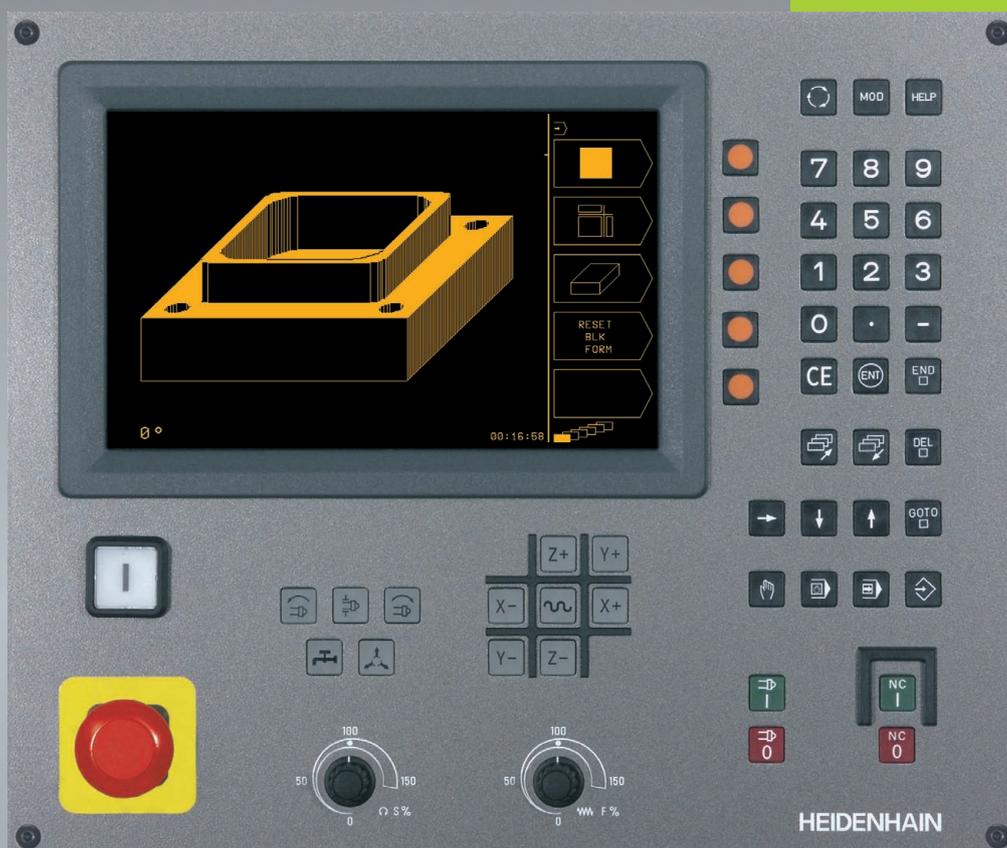




HEIDENHAIN



TNC 310

NC-Software
286 140-xx
286 160-xx

Benutzer-Handbuch
HEIDENHAIN-Klartext Dialog

Deutsch (de)
4/2001

Bedienelemente der TNC

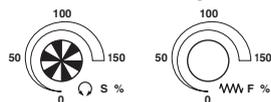
Bedienelemente für den Bildschirm

-  Bildschirm-Aufteilung wählen
-  Softkeys
-  Softkey-Leiste weiterschalten

Maschinen-Tasten

-  Achs-Richtungstasten
-  Eilgangstaste
-  Spindel-Drehrichtung
-  Kühlmittel
-  Werkzeug freigeben
-  Spindel EIN/AUS
-  NC starten/NC stoppen

Override Drehknöpfe für Vorschub/Spindeldrehzahl



Betriebsarten wählen

-  Manueller Betrieb
-  Positionieren mit Handeingabe
-  Programmlauf/Programm-Test
-  Programm Einspeichern/Editieren

Ziffern eingeben, Editieren

-  Ziffern
-  Dezimal-Punkt
-  Vorzeichen umkehren
-  Eingabe abschließen und Dialog fortsetzen
-  Satz abschließen
-  Zahlenwert-Eingaben rücksetzen oder TNC Fehlermeldung löschen
-  Dialog abbrechen, Programmteil löschen

Programmier-Hilfen

-  MOD-Funktion wählen
-  HELP-Funktion wählen

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

-  Hellfeld verschieben
-  Hellfeld verschieben, Dialogfrage übergehen
-  Sätze und Zyklen direkt wählen

PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN

9 RND R7,5
10 L Y+70
11 CT X+30 Y+90
12 L X+50
13 CR X+50 Y+90 R+10 DR+
14 L X+90
15 CHF 5
16 L Y+50
17 L X+50 Y+10
18 L X+10
19 RND R20



SOLL	X	+150,000
	Y	-25,500
	Z	+200,000
	C	+0,000

T
F 0

M5/9

GRA

CT

CR

CC

C

ENDE

MOD HELP

7 8 9

4 5 6

1 2 3

0 . -

CE ENT END

DEL

→ ↓ ↑ GOTO

← ↻ →

↑
↓

NC
I
NC
0

I

Z+ Y+

X- X+

Y- Z-



100
50 150
S%

100
50 150
F%

HEIDENHAIN

TNC-Typ, Software und Funktionen

Dieses Handbuch beschreibt Funktionen, die in den TNCs mit folgender NC-Software-Nummer verfügbar sind.

TNC-Typ	NC-Software-Nr.
TNC 310	286 140-xx
TNC 310 M	286 160-xx

Der Maschinenhersteller paßt den nutzbaren Leistungsumfang der TNC über Maschinen-Parameter an die jeweilige Maschine an. Daher sind in diesem Handbuch auch Funktionen beschrieben, die nicht in jeder TNC verfügbar sind.

TNC-Funktionen, die nicht an allen Maschinen zur Verfügung stehen, sind beispielsweise:

- Antastfunktion für das 3D-Tastsystem
- Zyklus Gewindebohren ohne Ausgleichfutter
- Zyklus Ausdrehen
- Zyklus Rückwärts-Senken

Setzen Sie sich bitte mit dem Maschinenhersteller in Verbindung, um die individuelle Unterstützung der angesteuerten Maschine kennenzulernen.

Viele Maschinenhersteller und HEIDENHAIN bieten für die TNCs Programmier-Kurse an. Die Teilnahme an solchen Kursen ist empfehlenswert, um sich intensiv mit den TNC-Funktionen vertraut zu machen.

Vorgesehener Einsatzort

Die TNC entspricht der Klasse A nach EN 55022 und ist hauptsächlich für den Betrieb in Industriegebieten vorgesehen.

Inhalt

Einführung	1
Handbetrieb und Einrichten	2
Positionieren mit Handeingabe	3
Programmieren: Grundlagen, Datei-Verwaltung, Programmierhilfen	4
Programmieren: Werkzeuge	5
Programmieren: Konturen programmieren	6
Programmieren: Zusatz-Funktionen	7
Programmieren: Zyklen	8
Programmieren: Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen	9
Programmieren: Q-Parameter	10
Programm-Test und Programmlauf	11
3D-Tastsysteme	12
MOD-Funktionen	13
Tabellen und Übersichten	14

1 EINFÜHRUNG.....1

- 1.1 DieTNC 310.....2
- 1.2 Bildschirm und Bedienfeld.....3
- 1.3 Betriebsarten.....4
- 1.4 Status-Anzeigen.....7
- 1.5 Zubehör: 3D-Tastsysteme und elektronische Handräder von HEIDENHAIN.....11

2 HANDBETRIEB UND EINRICHTEN.....13

- 2.1 Einschalten.....14
- 2.2 Verfahren der Maschinenachsen.....15
- 2.3 Spindeldrehzahl S,Vorschub F und Zusatzfunktion M.....18
- 2.4 Bezugspunkt-Setzen (ohne 3D-Tastsystem).....19

3 POSITIONIEREN MIT HANDEINGABE.....21

- 3.1 Einfache Positioniersätze programmieren und abarbeiten.....22

4 PROGRAMMIEREN: GRUNDLAGEN, DATEI-VERWALTUNG, PROGRAMMIERHILFEN.....25

- 4.1 Grundlagen.....26
- 4.2 Datei-Verwaltung.....31
- 4.3 Programme eröffnen und eingeben.....34
- 4.4 Programmier-Grafik.....39
- 4.5 Hilfe-Funktion.....41

5 PROGRAMMIEREN: WERKZEUGE.....43

- 5.1 Werkzeugbezogene Eingaben.....44
- 5.2 Werkzeug-Daten.....45
- 5.3 Werkzeug-Korrektur.....51

6 PROGRAMMIEREN: KONTUREN PROGRAMMIEREN.....55

- 6.1 Übersicht:Werkzeug-Bewegungen.....56
- 6.2 Grundlagen zu den Bahnfunktionen.....57
- 6.3 Kontur anfahren und verlassen.....60
 - Übersicht: Bahnformen zum Anfahren und Verlassen der Kontur.....60
 - Wichtige Positionen beim An- und Wegfahren.....60
 - Anfahren auf einer Geraden mit tangentialem Anschluß: APPR LT.....62
 - Anfahren auf einer Geraden senkrecht zum ersten Konturpunkt: APPR LN.....62
 - Anfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluß: APPR CT.....63
 - Anfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluß an die
Kontur und Geradenstück: APPR LCT.....64
 - Wegfahren auf einer Geraden mit tangentialem Anschluß: DEP LT.....65
 - Wegfahren auf einer Geraden senkrecht zum letzten Konturpunkt: DEP LN.....65
 - Wegfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluß: DEP CT.....66
 - Wegfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluß an Kontur und Geradenstück: DEP LCT.....67
- 6.4 Bahnbewegungen – rechtwinklige Koordinaten.....68
 - Übersicht der Bahnfunktionen.....68
 - Gerade L.....69
 - Fase CHF zwischen zwei Geraden einfügen.....69
 - Kreismittelpunkt CC.....70
 - Kreisbahn C um Kreismittelpunkt CC.....71
 - Kreisbahn CR mit festgelegtem Radius.....72
 - Kreisbahn CT mit tangentialem Anschluß.....73
 - Ecken-Runden RND.....74
 - Beispiel: Geradenbewegung und Fasen kartesisch.....75
 - Beispiel: Kreisbewegungen kartesisch.....76
 - Beispiel: Vollkreis kartesisch.....77
- 6.5 Bahnbewegungen – Polarkoordinaten.....78
 - Polarkoordinaten-Ursprung: Pol CC.....78
 - Gerade LP.....79
 - Kreisbahn CP um Pol CC.....79
 - Kreisbahn CTP mit tangentialem Anschluß.....80
 - Schraubenlinie (Helix).....81
 - Beispiel: Geradenbewegung polar.....83
 - Beispiel: Helix.....84

7 PROGRAMMIEREN: ZUSATZ-FUNKTIONEN.....85

- 7.1 Zusatz-Funktionen M und STOP eingeben.....86
- 7.2 Zusatz-Funktionen für Programmlauf-Kontrolle, Spindel und Kühlmittel.....87
- 7.3 Zusatz-Funktionen für Koordinatenangaben.....87
- 7.4 Zusatz-Funktionen für das Bahnverhalten.....89
- 7.5 Zusatz-Funktion für Drehachsen.....92

8 PROGRAMMIEREN: ZYKLEN.....93

- 8.1 Allgemeines zu den Zyklen.....94
- 8.2 Bohrzyklen.....96
 - TIEFBOHREN (Zyklus 1).....96
 - BOHREN (Zyklus 200).....98
 - REIBEN (Zyklus 201).....99
 - AUSDREHEN (Zyklus 202).....100
 - UNIVERSAL-BOHREN (Zyklus 203).....101
 - RUECKWAERTS-SENKEN (Zyklus 204).....103
 - GEWINDEBOHREN mit Ausgleichsfutter (Zyklus 2).....105
 - GEWINDEBOHREN ohne Ausgleichsfutter GS (Zyklus 17).....106
 - Beispiel: Bohrzyklen.....107
 - Beispiel: Bohrzyklen.....108
- 8.3 Zyklen zum Fräsen von Taschen, Zapfen und Nuten.....109
 - TASCHENFRAESEN (Zyklus 4).....110
 - TASCHE SCHLICHTEN (Zyklus 212).....111
 - ZAPFEN SCHLICHTEN (Zyklus 213).....113
 - KREISTASCHE (Zyklus 5).....114
 - KREISTASCHE SCHLICHTEN (Zyklus 214).....116
 - KREISZAPFEN SCHLICHTEN (Zyklus 215).....117
 - NUTENFRAESEN (Zyklus 3).....119
 - NUT (Langloch) mit pendelndem Eintauchen (Zyklus 210).....120
 - RUNDE NUT (Langloch) mit pendelndem Eintauchen (Zyklus 211)122
 - Beispiel: Tasche, Zapfen und Nuten fräsen.....124

- 8.4 Zyklen zum Herstellen von Punktemustern..... 126
 - PUNKTEMUSTER AUF KREIS (Zyklus 220).....127
 - PUNKTEMUSTER AUF LINIEN (Zyklus 221) 128
 - Beispiel: Lochkreise..... 130
- 8.5 Zyklen zum Abzeilen.....132
 - ABZEILEN (Zyklus 230).....132
 - REGELFLAECHE (Zyklus 231).....134
 - Beispiel: Abzeilen..... 136
- 8.6 Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung137
 - NULLPUNKT-Verschiebung (Zyklus 7)..... 138
 - NULLPUNKT-Verschiebung mit Nullpunkt-Tabellen (Zyklus 7)..... 138
 - SPIEGELN (Zyklus 8).....140
 - DREHUNG (Zyklus 10).....141
 - MASSFaktor (Zyklus 11)142
 - Beispiel: Koordinaten-Umrechnungszyklen.....143
- 8.7 Sonder-Zyklen145
 - VERWEILZEIT (Zyklus 9)145
 - PROGRAMM-AUFRUF (Zyklus 12).....145
 - SPINDEL-ORIENTIERUNG (Zyklus 13)146

9 PROGRAMMIEREN: UNTERPROGRAMME UND PROGRAMMTEIL-WIEDERHOLUNGEN.....147

- 9.1 Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen kennzeichnen..... 148
- 9.2 Unterprogramme.....148
- 9.3 Programmteil-Wiederholungen.....149
- 9.4 Verschachtelungen..... 151
 - Unterprogramm im Unterprogramm151
 - Programmteil-Wiederholungen wiederholen.....152
 - Unterprogramm wiederholen.....153
- 9.5 Programmier-Beispiele..... 154
 - Beispiel: Konturfräsen in mehreren Zustellungen..... 154
 - Beispiel: Bohrungsgruppen..... 155
 - Beispiel: Bohrungsgruppen mit mehreren Werkzeugen.....156

10 PROGRAMMIEREN: Q-PARAMETER.....159

- 10.1 Prinzip und Funktionsübersicht160
- 10.2 Teilefamilien – Q-Parameter statt Zahlenwerte.....161
- 10.3 Konturen durch mathematische Funktionen beschreiben.....162
- 10.4 Winkelfunktionen (Trigonometrie)164
- 10.4 Winkelfunktionen (Trigonometrie)164
- 10.5 Wenn/dann-Entscheidungen mit Q-Parametern165
- 10.6 Q-Parameter kontrollieren und ändern166
- 10.7 Zusätzliche Funktionen167
- 10.8 Formel direkt eingeben.....173
- 10.9 Vorbelegte Q-Parameter.....176
- 10.10 Programmier-Beispiele.....178
 - Beispiel: Ellipse.....178
 - Beispiel: Zylinder konkav mit Radiusfräser.....180
 - Beispiel: Kugel konvex mit Schafffräser.....182

11 PROGRAMM-TEST UND PROGRAMMLAUF....185

- 11.1 Grafiken.....186
- 11.2 Programm-Test.....190
- 11.3 Programmlauf.....192
- 11.4 Blockweises Übertragen: Lange Programme ausführen.....199
- 11.5 Wahlweiser Programmlauf-Halt.....200

12 3D-TASTSYSTEME.....201

- 12.1 Antastzyklen in der Betriebsart Manueller Betrieb.....202
 - Schaltendes Tastsystem kalibrieren
 - Werkstück-Schiefelage kompensieren
- 12.2 Bezugspunkt-Setzen mit 3D-Tastsystemen.....205
- 12.3 Werkstücke vermessen mit 3D-Tastsystemen.....208

13 MOD-FUNKTIONEN.....211

- 13.1 MOD-Funktionen wählen, ändern und verlassen.....212
- 13.2 System-Informationen.....212
- 13.3 Schlüssel-Zahl eingeben.....213
- 13.4 Datenschnittstelle einrichten.....213
- 13.5 Maschinenspezifische Anwender-parameter.....216
- 13.6 Positions-Anzeige wählen.....216
- 13.7 Maßsystem wählen.....216
- 13.8 Verfahrbereichs-Begrenzungen217
- 13.9 HILFE-Datei ausführen.....218

14 TABELLEN UND ÜBERSICHTEN.....219

- 14.1 Allgemeine Anwenderparameter.....220
 - Eingabemöglichkeiten für Maschinen-Parameter.....220
 - Allgemeine Anwenderparameter anwählen.....220
 - Externe Datenübertragung.....221
 - 3D-Tastsysteme.....222
 - TNC-Anzeigen,TNC-Editor.....222
 - Bearbeitung und Programmlauf.....224
 - Elektronische Handräder.....225
- 14.2 Steckerbelegung und Anschlußkabel für die Datenschnittstelle.....226
 - Schnittstelle V.24/RS-232-C.....226
- 14.3 Technische Information.....227
 - DieTNC-Charakteristik.....227
 - Programmierbare Funktionen.....228
 - TNC-Daten.....228
- 14.4 TNC-Fehlermeldungen.....229
 - TNC-Fehlermeldungen beim Programmieren.....229
 - TNC-Fehlermeldungen beim Programm-Test und Programmlauf.....229
- 14.5 Puffer-Batterie wechseln.....232



PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN

20 L. X+10 Y+10 NO F100
21 L. Z+2 NO F100 M30
24 L. X+50 NO F100 M30
26 L. Y+80 NO F100 M30
28 CYCL DEF 214 KREIST. 60%10
G200 = 2
G201 = -10
G202 = 200
G203 = 8
G207 = 250
27 L. Y+10 NO F100 M30



101 X +25.000
Y -23.500
Z +162.000
C +98.000

T 2 2
0

ROT
H5/9

F20

PGM
HGT

RPPR
DEP

L

CHF

RND

Einführung

1

1.1 Die TNC 310

HEIDENHAIN TNCs sind werkstattgerechte Bahnsteuerungen, mit denen Sie herkömmliche Fräs- und Bohrbearbeitungen direkt an der Maschine im leicht verständlichen Klartext-Dialog programmieren. Die TNC 310 ist für den Einsatz an Fräs- und Bohrmaschinen mit bis zu 4 Achsen ausgelegt. Anstelle der vierten Achse können Sie auch die Winkelposition der Spindel programmiert einstellen.

Bedienfeld und Bildschirmdarstellung sind kompakt und übersichtlich gestaltet, so daß Sie alle Funktionen schnell und einfach erreichen können.

Programmierung: HEIDENHAIN Klartext-Dialog

Besonders einfach ist die Programm-Erstellung im benutzerfreundlichen HEIDENHAIN-Klartext-Dialog. Eine Programmier-Grafik stellt die einzelnen Bearbeitungs-Schritte während der Programmeingabe dar. Die grafische Simulation der Werkstückbearbeitung ist während des Programm-Tests möglich.

Ein Programm läßt sich auch dann eingeben, während ein anderes Programm gerade eine Werkstückbearbeitung ausführt.

Kompatibilität

Die TNC kann alle Bearbeitungs-Programme ausführen, die an HEIDENHAIN-Bahnsteuerungen ab der TNC 150 B erstellt wurden.

Insbesondere kann die TNC auch Programme mit Funktionen **abarbeiten**, die Sie nicht direkt in der TNC 310 programmieren können, wie z.B.:

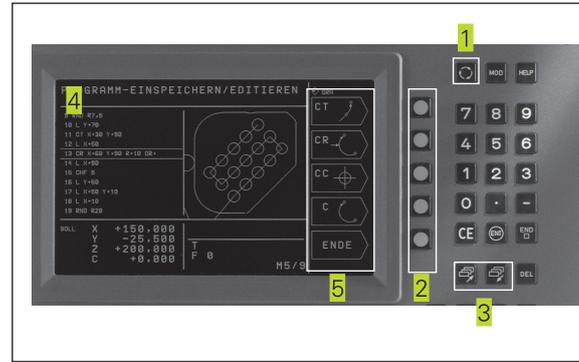
- die Freie Kontur-Programmierung FK
- Konturzyklen
- DIN/ISO-Programme
- Programm-Aufruf mit PGM CALL

1.2 Bildschirm und Bedienfeld

Bildschirm

Die Abbildung rechts zeigt die Bedienelemente des Bildschirms:

- 1 Festlegen der Bildschirm-Aufteilung
- 2 Softkey-Wahltasten
- 3 Softkey-Leisten umschalten
- 4 Kopfzeile
Bei eingeschalteter TNC zeigt der Bildschirm in der Kopfzeile die angewählte Betriebsart an. Dort erscheinen auch Dialogfragen und Meldetexte (Ausnahme: Wenn die TNC nur Grafik anzeigt).
- 5 Softkeys
Am rechten Bildschirmrand zeigt die TNC weitere Funktionen in einer Softkey-Leiste an. Diese Funktionen wählen Sie über die danebenliegenden Tasten 2. Zur Orientierung zeigen Rechtecke direkt unter der Softkey-Leiste die Anzahl der Softkey-Leisten an, die sich mit den Umschalttasten 3 wählen lassen. Die aktive Softkey-Leiste wird als ausgefülltes Rechteck dargestellt.



Bildschirm-Aufteilung

Der Benutzer wählt die Aufteilung des Bildschirms: So kann die TNC z.B. in der Betriebsart PROGRAMM EINSPEICHERN/EDITIEREN das Programm im linken Fenster anzeigen, während das rechte Fenster gleichzeitig z.B. eine Programmier-Grafik darstellt. Alternativ lässt sich im rechten Fenster auch ein Hilfsbild bei der Zyklus-Definition anzeigen oder ausschließlich das Programm in einem großen Fenster. Welche Fenster die TNC anzeigen kann, hängt von der gewählten Betriebsart ab.

Bildschirm-Aufteilung ändern:



Bildschirm-Umschalttaste drücken: Die Softkey-Leiste zeigt die möglichen Bildschirm-Aufteilungen an



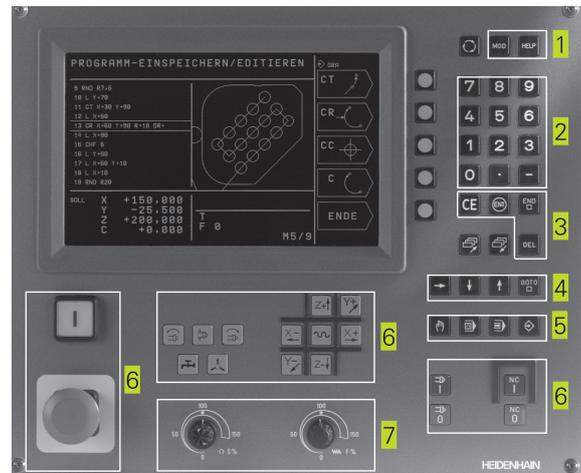
Bildschirm-Aufteilung mit Softkey wählen

Bedienfeld

Die Abbildung rechts zeigt die Tasten des Bedienfelds, die nach ihrer Funktion gruppiert sind:

- 1 MOD-Funktion, HELP-Funktion
- 2 Zahleneingabe
- 3 Tasten zur Dialogführung
- 4 Pfeil-Tasten und Sprunganweisung GOTO
- 5 Betriebsarten
- 6 Maschinen-Tasten
- 7 Override Drehknöpfe für Spindeldrehzahl/Vorschub

Die Funktionen der einzelnen Tasten sind auf der ersten Ausklappseite zusammengefaßt. Die genaue Funktion der Maschinen-Tasten, wie z.B. NC-START, sind zusätzlich im Maschinenhandbuch beschrieben.



1.3 Betriebsarten

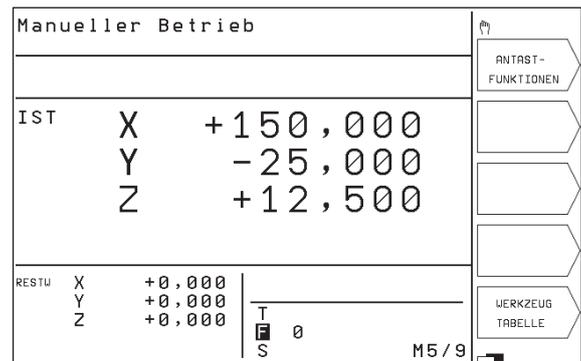
Für die unterschiedlichen Funktionen und Arbeitsschritte, die zur Werkstückherstellung erforderlich sind, verfügt die TNC über folgende Betriebsarten:

Manueller Betrieb und El. Handrad

Das Einrichten der Maschinen geschieht im Manuellen Betrieb. In dieser Betriebsart lassen sich die Maschinenachsen manuell oder schrittweise positionieren. Bezugspunkte können Sie entweder auf herkömmliche Weise durch ankratzen setzen, oder mit dem schaltenden Tastsystem TS 220. Auch das manuelle Verfahren der Maschinenachsen mit einem elektronischen Handrad HR unterstützt die TNC in dieser Betriebsart.

Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung

Fenster	Softkey
Positionen	POSITION
links: Positionen, rechts: Allgemein Programm-Informationen	POSITION + STATUS PGM
links: Positionen, rechts: Positionen und Koordinaten	POSITION + STATUS POS.-ANZEIGE



Fenster	Softkey
links: Positionen, rechts: Informationen zu Werkzeugen	POSITION + STATUS WERKZEUG
links: Positionen, rechts: Koordinaten- Umrechnungen	POSITION + STATUS KOORD.-UMR.

Positionieren mit Handeingabe

Für einfache Bearbeitungen oder zum Vorpositionieren des Werkzeugs eignet sich die Betriebsart Positionieren mit Handeingabe. Hier können Sie ein kurzes Programm im HEIDENHAIN-Klartext-Format eingeben und direkt ausführen lassen. Auch die Zyklen der TNC lassen sich aufrufen. Das Programm wird in der Datei \$MDI gespeichert. Beim Positionieren mit Handeingabe läßt sich die zusätzliche Status-Anzeige aktivieren.

Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung

Fenster	Softkey
Programm	PROGRAMM
links: Programm, rechts: Allgemein Programm-Informationen	PROGRAMM + STATUS PGM
links: Programm, rechts: Positionen und Koordinaten	PROGRAMM + STATUS POS.-ANZEIGE
links: Programm, rechts: Informationen zu Werkzeugen	PROGRAMM + STATUS WERKZEUG
links: Programm, rechts: Koordinaten- Umrechnungen	PROGRAMM + STATUS KOORD.-UMR.
links: Programm, rechts: Hilfsbild bei der Zyklus-Programmierung (2. Softkey-Ebene)	PROGRAMM + HILFSBILD

Programm Einspeichern/Editieren

Ihre Bearbeitungs-Programme erstellen Sie in dieser Betriebsart. Vielseitige Unterstützung und Ergänzung beim Programmieren bieten die verschiedenen Zyklen. Auf Wunsch zeigt die Programmier-Grafik die einzelnen Schritte an.

Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung

Fenster	Softkey
Programm	PROGRAMM
links: Programm, rechts: Hilfsbild bei der Zyklus-Programmierung	PROGRAMM + HILFSBILD
links: Programm, rechts: Programmier-Grafik	PROGRAMM + GRAFIK
Programmier-Grafik	GRAFIK

Programm-Einspeichern/Editieren GRA

```

0 BEGIN PGM 8888 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z >
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 >
3 TOOL CALL 0 Z
4 L X-50 Y-50 Z+100 R0 FMA >
5 TOOL DEF 150 L+0 R+21
6 TOOL CALL 151 Z SS00
7 L X+50 Y+50 Z-10 R0 FMAX >
8 L X+50 Y+0 RR F500
9 L X+100 Y+50
10 RND R20
                
```

IST X +150,000
Y -25,000
Z +12,500

T 0
S M5/9

AUTOM. EIN
ZEICHN. [AUS]

GRAFIK
LÖSCHEN

START

START
EINZELSATZ

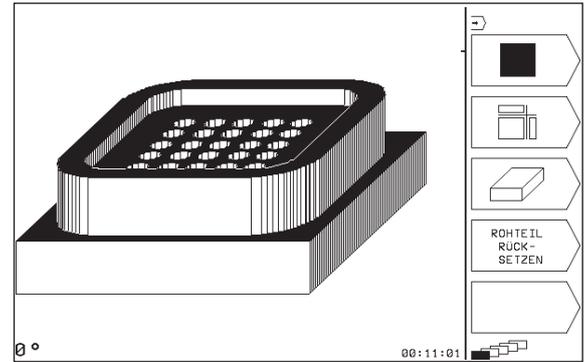
RESET
+
START

Programm-Test

Die TNC simuliert Programme und Programmteile in der Betriebsart Programm-Test, um z.B. geometrische Unverträglichkeiten, fehlende oder falsche Angaben im Programm und Verletzungen des Arbeitsraumes herauszufinden. Die Simulation wird grafisch mit verschiedenen Ansichten unterstützt. Den Programm-Test aktivieren Sie über Softkey in der Betriebsart Programmlauf.

Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung

Fenster	Softkey
Programm	PROGRAMM
Test-Grafik	GRAFIK
links: Programm, rechts: Allgemeine Programm-Informationen	PROGRAMM + STATUS PGM
links: Programm, rechts: Positionen und Koordinaten	PROGRAMM + STATUS POS.-ANZEIGE
links: Programm, rechts: Informationen zu Werkzeugen	PROGRAMM + STATUS WERKZEUG
links: Programm, rechts: Koordinaten-Umrechnungen	PROGRAMM + STATUS KOORD.-UMR.



Programmlauf Einzelsatz und Programmlauf Satzfolge

In Programmlauf Satzfolge führt die TNC ein Programm bis zum Programm-Ende oder zu einer manuellen bzw. programmierten Unterbrechung aus. Nach einer Unterbrechung können Sie den Programmlauf wieder aufnehmen.

In Programmlauf Einzelsatz starten Sie jeden Satz mit der NC-START-Taste einzeln.

Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung

Fenster	Softkey
Programm	PROGRAMM
links: Programm, rechts: Allgemein Programm-Informationen	PROGRAMM + STATUS PGM
links: Programm, rechts: Positionen und Koordinaten	PROGRAMM + STATUS POS.-ANZEIGE
links: Programm, rechts: Informationen zu Werkzeugen	PROGRAMM + STATUS WERKZEUG
links: Programm, rechts: Koordinaten- Umrechnungen	PROGRAMM + STATUS KOORD.-UMR.

1.4 Status-Anzeigen

„Allgemeine“ Status-Anzeige

Die Status-Anzeige informiert Sie über den aktuellen Zustand der Maschine. Sie erscheint automatisch in allen Betriebsarten.

In den Betriebsarten Manueller Betrieb und El. Handrad und Positionieren mit Handeingabe erscheint die Positions-Anzeige im großen Fenster **1**.

Informationen der Status-Anzeige

Symbol	Bedeutung
IST	Ist- oder Soll-Koordinaten der aktuellen Position
X Y Z	Maschinenachsen
S F M	Drehzahl S, Vorschub F und wirksame Zusatzfunktion M
*	Programmlauf ist gestartet
↔	Achse ist geklemmt
ROT	Achsen werden unter Berücksichtigung der Grunddrehung verfahren

Programmlauf Einzelsatz

```

0 BEGIN PGM 123 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z >>
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 >>
3 TOOL DEF 1 L+0 R+7
4 TOOL DEF 2 L+0 R+3
5 TOOL CALL 1 Z S2000
6 L Z+100 R0 FMAX M3
7 CYCL DEF 4.0 TASCHENFRAESEN
8 CYCL DEF 4.1 ABST+2
9 CYCL DEF 4.2 TIEFE-10
10 CYCL DEF 4.3 ZUSTLG+10 F100

```

IST	X	+150,000			
	Y	-25,000		T	0
	Z	+12,500		S	

M5 / 9

PGM NAME

BLOCKWEISE ÜBERTRAGEN

PGM TEST

WERKZEUG TABELLE

Zusätzliche Status-Anzeigen

Die zusätzlichen Status-Anzeigen geben detaillierte Informationen zum Programm-Ablauf. Sie lassen sich in allen Betriebsarten aufrufen, mit Ausnahme des Manuellen Betriebs.

Zusätzliche Status-Anzeige einschalten



Softkey-Leiste für die Bildschirm-Aufteilung aufrufen



Bildschirmdarstellung mit zusätzlicher Status-Anzeige wählen, z.B. Positionen und Koordinaten

Nachfolgend sind verschiedene zusätzliche Status-Anzeigen beschrieben, die Sie wie zuvor beschrieben wählen können:

PROGRAMM +
STATUS
PGM

Allgemeine Programm-Informationen

- 1 Hauptprogramm-Name / Aktive Satznummer
- 2 Über Zyklus 12 gerufenes Programm
- 3 Aktiver Bearbeitungs-Zyklus
- 4 Kreismittelpunkt CC (Pol)
- 5 Zähler für Verweilzeit
- 6 Nummer aktives Unterprogramm, bzw. aktive Programmteil-Wiederholung/
Zähler für aktuelle Programmteil-Wiederholung
(5/3: 5 Wiederholungen programmiert, noch 3 auszuführen)
- 7 Bearbeitungszeit

1	PGM-Name		STAT	/	15
2	PGM CALL	STAT1			
3	CYCL DEF	200 BOHREN			
4	⊕ CC	X	-129,500	VERWEILZEIT	5
		Y	-64,250		
6	LBL CALL	LBL	1	⌚	00:03:05
		12 /	4		7

PROGRAMM +
STATUS
POS.-ANZEIGE

Positionen und Koordinaten

- 1 Hauptprogramm-Name / Aktive Satznummer
- 2 Positionsanzeige
- 3 Art der Positionsanzeige, z.B. Restweg
- 4 Winkel der Grunddrehung

1	PGM-Name		STAT	/	15
3	RESTW	X	+0,000		
		Y	+0,000	2	
		Z	+0,000		
4	Grunddrehung		+12,357		

PROGRAMM +
STATUS
WERKZEUG

Informationen zu den Werkzeugen

- 1 Anzeige T: Werkzeug-Nummer
- 2 Werkzeugachse
- 3 Werkzeug-Länge und -Radius
- 4 Aufmaße (Delta-Werte) aus dem TOOL CALL-Satz

1 Werkzeug T 1

2 Z
↓

3 L -12,500
R +4,000

4 PGM DL DR
+0,100 +0,100

PROGRAMM +
STATUS
KOORD.-UMR.

Koordinaten-Umrechnungen

- 1 Hauptprogramm-Name / aktive Satznummer
 - 2 Aktive Nullpunkt-Verschiebung (Zyklus 7)
 - 3 Aktiver Drehwinkel (Zyklus 10)
 - 4 Gespiegelte Achsen (Zyklus 8)
 - 5 Aktiver Maßfaktor (Zyklus 11)
- Siehe „8.6 Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung“

1 PGM-Name STAT / 15

2 NULLPUNKT
X +152,000
Y +100,000

3 DREHUNG
+12,500

4 SPIEGELN
X Y

5 MASSFAKTOR
0,999500

1.5 Zubehör: 3D-Tastsysteme und elektronische Handräder von HEIDENHAIN

3D-Tastsysteme

Mit den verschiedenen 3D-Tastsystemen von HEIDENHAIN können Sie

- Werkstücke automatisch ausrichten
- Schnell und genau Bezugspunkte setzen

Das schaltenden Tastsystem TS 220

Dieses Tastsystem eignet sich besonders gut zum automatischen Werkstück-Ausrichten, Bezugspunkt-Setzen und für Messungen am Werkstück. Das TS 220 überträgt die Schaltsignale über ein Kabel.

Das Funktionsprinzip: In den schaltenden Tastsystemen von HEIDENHAIN registriert ein verschleißfreier optischer Schalter die Auslenkung des Taststifts. Das erzeugte Signal veranlaßt, den Istwert der aktuellen Tastsystem-Position zu speichern.

Elektronische Handräder HR

Die elektronischen Handräder vereinfachen das präzise manuelle Verfahren der Achsschlitten. Der Verfahrweg pro Handrad-Umdrehung ist in einem weiten Bereich wählbar. Neben den Einbau-Handrädern HR 130 und HR 150 bietet HEIDENHAIN das portable Handrad HR 410 an.





2

Handbetrieb und Einrichten

2.1 Einschalten



Das Einschalten und das Anfahren der Referenzpunkte sind maschinenabhängige Funktionen. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

- Die Versorgungsspannung von TNC und Maschine einschalten. Danach zeigt die TNC folgenden Dialog an:

Speicher-Test

Speicher der TNC wird automatisch überprüft

Strom-Unterbrechung



TNC-Meldung, daß Stromunterbrechung vorlag
– Meldung löschen

PLC-Programm übersetzen

PLC-Programm der TNC wird automatisch übersetzt

Steuerspannung für Relais fehlt



Steuerspannung einschalten
Die TNC überprüft die Funktion der
Not-Aus-Schaltung

Referenzpunkte überfahren



Referenzpunkte in beliebiger Reihenfolge überfahren: Für jede Achse Achs-Richtungstaste drücken und halten, bis Referenzpunkt überfahren ist, oder



Mit mehreren Achsen gleichzeitig Referenzpunkte überfahren: Achsen mit Softkey wählen (Achsen werden dann am Bildschirm invers dargestellt) und danach NC-START-Taste drücken

Die TNC ist jetzt funktionsbereit und befindet sich in der Betriebsart Manueller Betrieb.

2.2 Verfahren der Maschinenachsen



Das Verfahren mit den Achs-Richtungstasten ist maschinenabhängig. Maschinenhandbuch beachten!

Achse mit den Achs-Richtungstasten verfahren



Betriebsart Manueller Betrieb wählen



Achs-Richtungstaste drücken und halten, solange Achse verfahren soll

...oder Achse kontinuierlich verfahren:



und



Achs-Richtungstaste gedrückt halten und NC-START-Taste kurz drücken. Die Achse verfährt, bis sie angehalten wird



Anhalten: NC-STOP-Taste drücken

Mit beiden Methoden können Sie auch mehrere Achsen gleichzeitig verfahren.

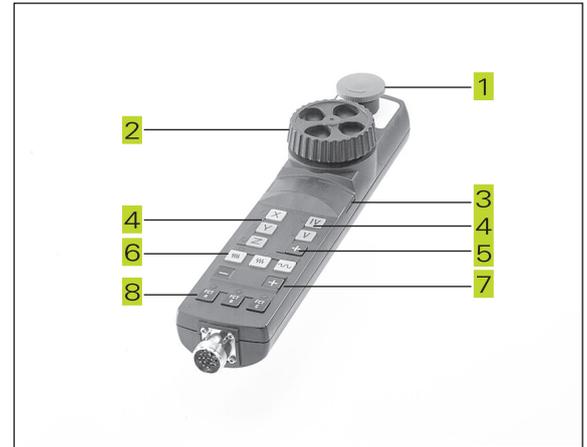
Verfahren mit dem elektronischen Handrad HR 410

Das tragbare Handrad HR 410 ist mit zwei Zustimmtasten ausgerüstet. Die Zustimmtasten befinden sich unterhalb des Sterngriffs. Sie können die Maschinenachsen nur verfahren, wenn eine der Zustimmtasten gedrückt ist (maschinenabhängige Funktion).

Das Handrad HR 410 verfügt über folgende Bedienelemente:

- 1 NOT-AUS
- 2 Handrad
- 3 Zustimmtasten
- 4 Tasten zur Achswahl
- 5 Taste zur Übernahme der Ist-Position
- 6 Tasten zum Festlegen des Vorschubs (langsam, mittel, schnell; Vorschübe werden vom Maschinenhersteller festgelegt)
- 7 Richtung, in die die TNC die gewählte Achse verfährt
- 8 Maschinen-Funktionen (werden vom Maschinenhersteller festgelegt)

Die roten Anzeigen signalisieren, welche Achse und welchen Vorschub Sie gewählt haben.



Verfahren



Betriebsart Manueller Betrieb wählen



Handrad aktivieren, Softkey auf EIN setzen



Zustimmtaste drücken



Achse am Handrad wählen



Vorschub wählen



oder



Aktive Achse in Richtung + oder – verfahren

Schrittweises Positionieren

Beim schrittweisen Positionieren wird eine Zustellung festgelegt, um die eine Maschinenachse beim Druck auf eine Achs-Richtungstaste verfährt.



Betriebsart Manueller Betrieb wählen



Schrittweises Positionieren wählen, Softkey auf EIN setzen

ZUSTELLUNG :

8



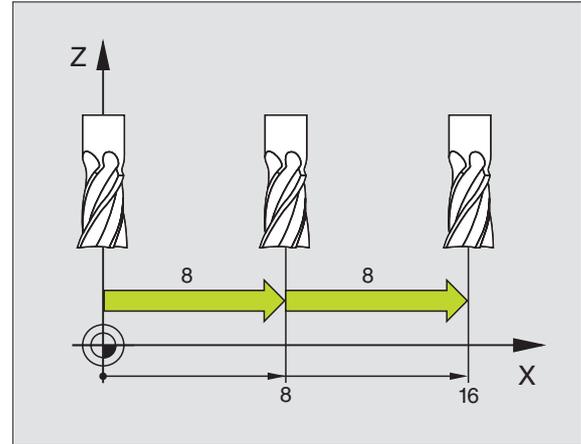
Zustellung in mm eingeben, z.B. 8 mm

1

Zustellung über Softkey wählen (2. oder 3. Softkey-Leiste wählen)



Achs-Richtungstaste drücken: beliebig oft positionieren

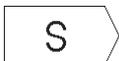


2.3 Spindeldrehzahl S, Vorschub F und Zusatzfunktion M

In der Betriebsart Manueller Betrieb geben Sie Spindeldrehzahl S und Zusatzfunktion M über Softkeys ein. Die Zusatzfunktionen sind in „7. Programmieren: Zusatzfunktionen“ beschrieben. Der Vorschub ist durch einen Maschinenparameter festgelegt und lässt sich nur mit den Override-Drehknöpfen ändern (siehe nächste Seite).

Werte eingeben

Beispiel: Spindeldrehzahl S eingeben



Eingabe für Spindeldrehzahl wählen: Softkey S

SPINDELDREHZAH S=

1000

Spindeldrehzahl eingeben



und mit der NC-START-Taste übernehmen

Die Spindeldrehung mit der eingegebenen Drehzahl S starten Sie mit einer Zusatzfunktion M.

Die Zusatzfunktion M geben Sie in gleicher Weise ein.

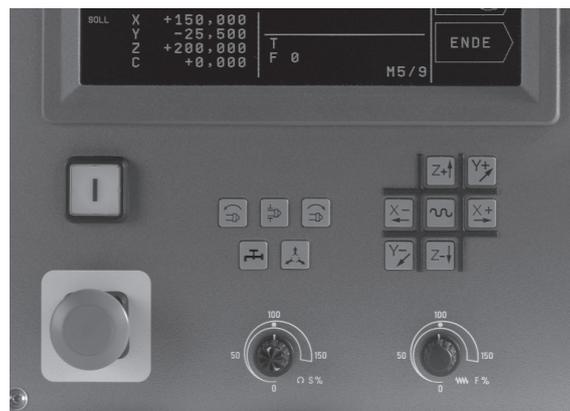
Spindeldrehzahl und Vorschub ändern

Mit den Override-Drehknöpfen für Spindeldrehzahl S und Vorschub F lässt sich der eingestellte Wert von 0% bis 150% ändern.



Der Override-Drehknopf für die Spindeldrehzahl wirkt nur bei Maschinen mit stufenlosem Spindeltrieb.

Der Maschinenhersteller legt fest, welche Zusatzfunktionen M Sie nutzen können und welche Funktion sie haben.



2.4 Bezugspunkt-Setzen (ohne 3D-Tastsystem)

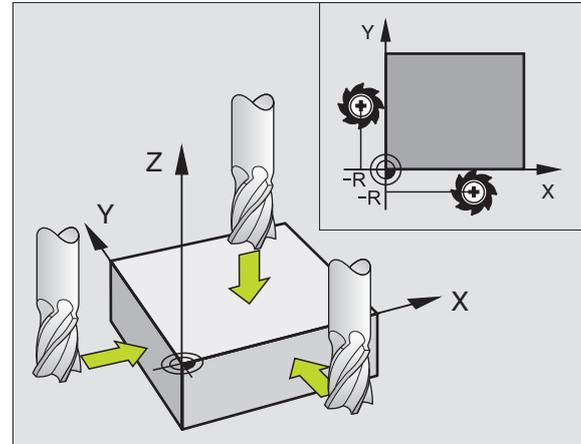
Beim Bezugspunkt-Setzen wird die Anzeige der TNC auf die Koordinaten einer bekannten Werkstück-Position gesetzt.

Vorbereitung

- ▶ Werkstück aufspannen und ausrichten
- ▶ Nullwerkzeug mit bekanntem Radius einwechseln
- ▶ Sicherstellen, daß die TNC Ist-Positionen anzeigt

Bezugspunkt setzen

Schutzmaßnahme: Falls die Werkstück-Oberfläche nicht angekratzt werden darf, wird auf das Werkstück ein Blech bekannter Dicke d gelegt. Für den Bezugspunkt geben Sie dann einen um d größeren Wert ein.



Betriebsart Manueller Betrieb wählen



Werkzeug vorsichtig verfahren, bis es das Werkstück berührt (ankratzt)



Funktion zum Bezugspunkt-Setzen wählen



Achse wählen

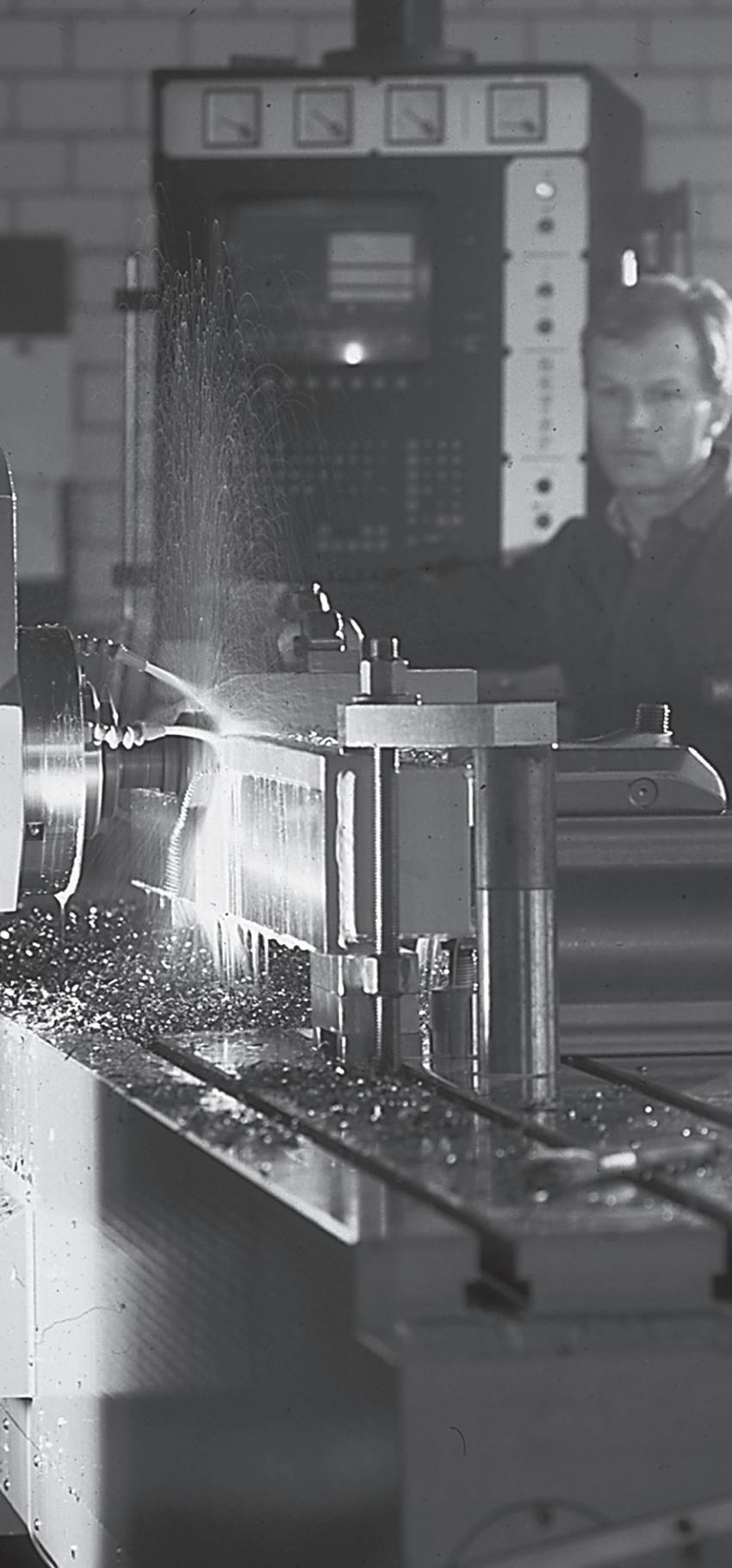
BEZUGSPUNKT-SETZEN Z=



Nullwerkzeug, Spindelachse: Anzeige auf bekannte Werkstück-Position (z.B. 0) setzen oder Dicke d des Blechs eingeben. In der Bearbeitungsebene: Werkzeug-Radius berücksichtigen

Die Bezugspunkte für die verbleibenden Achsen setzen Sie auf die gleiche Weise.

Wenn Sie in der Zustellachse ein voreingestelltes Werkzeug verwenden, dann setzen Sie die Anzeige der Zustellachse auf die Länge L des Werkzeugs bzw. auf die Summe $Z=L+d$.



3

Positionieren mit Handeingabe

3.1 Einfache Positioniersätze programmieren und abarbeiten

Für einfache Bearbeitungen oder zum Vorpositionieren des Werkzeugs eignet sich die Betriebsart Positionieren mit Handeingabe. Hier können Sie ein kurzes Programm im HEIDENHAIN-Klartext-Format eingeben und direkt ausführen lassen. Auch die Zyklen der TNC lassen sich aufrufen. Das Programm wird in der Datei \$MDI gespeichert. Beim Positionieren mit Handeingabe lässt sich die zusätzliche Status-Anzeige aktivieren.



Betriebsart Positionieren mit Handeingabe wählen. Die Datei \$MDI beliebig programmieren



Programmlauf starten: Externe START-Taste



Einschränkungen:

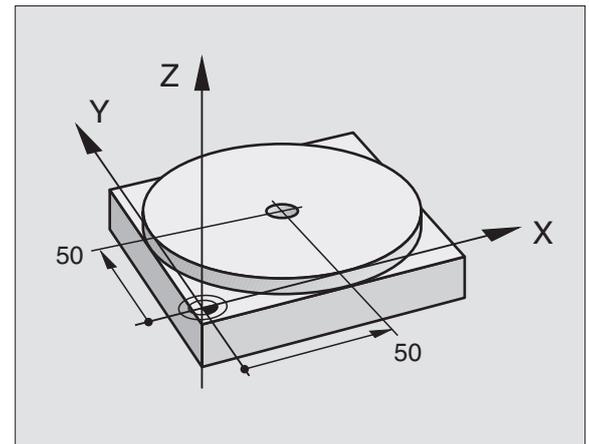
Folgende Funktionen stehen nicht zur Verfügung:

- Werkzeug-Radiuskorrektur
- Programmier-Grafik
- Programmierbare Antastfunktionen
- Unterprogramme, Programmteil-Wiederholungen
- Bahnfunktionen CT, CR, RND und CHF
- Zyklus 12 PGM CALL

Beispiel 1

Ein einzelnes Werkstück soll mit einer 20 mm tiefen Bohrung versehen werden. Nach dem Aufspannen des Werkstücks, dem Ausrichten und Bezugspunkt-Setzen lässt sich die Bohrung mit wenigen Programmzeilen programmieren und ausführen.

Zuerst wird das Werkzeug mit L-Sätzen (Geraden) über dem Werkstück vorpositioniert und auf einen Sicherheitsabstand von 5 mm über dem Bohrloch positioniert. Danach wird die Bohrung mit dem Zyklus 1 TIEFBOHREN ausgeführt.



```
0 BEGIN PGM $MDI MM
```

```
1 TOOL DEF 1 L+0 R+5
```

```
2 TOOL CALL 1 Z S2000
```

```
3 L Z+200 R0 FMAX
```

```
4 L X+50 Y+50 R0 FMAX M3
```

Wkz definieren: Nullwerkzeug, Radius 5

Wkz aufrufen: Werkzeugachse Z,
Spindeldrehzahl 2000 U/min

Wkz freifahren (FMAX = Eilgang)

Wkz mit FMAX über Bohrung pos., Spindel ein

Wkz = Werkzeug

5 L Z+5 F2000	Wkz 5 mm über Bohrloch positionieren
6 CYCL DEF 1.0 TIEFBOHREN	Zyklus TIEFBOHREN definieren:
7 CYCL DEF 1.1 ABST 5	Sicherheitsabstand des Wkz über Bohrloch
8 CYCL DEF 1.2 TIEFE -20	Tiefe des Bohrlochs (Vorzeichen=Arbeitsrichtung)
9 CYCL DEF 1.3 ZUSTLG 10	Tiefe der jeweiligen Zustellung vor dem Rückzug
10 CYCL DEF 1.4 V.ZEIT 0,5	Verweilzeit am Bohrungsgrund in Sekunden
11 CYCL DEF 1.5 F250	Bohrvorschub
12 CYCL CALL	Zyklus TIEFBOHREN aufrufen
13 L Z+200 RO FMAX M2	Wkz freifahren
14 END PGM \$MDI MM	Programm-Ende

Die Geraden-Funktion ist in „6.4 Bahnbewegungen – Rechtwinklige Koordinaten“ beschrieben, der Zyklus TIEFBOHREN unter „8.3 Bohrzyklen“.

Programme aus \$MDI sichern oder löschen

Die Datei \$MDI wird gewöhnlich für kurze und vorübergehend benötigte Programme verwendet. Soll ein Programm trotzdem gespeichert werden, gehen Sie wie folgt vor:



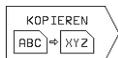
Betriebsart wählen: Programm-Einspeichern/Editieren



Datei-Verwaltung aufrufen: Softkey PGM NAME



Datei \$MDI markieren



„Datei kopieren“ wählen: Softkey KOPIEREN

Ziel-Datei =

1225

Geben Sie einen Namen ein, unter dem der aktuelle Inhalt der Datei \$MDI gespeichert werden soll



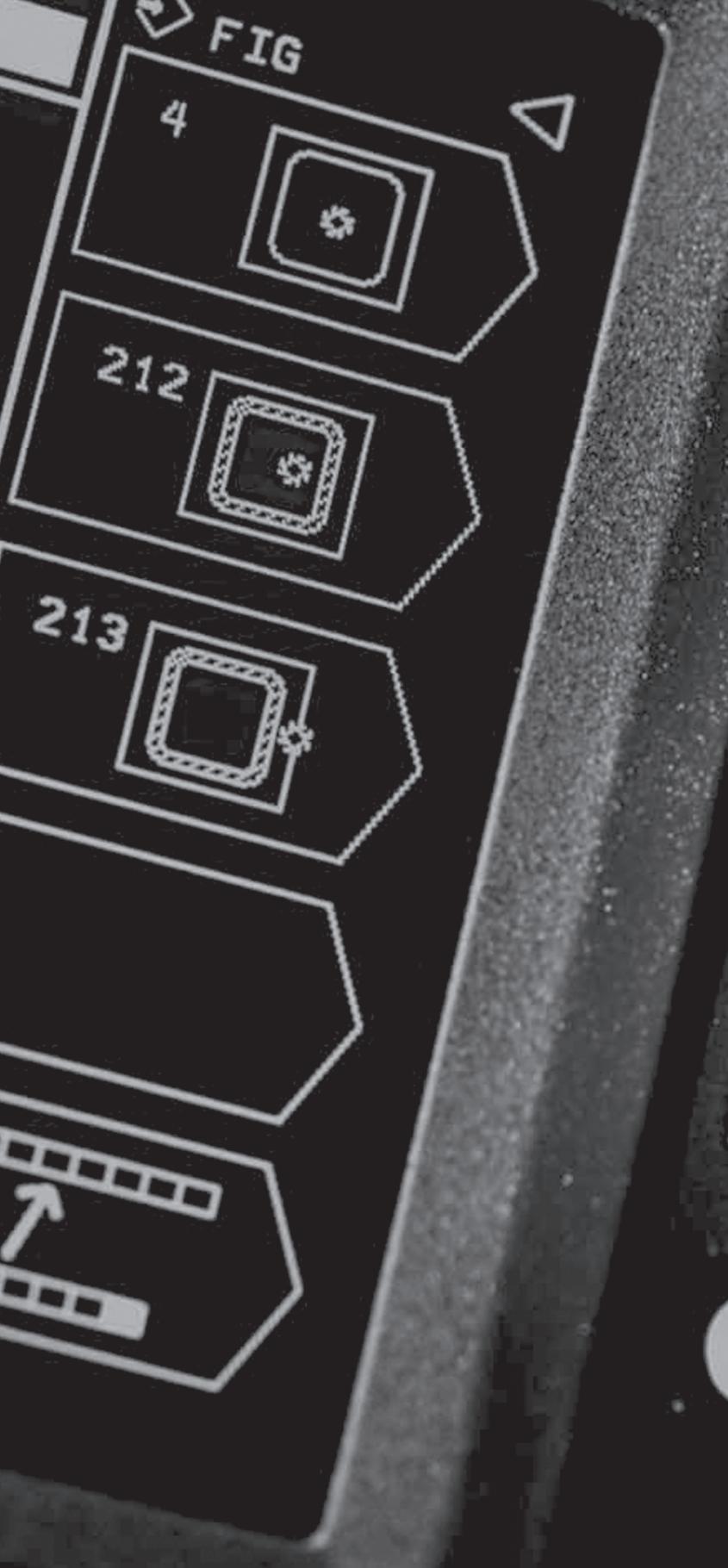
Kopieren ausführen



Datei-Verwaltung verlassen: Taste END

Zum Löschen des Inhalts der Datei \$MDI gehen Sie ähnlich vor: Anstatt sie zu kopieren, löschen Sie den Inhalt mit dem Softkey LÖSCHEN. Beim nächsten Wechsel in die Betriebsart Positionieren mit Handeingabe zeigt die TNC eine leere Datei \$MDI an.

Weitere Informationen in „4.2 Datei-Verwaltung“



4

Programmieren:

**Grundlagen, Datei-Verwaltung,
Programmierhilfen**

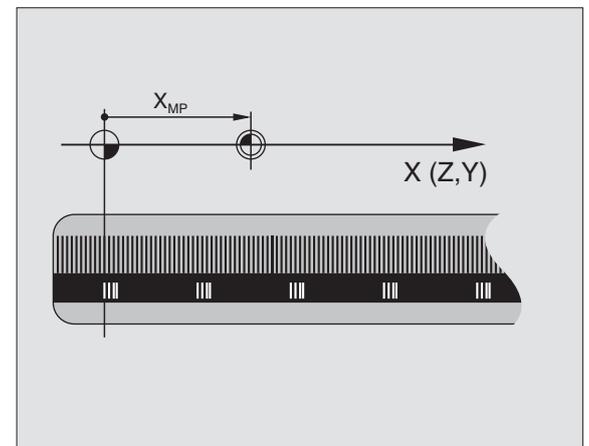
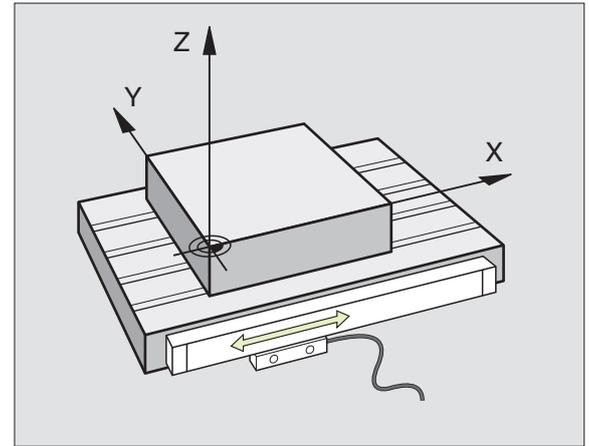
4.1 Grundlagen

Wegmeßsysteme und Referenzmarken

An den Maschinenachsen befinden sich Wegmeßsysteme, die die Positionen des Maschinentisches bzw. des Werkzeugs erfassen. Wenn sich eine Maschinenachse bewegt, erzeugt das dazugehörige Wegmeßsystem ein elektrisches Signal, aus dem die TNC die genaue Ist-Position der Maschinenachse errechnet.

Bei einer Stromunterbrechung geht die Zuordnung zwischen der Maschinenschlitten-Position und der berechneten Ist-Position verloren. Damit diese Zuordnung wieder hergestellt werden kann, verfügen die Maßstäbe der Wegmeßsysteme über Referenzmarken. Beim Überfahren einer Referenzmarke erhält die TNC ein Signal, das einen maschinenfesten Bezugspunkt kennzeichnet. Damit kann die TNC die Zuordnung der Ist-Position zur aktuellen Maschinenschlitten-Position wieder herstellen.

Üblicherweise sind an Linearachsen Längenmeßsysteme angebaut. An Rundtischen und Schwenkachsen befinden sich Winkelmeßsysteme. Um die Zuordnung zwischen Ist-Position und aktueller Maschinenschlitten-Position wieder herzustellen, müssen Sie bei Längenmeßsystemen mit abstandscodierten Referenzmarken die Maschinenachsen maximal 20 mm verfahren, bei Winkelmeßsystemen um maximal 20°.

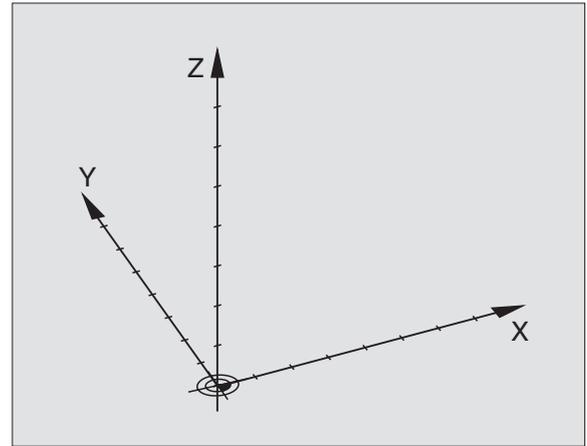


Bezugssystem

Mit einem Bezugssystem legen Sie Positionen in einer Ebene oder im Raum eindeutig fest. Die Angabe einer Position bezieht sich immer auf einen festgelegten Punkt und wird durch Koordinaten beschrieben.

Im rechtwinkligen System (kartesisches System) sind drei Richtungen als Achsen X, Y und Z festgelegt. Die Achsen stehen jeweils senkrecht zueinander und schneiden sich in einem Punkt, dem Nullpunkt. Eine Koordinate gibt den Abstand zum Nullpunkt in einer dieser Richtungen an. So lässt sich eine Position in der Ebene durch zwei Koordinaten und im Raum durch drei Koordinaten beschreiben.

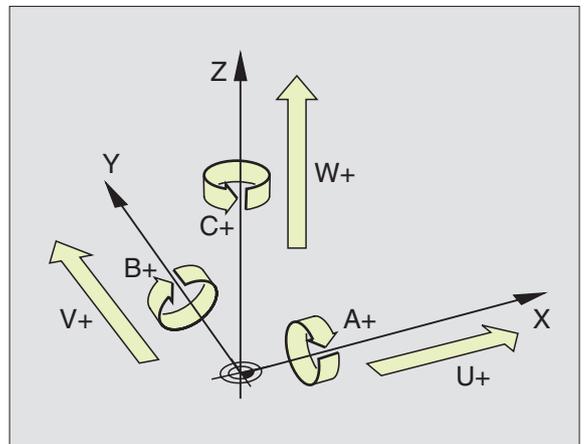
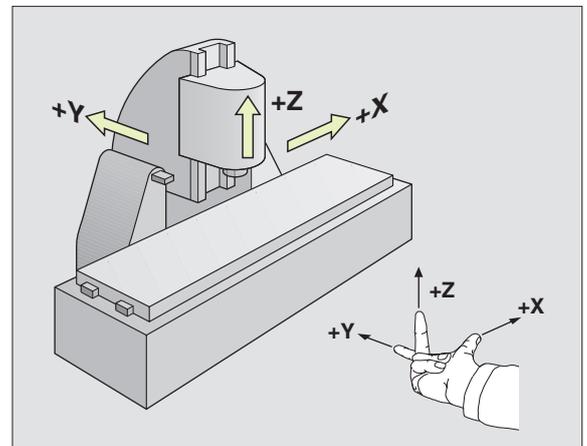
Koordinaten, die sich auf den Nullpunkt beziehen, werden als absolute Koordinaten bezeichnet. Relative Koordinaten beziehen sich auf eine beliebige andere Position (Bezugspunkt) im Koordinatensystem. Relative Koordinaten-Werte werden auch als inkrementale Koordinaten-Werte bezeichnet.



Bezugssysteme an Fräsmaschinen

Bei der Bearbeitung eines Werkstücks an einer Fräsmaschine beziehen Sie sich generell auf das rechtwinklige Koordinatensystem. Das Bild rechts zeigt, wie das rechtwinklige Koordinatensystem den Maschinenachsen zugeordnet ist. Die Drei-Finger-Regel der rechten Hand dient als Gedächtnisstütze: Wenn der Mittelfinger in Richtung der Werkzeugachse vom Werkstück zum Werkzeug zeigt, so weist er in die Richtung Z+, der Daumen in die Richtung X+ und der Zeigefinger in Richtung Y+.

Die TNC 310 kann insgesamt maximal 4 Achsen steuern. Neben den Hauptachsen X, Y und Z gibt es parallel laufende Zusatzachsen U, V und W. Drehachsen werden mit A, B und C bezeichnet. Das Bild unten zeigt die Zuordnung der Zusatzachsen bzw. Drehachsen zu den Hauptachsen.



Polarkoordinaten

Wenn die Fertigungszeichnung rechtwinklig bemaßt ist, erstellen Sie das Bearbeitungs-Programm auch mit rechtwinkligen Koordinaten. Bei Werkstücken mit Kreisbögen oder bei Winkelangaben ist es oft einfacher, die Positionen mit Polarkoordinaten festzulegen.

Im Gegensatz zu den rechtwinkligen Koordinaten X, Y und Z beschreiben Polarkoordinaten nur Positionen in einer Ebene. Polarkoordinaten haben ihren Nullpunkt im Pol CC (CC = circle centre; engl. Kreismittelpunkt). Eine Position in einer Ebene ist so eindeutig festgelegt durch

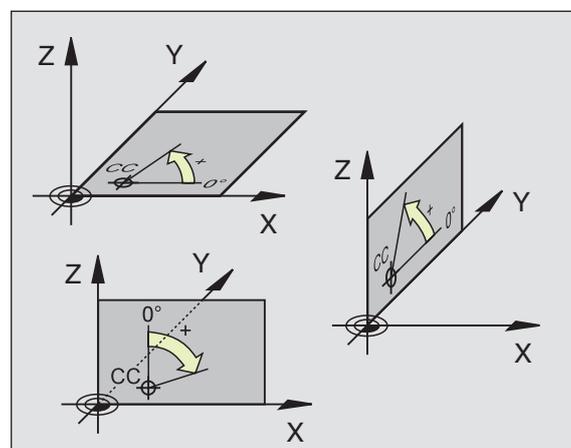
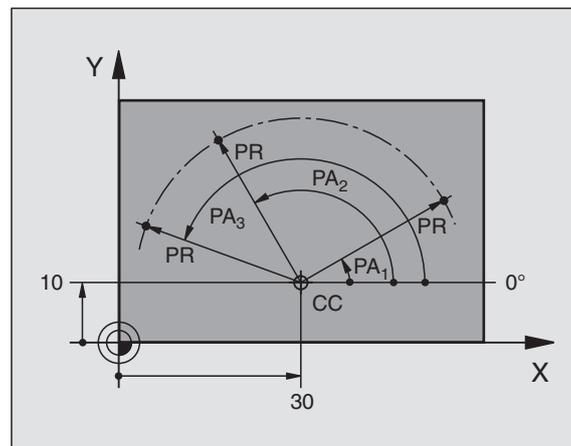
- Polarkoordinaten-Radius: der Abstand vom Pol CC zur Position
- Polarkoordinaten-Winkel: Winkel zwischen der Winkel-Bezugsachse und der Strecke, die den Pol CC mit der Position verbindet.

