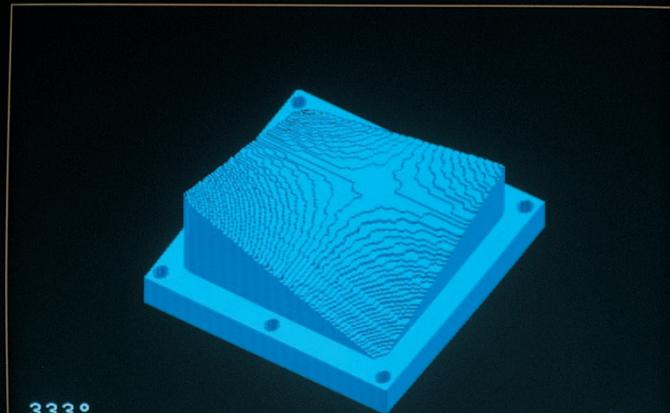




HEIDENHAIN

HEIDENHAIN



333°

23:45:39



TNC 410

NC-Software
286 060-xx
286 080-xx

Benutzer-Handbuch
HEIDENHAIN-Klartext-Dialog

Deutsch (de)
6/2001

Bedienelemente der Bildschirm-Einheit

-  Bildschirm-Aufteilung wählen
-  Bildschirm zwischen Maschinen-Betriebsart und Programmier-Betriebsart umschalten
-  Softkeys: Funktion im Bildschirm wählen
-  Softkey-Leisten umschalten
-  Bildschirm-Einstellungen ändern (nur BC 120)

Alpha-Tastatur: Buchstaben und Zeichen eingeben

-       Datei-Namen
Kommentare
-      DIN/ISO-
Programme

Maschinen-Betriebsarten wählen

-  Manueller Betrieb
-  El. Handrad
-  Positionieren mit Handeingabe
-  Programmablauf Einzelsatz
-  Programmablauf Satzfolge

Programmier-Betriebsarten wählen

-  Programm Einspeichern/Editieren
-  Programm -Test

Programme/Dateien verwalten, TNC-Funktionen

-  Programme/Dateien wählen und löschen
Externe Datenübertragung
-  Programmaufruf in ein Programm eingeben
-  MOD-Funktion wählen
-  Hilfe-Funktion wählen
-  Reserviert

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

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

Override Drehknöpfe für Vorschub/Spindeldrehzahl



Bahnbewegungen programmieren

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

Angaben zu Werkzeugen

-   Werkzeug-Länge und -Radius eingeben und aufrufen

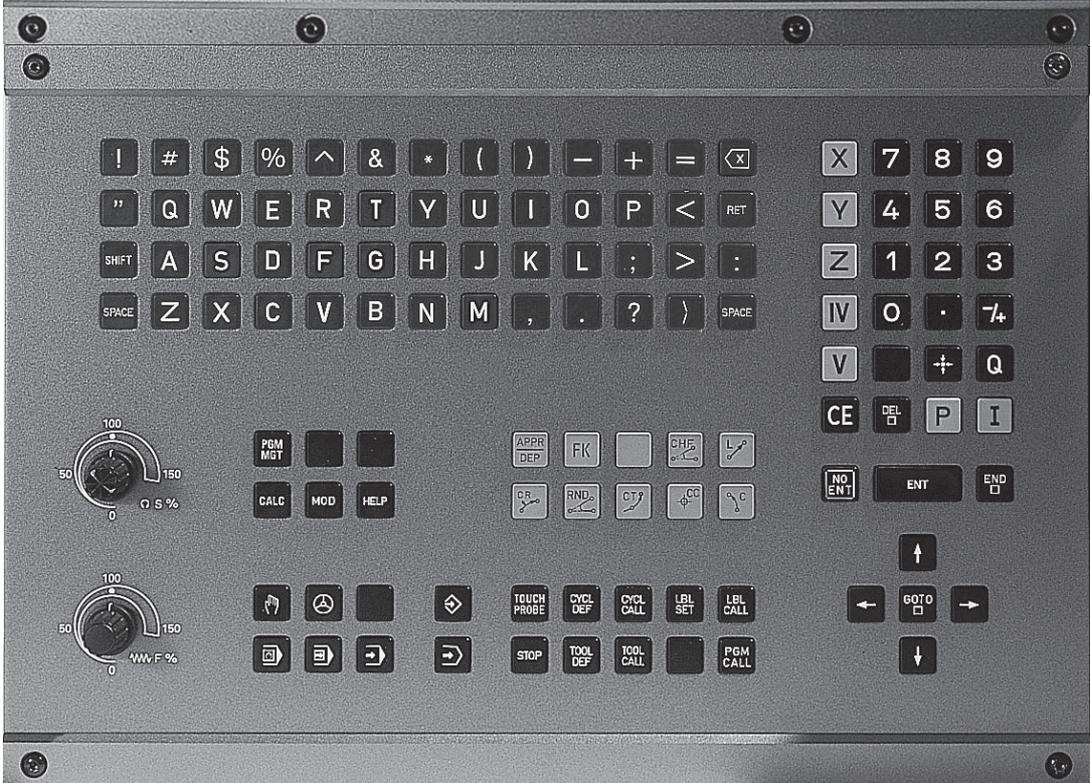
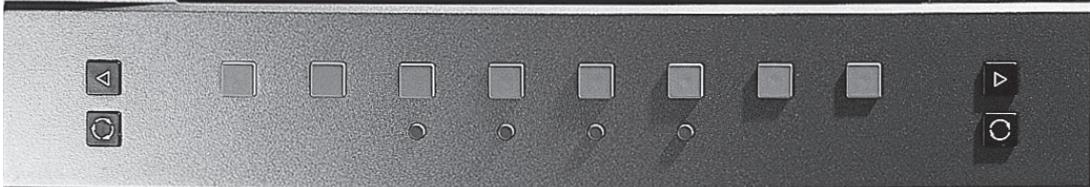
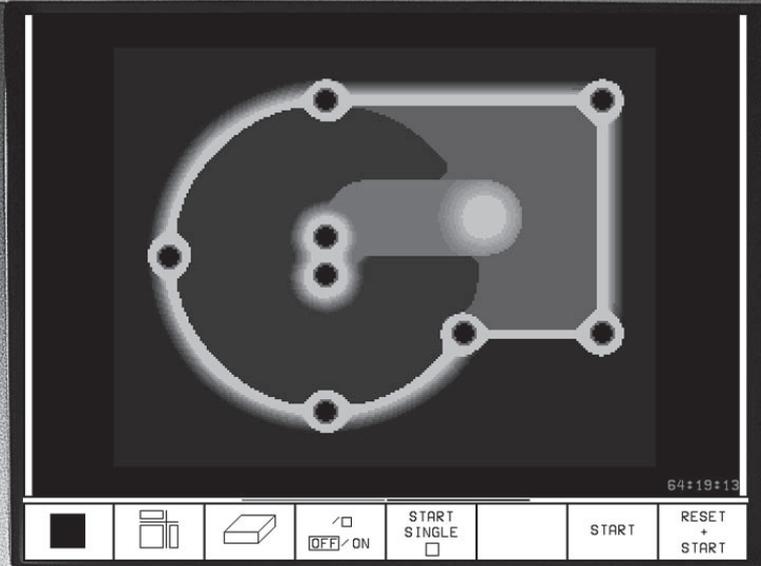
Zyklen, Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen

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

Koordinatenachsen und Ziffern eingeben, Editieren

-  ...  Koordinatenachsen wählen bzw. ins Programm eingeben
-  ...  Ziffern
-  Dezimal-Punkt
-  Vorzeichen umkehren
-  Polarkoordinaten Eingabe
-  Inkremental-Werte
-  Q-Parameter
-  Ist-Position-übernehmen
-  Dialogfragen übergehen und Wörter löschen
-  Eingabe abschließen und Dialog fortsetzen
-  Satz abschließen
-  Zahlenwert-Eingaben rücksetzen oder TNC Fehlermeldung löschen
-  Dialog abbrechen, Programmteil löschen

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 410	286 060-xx
TNC 410	286 080-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
- Digitalisieren-Option
- Werkzeug-Vermessung mit dem TT 120
- Gewindebohren ohne Ausgleichfutter

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
Digitalisieren	13
MOD-Funktionen	14
Tabellen und Übersichten	15

1 EINFÜHRUNG 1

- 1.1 DieTNC 410 2
- 1.2 Bildschirm und Bedienfeld 3
- 1.3 Betriebsarten 5
- 1.4 Status-Anzeigen 9
- 1.5 Zubehör: 3D-Tastsysteme und elektronische Handräder von HEIDENHAIN 12

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 Kommentare einfügen 40
- 4.6 Hilfe-Funktion 41

5 PROGRAMMIEREN: WERKZEUGE 43

- 5.1 Werkzeugbezogene Eingaben 44
- 5.2 Werkzeug-Daten 45
- 5.3 Werkzeug-Korrektur 52
- 5.4 Werkzeug-Vermessung mit dem TT 120 56

6 PROGRAMMIEREN: KONTUREN PROGRAMMIEREN 63

- 6.1 Übersicht: Werkzeug-Bewegungen 64
- 6.2 Grundlagen zu den Bahnfunktionen 65
- 6.3 Kontur anfahren und verlassen 68
 - Übersicht: Bahnformen zum Anfahren und Verlassen der Kontur 68
 - Wichtige Positionen beim An- und Wegfahren 68
 - Anfahren auf einer Geraden mit tangentialem Anschluß: APPR LT 70
 - Anfahren auf einer Geraden senkrecht zum ersten Konturpunkt: APPR LN 70
 - Anfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluß: APPR CT 71
 - Anfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluß an die Kontur und Geradenstück: APPR LCT 72
 - Wegfahren auf einer Geraden mit tangentialem Anschluß: DEP LT 73
 - Wegfahren auf einer Geraden senkrecht zum letzten Konturpunkt: DEP LN 73
 - Wegfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluß: DEP CT 74
 - Wegfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluß an Kontur und Geradenstück: DEP LCT 75
- 6.4 Bahnbewegungen – rechtwinklige Koordinaten 76
 - Übersicht der Bahnfunktionen 76
 - Gerade L 77
 - Fase CHF zwischen zwei Geraden einfügen 77
 - Kreismittelpunkt CC 78
 - Kreisbahn C um Kreismittelpunkt CC 79
 - Kreisbahn CR mit festgelegtem Radius 80
 - Kreisbahn CT mit tangentialem Anschluß 81
 - Ecken-Runden RND 82
 - Beispiel: Geradenbewegung und Fasen kartesisch 83
 - Beispiel: Kreisbewegungen kartesisch 84
 - Beispiel: Vollkreis kartesisch..... 85
- 6.5 Bahnbewegungen – Polarkoordinaten 86
 - Polarkoordinaten-Ursprung: Pol CC 86
 - Gerade LP 87
 - Kreisbahn CP um Pol CC 87
 - Kreisbahn CTP mit tangentialem Anschluß 88
 - Schraubenlinie (Helix) 88
 - Beispiel: Geradenbewegung polar 90
 - Beispiel: Helix 91

6.6	Bahnbewegungen – Freie Kontur-Programmierung FK	92
	Grundlagen	92
	Grafik der FK-Programmierung	92
	FK-Dialog eröffnen	93
	Geraden frei programmieren	94
	Kreisbahnen frei programmieren	94
	Hilfspunkte	96
	Relativ-Bezüge	97
	Geschlossene Konturen	97
	Beispiel: FK-Programmierung 1	98
	Beispiel: FK-Programmierung 2	99
	Beispiel: FK-Programmierung 3	100

7 PROGRAMMIEREN: ZUSATZ-FUNKTIONEN 103

7.1	Zusatz-Funktionen M und STOP eingeben	104
7.2	Zusatz-Funktionen für Programmlauf-Kontrolle, Spindel und Kühlmittel	105
7.3	Zusatz-Funktionen für Koordinatenangaben	105
7.4	Zusatz-Funktionen für das Bahnverhalten	107
	Ecken verschleifen: M90	107
	Konturübergänge zwischen beliebigen Konturelementen einfügen: M112	108
	Konturfilter: M124	110
	Kleine Konturstufen bearbeiten: M97	112
	Offene Konturecken vollständig bearbeiten: M98	113
	Vorschubfaktor für Eintauchbewegungen: M103	114
	Konstante Vorschubgeschwindigkeit an der Werkzeug-Schneide: M109/M110/M111	115
	Radiuskorrigierte Kontur vorausberechnen (LOOK AHEAD): M120	115
7.5	Zusatz-Funktionen für Drehachsen	117
	Drehachsen wegoptimiert fahren: M126	117
	Anzeige der Drehachse auf Wert unter 360° reduzieren: M94	117

8 PROGRAMMIEREN: ZYKLEN 119

- 8.1 Allgemeines zu den Zyklen 120
- 8.2 Punkte-Tabellen 122
 - Punkte-Tabelle eingeben 122
 - Punkte-Tabellen im Programm wählen 122
 - Zyklus in Verbindung mit Punkte-Tabellen aufrufen 123
- 8.3 Bohrzyklen 124
 - TIEFBOHREN (Zyklus 1) 124
 - BOHREN (Zyklus 200) 126
 - REIBEN (Zyklus 201) 127
 - AUSDREHEN (Zyklus 202) 128
 - UNIVERSAL-BOHREN (Zyklus 203) 129
 - RUECKWAERTS-SENKEN (Zyklus 204) 131
 - GEWINDEBOHREN mit Ausgleichsfutter (Zyklus 2) 133
 - GEWINDEBOHREN ohne Ausgleichsfutter GS (Zyklus 17) 134
 - Beispiel: Bohrzyklen 135
 - Beispiel: Bohrzyklen 136
 - Beispiel: Bohrzyklen in Verbindung mit Punkte-Tabellen 137
- 8.4 Zyklen zum Fräsen von Taschen, Zapfen und Nuten 139
 - TASCHENFRAESEN (Zyklus 4) 140
 - TASCHE SCHLICHTEN (Zyklus 212) 141
 - ZAPFEN SCHLICHTEN (Zyklus 213) 143
 - KREISTASCHE (Zyklus 5) 144
 - KREISTASCHE SCHLICHTEN (Zyklus 214) 146
 - KREISZAPFEN SCHLICHTEN (Zyklus 215) 147
 - NUTENFRAESEN (Zyklus 3) 149
 - NUT (Langloch) mit pendelndem Eintauchen (Zyklus 210) 150
 - RUNDE NUT (Langloch) mit pendelndem Eintauchen (Zyklus 211) 152
 - Beispiel: Tasche, Zapfen und Nuten fräsen 154
 - Beispiel: Rechteck-Tasche schrappen und schlichten in Verbindung mit Punkte-Tabellen 156
- 8.5 Zyklen zum Herstellen von Punktemustern 158
 - PUNKTEMUSTER AUF KREIS (Zyklus 220) 159
 - PUNKTEMUSTER AUF LINIEN (Zyklus 221) 160
 - Beispiel: Lochkreise 162

8.6 SL-Zyklen	164
KONTUR (Zyklus 14)	165
Überlagerte Konturen	166
VORBOHREN (Zyklus 15)	168
AUSRAEUMEN (Zyklus 6)	169
KONTURFRAESEN (Zyklus 16)	171
Beispiel: Tasche ausräumen	172
Beispiel: Überlagerte Konturen vorbohren, schrappen, schlichten	174
8.7 Zyklen zum Abzeilen	176
ABZEILEN (Zyklus 230)	176
REGELFLAECHE (Zyklus 231)	178
Beispiel: Abzeilen	180
8.8 Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung	181
NULLPUNKT-Verschiebung (Zyklus 7)	182
NULLPUNKT-Verschiebung mit Nullpunkt-Tabellen (Zyklus 7)	182
SPIEGELN (Zyklus 8)	184
DREHUNG (Zyklus 10)	185
MASSFaktor (Zyklus 11)	186
MASSFaktor ACHSSP. (Zyklus 26)	187
Beispiel: Koordinaten-Umrechnungszyklen	188
8.9 Sonder-Zyklen	190
VERWEILZEIT (Zyklus 9)	190
PROGRAMM-AUFRUF (Zyklus 12)	190
SPINDEL-ORIENTIERUNG (Zyklus 13)	191

9 PROGRAMMIEREN: UNTERPROGRAMME UND PROGRAMMTEIL-WIEDERHOLUNGEN

9.1 Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen kennzeichnen	194
9.2 Unterprogramme	194
9.3 Programmteil-Wiederholungen	195
9.4 Beliebige Programm als Unterprogramm	196
9.5 Verschachtelungen	197
Unterprogramm im Unterprogramm	197
Programmteil-Wiederholungen wiederholen	198
Unterprogramm wiederholen	199
9.6 Programmier-Beispiele	200
Beispiel: Konturfräsen in mehreren Zustellungen	200
Beispiel: Bohrungsgruppen	201
Beispiel: Bohrungsgruppen mit mehreren Werkzeugen	202

10 PROGRAMMIEREN: Q-PARAMETER 205

- 10.1 Prinzip und Funktionsübersicht 206
- 10.2 Teilefamilien – Q-Parameter statt Zahlenwerte 207
- 10.3 Konturen durch mathematische Funktionen beschreiben 208
- 10.4 Winkelfunktionen (Trigonometrie) 210
- 10.5 Wenn/dann-Entscheidungen mit Q-Parametern 211
- 10.6 Q-Parameter kontrollieren und ändern 212
- 10.7 Zusätzliche Funktionen 213
- 10.8 Formel direkt eingeben 219
- 10.9 Vorbelegte Q-Parameter 222
- 10.10 Programmier-Beispiele 224
 - Beispiel: Ellipse 224
 - Beispiel: Zylinder konkav mit Radiusfräser 226
 - Beispiel: Kugel konvex mit Schafffräser 228

11 PROGRAMM-TEST UND PROGRAMMLAUF 231

- 11.1 Grafiken 232
- 11.2 Programm-Test 236
- 11.3 Programmlauf 238
- 11.4 Blockweises Übertragen: Lange Programme ausführen 245
- 11.5 Sätze überspringen 246
- 11.6 Wahlweiser Programmlauf-Halt 246

12 3D-TASTSYSTEME 247

- 12.1 Antastzyklen in den Betriebsarten Manueller Betrieb und El. Handrad 248
- 12.2 Bezugspunkt-Setzen mit 3D-Tastsystemen 251
- 12.3 Werkstücke vermessen mit 3D-Tastsystemen 254

13 DIGITALISIEREN 259

- 13.1 Digitalisieren mit schaltendem Tastsystem (Option) 260
- 13.2 Digitalisier-Zyklen programmieren 261
- 13.3 Mäanderförmig Digitalisieren 262
- 13.4 Höhenlinien digitalisieren 263
- 13.5 Digitalisierdaten in einem Bearbeitungs-Programm verwenden 265

14 MOD-FUNKTIONEN 267

- 14.1 MOD-Funktionen wählen, ändern und verlassen 268
- 14.2 System-Informationen 268
- 14.3 Schlüssel-Zahl eingeben 269
- 14.4 Datenschnittstelle einrichten 269
- 14.5 Maschinenspezifische Anwender-parameter 271
- 14.6 Positions-Anzeige wählen 272
- 14.7 Maßsystem wählen 272
- 14.8 Programmiersprache wählen 273
- 14.9 Verfahrbereichs-Begrenzungen eingeben 274
- 14.10 HILFE-Funktion ausführen 275

15 TABELLEN UND ÜBERSICHTEN 277

- 15.1 Allgemeine Anwender-Parameter 278
 - Eingabemöglichkeiten für Maschinen-Parameter 278
 - Allgemeine Anwender-Parameter anwählen 278
 - Externe Datenübertragung 279
 - 3D-Tastsysteme und Digitalisieren 280
 - TNC-Anzeigen, TNC-Editor 282
 - Bearbeitung und Programmlauf 287
 - Elektronische Handräder 289
- 15.2 Steckerbelegung und Anschlußkabel für die Datenschnittstelle 290
- 15.3 Technische Information 292
 - Die TNC-Charakteristik 292
 - Programmierbare Funktionen 293
 - TNC-Daten 294
- 15.4 TNC-Fehlermeldungen 295
 - TNC-Fehlermeldungen beim Programmieren 295
 - TNC-Fehlermeldungen beim Programm-Test und Programmlauf 296
 - TNC-Fehlermeldungen beim Digitalisieren 299
- 15.5 Puffer-Batterie wechseln 300



1

Einführung

1.1 Die TNC 410

HEIDENHAIN TNCs sind werkstattgerechte Bahnsteuerungen, mit denen Sie herkömmliche Fräs- und Bohrbearbeitungen direkt an der Maschine im leicht verständlichen Klartext-Dialog programmieren. Sie sind für den Einsatz an Fräs- und Bohrmaschinen sowie Bearbeitungszentren mit bis zu 4 Achsen ausgelegt. Zusätzlich können Sie die Winkelposition der Spindel programmiert einstellen.

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

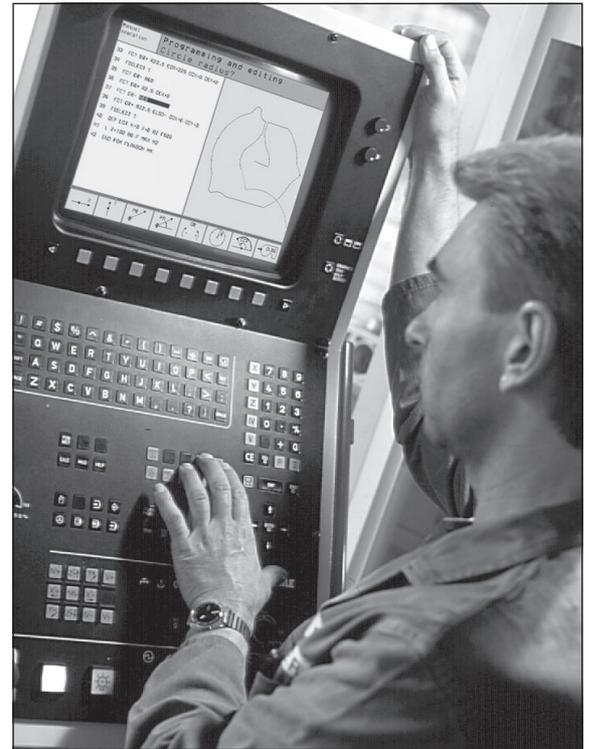
Programmierung: HEIDENHAIN Klartext-Dialog und DIN/ISO

Besonders einfach ist die Programm-Erstellung im benutzerfreundlichen HEIDENHAIN-Klartext-Dialog. Eine Programmier-Grafik stellt die einzelnen Bearbeitungs-Schritte während der Programmeingabe dar. Zusätzlich hilft die Freie Kontur-Programmierung FK, wenn einmal keine NC-gerechte Zeichnung vorliegt. Die grafische Simulation der Werkstückbearbeitung ist während des Programm-Tests möglich. Zusätzlich können Sie die TNCs auch nach DIN/ISO oder im DNC-Betrieb programmieren.

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.



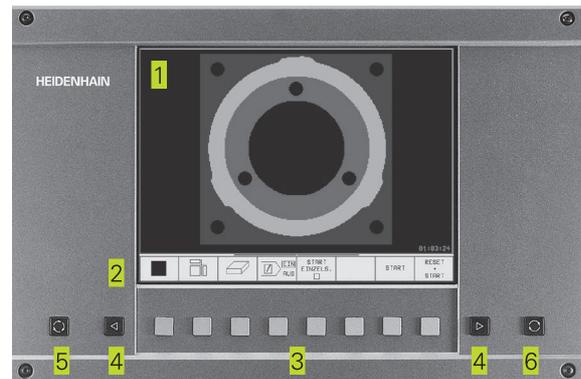
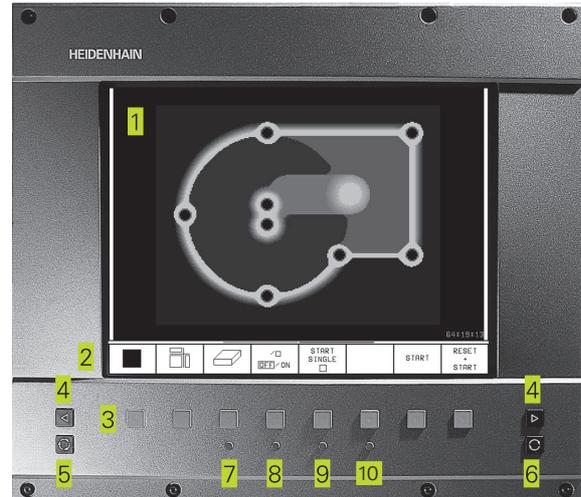
1.2 Bildschirm und Bedienfeld

Bildschirm

Die TNC ist wahlweise lieferbar mit dem Farb-Bildschirm BC 120 (CRT) oder dem Farb-Flachbildschirm BF 120 (TFT). Die Abbildung rechts oben zeigt die Bedienelemente des BC 120, die Abbildung rechts Mitte zeigt die Bedienelemente des BF 120:

- 1 Kopfzeile
Bei eingeschalteter TNC zeigt der Bildschirm in der Kopfzeile die angewählten Betriebsarten an
 - 2 Softkeys
In der Fußzeile zeigt die TNC weitere Funktionen in einer Softkey-Leiste an. Diese Funktionen wählen Sie über die darunterliegenden Tasten 3. Zur Orientierung zeigen schmale Balken direkt über der Softkey-Leiste die Anzahl der Softkey-Leisten an, die sich mit den außen angeordneten schwarzen Pfeil-Tasten wählen lassen. Die aktive Softkey-Leiste wird als aufgehellter Balken dargestellt.
 - 3 Softkey-Wahltasten
 - 4 Softkey-Leisten umschalten
 - 5 Festlegen der Bildschirm-Aufteilung
 - 6 Bildschirm-Umschalttaste für Maschinen- und Programmier-Betriebsarten
- Zusätzliche Tasten für BC 120**
- 7 Bildschirm entmagnetisieren;
Hauptmenü zur Bildschirm-Einstellung verlassen
 - 8 Hauptmenü zur Bildschirm-Einstellung wählen;
Im Hauptmenü: Hellfeld nach unten verschieben
Im Untermenü: Wert verkleinern
Bild nach links bzw. nach unten verschieben
 - 9 Im Hauptmenü: Hellfeld nach oben verschieben
Im Untermenü: Wert vergrößern
Bild nach rechts bzw. nach oben verschieben
 - 10 Im Hauptmenü: Untermenü wählen
Im Untermenü: Untermenü verlassen

Bildschirm-Einstellungen: Siehe nächste Seite



Hauptmenü-Dialog	Funktion
BRIGHTNESS	Helligkeit ändern
CONTRAST	Kontrast ändern
H-POSITION	Horizontale Bildposition ändern
H-SIZE	Bildbreite ändern
V-POSITION	Vertikale Bildposition ändern
V-SIZE	Bildhöhe ändern
SIDE-PIN	Faßförmige Verzerrung korrigieren
TRAPEZOID	Trapezförmige Verzerrung korrigieren
ROTATION	Bildschieflage korrigieren
COLORTEMP	Farbtemperatur ändern
R-GAIN	Farbeinstellung Rot ändern
B-GAIN	Farbeinstellung Blau ändern
RECALL	Keine Funktion

Der BC 120 ist gegen magnetische oder elektromagnetische Einstrahlungen empfindlich. Lage und Geometrie des Bildes können dadurch beeinträchtigt werden. Wechselfelder führen zu einer periodischen Verlagerung des Bildes oder zu einer Bildverzerrung.

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

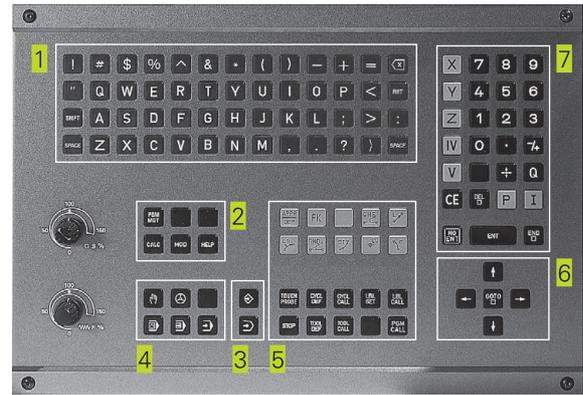


Bildschirm-Aufteilung mit Softkey wählen

Bedienfeld

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

- 1 Alpha-Tastatur für Texteingaben, Dateinamen und DIN/ISO-Programmierungen
- 2 Datei-Verwaltung, MOD-Funktion, HELP-Funktion
- 3 Programmier-Betriebsarten
- 4 Maschinen-Betriebsarten
- 5 Eröffnen der Programmier-Dialoge
- 6 Pfeil-Tasten und Sprunganweisung GOTO
- 7 Zahleneingabe und Achswahl



Die Funktionen der einzelnen Tasten sind auf der ersten Ausklappseite zusammengefaßt. Externe Tasten, wie z.B. NC-START, sind 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 und die Bezugspunkte setzen.

Die Betriebsart El. Handrad unterstützt das manuelle Verfahren der Maschinenachsen mit einem elektronischen Handrad HR.

Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung

Es stehen die gleichen Auswahlmöglichkeiten wie in der Betriebsart Positionieren mit Handeingabe zur Verfügung. Die TNC zeigt im geteilten Bildschirm immer links die Positionen an.

Manueller Betrieb					
SOLL					
	+X				+ 149.930
	+Y				- 30.070
	+Z				+ 199.930
IST					
	X				+ 149.930
	Y				- 30.070
	Z				+ 199.930
		T	1	Z	
		F	0		
		S	4000		ROT M5/9
M	S	ANFAST-FUNKTION	SCHRITT MASS (BUS) EIN	BEZUGS- PUNKT SETZEN	WERKZEUG TABELLE

Positionieren mit Handeingabe

In dieser Betriebsart lassen sich einfache Verfahrensbewegungen programmieren, z.B. um planzufräsen oder vorzupositionieren.

Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung

Fenster	Softkey
Programm	PGM
links: Programm, rechts: Allgemeine Programm-Informationen	PROGRAMM+ STATUS PGM
links: Programm, rechts: Positionen und Koordinaten	PROGRAMM+ STATUS POS.-ANZ.
links: Programm, rechts: Informationen zu Werkzeugen	PROGRAMM+ STATUS WERKZEUG
links: Programm, rechts: Koordinaten-Umrechnungen	PROGRAMM+ STATUS KO.-UMR.

Programm-Einspeichern/Editieren

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

Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung

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

Programm-Einspeichern/Editieren							
<pre> BEGIN PGM 3507 MM 1 BLK FORM 0.1 Z X-20 Y-20 Z-20 2 BLK FORM 0.2 X+20 Y+20 Z+0 3 TOOL CALL 1 Z S1000 4 L Z+50 R0 FMAX M3 5 L X+50 Y+50 R0 FMAX M8 6 L Z-5 R0 FMAX 7 CC X+0 Y+0 8 LP PR+14 PA+45 RR F500 9 RND R1 10 FC DR+ R2.5 CLSD+ 11 FLT AN+180.925 </pre>							
SOLL		+X	+0.810				
		+Y	+0.755				
		+Z	+0.760				
		T	2	Z			
		F	0				
		S			M5/9		
SEITE	SEITE	ANFANG		ENDE	SUCHEN		
↑	↓	↑		↓			

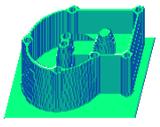
Programm-Test

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.

Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung

Fenster	Softkey
Programm	PGM
Test-Grafik	GRAF IK
links: Programm, rechts: Test-Grafik	PROGRAMM GRAF IK
links: Programm, rechts: Allgemeine Programm-Informationen	PROGRAMM+ STATUS PGM
links: Programm, rechts: Positionen und Koordinaten	PROGRAMM+ STATUS POS.-ANZ.
links: Programm, rechts: Informationen zu Werkzeugen	PROGRAMM+ STATUS WERKZEUG
links: Programm, rechts: Koordinaten-Umrechnungen	PROGRAMM+ STATUS KO.-UMR.

PROGRAMM-TEST

<pre style="font-family: monospace; font-size: 0.8em; margin: 0;"> 0 BEGIN PGM SLQLD MM 1 FN 0: 01 = -0.5 2 FN 0: 02 = +32 3 FN 0: 03 = +16 4 FN 0: 04 = +24 5 FN 0: 05 = +10 6 FN 0: 06 = +6 7 FN 0: 07 = +12 8 FN 0: 08 = +6 9 FN 0: 010 = +0.5 10 FN 0: 011 = +80 11 FN 0: 012 = +45.8 </pre>	 <p style="font-size: 0.8em; margin: 0;">0° 08:19:05</p>												
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; border-right: 1px solid black; padding: 2px;">IST</td> <td style="padding: 2px;">X +100.000</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">Y</td> <td style="padding: 2px;">+100.000</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">Z</td> <td style="padding: 2px;">+250.000</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">C</td> <td style="padding: 2px;">+0.000</td> </tr> </table>	IST	X +100.000	Y	+100.000	Z	+250.000	C	+0.000	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; border-right: 1px solid black; padding: 2px;">T</td> <td style="padding: 2px;">0</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right; padding: 2px;">M5 / 9</td> </tr> </table>	T	0	M5 / 9	
IST	X +100.000												
Y	+100.000												
Z	+250.000												
C	+0.000												
T	0												
M5 / 9													
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 0.7em;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center;">■</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">☰</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">▨</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">ROHTEIL RÜCK- SETZEN</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">STOP SEI ⏏</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">START</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">START EINZELS. □</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">RESET + START</td> </tr> </table>		■	☰	▨	ROHTEIL RÜCK- SETZEN	STOP SEI ⏏	START	START EINZELS. □	RESET + START				
■	☰	▨	ROHTEIL RÜCK- SETZEN	STOP SEI ⏏	START	START EINZELS. □	RESET + START						

Programmlauf Satzfolge und Programmlauf Einzelsatz

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 externen START-Taste einzeln.

Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung

Fenster	Softkey
Programm	PGM
links: Programm, rechts: Allgemeine Programm-Informationen	PROGRAMM+ STATUS PGM
links: Programm, rechts: Positionen und Koordinaten	PROGRAMM+ STATUS POS.-ANZ.
links: Programm, rechts: Informationen zu Werkzeugen	PROGRAMM+ STATUS WERKZEUG
links: Programm, rechts: Koordinaten-Umrechnungen	PROGRAMM+ STATUS KO.-UMR.
links: Programm, rechts: Werkzeug-Vermessung	PROGRAMM+ STATUS WZ-MESSEN

Programmlauf Satzfolge														
<pre> BEGIN PGM TAKOH 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 CALL 1 Z S5000 4 L Z+100 R0 FMAX 5 SEL PATTERN "MUSTPKT " 6 CYCL DEF 4.0 TASCHENFRAESEN 7 CYCL DEF 4.1 ABST+2 8 CYCL DEF 4.2 TIEFE-10 9 CYCL DEF 4.3 ZUSTLG+3 F150 10 CYCL DEF 4.4 X+25 11 CYCL DEF 4.5 Y+15 </pre>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PGM-Name</th> <th>TAKOH</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IST</td> <td>X</td> <td>+0.250</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Y</td> <td>+0.250</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Z</td> <td>+0.405</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <tr> <td> Grunddrehung +12.357</td> </tr> </table>	PGM-Name	TAKOH	3	IST	X	+0.250		Y	+0.250		Z	+0.405	 Grunddrehung +12.357
PGM-Name	TAKOH	3												
IST	X	+0.250												
	Y	+0.250												
	Z	+0.405												
 Grunddrehung +12.357														
<table border="1"> <tr> <td>SOLL</td> <td>X</td> <td>+0.250</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Y</td> <td>+0.250</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Z</td> <td>+0.405</td> </tr> </table>	SOLL	X	+0.250		Y	+0.250		Z	+0.405	<table border="1"> <tr> <td>T</td> <td rowspan="3" style="text-align: center;">ROT M5 / 9</td> </tr> <tr> <td>F</td> </tr> <tr> <td>S</td> </tr> </table>	T	ROT M5 / 9	F	S
SOLL	X	+0.250												
	Y	+0.250												
	Z	+0.405												
T	ROT M5 / 9													
F														
S														
<table border="1"> <tr> <td>BLOCKU. UBERTRAG.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>VORLAUF ZU SATZ</td> <td> EIN AUS</td> <td> EIN AUS</td> <td>WERKZEUG TABELLE</td> </tr> </table>	BLOCKU. UBERTRAG.					VORLAUF ZU SATZ	 EIN AUS	 EIN AUS	WERKZEUG TABELLE					
BLOCKU. UBERTRAG.					VORLAUF ZU SATZ	 EIN AUS	 EIN AUS	WERKZEUG TABELLE						

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.

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
	Achsen werden unter Berücksichtigung der Grunddrehung verfahren

Zusätzliche Status-Anzeigen

Die zusätzlichen Status-Anzeigen geben detaillierte Informationen zum Programm-Ablauf. Sie lassen sich in allen Betriebsarten aufrufen, mit Ausnahme von Programm-Einspeichern/Editieren.

Zusätzliche Status-Anzeige einschalten



Softkey-Leiste für die Bildschirm-Aufteilung aufrufen



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

Programmlauf Satzfolge			
BEGIN PGM TAKOM 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 CALL 1	Z S5000	
4	L Z+100 R0	FMAX	
5	SEL PATTERN	"MUSTPKT "	
6	CYCL DEF 4.0	TASCHENFRAESEN	
7	CYCL DEF 4.1	ABST+2	
8	CYCL DEF 4.2	TIEFE-10	
9	CYCL DEF 4.3	ZUSTLG+3 F150	
10	CYCL DEF 4.4	X+25	
11	CYCL DEF 4.5	Y+15	
SOLL		X +100.000	
		Y -25.000	
		Z +250.000	
		T	
		F	
		S 5000	ROT
			M3/8
BLOCKU. ÜBERTRAG.		VORLAUF ZU SATZ	WERKZEUG TABELLE

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

PROGRAMM+
STATUS
PGM

Allgemeine Programm-Informationen

- 1 Hauptprogramm-Name
- 2 Aufgerufene Programme
- 3 Aktiver Bearbeitungs-Zyklus
- 4 Kreismittelpunkt CC (Pol)
- 5 Zähler für Verweilzeit
- 6 Aktive Programmteil-Wiederholung/
Zähler für aktuelle Programmteil-Wiederholung
(5/3: 5 Wiederholungen programmiert, noch 3 auszuführen)
- 7 Bearbeitungszeit

1	PGM-Name	KLT	/	22
2	PGM CALL	STATUS		
3	CYCL DEF	211 RUNDE NUT		
4	CC	X	-43.187	5
		Y	-35.053	
6	LBL CALL	LBL	12	7
		5 /	3	
				00:00:01

PROGRAMM+
STATUS
POS.-ANZ.

Positionen und Koordinaten

- 1 Positionsanzeige
- 2 Art der Positionsanzeige, z.B. Ist-Positionen
- 3 Winkel der Grunddrehung

	PGM-Name	KLT	/	22
2	IST	X	+127.085	1
		Y	-45.170	
		Z	+187.905	
3		Grunddrehung	+12.357	

PROGRAMM+
STATUS
WERKZEUG**Informationen zu den Werkzeugen**

- 1 Anzeige T: Werkzeug-Nummer und -Name
Anzeige RT: Nummer und Name eines Schwester-Werkzeugs
- 2 Werkzeugachse
- 3 Werkzeug-Länge und -Radien
- 4 Aufmaße (Delta-Werte) aus dem TOOL CALL (PGM) und der Werkzeug-Tabelle (TAB)
- 5 Standzeit, maximale Standzeit (TIME 1) und maximale Standzeit bei TOOL CALL (TIME 2)
- 6 Anzeige des aktiven Werkzeugs und des (nächsten) Schwester-Werkzeugs

1	Werkzeug T 2 SCHRUPPER											
2	Z ↓		3									
			L -12.500 R +3.000									
4	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>DL</td> <td>DR</td> </tr> <tr> <td>TAB</td> <td>+0.025</td> <td>+0.050</td> </tr> <tr> <td>PGM</td> <td>+0.050</td> <td>+0.040</td> </tr> </table>				DL	DR	TAB	+0.025	+0.050	PGM	+0.050	+0.040
	DL	DR										
TAB	+0.025	+0.050										
PGM	+0.050	+0.040										
5		CUR. TIME	TIME1 TIME2 1:40									
6	<table border="1"> <tr> <td>TOOL CALL</td> <td>2 SCHRUPPER</td> </tr> <tr> <td>RT</td> <td>↔ 12</td> </tr> </table>			TOOL CALL	2 SCHRUPPER	RT	↔ 12					
TOOL CALL	2 SCHRUPPER											
RT	↔ 12											

PROGRAMM+
STATUS
KO. -UMR.**Koordinaten-Umrechnungen**

- 1 Hauptprogramm-Name
 - 2 Aktive Nullpunkt-Verschiebung (Zyklus 7)
 - 3 Aktiver Drehwinkel (Zyklus 10)
 - 4 Gespiegelte Achsen (Zyklus 8)
 - 5 Aktiver Maßfaktor (Zyklus 11 oder Zyklus 26)
- Siehe „8.8 Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung“

1	PGM-Name STATUS / 23																									
2	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">NULLPUNKT</td> <td></td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>-22.682</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>-15.271</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>+11.992</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	NULLPUNKT			3	X	-22.682			Y	-15.271			Z	+11.992			<table border="1"> <tr> <td colspan="2">DREHUNG</td> <td></td> <td>4</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>+12.500</td> <td></td> </tr> </table>	DREHUNG			4			+12.500	
NULLPUNKT			3																							
X	-22.682																									
Y	-15.271																									
Z	+11.992																									
DREHUNG			4																							
		+12.500																								
5	<table border="1"> <tr> <td colspan="4">MASSFaktor</td> </tr> <tr> <td></td> <td>X</td> <td>+10.000</td> <td></td> <td>0.995000</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Y</td> <td>+25.000</td> <td></td> <td>1.005360</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Z</td> <td>-1.000</td> <td></td> <td>0.992000</td> </tr> </table>			MASSFaktor					X	+10.000		0.995000		Y	+25.000		1.005360		Z	-1.000		0.992000				
MASSFaktor																										
	X	+10.000		0.995000																						
	Y	+25.000		1.005360																						
	Z	-1.000		0.992000																						

PROGRAMM+
STATUS
WZ-MESSEN**Werkzeug-Vermessung**

- 1 Nummer des Werkzeugs, das vermessen wird
- 2 Anzeige, ob Werkzeug-Radius oder -Länge vermessen wird
- 3 MIN- und MAX-Wert Einzelschneiden-Vermessung und Ergebnis der Messung mit rotierendem Werkzeug (DYN)
- 4 Nummer der Werkzeug-Schneide mit zugehörigem Meßwert
Der Stern hinter dem Meßwert zeigt an, daß die Toleranz aus der Werkzeug-Tabelle überschritten wurde

1	Werkzeug T										
		L 2	3								
			MIN 2 +1.9664 MAX 3 +2.0035 DYN								
4	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>+1.9909</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>+1.9664 *</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>+2.0035</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>+1.9986</td> </tr> </table>			1	+1.9909	2	+1.9664 *	3	+2.0035	4	+1.9986
1	+1.9909										
2	+1.9664 *										
3	+2.0035										
4	+1.9986										

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
- Messungen am Werkstück während des Programmlaufs ausführen
- 3D-Formen digitalisieren (Option) sowie
- Werkzeuge vermessen und prüfen

Die schaltenden Tastsysteme TS 220 und TS 630

Diese Tastsysteme eignen sich besonders gut zum automatischen Werkstück-Ausrichten, Bezugspunkt-Setzen, für Messungen am Werkstück und zum Digitalisieren. Das TS 220 überträgt die Schaltsignale über ein Kabel und ist zudem eine kostengünstige Alternative, wenn Sie gelegentlich digitalisieren müssen.

Speziell für Maschinen mit Werkzeugwechsler eignet sich das TS 630, das die Schaltsignale via Infrarot-Strecke kabellos überträgt.

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.

Beim Digitalisieren erstellt die TNC aus einer Serie von so erzeugten Positionswerten ein Programm mit Linear-Sätzen im HEIDENHAIN-Format. Dieses Programm läßt sich dann auf einem PC mit der Auswerte-Software SUSA weiterverarbeiten, um es für bestimmte Werkzeug-Formen und -Radien zu korrigieren oder um Positiv-/Negativ-Formen zu errechnen. Wenn die Tastkugel gleich dem Fräserradius ist, sind diese Programme sofort ablauffähig.

Das Werkzeug-Tastsystem TT 120 zur Werkzeug-Vermessung

Das TT 120 ist ein schaltendes 3D-Tastsystem zum Vermessen und Prüfen von Werkzeugen. Die TNC stellt hierzu 3 Zyklen zur Verfügung, mit denen sich Werkzeug-Radius und -Länge bei stehender oder rotierender Spindel ermitteln lassen.

Die besonders robuste Bauart und die hohe Schutzart machen das TT 120 gegenüber Kühlmittel und Spänen unempfindlich. Das Schaltsignal wird mit einem verschleißfreien optischen Schalter gebildet, der sich durch eine hohe Zuverlässigkeit auszeichnet.

Elektronische Handräder HR

Die elektronischen Handräder vereinfachen das präzise manuelle Verfahren der Achsschlitten. Der Verfahrensweg 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:

Speichertest

Speicher der TNC wird automatisch überprüft

Stromunterbrechung



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

Manueller Betrieb

Referenzpunkte überfahren



Referenzpunkte in beliebiger Reihenfolge
überfahren: Für jede Achse externe Richtungs-
taste drücken und halten, bis Referenzpunkt
überfahren ist, oder



Mit mehreren Achsen gleichzeitig Referenz-
punkte überfahren: Achsen mit Softkey wählen
(Achsen werden dann am Bildschirm invers
dargestellt) und danach externe 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 externen Richtungstasten ist maschinenabhängig. Maschinenhandbuch beachten!

Achse mit den externen Richtungstasten verfahren



Betriebsart Manueller Betrieb wählen



Externe Richtungstaste drücken und halten, solange Achse verfahren soll

...oder Achse kontinuierlich verfahren:



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



Anhalten: Externe 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 Zustimmungstasten ausgerüstet. Die Zustimmungstasten befinden sich unterhalb des Sterngriffs. Sie können die Maschinenachsen nur verfahren, wenn eine der Zustimmungstasten gedrückt ist (maschinenabhängige Funktion).

Das Handrad HR 410 verfügt über folgende Bedienelemente:

- 1 NOT-AUS
- 2 Handrad
- 3 Zustimmungstasten
- 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 mit dem Handrad ist auch während des Programmlaufs möglich.

Verfahren



Betriebsart El. Handrad wählen



Zustimmtaste gedrückt halten



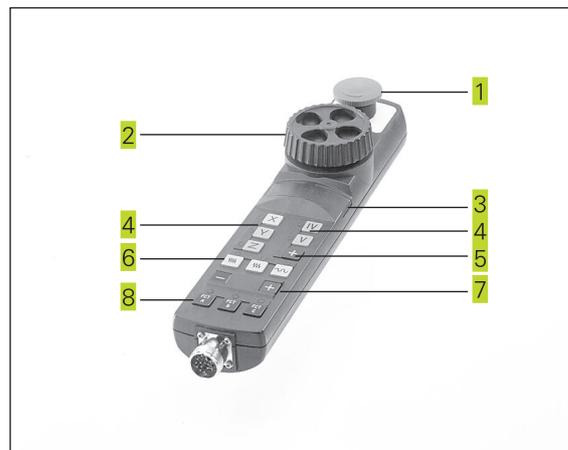
Achse wählen



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 externe Richtungstaste verfährt.



Betriebsart El. Handrad oder Manueller Betriebswählen



Schrittweises Positionieren wählen, Softkey auf Ein setzen

ZUSTELLUNG =



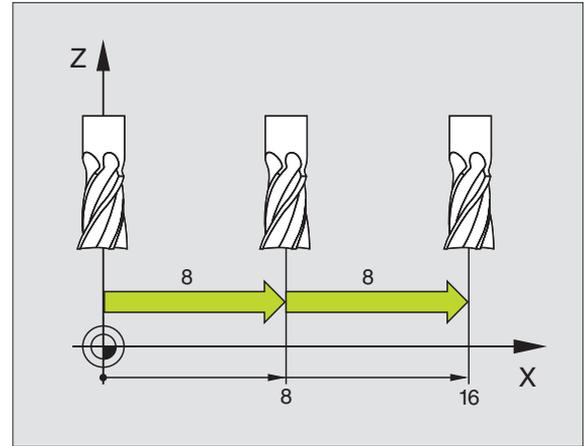
Zustellung in mm eingeben, z.B. 8 mm, oder



Zustellung über Softkey wählen (Softkey-Leiste weiterschalten)



Externe Richtungstaste drücken: beliebig oft positionieren



2.3 Spindeldrehzahl S, Vorschub F und Zusatzfunktion M

In den Betriebsarten Manueller Betrieb und El. Handrad geben Sie Spindeldrehzahl S und Zusatzfunktion M über Softkeys ein. Die Zusatzfunktionen sind in „7. Programmieren: Zusatzfunktionen“ beschrieben. Der Vorschub ist durch einen Maschinen-Parameter festgelegt und lässt sich nur mit den Override-Drehknöpfen ändern (siehe unten).

Werte eingeben

Beispiel: Spindeldrehzahl S eingeben



Eingabe für Spindeldrehzahl wählen: Softkey S

Spindeldrehzahl S=

1000



Spindeldrehzahl eingeben



und mit der externen START-Taste übernehmen

Die Spindeldrehung mit der eingegebenen Drehzahl S wird mit einer Zusatzfunktion M gestartet.

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)

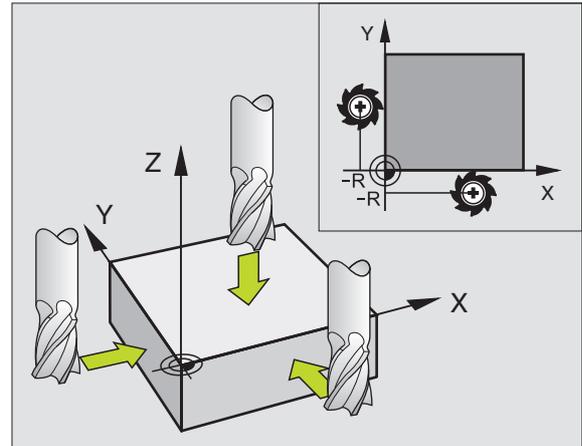
Beim Bezugspunkt-Setzen wird die Anzeige der TNC auf die Koordinaten einer bekannten Werkstück-Position gesetzt.

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)



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 oder nach DIN/ISO 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 können Sie die zusätzliche Status-Anzeige aktivieren.



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



Programmlauf starten: Externe START-Taste



Einschränkungen:

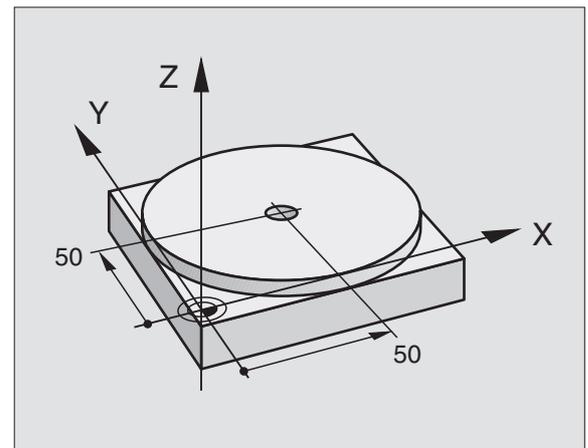
Folgende Funktionen stehen nicht zur Verfügung:

- Werkzeug-Radiuskorrektur
- die Freie Kontur-Programmierung FK
- die Programmier- und Programmlauf-Grafiken
- Programmierbare Antastfunktionen
- Unterprogramme, Programmteil-Wiederholungen
- Bahnfunktionen CT, CR, RND und CHF
- 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	Wkz definieren: Nullwerkzeug, Radius 5
2 TOOL CALL 1 Z S2000	Wkz aufrufen: Werkzeugachse Z, Spindeldrehzahl 2000 U/min
3 L Z+200 R0 FMAX	Wkz freifahren (FMAX = Eilgang)
4 L X+50 Y+50 R0 FMAX M3	Wkz mit FMAX über Bohrloch positionieren, Spindel ein
5 L Z+5 F2000	Wkz 5 mm über Bohrloch positionieren

Wkz = Werkzeug

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“.

