	besser 1 µm	
Antast-Geschwindigkeit	maximal 3 m/min	

Schaltendes 3D-Tastensystem TT 110

Ausführung	Tastensystem mit gehärtetem, nicht rostendem Antastelement (Stahlscheibe), Schutzart IP 67
Schnittstelle	Anschluß an die TNC über 5 V-Versorgung
Installation	fest im Arbeitsraum der Maschine
Antast-Geschwindigkeit	maximal 3 m/min

Elektronische Handräder

HR 130	Einbauversion
HR 150	Handräder für den Handrad-Adapter HRA 110
HR 330	mobile Version, Übertragung über Kabel. Ausgerüstet mit Achswahltasten, Eilgangstaste, Freigabeschalter, NOT-AUS-Taste
HR 410	mobile Version, Übertragung über Kabel. Ausgerüstet mit Achswahltasten, 3 Vorschubtasten, 3 Tasten für beliebige Maschinenfunktionen, Freigabeschalter, NOT-AUS-Taste

12.5 TNC-Meldetexte

Die TNC erzeugt die Meldetexte automatisch. Sie stehen unter anderem zur Verfügung bei

- falschen Eingaben
- logischen Fehlern im Programm
- nicht ausführbaren Konturelementen
- unvorschriftsmäßigem Tastsystem-Einsatz

Einige besonders häufig vorkommende TNC-Meldetexte stehen in den folgenden Übersichten.

Ein Meldetext, der die Nummer eines Programmsatzes enthält, wurde durch diesen Satz oder einen vorhergegangenen verursacht.

TNC-Meldetexte werden mit der Taste CE gelöscht, nachdem ihre Ursache beseitigt ist.

TNC-Meldetexte beim Programmieren

EINGABE WEITERER PGM UNMOEGLICH

Alte Dateien löschen, um weitere Dateien einzugeben

EINGABEWERT FALSCH

- LBL-Nummer korrekt eingeben
- Eingabegrenzen beachten

EXT. AUS-/EINGABE NICHT BEREIT

Verbindung zu externem Gerät korrekt herstellen

GESCHUETZTES PGM !

Programm-Schutz aufheben, falls PGM editiert werden soll

LABEL-NUMMER BELEGT

Label-Nummern nur jeweils einmal vergeben

SPRUNG AUF LABEL 0 NICHT ERLAUBT

CALL LBL 0 nicht programmieren

TNC-Meldetexte beim Programm-Test und Programmlauf**ACHSE DOPPELT PROGRAMMIERT**

Für Positionierungen Koordinaten jeder Achse nur einmal eingeben

AKTUELLER SATZ NICHT ANGEWÄHLT

Vor Programm-Test oder Programmlauf Programm-Anfang mit GOTO 0 anwählen

ANTASTPUNKT NICHT ERREICHBAR

- 3D-Tastsystem näher am Antastpunkt vorpositionieren
- Maschinenparameter, in denen die Position des TT 110 abgelegt wird, stimmen nicht mit der tatsächlichen Position des TT 110 überein

ARITHMETIKFEHLER

Berechnungen mit nicht erlaubten Werten

- Werte innerhalb der Bereichsgrenzen definieren
- Antast-Positionen für das 3D-Tastsystem eindeutig auseinanderliegend wählen
- Bei Einzelschneiden-Vermessung mit TT 110 Anzahl der Schneiden in der Werkzeug-Tabelle ungleich 0 eintragen
- TCH PROBE 30 (TT kalibrieren) ausführen bevor Sie Werkzeug-Länge oder Werkzeug-Radius vermessen
- Berechnungen müssen mathematisch korrekt durchführbar sein

BAHN-KORR. FALSCH BEENDET

Werkzeug-Radius-Korrektur nicht in einem Satz mit Kreisbahn-Position aufheben

BAHN-KORR. FALSCH BEGONNEN

- Gleiche Radius-Korrektur vor und nach einem RND- und CHF-Satz eingeben
- Werkzeug-Radius-Korrektur nicht in einem Satz mit Kreisbahn-Position beginnen

CYCL UNVOLLSTAENDIG

- Zyklen mit allen Angaben in der festgelegten Reihenfolge definieren
- Umrechnungszyklen nicht aufrufen
- Vor einem Zyklus-Aufruf den Zyklus definieren
- Zustelltiefe ungleich 0 eingeben

DEFINITION BLK FORM FEHLERHAFT

- MIN- und MAX-Punkt entsprechend Vorschrift programmieren
- Seitenverhältnis kleiner als 200:1 wählen