Siehe Bild rechts unten.

Festlegen von Pol und Winkel-Bezugsachse

Den Pol legen Sie durch zwei Koordinaten im rechtwinkligen Koordinatensystem in einer der drei Ebenen fest. Damit ist auch die Winkel-Bezugsachse für den Polarkoordinaten-Winkel PA eindeutig zugeordnet.

Pol-Koordinaten (Ebene)	Winkel-Bezugsachse
XY	+X
YZ	+Y
ZX	+Z



Absolute und relative Werkstück-Positionen

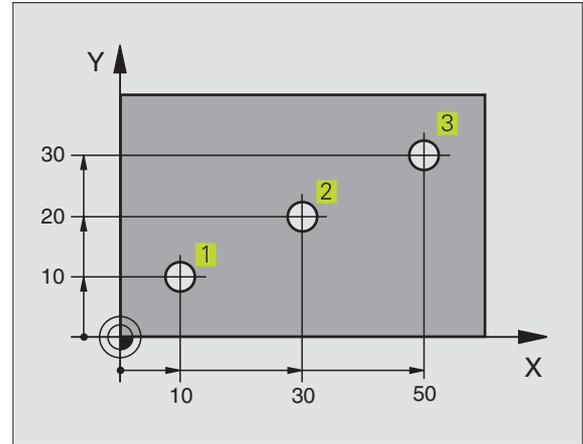
Absolute Werkstück-Positionen

Wenn sich die Koordinaten einer Position auf den Koordinaten-Nullpunkt (Ursprung) beziehen, werden diese als absolute Koordinaten bezeichnet. Jede Position auf einem Werkstück ist durch ihre absoluten Koordinaten eindeutig festgelegt.

Beispiel 1: Bohrungen mit absoluten Koordinaten

Bohrung 1 Bohrung 2 Bohrung 3

X=10 mm X=30 mm X=50 mm
 Y=10 mm Y=20 mm Y=30 mm



Relative Werkstück-Positionen

Relative Koordinaten beziehen sich auf die zuletzt programmierte Position des Werkzeugs, die als relativer (gedachter) Nullpunkt dient. Inkrementale Koordinaten geben bei der Programmerstellung somit das Maß zwischen der letzten und der darauf folgenden Soll-Position an, um die das Werkzeug verfahren soll. Deshalb wird es auch als Kettenmaß bezeichnet.

Ein Inkremental-Maß kennzeichnen Sie durch ein „I“ (Softkey) vor der Achsbezeichnung.

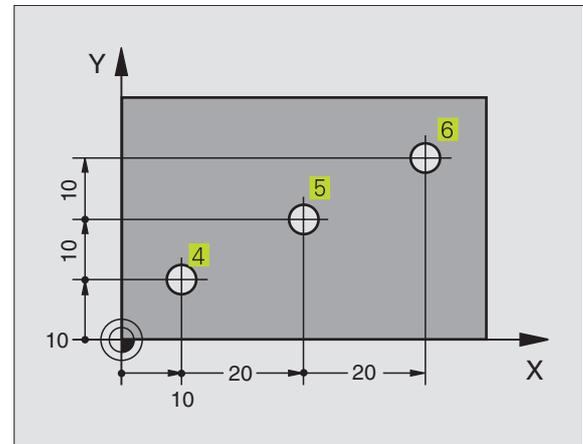
Beispiel 2: Bohrungen mit relativen Koordinaten

Absolute Koordinaten der Bohrung 4:

X= 10 mm
 Y= 10 mm

Bohrung 5 bezogen auf 4 Bohrung 6 bezogen auf 5

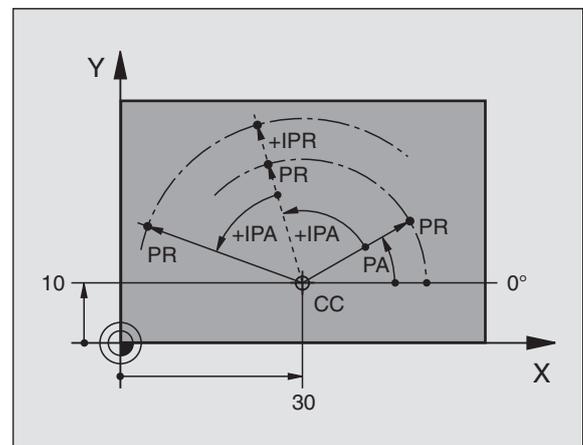
IX= 20 mm IX= 20 mm
 IY= 10 mm IY= 10 mm



Absolute und inkrementale Polarkoordinaten

Absolute Koordinaten beziehen sich immer auf den Pol und die Winkel-Bezugsachse.

Inkrementale Koordinaten beziehen sich immer auf die zuletzt programmierte Position des Werkzeugs.



4.2 Datei-Verwaltung

Dateien und Datei-Verwaltung

Wenn Sie ein Bearbeitungs-Programm in die TNC eingeben, geben Sie diesem Programm zuerst einen Namen. Die TNC speichert das Programm als eine Datei mit dem gleichen Namen ab. Auch Tabellen speichert die TNC als Dateien.

Namen von Dateien

Der Name einer Datei darf maximal 8 Zeichen lang sein. Bei Programmen und Tabellen hängt die TNC noch eine Erweiterung an, die vom Datei-Namen durch einen Punkt getrennt ist. Diese Erweiterung kennzeichnet den Datei-Typ: Siehe Tabelle rechts.

35720 .H

Datei-Name Datei-Typ

Sie können mit der TNC bis zu 64 Dateien verwalten, die Gesamtgröße aller Dateien darf jedoch 128 Kbyte nicht überschreiten.

Mit der Datei-Verwaltung arbeiten

Dieser Abschnitt informiert Sie über die Bedeutung der einzelnen Bildschirm-Informationen und wie Sie Dateien auswählen können. Wenn Sie mit der Datei-Verwaltung der TNC 310 noch nicht vertraut sind, lesen Sie diesen Abschnitt vollständig durch und testen die einzelnen Funktionen an der TNC.

Datei-Verwaltung aufrufen



Softkey PGM NAME drücken:
Die TNC zeigt das Fenster zur Datei-Verwaltung

Das Fenster zeigt alle Dateien **1** an, die in der TNC gespeichert sind. Zu jeder Datei werden mehrere Informationen gezeigt, die in der Tabelle rechts aufgeschlüsselt sind.

Dateien in der TNC	Typ
Programme im HEIDENHAIN-Klartext-Dialog	.H
Tabelle für Werkzeuge	.T
Tabelle für Nullpunkte	.D

Anzeige	Bedeutung
DATEI-NAME	Name mit maximal 8 Zeichen und Datei-Typ. Zahl hinter dem Namen: Dateigröße in byte
Status	Eigenschaft der Datei:
M	Programm ist in einer Programmlauf-Betriebsart angewählt
P	Datei gegen Löschen und Ändern geschützt (Protected)

Programmwahl
Datei-Name = 35

12	.H	386
123	.H	648
12345	.H	512
125	.H	416
1 145	.H	82
15	.H	100
1568T	.H	110
3507	.H	998
3516	.H	1084
5555	.H	504 M
576	.H	222

IST	X	+150,000
	Y	-25,000
	Z	+12,500

T	151	Z
S	0	

M5 / 9

SEITE ↑

SEITE ↓

KOPIEREN
[ABC] [XYZ]

EXT

Datei wählen



Datei-Verwaltung aufrufen

Benutzen Sie die Pfeil-Tasten, um das Hellfeld auf die gewünschte Datei zu bewegen:



Bewegt das Hellfeld im Fenster auf und ab

Geben Sie eine oder mehrere Zahlen der zu wählenden Datei ein und drücken dann die Taste GOTO: Das Hellfeld springt auf die erste Datei, die mit den eingegebenen Zahlen übereinstimmt



Die gewählte Datei wird in der Betriebsart aktiviert, aus der Sie die Datei-Verwaltung aufgerufen haben: ENT drücken

Datei kopieren

► Bewegen Sie das Hellfeld auf die Datei, die kopiert werden soll

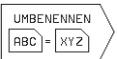


► Softkey KOPIEREN drücken: Kopierfunktion wählen

► Namen der Ziel-Datei eingeben und mit Taste ENT übernehmen: Die TNC kopiert die Datei. Die ursprüngliche Datei bleibt erhalten.

Datei umbenennen

► Bewegen Sie das Hellfeld auf die Datei, die Sie umbenennen möchten



► Funktion zum Umbenennen wählen

► Neuen Datei-Namen eingeben; der Datei-Typ kann nicht geändert werden

► Umbenennen ausführen: Taste ENT drücken

Datei löschen

► Bewegen Sie das Hellfeld auf die Datei, die Sie löschen möchten



► Löschfunktion wählen: Softkey DELETE drücken. Die TNC fragt, ob die Datei tatsächlich gelöscht werden soll

► Löschen bestätigen: Softkey YES drücken. Brechen Sie mit Softkey NO ab, wenn Sie die Datei nicht löschen möchten

Datei schützen/Dateischutz aufheben

► Bewegen Sie das Hellfeld auf die Datei, die Sie schützen möchten



► Datei-Schutz aktivieren: Softkey SCHÜTZEN / SCHUTZ AUFH. drücken. Die Datei erhält Status P

Den Dateischutz heben Sie auf die gleiche Weise mit dem Softkey SCHÜTZEN / SCHUTZ AUFH. auf. Geben Sie zum Aufheben des Dateischutzes die Schlüsselzahl 86357 ein.

Dateien einlesen/Dateien ausgeben



► Dateien einlesen oder ausgeben: Softkey EXT drücken. Die TNC stellt folgende Funktionen zur Verfügung:

Funktionen zum Einlesen/Ausgeben von Dateien	Softkey
Alle Dateien einlesen	
Nur ausgewählte Dateien einlesen; Von der TNC vorgeschlagene Datei akzeptieren: Softkey JA drücken; vorgeschlagene Datei nicht akzeptieren: Softkey NEIN drücken	
Gewählte Datei einlesen: Datei-Name eingeben	
Gewählte Datei auslesen: Hellfeld auf gewünschte Datei bewegen, mit Taste ENT bestätigen	
Alle Dateien im TNC-Speicher auslesen	
Datei-Übersicht des externen Gerätes am TNC-Bildschirm anzeigen	

4.3 Programme eröffnen und eingeben

Aufbau eines NC-Programms im HEIDENHAIN-Klartext-Format

Ein Bearbeitungs-Programm besteht aus einer Reihe von Programm-Sätzen. Das Bild rechts zeigt die Elemente eines Satzes.

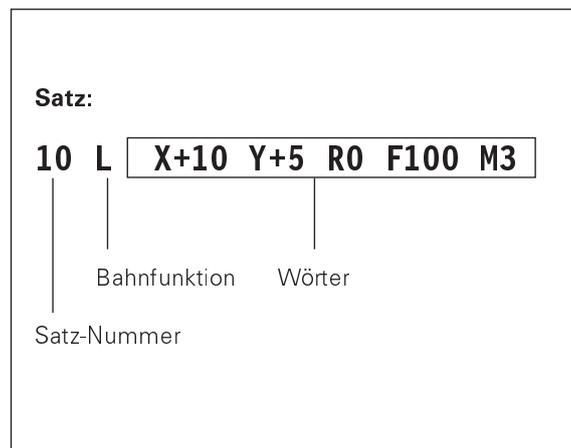
Die TNC numeriert die Sätze eines Bearbeitungs-Programms in aufsteigender Reihenfolge.

Der erste Satz eines Programms ist mit „BEGIN PGM,“ dem Programm-Namen und der gültigen Maßeinheit gekennzeichnet.

Die darauffolgenden Sätze enthalten Informationen über:

- das Rohteil:
- Werkzeug-Definitionen und -aufrufe,
- Vorschübe und Drehzahlen sowie
- Bahnbewegungen, Zyklen und weitere Funktionen.

Der letzte Satz eines Programms ist mit „END PGM,“ dem Programm-Namen und der gültigen Maßeinheit gekennzeichnet.



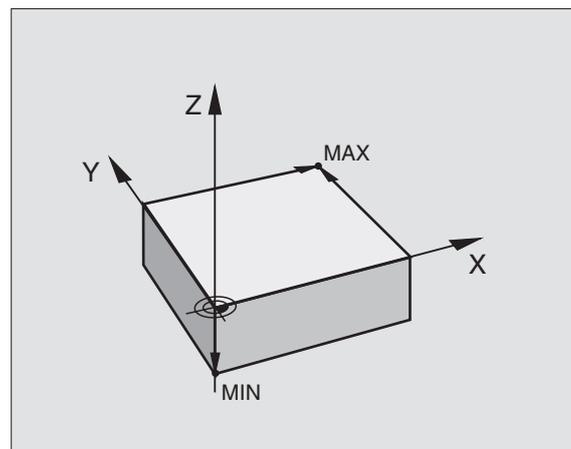
Rohteil definieren: BLK FORM

Direkt nach dem Eröffnen eines neuen Programms definieren Sie ein quaderförmiges, unbearbeitetes Werkstück. Diese Definition benötigt die TNC für die grafischen Simulationen. Die Seiten des Quaders dürfen maximal 30 000 mm lang sein und liegen parallel zu den Achsen X, Y und Z. Dieses Rohteil ist durch zwei seiner Eckpunkte festgelegt:

- MIN-Punkt: kleinste X-,Y- und Z-Koordinate des Quaders; Absolut-Werte eingeben
- MAX-Punkt: größte X-,Y- und Z-Koordinate des Quaders; Absolut- oder Inkremental-Werte eingeben



Die TNC kann die Grafik nur dann darstellen, wenn das Verhältnis kürzeste : längste Seite der BLK FORM kleiner als 1 : 64 ist.



Neues Bearbeitungs-Programm eröffnen

Ein Bearbeitungs-Programm geben Sie immer in der Betriebsart Programm Einspeichern/Editieren ein.

Beispiel für eine Programm-Eröffnung



Betriebsart Programm Einspeichern/Editieren wählen



Datei-Verwaltung aufrufen: Softkey PGM NAME drücken

Datei-Name =

3056



Neue Programm-Nummer eingeben, mit Taste ENT bestätigen

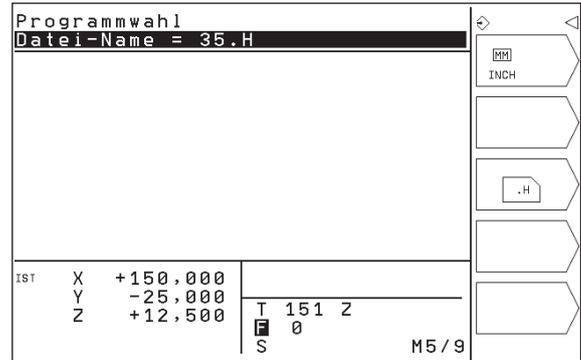
Datei-Name = 3056.H



Maßeinheit mm übernehmen: Taste ENT drücken, oder



Maßeinheit auf Inch umschalten: Softkey MM/INCH drücken, mit Taste ENT bestätigen



Rohteil definieren



Dialog zur Rohteil-Definition eröffnen: Softkey BLK FORM drücken

Spindelachse parallel X/Y/Z ?



Spindelachse eingeben

Def BLK FORM: Min-Punkt?



Nacheinander X-, Y- und Z-Koordinaten des MIN-Punkts eingeben



Def BLK FORM: Max-Punkt?



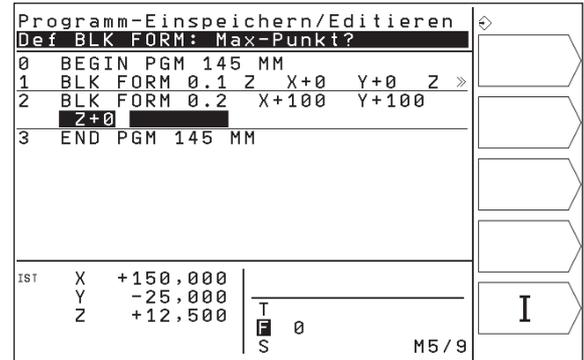
Nacheinander X-, Y- und Z-Koordinaten des MAX-Punkts eingeben



Das Programm-Fenster zeigt die Definition der BLK-Form an:

0 BEGIN PGM 3056 MM	Programm-Anfang, Name, Maßeinheit
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Spindelachse, MIN-Punkt-Koordinaten
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	MAX-Punkt-Koordinaten
3 END PGM 3056 MM	Programm-Ende, Name, Maßeinheit

Die TNC erzeugt die Satz-Nummern, sowie den BEGIN- und END-Satz automatisch.



Werkzeug-Bewegungen im Klartext-Dialog programmieren

Um einen Satz zu programmieren, eröffnen Sie mit einem Softkey den Dialog. In der Kopfzeile des Bildschirms erfragt die TNC alle erforderlichen Daten.

Beispiel für einen Dialog



Dialog eröffnen

Koordinaten?



10

Zielcoordinate für X-Achse eingeben



5



Zielcoordinate für Y-Achse eingeben, mit Taste ENT zur nächste Frage

Radiuskorr.: RL/RR/Keine Korr.?



„Keine Radiuskorrektur“ eingeben, mit Taste ENT zur nächsten Frage

Vorschub? F=

100



Vorschub für diese Bahnbewegung 100 mm/min, mit Taste ENT zur nächsten Frage

Zusatz-Funktion M ?

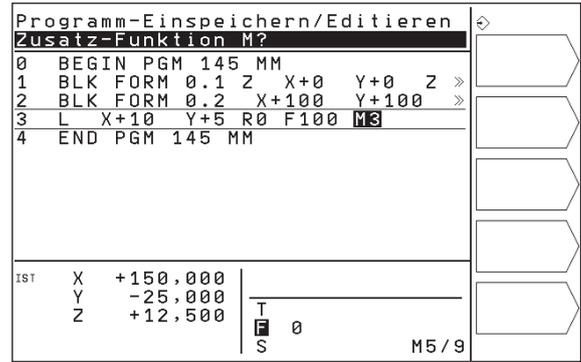
3



Zusatzfunktion M3 „Spindel ein“, mit Taste ENT beendet die TNC diesen Dialog

Das Programmfenster zeigt die Zeile:

3 L X+10 Y+5 R0 F100 M3



Funktionen während des Dialogs Taste

Dialogfrage übergehen



Dialog vorzeitig beenden



Dialog abbrechen und löschen



Programmzeilen editieren

Während Sie ein Bearbeitungs-Programm erstellen oder verändern, können Sie mit den Pfeil-Tasten jede Zeile im Programm und einzelne Wörter eines Satzes wählen: Siehe Tabelle rechts oben.

Blättern im Programm

- ▶ Drücken Sie die Taste GOTO
- ▶ Geben Sie eine Satz-Nummer ein und bestätigen mit ENT, die TNC springt dann zum angegebenen Satz, oder
- ▶ Drücken Sie einen der eingblendeten Softkeys um seitenweise zu blättern (siehe Tabelle rechts oben)

Gleiche Wörter in verschiedenen Sätzen suchen



Ein Wort in einem Satz wählen: Pfeil-Tasten so oft drücken, bis gewünschtes Wort markiert ist



Satz mit Pfeiltasten wählen

Die Markierung befindet sich im neu gewählten Satz auf dem gleichen Wort, wie im zuerst gewählten Satz.

Sätze an beliebiger Stelle einfügen

- ▶ Wählen Sie den Satz, hinter dem Sie einen neuen Satz einfügen wollen und eröffnen Sie den Dialog

Zuletzt editierten (gelöschten) Satz an beliebiger Stelle einfügen

- ▶ Wählen Sie den Satz, hinter dem Sie den zuletzt editierten (gelöschten) Satz einfügen wollen
- ▶ Um den Satz, der im Zwischenspeicher abgelegt ist einzufügen, drücken Sie den Softkey NC-SATZ EINFÜGEN

Wörter ändern und einfügen

- ▶ Wählen Sie in einem Satz ein Wort und überschreiben Sie es mit dem neuen Wert. Während Sie das Wort gewählt haben, steht der Klartext-Dialog zur Verfügung
- ▶ Änderung abschließen: Taste END drücken

Wenn Sie ein Wort einfügen wollen, betätigen Sie die Pfeil-Taste (nach rechts), bis der gewünschte Dialog erscheint und geben den gewünschten Wert ein.

Satz oder Wort wählen	Softkeys/Tasten
Von Satz zu Satz springen	
Einzelne Wörter im Satz wählen	
Seite nach oben blättern	
Seite nach unten blättern	
Sprung zum Programm-Anfang	
Sprung zum Programm-Ende	

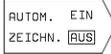
Sätze und Wörter löschen	Taste
Wert eines gewählten Wortes auf Null setzen	
Falschen Wert löschen	
Fehlermeldung (nicht blinkend) löschen	
Gewähltes Wort löschen	
Gewählten Satz (Zyklus) löschen	
Programmenteile löschen: Letzten Satz des zu löschenden Programnteils wählen und mit Taste DEL löschen	

4.4 Programmier-Grafik

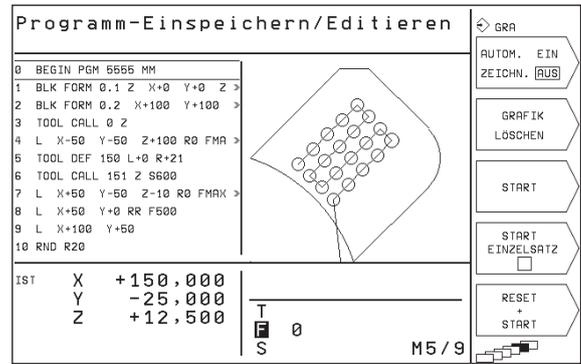
Während Sie ein Programm erstellen, kann die TNC die programmierte Kontur mit einer Grafik anzeigen.

Programmier-Grafik mitführen/nicht mitführen

- ▶ Zur Bildschirm-Aufteilung Programm links und Grafik rechts wechseln: Taste zur Festlegung der Bildschirm-Aufteilung und Softkey PROGRAMM + GRAFIK drücken



- ▶ Softkey AUTOM ZEICHN. auf EIN setzen. Während Sie die Programmzeilen eingeben, zeigt die TNC jede programmierte Bahnbewegung im Grafik-Fenster rechts an.



Wenn die Grafik nicht mitgeführt werden soll, setzen Sie den Softkey AUTOM ZEICHN. auf AUS.

AUTOM ZEICHN. EIN zeichnet keine Programmteil-Wiederholungen mit.

Programmier-Grafik für bestehendes Programm erstellen

- ▶ Wählen Sie mit den Pfeil-Tasten den Satz, bis zu dem die Grafik erstellt werden soll oder drücken Sie GOTO und geben die gewünschte Satz-Nummer direkt ein



- ▶ Grafik erstellen: Softkey RESET + START drücken

Weitere Funktionen siehe Tabelle rechts.

Grafik löschen



- ▶ Softkey-Leiste umschalten: Siehe Bild rechts



- ▶ Grafik löschen: Softkey GRAFIK LÖSCHEN drücken

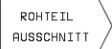
Funktionen der Programmier-Grafik	Softkey
Programmier-Grafik satzweise erstellen	
Programmier-Grafik komplett erstellen oder nach RESET + START vervollständigen	
Programmier-Grafik anhalten Dieser Softkey erscheint nur, während die TNC eine Programmier-Grafik erstellt	

Ausschnittsvergrößerung oder -verkleinerung

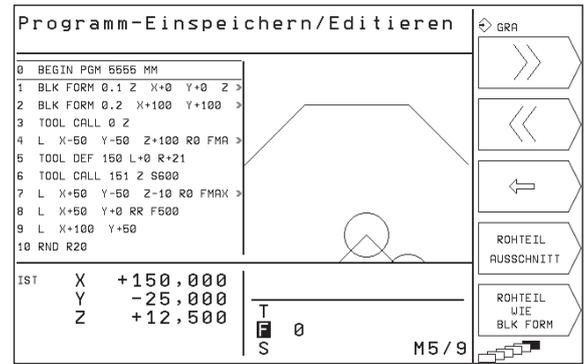
Sie können die Ansicht für eine Grafik selbst festlegen. Mit einem Rahmen wählen Sie den Ausschnitt für die Vergrößerung oder Verkleinerung.

- ▶ Softkey-Leiste für Ausschnitts-Vergrößerung/Verkleinerung wählen (letzte Leiste, siehe Bild rechts)
Damit stehen folgende Funktionen zur Verfügung:

Funktion	Softkey
Rahmen verkleinern – zum Verkleinern Softkey gedrückt halten	
Rahmen vergrößern – zum Vergrößern Softkey gedrückt halten	
Rahmen nach links verschieben – zum Verschieben Softkey gedrückt halten. Rahmen nach rechts verschieben: Pfeiltaste rechts gedrückt halten	

 ▶ Mit Softkey ROHTEIL AUSSCHNITT ausgewählten Bereich übernehmen

Mit dem Softkey ROHTEILWIE BLK FORM stellen Sie den ursprünglichen Ausschnitt wieder her.



4.5 Hilfe-Funktion

In der Hilfe-Funktion der TNC sind einige Programmier-Funktionen zusammengefaßt. Über Softkey wählen Sie ein Thema aus, zu dem Sie dann weitere Informationen erhalten.

Hilfe-Funktion wählen



- ▶ Taste HELP drücken
- ▶ Thema wählen: Drücken Sie einen der angebotenen Softkeys

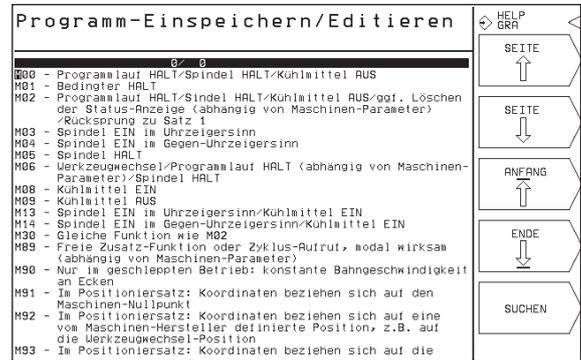
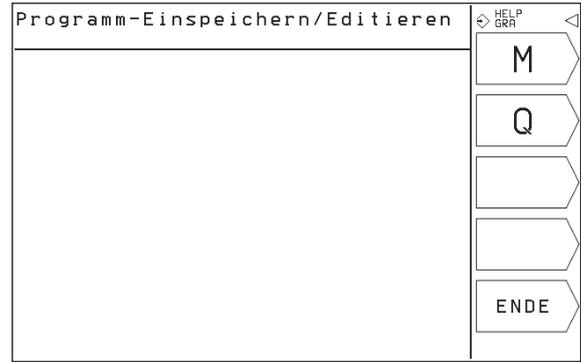
Hilfe-Thema / Funktion	Softkey
M-Funktionen	M
Zyklus-Parameter	Q
Hilfe, die von Ihrem Maschinenhersteller eingegeben wird (optional, nicht ausführbar)	PLC
Vorherige Seite wählen	SEITE ↑
Nächste Seite wählen	SEITE ↓
Datei-Anfang wählen	ANFANG ↑
Datei-Ende wählen	ENDE ↓
Suchfunktion wählen; Zahlen eingeben, Suche mit Taste ENT starten	SUCHEN

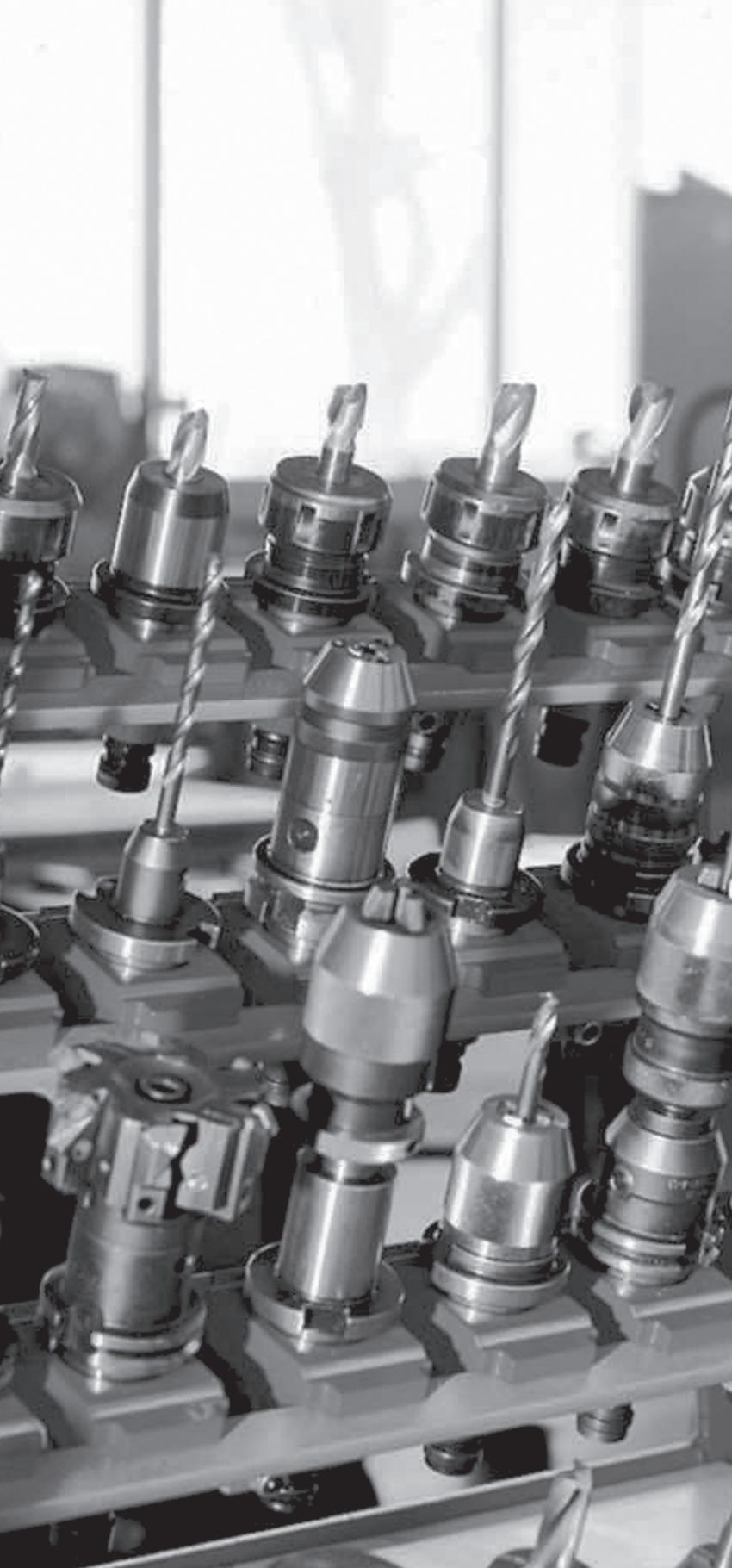


Die von Ihrem Maschinenhersteller zur Verfügung gestellte Hilfe, können Sie innerhalb der Hilfe-Funktion nur anzeigen lassen.

Hilfe-Funktion beenden

Drücken Sie die Taste END.





5

**Programmieren:
Werkzeuge**

5.1 Werkzeugbezogene Eingaben

Vorschub F

Der Vorschub F ist die Geschwindigkeit in mm/min (inch/min), mit der sich der Werkzeugmittelpunkt auf seiner Bahn bewegt. Der maximale Vorschub kann für jede Maschinenachse unterschiedlich sein und ist durch Maschinenparameter festgelegt.

Eingabe

Den Vorschub können Sie in jedem Positioniersatz eingeben. Siehe „6.2 Grundlagen zu den Bahnfunktionen“.

Eilgang

Für den Eilgang geben Sie F MAX ein. Zur Eingabe von F MAX drücken Sie auf die Dialogfrage „Vorschub F = ?“ die Taste ENT oder den Softkey FMAX.

Wirkungsdauer

Der mit einem Zahlenwert programmierte Vorschub gilt bis zu dem Satz, in dem ein neuer Vorschub programmiert wird. F MAX gilt nur für den Satz, in dem er programmiert wurde. Nach dem Satz mit F MAX gilt wieder der letzte mit Zahlenwert programmierte Vorschub.

Änderung während des Programmlaufs

Während des Programmlaufs ändern Sie den Vorschub mit dem Override-Drehknopf F für den Vorschub.

Spindeldrehzahl S

Die Spindeldrehzahl S geben Sie in Umdrehungen pro Minute (U/min) in einem TOOL CALL-Satz ein (Werkzeug-Aufruf).

Programmierte Änderung

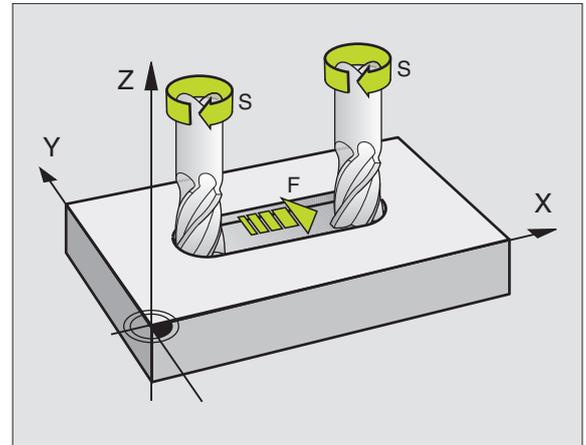
Im Bearbeitungs-Programm können Sie die Spindeldrehzahl mit einem TOOL CALL-Satz ändern, indem Sie ausschließlich die neue Spindeldrehzahl eingeben:

TOOL
CALL

- ▶ Werkzeug-Aufruf programmieren: Softkey TOOL CALL drücken (3. Softkey-Leiste)
- ▶ Dialog „Werkzeug-Nummer?“ mit Taste „PFEIL NACH RECHTS“ übergehen
- ▶ Dialog „Spindelachse parallel X/Y/Z?“ mit Taste „PFEIL NACH RECHTS“ übergehen
- ▶ Im Dialog „Spindeldrehzahl S=?“ neue Spindeldrehzahl eingeben

Änderung während des Programmlaufs

Während des Programmlaufs ändern Sie die Spindeldrehzahl mit dem Override-Drehknopf S für die Spindeldrehzahl.



5.2 Werkzeug-Daten

Üblicherweise programmieren Sie die Koordinaten der Bahnbewegungen so, wie das Werkstück in der Zeichnung bemaßt ist. Damit die TNC die Bahn des Werkzeug-Mittelpunkts berechnen, also eine Werkzeug-Korrektur durchführen kann, müssen Sie Länge und Radius zu jedem eingesetzten Werkzeug eingeben.

Werkzeug-Daten können Sie entweder mit der Funktion TOOL DEF direkt im Programm oder (und) separat in der Werkzeug-Tabelle eingeben. Die TNC berücksichtigt die eingegebenen Informationen, wenn das Bearbeitungs-Programm läuft.

Werkzeug-Nummer

Jedes Werkzeug ist durch eine Nummer zwischen 0 und 254 gekennzeichnet.

Das Werkzeug mit der Nummer 0 ist als Null-Werkzeug festgelegt und hat die Länge $L=0$ und den Radius $R=0$. In Werkzeug-Tabellen sollten Sie das Werkzeug T0 ebenfalls mit $L=0$ und $R=0$ definieren.

Werkzeug-Länge L

Die Werkzeug-Länge L können Sie auf zwei Arten bestimmen:

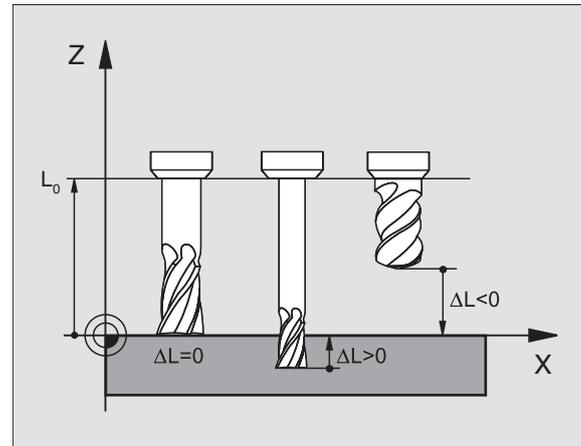
- 1 Die Länge L ist die Differenz aus der Länge des Werkzeugs und der Länge eines Null-Werkzeugs L_0 .

Vorzeichen:

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

Länge bestimmen:

- ▶ Null-Werkzeug auf Bezugsposition in der Werkzeugachse fahren (z. B. Werkstück-Oberfläche mit $Z=0$)
 - ▶ Anzeige der Werkzeugachse auf Null setzen (Bezugspunkt setzen)
 - ▶ Nächstes Werkzeug einwechseln
 - ▶ Werkzeug auf gleiche Bezugs-Position wie Null-Werkzeug fahren
 - ▶ Anzeige der Werkzeugachse zeigt den Längenunterschied des Werkzeugs zum Null-Werkzeug
 - ▶ Wert mit Softkey „AKT. POS.“ in den TOOL DEF-Satz bzw. in die Werkzeug-Tabelle übernehmen
- 2 Wenn Sie die Länge L mit einem Voreinstellgerät bestimmen, dann geben Sie den ermittelten Wert direkt in die Werkzeug-Definiton TOOL DEF ein.



Werkzeug-Radius R

Den Werkzeug-Radius R geben Sie direkt ein.

Delta-Werte für Längen und Radien

Delta-Werte bezeichnen Abweichungen für die Länge und den Radius von Werkzeugen.

Ein positiver Delta-Wert steht für ein Aufmaß ($DR > 0$), ein negativer Delta-Wert bedeutet ein Untermaß ($DR < 0$). Delta-Werte geben Sie beim Programmieren des Werkzeug-Aufrufs mit TOOL CALL ein.

Eingabebereich: Delta-Werte dürfen maximal $\pm 99,999$ mm betragen.

Werkzeug-Daten ins Programm eingeben

Nummer, Länge und Radius für ein bestimmtes Werkzeug legen Sie im Bearbeitungs-Programm einmal in einem TOOL DEF-Satz fest:

TOOL
DEF

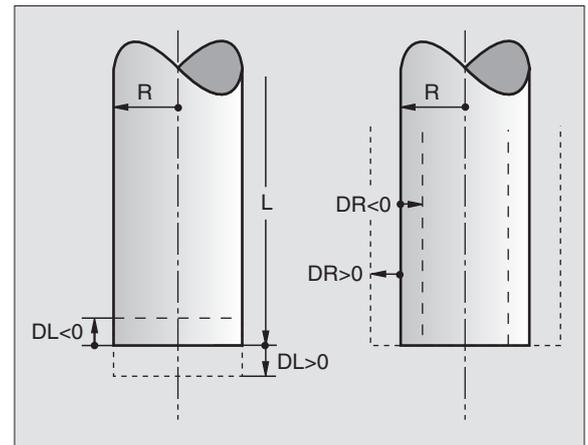
- ▶ Werkzeug-Definition wählen: Taste TOOL DEF drücken
- ▶ Werkzeug-Nummer eingeben: Mit der Werkzeug-Nummer ein Werkzeug eindeutig kennzeichnen. Wenn die Werkzeug-Tabelle aktiv ist, Werkzeug-Nummern größer 99 eingeben (abhängig von MP7260)
- ▶ Werkzeug-Länge eingeben: Korrekturwert für die Länge
- ▶ Werkzeug-Radius eingeben



Während des Dialogs können Sie die Werte für Länge und Radius mit den Softkeys „AKT.POS. X, AKT.POS. Y oder AKT.POS. Z“ direkt aus der Positions-Anzeige übernehmen.

Beispiel NC-Satz

```
4 TOOL DEF 5 L+10 R+5
```



Werkzeug-Daten in die Tabelle eingeben

In der Werkzeug-Tabelle TOOL.T können Sie bis zu 254 Werkzeuge definieren und deren Werkzeug-Daten speichern (die Anzahl der Werkzeuge können Sie mit dem Maschinenparameter 7260 begrenzen).

Werkzeug-Tabelle: Eingabemöglichkeiten

Abk.	Eingaben	Dialog
T	Nummer, mit der das Werkzeug im Programm aufgerufen wird	–
L	Korrekturwert für die Werkzeug-Länge L	Werkzeug-Länge?
R	Korrekturwert für den Werkzeug-Radius R	Werkzeug-Radius?

Werkzeug-Tabelle editieren

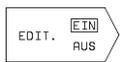
Die Werkzeug-Tabelle hat den Datei-Namen TOOL.T. TOOL.T ist automatisch in einer Programmlauf-Betriebsart aktiv.

Werkzeug-Tabelle TOOL.T öffnen:

- ▶ Beliebige Maschinen-Betriebsart wählen



- ▶ Werkzeug-Tabelle wählen: Softkey WERKZEUG TABELLE drücken

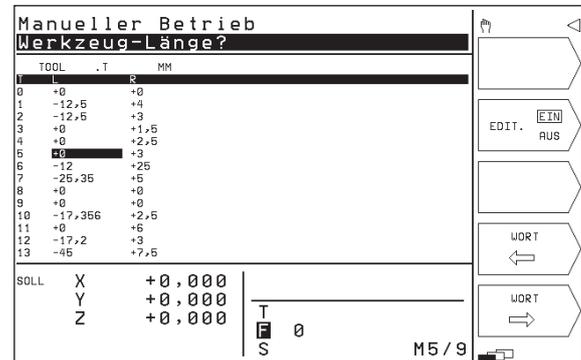


- ▶ Softkey EDITIEREN auf „EIN“ setzen

- ▶ Betriebsart Programm Einspeichern/Editieren wählen



- ▶ Datei-Verwaltung aufrufen
- ▶ Schieben Sie das Hellfeld auf TOOL.T, mit der Taste ENT bestätigen



Wenn Sie die Werkzeug-Tabelle zum Editieren geöffnet haben, dann können Sie das Hellfeld in der Tabelle mit den Pfeiltasten auf jede beliebige Position bewegen (siehe Bild rechts Mitte). An einer beliebigen Position können Sie die gespeicherten Werte überschreiben oder neue Werte eingeben. Zusätzliche Editierfunktionen entnehmen Sie bitte der Tabelle auf der nächsten Seite.



Wenn Sie parallel zu einem automatischen Werkzeug-Wechsel die Werkzeug-Tabelle editieren, unterbricht die TNC den Programmlauf nicht. Geänderte Daten übernimmt die TNC jedoch erst beim nächsten Werkzeug-Aufruf.

Werkzeug-Tabelle verlassen:

- ▶ Editieren der Werkzeug-Tabelle beenden: Taste END drücken
- ▶ Datei-Verwaltung aufrufen und eine Datei eines anderen Typs wählen, z.B. ein Bearbeitungs-Programm

Editierfunktionen für Wkz.-Tabelle	Softkey
Wert aus der Positions-Anzeige übernehmen	
Vorherige Tabellen-Seite wählen (zweite Softkey-Leiste)	
Nächste Tabellen-Seite wählen (zweite Softkey-Leiste)	
Hellfeld eine Spalte nach links verschieben	
Hellfeld eine Spalte nach rechts verschieben	
Falschen Zahlenwert löschen, voreingestellten Wert wiederherstellen	
Letzten abgespeicherten Wert wiederherstellen	
Hellfeld zurück zum Zeilen-Anfang	

Werkzeug-Daten aufrufen

Einen Werkzeug-Aufruf TOOL CALL im Bearbeitungs-Programm programmieren Sie mit folgenden Angaben:



- ▶ Werkzeug-Aufruf mit Softkey TOOL CALL wählen
- ▶ Werkzeug-Nummer: Nummer des Werkzeugs eingeben. Das Werkzeug haben Sie zuvor in einem TOLL DEF-Satz oder in der Werkzeug-Tabelle festgelegt
- ▶ Spindelachse parallel X/Y/Z: Werkzeugachse eingeben
- ▶ Spindeldrehzahl S
- ▶ Aufmaß Werkzeug-Länge: Delta-Wert für die Werkzeug-Länge
- ▶ Aufmaß Werkzeug-Radius: Delta-Wert für den Werkzeug-Radius

Beispiel für einen Werkzeug-Aufruf

Aufgerufen wird Werkzeug Nummer 5 in der Werkzeugachse Z mit der Spindeldrehzahl 2500 U/min. Das Aufmaß für die Werkzeug-Länge beträgt 0,2 mm, das Untermaß für den Werkzeug-Radius 1 mm.

```
20 TOOL CALL 5 Z S2500 DL+0,2 DR-1
```

Das „D“ vor „L“ und „R“ steht für Delta-Wert.

Werkzeugwechsel



Der Werkzeugwechsel ist eine maschinenabhängige Funktion. Maschinenhandbuch beachten!

Werkzeugwechsel-Position

Die Werkzeugwechsel-Position muß kollisionsfrei anfahrbar sein. Mit den Zusatzfunktionen M91 und M92 können Sie eine maschinenfeste Wechselposition eingeben. Wenn Sie vor dem ersten Werkzeug-Aufruf TOOL CALL 0 programmieren, dann verfährt die TNC den Einspannschaft in der Spindelachse auf eine Position, die von der Werkzeug-Länge unabhängig ist.

Manueller Werkzeugwechsel

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

- ▶ Werkzeugwechsel-Position programmiert anfahren
- ▶ Programmlauf unterbrechen, siehe „11.3 Programmlauf“
- ▶ Werkzeug wechseln
- ▶ Programmlauf fortsetzen, siehe „11.3 Programmlauf“

Platz-Tabelle für Werkzeug-Wechsler

Für den automatischen Werkzeugwechsel programmieren Sie die Tabelle TOOLP.TCH (**TOOL Pocket** engl. Werkzeug-Platz).

Platz-Tabelle wählen

► In der Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren



- Datei-Verwaltung aufrufen
- Schieben Sie das Hellfeld auf TOOLP.TCH. Bestätigen Sie mit der Taste ENT

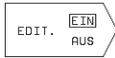
► In einer Maschinen-Betriebsart



- Werkzeug-Tabelle wählen:
Softkey WERKZEUG TABELLE wählen



- Platz-Tabelle wählen:
Softkey PLATZ TABELLE wählen

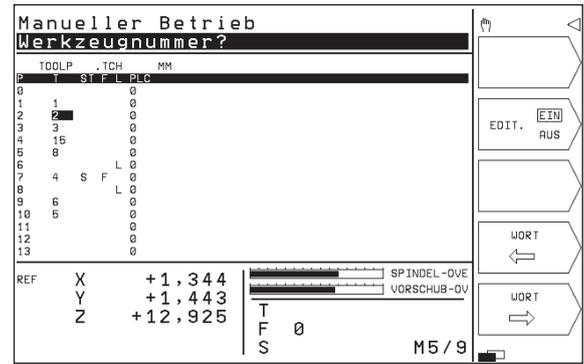


- Softkey EDITIEREN auf EIN setzen

Wenn Sie die Platz-Tabelle zum Editieren geöffnet haben, dann können Sie das Hellfeld in der Tabelle mit den Pfeiltasten auf jede beliebige Position bewegen (siehe Bild oben rechts). An einer beliebigen Position können Sie die gespeicherten Werte überschreiben oder neue Werte eingeben.

Eine Werkzeug-Nummer dürfen Sie in der Platz-Tabelle nicht doppelt verwenden. Ggf. gibt die TNC einen Fehler aus, wenn Sie die Platz-Tabelle verlassen.

Sie können folgende Informationen zu einem Werkzeug in die Platz-Tabelle eingeben:



Editorfunktionen für Platz-Tabelle Softkey

Vorherige Tabellen-Seite wählen (zweite Softkey-Leiste)	
Nächste Tabellen-Seite wählen (zweite Softkey-Leiste)	
Hellfeld eine Spalte nach links verschieben	
Hellfeld eine Spalte nach rechts verschieben	
Platz-Tabelle rücksetzen	

Abk.	Eingaben	Dialog
P	Platz-Nummer des Werkzeugs im Werkzeug-Magazin	–
T	Werkzeug-Nummer	Werkzeugnummer?
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 (Status L)	Sonderwerkzeug?
F	Werkzeug immer auf gleichen Platz im Magazin zurück-wechseln (F : für F ixed = engl. festgelegt)	Festplatz?
L	Platz sperren (L : für L ocked = engl. gesperrt)	Platz gesperrt?
PLC	Information, die zu diesem Werkzeug-Platz an die PLC übertragen werden soll	PLC-Status?

5.3 Werkzeug-Korrektur

Die TNC korrigiert die Werkzeugbahn um den Korrekturwert für Werkzeug-Länge in der Spindelachse und um den Werkzeug-Radius in der Bearbeitungsebene.

Wenn Sie das Bearbeitungs-Programm direkt an der TNC erstellen, ist die Werkzeug-Radiuskorrektur nur in der Bearbeitungsebene wirksam.

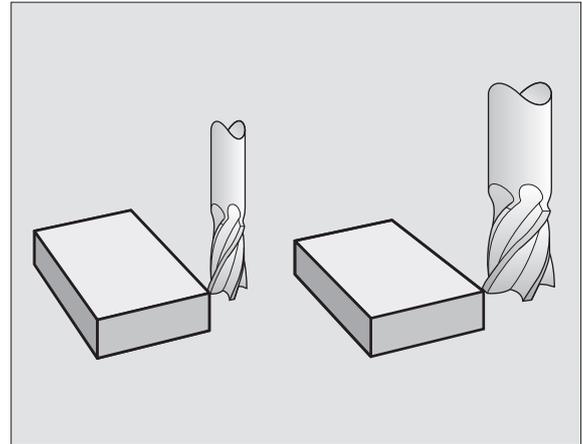
Werkzeug-Längenkorrektur

Die Werkzeug-Korrektur für die Länge wirkt, sobald Sie ein Werkzeug aufrufen und in der Spindelachse verfahren. Sie wird aufgehoben, sobald ein Werkzeug mit der Länge $L=0$ aufgerufen wird.



Wenn Sie eine Längenkorrektur mit positivem Wert mit TOOL CALL 0 aufheben, verringert sich der Abstand vom Werkzeug zu Werkstück.

Nach einem Werkzeug-Aufruf TOOL CALL ändert sich der programmierte Weg des Werkzeugs in der Spindelachse um die Längendifferenz zwischen altem und neuem Werkzeug.



Bei der Längenkorrektur werden Delta-Werte aus dem TOOL CALL-Satz berücksichtigt

Korrekturwert = $L + DL_{TOOLCALL}$ mit

L Werkzeug-Länge L aus TOOL DEF-Satz oder Werkzeug-Tabelle

$DL_{TOOLCALL}$ Aufmaß DL für Länge aus TOOL CALL-Satz (von der Positionsanzeige nicht berücksichtigt)

Werkzeug-Radiuskorrektur

Der Programm-Satz für eine Werkzeug-Bewegung enthält

- RL oder RR für eine Radiuskorrektur
- $R+$ oder $R-$, für eine Radiuskorrektur bei einer achsparallelen Verfahrbewegung
- $R0$, wenn keine Radiuskorrektur ausgeführt werden soll

Die Radiuskorrektur wirkt, sobald ein Werkzeug aufgerufen und in der Bearbeitungsebene mit RL oder RR verfahren wird. Sie wird aufgehoben, wenn ein Positioniersatz mit $R0$ programmiert wurde.

Bei der Radiuskorrektur werden Delta-Werte aus dem TOOL CALL-Satz berücksichtigt:

Korrekturwert = $R + DR_{TOOLCALL}$ mit

R Werkzeug-Radius R aus TOOL DEF-Satz oder Werkzeug-Tabelle

$DR_{TOOLCALL}$ Aufmaß DR für Radius aus TOOL CALL-Satz (von der Positionsanzeige nicht berücksichtigt)

Bahnbewegungen ohne Radiuskorrektur: R0

Das Werkzeug verfährt in der Bearbeitungsebene mit seinem Mittelpunkt auf der programmierten Bahn, bzw. auf die programmierten Koordinaten.

Anwendung: Bohren, Vorpositionieren
Siehe Bild rechts Mitte.

Bahnbewegungen mit Radiuskorrektur: RR und RL

RR Das Werkzeug verfährt rechts von der Kontur

RL Das Werkzeug verfährt links von der Kontur

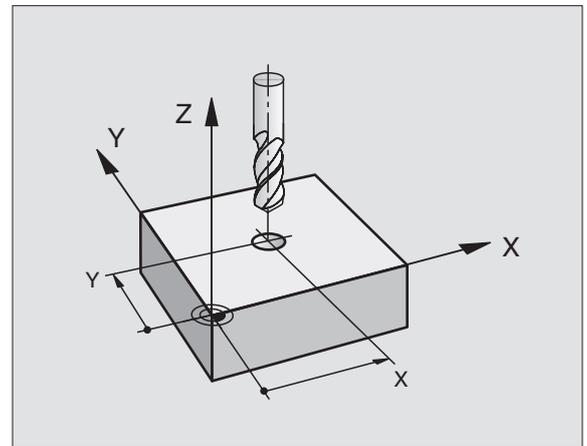
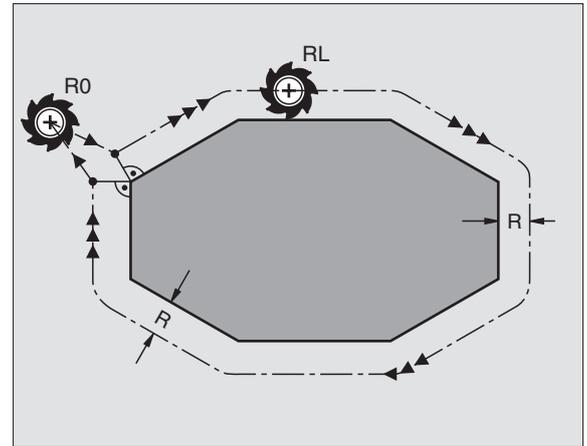
Der Werkzeug-Mittelpunkt hat dabei den Abstand des Werkzeug-Radius von der programmierten Kontur. „Rechts“ und „links“ bezeichnet die Lage des Werkzeugs in Verfahrrichtung entlang der Werkstück-Kontur. Siehe Bilder der nächsten Seite.



Zwischen zwei Programm-Sätzen mit unterschiedlicher Radiuskorrektur RR und RL muß mindestens ein Satz ohne Radiuskorrektur mit R0 stehen.

Eine Radiuskorrektur wird zum Ende des Satzes aktiv, in dem sie das erste Mal programmiert wurde.

Beim ersten Satz mit Radiuskorrektur RR/RL und beim Aufheben mit R0 positioniert die TNC das Werkzeug immer senkrecht auf den programmierten Start- oder Endpunkt. Positionieren Sie das Werkzeug so vor dem ersten Konturpunkt bzw. hinter dem letzten Konturpunkt, daß die Kontur nicht beschädigt wird.



Eingabe der Radiuskorrektur

Bei der Programmierung einer Bahnbewegung erscheint nachdem Sie die Koordinaten eingegeben haben folgende Frage:

Radiuskorr.: RL/RR/Keine Korr. ?

RL

Werkzeugbewegung links von der programmierten Kontur: Softkey RL drücken oder

RR

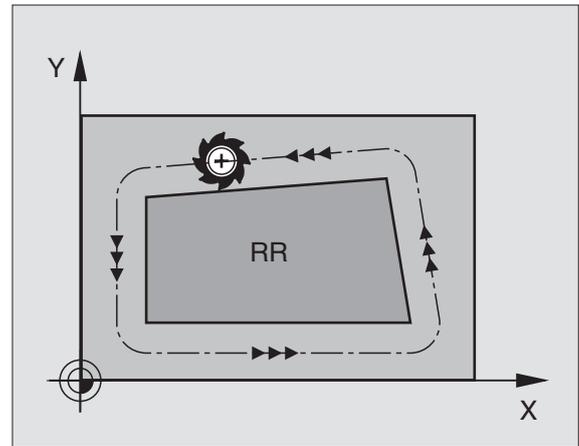
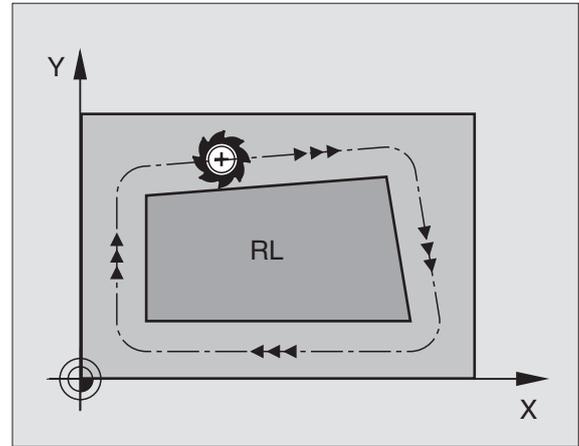
Werkzeugbewegung rechts von der programmierten Kontur: Softkey RR drücken oder



Werkzeugbewegung ohne Radiuskorrektur bzw. Radiuskorrektur aufheben: Taste ENT oder Softkey R0 drücken



Dialog beenden: Taste END drücken



Radiuskorrektur: Ecken bearbeiten

Außenecken

Wenn Sie eine Radiuskorrektur programmiert haben, dann führt die TNC das Werkzeug an den Außenecken auf einem Übergangskreis und das Werkzeug wälzt sich am Eckpunkt ab. Falls nötig, reduziert die TNC den Vorschub an den Außenecken, zum Beispiel bei großen Richtungswechseln.

Innenecken

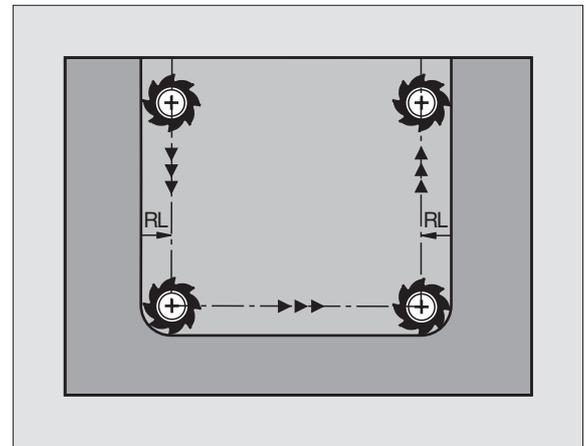
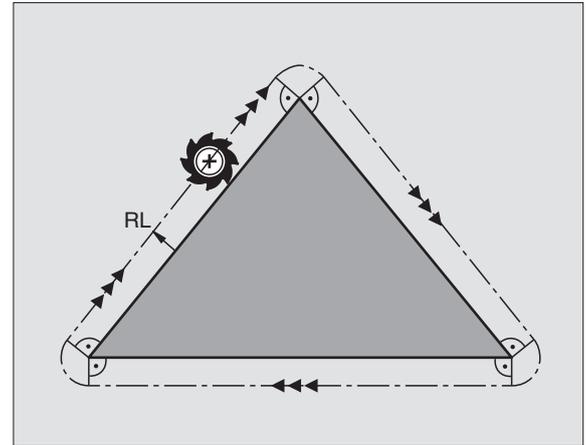
An Innenecken errechnet die TNC den Schnittpunkt der Bahnen, auf denen der Werkzeug-Mittelpunkt korrigiert verfährt. Von diesem Punkt an verfährt das Werkzeug am nächsten Konturelement entlang. Dadurch wird das Werkstück an den Innenecken nicht beschädigt. Daraus ergibt sich, daß der Werkzeug-Radius für eine bestimmte Kontur nicht beliebig groß gewählt werden darf.



Legen Sie den Start- oder Endpunkt bei einer Innenbearbeitung nicht auf einen Kontur-Eckpunkt, da sonst die Kontur beschädigt werden kann.

Ecken ohne Radiuskorrektur bearbeiten

Ohne Radiuskorrektur können Sie Werkzeugbahn und Vorschub an Werkstück-Ecken mit der Zusatzfunktion M90 beeinflussen. Siehe „7.4 Zusatzfunktionen für das Bahnverhalten“.





6

Programmieren:

Konturen programmieren

6.1 Übersicht: Werkzeug-Bewegungen

Bahnfunktionen

Eine Werkstück-Kontur setzt sich gewöhnlich aus mehreren Kontur-elementen wie Geraden und Kreisbögen zusammen. Mit den Bahnfunktionen programmieren Sie die Werkzeugbewegungen für **Geraden** und **Kreisbögen**.

Zusatzfunktionen M

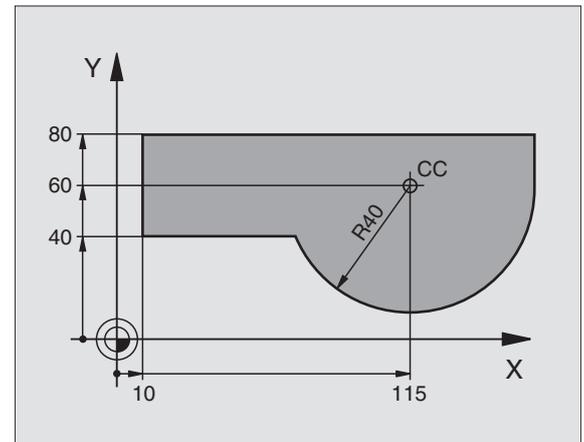
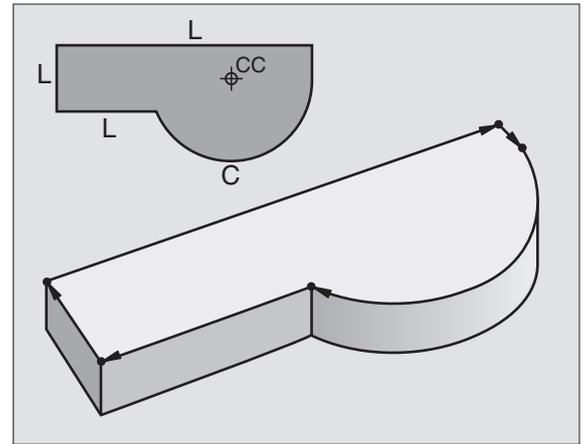
Mit den Zusatzfunktionen der TNC steuern Sie

- den Programmlauf, z.B. eine Unterbrechung des Programmlaufs
- die Maschinenfunktionen, wie das Ein- und Ausschalten der Spindeldrehung und des Kühlmittels
- das Bahnverhalten des Werkzeugs

Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen

Bearbeitungs-Schritte, die sich wiederholen, geben Sie nur einmal als Unterprogramm oder Programmteil-Wiederholung ein. Wenn Sie einen Teil des Programms nur unter bestimmten Bedingungen ausführen lassen möchten, dann legen Sie diese Programmschritte ebenfalls in einem Unterprogramm fest. Zusätzlich kann ein Bearbeitungs-Programm ein weiteres Programm aufrufen und ausführen lassen.

Das Programmieren mit Unterprogrammen und Programmteil-Wiederholungen ist in Kapitel 9 beschrieben.



6.2 Grundlagen zu den Bahnfunktionen

Werkzeugbewegung für eine Bearbeitung programmieren

Wenn Sie ein Bearbeitungs-Programm erstellen, programmieren Sie nacheinander die Bahnfunktionen für die einzelnen Elemente der Werkstück-Kontur. Dazu geben Sie gewöhnlich **die Koordinaten für die Endpunkte der Konturelemente** aus der Maßzeichnung ein. Aus diesen Koordinaten-Angaben, den Werkzeug-Daten und der Radiuskorrektur ermittelt die TNC den tatsächlichen Verfahrensweg des Werkzeugs.

Die TNC fährt gleichzeitig alle Maschinenachsen, die Sie in dem Programm-Satz einer Bahnfunktion programmiert haben.

Bewegungen parallel zu den Maschinenachsen

Der Programm-Satz enthält eine Koordinaten-Angabe: Die TNC fährt das Werkzeug parallel zur programmierten Maschinenachse.

Je nach Konstruktion Ihrer Maschine bewegt sich beim Abarbeiten entweder das Werkzeug oder der Maschinentisch mit dem aufgespannten Werkstück. Beim Programmieren der Bahnbewegung tun Sie grundsätzlich so, als ob sich das Werkzeug bewegt.

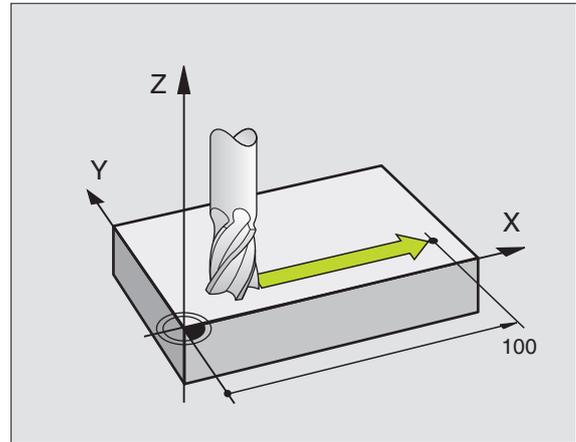
Beispiel:

L X+100

L Bahnfunktion „Gerade“

X+100 Koordinaten des Endpunkts

Das Werkzeug behält die Y- und Z-Koordinaten bei und fährt auf die Position X=100. Siehe Bild rechts oben.



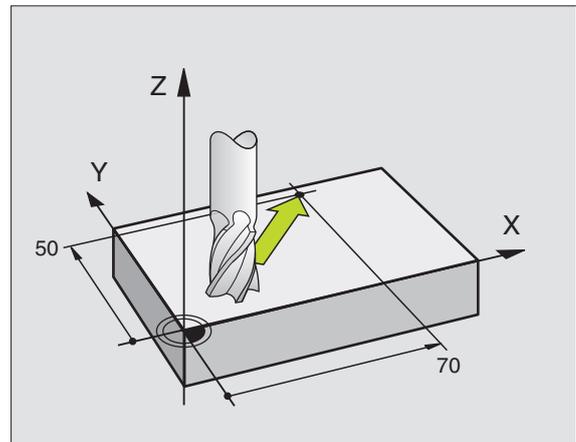
Bewegungen in den Hauptebenen

Der Programm-Satz enthält zwei Koordinaten-Angaben: Die TNC fährt das Werkzeug in der programmierten Ebene.

Beispiel:

L X+70 Y+50

Das Werkzeug behält die Z-Koordinate bei und fährt in der XY-Ebene auf die Position X=70, Y=50. Siehe Bild rechts Mitte.



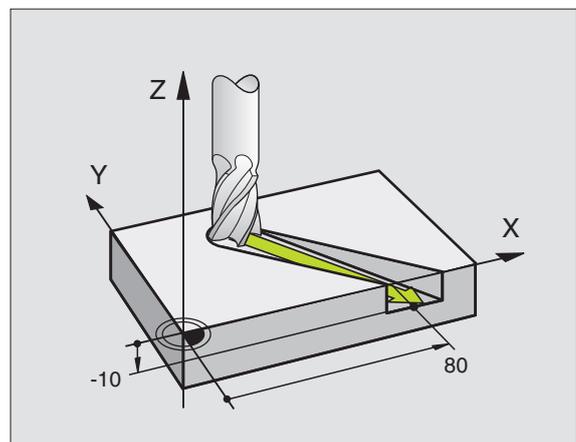
Dreidimensionale Bewegung

Der Programm-Satz enthält drei Koordinaten-Angaben: Die TNC fährt das Werkzeug räumlich auf die programmierte Position.

Beispiel:

L X+80 Y+0 Z-10

Siehe Bild rechts unten.