Beispiel 2

Werkstück-Schiefelage bei Maschinen mit Rundtisch beseitigen

Grunddrehung mit 3D-Tastsystem durchführen. Siehe „12.1 Antastzyklen in den Betriebsarten Manueller Betrieb und El. Handrad“, Abschnitt „Werkstück-Schiefelage kompensieren“.

Drehwinkel notieren und Grunddrehung wieder aufheben



Betriebsart wählen: Positionieren mit Handeingabe



Rundtischachse wählen, notierten Drehwinkel und Vorschub eingeben
z.B. L C+2.561 F50



Eingabe abschließen



Externe START-Taste drücken: Schiefelage wird durch Drehung des Rundtischs beseitigt, das Hellfeld wird nach dem NC-Start auf den nächsten Satz verschoben

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: Taste PGM MGT (Program Management)



Datei \$MDI markieren



„Datei kopieren“ wählen: Softkey KOPIEREN

Ziel-Datei =

BOHRUNG

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



Kopieren ausführen



Datei-Verwaltung verlassen: Softkey ENDE

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.



Wenn Sie mit der MOD-Funktion zwischen Klartext- und DIN/ISO-Programmierung umschalten wollen, müssen Sie die aktuelle Datei \$MDI.* löschen und anschließend die Betriebsart Positionieren mit Handeingabe wieder anwählen.

Weitere Informationen in „4.2 Datei-Verwaltung“



4

Programmieren:

**Grundlagen, Dateiverwaltung,
Programmierhilfen**

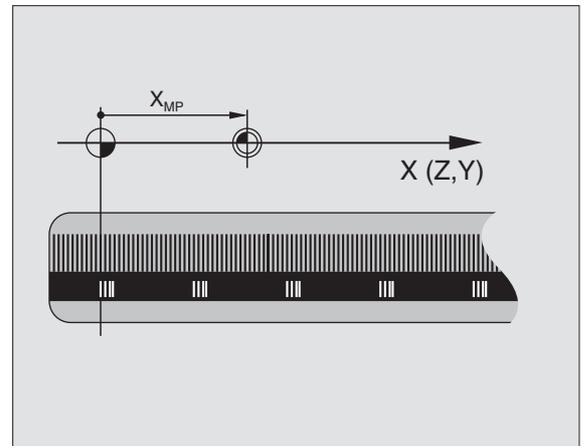
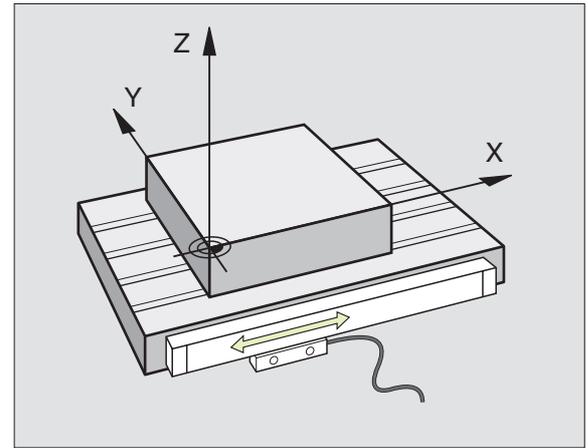
4.1 Grundlagen

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°.

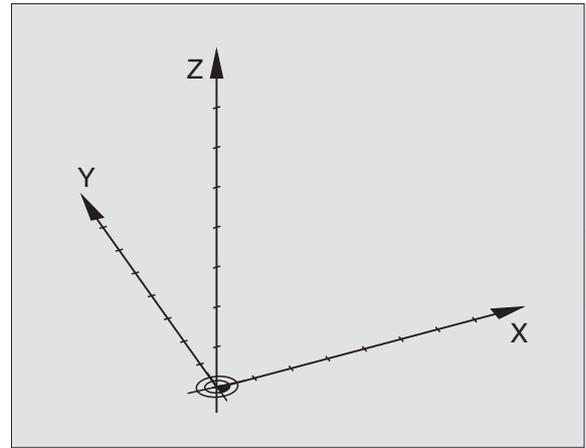


Bezugssystem

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.

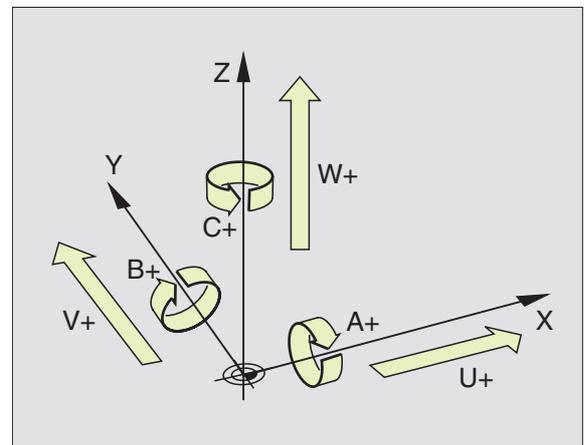
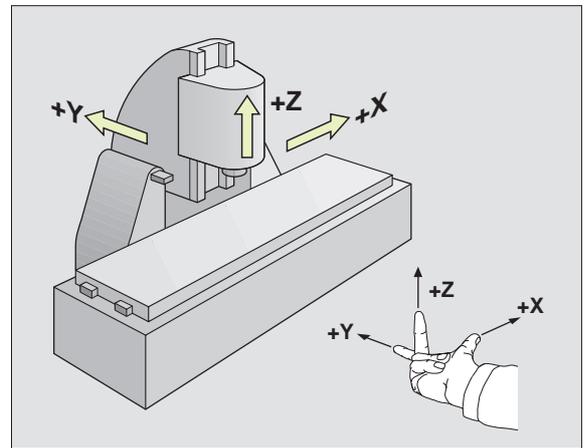
Koordinaten, die sich auf den Nullpunkt beziehen, werden als absolute Koordinaten bezeichnet. Relative Koordinaten beziehen sich auf eine beliebige andere Position (Bezugspunkt) im Koordinatensystem. Relative Koordinaten-Werte werden auch als inkrementale Koordinaten-Werte bezeichnet.



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 410 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

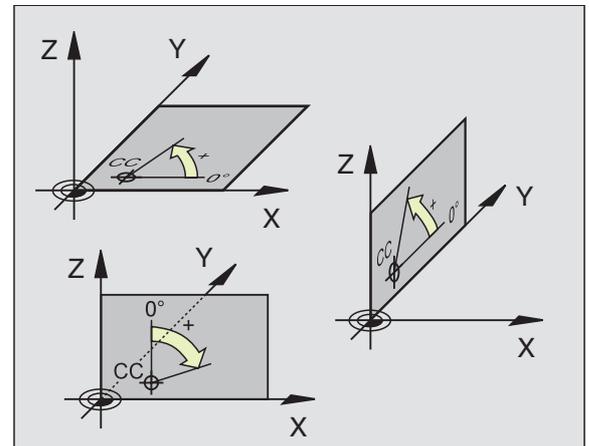
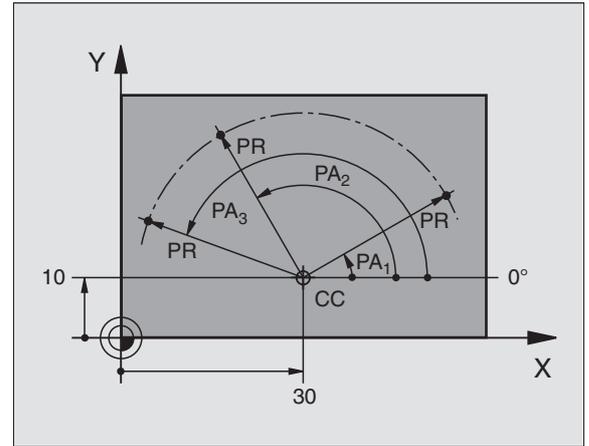
- Polarkoordinaten-Radius: der Abstand vom Pol CC zur Position
- Polarkoordinaten-Winkel: Winkel zwischen der Winkel-Bezugsachse und der Strecke, die den Pol CC mit der Position verbindet.

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

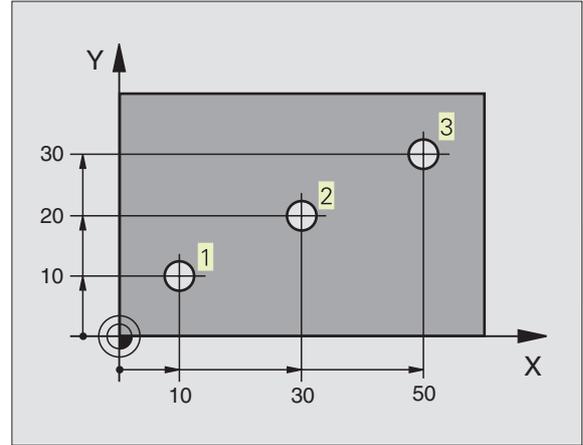
Absolute Werkstück-Positionen

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“ vor der Achsbezeichnung.

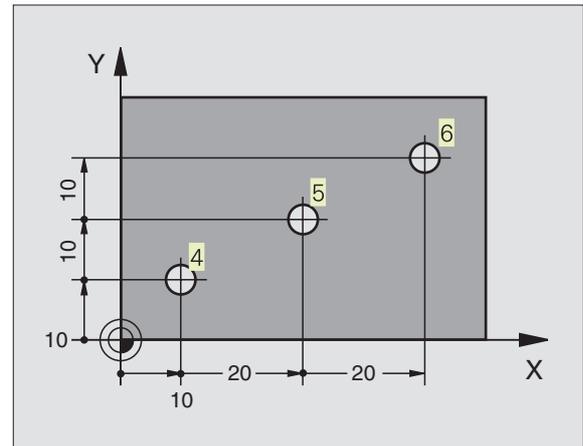
Beispiel 2: Bohrungen mit relativen Koordinaten

Absolute Koordinaten der Bohrung 4:

X= 10 mm
 Y= 10 mm

Bohrung 5 bezogen auf 4 Bohrung 6 bezogen auf 5

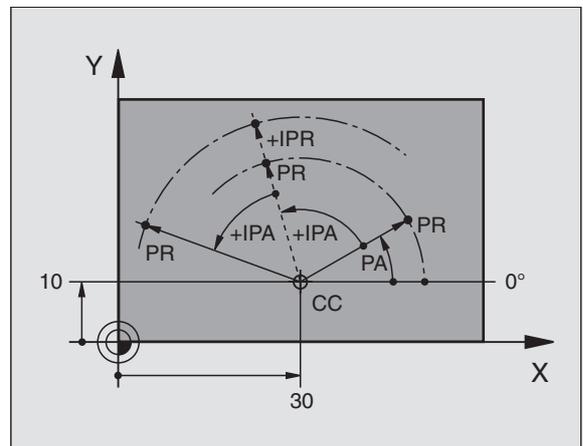
IX= 20 mm IX= 20 mm
 IY= 10 mm IY= 10 mm



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.



Bezugspunkt wählen

Eine Werkstück-Zeichnung gibt ein bestimmtes Formelement des Werkstücks als absoluten Bezugspunkt (Nullpunkt) vor, meist eine Werkstück-Ecke. Beim Bezugspunkt-Setzen richten Sie das Werkstück zuerst zu den Maschinenachsen aus und bringen das Werkzeug für jede Achse in eine bekannte Position zum Werkstück. Für diese Position setzen Sie die Anzeige der TNC entweder auf Null oder einen vorgegebenen Positionswert. Dadurch ordnen Sie das Werkstück dem Bezugssystem zu, das für die TNC-Anzeige bzw. Ihr Bearbeitungs-Programm gilt.

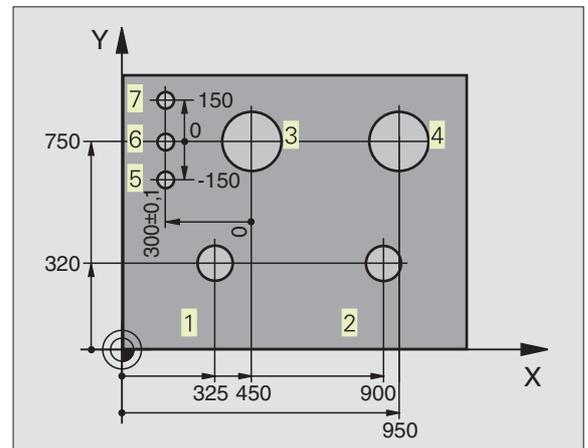
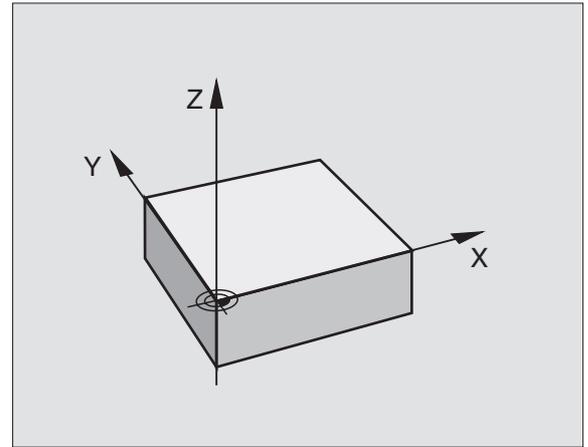
Gibt die Werkstück-Zeichnung relative Bezugspunkte vor, so nutzen Sie einfach die Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung. Siehe „8.8 Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung“.

Wenn die Werkstück-Zeichnung nicht NC-gerecht bemaßt ist, dann wählen Sie eine Position oder eine Werkstück-Ecke als Bezugspunkt, von dem aus sich die Maße der übrigen Werkstückpositionen möglichst einfach ermitteln lassen.

Besonders komfortabel setzen Sie Bezugspunkte mit einem 3D-Tastsystem von HEIDENHAIN. Siehe „12.2 Bezugspunkt-Setzen mit 3D-Tastsystemen“.

Beispiel

Die Werkstück-Skizze rechts zeigt Bohrungen (1 bis 4), deren Bemaßungen sich auf einen absoluten Bezugspunkt mit den Koordinaten $X=0$ $Y=0$ beziehen. Die Bohrungen (5 bis 7) beziehen sich auf einen relativen Bezugspunkt mit den absoluten Koordinaten $X=450$ $Y=750$. Mit dem Zyklus NULLPUNKT-VERSCHIEBUNG können Sie den Nullpunkt vorübergehend auf die Position $X=450$ $Y=750$ verschieben, um die Bohrungen (5 bis 7) ohne weitere Berechnungen zu programmieren.



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. Die Sonderzeichen @, \$, _, %, # und & sind erlaubt. 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.

PROG20 .H

Datei-Name Datei-Typ



Die TNC verwaltet Datei-Namen eindeutig, d.h. Sie können einem Datei-Namen nicht verschiedene Datei-Typen zuordnen.

Sie können mit der TNC bis zu 64 Dateien verwalten, die Gesamtgröße aller Dateien darf jedoch 256 Kbyte nicht überschreiten.

Mit der Datei-Verwaltung arbeiten

Dieser Abschnitt informiert Sie über die Bedeutung der einzelnen Bildschirm-Informationen und wie Sie Dateien und Verzeichnisse auswählen können. Wenn Sie mit der Datei-Verwaltung der TNC 410 noch nicht vertraut sind, lesen Sie diesen Abschnitt vollständig durch und testen die einzelnen Funktionen an der TNC.

Datei-Verwaltung aufrufen



Taste PGM MGT drücken:
Die TNC zeigt das Fenster zur Datei-Verwaltung

Das Fenster **1** zeigt alle Dateien 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		Typ
im HEIDENHAIN-Klartext-Dialog		.H
nach DIN/ISO		.I
<hr/>		
Tabellen für		Typ
Werkzeuge		.T
Werkzeug-Plätze		.TCH
Nullpunkte		.D
Punkte		.PNT

Programmwahl			
Datei-Name =			
C21	.H	588	
HE1	.D	6072	
HE3	.H	176	
HT35	.I	12	1
II	.I	12	
L	.D	42	
MUSTPKT	.PNT	126	M
TAB1	.PNT	140	
TAKOM	.H	416	M
TOOL	.T	8224	M
TOOLP	.TCH	624	M
TRRD	.D	60	
SOLL X +0.250			T F 0 S
Y +0.250			
Z +0.405			
			M5/9
SEITE ↑	SEITE ↓	SCHÜTZEN/ AUFHEBEN	UMBENEN. [ABC] = [XYZ]
		LÖSCHEN	KOPIEREN [ABC] → [XYZ]
			EXIT
ENDE			

Anzeige Bedeutung

Datei-Name	Name mit maximal 8 Zeichen und Datei-Typ
M	Eigenschaft der Datei: Programm ist in einer Programmlauf-Betriebsart angewählt
P	Datei gegen Löschen und Ändern geschützt (Protected)

Anzeige langer Datei-Übersichten Softkey

Datei-Übersicht seitenweise nach oben durchblättern

Datei-Übersicht seitenweise nach unten durchblättern

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 einen oder mehrere Buchstaben der zu wählenden Datei ein und drücken dann die Taste GOTO: Das Hellfeld springt auf die erste Datei, die mit den eingegebenen Buchstaben 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 LÖSCHEN drücken. Die TNC fragt, ob die Datei tatsächlich gelöscht werden soll.
- ▶ Löschen bestätigen: Softkey JA drücken. Brechen Sie mit Softkey NEIN 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/AUFHEBEN drücken. Die Datei erhält Status P

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

FK-Programm in KLARTEXT-Format konvertieren

- ▶ Bewegen Sie das Hellfeld auf die Datei, die Sie konvertieren möchten



- ▶ Konvertierfunktion wählen: Softkey UMWANDELN FK->H drücken (2. Softkey-Leiste)
- ▶ Namen der Zieldatei eingeben
- ▶ Konvertieren ausführen: Taste ENT drücken

Dateien einlesen/Dateien ausgeben



- ▶ Dateien einlesen oder ausgeben: Softkey EXT drücken. Die TNC stellt nachfolgend beschriebene Funktionen zur Verfügung



Wenn eine einzulesende Datei bereits im Speicher der TNC vorhanden ist, zeigt die TNC die Meldung „Datei xxx bereits vorhanden, Datei einlesen?“ an. Dialogfrage in diesem Fall mit Softkeys JA (Datei wird eingelesen) oder NEIN (Datei wird nicht eingelesen) beantworten.

Wenn eine auszugebende Datei auf dem externen Gerät bereits vorhanden ist, fragt die TNC ebenfalls nach, ob Sie die extern gespeicherte Datei überschreiben wollen.

Alle Dateien einlesen (Datei-Typen: .H, .I, .T, .TCH, .D, .PNT)



- ▶ Alle Dateien einlesen, die auf dem externen Gerät gespeichert sind.

Angebotene Datei einlesen



- ▶ Alle Dateien eines bestimmten Datei-Typs anbieten



- ▶ Z.B. alle Klartext-Dialog-Programme anbieten. Angebotenes Programm einlesen: Softkey JA drücken, angebotenes Programm nicht einlesen: Softkey NEIN drücken

Eine bestimmte Datei einlesen



- ▶ Datei-Name eingeben, mit der Taste ENT bestätigen



- ▶ Datei-Typ wählen, z.B. Klartext-Dialog-Programm

Wenn Sie die Werkzeug-Tabelle TOOL.T einlesen wollen, drücken Sie den Softkey WERKZEUG-TABELLE. Wenn Sie die Platz-Tabelle TOOLPTCH einlesen wollen, drücken Sie den Softkey PLATZ-TABELLE.

Eine bestimmte Datei ausgeben



- ▶ Funktion einzelne Datei ausgeben wählen



- ▶ Hellfeld auf die Datei schieben die Sie ausgeben wollen, mit der Taste ENT oder Softkey ÜBERTRAG. starten Sie die Übertragung



- ▶ Funktion einzelne Datei ausgeben beenden: Taste END drücken

Alle Dateien ausgeben (Datei-Typen: .H, .I, .T, .TCH, .D, .PNT)



- ▶ Alle Dateien, die in der TNC gespeichert sind, auf ein externes Gerät ausgeben

Datei-Übersicht des externen Gerätes anzeigen (Datei-Typen: .H, .I, .T, .TCH, .D, .PNT)



- ▶ Alle Dateien anzeigen, die auf dem externen Gerät gespeichert sind. Die Anzeige der Dateien erfolgt seitweise. Nächste Seite anzeigen: Softkey JA drücken, zurück ins Hauptmenü: Softkey NEIN drücken

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.

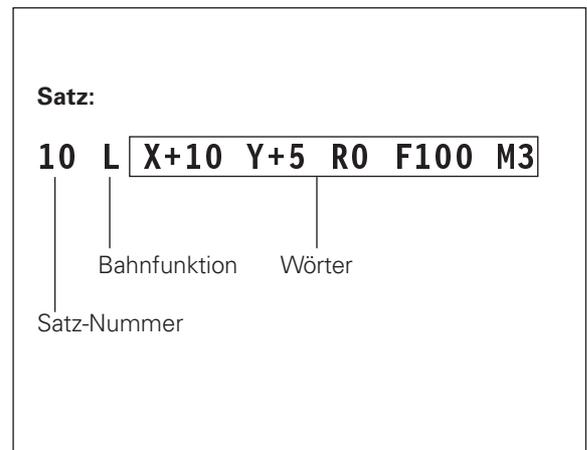
Die TNC numeriert die Sätze eines Bearbeitungs-Programms in aufsteigender Reihenfolge.

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.

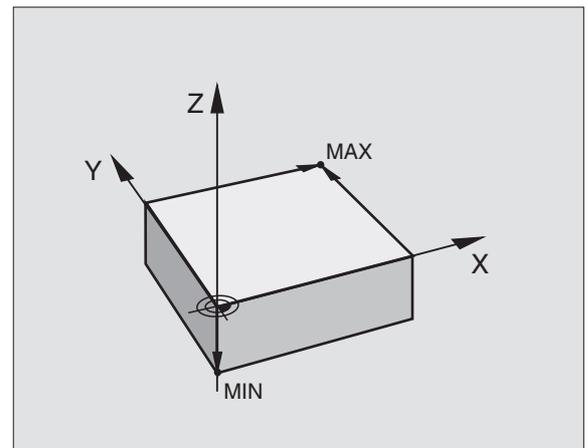


Rohteil definieren: BLK FORM

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: Taste PGM MGT drücken

Datei - Name =

NEU



Neuen Programm-Namen eingeben



Datei-Typ wählen, z.B. Klartext-Dialog-Programm: Softkey .H drücken



Ggf. Maßeinheit auf Inch umschalten: Softkey MM/INCH drücken



Mit Taste ENT bestätigen

Programmwahl			
Datei-Name = TG.H			
sOLL	X	-21.655	
	Y	+49.830	
	Z	+149.910	
	T		
	F	0	
	S		M5/9

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



Dialog für MIN-Punkt-Eingabe beenden

Def BLK FORM: Max-Punkt?



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



Programm-Einspeichern/Editieren			
Def BLK FORM: Max-Punkt?			
BEGIN PGM 2J2K MM			
1	BLK FORM 0.1 Z	X+0	Y+0 Z-20
*2	BLK FORM 0.2	X+100	Y+100
	Z+0		
END PGM 2J2K MM			
SOLL	+X	+149.930	
	+Y	-30.070	
	+Z	+199.930	
	T	0	ROT
	F		M5/9
	S		

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

BEGIN PGM NEU 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
END PGM NEU 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, beginnen Sie mit einer Dialogtaste. 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



2x

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

Radiuskorr.: RL/RR/keine Korr. ?



„Keine Radiuskorrektur“ eingeben, mitTaste ENT zur nächsten Frage

Vorschub ?

F=

100



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

Zusatz-Funktion M ?

3



Beliebige Zusatzfunktion direkt eingeben, z.B M3 „Spindel ein“, oder



Zusatzfunktionen eingeben, die noch zusätzliche Eingabewerte benötigen, z.b. M120: Softkey M120 drücken und Werte eingeben



Mit der Taste END beendet die TNC diesen Dialog und speichert den eingegebenen Satz ab

Das Programmfenster zeigt die Zeile:

3 L X+10 Y+5 R0 F100 M3

Programm-Einspeichern/Editieren							
Zusatz-Funktion M?							
BEGIN PGM HE3 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 CALL	1	Z	S5000			
4	L	X+10	Y+5	F5000	M3		
END PGM HE3 MM							
sOLL		X		+0.250			
		Y		+0.250			
		Z		+0.405			
					T		
					F	0	
					S		M5/9
M	M103	M112	M120	M124			

Funktionen während des Dialogs

Dialogfrage übergehen



Dialog vorzeitig beenden, Satz speichern



Dialog abrechnen, Satz 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. Wenn Sie einen neuen Satz eingeben, kennzeichnet die TNC diesen Satz mit einem * solange der Satz noch nicht gespeichert ist.

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.

Beliebigen Text finden

- ▶ Suchfunktion wählen: Softkey SUCHEN drücken
Die TNC zeigt den Dialog SUCHE TEXT:
- ▶ Gesuchten Text eingeben
- ▶ Text suchen: Softkey AUSFÜHREN drücken

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 den Sie den zuletzt editierten (gelöschten) Satz einfügen wollen und 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 und speichern: Taste END drücken
- ▶ Änderung verwerfen: Taste DEL drücken

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

Satzanzeige

Wenn ein Satz so lang ist, daß die TNC ihn nicht mehr in einer Programmzeile anzeigen kann – z.B. bei Bearbeitungszyklen –, wird der Satz mit „>>“ am rechten Bildschirmrand markiert.

Funktionen	Softkeys/Tasten
Seite nach oben blättern	
Seite nach unten blättern	
Sprung zum Programm-Anfang	
Sprung zum Programm-Ende	
Von Satz zu Satz springen	
Einzelne Wörter im Satz wählen	
Beliebige Zeichenfolge suchen	

Sätze und Wörter löschen	Taste
Wert eines gewählten Wortes auf Null setzen	
Falschen Wert löschen	
Fehlermeldung (nicht blinkend) löschen	
Gewähltes Wort löschen	
Im Satz: Letzten gespeicherten Zustand wieder herstellen	
Gewählten Satz (Zyklus) löschen	
Programmteile löschen: Letzten Satz des zu löschenden Programmteils 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. Bewegungen in Richtung der negativen Spindelachse stellt die TNC mit einem Kreis dar (Kreis-Durchmesser = Werkzeug-Durchmesser).

Programmier-Grafik mitführen/nicht mitführen

- ▶ Zur Bildschirm-Aufteilung Programm links und Grafik rechts wechseln: Taste SPLIT SCREEN und Softkey PROGRAMM + GRAFIK drücken



- ▶ Softkey AUTOM. ZEICHNEN 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. ZEICHNEN auf AUS. AUTOM. ZEICHNEN 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.

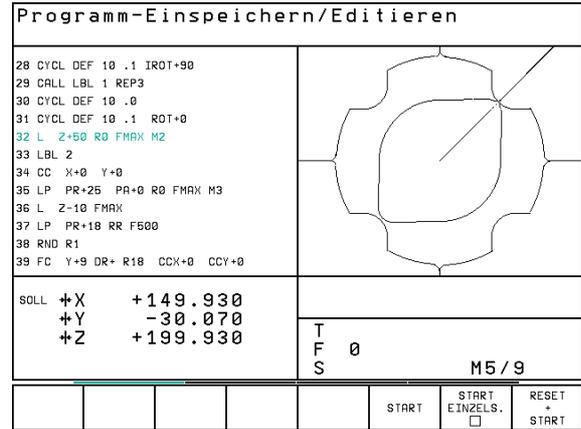
Grafik löschen



- ▶ 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 (zweite 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 verschieben	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="text-align: center;">↑</div> <div style="text-align: center;">←</div> <div style="text-align: center;">→</div> </div>



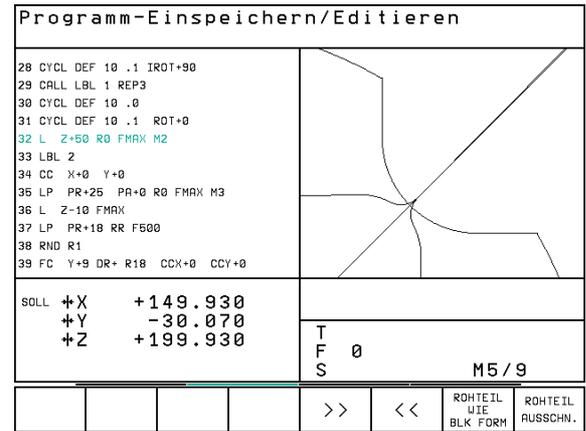
- ▶ Mit Softkey ROHTEIL AUSSCHN. ausgewählten Bereich übernehmen

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

4.5 Kommentare einfügen

Um Programmschritte zu erläutern oder Hinweise zu geben können Sie Kommentarsätze einfügen:

- ▶ Den Satz wählen, hinter dem Sie den Kommentar einfügen wollen
- ▶ Den Programmier-Dialog mit der Taste „;“ (Semikolon) auf der Alpha-Tastatur eröffnen
- ▶ Kommentar eingeben und den Satz mit der Taste END abschließen



4.6 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

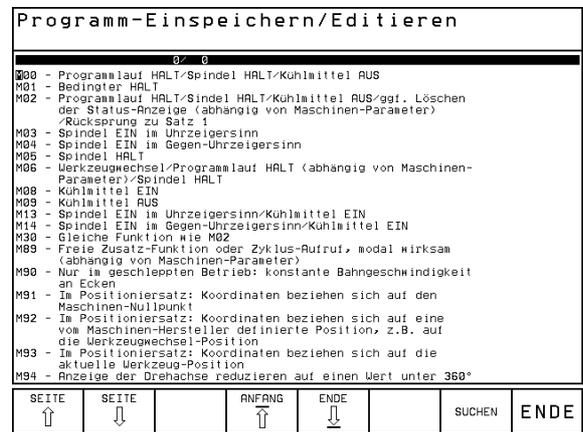
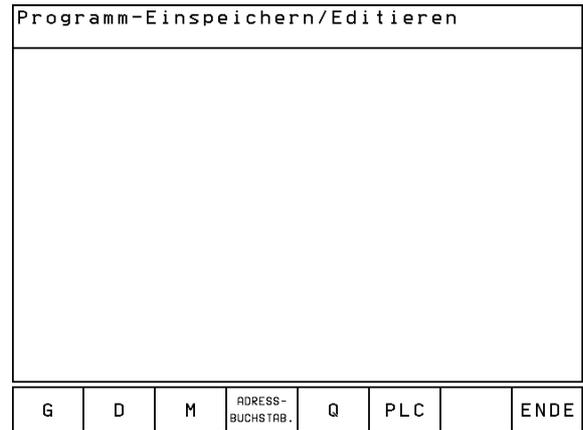


- ▶ Taste HELP drücken
- ▶ Thema wählen: Drücken Sie einen der angebotenen Softkeys

Hilfe-Thema / Funktion	Softkey
DIN/ISO-Programmierung: G-Funktionen	G
DIN/ISO-Programmierung: D-Funktionen	D
DIN/ISO-Programmierung: M-Funktionen	M
DIN/ISO-Programmierung: Adress-Buchstaben	ADRESS- BUCHSTAB.
Zyklus-Parameter	Q
Hilfe, die von Ihrem Maschinenhersteller eingegeben wird (optional, nicht ausführbar)	PLC
Nächste Seite wählen	SEITE ↓
Vorherige Seite wählen	SEITE ↑
Datei-Anfang wählen	ANFANG ↑
Datei-Ende wählen	ENDE ↓
Suchfunktion wählen; Text eingeben, Suche mit Taste ENT starten	SUCHEN

Hilfe-Funktion beenden

Drücken Sie den Softkey ENDE zweimal.





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 Maschinen-Parameter festgelegt.

Eingabe

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

Eilgang

Für den Eilgang geben Sie FMAX ein. Zur Eingabe von FMAX 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. FMAX gilt nur für den Satz, in dem er programmiert wurde. Nach dem Satz mit FMAX 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

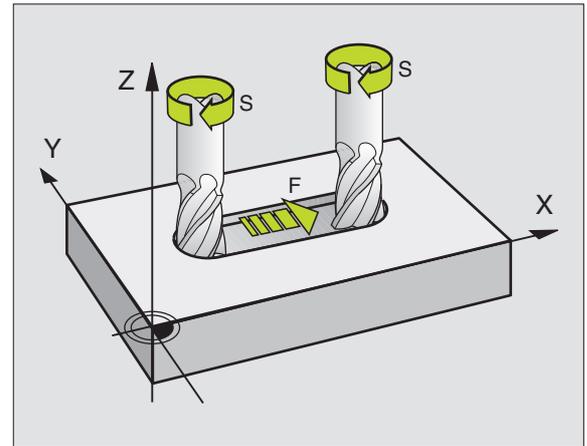
Im Bearbeitungs-Programm können Sie die Spindeldrehzahl mit einem TOOL CALL-Satz ändern, indem Sie ausschließlich die neue Spindeldrehzahl eingeben:



- ▶ Werkzeug-Aufruf programmieren: Taste TOOL CALL drücken
- ▶ Dialog „Werkzeug-Nummer?“ mit Taste NO ENT übergehen
- ▶ Dialog „Spindelachse parallel X/Y/Z?“ mit Taste NO ENT übergehen
- ▶ Im Dialog „Spindeldrehzahl S=?“ neue Spindeldrehzahl eingeben, mit Taste END bestätigen

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 Werkzeug-Tabellen eingeben. Wenn Sie die Werkzeug-Daten in der Werkzeug-Tabelle eingeben, stehen weitere werkzeugspezifische Informationen zur Verfügung. Die TNC berücksichtigt alle 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 der Werkzeug-Tabelle muß das Werkzeug T0 ebenfalls mit $L=0$ und $R=0$ definiert sein.

Werkzeug-Länge L

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

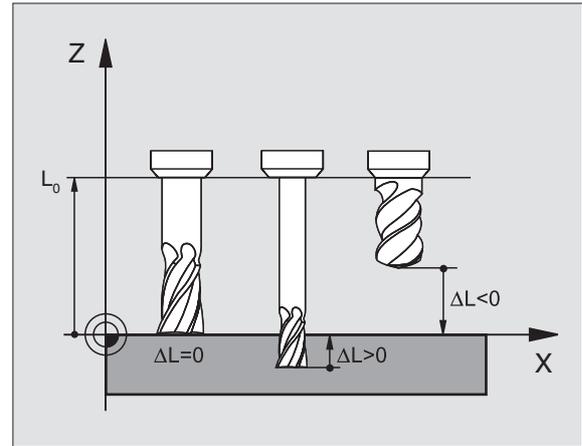
- 1 Die Länge L ist die Differenz aus der Länge des Werkzeugs und der Länge eines Null-Werkzeugs L_0 .

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 „Ist-Position übernehmen“ 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-Definition TOOL DEF bzw. in die Werkzeug-Tabelle 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 ($DR > 0$). Bei einer Bearbeitung mit Aufmaß geben Sie den Wert für das Aufmaß beim Programmieren des Werkzeug-Aufrufs mit TOOL CALL ein.

Ein negativer Delta-Wert bedeutet ein Untermaß ($DR < 0$). Ein Untermaß wird in der Werkzeug-Tabelle für den Verschleiß eines Werkzeugs eingetragen.

Delta-Werte geben Sie als Zahlenwerte ein, in einem TOOL CALL-Satz können Sie den Wert auch mit einem Q-Parameter übergeben.

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:



- ▶ Werkzeug-Definition wählen: Taste TOOL DEF drücken
- ▶ Werkzeug-Nummer eingeben: Mit der Werkzeug-Nummer ein Werkzeug eindeutig kennzeichnen
- ▶ Werkzeug-Länge eingeben: Korrekturwert für die Länge
- ▶ Werkzeug-Radius eingeben: Korrekturwert für den Werkzeug-Radius

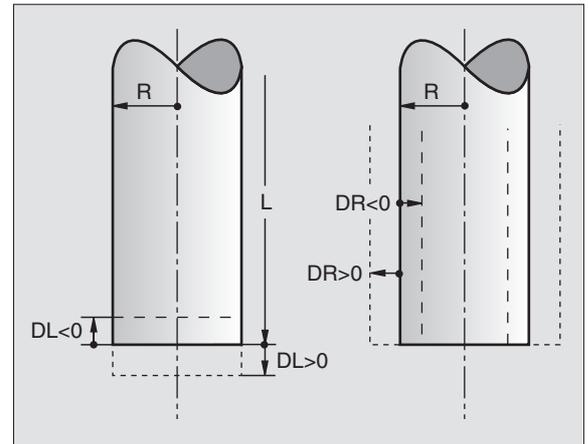


Während des Dialogs können Sie die Werte für Länge und Radius mit den Softkeys „ACT.POS X, ACT.POS Y oder ACT.POS Z“ direkt aus der Positions-Anzeige übernehmen.

Wenn Sie die schwarze Taste zur Ist-Positions-Übernahme benutzen, dann übernimmt die TNC bei der Werkzeug-Länge den Wert der aktiven Werkzeug-Achse. Ist keine Werkzeug-Achse aktiv, dann übernimmt die TNC den Wert der Achse, die im Kalibrieremenü der Antastfunktionen als Tastsystemachse festgelegt ist.

Beispiel NC-Satz

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



Werkzeug-Daten in die Tabelle eingeben

In einer Werkzeug-Tabelle können Sie bis zu 254 Werkzeuge definieren und deren Werkzeug-Daten speichern. (Die Anzahl der Werkzeuge können Sie mit dem Maschinen-Parameter 7260 begrenzen). Beachten Sie auch die Editier-Funktionen weiter hinten in diesem Kapitel.

Sie müssen die Werkzeug-Tabelle verwenden, wenn

- Ihre Maschine mit einem automatischen Werkzeug-Wechsler ausgerüstet ist
- Sie mit dem TT 120 Werkzeuge automatisch vermessen wollen, siehe „5.4 Werkzeug-Vermessung“

Werkzeug-Tabelle: Eingabemöglichkeiten

Abk.	Eingaben	Dialog
T	Nummer, mit der das Werkzeug im Programm aufgerufen wird	–
NAME	Name, mit dem das Werkzeug im Programm aufgerufen wird	Werkzeug-Name?
L	Korrekturwert für die Werkzeug-Länge	Werkzeug-Länge?
R	Korrekturwert für den Werkzeug-Radius R	Werkzeug-Radius?
DL	Delta-Wert Werkzeug-Länge	Aufmaß Werkzeug-Länge?
DR	Delta-Wert Werkzeug-Radius R	Aufmaß Werkzeug-Radius?
TL	Werkzeug-Sperre setzen (TL : für T ool L ocked = engl. Werkzeug gesperrt)	WKZ gesperrt?
RT	Nummer eines Schwester-Werkzeugs – falls vorhanden – als Ersatz-Werkzeug (RT : für R eplacement T ool = engl. Ersatz-Werkzeug); siehe auch TIME2	Schwester-Werkzeug?
TIME1	Maximale Standzeit des Werkzeugs in Minuten. Diese Funktion ist maschinenabhängig und ist im Maschinenhandbuch beschrieben	Maximale Standzeit?
TIME2	Maximale Standzeit des Werkzeugs bei einem TOOL CALL in Minuten: Erreicht oder überschreitet die aktuelle Standzeit diesen Wert, so setzt die TNC beim nächsten TOOL CALL das Schwester-Werkzeug ein (siehe auch CUR.TIME)	Max. Standzeit bei TOOL CALL?
CUR.TIME	Aktuelle Standzeit des Werkzeugs in Minuten: Die TNC zählt die aktuelle Standzeit (CUR.TIME : für CUR rent T IME = engl. aktuelle/laufende Zeit) selbsttätig hoch. Für benutzte Werkzeuge können Sie eine Vorgabe eingeben	Aktuelle Standzeit?
DOC	Kommentar zum Werkzeug (maximal 16 Zeichen)	Werkzeug-Kommentar?
PLC	Information zu diesem Werkzeug , die an die PLC übertragen werden soll	PLC-Status?

Werkzeug-Tabelle: Notwendige Werkzeug-Daten bei automatischer Werkzeug-Vermessung

Abk.	Eingaben	Dialog
CUT.	Anzahl derWerkzeug-Schneiden (max. 20 Schneiden)	Anzahl der Schneiden?
LTOL	Zulässige Abweichung von derWerkzeug-Länge L für Verschleiß-Erkennung. Wird der eingegebeneWert überschritten, sperrt dieTNC dasWerkzeug (Status L). Eingabebereich: 0 bis 0,9999 mm	Verschleiß-Toleranz: Länge?
RTOL	Zulässige Abweichung vom Werkzeug-Radius R für Verschleiß-Erkennung. Wird der eingegebeneWert überschritten, sperrt dieTNC dasWerkzeug (Status L). Eingabebereich: 0 bis 0,9999 mm	Verschleiß-Toleranz: Radius?
DIRECT.	Schneid-Richtung desWerkzeugs fürVermessung mit drehendemWerkzeug	Schneid-Richtung (M3 = -)?
TT:R-OFFS	Längenvermessung: Versatz des Werkzeugs zwischen Stylus-Mitte undWerkzeug-Mitte. Voreinstellung: R = Werkzeug-Radius R	Werkzeug-Versatz: Radius?
TT:L-OFFS	Radiusvermessung: zusätzlicher Versatz des Werkzeugs zu MP6530 (Siehe „15.1 Allgemeine Anwender-Parameter“) zwischen Stylus-Oberkante undWerkzeug-Unterkante. Voreinstellung: 0	Werkzeug-Versatz: Länge?
LBREAK	Zulässige Abweichung von derWerkzeug-Länge L für Bruch-Erkennung. Wird der eingegebeneWert überschritten, sperrt dieTNC dasWerkzeug (Status L). Eingabebereich: 0 bis 0,9999 mm	Bruch-Toleranz: Länge?
RBREAK	Zulässige Abweichung vom Werkzeug-Radius R für Bruch-Erkennung. Wird der eingegebeneWert überschritten, sperrt dieTNC dasWerkzeug (Status L). Eingabebereich: 0 bis 0,9999 mm	Bruch-Toleranz: Radius?

Werkzeug-Tabellen editieren

Die für den Programmablauf gültige Werkzeug-Tabelle hat den Dateinamen TOOL.T. TOOL.T ist automatisch in einer Programmablauf-Betriebsart aktiv. In der Betriebsart Programm Einspeichern/Editieren können Sie auch Werkzeug-Tabellen mit anderen Dateinamen verwalten.

Werkzeug-Tabelle TOOL.T öffnen:

- Beliebige Maschinen-Betriebsart wählen



- Werkzeug-Tabelle wählen: Softkey WERKZEUG TABELLE drücken



- Softkey EDITIEREN auf „EIN“ setzen

Beliebige andere Werkzeug-Tabelle öffnen:

- Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren wählen



- Datei-Verwaltung aufrufen
- Wählen Sie eine vorhandene Datei mit der Endung .T und drücken den Softkey KOPIEREN. Geben Sie einen neuen Dateinamen ein und bestätigen mit der Taste ENT

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 oben rechts). An einer beliebigen Position können Sie die gespeicherten Werte überschreiben oder neue Werte eingeben. Zusätzliche Editierfunktionen entnehmen Sie bitte aus nebenstehender Tabelle.

Wenn die TNC nicht alle Positionen in der Werkzeug-Tabelle gleichzeitig anzeigen kann, zeigt der Balken oben in der Tabelle das Symbol „>>“ bzw. „<<“.

Werkzeug-Tabelle verlassen:

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



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

Über den Anwender-Parameter MP7266 legen Sie fest, welche Angaben in einer Werkzeug-Tabelle eingetragen werden können und in welcher Reihenfolge sie aufgeführt werden.

Manueller Betrieb										
Aufmaß Werkzeug-Länge?										
TOOL	. T	MM								
0	NAME		R	DL	DS	TL	RI	TIME	REF	
1		+0	+0	+0	+0			0	0	
2	SCHRUPPER	-12,5	+4	+0,025	+0,05			2	100	90
3		+0	+1,5	+0	+0			0	0	
4		+0	+2,5	+0	+0			0	0	
5		+0	+3	+0	+0			0	0	
6		-12	+25	+0,03	+0			0	0	
7		-25,35	+5	+0,5	+0			0	0	
8		+0	+0	+0	+0			0	0	
9		+0	+0	+0	+0			0	0	
10		-17,356	+2,5	+0,01	+0			0	0	
11		+0	+6	+0,05	+0			0	0	
12		-17,2	+3	+0	+0			0	0	
13		-45	+7,5	+0	+0			0	0	

SOLL	X	+100.000								
	Y	-25.000								
	Z	+250.000								

T	F	0	ROT
S	5000		M3/8

SEITE	SEITE	WORT	WORT	EDITIEREN	PLATZ	ENDE
↑	↓	←	→	AUS/EIN	TABELLE	

Editierfunktionen für Wkz.-Tabellen Softkey

Vorherige Tabellen-Seite wählen



Nächste Tabellen-Seite wählen



Hellfeld nach links verschieben



Hellfeld nach rechts verschieben



Werkzeug sperren in Spalte TL



Werkzeug nicht sperren in Spalte TL



Ist-Positionen übernehmen, z.B. für Z-Achse



Eingegebenen Wert bestätigen, Nächste Spalte in der Tabelle wählen. Wenn das Hellfeld am Zeilenende steht, dann Sprung zur ersten Spalte der nächsten Zeile



Falschen Zahlenwert löschen, voreingestellten Wert wiederherstellen



Letzten abgespeicherten Wert wiederherstellen



Platz-Tabelle für Werkzeug-Wechsler

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

Platz-Tabelle wählen

▶ In der Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren



- ▶ Datei-Verwaltung aufrufen
- ▶ Schieben Sie das Hellfeld auf TOOLPTCH. Bestätigen Sie mit der Taste ENT

▶ In einer Maschinen-Betriebsart



▶ Werkzeug-Tabelle wählen:
Softkey WERKZEUG TABELLE drücken



▶ Platz-Tabelle wählen:
Softkey PLATZ TABELLE drücken



▶ 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:

Manueller Betrieb										
Werkzeugnummer										
TOOLP	.TCH	MM								
0			S	F	PLC					
1	1	L	0							
2	3	0								
3	5	0								
4	7	0								
5	9	0								
6		L	0							
7	12	S F	11							
8		L	0							
9		0								
10	14	F	0							
11	16	0								
12	18	0								
13	20	0								
SOLL			X	+100.000						
			Y	-25.000						
			Z	+250.000						
			T	0		ROT				
			F	0		M3/8				
			S	5000						
SEITE	SEITE	WORT	WORT	EDITIEREN	PLATZ-	WERKZEUG	ENDE			
↑	↓	←	→	AUS/EIN	TABELLE	TABELLE				
					RÜCKS.					

Editierfunktionen für Platz-Tabellen Softkey

Vorherige Tabellen-Seite wählen



Nächste Tabellen-Seite wählen



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 zurückwechseln (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?

Werkzeug-Daten aufrufen

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



- ▶ Werkzeug-Aufruf mit Taste TOOL CALL wählen
- ▶ Werkzeug-Nummer: Nummer des Werkzeugs eingeben. Das Werkzeug haben Sie zuvor in einem TOOL DEF-Satz oder in der Werkzeug-Tabelle festgelegt.
- ▶ Spindelachse parallel X/Y/Z: Werkzeugachse eingeben. Parallelachsen U, V und W sind erlaubt
- ▶ 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.

Vorauswahl bei der Werkzeug-Tabelle

Wenn Sie die Werkzeug-Tabelle einsetzen, dann treffen Sie mit einem TOOL DEF-Satz eine Vorauswahl für das nächste einzusetzende Werkzeug. Dazu geben Sie die Werkzeug-Nummer bzw. einen Q-Parameter ein und beenden dann den Dialog mit der Taste END.

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“

Automatischer Werkzeugwechsel

Beim automatischen Werkzeugwechsel wird der Programmlauf nicht unterbrochen. Bei einem Werkzeug-Aufruf mit TOOL CALL wechselt die TNC das Werkzeug aus dem Werkzeug-Magazin ein.

Automatischer Werkzeugwechsel beim Überschreiten der Standzeit: M101



M101 ist eine maschinenabhängige Funktion. Maschinenhandbuch beachten!

Wenn die Standzeit eines Werkzeugs TIME2 erreicht, wechselt die TNC automatisch ein Schwester-Werkzeug ein. Dazu aktivieren Sie am Programm-Anfang die Zusatzfunktion M101. Die Wirkung von M101 können Sie mit M102 aufheben.

Der automatische Werkzeugwechsel erfolgt nicht immer unmittelbar nach Ablauf der Standzeit, sondern einige Programm-Sätze später, je nach Steuerungsauslastung.

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

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

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. Die TNC berücksichtigt dabei bis zu vier Achsen incl. der Drehachsen.

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 sowohl aus dem `TOOL CALL`-Satz als auch aus der Werkzeug-Tabelle berücksichtigt

Korrekturwert = $L + DL_{\text{TOOL CALL}} + DL_{\text{TAB}}$ mit

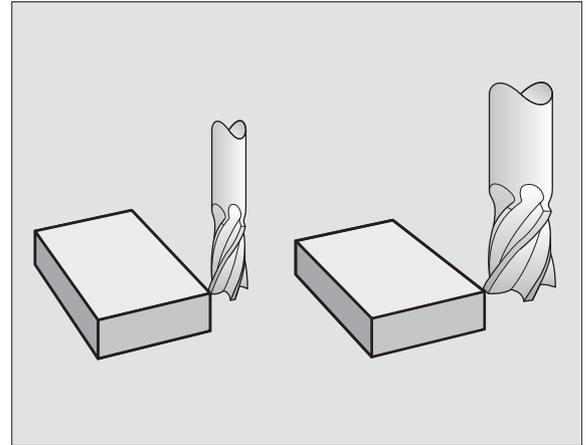
- L Werkzeug-Länge L aus `TOOL DEF`-Satz oder Werkzeug-Tabelle
- $DL_{\text{TOOL CALL}}$ Aufmaß DL für Länge aus `TOOL CALL`-Satz (von der Positionsanzeige nicht berücksichtigt)
- DL_{TAB} Aufmaß DL für Länge aus der Werkzeug-Tabelle

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 sowohl aus dem TOOL CALL-Satz als auch aus der Werkzeug-Tabelle berücksichtigt:

$$\text{Korrekturwert} = R + DR_{\text{TOOL CALL}} + DR_{\text{TAB}} \text{ mit}$$

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

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

DR_{TAB} Aufmaß DR für Radius aus der Werkzeug-Tabelle

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.