EBENE FALSCH DEFINIERT

- Werkzeug-Achse bei aktiver Grunddrehung nicht ändern
- Hauptachsen für Kreisbahnen korrekt definieren
- Beide Hauptachsen für CC definieren

FALSCHER ACHSE PROGRAMMIERT

- Gesperrte Achsen nicht programmieren
- Rechteck-Tasche und Nut in der Bearbeitungsebene ausführen
- Drehachsen nicht spiegeln
- Fasenlänge positiv eingeben

FALSCHER DREHZAHL

Drehzahl innerhalb der Bereichsgrenzen programmieren

FASE NICHT ERLAUBT

Fase zwischen zwei Geradensätze mit gleicher Radius-Korrektur einfügen

GROBER POSITIONIER-FEHLER

Die TNC überwacht Positionen und Bewegungen. Weicht die Ist-Position zu stark von der Soll-Position ab, so wird diese Fehlermeldung blinkend ausgegeben. Zur Quittierung der Fehlermeldung END-Taste einige Sekunden gedrückt halten (Warmstart)

KEINE AENDERUNG AM LAUFENDEN PGM

Programm nicht editieren, während es übertragen oder ausgeführt wird

KREIS-ENDPUNKT FALSCH

- Anschlußkreis vollständig eingeben
- Bahn-Endpunkte auf Kreisbahn liegend programmieren

KREISMITTELPUNKT FEHLT

- Kreismittelpunkt mit CC definieren
- Pol mit CC definieren

LABEL-NR. NICHT VORHANDEN

Nur gesetzte Label-Nummern aufrufen

MASSFaktor NICHT ERLAUBT

MASSFaktoren für Koordinatenachsen in der Ebene der Kreisbahn identisch eingeben

PGM-ABSCHNITT NICHT DARSTELLBAR

- Fräserradius kleiner wählen
- 4D- und 5D-Bewegungen werden nicht grafisch simuliert
- Werkzeug-Achse für Simulation gleich der Achse in der BLK-FORM eingeben

RADIIUSKORREKTUR UNDEFINIERT

In einem Unter-Programm zu Zyklus 14 KONTUR die Radiuskorrektur RR oder RL eingeben

RUNDUNG NICHT ERLAUBT

Tangential anschließende Kreise und Rundungs-Kreise korrekt eingeben

RUNDUNGS-RADIUS ZU GROSS

Rundungs-Kreise müssen zwischen Kontur-Elemente passen

TASTE OHNE FUNKTION

Diese Meldung kommt immer dann, wenn eine Taste betätigt wird, die für den aktuellen Dialog nicht benötigt wird

TASTSTIFT AUSGELENKT

Taststift vor dem ersten Antasten ohne Werkstück-Berührung vorpositionieren

TASTSYSTEM KALIBRIEREN

- TT 110 neu kalibrieren, Maschinenparameter für TT 110 wurden geändert
- TM 110 neu kalibrieren, Maschinenparameter für TM 110 wurden geändert

TASTSYSTEM NICHT BEREIT

- Sende- und Empfangsfenster (TS 511) auf Empfangseinheit einstellen
- Tastsystem auf Betriebsbereitschaft prüfen

UNDEFINIERTER PROGRAMMSTART

- Im Programm nur mit TOOL DEF-Satz beginnen
- Programm nach Unterbrechung nicht mit anschließender Kreisbahn oder Pol-Übernahme neu starten

VORSCHUB FEHLT

- Vorschub für Positioniersatz eingeben
- FMAX in jedem Satz erneut eingeben

VORZEICHEN FALSCH

Vorzeichen für Zyklus-Parameter vorschriftsgemäß eingeben

WERKZEUG-RADIUS ZU GROSS

- Werkzeug-Radius so wählen, daß
- er innerhalb der vorgegebenen Grenzen liegt
 - Konturelemente sich berechnen und ausführen lassen

WERKZEUG-STANDZEIT ABGELAUFEN

TIME1 oder TIME2 aus TOOL.T wurde überschritten, in der Werkzeug-Tabelle wurde kein Schwester-Werkzeug definiert

WINKEL-BEZUG FEHLT

- Kreisbahnen und -Endpunkte eindeutig definieren
- Bei Polarkoordinaten-Angaben Polarkoordinaten-Winkel korrekt definieren

ZU HOHE VERSCHACHTELUNG

- Unterprogramme mit LBL0 abschließen
- CALL LBL für Unterprogramme ohne REP setzen
- CALL LBL für Programmteil-Wiederholungen mit Wiederholungen (REP) setzen
- Unterprogramme dürfen sich nicht selbst aufrufen
- Unterprogramme maximal 8-fach verschachteln
- Hauptprogramme als Unterprogramme maximal 4-fach verschachteln