Kreise und Kreisbögen

Bei Kreisbewegungen fährt die TNC zwei Maschinenachsen gleichzeitig: Das Werkzeug bewegt sich relativ zum Werkstück auf einer Kreisbahn. Für Kreisbewegungen können Sie einen Kreismittelpunkt CC eingeben.

Mit den Bahnfunktionen für Kreisbögen programmieren Sie Kreise in den Hauptebenen: Die Hauptebene ist beim Werkzeug-Aufruf TOOL CALL mit dem Festlegen der Spindelachse zu definieren:

Spindelachse	Hauptebene
Z	XY
Y	ZX
X	YZ

Drehsinn DR bei Kreisbewegungen

Für Kreisbewegungen ohne tangentialen Übergang zu anderen Konturelementen geben Sie den Drehsinn DR ein:

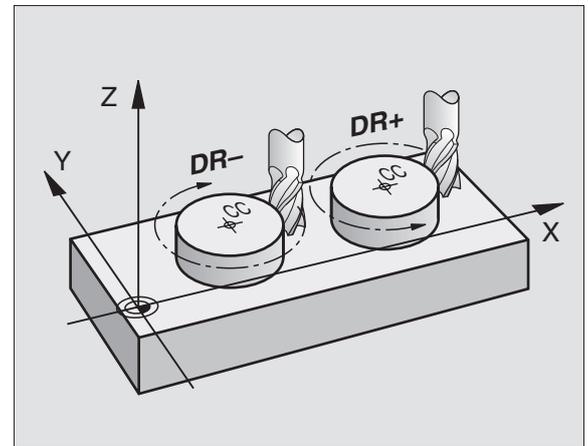
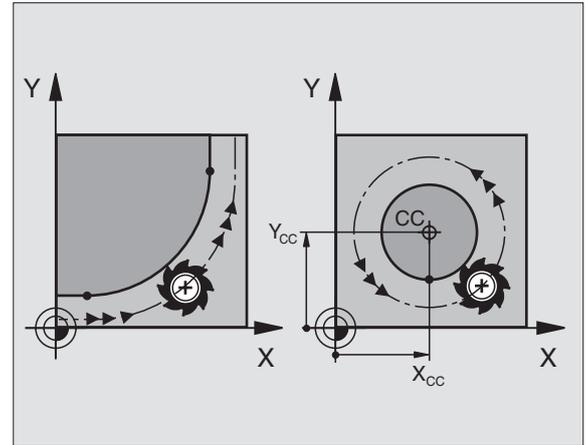
Drehung im Uhrzeigersinn: DR-
 Drehung gegen den Uhrzeigersinn: DR+

Radiuskorrektur

Die Radiuskorrektur muß vor dem Satz mit den Koordinaten für das erste Konturelement stehen. Die Radiuskorrektur darf nicht in einem Satz für eine Kreisbahn begonnen werden. Programmieren Sie diese zuvor in einem Geraden-Satz.

Vorpositionieren

Positionieren Sie das Werkzeug zu Beginn eines Bearbeitungs-Programms so vor, daß eine Beschädigung von Werkzeug und Werkstück ausgeschlossen ist.



Erstellen der Programm-Sätze mit den Bahnfunktions-Softkeys

Mit den Bahnfunktions-Softkeys eröffnen Sie den Klartext-Dialog. Die TNC erfragt nacheinander alle Informationen und fügt den Programm-Satz ins Bearbeitungs-Programm ein.



Nicht gesteuerte Achsen dürfen Sie nicht zusammen mit gesteuerten Achsen in einem Satz programmieren.

```

Programm-Einspeichern/Editieren
Zusatz-Funktion M?
0 BEGIN PGM 145 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z »
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 »
3 L X+10 Y+5 R0 F100 M3
4 END PGM 145 MM

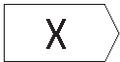
IST X +150,000 | T 0
    Y -25,000  | S
    Z +12,500
                                M5/9
    
```

Beispiel – Programmieren einer Geraden:



Programmier-Dialog eröffnen: z.B. Gerade

Koordinaten ?



10 Koordinaten des Geraden-Endpunkts eingeben



5



Koordinaten der angewählten Achse übernehmen: Softkey AKTUELLE POSITION drücken (zweite Softkey-Leiste)

Radiuskorr.: RL/RR/Keine Korr. ?



Radiuskorrektur wählen: z.B. Softkey RL drücken, das Werkzeug fährt links von der Kontur

Vorschub F=

F=

100

Vorschub eingeben und mit Taste ENT bestätigen: z.B. 100 mm/min

Zusatz-Funktion M ?

3

Zusatzfunktion z.B. M3 eingeben und den Dialog mit der Taste ENT abschließen

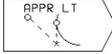
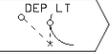
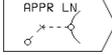
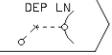
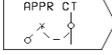
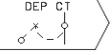
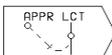
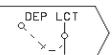
Das Bearbeitungs-Programm zeigt die Zeile:

L X+10 Y+5 RL F100 M3

6.3 Kontur anfahren und verlassen

Übersicht: Bahnformen zum Anfahren und Verlassen der Kontur

Die Funktionen APPR (engl. approach = Anfahrt) und DEP (engl. departure = Verlassen) aktivieren Sie mit dem Softkey APPR/DEP. Danach können Sie folgende Bahnformen über Softkeys wählen:

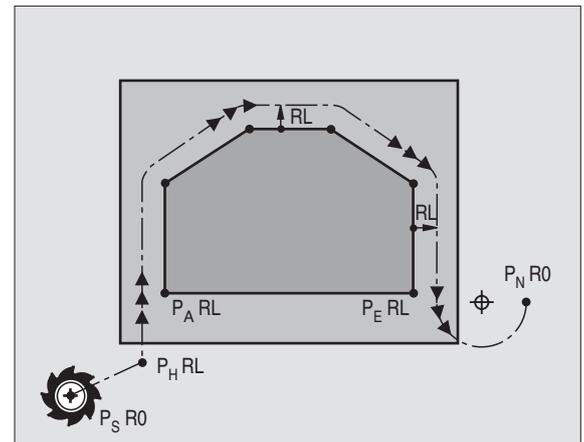
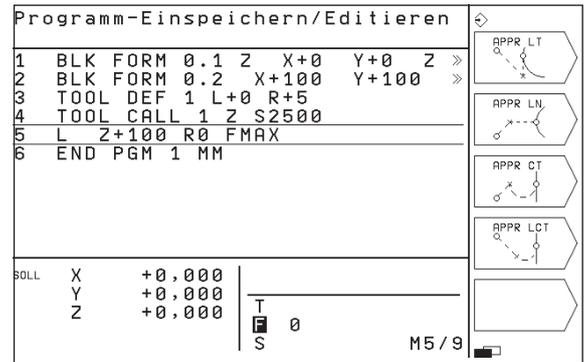
Funktion	Softkeys	Anfahren	Verlassen
Gerade mit tangentialem Anschluß			
Gerade senkrecht zum Konturpunkt			
Kreisbahn mit tangentialem Anschluß			
Kreisbahn mit tangentialem Anschluß an die Kontur, An- und Wegfahren zu einem Hilfspunkt außerhalb der Kontur auf tangential anschließendem Geradenstück			

Schraubenlinie anfahren und verlassen

Beim Anfahren und Verlassen einer Schraubenlinie (Helix) fährt das Werkzeug in der Verlängerung der Schraubenlinie und schließt so auf einer tangentialen Kreisbahn an die Kontur an. Verwenden Sie dazu die Funktion APPR CT bzw. DEP CT.

Wichtige Positionen beim An- und Wegfahren

- Startpunkt P_S
Diese Position programmieren Sie unmittelbar vor dem APPR-Satz. P_S liegt außerhalb der Kontur und wird ohne Radiuskorrektur (RO) angefahren.
- Hilfspunkt P_H
Das An- und Wegfahren führt bei einigen Bahnformen über einen Hilfspunkt P_H , den die TNC aus Angaben im APPR- und DEP-Satz errechnet.
- Erster Konturpunkt P_A und letzter Konturpunkt P_E
Den ersten Konturpunkt P_A programmieren Sie im APPR-Satz, den letzten Konturpunkt P_E mit einer beliebigen Bahnfunktion.
- Enthält der APPR-Satz auch die Z-Koordinate, fährt die TNC das Werkzeug erst in der Bearbeitungsebene auf P_H und dort in der Werkzeug-Achse auf die eingegebene Tiefe.
- Endpunkt P_N
Die Position P_N liegt außerhalb der Kontur und ergibt sich aus Ihren Angaben im DEP-Satz. Enthält der DEP-Satz auch die Z-Koordinate, fährt die TNC das Werkzeug erst in der Bearbeitungsebene auf P_H und dort in der Werkzeug-Achse auf die eingegebene Höhe.



Die Koordinaten lassen sich absolut oder inkremental in rechtwinkligen Koordinaten eingeben.

Beim Positionieren von der Ist-Position zum Hilfspunkt P_H überprüft die TNC nicht, ob die programmierte Kontur beschädigt wird. Überprüfen Sie das mit der Test-Grafik!

Beim Anfahren muß der Raum zwischen Startpunkt P_S und erstem Konturpunkt P_A groß genug sein, daß der programmierte Bearbeitungs-Vorschub erreicht wird.

Von der Ist-Position zum Hilfspunkt P_H fährt die TNC mit dem zuletzt programmierten Vorschub.

Radiuskorrektur

Damit die TNC einen APPR-Satz als Anfahr Satz interpretieren kann, müssen Sie einen Korrekturwechsel von R0 auf RL/RR programmieren. In einem DEP-Satz hebt die TNC die Radiuskorrektur automatisch auf. Wenn Sie mit dem DEP-Satz ein Konturelement programmieren wollen (kein Korrekturwechsel), dann müssen Sie die aktive Radiuskorrektur erneut programmieren (2. Softkeyleiste, wenn das F-Element hell hinterlegt ist).

Ist in einem APPR- bzw. DEP-Satz kein Korrekturwechsel programmiert, dann führt die TNC den Konturanschluß wie folgt aus:

Funktion	Konturanschluß
APPR LT	Tangentialer Anschluß an das folgende Konturelement
APPR LN	Senkrechter Anschluß auf das folgende Konturelement
APPR CT	<p>ohneVerfahrwinkel/ohne Radius: Tangentialer Anschlußkreis zwischen dem letzten und dem folgenden Konturelement</p> <p>ohneVerfahrwinkel/mit Radius: Tangentialer Anschlußkreis mit eingegebenem Radius an das folgende Konturelement</p> <p>mitVerfahrwinkel/ohne Radius: Tangentialer Anschlußkreis mit Verfahrwinkel an das folgende Konturelement</p> <p>mitVerfahrwinkel/mit Radius: Tangentialer Anschlußkreis mit Verbindungsgerade und Verfahrwinkel an das folgende Konturelement</p>
APPR LCT	Tangente mit anschließendem tangentialen Anschlußkreis an das folgende Konturelement

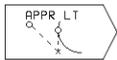
Kurzbezeichnung	Bedeutung
APPR	engl. APPRoach = Anfahrt
DEP	engl. DEParture = Abfahrt
L	engl. Line = Gerade
C	engl. Circle = Kreis
T	Tangential (stetiger, glatter Übergang)
N	Normale (senkrecht)

Funktion	Konturanschluß
DEP LT	Tangentialer Anschluß an das letzte Konturelement
DEP LN	Senkrechter Anschluß auf das letzte Konturelement
DEP CT	<p>ohneVerfahrwinkel/ohne Radius: Tangentialer Anschlußkreis zwischen dem letzten und dem folgenden Konturelement</p> <p>ohneVerfahrwinkel/mit Radius: Tangentialer Anschlußkreis mit eingegebenem Radius an das letzte Konturelement</p> <p>mitVerfahrwinkel/ohne Radius: Tangentialer Anschlußkreis mit Verfahrwinkel an das letzte Konturelement</p> <p>mitVerfahrwinkel/mit Radius: Tangentialer Anschlußkreis mit Verbindungsgerade und Verfahrwinkel an das letzte Konturelement</p>
DEP LCT	Tangente mit anschließendem tangentialen Anschlußkreis an das letzte Konturelement

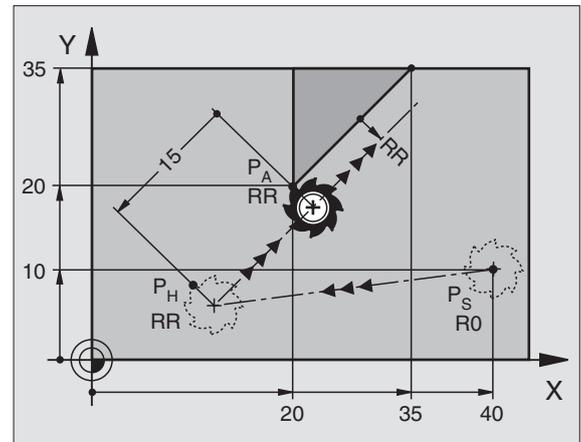
Anfahren auf einer Geraden mit tangenalem Anschluß: APPR LT

Die TNC fährt das Werkzeug auf einer Geraden vom Startpunkt P_S auf einen Hilfspunkt P_H . Von dort aus fährt es den ersten Konturpunkt P_A auf einer Geraden tangential an. Der Hilfspunkt P_H hat den Abstand LEN zum ersten Konturpunkt P_A .

- ▶ Beliebige Bahnfunktion: Startpunkt P_S anfahren



- ▶ Dialog mit Taste APPR/DEP und Softkey APPR LT eröffnen:
- ▶ Koordinaten des ersten Konturpunkts P_A
- ▶ LEN : Abstand des Hilfspunkts P_H zum ersten Konturpunkt P_A
- ▶ Radiuskorrektur für die Bearbeitung



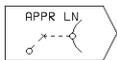
NC-Beispielsätze

7 L X+40 Y+10 R0 FMAX M3	P_S ohne Radiuskorrektur anfahren
8 APPR LT X+20 Y+20 Z-10 LEN15 RR F100	P_A mit Radiuskorr. RR
9 L X+35 Y+35	Endpunkt erstes Konturelement
10 L ...	Nächstes Konturelement

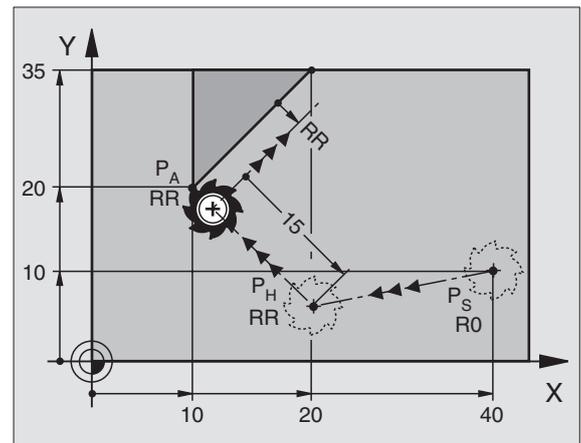
Anfahren auf einer Geraden senkrecht zum ersten Konturpunkt: APPR LN

Die TNC fährt das Werkzeug auf einer Geraden vom Startpunkt P_S auf einen Hilfspunkt P_H . Von dort aus fährt es den ersten Konturpunkt P_A auf einer Geraden senkrecht an. Der Hilfspunkt P_H hat den Abstand $LEN + \text{Werkzeug-Radius}$ zum ersten Konturpunkt P_A .

- ▶ Beliebige Bahnfunktion: Startpunkt P_S anfahren
- ▶ Dialog mit Taste APPR/DEP und Softkey APPR LN eröffnen:



- ▶ Koordinaten des ersten Konturpunkts P_A
- ▶ Länge: Abstand des Hilfspunkts P_H zum ersten Konturpunkt P_A
 LEN immer positiv eingeben!
- ▶ Radiuskorrektur RR/RL für die Bearbeitung



NC-Beispielsätze

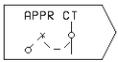
7 L X+40 Y+10 R0 FMAX M3	P_S ohne Radiuskorrektur anfahren
8 APPR LN X+10 Y+20 Z-10 LEN+15 RR F100	P_A mit Radiuskorr. RR, Abstand P_H zu P_A : $LEN=15$
9 L X+20 Y+35	Endpunkt erstes Konturelement
10 L ...	Nächstes Konturelement

Anfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialen Anschluß: APPR CT

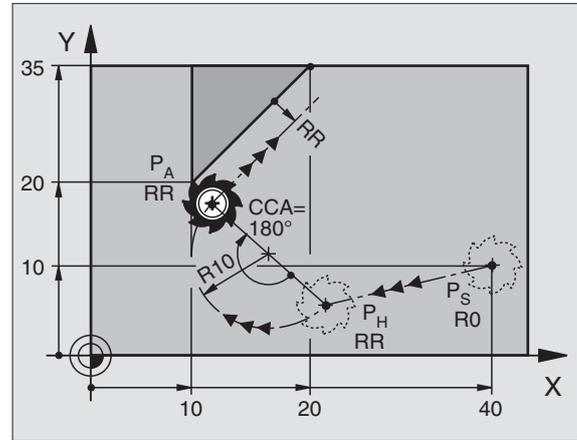
Die TNC fährt das Werkzeug auf einer Geraden vom Startpunkt P_S auf einen Hilfspunkt P_H . Von dort fährt es auf einer Kreisbahn, die tangential in das erste Konturelement übergeht, den ersten Konturpunkt P_A an.

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.

- ▶ Beliebige Bahnfunktion: Startpunkt P_S anfahren
- ▶ Dialog mit Taste APPR/DEP und Softkey APPR CT eröffnen:



- ▶ Koordinaten des ersten Konturpunkts P_A
- ▶ Mittelpunktswinkel CCA der Kreisbahn
 - CCA nur positiv eingeben
 - Maximaler Eingabewert 360°
- ▶ Radius R der Kreisbahn
- Anfahren auf der Seite des Werkstücks, die durch die Radiuskorrektur definiert ist:
 - Von der Werkstück-Seite aus anfahren: R positiv eingeben
 - Von der Werkstück-Seite aus anfahren: R negativ eingeben
- ▶ Radiuskorrektur RR/RL für die Bearbeitung



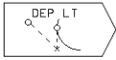
NC-Beispielsätze

7 L X+40 Y+10 R0 FMAX M3	P_S ohne Radiuskorrektur anfahren
8 APPR CT X+10 Y+20 Z-10 CCA180 R+10 RR F100	P_A mit Radiuskorr. RR , Radius $R=10$
9 L X+20 Y+35	Endpunkt erstes Konturelement
10 L ...	Nächstes Konturelement

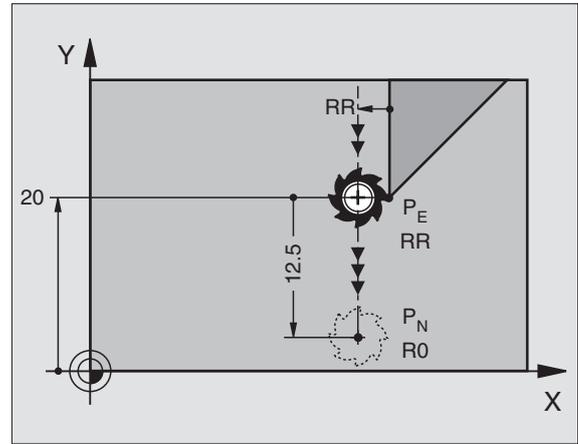
Wegfahren auf einer Geraden mit tangentialem Anschluß: DEP LT

Die TNC fährt das Werkzeug 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 .

- ▶ Letztes Konturelement mit Endpunkt P_E und Radiuskorrektur programmieren
- ▶ Dialog mit Taste APPR/DEP und Softkey DEP LT eröffnen:



- ▶ LEN: Abstand des Endpunkts P_N vom letzten Konturelement P_E eingeben



NC-Beispielsätze

23 L Y+20 RR F100

Letztes Konturelement: P_E mit Radiuskorrektur

24 DEP LT LEN12,5 R0 F100

Um LEN = 12,5 mm wegfahren

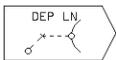
25 L Z+100 FMAX M2

Z freifahren, Rücksprung, Programm-Ende

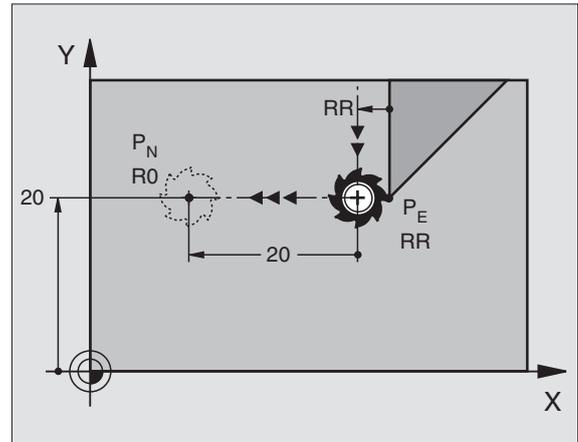
Wegfahren auf einer Geraden senkrecht zum letzten Konturpunkt: DEP LN

Die TNC fährt das Werkzeug 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 von P_E im Abstand LEN + Werkzeug-Radius.

- ▶ Letztes Konturelement mit Endpunkt P_E und Radiuskorrektur programmieren
- ▶ Dialog mit Taste APPR/DEP und Softkey DEP LN eröffnen:



- ▶ LEN: Abstand des Endpunkts P_N eingeben
Wichtig: LEN positiv eingeben!



NC-Beispielsätze

23 L Y+20 RR F100

Letztes Konturelement: P_E mit Radiuskorrektur

24 DEP LN LEN+20 F100

Um LEN = 20 mm senkrecht von Kontur wegfahren

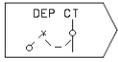
25 L Z+100 FMAX M2

Z freifahren, Rücksprung, Programm-Ende

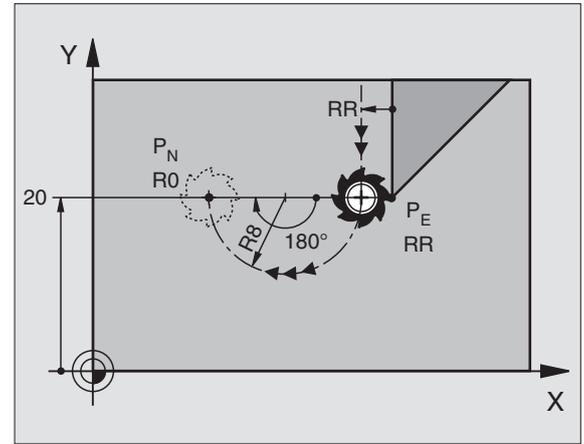
Wegfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialen Anschluß: DEP CT

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

- ▶ Letztes Konturelement mit Endpunkt P_E und Radiuskorrektur programmieren
- ▶ Dialog mit Taste APPR/DEP und Softkey DEP CT eröffnen:



- ▶ Mittelpunktswinkel CCA der Kreisbahn
- ▶ Radius R der Kreisbahn
 - Das Werkzeug soll zu der Seite das Werkstück verlassen, die durch die Radiuskorrektur festgelegt ist: R positiv eingeben
 - Das Werkzeug soll zu der **entgegengesetzten** Seite das Werkstück verlassen, die durch die Radiuskorrektur festgelegt ist: R negativ eingeben



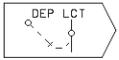
NC-Beispielsätze

23 L Y+20 RR F100	Letztes Konturelement: P_E mit Radiuskorrektur
24 DEP CT CCA 180 R+8 F100	Mittelpunktswinkel =180°, Kreisbahn-Radius=10 mm
25 L Z+100 FMAX M2	Z freifahren, Rücksprung, Programm-Ende

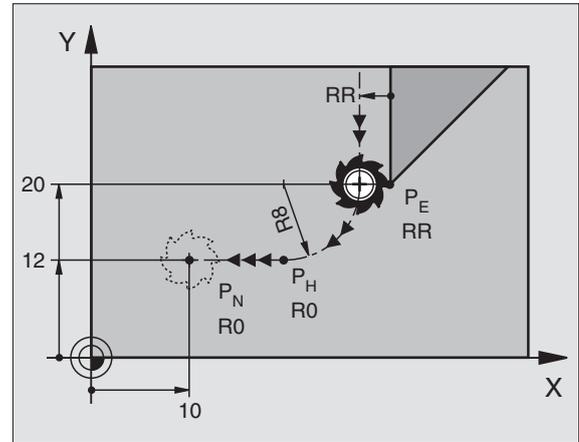
Wegfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluß an Kontur und Geradenstück: DEP LCT

Die TNC fährt das Werkzeug auf einer Kreisbahn vom letzten Konturpunkt P_E auf einen Hilfspunkt P_H . Von dort fährt es auf einer Geraden zum Endpunkt P_N . Das letzte Konturelement und die Gerade von $P_H - P_N$ haben mit der Kreisbahn tangentialen Übergänge. Damit ist die Kreisbahn durch den Radius R eindeutig festgelegt.

- ▶ Letztes Konturelement mit Endpunkt P_E und Radiuskorrektur programmieren
- ▶ Dialog mit Taste APPR/DEP und Softkey DEP LCT eröffnen:



- ▶ Koordinaten des Endpunkts P_N eingeben
- ▶ Radius R der Kreisbahn.
R positiv eingeben



NC-Beispielsätze

23 L Y+20 RR F100

Letztes Konturelement: P_E mit Radiuskorrektur

24 DEP LCT X+10 Y+12 R8 F100

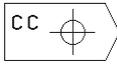
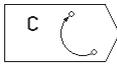
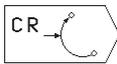
Koordinaten P_N , Kreisbahn-Radius = 10 mm

25 L Z+100 FMAX M2

Z freifahren, Rücksprung, Programm-Ende

6.4 Bahnbewegungen – rechtwinklige Koordinaten

Übersicht der Bahnfunktionen

Funktion	Bahnfunktions-Softkey	Werkzeug-Bewegung	Erforderliche Eingaben
Gerade L engl.: Line		Gerade	Koordinaten des Geraden-Endpunkts
Fase CHF engl.: CHamFer		Fase zwischen zwei Geraden	Fasenlänge
Kreismittelpunkt CC ; engl.: Circle Center		Keine	Koordinaten des Kreismittelpunkts bzw. Pols
Kreisbogen C engl.: Circle		Kreisbahn um Kreismittelpunkt CC zum Kreisbogen-Endpunkt	Koordinaten des Kreis-Endpunkts, Drehrichtung
Kreisbogen CR engl.: Circle by Radius		Kreisbahn mit bestimmtem Radius	Koordinaten des Kreis-Endpunkts, Kreisradius, Drehrichtung
Kreisbogen CT engl.: Circle Tangential		Kreisbahn mit tangentialem Anschluß an vorheriges Konturelement	Koordinaten des Kreis-Endpunkts
Ecken-Runden RND engl.: RouNDing of Corner		Kreisbahn mit tangentialem Anschluß an vorheriges und nachfolgendes Konturelement	Eckenradius R

Gerade L

Die TNC fährt das Werkzeug auf einer Geraden von seiner aktuellen Position zum Endpunkt der Gerade. Der Startpunkt ist der Endpunkt des vorangegangenen Satzes.



► Koordinaten des Endpunkts der Gerade eingeben

Falls nötig:

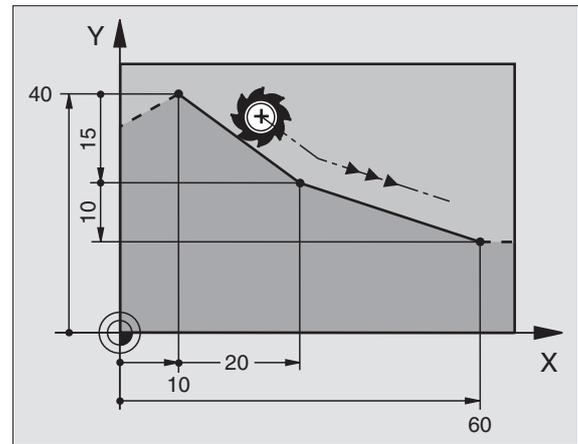
- Radiuskorrektur RL/RR/R0
- Vorschub F
- Zustaz-Funktion M

NC-Beispielsätze

7 L X+10 Y+40 RL F200 M3

8 L IX+20 IY-15

9 L X+60 IY-10



Fase CHF zwischen zwei Geraden einfügen

Konturrecken, die durch den Schnitt zweier Geraden entstehen, können Sie mit einer Fase versehen.

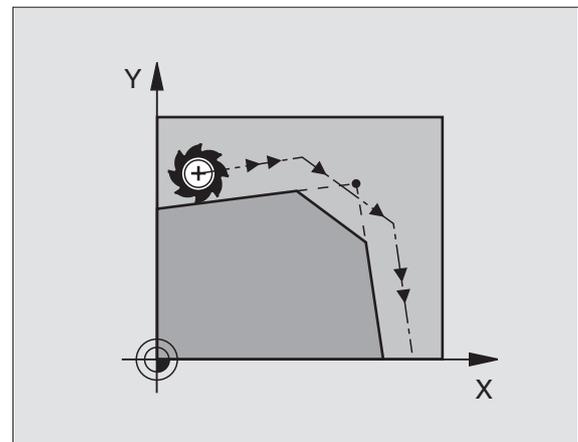
- In den Geradensätzen vor und nach dem CHF-Satz programmieren Sie jeweils beide Koordinaten der Ebene, in der die Fase ausgeführt wird
- Die Radiuskorrektur vor und nach CHF-Satz muß gleich sein
- Die Fase muß mit dem aktuellen Werkzeug ausführbar sein



► Fasen-Abschnitt: Länge der Fase eingeben

Falls nötig:

- Vorschub F (wirkt nur im CHF-Satz)



NC-Beispielsätze

7 L X+0 Y+30 RL F300 M3

8 L X+40 IY+5

9 CHF 12

10 L IX+5 Y+0



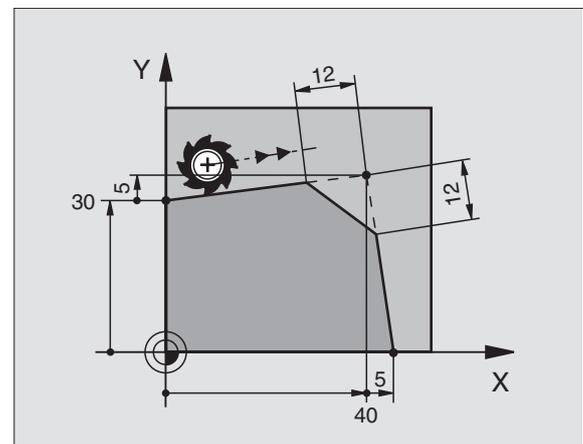
Eine Kontur nicht mit einem CHF-Satz beginnen!

Eine Fase wird nur in der Bearbeitungsebene ausgeführt.

Wenn Sie im Fasensatz keinen Vorschub programmiert haben, verfährt die TNC mit dem zuletzt programmierten Vorschub.

Ein im CHF-Satz programmierter Vorschub wirkt nur in diesem CHF-Satz. Danach ist wieder der vor dem CHF-Satz programmierte Vorschub gültig.

Der von der Fase abgeschnittene Eckpunkt wird nicht angefahren.



Kreismittelpunkt CC

Den Kreismittelpunkt legen Sie für Kreisbahnen fest, die Sie mit dem C-Softkey (Kreisbahn C) programmieren. Dazu

- geben Sie die rechtwinkligen Koordinaten des Kreismittelpunkts ein oder
- übernehmen die zuletzt programmierte Position oder
- übernehmen die Koordinaten mit den Softkeys „AKT. POS.“



▶ Kreisfunktionen wählen: Softkey „KREISE“ drücken (2. Softkey-Leiste)



▶ Koordinaten CC: Koordinaten für den Kreismittelpunkt eingeben oder

Um die zuletzt programmierte Position zu übernehmen: Keine Koordinaten eingeben

NC-Beispielsätze

5 CC X+25 Y+25

oder

10 L X+25 Y+25

11 CC

Die Programmzeilen 10 und 11 beziehen sich nicht auf das Bild.

Gültigkeit

Der Kreismittelpunkt bleibt solange festgelegt, bis Sie einen neuen Kreismittelpunkt programmieren.

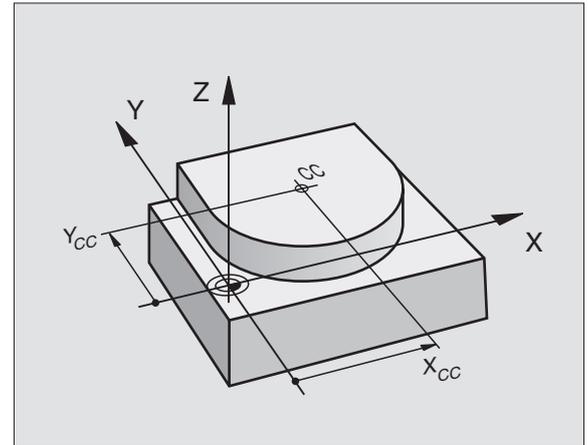
Kreismittelpunkt CC inkremental eingeben

Eine inkremental eingegebene Koordinate für den Kreismittelpunkt bezieht sich immer auf die zuletzt programmierte Werkzeug-Position.



Mit CC kennzeichnen Sie eine Position als Kreismittelpunkt: Das Werkzeug fährt nicht auf diese Position.

Der Kreismittelpunkt ist gleichzeitig Pol für Polarkoordinaten.



Kreisbahn C um Kreismittelpunkt CC

Legen Sie den Kreismittelpunkt CC fest, bevor Sie die Kreisbahn C programmieren. Die zuletzt programmierte Werkzeug-Position vor dem C-Satz ist der Startpunkt der Kreisbahn.

- ▶ Werkzeug auf den Startpunkt der Kreisbahn fahren

- KREISE** ▶ Kreisfunktionen wählen: Softkey „KREISE“ drücken (2. Softkey-Leiste)
- CC** ▶ Koordinaten des Kreismittelpunkts eingeben
- C** ▶ Koordinaten des Kreisbogen-Endpunkts
- ▶ Drehsinn DR
- Falls nötig:
 - ▶ Vorschub F
 - ▶ Zusatz-Funktion M

NC-Beispielsätze

5 CC X+25 Y+25

6 L X+45 Y+25 RR F200 M3

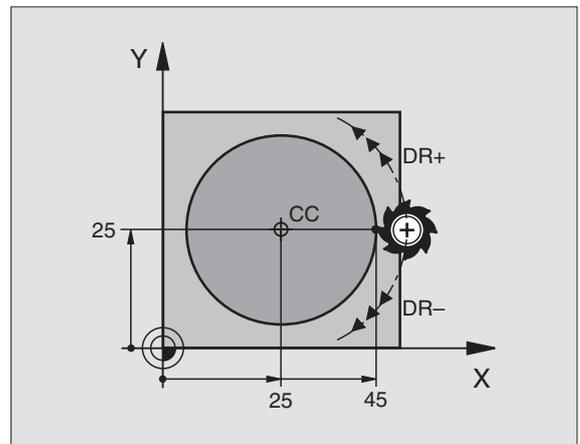
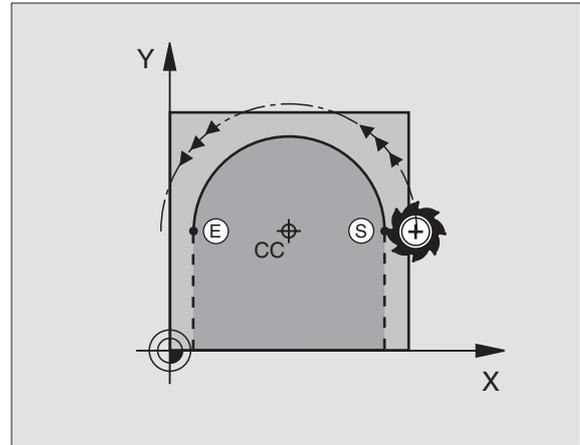
7 C X+45 Y+25 DR+

Vollkreis

Programmieren Sie für den Endpunkt die gleichen Koordinaten wie für den Startpunkt.

- ▶ Start- und Endpunkt der Kreisbewegung müssen auf der Kreisbahn liegen.

Eingabe-Toleranz: bis 0,016 mm.



Kreisbahn CR mit festgelegtem Radius

Das Werkzeug fährt auf einer Kreisbahn mit dem Radius R.

- KREISE** ▶ Kreisfunktionen wählen: Softkey „KREISE“ drücken (2. Softkey-Leiste)
- CR** ▶ Koordinaten des Kreisbogen-Endpunkts eingeben
- ▶ Radius R
- ▶ Achtung: Das Vorzeichen legt die Größe des Kreisbogens fest!
- ▶ Drehsinn DR
- ▶ Achtung: Das Vorzeichen legt konkave oder konvexe Wölbung fest!

Falls nötig:

- ▶ Vorschub F
- ▶ Zusatz-Funktion M

Vollkreis

Für einen Vollkreis programmieren Sie zwei CR-Sätze hintereinander:

Der Endpunkt des ersten Halbkreises ist Startpunkt des zweiten. Endpunkt des zweiten Halbkreises ist Startpunkt des ersten. Siehe Bild rechts oben.

Zentriwinkel CCA und Kreisbogen-Radius R

Startpunkt und Endpunkt auf der Kontur lassen sich durch vier verschiedene Kreisbögen mit gleichem Radius miteinander verbinden:

Kleinerer Kreisbogen: $CCA < 180^\circ$
 Radius hat positives Vorzeichen $R > 0$

Größerer Kreisbogen: $CCA > 180^\circ$
 Radius hat negatives Vorzeichen $R < 0$

Über den Drehsinn legen Sie fest, ob der Kreisbogen außen (konvex) oder nach innen (konkav) gewölbt ist:

Konvex: Drehsinn DR- (mit Radiuskorrektur RL)

Konkav: Drehsinn DR+ (mit Radiuskorrektur RL)

NC-Beispielsätze

Siehe Bilder rechts Mitte und unten.

10 L X+40 Y+40 RL F200 M3

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

oder

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

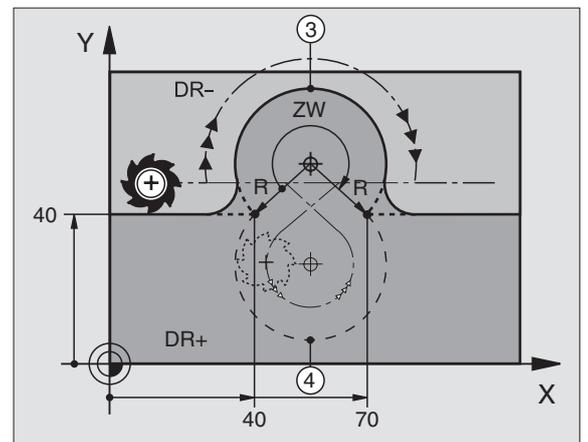
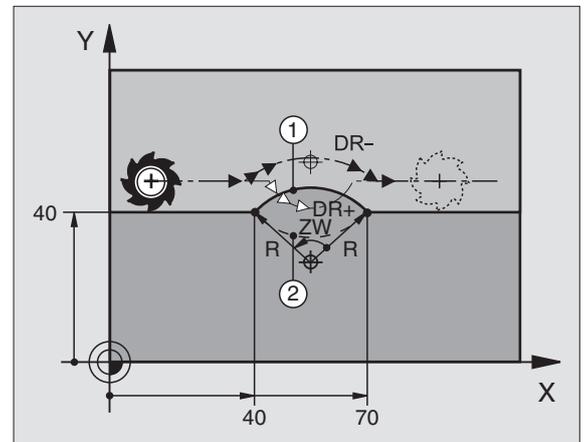
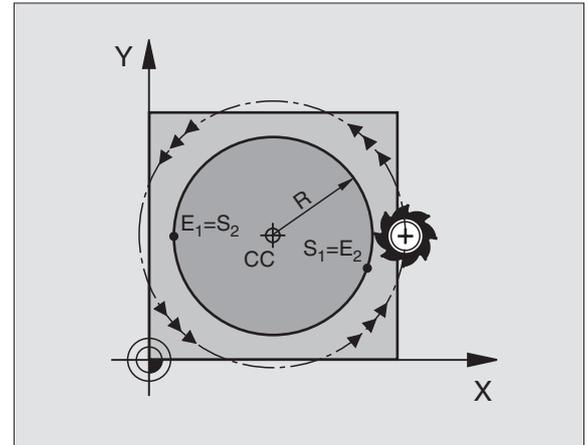
oder

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

oder

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

Beachten Sie die Hinweise auf der nächsten Seite!





Der Abstand von Start- und Endpunkt des Kreisdurchmessers darf nicht größer als der Kreisdurchmesser sein.

Der maximale Radius beträgt 30 m.

Kreisbahn CT mit tangentialem Anschluß

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

Ein Übergang ist „tangential“, wenn am Schnittpunkt der Konturelemente kein Knick- oder Eckpunkt entsteht, die Konturelemente also stetig ineinander übergehen.

Das Konturelement, an das der Kreisbogen tangential anschließt, programmieren Sie direkt vor dem CT-Satz. Dazu sind mindestens zwei Positionier-Sätze erforderlich

KREISE

► Kreisfunktionen wählen: Softkey „KREISE“ drücken (2. Softkey-Leiste)

CT

► Koordinaten des Kreisbogen-Endpunkts eingeben

Falls nötig:

► Vorschub F

► Zusatz-Funktion M

NC-Beispielsätze

7 L X+0 Y+25 RL F300 M3

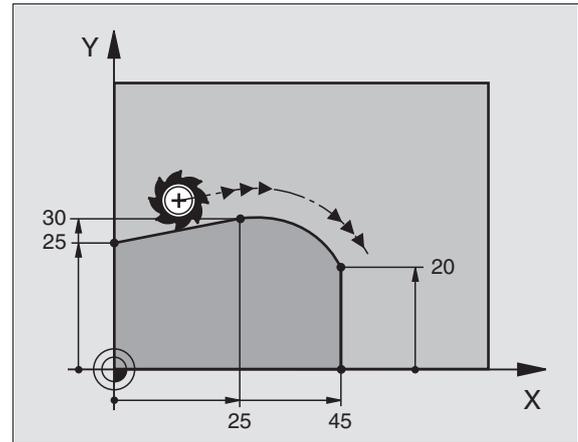
8 L X+25 Y+30

9 CT X+45 Y+20

10 L Y+0



Der CT-Satz und das zuvor programmierte Konturelement sollten beide Koordinaten der Ebene enthalten, in der der Kreisbogen ausgeführt wird!



Ecken-Runden RND

Die Funktion RND rundet Kontur-Ecken ab.

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

Der Rundungskreis muß mit dem aufgerufenen Werkzeug ausführbar sein.



▶ Rundungs-Radius: Radius des Kreisbogens eingeben

▶ Vorschub für das Ecken-Runden

NC-Beispielsätze

5 L X+10 Y+40 RL F300 M3

6 L X+40 Y+25

7 RND R5 F100

8 L X+10 Y+5

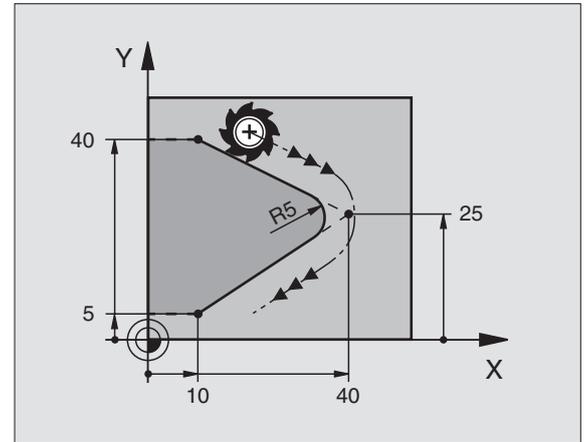


Das vorhergehende und nachfolgende Konturelement sollte beide Koordinaten der Ebene enthalten, in der das Ecken-Runden ausgeführt wird.

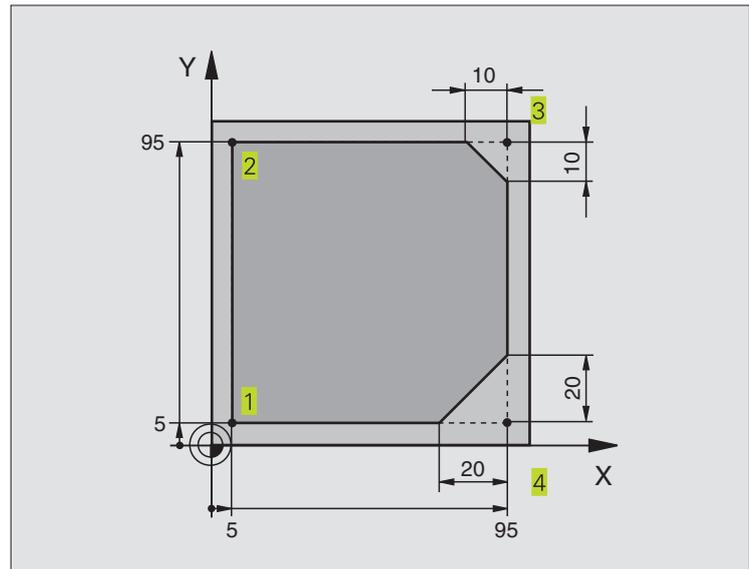
Der Eckpunkt wird nicht angefahren.

Ein im RND-Satz programmierter Vorschub wirkt nur in diesem RND-Satz. Danach ist wieder der vor dem RND-Satz programmierte Vorschub gültig.

Ein RND-Satz läßt sich auch zum weichen Anfahren an die Kontur nutzen, falls die APPR-Funktionen nicht eingesetzt werden sollen.

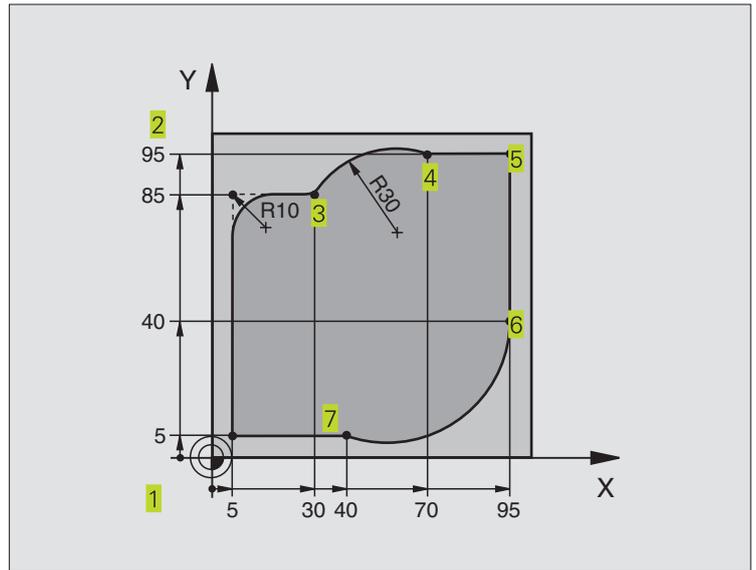


Beispiel: Geradenbewegung und Fasen kartesisch



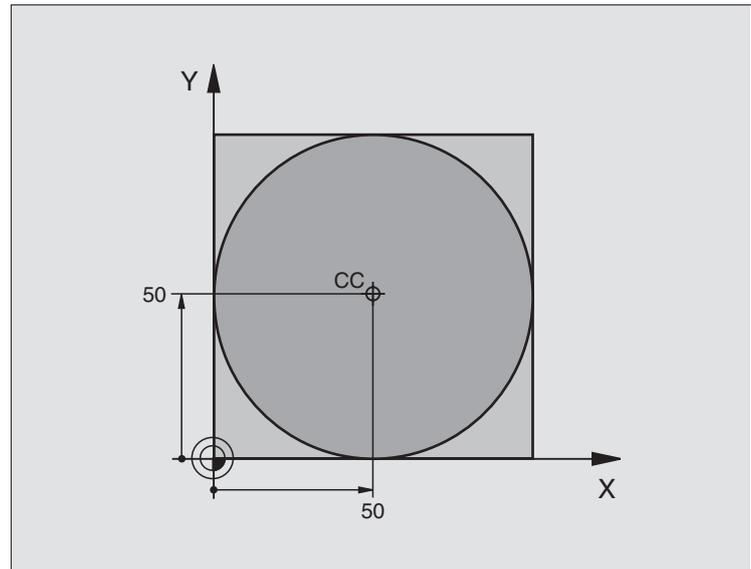
0	BEGIN PGM 10 MM	
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition für grafische Simulation der Bearbeitung
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3	T00L DEF 1 L+0 R+10	Werkzeug-Definition im Programm
4	T00L CALL 1 Z S4000	Werkzeug-Aufruf mit Spindelachse und Spindeldrehzahl
5	L Z+250 R0 F MAX	Werkzeug freifahren in der Spindelachse mit Eilgang FMAX
6	L X-20 Y-10 R0 F MAX	Werkzeug vorpositionieren
7	L Z-5 R0 F1000 M3	Auf Bearbeitungstiefe fahren mit Vorschub $F = 1000$ mm/min
8	L X+5 Y+5 RL F300	Kontur an Punkt 1 anfahren
9	RND R2	Weiches anfahren auf Kreis mit $R=2$ mm
10	L Y+95	Punkt 2 anfahren
11	L X+95	Punkt 3: erste Gerade für Ecke 3
12	CHF 10	Fase mit Länge 10 mm programmieren
13	L Y+5	Punkt 4: zweite Gerade für Ecke 3, erste Gerade für Ecke 4
14	CHF 20	Fase mit Länge 20 mm programmieren
15	L X+5	Letzten Konturpunkt 1 anfahren, zweite Gerade für Ecke 4
16	RND R2	Weiches wegfahren auf Kreis mit $R=2$ mm
17	L X-20 R0 F1000	Werkzeug freifahren in der Bearbeitungsebene
18	L Z+250 R0 F MAX M2	Werkzeug freifahren in der Spindelachse, Programm-Ende
19	END PGM 10 MM	

Beispiel: Kreisbewegungen kartesisch



0	BEGIN PGM 20 MM	
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition für grafische Simulation der Bearbeitung
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3	TOOL DEF 1 L+0 R+10	Werkzeug-Definition im Programm
4	TOOL CALL 1 Z S4000	Werkzeug-Aufruf mit Spindelachse und Spindeldrehzahl
5	L Z+250 R0 F MAX	Werkzeug freifahren in der Spindelachse mit Eilgang FMAX
6	L X-20 Y-20 R0 F MAX	Werkzeug vorpositionieren
7	L Z-5 R0 F1000 M3	Auf Bearbeitungstiefe fahren mit Vorschub F = 1000 mm/min
8	L X+5 Y+5 RL F300	Kontur an Punkt 1 anfahren
9	RND R2	Weiches anfahren auf Kreis mit R=2 mm
10	L Y+85	Punkt 2: erste Gerade für Ecke 2
11	RND R10 F150	Radius mit R = 10 mm einfügen, Vorschub: 150 mm/min
12	L X+30	Punkt 3 anfahren: Startpunkt des Kreises mit CR
13	CR X+70 Y+95 R+30 DR-	Punkt 4 anfahren: Endpunkt des Kreises mit CR, Radius 30 mm
14	L X+95	Punkt 5 anfahren
15	L Y+40	Punkt 6 anfahren
16	CT X+40 Y+5	Punkt 7 anfahren: Endpunkt des Kreises, Kreisbogen mit tangentialem Anschluß an Punkt 6, TNC berechnet den Radius selbst
17	L X+5	Letzten Konturpunkt 1 anfahren
18	RND R2	Weiches wegfahren auf Kreis mit R=2 mm
19	L X-20 Y-20 R0 F1000	Werkzeug freifahren in der Bearbeitungsebene
20	L Z+250 R0 F MAX M2	Werkzeug freifahren in der Spindelachse, Programm-Ende
21	END PGM 20 MM	

Beispiel: Vollkreis kartesisch



0	BEGIN PGM 30 MM	
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 1 L+0 R+12,5	Werkzeug-Definition
4	TOOL CALL 1 Z S3150	Werkzeug-Aufruf
5	CC X+50 Y+50	Kreismittelpunkt definieren
6	L Z+250 R0 F MAX	Werkzeug freifahren
7	L X-40 Y+50 R0 F MAX	Werkzeug vorpositionieren
8	L Z-5 R0 F1000 M3	Auf Bearbeitungstiefe fahren
9	L X+0 Y+50 RL F300	Kreisstartpunkt anfahren
10	RND R2	Weiches anfahren auf Kreis mit R=2 mm
11	C X+0 DR-	Kreisendpunkt (=Kreisstartpunkt) anfahren
12	RND R2	Weiches wegfahren auf Kreis mit R=2 mm
13	L X-40 Y+50 R0 F1000	Werkzeug freifahren in der Bearbeitungsebene
14	L Z+250 R0 F MAX M2	Werkzeug freifahren in der Spindelachse, Programm-Ende
15	END PGM 30 MM	

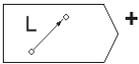
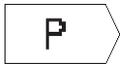
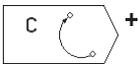
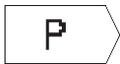
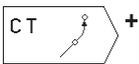
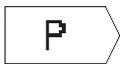
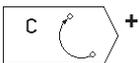
6.5 Bahnbewegungen – Polarkoordinaten

Mit Polarkoordinaten legen Sie eine Position über einen Winkel PA und einen Abstand PR zu einem zuvor definierten Pol CC fest. Siehe „4.1 Grundlagen“

Polarkoordinaten setzen Sie vorteilhaft ein bei:

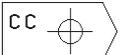
- Positionen auf Kreisbögen
- Werkstück-Zeichnungen mit Winkelangaben, z.B. bei Lochkreisen

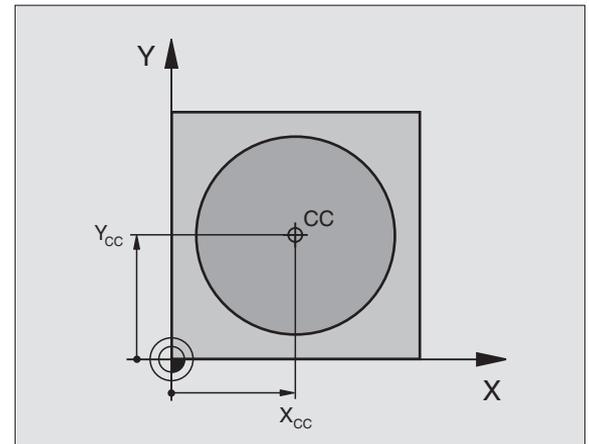
Übersicht der Bahnfunktion mit Polarkoordinaten

Funktion	Bahnfunktions-Softkeys	Werkzeug-Bewegung	Erforderliche Eingaben
Gerade LP	 + 	Gerade	Polarradius, Polarwinkel des Geraden-Endpunkts
Kreisbogen CP	 + 	Kreisbahn um Kreismittelpunkt/Pol CC zum Kreisbogen-Endpunkt	Polarwinkel des Kreisendpunkts, Drehrichtung
Kreisbogen CTP	 + 	Kreisbahn mit tangentialem Anschluß an vorheriges Konturelement	Polarradius, Polarwinkel des Kreisendpunkts
Schraubenlinie (Helix)	 + 	Überlagerung einer Kreisbahn mit einer Geraden	Polarradius, Polarwinkel des Kreisendpunkts, Koordinate des Endpunkts in der Werkzeugachse

Polarkoordinaten-Ursprung: Pol CC

Den Pol CC können Sie an beliebigen Stellen im Bearbeitungs-Programm festlegen, bevor Sie Positionen durch Polarkoordinaten angeben. Gehen Sie beim Festlegen des Pols vor, wie beim Programmieren des Kreismittelpunkts CC.

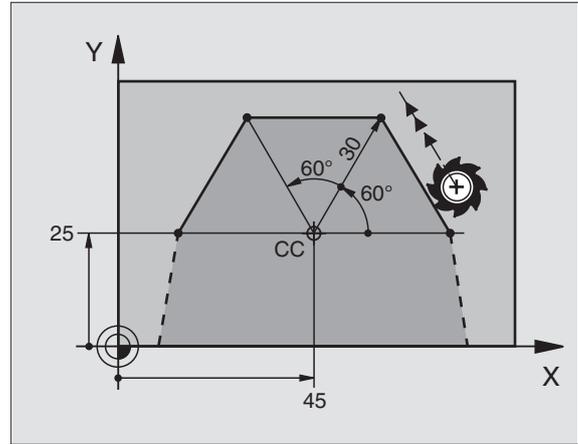
-  ▶ Kreisfunktionen wählen: Softkey „KREISE“ drücken
-  ▶ Koordinaten CC: Rechtwinklige Koordinaten für den Pol eingeben oder
Um die zuletzt programmierte Position zu übernehmen: Keine Koordinaten eingeben



Gerade LP

Das Werkzeug fährt auf einer Geraden von seiner aktuellen Position zum Endpunkt der Geraden. Der Startpunkt ist der Endpunkt des vorangegangenen Satzes.

-  ▶ Geradenfunktion wählen: Softkey L drücken
 -  ▶ Eingabe von Polarkoordinaten wählen: Softkey P drücken (2. Softkey-Leiste)
 - ▶ Polarkoordinaten-Radius PR: Abstand des Geraden-Endpunkts zum Pol CC eingeben
 - ▶ Polarkoordinaten-Winkel PA: Winkelposition des Geraden-Endpunkts zwischen -360° und $+360^\circ$
- Das Vorzeichen von PA ist durch die Winkel-Bezugsachse festgelegt:
 Winkel von der Winkel-Bezugsachse zu PR gegen den Uhrzeigersinn: $PA > 0$
 Winkel von der Winkel-Bezugsachse zu PR im Uhrzeigersinn: $PA < 0$



NC-Beispielsätze

12 CC X+45 Y+25

13 LP PR+30 PA+0 RR F300 M3

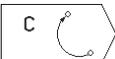
14 LP PA+60

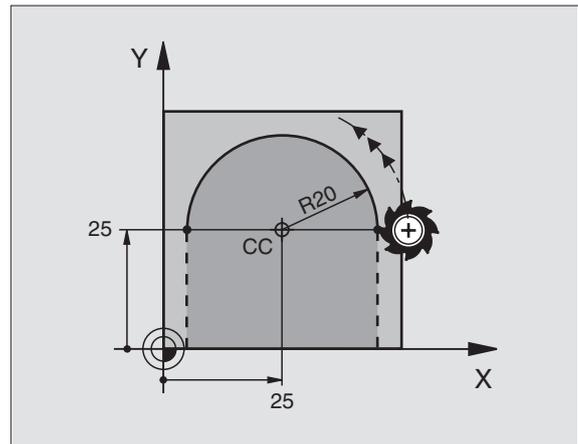
15 LP IPA+60

16 LP PA+180

Kreisbahn CP um Pol CC

Der Polarkoordinaten-Radius PR ist gleichzeitig Radius des Kreisbogens. PR ist durch den Abstand des Startpunkts zum Pol CC festgelegt. Die zuletzt programmierte Werkzeug-Position vor dem CP-Satz ist der Startpunkt der Kreisbahn.

-  ▶ Kreisfunktionen wählen: Softkey „KREISE“ drücken
-  ▶ Kreisbahn C wählen: Softkey C drücken
-  ▶ Eingabe von Polarkoordinaten wählen: Softkey P drücken (2. Softkey-Leiste)
- ▶ Polarkoordinaten-Winkel PA: Winkelposition des Kreisbahn-Endpunkts zwischen -5400° und $+5400^\circ$
- ▶ Drehsinn DR



NC-Beispielsätze

18 CC X+25 Y+25

19 LP PR+20 PA+0 RR F250 M3

20 CP PA+180 DR+



Bei inkrementalen Koordinaten gleiches Vorzeichen für DR und PA eingeben.

Kreisbahn CTP mit tangentialem Anschluß

Das Werkzeug fährt auf einer Kreisbahn, die tangential an ein vorangegangenes Konturelement anschließt.

KREISE

► Kreisfunktionen wählen: Softkey „KREISE“ drücken

CT

► Kreisbahn CT wählen: Softkey CT drücken

P

► Eingabe von Polarkoordinaten wählen: Softkey P drücken (2. Softkey-Leiste)

► Polarkoordinaten-Radius PR: Abstand des Kreisbahn-Endpunkts zum Pol CC

► Polarkoordinaten-Winkel PA: Winkelposition des Kreisbahn-Endpunkts

NC-Beispielsätze

12 CC X+40 Y+35

13 L X+0 Y+35 RL F250 M3

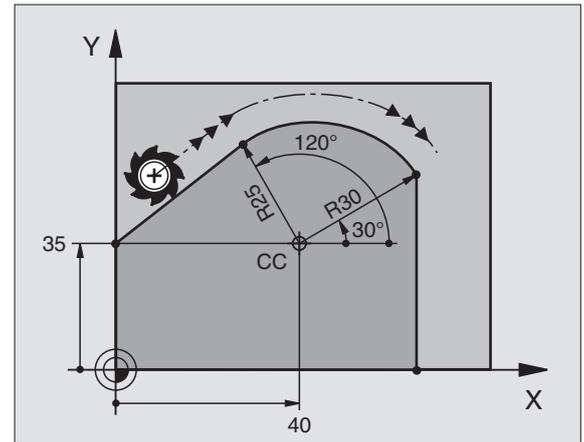
14 LP PR+25 PA+120

15 CTP PR+30 PA+30

16 L Y+0



Der Pol CC ist **nicht** Mittelpunkt des Konturkreises!



Schraubenlinie (Helix)

Eine Schraubenlinie entsteht aus der Überlagerung einer Kreisbewegung und einer Geradenbewegung senkrecht dazu. Die Kreisbahn programmieren Sie in einer Hauptebene.

Die Bahnbewegungen für die Schraubenlinie können Sie nur in Polarkoordinaten programmieren .

Einsatz

- Innen- und Außengewinde mit größeren Durchmessern
- Schmiernuten

Berechnung der Schraubenlinie

Zum Programmieren benötigen Sie die inkrementale Angabe des Gesamtwinkels, den das Werkzeug auf der Schraubenlinie fährt und die Gesamthöhe der Schraubenlinie.

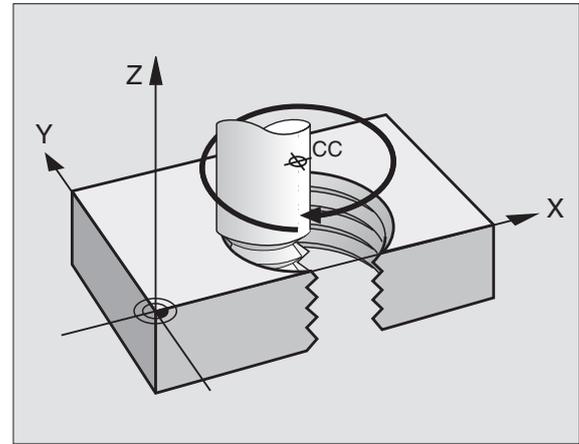
Für die Berechnung in der Fräsrichtung von unten nach oben gilt:

Anzahl Gänge n	Gewindegänge + Gangüberlauf am Gewindeanfang und -ende
Gesamthöhe h	Steigung P x Anzahl der Gänge n
Inkrementaler Gesamtwinkel IPA	Anzahl der Gänge x 360° + Winkel für Gewinde-Anfang + Winkel für Gangüberlauf
Anfangskoordinate Z	Steigung P x (Gewindegänge + Gangüberlauf am Gewinde-Anfang)

Form der Schraubenlinie

Die Tabelle zeigt die Beziehung zwischen Arbeitsrichtung, Drehsinn und Radiuskorrektur für bestimmte Bahnformen.

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



Schraubenlinie programmieren



Geben Sie Drehsinn DR und den inkrementalen Gesamtwinkel IPA mit gleichem Vorzeichen ein, sonst kann das Werkzeug in einer falschen Bahn fahren.

Für den Gesamtwinkel IPA können Sie einen Wert von -5400° bis $+5400^\circ$ eingeben. Wenn das Gewinde mehr als 15 Gänge hat, dann programmieren Sie die Schraubenlinie in einer Programmteil-Wiederholung (Siehe „9.2 Programmteil-Wiederholungen“)

KREISE

► Kreisfunktionen wählen: Softkey „KREISE“ drücken

C

► Kreisbahn C wählen: Softkey C drücken

P

► Eingabe von Polarkoordinaten wählen: Softkey P drücken (2. Softkey-Leiste)

► Polarkoordinaten-Winkel: Gesamtwinkel inkremental eingeben, den das Werkzeug auf der Schraubenlinie fährt. **Nach der Eingabe des Winkels wählen Sie die Werkzeug-Achse über Softkey**

► Koordinate für die Höhe der Schraubenlinie inkremental eingeben

► Drehsinn DR
Schraubenlinie im Uhrzeigersinn: DR-
Schraubenlinie gegen den Uhrzeigersinn: DR+

► Radiuskorrektur RL/RR/RO
Radiuskorrektur nach Tabelle eingeben

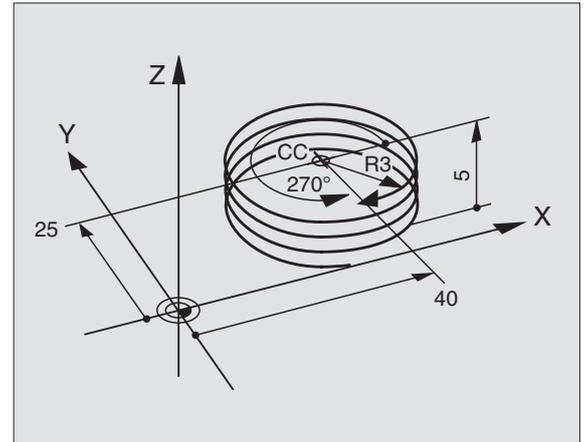
NC-Beispielsätze

12 CC X+40 Y+25

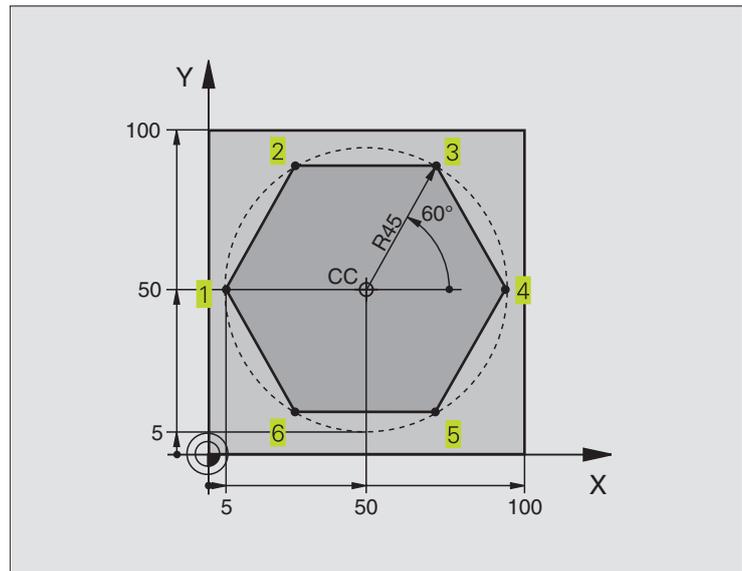
13 Z+0 F100 M3

14 LP PR+3 PA+270 RL F50

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

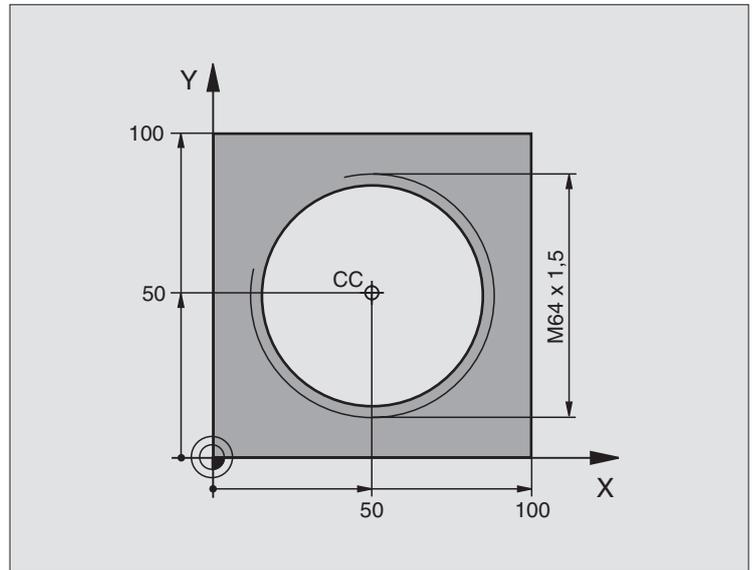


Beispiel: Geradenbewegung polar



0	BEGIN PGM 40 MM	
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	T00L DEF 1 L+0 R+7,5	Werkzeug-Definition
4	T00L CALL 1 Z S4000	Werkzeug-Aufruf
5	CC X+50 Y+50	Bezugspunkt für Polarkoordinaten definieren
6	L Z+250 R0 F MAX	Werkzeug freifahren
7	LP PR+60 PA+180 R0 F MAX	Werkzeug vorpositionieren
8	L Z-5 R0 F1000 M3	Auf Bearbeitungstiefe fahren
9	LP PR+45 PA+180 RL F250	Kontur an Punkt 1 anfahren
10	RND R1	Weiches anfahren auf Kreis mit R=1 mm
11	LP PA+120	Punkt 2 anfahren
12	LP PA+60	Punkt 3 anfahren
13	LP PA+0	Punkt 4 anfahren
14	LP PA-60	Punkt 5 anfahren
15	LP PA-120	Punkt 6 anfahren
16	LP PA+180	Punkt 1 anfahren
17	RND R1	Weiches wegfahren auf Kreis mit R=1 mm
18	LP PR+60 PA+180 R0 F1000	Werkzeug freifahren in der Bearbeitungsebene
19	L Z+250 R0 F MAX M2	Werkzeug freifahren in der Spindelachse, Programm-Ende
20	END PGM 40 MM	

Beispiel: Helix



0	BEGIN PGM 50 MM	
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 1 L+0 R+5	Werkzeug-Definition
4	TOOL CALL 1 Z S1400	Werkzeug-Aufruf
5	L Z+250 R0 F MAX	Werkzeug freifahren
6	L X+50 Y+50 R0 F MAX	Werkzeug vorpositionieren
7	CC	Letzte programmierte Position als Pol übernehmen
8	L Z-12,75 R0 F1000 M3	Auf Bearbeitungstiefe fahren
9	LP PR+32 PA-180 RL F100	Kontur anfahren
10	RND R2	Weiches anfahren auf Kreis mit R=2 mm
11	CP IPA+3240 IZ+13,5 DR+ F200	Helix fahren
12	RND R2	Weiches wegfahren auf Kreis mit R=2 mm
13	L X+50 Y+50 R0 F MAX	Werkzeug freifahren in der Bearbeitungsebene
14	L Z+250 R0 F MAX M2	Werkzeug freifahren in der Spindelachse, Programm-Ende
15	END PGM 50 MM	

Wenn Sie mehr als 16 Gänge fertigen müssen:

...		
8	L Z-12.75 R0 F1000	
9	LP PR+32 PA-180 RL F100	
10	LBL 1	Beginn der Programmteil-Wiederholung
11	CP IPA+360 IZ+1,5 DR+ F200	Steigung direkt als IZ-Wert eingeben
12	CALL LBL 1 REP 24	Anzahl der Wiederholungen (Gänge)



7

**Programmieren:
Zusatz-Funktionen**

7.1 Zusatz-Funktionen M und STOP eingeben

Mit den Zusatz-Funktionen der TNC – auch M-Funktionen genannt – steuern Sie

- den Programmlauf, z.B. eine Unterbrechung des Programmlaufs
- die Maschinenfunktionen, wie das Ein- und Ausschalten der Spindeldrehung und des Kühlmittels
- das Bahnverhalten des Werkzeugs



Der Maschinenhersteller kann Zusatz-Funktionen freigeben, die nicht in diesem Handbuch beschrieben sind. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Eine Zusatz-Funktion M geben Sie am Ende eines Positionier-Satzes ein. Die TNC zeigt dann den Dialog:

Zusatz-Funktion M ?