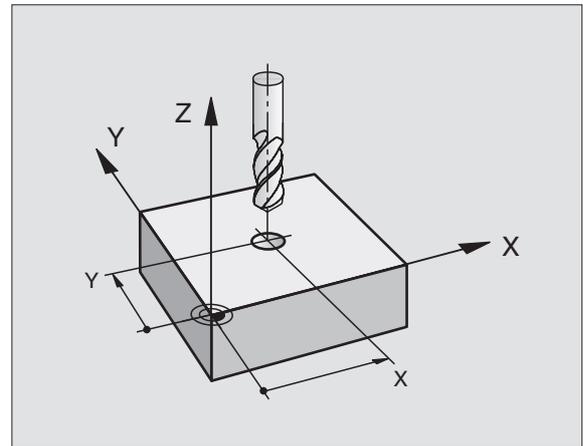
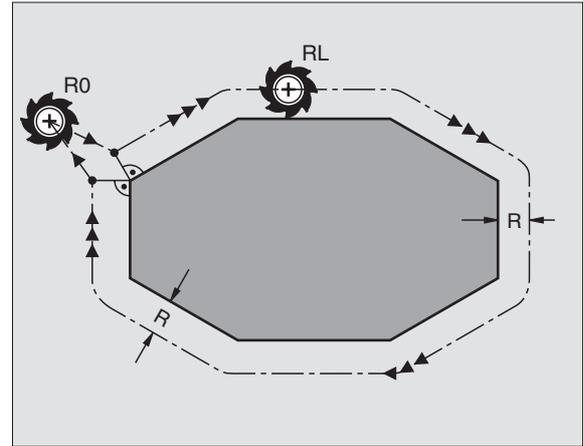


Zwischen zwei Programm-Sätzen mit unterschiedlicher Radiuskorrektur RR und RL muß mindestens ein Satz ohne Radiuskorrektur mit R0 stehen.

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

Sie können die Radiuskorrektur auch für Zusatzachsen der Bearbeitungsebene aktivieren. Programmieren Sie die Zusatzachsen auch in jedem nachfolgenden Satz, da die TNC ansonsten die Radiuskorrektur wieder in der Hauptachse durchführt.

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:

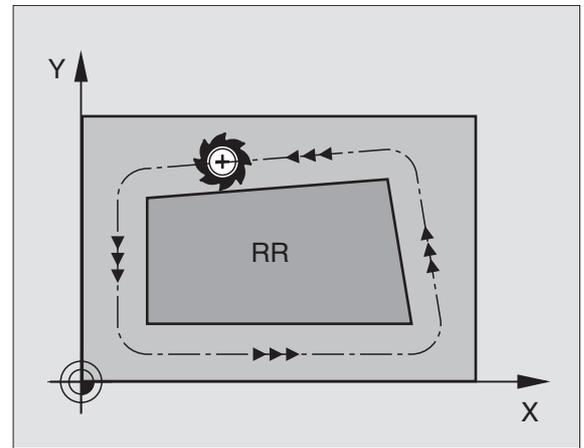
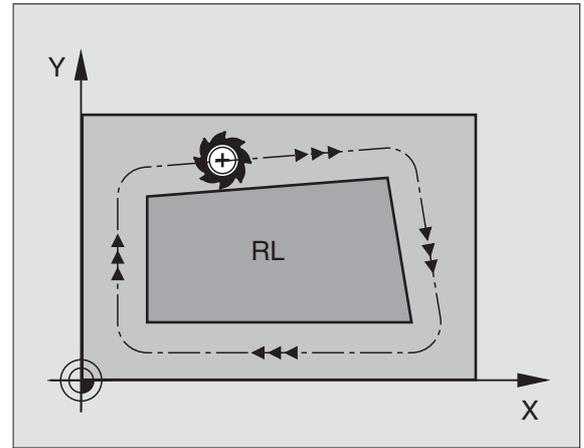
Radiuskorr.: RL/RR/Keine Korr. ?

RL Werkzeugbewegung links von der programmierten Kontur: Softkey RL drücken oder

RR Werkzeugbewegung rechts von der programmierten Kontur: Softkey RR drücken oder

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

END 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

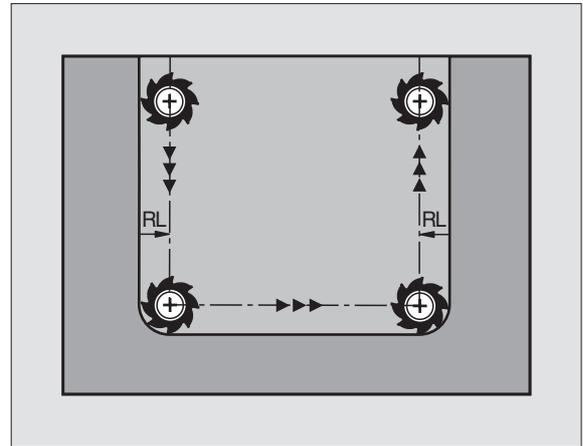
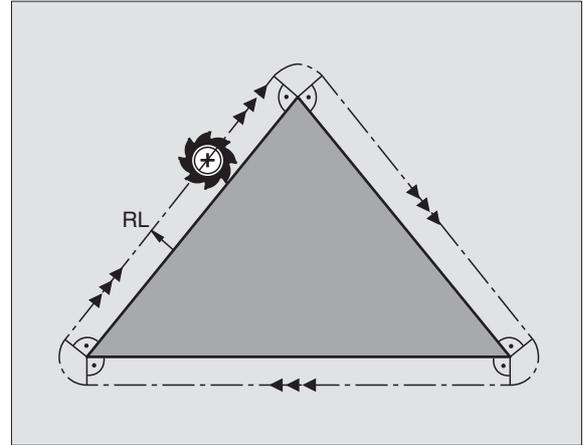
An Innenecken errechnet die TNC den Schnittpunkt der Bahnen, auf denen der Werkzeug-Mittelpunkt korrigiert verfährt. Von diesem Punkt an verfährt das Werkzeug am nächsten Konturelement entlang. Dadurch wird das Werkstück an den Innenecken nicht beschädigt. Daraus ergibt sich, daß der Werkzeug-Radius 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 den Zusatzfunktionen M90 und M112 beeinflussen. Siehe „7.4 Zusatzfunktionen für das Bahnverhalten“.



5.4 Werkzeug-Vermessung mit dem TT 120



Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller für das Tastsystem TT 120 vorbereitet sein.

Ggf. stehen an Ihrer Maschine nicht alle hier beschriebenen Zyklen und Funktionen zur Verfügung. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Mit dem TT 120 und den Werkzeug-Vermessungszyklen der TNC vermessen Sie Werkzeuge automatisch: Die Korrekturwerte für Länge und Radius werden von der TNC im zentralen Werkzeugspeicher TOOL.T abgelegt und beim nächsten Werkzeug-Aufruf verrechnet. Folgende Vermessungsarten stehen zur Verfügung:

- Werkzeug-Vermessung mit stillstehendem Werkzeug
- Werkzeug-Vermessung mit rotierendem Werkzeug
- Einzelschneiden-Vermessung

Die Zyklen zur Werkzeug-Vermessung programmieren Sie in der Betriebsart PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN. Folgende Zyklen stehen zur Verfügung:

- TCH PROBE 30.0 TT KALIBRIEREN
- TCH PROBE 31.0 WERKZEUG-LÄNGE
- TCH PROBE 32.0 WERKZEUG-RADIUS



Die Vermessungszyklen arbeiten nur bei aktivem zentralen Werkzeugspeicher TOOL.T

Bevor Sie mit den Vermessungszyklen arbeiten, müssen Sie alle zur Vermessung erforderlichen Daten im zentralen Werkzeugspeicher eingetragen und das zu vermessende Werkzeug mit TOOL CALL aufgerufen haben.

Maschinen-Parameter einstellen



Die TNC verwendet für die Vermessung mit stehender Spindel den Antast-Vorschub aus MP6520.

Beim Vermessen mit rotierendem Werkzeug berechnet die TNC die Spindeldrehzahl und den Antast-Vorschub automatisch.

Die Spindeldrehzahl berechnet sich dabei wie folgt:

$$n = \frac{MP6570}{r \cdot 0,0063}$$

mit:

n = Drehzahl [U/min]

MP6570 = maximal zulässige Umlaufgeschwindigkeit [m/min]

r = aktiver Werkzeug-Radius [mm]

Der Antast-Vorschub berechnet sich aus:

$$v = \text{Meßtoleranz} \cdot n \text{ mit}$$

v = Antast-Vorschub [mm/min]

Meßtoleranz = Meßtoleranz [mm], abhängig von MP6507

n = Drehzahl [1/min]

Mit MP6507 stellen Sie die Berechnung des Antast-Vorschubs ein:

MP6507=0:

Die Meßtoleranz bleibt konstant – unabhängig vom Werkzeug-Radius.

Bei sehr großen Werkzeugen reduziert sich der Antast-Vorschub jedoch zu Null. Dieser Effekt macht sich um so früher bemerkbar, je kleiner Sie die maximale Umlaufgeschwindigkeit (MP6570) und die zulässige Toleranz (MP6510) wählen.

MP6507=1:

Die Meßtoleranz verändert sich mit zunehmendem Werkzeug-Radius.

Das stellt auch bei großen Werkzeug-Radien noch einen ausreichenden Antast-Vorschub sicher. Die TNC verändert die Meßtoleranz nach folgender Tabelle:

Werkzeug-Radius	Meßtoleranz
bis 30 mm	MP6510
30 bis 60 mm	2 • MP6510
60 bis 90 mm	3 • MP6510
90 bis 120 mm	4 • MP6510

MP6507=2:

Der Antast-Vorschub bleibt konstant, der Meßfehler wächst jedoch linear mit größer werdendem Werkzeug-Radius:

$$\text{Meßtoleranz} = \frac{r \cdot MP6510}{5 \text{ mm}}$$

mit:

r = Werkzeug-Radius [mm]

MP6510 = Maximal zulässiger Meßfehler

Meßergebnisse anzeigen

Mit der Bildschirm-Aufteilung PGM + T PROBE STATUS können Sie die Ergebnisse der Werkzeug-Vermessung in der zusätzlichen Status-Anzeige einblenden (in den Maschinen-Betriebsarten). Die TNC zeigt dann links das Programm und rechts die Meßergebnisse an. Meßwerte, die die zulässige Verschleißtoleranz überschritten haben, kennzeichnet die TNC mit einem „*“ – Meßwerte, die die zulässige Bruchtoleranz überschritten haben, mit einem „B“

TT 120 kalibrieren

Bevor Sie kalibrieren, müssen Sie den genauen Radius und die genaue Länge des Kalibrier-Werkzeugs in der Werkzeug-Tabelle TOOL.T eintragen.

In den Maschinen-Parametern 6580.0 bis 6580.2 muß die Lage des TT 120 im Arbeitsraum der Maschine festgelegt sein.

Wenn Sie einen der Maschinen-Parameter 6580.0 bis 6580.2 ändern, müssen Sie neu kalibrieren.

Das TT 120 kalibrieren Sie mit dem Meßzyklus TCH PROBE 30. Der Kalibrier-Vorgang läuft automatisch ab. Die TNC ermittelt auch automatisch den Mittenversatz des Kalibrierwerkzeugs. Dazu dreht die TNC die Spindel nach der Hälfte des Kalibrier-Zyklus um 180°. Als Kalibrier-Werkzeug verwenden Sie ein exakt zylindrisches Teil, z. B. einen Zylinderstift. Die Kalibrier-Werte speichert die TNC und berücksichtigt sie bei nachfolgenden Werkzeug-Vermessungen.



- ▶ Kalibrierzyklus programmieren: In der Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren Taste TOUCH PROBE drücken.
- ▶ Meß-Zyklus 30 TT KALIBRIEREN wählen: Softkey TT KALIBR. drücken
- ▶ Sichere Höhe: Position in der Spindelachse eingeben, in der eine Kollision mit Werkstücken oder Spannmitteln ausgeschlossen ist. Die Sichere Höhe bezieht sich auf den aktiven Werkstück-Bezugspunkt. Wenn die Sichere Höhe so klein eingegeben ist, daß die Werkzeugspitze unterhalb der Telleroberkante liegen würde, positioniert die TNC das Kalibrierwerkzeug automatisch über den Teller (Sicherheitszone aus MP6540)

Programmlauf Satzfolge		Werkzeug T	
1	TCH PROBE 31 .0	L MIN 2 +1.9664 MAX 3 +2.0035 DVN	
2	TCH PROBE 31 .1 PRUEFEN:1		
3	TCH PROBE 31 .2 HOEHE:+250		
4	TCH PROBE 31 .3 SCHNEIDENVERMESSUN >		
5	TCH PROBE 32 .0	1 +1.9909 2 +1.9664 * 3 +2.0035 4 +1.9986	
6	TCH PROBE 32 .1 PRUEFEN:1		
7	TCH PROBE 32 .2 HOEHE:+250		
8	TCH PROBE 32 .3 SCHNEIDENVERMESSUN >		
END PGM TT MM			
SOLL +X +149.855			
+Y -29.945			
+Z +199.905			
		T	ROT
		F	0
		S	5000 M3/8
BLOCKU.		E IN AUS	E IN AUS
UBERTRAG.		WERKZEUG TABELLE	

NC-Beispiel-Sätze

6 TOOL CALL 1 Z

7 TCH PROBE 30.0 TT KALIBRIEREN

8 TCH PROBE 30.1 HOEHE:+90

Werkzeug-Länge vermessen

Bevor Sie Werkzeuge zum ersten Mal vermessen, tragen Sie den ungefähren Radius, die ungefähre Länge, die Anzahl der Schneiden und die Schneid-Richtung des jeweiligen Werkzeugs in die Werkzeug-Tabelle TOOL.T ein.

Zum Vermessen der Werkzeug-Länge programmieren Sie den Meß-Zyklus TCH PROBE 31 WERKZEUG-LAENGE. Über Eingabe-Parameter können Sie die Werkzeug-Länge auf drei verschiedene Arten bestimmen:

- Wenn der Werkzeug-Durchmesser größer als der Durchmesser der Meßfläche des TT 120 ist, dann vermessen Sie mit rotierendem Werkzeug (TT:R-OFFS = R setzen in TOOL.T)
- Wenn der Werkzeug-Durchmesser kleiner als der Durchmesser der Meßfläche des TT 120 ist oder wenn Sie die Länge von Bohrern oder Radiusfräsern bestimmen, dann vermessen Sie mit stillstehendem Werkzeug (TT:R-OFFS = 0 setzen in TOOL.T)
- Wenn der Werkzeug-Durchmesser größer als der Durchmesser der Meßfläche des TT 120 ist, dann führen Sie eine Einzelschneiden-Vermessung mit stillstehendem Werkzeug durch

Meßablauf „Vermessung mit rotierendem Werkzeug“

Um die längste Schneide zu ermitteln wird das zu vermessende Werkzeug versetzt zum Tastsystem-Mittelpunkt und rotierend auf die Meßfläche des TT 120 gefahren. Den Versatz programmieren Sie in der Werkzeug-Tabelle unter Werkzeug-Versatz: Radius (TT: R-OFFS; voreingestellter Wert: R = Werkzeug-Radius).

Meßablauf „Vermessung mit stillstehendem Werkzeug“ (z.B. für Bohrer)

Das zu vermessende Werkzeug wird mittig über die Meßfläche gefahren. Anschließend fährt es mit stehender Spindel auf die Meßfläche des TT 120. Für diese Messung tragen Sie den Werkzeug-Versatz: Radius (TT: R-OFFS) in der Werkzeug-Tabelle mit „0“ ein.

Meßablauf „Einzelschneiden-Vermessung“

Die TNC positioniert das zu vermessende Werkzeug seitlich vom Tastkopf vor. Die Werkzeug-Stirnfläche befindet sich dabei unterhalb der Tastkopf-Oberkante wie in MP6530 festgelegt. In der Werkzeug-Tabelle können Sie unter Werkzeug-Versatz: Länge (TT: L-OFFS) einen zusätzlichen Versatz festlegen. Die TNC tastet mit rotierendem Werkzeug radial an, um den Startwinkel für die Einzelschneiden-Vermessung zu bestimmen. Anschließend vermisst sie die Länge aller Schneiden durch Ändern der Spindel-Orientierung. Für diese Messung programmieren Sie die Schneidenvermessung im ZYKLUSTCH PROBE 31 = 1.



- ▶ Kalibrierzyklus programmieren: In der Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren Taste TOUCH PROBE drücken.
- ▶ Meß-Zyklus 31 TT WERKZEUG-LAENGE wählen: Softkey WERKZEUG-LÄNGE drücken
- ▶ Werkzeug messen = 0 / prüfen = 1: Festlegen, ob das Werkzeug zum ersten Mal vermessen wird oder ob Sie ein bereits vermessenes Werkzeug überprüfen möchten. Bei der Erstvermessung überschreibt die TNC die Werkzeug-Länge L im zentralen Werkzeug-speicher TOOL.T und setzt den Delta-Wert DL = 0. Falls Sie ein Werkzeug prüfen, wird die gemessene Länge mit der Werkzeug-Länge L aus TOOL.T verglichen. Die TNC berechnet die Abweichung vorzeichenrichtig und trägt diese als Delta-Wert DL in TOOL.T ein. Zusätzlich steht die Abweichung auch im Q-Parameter Q115 zur Verfügung. Wenn der Delta-Wert größer ist als die zulässige Verschleiß- oder Bruch-Toleranz für die Werkzeug-Länge, dann sperrt die TNC das Werkzeug (Status L in TOOL.T)
- ▶ Parameter-Nr. für Ergebnis ?: Parameter-Nummer, in der die TNC den Status der Messung abspeichert:
 0.0: Werkzeug innerhalb der Toleranz
 1.0: Werkzeug ist verschlissen (LTOL überschritten)
 2.0: Werkzeug ist gebrochen (LBREAK überschritten)
 Wenn Sie das Meßergebnis nicht innerhalb des Programms weiterverarbeiten wollen, Dialogfrage mit Taste NO ENT bestätigen
- ▶ Sichere Höhe: Position in der Spindelachse eingeben, in der eine Kollision mit Werkstücken oder Spannmitteln ausgeschlossen ist. Die Sichere Höhe bezieht sich auf den aktiven Werkstück-Bezugspunkt. Wenn die Sichere Höhe so klein eingegeben ist, daß die Werkzeugspitze unterhalb der Telleroberkante liegen würde, positioniert die TNC das Kalibrierwerkzeug automatisch über den Teller (Sicherheitszone aus MP6540)
- ▶ Schneidenvermessung ? 0=Nein / 1=Ja:
 Festlegen, ob eine Einzelschneiden-Vermessung durchgeführt werden soll

NC-Beispielsätze „Erstvermessung mit rotierendem Werkzeug, Status in Q1 speichern“

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 31.0 WERKZEUG-LAENGE
8 TCH PROBE 31.1 PRUEFEN:0 Q1
9 TCH PROBE 31.2 HOEHE:+120
10 TCH PROBE 31.3 SCHNEIDENVERMESSUNG:0
```

NC-Beispielsätze „Prüfen mit Einzelschneiden-Vermessung, Status nicht speichern“

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 31.0 WERKZEUG-LAENGE
8 TCH PROBE 31.1 PRUEFEN:1
9 TCH PROBE 31.2 HOEHE:+120
10 TCH PROBE 31.3 SCHNEIDENVERMESSUNG:1
```

Werkzeug-Radius vermessen

Bevor Sie Werkzeuge zum ersten Mal vermessen, tragen Sie den ungefähren Radius, die ungefähre Länge, die Anzahl der Schneiden und die Schneid-Richtung des jeweiligen Werkzeugs in die Werkzeug-Tabelle TOOL.T ein.

Zum Vermessen des Werkzeug-Radius programmieren Sie Meß-Zyklus TCH PROBE 32 WERKZEUG-RADIUS. Über Eingabe-Parameter können Sie den Werkzeug-Radius auf zwei Arten bestimmen:

- Vermessung mit rotierendem Werkzeug
- Vermessung mit rotierendem Werkzeug und anschließender Einzelschneiden-Vermessung

Meßablauf

Die TNC positioniert das zu vermessende Werkzeug seitlich vom Tastkopf vor. Die Fräserstirnfläche befindet sich dabei unterhalb der Tastkopf-Oberkante, wie in MP6530 festgelegt. Die TNC tastet mit rotierendem Werkzeug radial an. Falls zusätzlich eine Einzelschneiden-Vermessung durchgeführt werden soll, werden die Radien aller Schneiden mittels Spindel-Orientierung vermessen.



- ▶ Meßzyklus programmieren: In der Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren Taste TOUCH PROBE drücken.
- ▶ Meß-Zyklus 32 TT WERKZEUG-RADIUS wählen: Softkey WERKZEUG-RADIUS drücken
- ▶ Werkzeug messen = 0 / prüfen = 1: Festlegen, ob Sie das Werkzeug zum ersten Mal vermessen oder ob ein bereits vermessenes Werkzeug überprüft werden soll. Bei der Erstvermessung überschreibt die TNC den Werkzeug-Radius R im zentralen Werkzeugspeicher TOOL.T und setzt den Delta-Wert DR = 0. Falls Sie ein Werkzeug prüfen, wird der gemessene Radius mit dem Werkzeug-Radius R aus TOOL.T verglichen. Die TNC berechnet die Abweichung vorzeichenrichtig und trägt diese als Delta-Wert DR in TOOL.T ein. Zusätzlich steht die Abweichung auch im Q-Parameter Q116 zur Verfügung. Wenn der Delta-Wert größer ist als die zulässige Verschleiß- oder Bruch-Toleranz für den Werkzeug-Radius, dann sperrt die TNC das Werkzeug (Status L in TOOL.T)

NC-Beipielsätze „Erstvermessung mit rotierendem Werkzeug, Status in Q1 speichern“

```
7 TOOL CALL 12 Z
8 TCH PROBE 32.0 WERKZEUG-RADIUS
9 TCH PROBE 32.1 PRUEFEN:0 Q1
10 TCH PROBE 32.2 HOEHE:+120
11 TCH PROBE 32.3 SCHNEIDENVERMESSUNG:0
```

NC-Beipielsätze „Prüfen mit Einzelschneiden-Vermessung, Status nicht speichern“

```
7 TOOL CALL 12 Z
8 TCH PROBE 32.0 WERKZEUG-RADIUS
9 TCH PROBE 32.1 PRUEFEN:1
10 TCH PROBE 32.2 HOEHE:+120
11 TCH PROBE 32.3 SCHNEIDENVERMESSUNG:1
```

- ▶ Parameter-Nr. für Ergebnis ?: Parameter-Nummer, in der die TNC den Status der Messung abspeichert:
 - 0.0: Werkzeug innerhalb der Toleranz
 - 1.0: Werkzeug ist verschlissen (RTOL überschritten)
 - 2.0: Werkzeug ist gebrochen (RBREAK überschritten)Wenn Sie das Meßergebnis nicht innerhalb des Programms weiterverarbeiten wollen, Dialogfrage mit Taste NO ENT bestätigen
- ▶ Sichere Höhe: Position in der Spindelachse eingeben, in der eine Kollision mit Werkstücken oder Spannmitteln ausgeschlossen ist. Die Sichere Höhe bezieht sich auf den aktiven Werkstück-Bezugspunkt. Wenn die Sichere Höhe so klein eingegeben ist, daß die Werkzeugspitze unterhalb der Telleroberkante liegen würde, positioniert die TNC das Kalibrierwerkzeug automatisch über den Teller (Sicherheitszone aus MP6540)
- ▶ Schneidenvermessung 0=Nein / 1=Ja:
Festlegen, ob zusätzlich eine Einzelschneiden-Vermessung durchgeführt werden soll oder nicht



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 Bahn-funktionen programmieren Sie die Werkzeugbewegungen für **Geraden** und **Kreisbögen**.

Freie Kontur-Programmierung FK

Wenn keine NC-gerecht bemaßte Zeichnung vorliegt und die Maßan-gaben für das NC-Programm unvollständig sind, dann programmieren Sie die Werkstück-Kontur mit der Freien Kontur-Programmierung. Die TNC errechnet die fehlenden Angaben.

Auch mit der FK-Programmierung programmieren Sie Werkzeug-bewegungen 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.

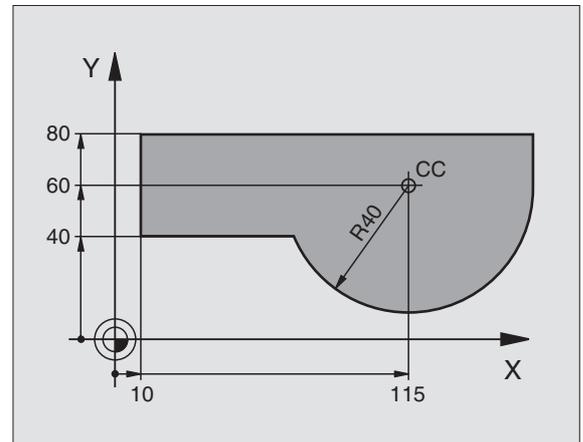
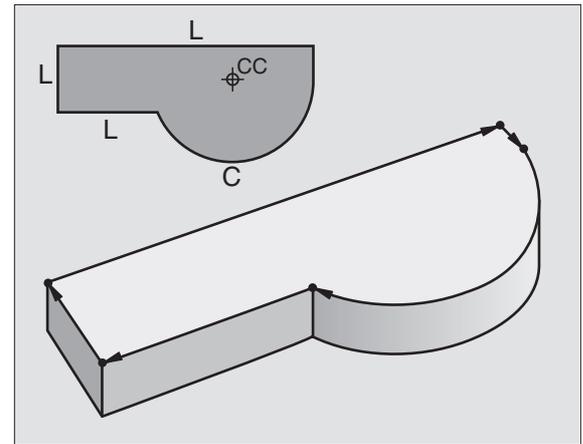
Das Programmieren mit Unterprogrammen und Programmteil-Wiederholungen ist in Kapitel 9 beschrieben.

Programmieren mit Q-Parametern

Im Bearbeitungs-Programm stehen Q-Parameter stellvertretend für Zahlenwerte: Einem Q-Parameter wird an anderer Stelle ein Zahlenwert zugeordnet. Mit Q-Parametern können Sie mathematische Funktionen programmieren, die den Programmlauf steuern oder die eine Kontur beschreiben.

Zusätzlich können Sie mit Hilfe der Q-Parameter-Programmierung Messungen mit dem 3D-Tastsystem während des Programmlaufs ausführen.

Das Programmieren mit Q-Parametern ist in Kapitel 10 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 Radius-korrektur 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.

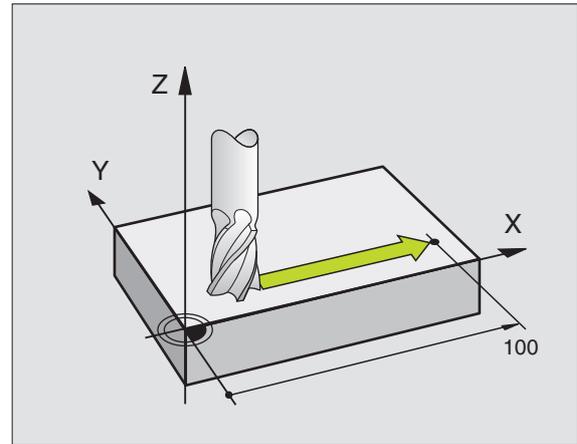
Beispiel:

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.



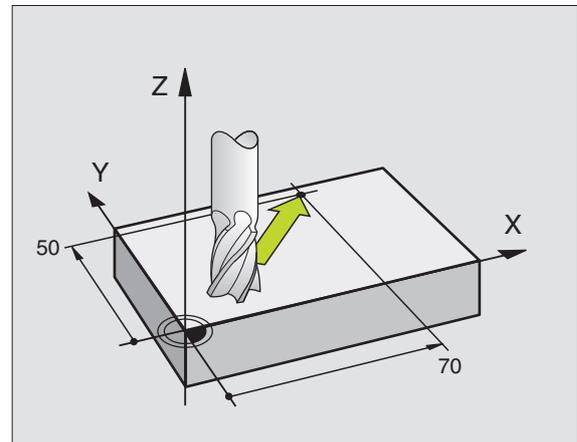
Bewegungen in den Hauptebenen

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 X/Y-Ebene auf die Position X=70, Y=50. Siehe Bild rechts Mitte.



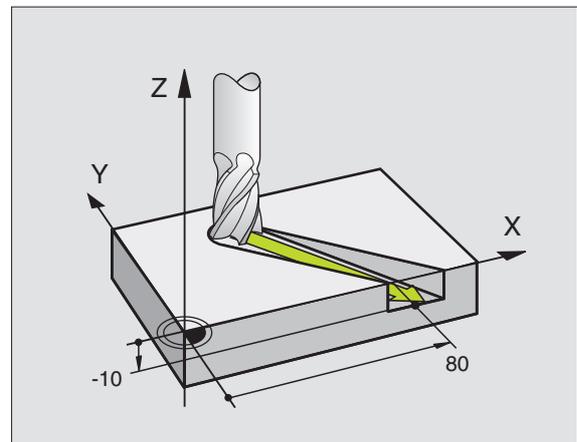
Dreidimensionale Bewegung

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 , auch UV, XV, UY
Y	ZX , auch WU, ZU, WX
X	YZ , auch VW, YW, VZ



Kreise, die nicht parallel zur Hauptebene liegen, programmieren Sie mit Q-Parametern (siehe Kapitel 10).

Drehsinn DR bei Kreisbewegungen

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

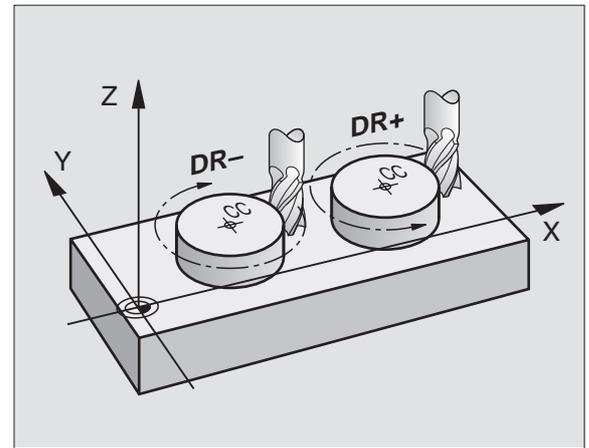
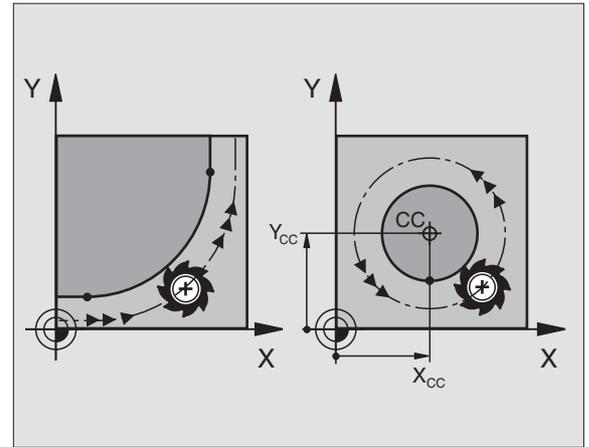
Drehung im Uhrzeigersinn: DR-
Drehung gegen den Uhrzeigersinn: DR+

Radiuskorrektur

Die Radiuskorrektur muß in dem Satz stehen, in dem Sie das erste Konturelement anfahren. Die Radiuskorrektur darf nicht in einem Satz für eine Kreisbahn begonnen werden. Programmieren Sie diese zuvor in einem Geraden-Satz oder im Anfahr-Satz (APPR-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 Bahnfunktionstasten

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

Beispiel – Programmieren einer Geraden:



Programmier-Dialog eröffnen: z.B. Gerade

Koordinaten ?

X 10

Koordinaten des Geraden-Endpunkts eingeben

Y 5

ENT

Radiuskorr.: RL/RR/Keine Korr. ?

RL

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

Vorschub? F=

100

ENT

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

Zusatz-Funktion M ?

3 **END**

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

M120

Zusatzfunktion mit Parameter eingeben: z.B. Softkey M120 drücken und geforderten Parameter eingeben

Das Bearbeitungs-Programm zeigt die Zeile:

L X+10 Y+5 RL F100 M3

Programm-Einspeichern/Editieren								
Zusatz-Funktion M?								
BEGIN PGM HE3 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 CALL	1	Z	S5000				
4	L	X+10	Y+5	F5000	M3			
END PGM HE3 MM								
sOLL		X	+0.250					
		Y	+0.250					T
		Z	+0.405					F
								S
								M5/9
M	M103	M112	M120	M124				

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) werden mit der APPR/DEP-Taste aktiviert. 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		

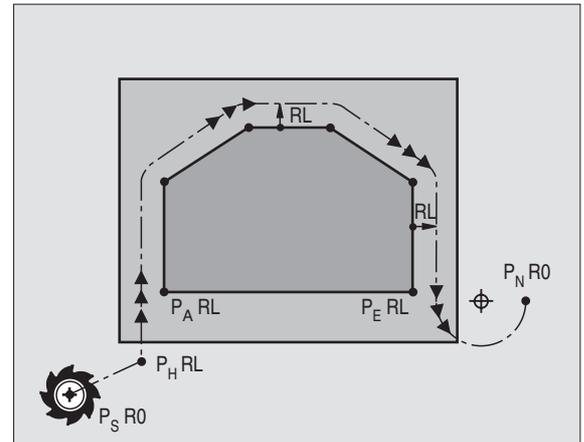
Schraubenlinie anfahren und verlassen

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 (R0) 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.

Programm-Einspeichern/Editieren							
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 100 L+10 R+5						
4	TOOL CALL 100 Z S4000						
5	L Z+50 R0 FMAX						
END PGM 1568T MM							
SOLL +X +149.985							
+Y -30.020							
+Z +200.030							
T	0						
F							
S							
ROT M5/9							
							



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>ohne Verfahrwinkel/ohne Radius: Tangentialer Anschlußkreis zwischen dem letzten und dem folgenden Konturelement</p> <p>ohne Verfahrwinkel/mit Radius: Tangentialer Anschlußkreis mit eingegebenem Radius an das folgende Konturelement</p> <p>mit Verfahrwinkel/ohne Radius: Tangentialer Anschlußkreis mit Verfahrwinkel an das folgende Konturelement</p> <p>mit Verfahrwinkel/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>ohne Verfahrwinkel/ohne Radius: Tangentialer Anschlußkreis zwischen dem letzten und dem folgenden Konturelement</p> <p>ohne Verfahrwinkel/mit Radius: Tangentialer Anschlußkreis mit eingegebenem Radius an das letzte Konturelement</p> <p>mit Verfahrwinkel/ohne Radius: Tangentialer Anschlußkreis mit Verfahrwinkel an das letzte Konturelement</p> <p>mit Verfahrwinkel/mit Radius: Tangentialer Anschlußkreis mit Verbindungsgerade und Verfahrwinkel an das letzte Konturelement</p>
DEP LCT	Tangente mit anschließendem tangentialen Anschlußkreis an das letzte Konturelement

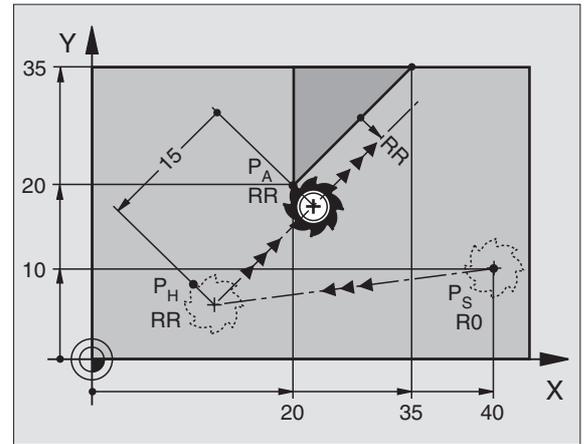
Anfahren auf einer Geraden mit tangenalem Anschluß: APPR LT

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

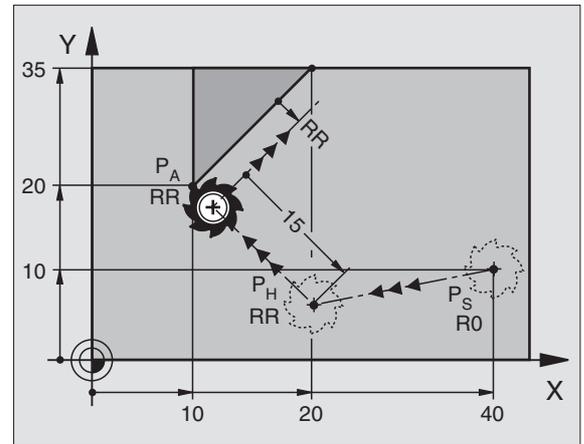
Anfahren auf einer Geraden senkrecht zum ersten Konturpunkt: APPR LN

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 $LEN +$ 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

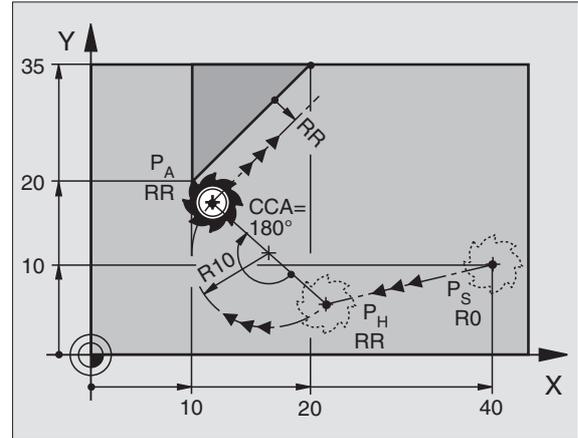
Die TNC fährt das Werkzeug auf einer Geraden vom Startpunkt P_S auf einen Hilfspunkt P_H . Von dort fährt es auf einer Kreisbahn, die tangential in das erste Konturelement übergeht, den ersten Konturpunkt P_A an.

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:
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

Anfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluß an die Kontur und Geradenstück: APPR LCT

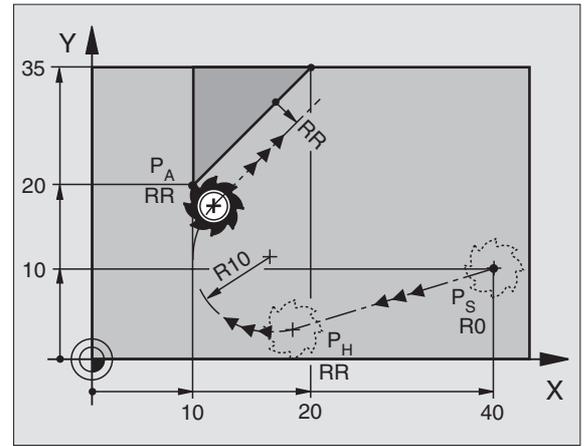
Die TNC fährt das Werkzeug auf einer Geraden vom Startpunkt P_S auf einen Hilfspunkt P_H . Von dort aus fährt es auf einer Kreisbahn den ersten Konturpunkt P_A an.

Die Kreisbahn schließt sowohl an die Gerade $P_S - P_H$ als auch an das erste Konturelement tangential an. Damit ist sie durch den Radius R eindeutig festgelegt.

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



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



NC-Beispielsätze

7 L X+40 Y+10 R0 FMAX M3	P_S ohne Radiuskorrektur anfahren
8 APPR LCT X+10 Y+20 Z-10 R10 RR F100	P_A mit Radiuskorrektur RR, Radius $R=10$
9 L X+20 Y+35	Endpunkt erstes Konturelement
10 L ...	Nächstes Konturelement

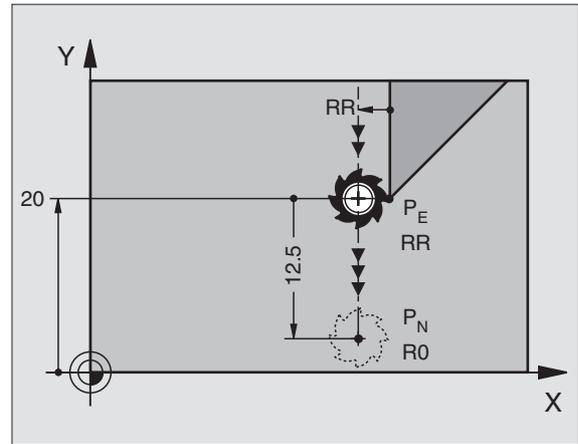
Wegfahren auf einer Geraden mit tangen- tialem Anschluß: DEP LT

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 F100

Um $LEN = 12,5$ mm wegfahren

25 L Z+100 FMAX M2

Z freifahren, Rücksprung, Programm-Ende

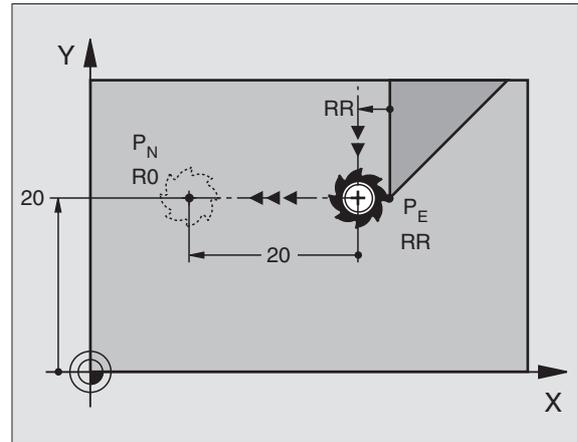
Wegfahren auf einer Geraden senkrecht zum letzten Konturpunkt: DEP LN

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

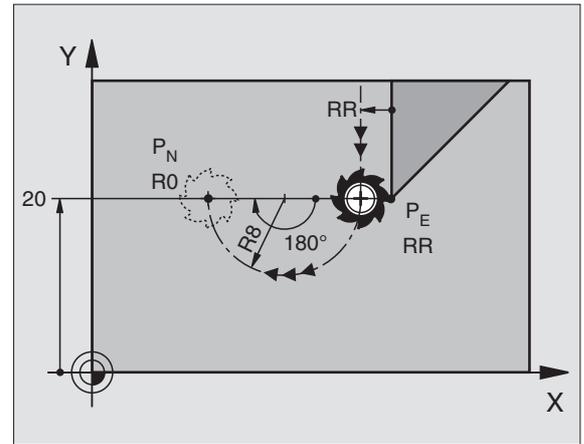
Wegfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluß: DEP CT

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=8 mm
25	L	Z+100	FMAX	M2	Z freifahren, Rücksprung, Programm-Ende

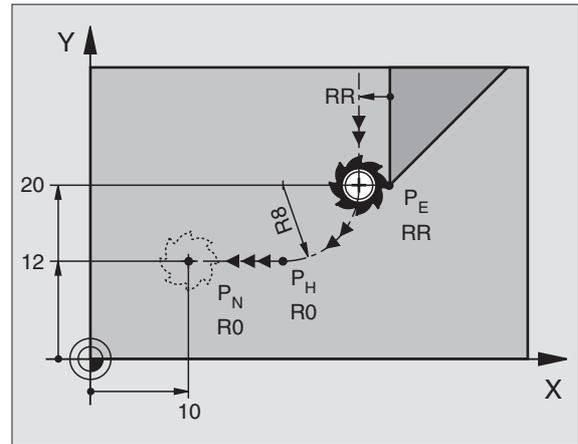
Wegfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluß an Kontur und Geradenstück: DEP LCT

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 tangentielle 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 = 8 mm
25 L Z+100 FMAX M2	Z freifahren, Rücksprung, Programm-Ende

6.4 Bahnbewegungen – rechtwinklige Koordinaten

Übersicht der Bahnfunktionen

Funktion	Bahnfunktionstaste	Werkzeug-Bewegung	Erforderliche Eingaben
Gerade L engl.: L ine		Gerade	Koordinaten des Geraden-Endpunkts
Fase CHF engl.: CH am F er		Fase zwischen zwei Geraden	Fasenlänge
Kreismittelpunkt CC ; engl.: C ircle C enter		Keine	Koordinaten des Kreismittelpunkts bzw. Pols
Kreisbogen C engl.: C ircle		Kreisbahn um Kreismittelpunkt CC zum Kreisbogen-Endpunkt	Koordinaten des Kreis-Endpunkts, Drehrichtung
Kreisbogen CR engl.: C ircle by R adius		Kreisbahn mit bestimmtem Radius	Koordinaten des Kreis-Endpunkts, Kreisradius, Drehrichtung
Kreisbogen CT engl.: C ircle T angential		Kreisbahn mit tangentialem Anschluß an vorheriges Konturelement	Koordinaten des Kreis-Endpunkts
Ecken-Runden RND engl.: R ou N Ding of Corner		Kreisbahn mit tangentialem Anschluß an vorheriges und nachfolgendes Konturelement	Eckenradius R
Freie Kontur-Programmierung FK		Gerade oder Kreisbahn mit beliebigem Anschluß an vorheriges Konturelement	Siehe Kapitel 6.6

Gerade L

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



► Koordinaten des Endpunkts der Geraden eingeben

Falls nötig:

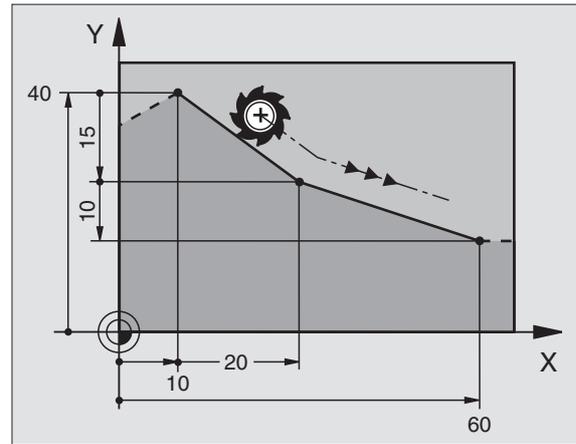
- Radiuskorrektur RL/RR/R0
- Vorschub F
- Zusatz-Funktion M

NC-Beispielsätze

7 L X+10 Y+40 RL F200 M3

8 L IX+20 IY-15

9 L X+60 IY-10



Ist-Position übernehmen

Die Koordinaten der Werkzeug-Ist-Position können Sie innerhalb eines Positioniersatzes übernehmen:

- Wählen Sie die Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren
- Eröffnen Sie einen neuen Satz oder schieben Sie das Hellfeld auf eine Koordinate innerhalb eines bestehenden Satzes



► Taste „Ist-Position-übernehmen“ drücken: Die TNC übernimmt die Koordinate der Achse, auf der das Hellfeld steht

Fase CHF zwischen zwei Geraden einfügen

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

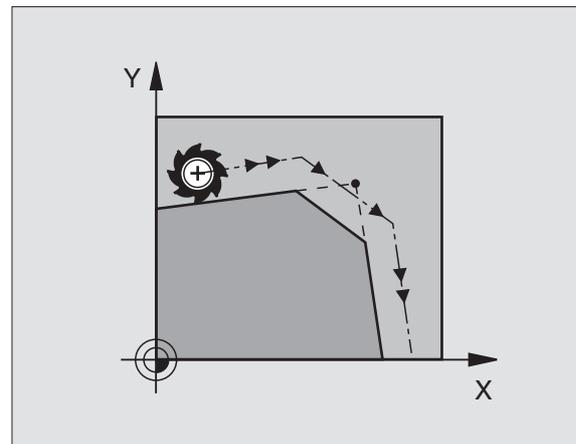
- In den Geradensätzen vor und nach dem CHF-Satz programmieren Sie jeweils beide Koordinaten der Ebene, in der die Fase ausgeführt wird
- Die Radiuskorrektur vor und nach CHF-Satz muß gleich sein
- Die Fase muß mit dem aktuellen Werkzeug ausführbar sein



► Fasen-Abschnitt: Länge der Fase eingeben

Falls nötig:

- Vorschub F (wirkt nur im CHF-Satz)



Beachten Sie die Hinweise auf der nächsten Seite!

NC-Beispielsätze

7 L X+0 Y+30 RL F300 M3

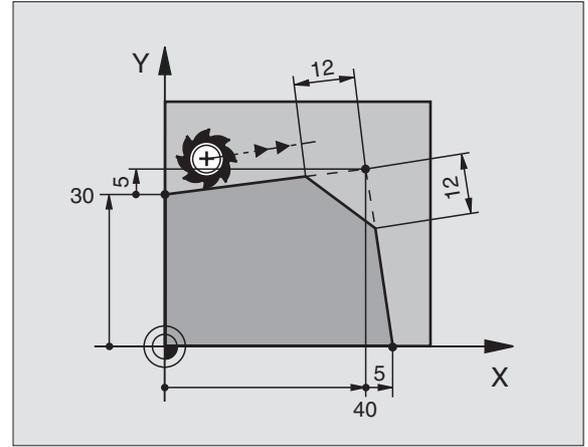
8 L X+40 IY+5

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.
 Der Vorschub beim Fasen entspricht dem zuvor programmierten Vorschub.
 Der von der Fase abgeschnittene Eckpunkt wird nicht angefahren.



Kreismittelpunkt CC

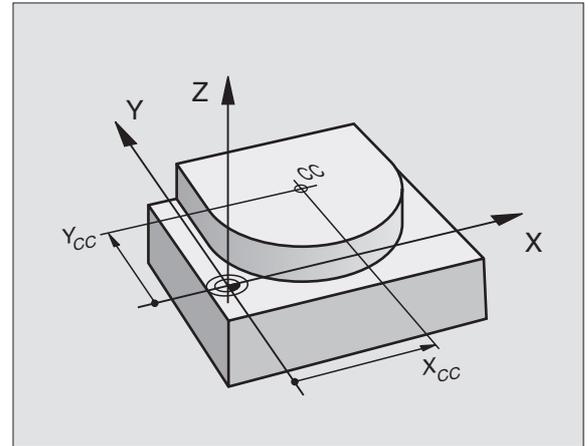
Den Kreismittelpunkt legen Sie für Kreisbahnen fest, die Sie mit der C-Taste (Kreisbahn C) programmieren. Dazu

- geben Sie die rechtwinkligen Koordinaten des Kreismittelpunkts ein oder
- übernehmen die zuletzt programmierte Position oder
- übernehmen die Koordinaten mit der Taste „Ist-Positionen-übernehmen“



► 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. Einen Kreismittelpunkt können Sie auch für die Zusatzachsen U, V und W festlegen.

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



► Koordinaten des Kreismittelpunkts eingeben



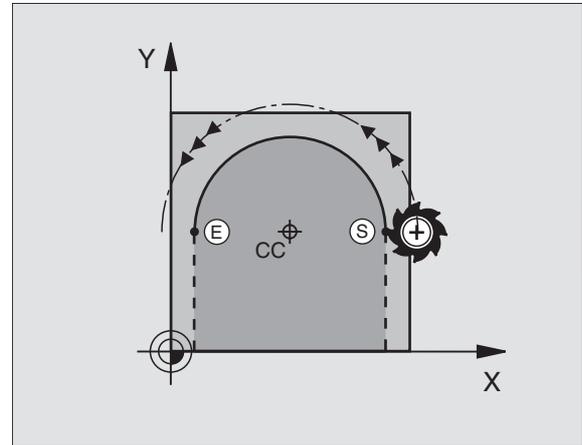
► Koordinaten des Kreisbogen-Endpunkts

► 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+

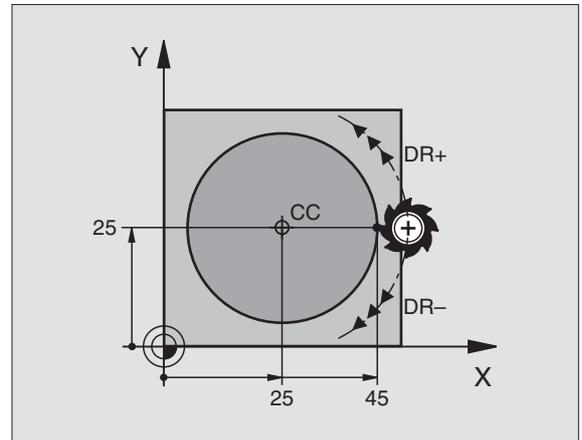
Vollkreis

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.