TNC-Meldetexte beim Digitalisieren**ACHSE DOPPELT PROGRAMMIERT**

Für die Koordinaten des Startpunkts (Zyklus HOEHENLINIEN) zwei verschiedene Achsen programmieren

ANFANGS-POSITION FALSCH

Startpunkt-Koordinaten für Zyklus HOEHENLINIEN so programmieren, daß sie innerhalb des BEREICHS liegen

ANTASTPUNKT NICHT ERREICHBAR

- Taststift darf vor Erreichen des BEREICHS nicht ausgelenkt werden
- Taststift muß im BEREICH ausgelenkt werden

BEREICH UEBERSCHRITTEN

BEREICH für gesamte 3D-Form eingeben

DATEN FUER BEREICH FEHLERHAFT

- MIN-Koordinaten kleiner als die entsprechenden MAX-Koordinaten eingeben
- BEREICH innerhalb der Begrenzung durch Software-Endschalter definieren
- BEREICH für Zyklen MAEANDER und HOEHENLINIEN definieren

DREHUNG NICHT ERLAUBT

Koordinaten-Umrechnungen vor Digitalisieren zurücksetzen.

EBENE FALSCH DEFINIERT

Startpunkt-Koordinaten (Zyklus HOEHENLINIEN) von Taststift-Achse verschieden definieren.

FALSCH EINGEGEBEN

- Kalibrierte Tastsystem-Achse im Zyklus BEREICH eingeben.
- Richtige Winkelachse im Zyklus BEREICH eingeben.
- Achsen im Zyklus Bereich nicht doppelt programmieren

MASSFaktor NICHT ERLAUBT

Koordinaten-Umrechnungen vor Digitalisieren zurücksetzen.

SPIEGELUNG NICHT ERLAUBT

Koordinaten-Umrechnungen vor Digitalisieren zurücksetzen.

TASTSTIFT AUSGELENKT

Taststift so vorpositionieren, daß er außerhalb des BEREICHs nicht ausgelenkt wird.

TASTSYSTEM NICHT BEREIT

- Sende- und Empfangsfenster (TS 511) auf Empfangseinheit einstellen
- Tastsystem auf Betriebsbereitschaft prüfen
- Tastsystem läßt sich nicht freifahren
- TM 110: Eine oder mehrere Achsen des TM 110 sind defekt.
Kundendienst benachrichtigen

TASTKOPF-BATTERIE WECHSELN

Batterie im Tastkopf auswechseln (TS 511).
Meldung wird am Zeilenende ausgegeben.

ZEIT-BEGRENZUNG UEBERSCHRITTEN

ZEIT-BEGRENZUNG und 3D-Form aufeinander abstimmen.
(Zyklus HOEHENLINIEN)

ZU VIELE PUNKTE

PNT-Datei darf maximal 893 Punkte enthalten; Digitalisier-Bereich erneut aufnehmen, ggf mit größerem Punkt-Abstand

Programmschema

Fräsen einer Außenkontur

Programmierschritt	Taste	Handbuch-Abschnitt
1 Programm eröffnen bzw. anwählen Eingaben: Programm-Name Maßeinheit im Programm Rohling für grafische Darstellungen		4.6
2 Werkzeug(e) definieren Eingaben: Werkzeug-Nummer Werkzeug-Länge Werkzeug-Radius		4.2
3 Werkzeug-Daten aufrufen Eingaben: Werkzeug-Nummer Spindelachse Spindeldrehzahl		4.2
4 Werkzeugwechsel Eingaben: Koordinaten der Wechsellposition Radiuskorrektur Vorschub (Eilgang) Zusatz-Funktion (Werkzeugwechsel)		z.B. 5.4
5 Startposition anfahren Eingaben: Koordinaten der Startposition Radiuskorrektur (R0) Vorschub (Eilgang) Zusatz-Funktion (Spindel EIN, Rechtslauf)		5.2/5.4
6 Kontur anfahren Eingaben: Koordinaten des ersten Konturpunkts Koordinate der (ersten) Arbeitstiefe Radiuskorrektur für die Bearbeitung Bearbeitungsvorschub		5.2
7 Bearbeitung bis zum letzten Konturpunkt Eingaben: Zu jedem Konturelement alle erforderlichen Größen eingeben		5 bis 8
8 Kontur verlassen Eingaben: Angaben zur Endposition Vorschub (Eilgang) Zusatz-Funktion (Spindel-Halt, Rücksprung)		5.2
9 Programm-Ende		