Im Dialog geben Sie nur die Nummer der Zusatz-Funktion an.

In der Betriebsart MANUELLER BETRIEB geben Sie die Zusatz-Funktionen über den Softkey M ein.

Beachten Sie, daß einige Zusatz-Funktionen zu Beginn eines Positionier-Satzes wirksam werden, andere am Ende.

Die Zusatz-Funktionen wirken ab dem Satz, in dem sie aufgerufen werden. Sofern die Zusatz-Funktion nicht nur satzweise wirksam ist, wird sie in einem nachfolgenden Satz oder am Programm-Ende wieder aufgehoben. Einige Zusatz-Funktionen gelten nur in dem Satz, in dem sie aufgerufen werden.

Zusatz-Funktion im STOP-Satz eingeben

Ein programmierter STOP-Satz unterbricht den Programmlauf bzw. den Programm-Test, z.B. für eine Werkzeug-Überprüfung. In einem STOP-Satz können Sie eine Zusatz-Funktion M programmieren:



- ▶ Programmlauf-Unterbrechung programmieren:
Taste STOP drücken
- ▶ Zusatz-Funktion M eingeben

NC-Beispielsatz

87 STOP M6

7.2 Zusatz-Funktionen für Programm- lauf-Kontrolle, Spindel und Kühlmittel

M	Wirkung	Wirkung am
M00	Programmlauf HALT Spindel HALT Kühlmittel AUS	Satz-Ende
M01	Programmlauf HALT	Satz-Ende
M02	Programmlauf HALT Spindel HALT Kühlmittel aus Rücksprung zu Satz 1 Löschen der Status-Anzeige (abhängig von Maschinenparameter 7300)	Satz-Ende
M03	Spindel EIN im Uhrzeigersinn	Satz-Anfang
M04	Spindel EIN gegen den Uhrzeigersinn	Satz-Anfang
M05	Spindel HALT	Satz-Ende
M06	Werkzeugwechsel Spindel HALT Programmlauf HALT (abhängig von Maschinenparameter 7440)	Satz-Ende
M08	Kühlmittel EIN	Satz-Anfang
M09	Kühlmittel AUS	Satz-Ende
M13	Spindel EIN im Uhrzeigersinn Kühlmittel EIN	Satz-Anfang
M14	Spindel EIN gegen den Uhrzeigersinn Kühlmittel ein	Satz-Anfang
M30	wie M02	Satz-Ende

7.3 Zusatz-Funktionen für Koordinatenangaben

Maschinenbezogene Koordinaten programmieren M91/M92

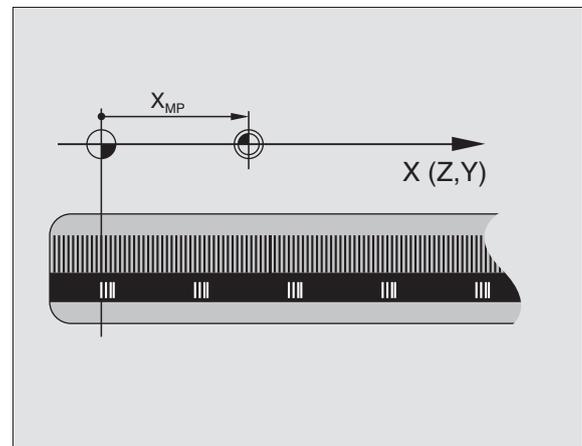
Maßstab-Nullpunkt

Auf dem Maßstab legt eine Referenzmarke die Position des Maßstab-Nullpunkts fest.

Maschinen-Nullpunkt

Den Maschinen-Nullpunkt benötigen Sie, um

- Verfahrbereichs-Begrenzungen (Software-Endschalter) zu setzen
- maschinenfeste Positionen (z.B. Werkzeugwechsel-Position) anzufahren
- einen Werkstück-Bezugspunkt zu setzen



Der Maschinenhersteller gibt für jede Achse den Abstand des Maschinen-Nullpunkts vom Maßstab-Nullpunkt in einen Maschinenparameter ein.

Standardverhalten

Koordinaten bezieht die TNC auf den Werkstück-Nullpunkt (siehe „Bezugspunkt-Setzen“).

Verhalten mit M91 – Maschinen-Nullpunkt

Wenn sich Koordinaten in Positionier-Sätzen auf den Maschinen-Nullpunkt beziehen sollen, dann geben Sie in diesen Sätzen M91 ein.

Die TNC zeigt die Koordinatenwerte bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt an. In der Status-Anzeige schalten Sie die Koordinaten-Anzeige auf REF (siehe „1.4 Status-Anzeigen“).

Verhalten mit M92 – Maschinen-Bezugspunkt



Neben dem Maschinen-Nullpunkt kann der Maschinenhersteller noch eine weitere maschinenfeste Position (Maschinen-Bezugspunkt) festlegen.

Der Maschinenhersteller legt für jede Achse den Abstand des Maschinen-Bezugspunkts vom Maschinen-Nullpunkt fest (siehe Maschinenhandbuch).

Wenn sich die Koordinaten in Positionier-Sätzen auf den Maschinen-Bezugspunkt beziehen sollen, dann geben Sie in diesen Sätzen M92 ein.



Auch mit M91 oder M92 führt die TNC die Radiuskorrektur korrekt aus. Die Werkzeug-Länge wird jedoch **nicht** berücksichtigt.

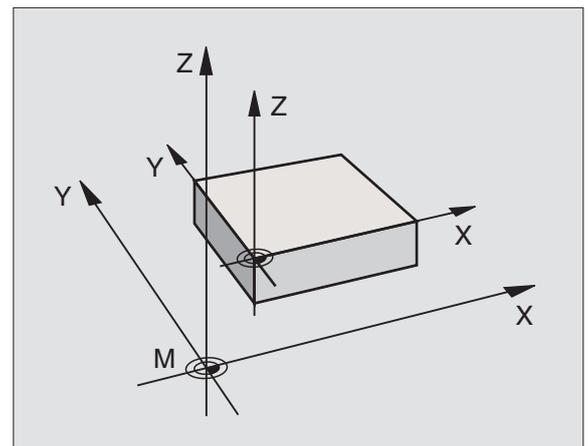
Wirkung

M91 und M92 wirken nur in den Programmsätzen, in denen M91 oder M92 programmiert ist.

M91 und M92 werden wirksam am Satz-Anfang.

Werkstück-Bezugspunkt

Das Bild rechts zeigt Koordinatensysteme mit Maschinen- und Werkstück-Nullpunkt.



7.4 Zusatz-Funktionen für das Bahnverhalten

Ecken verschleifen: M90

Standardverhalten

Die TNC hält bei Positionier-Sätzen ohne Werkzeug-Radiuskorrektur das Werkzeug an den Ecken kurz an (Genau-Halt).

Bei Programmsätzen mit Radiuskorrektur (RR/RL) fügt die TNC an Außenecken automatisch einen Übergangskreis ein.

Verhalten mit M90

Das Werkzeug wird an eckigen Übergängen mit konstanter Bahngeschwindigkeit geführt: Die Ecken verschleifen und die Werkstück-Oberfläche wird glatter. Zusätzlich verringert sich die Bearbeitungszeit. Siehe Bild rechts Mitte.

Anwendungsbeispiel: Flächen aus kurzen Geradenstücken.

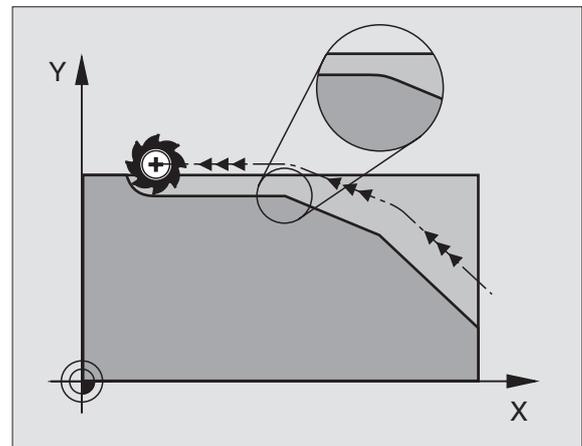
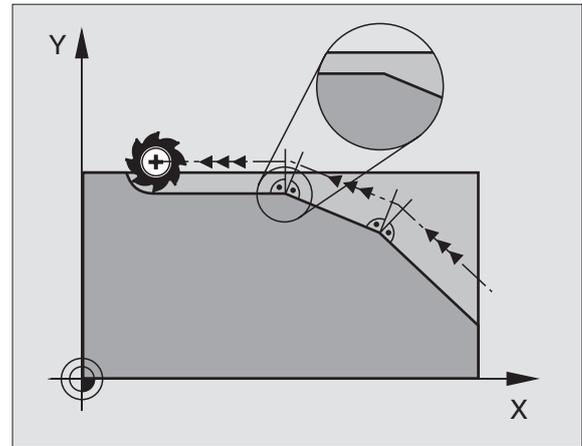
Wirkung

M90 wirkt nur in dem Programmsatz, in dem M90 programmiert ist.

M90 wird wirksam am Satz-Anfang. Betrieb mit Schleppabstand muß angewählt sein.



Unabhängig von M90 kann über MP7460 ein Grenzwert festgelegt werden, bis zu dem noch mit konstanter Bahngeschwindigkeit verfahren wird (bei Betrieb mit Schleppabstand und Geschwindigkeits-Vorsteuerung).



Kleine Konturstufen bearbeiten: M97

Standardverhalten

Die TNC fügt an der Außenecke einen Übergangskreis ein. Bei sehr kleinen Konturstufen würde das Werkzeug dadurch die Kontur beschädigen. Siehe Bild rechts oben.

Die TNC unterbricht an solchen Stellen den Programmlauf und gibt die Fehlermeldung „WERKZEUG-RADIUS ZU GROSS“ aus.

Verhalten mit M97

Die TNC ermittelt einen Bahnschnittpunkt für die Konturelemente – wie bei Innenecken – und fährt das Werkzeug über diesen Punkt. Siehe Bild rechts unten.

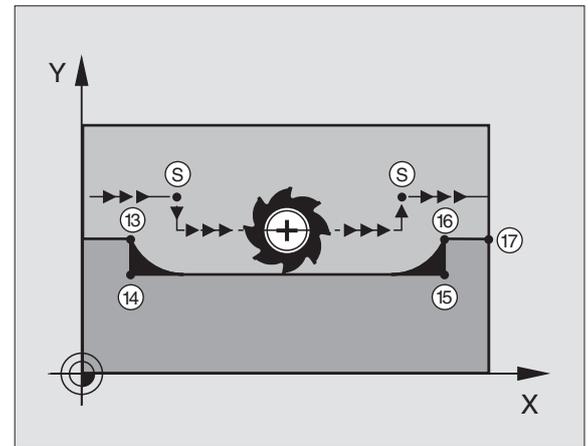
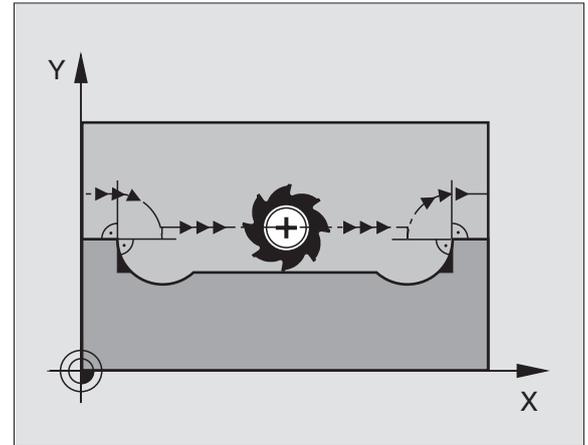
Programmieren Sie M97 in dem Satz, in dem der Außeneckpunkt festgelegt ist.

Wirkung

M97 wirkt nur in dem Programmsatz, in dem M97 programmiert ist.



Die Konturecke wird mit M97 nur unvollständig bearbeitet. Eventuell müssen Sie die Konturecke mit einem kleineren Werkzeug nachbearbeiten.



NC-Beispielsätze

5	T00L DEF L ... R+20	GroßerWerkzeug-Radius
...		
13	L X ... Y ... R.. F .. M97	Konturpunkt 13 anfahren
14	L IY-0,5 R .. F..	Kleine Konturstufe 13 und 14 bearbeiten
15	L IX+100 ...	Konturpunkt 15 anfahren
16	L IY+0,5 ... R .. F.. M97	Kleine Konturstufe 15 und 16 bearbeiten
17	L X .. Y ...	Konturpunkt 17 anfahren

Offene Konturrecken vollständig bearbeiten: M98

Standardverhalten

Die TNC ermittelt an Innenecken den Schnittpunkt der Fräserbahnen und fährt das Werkzeug ab diesem Punkt in die neue Richtung.

Wenn die Kontur an den Ecken offen ist, dann führt das zu einer unvollständigen Bearbeitung: Siehe Bild rechts oben.

Verhalten mit M98

Mit der Zusatz-Funktion M98 fährt die TNC das Werkzeug so weit, daß jeder Konturpunkt tatsächlich bearbeitet wird: Siehe Bild rechts unten.

Wirkung

M98 wirkt nur in den Programmsätzen, in denen M98 programmiert ist.

M98 wird wirksam am Satz-Ende.

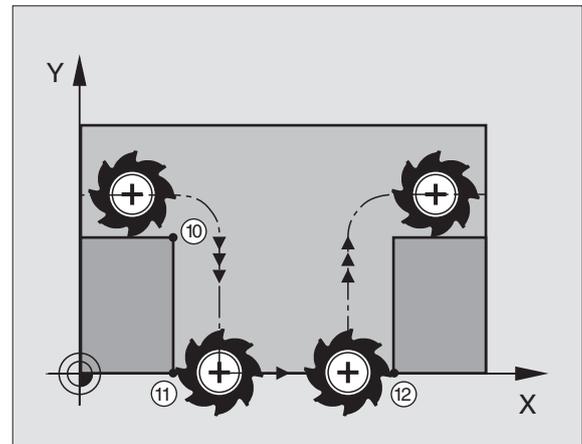
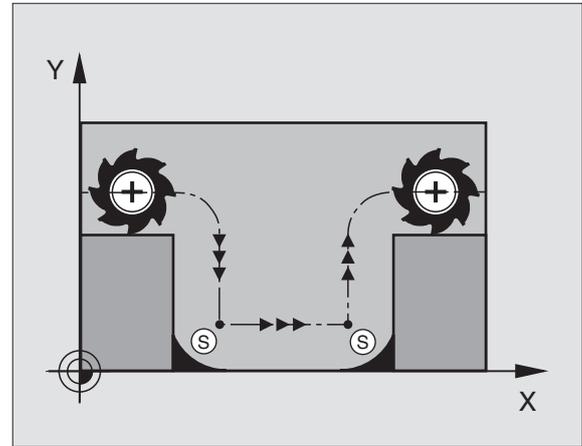
NC-Beispielsätze

Nacheinander Konturpunkte 10, 11 und 12 anfahren:

```
10 L X ... Y ... RL F
```

```
11 L X ... IY ... M98
```

```
12 L IX+ ...
```



7.5 Zusatz-Funktion für Drehachsen

Anzeige der Drehachse auf Wert unter 360° reduzieren: M94

Standardverhalten

Die TNC fährt das Werkzeug vom aktuellen Winkelwert auf den programmierten Winkelwert.

Beispiel:

Aktueller Winkelwert:	538°
Programmierter Winkelwert:	180°
Tatsächlicher Fahrweg:	-358°

Verhalten mit M94

Die TNC reduziert am Satzanfang den aktuellen Winkelwert auf einen Wert unter 360° und fährt anschließend auf den programmierten Wert. Sind mehrere Drehachsen aktiv, reduziert M94 die Anzeige aller Drehachsen.

NC-Beispielsätze

Anzeigewerte aller aktiven Drehachsen reduzieren:

```
L M94
```

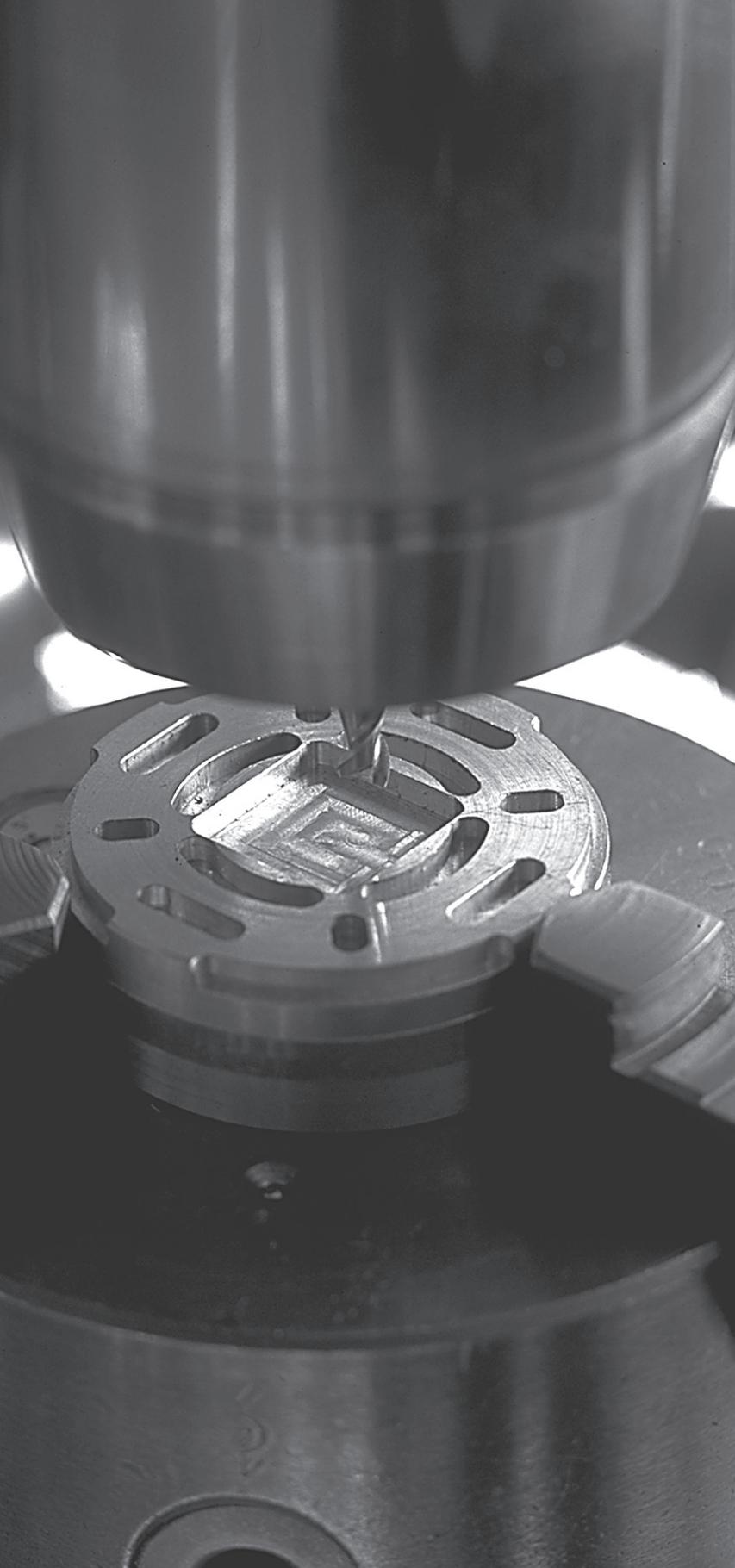
Anzeige aller aktiven Drehachsen reduzieren und anschließend mit der C-Achse auf den programmierten Wert fahren:

```
L C+180 FMAX M94
```

Wirkung

M94 wirkt nur in dem Programmsatz, in dem M94 programmiert ist.

M94 wird wirksam am Satz-Anfang.



8

**Programmieren:
Zyklen**

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 Tabelle rechts zeigt die verschiedenen Zyklus-Gruppen.

Bearbeitungs-Zyklen mit Nummern ab 200 verwenden Q-Parameter als Übergabeparameter. Parameter mit gleicher Funktion, die die TNC in verschiedenen Zyklen benötigt, haben immer dieselbe Nummer: z.B. Q200 ist immer der Sicherheits-Abstand, Q202 immer die Zustell-Tiefe usw.

Zyklus definieren

-  Die Softkey-Leiste zeigt die verschiedenen Zyklus-Gruppen
-  Zyklus-Gruppe wählen, z.B. Bohrzyklen
-  Zyklus wählen, z.B. BOHREN. Die TNC eröffnet einen Dialog und erfragt alle Eingabewerte; gleichzeitig blendet die TNC in der rechten Bildschirmhälfte eine Grafik ein, in der der einzugebende Parameter hell hinterlegt ist. Wählen Sie dazu die Bildschirm-Aufteilung PROGRAMM + HILFSBILD
 - ▶ Geben Sie alle von der TNC geforderten Parameter ein und schließen Sie jede Eingabe mit der Taste ENT ab
 - ▶ Die TNC beendet den Dialog, nachdem Sie alle erforderlichen Daten eingegeben haben

NC-Beispielsätze

CYCL DEF 1.0	TIEFBOHREN
CYCL DEF 1.1	ABST2
CYCL DEF 1.2	TIEFE-30
CYCL DEF 1.3	ZUSTLG5
CYCL DEF 1.4	V.ZEIT1
CYCL DEF 1.5	F 150

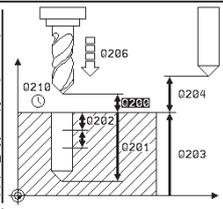
Zyklus-Gruppe	Softkey
Zyklen zum Tiefbohren, Reiben, Ausdrehen und Gewindebohren	FORATURA
Zyklen zum Fräsen von Taschen, Zapfen und Nuten	TASCHE/ ISOLE
Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung, mit denen beliebige Konturen verschoben, gedreht, gespiegelt, vergrößert und verkleinert werden	CONVERSIONE COORDINATE
Zyklen zur Herstellung von Punktemustern, z.B. Lochkreis od. Lochfläche	STRUTTURA
Zyklen zum Abzeilen ebener oder in sich verwundener Flächen	MULTIPASS FRESAURA
Sonder-Zyklen Verweilzeit, Programm-Aufruf, Spindel-Orientierung	CICLI SPECIALI

PROGRAM ZADAT/EDIT ↔ FIG

BEZPECNOSTNI VZDALENOST ?

```

16 CYCL CALL
17 CYCL DEF 213 CEPY NA CISTO >
18 CYCL CALL
19 TOOL CALL 102 Z S5000
20 CYCL DEF 200 VRTANI
  Q200 = 2 ;BEZPEC. VZ
  Q201 = -70 ;HLOUBKA
  Q206 = 150 ;POSUV NA HLOUBK
  Q202 = 70 ;HLOUBKA PRISUVU
  Q210 = 0 ;CAS.PRODLEVA >
21 CYCL DEF 221 RASTR V RADE Q >
    
```



CIL	X +150,000	T 101 Z
	Y -25,000	F 0
	Z +15,000	S M5 / 9

Zyklus aufrufen



Voraussetzungen

Vor einem Zyklus-Aufruf programmieren Sie in jedem Fall:

- BLK FORM zur grafischen Darstellung (nur für Test-Grafik erforderlich)
- Werkzeug-Aufruf
- Drehsinn der Spindel (Zusatz-Funktion M3/M4)
- Zyklus-Definition (CYCL DEF).

Beachten Sie weitere Voraussetzungen, die bei den nachfolgenden Zyklusbeschreibungen aufgeführt sind.

Folgende Zyklen wirken ab ihrer Definition im Bearbeitungs-Programm. Diese Zyklen können und dürfen Sie nicht aufrufen:

- die Zyklen Punktemuster auf Kreis und Punktemuster auf Linien
- Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung
- den Zyklus VERWEILZEIT

Alle übrigen Zyklen rufen Sie auf, wie nachfolgend beschrieben.

Soll die TNC den Zyklus nach dem zuletzt programmierten Satz einmal ausführen, programmieren Sie den Zyklus-Aufruf mit der Zusatz-Funktion M99 oder mit CYCL CALL:



- ▶ Zyklus-Aufruf programmieren: Softkey CYCL CALL drücken
- ▶ Zusatz-Funktion M eingeben, z.B. für Kühlmittel

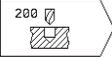
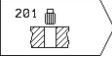
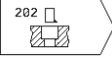
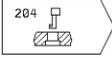
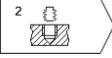
Soll die TNC den Zyklus nach jedem Positionier-Satz automatisch ausführen, programmieren Sie den Zyklus-Aufruf mit M89 (abhängig von Maschinenparameter 7440).

Um die Wirkung von M89 aufzuheben, programmieren Sie

- M99 oder
- CYCL CALL oder
- CYCL DEF

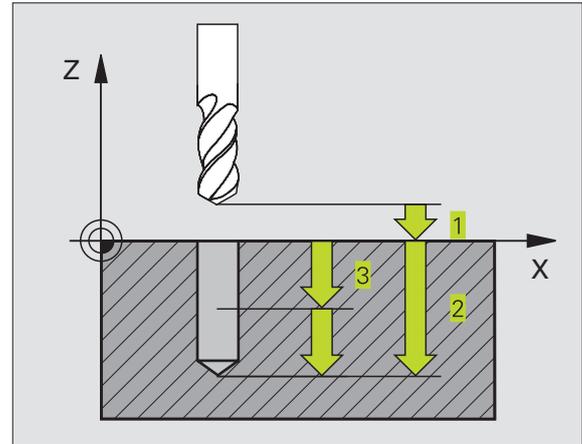
8.2 Bohrzyklen

Die TNC stellt insgesamt 8 Zyklen für die verschiedensten Bohrbearbeitungen zur Verfügung:

Zyklus	Softkey
1 TIEFBOHREN Ohne automatische Vorpositionierung	
200 BOHREN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand	
201 REIBEN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand	
202 AUDREHEN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand	
203 UNIVERSALBOHREN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand, Spanbruch, Degression	
204 RUECKWAERTS-SENKEN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand	
2 GEWINDEBOHREN Mit Ausgleichsfutter	
17 GEWINDEBOHREN GS Ohne Ausgleichsfutter	

TIEFBOHREN (Zyklus 1)

- 1 Das Werkzeug bohrt mit dem eingegebenen Vorschub F von der aktuellen Position bis zur ersten Zustell-Tiefe
- 2 Danach fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang FMAX zurück und wieder bis zur ersten Zustell-Tiefe, verringert um den Vorhalte-Abstand t.
- 3 Die Steuerung ermittelt den Vorhalte-Abstand selbsttätig:
 - Bohrtiefe bis 30 mm: $t = 0,6 \text{ mm}$
 - Bohrtiefe über 30 mm: $t = \text{Bohrtiefe}/50$
 maximaler Vorhalte-Abstand: 7 mm
- 4 Anschließend bohrt das Werkzeug mit dem eingegebenen Vorschub F um eine weitere Zustell-Tiefe
- 5 Die TNC wiederholt diesen Ablauf (1 bis 4), bis die eingegebene Bohrtiefe erreicht ist
- 6 Am Bohrungsgrund zieht die TNC das Werkzeug, nach der VERWEILZEIT zum Freischneiden, mit FMAX zur Startposition zurück

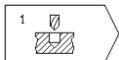


Beachten Sie vor dem Programmieren

Positionier-Satz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur R0 programmieren.

Positionier-Satz auf den Startpunkt in der Spindelachse (Sicherheits-Abstand über Werkstück-Oberfläche) programmieren.

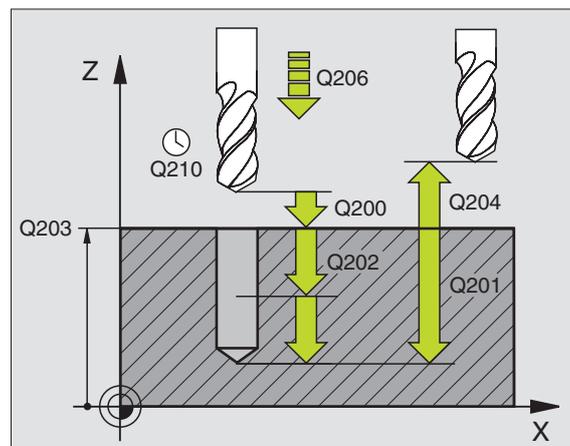
Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.



- ▶ Sicherheits-Abstand **1** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze (Startposition) und Werkstück-Oberfläche
- ▶ Bohrtiefe **2** (inkremental): Abstand zwischen Werkstückoberfläche und Bohrungsgrund (Spitze des Bohrkegels)
- ▶ Zustell-Tiefe **3** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Die TNC fährt in einem Arbeitsgang auf die Tiefe wenn:
 - Zustell-Tiefe und Bohrtiefe gleich sind
 - die Zustell-Tiefe größer als die Bohrtiefe ist
 Die Bohrtiefe muß kein Vielfaches der Zustell-Tiefe sein
- ▶ Verweilzeit in Sekunden: Zeit, in der das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt, um freizuschneiden
- ▶ Vorschub F: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Bohren in mm/min

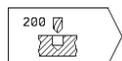
BOHREN (Zyklus 200)

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang FMAX auf den Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche
- 2 Das Werkzeug bohrt mit dem programmierten Vorschub F bis zur ersten Zustell-Tiefe
- 3 Die TNC fährt das Werkzeug mit FMAX auf den Sicherheits-Abstand zurück, verweilt dort - falls eingegeben - und fährt anschließend wieder mit FMAX bis auf Sicherheits-Abstand über die erste Zustell-Tiefe
- 4 Anschließend bohrt das Werkzeug mit eingegebenem Vorschub F um eine weitere Zustell-Tiefe
- 5 Die TNC wiederholt diesen Ablauf (2 bis 4), bis die eingegebene Bohrtiefe erreicht ist
- 6 Vom Bohrungsgrund fährt das Werkzeug mit FMAX auf Sicherheits-Abstand oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand

**Beachten Sie vor dem Programmieren**

Positionier-Satz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur R0 programmieren.

Das Vorzeichen des Parameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.



- ▶ Sicherheits-Abstand Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche
- ▶ Tiefe Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Bohrungsgrund (Spitze des Bohrkegels)
- ▶ Vorschub Tiefenzustellung Q206: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Bohren in mm/min
- ▶ Zustell-Tiefe Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Die TNC fährt in einem Arbeitsgang auf die Tiefe wenn:
 - Zustell-Tiefe und Tiefe gleich sind
 - die Zustell-Tiefe größer als die Tiefe ist

Die Tiefe muß kein Vielfaches der Zustell-Tiefe sein
- ▶ Verweilzeit oben Q210: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug auf dem Sicherheits-Abstand verweilt, nachdem es die TNC zum Entspannen aus der Bohrung herausgefahren hat
- ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ 2. Sicherheits-Abstand Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann

REIBEN (Zyklus 201)

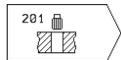
- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang FMAX auf den eingegebenen Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche
- 2 Das Werkzeug reibt mit dem eingegebenen Vorschub F bis zur programmierten Tiefe
- 3 Am Bohrungsgrund verweilt das Werkzeug, falls eingegeben
- 4 Anschließend fährt die TNC das Werkzeug im Vorschub F zurück auf den Sicherheits-Abstand und von dort – falls eingegeben – mit FMAX auf den 2. Sicherheits-Abstand



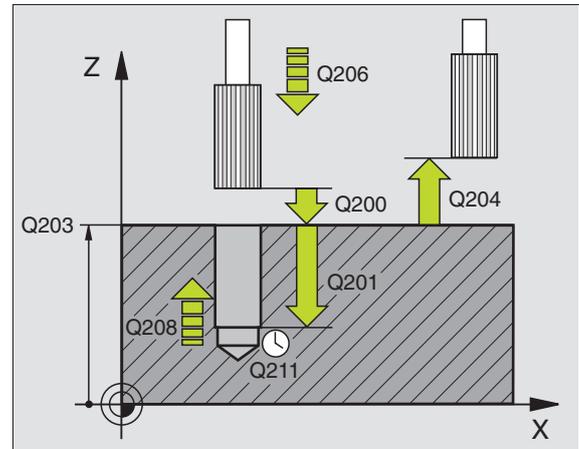
Beachten Sie vor dem Programmieren

Positionier-Satz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur R0 programmieren.

Das Vorzeichen des Parameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.



- ▶ Sicherheits-Abstand Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche
- ▶ Tiefe Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Bohrungsgrund
- ▶ Vorschub Tiefenzustellung Q206: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Reiben in mm/min
- ▶ Verweilzeit unten Q211: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt
- ▶ Vorschub Rückzug Q208: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Herausfahren aus der Bohrung in mm/min. Wenn Sie Q208 = 0 eingeben, dann gilt Vorschub Reiben
- ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ 2. Sicherheits-Abstand Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann



AUSDREHEN (Zyklus 202)



Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller für den Zyklus 202 vorbereitet sein.

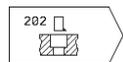
- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang FMAX auf den Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche
- 2 Das Werkzeug bohrt mit dem Bohrvorschub bis zur Tiefe
- 3 Am Bohrungsgrund verweilt das Werkzeug – falls eingegeben – mit laufender Spindel zum Freischneiden
- 4 Anschließend führt die TNC eine Spindel-Orientierung auf die 0°-Position durch
- 5 Falls Freifahren gewählt ist, fährt die TNC in der eingegebenen Richtung 0,2 mm (fester Wert) frei
- 6 Anschließend fährt die TNC das Werkzeug im Vorschub Rückzug auf den Sicherheits-Abstand und von dort – falls eingegeben – mit FMAX auf den 2. Sicherheits-Abstand



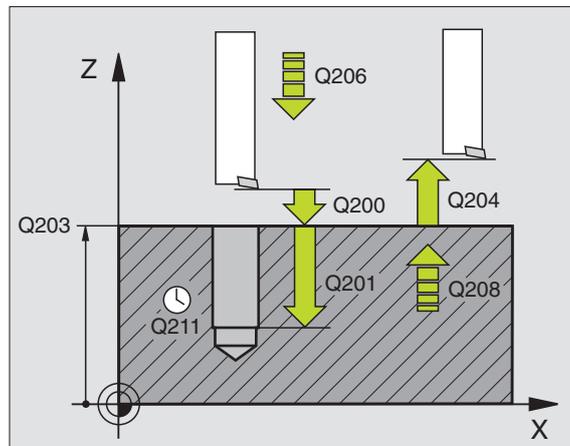
Beachten Sie vor dem Programmieren

Positionier-Satz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur R0 programmieren.

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.



- ▶ Sicherheits-Abstand Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche
- ▶ Tiefe Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Bohrungsgrund
- ▶ Vorschub Tiefenzustellung Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Ausdrehen in mm/min
- ▶ Verweilzeit unten Q211: Zeit in Sekunden, in der das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt
- ▶ Vorschub Rückzug Q208: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Herausfahren aus der Bohrung in mm/min. Wenn Sie Q5=0 eingeben, dann gilt Vorschub Tiefenzustellung
- ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ 2. Sicherheits-Abstand Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann



- ▶ Freifahr-Richtung (0/1/2/3/4) Q214: Richtung festlegen, in der die TNC das Werkzeug am Bohrungsgrund freifährt (nach der Spindel-Orientierung)

- 0: Werkzeug nicht freifahren
- 1: Werkzeug freifahren in Minus-Richtung der Hauptachse
- 2: Werkzeug freifahren in Minus-Richtung der Nebenachse
- 3: Werkzeug freifahren in Plus-Richtung der Hauptachse
- 4: Werkzeug freifahren in Plus-Richtung der Nebenachse



Kollisionsgefahr!

Überprüfen Sie, wo die Werkzeug-Spitze steht, wenn Sie eine Spindel-Orientierung auf 0° programmieren (z.B. in der Betriebsart Positionieren mit Handeingabe). Richten Sie die Werkzeug-Spitze so aus, dass sie parallel zu einer Koordinaten-Achse steht. Wählen Sie die Freifahr-Richtung so, daß das Werkzeug vom Bohrungsrand wegfährt.

UNIVERSAL-BOHREN (Zyklus 203)

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang FMAX auf den eingegebenen Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche
- 2 Das Werkzeug bohrt mit dem eingegebenen Vorschub F bis zur ersten Zustell-Tiefe
- 3 Falls Spanbruch eingegeben, fährt die TNC das Werkzeug um den Sicherheits-Abstand zurück. Wenn Sie ohne Spanbruch arbeiten, dann fährt die TNC das Werkzeug mit dem Vorschub Rückzug auf den Sicherheits-Abstand zurück, verweilt dort – falls eingegeben – und fährt anschließend wieder mit FMAX bis auf Sicherheits-Abstand über die erste Zustell-Tiefe
- 4 Anschließend bohrt das Werkzeug mit Vorschub um eine weitere Zustell-Tiefe. Die Zustell-Tiefe verringert sich mit jeder Zustellung um den Abnahmebetrag – falls eingegeben
- 5 Die TNC wiederholt diesen Ablauf (2-4), bis die Bohrtiefe erreicht ist
- 6 Am Bohrungsgrund verweilt das Werkzeug – falls eingegeben – zum Freischneiden und wird nach der Verweilzeit mit dem Vorschub Rückzug auf den Sicherheits-Abstand zurückgezogen. Falls Sie einen 2. Sicherheits-Abstand eingegeben haben, fährt die TNC das Werkzeug mit FMAX dorthin

RUECKWAERTS-SENKEN (Zyklus 204)



Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller für das Rückwärts-Senken vorbereitet sein.

Der Zyklus arbeitet nur mit sogenannten Rückwärts-bohrstangen.

Mit diesem Zyklus stellen Sie Senkungen her, die sich auf der Werkstück-Unterseite befinden.

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang FMAX auf den Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche
- 2 Dort führt die TNC mit M19 eine Spindel-Orientierung auf die 0°-Position durch und versetzt das Werkzeug um das Exzentermaß
- 3 Anschließend taucht das Werkzeug mit dem Vorschub Vorpositionieren in die vorgebohrte Bohrung ein, bis die Schneide im Sicherheits-Abstand unterhalb der Werkstück-Unterkante steht
- 4 Die TNC fährt jetzt das Werkzeug wieder auf Bohrungsmitte, schaltet die Spindel und ggf. das Kühlmittel ein und fährt dann mit dem Vorschub Senken auf die eingegebene Tiefe Senkung
- 5 Falls eingegeben, verweilt das Werkzeug am Senkungsgrund und fährt anschließend wieder aus der Bohrung heraus, führt eine Spindelorientierung durch und versetzt erneut um das Exzentermaß
- 6 Anschließend fährt die TNC das Werkzeug im Vorschub Vorpositionieren auf den Sicherheits-Abstand und von dort – falls eingegeben – mit FMAX auf den 2. Sicherheits-Abstand.



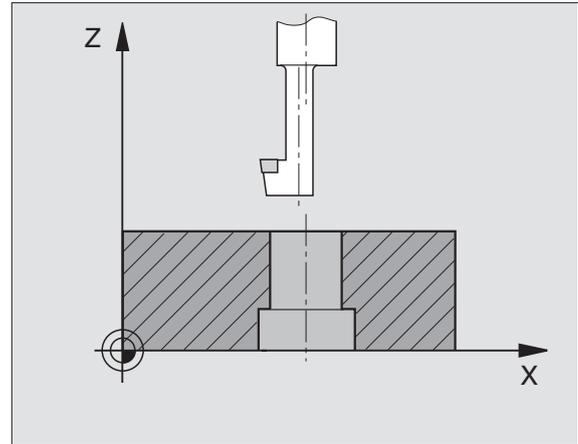
Beachten Sie vor dem Programmieren

Positionier-Satz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur R0 programmieren.

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung beim Senken fest. Achtung: Positives Vorzeichen senkt in Richtung der positiven Spindelachse.

Werkzeug-Länge so eingeben, daß nicht die Schneide, sondern die Unterkante der Bohrstange vermaßt ist.

Die TNC berücksichtigt bei der Berechnung des Startpunktes der Senkung die Schneidenlänge der Bohrstange und die Materialstärke.





- ▶ Sicherheits-Abstand Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche
- ▶ Tiefe Senkung Q249 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Unterkante und Senkungsgrund. Positives Vorzeichen stellt die Senkung in positiver Richtung der Spindelachse her
- ▶ Materialstärke Q250 (inkremental): Dicke des Werkstücks
- ▶ Exzentermaß Q251 (inkremental): Exzentermaß der Bohrstange; aus Werkzeug-Datenblatt entnehmen
- ▶ Schneidenhöhe Q252 (inkremental): Abstand zwischen Unterkante der Bohrstange und der Hauptschneide; aus Werkzeug-Datenblatt entnehmen
- ▶ Vorschub Vorpositionieren Q253: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in das Werkstück bzw. beim Herausfahren aus dem Werkstück in mm/min
- ▶ Vorschub Senken Q254: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Senken in mm/min
- ▶ Verweilzeit Q255: Verweilzeit in Sekunden am Senkungsgrund
- ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ 2. Sicherheits-Abstand Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- ▶ Freifahr-Richtung (0/1/2/3/4) Q214: Richtung festlegen, in der die TNC das Werkzeug um das Exzentermaß versetzen soll (nach der Spindel-Orientierung)

0: Eingabe nicht erlaubt

1: Werkzeug versetzen in Minus-Richtung der Hauptachse

2: Werkzeug versetzen in Minus-Richtung der Nebenachse

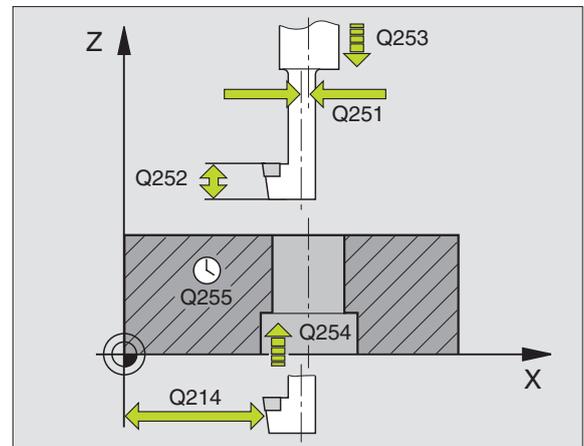
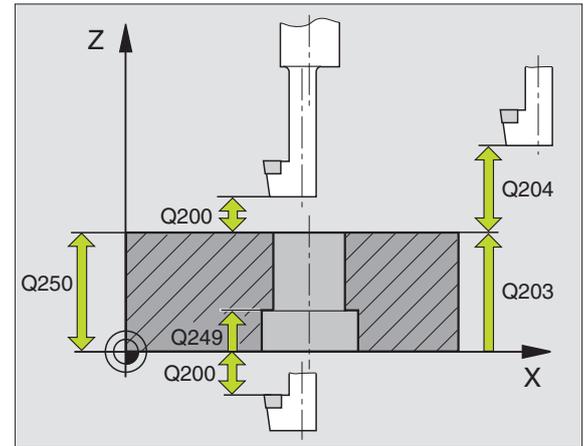
3: Werkzeug versetzen in Plus-Richtung der Hauptachse

4: Werkzeug versetzen in Plus-Richtung der Nebenachse



Kollisionsgefahr!

Überprüfen Sie, wo die Werkzeug-Spitze steht, wenn Sie mit M19 eine Spindel-Orientierung auf 0° programmieren (z.B. in der Betriebsart Positionieren mit Handeingabe). Richten Sie die Werkzeug-Spitze so aus, dass sie parallel zu einer Koordinaten-Achse steht. Wählen Sie die Freifahr-Richtung so, daß das Werkzeug kollisionsfrei in die Bohrung eintauchen kann.



GEWINDEBOHREN mit Ausgleichsfutter (Zyklus 2)

- 1 Das Werkzeug fährt in einem Arbeitsgang auf die Bohrtiefe
- 2 Danach wird die Spindeldrehrichtung umgekehrt und das Werkzeug nach der Verweilzeit auf die Startposition zurückgezogen
- 3 An der Startposition wird die Spindeldrehrichtung erneut umgekehrt

**Beachten Sie vor dem Programmieren**

Positionier-Satz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur R0 programmieren.

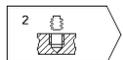
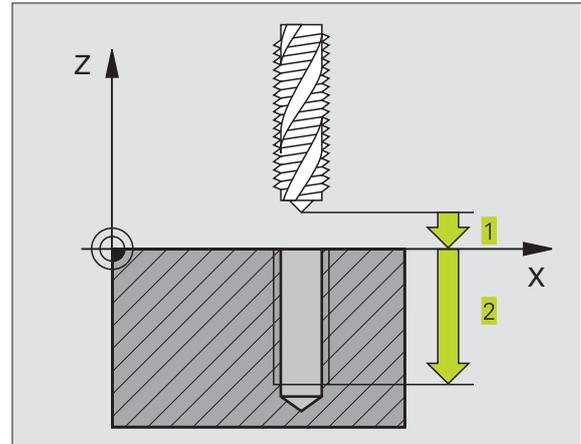
Positionier-Satz auf den Startpunkt in der Spindelachse (Sicherheits-Abstand über Werkstück-Oberfläche) programmieren.

Das Vorzeichen des Parameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

Das Werkzeug muß in ein Längenausgleichsfutter gespannt sein. Das Längenausgleichsfutter kompensiert Toleranzen von Vorschub und Drehzahl während der Bearbeitung.

Während der Zyklus abgearbeitet wird, ist der Drehknopf für den Drehzahl-Override unwirksam. Der Drehknopf für den Vorschub-Override ist noch begrenzt aktiv (vom Maschinenhersteller festgelegt, Maschinenhandbuch beachten).

Für Rechtsgewinde Spindel mit M3 aktivieren, für Linksgewinde mit M4.



- ▶ Sicherheits-Abstand **1** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze (Startposition) und Werkstück-Oberfläche; Richtwert: 4x Gewindesteigung
- ▶ Bohrtiefe **2** (Gewindelänge, inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewindeende
- ▶ Verweilzeit in Sekunden: Wert zwischen 0 und 0,5 Sekunden eingeben, um ein Verkeilen des Werkzeugs beim Rückzug zu vermeiden
- ▶ Vorschub F: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Gewindebohren

Vorschub ermitteln: $F = S \times p$

F: Vorschub mm/min)

S: Spindel-Drehzahl (U/min)

p: Gewindesteigung (mm)

GEWINDEBOHREN ohne Ausgleichsfutter GS (Zyklus 17)



Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller für das Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter vorbereitet sein.

Die TNC schneidet das Gewinde entweder in einem oder in mehreren Arbeitsgängen ohne Längenausgleichsfutter.

Vorteile gegenüber dem Zyklus Gewindebohren mit Ausgleichsfutter:

- Höhere Bearbeitungsgeschwindigkeit
- Gleiches Gewinde wiederholbar, da sich die Spindel beim Zyklusaufruf auf die 0°-Position ausrichtet (abhängig von Maschinenparameter 7160)
- Größerer Verfahrensbereich der Spindelachse, da das Ausgleichsfutter entfällt



Beachten Sie vor dem Programmieren

Positionier-Satz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) in der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur R0 programmieren

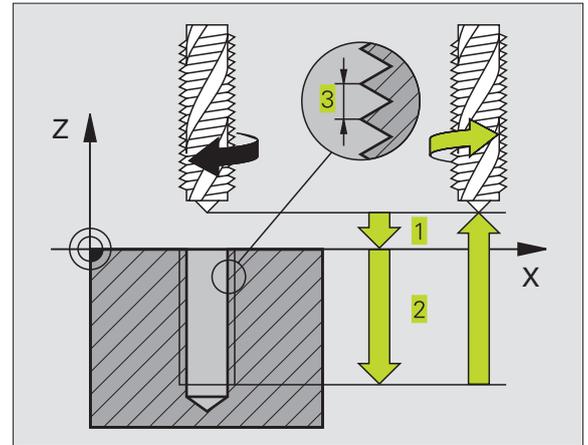
Positionier-Satz auf den Startpunkt in der Spindelachse (Sicherheits-Abstand über Werkstück-Oberfläche) programmieren

Das Vorzeichen des Parameters Bohrtiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

Die TNC berechnet den Vorschub in Abhängigkeit von der Drehzahl. Wenn Sie während des Gewindebohrens den Drehknopf für den Drehzahl-Override betätigen, paßt die TNC den Vorschub automatisch an

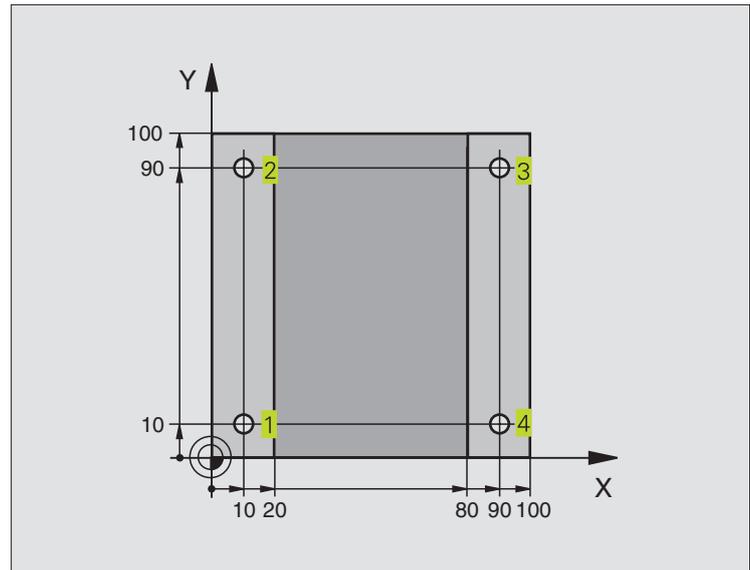
Der Drehknopf für den Vorschub-Override ist nicht aktiv.

Am Zyklusende steht die Spindel. Vor der nächsten Bearbeitung Spindel mit M3 (bzw. M4) wieder einschalten.



- ▶ Sicherheits-Abstand **1** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze (Startposition) und Werkstück-Oberfläche
- ▶ Bohrtiefe **2** (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche (Gewindebeginn) und Gewindeende
- ▶ Gewindesteigung **3** : Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- und Linksgewinde fest:
 - + = Rechtsgewinde
 - = Linksgewinde

Beispiel: Bohrzyklen

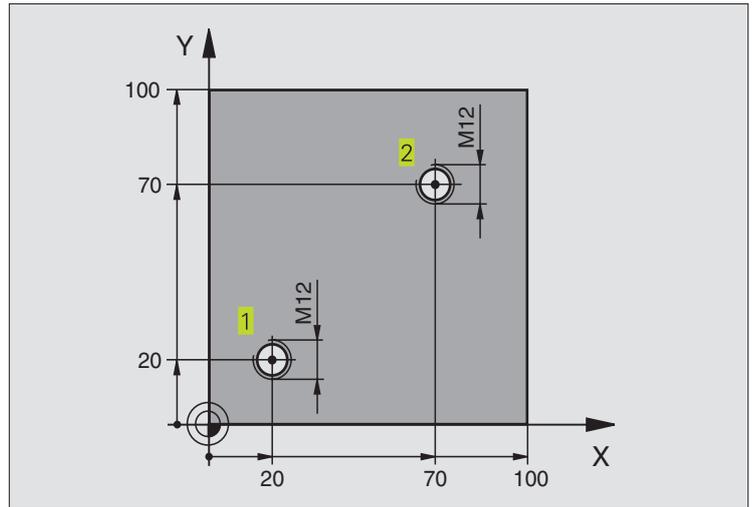


0	BEGIN PGM 200 MM	
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3	TOOL DEF 1 L+0 R+3	Werkzeug-Definition
4	TOOL CALL 1 Z S4500	Werkzeug-Aufruf
5	L Z+250 RO F MAX	Werkzeug freifahren
6	CYCL DEF 200 BOHREN	Zyklus-Definition
	Q200=2 ; SICHERHEITS-ABST.	Sicherheits-Abstand
	Q201=-15 ; TIEFE	Tiefe
	Q206=250 ; VORSCHUB TIEFENZ.	Vorschub Bohren
	Q202=5 ; ZUSTELL-TIEFE	Zustellung
	Q210=0 ; VERWEILZEIT OBEN	Verweilzeit oben
	Q203=-10 ; KOOR. OBERFLAECHE	Koordinate Oberfläche
	Q204=20 ; 2. SICHERHEITS-ABST.	2. Sicherheits-Abstand
7	L X+10 Y+10 RO F MAX M3	Bohrung 1 anfahren, Spindel einschalten
8	CYCL CALL	Zyklus-Aufruf
9	L Y+90 RO F MAX M99	Bohrung 2 anfahren, Zyklus-Aufruf
10	L X+90 RO F MAX M99	Bohrung 3 anfahren, Zyklus-Aufruf
11	L Y+10 RO F MAX M99	Bohrung 4 anfahren, Zyklus-Aufruf
12	L Z+250 RO F MAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
13	END PGM 200 MM	

Beispiel: Bohrzyklen

Programm-Ablauf

- Platte ist bereits vorgebohrt für M12, Tiefe der Platte: 20 mm
- Gewindebohr-Zyklus programmieren
- Aus Sicherheitsgründen zuerst vorpositionieren in der Ebene und anschließend in der Spindelachse



```
0 BEGIN PGM 2 MM
```

```
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 1 L+0 R+4.5
```

Werkzeug-Definition

```
4 TOOL CALL 1 Z S100
```

Werkzeug-Aufruf

```
5 L Z+250 R0 FMAX
```

Werkzeug freifahren

```
6 CYCL DEF 2 .0 GEWINDEBOHREN
```

Zyklus-Definition Gewindebohren

```
7 CYCL DEF 2 .1 ABST 2
```

```
8 CYCL DEF 2 .2 TIEFE -25
```

```
9 CYCL DEF 2 .3 V.ZEIT 0
```

```
10 CYCL DEF 2 .4 F175
```

```
11 L X+20 Y+20 R0 FMAX M3
```

Bohrung 1 anfahren in der Bearbeitungsebene

```
12 L Z+2 R0 FMAX M99
```

Vorpositionieren in der Spindelachse

```
13 L X+70 Y+70 R0 FMAX M99
```

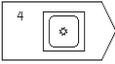
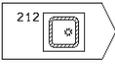
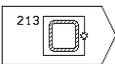
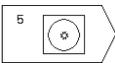
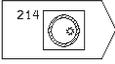
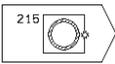
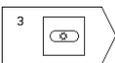
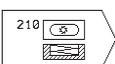
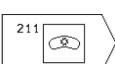
Bohrung 2 anfahren in der Bearbeitungsebene

```
14 L Z+250 R0 FMAX M2
```

Werkzeug freifahren, Programm-Ende

```
15 END PGM 2 MM
```

8.3 Zyklen zum Fräsen von Taschen, Zapfen und Nuten

Zyklus	Softkey
4 TASCHENFRAESEN (rechteckförmig) Schrupp-Zyklus ohne automatische Vorpositionierung	
212 TASCHESCHLICHTEN (rechteckförmig) Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand	
213 ZAPFENSCHLICHTEN (rechteckförmig) Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand	
5 KREISTASCHE Schrupp-Zyklus ohne automatische Vorpositionierung	
214 KREISTASCHE SCHLICHTEN Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand	
215 KREISZAPFENSCHLICHTEN Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand	
3 NUTENFRAESEN Schrupp-/Schlicht-Zyklus ohne automatische Vorpositionierung, senkrechte Tiefen-Zustellung	
210 NUT PENDELND Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpositionierung, pendelnder Eintauchbewegung	
211 RUNDE NUT Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpositionierung, pendelnder Eintauchbewegung	

TASCHENFRAESEN (Zyklus 4)

- 1 Das Werkzeug sticht an der Startposition (Taschenmitte) in das Werkstück ein und fährt auf die erste Zustell-Tiefe
- 2 Anschließend fährt das Werkzeug zunächst in die positive Richtung der längeren Seite – bei quadratischen Taschen in die positive Y-Richtung – und räumt dann die Tasche von innen nach außen aus
- 3 Dieser Vorgang wiederholt sich (1 bis 3), bis die Tiefe erreicht ist
- 4 Am Ende des Zyklus fährt die TNC das Werkzeug auf die Startposition zurück



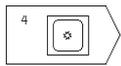
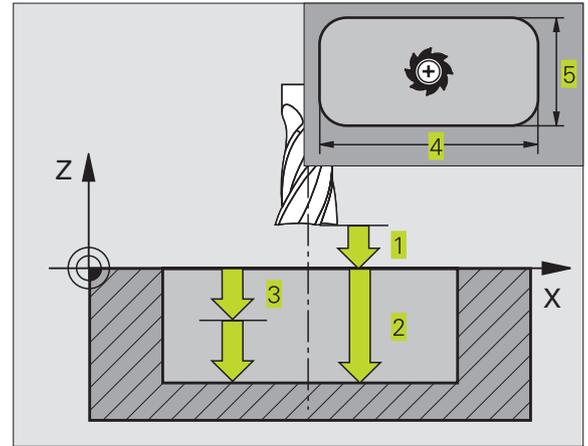
Beachten Sie vor dem Programmieren

Positionier-Satz auf den Startpunkt (Taschenmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur R0 programmieren.

Positionier-Satz auf den Startpunkt in der Spindelachse (Sicherheits-Abstand über Werkstück-Oberfläche) programmieren.

Das Vorzeichen des Parameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn verwenden (DIN 844), oder Vorbohren in der Taschenmitte.



- ▶ Sicherheits-Abstand **1** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze (Startposition) und Werkstück-Oberfläche
- ▶ Frästiefe **2** (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Taschengrund
- ▶ Zustell-Tiefe **3** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Die TNC fährt in einem Arbeitsgang auf die Tiefe wenn:
 - Zustell-Tiefe und Tiefe gleich sind
 - die Zustell-Tiefe größer als die Tiefe ist
- ▶ Vorschub Tiefenzustellung: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Einstechen
- ▶ 1. Seiten-Länge **4**: Länge der Tasche, parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ 2. Seiten-Länge **5**: Breite der Tasche
- ▶ Vorschub F: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs in der Bearbeitungsebene

- ▶ DREHUNG IM UHRZEIGERSINN
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 $k = K \times R$

K: Überlappungs-Faktor, in Maschinenparameter 7430 festgelegt

R: Radius des Fräasers

TASCHE SCHLICHTEN (Zyklus 212)

- 1 Die TNC fährt das Werkzeug automatisch in der Spindelachse auf den Sicherheits-Abstand, oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand und anschließend in die Taschenmitte
- 2 Von der Taschenmitte aus fährt das Werkzeug in der Bearbeitungsebene auf den Startpunkt der Bearbeitung. Die TNC berücksichtigt für die Berechnung des Startpunkts das Aufmaß und den Werkzeug-Radius. Ggf sticht die TNC in der Taschenmitte ein
- 3 Falls das Werkzeug auf dem 2. Sicherheits-Abstand steht, fährt die TNC im Eilgang FMAX auf den Sicherheits-Abstand und von dort mit dem Vorschub Tiefenzustellung auf die erste Zustell-Tiefe
- 4 Anschließend fährt das Werkzeug tangential an die Fertigteilkontur und fräst im Gleichlauf einen Umlauf
- 5 Danach fährt das Werkzeug tangential von der Kontur weg zurück zum Startpunkt in der Bearbeitungsebene
- 6 Dieser Vorgang (3 bis 5) wiederholt sich, bis die programmierte Tiefe erreicht ist
- 7 Am Ende des Zyklus fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheits-Abstand oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand und anschließend in die Mitte der Tasche (Endposition = Startposition)

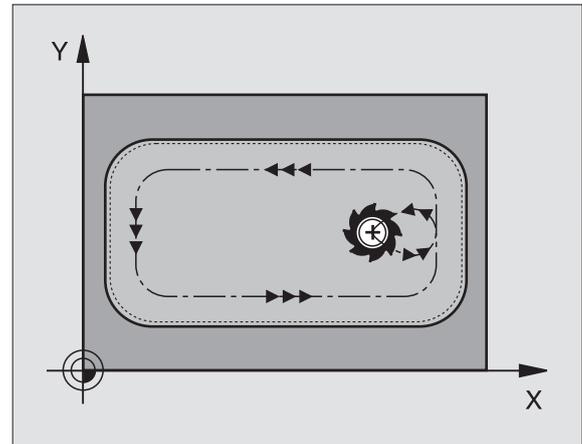


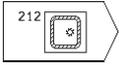
Beachten Sie vor dem Programmieren

Das Vorzeichen des Parameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

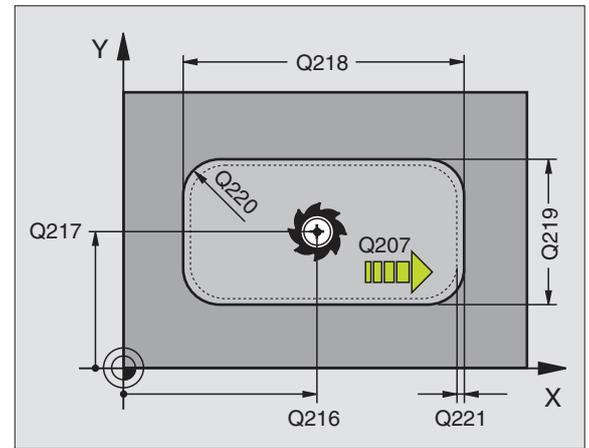
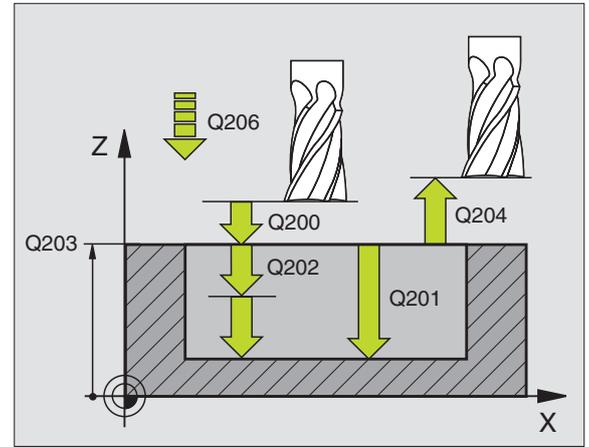
Wenn Sie die Tasche aus dem Vollen heraus schlichten wollen, dann verwenden Sie einen Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn (DIN 844) und geben einen kleinen Vorschub Tiefenzustellung ein.

Mindestgröße der Tasche: dreifacher Werkzeug-Radius.