- ▶ 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)

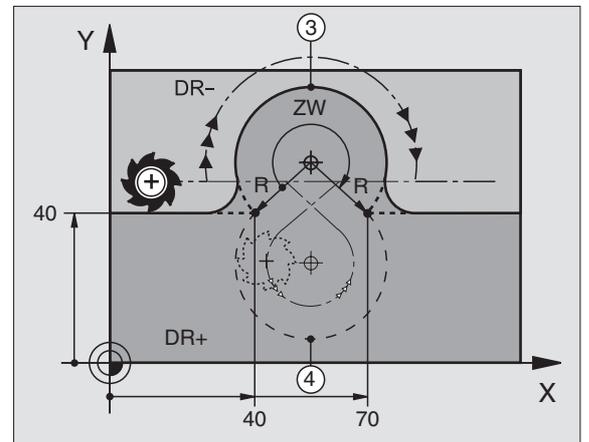
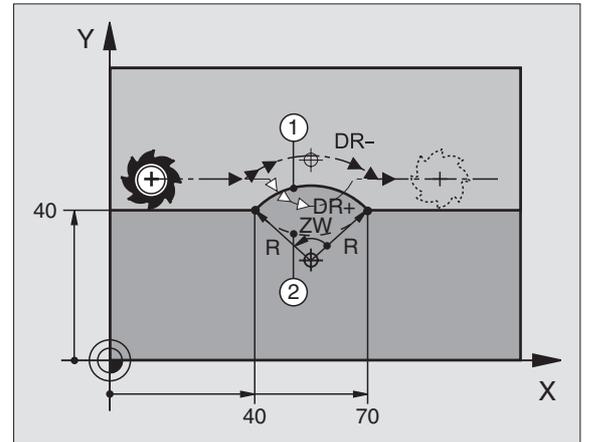
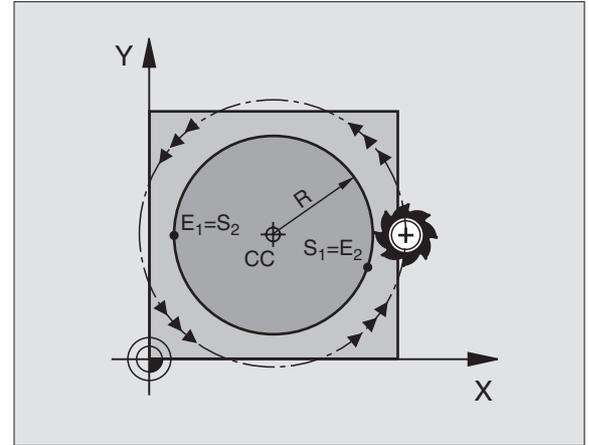
oder

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 9 999,999 mm.

Winkelachsen A, B und C werden unterstützt.

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



► Koordinaten des Kreisbogen-Endpunkts eingeben

Falls nötig:

► Vorschub F

► Zusatz-Funktion M

NC-Beispielsätze

7 L X+0 Y+25 RL F300 M3

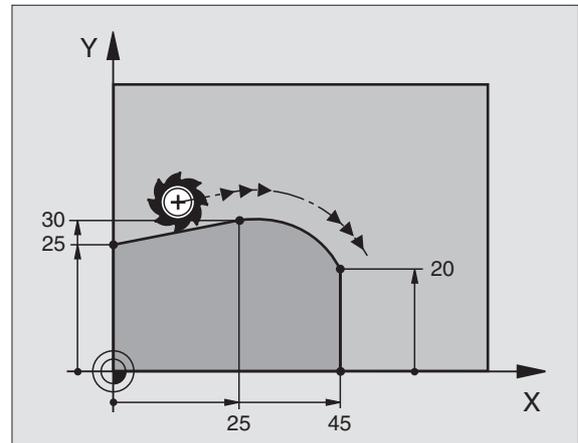
8 L X+25 Y+30

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

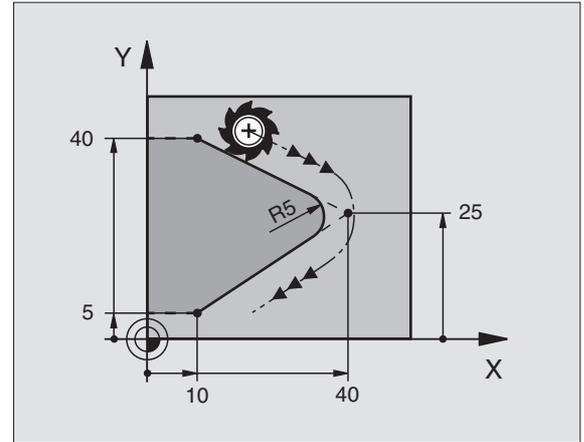


Das vorhergehende und nachfolgende Konturelement sollte beide Koordinaten der Ebene enthalten, in der das Ecken-Runden ausgeführt wird.

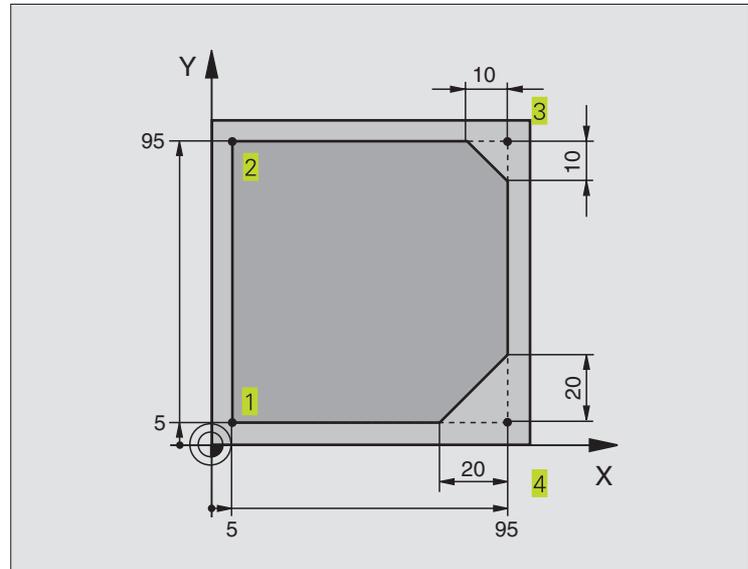
Der Eckpunkt wird nicht angefahren.

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.

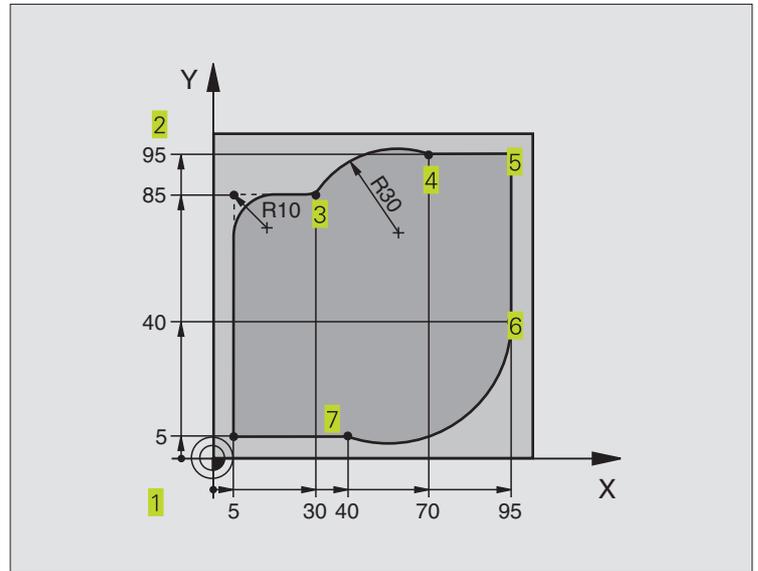


Beispiel: Geradenbewegung und Fasen kartesisch



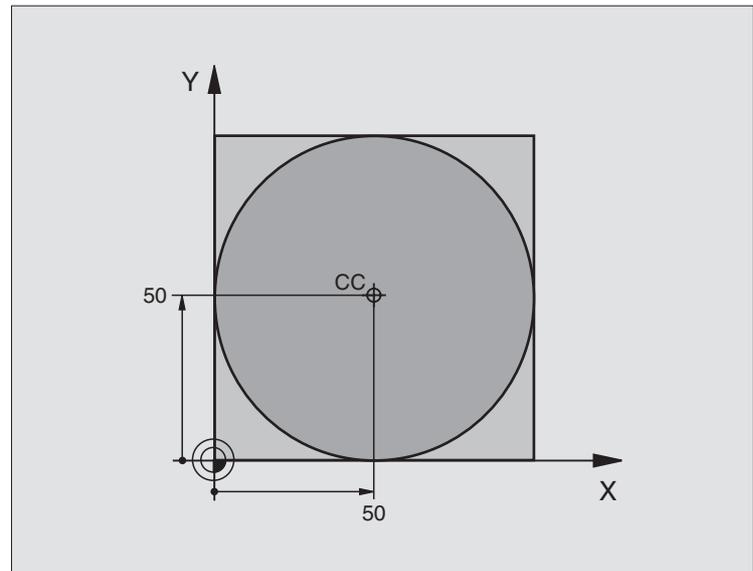
0	BEGIN PGM LINEAR MM	
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition für grafische Simulation der Bearbeitung
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3	TOOL DEF 1 L+0 R+10	Werkzeug-Definition im Programm
4	TOOL CALL 1 Z S4000	Werkzeug-Aufruf mit Spindelachse und Spindeldrehzahl
5	L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren in der Spindelachse mit Eilgang FMAX
6	L X-10 Y-10 R0 FMAX	Werkzeug vorpositionieren
7	L Z-5 R0 F1000 M3	Auf Bearbeitungstiefe fahren mit Vorschub $F = 1000$ mm/min
8	APPR LT X+5 Y+5 LEN10 RL F300	Kontur an Punkt 1 anfahren auf Geraden mit tangentialem Anschluß
9	L Y+95	Punkt 2 anfahren
10	L X+95	Punkt 3: erste Gerade für Ecke 3
11	CHF 10	Fase mit Länge 10 mm programmieren
12	L Y+5	Punkt 4: zweite Gerade für Ecke 3, erste Gerade für Ecke 4
13	CHF 20	Fase mit Länge 20 mm programmieren
14	L X+5	Letzten Konturpunkt 1 anfahren, zweite Gerade für Ecke 4
15	DEP LT LEN10 R0 F1000	Kontur verlassen auf einer Geraden mit tangentialem Anschluß
16	L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
17	END PGM LINEAR MM	

Beispiel: Kreisbewegungen kartesisch



0	BEGIN PGM CIRCULAR 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 FMAX	Werkzeug freifahren in der Spindelachse mit Eilgang FMAX
6	L X-10 Y-10 R0 FMAX	Werkzeug vorpositionieren
7	L Z-5 R0 F1000 M3	Auf Bearbeitungstiefe fahren mit Vorschub F = 1000 mm/min
8	APPR LCT X+5 Y+5 R5 RL F300	Kontur an Punkt 1 anfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluß
9	L X+5 Y+85	Punkt 2: erste Gerade für Ecke 2
10	RND R10 F150	Radius mit R = 10 mm einfügen, Vorschub: 150 mm/min
11	L X+30 Y+85	Punkt 3 anfahren: Startpunkt des Kreises mit CR
12	CR X+70 Y+95 R+30 DR-	Punkt 4 anfahren: Endpunkt des Kreises mit CR, Radius 30 mm
13	L X+95	Punkt 5 anfahren
14	L X+95 Y+40	Punkt 6 anfahren
15	CT X+40 Y+5	Punkt 7 anfahren: Endpunkt des Kreises, Kreisbogen mit tangentialem Anschluß an Punkt 6, TNC berechnet den Radius selbst
16	L X+5	Letzten Konturpunkt 1 anfahren
17	DEP LCT X-20 Y-20 R5 R0 F1000	Kontur verlassen auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluß
18	L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
19	END PGM CIRCULAR MM	

Beispiel: Vollkreis kartesisch



0	BEGIN PGM C-CC 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 FMAX	Werkzeug freifahren
7	L X-40 Y+50 R0 FMAX	Werkzeug vorpositionieren
8	L Z-5 R0 F1000 M3	Auf Bearbeitungstiefe fahren
9	APPR LCT X+0 Y+50 R5 RL F300	Kreisstartpunkt anfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluß
10	C X+0 DR-	Kreisendpunkt (=Kreisstartpunkt) anfahren
11	DEP LCT X-40 Y+50 R5 R0 F1000	Kontur verlassen auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluß
12	L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
13	END PGM C-CC MM	

6.5 Bahnbewegungen – Polar-koordinaten

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	Bahnfunktionstasten	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

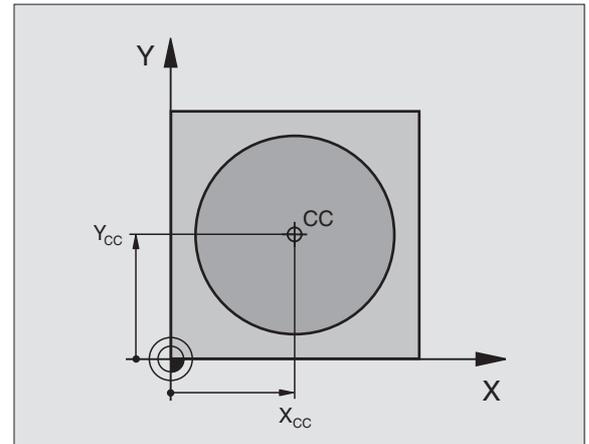
Polarkoordinaten-Ursprung: Pol CC

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.



- Koordinaten CC: Rechtwinklige Koordinaten für den Pol eingeben oder

Um die zuletzt programmierte Position zu übernehmen: Keine Koordinaten eingeben



Gerade LP

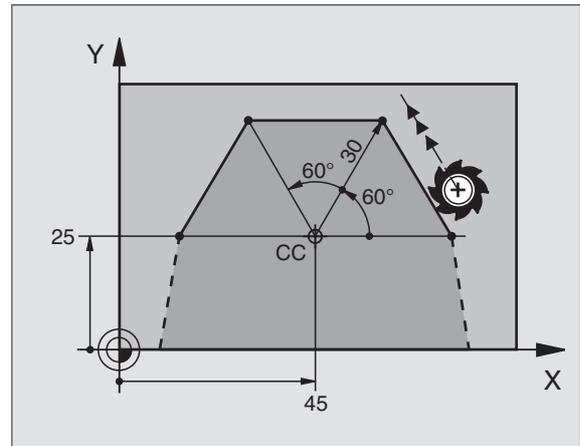
Das Werkzeug fährt auf einer Geraden von seiner aktuellen Position zum Endpunkt der Geraden. Der Startpunkt ist der Endpunkt des vorangegangenen Satzes.



P

- ▶ 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.



P

- ▶ Polarkoordinaten-Winkel PA: Winkelposition des Kreisbahn-Endpunkts zwischen -5400° und $+5400^\circ$
- ▶ Drehsinn DR

NC-Beispielsätze

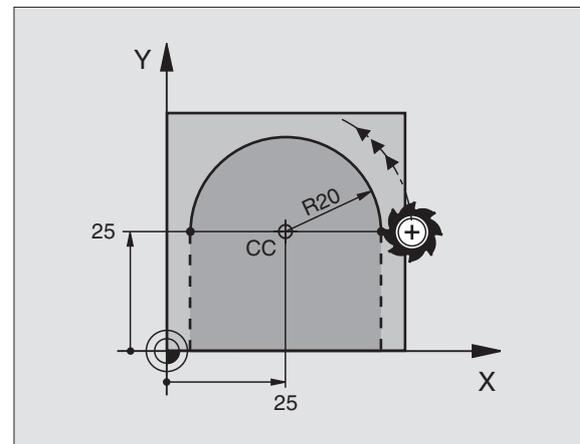
18 CC X+25 Y+25

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 tangenalem Anschluß

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



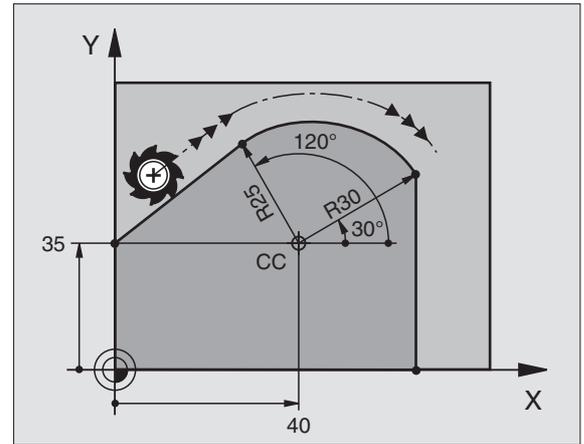
- ▶ Polarkoordinaten-Radius PR: Abstand des Kreisbahn-Endpunkts zum Pol CC
- ▶ Polarkoordinaten-Winkel PA: Winkelposition des Kreisbahn-Endpunkts

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

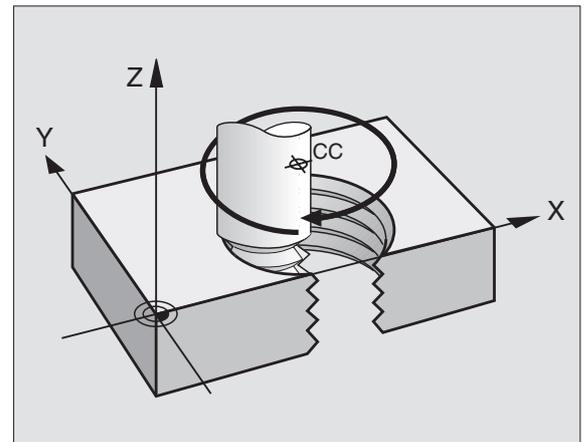
- Innen- und Außengewinde mit größeren Durchmessern
- Schmiernuten

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

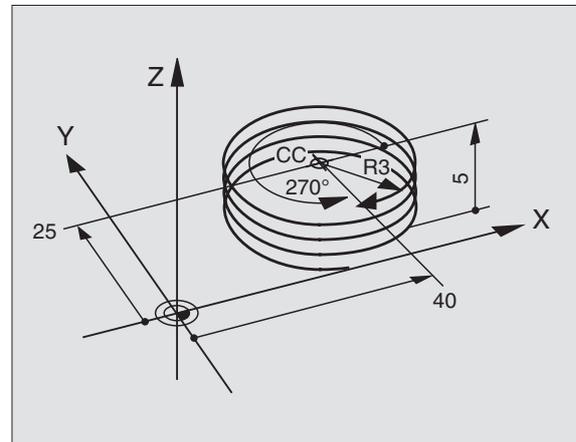


Geben Sie Drehsinn DR und den inkrementalen Gesamtwinkel IPA mit gleichem Vorzeichen ein, sonst kann das Werkzeug in einer falschen Bahn fahren.

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 „9.3 Programmteil-Wiederholungen“ und „Beispiel: HELIX“ weiter hinten in diesem Kapitel).



- ▶ Polarkoordinaten-Winkel: Gesamtwinkel inkremental eingeben, den das Werkzeug auf der Schraubenlinie fährt. **Nach der Eingabe des Winkels wählen Sie die Werkzeug-Achse mit einer Achswahlta**ste.
- ▶ 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

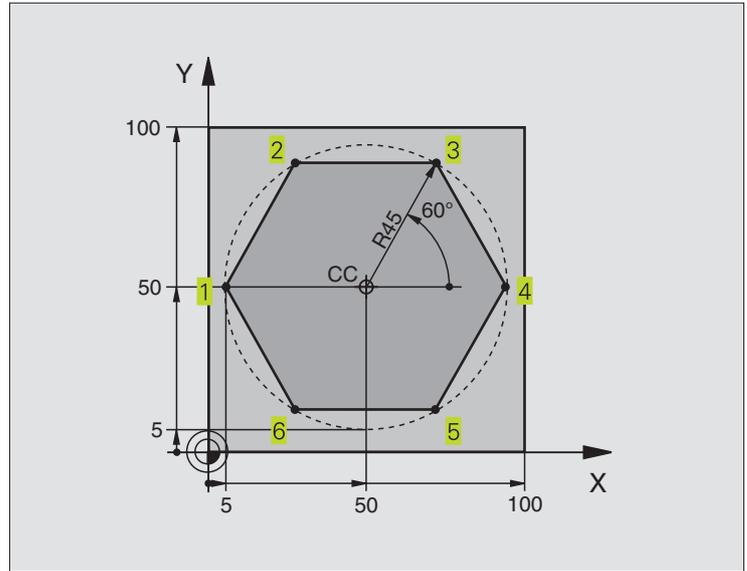
12 CC X+40 Y+25

13 Z+0 F100 M3

14 LP PR+3 PA+270 RL

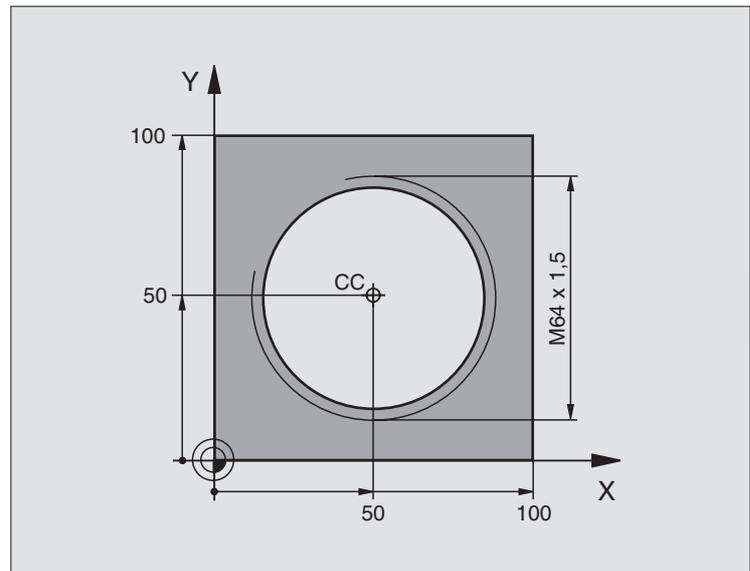
15 CP IPA-1800 IZ+5 DR- RL F50

Beispiel: Geradenbewegung polar



0	BEGIN PGM LINEARPO 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+7,5	Werkzeug-Definition
4	TOOL CALL 1 Z S4000	Werkzeug-Aufruf
5	CC X+50 Y+50	Bezugspunkt für Polarkoordinaten definieren
6	L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
7	LP PR+60 PA+180 R0 FMAX	Werkzeug vorpositionieren
8	L Z-5 R0 F1000 M3	Auf Bearbeitungstiefe fahren
9	APPR LCT X+5 Y+50 R5 RL F250	Kontur an Punkt 1 anfahren auf einem Kreis mit tangentialem Anschluß
10	LP PA+120	Punkt 2 anfahren
11	LP PA+60	Punkt 3 anfahren
12	LP PA+0	Punkt 4 anfahren
13	LP PA-60	Punkt 5 anfahren
14	LP PA-120	Punkt 6 anfahren
15	LP PA+180	Punkt 1 anfahren
16	DEP LCT X-15 Y+50 R5 R0 F1000	Kontur verlassen auf einem Kreis mit tangentialem Anschluß
17	L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
18	END PGM LINEARPO MM	

Beispiel: Helix



0	BEGIN PGM HELIX 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 FMAX	Werkzeug freifahren
6	L X+50 Y+50 R0 FMAX	Werkzeug vorpositionieren
7	CC	Letzte programmierte Position als Pol übernehmen
8	L Z-12,75 R0 F1000 M3	Auf Bearbeitungstiefe fahren
9	APPR CT X+18 Y+50 CCA180 R+2	Kontur anfahren auf einem Kreis mit tangentialem
	RL F100	Anschluß
10	CP IPA+3240 IZ+13,5 DR+ F200	Helix fahren
11	DEP CT CCA180 R+2 R0	Kontur verlassen auf einem Kreis mit tangentialem Anschluß
12	L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
13	END PGM HELIX MM	

Wenn Sie mehr als 16 Gänge fertigen müssen:

...		
8	L Z-12.75 R0 F1000	
9	APPR CT X+18 Y+50 CCA180 R+2 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)
13	DEP CT CCA180 R+2 R0	

6.6 Bahnbewegungen – Freie Kontur-Programmierung FK

Grundlagen

Werkstückzeichnungen, die nicht NC-gerecht bemaßt sind, enthalten oft Koordinaten-Angaben, die Sie nicht über die grauen Dialog-Tasten eingeben können. So können z.B.

- bekannte Koordinaten auf dem Konturelement oder in der Nähe liegen,
- Koordinaten-Angaben sich auf ein anderes Konturelement beziehen oder
- Richtungsangaben und Angaben zum Konturverlauf bekannt sein.

Solche Angaben programmieren Sie direkt mit der Freien Kontur-Programmierung FK. Die TNC errechnet die Kontur aus den bekannten Koordinaten-Angaben und unterstützt den Programmier-Dialog mit der interaktiven FK-Grafik. Das Bild rechts oben zeigt eine Bemaßung, die Sie am einfachsten über die FK-Programmierung eingeben.

Um FK-Programme auf älteren TNC-Steuerungen abzuarbeiten, nutzen Sie die Konvertierungsfunktion (siehe „4.2 Datei-Verwaltung, FK-Programme in KLARTEXT-Format konvertieren“).

Grafik der FK-Programmierung

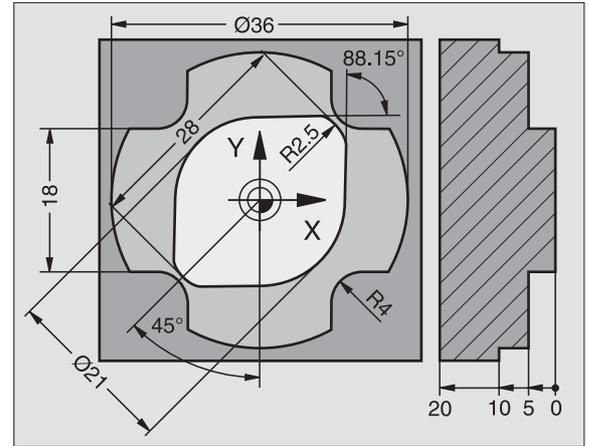
Mit unvollständigen Koordinaten-Angaben läßt sich eine Werkstück-Kontur oft nicht eindeutig festlegen. In diesem Fall zeigt die TNC die verschiedenen Lösungen in der FK-Grafik an und Sie wählen die richtige aus. Die FK-Grafik stellt die Werkstück-Kontur mit verschiedenen Farben dar:

- weiß** Das Konturelement ist eindeutig bestimmt
- grün** Die eingegebenen Daten lassen mehrere Lösungen zu; Sie wählen die richtige aus
- rot** Die eingegebenen Daten legen das Konturelement noch nicht ausreichend fest; Sie geben weitere Angaben ein

Wenn die Daten auf mehrere Lösungen führen und das Konturelement grün angezeigt wird, dann wählen Sie die richtige Kontur wie folgt:

- ZEIGE
LÖSUNG ▶ Softkey ZEIGE LÖSUNG so oft drücken, bis das Konturelement richtig angezeigt wird
- LÖSUNG
WÄHLEN ▶ Das angezeigte Konturelement entspricht der Zeichnung; Mit Softkey LÖSUNG WÄHLEN festlegen

Die grün dargestellten Konturelemente sollten Sie so früh wie möglich mit LÖSUNG WÄHLEN festlegen, um die Mehrdeutigkeit für die nachfolgenden Konturelemente einzuschränken.



Programm-Einspeichern/Editieren													
<pre> 28 CYCL DEF 10 .1 IROT+90 29 CALL LBL 1 REP3 30 CYCL DEF 10 .0 31 CYCL DEF 10 .1 ROT+0 32 L Z+50 R0 FMAX M2 33 LBL 2 34 CC X+0 Y+0 35 LP PR+25 PA+0 R0 FMAX M3 36 L Z-10 FMAX 37 LP PR+18 RR F500 38 RND R1 39 FC Y+9 DR+ R18 CCK+0 CCY+0 </pre>													
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">SOLL</td> <td style="padding: 2px;">+X +149.930</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">+Y -30.070</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">+Z +199.930</td> </tr> </table>	SOLL	+X +149.930		+Y -30.070		+Z +199.930	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">T</td> <td style="padding: 2px;">0</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">F</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">S</td> <td style="padding: 2px;">M5/9</td> </tr> </table>	T	0	F		S	M5/9
SOLL	+X +149.930												
	+Y -30.070												
	+Z +199.930												
T	0												
F													
S	M5/9												
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 20px;">START</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 20px;">START EINZELS. <input type="checkbox"/></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 20px;">RESET + START</td> </tr> </table>	START	START EINZELS. <input type="checkbox"/>	RESET + START										
START	START EINZELS. <input type="checkbox"/>	RESET + START											

Wenn Sie eine grün dargestellte Kontur noch nicht festlegen wollen, dann drücken Sie den Softkey AUSWAHL BEENDEN, um den FK-Dialog fortzuführen.



Ihr Maschinenhersteller kann für die FK-Grafik andere Farben festlegen.

NC-Sätze aus einem Programm, das mit PGM CALL aufgerufen wird, zeigt die TNC mit einer weiteren Farbe.

Bewegungen in negativer Werkzeugachsen-Richtung stellt die TNC mit einem weißen Kreis dar (Kreis-Durchmesser = Werkzeug-Durchmesser).

FK-Dialog eröffnen

Wenn Sie die graue Bahnfunktionstaste FK drücken, zeigt die TNC Softkeys an, mit denen Sie den FK-Dialog eröffnen: Siehe Tabelle rechts. Um die Softkeys wieder abzuwählen, drücken Sie die Taste FK erneut.

Wenn Sie den FK-Dialog mit einem dieser Softkeys eröffnen, dann zeigt die TNC weitere Softkey-Leisten, mit denen Sie bekannte Koordinaten eingeben, Richtungsangaben und Angaben zum Konturverlauf machen können.



Beachten Sie folgende Voraussetzungen für die FK-Programmierung

Konturelemente können Sie mit der Freien Kontur-Programmierung nur in der Bearbeitungsebene programmieren. Die Bearbeitungsebene legen Sie im ersten BLK-FORM-Satz des Bearbeitungs-Programms fest.

Geben Sie für jedes Konturelement alle verfügbaren Daten ein. Programmieren Sie auch Angaben in jedem Satz, die sich nicht ändern: Nicht programmierte Daten gelten als nicht bekannt!

Q-Parameter sind in allen FK-Elementen zulässig, dürfen jedoch während des Programmlaufs nicht verändert werden.

Wenn Sie im Programm konventionelle und Freie Kontur-Programmierung mischen, dann muß jeder FK-Abschnitt eindeutig bestimmt sein.

Die TNC benötigt einen festen Punkt, von dem aus die Berechnungen durchgeführt werden. Programmieren Sie direkt vor dem FK-Abschnitt mit den grauen Dialogtasten eine Position, die beide Koordinaten der Bearbeitungsebene enthält. In diesem Satz keine Q-Parameter programmieren.

Wenn der erste Satz im FK-Abschnitt ein FCT- oder FLT-Satz ist, müssen Sie davor mindestens zwei NC-Sätze über die grauen Dialog-Tasten programmieren, damit die Anfahrrichtung eindeutig bestimmt ist.

Ein FK-Abschnitt darf nicht direkt hinter einer Marke LBL beginnen.

Konturelement	Softkey
Gerade mit tangentialem Anschluß	
Gerade ohne tangentialen Anschluß	
Kreisbogen mit tangentialem Anschluß	
Kreisbogen ohne tangentialen Anschluß	

Geraden frei programmieren

-  ▶ Softkeys zur Freien Kontur-Programmierung anzeigen: Taste FK drücken
-  ▶ Dialog für freie Gerade eröffnen: Softkey FL drücken. Die TNC zeigt weitere Softkeys – Siehe Tabelle rechts
 - ▶ Über diese Softkeys alle bekannten Angaben in den Satz eingeben. Die FK-Grafik zeigt die programmierte Kontur rot, bis die Angaben ausreichen. Mehrere Lösungen zeigt die Grafik grün. Siehe „Grafik der Freien Kontur-Programmierung“.

NC-Beispielsätze siehe nächste Seite.

Gerade mit tangentialem Anschluß

Wenn die Gerade tangential an ein anderes Konturelement anschließt, eröffnen Sie den Dialog mit dem Softkey FLT:

-  ▶ Softkeys zur Freien Kontur-Programmierung anzeigen: Taste FK drücken
-  ▶ Dialog eröffnen: Softkey FLT drücken
 - ▶ Über die Softkeys (siehe Tabelle rechts oben) alle bekannten Angaben in den Satz eingeben

Kreisbahnen frei programmieren

-  ▶ Softkeys zur Freien Kontur-Programmierung anzeigen: Taste FK drücken
-  ▶ Dialog für freien Kreisbogen eröffnen: Softkey FC drücken; die TNC zeigt Softkeys für direkte Angaben zur Kreisbahn oder Angaben zum Kreismittelpunkt; siehe Tabelle rechts
 - ▶ Über diese Softkeys alle bekannten Angaben in den Satz eingeben: Die FK-Grafik zeigt die programmierte Kontur rot, bis die Angaben ausreichen; mehrere Lösungen zeigt die Grafik grün; siehe „Grafik der Freien Kontur-Programmierung“.

Kreisbahn mit tangentialem Anschluß

Wenn die Kreisbahn tangential an ein anderes Konturelement anschließt, eröffnen Sie den Dialog mit dem Softkey FCT:

-  ▶ Softkeys zur Freien Kontur-Programmierung anzeigen: Taste FK drücken
-  ▶ Dialog eröffnen: Softkey FCT drücken
 - ▶ Über die Softkeys (Tabelle rechts) alle bekannten Angaben in den Satz eingeben

Bekannte Angabe	Softkey
X-Koordinate des Geraden-Endpunkts	
Y-Koordinate des Geraden-Endpunkts	
Polarkoordinaten-Radius	
Polarkoordinaten-Winkel	
Länge der Geraden	
Anstiegswinkel der Geraden	
Beginn/Ende einer geschlossenen Kontur	

Bezüge auf andere Sätze siehe Abschnitt „Relativ-Bezüge“; Hilfspunkte siehe Abschnitt „Hilfspunkte“ in diesem Unterkapitel.

Direkte Angaben zur Kreisbahn	Softkey
X-Koordinate des Kreisbahn-Endpunkts	
Y-Koordinate des Kreisbahn-Endpunkts	
Polarkoordinaten-Radius	
Polarkoordinaten-Winkel	
Drehsinn der Kreisbahn	
Radius der Kreisbahn	
Winkel von führender Achse zum Kreis-Endpunkt	

Mittelpunkt von frei programmierten Kreisen

Für frei programmierte Kreisbahnen berechnet die TNC aus Ihren Angaben einen Kreismittelpunkt. Damit können Sie auch mit der FK-Programmierung einen Vollkreis in einem Satz programmieren.

Wenn Sie Kreismittelpunkte in Polarkoordinaten definieren wollen, müssen Sie den Pol anstelle mit CC mit der Funktion FPOL definieren. FPOL bleibt bis zum nächsten Satz mit FPOL wirksam und wird in rechtwinkligen Koordinaten festgelegt.

Ein konventionell programmierter oder ein errechneter Kreismittelpunkt ist in einem neuen FK-Abschnitt nicht mehr als Pol oder Kreismittelpunkt wirksam: Wenn sich konventionell programmierte Polarkoordinaten auf einen Pol beziehen, den Sie zuvor in einem CC-Satz festgelegt haben, dann legen Sie diesen Pol nach dem FK-Abschnitt erneut mit einem CC-Satz fest.

NC-Beispielsätze für FL, FPOL und FCT

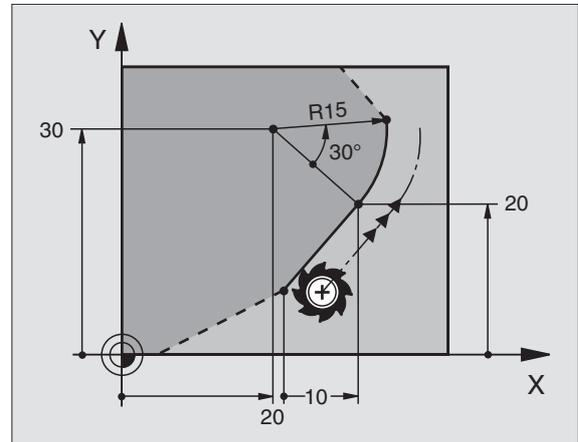
7 FPOL X+20 Y+30

8 FL IX+10 Y+20 RR F100

9 FCT PR+15 IPA+30 DR+ R15

Siehe Bild rechts Mitte.

Angaben zum Kreismittelpunkt	Softkey
X-Koordinate des Kreismittelpunkts	
Y-Koordinate des Kreismittelpunkts	
Polarkoordinaten-Radius des Kreismittelpunkts (bezogen auf FPOL)	
Polarkoordinaten-Winkel des Kreismittelpunkts	



Hilfspunkte

Sowohl für freie Geraden als auch für freie Kreisbahnen können Sie Koordinaten für Hilfspunkte auf oder neben der Kontur eingeben. Die Softkeys stehen zur Verfügung, sobald Sie den FK-Dialog mit dem Softkey FL, FLT, FC oder FCT eröffnet haben.

Hilfspunkte für die Gerade

Die Hilfspunkte befinden sich auf der Geraden oder auf der Verlängerung der Geraden: Siehe Tabelle rechts oben.

Die Hilfspunkte befinden im Abstand D neben der Gerade: Siehe Tabelle rechts Mitte.

Hilfspunkte für die Kreisbahn

Für eine Kreisbahn können Sie 1 Hilfspunkt auf der Kontur angeben: Siehe Tabelle rechts unten.

NC-Beispielsätze

13 FC DR- R10 P1X+42.929 P1Y+60.071

14 FLT AN-70 PDX+50 PDY+53 D10

Siehe Bild rechts unten.

Hilfspunkte auf der Gerade Softkey

X-Koordinate Hilfspunkt P1



Y-Koordinate Hilfspunkt P1



Hilfspunkte neben der Gerade Softkey

X-Koordinate des Hilfspunkts



Y-Koordinate des Hilfspunkts



Abstand des Hilfspunkts zur Geraden



Hilfspunkte auf/neben der Kreisbahn Softkey

X-Koordinate eines Hilfspunkts P1



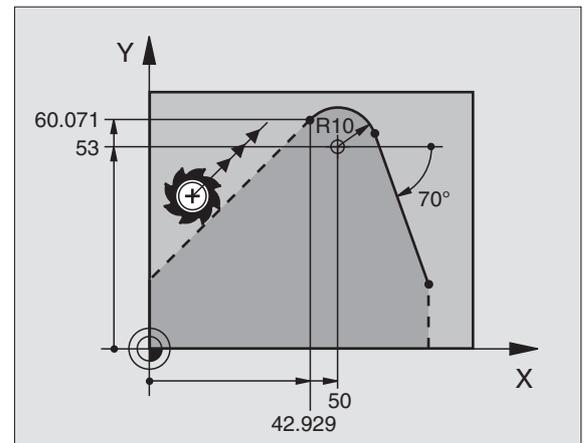
Y-Koordinate eines Hilfspunkts P1



Koordinaten eines Hilfspunkts neben der Kreisbahn



Abstand des Hilfspunkts neben der Kreisbahn



Relativ-Bezüge

Relativ-Bezüge sind Angaben, die sich auf ein anderes Konturelement beziehen. Die Softkeys stehen zur Verfügung, sobald Sie den FK-Dialog mit dem Softkey FL oder FLT eröffnet haben.



Das Konturelement, dessen Satz-Nummer Sie angeben, darf nicht mehr als 64 Positionier-Sätze vor dem Satz stehen, in dem Sie den Bezug programmieren.

Wenn Sie einen Satz löschen, auf den Sie sich bezogen haben, dann gibt dieTNC eine Fehlermeldung aus. Ändern Sie das Programm, bevor Sie diesen Satz löschen.

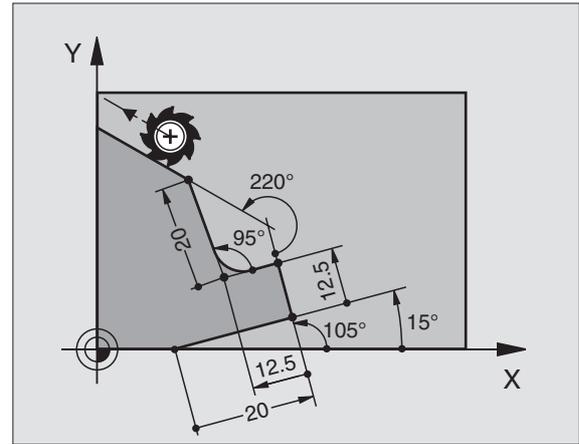
Relativ-Bezüge für eine freie Gerade

Softkey

Gerade parallel zu anderem Konturelement



Abstand der Geraden zu parallelem Konturelement



NC-Beispielsätze

Bekannte Richtung und Abstand des Konturelements bezogen auf Satz N. Siehe Bild rechts oben.

17 FL LEN20 AN+15

18 FL AN+105 LEN12.5

19 FL PAR17 DP12.5

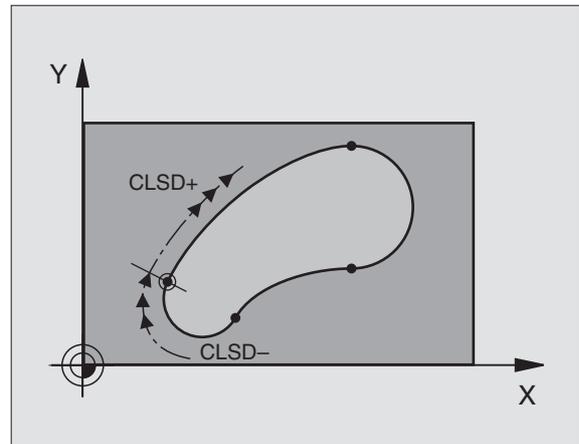
20 FSELECT 2

21 FL LEN20 IAN+95

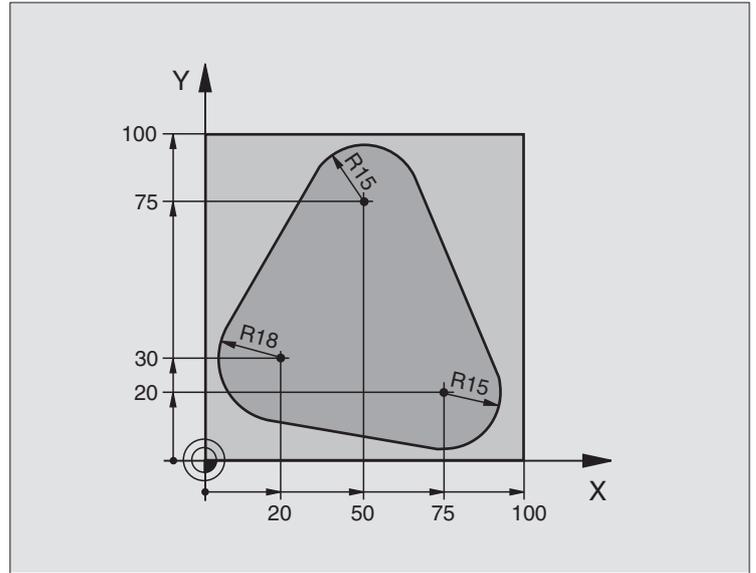
Geschlossene Konturen

Mit dem Softkey CLSD kennzeichnen Sie Beginn und Ende einer geschlossenen Kontur. Dadurch reduziert sich für das letzte Konturelement die Anzahl der möglichen Lösungen.

CLSD geben Sie zusätzlich zu einer anderen Konturangabe im ersten und im letzten Satz eines FK-Abschnitts ein.

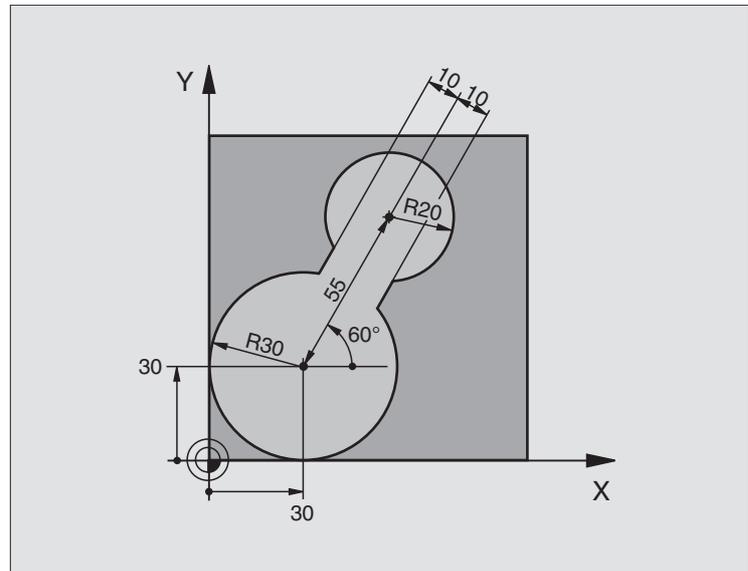


Beispiel: FK-Programmierung 1



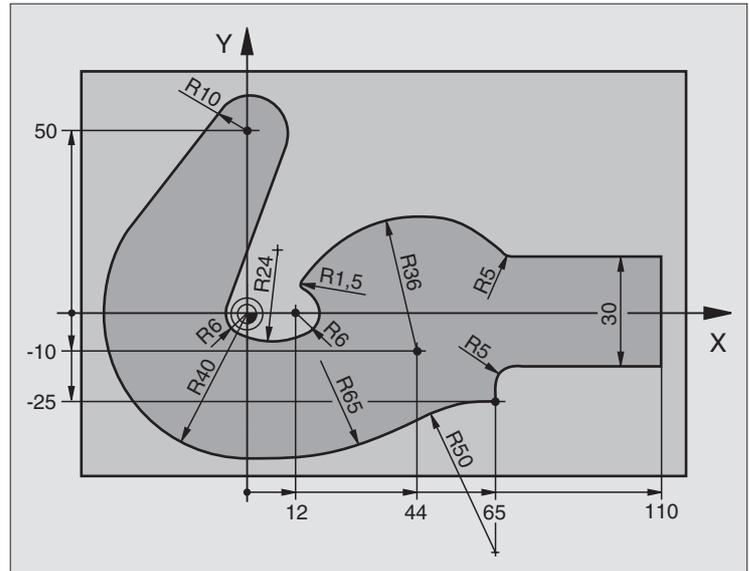
0	BEGIN PGM FK1 MM	
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3	TOOL DEF 1 L+0 R+10	Werkzeug-Definition
4	TOOL CALL 1 Z S500	Werkzeug-Aufruf
5	L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
6	L X-20 Y+30 R0 FMAX	Werkzeug vorpositionieren
7	L Z-10 R0 F1000 M3	Auf Bearbeitungstiefe fahren
8	APPR CT X+2 Y+30 CCA90 R+5 RL F250	Kontur anfahren auf einem Kreis mit tangentialem Anschluß
9	FC DR- R18 CLSD+ CCX+20 CCY+30	FK-Abschnitt:
10	FLT	Zu jedem Konturelement bekannte Angaben programmieren
11	FCT DR- R15 CCX+50 CCY+75	
12	FLT	
13	FCT DR- R15 CCX+75 CCY+20	
14	FLT	
15	FCT DR- R18 CLSD- CCX+20 CCY+30	
16	DEP CT CCA90 R+5 R0 F1000	Kontur verlassen auf einem Kreis mit tangentialem Anschluß
17	L X-30 Y+0 R0 FMAX	
18	L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
19	END PGM FK1 MM	

Beispiel: FK-Programmierung 2



0	BEGIN PGM FK2 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+2	Werkzeug-Definition
4	TOOL CALL 1 Z S4000	Werkzeug-Aufruf
5	L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
6	L X+30 Y+30 R0 FMAX	Werkzeug vorpositionieren
7	L Z+5 R0 FMAX M3	Werkzeug-Achse vorpositionieren
8	L Z-5 R0 F100	Auf Bearbeitungstiefe fahren
9	APPR LCT X+0 Y+30 R5 RR F350	Kontur anfahren auf einem Kreis mit tangentialem Anschluß
10	FPOL X+30 Y+30	FK-Abschnitt:
11	FC DR- R30 CCX+30 CCY+30	Zu jedem Konturelement bekannte Angaben programmieren
12	FL AN+60 PDX+30 PDY+30 D10	
13	FSELECT 3	
14	FC DR- R20 CCPR+55 CCPA+60	
15	FSELECT 2	
16	FL AN-120 PDX+30 PDY+30 D10	
17	FSELECT 3	
18	FC X+0 DR- R30 CCX+30 CCY+30	
19	FSELECT 2	
20	DEP LCT X+30 Y+30 R5 R0	Kontur verlassen auf einem Kreis mit tangentialem Anschluß
21	L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
22	END PGM FK2 MM	

Beispiel: FK-Programmierung 3



0	BEGIN PGM FK3 MM	
1	BLK FORM 0.1 Z X-45 Y-45 Z-20	Rohteil-Definition
2	BLK FORM 0.2 X+120 Y+70 Z+0	
3	TOOL DEF 1 L+0 R+3	Werkzeug-Definition
4	TOOL CALL 1 Z S4500	Werkzeug-Aufruf
5	L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
6	L X-70 Y+0 R0 FMAX	Werkzeug vorpositionieren
7	L Z-5 R0 F1000 M3	Auf Bearbeitungstiefe fahren
8	APPR CT X-40 Y+0 CCA90 R+5 RL F250	Kontur anfahren auf einem Kreis mit tangentialem Anschluß
9	FC DR- R40 CCX+0 CCY+0	FK-Abschnitt:
10	FLT	Zu jedem Konturelement bekannte Angaben programmieren
11	FCT DR- R10 CCX+0 CCY+50	
12	FLT	
13	FCT DR+ R6 CCX+0 CCY+0	
14	FCT DR+ R24	
15	FCT DR+ R6 CCX+12 CCY+0	
16	FSELECT 2	
17	FCT DR- R1,5	
18	FCT DR- R36 CCX+44 CCY-10	
19	FSELECT 2	
20	FCT DR+ R5	
21	FLT X+110 Y+15 AN+0	
22	FL AN-90	

23	FL X+65 AN+180 PAR21 DP30	
24	RND R5	
25	FL X+65 Y-25 AN-90	
26	FC DR+ R50 CCX+65 CCY-75	
27	FCT DR- R65	
28	FSELECT 1	
29	FCT Y+0 DR- R40 CCX+0 CCY+0	
30	FSELECT 4	
31	DEP CT CCA90 R+5 R0 F1000	Kontur verlassen auf einem Kreis mit tangentialem Anschluß
32	L X-70 R0 FMAX	
33	L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
34	END PGM FK3 MM	



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 oder über den Softkey M ein. Die TNC zeigt dann den Dialog:

Zusatz-Funktion M?

Gewöhnlich geben Sie im Dialog nur die Nummer der Zusatz-Funktion an. Bei den Zusatz-Funktionen, die Sie über Softkey direkt wählen können, wird der Dialog fortgeführt, damit Sie Parameter zu dieser Funktion eingeben können.