M	Wirkung der M-Funktion	Wirksam am Satz-		Seite
		Anfang	Ende	
M00	Programmlauf HALT/Spindel HALT/Kühlmittel AUS		•	3-5
M02	Programmlauf HALT/Spindel HALT/Kühlmittel AUS/ggf. Löschen der Status-Anzeige (abhängig von Maschinen-Parameter)/Rücksprung zu Satz 1		•	3-5
M03	Spindel EIN im Uhrzeigersinn	•		
M04	Spindel EIN im Gegenuhrzeigersinn	•		
M05	Spindel HALT		•	
M06	Werkzeugwechsel/Programmlauf HALT (abhängig von Maschinen-Parameter)/Spindel HALT		•	3-5
M08	Kühlmittel EIN	•		
M09	Kühlmittel AUS		•	
M13	Spindel EIN im Uhrzeigersinn/Kühlmittel EIN	•		
M14	Spindel EIN im Gegenuhrzeigersinn/Kühlmittel EIN	•		
M30	Gleiche Funktion wie M02		•	3-5
M89	Freie Zusatz-Funktion oder Zyklus-Aufruf, modal wirksam (abhängig von Maschinen-Parameter)	•	•	8-3
M90	Nur im geschleppten Betrieb: konstante Bahngeschwindigkeit an Ecken	•		5-62
M91	Im Positioniersatz: Koordinaten beziehen sich auf den Maschinen-Nullpunkt	•		5-65
M92	Im Positioniersatz: Koordinaten beziehen sich auf eine vom Maschinen-Hersteller definierte Position, z.B. auf die Werkzeugwechsel-Position	•		5-65
M93	reserviert	•		
M94	Anzeige der Drehachse reduzieren auf einen Wert unter 360°	•		5-70
M95	reserviert		•	
M96	reserviert		•	
M97	Kleine Konturstufen bearbeiten		•	5-63
M98	Offene Konturen vollständig bearbeiten		•	5-64
M99	Satzweiser Zyklus-Aufruf		•	8-3
M101	Automatischer Werkzeugwechsel mit Schwesterwerkzeug, wenn max. Standzeit abgelaufen	•		4-15
M102	M101 rücksetzen		•	4-15
M103	Vorschub beim Eintauchen reduzieren auf Faktor F (prozentualer Wert)	•		5-66
M105	Bearbeitung mit erstem kv-Faktor durchführen	•		
M106	Bearbeitung mit zweitem kv-Faktor durchführen	•		
M107	Fehlermeldung bei Schwesterwerkzeugen mit Aufmaß unterdrücken	•		4-15
M108	M107 rücksetzen		•	
M109	Konstante Bahngeschwindigkeit an der Werkzeug-Schneide bei Kreisbögen (Vorschub-Erhöhung und -Reduzierung)	•		5-67
M110	Konstante Bahngeschwindigkeit an der Werkzeug-Schneide bei Kreisbögen (nur Vorschub-Reduzierung)	•		5-67
M111	M109/M110 rücksetzen		•	5-67
M112	Rundungskreis an nicht-tangentialen Geradenübergängen automatisch einfügen; Toleranz der Konturabweichung über T eingeben	•		5-67
M113	M112 rücksetzen		•	
M114	Automatische Korrektur der Maschinengeometrie beim Arbeiten mit Schwenkachsen	•		5-69
M115	M114 rücksetzen		•	
M116	Vorschub bei Winkelachsen in mm/min	•		5-69
M118	Handrad-Positionierung während des Programmlaufs überlagern	•		5-70
M124	Punkte bei der Berechnung des Rundungskreises mit M112 auslassen	•		5-68
M126	Drehachsen wegoptimiert verfahren	•		5-68
M127	M126 rücksetzen		•	5-68
M200	Laserschneiden: Programmierte Spannung direkt ausgeben	•		5-71
M201	Laserschneiden: Spannung als Funktion der Strecke ausgeben	•		5-71
M202	Laserschneiden: Spannung als Funktion der Geschwindigkeit ausgeben	•		5-71
M203	Laserschneiden: Spannung als Funktion der Zeit ausgeben (Rampe)	•		5-72
M204	Laserschneiden: Spannung als Funktion der Zeit ausgeben (Puls)	•		5-72



Die Zusatz-Funktionen M105 und M106 werden vom Maschinen-Hersteller festgelegt und freigegeben. Beachten Sie Ihr Maschinen-Handbuch.