- ▶ Sicherheits-Abstand Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche
- ▶ Tiefe Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Taschengrund
- ▶ Vorschub Tiefenzustellung Q206: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Wenn Sie ins Material eintauchen, dann kleinen Wert eingeben; wenn bereits vorgeräumt wurde, dann höheren Vorschub eingeben
- ▶ Zustell-Tiefe Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird; Wert größer 0 eingeben
- ▶ Vorschub Fräsen Q207: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ 2. Sicherheits-Abstand Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- ▶ Mitte 1. Achse Q216 (absolut): Mitte der Tasche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ Mitte 2. Achse Q217 (absolut): Mitte der Tasche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ 1. Seiten-Länge Q218 (inkremental): Länge der Tasche, parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ 2. Seiten-Länge Q219 (inkremental): Länge der Tasche, parallel zur Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ Eckenradius Q220: Radius der Taschenecke. Wenn nicht eingegeben, setzt die TNC den Eckenradius gleich dem Werkzeug-Radius
- ▶ Aufmaß 1. Achse Q221 (inkremental): Aufmaß in der Hauptachse der Bearbeitungsebene, bezogen auf die Länge der Tasche. Wird von der TNC nur für die Berechnung der Vorposition benötigt



ZAPFEN SCHLICHTEN (Zyklus 213)

- 1 Die TNC fährt das Werkzeug in der Spindelachse auf den Sicherheits-Abstand, oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand und anschließend in die Zapfenmitte
- 2 Von der Zapfenmitte aus fährt das Werkzeug in der Bearbeitungsebene auf den Startpunkt der Bearbeitung. Der Startpunkt liegt den ca 3,5-fachen Werkzeug-Radius rechts vom Zapfen
- 3 Falls das Werkzeug auf dem 2. Sicherheits-Abstand steht, fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang FMAX auf den Sicherheits-Abstand und von dort mit dem Vorschub Tiefenzustellung auf die erste Zustell-Tiefe
- 4 Anschließend fährt das Werkzeug tangential an die Fertigteil-kontur und fräst im Gleichlauf einen Umlauf
- 5 Danach fährt das Werkzeug tangential von der Kontur weg zurück zum Startpunkt in der Bearbeitungsebene
- 6 Dieser Vorgang (3 bis 5) wiederholt sich, bis die programmierte Tiefe erreicht ist
- 7 Am Ende des Zyklus fährt die TNC das Werkzeug mit FMAX auf den Sicherheits-Abstand oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand und anschließend in die Mitte des Zapfens (Endposition = Startposition)



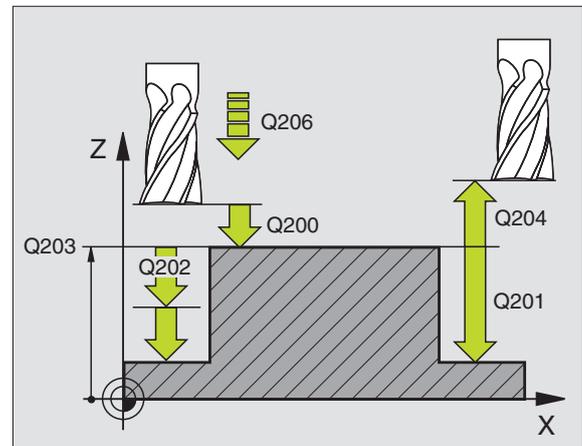
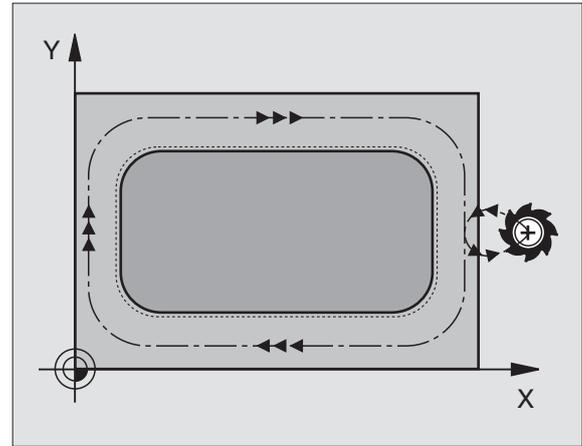
Beachten Sie vor dem Programmieren

Das Vorzeichen des Parameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

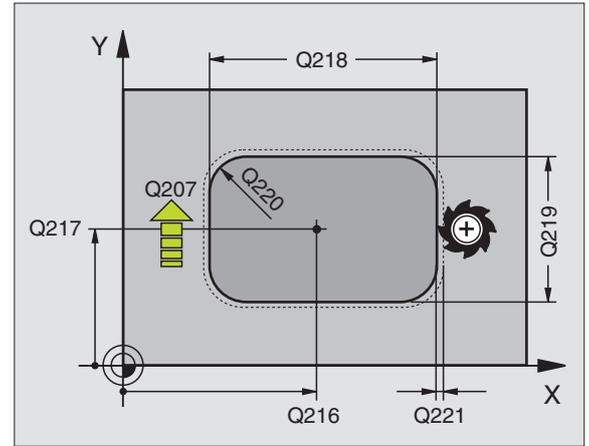
Wenn Sie den Zapfen aus dem Vollen heraus umfräsen wollen, dann verwenden Sie einen Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn (DIN 844). Geben Sie dann für den Vorschub Tiefenzustellung einen kleinen Wert ein.



- ▶ Sicherheits-Abstand Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche
- ▶ Tiefe Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Zapfengrund
- ▶ Vorschub Tiefenzustellung Q206: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Wenn Sie ins Material eintauchen, dann kleinen Wert eingeben, wenn Sie im Freien eintauchen, höheren Wert eingeben
- ▶ Zustell-Tiefe Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Wert größer 0 eingeben
- ▶ Vorschub Fräsen Q207: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min

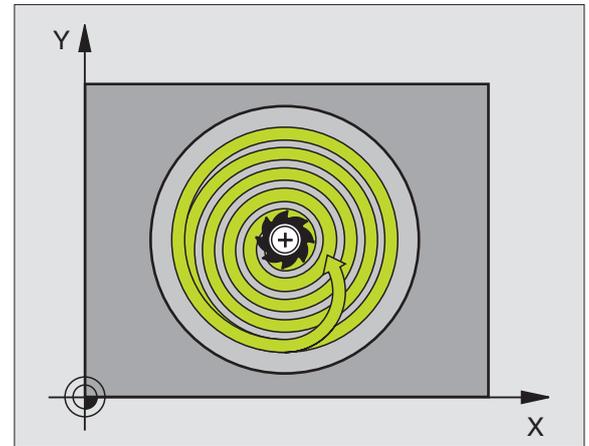


- ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ 2. Sicherheits-Abstand Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- ▶ Mitte 1. Achse Q216 (absolut): Mitte des Zapfens in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ Mitte 2. Achse Q217 (absolut): Mitte des Zapfens in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ 1. Seiten-Länge Q218 (inkremental): Länge des Zapfens parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ 2. Seiten-Länge Q219 (inkremental): Länge des Zapfens parallel zur Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ Eckenradius Q220: Radius der Zapfenecke
- ▶ Aufmaß 1. Achse Q221 (inkrementaler Wert): Aufmaß in der Hauptachse der Bearbeitungsebene, bezogen auf die Länge des Zapfens. Wird von der TNC nur für die Berechnung der Vorposition benötigt



KREISTASCHE (Zyklus 5)

- 1 Das Werkzeug sticht an der Startposition (Taschenmitte) in das Werkstück ein und fährt auf die erste Zustell-Tiefe
- 2 Anschließend beschreibt das Werkzeug mit dem Vorschub F die im Bild rechts gezeigte spiralförmige Bahn; zur seitlichen Zustellung k siehe Zyklus 4 TASCHENFRAESEN
- 3 Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die Tiefe erreicht ist
- 4 Am Ende fährt die TNC das Werkzeug auf die Startposition zurück



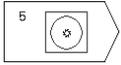
Beachten Sie vor dem Programmieren

Positionier-Satz auf den Startpunkt (Taschenmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur R0 programmieren.

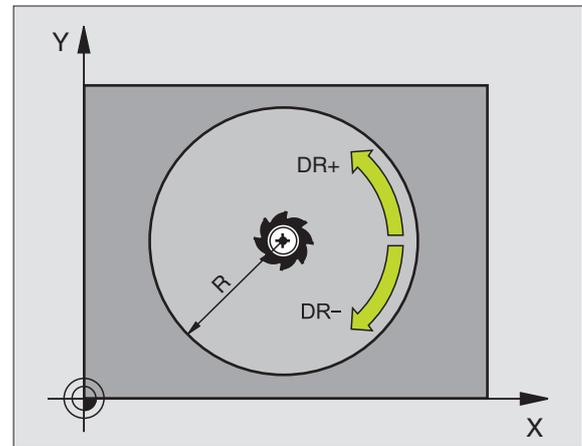
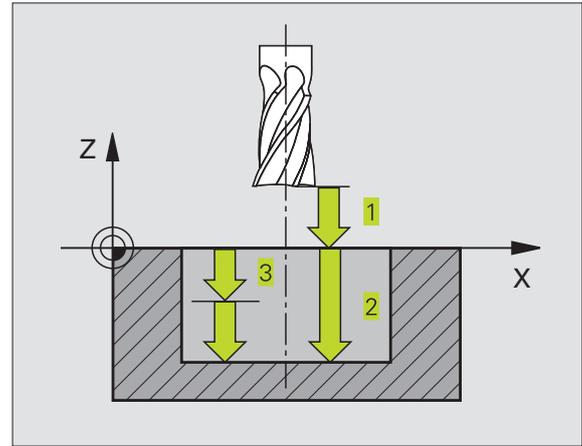
Positionier-Satz auf den Startpunkt in der Spindelachse (Sicherheits-Abstand über Werkstück-Oberfläche) programmieren.

Das Vorzeichen des Parameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn verwenden (DIN 844), oder Vorbohren in der Taschenmitte.



- ▶ Sicherheits-Abstand **1** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze (Startposition) und Werkstück-Oberfläche
- ▶ Frästiefe **2** (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Taschengrund
- ▶ Zustell-Tiefe **3** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Die TNC fährt in einem Arbeitsgang auf die Tiefe wenn:
 - Zustell-Tiefe und Tiefe gleich sind
 - die Zustell-Tiefe größer als die Tiefe ist
- ▶ Vorschub Tiefenzustellung: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Einstechen
- ▶ Kreisradius: Radius der Kreistasche
- ▶ Vorschub F: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs in der Bearbeitungsebene
- ▶ Drehung im Uhrzeigersinn
 DR + : Gleichlauf-Fräsen bei M3
 DR - : Gegenlauf-Fräsen bei M3



KREISTASCHE SCHLICHTEN (Zyklus 214)

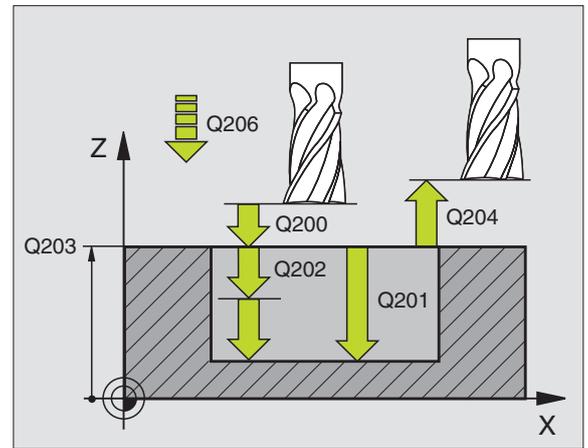
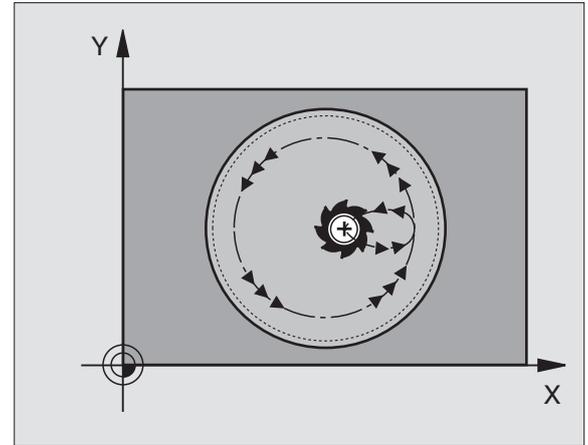
- 1 Die TNC fährt das Werkzeug automatisch in der Spindelachse auf den Sicherheits-Abstand, oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand und anschließend in die Taschenmitte
- 2 Von der Taschenmitte aus fährt das Werkzeug in der Bearbeitungsebene auf den Startpunkt der Bearbeitung. Die TNC berücksichtigt für die Berechnung des Startpunkts den Rohteil-Durchmesser und den Werkzeug-Radius. Falls Sie den Rohteil-Durchmesser mit 0 eingeben, sticht die TNC in der Taschenmitte ein
- 3 Falls das Werkzeug auf dem 2. Sicherheits-Abstand steht, fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang FMAX auf den Sicherheits-Abstand und von dort mit dem Vorschub Tiefenzustellung auf die erste Zustell-Tiefe
- 4 Anschließend fährt das Werkzeug tangential an die Fertigteilkontur und fräst im Gleichlauf einen Umlauf
- 5 Danach fährt das Werkzeug tangential von der Kontur zurück zum Startpunkt in der Bearbeitungsebene
- 6 Dieser Vorgang (4 bis 5) wiederholt sich, bis die programmierte Tiefe erreicht ist
- 7 Am Ende des Zyklus fährt die TNC das Werkzeug mit FMAX auf den Sicherheits-Abstand oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand und anschließend in die Mitte der Tasche (Endposition = Startposition)



Beachten Sie vor dem Programmieren

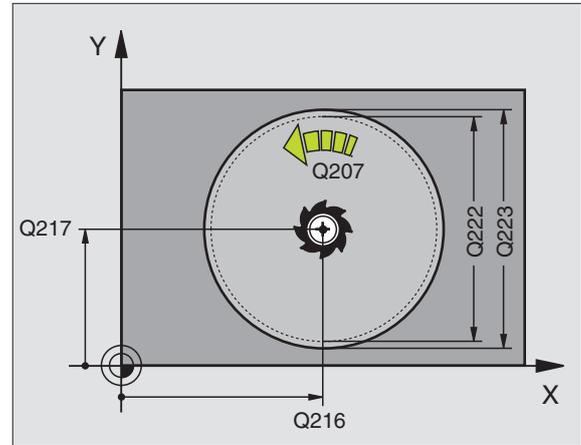
Das Vorzeichen des Parameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

Wenn Sie die Tasche aus dem Vollen heraus schlichten wollen, dann verwenden Sie einen Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn (DIN 844) und geben einen kleinen Vorschub Tiefenzustellung ein.



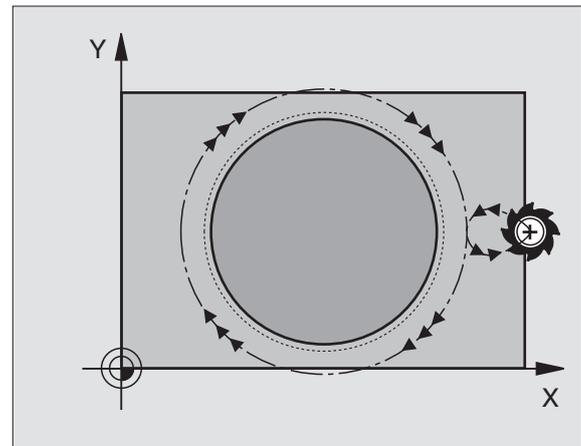
- ▶ Sicherheits-Abstand Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche
- ▶ Tiefe Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Taschengrund
- ▶ Vorschub Tiefenzustellung Q206: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Wenn Sie ins Material eintauchen, dann kleinen Wert eingeben; wenn Sie im Freien eintauchen, dann höheren Wert eingeben
- ▶ Zustell-Tiefe Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird
- ▶ Vorschub Fräsen Q207: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min

- ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ 2. Sicherheits-Abstand Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- ▶ Mitte 1. Achse Q216 (absolut): Mitte der Tasche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ Mitte 2. Achse Q217 (absolut): Mitte der Tasche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ Rohteil-Durchmesser Q222: Durchmesser der vorbearbeiteten Tasche; Rohteil-Durchmesser kleiner als Fertigteil-Durchmesser eingeben. Wenn Sie Q222 = 0 eingeben, dann sticht die TNC in der Taschenmitte ein
- ▶ Fertigteil-Durchmesser Q223: Durchmesser der fertig bearbeiteten Tasche; Fertigteil-Durchmesser größer als Rohteil-Durchmesser und größer als Werkzeug-Durchmesser eingeben



KREISZAPFEN SCHLICHTEN (Zyklus 215)

- 1 Die TNC fährt das Werkzeug automatisch in der Spindelachse auf den Sicherheits-Abstand, oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand und anschließend in die Zapfenmitte
- 2 Von der Zapfenmitte aus fährt das Werkzeug in der Bearbeitungsebene auf den Startpunkt der Bearbeitung. Der Startpunkt liegt den ca 3,5-fachen Werkzeug-Radius rechts vom Zapfen
- 3 Falls das Werkzeug auf dem 2. Sicherheits-Abstand steht, fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang FMAX auf den Sicherheits-Abstand und von dort mit dem Vorschub Tiefen-Zustellung auf die erste Zustell-Tiefe
- 4 Anschließend fährt das Werkzeug tangential an die Fertigteilkontur und fräst im Gleichlauf einen Umlauf
- 5 Danach fährt das Werkzeug tangential von der Kontur weg zurück zum Startpunkt in der Bearbeitungsebene
- 6 Dieser Vorgang (4 bis 5) wiederholt sich, bis die programmierte Tiefe erreicht ist
- 7 Am Ende des Zyklus fährt die TNC das Werkzeug mit FMAX auf den Sicherheits-Abstand oder - falls eingegeben - auf den 2. Sicherheits-Abstand und anschließend in die Mitte der Tasche (Endposition = Startposition)





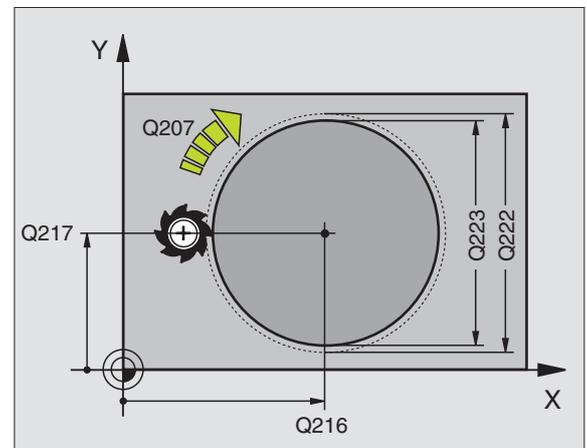
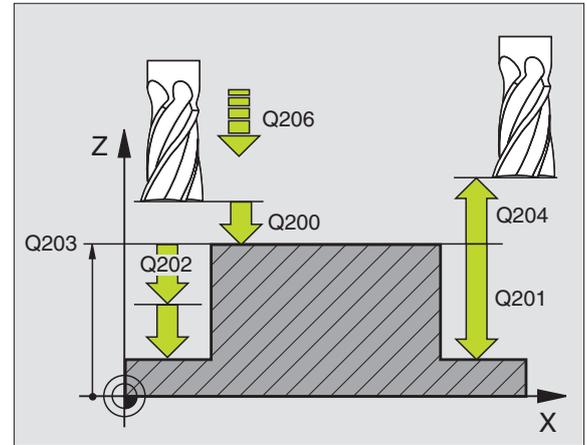
Beachten Sie vor dem Programmieren

Das Vorzeichen des Parameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

Wenn Sie den Zapfen aus dem Vollen heraus umfräsen wollen, dann verwenden Sie einen Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn (DIN 844). Geben Sie dann für den Vorschub Tiefenzustellung einen kleinen Wert ein.



- ▶ Sicherheits-Abstand Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche
- ▶ Tiefe Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Zapfengrund
- ▶ Vorschub Tiefenzustellung Q206: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Wenn Sie ins Material eintauchen, dann kleinen Wert eingeben; wenn Sie im Freien eintauchen, dann höheren Wert eingeben
- ▶ Zustell-Tiefe Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird; Wert größer 0 eingeben
- ▶ Vorschub Fräsen Q207: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ 2. Sicherheits-Abstand Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- ▶ Mitte 1. Achse Q216 (absolut): Mitte des Zapfens in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ Mitte 2. Achse Q217 (absolut): Mitte des Zapfens in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ Rohteil-Durchmesser Q222: Durchmesser des vorbearbeiteten Zapfens; Rohteil-Durchmesser größer als Fertigteil-Durchmesser eingeben
- ▶ Fertigteil-Durchmesser Q223: Durchmesser des fertig bearbeiteten Zapfens; Fertigteil-Durchmesser kleiner als Rohteil-Durchmesser eingeben



NUTENFRAESEN (Zyklus 3)

Schruppen

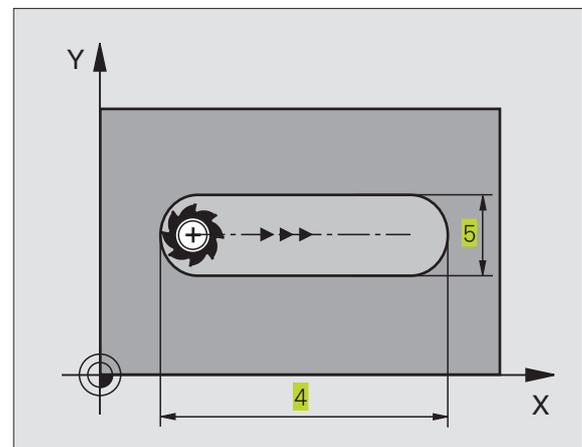
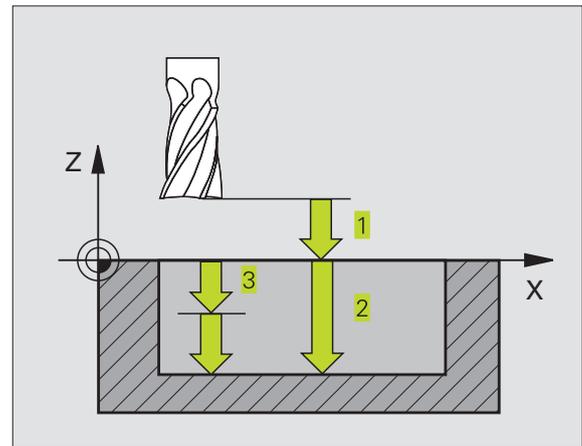
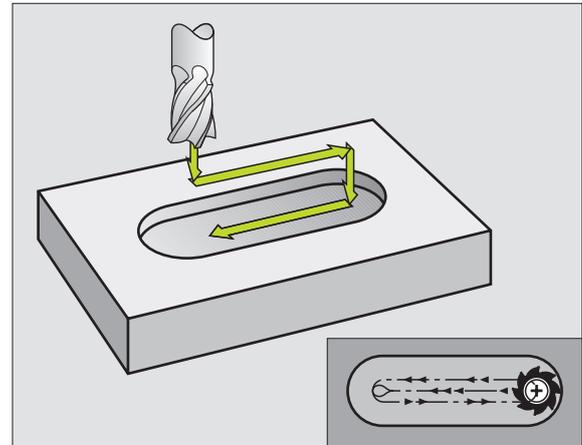
- 1 Die TNC versetzt das Werkzeug um das Schlicht-Aufmaß (halbe Differenz zwischen Nutbreite und Werkzeug-Durchmesser) nach innen. Von dort aus sticht das Werkzeug in das Werkstück ein und fräst in Längsrichtung der Nut
- 2 Am Ende der Nut erfolgt eine Tiefenzustellung und das Werkzeug fräst in Gegenrichtung.

Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die programmierte Frästiefe erreicht ist

Schlichten

- 3 Am Fräsgrund fährt die TNC das Werkzeug auf einer Kreisbahn tangential an die Außenkontur; danach wird die Kontur im Gleichlauf (bei M3) geschlichtet
- 4 Abschließend fährt das Werkzeug im Eilgang FMAX auf den Sicherheits-Abstand zurück

Bei einer ungeraden Anzahl von Zustellungen fährt das Werkzeug im Sicherheits-Abstand zur Startposition



Beachten Sie vor dem Programmieren

Positionier-Satz auf den Startpunkt in der Bearbeitungsebene – Mitte der Nut (2. Seiten-Länge) und um den Werkzeug-Radius versetzt in der Nut – mit Radiuskorrektur R0 programmieren.

Positionier-Satz auf den Startpunkt in der Spindelachse (Sicherheits-Abstand über Werkstück-Oberfläche) programmieren.

Das Vorzeichen des Parameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn verwenden (DIN 844), oder Vorbohren am Startpunkt.

Fräserdurchmesser nicht größer als die Nutbreite und nicht kleiner als die halbe Nutbreite wählen.

- ▶ Sicherheits-Abstand **1** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze (Startposition) und Werkstück-Oberfläche
- ▶ Frästiefe **2** (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Taschengrund
- ▶ Zustell-Tiefe **3** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird; die TNC fährt in einem Arbeitsgang auf die Tiefe wenn:
 - Zustell-Tiefe und Tiefe gleich sind
 - die Zustell-Tiefe größer als die Tiefe ist

- ▶ Vorschub Tiefenzustellung: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Einstechen
- ▶ 1. Seiten-Länge **4**: Länge der Nut; 1. Schnittrichtung durch Vorzeichen festlegen
- ▶ 2. Seiten-Länge **5**: Breite der Nut
- ▶ Vorschub F: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs in der Bearbeitungsebene

NUT (Langloch) mit pendelndem Eintauchen (Zyklus 210)



Beachten Sie vor dem Programmieren

Das Vorzeichen des Parameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

Fräserdurchmesser nicht größer als die Nutbreite und nicht kleiner als ein Drittel der Nutbreite wählen.

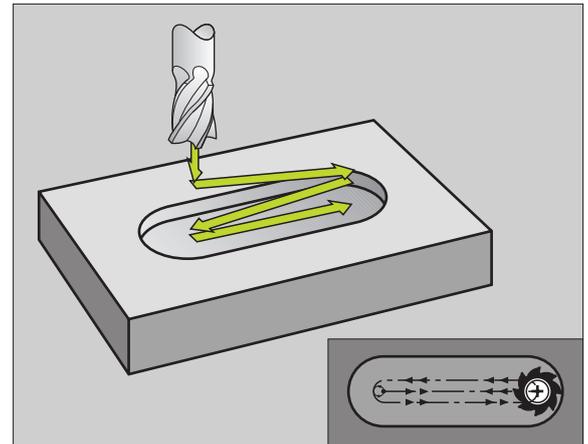
Fräserdurchmesser kleiner als die halbe Nutlänge wählen: Sonst kann die TNC nicht pendelnd eintauchen.

Schruppen

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug im Eilgang in der Spindelachse auf den 2. Sicherheits-Abstand und anschließend ins Zentrum des linken Kreises; von dort aus positioniert die TNC das Werkzeug auf den Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche
- 2 Das Werkzeug fährt mit dem Vorschub Fräsen auf die Werkstück-Oberfläche; von dort aus fährt der Fräser in Längsrichtung der Nut – schräg ins Material eintauchend – zum Zentrum des rechten Kreises
- 3 Anschließend fährt das Werkzeug wieder schräg eintauchend zurück zum Zentrum des linken Kreises; diese Schritte wiederholen sich, bis die programmierte Frästiefe erreicht ist
- 4 Auf der Frästiefe fährt die TNC das Werkzeug zum Planfräsen an das andere Ende der Nut und danach wieder in die Mitte der Nut

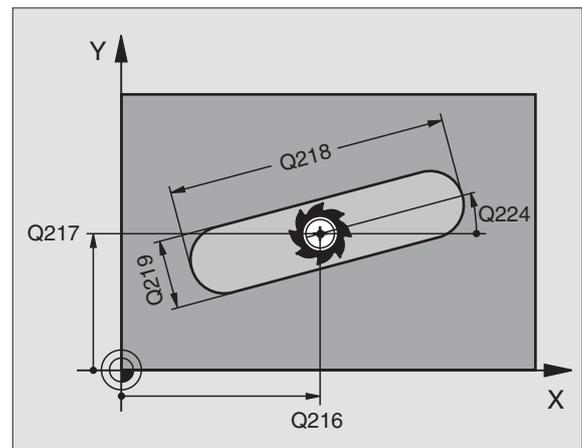
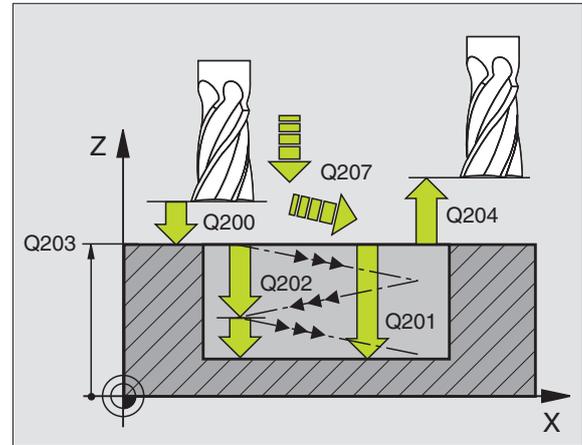
Schlichten

- 5 Von der Mitte der Nut fährt die TNC das Werkzeug tangential an die Fertigungskontur; danach schlichtet die TNC die Kontur im Gleichlauf (bei M3)
- 6 Am Konturende fährt das Werkzeug – tangential von der Kontur weg – zur Mitte der Nut
- 7 Abschließend fährt das Werkzeug im Eilgang FMAX auf den Sicherheits-Abstand zurück und – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand





- ▶ Sicherheits-Abstand Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche
- ▶ Tiefe Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Nutgrund
- ▶ Vorschub Fräsen Q207: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- ▶ Zustell-Tiefe Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug bei einer Pendelbewegung in der Spindelachse insgesamt zugestellt wird
- ▶ Bearbeitungs-Umfang (0/1/2) Q215: Bearbeitungs-Umfang festlegen:
 - 0: Schruppen und Schlichten
 - 1: Nur Schruppen
 - 2: Nur Schlichten
- ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche Q203 (absolut): Koordinate der Werkstück-Oberfläche
- ▶ 2. Sicherheits-Abstand Q204 (inkremental): Z-Koordinate, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- ▶ Mitte 1. Achse Q216 (absolut): Mitte der Nut in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ Mitte 2. Achse Q217 (absolut): Mitte der Nut in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ 1. Seiten-Länge Q218 (Wert parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene): Längere Seite der Nut eingeben
- ▶ 2. Seiten-Länge Q219 (Wert parallel zur Nebenachse der Bearbeitungsebene): Breite der Nut eingeben; wenn Nutbreite gleich Werkzeug-Durchmesser eingegeben, dann schruppt die TNC nur (Langloch fräsen)
- ▶ Drehwinkel Q224 (absolut): Winkel, um den die gesamte Nut gedreht wird; das Drehzentrum liegt im Zentrum der Nut



RUNDE NUT (Langloch) mit pendelndem Eintauchen (Zyklus 211)

Schruppen

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug im Eilgang in der Spindelachse auf den 2. Sicherheits-Abstand und anschließend ins Zentrum des rechten Kreises. Von dort aus positioniert die TNC das Werkzeug auf den eingegebenen Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche
- 2 Das Werkzeug fährt mit dem Vorschub Fräsen auf die Werkstück-Oberfläche; von dort aus fährt der Fräser – schräg ins Material eintauchend – zum anderen Ende der Nut
- 3 Anschließend fährt das Werkzeug wieder schräg eintauchend zurück zum Startpunkt; dieser Vorgang (2 bis 3) wiederholt sich, bis die programmierte Frästiefe erreicht ist
- 4 Auf der Frästiefe fährt die TNC das Werkzeug zum Planfräsen ans andere Ende der Nut

Schlichten

- 5 Zum Schlichten der Nut fährt die TNC das Werkzeug tangential an die Fertigkontur. Danach schlichtet die TNC die Kontur im Gleichlauf (bei M3). Der Startpunkt für den Schlichtvorgang liegt im Zentrum des rechten Kreises.
- 6 Am Konturende fährt das Werkzeug tangential von der Kontur weg
- 7 Abschließend fährt das Werkzeug im Eilgang FMAX auf den Sicherheits-Abstand zurück und – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand



Beachten Sie vor dem Programmieren

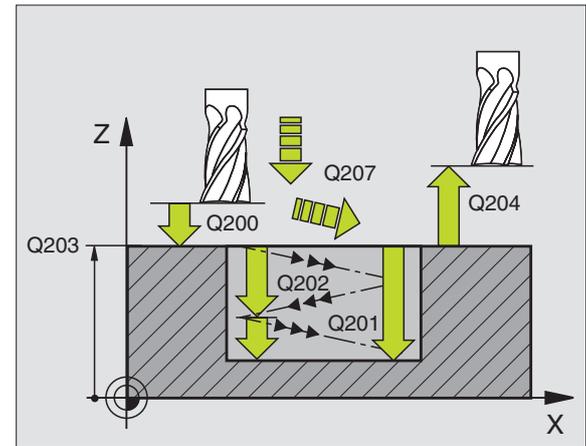
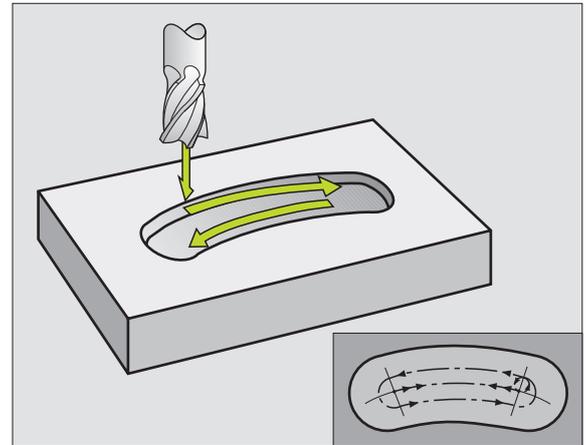
Das Vorzeichen des Parameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

Fräserdurchmesser nicht größer als die Nutbreite und nicht kleiner als ein Drittel der Nutbreite wählen.

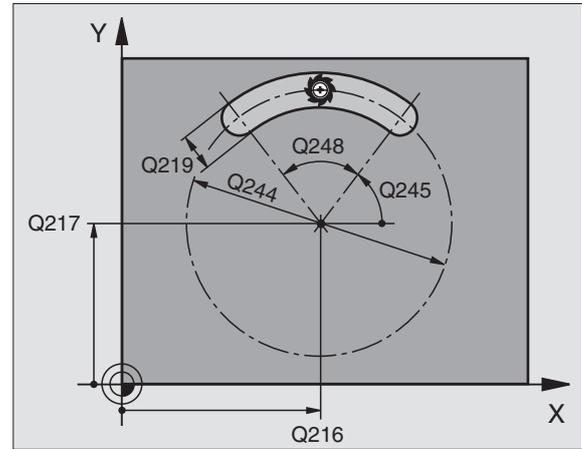
Fräserdurchmesser kleiner als die halbe Nutlänge wählen. Sonst kann die TNC nicht pendelnd eintauchen.



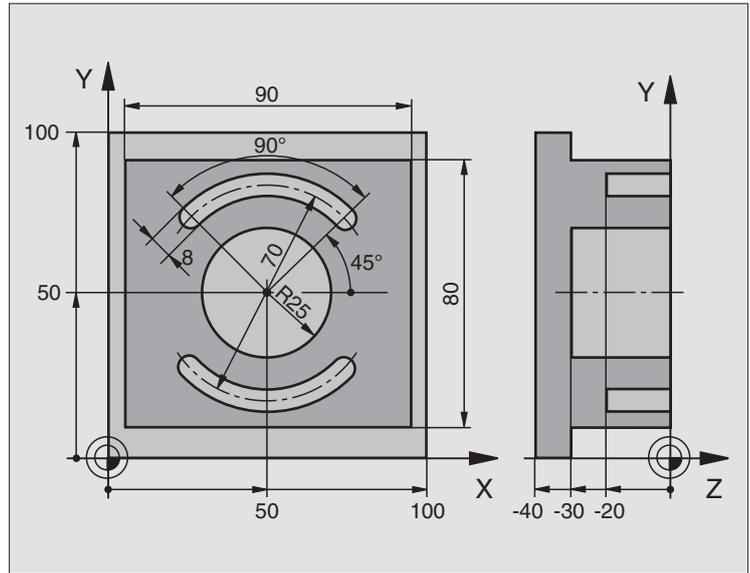
- ▶ Sicherheits-Abstand Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche
- ▶ Tiefe Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Nutgrund
- ▶ Vorschub Fräsen Q207: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- ▶ Zustell-Tiefe Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug bei einer Pendelbewegung in der Spindelachse insgesamt zugestellt wird



- ▶ Bearbeitungs-Umfang (0/1/2) Q215: Bearbeitungs-Umfang festlegen:
0: Schruppen und Schlichten
1: Nur Schruppen
2: Nur Schlichten
- ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche Q203 (absolut): Koordinate der Werkstück-Oberfläche
- ▶ 2. Sicherheits-Abstand Q204 (inkremental): Z-Koordinate, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- ▶ Mitte 1. Achse Q216 (absolut): Mitte der Nut in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ Mitte 2. Achse Q217 (absolut): Mitte der Nut in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ Teilkreis-Durchmesser Q244: Durchmesser des Teilkreises eingeben
- ▶ 2. Seiten-Länge Q219: Breite der Nut eingeben; wenn Nutbreite gleich Werkzeug-Durchmesser eingegeben, dann schruppt die TNC nur (Langloch fräsen)
- ▶ Startwinkel Q245 (absolut): Polarwinkel des Startpunkts eingeben
- ▶ Öffnungs-Winkel der Nut Q248 (inkremental): Öffnungs-Winkel der Nut eingeben



Beispiel: Tasche, Zapfen und Nuten fräsen

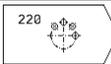
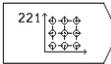


0	BEGIN PGM 210 MM	
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Rohteil-Definition
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3	TOOL DEF 1 L+0 R+6	Werkzeug-Definition Schruppen/Schlichten
4	TOOL DEF 2 L+0 R+3	Werkzeug-Definition Nutenfräser
5	TOOL CALL 1 Z S3500	Werkzeug-Aufruf Schruppen/Schlichten
6	L Z+250 R0 F MAX	Werkzeug freifahren
7	CYCL DEF 213 ZAPFEN SCHLICH.	Zyklus-Definition Außenbearbeitung
	Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
	Q201=-30 ;TIEFE	
	Q206=250 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
	Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
	Q207=250 ;VORSCHUB FRAESEN	
	Q203=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	
	Q204=20 ;2. SICHERHEITS-ABST.	
	Q216=+50 ;MITTE 1. ACHSE	
	Q217=+50 ;MITTE 2. ACHSE	
	Q218=90 ;1. SEITEN-LAENGE	
	Q219=80 ;2. SEITEN-LAENGE	
	Q220=0 ;ECKENRADIUS	
	Q221=5 ;AUFMASS 1. ACHSE	

8	CYCL CALL M3	Zyklus-Aufruf Zapfen
9	CYCL DEF 5.0 KREISTASCHE	Zyklus-Definition Kreistasche
10	CYCL DEF 5.1 ABST 2	
11	CYCL DEF 5.2 TIEFE -30	
12	CYCL DEF 5.3 ZUSTLG 5 F250	
13	CYCL DEF 5.4 RADIUS 25	
14	CYCL DEF 5.5 F400 DR+	
15	L Z+2 RO F MAX M99	Zyklus-Aufruf Kreistasche
16	L Z+250 RO F MAX M6	Werkzeug-Wechsel
17	TOOL CALL 2 Z S5000	Werkzeug-Aufruf Nutenfräser
18	CYCL DEF 211 RUNDE NUT	Zyklus-Definition Nut 1
	Q200=2 ; SICHERHEITS-ABST.	
	Q201=-20 ; TIEFE	
	Q207=250 ; VORSCHUB FRAESEN	
	Q202=5 ; ZUSTELL-TIEFE	
	Q215=0 ; BEARBEITUNGS-UMFANG	
	Q203=+0 ; KOOR. OBERFLAECHE	
	Q204=100 ; 2. SICHERHEITS-ABST.	
	Q216=+50 ; MITTE 1. ACHSE	
	Q217=+50 ; MITTE 2. ACHSE	
	Q244=70 ; TEILKREIS-DURCHM.	
	Q219=8 ; 2. SEITEN-LAENGE	
	Q245=+45 ; STARTWINKEL	
	Q248=90 ; OEFFNUNGSWINKEL	
19	CYCL CALL M3	Zyklus-Aufruf Nut 1
20	CYCL DEF 211 RUNDE NUT	Zyklus-Definition Nut 2
	Q200=2 ; SICHERHEITS-ABST.	
	Q201=-20 ; TIEFE	
	Q207=250 ; VORSCHUB FRAESEN	
	Q202=5 ; ZUSTELL-TIEFE	
	Q215=0 ; BEARBEITUNGS-UMFANG	
	Q203=+0 ; KOOR. OBERFLAECHE	
	Q204=100 ; 2. SICHERHEITS-ABST.	
	Q216=+50 ; MITTE 1. ACHSE	
	Q217=+50 ; MITTE 2. ACHSE	
	Q244=70 ; TEILKREIS-DURCHM.	
	Q219=8 ; 2. SEITEN-LAENGE	
	Q245=+225 ; STARTWINKEL	
	Q248=90 ; OEFFNUNGSWINKEL	
21	CYCL CALL	Zyklus-Aufruf Nut 2
22	L Z+250 RO F MAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
23	END PGM 210 MM	

8.4 Zyklen zum Herstellen von Punktemustern

Die TNC stellt 2 Zyklen zur Verfügung, mit denen Sie Punktemuster fertigen können:

Zyklus	Softkey
220 PUNKTEMUSTER AUF KREIS	
221 PUNKTEMUSTER AUF LINIEN	

Folgende Bearbeitungszyklen können Sie mit den Zyklen 220 und 221 kombinieren:

Zyklus 1	TIEFBOHREN
Zyklus 2	GEWINDEBOHREN mit Ausgleichsfutter
Zyklus 3	NUTENFRAESEN
Zyklus 4	TASCHENFRAESEN
Zyklus 5	KREISTASCHE
Zyklus 17	GEWINDEBOHREN ohne Ausgleichsfutter
Zyklus 200	BOHREN
Zyklus 201	REIBEN
Zyklus 202	AUSDREHEN
Zyklus 203	UNIVERSAL-BOHRZYKLUS
Zyklus 204	RUECKWAERTS-SENKEN
Zyklus 212	TASCHE SCHLICHTEN
Zyklus 213	ZAPFEN SCHLICHTEN
Zyklus 214	KREISTASCHE SCHLICHTEN
Zyklus 215	KREISZAPFEN SCHLICHTEN

PUNKTEMUSTER AUF KREIS (Zyklus 220)

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug im Eilgang von der aktuellen Position zum Startpunkt der ersten Bearbeitung.

Reihenfolge:

- 2. Sicherheits-Abstand anfahren (Spindelachse)
- Startpunkt in der Bearbeitungsebene anfahren
- Auf Sicherheits-Abstand über Werkstück-Oberfläche fahren (Spindelachse)

- 2 Ab dieser Position führt die TNC den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus aus
- 3 Anschließend positioniert die TNC das Werkzeug mit einer Geraden-Bewegung auf den Startpunkt der nächsten Bearbeitung; das Werkzeug steht dabei auf Sicherheits-Abstand (oder 2. Sicherheits-Abstand)
- 4 Dieser Vorgang (1 bis 3) wiederholt sich, bis alle Bearbeitungen ausgeführt sind



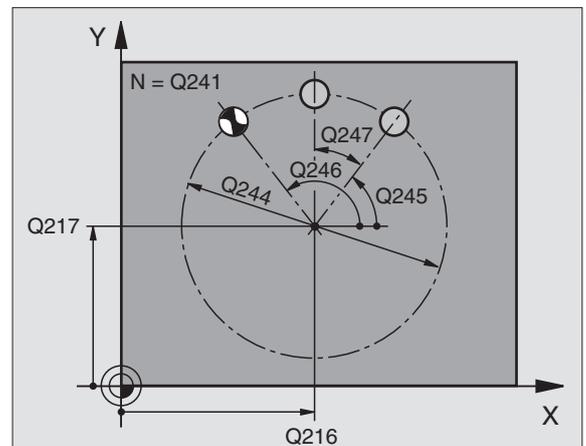
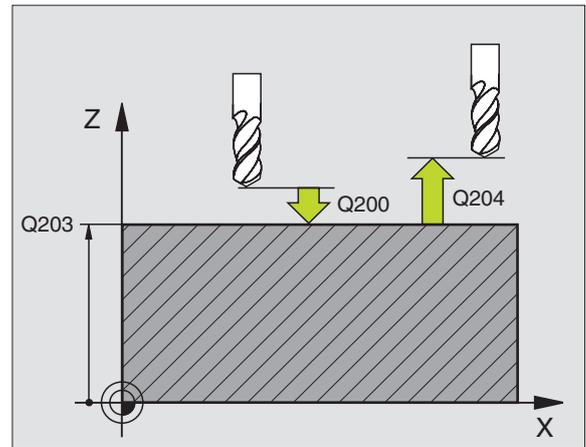
Beachten Sie vor dem Programmieren

Zyklus 220 ist DEF-Aktiv, das heißt, Zyklus 220 ruft automatisch den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus auf.

Wenn Sie einen der Bearbeitungszyklen 200 bis 204 und 212 bis 215 mit Zyklus 220 kombinieren, wirken der Sicherheits-Abstand, die Werkstück-Oberfläche und der 2. Sicherheits-Abstand aus Zyklus 220.



- ▶ Mitte 1. Achse Q216 (absolut): Teilkreis-Mittelpunkt in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ Mitte 2. Achse Q217 (absolut): Teilkreis-Mittelpunkt in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ Teilkreis-Durchmesser Q244: Durchmesser des Teilkreises
- ▶ Startwinkel Q245 (absolut): Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und dem Startpunkt der ersten Bearbeitung auf dem Teilkreis
- ▶ Endwinkel Q246 (absolut): Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und dem Startpunkt der letzten Bearbeitung auf dem Teilkreis; Endwinkel ungleich Startwinkel eingeben; wenn Endwinkel größer als Startwinkel eingegeben, dann Bearbeitung im Gegen-Uhrzeigersinn, sonst Bearbeitung im Uhrzeigersinn



- ▶ Fortschaltwinkel Q247 (inkremental): Winkel zwischen zwei Bearbeitungen auf dem Teilkreis; wenn Fortschaltwinkel gleich null ist, dann berechnet die TNC den Fortschaltwinkel aus START- und Endwinkel; wenn ein Fortschaltwinkel eingegeben ist, dann berücksichtigt die TNC den Endwinkel nicht; das Vorzeichen des Fortschaltwinkels legt die Bearbeitungsrichtung fest (- = Uhrzeigersinn)
- ▶ Anzahl Bearbeitungen Q241: Anzahl der Bearbeitungen auf dem Teilkreis
- ▶ Sicherheits-Abstand Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche; Wert positiv eingeben
- ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ 2. Sicherheits-Abstand Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann; Wert positiv eingeben

PUNKTEMUSTER AUF LINIEN (Zyklus 221)

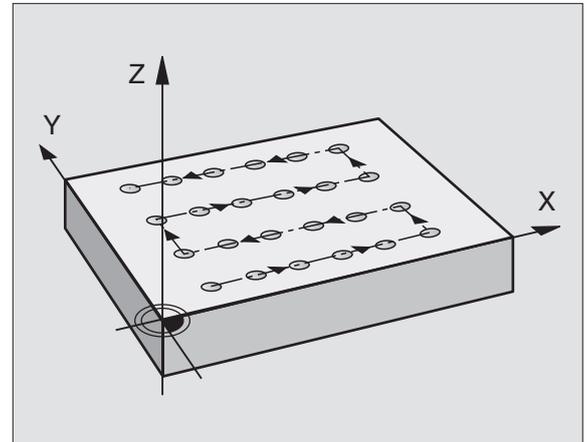


Beachten Sie vor dem Programmieren

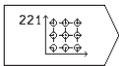
Zyklus 221 ist DEF-Aktiv, das heißt, Zyklus 221 ruft den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus auf.

Wenn Sie einen der Bearbeitungszyklen 200 bis 204 und 212 bis 215 mit Zyklus 221 kombinieren, wirken der Sicherheits-Abstand, die Werkstück-Oberfläche und der 2. Sicherheits-Abstand aus Zyklus 221.

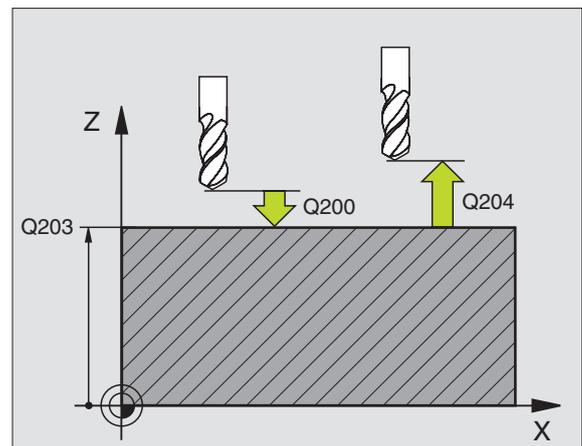
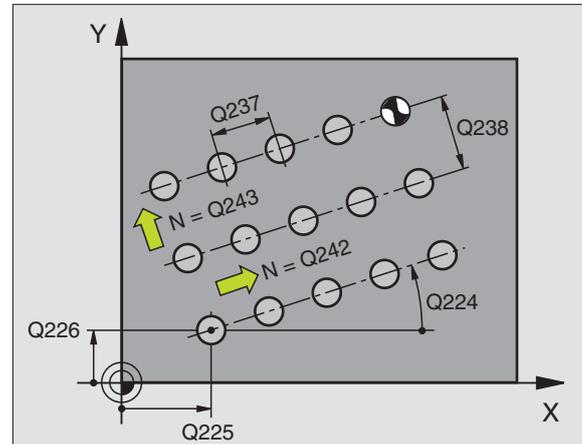
- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug automatisch von der aktuellen Position zum Startpunkt der ersten Bearbeitung
 - Reihenfolge:
 - 2. Sicherheits-Abstand anfahren (Spindelachse)
 - Startpunkt in der Bearbeitungsebene anfahren
 - Auf Sicherheits-Abstand über Werkstück-Oberfläche fahren (Spindelachse)
- 2 Ab dieser Position führt die TNC den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus aus
- 3 Anschließend positioniert die TNC das Werkzeug in positiver Richtung der Hauptachse auf den Startpunkt der nächsten Bearbeitung; das Werkzeug steht dabei auf Sicherheits-Abstand (oder 2. Sicherheits-Abstand)
- 4 Dieser Vorgang (1 bis 3) wiederholt sich, bis alle Bearbeitungen auf der ersten Zeile ausgeführt sind; das Werkzeug steht am letzten Punkt der ersten Zeile



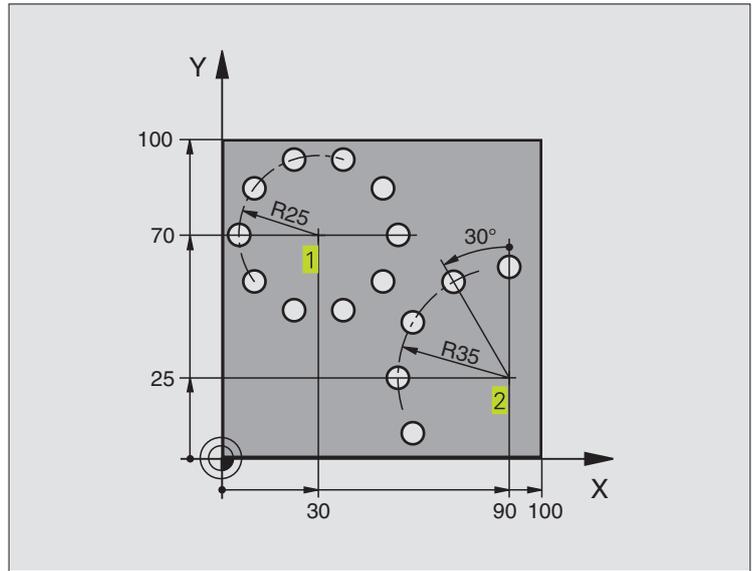
- 5 Danach fährt die TNC das Werkzeug zum letzten Punkt der zweiten Zeile und führt dort die Bearbeitung durch
- 6 Von dort aus positioniert die TNC das Werkzeug in negativer Richtung der Hauptachse auf den Startpunkt der nächsten Bearbeitung
- 7 Dieser Vorgang (5-6) wiederholt sich, bis alle Bearbeitungen der zweiten Zeile ausgeführt sind
- 8 Anschließend fährt die TNC das Werkzeug auf den Startpunkt der nächsten Zeile
- 9 In einer Pendelbewegung werden alle weiteren Zeilen abgearbeitet



- ▶ Startpunkt 1. Achse Q225 (absolut): Koordinate des Startpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ Startpunkt 2. Achse Q226 (absolut): Koordinate des Startpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ Abstand 1. Achse Q237 (inkremental): Abstand der einzelnen Punkte auf der Zeile
- ▶ Abstand 2. Achse Q238 (inkremental): Abstand der einzelnen Zeilen voneinander
- ▶ Anzahl Spalten Q242: Anzahl der Bearbeitungen auf der Zeile
- ▶ Anzahl Zeilen Q243: Anzahl der Zeilen
- ▶ Drehlage Q224 (absolut): Winkel, um den das gesamte Anordnungsbild gedreht wird; das Drehzentrum liegt im Startpunkt
- ▶ Sicherheits-Abstand Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche
- ▶ Koord. Werkstück-Oberfläche Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ 2. Sicherheits-Abstand Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann



Beispiel: Lochkreise



0	BEGIN PGM 3589M	
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Rohteil-Definition
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3	TOOL DEF 1 L+0 R+3	Werkzeug-Definition
4	TOOL CALL 1 Z S3500	Werkzeug-Aufruf
5	L Z+250 R0 F MAX M3	Werkzeug freifahren
6	CYCL DEF 200 BOHREN	Zyklus-Definition Bohren
	Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	Sicherheits-Abstand
	Q201=-15 ;TIEFE	Tiefe
	Q206=250 ;VORSCHUB TIEFENZ.	Vorschub Bohren
	Q202=4 ;ZUSTELL-TIEFE	Zustell-Tiefe
	Q210=0 ;VERWEILZEIT	Verweilzeit oben
	Q203=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	Koordinate Oberfläche
	Q204=0 ;2. SICHERHEITS-ABST.	2. Sicherheits-Abstand

7	CYCL DEF 220 MUSTER KREIS	Zyklus-Definition Lochkreis 1, CYCL 200 wird automatisch gerufen, Q200, Q203 und Q204 wirken aus Zyklus 220
	Q216=+30 ;MITTE 1. ACHSE	
	Q217=+70 ;MITTE 2. ACHSE	
	Q244=50 ;TEILKREIS-DURCHM.	
	Q245=+0 ;STARTWINKEL	
	Q246=+360 ;ENDWINKEL	
	Q247=+0 ;WINKELSCHRITT	
	Q241=10 ;ANZAHL BEARBEITUNGEN	
	Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
	Q203=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	
	Q204=100 ;2. SICHERHEITS-ABST.	
8	CYCL DEF 220 MUSTER KREIS	Zyklus-Definition Lochkreis 2, CYCL 200 wird automatisch gerufen, Q200, Q203 und Q204 wirken aus Zyklus 220
	Q216=+90 ;MITTE 1. ACHSE	
	Q217=+25 ;MITTE 2. ACHSE	
	Q244=70 ;TEILKREIS-DURCHM.	
	Q245=+90 ;STARTWINKEL	
	Q246=+360 ;ENDWINKEL	
	Q247=30 ;WINKELSCHRITT	
	Q241=5 ;ANZAHL BEARBEITUNGEN	
	Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
	Q203=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	
	Q204=100 ;2. SICHERHEITS-ABST.	
9	L Z+250 RO F MAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
10	END PGM 3589 MM	

8.5 Zyklen zum Abzeilen

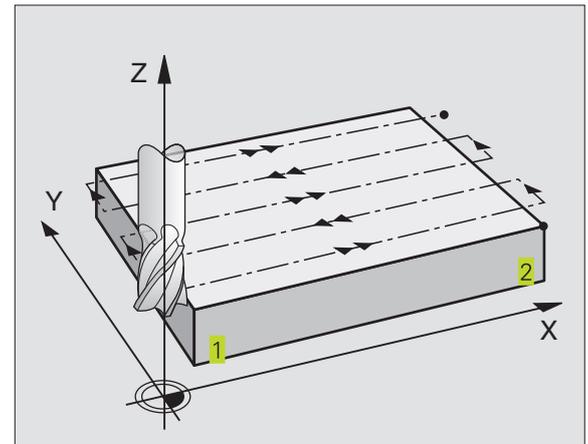
Die TNC stellt zwei Zyklen zur Verfügung, mit denen Sie Flächen mit folgenden Eigenschaften bearbeiten können:

- Eben rechteckig
- Eben schiefwinklig
- Beliebige geneigt
- In sich verwunden

Zyklus	Softkey
230 ABZEILEN Für ebene rechteckige Flächen	
231 REGELFLAECHE Für schiefwinklige, geneigte und verwundene Flächen	

ABZEILEN (Zyklus 230)

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug im Eilgang FMAX von der aktuellen Position aus in der Bearbeitungsebene auf den Startpunkt **1**; die TNC versetzt das Werkzeug dabei um den Werkzeug-Radius nach links und nach oben
- 2 Anschließend fährt das Werkzeug mit FMAX in der Spindelachse auf Sicherheits-Abstand und danach im Vorschub Tiefenzustellung auf die programmierte Startposition in der Spindelachse
- 3 Danach fährt das Werkzeug mit dem programmierten Vorschub Fräsen auf den Endpunkt **2**; den Endpunkt berechnet die TNC aus dem programmierten Startpunkt, der programmierten Länge und dem Werkzeug-Radius
- 4 Die TNC versetzt das Werkzeug mit Vorschub Fräsen QUER auf den Startpunkt der nächsten Zeile; die TNC berechnet den Versatz aus der programmierten Breite und der Anzahl der Schnitte
- 5 Danach fährt das Werkzeug in negative X-Richtung zurück
- 6 Das Abzeilen wiederholt sich, bis die eingegebene Fläche vollständig bearbeitet ist
- 7 Am Ende fährt die TNC das Werkzeug mit FMAX zurück auf den Sicherheits-Abstand

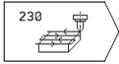




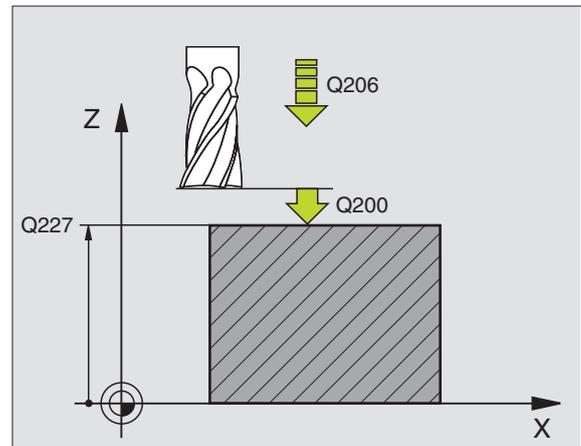
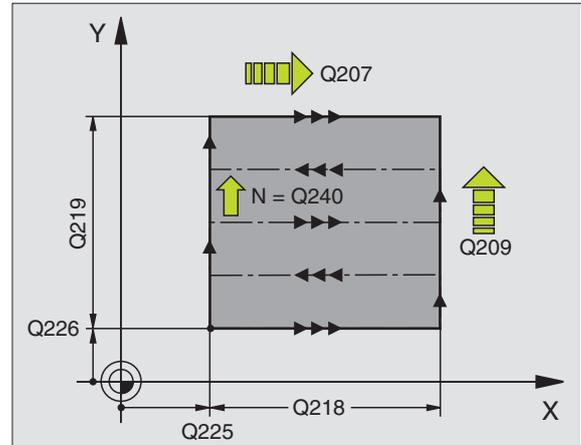
Beachten Sie vor dem Programmieren

Die TNC positioniert das Werkzeug von der aktuellen Position zunächst in der Bearbeitungsebene und anschließend in der Spindelachse auf den Startpunkt 1.

Werkzeug so vorpositionieren, daß keine Kollision mit dem Werkstück oder Spannmitteln erfolgen kann.



- ▶ Startpunkt 1. Achse Q225 (absolut): Min-Punkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ Startpunkt 2. Achse Q226 (absolut): Min-Punkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ Startpunkt 3. Achse Q227 (absolut): Höhe in der Spindelachse, auf der abgezeilt wird
- ▶ 1. Seiten-Länge Q218 (inkremental): Länge der abzuzeilenden Fläche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene, bezogen auf den Startpunkt 1. Achse
- ▶ 2. Seiten-Länge Q219 (inkremental): Länge der abzuzeilenden Fläche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene, bezogen auf den Startpunkt 2. Achse
- ▶ Anzahl Schnitte Q240: Anzahl der Zeilen, auf denen die TNC das Werkzeug in der Breitenverfahren soll
- ▶ Vorschub Tiefenzustellung
Q206:Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren vom Sicherheits-Abstand auf die Frästiefe in mm/min
- ▶ Vorschub Fräsen Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- ▶ Vorschub quer Q209: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf die nächste Zeile in mm/min; wenn Sie im Material quer fahren, dann Q209 kleiner als Q207 eingeben; wenn Sie im Freien quer fahren, dann darf Q209 größer als Q207 sein
- ▶ Sicherheits-Abstand Q200 (inkremental): zwischen Werkzeugspitze und Frästiefe für Positionierung am Zyklus-Anfang und am Zyklus-Ende



REGELFLAECHE (Zyklus 231)

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug von der aktuellen Position aus mit einer 3D-Geradenbewegung auf den Startpunkt **1**
- 2 Anschließend fährt das Werkzeug mit dem programmierten Vorschub Fräsen auf den Endpunkt **2**
- 3 Dort fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang FMAX um den Werkzeug-Durchmesser in positive Spindelachsenrichtung und danach wieder zurück zum Startpunkt **1**
- 4 Am Startpunkt **1** fährt die TNC das Werkzeug wieder auf den zuletzt gefahrenen Z-Wert
- 5 Anschließend versetzt die TNC das Werkzeug in allen drei Achsen von Punkt **1** in Richtung des Punktes **4** auf die nächste Zeile
- 6 Danach fährt die TNC das Werkzeug auf den Endpunkt dieser Zeile. Den Endpunkt berechnet die TNC aus Punkt **2** und einem Versatz in Richtung Punkt **3**
- 7 Das Abzeilen wiederholt sich, bis die eingegebene Fläche vollständig bearbeitet ist
- 8 Am Ende positioniert die TNC das Werkzeug um den Werkzeug-Durchmesser über den höchsten eingegebenen Punkt in der Spindelachse

Schnittführung

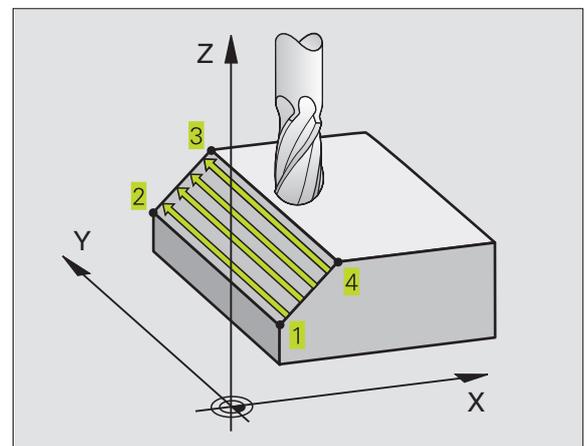
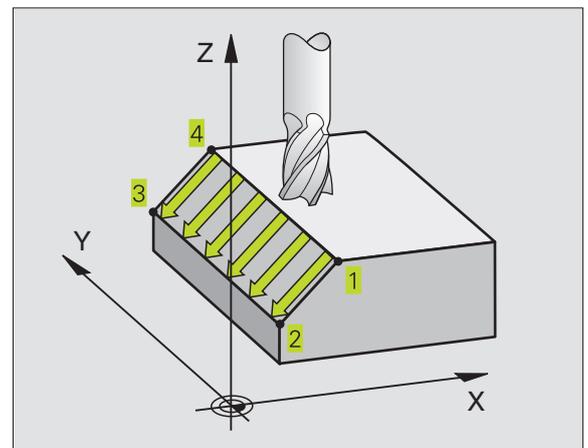
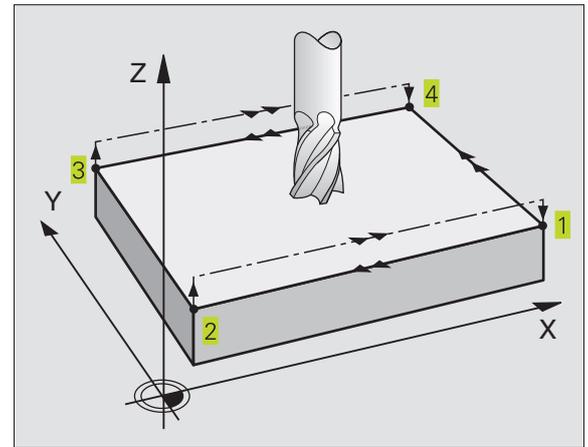
Der Startpunkt und damit die Fräsrichtung ist frei wählbar, weil die TNC die Einzelschnitte grundsätzlich von Punkt **1** nach Punkt **2** fährt und der Gesamtverlauf von Punkt **1** / **2** nach Punkt **3** / **4** verläuft. Sie können Punkt **1** an jede Ecke der zu bearbeitenden Fläche legen.

Die Oberflächengüte beim Einsatz von Schafffräsern können Sie optimieren:

- Durch stoßenden Schnitt (Spindelachsenkoordinate Punkt **1** größer als Spindelachsenkoordinate Punkt **2**) bei wenig geneigten Flächen.
- Durch ziehenden Schnitt (Spindelachsenkoordinate Punkt **1** kleiner als Spindelachsenkoordinate Punkt **2**) bei stark geneigten Flächen
- Bei windschiefen Flächen, Hauptbewegungs-Richtung (von Punkt **1** nach Punkt **2**) in die Richtung der stärkeren Neigung legen. Siehe Bild rechts Mitte.

Die Oberflächengüte beim Einsatz von Radiusfräsern können Sie optimieren:

- Bei windschiefen Flächen Hauptbewegungs-Richtung (von Punkt **1** nach Punkt **2**) senkrecht zur Richtung der stärksten Neigung legen. Siehe Bild rechts unten.



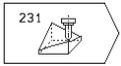


Beachten Sie vor dem Programmieren

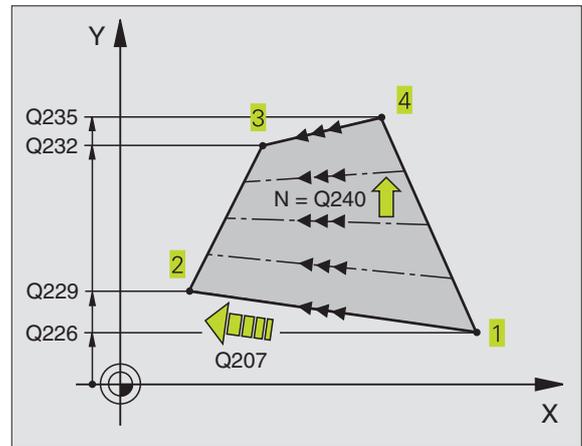
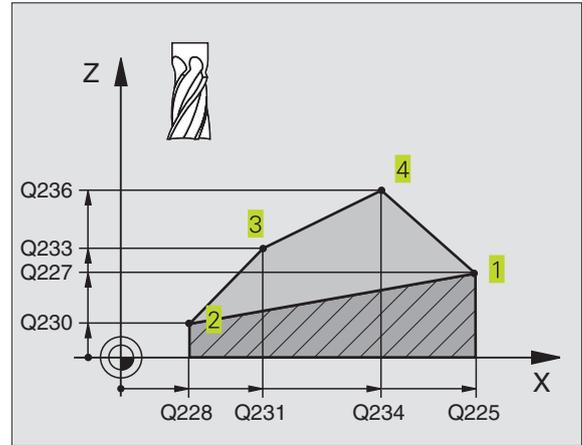
Die TNC positioniert das Werkzeug von der aktuellen Position mit einer 3D-Geradenbewegung auf den Startpunkt **1**. Werkzeug so vorpositionieren, daß keine Kollision mit dem Werkstück oder Spannmitteln erfolgen kann.

Die TNC fährt das Werkzeug mit Radiuskorrektur R0 zwischen den eingegebenen Positionen

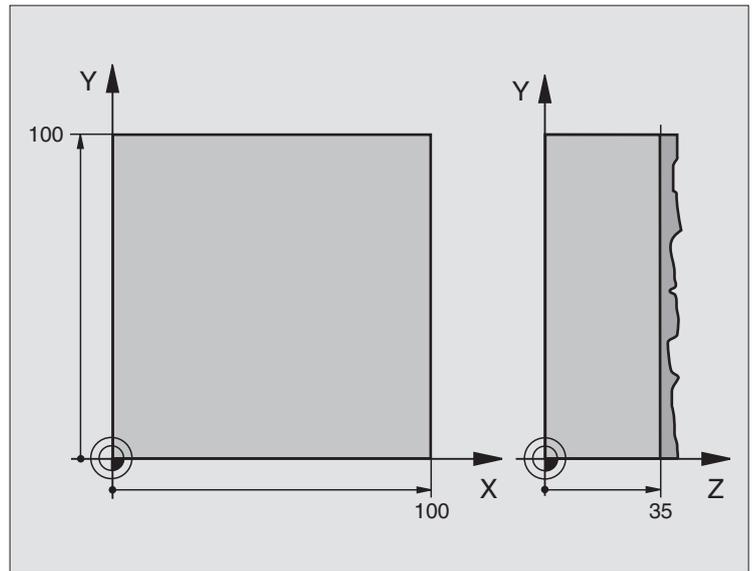
Ggf. Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn verwenden (DIN 844).