In den Betriebsarten Manueller Betrieb und El. Handrad geben Sie die Zusatz-Funktionen über den Softkey M ein. Mit der Taste NC-Start führt die TNC die eingegebene M-Funktion direkt aus.

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 M5

Programm-Einspeichern/Editieren							
Zusatz-Funktion M?							
BEGIN PGM HE3 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 CALL	1	Z	S5000			
4	L	X+10	Y+5	F5000	M3		
END PGM HE3 MM							
SOLL		X		+0.250			
		Y		+0.250			
		Z		+0.405			
					T		
					F	0	
					S		M5/9
M	M103	M112	M120	M124			

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 Maschinen-Parameter 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 Maschinen-Parameter 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 Koordinaten- angaben

Maschinenbezogene Koordinaten programmieren M91/M92

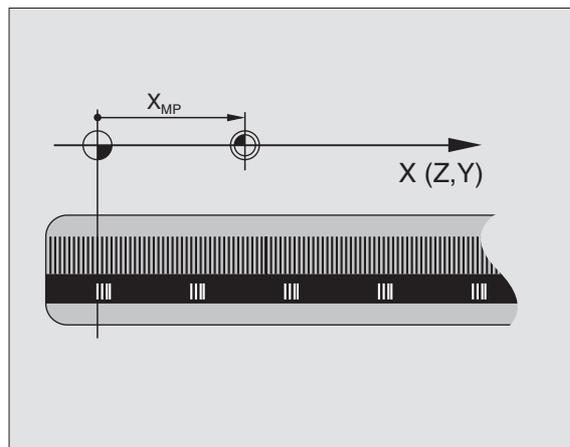
Maßstab-Nullpunkt

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

Maschinen-Nullpunkt

Den Maschinen-Nullpunkt benötigen Sie, um

- Verfabereichs-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 Maschinen-Parameter 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.

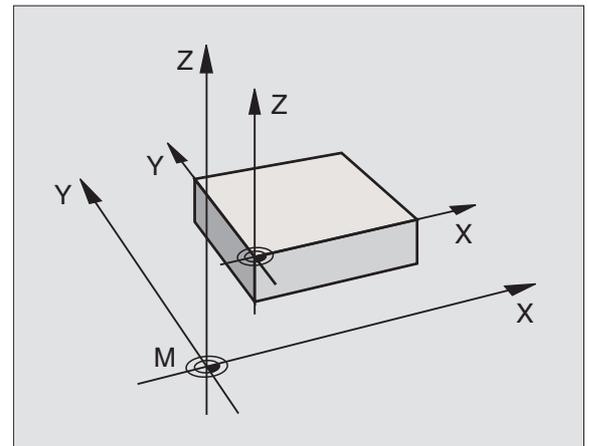
Wirkung

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



Anstelle der Funktion M90 sollten Sie die Funktion M112 verwenden (siehe weiter hinten in diesem Kapitel). Alte Programme können Sie jedoch auch kombiniert mit M112 und M90 abarbeiten lassen.

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.

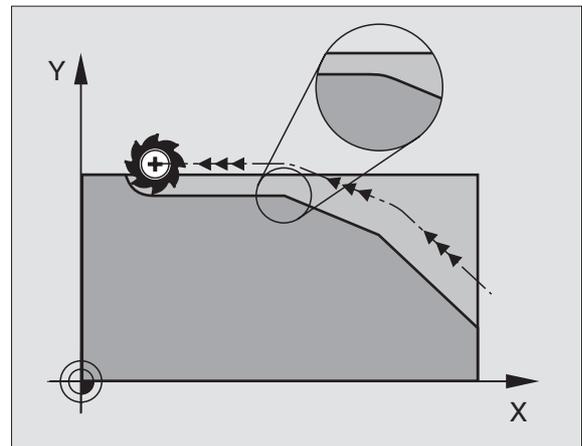
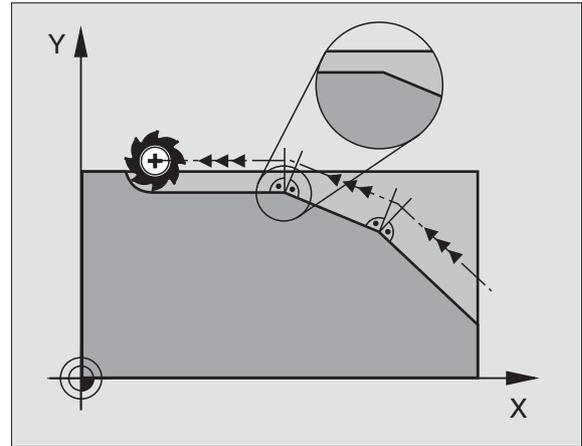
Wirkung

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 können Sie über MP7460 einen Grenzwert festlegen, bis zu dem die TNC noch mit konstanter Bahngeschwindigkeit verfährt (bei Betrieb mit Schleppabstand und Geschwindigkeits-Vorsteuerung).



Konturübergänge zwischen beliebigen Konturelementen einfügen: M112

Standardverhalten

Die TNC hält bei allen Richtungsänderungen, die größer als der vorgegebene Grenzwinkel (MP7460) sind, die Maschine kurz an (Genau-Halt).

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

Verhalten mit M112



Das Verhalten von M112 können Sie über Maschinen-Parameter anpassen.

M112 wirkt sowohl im Schleppbetrieb als auch im Betrieb mit Geschwindigkeits-Vorsteuerung.

Die TNC fügt zwischen **beliebigen Konturelementen (korrigierte und unkorrigierte)**, die in der Ebene oder im Raum liegen können, einen wählbaren Konturübergang ein:

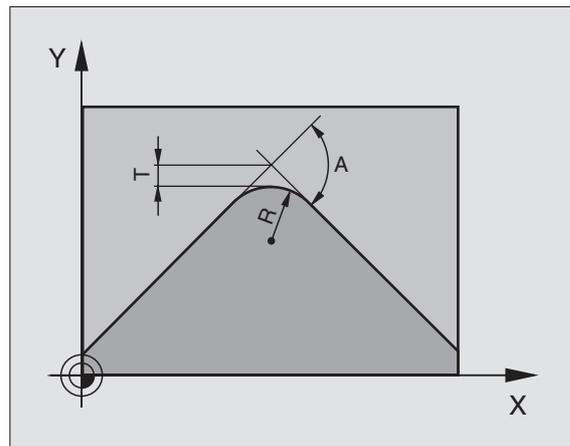
- Tangentialkreis: MP7415.0 = 0
An den Anschlußstellen entsteht durch die Änderung der Krümmung ein Beschleunigungs-Sprung
- Polynom 3. Ordnung (kubischer Spline): MP7415.0 = 1
An den Anschlußstellen entsteht kein Geschwindigkeits-Sprung
- Polynom 5. Ordnung: MP7415.0 = 2
An den Anschlußstellen entsteht kein Beschleunigungs-Sprung
- Polynom 7. Ordnung: MP7415.0 = 3 (Standard-Einstellung)
An den Anschlußstellen entsteht kein Sprung im Ruck

Zulässige Konturabweichung T

Mit dem Toleranzwert T legen Sie fest, wie weit die gefräste Kontur von der vorgegebenen Kontur abweichen darf. Geben Sie keinen Toleranzwert ein, dann berechnet die TNC den Konturübergang so, daß gerade noch mit dem programmierten Bahnvorschub verfahren wird.

Grenzwinkel A

Wenn Sie einen Grenzwinkel A eingeben, dann glättet die TNC nur die Konturübergänge, bei denen der Winkel der Richtungsänderung größer als der programmierte Grenzwinkel ist. Geben Sie den Grenzwinkel = 0 ein, dann fährt die TNC auch über tangential anschließende Konturelemente mit konstanter Beschleunigung. Eingabebereich: 0° bis 90°



M112 eingeben in einem Positionier-Satz

Wenn Sie in einem Positionier-Satz (beim Dialog Zusatz-Funktion) den Softkey M112 drücken, dann führt die TNC den Dialog fort und erfragt die zulässige Abweichung T und den Grenzwinkel A.

T und A können Sie auch über Q-Parameter festlegen. Siehe „10 Programmieren: Q-Parameter“

Wirkung

M112 wirkt im Betrieb mit Geschwindigkeits-Vorsteuerung und im Schleppbetrieb.

M112 wird wirksam am Satz-Anfang.

Wirkung aufheben: M113 eingeben

NC-Beispielsatz

```
L X+123.723 Y+25.491 R0 F800 M112 T0.01 A10
```

Konturfilter: M124**Standardverhalten**

Zur Berechnung eines Konturüberganges zwischen beliebigen Konturelementen, berücksichtigt die TNC alle vorhandenen Punkte.

Verhalten mit M124

Das Verhalten von M124 können Sie über Maschinen-Parameter anpassen.

Die TNC filtert Konturelemente mit kleinen Punktabständen heraus und fügt einen Konturübergang ein.

Form des Konturübergangs

- Tangentialkreis: $MP7415.0 = 0$
An den Anschlußstellen entsteht durch die Änderung der Krümmung ein Beschleunigungs-Sprung
- Polynom 3. Ordnung (kubischer Spline): $MP7415.0 = 1$
An den Anschlußstellen entsteht kein Geschwindigkeits-Sprung
- Polynom 5. Ordnung: $MP7415.0 = 2$
An den Anschlußstellen entsteht kein Beschleunigungs-Sprung
- Polynom 7. Ordnung: $MP7415.0 = 3$ (Standard-Einstellung)
An den Anschlußstellen entsteht kein Sprung im Ruck

Konturübergang verschleifen

- Konturübergang nicht verschleifen: $MP7415.1 = 0$
Konturübergang so durchführen, wie mit $MP7415.0$ festgelegt ist (Standard-Konturübergang: Polynom 7. Grades)
- Konturübergang verschleifen: $MP7415.1 = 1$
Konturübergang so durchführen, daß die zwischen den Konturübergängen noch verbleibende Geradenstücke auch verrundet werden

Minimale Länge T eines Konturelements

Mit dem Parameter T legen Sie fest, bis zu welcher Länge die TNC Konturelemente herausfiltern soll. Wenn Sie mit M112 eine zulässige Konturabweichung festgelegt haben, dann wird diese von der TNC berücksichtigt. Wenn Sie keine maximale Konturabweichung eingegeben haben, dann berechnet die TNC den Konturübergang so, daß gerade noch mit dem programmierten Bahnvorschub verfahren wird.

M124 eingeben

Wenn Sie in einem Positionier-Satz (beim Dialog Zusatz-Funktion) den Softkey M124 drücken, dann führt die TNC den Dialog für diesen Satz fort und erfragt den minimalen Punktabstand T.

T können Sie auch über Q-Parameter festlegen. Siehe „10 Programmieren: Q-Parameter“.

Wirkung

M124 wird wirksam am Satzanfang. M124 setzen Sie – wie M112 – mit M113 zurück.

NC-Beispielsatz

```
L X+123.723 Y+25.491 R0 F800 M124 T0.01
```

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 Mitte.

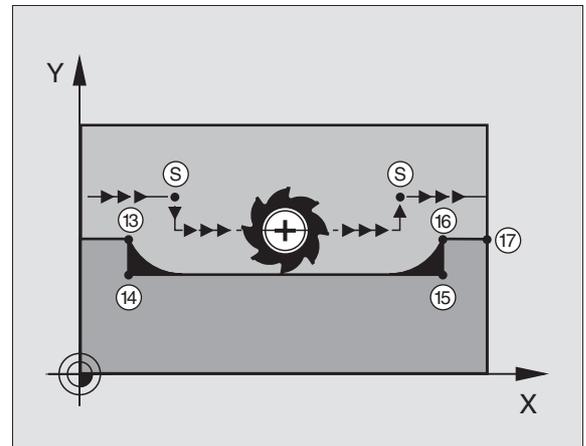
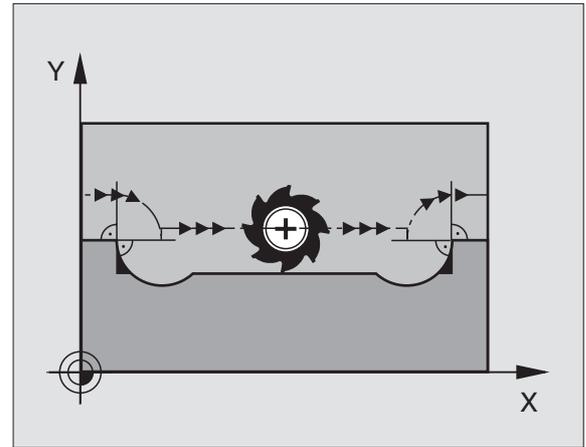
Programmieren Sie M97 in dem Satz, in dem der Außeneckpunkt festgelegt ist.

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	Großer Werkzeug-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.

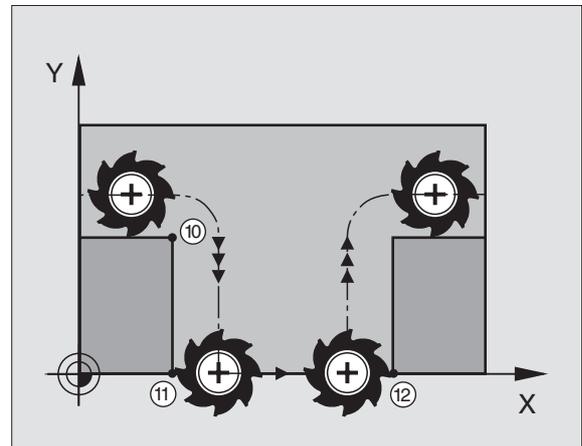
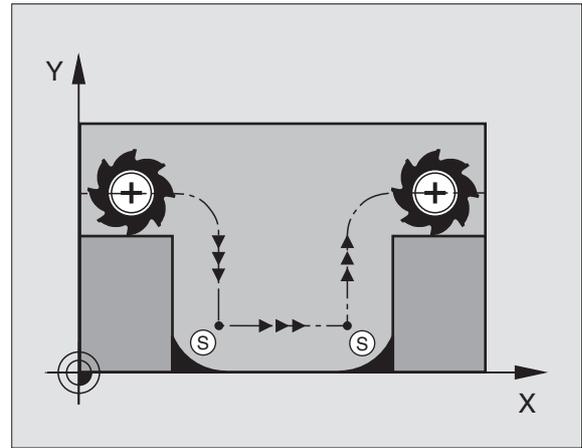
NC-Beispielsätze

Nacheinander Konturpunkte 10, 11 und 12 anfahren:

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

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

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



Vorschubfaktor für Eintauchbewegungen: M103

Standardverhalten

Die TNC fährt das Werkzeug unabhängig von der Bewegungsrichtung mit dem zuletzt programmierten Vorschub.

Verhalten mit M103

Die TNC reduziert den Bahnvorschub, wenn das Werkzeug in negativer Richtung der Werkzeugachse fährt (abhängig von Maschinen-Parameter 7440). Der Vorschub beim Eintauchen FZMAX wird errechnet aus dem zuletzt programmierten Vorschub FPROG und einem Faktor F%:

$$FZMAX = FPROG \times F\%$$

M103 eingeben

Wenn Sie in einem Positionier-Satz (beim Dialog Zusatz-Funktion) den Softkey M103 drücken, dann führt die TNC den Dialog fort und erfragt den Faktor F.

Wirkung

M103 wird wirksam am Satz-Anfang.

M103 aufheben: M103 **ohne Faktor** erneut programmieren

NC-Beispielsätze

Vorschub beim Eintauchen beträgt 20% des Ebenenvorschubs.

...	Tatsächlicher Bahnvorschub (mm/min):
17 L X+20 Y+20 RL F500 M103 F20	500
18 L Y+50	500
19 L IZ-2,5	100
20 L IY+5 IZ-5	141
21 L IX+50	500
22 L Z+5	500

Konstante Vorschubgeschwindigkeit an der Werkzeug-Schneide: M109/M110/M111

Standardverhalten

Die TNC bezieht die programmierte Vorschubgeschwindigkeit auf die Werkzeug-Mittelpunktsbahn.

Verhalten bei Kreisbögen mit M109

Die TNC hält bei Innen- und Außenbearbeitungen den Vorschub an der Werkzeug-Schneide konstant.

Verhalten bei Kreisbögen mit M110

Die TNC hält den Vorschub ausschließlich bei einer Innenbearbeitung konstant. Bei einer Außenbearbeitung wirkt keine Vorschub-Anpassung.

Wirkung

M109 und M110 werden wirksam am Satz-Anfang.
M109 und M110 setzen Sie mit M111 zurück.

Radiuskorrigierte Kontur vorausberechnen (LOOK AHEAD): M120

Standardverhalten

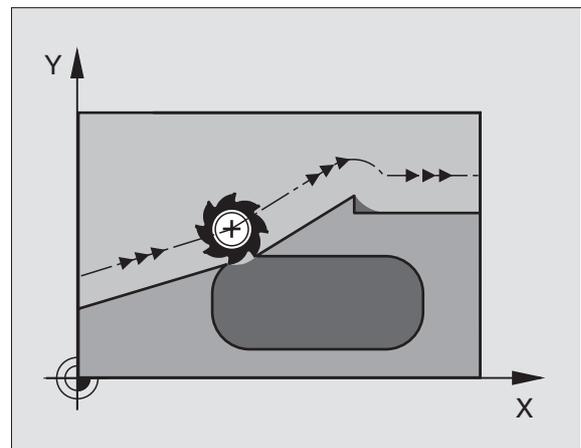
Wenn der Werkzeug-Radius größer ist, als eine Konturstufe, die radiuskorrigiert zu fahren ist, dann unterbricht die TNC den Programmablauf und zeigt eine Fehlermeldung. M97 (siehe „Kleine Konturstufen bearbeiten: M97“) verhindert die Fehlermeldung, führt aber zu einer Freischneidemarkierung und verschiebt zusätzlich die Ecke.

Bei Hinterschnidungen verletzt die TNC u.U. die Kontur.
Siehe Bild rechts.

Verhalten mit M120

Die TNC überprüft eine radiuskorrigierte Kontur auf Hinterschnidungen und Überschneidungen und berechnet die Werkzeugbahn ab dem aktuellen Satz voraus. Stellen, an denen das Werkzeug die Kontur beschädigen würde, bleiben unbearbeitet (im Bild rechts dunkel dargestellt). Sie können M120 auch verwenden, um Digitalisierdaten oder Daten, die von einem externen Programmier-System erstellt wurden, mit Werkzeug-Radiuskorrektur zu versehen. Dadurch sind Abweichungen vom theoretischen Werkzeug-Radius kompensierbar.

Die Anzahl der Sätze (maximal 99), die die TNC vorausrechnet, legen Sie mit LA (engl. **L**ook **A**head: schau voraus) hinter M120 fest. Je größer Sie die Anzahl der Sätze wählen, die die TNC vorausrechnen soll, desto langsamer wird die Satzverarbeitung.



Eingabe

Wenn Sie in einem Positionier-Satz (beim Dialog Zusatz-Funktion) den Softkey M120 drücken, dann führt die TNC den Dialog für diesen Satz fort und erfragt die Anzahl der vorzuberechnenden Sätze LA.

Wirkung

M120 muß in einem NC-Satz stehen, der auch die Radiuskorrektur RL oder RR enthält. M120 wirkt ab diesem Satz bis Sie

- die Radiuskorrektur mit R0 aufheben
- M120 LA0 programmieren
- M120 ohne LA programmieren
- mit PGM CALL ein anderes Programm aufrufen

M120 wird wirksam am Satz-Anfang.

7.5 Zusatz-Funktionen für Drehachsen

Drehachsen wegoptimiert fahren: M126

Standardverhalten

Die TNC fährt eine Drehachse, deren Anzeige auf Werte unter 360° reduziert ist, um die Differenz Soll-Position – Ist-Position. Beispiele siehe Tabelle rechts oben.

Verhalten mit M126

Mit M126 fährt die TNC eine Drehachse, deren Anzeige auf Werte unter 360° reduziert ist, auf kurzem Weg. Beispiele siehe Tabelle rechts unten.

Wirkung

M126 wird wirksam am Satzanfang.

M126 setzen Sie mit M127 zurück; am Programm-Ende wird M126 ebenfalls unwirksam.

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°

Programmierer 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.

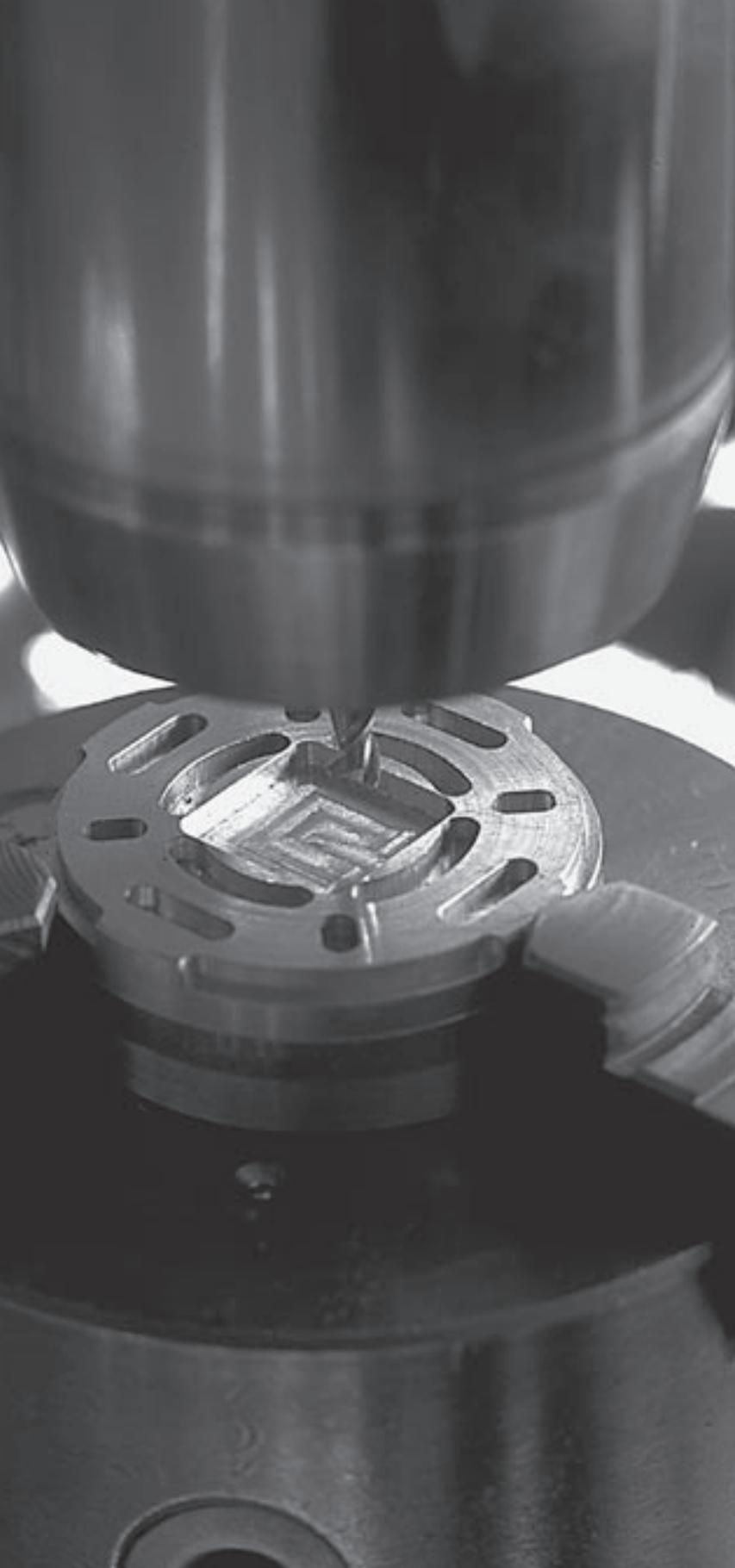
M94 wird wirksam am Satz-Anfang.

Standardverhalten der TNC

Ist-Position	Soll-Position	Fahrweg
350°	10°	-340°
10°	340°	+330°

Verhalten mit M126

Ist-Position	Soll-Position	Fahrweg
350°	10°	+20°
10°	340°	-30°



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. TIEFBOHREN. 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	BOHREN/GEWINDE
Zyklen zum Fräsen von Taschen, Zapfen und Nuten	TASCHEN/ZAPFEN/NUTEN
Zyklen zur Herstellung von regelmäßigen Punktemustern, z.B. Lochkreis oder Lochfläche und unregelmäßigen Punktemustern über Punkte-Tabellen	PUNKTE-MUSTER
SL-Zyklen (Subcontour-List), mit denen aufwendigere Konturen bearbeitet werden, die sich aus mehreren überlagerten Teilkonturen zusammensetzen	SL-ZYKLEN
Zyklen zum Abzeilen ebener oder in sich verwundener Flächen	ABZEILEN
Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung, mit denen beliebige Konturen verschoben, gedreht, gespiegelt, vergrößert und verkleinert werden	KOORD.-UMRECHN.
Sonder-Zyklen Verweilzeit, Programm-Aufruf, Spindel-Orientierung	SONDER-ZYKLEN

Programm-Einspeichern/Editieren
Gewindesteigung?

<pre> 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 CALL 1 Z S4000 4 L Z+100 R0 FMAX 5 CYCL DEF 17 ABST+2 TIEFE-15 STI+G+2 9 CYCL CALL M3 END PGM CYC210 MM </pre>																
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">SOLL</td> <td style="padding: 2px;">+X</td> <td style="padding: 2px;">+149.930</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">+Y</td> <td style="padding: 2px;">-30.070</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">+Z</td> <td style="padding: 2px;">+199.930</td> </tr> </table>	SOLL	+X	+149.930		+Y	-30.070		+Z	+199.930	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">T</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td style="padding: 2px;">ROT</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">S</td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">M5/9</td> </tr> </table>	T	0	ROT	S		M5/9
SOLL	+X	+149.930														
	+Y	-30.070														
	+Z	+199.930														
T	0	ROT														
S		M5/9														

Zyklus aufrufen



Voraussetzungen

Vor einem Zyklus-Aufruf programmieren Sie in jedem Fall:

- BLK FORM zur grafischen Darstellung (nur für Testgrafik 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
- den SL-Zyklus KONTUR
- 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: Taste CYCL CALL drücken
- ▶ Zyklus-Aufruf eingeben: Softkey CYCL CALL M drücken
- ▶ Zusatz-Funktion M eingeben oder mit der Taste END den Dialog beenden

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

Um die Wirkung von M89 aufzuheben, programmieren Sie

- M99 oder
- CYCL CALL oder
- CYCL DEF

Arbeiten mit Zusatzachsen U/V/W

Die TNC führt Zustellbewegungen in der Achse aus, die Sie im TOOL CALL-Satz als Spindelachse definiert haben. Bewegungen in der Bearbeitungsebene führt die TNC grundsätzlich nur in den Hauptachsen X, Y oder Z aus. Ausnahmen:

- Wenn Sie im Zyklus 3 NUTENFRAESEN und im Zyklus 4 TASCHENFRAESEN für die Seitenlängen direkt Zusatzachsen programmieren
- Wenn Sie bei SL-Zyklen Zusatzachsen im Kontur-Unterprogramm programmieren

8.2 Punkte-Tabellen

Wenn Sie einen Zyklus, bzw. mehrere Zyklen hintereinander, auf einem unregelmäßigen Punktemuster abarbeiten wollen, dann erstellen Sie Punkte-Tabellen.

Wenn Sie Bohrzyklen verwenden, entsprechen die Koordinaten der Bearbeitungsebene in der Punkte-Tabelle den Koordinaten der Bohrungs-Mittelpunkte. Setzen Sie Fräszyklen ein, entsprechen die Koordinaten der Bearbeitungsebene in der Punkte-Tabelle den Startpunkt-Koordinaten des jeweiligen Zyklus (z.B. Mittelpunkt-Koordinaten einer Kreistasche). Koordinaten in der Spindelachse entsprechen der Koordinate der Werkstück-Oberfläche.

Programming and editing			
NR	MUSTPKT .PNT	MM	Z
0	+35	+30	+0
1	+65	+30	+0
2	+80	+50	+0
3	+50	+50	+0
4	+20	+50	+0
5	+35	+70	+0
6	+65	+70	+0
[END]			
ACTL.	X	+0.195	
	Y	-11.000	
	Z	+136.000	
	T	0	
	F	1000	M5/9
	S		
PAGE	PAGE	WORD	WORD
↑	↓	←	→
	INSERT		DELETE
	N LINES		LINE
			INSERT
			LINE

Punkte-Tabelle eingeben

Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren wählen.



Datei-Verwaltung aufrufen: Taste PGM MGT drücken

Datei-Name =



Namen der Punkte-Tabelle eingeben, mit Taste ENT bestätigen



Ggf. Maßeinheit auf Inch umschalten: Softkey MM/INCH drücken



Datei-Typ Punkte-Tabelle wählen: Softkey .PNT drücken

Punkte-Tabellen im Programm wählen

Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren wählen.



Funktion zur Auswahl der Punkte-Tabelle aufrufen: Taste PGM CALL drücken



Softkey PUNKTE-TABELLE drücken

Name der Punkte-Tabelle eingeben, mit der Taste END bestätigen

Zyklus in Verbindung mit Punkte-Tabellen aufrufen



Beachten Sie vor dem Programmieren

Die TNC arbeitet mit CYCL CALL PAT die Punkte-Tabelle ab, die Sie zuletzt definiert haben (auch wenn Sie die Punkte-Tabelle in einem mit CALL PGM verschachtelten Programm definiert haben).

Die TNC verwendet die Koordinate in der Spindelachse beim Zyklus-Aufruf als sichere Höhe.

Soll die TNC den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus an den Punkten aufrufen, die in einer Punkte-Tabelle definiert sind, programmieren Sie den Zyklus-Aufruf mit CYCL CALL PAT:



- ▶ Zyklus-Aufruf programmieren: Taste CYCL CALL drücken
- ▶ Punkte-Tabelle rufen: Softkey CYCL CALL PAT drücken
- ▶ Vorschub eingeben, mit dem die TNC zwischen den Punkten verfahren soll (keine Eingabe: Verfahren mit zuletzt programmiertem Vorschub)
- ▶ Bei Bedarf Zusatz-Funktion M eingeben, mit Taste END bestätigen

Die TNC zieht das Werkzeug zwischen den Startpunkten zurück auf die sichere Höhe (sichere Höhe = Spindelachsen-Koordinate beim Zyklus-Aufruf). Um diese Arbeitsweise auch bei den Zyklen mit Nummern 200 und größer einsetzen zu können, müssen Sie den 2. Sicherheits-Abstand (Q204) mit 0 definieren.

Wenn Sie beim Vorpositionieren in der Spindelachse mit reduziertem Vorschub fahren wollen, verwenden Sie die Zusatz-Funktion M103 (siehe „7. 4 Zusatz-Funktionen für das Bahnverhalten“).

Wirkungsweise der Punkte-Tabellen mit Zyklen 1 bis 5 und 17

Die TNC interpretiert die Punkte der Bearbeitungsebene als Koordinaten des Bohrungs-Mittelpunktes. Die Koordinate der Spindel-Achse legt die Oberkante des Werkstücks fest, so daß die TNC automatisch vorpositionieren kann (Reihenfolge: Bearbeitungsebene, dann Spindelachse).

Wirkungsweise der Punkte-Tabellen mit SL-Zyklen und Zyklus 12

Die TNC interpretiert die Punkte als zusätzliche Nullpunkt-Verschiebung.

Wirkungsweise der Punkte-Tabellen mit Zyklen 200 bis 204

Die TNC interpretiert die Punkte der Bearbeitungsebene als Koordinaten des Bohrungs-Mittelpunktes. Wenn Sie die in der Punkte-Tabelle definierte Koordinate in der Spindel-Achse als Startpunkt-Koordinate nutzen wollen, müssen Sie die Werkstück-Oberkante (Q203) mit 0 definieren (siehe „8.3 Bohrzyklen“, Beispiel).

Wirkungsweise der Punkte-Tabellen mit Zyklen 210 bis 215

Die TNC interpretiert die Punkte als zusätzliche Nullpunkt-Verschiebung. Wenn Sie die in der Punkte-Tabelle definierten Punkte als Startpunkt-Koordinaten nutzen wollen, müssen Sie die Startpunkte und die Werkstück-Oberkante (Q203) im jeweiligen Fräszyklus mit 0 programmieren (siehe „8.4 Zyklen zum Fräsen von Taschen, Zapfen und Nuten“, Beispiel).

8.3 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 UNIVERSAL-BOHREN 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

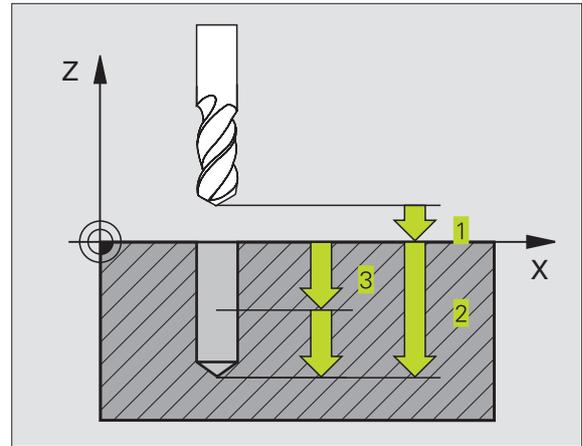
Positionier-Satz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur R0 programmieren.

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: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Bohren in mm/min

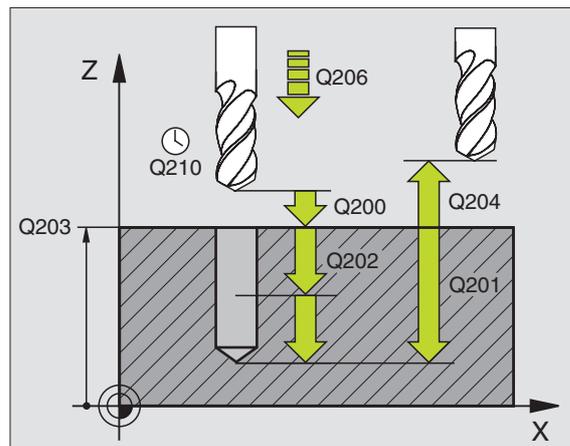


NC-Beispielsätze:

- 1 CYCL DEF 1.0 TIEFBOHREN
- 2 CYCL DEF 1.1 ABST 2
- 3 CYCL DEF 1.2 TIEFE -20
- 4 CYCL DEF 1.3 ZUSTLG 5
- 5 CYCL DEF 1.4 V.ZEIT 0
- 6 CYCL DEF 1.5 F500

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
- ▶ 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

NC-Beispielsätze:

```

7 CYCL DEF 200 BOHREN
  Q200=2 ; SICHERHEITS-ABST.
  Q201=-20 ; TIEFE
  Q206=150 ; VORSCHUB TIEFENZ.
  Q202=5 ; ZUSTELL-TIEFE
  Q210=0 ; VERWEILZEIT OBEN
  Q203=+0 ; KOOR. OBERFLAECHE
  Q204=50 ; 2. SICHERHEITS-ABST.

```

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



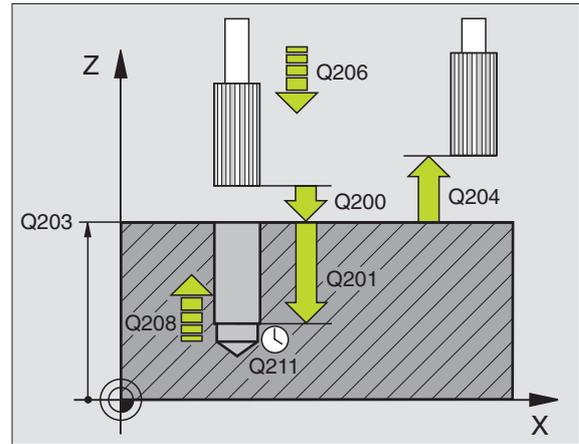
Beachten Sie vor dem Programmieren

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



NC-Beispielsätze:

8	CYCL DEF 201 REIBEN
Q200=2	; SICHERHEITS-ABST.
Q201=-20	; TIEFE
Q206=150	; VORSCHUB TIEFENZ.
Q211=0.25	; VERWEILZEIT UNTEN
Q208=500	; VORSCHUB RUECKZUG
Q203=+0	; KOOR. OBERFLAECHE
Q204=50	; 2. SICHERHEITS-ABST.

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 mit M19 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



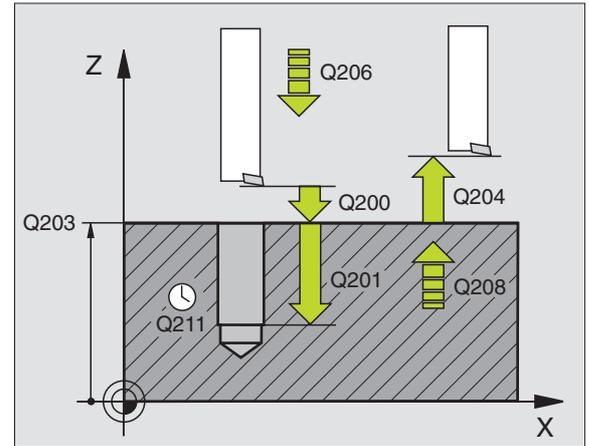
Beachten Sie vor dem Programmieren

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 Werkzeugschneidspitze und Werkstück-Oberfläche
- ▶ Tiefe Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Bohrungsgrund
- ▶ Vorschub/Tiefenzustellung Q206: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Ausdrehen in mm/min
- ▶ Verweilzeit unten Q211: Zeit in Sekunden, in der 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/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)



NC-Beispielsätze:

9	CYCL DEF 202	AUSDREHEN
Q200=2		; SICHERHEITS-ABST.
Q201=-20		; TIEFE
Q206=150		; VORSCHUB TIEFENZ.
Q211=0.5		; VERWEILZEIT UNTEN
Q208=500		; VORSCHUB RUECKZUG
Q203=+0		; KOOR. OBERFLAECHE
Q204=50		; 2. SICHERHEITS-ABST.
Q214=1		; FREIFAHR-RICHTUNG

- 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 mit M19 eine Spindel-Orientierung 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



Beachten Sie vor dem Programmieren

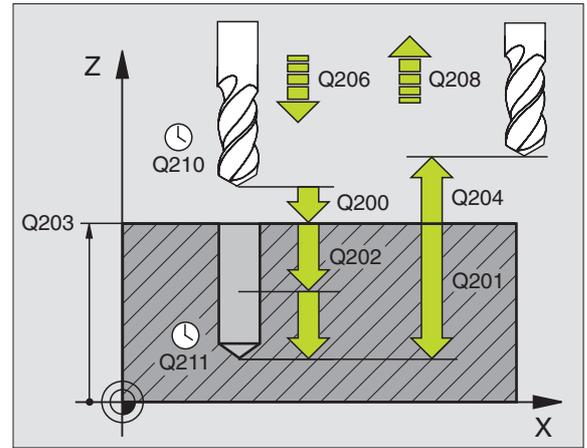
Positionier-Satz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur R0 programmieren.

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 (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 Sicherheits-Abstand verweilt, nachdem es die TNC zum Entspanen 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
- ▶ Abnahmebetrag Q212 (inkremental): Wert, um den die TNC die Zustell-Tiefe nach jeder Zustellung verkleinert
- ▶ Anz. Spanbrüche bis Rückzug Q213: Anzahl der Spanbrüche bevor die TNC das Werkzeug aus der Bohrung zum Entspanen herausfahren soll. Zum Spanbrechen zieht die TNC das Werkzeug jeweils um den Sicherheits-Abstand Q200 zurück
- ▶ Minimale Zustell-Tiefe Q205 (inkremental): Falls Sie einen Abnahmebetrag eingegeben haben, begrenzt die TNC die Zustellung auf den mit Q205 eingegeben Wert
- ▶ 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 fährt TNC mit Vorschub Q206 heraus



NC-Beispielsätze:

10	CYCL DEF 203	UNIVERSAL-BOHREN
Q200=2		; SICHERHEITS-ABST.
Q201=-20		; TIEFE
Q206=150		; VORSCHUB TIEFENZ.
Q202=5		; ZUSTELL-TIEFE
Q210=0		; VERWEILZEIT OBEN
Q203=+0		; KOOR. OBERFLAECHE
Q204=50		; 2. SICHERHEITS-ABST.
Q212=0.2		; ABNAHMEBETRAG
Q213=3		; SPANBRUECHE
Q205=3		; MIN. ZUSTELL-TIEFE
Q211=0.25		; VERWEILZEIT UNTEN
Q208=500		; VORSCHUB RUECKZUG

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.



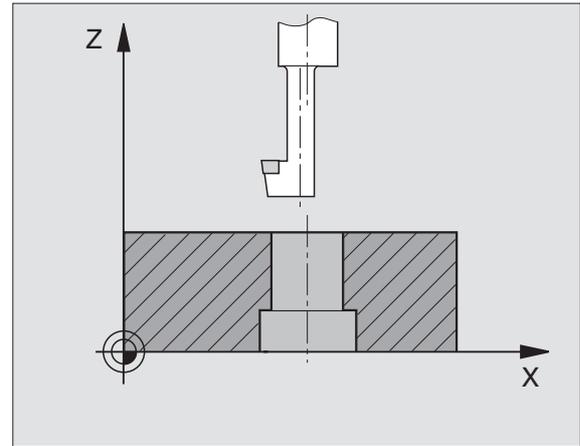
Beachten Sie vor dem Programmieren

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.





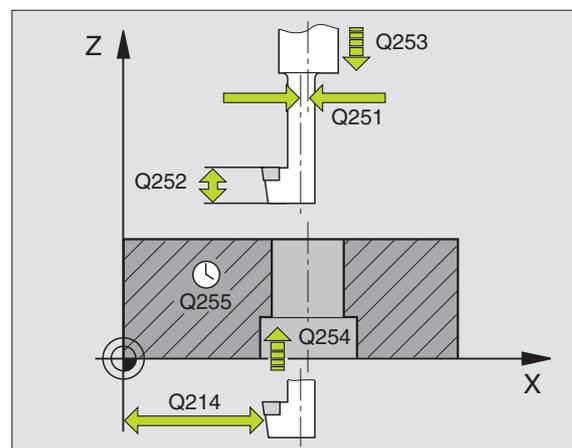
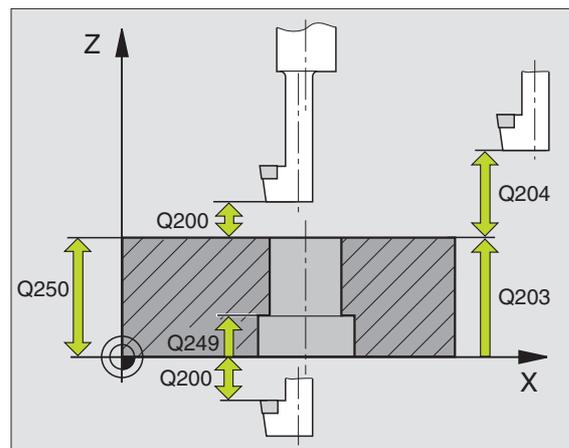
- ▶ Sicherheits-Abstand Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche
- ▶ Tiefe Senkung Q249 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Unterkante und Senkungsgrund. Positives Vorzeichen stellt die Senkung in positiver Richtung der Spindelachse her
- ▶ Materialstärke Q250 (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: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in das Werkstück bzw. beim Herausfahren aus dem Werkstück in mm/min
- ▶ Vorschub Senken Q254: Verfahrensgeschwindigkeit 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, das sie parallel zu einer Koordinaten-Achse steht. Wählen Sie die Freifahr-Richtung so, daß das Werkzeug kollisionsfrei in die Bohrung eintauchen kann.



NC-Beispielsätze:

11 CYCL DEF 204 RUECKWAERTS-SENKEN

Q200=2 ; SICHERHEITS-ABST.

Q249=+5 ; TIEFE SENKUNG

Q250=20 ; MATERIALSTAERKE

Q251=3.5 ; EXZENTERMASS

Q252=15 ; SCHNEIDENHOEHE

Q253=750 ; VORSCHUB VORPOS.

Q254=200 ; VORSCHUB SENKEN

Q255=0 ; VERWEILZEIT

Q203=+0 ; KOOR. OBERFLAECHE

Q204=50 ; 2. SICHERHEITS-ABST.

Q214=1 ; FREIFAHR-RICHTUNG

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.

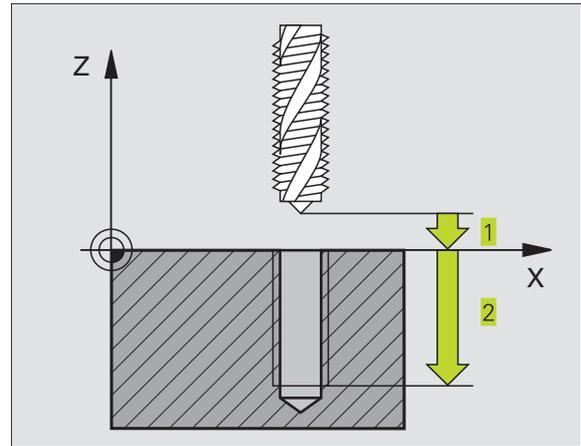
Positionier-Satz auf den Startpunkt in der Spindelachse (Sicherheits-Abstand über Werkstück-Oberfläche) programmieren.

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.



NC-Beispielsätze:

```

13 CYCL DEF 2.0 GEWINDEBOHREN
14 CYCL DEF 2.1 ABST 2
15 CYCL DEF 2.2 TIEFE -20
16 CYCL DEF 2.3 V.ZEIT 0
17 CYCL DEF 2.4 F100

```



- ▶ 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: Verfahrensgeschwindigkeit 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.

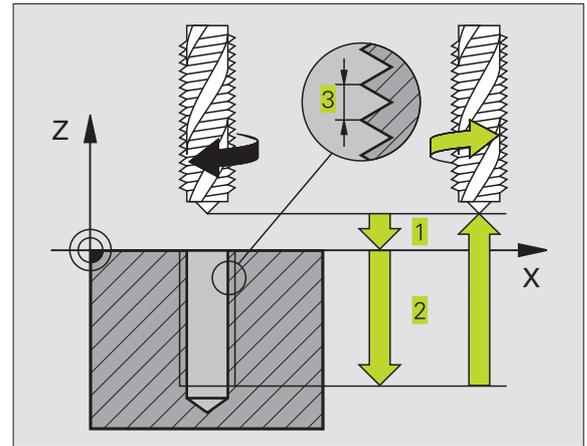
Die TNC berechnet den Vorschub in Abhängigkeit von der Drehzahl. Wenn Sie während des Gewindebohrens den Drehknopf für den Drehzahl-Override betätigen, paßt die TNC den Vorschub automatisch an.

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



NC-Beispielsätze:

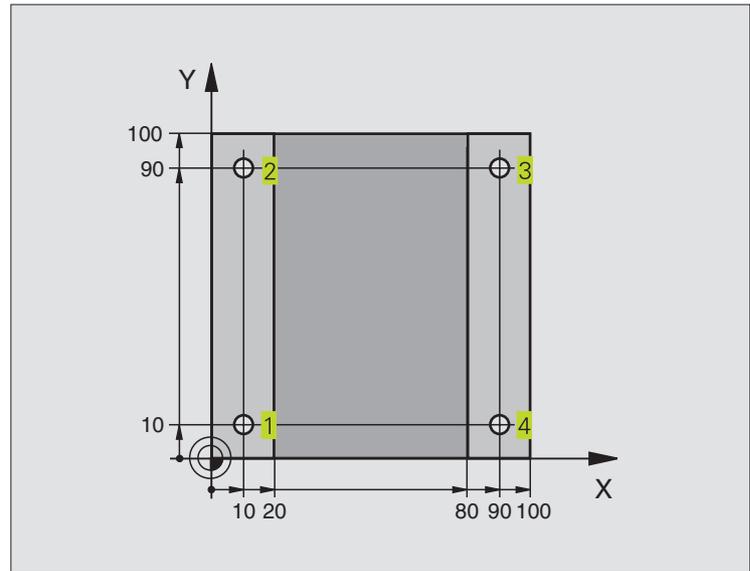
18 CYCL DEF 17.0 GEW.-BOHREN GS

19 CYCL DEF 17.1 ABST 2

20 CYCL DEF 17.2 TIEFE -20

21 CYCL DEF 17.3 STEIG +1

Beispiel: Bohrzyklen

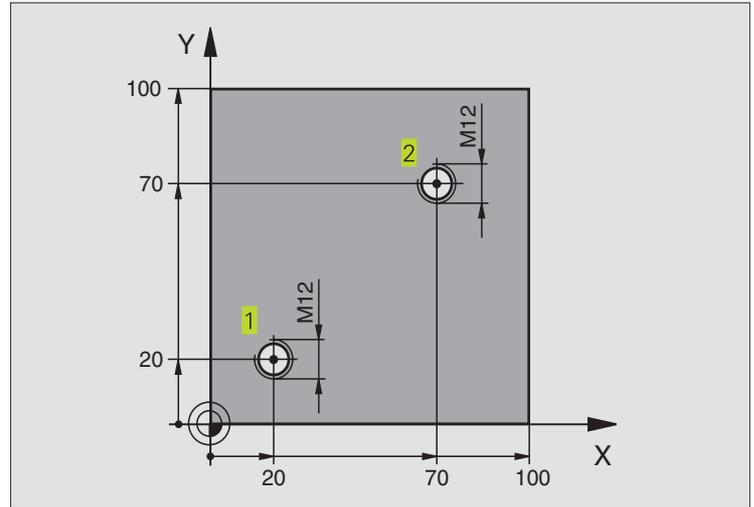


0	BEGIN PGM C200 MM	
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3	TOOL DEF 1 L+0 R+3	Werkzeug-Definition
4	TOOL CALL 1 Z S4500	Werkzeug-Aufruf
5	L Z+250 RO FMAX	Werkzeug freifahren
6	CYCL DEF 200 BOHREN	Zyklus-Definition
	Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
	Q201=-15 ;TIEFE	
	Q206=250 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
	Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
	Q210=0 ;VERWEILZEIT OBEN	
	Q203=-10 ;KOOR. OBERFLAECHE	
	Q204=20 ;2. SICHERHEITS-ABST.	
7	L X+10 Y+10 RO FMAX M3	Bohrung 1 anfahren, Spindel einschalten
8	CYCL CALL	Zyklus-Aufruf
9	L Y+90 RO FMAX M99	Bohrung 2 anfahren, Zyklus-Aufruf
10	L X+90 RO FMAX M99	Bohrung 3 anfahren, Zyklus-Aufruf
11	L Y+10 RO FMAX M99	Bohrung 4 anfahren, Zyklus-Aufruf
12	L Z+250 RO FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
13	END PGM C200 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 C2 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 C2 MM	

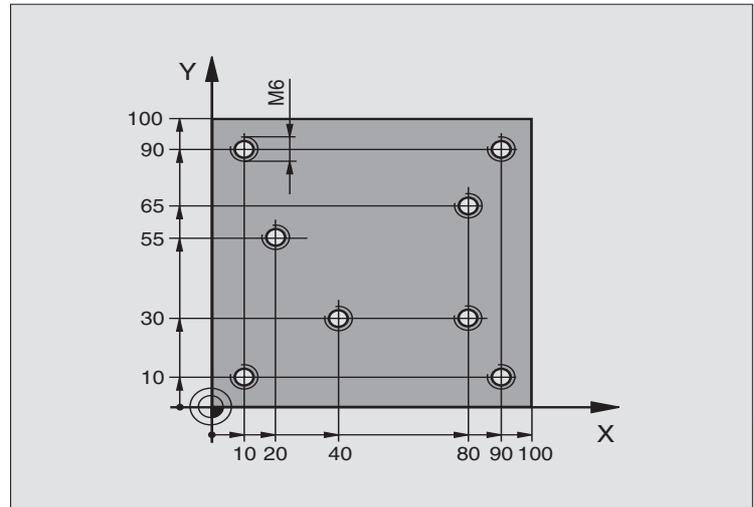
Beispiel: Bohrzyklen in Verbindung mit Punkte-Tabellen

Programm-Ablauf

- Zentrieren
- Bohren
- Gewindebohren M6

Die Bohrungskoordinaten sind in der Punkte-Tabelle TAB1.PNT gespeichert (siehe nächste Seite) und werden von der TNC mit CYCL CALL PAT gerufen.