- ▶ Startpunkt 1. Achse Q225 (absolut): Startpunkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ Startpunkt 2. Achse Q226 (absolut): Startpunkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ Startpunkt 3. Achse Q227 (absolut): Startpunkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Spindelachse
- ▶ 2. Punkt 1. Achse Q228 (absolut): Endpunkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ 2. Punkt 2. Achse Q229 (absolut): Endpunkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ 2. Punkt 3. Achse Q230 (absolut): Endpunkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Spindelachse
- ▶ 3. Punkt 1. Achse Q231 (absolut): Koordinate des Punktes **3** in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ 3. Punkt 2. Achse Q232 (absolut): Koordinate des Punktes **3** in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ 3. Punkt 3. Achse Q233 (absolut): Koordinate des Punktes **3** in der Spindelachse
- ▶ 4. Punkt 1. Achse Q234 (absolut): Koordinate des Punktes **4** in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ 4. Punkt 2. Achse Q235 (absolut): Koordinate des Punktes **4** in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ 4. Punkt 3. Achse Q236 (absolut): Koordinate des Punktes **4** in der Spindelachse
- ▶ Anzahl Schnitte Q240: Anzahl der Zeilen, die die TNC das Werkzeug zwischen Punkt **1** und **4**, bzw. zwischen Punkt **2** und **3** verfahren soll
- ▶ Vorschub Fräsen Q207: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen der ersten Zeile in mm/ min; die TNC berechnet den Vorschub für alle weiteren Zeilen abhängig von der seitlichen Zustellung des Werkzeugs (Versatz kleiner als Werkzeug-Radius = höherer Vorschub, große seitliche Zustellung = niedrigerer Vorschub)



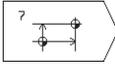
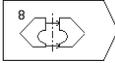
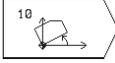
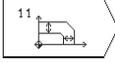
Beispiel: Abzeilen



0	BEGIN PGM 230 MM	
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z+0	Rohteil-Definition
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+40	
3	TOOL DEF 1 L+0 R+5	Werkzeug-Definition
4	TOOL CALL 1 Z S3500	Werkzeug-Aufruf
5	L Z+250 R0 F MAX	Werkzeug freifahren
6	CYCL DEF 230 ABZEILEN	Zyklus-Definition Abzeilen
	Q225=+0 ;STARTPUNKT 1. ACHSE	Startpunkt X-Achse
	Q226=+0 ;STARTPUNKT 2. ACHSE	Startpunkt Y-Achse
	Q227=+35 ;STARTPUNKT 3. ACHSE	Startpunkt Z-Achse
	Q218=100 ;1. SEITEN-LAENGE	1. Seiten-Länge
	Q219=100 ;2. SEITEN-LAENGE	2. Seiten-Länge
	Q240=25 ;ANZAHL SCHNITTE	Anzahl Schnitte
	Q206=250 ;VORSCHUB TIEFENZ.	Vorschub Tiefenzustellung
	Q207=400 ;VORSCHUB FRAESEN	Vorschub Fräsen
	Q209=150 ;VORSCHUB QUER	Vorschub Querststellung
	Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	Sicherheits-Abstand
7	L X-25 Y+0 R0 F MAX M3	Vorpositionieren in die Nähe des Startpunkts
8	CYCL CALL	Zyklus-Aufruf
9	L Z+250 R0 F MAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
10	END PGM 230 MM	

8.6 Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung

Mit Koordinaten-Umrechnungen kann die TNC eine einmal programmierte Kontur an verschiedenen Stellen des Werkstücks mit veränderter Lage und Größe ausführen. Die TNC stellt folgende Koordinaten-Umrechnungszyklen zur Verfügung:

Zyklus	Softkey
7 NULLPUNKT Konturen verschieben direkt im Programm	
8 SPIEGELN Konturen spiegeln	
10 DREHUNG Konturen in der Bearbeitungsebene drehen	
11 MASSFAKTOR Konturen verkleinern oder vergrößern	

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.

Koordinaten-Umrechnung rücksetzen:

- Zyklus mit Werten für das Grundverhalten erneut definieren, z.B. Maßfaktor 1,0
- Zusatzfunktionen M02, M30 oder den Satz END PGM ausführen (abhängig von Maschinenparameter 7300)
- Neues Programm wählen

NULLPUNKT-Verschiebung (Zyklus 7)

Mit der NULLPUNKT-Verschiebung können Sie Bearbeitungen an beliebigen Stellen des Werkstücks wiederholen.

Wirkung

Nach einer Zyklus-Definition NULLPUNKT-Verschiebung beziehen sich alle Koordinaten-Eingaben auf den neuen Nullpunkt. Die Verschiebung in jeder Achse zeigt die TNC in der zusätzlichen Status-Anzeige an.



► Verschiebung : Koordinaten des neuen Nullpunkts eingeben; Absolutwerte beziehen sich auf den Werkstück-Nullpunkt, der durch das Bezugspunkt-Setzen festgelegt ist; Inkrementalwerte beziehen sich immer auf den zuletzt gültigen Nullpunkt – dieser kann bereits verschoben sein



► REF: Softkey REF drücken (2. Softkey-Leiste), dann bezieht sich der programmierte Nullpunkt auf den Maschinen-Nullpunkt. Die TNC kennzeichnet in diesem Fall den ersten Zyklus-Satz mit REF

Rücksetzen

Die Nullpunkt-Verschiebung mit den Koordinatenwerten $X=0$, $Y=0$ und $Z=0$ hebt eine Nullpunkt-Verschiebung wieder auf.

Status-Anzeigen

Wenn sich Nullpunkte auf den Maschinen-Nullpunkt beziehen, dann

- bezieht sich die Positions-Anzeige auf den aktiven (verschobenen) Nullpunkt
- bezieht sich der angezeigte Nullpunkt in der zusätzlichen Status-Anzeige auf den Maschinen-Nullpunkt, wobei die TNC den manuell gesetzten Bezugspunkt mit einrechnet

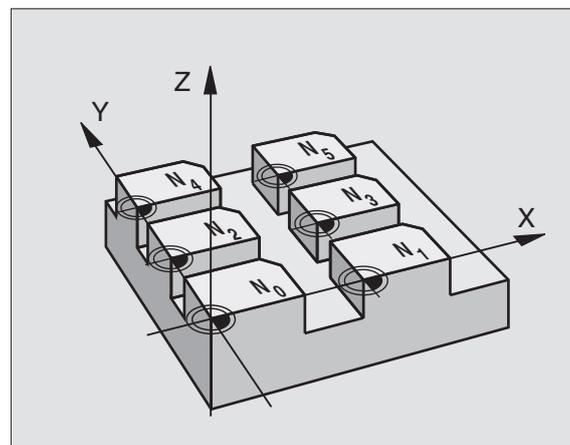
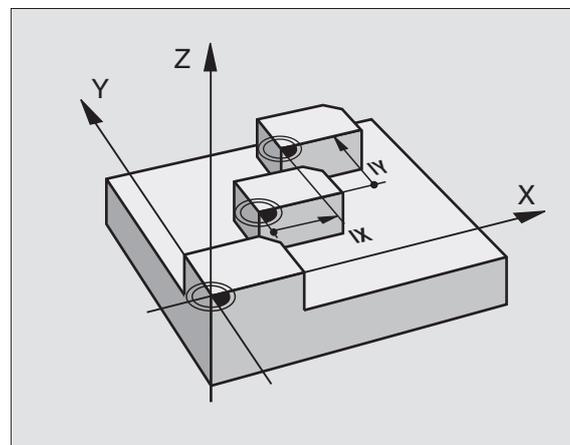
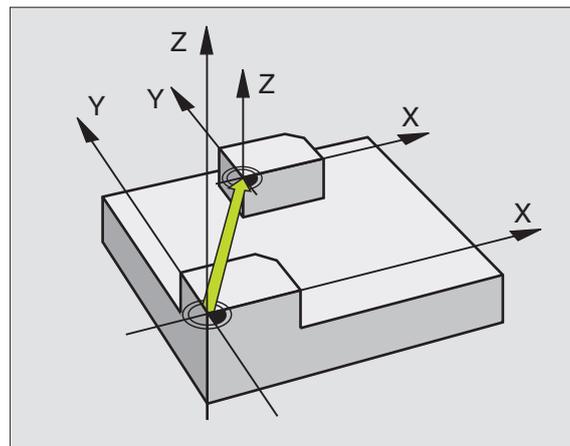
NULLPUNKT-Verschiebung mit Nullpunkt-Tabellen (Zyklus 7)



Nullpunkte aus der Nullpunkt-Tabelle können sich auf den aktuellen Bezugspunkt oder den Maschinen-Nullpunkt beziehen (abhängig von Maschinen-Parameter 7475)

Die Koordinaten-Werte aus Nullpunkt-Tabellen sind ausschließlich absolut wirksam.

Beachten Sie, daß sich die Nullpunkt-Nummern verschieben, wenn Sie Zeilen in bestehende Nullpunkt-Tabellen einfügen (ggf. NC-Programm ändern).

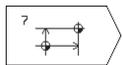


Anwendung

Nullpunkt-Tabellen setzen Sie ein bei

- häufig wiederkehrenden Bearbeitungsgängen an verschiedenen Werkstück-Positionen oder
- bei häufiger Verwendung derselben Nullpunkt-Verschiebung

Innerhalb eines Programms können Sie Nullpunkte sowohl direkt in der Zyklus-Definition programmieren als auch aus einer Nullpunkt-Tabelle heraus aufrufen.



► Zyklus 7 definieren



► Softkey zur Eingabe der Nullpunkt-Nummer drücken, Nullpunkt-Nummer eingeben, mit Taste END bestätigen

NC-Beispielsätze:

77 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT

78 CYCL DEF 7.1 #12

Rücksetzen

- Aus der Nullpunkt-Tabelle Verschiebung zu den Koordinaten X=0; Y=0 etc. aufrufen.
- Verschiebung zu den Koordinaten X=0; Y=0 etc. direkt mit einer Zyklus-Definition aufrufen.

Nullpunkt-Tabelle im NC-Programm wählen

Mit der Funktion SEL TABLE wählen Sie die Nullpunkt-Tabelle, aus der die TNC die Nullpunkte entnimmt:



► Softkey NULLPUNKT TABELLE drücken

► Name der Nullpunkt-Tabelle eingeben, mit Taste END bestätigen

Nullpunkt-Tabelle editieren

Die Nullpunkt-Tabelle wählen Sie in der Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren



► Datei-Verwaltung aufrufen: Softkey PGM NAME drücken; siehe auch „4.2 Datei-Verwaltung“

► Schieben Sie das Hellfeld auf eine beliebige Nullpunkt-Tabelle. Bestätigen Sie mit der Taste ENT

► Datei editieren: siehe Tabelle Editierfunktionen

Nullpunkt-Tabelle verlassen

- Datei-Verwaltung aufrufen und eine Datei eines anderen Typs wählen, z.B. ein Bearbeitungs-Programm

Editierfunktionen	Taste / Softkey
Achse wählen	
Zeilenweise blättern nach unten	
Zeilenweise blättern nach oben	
Seitenweise blättern nach oben	
Seitenweise blättern nach unten	
Ein Wort nach rechts springen	
Ein Wort nach links springen	
Aktuelle Position übernehmen, z.B. für die Z-Achse	
Eingebare Anzahl Zeilen einfügen	
Aktuelle Zeile löschen und zwischenspeichern	
Eine neue Zeile einfügen, bzw. zuletzt gelöschte Zeile einfügen	
Zum Tabellen-Anfang springen	
Ans Tabellen-Ende springen	

SPIEGELN (Zyklus 8)

Die TNC kann Bearbeitung in der Bearbeitungsebene spiegelbildlich ausführen. Siehe Bild rechts oben.

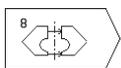
Wirkung

Die Spiegelung wirkt ab ihrer Definition im Programm. Sie wirkt auch in der Betriebsart Positionieren mit Handeingabe. Die TNC zeigt aktive Spiegelachsen in der zusätzlichen Status-Anzeige an.

- Wenn Sie nur eine Achse spiegeln, ändert sich der Umlaufsinn des Werkzeugs. Dies gilt nicht bei Bearbeitungszyklen.
- Wenn Sie zwei Achsen spiegeln, bleibt der Umlaufsinn erhalten.

Das Ergebnis der Spiegelung hängt von der Lage des Nullpunkts ab:

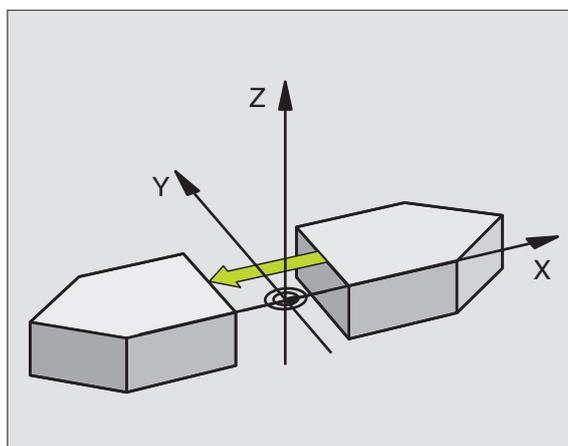
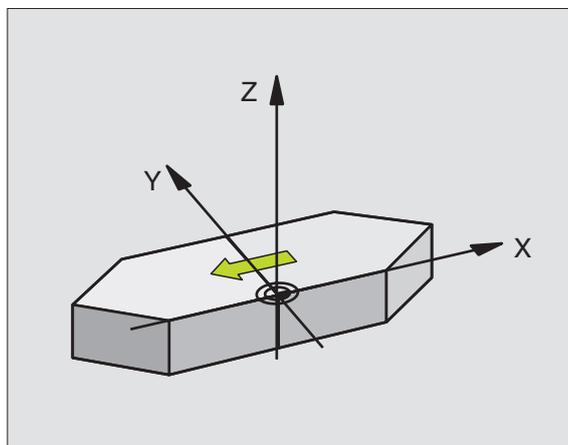
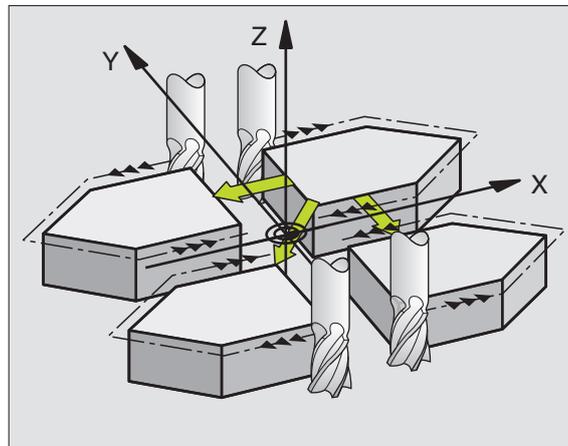
- Nullpunkt liegt auf der zu spiegelnden Kontur: Das Element wird direkt am Nullpunkt gespiegelt; siehe Bild rechts Mitte
- Nullpunkt liegt außerhalb der zu spiegelnden Kontur: Das Element verlagert sich zusätzlich; siehe Bild rechts unten



▶ Gespiegelte Achse?: Achse eingeben, die gespiegelt werden soll; Sie können die Spindelachse nicht spiegeln

Rücksetzen

Zyklus SPIEGELN ohne Achsangabe erneut programmieren.



DREHUNG (Zyklus 10)

Innerhalb eines Programms kann die TNC das Koordinatensystem in der Bearbeitungsebene um den aktiven Nullpunkt drehen.

Wirkung

Die DREHUNG wirkt ab ihrer Definition im Programm. Sie wirkt auch in der Betriebsart Positionieren mit Handeingabe. Die TNC zeigt den aktiven Drehwinkel in der zusätzlichen Status-Anzeige an.

Bezugsachse für den Drehwinkel:

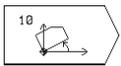
- X/Y-Ebene X-Achse
- Y/Z-Ebene Y-Achse
- Z/X-Ebene Spindelachse



Beachten Sie vor dem Programmieren

Die TNC hebt eine aktive Radius-Korrektur durch Definieren von Zyklus 10 auf. Ggf. Radius-Korrektur erneut programmieren.

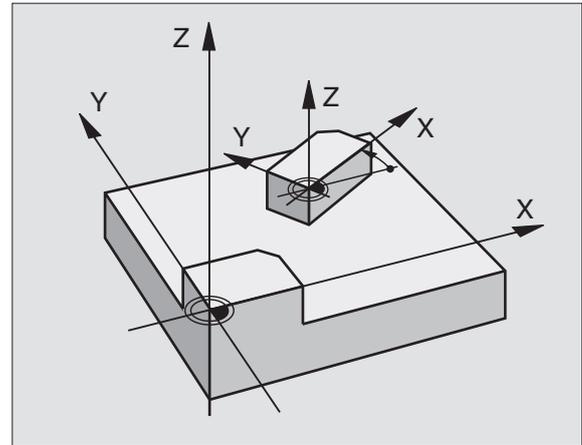
Nachdem Sie Zyklus 10 definiert haben, verfahren Sie beide Achsen der Bearbeitungsebene, um die Drehung zu aktivieren.



- Drehung: Drehwinkel in Grad (°) eingeben.
Eingabe-Bereich: -360° bis +360° (absolut oder inkremental)

Rücksetzen

Zyklus DREHUNG mit Drehwinkel 0° erneut programmieren.



MASSFaktor (Zyklus 11)

Die TNC kann innerhalb eines Programms Konturen vergrößern oder verkleinern. So können Sie beispielsweise Schrumpf- und Aufmaß-Faktoren berücksichtigen.

Wirkung

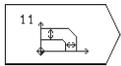
Der Maßfaktor wirkt ab seiner Definition im Programm. Er wirkt auch in der Betriebsart Positionieren mit Handeingabe. Die TNC zeigt den aktiven Maßfaktor in der zusätzlichen Status-Anzeige an.

Der Maßfaktor wirkt

- in der Bearbeitungsebene, oder auf alle drei Koordinatenachsen gleichzeitig (abhängig von Maschinenparameter 7410)
- auf Maßangaben in Zyklen
- auch auf Parallelachsen U,V,W

Voraussetzung

Vor der Vergrößerung bzw. Verkleinerung sollte der Nullpunkt auf eine Kante oder Ecke der Kontur verschoben werden.



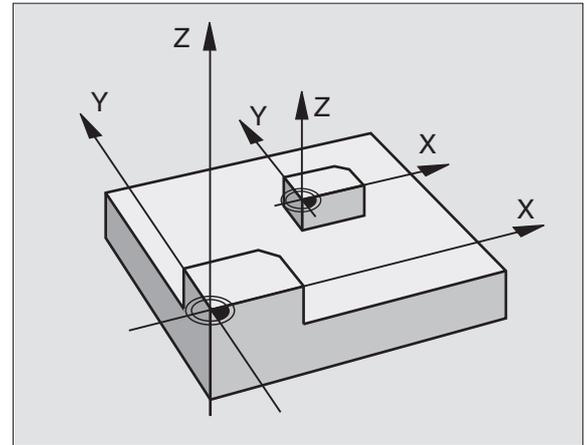
- Faktor?: Faktor SCL eingeben (engl.: scaling); die TNC multipliziert Koordinaten und Radien mit SCL (wie in „Wirkung“ beschrieben)

Vergrößern: SCL größer als 1 bis 99,999 999

Verkleinern: SCL kleiner als 1 bis 0,000 001

Rücksetzen

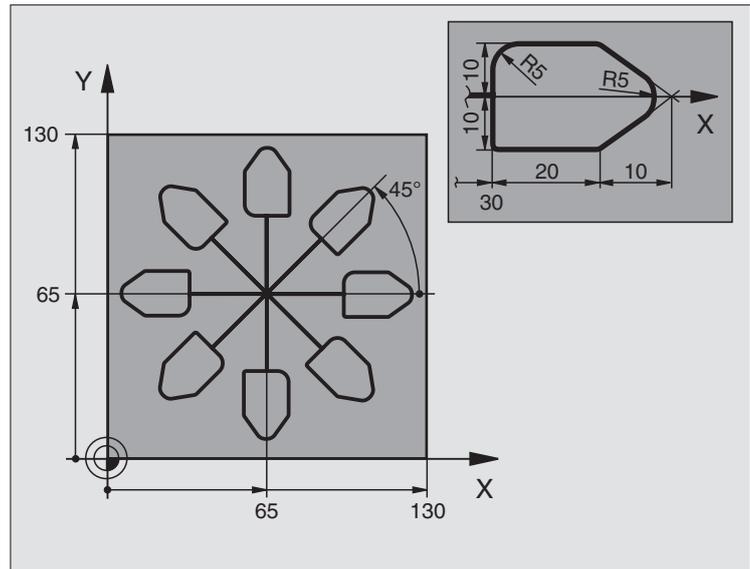
Zyklus MASSFAKTOR mit Faktor 1 erneut programmieren.



Beispiel: Koordinaten-Umrechnungszyklen

Programm-Ablauf

- Koordinaten-Umrechnungen im Hauptprogramm
- Bearbeitung im Unterprogramm 1 (siehe „9 Programmieren: Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen“)



0	BEGIN PGM 11 MM	
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition
2	BLK FORM 0.2 X+130 Y+130 Z+0	
3	TOOL DEF 1 L+0 R+1	Werkzeug-Definition
4	TOOL CALL 1 Z S4500	Werkzeug-Aufruf
5	L Z+250 RO F MAX	Werkzeug freifahren
6	CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	Nullpunkt-Verschiebung ins Zentrum
7	CYCL DEF 7.1 X+65	
8	CYCL DEF 7.2 Y+65	
9	CALL LBL 1	Fräsbearbeitung aufrufen
10	LBL 10	Marke für Programmteil-Wiederholung setzen
11	CYCL DEF 10.0 DREHUNG	Drehung um 45° inkremental
12	CYCL DEF 10.1 IROT+45	
13	CALL LBL 1	Fräsbearbeitung aufrufen
14	CALL LBL 10 REP 6/6	Rücksprung zu LBL 10; insgesamt sechsmal
15	CYCL DEF 10.0 DREHUNG	Drehung rücksetzen
16	CYCL DEF 10.1 ROT+0	
17	CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	Nullpunkt-Verschiebung rücksetzen
18	CYCL DEF 7.1 X+0	
19	CYCL DEF 7.2 Y+0	
20	L Z+250 RO F MAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende

8.6 Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung

21	LBL 1	Unterprogramm 1:
22	L X+0 Y+0 R0 F MAX	Festlegung der Fräsbearbeitung
23	L Z+2 R0 F MAX M3	
24	L Z-5 R0 F200	
25	L X+30 RL	
26	L IY+10	
27	RND R5	
28	L IX+20	
29	L IX+10 IY-10	
30	RND R5	
31	L IX-10 IY-10	
32	L IX-20	
33	L IY+10	
34	L X+0 Y+0 R0 F500	
35	L Z+20 R0 F MAX	
36	LBL 0	
37	END PGM 11 MM	

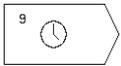
8.7 Sonder-Zyklen

VERWEILZEIT (Zyklus 9)

In einem laufenden Programm arbeitet die TNC den nachfolgenden Satz erst nach der programmierten Verweilzeit ab. Eine Verweilzeit kann beispielsweise zum Spanbrechen dienen.

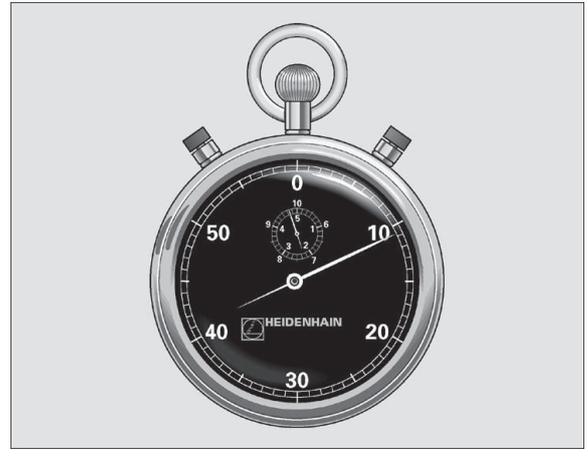
Wirkung

Der Zyklus wirkt ab seiner Definition im Programm. Modal wirkende (bleibende) Zustände werden dadurch nicht beeinflusst, wie z.B. die Drehung der Spindel.



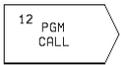
Verweilzeit in Sekunden: Verweilzeit in Sekunden eingeben

Eingabebereich 0 bis 30 000 s (etwa 8,3 Stunden) in 0,001 s-Schritten



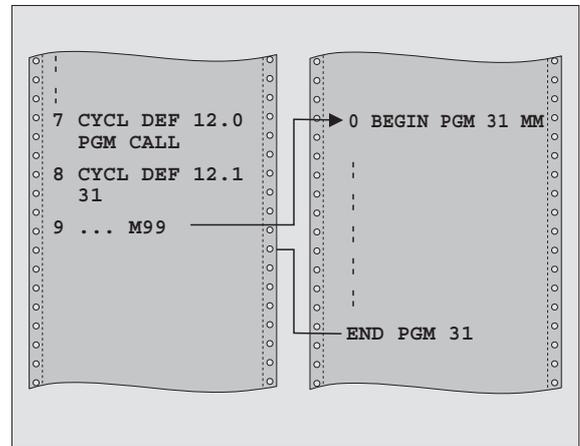
PROGRAMM-AUFRUF (Zyklus 12)

Sie können beliebige Bearbeitungs-Programme, wie z.B. spezielle Bohrzyklen oder Geometrie-Module, einem Bearbeitungs-Zyklus gleichstellen. Sie rufen dieses Programm dann wie einen Zyklus auf.



Programm-Name: Nummer des aufzurufenden Programms

- Das Programm rufen Sie auf mit
- CYCL CALL (separater Satz) oder
- M99 (satzweise) oder
- M89 (wird nach jedem Positionier-Satz ausgeführt)



Beispiel: Programm-Aufruf

Aus einem Programm soll ein über Zyklus aufrufbares Programm 50 gerufen werden.

NC-Beispielsätze

55 CYCL DEF 12.0 PGM CALL

Festlegung:

56 CYCL DEF 12.1 PGM 50

„Programm 50 ist ein Zyklus“

57 L X+20 Y+50 FMAX M99

Aufruf von Programm 50

SPINDEL-ORIENTIERUNG (Zyklus 13)

Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller für den Zyklus 13 vorbereitet sein.

Die TNC kann die Hauptspindel einer Werkzeugmaschine als 4. Achse ansteuern und in eine durch einen Winkel bestimmte Position drehen.

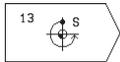
Die Spindel-Orientierung wird z.B. benötigt

- zum Ausrichten des Sende- und Empfangsfensters von 3D-Tastsystemen mit Infrarot-Übertragung

Wirkung

Die im Zyklus definierte Winkelstellung positioniert die TNC durch Programmieren von M19.

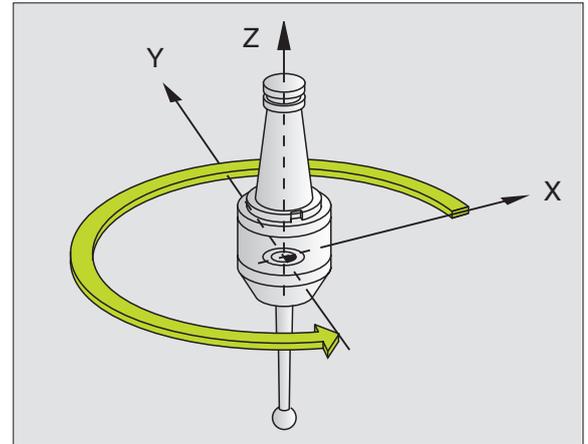
Wenn Sie M19 programmieren, ohne zuvor den Zyklus 13 definiert zu haben, dann positioniert die TNC die Hauptspindel auf einen Winkelwert, der in einem Maschinenparameter festgelegt ist (siehe Maschinenhandbuch).



► Orientierungswinkel: Winkel bezogen auf die Winkel-Bezugsachse der Arbeitsebene eingeben

Eingabe-Bereich: 0 bis 360°

Eingabe-Feinheit: 0,1°





9

Programmieren:

**Unterprogramme und
Programmteil-Wiederholungen**

9.1 Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen kennzeichnen

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

Label

Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen beginnen im Bearbeitungsprogramm mit der Marke LBL, eine Abkürzung für LABEL (engl. für Marke, Kennzeichnung).

LABEL erhalten eine Nummer zwischen 1 und 254. Jede LABEL-Nummer dürfen Sie im Programm nur einmal vergeben mit LABEL SET.

LABEL 0 (LBL 0) kennzeichnet ein Unterprogramm-Ende und darf deshalb beliebig oft verwendet werden.

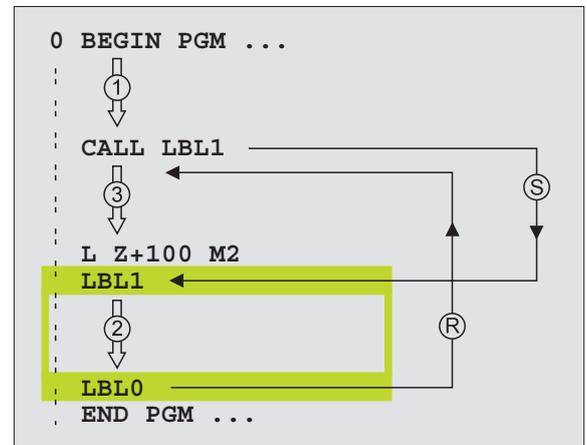
9.2 Unterprogramme

Arbeitsweise

- 1 Die TNC führt das Bearbeitungs-Programm bis zu einem Unterprogramm-Aufruf CALL LBL aus
- 2 Ab dieser Stelle arbeitet die TNC das aufgerufene Unterprogramm bis zum Unterprogramm-Ende LBL 0 ab
- 3 Danach führt die TNC das Bearbeitungs-Programm mit dem Satz fort, der auf den Unterprogramm-Aufruf CALL LBL folgt

Programmier-Hinweise

- Ein Hauptprogramm kann bis zu 254 Unterprogramme enthalten
- Sie können Unterprogramme in beliebiger Reihenfolge beliebig oft aufrufen
- Ein Unterprogramm darf sich nicht selbst aufrufen
- Unterprogramme ans Ende des Hauptprogramms (hinter dem Satz mit M2 bzw. M30) programmieren
- Wenn Unterprogramme im Bearbeitungs-Programm vor dem Satz mit M02 oder M30 stehen, dann werden sie ohne Aufruf mindestens einmal abgearbeitet



Unterprogramm programmieren

-  ▶ Anfang kennzeichnen: Taste LBL SET drücken und eine Label-Nummer eingeben
- ▶ Unterprogramm eingeben
- ▶ Ende kennzeichnen: Taste LBL SET drücken und Label-Nummer „0“ eingeben

Unterprogramm aufrufen

-  ▶ Unterprogramm aufrufen: Taste LBL CALL drücken
- ▶ Label-Nummer: Label-Nummer des aufzurufenden Programms eingeben
- ▶ Wiederholungen REP: Dialog mit Taste NO ENT übergehen. Wiederholungen REP nur bei Programmteil-Wiederholungen einsetzen

 CALL LBL 0 ist nicht erlaubt, da es dem Aufruf eines Unterprogramm-Endes entspricht.

9.3 Programmteil-Wiederholungen

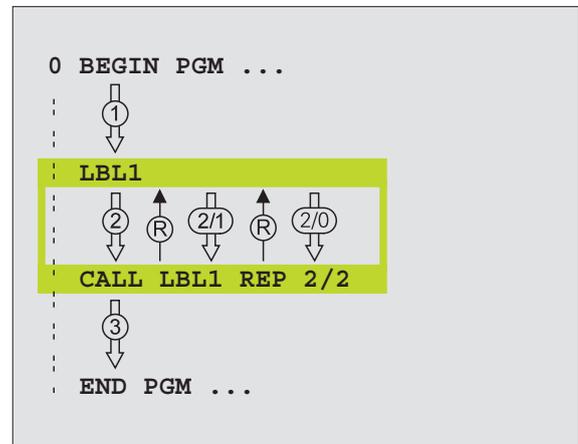
Programmteil-Wiederholungen beginnen mit der Marke LBL (LABEL). Eine Programmteil-Wiederholung schließt mit CALL LBL /REP ab.

Arbeitsweise

- 1 Die TNC führt das Bearbeitungs-Programm wird bis zum Ende des Programmteils (CALL LBL /REP) aus
- 2 Anschließend wiederholt die TNC den Programmteil zwischen dem aufgerufenen LABEL und dem Label-Aufruf CALL LBL /REP so oft , wie Sie unter REP angegeben haben
- 3 Danach arbeitet die TNC das Bearbeitungs-Programm weiter ab

Programmier-Hinweise

- Sie können einen Programmteil bis zu 65 534 mal hintereinander wiederholen
- Die TNC führt rechts vom Schrägstrich hinter REP einen Zähler für die Programmteil-Wiederholungen mit, die noch durchzuführen sind
- Programmteile werden von der TNC immer einmal häufiger ausgeführt, als Wiederholungen programmiert sind.



Programmteil-Wiederholung programmieren



- ▶ Anfang kennzeichnen: Taste LBL SET drücken und Label-Nummer für den zu wiederholenden Programmteil eingeben
- ▶ Programmteil eingeben

Programmteil-Wiederholung aufrufen



- ▶ Taste LBL CALL drücken, Label-Nummer des zu wiederholenden Programmteils und Anzahl der Wiederholungen REP eingeben

9.4 Verschachtelungen

Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen können Sie wie folgt verschachteln:

- 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
- Programmteil-Wiederholungen können Sie beliebig oft verschachteln

Unterprogramm im Unterprogramm

NC-Beispielsätze

0	BEGIN PGM 15 MM	
...		
17	CALL LBL 1	Unterprogramm bei LBL1 wird aufgerufen
...		
35	L Z+100 R0 FMAX M2	Letzter Programmsatz des Hauptprogramms (mit M2)
36	LBL 1	Anfang von Unterprogramm 1
...		
39	CALL LBL 2	Unterprogramm bei LBL2 wird aufgerufen
...		
45	LBL 0	Ende von Unterprogramm 1
46	LBL 2	Anfang von Unterprogramm 2
...		
62	LBL 0	Ende von Unterprogramm 2
63	END PGM 15 MM	

Programm-Ausführung

1. Schritt: Hauptprogramm 15 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 15 .
5. Schritt: Hauptprogramm 15 wird von Satz 18 bis Satz 35 ausgeführt. Rücksprung zu Satz 1 und Programm-Ende.

Programmteil-Wiederholungen wiederholen**NC-Beispielsätze**

0 BEGIN PGM 16 MM	
...	
15 LBL 1	Anfang der Programmteil-Wiederholung 1
...	
20 LBL 2	Anfang der Programmteil-Wiederholung 2
...	
27 CALL LBL 2 REP 2/2	Programmteil zwischen diesem Satz und LBL 2
...	(Satz 20) wird 2 mal wiederholt
35 CALL LBL 1 REP 1/1	Programmteil zwischen diesem Satz und LBL 1
...	(Satz 15) wird 1 mal wiederholt
50 END PGM 16 MM	

Programm-Ausführung

1. Schritt: Hauptprogramm 16 wird bis Satz 27 ausgeführt
2. Schritt: Programmteil zwischen Satz 27 und Satz 20 wird 2 mal wiederholt
3. Schritt: Hauptprogramm 16 wird von Satz 28 bis Satz 35 ausgeführt
4. Schritt: Programmteil zwischen Satz 35 und Satz 15 wird 1 mal wiederholt (beinhaltet die Programmteil-Wiederholung zwischen Satz 20 und Satz 27)
5. Schritt: Hauptprogramm 16 wird von Satz 36 bis Satz 50 ausgeführt (Programm-Ende)

Unterprogramm wiederholen

NC-Beispielsätze

0 BEGIN PGM 17 MM	
...	
10 LBL 1	Anfang der Programmteil-Wiederholung
11 CALL LBL 2	Unterprogramm-Aufruf
12 CALL LBL 1 REP 2/2	Programmteil zwischen diesem Satz und LBL1 (Satz 10) wird 2 mal wiederholt
...	
19 L Z+100 RO FMAX M2	Letzter Programmsatz des Hauptprogramms mit M2
20 LBL 2	Anfang des Unterprogramms
...	
28 LBL 0	Ende des Unterprogramms
29 END PGM 17 MM	

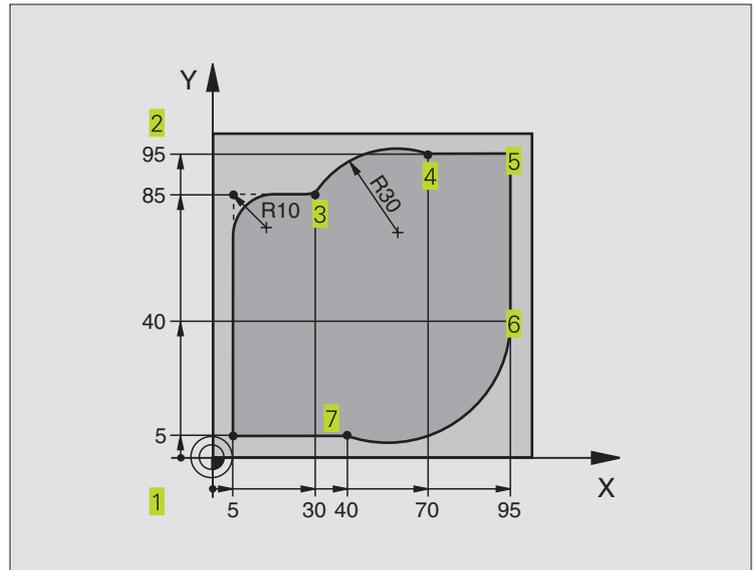
Programm-Ausführung

1. Schritt: Hauptprogramm 17 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 2 mal wiederholt
4. Schritt: Hauptprogramm 17 wird von Satz 13 bis Satz 19 ausgeführt; Programm-Ende

Beispiel: Konturfräsen in mehreren Zustellungen

Programm-Ablauf

- Werkzeug vorpositionieren auf Oberkante Werkstück
- Zustellung inkremental eingeben
- Konturfräsen
- Zustellung und Konturfräsen wiederholen

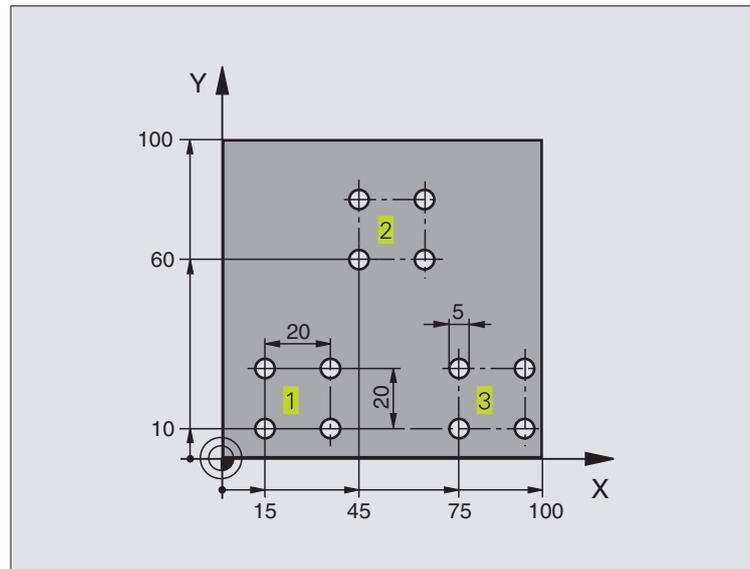


0	BEGIN PGM 95 MM	
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3	TOOL DEF 1 L+0 R+10	Werkzeug-Definition
4	TOOL CALL 1 Z S4000	Werkzeug-Aufruf
5	L Z+250 R0 F MAX	Werkzeug freifahren
6	L X-20 Y-20 R0 F MAX	Vorpositionieren Bearbeitungsebene
7	L Z0 R0 F2000 M3	Vorpositionieren Spindelachse
8	LBL 1	Marke für Programmteil-Wiederholung
9	L IZ-4 r0 F2000	Inkrementale Tiefen-Zustellung (im Freien)
10	L X+5 Y+5 RL F300	Kontur anfahren
11	RND R2	
12	L Y+85	Punkt 2: erste Gerade für Ecke 2
13	RND R10 F150	Radius mit R = 10 mm einfügen, Vorschub: 150 mm/min
14	L X+30	Punkt 3 anfahren
15	CR X+70 Y+95 R+30 DR-	Punkt 4 anfahren
16	L X+95	Punkt 5 anfahren
17	L Y+40	Punkt 6 anfahren
18	CT X+40 Y+5	Punkt 7 anfahren
19	L X+5	Letzten Konturpunkt 1 anfahren
20	RND R2	
21	L X-20 Y-20 R0 F1000	Kontur verlassen
22	CALL LBL 1 REP 4/4	Rücksprung zu LBL 1; insgesamt viermal
23	L Z+250 R0 F MAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
24	END PGM 95 MM	

Beispiel: Bohrungsgruppen

Programm-Ablauf

- Bohrungsgruppen anfahren im Hauptprogramm
- Bohrungsgruppe aufrufen (Unterprogramm 1)
- Bohrungsgruppe nur einmal im Unterprogramm 1 programmieren



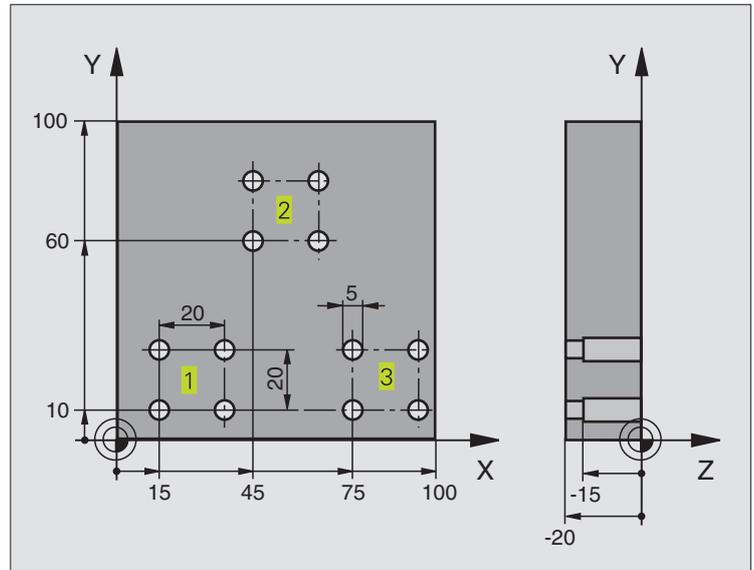
0 BEGIN PGM UP1 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+2,5	Werkzeug-Definition
4 TOOL CALL 1 Z S5000	Werkzeug-Aufruf
5 L Z+250 RO F MAX	Werkzeug freifahren
6 CYCL DEF 200 BOHREN	Zyklus-Definition Bohren
Q200=2 ; SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-10 ; TIEFE	
Q206=250 ; VORSCHUB TIEFENZ.	
Q202=5 ; ZUSTELL-TIEFE	
Q210=0 ; VERWEILZEIT OBEN	
Q203=+0 ; KOOR. OBERFLAECHE	
Q204=10 ; 2. SICHERHEITS-ABST.	
7 L X+15 Y+10 RO F MAX M3	Startpunkt Bohrungsgruppe 1 anfahren
8 CALL LBL 1	Unterprogramm für Bohrungsgruppe rufen
9 L X+45 Y+60 RO F MAX	Startpunkt Bohrungsgruppe 2 anfahren
10 CALL LBL 1	Unterprogramm für Bohrungsgruppe rufen
11 L X+75 Y+10 RO F MAX	Startpunkt Bohrungsgruppe 3 anfahren
12 CALL LBL 1	Unterprogramm für Bohrungsgruppe rufen
13 L Z+250 RO F MAX M2	Ende des Hauptprogramms

14 LBL 1	Anfang des Unterprogramms 1: Bohrungsgruppe
15 CYCL CALL	1. Bohrung
16 L IX+20 R0 F MAX M99	2. Bohrung anfahren, Zyklus aufrufen
17 L IY+20 R0 F MAX M99	3. Bohrung anfahren, Zyklus aufrufen
18 L IX-20 R0 F MAX M99	4. Bohrung anfahren, Zyklus aufrufen
19 LBL 0	Ende des Unterprogramms 1
20 END PGM UP1 MM	

Beispiel: Bohrungsgruppen mit mehreren Werkzeugen

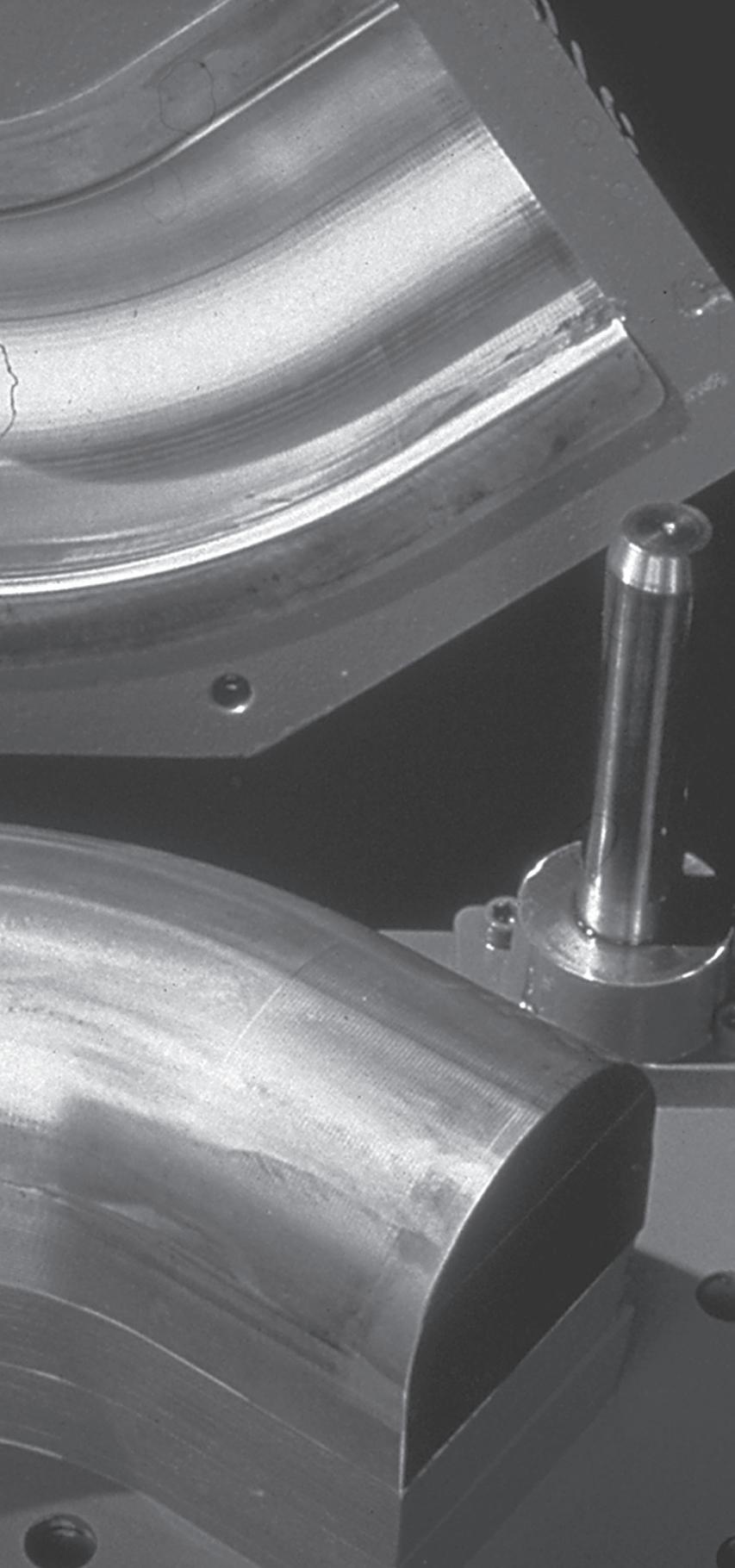
Programm-Ablauf

- Bearbeitungs-Zyklen programmieren im Hauptprogramm
- Komplettes Bohrbild aufrufen (Unterprogramm 1)
- Bohrungsgruppen anfahren im Unterprogramm 1, Bohrungsgruppe aufrufen (Unterprogramm 2)
- Bohrungsgruppe nur einmal im Unterprogramm 2 programmieren



0 BEGIN PGM UP2 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	Werkzeug-Definition Zentrierbohrer
4 TOOL DEF 2 L+0 R+3	Werkzeug-Definition Bohrer
5 TOOL DEF 3 L+0 R+3,5	Werkzeug-Definition Reibahle
6 TOOL CALL 1 Z S5000	Werkzeug-Aufruf Zentrierbohrer
7 L Z+250 R0 F MAX	Werkzeug freifahren

8 CYCL DEF 200 BOHREN	Zyklus-Definition Zentrieren
Q200=2 ; SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-3 ; TIEFE	
Q206=250 ; VORSCHUB TIEFENZ.	
Q202=3 ; ZUSTELL-TIEFE	
Q210=0 ; VERWEILZEIT OBEN	
Q203=+0 ; KOOR. OBERFLAECHE	
Q204=10 ; 2. SICHERHEITS-ABST.	
9 CALL LBL 1	Unterprogramm 1 für komplettes Bohrbild rufen
10 L Z+250 RO FMAX M6	Werkzeug-Wechsel
11 TOOL CALL 2 Z S4000	Werkzeug-Aufruf Bohrer
12 FN 0: Q201 = -25	Neue Tiefe fürs Bohren
13 FN 0: Q202 = +5	Neue Zustellung fürs Bohren
14 CALL LBL 1	Unterprogramm 1 für komplettes Bohrbild rufen
15 L Z+250 RO FMAX M6	Werkzeug-Wechsel
16 TOOL CALL 3 Z S500	Werkzeug-Aufruf Reibahle
17 CYCL DEF 201 REIBEN	Zyklus-Definition Reiben
Q200=2 ; SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-15 ; TIEFE	
Q206=250 ; VORSCHUB TIEFENZ.	
Q211=0,5 ; VERWEILZEIT UNTEN	
Q208=400 ; VORSCHUB RUECKZUG	
Q203=+0 ; KOOR. OBERFLAECHE	
Q204=10 ; 2. SICHERHEITS-ABST.	
18 CALL LBL 1	Unterprogramm 1 für komplettes Bohrbild rufen
19 L Z+250 RO F MAX M2	Ende des Hauptprogramms
20 LBL 1	Anfang des Unterprogramms 1: Komplettes Bohrbild
21 L X+15 Y+10 RO F MAX M3	Startpunkt Bohrungsgruppe 1 anfahren
22 CALL LBL 2	Unterprogramm 2 für Bohrungsgruppe rufen
23 L X+45 Y+60 RO F MAX	Startpunkt Bohrungsgruppe 2 anfahren
24 CALL LBL 2	Unterprogramm 2 für Bohrungsgruppe rufen
25 L X+75 Y+10 RO F MAX	Startpunkt Bohrungsgruppe 3 anfahren
26 CALL LBL 2	Unterprogramm 2 für Bohrungsgruppe rufen
27 LBL 0	Ende des Unterprogramms 1
28 LBL 2	Anfang des Unterprogramms 2: Bohrungsgruppe
29 CYCL CALL	1. Bohrung mit aktivem Bearbeitungs-Zyklus
30 L IX+20 RO F MAX M99	2. Bohrung anfahren, Zyklus aufrufen
31 L IY+20 RO F MAX M99	3. Bohrung anfahren, Zyklus aufrufen
32 L IX-20 RO F MAX M99	4. Bohrung anfahren, Zyklus aufrufen
33 LBL 0	Ende des Unterprogramms 2
34 END PGM UP2 MM	



10

Programmieren:

Q-Parameter

10.1 Prinzip und Funktionsübersicht

Mit Q-Parametern können Sie mit einem Bearbeitungs-Programm eine ganze Teilefamilie definieren. Dazu geben Sie anstelle von Zahlenwerten Platzhalter ein: die Q-Parameter.

Q-Parameter stehen beispielsweise für

- Koordinatenwerte
- Vorschübe
- Drehzahlen
- Zyklus-Daten

Außerdem können Sie mit Q-Parametern Konturen programmieren, die über mathematische Funktionen bestimmt sind oder die Ausführung von Bearbeitungsschritten von logischen Bedingungen abhängig machen.

Ein Q-Parameter ist durch den Buchstaben Q und eine Nummer zwischen 0 und 299 gekennzeichnet. Die Q-Parameter sind in drei Bereiche unterteilt:

Bedeutung	Bereich
Frei verwendbare Parameter, global für alle im TNC-Speicher befindlichen Programme wirksam. Wenn Sie Hersteller-Zyklen aufrufen, wirken diese Parameter nur lokal (abhängig von MP7251)	Q0 bis Q99
Parameter für Sonderfunktionen der TNC	Q100 bis Q150
Parameter, die bevorzugt für Zyklen verwendet werden, global für alle im TNC-Speicher befindlichen Programme und in Hersteller-Zyklen wirksam	Q200 bis Q299

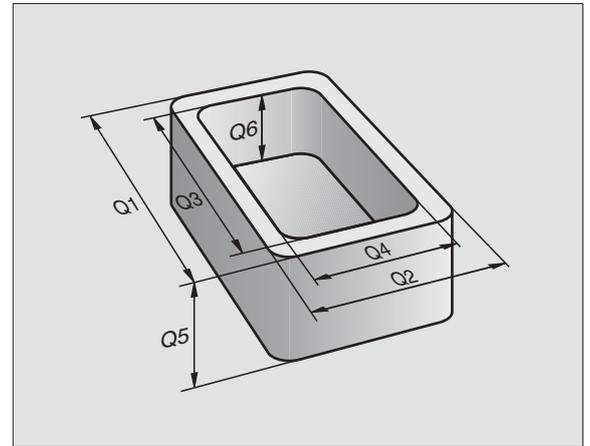
Programmierhinweise

Q-Parameter und Zahlenwerte dürfen in ein Programm gemischt eingegeben werden.

Sie können Q-Parametern Zahlenwerte zwischen -99 999,9999 und +99 999,9999 zuweisen.



Die TNC weist einigen Q-Parametern selbsttätig immer die gleichen Daten zu, z.B. dem Q-Parameter Q108 den aktuellen Werkzeug-Radius. Siehe „10.9 Vorbelegte Q-Parameter“.



Q-Parameter-Funktionen aufrufen

Während Sie ein Bearbeitungsprogramm eingeben, drücken Sie den Softkey PARAMETER FUNKTIONEN. Dann zeigt die TNC folgende Softkeys:

Funktionsgruppe	Softkey
Mathematische Grundfunktionen	GRUND-FUNKTIONEN
Winkelfunktionen	WINKEL-FUNKTIONEN
Wenn/dann-Entscheidungen, Sprünge	SPRÜNGE
Sonstige Funktionen	SONDER-FUNKTIONEN
Formel direkt eingeben	FORMEL

10.2 Teilefamilien – Q-Parameter statt Zahlenwerte

Mit der Q-Parameter-Funktion FN0: ZUWEISUNG können Sie Q-Parametern Zahlenwerte zuweisen. Dann setzen Sie im Bearbeitungs-Programm statt des Zahlenwerts einen Q-Parameter ein.

NC-Beispielsätze

15 FN0: Q10 = 25	Zuweisung:
...	Q10 erhält den Wert 25
25 L X +Q10	entspricht L X +25

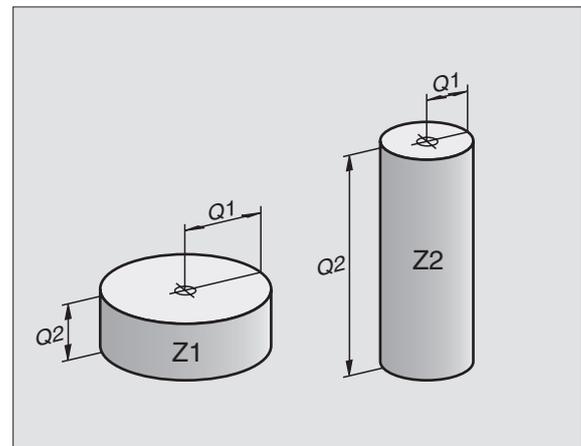
Für Teilefamilien programmieren Sie z.B. die charakteristischen Werkstück-Abmessungen als Q-Parameter.

Für die Bearbeitung der einzelnen Teile weisen Sie dann jedem dieser Parameter einen entsprechenden Zahlenwert zu.

Beispiel

Zylinder mit Q-Parametern

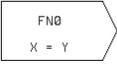
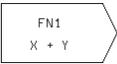
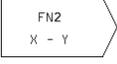
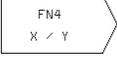
Zylinder-Radius	R	=	Q1
Zylinder-Höhe	H	=	Q2
Zylinder Z1	Q1	=	+30
	Q2	=	+10
Zylinder Z2	Q1	=	+10
	Q2	=	+50



10.3 Konturen durch mathematische Funktionen beschreiben

Mit Q-Parametern können Sie mathematische Grundfunktionen im Bearbeitungsprogramm programmieren:

- ▶ Q-Parameter-Funktion wählen: Softkey PARAMETER FUNKTIONEN drücken. Die Softkey-Leiste zeigt die Q-Parameter-Funktionen.
- ▶ Mathematische Grundfunktionen wählen: Softkey GRUNDFUNKT. drücken. Die TNC zeigt folgende Softkeys:

Funktion	Softkey
FN0: ZUWEISUNG z.B. FN0: Q5 = +60 Wert direkt zuweisen	
FN1: ADDITION z.B. FN1: Q1 = -Q2 + -5 Summe aus zwei Werten bilden und zuweisen	
FN2: SUBTRAKTION z.B. FN2: Q1 = +10 - +5 Differenz aus zwei Werten bilden und zuweisen	
FN3: MULTIPLIKATION z.B. FN3: Q2 = +3 * +3 Produkt aus zwei Werten bilden und zuweisen	
FN4: DIVISION z.B. FN4: Q4 = +8 DIV +Q2 Quotient aus zwei Werten bilden und zuweisen Verboten: Division durch 0!	
FN5: WURZEL z.B. FN5: Q20 = SQRT 4 Wurzel aus einer Zahl ziehen und zuweisen Verboten: Wurzel aus negativem Wert!	

Rechts vom „=“-Zeichen dürfen Sie eingeben:

- zwei Zahlen
- zwei Q-Parameter
- eine Zahl und einen Q-Parameter

Die Q-Parameter und Zahlenwerte in den Gleichungen können Sie beliebig mit Vorzeichen versehen.

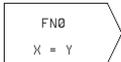
Beispiel: Grundrechenarten programmieren



Q-Parameter-Funktionen wählen:
Softkey PARAMETER-FUNKTIONEN drücken



Mathematische Grundfunktionen wählen:
Softkey GRUNDFUNKT. drücken



Q-Parameter-Funktion ZUWEISUNG wählen:
Softkey FN0 X = Y drücken

Parameter-Nr. für Ergebnis?

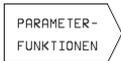


Nummer des Q- Parameters eingeben: 5

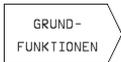
1. Wert oder Parameter?



Q5 den Zahlenwert 10 zuweisen



Q-Parameter-Funktionen wählen:
Softkey PARAMETER-FUNKTIONEN drücken



Mathematische Grundfunktionen wählen:
Softkey GRUNDFUNKT. drücken



Q-Parameter-Funktion MULTIPLIKATION wählen:
Softkey FN3 X * Y drücken

Parameter-Nr. für Ergebnis?



Nummer des Q- Parameters eingeben: 12

1. Wert oder Parameter?



Q5 als ersten Wert eingeben

Multiplikator?



7 als zweiten Wert eingeben

Die TNC zeigt folgende Programmsätze:

16 FN0: Q5 = +10

17 FN3: Q12 = +Q5 * +7

10.4 Winkelfunktionen (Trigonometrie)

Sinus, Cosinus und Tangens entsprechen den Seitenverhältnissen eines rechtwinkligen Dreiecks. Dabei entspricht

Sinus: $\sin \alpha = a / c$

Cosinus: $\cos \alpha = b / c$

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 die TNC den Winkel ermitteln:

$$\alpha = \arctan \alpha = \arctan (a / b) = \arctan (\sin \alpha / \cos \alpha)$$

Beispiel:

$$a = 10 \text{ mm}$$

$$b = 10 \text{ mm}$$

$$\alpha = \arctan (a / b) = \arctan 1 = 45^\circ$$

Zusätzlich gilt:

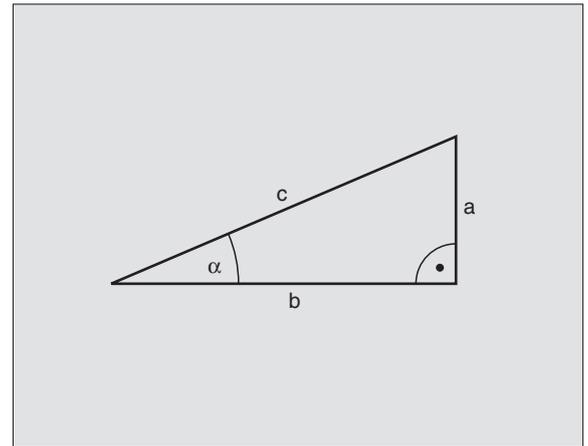
$$a^2 + b^2 = c^2 \quad (\text{mit } a^2 = a \times a)$$

$$c = \sqrt{(a^2 + b^2)}$$

Winkelfunktionen programmieren

Die Winkelfunktionen erscheinen mit Druck auf den Softkey WINKEL-FUNKT. Die TNC zeigt die Softkeys in der Tabelle rechts.

Programmierung: Siehe „Beispiel: Grundrechenarten programmieren“.



Funktion	Softkey
FN6: SINUS z.B. FN6: Q20 = SIN-Q5 Sinus eines Winkels in Grad (°) bestimmen und zuweisen	
FN7: COSINUS z.B. FN7: Q21 = COS-Q5 Cosinus eines Winkels in Grad (°) bestimmen und zuweisen	
FN8: WURZEL AUS QUADRATSUMME z.B. FN8: Q10 = +5 LEN +4 Länge aus zwei Werten bilden und zuweisen	
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	

10.5 Wenn/dann-Entscheidungen mit Q-Parametern

Bei Wenn/Dann-Entscheidungen vergleicht die TNC einen Q-Parameter mit einem anderen Q-Parameter oder einem Zahlenwert. Wenn die Bedingung erfüllt ist, dann setzt die TNC das Bearbeitungsprogramm an dem LABEL fort, der hinter der Bedingung programmiert ist (LABEL siehe „9. Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen“). Wenn die Bedingung nicht erfüllt ist, dann führt die TNC den nächsten Satz aus.

Wenn Sie ein anderes Programm als Unterprogramm aufrufen möchten, dann programmieren Sie hinter dem LABEL ein PGM CALL

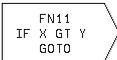
Unbedingte Sprünge

Unbedingte Sprünge sind Sprünge, deren Bedingung immer (=unbedingt) erfüllt ist, z.B.

FN9: IF+10 EQU+10 GOTO LBL1

Wenn/dann-Entscheidungen programmieren

Die Wenn/dann-Entscheidungen erscheinen mit Druck auf den Softkey SPRÜNGE. Die TNC zeigt folgende Softkeys:

Funktion	Softkey
FN9:WENN GLEICH, SPRUNG z.B. FN9: IF +Q1 EQU +Q3 GOTO LBL 5 Wenn beide Werte oder Parameter gleich, Sprung zu angegebenem Label	
FN10:WENN UNGLEICH, SPRUNG z.B. FN10: IF +10 NE -Q5 GOTO LBL 10 Wenn beide Werte oder Parameter ungleich, Sprung zu angegebenem Label	
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	
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	

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

10.6 Q-Parameter kontrollieren und ändern

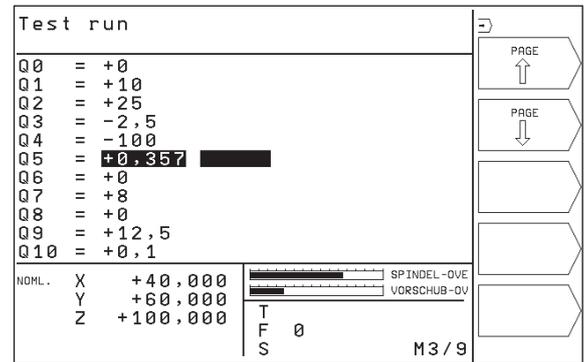
Sie können Q-Parameter während eines Programmlaufs oder Programm-Tests kontrollieren und auch ändern.

- ▶ Programmlauf abbrechen (z.B. externe STOP-Taste und Softkey STOP drücken) bzw. Programm-Test anhalten



- ▶ Q-Parameter-Tabelle aufrufen: Softkey PARAMETER TABELLE drücken
- ▶ Mit den Pfeiltasten wählen Sie einen Q-Parameter auf der aktuellen Bildschirm-Seite. Mit den Softkeys SEITE wählen Sie die nächste oder vorherige Bildschirm-Seite
- ▶ Wenn Sie den Wert eines Parameters ändern möchten, geben Sie einen neuen Wert ein, bestätigen Sie mit der Taste ENT und schließen die Eingabe mit der Taste END ab

Wenn Sie den Wert nicht ändern möchten, dann beenden Sie den Dialog mit der Taste END



10.7 Zusätzliche Funktionen

Die zusätzlichen Funktionen erscheinen mit Druck auf den Softkey SONDER FUNKT. Die TNC zeigt folgende Softkeys:

Funktion	Softkey
FN14: ERROR Fehlermeldungen ausgeben	FN14 FEHLER=
FN15: PRINT Texte oder Q-Parameter-Werte unformatiert ausgeben	FN15 DRUCKEN
FN18: SYS-DATUM READ Systemdaten lesen	FN18 LESEN SYSTEM-DATEN
FN19: PLC Werte an die PLC übergeben	FN19 PLC=

FN14: ERROR Fehlermeldungen ausgeben

Mit der Funktion FN14: ERROR können Sie programmgesteuert Meldungen ausgeben lassen, die vom Maschinenhersteller bzw. von HEIDENHAIN vorprogrammiert sind: Wenn die TNC im Programmlauf oder Programm-Test zu einem Satz mit FN 14 kommt, so unterbricht sie und gibt eine Meldung aus. Anschließend müssen Sie das Programm neu starten. Fehler-Nummern siehe Tabelle rechts.

NC-Beispielsatz

Die TNC soll eine Meldung ausgeben, die unter der Fehler-Nummer 254 gespeichert ist

180 FN14: ERROR = 254

Bereich Fehler-Nummern Standard-Dialog

0 ... 299	FN 14: FEHLER-NUMMER 0 299
300 ... 999	Kein Standard-Dialog eingetragen
1000 ... 1099	Interne Fehlermeldungen (siehe Tabelle rechts)

Fehler-Nummer und -Text	
1000	Spindel ?
1001	Werkzeugachse fehlt
1002	Nutbreite zu groß
1003	Werkzeug-Radius zu groß
1004	Bereich überschritten
1005	Anfangs-Position falsch
1006	Drehung nicht erlaubt
1007	Maßfaktor nicht erlaubt
1008	Spiegelung nicht erlaubt
1009	Verschiebung nicht erlaubt
1010	Vorschub fehlt
1011	Eingabewert falsch
1012	Vorzeichen falsch
1013	Winkel nicht erlaubt
1014	Antastpunkt nicht erreichbar
1015	Zu viele Punkte
1016	Eingabe widersprüchlich
1017	CYCL unvollständig
1018	Ebene falsch definiert
1019	Falsche Achse programmiert
1020	Falsche Drehzahl
1021	Radius-Korrektur undefiniert
1022	Rundung nicht definiert
1023	Rundungs-Radius zu groß
1024	Undefinierter Programmstart
1025	Zu hohe Verschachtelungen
1026	Winkelbezug fehlt
1027	Kein Bearb.-Zyklus definiert
1028	Nutbreite zu groß
1029	Tasche zu klein
1030	Q202 nicht definiert
1031	Q205 nicht definiert
1032	Q218 größer Q219 eingeben
1033	CYCL 210 nicht erlaubt
1034	CYCL 211 nicht erlaubt
1035	Q220 zu groß
1036	Q222 größer Q223 eingeben
1037	Q244 größer 0 eingeben
1038	Q245 ungleich Q246 eingeben
1039	Winkelbereich < 360° eingeben
1040	Q223 größer Q222 eingeben
1041	Q214: 0 nicht erlaubt

FN15: PRINT**Texte oder Q-Parameter-Werte ausgeben**

Daten-Schnittstelle einrichten: Im Menüpunkt SCHNITTSTELLE RS232 legen Sie fest, wohin die TNC die Texte oder Q-Parameter-Werte speichern soll. Siehe „13.4 MOD-Funktionen, Datenschnittstelle einrichten.“

Mit der Funktion FN15: PRINT können Sie Werte von Q-Parametern und Fehlermeldungen über die Daten-Schnittstelle ausgeben, zum Beispiel an einen Drucker. Wenn Sie die Werte an einen Rechner ausgeben, speichert die TNC die Daten in der Datei %FN15RUN.A (Ausgabe während des Programmlaufs) oder in der Datei %FN15SIM.A (Ausgabe während des Programm-Tests).

Dialoge und Fehlermeldung ausgeben mit FN15: PRINT „Zahlenwert“

Zahlenwert 0 bis 99: Dialoge für Hersteller-Zyklen

ab 100: PLC-Fehlermeldungen

Beispiel: Dialog-Nummer 20 ausgeben

67 FN15: PRINT 20

Dialoge und Q-Parameter ausgeben mit FN15: PRINT „Q-Parameter“

Anwendungsbeispiel: Protokollieren einer Werkstück-Vermessung.

Sie können bis zu sechs Q-Parameter und Zahlenwerte gleichzeitig ausgeben. Die TNC trennt diese mit Schrägstrichen.

Beispiel: Dialog 1 und Zahlenwert Q1 ausgeben

70 FN15: PRINT 1/Q1

FN18: SYS-DATUM READ**Systemdaten lesen**

Mit der Funktion FN18: SYS-DATUM READ können Sie Systemdaten lesen und in Q-Parametern speichern. Die Auswahl des Systemdatums erfolgt über eine Gruppen-Nummer (ID-Nr.), eine Nummer und ggf. über einen Index.

Gruppen-Name, ID-Nr.	Nummer	Index	Systemdatum
Programm-Info, 10	1	–	mm/inch-Zustand
	2	–	Überlappungsfaktor beim Taschenfräsen
	3	–	Nummer aktiver Bearbeitungs-Zyklus
Maschinenzustand, 20	1	–	Aktive Werkzeug-Nummer
	2	–	Vorbereitete Werkzeug-Nummer
	3	–	Aktive Werkzeugachse 0=X, 1=Y, 2=Z
	4	–	Programmierte Spindeldrehzahl
	5	–	Aktiver Spindelzustand: 0=aus, 1= ein
	6	–	Aktiver Orientierungswinkel der Spindel
	7	–	Aktive Getriebestufe
	8	–	Kühlmittelzustand: 0=aus, 1= ein
	9	–	Aktiver Vorschub
	10	–	Aktiver Vorschub im Übergangskreis
Daten aus der Werkzeug-Tabelle, 50	1	–	Werkzeug-Länge
	2	–	Werkzeug-Radius
	4	–	Aufmaß Werkzeug-Länge DL
	5	–	Aufmaß Werkzeug-Radius DR
	7	–	Werkzeug gesperrt (0 oder 1)
	8	–	Nummer des Schwester-Werkzeugs
	9	–	Maximale Standzeit TIME1
	10	–	Maximale Standzeit TIME2
	11	–	Aktuelle Standzeit CUR. TIME
	12	–	PLC-Status
	13	–	Maximale Schneidenlänge LCUTS
	14	–	Maximaler Eintauchwinkel ANGLE
	15	–	TT: Anzahl der Schneiden CUT
	16	–	TT: Verschleiß-Toleranz Länge LTOL
	17	–	TT: Verschleiß-Toleranz Radius RTOL
	18	–	TT: Drehrichtung DIRECT (3 oder 4)
	19	–	TT: Versatz Ebene R-OFFS
	20	–	TT: Versatz Länge L-OFFS
	21	–	TT: Bruch-Toleranz Länge LBREAK
	22	–	TT: Bruch-Toleranz Radius RBREAK

Gruppen-Name, ID-Nr.	Nummer	Index	Systemdatum	
Daten aus der Platz-Tabelle, 51	1	–	Werkzeug-Nummer des Magazinplatzes	
	2	–	Festplatz: 0=nein, 1=ja	
	3	–	Platz gesperrt: 0=nein, 1= ja	
	4	–	Werkzeug ist Sonderwerkzeug: 0=nein, 1= ja	
	5	–	PLC-Status	
Platz-Nummer aktives Werkzeug, 52	1	–	Platz-Nummer im Magazin	
Korrekturdaten, 200	1	–	Programmierter Werkzeug-Radius	
	2	–	Programmierte Werkzeug-Länge	
	3	–	Aufmaß Werkzeug-Radius DR aus TOOL CALL	
	4	–	Aufmaß Werkzeug-Länge DL aus TOOL CALL	
Aktive Transformationen, 210	1	–	Grunddrehung Betriebsart Manuell	
	2	–	Programmierte Drehung mit Zyklus 10	
	3	–	Aktive Spiegelachse 0: Spiegeln nicht aktiv +1: X-Achse gespiegelt +2: Y-Achse gespiegelt +4: Z-Achse gespiegelt +8: IV. Achse gespiegelt Kombinationen = Summe der Einzelachsen	
	4	1	Aktiver Maßfaktor X-Achse	
	4	2	Aktiver Maßfaktor Y-Achse	
	4	3	Aktiver Maßfaktor Z-Achse	
	4	4	Aktiver Maßfaktor IV. Achse	
	Aktives Koordinatensystem, 211	1	–	Eingabesystem
		2	–	M91-System (siehe „7.3 Zusatzfunktionen für Koordinatenangaben“)
		3	–	M92-System (siehe „7.3 Zusatzfunktionen für Koordinatenangaben“)
Nullpunkte, 220	1	1 bis 4	Manuell gesetzter Nullpunkt im M91-System Index 1 bis 4: X-Achse bis IV. Achse	
	2	1 bis 4	Programmierter Nullpunkt Index 1 bis 4: X-Achse bis IV. Achse	
	3	1 bis 4	Aktiver Nullpunkt im M91-System Index 1 bis 4: X-Achse bis IV. Achse	
	4	1 bis 4	PLC-Nullpunkt-Verschiebung	

Gruppen-Name, ID-Nr.	Nummer	Index	Systemdatum
Endschalter, 230	1	–	Nummer des aktiven Endschalterbereichs
	2	1 bis 4	Negative Koordinate Endschalter im M91-System Index 1 bis 4: X-Achse bis IV. Achse
	3	1 bis 4	Positive Koordinate Endschalter im M91-System Index 1 bis 4: X-Achse bis IV. Achse
Positionen im M91-System, 240	1	1 bis 4	Sollposition; Index 1 bis 4: X-Achse bis IV. Achse
	2	1 bis 4	Letzter Antastpunkt Index 1 bis 4: X-Achse bis IV. Achse
	3	1 bis 4	Aktiver Pol; Index 1 bis 4: X-Achse bis IV. Achse
	4	1 bis 4	Kreismittelpunkt; Index 1 bis 4: X-Achse bis IV. Achse
	5	1 bis 4	Kreismittelpunkt des letzten RND-Satzes Index 1 bis 4: X-Achse bis IV. Achse
Positionen im Eingabe-System, 270	1	1 bis 4	Sollposition; Index 1 bis 4: X-Achse bis IV. Achse
	2	1 bis 4	Letzter Antastpunkt Index 1 bis 4: X-Achse bis IV. Achse
	3	1 bis 4	Aktiver Pol; Index 1 bis 4: X-Achse bis IV. Achse
	4	1 bis 4	Kreismittelpunkt; Index 1 bis 4: X-Achse bis IV. Achse
	5	1 bis 4	Kreismittelpunkt des letzten RND-Satzes Index 1 bis 4: X-Achse bis IV. Achse
Kalibrierdaten TT 120, 350	20	1	Tastermittelpunkt X-Achse
		2	Tastermittelpunkt Y-Achse
		3	Tastermittelpunkt Z-Achse
	21	–	Teller-Radius

Beispiel: Wert des aktiven Maßfaktor der Z-Achse an Q25 zuweisen

55 FN18: SYSREAD Q25 = ID210 NR4 IDX3

FN19: PLC

Werte an PLC übergeben

Mit der Funktion FN19: PLC können Sie bis zu zwei Zahlenwerte oder Q-Parameter an die PLC übergeben.

Schrittweiten und Einheiten: 0,1 μm bzw. 0,0001°

Beispiel: Zahlenwert 10 (entspricht 1 μm bzw. 0,001°) an PLC übergeben

56 FN19: PLC=+10/+Q3

10.8 Formel direkt eingeben

Über Softkeys können Sie mathematische Formeln, die mehrere Rechenoperationen beinhalten, direkt ins Bearbeitungs-Programm eingeben:

Formel eingeben

Die Formeln erscheinen mit Druck auf den Softkey FORMEL.
Die TNC zeigt folgende Softkeys in mehreren Leisten:

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
Werte potenzieren z.B. Q15 = 3^3	^
Konstante PI (3.14159) z.B. Q15 = PI	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 Q22	LOG
Exponentialfunktion, 2,7183 hoch n z.B. Q1 = EXP Q12	EXP
Werte negieren (Multiplikation mit -1) 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

Verknüpfungs-Funktion	Softkey
Vorzeichen einer Zahl prüfen z.B. Q12 = SGN Q50 Wenn Rückgabewert Q12 = 1: Q50 >= 0 Wenn Rückgabewert Q12 = -1: Q50 < 0	SGN

Rechenregeln

Für das Programmieren mathematischer Formeln gelten folgende Regeln:

■ Punkt- vor Strichrechnung

12 $Q1 = 5 * 3 + 2 * 10 = 35$

1. Rechenschritt $5 * 3 = 15$
2. Rechenschritt $2 * 10 = 20$
3. Rechenschritt $15 + 20 = 35$

13 $Q2 = SQ 10 - 3^3 = 73$

1. Rechenschritt $10 \text{ quadrieren} = 100$
2. Rechenschritt $3 \text{ mit } 3 \text{ potenzieren} = 27$
3. Rechenschritt $100 - 27 = 73$

■ Distributivgesetz

(Gesetz der Verteilung) beim Klammerrechnen

$$a * (b + c) = a * b + a * c$$

Eingabe-Beispiel

Winkel berechnen mit arctan aus Gegenkathete (Q12) und Ankathete (Q13); Ergebnis Q25 zuweisen:



Q-Parameter-Funktionen wählen:
Softkey PARAMETER-FUNKTIONEN drücken



Formel-Eingabe wählen: Taste Q und Softkey FORMEL drücken

Parameter-Nr. für Ergebnis?

25



Parameter-Nummer eingeben



ATAN

Softkey-Leiste weiterschalten und
Arcus-Tangens-Funktion wählen



(

Softkey-Leiste weiterschalten und
Klammer öffnen

Q

Softkey Q drücken: Q-Parameter Nummer 12
eingeben

/

Division wählen

Q

Softkey Q drücken: Q-Parameter Nummer 13
eingeben

)



Klammer schließen und
Formel-Eingabe beenden

NC-Beispielsatz

37 Q25 = ATAN (Q12/Q13)

10.9 Vorbelegte Q-Parameter

Die Q-Parameter Q100 bis Q122 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.

Werkzeugachse: Q109

Der Wert des Parameters Q109 hängt von der aktuellen Werkzeugachse ab:

Werkzeugachse	Parameter-Wert
Keine Werkzeugachse definiert	Q109 = -1
Z-Achse	Q109 = 2
Y-Achse	Q109 = 1
X-Achse	Q109 = 0

Spindelzustand: Q110

Der Wert des Parameters Q110 hängt von der zuletzt programmierten M-Funktion für die Spindel ab:

M-Funktion	Parameter-Wert
Kein Spindelzustand 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

Kühlmittelversorgung: Q111

M-Funktion	Parameter-Wert
M08: Kühlmittel EIN	Q111 = 1
M09: Kühlmittel AUS	Q111 = 0

Überlappungsfaktor: Q112

Die TNC weist Q112 den Überlappungsfaktor beim Taschenfräsen (MP7430) zu.

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 Q118 enthalten nach einer programmierten Messung mit dem 3D-Tastsystem die Koordinaten der Spindelposition zum Antast-Zeitpunkt.

Die Länge des Taststifts und der Radius der Tastkugel werden für diese Koordinaten nicht berücksichtigt.

Koordinatenachse	Parameter
X-Achse	Q115
Y-Achse	Q116
Z-Achse	Q117
IV. Achse	Q118

Ist-Sollwert-Abweichung bei automatischer Werkzeugvermessung mit dem TT 120

Ist-Soll-Abweichung	Parameter
Werkzeug-Länge	Q115
Werkzeug-Radius	Q116

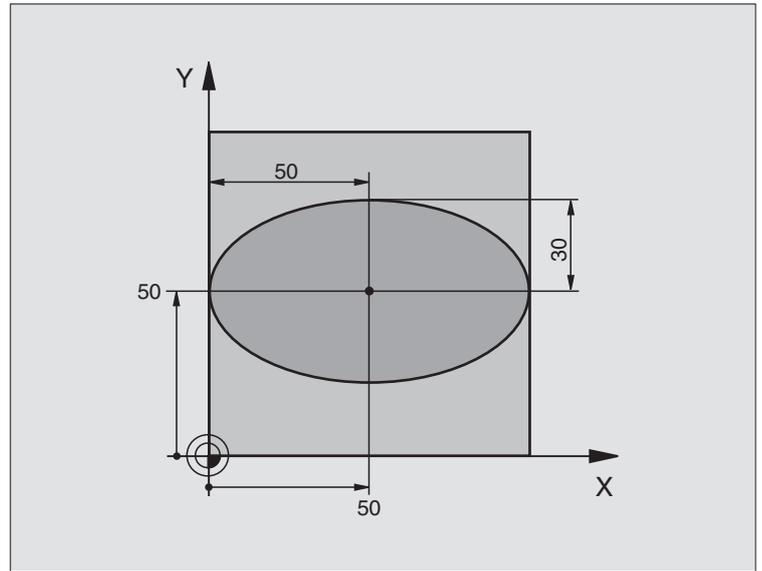
Aktive Werkzeug-Radiuskorrektur

Aktive Radiuskorrektur	Parameter-Wert
R0	Q123 = 0
RL	Q123 = 1
RR	Q123 = 2
R+	Q123 = 3
R-	Q123 = 4

Beispiel: Ellipse

Programm-Ablauf

- Die Ellipsen-Kontur wird durch viele kleine Geradenstücke angenähert (über Q7 definierbar). Je mehr Berechnungsschritte definiert sind, desto glatter wird die Kontur
- Die Fräsrichtung bestimmen Sie über den Start- und Endwinkel in der Ebene:
 - Bearbeitungsrichtung im Uhrzeigersinn: Startwinkel > Endwinkel
 - Bearbeitungsrichtung im Gegen-Uhrzeigersinn: Startwinkel < Endwinkel
- Werkzeug-Radius wird nicht berücksichtigt



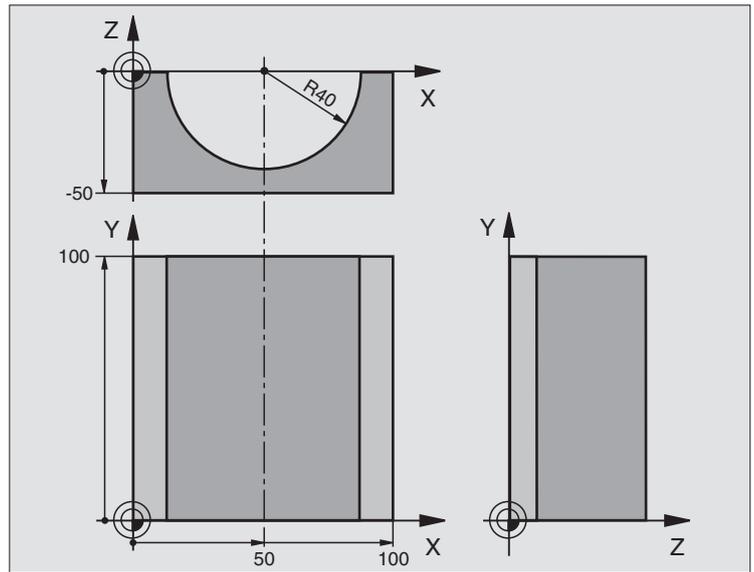
0	BEGIN PGM ELLIPSE MM	
1	FN 0: Q1 = +50	Mitte X-Achse
2	FN 0: Q2 = +50	Mitte Y-Achse
3	FN 0: Q3 = +50	Halbachse X
4	FN 0: Q4 = +30	Halbachse Y
5	FN 0: Q5 = +0	Startwinkel in der Ebene
6	FN 0: Q6 = +360	Endwinkel in der Ebene
7	FN 0: Q7 = +40	Anzahl der Berechnungs-Schritte
8	FN 0: Q8 = +0	Drehlage der Ellipse
9	FN 0: Q9 = +5	Frästiefe
10	FN 0: Q10 = +100	Tiefenvorschub
11	FN 0: Q11 = +350	Fräsvorschub
12	FN 0: Q12 = +2	Sicherheits-Abstand für Vorpositionierung
13	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition
14	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
15	TOOL DEF 1 L+0 R+2,5	Werkzeug-Definition
16	TOOL CALL 1 Z S4000	Werkzeug-Aufruf
17	L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
18	CALL LBL 10	Bearbeitung aufrufen
19	L Z+100 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende

20	LBL 10	Unterprogramm 10: Bearbeitung
21	CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	Nullpunkt ins Zentrum der Ellipse verschieben
22	CYCL DEF 7.1 X+Q1	
23	CYCL DEF 7.2 Y+Q2	
24	CYCL DEF 10.0 DREHUNG	Drehlage in der Ebene verrechnen
25	CYCL DEF 10.1 ROT+Q8	
26	Q35 = (Q6 - Q5) / Q7	Winkelschritt berechnen
27	Q36 = Q5	Startwinkel kopieren
28	Q37 = 0	Schnittzähler setzen
29	Q21 = Q3 * COS Q36	X-Koordinate des Startpunkts berechnen
30	Q22 = Q4 * SIN Q36	Y-Koordinate des Startpunkts berechnen
31	L X+Q21 Y+Q22 RO FMAX M3	Startpunkt anfahren in der Ebene
32	L Z+Q12 RO FMAX	Vorpositionieren auf Sicherheits-Abstand in der Spindelachse
33	L Z-Q9 RO FQ10	Auf Bearbeitungstiefe fahren
34	LBL 1	
35	Q36 = Q36 + Q35	Winkel aktualisieren
36	Q37 = Q37 + 1	Schnittzähler aktualisieren
37	Q21 = Q3 * COS Q36	Aktuelle X-Koordinate berechnen
38	Q22 = Q4 * SIN Q36	Aktuelle Y-Koordinate berechnen
39	L X+Q21 Y+Q22 RO FQ11	Nächsten Punkt anfahren
40	FN 12: IF +Q37 LT +Q7 GOTO LBL 1	Abfrage ob unfertig, wenn ja dann Rücksprung zu LBL 1
41	CYCL DEF 10.0 DREHUNG	Drehung rücksetzen
42	CYCL DEF 10.1 ROT+0	
43	CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	Nullpunkt-Verschiebung rücksetzen
44	CYCL DEF 7.1 X+0	
45	CYCL DEF 7.2 Y+0	
46	L Z+Q12 RO FMAX	Auf Sicherheits-Abstand fahren
47	LBL 0	Unterprogramm-Ende
48	END PGM ELLIPSE MM	

Beispiel: Zylinder konkav mit Radiusfräser

Programm-Ablauf

- Programm funktioniert nur mit Radiusfräser, die Werkzeuglänge bezieht sich auf das Kugelzentrum
- Die Zylinder-Kontur wird durch viele kleine Geradenstücke angenähert (über Q13 definierbar). Je mehr Schnitte definiert sind, desto glatter wird die Kontur
- Der Zylinder wird in Längsschnitten (hier: Parallel zur Y-Achse) gefräst
- Die Fräsrichtung bestimmen Sie über den Start- und Endwinkel im Raum:
 - Bearbeitungsrichtung im Uhrzeigersinn: Startwinkel > Endwinkel
 - Bearbeitungsrichtung im Gegen-Uhrzeigersinn: Startwinkel < Endwinkel
- Werkzeug-Radius wird automatisch korrigiert



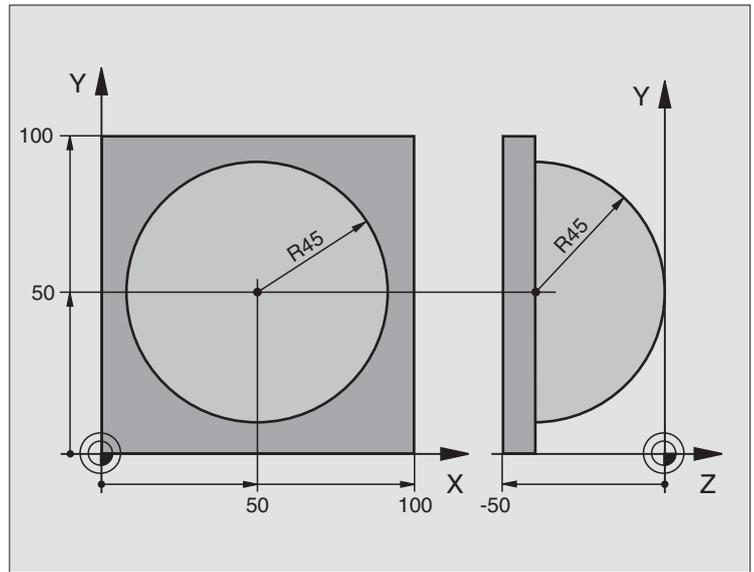
0	BEGIN PGM ZYLIN MM	
1	FN 0: Q1 = +50	Mitte X-Achse
2	FN 0: Q2 = +0	Mitte Y-Achse
3	FN 0: Q3 = +0	Mitte Z-Achse
4	FN 0: Q4 = +90	Startwinkel Raum (Ebene Z/X)
5	FN 0: Q5 = +270	Endwinkel Raum (Ebene Z/X)
6	FN 0: Q6 = +40	Zylinderradius
7	FN 0: Q7 = +100	Länge des Zylinders
8	FN 0: Q8 = +0	Drehlage in der Ebene X/Y
9	FN 0: Q10 = +5	Aufmaß Zylinderradius
10	FN 0: Q11 = +250	VorschubTiefenzustellung
11	FN 0: Q12 = +400	Vorschub Fräsen
12	FN 0: Q13 = +90	Anzahl Schnitte
13	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-50	Rohteil-Definition
14	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
15	TOOL DEF 1 L+0 R+3	Werkzeug-Definition
16	TOOL CALL 1 Z S4000	Werkzeug-Aufruf
17	L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
18	CALL LBL 10	Bearbeitung aufrufen
19	FN 0: Q10 = +0	Aufmaß rücksetzen
20	CALL LBL 10	Bearbeitung aufrufen
21	L Z+100 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende

22	LBL 10	Unterprogramm 10: Bearbeitung
23	Q16 = Q6 - Q10 - Q108	Aufmaß und Werkzeug bezogen auf Zylinder-Radius verrechnen
24	FN 0: Q20 = +1	Schnittzähler setzen
25	FN 0: Q24 = +Q4	Startwinkel Raum (Ebene Z/X) kopieren
26	Q25 = (Q5 - Q4) / Q13	Winkelschritt berechnen
27	CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	Nullpunkt in die Mitte des Zylinders (X-Achse) verschieben
28	CYCL DEF 7.1 X+Q1	
29	CYCL DEF 7.2 Y+Q2	
30	CYCL DEF 7.3 Z+Q3	
31	CYCL DEF 10.0 DREHUNG	Drehlage in der Ebene verrechnen
32	CYCL DEF 10.1 ROT+Q8	
33	L X+0 Y+0 R0 FMAX	Vorpositionieren in der Ebene in die Mitte des Zylinders
34	L Z+5 R0 F1000 M3	Vorpositionieren in der Spindelachse
35	CC Z+0 X+0	Pol setzen in der Z/X-Ebene
36	LP PR+Q16 PA+Q24 FQ11	Startposition auf Zylinder anfahren, schräg ins Material eintauchend
37	LBL 1	
38	L Y+Q7 R0 FQ11	Längsschnitt in Richtung Y+
39	FN 1: Q20 = +Q20 + +1	Schnittzähler aktualisieren
40	FN 1: Q24 = +Q24 + +Q25	Raumwinkel aktualisieren
41	FN 11: IF +Q20 GT +Q13 GOTO LBL 99	Abfrage ob bereits fertig, wenn ja, dann ans Ende springen
42	LP PR+Q16 PA+Q24 FQ12	Angenäherten "Bogen" fahren für nächsten Längsschnitt
43	L Y+0 R0 FQ11	Längsschnitt in Richtung Y-
44	FN 1: Q20 = +Q20 + +1	Schnittzähler aktualisieren
45	FN 1: Q24 = +Q24 + +Q25	Raumwinkel aktualisieren
46	FN 12: IF +Q20 LT +Q13 GOTO LBL 1	Abfrage ob unfertig, wenn ja dann Rücksprung zu LBL 1
47	LBL 99	
48	CYCL DEF 10.0 DREHUNG	Drehung rücksetzen
49	CYCL DEF 10.1 ROT+0	
50	CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	Nullpunkt-Verschiebung rücksetzen
51	CYCL DEF 7.1 X+0	
52	CYCL DEF 7.2 Y+0	
53	CYCL DEF 7.3 Z+0	
54	LBL 0	Unterprogramm-Ende
55	END PGM ZYLIN MM	

Beispiel: Kugel konvex mit Schafffräser

Programm-Ablauf

- Programm funktioniert nur mit Schafffräser
- Die Kugel-Kontur wird durch viele kleine Geradenstücke angenähert (Z/X-Ebene, über Q14 definierbar). Je kleiner der Winkelschritt definiert ist, desto glatter wird die Kontur
- Die Anzahl der Kontur-Schnitte bestimmen Sie durch den Winkelschritt in der Ebene (über Q18)
- Die Kugel wird im 3D-Schnitt von unten nach oben gefräst
- Werkzeug-Radius wird automatisch korrigiert



0	BEGIN PGM KUGEL MM	
1	FN 0: Q1 = +50	Mitte X-Achse
2	FN 0: Q2 = +50	Mitte Y-Achse
3	FN 0: Q4 = +90	Startwinkel Raum (Ebene Z/X)
4	FN 0: Q5 = +0	Endwinkel Raum (Ebene Z/X)
5	FN 0: Q14 = +5	Winkelschritt im Raum
6	FN 0: Q6 = +45	Kugelradius
7	FN 0: Q8 = +0	Startwinkel Drehlage in der Ebene X/Y
8	FN 0: Q9 = +360	Endwinkel Drehlage in der Ebene X/Y
9	FN 0: Q18 = +10	Winkelschritt in der Ebene X/Y fürs Schruppen
10	FN 0: Q10 = +5	Aufmaß Kugelradius fürs Schruppen
11	FN 0: Q11 = +2	Sicherheits-Abstand für Vorpositionierung in der Spindelachse
12	FN 0: Q12 = +350	Vorschub Fräsen
13	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-50	Rohteil-Definition
14	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
15	TOOL DEF 1 L+0 R+7,5	Werkzeug-Definition
16	TOOL CALL 1 Z S4000	Werkzeug-Aufruf
17	L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
18	CALL LBL 10	Bearbeitung aufrufen
19	FN 0: Q10 = +0	Aufmaß rücksetzen
20	FN 0: Q18 = +5	Winkelschritt in der Ebene X/Y fürs Schlichten
21	CALL LBL 10	Bearbeitung aufrufen
22	L Z+100 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende

23	LBL 10	Unterprogramm 10: Bearbeitung
24	FN 1: Q23 = +Q11 + +Q6	Z-Koordinate für Vorpositionierung berechnen
25	FN 0: Q24 = +Q4	Startwinkel Raum (Ebene Z/X) kopieren
26	FN 1: Q26 = +Q6 + +Q108	Kugelradius korrigieren für Vorpositionierung
27	FN 0: Q28 = +Q8	Drehlage in der Ebene kopieren
28	FN 1: Q16 = +Q6 + -Q10	Aufmaß berücksichtigen beim Kugelradius
29	CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	Nullpunkt ins Zentrum der Kugel verschieben
30	CYCL DEF 7.1 X+Q1	
31	CYCL DEF 7.2 Y+Q2	
32	CYCL DEF 7.3 Z-Q16	
33	CYCL DEF 10.0 DREHUNG	Startwinkel Drehlage in der Ebene verrechnen
34	CYCL DEF 10.1 ROT+Q8	
35	CC X+0 Y+0	Pol setzen in der X/Y-Ebene für Vorpositionierung
36	LP PR+Q26 PA+Q8 R0 FQ12	Vorpositionieren in der Ebene
37	LBL 1	Vorpositionieren in der Spindelachse
38	CC Z+0 X+Q108	Pol setzen in der Z/X-Ebene, um Werkzeug-Radius versetzt
39	L Y+0 Z+0 FQ12	Fahren auf Tiefe
40	LBL 2	
41	LP PR+Q6 PA+Q24 R0 FQ12	Angenäherten „Bogen“ nach oben fahren
42	FN 2: Q24 = +Q24 - +Q14	Raumwinkel aktualisieren
43	FN 11: IF +Q24 GT +Q5 GOTO LBL 2	Abfrage ob ein Bogen fertig, wenn nicht, dann zurück zu LBL 2
44	LP PR+Q6 PA+Q5	Endwinkel im Raum anfahren
45	L Z+Q23 R0 F1000	In der Spindelachse freifahren
46	L X+Q26 R0 FMAX	Vorpositionieren für nächsten Bogen
47	FN 1: Q28 = +Q28 + +Q18	Drehlage in der Ebene aktualisieren
48	FN 0: Q24 = +Q4	Raumwinkel rücksetzen
49	CYCL DEF 10.0 DREHUNG	Neue Drehlage aktivieren
50	CYCL DEF 10.1 ROT+Q28	
51	FN 12: IF +Q28 LT +Q9 GOTO LBL 1	
52	FN 9: IF +Q28 EQU +Q9 GOTO LBL 1	Abfrage ob unfertig, wenn ja, dann Rücksprung zu LBL 1
53	CYCL DEF 10.0 DREHUNG	Drehung rücksetzen
54	CYCL DEF 10.1 ROT+0	
55	CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	Nullpunkt-Verschiebung rücksetzen
56	CYCL DEF 7.1 X+0	
57	CYCL DEF 7.2 Y+0	
58	CYCL DEF 7.3 Z+0	
59	LBL 0	Unterprogramm-Ende
60	END PGM KUGEL MM	



11

**Programm-Test
und Programmlauf**

11.1 Grafiken

In der Betriebsart Programm-Test simuliert die TNC eine Bearbeitung grafisch. Über Softkeys wählen sie, ob als

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

Die TNC-Grafik entspricht der Darstellung eines Werkstücks, das mit einem zylinderförmigen Werkzeug bearbeitet wird.

Die TNC zeigt keine Grafik, wenn

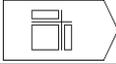
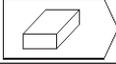
- das aktuelle Programm keine gültige Rohteil-Definition enthält
- kein Programm angewählt ist



Die grafische Simulation können Sie nicht für Programmteile bzw. Programme mit Drehachsen-Bewegungen nutzen: In diesen Fällen gibt die TNC eine Fehlermeldung aus.

Übersicht: Ansichten

Nachdem Sie in der Betriebsart Programmlauf den Softkey PGM TEST gedrückt haben, zeigt die TNC folgende Softkeys:

Ansicht	Softkey
Draufsicht	
Darstellung in 3 Ebenen	
3D-Darstellung	

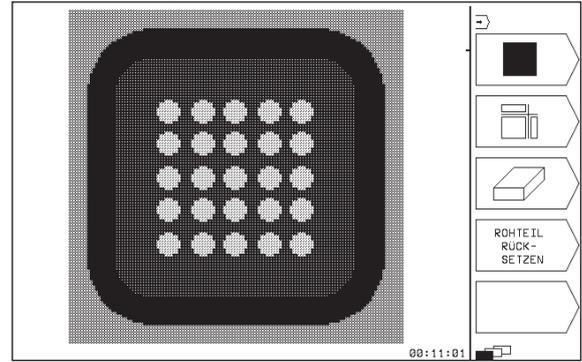
Draufsicht



► Draufsicht mit Softkey wählen

„Je tiefer, desto dunkler“

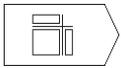
Diese grafische Simulation läuft am schnellsten ab.



Darstellung in 3 Ebenen

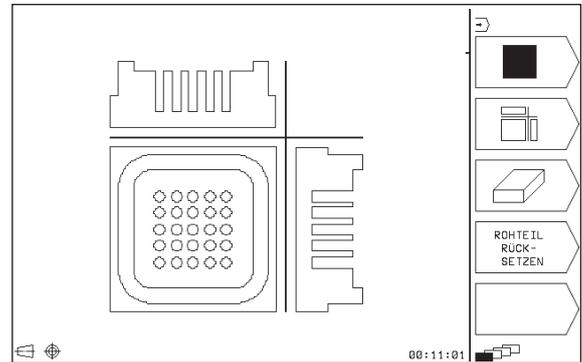
Die Darstellung zeigt eine Draufsicht mit 2 Schnitten, ähnlich einer technischen Zeichnung. Ein Symbol links unter der Grafik gibt an, ob die Darstellung der Projektionsmethode 1 oder der Projektionsmethode 2 nach DIN 6, Teil 1 entspricht (über MP7310 wählbar).

Zusätzlich können Sie die Schnittebene über Softkeys verschieben:



► Darstellung in 3 Ebenen mit Softkey wählen

► Schalten Sie die Softkey-Leiste um, bis die TNC folgende Softkeys zeigt:



Funktion	Softkeys
Vertikale Schnittebene nach links oder rechts verschieben	
Horizontale Schnittebene nach oben oder unten verschieben	

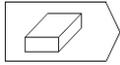
Die Lage der Schnittebene ist während des Verschiebens am Bildschirm sichtbar.

3D-Darstellung

Die TNC zeigt das Werkstück räumlich.

Die 3D-Darstellung können Sie um die vertikale Achse drehen.

In der Betriebsart PROGRAMM-TEST stehen Funktionen zur Ausschnitts-Vergrößerung zur Verfügung (siehe „Ausschnitts-Vergrößerung“).



► 3-Darstellung mit Softkey wählen

3D-Darstellung drehen

Softkey-Leiste umschalten, bis folgende Softkeys erscheinen:

Funktion	Softkeys
Darstellung in 90°-Schritten vertikal drehen	

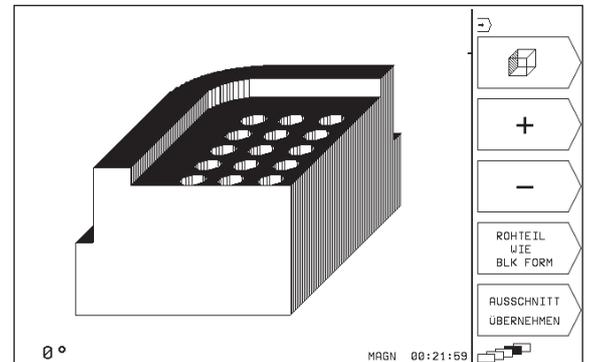
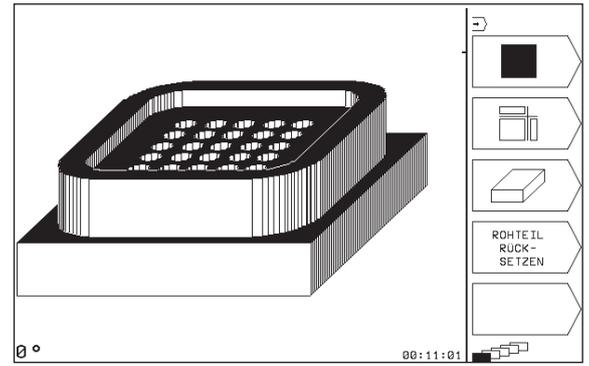
Ausschnitts-Vergrößerung

Den Ausschnitt können Sie in der Betriebsart PROGRAMM-TEST ändern, für die 3D-Darstellung

Dafür muß die grafische Simulation gestoppt sein. Eine Ausschnitts-Vergrößerung ist immer in allen Darstellungsarten wirksam.

Softkey-Leiste in der Betriebsart PROGRAMM-TEST umschalten, bis folgende Softkeys erscheinen:

Funktion	Softkeys
Werkstückseite wählen, die beschnitten werden soll: Softkey mehrmals drücken	
Schnittfläche zum Verkleinern oder Vergrößern des Rohteils verschieben	
Ausschnitt übernehmen	



Ausschnitts-Vergrößerung ändern

Softkeys siehe Tabelle

- ▶ Falls nötig, grafische Simulation stoppen
- ▶ Werkstückseite mit Softkey (Tabelle) wählen
- ▶ Rohteil verkleinern oder vergrößern: Softkey „-“ bzw. „+“ drücken
- ▶ Gewünschten Ausschnitt übernehmen: Softkey AUSSCHNITT ÜBERNEHMEN drücken
- ▶ Programm-Test oder Programmlauf neu starten

Grafische Simulation wiederholen

Ein Bearbeitungs-Programm läßt sich beliebig oft grafisch simulieren. Dafür können Sie die Grafik wieder auf das Rohteil oder einen vergrößerten Ausschnitt aus dem Rohteil zurücksetzen.

Funktion	Softkey
Unbearbeitetes Rohteil in der zuletzt gewählten Ausschnitts-Vergrößerung anzeigen	
Ausschnitts-Vergrößerung zurücksetzen, so daß die TNC das bearbeitete oder unbearbeitete Werkstück gemäß programmierter BLK-FORM anzeigt	



Mit dem Softkey ROHTEIL WIE BLK FORM zeigt die TNC – auch nach einem Ausschnitt ohne AUSSCHNITT ÜBERNEHMEN – das bearbeitete Werkstück wieder in programmierter Größe an.

Bearbeitungszeit ermitteln

Programmlauf-Betriebsarten

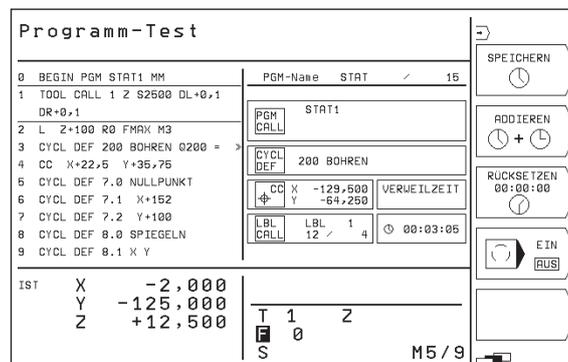
Anzeige der Zeit vom Programm-Start bis zum Programm-Ende. Bei Unterbrechungen wird die Zeit angehalten.

PROGRAMM-TEST

Anzeige der ungefähren Zeit, die die TNC für die Dauer der Werkzeug-Bewegungen, die mit Vorschub ausgeführt werden, errechnet. Die von der TNC ermittelte Zeit eignet sich nicht zur Kalkulation der Fertigungszeit, da die TNC keine maschinenabhängigen Zeiten (z.B. für Werkzeug-Wechsel) berücksichtigt.

Stoppuhr-Funktion auswählen

Softkey-Leiste umschalten, bis die TNC folgende Softkeys mit den Stoppuhr-Funktionen zeigt:



Stoppuhr-Funktionen

Softkey

Angezeigte Zeit speichern



Summe aus gespeicherter und angezeigter Zeit anzeigen



Angezeigte Zeit löschen



11.2 Programm-Test

In der Betriebsart PROGRAMM-TEST simulieren Sie den Ablauf von Programmen und Programmteilen, um Fehler im Programmlauf auszuschließen. Die TNC unterstützt Sie beim Auffinden von

- geometrischen Unverträglichkeiten
- fehlenden Angaben
- nicht ausführbaren Sprüngen
- Verletzungen des Arbeitsraums

Zusätzlich können Sie folgende Funktionen nutzen:

- Programm-Test satzweise
- Testabbruch bei beliebigem Satz
- Funktionen für die grafische Darstellung
- Zusätzliche Status-Anzeige

Programm-Test ausführen



▶ Betriebsart PROGRAMMLAUF wählen

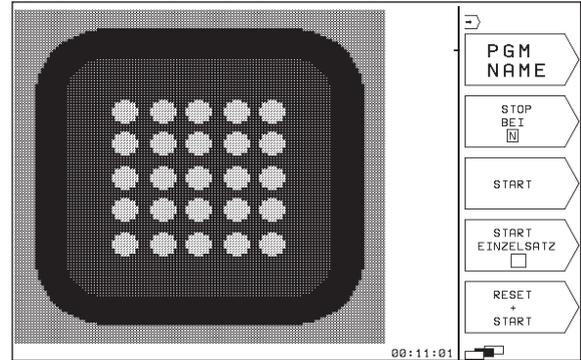


▶ Betriebsart PROGRAMM-TEST wählen

▶ Datei-Verwaltung mit Softkey PGM NAME anzeigen und Datei wählen, die Sie testen möchten oder

▶ Programm-Anfang wählen: Mit Taste GOTO Zeile „0“ wählen und Eingabe mit Taste ENT bestätigen

Die TNC zeigt folgende Softkeys (1. oder 2. Softkey-Leiste):



Funktionen	Softkey
------------	---------

Gesamtes Programm testen	START
--------------------------	-------

Jeden Programm-Satz einzeln testen	START EINZELSATZ
------------------------------------	---------------------

Rohteil abbilden und gesamtes Programm testen	RESET + START
---	---------------------

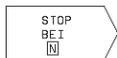
Programm-Test anhalten	STOP
------------------------	------

Programm-Test bis zu einem bestimmten Satz ausführen

Mit STOP BEI N führt die TNC den Programm-Test nur bis zum Satz mit der Satz-Nummer N durch.

▶ In der Betriebsart Programm-Test den Programm-Anfang wählen

▶ Programm-Test bis zu bestimmten Satz wählen:
Softkey STOP BEI N drücken



▶ Bis Satz-Nummer =: Satz-Nummer eingeben, bei der der Programm-Test gestoppt werden soll

▶ Programm: Wenn Sie in ein Programm einsteigen wollen, das Sie mit Zyklus 12 PGM CALL aufgerufen haben: Nummer des Programms eingeben, in dem der Satz mit der gewählten Satz-Nummer steht

▶ Wiederholungen: Anzahl der Wiederholungen eingeben die durchgeführt werden sollen, falls die Satz-Nummer innerhalb einer Programmteil-Wiederholung steht

▶ Programm-Abschnitt testen: Softkey START drücken; die TNC testet das Programm bis zum eingegebenen Satz

11.3 Programmmlauf

In der Betriebsart Programmmlauf führt die TNC das Programm im Einzelsatz oder kontinuierlich aus.

Funktionen	Softkey
Programmmlauf Einzelsatz (Grundeinstellung)	
Programmmlauf Satzfolge	

Im Programmmlauf Einzelsatz führt die TNC jeden Satz nach Drücken der NC-START-Taste einzeln aus.

Im Programmmlauf Satzfolge führt die TNC ein Bearbeitungs-Programm kontinuierlich bis zum Programm-Ende oder bis zu einer Unterbrechung aus.

Die folgenden TNC-Funktionen können Sie in den Programmmlauf-Betriebsarten nutzen:

- Programmmlauf unterbrechen
- Programmmlauf ab bestimmtem Satz
- Zusätzliche Status-Anzeige

Bearbeitungs-Programm ausführen

Vorbereitung

- 1 Werkstück auf dem Maschinentisch aufspannen
- 2 Bezugspunkt setzen
- 3 Bearbeitungs-Programm wählen (Status M)



Vorschub und Spindeldrehzahl können Sie mit den Override-Drehknöpfen ändern.

Programmmlauf Satzfolge

- ▶ Bearbeitungs-Programm mit der NC-Start-Taste starten

Programmmlauf Einzelsatz

- ▶ Jeden Satz des Bearbeitungs-Programms mit der NC-Start-Taste einzeln starten

Programmmlauf Einzelsatz		PGM NAME
0	BEGIN PGM 123 MM	
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z »	
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 »	BLOCKWEISE ÜBERTRAGEN
3	TOOL DEF 1 L+0 R+7	
4	TOOL DEF 2 L+0 R+3	
5	TOOL CALL 1 Z S2000	
6	L Z+100 R0 FMAX M3	PGM TEST
7	CYCL DEF 4.0 TASCHENFRAESEN	
8	CYCL DEF 4.1 ABST+2	
9	CYCL DEF 4.2 TIEFE-10	
10	CYCL DEF 4.3 ZUSTLG+10 F100	
IST X +150,000 Y -25,000 Z +12,500		WERKZEUG TABELLE
		M5 / 9

Bearbeitungsprogramm ausführen, das Koordinaten von nicht gesteuerten Achsen enthält

Die TNC kann auch Programme abarbeiten, in denen Sie nicht gesteuerte Achsen programmiert haben.

Wenn die TNC an einen Satz kommt, in dem eine nicht gesteuerte Achse programmiert ist, stoppt sie den Programmmlauf. Gleichzeitig blendet die TNC ein Fenster ein, in dem der Restweg zur Zielposition eingeblendet ist (1 siehe Bild rechts oben). Gehen Sie dann wie folgt vor:

- ▶ Fahren Sie die Achse manuell in die Zielposition. Die TNC aktualisiert ständig das Restwegfenster und zeigt immer den Wert an, den Sie noch zur Zielposition verfahren müssen
- ▶ Wenn Sie die Zielposition erreicht haben, drücken Sie die Taste NC-Start, um den Programmmlauf fortzusetzen. Wenn Sie NC-START drücken bevor Sie die Zielposition erreicht haben, gibt die TNC eine Fehlermeldung aus.



Wie exakt Sie die Zielposition anfahren müssen, ist im Maschinen-Parameter 1030.x festgelegt (mögliche Eingabewerte: 0.001 bis 2 mm).

Nicht gesteuerte Achsen müssen in einem separaten Positioniersatz stehen, ansonsten gibt die TNC eine Fehlermeldung aus.

Programmmlauf Satzfolge		
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 »	
3	TOOL DEF 1 L+0 R+7.5	
4	TOOL CALL 1 Z S2500 DR+0,1	
5	L X+50 Y+50 R0 FMAX M3	
6	L Z-10 F500	
7	L Z+5	
8	L X+75 Y+112,5 R0 FMAX	
9	L Z-12,5	
10	L Z+10	
11	END PGM	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> Restweg-Anzeige 1 </div>		
SOLL	X +50,000	SPINDEL-DVE
*	Y +50,000	VORSCHUB-DV
	Z +50,000	
	T 1 Z	
	F 0	
	S 2450	M3/9
		INTERNER STOP

Bearbeitung unterbrechen

Sie haben 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 automatisch.

Programmierte Unterbrechungen

Unterbrechungen können Sie direkt im Bearbeitungs-Programm festlegen. Die TNC unterbricht den Programmlauf, sobald das Bearbeitungs-Programm bis zu dem Satz ausgeführt ist, der eine der folgenden Eingaben enthält:

- STOP (mit und ohne Zusatzfunktion)
- Zusatzfunktionen M0, M1 (siehe „11.5 Wahlweiser Programmlauf-Halt“), M2 oder M30
- Zusatzfunktion M6 (wird vom Maschinenhersteller festgelegt)

Unterbrechung durch NC-STOP-Taste

- ▶ NC-STOP-Taste drücken: Der Satz, den die TNC zum Zeitpunkt des Tastendrucks abarbeitet, wird nicht vollständig ausgeführt; in der Status-Anzeige blinkt das „*“-Symbol
- ▶ Wenn Sie die Bearbeitung nicht fortführen wollen, dann die TNC mit dem Softkey STOP zurücksetzen: das „*“-Symbol in der Status-Anzeige erlischt. Programm in diesem Fall vom Programm-Anfang aus erneut starten

Bearbeitung unterbrechen durch Umschalten auf Betriebsart Programmlauf Einzelsatz

Während ein Bearbeitungs-Programm in der Betriebsart Programmlauf Satzfolge abgearbeitet wird, Programmlauf Einzelsatz wählen. Die TNC unterbricht die Bearbeitung, nachdem der aktuelle Bearbeitungsschritt ausgeführt wurde.

Maschinenachsen während einer Unterbrechung verfahren

Sie können die Maschinenachsen während einer Unterbrechung wie in der Betriebsart Manueller Betrieb verfahren.

Anwendungsbeispiel:

Freifahren der Spindel nach Werkzeugbruch

- ▶ Bearbeitung unterbrechen
- ▶ Externe Richtungstasten freigeben: Softkey MANUELL VERFAHREN drücken.
- ▶ Maschinenachsen mit externen Richtungstasten verfahren

Um die Unterbrechungsstelle wieder anzufahren, nutzen Sie die Funktion „Wiederauffahren an die Kontur“ (siehe weiter unten in diesem Abschnitt).

Programmlauf nach einer Unterbrechung fortsetzen



Wenn Sie den Programmlauf während eines Bearbeitungszyklus unterbrechen, müssen Sie beim Wiedereinstieg mit dem Zyklusbeginn fortfahren. Bereits ausgeführte Bearbeitungsschritte muß die TNC dann erneut abfahren.

Die TNC speichert bei einer Programmlauf-Unterbrechung

- die Daten des zuletzt aufgerufenen Werkzeugs
- aktive Koordinaten-Umrechnungen
- die Koordinaten des zuletzt definierten Kreismittelpunkts
- den Zählerstand von Programmteil-Wiederholungen
- die Nummer des Satzes, mit dem ein Unterprogramm oder eine Programmteil-Wiederholung zuletzt aufgerufen wurde

Programmlauf Einzelsatz			
22	CYCL DEF 215 KREISZ. SCHLIC »	MANUELL VERFAHREN	
23	CALL LBL 1		
24	FN 11: IF +2 GT +1 GOTO LBL »		
25	LBL 1		
26	CYCL DEF 220 MUSTER KREIS		
	Q216 = -4,5 ;MITTE 1. ACHSE		
	Q217 = +0 ;MITTE 2. ACHSE		
	Q244 = 4 ;TEILKREIS-DURCH		
	Q245 = +0 ;STARTWINKEL		
	Q246 = +360 ;ENDWINKEL		
	Q247 = +0 ;WINKELSCHRIIT		
SOLL	X -125,604	SPINDEL-DVE	
	Y -49,526	VORSCHUB-DV	
	Z -4,608	T 20 Z	
		F 0	
		S 196	M 3 / 9
		INTERNER STOP	

Programmmlauf mit NC-START-Taste fortsetzen

Nach einer Unterbrechung können Sie den Programmmlauf mit der NC-START-Taste fortsetzen, wenn Sie das Programm auf folgende Art angehalten haben:

- NC-STOP-Taste gedrückt
- Programmierte Unterbrechung
- NOT-AUS-Taste betätigt (maschinenabhängige Funktion)



Wenn Sie den Programmmlauf mit dem Softkey STOP abgebrochen haben, können Sie mit der Taste GOTO einen anderen Satz wählen und die Bearbeitung dort fortsetzen.

Wenn Sie den Satz 0 wählen, setzt die TNC alle gespeicherten Informationen (Werkzeug-Daten usw.) zurück.

Wenn Sie den Programmmlauf innerhalb einer Programmteil-Wiederholung abgebrochen haben, dürfen Sie nur innerhalb der Programmteil-Wiederholung andere Sätze mit GOTO wählen.

Programmmlauf nach einem Fehler fortsetzen

■ Bei nichtblinkender Fehlermeldung:

- ▶ Fehlerursache beseitigen
- ▶ Fehlermeldung am Bildschirm löschen: Taste CE drücken
- ▶ Neustart oder Programmmlauf fortsetzen an der Stelle, an der unterbrochen wurde

■ Bei blinkender Fehlermeldung:

- ▶ TNC und Maschine abschalten
- ▶ Fehlerursache beseitigen
- ▶ Neustart

Bei wiederholtem Auftreten des Fehlers notieren Sie bitte die Fehlermeldung und benachrichtigen den Kundendienst.

Beliebiger Einstieg ins Programm (Satzvorlauf)

Mit der Funktion VORLAUF ZU SATZ N (Satzvorlauf) können Sie ein Bearbeitungs-Programm ab einem frei wählbaren Satz N abarbeiten. Die Werkstück-Bearbeitung bis zu diesem Satz wird von der TNC rechnerisch berücksichtigt.



Den Satzvorlauf immer am Programm-Anfang beginnen.

Enthält das Programm bis zum Ende des Satzvorlaufs eine programmierte Unterbrechung, unterbricht die TNC dort den Satzvorlauf. Um den Satzvorlauf fortzusetzen, die Softkeys VORLAUF ZU SATZ N und START nochmals drücken.

Nach einem Satzvorlauf fahren Sie das Werkzeug mit der Funktion Wiederanfahren an die Kontur auf die ermittelte Position (siehe nächste Seite).

- ▶ Ersten Satz des aktuellen Programms als Beginn für Vorlauf wählen: GOTO „0“ eingeben.
- ▶ Satzvorlauf wählen: Softkey VORLAUF ZU SATZ N drücken, die TNC blendet ein Eingabefenster ein:



- ▶ Vorlauf bis N: Nummer N des Satzes eingeben, bei dem der Vorlauf enden soll
 - ▶ Programm: Namen des Programms eingeben, in dem der Satz N steht
 - ▶ Wiederholungen: Anzahl der Wiederholungen eingeben, die im Satz-Vorlauf berücksichtigt werden sollen, falls Satz N innerhalb einer Programmteil-Wiederholung steht
 - ▶ PLC EIN/AUS: Um Werkzeug-Aufrufe und Zusatz-Funktionen M zu berücksichtigen: PLC auf EIN stellen (mit Taste ENT zwischen EIN und AUS umschalten). PLC auf AUS betrachtet ausschließlich die Geometrie
- ▶ Satzvorlauf starten: Softkey START drücken
- ▶ Kontur anfahren: Siehe nächsten Abschnitt „Wiederanfahren an die Kontur“



Sie können das Eingabefenster für den Satzvorlauf verschieben. Drücken Sie dazu die Taste zur Festlegung der Bildschirm-Aufteilung und benutzen die dort angezeigten Softkeys.

Programmlauf Satzfolge	
0	BEGIN PGM 1 MM
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z »
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 »
3	TOOL DEF 1 L+0 R+5
4	TOOL CALL 1 Z S2500
5	L Z+10
6	L X+0
7	APPR LT
8	CP IPA+
9	CHF 1 F10
10	L X+50 Y+90
IST	X +150,000
	Y -25,000
	Z +12,500
	T 0
	S
	M5 / 9

Wiederanfahren an die Kontur

Mit der Funktion POSITION ANFAHREN fährt die TNC das Werkzeug an die Werkstück-Kontur, nachdem Sie die Maschinenachsen während einer Unterbrechung über den Softkey MANUELL VERFAHREN verfahren haben, oder wenn Sie mit der Funktion Satzvorlauf ins Programm einsteigen wollen.

- ▶ Wiederanfahren an die Kontur wählen: Softkey POSITION ANFAHREN wählen (entfällt beim Satzvorlauf). Die TNC zeigt im eingeblendeten Fenster 1 die Position an, auf die die TNC das Werkzeug verfährt
- ▶ Achsen in der Reihenfolge verfahren, die die TNC im Fenster 1 vorgeschlägt: Externe START-Taste drücken
- ▶ Achsen in beliebiger Reihenfolge verfahren: Softkeys ANFAHREN X, ANFAHREN Z usw. drücken und jeweils mit externer START-Taste aktivieren
- ▶ Bearbeitung fortsetzen: Externe START-Taste drücken

Programmmlauf Einzelsatz		
22	CYCL DEF 215 KREISZ. SCHLIC »	ANFAHREN X
23	CALL LBL 1	
24	FN 11: IF +2 GT +1 GOTO LBL »	ANFAHREN Y
25	LBL 1	ANFAHREN Z
26	CYCL DE 000 MUSTER KREIS	
Q216	=	
Q217	=	
Q244	=	
Q245	=	
Q246	=	
Q247	=	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> Wiederanfahren: Achsfolge: X -125,684 Y -49,626 Z -4,688 1 </div>		
-oder gemäß Softkey-Eingabe WINKELSCHRIIT		
SOLL	X -80,804	SPINDEL-OVE
	Y +4,874	VORSCHUB-OV
	Z +44,992	
	T 20 Z	
	F 0	
	S 196	M3/9

11.4 Blockweises Übertragen: Lange Programme ausführen

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

Die Programmsätze werden dabei von der TNC über die Datenschnittstelle eingelesen und unmittelbar nachdem sie abgearbeitet sind wieder gelöscht. Auf diese Weise können Sie unbegrenzt lange Programme abarbeiten.



Das Programm darf maximal 20 TOOL DEF-Sätze enthalten. Wenn Sie mehr Werkzeuge benötigen, dann verwenden Sie die Werkzeug-Tabelle.

Wenn das Programm einen Satz CALL PGM enthält, muß das gerufen Programm im Speicher der TNC vorhanden sein.

Das Programm darf nicht enthalten:

- Unterprogramme
- Programmteil-Wiederholungen
- Funktion FN15:PRINT

Programm blockweise Übertragen

Datenschnittstelle mit der MOD-Funktion konfigurieren, Satzpuffer festlegen (siehe „13.4 Externe Datenschnittstelle einrichten“).



- ▶ Betriebsart Programmlauf Satzfolge oder Programmlauf Einzelsatz wählen
- ▶ Blockweises Übertragen ausführen: Softkey BLOCKWEISE. ÜBERTRAGEN drücken
- ▶ Programm-Name eingeben, mit Taste ENT bestätigen. Die TNC liest das gewählte Programm über die Datenschnittstelle ein
- ▶ Bearbeitungs-Programm mit externer Start-Taste starten. Wenn Sie einen Satzpuffer größer 0 festgelegt haben, wartet die TNC mit dem Programm-Start, bis die definierte Anzahl NC-Sätze eingelesen wurde

11.5 Wahlweiser Programmlauf-Halt

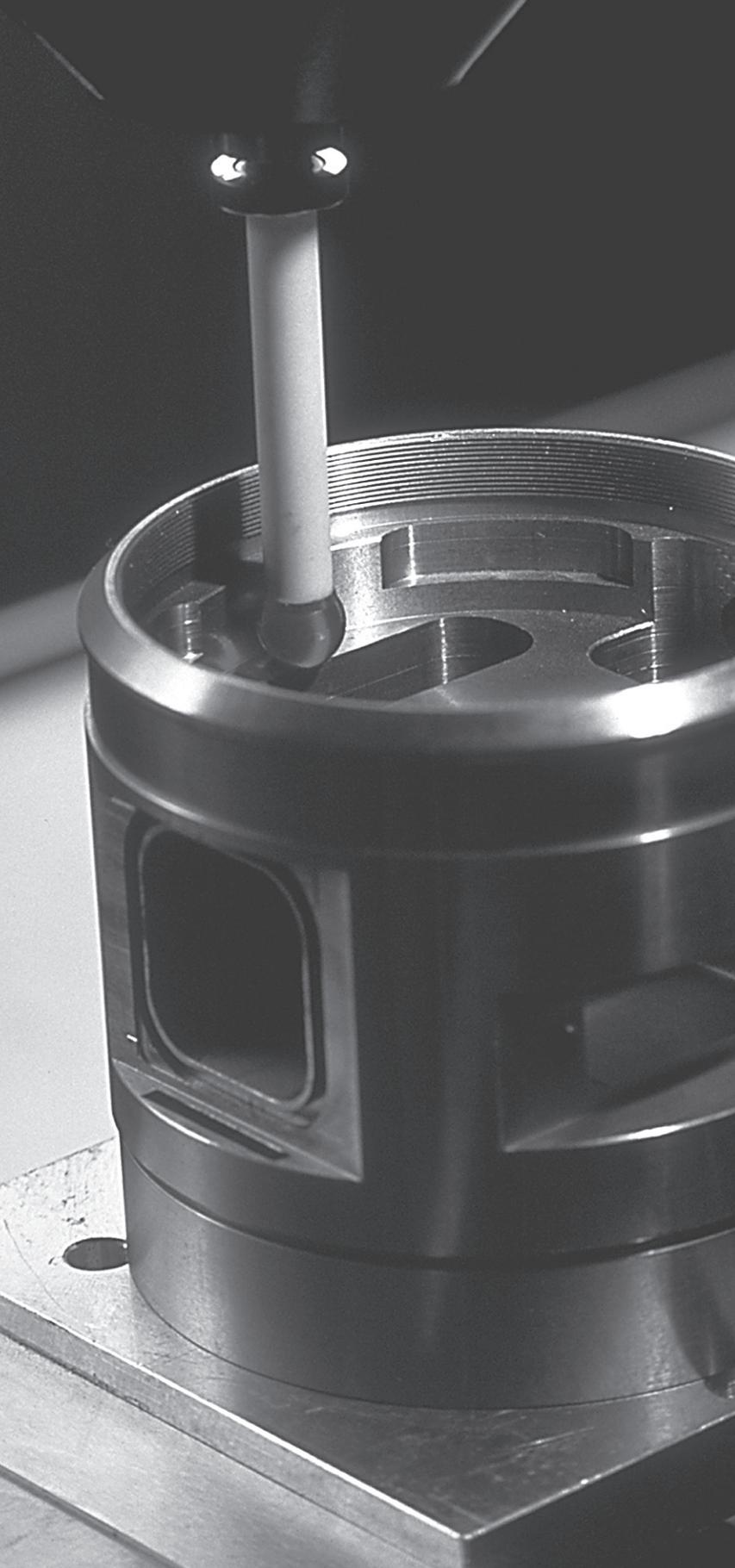
Die TNC unterbricht wahlweise den Programmlauf oder den Programm-Test bei Sätzen in denen M01 programmiert ist:



▶ Programmlauf oder Programm-Test bei Sätzen mit M01 nicht unterbrechen: Softkey auf AUS stellen



▶ Programmlauf oder Programm-Test bei Sätzen mit M01 unterbrechen: Softkey auf EIN stellen



12

3D-Tastsysteme

12.1 Antastzyklen in der Betriebsart Manueller Betrieb



Die TNC muß vom Maschinenhersteller für den Einsatz eines 3D-Tastsystems vorbereitet sein.

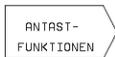
Während der Antastzyklen fährt das 3D-Tastsystem achsparallel auf das Werkstück zu, nachdem Sie die NC-START-Taste gedrückt haben. Der Maschinenhersteller legt den Antast-Vorschub fest: Siehe Bild rechts. Wenn das 3D-Tastsystem das Werkstück berührt,

- sendet das 3D-Tastsystem ein Signal an die TNC: Die Koordinaten der angetasteten Position werden gespeichert
- stoppt das 3D-Tastsystem und
- fährt im Eilgang auf die Startposition des Antastvorgangs zurück

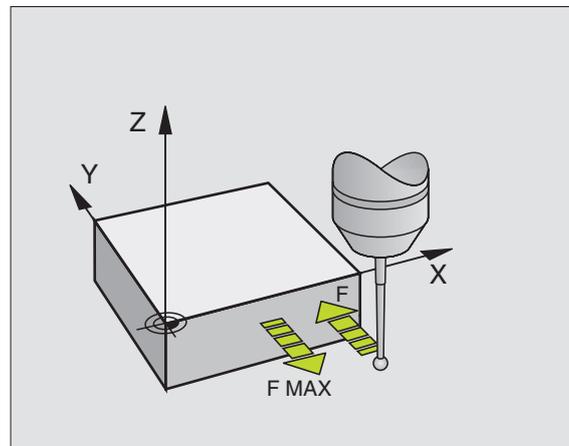
Wird innerhalb eines festgelegten Wegs der Taststift nicht ausgelenkt, gibt die TNC eine entsprechende Fehlermeldung aus (Weg: MP6130).

Antastfunktion wählen

- ▶ Betriebsart Manueller Betrieb wählen



- ▶ Antastfunktionen wählen: Softkey ANTAST-FUNKTIONEN drücken (2. Softkey-Leiste). Die TNC zeigt weitere Softkeys: Siehe Tabelle rechts



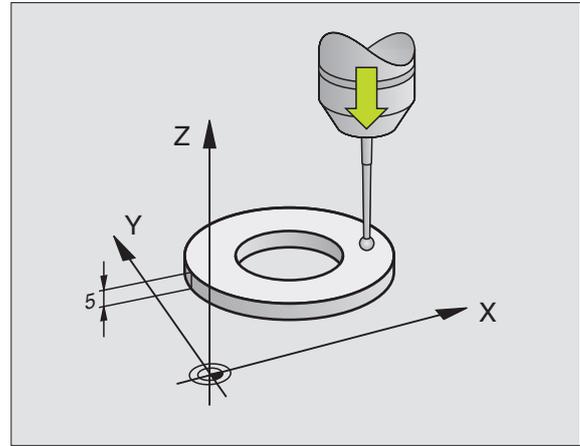
Funktion	Softkey
Wirksame Länge kalibrieren (2. Softkey-Leiste)	
Wirksamen Radius kalibrieren (2. Softkey-Leiste)	
Grunddrehung	
Bezugspunkt-Setzen	
Ecke als Bezugspunkt setzen	
Kreismittelpunkt als Bezugspunkt setzen	

Schaltendes Tastsystem kalibrieren

Das Tastsystem müssen Sie kalibrieren bei

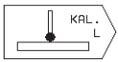
- Inbetriebnahme
- Taststift-Bruch
- Taststift-Wechsel
- Änderung des Antastvorschubs
- Unregelmäßigkeiten, beispielsweise durch Erwärmung der Maschine

Beim Kalibrieren ermittelt die TNC die „wirksame“ Länge des Taststifts und den „wirksamen“ Radius der Tastkugel. Zum Kalibrieren des 3D-Tastsystems spannen Sie einen Einstellring mit bekannter Höhe und bekanntem Innenradius auf den Maschinentisch.

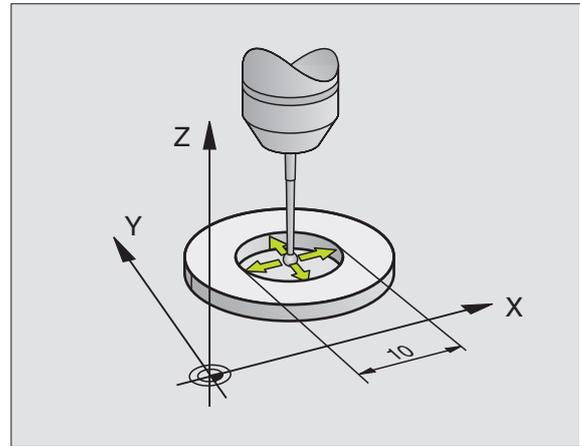


Kalibrieren der wirksamen Länge

- ▶ Bezugspunkt in der Spindel-Achse so setzen, daß für den Maschinentisch gilt: $Z=0$.