Die Werkzeug-Radien sind so gewählt, daß alle Arbeitsschritte in der Testgrafik zu sehen sind.



0	BEGIN PGM 1 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	Werkzeug-Definition Zentrierer
4	TOOL DEF 2 L+0 R+2.4	Werkzeug-Definition Bohrer
5	TOOL DEF 3 L+0 R+3	Werkzeug-Definition Gewindebohrer
6	TOOL CALL 1 Z S5000	Werkzeug-Aufruf Zentrierer
7	L Z+10 R0 F5000	Werkzeug auf sichere Höhe fahren (F mit Wert programmieren, die TNC positioniert nach jedem Zyklus auf die sichere Höhe)
8	SEL PATTERN "TAB1"	Punkte-Tabelle festlegen
9	CYCL DEF 200 BOHREN	Zyklus-Definition Zentrieren
	Q200=2 ; SICHERHEITS-ABST.	
	Q201=-2 ; TIEFE	
	Q206=150 ; VORSCHUB TIEFENZ.	
	Q202=2 ; ZUSTELL-TIEFE	
	Q210=0 ; VERWEILZEIT OBEN	
	Q203=+0 ; KOOR. OBERFLAECHE	Koordinate Oberfläche (hier zwingend 0 einzeben)
	Q204=0 ; 2. SICHERHEITS-ABST.	2. Sicherheits-Abstand (hier zwingend 0 eingeben)
10	CYCL CALL PAT F5000 M3	Zyklus-Aufruf in Verbindung mit Punkte-Tabelle TAB1.PNT. Vorschub zwischen den Punkten: 5000 mm/min
11	L Z+100 R0 FMAX M6	Werkzeug freifahren, Werkzeug-Wechsel

12	TOOL CALL 2 Z S5000	Werkzeug-Aufruf Bohrer
13	L Z+10 R0 F5000	Werkzeug auf sichere Höhe fahren (F mit Wert programmieren)
14	CYCL DEF 200 BOHREN	Zyklus-Definition Bohren
	Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	Sicherheits-Abstand
	Q201=-25 ;TIEFE	Tiefe
	Q206=150 ;VORSCHUB TIEFENZ.	VorschubTiefenzustellung
	Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE	Zustell-Tiefe
	Q210=0 ;VERWEILZEIT OBEN	Verweilzeit
	Q203=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	Koordinate Oberfläche (hier zwingend 0 eingeben)
	Q204=0 ;2. SICHERHEITS-ABST.	2. Sicherheits-Abstand (hier zwingend 0 eingeben)
15	CYCL CALL PAT F5000 M3	Zyklus-Aufruf in Verbindung mit Punkte-Tabelle TAB1.PNT
16	L Z+100 R0 FMAX M6	Werkzeug freifahren, Werkzeug-Wechsel
17	TOOL CALL 3 Z S200	Werkzeug-Aufruf Gewindebohrer
18	L Z+50 R0 FMAX	Werkzeug auf sichere Höhe fahren
19	CYCL DEF 2 .0 GEWINDEBOHREN	Zyklus-Definition Gewindebohren
20	CYCL DEF 2 .1 ABST+2	Sicherheits-Abstand
21	CYCL DEF 2 .2 TIEFE-15	Tiefe
22	CYCL DEF 2 .3 V.ZEIT0	Verweilzeit
23	CYCL DEF 2 .4 F150	Vorschub
24	CYCL CALL PAT F5000 M3	Zyklus-Aufruf in Verbindung mit Punkte-Tabelle TAB1.PNT
25	L Z+100 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
26	END PGM 1 MM	

Punkte-TabelleTAB1.PNT

TAB1.PNT MM			
NR	X	Y	Z
0	+10	+10	+0
1	+40	+30	+0
2	+90	+10	+0
3	+80	+30	+0
4	+80	+65	+0
5	+90	+90	+0
6	+10	+90	+0
7	+20	+55	+0
[END]			

8.4 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.

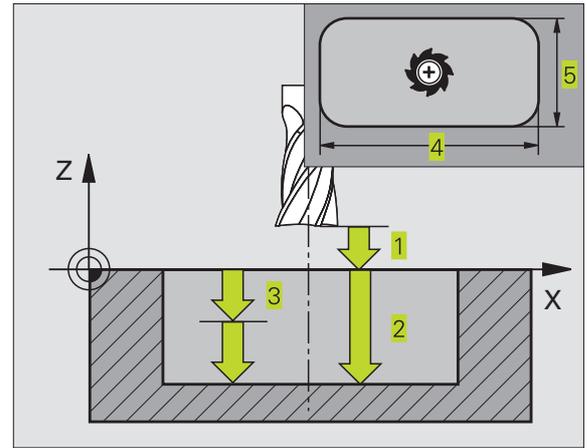
Das Vorzeichen des Parameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

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

Die Länge und die Breite muß jeweils größer sein als 2 x Rundungsradius.



- ▶ 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 Tasche, parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ 2. Seiten-Länge **5**: Breite der Tasche
- ▶ Vorschub F: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs in der Bearbeitungsebene



NC-Beispielsätze:

27	CYCL DEF 4.0	TASCHENFRAESEN
28	CYCL DEF 4.1	ABST 2
29	CYCL DEF 4.2	TIEFE -20
30	CYCL DEF 4.3	ZUSTLG 5 F100
31	CYCL DEF 4.4	X80
32	CYCL DEF 4.5	Y60
33	CYCL DEF 4.6	F275 DR+ RADIUS 5

- ▶ 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 Maschinen-Parameter 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)

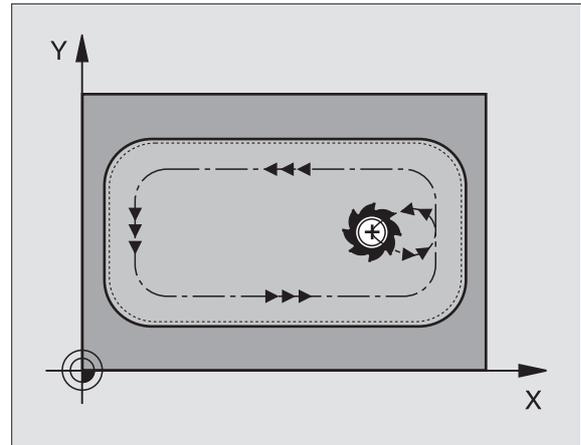


Beachten Sie vor dem Programmieren

Das Vorzeichen des Parameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

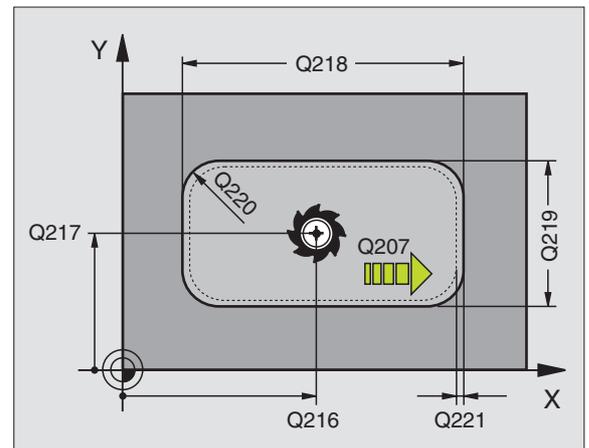
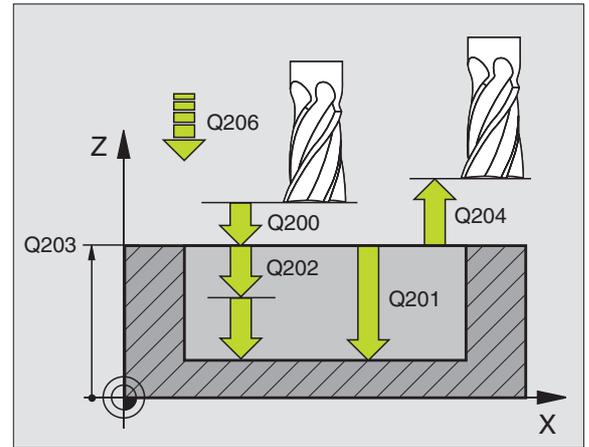
Wenn Sie die Tasche aus dem Vollen heraus schlichten wollen, dann verwenden Sie einen Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn (DIN 844) und geben einen kleinen Vorschub Tiefenzustellung ein.

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 geben Sie einen kleineren Wert ein als in Q207 definiert
- ▶ 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



NC-Beispielsätze:

34	CYCL DEF 212 TASCH	SCHLICHTEN
Q200=2	;	SICHERHEITS-ABST.
Q201=-20	;	TIEFE
Q206=150	;	VORSCHUB TIEFENZ.
Q202=5	;	ZUSTELL-TIEFE
Q207=500	;	VORSCHUB FRAESEN
Q203=+0	;	KOOR. OBERFLAECHE
Q204=50	;	2. SICHERHEITS-ABST.
Q216=+50	;	MITTE 1. ACHSE
Q217=+50	;	MITTE 2. ACHSE
Q218=80	;	1. SEITEN-LAENGE
Q219=60	;	2. SEITEN-LAENGE
Q220=5	;	ECKENRADIUS
Q221=0	;	AUFMASS

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 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 mit FMAX auf den Sicherheits-Abstand oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand und anschließend in die Mitte des Zapfens (Endposition = Startposition)



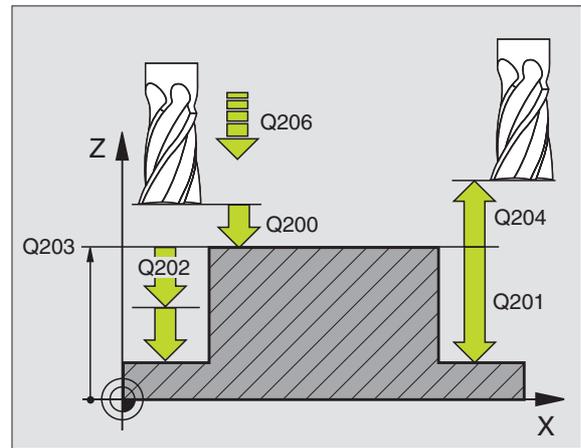
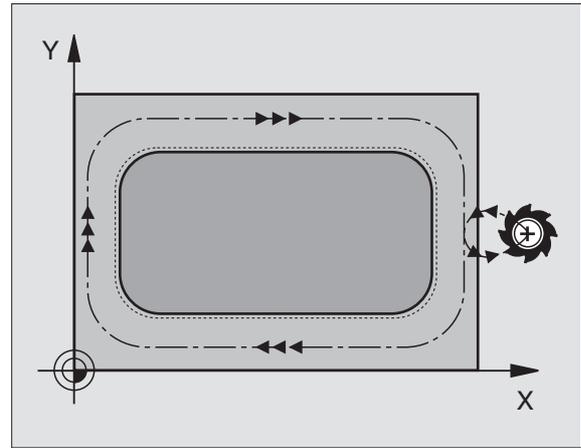
Beachten Sie vor dem Programmieren

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

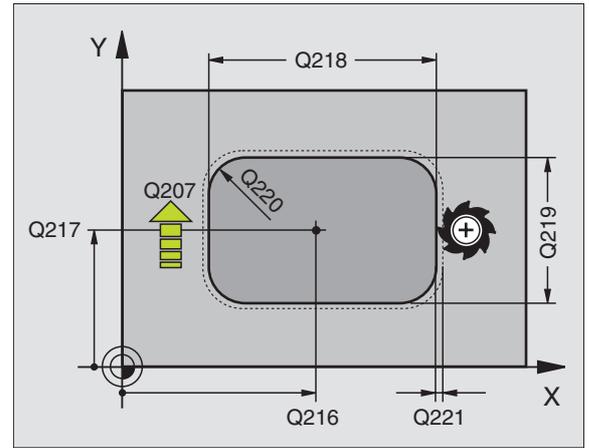


NC-Beispielsätze:

```

35 CYCL DEF 213 ZAPFEN SCHLICHTEN
  Q200=2 ; SICHERHEITS-ABST.
  Q201=-20 ; TIEFE
  Q206=150 ; VORSCHUB TIEFENZ.
  Q202=5 ; ZUSTELL-TIEFE
  Q207=500 ; VORSCHUB FRAESEN
  Q203=+0 ; KOOR. OBERFLAECHE
  Q204=50 ; 2. SICHERHEITS-ABST.
  Q216=+50 ; MITTE 1. ACHSE
  Q217=+50 ; MITTE 2. ACHSE
  Q218=80 ; 1. SEITEN-LAENGE
  Q219=60 ; 2. SEITEN-LAENGE
  Q220=5 ; ECKENRADIUS
  Q221=0 ; AUFMASS
  
```

- ▶ 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



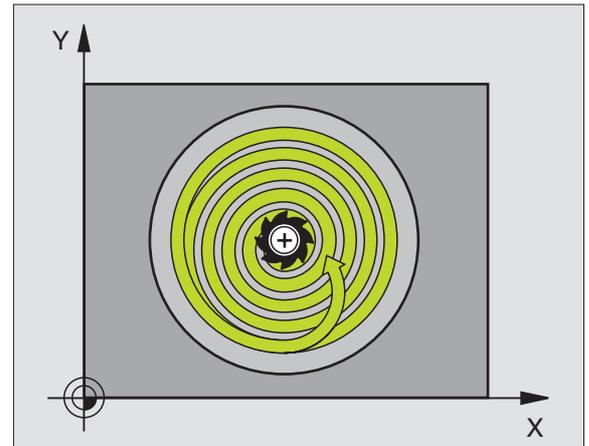
Beachten Sie vor dem Programmieren

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.

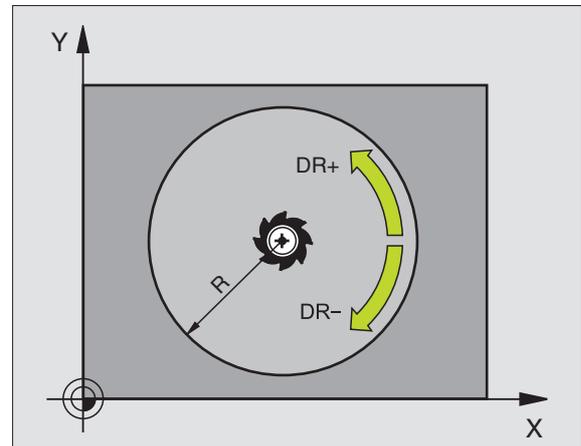
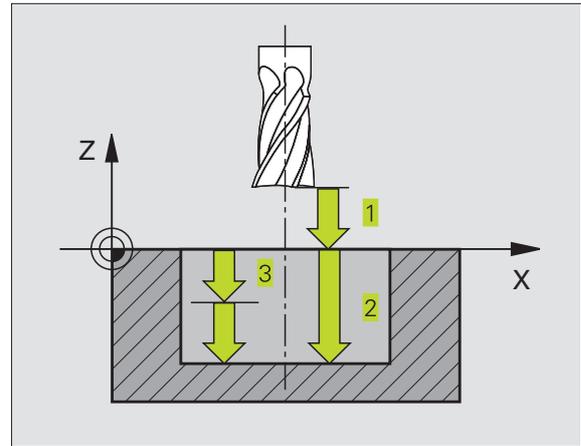
Das Vorzeichen des Parameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

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. DieTNC 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



NC-Beispielsätze:

36 CYCL DEF 5.0 KREISTASCHE

37 CYCL DEF 5.1 ABST 2

38 CYCL DEF 5.2 TIEFE -20

39 CYCL DEF 5.3 ZUSTLG 5 F100

40 CYCL DEF 5.4 RADIUS 40

41 CYCL DEF 5.5 F250 DR+

KREISTASCHE SCHLICHTEN (Zyklus 214)

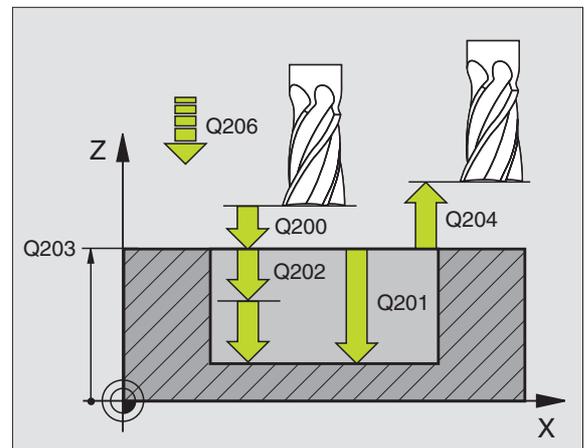
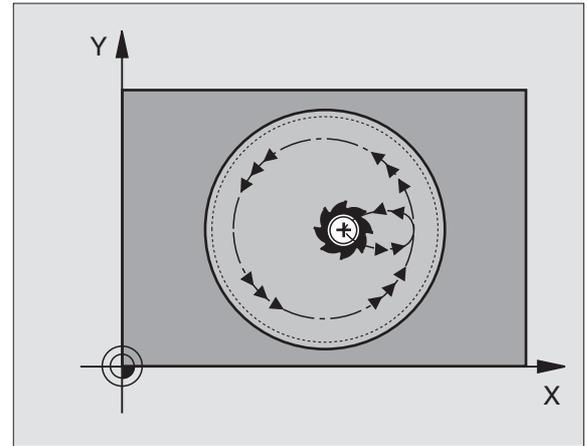
- 1 Die TNC fährt das Werkzeug automatisch in der Spindelachse auf den Sicherheits-Abstand, oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand und anschließend in die Taschenmitte
- 2 Von der Taschenmitte aus fährt das Werkzeug in der Bearbeitungsebene auf den Startpunkt der Bearbeitung. Die TNC 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 geben Sie einen kleineren Wert ein als in Q207 definiert
- ▶ Zustell-Tiefe Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird
- ▶ Vorschub Fräsen Q207: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min

NC-Beispielsätze:

42 CYCL DEF 214 KREIST. SCHLICHTEN

Q200=2 ; SICHERHEITS-ABST.

Q201=-20 ; TIEFE

Q206=150 ; VORSCHUB TIEFENZ.

Q202=5 ; ZUSTELL-TIEFE

Q207=500 ; VORSCHUB FRAESEN

Q203=+0 ; KOOR. OBERFLAECHE

Q204=50 ; 2. SICHERHEITS-ABST.

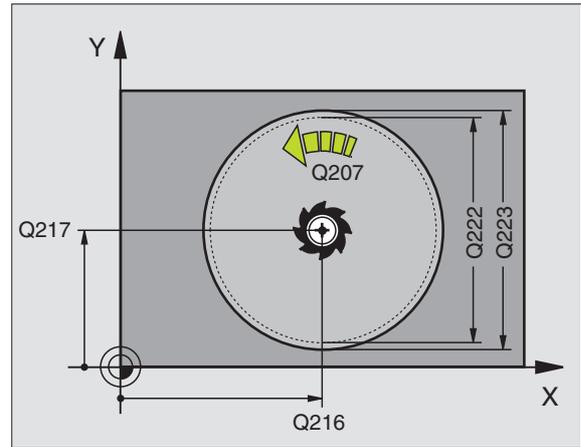
Q216=+50 ; MITTE 1. ACHSE

Q217=+50 ; MITTE 2. ACHSE

Q222=79 ; ROHTEIL-DURCHMESSER

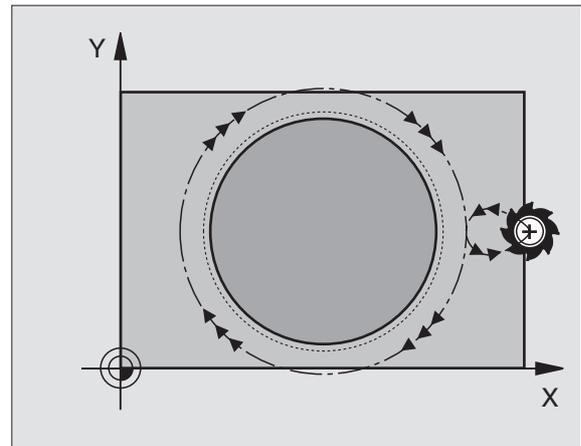
Q223=80 ; FERTIGTEIL-DURCHM.

- ▶ 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 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 (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)





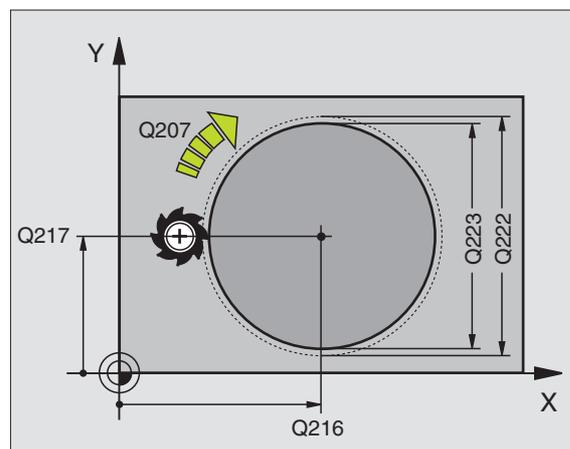
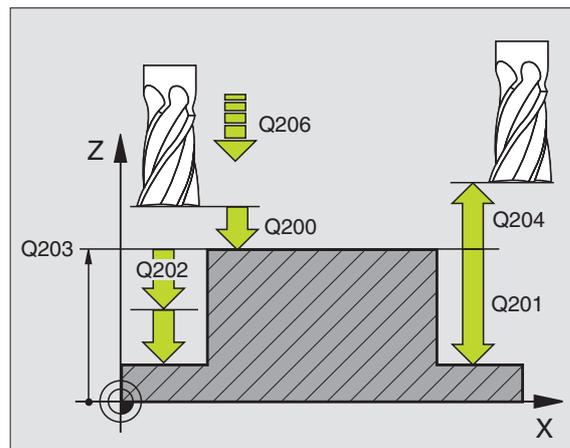
Beachten Sie vor dem Programmieren

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



NC-Beispielsätze:

43 CYCL DEF 215 KREISZ. SCHLICHTEN

Q200=2 ; SICHERHEITS-ABST.

Q201=-20 ; TIEFE

Q206=150 ; VORSCHUB TIEFENZ.

Q202=5 ; ZUSTELL-TIEFE

Q207=500 ; VORSCHUB FRAESEN

Q203=+0 ; KOOR. OBERFLAECHE

Q204=50 ; 2. SICHERHEITS-ABST.

Q216=+50 ; MITTE 1. ACHSE

Q217=+50 ; MITTE 2. ACHSE

Q222=81 ; ROHTEIL-DURCHMESSER

Q223=80 ; FERTIGTEIL-DURCHM.

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. Seitenlänge) 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.

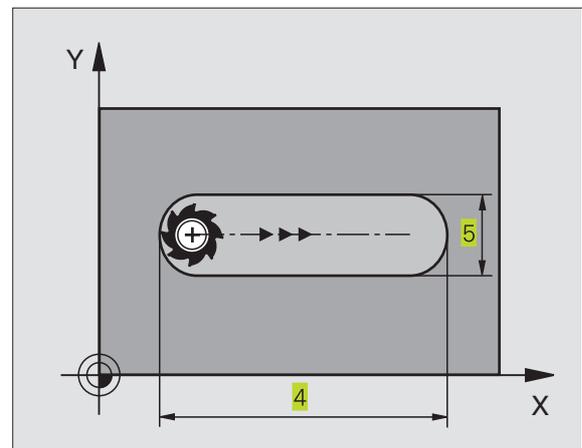
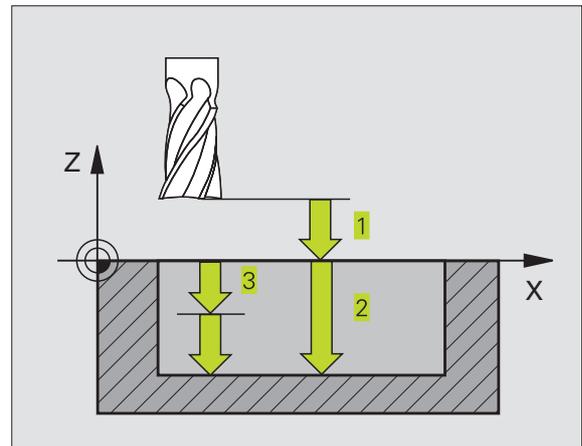
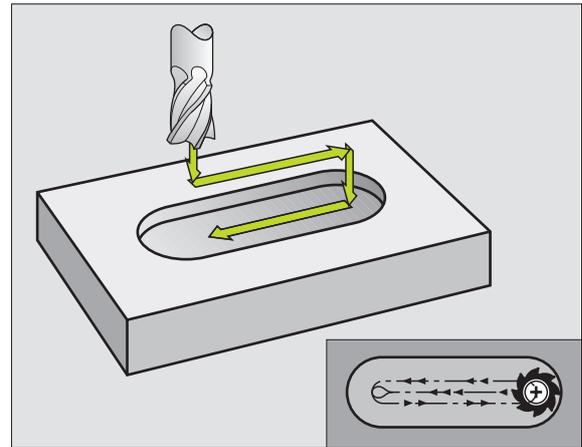
Das Vorzeichen des Parameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

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 reduziertem Vorschub auf die Werkstück-Oberfläche; von dort aus fährt der Fräser mit dem Vorschub Fräsen 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

NC-Beispielsätze:

44 CYCL DEF 3.0 NUTENFRAESEN

45 CYCL DEF 3.1 ABST 2

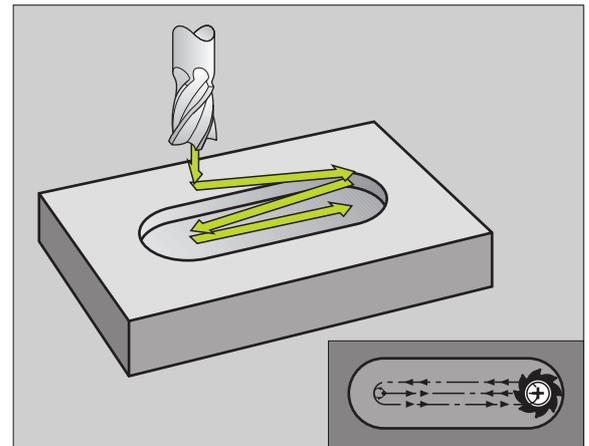
46 CYCL DEF 3.2 TIEFE -20

47 CYCL DEF 3.3 ZUSTLG 5 F100

48 CYCL DEF 3.4 X+80

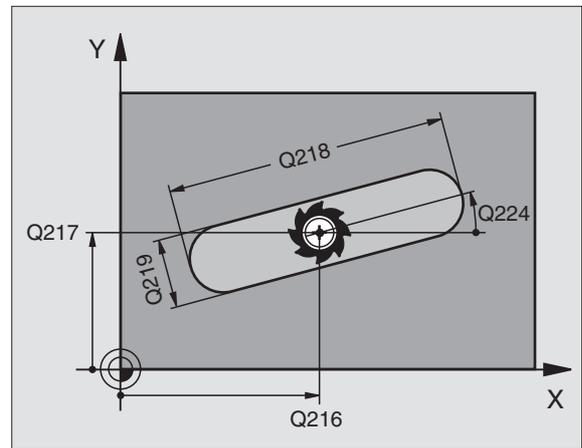
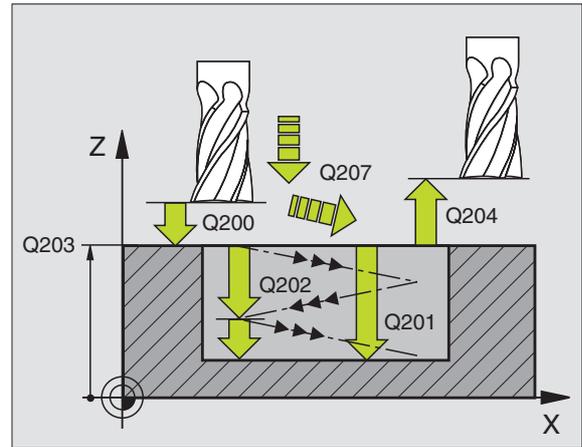
49 CYCL DEF 3.5 Y12

50 CYCL DEF 3.6 F275





- ▶ 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



NC-Beispielsätze:

51	CYCL DEF 210	NUT PENDELND
Q200=2	; SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-20	; TIEFE	
Q207=500	; VORSCHUB FRAESEN	
Q202=5	; ZUSTELL-TIEFE	
Q215=0	; BEARBEITUNGS-UMFANG	
Q203=+0	; KOOR. OBERFLAECHE	
Q204=50	; 2. SICHERHEITS-ABST.	
Q216=+50	; MITTE 1. ACHSE	
Q217=+50	; MITTE 2. ACHSE	
Q218=80	; 1. SEITEN-LAENGE	
Q219=12	; 2. SEITEN-LAENGE	
Q224=+15	; DREHLAGE	

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 reduziertem Vorschub auf die Werkstück-Oberfläche; von dort aus fährt der Fräser mit dem Vorschub Fräsen – 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

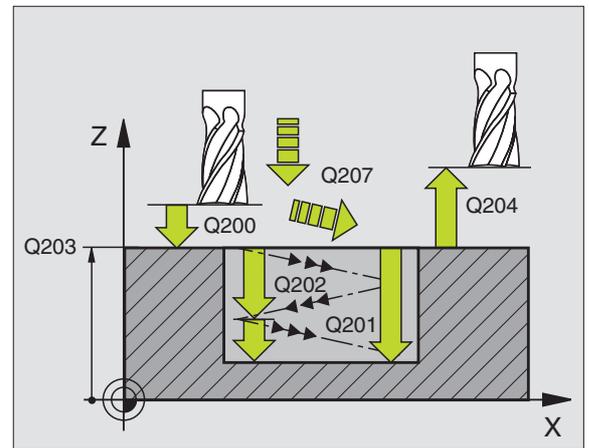
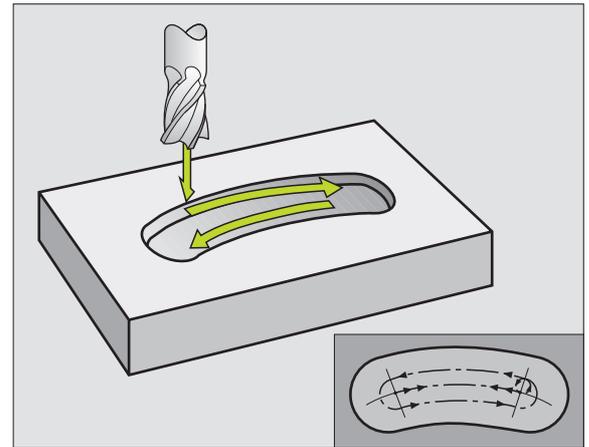


Beachten Sie vor dem Programmieren

Das Vorzeichen des Parameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

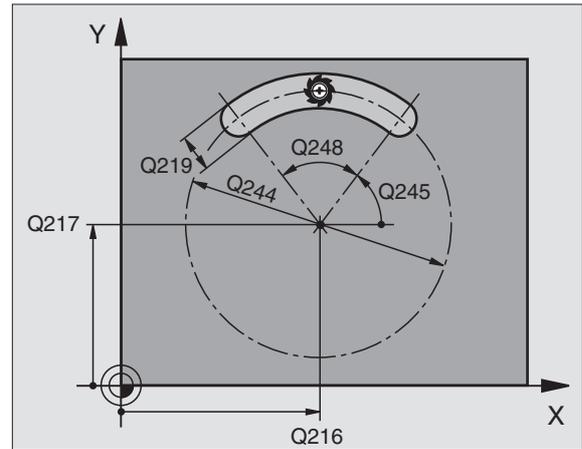
Fräserdurchmesser nicht größer als die Nutbreite und nicht kleiner als ein Drittel der Nutbreite wählen.

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





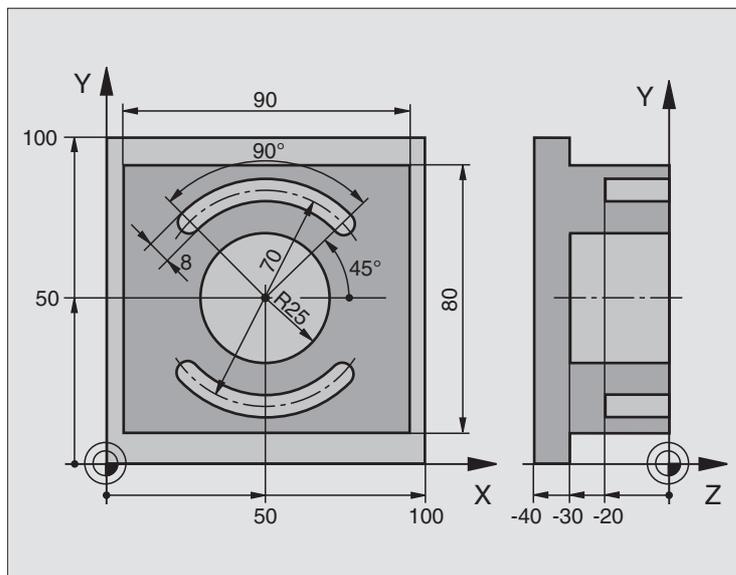
- ▶ Sicherheits-Abstand Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche
- ▶ Tiefe Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Nutgrund
- ▶ Vorschub Fräsen Q207: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- ▶ Zustell-Tiefe Q202 (inkremental): 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
- ▶ Öffnungswinkel der Nut Q248 (inkremental): Öffnungswinkel der Nut eingeben



NC-Beispielsätze:

52	CYCL DEF 211	RUNDE NUT
	Q200=2	; SICHERHEITS-ABST.
	Q201=-20	; TIEFE
	Q207=500	; VORSCHUB FRAESEN
	Q202=5	; ZUSTELL-TIEFE
	Q215=0	; BEARBEITUNGS-UMFANG
	Q203=+0	; KOOR. OBERFLAECHE
	Q204=50	; 2. SICHERHEITS-ABST.
	Q216=+50	; MITTE 1. ACHSE
	Q217=+50	; MITTE 2. ACHSE
	Q244=80	; TEILKREIS-DURCHM.
	Q219=12	; 2. SEITEN-LAENGE
	Q245=+45	; STARTWINKEL
	Q248=90	; OEFFNUNGSWINKEL

Beispiel: Tasche, Zapfen und Nuten fräsen



0	BEGIN PGM C210 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 FMAX	Werkzeug freifahren
7	CYCL DEF 213 ZAPFEN SCHLICHTEN	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-Definition Kreistasche

9	CYCL DEF 5.0 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+	Zyklus-Aufruf Kreistasche
15	L Z+2 R0 FMAX M99	Werkzeug-Wechsel
16	L Z+250 R0 FMAX M6	Werkzeug-Aufruf Nutenfräser
17	TOOL CALL 2 Z S5000	Zyklus-Definition Nut 1
18	CYCL DEF 211 RUNDE NUT	
	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	FN 0: Q245 = +225	Neuer Startwinkel für Nut 2
21	CYCL CALL	Zyklus-Aufruf Nut 2
22	L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
23	END PGM C210 MM	

Beispiel: Rechteck-Tasche schrappen und schlichten in Verbindung mit Punkte-Tabellen

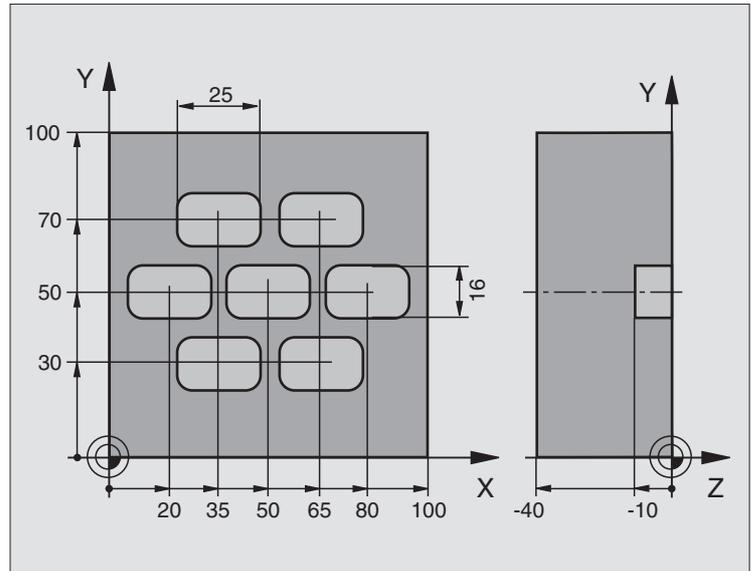
Programm-Ablauf

- Rechteck-Tasche schrappen mit Zyklus 4
- Rechteck-Tasche schlichten mit Zyklus 212

Die Mittelpunktskoordinaten sind in der Punkte-Tabelle MUSTPKT.PNT gespeichert (siehe nächste Seite) und werden von der TNC mit CYCL CALL PAT gerufen.

Beachten Sie, daß bei der Zyklus-Definition 212 sowohl für die Koordinaten der Taschenmitte (Q212 und Q213), als auch für die Koordinate der Werkstück-Oberfläche 0 programmiert ist.

Um die Taschen auf verschiedenen Tiefen-Niveaus zu fräsen, ändern Sie die Z-Koordinaten in der Punkte-Tabelle MUSTPKT.PNT ab



0	BEGIN PGM TAKOM 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+3	Werkzeug-Definition Schrappen
4	TOOL DEF 2 L+0 R+3	Werkzeug-Definition Schlichten
5	TOOL CALL 1 Z S5000	Werkzeug-Aufruf Schrappen
6	L Z+10 R0 F5000	Werkzeug auf sichere Höhe fahren (F mit Wert programmieren) (Die TNC positioniert nach jedem Zyklus auf die sichere Höhe)
7	SEL PATTERN "MUSTPKT"	Punkte-Tabelle festlegen
8	CYCL DEF 4 .0 TASCHENFRAESEN	Zyklus-Definition Tasche schrappen
9	CYCL DEF 4 .1 ABST+2	
10	CYCL DEF 4 .2 TIEFE-10	
11	CYCL DEF 4 .3 ZUSTLG+3 F150	
12	CYCL DEF 4 .4 X+25	
13	CYCL DEF 4 .5 Y+15	
14	CYCL DEF 4 .6 F350 DR+ RADIUS4	
15	CYCL CALL PAT F5000 M3	Zyklus-Aufruf in Verbindung mit Punkte-Tabelle MUSTPKT.PNT

16	L	Z+100	RO	FMAX	M6	Werkzeug freifahren, Werkzeug-Wechsel
17	TOOL CALL 2 Z S5000					
18	L	Z+10	RO	F5000		Werkzeug auf sichere Höhe fahren (F mit Wert programmieren)
19	CYCL DEF 212 TASCHE SCHLICHTEN					Zyklus-Definition Tasche schlichten
		Q200=2		; SICHERHEITS-ABST.		
		Q201=-10		; TIEFE		
		Q206=150		; VORSCHUB TIEFENZ.		
		Q202=5		; ZUSTELL_TIEFE		
		Q207=500		; VORSCHUB FRAESEN		
		Q203=+0		; KOOR. OBERFLAECHE		Koordinate Oberfläche (hier zwingend 0 eingeben)
		Q204=0		; 2. SICHERHEITS-ABST.		2. Sicherheits-Abstand (hier zwingend 0 eingeben)
		Q216=+0		; MITTE 1. ACHSE		Mitte X-Achse (hier zwingend 0 eingeben)
		Q217=+0		; MITTE 2. ACHSE		Mitte Y-Achse (hier zwingend 0 eingeben)
		Q218=25		; 1. SEITEN-LAENGE		
		Q219=16		; 2. SEITEN-LAENGE		
		Q220=4		; ECKENRADIUS		
		Q221=0.5		; AUFMASS 1.ACHSE		
20	CYCL CALL PAT F5000 M3					Zyklus-Aufruf in Verbindung mit Punkte-Tabelle MUSTPKT.PNT
21	L	Z+100	RO	FMAX	M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
22	END PGM TAKOM MM					

Punkte-Tabelle MUSTPKT.PNT

	MUSTPKT	.PNT	MM
NR	X	Y	Z
0	+35	+30	+0
1	+65	+30	+0
2	+80	+50	+0
3	+50	+50	+0
4	+20	+50	+0
5	+35	+70	+0
6	+65	+70	+0
[END]			

8.5 Zyklen zum Herstellen von Punktemustern

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

Zyklus	Softkey
220 PUNKTEMUSTER AUF KREIS	
221 PUNKTEMUSTER AUF LINIEN	



Um unregelmäßige Punktemuster zu erstellen, verwenden Sie Punkte-Tabellen (siehe „8.2 Punkte-Tabellen“).

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

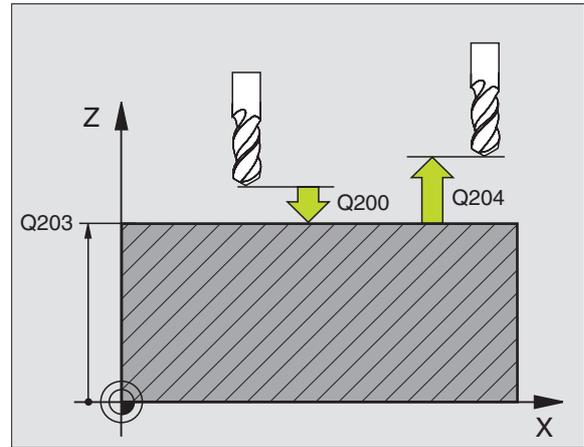
Zyklus 1	TIEFBOHREN
Zyklus 2	GEWINDEBOHREN mit Ausgleichsfutter
Zyklus 3	NUTENFRAESEN
Zyklus 4	TASCHENFRAESEN
Zyklus 5	KREISTASCHE
Zyklus 17	GEWINDEBOHREN ohne Ausgleichsfutter
Zyklus 200	BOHREN
Zyklus 201	REIBEN
Zyklus 202	AUSDREHEN
Zyklus 203	UNIVERSAL-BOHRZYKLUS
Zyklus 204	RUECKWAERTS-SENKEN
Zyklus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

PUNKTEMUSTER AUF KREIS (Zyklus 220)

- 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)
- Ab dieser Position führt die TNC den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus aus
 - 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)
 - Dieser Vorgang (1 bis 3) wiederholt sich, bis alle Bearbeitungen ausgeführt sind



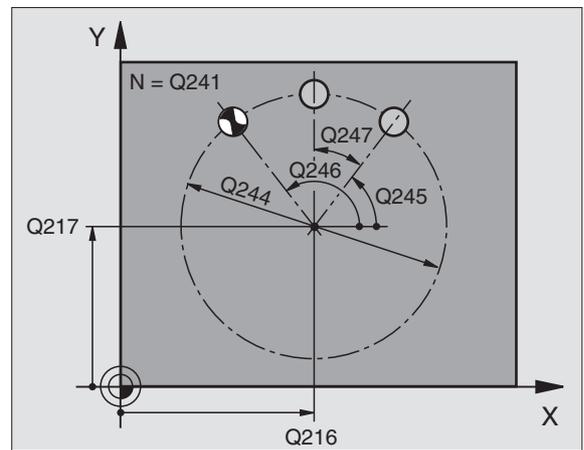
Beachten Sie vor dem Programmieren

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 (gilt nicht für Vollkreise); Endwinkel ungleich Startwinkel eingeben; wenn Endwinkel größer als Startwinkel eingegeben, dann Bearbeitung im Gegen-Uhrzeigersinn, sonst Bearbeitung im Uhrzeigersinn
- ▶ Winkelschritt Q247 (inkremental): Winkel zwischen zwei Bearbeitungen auf dem Teilkreis; wenn Winkelschritt gleich null ist, dann berechnet die TNC den Winkelschritt aus Startwinkel, Endwinkel und Anzahl Bearbeitungen; wenn ein Winkelschritt eingegeben ist, dann berücksichtigt die TNC den Endwinkel nicht; das Vorzeichen des Winkelschritts legt die Bearbeitungsrichtung fest (- = Uhrzeigersinn)



NC-Beispielsätze:

53 CYCL DEF 220 MUSTER KREIS	
Q216=+50	; MITTE 1. ACHSE
Q217=+50	; MITTE 2. ACHSE
Q244=80	; TEILKREIS-DURCHM.
Q245=+0	; STARTWINKEL
Q246=+360	; ENDWINKEL
Q247=+0	; WINKELSCHRITT
Q241=8	; ANZAHL BEARBEITUNGEN
Q200=2	; SICHERHEITS-ABST.
Q203=+0	; KOOR. OBERFLAECHE
Q204=50	; 2. SICHERHEITS-ABST.

- ▶ 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)

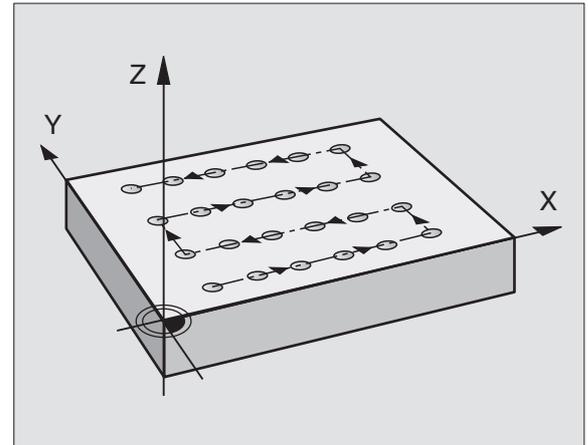


Beachten Sie vor dem Programmieren

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.

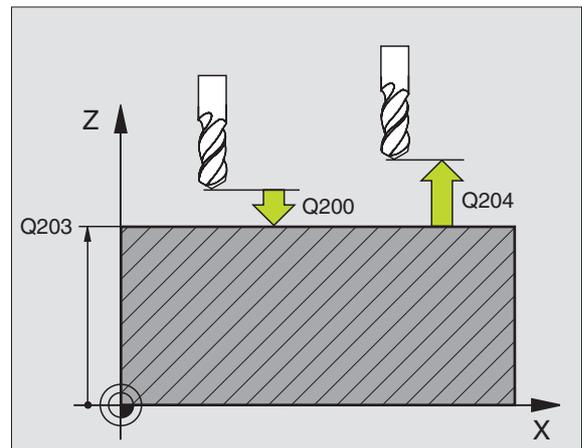
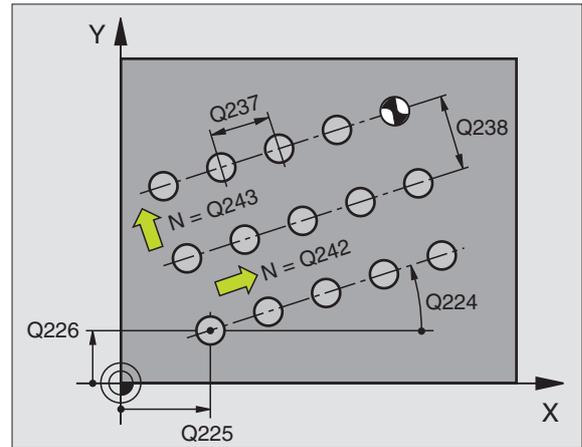
- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug automatisch von der aktuellen Position zum Startpunkt der ersten Bearbeitung
 - Reihenfolge:
 - 2. Sicherheits-Abstand anfahren (Spindelachse)
 - Startpunkt in der Bearbeitungsebene anfahren
 - Auf Sicherheits-Abstand über Werkstück-Oberfläche fahren (Spindelachse)
- 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 und führt die Bearbeitung dort aus



- 7 Dieser Vorgang (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
- ▶ Drehwinkel 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



NC-Beispielsätze:

54 CYCL DEF 221 MUSTER LINIEN

Q225=+15 ; STARTPUNKT 1. ACHSE

Q226=+15 ; STARTPUNKT 2. ACHSE

Q237=+10 ; ABSTAND 1. ACHSE

Q238=+8 ; ABSTAND 2. ACHSE

Q242=6 ; ANZAHL SPALTEN

Q243=4 ; ANZAHL ZEILEN

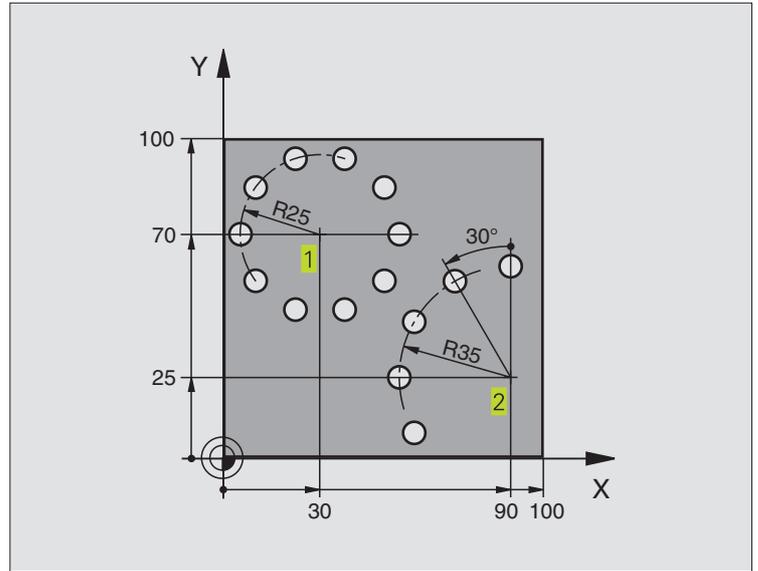
Q224=+15 ; DREHLAGE

Q200=2 ; SICHERHEITS-ABST.

Q203=+0 ; KOOR. OBERFLAECHE

Q204=50 ; 2. SICHERHEITS-ABST.

Beispiel: Lochkreise



0	BEGIN PGM BOHRB 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+3	Werkzeug-Definition
4	TOOL CALL 1 Z S3500	Werkzeug-Aufruf
5	L Z+250 R0 FMAX M3	Werkzeug freifahren
6	CYCL DEF 200 BOHREN	Zyklus-Definition Bohren
	Q200=2 ; SICHERHEITS-ABST.	
	Q201=-15 ; TIEFE	
	Q206=250 ; VORSCHUB TIEFENZ.	
	Q202=4 ; ZUSTELL-TIEFE	
	Q210=0 ; VERWEILZEIT	
	Q203=+0 ; KOOR. OBERFLAECHE	
	Q204=0 ; 2. SICHERHEITS-ABST.	

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 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
10	END PGM BOHRB MM	

8.6 SL-Zyklen

Mit den SL-Zyklen lassen sich komplexe zusammengesetzte Konturen bearbeiten.

Eigenschaften der Kontur

- Eine Gesamtkontur kann aus überlagerten Teilkonturen (bis zu 12 Stück) zusammengesetzt sein. Beliebige Taschen und Inseln bilden dabei die Teilkonturen
- Die Liste der Teilkonturen (Unterprogramm-Nummern) geben Sie im Zyklus 14 KONTUR ein. Die TNC berechnet aus den Teilkonturen die Gesamtkontur
- Die Teilkonturen selbst geben Sie als Unterprogramme ein.
- Der Speicher für einen SL-Zyklus ist begrenzt. Alle Unterprogramme dürfen zusammen nicht mehr als z.B. 128 Geradensätze enthalten

Eigenschaften der Unterprogramme

- Koordinaten-Umrechnungen sind erlaubt. Werden sie innerhalb der Teilkonturen programmiert, wirken sie auch in den nachfolgenden Unterprogrammen, müssen aber nach dem Zyklusaufwurf nicht zurückgesetzt werden
- Die TNC ignoriert Vorschübe F und Zusatz-Funktionen M
- Die TNC erkennt eine Tasche, wenn Sie die Kontur innen umlaufen, z.B. Beschreibung der Kontur im Uhrzeigersinn mit Radius-Korrektur RR
- Die TNC erkennt eine Insel, wenn Sie die Kontur außen umlaufen, z.B. Beschreibung der Kontur im Uhrzeigersinn mit Radius-Korrektur RL
- Die Unterprogramme dürfen keine Koordinaten in der Spindelachse enthalten
- Im ersten Koordinatensatz des Unterprogramms legen Sie die Bearbeitungsebene fest. Parallelachsen sind erlaubt

Eigenschaften der Bearbeitungszyklen



Mit MP7420.0 und MP7420.1 legen Sie fest, wie die TNC das Werkzeug beim Ausräumen verfahren soll (siehe „15.1 Allgemeine Anwender-Parameter“).

- Die TNC positioniert vor jedem Zyklus automatisch auf den Startpunkt in der Bearbeitungsebene. In der Spindelachse müssen Sie das Werkzeug auf Sicherheits-Abstand vorpositionieren
- Jedes Tiefen-Niveau wird achsparallel oder unter einem beliebigen Winkel ausgeräumt (Winkel in Zyklus 6 definieren); Inseln werden standardmäßig auf Sicherheits-Abstand überfahren. In MP7420.1 können Sie auch festlegen, daß die TNC die Kontur so ausräumen soll, daß einzelne Kammern nacheinander ohne Abhebewebewegungen bearbeitet werden.
- Die TNC berücksichtigt ein eingegebenes Aufmaß (Zyklus 6) in der Bearbeitungsebene

Übersicht: SL-Zyklen

Zyklus	Softkey
14 KONTUR (zwingend erforderlich)	
15 VORBOHREN (wahlweise verwendbar)	
6 AUSRAEUMEN (zwingend erforderlich)	
16 KONTURFRAESEN (wahlweise verwendbar)	

KONTUR (Zyklus 14)

In Zyklus 14 KONTUR listen Sie alle Unterprogramme auf, die zu einer Gesamtkontur überlagert werden sollen (siehe Bild rechts unten).

Beachten Sie vor dem Programmieren Zyklus 14 ist DEF-aktiv, das heißt ab seiner Definition im Programm wirksam.
In Zyklus 14 können Sie maximal 12 Unterprogramme (Teilkonturen) auflisten.

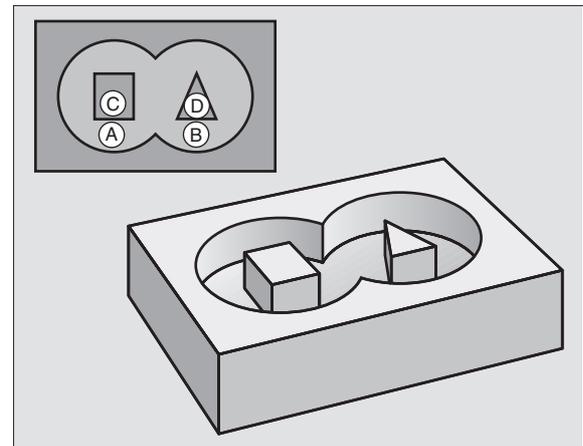


► Label-Nummern für die Kontur: Alle Label-Nummern der einzelnen Unterprogramme eingeben, die zu einer Kontur überlagert werden sollen. Jede Nummer mit der Taste ENT bestätigen und die Eingaben mit der Taste END abschließen.

Schema: Arbeiten mit SL-Zyklen

```

0 BEGIN PGM SL MM
...
12 CYCL DEF 14.0 KONTUR ...
...
16 CYCL DEF 15.0 VORBOHREN ...
17 CYCL CALL
...
18 CYCL DEF 6.0 RAEUMEN ...
19 CYCL CALL
...
26 CYCL DEF 16.0 KONTURFRAESEN ...
27 CYCL CALL
...
50 L Z+250 R0 FMAX M2
51 LBL 1
...
55 LBL 0
56 LBL 2
...
60 LBL 0
...
99 END PGM SL MM
    
```



NC-Beispielsätze:

```

3 CYCL DEF 14.0 KONTUR
4 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL1 /2 /3
    
```

Überlagerte Konturen

Taschen und Inseln können Sie zu einer neuen Kontur überlagern. Damit können Sie die Fläche einer Tasche durch eine überlagerte Tasche vergrößern oder eine Insel verkleinern.

Unterprogramme: Überlagerte Taschen



Die nachfolgenden Programmierbeispiele sind Kontur-Unterprogramme, die in einem Hauptprogramm von Zyklus 14 KONTUR aufgerufen werden.

Die Taschen A und B überlagern sich.

Die TNC berechnet die Schnittpunkte S_1 und S_2 , sie müssen nicht programmiert werden.

Die Taschen sind als Vollkreise programmiert.

Unterprogramm 1: Tasche links

```
51 LBL 1
52 L X+10 Y+50 RR
53 CC X+35 Y+50
54 C X+10 Y+50 DR-
55 LBL 0
```

Unterprogramm 2: Tasche rechts

```
56 LBL 2
57 L X+90 Y+50 RR
58 CC X+65 Y+50
59 C X+90 Y+50 DR-
60 LBL 0
```

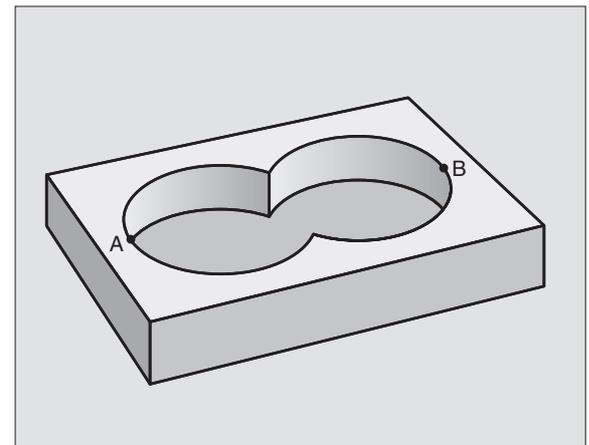
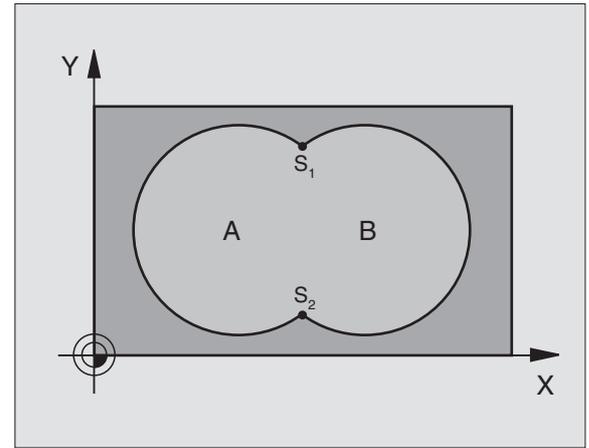
„Summen“-Fläche

Beide Teilflächen A und B inklusive der gemeinsam überdeckten Fläche sollen bearbeitet werden:

- Die Flächen A und B müssen Taschen sein.
- Die erste Tasche (in Zyklus 14) muß außerhalb der zweiten beginnen.

Fläche A:

```
51 LBL 1
52 L X+10 Y+50 RR
53 CC X+35 Y+50
54 C X+10 Y+50 DR-
55 LBL 0
```



Fläche B:

56 LBL 2
 57 L X+90 Y+50 RR
 58 CC X+65 Y+50
 59 C X+90 Y+50 DR-
 60 LBL 0

„Differenz“-Fläche

Fläche A soll ohne den von B überdeckten Anteil bearbeitet werden:

- Fläche A muß Tasche und B muß Insel sein.
- A muß außerhalb B beginnen.

Fläche A:

51 LBL 1
 52 L X+10 Y+50 RR
 53 CC X+35 Y+50
 54 C X+10 Y+50 DR-
 55 LBL 0

Fläche B:

56 LBL 2
 57 L X+90 Y+50 RL
 58 CC X+65 Y+50
 59 C X+90 Y+50 DR-
 60 LBL 0

„Schnitt“-Fläche

Die von A und B überdeckte Fläche soll bearbeitet werden. (Einfach überdeckte Flächen sollen unbearbeitet bleiben.)

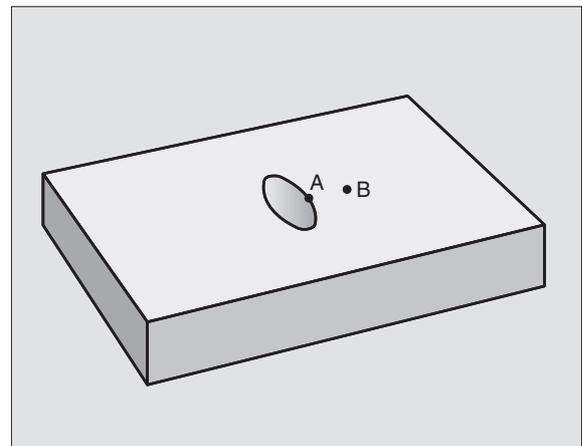
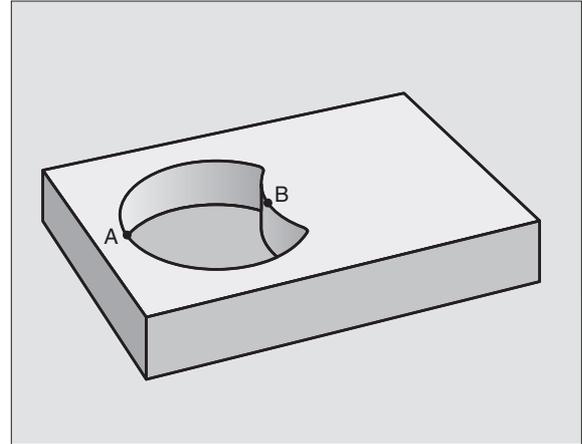
- A und B müssen Taschen sein.
- A muß innerhalb B beginnen.

Fläche A:

51 LBL 1
 52 L X+60 Y+50 RR
 53 CC X+35 Y+50
 54 C X+60 Y+50 DR-
 55 LBL 0

Fläche B:

56 LBL 2
 57 L X+90 Y+50 RR
 58 CC X+65 Y+50
 59 C X+90 Y+50 DR-
 60 LBL 0



VORBOHREN (Zyklus 15)

Zyklus-Ablauf

Wie Zyklus 1 Tiefbohren (siehe „8.3 Bohrzyklen“).

Einsatz

Zyklus 15 VORBOHREN berücksichtigt für die Einstichpunkte das Schlicht-Aufmaß. Die Einstichpunkte sind gleichzeitig die Startpunkte fürs Räumen.

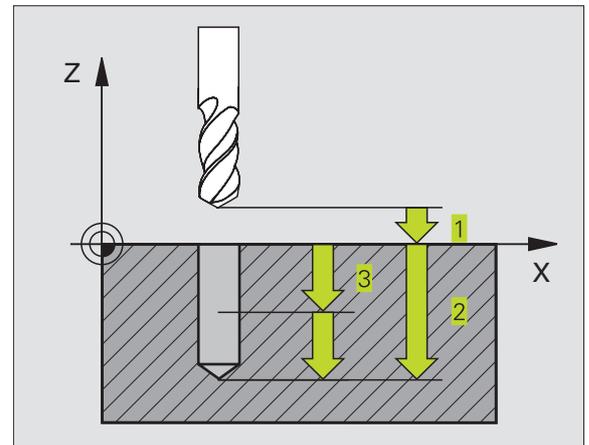
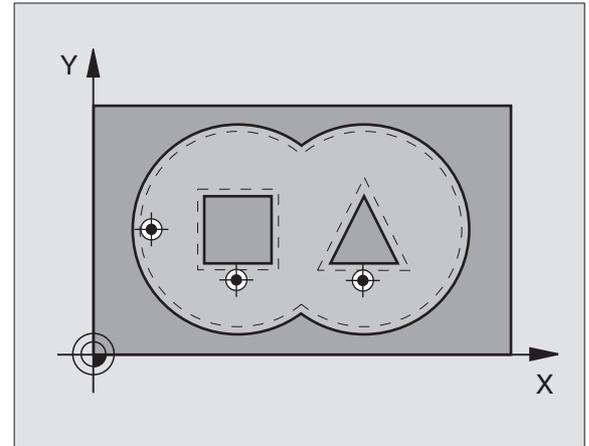


Beachten Sie vor dem Programmieren

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



- ▶ 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
- ▶ Vorschub Tiefenzustellung: Bohrvorschub in mm/min
- ▶ Schlicht-Aufmaß: Aufmaß in der Bearbeitungsebene



NC-Beispielsätze:

```
5 CYCL DEF 15.0 VORBOHREN
```

```
6 CYCL DEF 15.1 ABST+2 TIEFE-25
```

```
7 CYCL DEF 15.2 ZUSTLG+3 F250 AUFM+0.1
```

AUSRAEUMEN (Zyklus 6)

Zyklus-Ablauf

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug in der Bearbeitungsebene über den ersten Einstichpunkt; dabei berücksichtigt die TNC das Schlicht-Aufmaß
- 2 Mit dem Vorschub Tiefenzustellung fährt die TNC das Werkzeug auf die erste Zustell-Tiefe

Kontur umfräsen (siehe Bild rechts oben):

- 1 Das Werkzeug umfräst mit dem eingegebenen Vorschub die erste Teilkontur; Das Schlicht-Aufmaß wird in der Bearbeitungsebene berücksichtigt
- 2 Weitere Zustellungen und weitere Teilkonturen umfräst die TNC auf gleiche Weise
- 3 Die TNC fährt das Werkzeug in der Spindelachse auf den Sicherheits-Abstand und danach über den ersten Einstichpunkt in der Bearbeitungsebene.

Tasche ausräumen (siehe Bild rechts Mitte):

- 1 In der ersten Zustell-Tiefe fräst das Werkzeug mit dem Fräsvorschub die Kontur achsparallel bzw. unter dem eingegebenen Ausräum-Winkel
- 2 Dabei werden die Inselkonturen (hier: C/D) auf Sicherheits-Abstand überfahren
- 3 Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die eingegebene Frästiefe erreicht ist

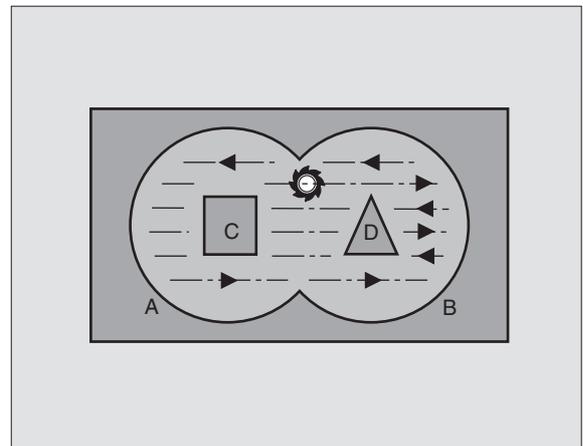
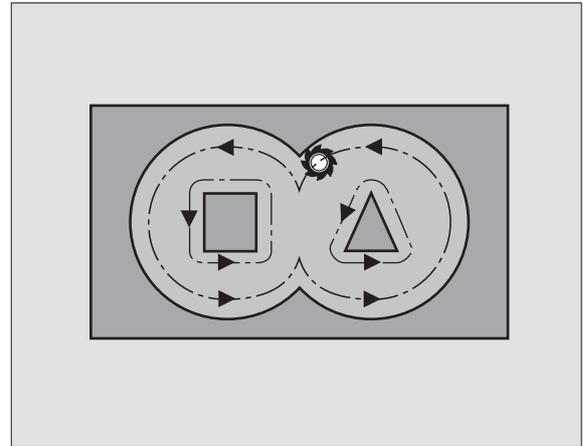


Beachten Sie vor dem Programmieren

Mit MP7420.0 und MP7420.1 legen fest, wie die TNC die Kontur bearbeitet (siehe „15.1 Allgemeine Anwender-Parameter“).

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

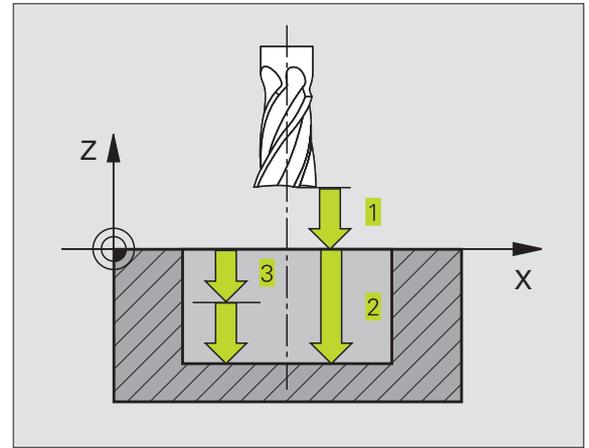
Ggf. Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn verwenden (DIN 844), oder Vorbohren mit Zyklus 15.





- ▶ Sicherheits-Abstand **1** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze (Startposition) und Werkstück-Oberfläche
- ▶ Frästiefe **2** (inkremental): Abstand zwischen Werkstückoberfläche 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 Frästiefe gleich sind
 - die Zustell-Tiefe größer als die Frästiefe ist

Die Frästiefe muß kein Vielfaches der Zustell-Tiefe sein
- ▶ Vorschub Tiefenzustellung: Eintauchvorschub in mm/min
- ▶ Schlicht-Aufmaß: Aufmaß in der Bearbeitungsebene
- ▶ Ausräum-Winkel: Richtung der Ausräum-Bewegung. Ausräum-Winkel bezieht sich auf die Hauptachse der Bearbeitungsebene. Winkel so eingeben, daß möglichst lange Schnitte entstehen
- ▶ Vorschub: Fräsvorschub in mm/min



NC-Beispielsätze:

8 CYCL DEF 6.0 AUSRAEUMEN

9 CYCL DEF 6.1 ABST+2 TIEFE-25

10 CYCL DEF 6.2 ZUSTLG+3 F150 AUFM+0.1

11 CYCL DEF 6.3 WINKEL+0 F350

KONTURFRAESEN (Zyklus 16)

Einsatz

Zyklus 16 KONTURFRAESEN dient zum Schlichten der Konturtasche.



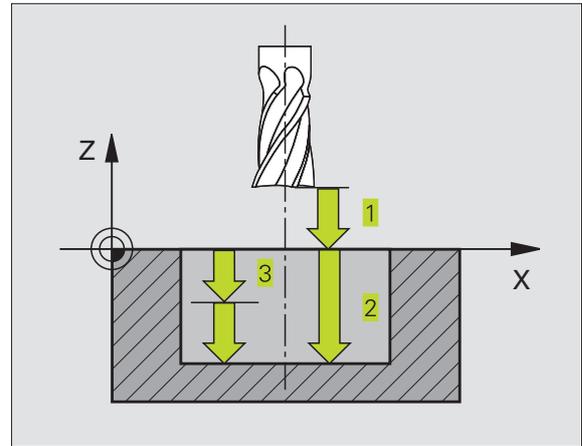
Beachten Sie vor dem Programmieren

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

Die TNC schlichtet jede Teilkontur separat, auch in mehreren Zustellungen wenn eingegeben.



- ▶ Sicherheits-Abstand **1** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze (Startposition) und Werkstück-Oberfläche
- ▶ Frästiefe **2** (inkremental): Abstand zwischen Werkstückoberfläche 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 Frästiefe gleich sind
 - die Zustell-Tiefe größer als die Frästiefe ist
 Die Frästiefe muß kein Vielfaches der Zustell-Tiefe sein
- ▶ Vorschub Tiefenzustellung: Eintauchvorschub in mm/min
- ▶ Drehung im Uhrzeigersinn:
 - DR + : Gleichlaufräsen mit M3
 - DR - : Gegenlaufräsen mit M3
- ▶ Vorschub: Fräsvorschub in mm/min



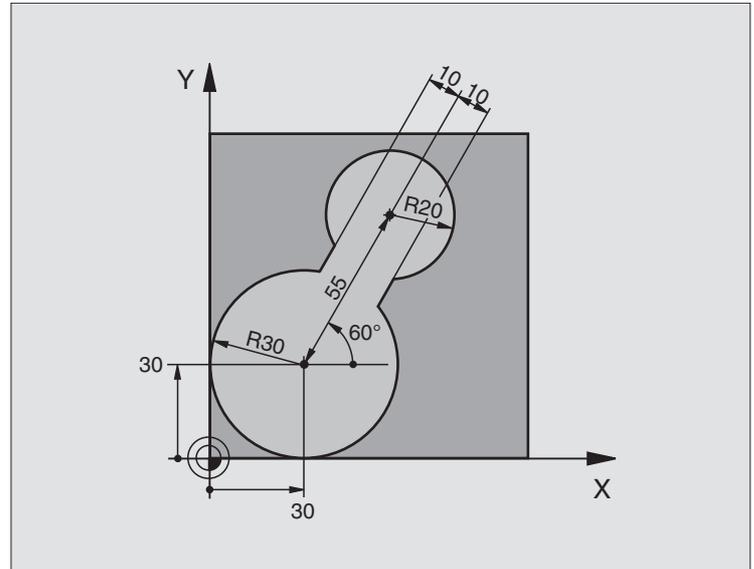
NC-Beispielsätze:

12 CYCL DEF 16.0 KONTURFRAESEN

13 CYCL DEF 16.1 ABST+2 TIEFE-25

14 CYCL DEF 16.2 ZUSTLG+5 F150 DR+ F500

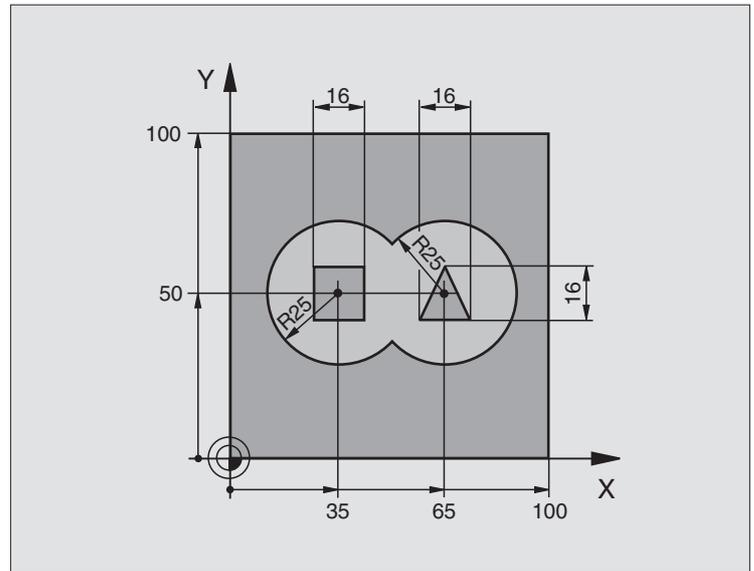
Beispiel: Tasche ausräumen



0 BEGIN PGM C20 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X-10 Y-10 Z-40	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 S4500	Werkzeug-Aufruf
5 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
6 CYCL DEF 14 .0 KONTUR	Kontur-Unterprogramm festlegen
7 CYCL DEF 14 .1 KONTURLABEL 1	
8 CYCL DEF 6 .0 AUSRAEUMEN	Zyklus-Definition Ausräumen
9 CYCL DEF 6 .1 ABST 2 TIEFE -20	
10 CYCL DEF 6 .2 ZUSTLG 5 F150 AUFM +0	
11 CYCL DEF 6 .3 WINKEL +60 F250	
12 L X+30 Y+30 R0 FMAX M3	Vorpositionieren in der Bearbeitungsebene
13 L Z+2 R0 F1000 M99	Vorpositionieren in der Spindelachse, Zyklus-Aufruf
14 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende

15 LBL 1	Kontur-Unterprogramm
16 L X+0 Y+30 RR	(Siehe FK 2. Beispiel Seite 99)
17 FC DR- R30 CCX+30 CCY+30	
18 FL AN+60 PDX+30 PDY+30 D+10	
19 FSELECT 03	
20 FPOL X+30 Y+30	
21 FC DR- R20 CCPR+55 CCPA+60	
22 FSELECT 02	
23 FL AN-120 PDX+30 PDY+30 D+10	
24 FSELECT 03	
25 FC X+0 DR- R30 CCX+30 CCY+30	
26 FSELECT 02	
27 LBL 0	
28 END PGM C20 MM	

Beispiel: Überlagerte Konturen vorbohren, schrappen, schlichten



0	BEGIN PGM C21 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+3	Werkzeug-Definition Bohrer
4	TOOL DEF 2 L-12,53 R+3	Werkzeug-Definition Schrappen/Schlichten
5	TOOL CALL 1 Z S4500	Werkzeug-Aufruf Bohrer
6	L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
7	CYCL DEF 14.0 KONTUR	Kontur-Unterprogramme festlegen
8	CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1 /2 /3 /4	
9	CYCL DEF 15.0 VORBOHREN	Zyklus-Definition Vorbohren
10	CYCL DEF 15.1 ABST 2 TIEFE -20	
11	CYCL DEF 15.2 ZUSTLG 5 F200 AUFM +1	
12	L X+50 Y+50 R0 FMAX M3	Vorpositionieren in der Bearbeitungsebene
13	L Z+2 R0 FMAX M99	Vorpositionieren in der Spindelachse, Zyklus-Aufruf Vorbohren
14	L Z+250 R0 FMAX M6	Werkzeug-Wechsel
15	TOOL CALL 2 Z S4000	Werkzeug-Aufruf Schrappen/Schlichten
16	CYCL DEF 6.0 AUSRAEUMEN	Zyklus-Definition Ausräumen
17	CYCL DEF 6.1 ABST 2 TIEFE -20	
18	CYCL DEF 6.2 ZUSTLG 5 F150 AUFM +1	
19	CYCL DEF 6.3 WINKEL +0 F250	
20	L Z+2 R0 F1000 M3	Vorpositionieren in der Spindelachse
21	CYCL CALL	Zyklus-Aufruf Ausräumen

22	CYCL DEF 16.0 KONTURFRAESEN	Zyklus-Definition Schlichten
23	CYCL DEF 16.1 ABST 2 TIEFE -20	
24	CYCL DEF 16.2 ZUSTLG 5 F100 DR+ F300	
25	L Z+2 R0 FMAX M99	Zyklus-Aufruf Schlichten
26	L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
27	LBL 1	Kontur-Unterprogramm 1: Tasche links
28	CC X+35 Y+50	
29	L X+10 Y+50 RR	
30	C X+10 DR-	
31	LBL 0	
32	LBL 2	Kontur-Unterprogramm 2: Tasche rechts
33	CC X+65 Y+50	
34	L X+90 Y+50 RR	
35	C X+90 DR-	
36	LBL 0	
37	LBL 3	Kontur-Unterprogramm 3: Insel viereckig links
38	L X+27 Y+50 RL	
39	L Y+58	
40	L X+43	
41	L Y+42	
42	L X+27	
43	LBL 0	
44	LBL 4	Kontur-Unterprogramm 4: Insel dreieckig rechts
45	L X+65 Y+42 RL	
46	L X+57	
47	L X+65 Y+58	
48	L X+73 Y+42	
49	LBL 0	
50	END PGM C21 MM	

8.7 Zyklen zum Abzeilen

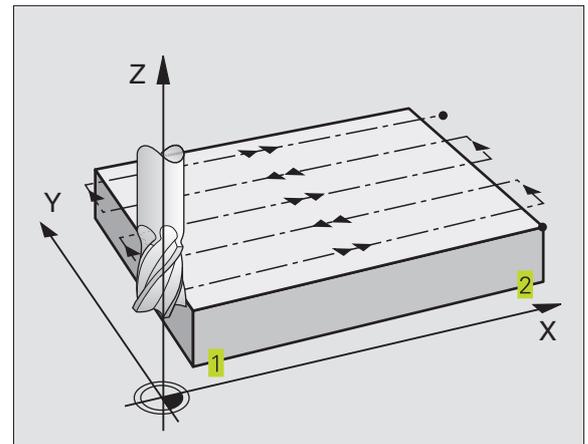
Die TNC stellt zwei Zyklen zur Verfügung, mit denen Sie Flächen mit folgenden Eigenschaften bearbeiten können:

- Eben rechteckig
- Eben schiefwinklig
- Beliebig 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 Werkzeugradius 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





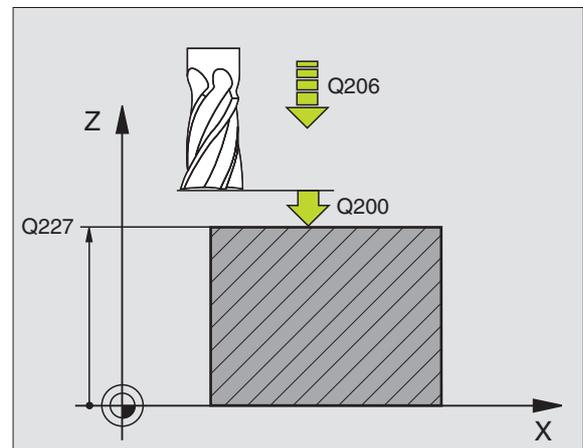
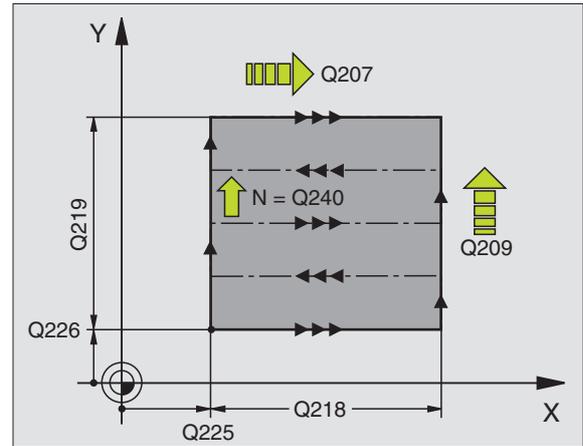
Beachten Sie vor dem Programmieren

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 Breite verfahren 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



NC-Beispielsätze:

71 CYCL DEF 230 ABZEILEN	
Q225=+10	; STARTPUNKT 1. ACHSE
Q226=+12	; STARTPUNKT 2. ACHSE
Q227=+2.5	; STARTPUNKT 3. ACHSE
Q218=150	; 1. SEITEN-LAENGE
Q219=75	; 2. SEITEN-LAENGE
Q240=25	; ANZAHL SCHNITTE
Q206=150	; VORSCHUB TIEFENZ.
Q207=500	; VORSCHUB FRAESEN
Q209=200	; VORSCHUB QUER
Q200=2	; SICHERHEITS-ABST.

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

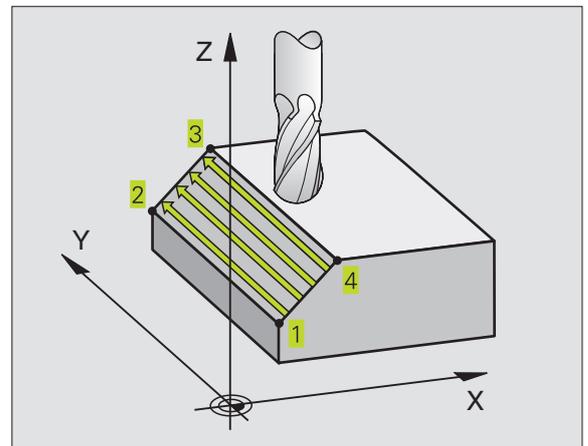
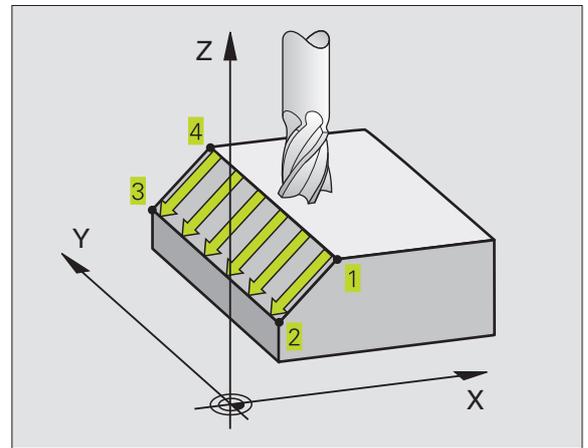
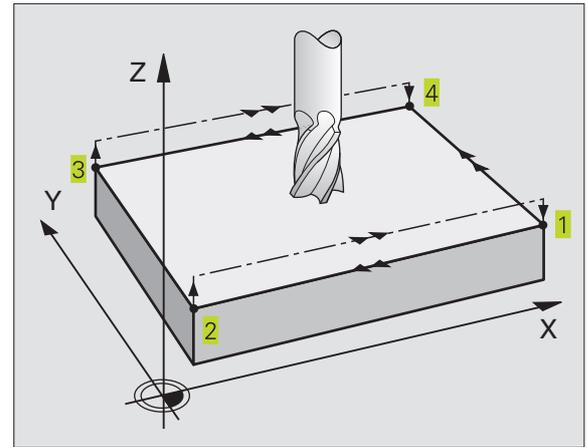
Der Startpunkt und damit die Fräsrichtung ist frei wählbar, weil die TNC die Einzelschnitte grundsätzlich von Punkt 1 nach Punkt 2 fährt und der Gesamtverlauf von Punkt 1 / 2 nach Punkt 3 / 4 verläuft. Sie können Punkt 1 an jede Ecke der zu bearbeitenden Fläche legen.

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

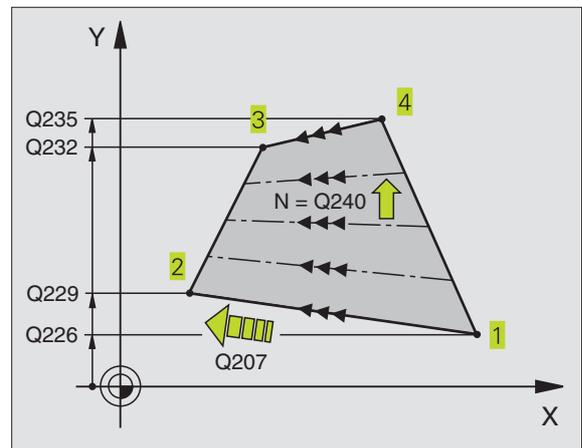
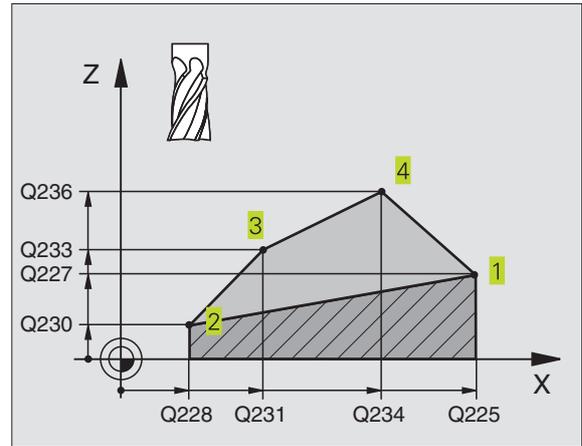
Die TNC positioniert das Werkzeug von der aktuellen Position mit einer 3D-Geradenbewegung auf den Startpunkt **1**. Werkzeug so vorpositionieren, daß keine Kollision mit dem Werkstück oder Spannmitteln erfolgen kann.

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

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



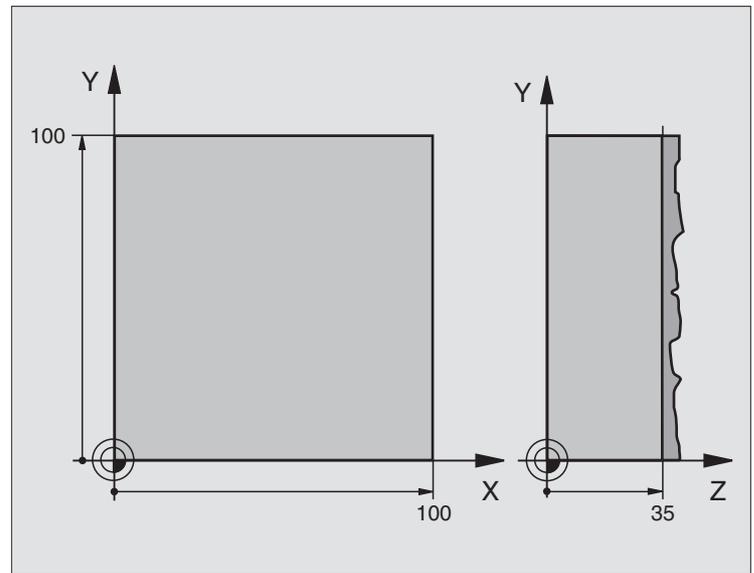
- ▶ Startpunkt 1. Achse Q225 (absolut): Startpunkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ Startpunkt 2. Achse Q226 (absolut): Startpunkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ Startpunkt 3. Achse Q227 (absolut): Startpunkt-Koordinate 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 in mm/ min. Die TNC führt den ersten Schnitt mit dem halben programmierten Wert aus.



NC-Beispielsätze:

72 CYCL DEF 231 REGELFLAECHE	
Q225=+0	; STARTPUNKT 1. ACHSE
Q226=+5	; STARTPUNKT 2. ACHSE
Q227=-2	; STARTPUNKT 3. ACHSE
Q228=+100	; 2. PUNKT 1. ACHSE
Q229=+15	; 2. PUNKT 2. ACHSE
Q230=+5	; 2. PUNKT 3. ACHSE
Q231=+15	; 3. PUNKT 1. ACHSE
Q232=+125	; 3. PUNKT 2. ACHSE
Q233=+25	; 3. PUNKT 3. ACHSE
Q234=+85	; 4. PUNKT 1. ACHSE
Q235=+95	; 4. PUNKT 2. ACHSE
Q236=+35	; 4. PUNKT 3. ACHSE
Q240=40	; ANZAHL SCHNITTE
Q207=500	; VORSCHUB FRAESEN

Beispiel: Abzeilen



0	BEGIN PGM C230 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 FMAX	Werkzeug freifahren
6	CYCL DEF 230 ABZEILEN	Zyklus-Definition Abzeilen
	Q225=+0 ; STARTPUNKT 1. ACHSE	
	Q226=+0 ; STARTPUNKT 2. ACHSE	
	Q227=+35 ; STARTPUNKT 3. ACHSE	
	Q218=100 ; 1. SEITEN-LAENGE	
	Q219=100 ; 2. SEITEN-LAENGE	
	Q240=25 ; ANZAHL SCHNITTE	
	Q206=250 ; VORSCHUB TIEFENZ.	
	Q207=400 ; VORSCHUB FRAESEN	
	Q209=150 ; VORSCHUB QUER	
	Q200=2 ; SICHERHEITS-ABST.	
7	L X-25 Y+0 R0 FMAX M3	Vorpositionieren in die Nähe des Startpunkts
8	CYCL CALL	Zyklus-Aufruf
9	L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
10	END PGM C230 MM	

8.8 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 oder aus einer Nullpunkt-Tabelle	
8 SPIEGELN Konturen spiegeln	
10 DREHUNG Konturen in der Bearbeitungsebene drehen	
11 MASSFAKTOR Konturen verkleinern oder vergrößern	
26 ACHSSPEZIFISCHER MASSFAKTOR Konturen verkleinern oder vergrößern mit achsspezifischen Maßfaktoren	

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 Maschinen-Parameter 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, jede Achse mit Taste ENT bestätigen, Eingabe abschließen: Taste END drücken; 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

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

NC-Beispielsätze:

73 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT

74 CYCL DEF 7.1 X+10

75 CYCL DEF 7.2 Y+10

76 CYCL DEF 7.3 Z-5

Rücksetzen

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

Status-Anzeigen

- Die Positions-Anzeige bezieht sich auf den aktiven (verschobenen) Nullpunkt
- Der in der zusätzlichen Status-Anzeige angezeigte Nullpunkt bezieht sich auf den manuell gesetzten Bezugspunkt

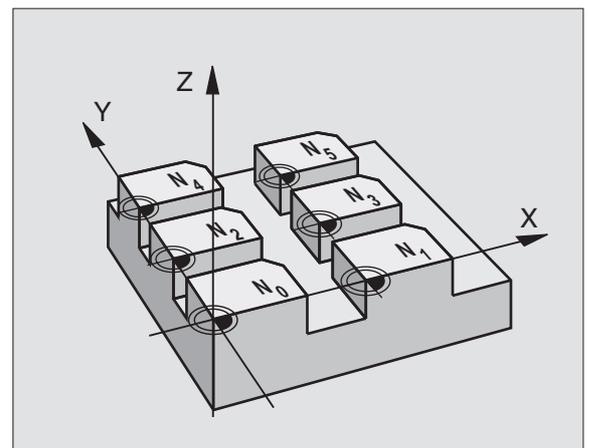
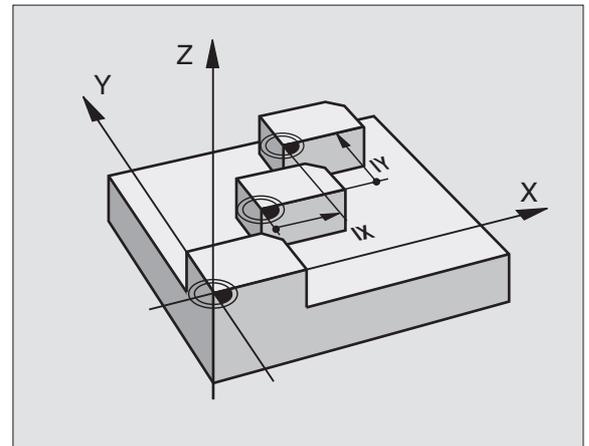
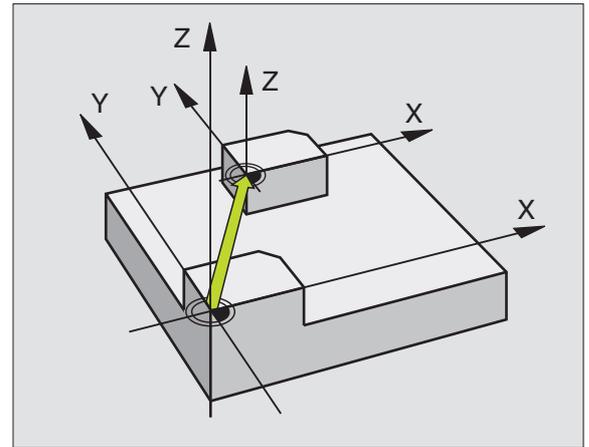
NULLPUNKT-Verschiebung mit Nullpunkt-Tabellen (Zyklus 7)



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:



- ▶ Funktionen zum Programm-Aufruf wählen: Taste PGM CALL drücken
- ▶ 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: Taste PGM MGT 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 alle Achsen spiegeln – incl. Drehachsen – mit Ausnahme der Spindelachse und der dazugehörigen Nebenachse

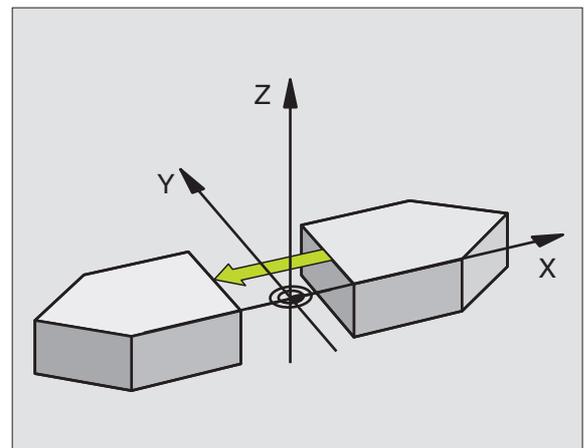
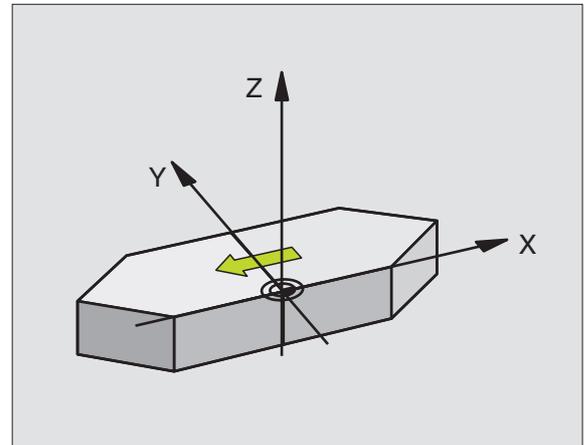
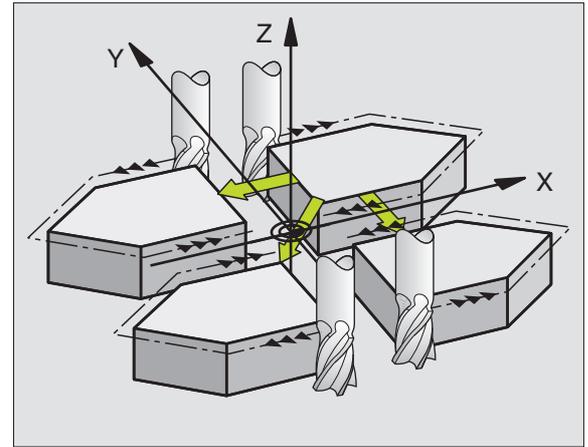
NC-Beispielsätze:

79 CYCL DEF 8.0 SPIEGELN

80 CYCL DEF 8.1 X Y

Rücksetzen

Zyklus SPIEGELN mit Eingabe NO ENT 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. Eingabebereich: -360° bis +360° (absolut oder inkremental)

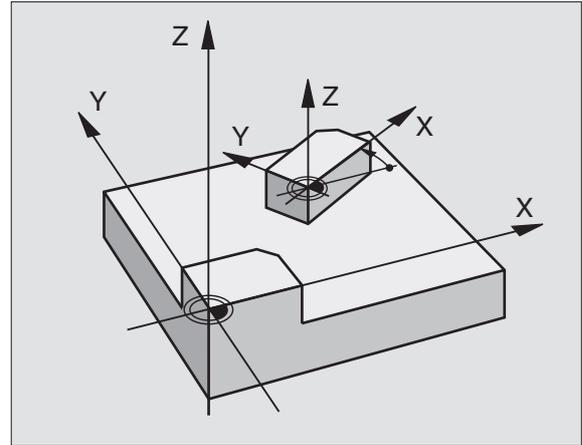
NC-Beispielsätze:

```
81 CYCL DEF 10.0 DREHUNG
```

```
82 CYCL DEF 10.1 ROT+12.357
```

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 Maschinen-Parameter 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

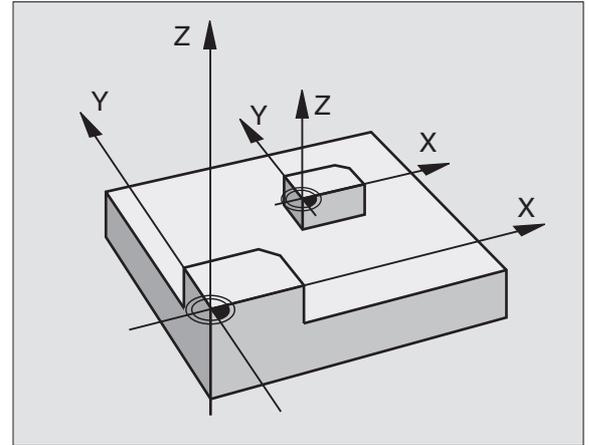
NC-Beispielsätze:

83 CYCL DEF 11.0 MASSFAKTOR

84 CYCL DEF 11.1 SCL0.99537

Rücksetzen

Zyklus MASSFAKTOR mit Faktor 1 erneut programmieren.



MASSFAKTOR ACHSSP. (Zyklus 26)



Beachten Sie vor dem Programmieren

Koordinatenachsen mit Positionen für Kreisbahnen dürfen Sie nicht mit unterschiedlichen Faktoren strecken oder stauchen.

Für jede Koordinaten-Achse können Sie einen eigenen achsspezifischen Massfaktor eingeben.

Zusätzlich lassen sich die Koordinaten eines Zentrums für alle Massfaktoren programmieren.

Die Kontur wird vom Zentrum aus gestreckt oder zu ihm hin gestaucht, also nicht unbedingt vom und zum aktuellen Nullpunkt – wie beim Zyklus 11 MASSFAKTOR

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.



- ▶ Achse und Faktor: Koordinatenachse(n) und Faktor(en) der achsspezifischen Streckung oder Stauchung. Wert positiv – maximal 99,999 999 – eingeben
- ▶ Zentrums-Koordinaten: Zentrum der achsspezifischen Streckung oder Stauchung

Die Koordinatenachsen wählen Sie mit Softkeys.