- ▶ Kalibrier-Funktion für die Tastsystem-Länge wählen: Softkey ANTAST-FUNKTIONEN und KAL. L drücken. Die TNC zeigt ein Menü-Fenster mit vier Eingabefeldern
- ▶ Werkzeug-Achse über Softkey wählen
- ▶ Bezugspunkt: Höhe des Einstellrings eingeben
- ▶ Menüpunkte Wirksamer Kugelradius und Wirksame Länge erfordern keine Eingabe
- ▶ Tastsystem dicht über die Oberfläche des Einstellrings fahren
- ▶ Wenn nötig, angezeigte Verfahrrichtung ändern: Pfeil-Taste drücken
- ▶ Oberfläche antasten: NC-START-Taste drücken



Wirksamen Radius kalibrieren und Tastsystem-Mittenversatz ausgleichen

Die Tastsystem-Achse fällt normalerweise nicht genau mit der Spindelachse zusammen. Die Kalibrier-Funktion erfaßt den Versatz zwischen Tastsystem-Achse und Spindelachse und gleicht ihn rechnerisch aus.

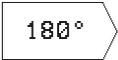
Bei dieser Funktion dreht die TNC das 3D-Tastsystem um 180° . Die Drehung wird durch eine Zusatz-Funktion ausgelöst, die der Maschinenhersteller im Maschinenparameter 6160 festlegt.

Die Messung für den Tastsystem-Mittensversatz führen Sie nach dem Kalibrieren des wirksamen Tastkugelradius durch.

- ▶ Tastkugel im MANUELLEN BETRIEB in die Bohrung des Einstellrings positionieren



- ▶ Kalibrier-Funktion für den Tastkugel-Radius und den Tastsystem-Mittensversatz wählen: Softkey KAL. R drücken
- ▶ Werkzeug-Achse wählen, Radius des Einstellrings eingeben
- ▶ Antasten: 4 x NC-START-Taste drücken. Das 3D-Tastsystem tastet in jede Achsrichtung eine Position der Bohrung an und errechnet den wirksamen Tastkugel-Radius
- ▶ Wenn Sie die Kalibrierfunktion jetzt beenden möchten, dann Softkey END drücken



- ▶ Tastkugel-Mittensversatz bestimmen: Softkey „180°“ drücken. Die TNC dreht das Tastsystem um 180°
- ▶ Antasten: 4 x NC-START-Taste drücken. Das 3D-Tastsystem tastet in jede Achsrichtung eine Position in der Bohrung und errechnet den Tastsystem-Mittensversatz

Kalibrierwerte anzeigen

Die TNC speichert wirksame Länge, den wirksamen Radius und den Betrag des Tastsystem-Mittensversatzes und berücksichtigt diese Werte bei späteren Einsätzen des 3D-Tastsystems. Um die gespeicherten Werte anzuzeigen, drücken Sie KAL. L und KAL. R.

Werkstück-Schiefelage kompensieren

Eine schiefe Werkstück-Aufspannung kompensiert die TNC rechnerisch durch eine „Grunddrehung“:

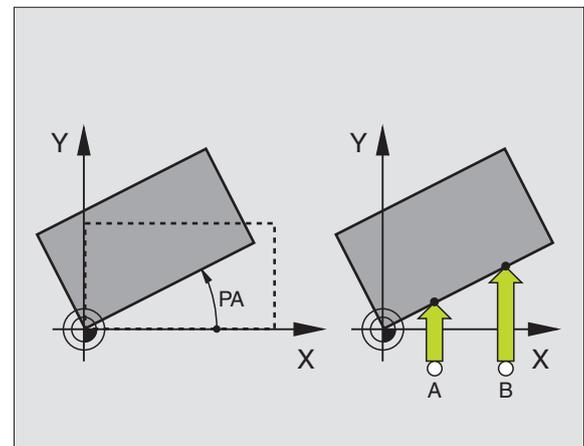
Dazu setzt die TNC den Drehwinkel auf den Winkel, den eine Werkstückfläche mit der Winkelbezugsachse der Bearbeitungsebene einschließen soll. Siehe Bild rechts unten.



Antastrichtung zum Messen der Werkstück-Schiefelage immer senkrecht zur Winkelbezugsachse wählen.

Damit die Grunddrehung im Programmablauf richtig verrechnet wird, müssen Sie im ersten Verfahrenssatz beide Koordinaten der Bearbeitungsebene programmieren.

Kalibrierung wirksamer Radius			
X+	X-	Y+	Y-
Werkzeug-Achse = Z			
Radius Einstellring = 25,001			
Wirksamer Kugelradius= 3,996			
Wirksame Länge = +0			
Tastkugel-Mittensversatz X			
Tastkugel-Mittensversatz Y			
IST	X	-2,000	
	Y	-125,000	
	Z	+12,500	
	T	1	Z
	S	0	
M5 / 9			





- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN ROT drücken
- ▶ Tastsystem in die Nähe des ersten Antastpunkts positionieren
- ▶ Antastrichtung senkrecht zur Winkelbezugsachse wählen: Achse mit Pfeil-Taste wählen
- ▶ Antasten: NC-START-Taste drücken
- ▶ Tastsystem in die Nähe des zweiten Antastpunkts positionieren
- ▶ Antasten: NC-START-Taste drücken

Die TNC speichert die Grunddrehung netzausfallsicher. Die Grunddrehung ist für alle nachfolgenden Programmläufe und Programm-Tests wirksam.

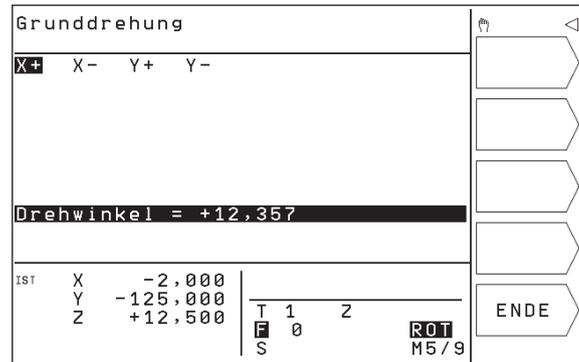
Grunddrehung anzeigen

Der Winkel der Grunddrehung steht nach erneutem Wählen von ANTASTEN ROT in der Drehwinkel-Anzeige. Die TNC zeigt den Drehwinkel auch in der zusätzlichen Statusanzeige an (STATUS POS.)

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

Grunddrehung aufheben

- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN ROT drücken
- ▶ Drehwinkel „0“ eingeben, mit Taste ENT übernehmen
- ▶ Antastfunktion beenden: Taste END drücken



12.2 Bezugspunkt-Setzen mit 3D-Tastsystemen

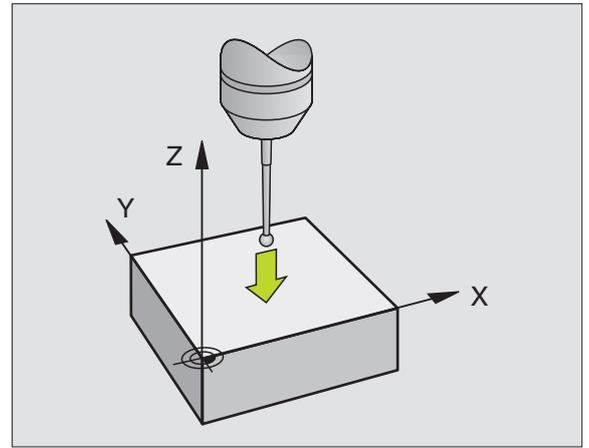
Die Funktionen zum Bezugspunkt-Setzen am ausgerichteten Werkstück werden mit folgenden Softkeys gewählt:

- Bezugspunkt-Setzen in einer beliebigen Achse mit ANTASTEN POS
- Ecke als Bezugspunkt setzen mit ANTASTEN P
- Kreismittelpunkt als Bezugspunkt setzen mit ANTASTEN CC

Bezugspunkt-Setzen in einer beliebigen Achse (siehe Bild rechts oben)



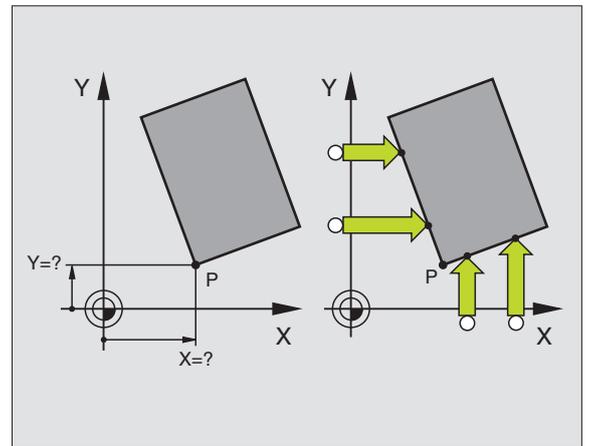
- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN POS drücken
- ▶ Tastsystem in die Nähe des Antastpunkts positionieren
- ▶ Antastrichtung und gleichzeitig Achse wählen, für die der Bezugspunkt gesetzt wird, z.B. Z in Richtung Z antasten: Mit Pfeil-Taste wählen
- ▶ Antasten: NC-START-Taste drücken
- ▶ Bezugspunkt: Soll-Koordinate eingeben, mit Taste ENT übernehmen



Ecke als Bezugspunkt – Punkte übernehmen, die für Grunddrehung angetastet wurden (siehe Bild rechts Mitte)



- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN P drücken
- ▶ ANTASTPUNKTE AUS GRUNDDREHUNG?: Softkey JA drücken, um die Koordinaten der Antastpunkte zu übernehmen
- ▶ Tastsystem in die Nähe des ersten Antastpunkts auf der Werkstück-Kante positionieren, die für die Grunddrehung nicht angetastet wurde
- ▶ Antastrichtung wählen: Achse mit Pfeil-Tasten wählen
- ▶ Antasten: NC-START-Taste drücken
- ▶ Tastsystem in die Nähe des zweiten Antastpunkts auf der gleichen Kante positionieren
- ▶ Antasten: NC-START-Taste drücken
- ▶ Bezugspunkt: Beide Koordinaten des Bezugspunkts im Menüfenster eingeben, mit Taste ENT übernehmen
- ▶ Antastfunktion beenden: Taste END drücken



Ecke als Bezugspunkt – Punkte nicht übernehmen, die für Grunddrehung angetastet wurden



- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN P drücken
- ▶ Antastpunkte aus Grunddrehung?: Mit Softkey NEIN verneinen (Dialogfrage erscheint nur, wenn Sie zuvor eine Grunddrehung durchgeführt haben)
- ▶ Beide Werkstück-Kanten je zweimal antasten
- ▶ Koordinaten des Bezugspunkts eingeben, mit Taste ENT übernehmen
- ▶ Antastfunktion beenden: Taste END drücken

Kreismittelpunkt als Bezugspunkt

Mittelpunkte von Bohrungen, Kreistaschen, Vollzylindern, Zapfen, kreisförmigen Inseln usw. können Sie als Bezugspunkte setzen.

Innenkreis:

Die TNC tastet die Kreis-Innenwand in alle vier Koordinatenachsen-Richtungen an.

Bei unterbrochenen Kreisen (Kreisbögen) können Sie die Antastrichtung beliebig wählen.

- ▶ Tastkugel ungefähr in die Kreismitte positionieren

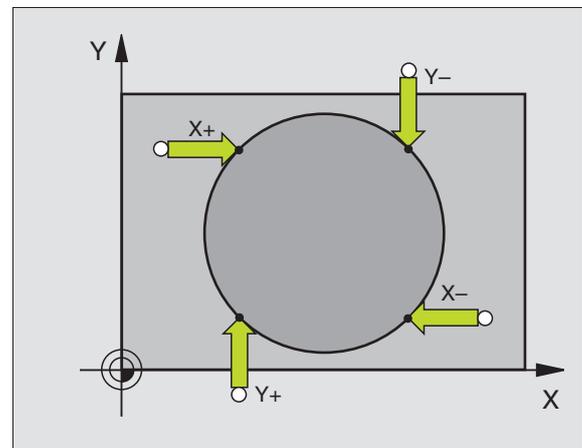
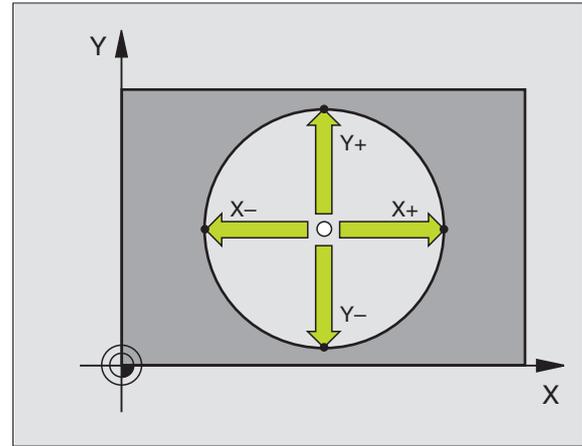


- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN CC wählen
- ▶ Antasten: NC-START-Taste viermal drücken. Das Tastsystem tastet nacheinander 4 Punkte der Kreis-Innenwand an
- ▶ Wenn Sie mit Umschlagmessung arbeiten wollen (nur bei Maschinen mit Spindel-Orientierung, abhängig von MP6160) Softkey 180° drücken und erneut 4 Punkte der Kreis-Innenwand antasten
- ▶ Wenn Sie ohne Umschlagmessung arbeiten wollen: Taste END drücken
- ▶ Bezugspunkt: Im Menüfenster beide Koordinaten des Kreismittelpunkts eingeben, mit Taste ENT übernehmen
- ▶ Antastfunktion beenden: Taste END drücken

Außenkreis:

- ▶ Tastkugel in die Nähe des ersten Antastpunkts außerhalb des Kreises positionieren
- ▶ Antastrichtung wählen: Entsprechenden Softkey wählen
- ▶ Antasten: NC-START-Taste drücken
- ▶ Antastvorgang für die übrigen 3 Punkte wiederholen. Siehe Bild rechts Mitte
- ▶ Koordinaten des Bezugspunkts eingeben, mit Taste ENT übernehmen

Nach dem Antasten zeigt die TNC die aktuellen Koordinaten des Kreismittelpunkts und den Kreisradius PR an.



12.3 Werkstücke vermessen mit 3D-Tastsystemen

Mit dem 3D-Tastsystem bestimmen Sie:

- Positions-Koordinaten und daraus
- Maße und Winkel am Werkstück

Koordinate einer Position am ausgerichteten Werkstück bestimmen



- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN POS drücken
- ▶ Tastsystem in die Nähe des Antastpunkts positionieren
- ▶ Antastrichtung und gleichzeitig Achse wählen, auf die die Koordinate sich beziehen soll: Mit Pfeiltaste Achse wählen.
- ▶ Antastvorgang starten: NC-START-Taste drücken

Die TNC zeigt die Koordinate des Antastpunkts als Bezugspunkt an.

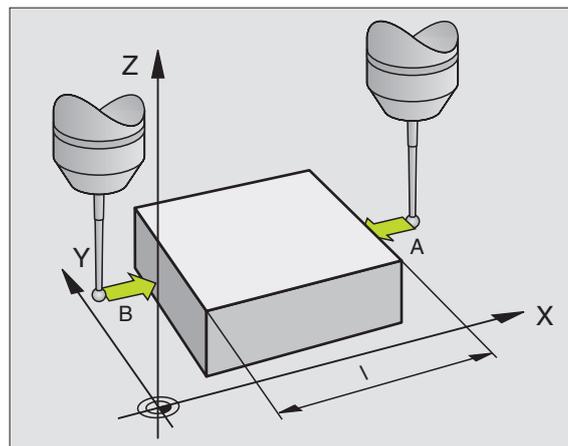
Koordinaten eines Eckpunktes in der Bearbeitungsebene bestimmen

Koordinaten des Eckpunktes bestimmen, wie unter „Ecke als Bezugspunkt“ beschrieben. Die TNC zeigt die Koordinaten der angetasteten Ecke als Bezugspunkt an.

Werkstückmaße bestimmen



- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN POS drücken
- ▶ Tastsystem in die Nähe des ersten Antastpunkts A positionieren
- ▶ Antastrichtung mit Pfeil-Taste wählen
- ▶ Antasten: NC-START-Taste drücken
- ▶ Als Bezugspunkt angezeigten Wert notieren (nur, falls vorher gesetzter Bezugspunkt wirksam bleibt)
- ▶ Bezugspunkt: „0“ eingeben
- ▶ Dialog abbrechen: Taste END drücken
- ▶ Antastfunktion erneut wählen: Softkey ANTASTEN POS drücken



- ▶ Tastsystem in die Nähe des zweiten Antastpunkts B positionieren
- ▶ Antastrichtung mit Pfeil-Taste wählen: Gleiche Achse, jedoch entgegengesetzte Richtung wie beim ersten Antasten.
- ▶ Antasten: NC-START-Taste drücken

In der Anzeige Bezugspunkt steht der Abstand zwischen den beiden Punkten auf der Koordinatenachse.

Positionsanzeige wieder auf Werte vor der Längenmessung setzen

- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN POS drücken
- ▶ Ersten Antastpunkt erneut antasten
- ▶ Bezugspunkt auf notierten Wert setzen
- ▶ Dialog abbrechen: Taste END drücken.

Winkel messen

Mit einem 3D-Tastsystem könne Sie einen 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.

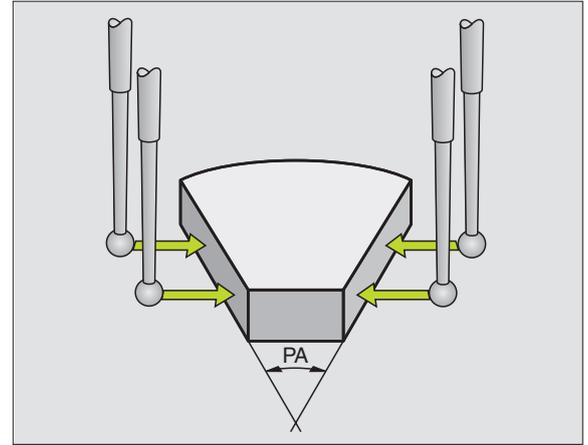
Winkel zwischen der Winkelbezugsachse und einer Werkstück-Kante bestimmen



- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN ROT drücken.
- ▶ Drehwinkel: Angezeigten Drehwinkel notieren, falls Sie die zuvor durchgeführte Grunddrehung später wieder herstellen möchten.
- ▶ Grunddrehung mit der zu vergleichenden Seite durchführen (siehe „Werkstück-Schiefelage kompensieren“)
- ▶ Mit Softkey ANTASTEN ROT den Winkel zwischen Winkelbezugsachse und Werkstückkante als Drehwinkel anzeigen lassen.
- ▶ Grunddrehung aufheben oder ursprüngliche Grunddrehung wieder herstellen:
- ▶ Drehwinkel auf notierten Wert setzen

Winkel zwischen zwei Werkstück-Kanten bestimmen

- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN ROT drücken
- ▶ Drehwinkel: Angezeigten Drehwinkel notieren, falls Sie die zuvor durchgeführte Grunddrehung wieder herstellen möchten
- ▶ Grunddrehung für die erste Seite durchführen (siehe „Werkstück-Schiefelage kompensieren“)
- ▶ Zweite Seite ebenfalls wie bei einer Grunddrehung antasten, Drehwinkel hier nicht auf 0 setzen!
- ▶ Mit Softkey ANTASTEN ROT Winkel PA zwischen den Werkstück-Kanten als Drehwinkel anzeigen lassen
- ▶ Grunddrehung aufheben oder ursprüngliche Grunddrehung wieder herstellen: Drehwinkel auf notierten Wert setzen





13

MOD-Funktionen

13.1 MOD-Funktionen wählen, ändern und verlassen

Über die MOD-Funktionen können Sie zusätzliche Anzeigen und Eingabemöglichkeiten wählen.

MOD-Funktionen wählen

Betriebsart wählen, in der Sie MOD-Funktionen ändern möchten.



- ▶ MOD-Funktionen wählen: Taste MOD drücken. Das Bild rechts oben zeigt den „MOD-Bildschirm“.

Sie können folgende Änderungen vornehmen:

- Positions-Anzeigen wählen
- Maß-Einheit (mm/inch) festlegen
- Schlüsselzahl eingeben
- Schnittstelle einrichten
- Maschinenspezifische Anwenderparameter
- Verfahrbereichs-Begrenzung setzen
- NC-Software - Nummer anzeigen
- PLC-Software - Nummer anzeigen

MOD-Funktion ändern

- ▶ MOD-Funktion im angezeigten Menü mit Pfeiltasten wählen.
- ▶ Wiederholt Taste ENT drücken, bis Funktion im Hellfeld steht oder Zahl eingeben und mit Taste ENT übernehmen

MOD-Funktionen verlassen

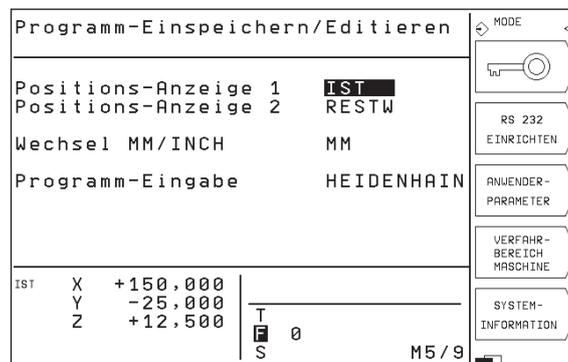
- ▶ MOD-Funktion beenden: Taste END drücken.

13.2 System-Informationen

Mit dem Softkey SYSTEM-INFORMATION zeigt die TNC folgende Informationen an:

- Freier Programm-Speicher
- NC-Software-Nummer
- PLC-Software-Nummer

stehen nach Anwahl der Funktionen im TNC-Bildschirm



13.3 Schlüssel-Zahl eingeben

Zum Eingeben der Schlüssel-Zahl drücken Sie den Softkey mit dem Schlüssel. Die TNC benötigt für die folgende Funktionen eine Schlüssel-Zahl:

Funktion	Schlüssel-Zahl
Anwender-Parameter wählen	123
Datei-Schutz aufheben	86357
Betriebstunden-Zähler für: STEUERUNG EIN PROGRAMMLAUF SPINDEL EIN	857282

13.4 Datenschnittstelle einrichten

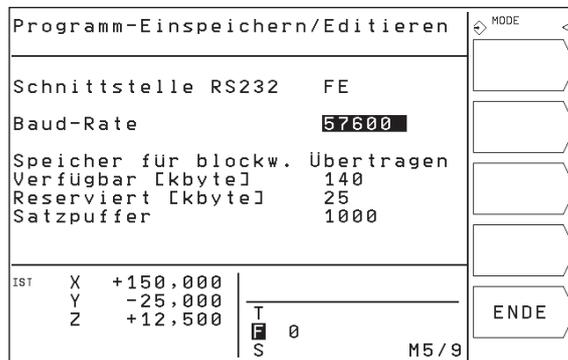
Zum Einrichten der Datenschnittstelle drücken Sie den Softkey RS 232 EINRICHTEN. Die TNC zeigt ein Bildschirm-Menü, in das Sie folgende Einstellungen eingeben:

BETRIEBSART des externen Geräts wählen

Externes Gerät	SCHNITTSTELLE RS232
HEIDENHAIN Disketten-Einheit FE 401 und FE 401B	FE
Fremdgeräte, wie Drucker, Leser, Stanzer, PC ohne TNC.EXE	EXT1, EXT2
PC mit HEIDENHAIN-Software für Datenübertragung TNCremo	FE
Keine Daten übertragen; z.B. Arbeiten ohne angeschlossenes Gerät	NUL

Baud-Rate einstellen

Die Baud-Rate (Datenübertragungs-Geschwindigkeit) ist zwischen 110 und 115.200 Baud wählbar. Die TNC speichert zu jeder Betriebsart (FE, EXT1 usw.) eine Baud-Rate ab. Wenn Sie mit der Pfeiltaste das Feld Baud-Rate wählen, dann setzt die TNC die Baud-Rate auf den zuletzt für diese Betriebsart gespeicherten Wert.



Speicher für blockweises Übertragen festlegen

Um parallel zum blockweisen Abarbeiten andere Programme editieren zu können, legen Sie den Speicher für das blockweise Übertragen fest.

Die TNC zeigt den verfügbaren Speicher an. Wählen Sie den reservierten Speicher kleiner dem freien Speicher.

Satzpuffer einstellen

Um ein kontinuierliches Abarbeiten beim blockweisen Übertragen zu gewährleisten, benötigt die TNC einen gewissen Vorrat an Sätzen im Programm-Speicher.

Im Satzpuffer legen Sie fest, wieviele NC-Sätze über die Datenschnittstelle eingelesen werden, bevor die TNC mit dem Abarbeiten beginnt. Der Eingabewert für den Satzpuffer ist abhängig vom Punktabstand des NC-Programmes. Bei sehr kleinen Punktabständen großen Satzpuffer eingeben, bei größeren Punktabständen kleineren Satzpuffer eingeben. Richtwert: 1000

Software für Datenübertragung

Zur Übertragung von Dateien von der TNC und zur TNC, sollten Sie die HEIDENHAIN-Software zur Datenübertragung TNCremo benutzen. Mit der TNCremo können Sie über die serielle Schnittstelle alle HEIDENHAIN-Steuerungen ansteuern.



Setzen Sie sich bitte mit HEIDENHAIN in Verbindung, um gegen eine Schutzgebühr die Datenübertragungs-Software TNCremo zu erhalten.

System-Voraussetzungen für TNCremo

- Personalcomputer AT oder kompatibles System
- 640 kB Arbeitsspeicher
- 1 MByte frei auf Ihrer Festplatte
- eine freie serielle Schnittstelle
- Betriebssystem MS-DOS/PC-DOS 3.00 oder höher, Windows 3.1 oder höher, OS/2
- Für komfortables Arbeiten eine Microsoft (TM) kompatible Maus (nicht zwingend erforderlich)

Installation unter Windows

- ▶ Starten Sie das Installations-Programm SETUP.EXE mit dem Dateimanager (Explorer)
- ▶ Folgen Sie den Anweisungen des Setup-Programms

TNCremo unter Windows starten

Windows 3.1, 3.11, NT:

- ▶ Doppelklicken Sie auf das Icon in der Programmgruppe HEIDENHAIN Anwendungen

Windows95:

- ▶ Klicken Sie auf <Start>, <Programme>, <HEIDENHAIN Anwendungen>, <TNCremo>

Wenn Sie die TNCremo das erste Mal starten, werden Sie nach der angeschlossenen Steuerung, der Schnittstelle (COM1 oder COM2) und nach der Datenübertragungs-Geschwindigkeit gefragt. Geben Sie die gewünschten Informationen ein.

Datenübertragung zwischen TNC 310 und TNCremo

Überprüfen Sie, ob:

- die TNC 310 an der richtigen seriellen Schnittstelle Ihres Rechners angeschlossen ist
- die Datenübertragungs-Geschwindigkeit an der TNC und in der TNCremo übereinstimmen

Nachdem Sie die TNCremo gestartet haben, sehen Sie im linken Teil des Fensters alle Dateien, die im aktiven Verzeichnis gespeichert sind. Über <Verzeichnis>, <Wechseln> können Sie ein beliebiges Laufwerk bzw. ein anderes Verzeichnis wählen. Um die Datenübertragung von der TNC aus starten zu können (siehe „4.2 Datei-Verwaltung“), wählen Sie <Verbindung>, <Dateiserver>. Die TNCremo ist jetzt bereit Daten zu empfangen.

TNCremo beenden

Wählen Sie den Menüpunkt <Datei>, <Beenden>, oder drücken Sie die Tastenkombination ALT+X



Beachten Sie auch die Hilfefunktion der TNCremo, in der alle Funktionen erklärt sind.

13.5 Maschinenspezifische Anwenderparameter



Der Maschinenhersteller kann bis zu 16 ANWENDERPARAMETER mit Funktionen belegen. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

13.6 Positions-Anzeige wählen

Für den MANUELLEN BETRIEB und die Programmlauf-Betriebsarten können Sie die Anzeige der Koordinaten beeinflussen:

Das Bild rechts zeigt verschiedene Positionen des Werkzeugs

- 1 Ausgangs-Position
- 2 Ziel-Position des Werkzeugs
- 3 Werkstück-Nullpunkt
- 4 Maschinen-Nullpunkt

Für die Positions-Anzeigen der TNC können Sie folgende Koordinaten wählen:

Funktion	Anzeige
Soll-Position; von der TNC aktuell vorgegebener Wert	SOLL
Ist-Position; momentane Werkzeug-Position	IST
Referenz-Position; Ist-Position bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt	REF
Restweg zur programmierten Position; Differenz zwischen Ist- und Ziel-Position	RESTW
Schleppfehler; Differenz zwischen Soll und Ist-Position	SCHPF

Mit der MOD-Funktion Positions-Anzeige 1 wählen Sie die Positions-Anzeige in der Status-Anzeige.

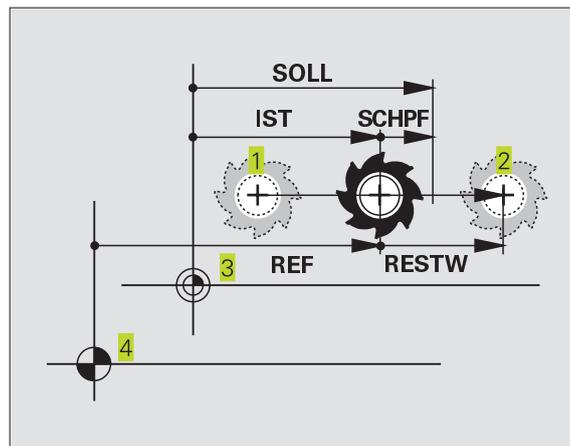
Mit der MOD-Funktion Positions-Anzeige 2 wählen Sie die Positions-Anzeige in der zusätzlichen Status-Anzeige.

13.7 Maßsystem wählen

Mit der MOD-Funktion Wechsel MM/INCH legen Sie fest, ob die TNC Koordinaten in mm oder Inch (Zoll-System) anzeigen soll.

- 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

Diese MOD-Funktion legt auch das Maßsystem fest, wenn Sie ein neues Programm eröffnen.



13.8 Verfahrbereichs-Begrenzungen

Innerhalb des maximalen Verfahrbereichs können Sie den tatsächlich nutzbaren Verfahrweg für die Koordinatenachsen einschränken.

Anwendungsbeispiel: Teilapparat gegen Kollisionen sichern

Verfahrbereichs-Begrenzung für den Programmlauf

Der maximale Verfahrbereich ist durch Software-Endschalter begrenzt. Der tatsächlich nutzbare Verfahrweg wird mit der MOD-Funktion VERFAHRBEREICH MASCHINE eingeschränkt: Dazu geben Sie die Maximalwerte in positiver und negativer Richtung der Achsen bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt ein.

Arbeiten ohne Verfahrbereichs-Begrenzung

Für Koordinatenachsen, die ohne Verfahrbereichs-Begrenzungen verfahren werden sollen, geben Sie den maximalen Verfahrweg der TNC (+/- 30 000 mm) als Verfahrbereich ein.

Maximalen Verfahrbereich ermitteln und eingeben

- ▶ Positions-Anzeige REF wählen
- ▶ Gewünschte positive und negative End-Positionen der X-, Y- und Z-Achse anfahren
- ▶ Werte mit Vorzeichen notieren
- ▶ MOD-Funktionen wählen: Taste MOD drücken



- ▶ Verfahrbereichs-Begrenzung eingeben: Softkey VERFAHRBEREICH MASCHINE drücken. Notierte Werte für die Achsen als Begrenzung eingeben, mit Taste ENT bestätigen
- ▶ MOD-Funktion verlassen: Taste END drücken



Werkzeug-Radiuskorrekturen werden bei Verfahrbereichs-Begrenzungen nicht berücksichtigt.

Verfahrbereichs-Begrenzungen und Software-Endschalter werden berücksichtigt, nachdem die Referenz-Punkte überfahren sind.

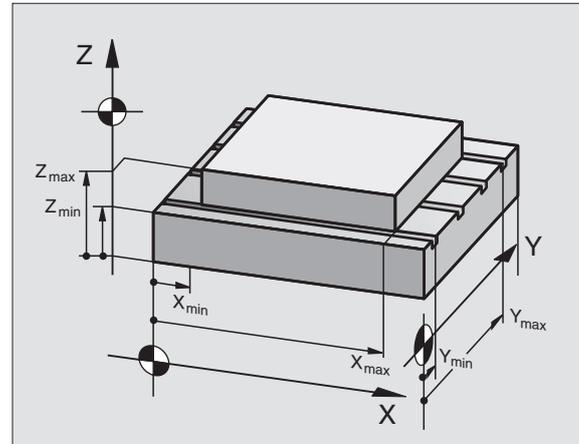
Verfahrbereichs-Begrenzung für den Programm-Test

Für den Programm-Test und die Programmier-Grafik können Sie einen separaten „Verfahrbereich“ definieren. Drücken Sie dazu den Softkey VERFAHRBEREICH TEST (2. Softkey-Ebene), nachdem Sie die MOD-Funktion aktiviert haben.

Zusätzlich zu den Begrenzungen können Sie noch die Lage des Werkstück-Bezugspunktes bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt definieren.



Um geänderte Werte zu speichern, müssen Sie die Taste ENT drücken.



13.9 HILFE-Datei ausführen



Die HILFE-Funktion ist nicht an jeder Maschine verfügbar. Nähere Informationen erteilt Ihr Maschinenhersteller.

Die Hilfe-Funktion soll 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 HILFE-Datei dokumentieren und ausführen.

HILFE-Funktion wählen und ausführen

- ▶ MOD-Funktion wählen: Taste MOD drücken
- ▶ HILFE-Funktion wählen: Softkey HILFE drücken
- ▶ Mit Pfeiltasten „Aufwärts/Abwärts“ Zeile in der Hilfe-Datei wählen, die mit einem # gekennzeichnet ist
- ▶ Gewählte HILFE-Funktion ausführen: NC-Start drücken

14.1 Allgemeine Anwenderparameter

Allgemeine Anwenderparameter sind Maschinen-Parameter, die das Verhalten der TNC beeinflussen.

Typische Anwenderparameter sind z.B.

- die Dialogsprache
- das Schnittstellen-Verhalten
- Verfahrensgeschwindigkeiten
- Bearbeitungsabläufe
- die Wirkung der Overrides

Eingabemöglichkeiten für Maschinen-Parameter

Maschinen-Parameter geben Sie als Dezimalzahlen ein

Einige Maschinen-Parameter haben Mehrfach-Funktionen. Der Eingabewert solcher Maschinen-Parameter ergibt sich aus der Summe der mit einem + gekennzeichneten Einzeleingabewerte.

Allgemeine Anwenderparameter anwählen

Allgemeine Anwenderparameter wählen Sie in den MOD-Funktionen mit der Schlüsselzahl 123 an.



In den MOD-Funktionen stehen auch maschinen-spezifische Anwenderparameter zur Verfügung.

Externe Datenübertragung

Steuerzeichen für blockweises Übertragen festlegen

TNC-Schnittstellen EXT1 (5020.0) und

EXT2 (5020.1) an externes Gerät anpassen MP5020.x

7 Datenbit (ASCII-Code, 8.bit = Parität): **+0**

8 Datenbit (ASCII-Code, 9.bit = Parität): **+1**

Block-Check-Charakter (BCC) beliebig: **+0**

Block-Check-Charakter (BCC) Steuerzeichen nicht erlaubt: **+2**

Übertragungs-Stop durch RTS aktiv: **+4**

Übertragungs-Stop durch RTS nicht aktiv: **+0**

Übertragungs-Stop durch DC3 aktiv: **+8**

Übertragungs-Stop durch DC3 nicht aktiv: **+0**

Zeichenparität geradzahlig: **+0**

Zeichenparität ungeradzahlig: **+16**

Zeichenparität unerwünscht: **+0**

Zeichenparität erwünscht: **+32**

1 1/2 Stoppbit: **+0**

2 Stoppbit: **+64**

1 Stoppbit: **+128**

1 Stoppbit: **+192**

RTS immer aktiv: **+0**

RTS nur aktiv, wenn Datenübertragung gestartet: **+256**

EOT nach ETX senden: **+0**

EOT nach ETX nicht senden: **+512**

Beispiel:

TNC-Schnittstelle EXT2 (MP 5020.1) auf externes Fremdgerät mit folgender Einstellung anpassen:

8 Datenbit, BCC beliebig, Übertragungs-Stop durch DC3, geradzahlige Zeichenparität, Zeichenparität erwünscht, 2 Stoppbit
Eingabe für **MP 5020.1**: $1+0+8+0+32+64 = 105$

3D-Tastsysteme

Antastvorschub für schaltendes Tastsystem

MP6120
80 bis 3000 [mm/min]

Maximaler Verfahrensweg zum Antastpunkt

MP6130
0,001 bis 30 000 [mm]

Sicherheitsabstand zum Antastpunkt bei automatischem Messen

MP6140
0,001 bis 30 000 [mm]

Eilgang zum Antasten für schaltendes Tastsystem

MP6150
1 bis 30 000 [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**

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**

Dialogsprache festlegen

MP7230
Deutsch: **0**
Englisch: **1**

Werkzeug-Tabelle konfigurieren

MP7260
Nicht aktiv: **0**
Anzahl der Werkzeuge in der Werkzeug-Tabelle: **1** bis **254**

Betriebsart Manueller Betrieb: Anzeige des Vorschubs**MP7270**

Vorschub F nur anzeigen, wenn Achsrichtungs-Taste gedrückt wird: **+0**
 Vorschub F anzeigen, auch wenn keine Achsrichtungs-Taste gedrückt wird (Vorschub der „langsamsten“ Achse): **+1**
 Spindeldrehzahl S und Zusatz-Funktion M nach STOP weiter wirksam: **+0**
 Spindeldrehzahl S und Zusatz-Funktion M nach STOP nicht mehr wirksam: **+2**

Anzeige der Getriebestufe**MP7274**

Aktuelle Getriebestufe nicht anzeigen: **0**
 Aktuelle Getriebestufe anzeigen: **1**

Dezimalzeichen festlegen**MP7280**

Komma als Dezimalzeichen anzeigen: **0**
 Punkt als Dezimalzeichen anzeigen: **1**

Positions-Anzeige in der Werkzeugachse**MP7285**

Anzeige bezieht sich auf den Werkzeug-Bezugspunkt: **0**
 Anzeige in der Werkzeugachse bezieht sich auf die Werkzeug-Stirnfläche: **1**

Anzeigeschritt für die X-Achse**MP7290.0**

0,1 mm bzw. 0,1°: **0**
 0,05 mm bzw. 0,05°: **1**
 0,01 mm bzw. 0,01°: **2**
 0,005 mm bzw. 0,005°: **3**
 0,001 mm bzw. 0,001°: **4**

Anzeigeschritt für die Y-Achse**MP7290.1**

siehe MP 7290.0

Anzeigeschritt für die Z-Achse**MP7290.2**

siehe MP 7290.0

Anzeigeschritt für die IV.-Achse**MP7290.3**

siehe MP 7290.0

Status-Anzeige, Q-Parameter und Werkzeugdaten rücksetzen**MP7300**

Q-Parameter und Status-Anzeige nicht löschen: **+0**
 Q-Parameter und Status-Anzeige bei M02, M30, END PGM: **+1**
 Zuletzt aktive Werkzeug-Daten nicht aktivieren nach einer Strom-Unterbrechung: **+0**
 Zuletzt aktive Werkzeug-Daten aktivieren nach einer Strom-Unterbrechung: **+4**

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**

Bearbeitung und Programmlauf

Zyklus 17: Spindelorientierung am Zyklus-Anfang
MP7160

Spindelorientierung durchführen: **0**

Keine Spindelorientierung durchführen: **1**

Wirksamkeit Zyklus 11 MASSFAKTOR
MP7410

MASSFAKTOR wirkt in 3 Achsen: **0**

MASSFAKTOR wirkt nur in der Bearbeitungsebene: **1**

Zyklus 4TASCHENFRAESEN und Zyklus 5 KREISTASCHE: Überlappungsfaktor
MP7430

0,1 bis 1,414

Wirkungsweise verschiedener Zusatz-Funktionen M
MP7440

Programmlauf-Halt bei M06: **+0**

Kein Programmlauf-Halt bei M06: **+1**

Kein Zyklus-Aufruf mit M89: **+0**

Zyklus-Aufruf mit M89: **+2**

Programmlauf-Halt bei M-Funktionen: **+0**

Kein Programmlauf-Halt bei M-Funktionen: **+4**

Merker „Achse in Position“ nicht setzen bei Wartezeit zwischen zwei NC-Sätzen: **+0**

Merker „Achse in Position“ setzen bei Wartezeit zwischen zwei NC-Sätzen: **+32**

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

0,000 bis 179,999 [°]

Maximale Bahngeschwindigkeit bei Vorschub-Override 100% in den Programmlauf-Betriebsarten
MP7470

0 bis 99 999 [mm/min]

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**

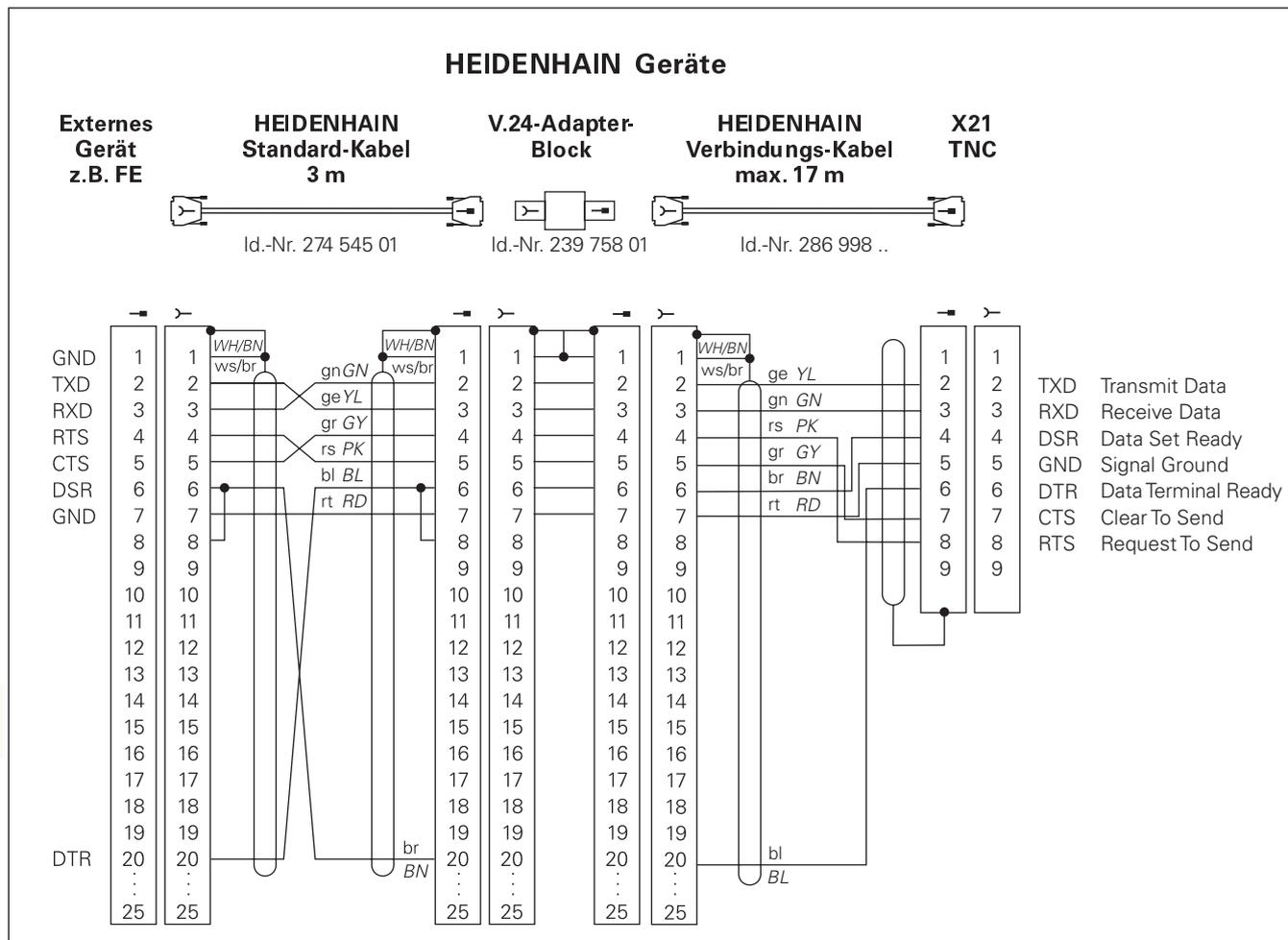
Mehrfach-Handrad mit Zusatztasten: **5**

HR 410 mit Zusatzfunktionen: **6**

14.2 Steckerbelegung und Anschlußkabel für die Datenschnittstelle

Schnittstelle V.24/RS-232-C

HEIDENHAIN-Geräte



Die Steckerbelegungen an der TNC-Logikeinheit (X21) und am Adapter-Block sind verschieden.

Fremdgeräte

Die Stecker-Belegung am Fremdgerät kann erheblich von der Steckerbelegung eines HEIDENHAIN-Gerätes abweichen.

Sie ist vom Gerät und der Übertragungsart abhängig. Entnehmen Sie bitte die Steckerbelegung des Adapter-Blocks der obenstehenden Abbildung.

14.3 Technische Information

Die TNC-Charakteristik

Kurzbeschreibung	Bahnsteuerung für Maschinen mit: 4 gesteuerten Achsen und nicht geregelter Spindel 3 gesteuerten Achsen und geregelter Spindel
Komponenten	Kompakt-Steuerung mit integriertem Flachbildschirm (192mm x120mm, 640 x 400 Pixel) und integrierten Maschinen-Bedientasten
Datenschnittstelle	■ V.24 / RS-232-C
Gleichzeitig verfahrenende Achsen bei Konturelementen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Geraden bis zu 3 Achsen ■ Kreise bis zu 2 Achsen ■ Schraubenlinie 3 Achsen
Parallelbetrieb	Editieren, während die TNC ein Bearbeitungs-Programm ausführt
Grafische Darstellungen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Programmier-Grafik ■ Test-Grafik
Datei-Typen	<ul style="list-style-type: none"> ■ HEIDENHAIN-Klartext-Dialog-Programme ■ Werkzeug-Tabelle
Programm-Speicher	<ul style="list-style-type: none"> ■ Batteriegepuffert für ca 6 000 NC-Sätze (abhängig von der Satzlänge), 128 Kbyte ■ Bis zu 64 Dateien verwaltbar
Werkzeug-Definitionen	Bis zu 254 Werkzeuge im Programm oder in der Werkzeug-Tabelle
Programmierhilfen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Funktionen zum Anfahren und Verlassen der Kontur ■ HELP-Funktion

Programmierbare Funktionen

Konturelemente	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gerade ■ Fase ■ Kreisbahn ■ Kreismittelpunkt ■ Kreisradius ■ Tangential anschließende Kreisbahn ■ Ecken-Runden ■ Geraden und Kreisbahnen zum Anfahren und Verlassen der Kontur
Programmsprünge	<ul style="list-style-type: none"> ■ Unterprogramm ■ Programmteil-Wiederholung
Bearbeitungs-Zyklen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bohrzyklen zum Bohren, Tiefbohren, Reiben, Ausdrehen, Rückwärts-Senken, Gewindebohren mit und ohne Ausgleichsfutter ■ Rechteck- und Kreistasche schrappen und schlichten ■ Zyklen zum Fräsen gerader und kreisförmiger Nuten ■ Punktemuster auf Kreis und Linien ■ Zyklen zum Abzeilen ebener und schiefwinkliger Flächen
Koordinaten-Umrechnungen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Nullpunkt-Verschiebung ■ Spiegeln ■ Drehung ■ Massfaktor
3D-Tastsystem-Einsatz	<ul style="list-style-type: none"> ■ Antastfunktionen zum Bezugspunkt-Setzen

TNC-Daten

Satz-Verarbeitungszeit	40 ms/Satz
Regelkreis-Zykluszeit	Bahninterpolation: 6 ms
Datenübertragungs-Geschwindigkeit	Maximal 115.200 Baud
Umgebungstemperatur	<ul style="list-style-type: none"> ■ Betrieb: 0°C bis +45°C ■ Lagerung: -30°C bis +70°C
Verfahrweg	Maximal 30 m (1 181 Zoll)
Verfahrgeschwindigkeit	Maximal 30 m/min (1 181 Zoll/min)
Spindeldrehzahl	Maximal 30 000 U/min
Eingabe-Bereich	<ul style="list-style-type: none"> ■ Minimum 1µm (0,0001 Zoll) bzw. 0,001° ■ Maximum 30 000 mm (1 181 Zoll) bzw. 30 000°

14.4 TNC-Fehlermeldungen

Fehlermeldungen zeigt die TNC automatisch unter anderem bei

- falschen Eingaben
- logischen Fehlern im Programm
- nicht ausführbaren Konturelementen
- unvorschriftsmäßigen Tastsystem-Einsätzen

Einige besonders häufig vorkommende TNC-Fehlermeldungen stehen in den folgenden Übersichten.

Eine Fehlermeldung, die 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-Fehlermeldungen beim Programmieren

Eingabe weiterer PGM unmöglich	Alte Dateien löschen, um weitere Dateien einzugeben
Eingabewert falsch	<ul style="list-style-type: none"> ■ LBL-Nummer korrekt eingeben ■ Eingabegrenzen beachten
EXT.Aus-/Eingabe nicht bereit	<ul style="list-style-type: none"> ■ Übertragungskabel ist nicht angeschlossen ■ Übertragungskabel ist defekt oder falsch verlötet ■ Angeschlossenes Gerät (PC, Drucker) ist nicht eingeschaltet ■ Übertragungsgeschwindigkeit (Baudrate) stimmt nicht überein
Geschützte Datei!	Programmschutz aufheben, falls Datei editiert werden soll
Label-Nummer belegt	Label-Nummern jeweils nur einmal vergeben
Sprung auf Label 0 nicht erlaubt	CALL LBL 0 nicht programmieren

TNC-Fehlermeldungen beim Programm-Test und Programmlauf

Ache doppelt programmiert	Für Positionierungen die Koordinaten jeder Achse nur einmal eingeben
Aktueller Satz nicht angewählt	Programm-Anfang vor Programm-Test oder Programmlauf mit GOTO 0 anwählen
Antastpunkt nicht erreichbar	<ul style="list-style-type: none"> ■ 3D-Tastsystem näher am Antastpunkt vorpositionieren
Arithmetikfehler	<p>Berechnungen mit nicht erlaubten Werten</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Werte innerhalb der Bereichsgrenzen definieren ■ Antast-Positionen für das 3D-Tastsystem eindeutig auseinander liegend wählen
Bahn-Korr. falsch beendet	Werkzeug-Radiuskorrektur nicht in einem Satz mit Kreisbahn-Position aufheben
Bahn-Korr. falsch begonnen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gleiche Radiuskorrektur vor und nach einem RND- und CHF-Satz eingeben ■ Werkzeug-Radiuskorrektur nicht in einem Satz mit Kreisbahn-Position beginnen

CYCL unvollständig	<ul style="list-style-type: none"> ■ Zyklen mit allen Angaben in der festgelegten Reihenfolge definieren ■ Umrechnungszyklen nicht aufrufen ■ Vor Zyklus-Aufruf den Zyklus definieren ■ Zustelltiefe ungleich 0 eingeben
Definition BLK FORM fehlerhaft	<ul style="list-style-type: none"> ■ MIN- und MAX-Punkt entsprechend Vorschrift programmieren ■ Seitenverhältnis kleiner als 200:1 wählen
Ebene falsch definiert	<ul style="list-style-type: none"> ■ Werkzeug-Achse bei aktiver Grunddrehung nicht ändern ■ Hauptachsen für Kreisbahnen korrekt definieren ■ Beide Hauptachsen für CC definieren
Falsche Achse programmiert	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gesperrte Achsen nicht programmieren ■ Rechteck-Tasche und Nut in der Bearbeitungsebene ausführen ■ Drehachsen nicht spiegeln ■ Fasenlänge positiv eingeben
Falsche Drehzahl	Drehzahl innerhalb der Bereichsgrenzen programmieren
Fase nicht erlaubt	Fase zwischen zwei Geraden-Sätze mit gleicher Radius-Korrektur einfügen
Fehlerhafte Programmdateien	Über Datenschnittstelle eingelesenes Programm enthält falsche Satzformate
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 Änderung am laufenden PGM	Programm nicht editieren, während es ausgeführt wird
Kreis-Endpunkt falsch	<ul style="list-style-type: none"> ■ Anschlußkreis vollständig eingeben ■ Bahn-Endpunkte auf Kreisbahn liegend programmieren
Kreismittelpunkt fehlt	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kreismittelpunkt mit CC definieren ■ Pol mit CC definieren
Label-Nr. nicht vorhanden	Nur gesetzte Label-Nummern aufrufen
Maßfaktor nicht erlaubt	Maßfaktoren der Koordinatenachsen in der Ebene der Kreisbahn identisch eingeben
PGM-Abschnitt nicht darstellbar	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fräserradius kleiner wählen ■ Spindel-Achse für Simulation gleich der Achse in der BLK-FORM eingeben
Radiuskorrektur undefiniert	Die Radiuskorrektur RR oder RL kann nur mit Werkzeug-Radius ungleich 0 ausgeführt werden
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 erscheint bei Tasten ohne aktuelle Funktionsbelegung
Taststift ausgelenkt	Taststift vor erstem Antasten ohne Werkstückberührung vorpositionieren
Tastsystem nicht bereit	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tastsystem auf Betriebsbereitschaft prüfen
Undefinierter Programmstart	<ul style="list-style-type: none"> ■ Im Programm nur mit TOOL DEF-Satz beginnen ■ Programm nach Unterbrechung nicht mit anschließender Kreisbahn oder Pol-Übernahme neu starten
Vorschub fehlt	<ul style="list-style-type: none"> ■ Vorschub für Positionier-Satz eingeben ■ FMAX in jedem Satz erneut eingeben
Werkzeug-Radius zu groß	<p>Werkzeug-Radius so wählen, daß</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ dieser innerhalb der vorgegebenen Grenzen liegt ■ Konturelemente sich berechnen und ausführen lassen
Winkel-Bezug fehlt	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kreisbahnen und -Endpunkte eindeutig definieren ■ Polarkoordinaten-Eingabe: Polarkoordinaten-Winkel korrekt definieren
Zu hohe Verschachtelung	<ul style="list-style-type: none"> ■ 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

14.5 Puffer-Batterie wechseln

Wenn die Steuerung ausgeschaltet ist, versorgt eine Puffer-Batterie die TNC mit Strom, um Daten im RAM-Speicher nicht zu verlieren.

Wenn die TNC die Meldung Puffer-Batterie wechseln anzeigt, müssen Sie die Batterien austauschen. Die Batterien sind im Steuerungsgehäuse untergebracht, beachten Sie hierzu auch Ihr Maschinenhandbuch. Zusätzlich befindet sich in der TNC ein Energiespeicher, der die Steuerung mit Strom versorgt, solange Sie die Batterien wechseln (maximale Überbrückungszeit: 24 Stunden).



Zum Wechseln der Puffer-Batterie Maschine und TNC ausschalten!

Die Puffer-Batterie darf nur von entsprechend geschultem Personal gewechselt werden!

Batterie-Typ: 3 Mignon-Zellen, leak-proof, IEC-Bezeichnung „LR6“

SYMBOLE

- 3D-Darstellung...188
- 3D-Tastensystem
 - kalibrieren...203
 - Mittenversatz ausgleichen...203

A

- Abzeilen...132
- Antastzyklen...202
- Anwenderparameter
 - Allgemeine...220
 - für 3D-Tastensysteme...222
 - für Bearbeitung und
Programmlauf...224
 - für Elektronische
Handräder...225
 - für externe
Datenübertragung...221
 - für TNC-Anzeigen,
TNC-Editor...222
 - maschinenspezifische...216
- Ausdrehen...100

B

- Bahnbewegungen
 - Polarkoordinaten...78
 - Gerade...79
 - Kreisbahn mit
tangentialem Anschluß...80
 - Kreisbahn um Pol...79
 - rechtwinklige Koordinaten...68
 - Gerade...69
 - Kreisbahn mit festgelegtem
Radius...72
 - Kreisbahn mit tangentialem
Anschluß...73
 - Kreisbahn um Kreis-
mittelpunkt...71

B

- Bahnfunktionen
 - Grundlagen...57
 - Kreise und Kreisbögen...58
 - Vorpositionieren...58
- Bearbeitung unterbrechen...194
- Bearbeitungszeit ermitteln...190
- Bedienfeld...4
- Betriebsarten...4
- Bezugspunkt wählen...30
- Bezugspunkt-Setzen
 - mit 3D-Tastensystem...205
 - Ecke als Bezugspunkt...206
 - in einer beliebigen
Achse...206
 - Kreismittelpunkt als
Bezugspunkt...207
 - ohne 3D-Tastensystem...19
- Bezugssystem...27
- Bildschirm...3
- Bildschirm-Aufteilung...3
- Blockweises Übertragen...199
- Bohren...97, 98, 101

D

- Darstellung in 3 Ebenen...187
- Datei-Status...31
- Datei-Verwaltung
 - aufrufen...31
 - Datei kopieren...32
 - Datei löschen...32
 - Datei schützen...32
 - Datei umbenennen...32
 - Datei-Name...31
 - Datei-Typ...31
 - Dateien einlesen/ausgeben...33
- Datenschnittstelle
 - einrichten...213
 - Steckerbelegung...226

D

- Datenübertragungs-
Geschwindigkeit...213
- Datenübertragungs-Software...214
- Dialog...37
- DNC-Betrieb...199
- Draufsicht...187
- Drehachse
 - Anzeige reduzieren...92
- Drehung...141

E

- Ecken-Runden...74
- Eilgang...44
- Einschalten...14
- Ellipse...179

F

- Fase...69
- Fehlermeldungen, 229
 - ausgeben...167

G

- Gerade...69, 79
- Gewindebohren
 - mit Ausgleichsfutter...105
 - ohne Ausgleichsfutter...106
- Grafik
 - Ansichten...186
 - Ausschnitts-Vergrößerung...188
 - beim Programm-Test...186
 - beim Programmieren...39
- Grafische Simulation...189

H

- Hauptachsen...27
- Helix-Interpolation...81
- HILFE-Datei anzeigen...218
- Hilfe-Dateien
 - ausführen...218
- Hilfe-Funktion...41

I

Ist-Position übernehmen...59

K

Kabel für die Datenschnittstelle...226

Klammerrechnung...173

Klartext-Dialog...37

Kleine Konturstufen: M97...90

Kompatibilität...2

Konstante

Bahngeschwindigkeit: M90...89

Kontur anfahren...60

Kontur verlassen...60

Koordinaten-Umrechnung

Übersicht...137

Kreisbahn...71, 72, 73, 79, 80

Kreismittelpunkt CC...71

Kreistasche

schlichten...116

schruppen...114

Kreiszapfen schlichten...117

Kugel...183

L

Langloch fräsen...120, 122

Lochkreis...127

M

M-Funktionen. *Siehe*
Zusatz-Funktionen

Maschinen-Parameter

für 3D-Tastysteme...222

für externe

Datenübertragung...221

Maschinenachsen verfahren

mit dem elektronischen
Handrad...16

mit den Achs-Richtungstasten...15

schrittweise...17

Maschinenfeste

Koordinaten: M91/M92...87

M

Maßeinheit wählen...35

Maßfaktor...142

Maßsystem wählen...216

MOD-Funktion

ändern...212

verlassen...212

wählen...212

N

Nicht gesteuerte Achsen
im NC-Programm...193

Nullpunkt-Verschiebung...138

mit Nullpunkt-Tabellen...138

Nutenfräsen

pendelnd...120

O

Offene Konturrecken: M98...91

P

Parameter-Programmierung.
Siehe Q-Parameter-Programmierung

Polarkoordinaten

Grundlagen...28

Pol festlegen...28

Positionieren

mit Handeingabe...22

Positionieren mit Handeingabe...5, 22

Positions-Anzeige wählen...216

POSITIP-Betrieb...193

Programm

-Aufbau...34

editieren...38

eröffnen...35

Programm-Aufruf über Zyklus...145

Programm-Name. *Siehe*

Datei-Verwaltung: Datei-Name

P

Programm-Test

ausführen...191

bis zu einem
bestimmten Satz...191

Übersicht...190

Programm-Verwaltung.
Siehe Datei-Verwaltung

Programmier-Grafik...39

Programmlauf

ausführen...192

beliebiger Einstieg ins
Programm...197

fortsetzen nach
Unterbrechung...195, 196

Maschinenachsen während einer
Unterbrechung verfahren...195

unterbrechen...194

Programmteil-Wiederholungen

Arbeitsweise...149

aufrufen...150

Programmier-Hinweise...149

programmieren...150

Puffer-Batterie wechseln...232

Punktemuster

auf Kreis...127

auf Linien...128

Übersicht...126

Q

Q-Parameter

kontrollieren...166

vorbelegte...176, 177

Werte an PLC übergeben...172

Q-Parameter-Programmierung

Formel eingeben...173

mathematische
Grundfunktionen...162

Programmierhinweise...160

Wenn/dann-Entscheidungen...165

Winkelfunktionen...164

zusätzliche Funktionen...167

R

- Radiuskorrektur...51
 - Außenecken...54
 - Ecken bearbeiten...54
 - eingeben...53
 - Innenecken...54
- Rechtecktasche
 - schlichten...111
 - schruppen...110
- Referenzpunkte überfahren...14
- Regelfläche...134
- Reiben...99
- Restwegbetrieb...193
- Rohteil definieren...36
- Rückwärts-Senken...103
- Runde Nut fräsen...122

S

- Satz
 - ändern...38
 - einfügen...38
 - kopieren...38
 - löschen...38
- Satzpuffer...214
- Satzvorlauf...197
- Schlüssel-Zahl...213
- Schlüssel-Zahlen...213
- Schraubenlinie...81
- Schrittweises Positionieren...17
- Software-Nummer...212
- Spiegeln...140
- Spindel-Orientierung...146
- Spindeldrehzahl
 - ändern...18
 - eingeben...18
- Status-Anzeige
 - allgemeine...7
 - zusätzliche...8
- Steckerbelegung...226
- System-Informationen...212
- Systemdaten lesen...169

T

- Teach In...59
- Technische Daten...227
- Teilfamilien...161
- Tiefbohren...97
- TNC 310...2
- TNCremo...214
- Trigonometrie...164

U

- Universal-Bohren...101
- Unterprogramm
 - Arbeitsweise...148
 - aufrufen...149
 - Programmier-Hinweise...148
 - programmieren...149

V

- V.24/RS232-C einrichten...213
- Verfahrensbereichs-Begrenzungen...217
- Verschachtelungen...151
- Verweilzeit...145
- Vollkreis...71
- Vorschub ändern...18

W

- Wahlweiser Programmlauf-Halt...200
- Werkstück-Positionen
 - absolute...29
 - Inkrementale...29
 - relative...29
- Werkstück-Schiefelage kompensieren...204
- Werkstücke vermessen...208
- Werkzeug-Bewegungen
 - eingeben...59
 - programmieren...37
 - Übersicht...68

W

- Werkzeug-Daten
 - aufrufen...49
 - Delta-Werte...46
 - in die Tabelle eingeben...47
 - ins Programm eingeben...46
- Werkzeug-Korrektur
 - Länge...51
 - Radius...51
- Werkzeug-Länge...45
- Werkzeug-Nummer...45
- Werkzeug-Radius...46
- Werkzeug-Tabelle
 - editieren...47
 - Editierfunktionen...48, 50
 - Eingabemöglichkeiten...47
 - verlassen...47
 - wählen...47
- Werkzeugwechsel...49
- Wiederanfahren an die Kontur...198
- Winkelfunktionen...164

Z

- Zubehör...11
- Zusatz-Funktionen
 - eingeben...86
 - für das Bahnverhalten...89
 - für Drehachsen...92
 - für Koordinatenangaben...87
 - für Programmlauf-Kontrolle...87
- Zusatzachsen...27
- Zyklus
 - aufrufen...95
 - definieren...94
 - Gruppen...94
- Zylinder...181

M	Wirkung der M-Funktion	Wirksam am Satz - Anfang	Ende	Seite
M00	Programmmlauf HALT/Spindel HALT/Kühlmittel AUS		■	87
M01	Wahlweiser Programmmlauf-Halt		■	200
M02	Programmmlauf HALT/Spindel HALT/Kühlmittel AUS/ggf. Löschen der Status-Anzeige (abhängig von Maschinen-Parameter)/Rücksprung zu Satz 1		■	87
M03	Spindel EIN im Uhrzeigersinn	■		
M04	Spindel EIN im Gegen-Uhrzeigersinn	■		
M05	Spindel HALT		■	87
M06	Werkzeugwechsel/Programmmlauf HALT (abhängig von Maschinen-Parameter)/Spindel HALT		■	87
M08	Kühlmittel EIN	■		
M09	Kühlmittel AUS		■	87
M13	Spindel EIN im Uhrzeigersinn/Kühlmittel EIN	■		
M14	Spindel EIN im Gegen-Uhrzeigersinn/Kühlmittel EIN	■		87
M30	Gleiche Funktion wie M02		■	87
M89	Freie Zusatz-Funktion oder Zyklus-Aufruf, modal wirksam (abhängig von Maschinen-Parameter)	■	■	95
M90	Nur im geschleppten Betrieb: konstante Bahngeschwindigkeit an Ecken		■	89
M91	Im Positioniersatz: Koordinaten beziehen sich auf den Maschinen-Nullpunkt		■	87
M92	Im Positioniersatz: Koordinaten beziehen sich auf eine vom Maschinen- Hersteller definierte Position, z.B. auf die Werkzeugwechsel-Position	■		87
M93	Im Positioniersatz: Koordinaten beziehen sich auf die aktuelle Werkzeug-Position		■	
M94	Anzeige der Drehachse reduzieren auf einen Wert unter 360°	■		92
M97	Kleine Konturstufen bearbeiten		■	90
M98	Offene Konturrecken vollständig bearbeiten		■	91
M99	Satzweiser Zyklus-Aufruf		■	95

HEIDENHAIN

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH

Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5

83301 Traunreut, Germany

☎ +49 (86 69) 31-0

FAX +49 (86 69) 50 61

E-Mail: info@heidenhain.de

Technical support FAX +49 (86 69) 31-1000

E-Mail: service@heidenhain.de

Measuring systems ☎ +49 (86 69) 31-31 04

E-Mail: service.ms-support@heidenhain.de

TNC support ☎ +49 (86 69) 31-31 01

E-Mail: service.nc-support@heidenhain.de

NC programming ☎ +49 (86 69) 31-31 03

E-Mail: service.nc-pgm@heidenhain.de

PLC programming ☎ +49 (86 69) 31-31 02

E-Mail: service.plc@heidenhain.de

Lathe controls ☎ +49 (7 11) 95 28 03-0

E-Mail: service.hsf@heidenhain.de

www.heidenhain.de

3D-Tastsysteme von HEIDENHAIN helfen Ihnen, Nebenzeiten zu reduzieren:

Zum Beispiel

- Werkstücke ausrichten
- Bezugspunkte setzen
- Werkstücke vermessen
- 3D-Formen digitalisieren

mit den Werkstück-Tastsystemen

TS 220 mit Kabel

TS 640 mit Infrarot-Übertragung

- Werkzeuge vermessen
- Verschleiß überwachen
- Werkzeugbruch erfassen

mit dem Werkzeug-Tastsystem

TT 130