Rücksetzen

Zyklus MASSFAKTOR mit Faktor 1 für die entsprechende Achse erneut programmieren

Beispiel

Achsspezifische Maßfaktoren in der Bearbeitungsebene

Gegeben: Viereck, siehe Grafik rechts unten

Ecke 1: X = 20,0 mm Y = 2,5 mm

Ecke 2: X = 32,5 mm Y = 15,0 mm

Ecke 3: X = 20,0 mm Y = 27,5 mm

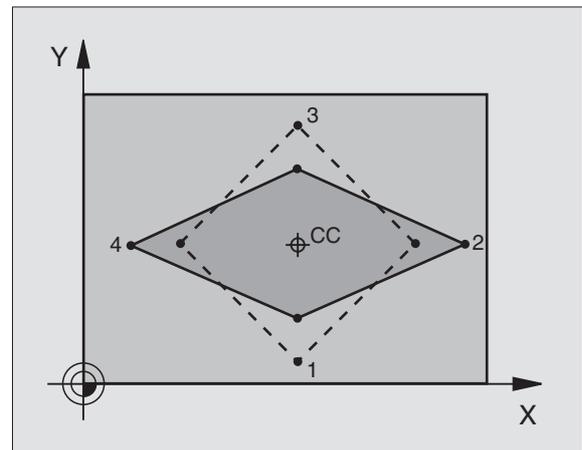
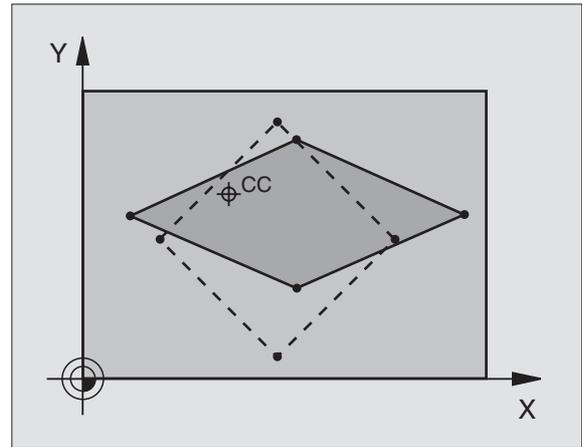
Ecke 4: X = 7,5 mm Y = 15,0 mm

- X-Achse um Faktor 1,4 strecken
- Y-Achse um Faktor 0,6 stauchen
- Zentrum bei CCX = 15 mm CCY = 20 mm

NC-Sätze Beispielsätze

```
CYCL DEF 26.0 MASSFAKTOR ACHSSP.
```

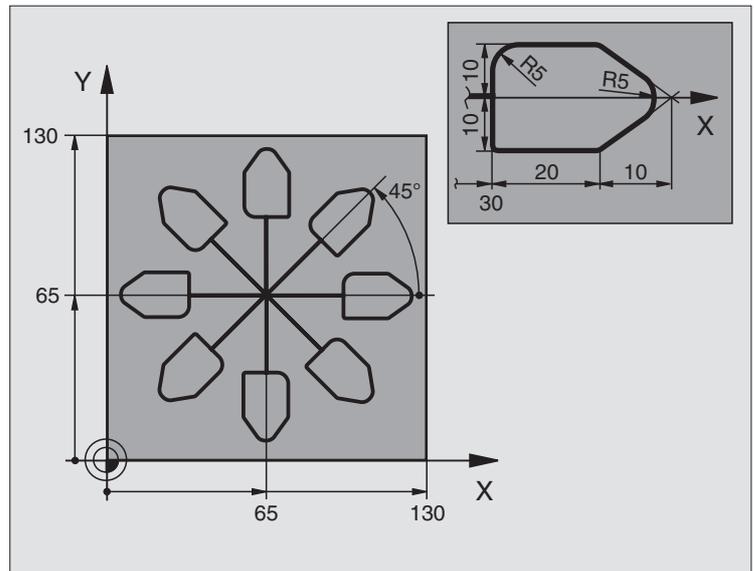
```
CYCL DEF 26.1 X1,4 Y0,6 CCX+15 CCY+20
```



Beispiel: Koordinaten-Umrechnungszyklen

Programm-Ablauf

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



0	BEGIN PGM KOUMR 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 FMAX	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	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 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende

21	LBL 1	Unterprogramm 1:
22	L X+0 Y+0 R0 FMAX	Festlegung der Fräsbearbeitung
23	L Z+2 R0 FMAX 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 FMAX	
36	LBL 0	
37	END PGM KOUMR MM	

8.9 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

NC-Beispielsätze

```
89 CYCL DEF 9.0 VERWEILZEIT
```

```
90 CYCL DEF 9.1 V.ZEIT 1.5
```

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: Name 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

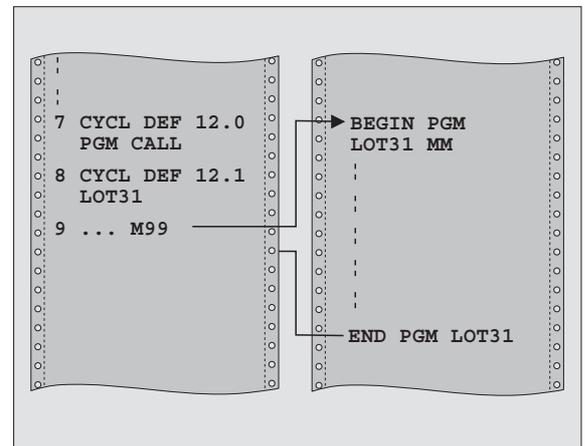
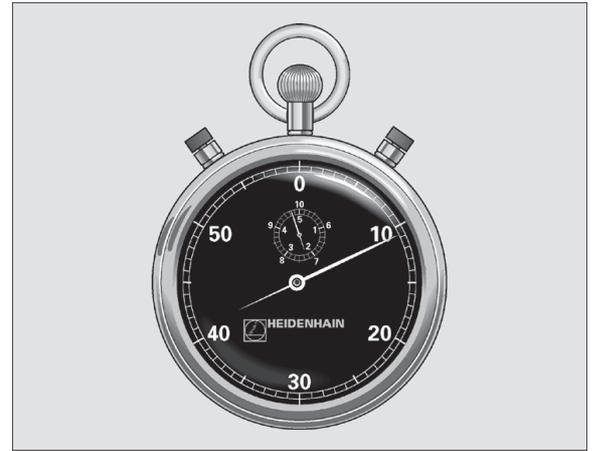
Aus einem Programm soll ein über Zyklus aufrufbares Programm 50 gerufen werden.

NC-Beispielsätze

```
55 CYCL DEF 12.0 PGM CALL
```

```
56 CYCL DEF 12.1 PGM 50.H
```

```
57 L X+20 Y+50 FMAX M99
```



Festlegung:

„Programm 50 ist ein Zyklus“

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 6. Achse ansteuern und in eine durch einen Winkel bestimmte Position drehen.

Die Spindel-Orientierung wird z.B. benötigt

- bei Werkzeugwechsel-Systemen mit bestimmter Wechsel-Position für das Werkzeug
- 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 .

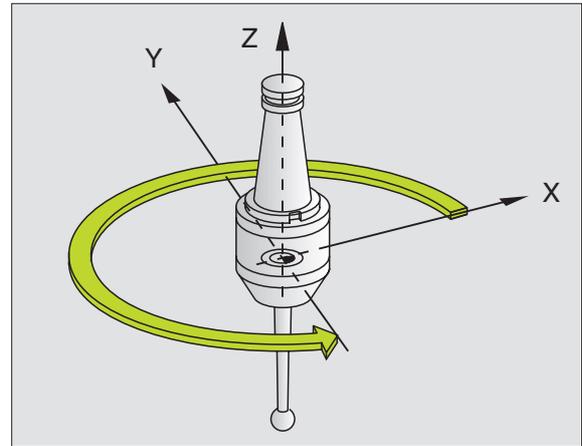
Wenn Sie M19 programmieren, ohne zuvor den Zyklus 13 definiert zu haben, dann positioniert die TNC die Hauptspindel auf einen Winkelwert, der in einem Maschinen-Parameter festgelegt ist (siehe Maschinenhandbuch).



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

Eingabe-Bereich: 0 bis 360°

Eingabe-Feinheit: 0,001°



NC-Beispielsätze

93 CYCL DEF 13.0 ORIENTIERUNG

94 CYCL DEF 13.1 WINKEL 180



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.

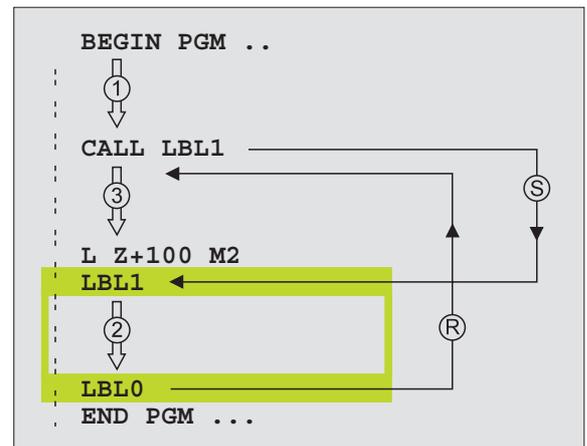
9.2 Unterprogramme

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 Unterprogramms eingeben, mit Taste END bestätigen



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

9.3 Programmteil-Wiederholungen

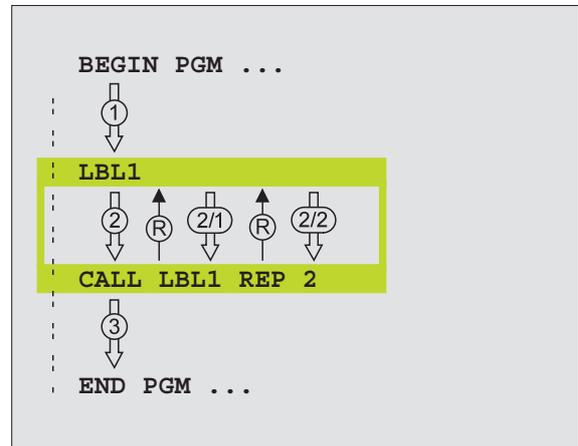
Programmteil-Wiederholungen beginnen mit der Marke LBL (LABEL). Eine Programmteil-Wiederholung schließt mit CALL LBL REP ab.

Arbeitsweise

- 1 Die TNC führt das Bearbeitungs-Programm 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
- In der zusätzlichen Status-Anzeige zeigt die TNC an, wieviel Wiederholungen noch durchgeführt werden (siehe „1.4 Status-Anzeigen“)
- 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 Beliebiges Programm als Unterprogramm

- 1 Die TNC führt das Bearbeitungs-Programm aus, bis Sie ein anderes Programm mit CALL PGM aufrufen
- 2 Anschließend führt die TNC das aufgerufene Programm bis zu seinem Ende aus
- 3 Danach arbeitet die TNC das (aufrufende) Bearbeitungs-Programm mit dem Satz weiter ab, der auf den Programm-Aufruf folgt.

Programmier-Hinweise

- Um ein beliebiges Programm als Unterprogramm zu verwenden benötigt die TNC keine LABELS.
- Das aufgerufene Programm darf keine Zusatz-Funktion M2 oder M30 enthalten.
- Das aufgerufene Programm darf keinen Aufruf CALL PGM ins aufrufende Programm enthalten.

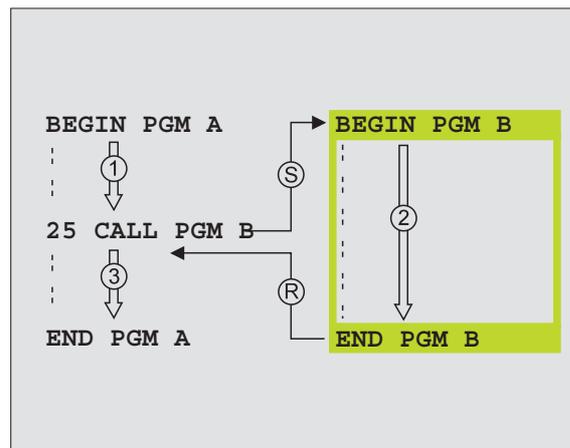
Beliebiges Programm als Unterprogramm aufrufen



- ▶ Funktionen zum Programm-Aufruf wählen: Taste PGM CALL drücken
- ▶ Softkey PROGRAMM drücken und
- ▶ Programm-Name des aufzurufenden Programms eingeben. Über Softkey legen Sie zusätzlich fest, welchen Programm-Typ Sie aufrufen wollen und wo das Programm gespeichert ist (siehe Tabelle rechts)



Sie können ein beliebiges Programm auch über den Zyklus 12 PGM CALL aufrufen.



Funktion	Softkey
Extern gespeichertes Programm rufen	EXT
Klartext-Dialog-Programm rufen	.H
DIN/ISO-Programm rufen	.I
Satz CALL PGM EXT umwandeln nach CALL PGM INT (intern gespeichertes Programm rufen)	INT
Programm-Typ rufen, der in der MOD-Funktion „Programm-Eingabe“ festgelegt ist	VOREINST.

9.5 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
- Maximale Verschachtelungstiefe für Hauptprogramm-Aufrufe: 4
- Programmteil-Wiederholungen können Sie beliebig oft verschachteln

Unterprogramm im Unterprogramm

NC-Beispielsätze

0	BEGIN PGM UPGMS 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 UPGMS MM	

Programm-Ausführung

1. Schritt: Hauptprogramm UPGMS wird bis Satz 17 ausgeführt.
2. Schritt: Unterprogramm 1 wird aufgerufen und bis Satz 39 ausgeführt.
3. Schritt: Unterprogramm 2 wird aufgerufen und bis Satz 62 ausgeführt. Ende von Unterprogramm 2 und Rücksprung zum Unterprogramm, von dem es aufgerufen wurde.
4. Schritt: Unterprogramm 1 wird von Satz 40 bis Satz 45 ausgeführt. Ende von Unterprogramm 1 und Rücksprung ins Hauptprogramm UPGMS.
5. Schritt: Hauptprogramm UPGMS wird von Satz 18 bis Satz 35 ausgeführt. Rücksprung zu Satz 1 und Programm-Ende.

Programmteil-Wiederholungen wiederholen**NC-Beispielsätze**

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

Programm-Ausführung

1. Schritt: Hauptprogramm REPS wird bis Satz 27 ausgeführt
2. Schritt: Programmteil zwischen Satz 27 und Satz 20 wird 2 mal wiederholt
3. Schritt: Hauptprogramm REPS 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 REPS wird von Satz 36 bis Satz 50 ausgeführt (Programm-Ende)

Unterprogramm wiederholen

NC-Beispielsätze

0 BEGIN PGM UPGREP MM	
...	
10 LBL 1	Anfang der Programmteil-Wiederholung
11 CALL LBL 2	Unterprogramm-Aufruf
12 CALL LBL 1 REP 2	Programmteil zwischen diesem Satz und LBL 1
...	(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 UPGREP MM	

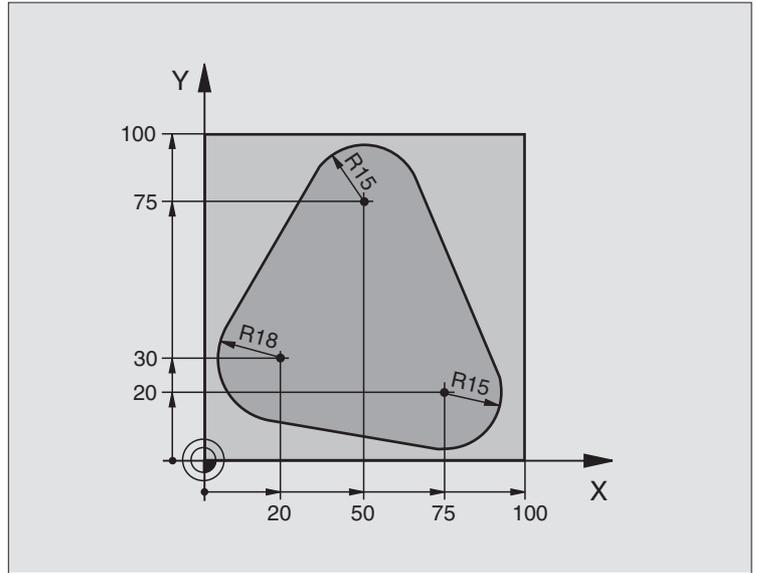
Programm-Ausführung

1. Schritt: Hauptprogramm UPGREP wird bis Satz 11 ausgeführt
2. Schritt: Unterprogramm 2 wird aufgerufen und ausgeführt
3. Schritt: Programmteil zwischen Satz 12 und Satz 10 wird 2 mal wiederholt; Unterprogramm 2 wird 2 mal wiederholt
4. Schritt: Hauptprogramm UPGREP 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

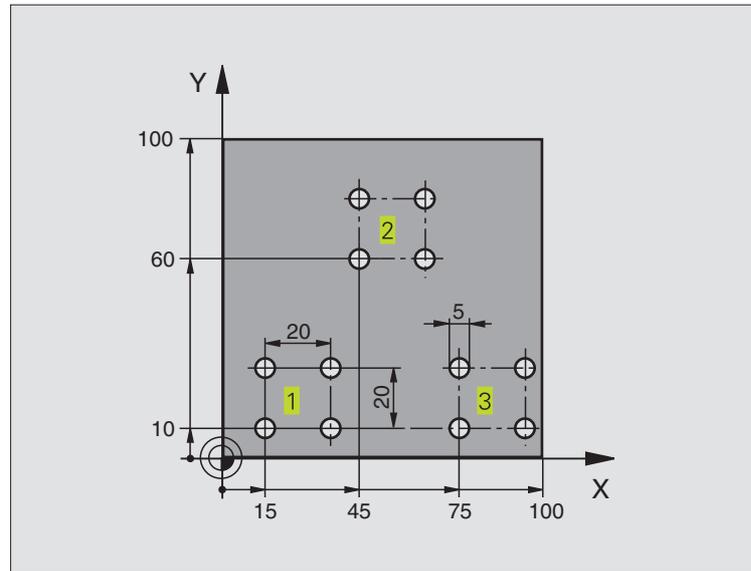


0 BEGIN PGM PGMWDH MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+10	Werkzeug-Definition
4 TOOL CALL 1 Z S500	Werkzeug-Aufruf
5 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
6 L X-20 Y+30 R0 FMAX	Vorpositionieren Bearbeitungsebene
7 L Z+0 R0 FMAX M3	Vorpositionieren auf Oberkante Werkstück
8 LBL 1	Marke für Programmteil-Wiederholung
9 L IZ-4 R0 FMAX	Inkrementale Tiefen-Zustellung (im Freien)
10 APPR CT X+2 Y+30 CCA90 R+5 RL F250	Kontur anfahren
11 FC DR- R18 CLSD+ CCX+20 CCY+30	Kontur
12 FLT	
13 FCT DR- R15 CCX+50 CCY+75	
14 FLT	
15 FCT DR- R15 CCX+75 CCY+20	
16 FLT	
17 FCT DR- R18 CLSD- CCX+20 CCY+30	
18 DEP CT CCA90 R+5 F1000	Kontur verlassen
19 L X-20 Y+0 R0 FMAX	Freifahren
20 CALL LBL 1 REP 4	Rücksprung zu LBL 1; insgesamt viermal
21 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
22 END PGM PGMWDH MM	

Beispiel: Bohrungsgruppen

Programm-Ablauf

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



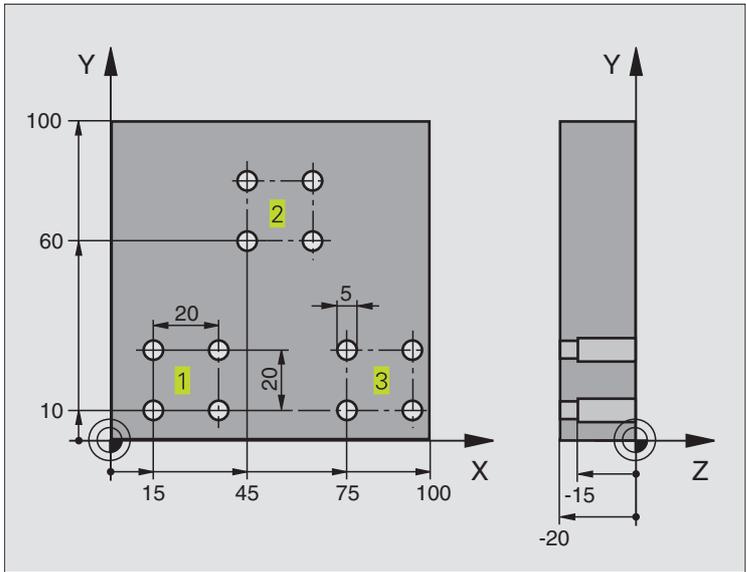
0 BEGIN PGM UP1 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+2,5	Werkzeug-Definition
4 TOOL CALL 1 Z S5000	Werkzeug-Aufruf
5 L Z+250 RO FMAX	Werkzeug freifahren
6 CYCL DEF 200 BOHREN	
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-10 ;TIEFE	
Q206=250 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q202=5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

14 LBL 1	Anfang des Unterprogramms 1: Bohrungsgruppe
15 CYCL CALL	1. Bohrung
16 L IX+20 R0 FMAX M99	2. Bohrung anfahren, Zyklus aufrufen
17 L IY+20 R0 FMAX M99	3. Bohrung anfahren, Zyklus aufrufen
18 L IX-20 R0 FMAX 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 FMAX	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 ;K00R. 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 ;K00R. OBERFLAECHE	
Q204=10 ;2. SICHERHEITS-ABST.	
18 CALL LBL 1	Unterprogramm 1 für komplettes Bohrbild rufen
19 L Z+250 RO FMAX M2	Ende des Hauptprogramms
20 LBL 1	Anfang des Unterprogramms 1: Komplettes Bohrbild
21 L X+15 Y+10 RO FMAX M3	Startpunkt Bohrungsgruppe 1 anfahren
22 CALL LBL 2	Unterprogramm 2 für Bohrungsgruppe rufen
23 L X+45 Y+60 RO FMAX	Startpunkt Bohrungsgruppe 2 anfahren
24 CALL LBL 2	Unterprogramm 2 für Bohrungsgruppe rufen
25 L X+75 Y+10 RO FMAX	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 FMAX M99	2. Bohrung anfahren, Zyklus aufrufen
31 L IY+20 RO FMAX M99	3. Bohrung anfahren, Zyklus aufrufen
32 L IX-20 RO FMAX 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 Q199
Parameter, die bevorzugt für Zyklen verwendet werden, global für alle im TNC-Speicher befindlichen Programme und in Hersteller-Zyklen wirksam	Q200 bis Q299

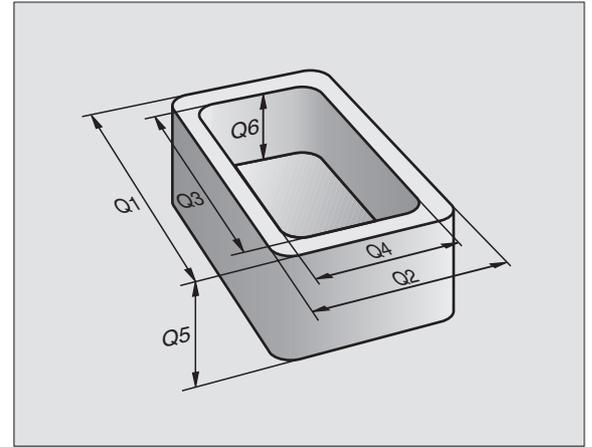
Programmierhinweise

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 die Taste „Q“ (im Feld für Zahlen-Eingaben und Achswahl unter -/+ -Taste). Dann zeigt die TNC folgende Softkeys:

Funktionsgruppe	Softkey
Mathematische Grundfunktionen	GRUND- FUNKT.
Winkelfunktionen	WINKEL- FUNKT.
Wenn/dann-Entscheidungen, Sprünge	SPRUNGE
Sonstige Funktionen	SONDER- FUNKT.
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

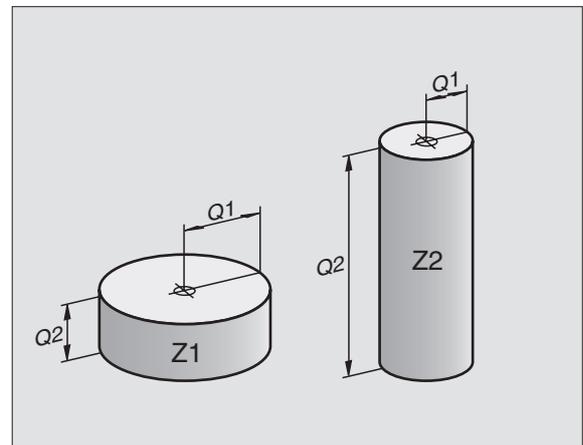
Zylinder-Höhe H = Q2

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: Taste Q drücken (im Feld für Zahlen-Eingabe, rechts). 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: Taste Q drücken



Mathematische Grundfunktionen wählen: Softkey GRUNDFUNKT. drücken



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

Parameter-Nr. für Ergebnis?

5



Nummer des Q- Parameters eingeben: 5

1. Wert oder Parameter?

10



Q5 den Zahlenwert 10 zuweisen



Q-Parameter-Funktionen wählen: Taste Q drücken



Mathematische Grundfunktionen wählen: Softkey GRUNDFUNKT. drücken



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

Parameter-Nr. für Ergebnis?

12



Nummer des Q- Parameters eingeben: 12

1. Wert oder Parameter?

Q5



Q5 als ersten Wert eingeben

Multiplikator?

7



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:

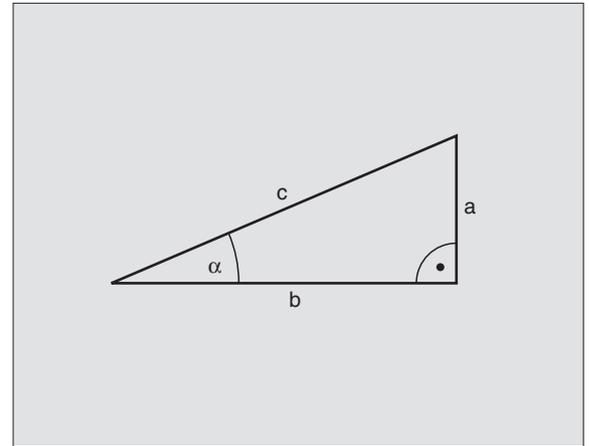
$$a^2 + b^2 = c^2 \quad (\text{mit } a^2 = a \times a)$$

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

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	FN6 SIN(X)
FN7: COSINUS z.B. FN7: Q21 = COS-Q5 Cosinus eines Winkels in Grad (°) bestimmen und zuweisen	FN7 COS(X)
FN8: WURZEL AUS QUADRATSUMME z.B. FN8: Q10 = +5 LEN +4 Länge aus zwei Werten bilden und zuweisen	FN8 X LEN V
FN13: WINKEL z.B. FN13: Q20 = +10 ANG-Q1 Winkel mit arctan aus zwei Seiten oder sin und cos des Winkels (0 < Winkel < 360°) bestimmen und zuweisen	FN13 X ANG V

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 Bearbeitungs-Programm 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: Taste Q 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

Programm-Test			
Q0	=	+0	
Q1	=	+10	
Q2	=	+25	
Q3	=	-2.5	
Q4	=	-100	
Q5	=	+0.357	
Q6	=	+0	
Q7	=	+8	
Q8	=	+0	
Q9	=	+12.5	
Q10	=	+1	
Q11	=	+0	
SOLL	+X	+149.930	
	+Y	-30.070	
	+Z	+199.930	
	T		
	F		
	S	4000	ROT M5/9
SEITE	↓		
SEITE	↑		

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	
FN15: PRINT Texte oder Q-Parameter-Werte unformatiert ausgeben	
FN18: SYS-DATUM READ Systemdaten lesen	
FN19: PLC Werte an die PLC übergeben	

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	-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 „14.4 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	–	ProgrammierterWerkzeug-Radius	
	2	–	ProgrammierteWerkzeug-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: 1 μm bzw. 0,001° oder
0,1 μm bzw. 0,0001°



Die Schrittweite ist abhängig von Maschinen-Parameter 4020 (Default-Einstellung ist 1 μm bzw. 0,001°).

Beispiel: Zahlenwert 10 (entspricht 10 μm bzw. 0,01°) 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	<input data-bbox="735 425 802 469" type="text" value="+"/>
Subtraktion z.B. Q25 = Q7 - Q108	<input data-bbox="735 525 802 569" type="text" value="-"/>
Multiplikation z.B. Q12 = 5 * Q5	<input data-bbox="735 626 802 669" type="text" value="*"/>
Division z.B. Q25 = Q1 / Q2	<input data-bbox="735 726 802 769" type="text" value="/"/>
Klammer auf z.B. Q12 = Q1 * (Q2 + Q3)	<input data-bbox="735 826 802 869" type="text" value="("/>
Klammer zu z.B. Q12 = Q1 * (Q2 + Q3)	<input data-bbox="735 926 802 970" type="text" value=")"/>
Wert quadrieren (engl. square) z.B. Q15 = SQ 5	<input data-bbox="735 1026 802 1070" type="text" value="SQ"/>
Wurzel ziehen (engl. square root) z.B. Q22 = SQRT 25	<input data-bbox="735 1126 802 1170" type="text" value="SQRT"/>
Sinus einesWinkels z.B. Q44 = SIN 45	<input data-bbox="735 1226 802 1270" type="text" value="SIN"/>
Cosinus einesWinkels z.B. Q45 = COS 45	<input data-bbox="735 1326 802 1370" type="text" value="COS"/>
Tangens einesWinkels z.B. Q46 = TAN 45	<input data-bbox="735 1426 802 1470" type="text" value="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 quadrieren = 100
2. Rechenschritt 3 mit 3 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:



Formel-Eingabe wählen: Taste Q und Softkey FORMEL drücken

Parameter-Nr. für Ergebnis?

25



Parameter-Nummer eingeben



Softkey-Leiste weiterschalten und Arcus-Tangens-Funktion wählen



Softkey-Leiste weiterschalten und Klammer öffnen

12

Q-Parameter Nummer 12 eingeben



Division wählen

13

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 Werkzeug-Vermessung mit dem TT 120

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

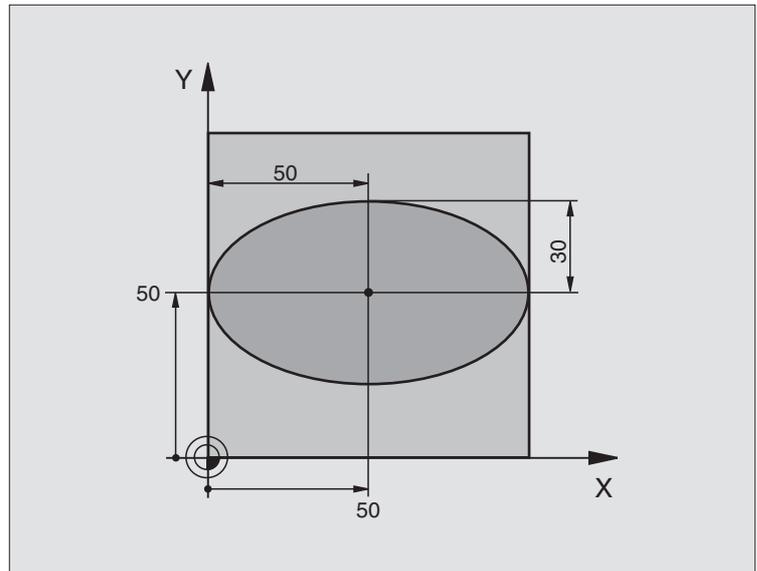
Aktive Werkzeug-Radiuskorrektur

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



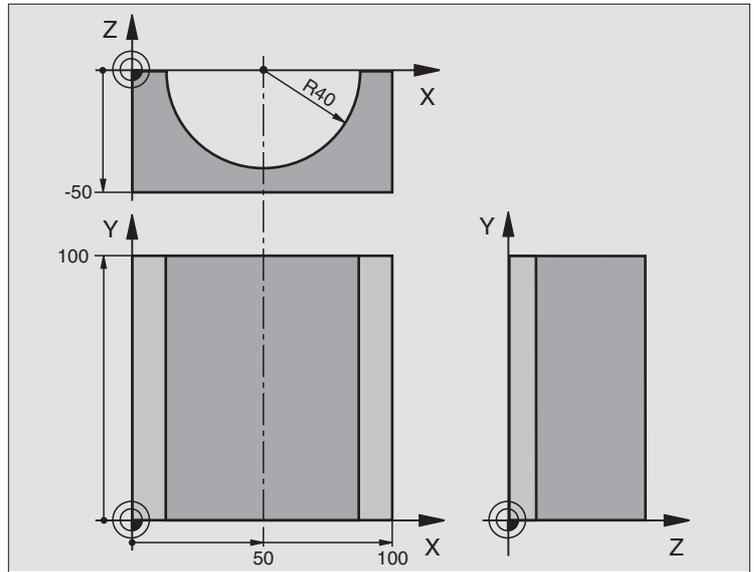
0	BEGIN PGM ELLIPSE MM	
1	FN 0: Q1 = +50	Mitte X-Achse
2	FN 0: Q2 = +50	Mitte Y-Achse
3	FN 0: Q3 = +50	Halbachse X
4	FN 0: Q4 = +30	Halbachse Y
5	FN 0: Q5 = +0	Startwinkel in der Ebene
6	FN 0: Q6 = +360	Endwinkel in der Ebene
7	FN 0: Q7 = +40	Anzahl der Berechnungs-Schritte
8	FN 0: Q8 = +0	Drehlage der 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 RO FMAX	Werkzeug freifahren
18	CALL LBL 10	Bearbeitung aufrufen
19	L Z+100 RO 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 R0 FMAX M3	Startpunkt anfahren in der Ebene
32	L Z+Q12 R0 FMAX	Vorpositionieren auf Sicherheits-Abstand in der Spindelachse
33	L Z-Q9 R0 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 R0 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 R0 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
- Werkzeug-Länge bezieht sich aufs Kugelzentrum



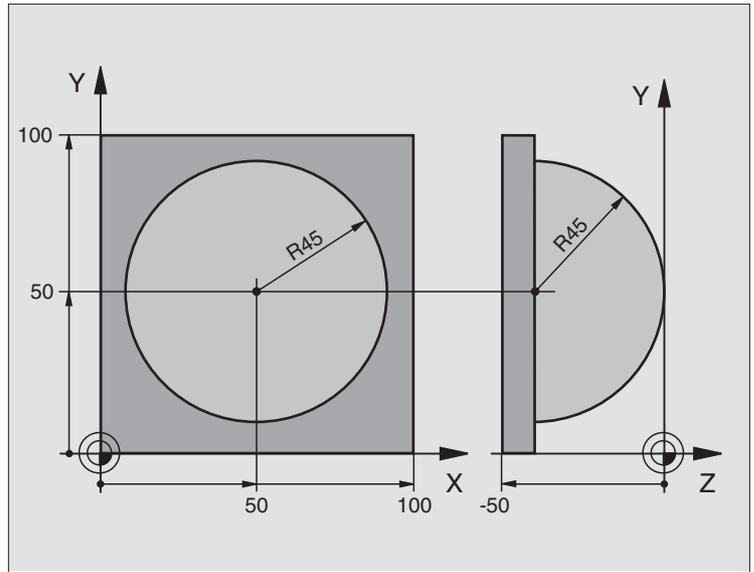
0	BEGIN PGM ZYLIN MM	
1	FN 0: Q1 = +50	Mitte X-Achse
2	FN 0: Q2 = +0	Mitte Y-Achse
3	FN 0: Q3 = +0	Mitte Z-Achse
4	FN 0: Q4 = +90	Startwinkel Raum (Ebene Z/X)
5	FN 0: Q5 = +270	Endwinkel Raum (Ebene Z/X)
6	FN 0: Q6 = +40	Zylinderradius
7	FN 0: Q7 = +100	Länge des Zylinders
8	FN 0: Q8 = +0	Drehlage in 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 RO 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 RO 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 RichtungY+
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 RichtungY-
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 RO 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 RO 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 nutzen, die Drehachsen-Bewegungen enthalten: In diesen Fällen gibt die TNC eine Fehlermeldung aus.

Übersicht: Ansichten

Nachdem Sie in der Betriebsart Programm-Test die Bildschirm-Aufteilung GRAFIK oder PROGRAMM + GRAFIK gewählt haben, zeigt die TNC folgende Softkeys:

Ansicht	Softkey
Draufsicht	
Darstellung in 3 Ebenen	
3D-Darstellung	

Draufsicht

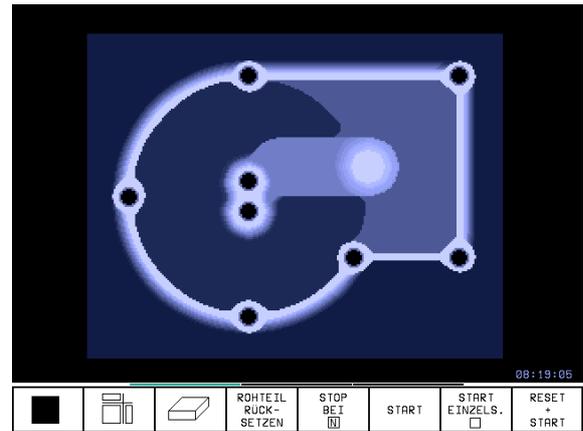
-  ▶ Draufsicht mit Softkey wählen

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:

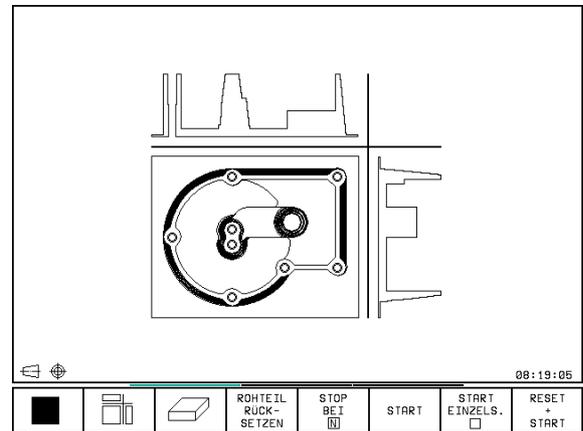
-  ▶ Darstellung in 3 Ebenen mit Softkey wählen
- ▶ Schalten Sie die Softkey-Leiste um, bis die TNC folgende Softkeys zeigt:



Funktion	Softkeys
Vertikale Schnittebene nach rechts oder links 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 27°-Schritten vertikal drehen	

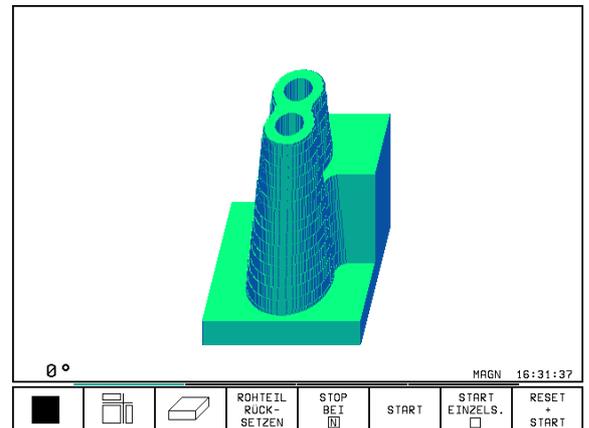
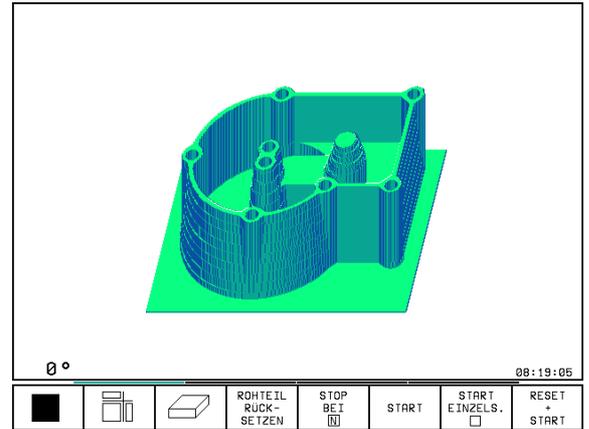
Ausschnitts-Vergrößerung

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	<div style="display: flex; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; text-align: center; line-height: 30px;">-</div> <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; text-align: center; line-height: 30px;">+</div> </div>
Ausschnitt übernehmen	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center; font-size: 8px;"> AUSSCHN. ÜBERNEHM. </div>



Ausschnitts-Vergrößerung ändern

Softkeys siehe Tabelle

- ▶ Falls nötig, grafische Simulation stoppen
- ▶ Werkstückseite mit Softkey wählen
- ▶ Rohteil verkleinern oder vergrößern: Softkey „-“ bzw. „+“ gedrückt halten
- ▶ Gewünschten Ausschnitt übernehmen: Softkey AUSSCHN. ÜBERNEHM. drücken
- ▶ Programm-Test neu starten mit Softkey START (RESET + START stellt das ursprüngliche Rohteil wieder her)

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 AUSSCHN. ÜBERNEHM. – das Rohteil 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 anwählen

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	

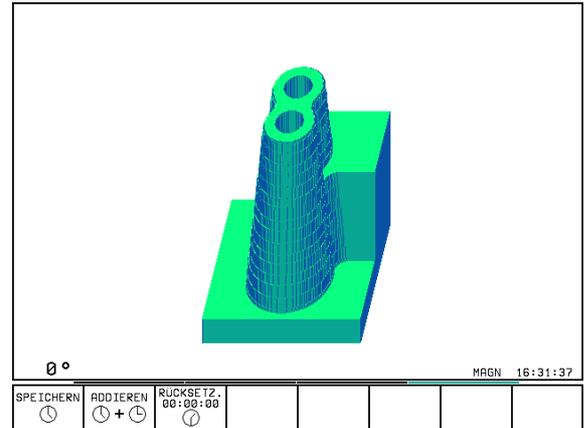
11.2 Programm-Test

In der Betriebsart Programm-Test simulieren Sie den Ablauf von Programmen und Programmteilen, um Fehler im Programmablauf 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
- Sätze überspringen
- Funktionen für die grafische Darstellung
- Zusätzliche Status-Anzeige



Programm-Test ausführen



- ▶ Betriebsart Programm-Test wählen
- ▶ Datei-Verwaltung mit Taste PGM MGT 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:

Funktionen	Softkey
Gesamtes Programm testen	
Jeden Programm-Satz einzeln testen	
Rohteil abbilden und gesamtes Programm testen	
Programm-Test anhalten	

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. Wenn Sie die Bildschirm-Aufteilung so gewählt haben, daß die TNC eine Grafik anzeigt, dann wird auch die Grafik bis zum Satz N aktualisiert.

- ▶ In der Betriebsart Programm-Test den Programm-Anfang wählen
- ▶ Programm-Test bis zu bestimmtem 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, daß Sie mit CALL PGM aufrufen: Name des Programms eingeben, in dem der Satz mit der gewählten Satz-Nummer steht
- ▶ Wiederholungen: Anzahl der Wiederholungen eingeben, die durchgeführt werden sollen, falls N innerhalb einer Programmteil-Wiederholung steht
- ▶ Programm-Abschnitt testen: Softkey START drücken; die TNC testet das Programm bis zum eingegebenen Satz

PROGRAMM-TEST

<pre style="font-family: monospace; font-size: 0.9em; margin: 0;"> 0 BEGIN PGM SLQD MM 1 FN 0: 01 = -0.5 2 FN 0: 02 = +32 3 FN 0: 03 = +16 4 FN 0: 04 = +24 5 FN 0: 05 = +10 6 FN 0: 06 = +6 7 FN 0: 07 = +12 8 FN 0: 08 = +6 9 FN 0: 010 = +0.5 10 FN 0: 011 = +80 11 FN 0: 012 = +45.8 </pre>														
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; border-right: 1px solid black;">IST</td> <td style="width: 15%; border-right: 1px solid black;">X</td> <td style="width: 15%; border-right: 1px solid black;">+100.000</td> <td style="width: 15%; border-right: 1px solid black;">Y</td> <td style="width: 15%; border-right: 1px solid black;">+100.000</td> <td style="width: 15%; border-right: 1px solid black;">Z</td> <td style="width: 15%; border-right: 1px solid black;">+250.000</td> <td style="width: 15%;">C</td> <td style="width: 15%;">+0.000</td> </tr> </table>	IST	X	+100.000	Y	+100.000	Z	+250.000	C	+0.000	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10px; border-right: 1px solid black;">T</td> <td style="width: 10px; border-right: 1px solid black;">F</td> <td style="width: 10px; border-right: 1px solid black;">0</td> <td style="width: 10px; border-right: 1px solid black;">M5 / 9</td> </tr> </table>	T	F	0	M5 / 9
IST	X	+100.000	Y	+100.000	Z	+250.000	C	+0.000						
T	F	0	M5 / 9											

			ROHTEIL RÜCK- SETZEN	STOP BEI 	START	START EINZELS. 	RESET + START
--	--	--	----------------------------	-----------------	-------	-----------------------	---------------------

Programm-Test

<pre style="font-family: monospace; font-size: 0.9em; margin: 0;"> BEGIN PGM 3507 MM 1 BLK FORM 0.1 Z X-20 Y-20 Z-20 2 BLK FORM 0.2 X+20 Y+20 Z+0 3 TOOL DEF 1 L+0 R+3 4 TOOL CALL 1 Z S1000 5 L Z+50 R0 FMAX M3 6 L X+50 Y+50 R0 FMAX M8 7 L Z-5 R0 FMAX M1 8 CC X+0 Y+0 9 LP PR+14 PA+45 RR 10 RND R1 11 FC DR+ R2.5 CLSD+ </pre>												
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; border-right: 1px solid black;">SOLL</td> <td style="width: 15%; border-right: 1px solid black;">X</td> <td style="width: 15%; border-right: 1px solid black;">-21.660</td> <td style="width: 15%; border-right: 1px solid black;">Y</td> <td style="width: 15%; border-right: 1px solid black;">+50.025</td> <td style="width: 15%; border-right: 1px solid black;">Z</td> <td style="width: 15%; border-right: 1px solid black;">+149.895</td> </tr> </table>	SOLL	X	-21.660	Y	+50.025	Z	+149.895	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10px; border-right: 1px solid black;">T</td> <td style="width: 10px; border-right: 1px solid black;">F</td> <td style="width: 10px; border-right: 1px solid black;">0</td> <td style="width: 10px; border-right: 1px solid black;">M5 / 9</td> </tr> </table>	T	F	0	M5 / 9
SOLL	X	-21.660	Y	+50.025	Z	+149.895						
T	F	0	M5 / 9									

					START	ENDE
--	--	--	--	--	-------	------

11.3 Programmmlauf

In der Betriebsart Programmmlauf Satzfolge führt die TNC ein Bearbeitungs-Programm kontinuierlich bis zum Programm-Ende oder bis zu einer Unterbrechung aus.

In der Betriebsart Programmmlauf Einzelsatz führt die TNC jeden Satz nach Drücken der externen START-Taste einzeln aus.

Die folgenden TNC-Funktionen können Sie in den Programmmlauf-Betriebsarten nutzen:

- Programmmlauf unterbrechen
- Programmmlauf ab bestimmtem Satz
- Sätze überspringen
- Q-Parameter kontrollieren und ändern
- 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 externer Start-Taste starten

Programmmlauf Einzelsatz

- ▶ Jeden Satz des Bearbeitungs-Programms mit der externen Start-Taste einzeln starten

Programmmlauf Satzfolge		PGM-Name	TAKOH	3																					
<pre> BEGIN PGM TAKOH 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 CALL 1 Z S5000 4 L Z+100 R0 FMAX 5 SEL PATTERN "MUSTPKT " 6 CYCL DEF 4.0 TASCHENFRAESEN 7 CYCL DEF 4.1 ABST+2 8 CYCL DEF 4.2 TIEFE-10 9 CYCL DEF 4.3 ZUSTLG+3 F150 10 CYCL DEF 4.4 X+25 11 CYCL DEF 4.5 Y+15 </pre>		<table border="1"> <tr> <td>IST</td> <td>X</td> <td>+0.250</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Y</td> <td>+0.250</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Z</td> <td>+0.405</td> </tr> </table>			IST	X	+0.250		Y	+0.250		Z	+0.405												
IST	X	+0.250																							
	Y	+0.250																							
	Z	+0.405																							
<table border="1"> <tr> <td>SOLL</td> <td>X</td> <td>+0.250</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Y</td> <td>+0.250</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Z</td> <td>+0.405</td> </tr> </table>		SOLL	X	+0.250		Y	+0.250		Z	+0.405	<table border="1"> <tr> <td>T</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>F</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>S</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			T				F				S			
SOLL	X	+0.250																							
	Y	+0.250																							
	Z	+0.405																							
T																									
F																									
S																									
<table border="1"> <tr> <td>BLOCKU.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>UBERTRAG.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		BLOCKU.				UBERTRAG.				<table border="1"> <tr> <td>VORLAUF ZU SATZ</td> <td></td> <td>EIN AUS</td> <td></td> <td>EIN AUS</td> <td>WERKZEUG TABELLE</td> </tr> </table>			VORLAUF ZU SATZ		EIN AUS		EIN AUS	WERKZEUG TABELLE							
BLOCKU.																									
UBERTRAG.																									
VORLAUF ZU SATZ		EIN AUS		EIN AUS	WERKZEUG TABELLE																				

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 (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 2mm).

Nicht gesteuerte Achsen müssen in einem separaten Positioniersatz stehen, ansonsten gibt die TNC eine Fehlermeldung aus.

Programmmlauf Satzfolge									
0	BEGIN	PGM	ALBERT6	MM					
1	BLK	FORM	0.1	Z	X-30	Y-30	Z-20		
2	BLK	FORM	0.2	X+100	Y+100	Z+0			
3	TOOL	CALL	0	Z					
4	L	Z+100	R0	FMAX					
5	L						MAX	M5	
6	TQ								
7	L								
8	L	X+30	Y-20	Z-10	R0	F2500			
9	APPR	CT	X+50	Y+0	CCA+50	R-30	RR	>	
10	L	X+100	Y+0	F1000					
11	END	PGM	ALBERT6	MM					
IST		X	+250.000						
		Y	+250.000						
		+Z	+12.000						
							T 0	Z	
							F 0		
							S		M5/9
FENSTER	FENSTER	FENSTER	FENSTER						ENDE
←	⇌	↑	↓						

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)
- Zusatzfunktion M0, M1 (siehe „11.6 Wahlweiser Programmlauf-Halt“, M2 oder M30)
- Zusatzfunktion M6 (wird vom Maschinenhersteller festgelegt)

Unterbrechung durch externe STOP-Taste

- ▶ Externe 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 INTERNER 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 „Wiederanfahren an die Kontur“ (siehe weiter unten in diesem Abschnitt).

Programmablauf Satzfolge									
BEGIN PGM FK MM									
1	BLK	FORM	0.1	Z	X+0	Y+0	Z-30		
2	BLK	FORM	0.2	X+100	Y+100	Z+0			
3	;SCHRUPPWERKZEUG RUFEN								
4	TOOL CALL 1 Z S4000								
5	L	Z+100	R0	FMAX	M3				
6	L	X+30	Y+30	R0	FMAX				
7	;KONTURUNTERPROGRAMM DEFINIEREN								
8	CYCL	DEF	14	.0					
9	CYCL	DEF	14	.1	KONTURLABEL1				
10	CYCL	DEF	6	.0					
11	CYCL	DEF	6	.1	ABST+2	TIEFE-20			
SOLL		+X	+149.930						
		+Y	-30.070						
		+Z	+199.930						
							T	1	Z
							F		
							S	4000	ROT M5/9
MANUELL VERFAHREN									INTERNER STOP

Programmablauf nach einer Unterbrechung fortsetzen



Wenn Sie den Programmablauf während eines Bearbeitungszyklus abbrechen, müssen Sie beim Wiedereinstieg mit dem Zyklusbeginn fortfahren. Bereits ausgeführte Bearbeitungsschritte müssen die TNC dann erneut abfahren.

Die TNC speichert bei einer Programmablauf-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 mit START-Taste fortsetzen

Nach einer Unterbrechung können Sie den Programmlauf mit der externen START-Taste fortsetzen, wenn Sie das Programm auf folgende Art angehalten haben:

- Externe STOP-Taste gedrückt
- Programmierte Unterbrechung
- NOT-AUS-Taste betätigt (maschinenabhängige Funktion)



Wenn Sie den Programmlauf mit dem Softkey INTERNER STOP abgebrochen haben, können Sie mit der Taste GOTO einen anderen Satz wählen und die Bearbeitung dort fortsetzen.

Programmlauf nach einem Fehler fortsetzen

- Bei nichtblinkender Fehlermeldung:
 - ▶ Fehlerursache beseitigen
 - ▶ Fehlermeldung am Bildschirm löschen: Taste CE drücken
 - ▶ Neustart oder Programmlauf fortsetzen an der Stelle, an der unterbrochen wurde
- Bei blinkender Fehlermeldung:
 - ▶ Taste END zwei Sekunden gedrückt halten, TNC führt einen Warmstart aus
 - ▶ Fehlerursache beseitigen
 - ▶ Neustart

Bei wiederholtem Auftreten des Fehlers notieren Sie bitte die Fehlermeldung und benachrichtigen den Kundendienst.

Beliebiger Einstieg ins Programm (Satzvorlauf)



Der Satzvorlauf ist eine maschinenabhängige Funktion. Maschinenhandbuch beachten!

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).

Die Werkzeug-Längenkorrektur wird erst durch den Werkzeugaufruf und eine nachfolgende Positionierung in der Werkzeugachse wirksam, dies gilt auch für eine geänderte Werkzeuglänge.

- ▶ 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 alle 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 des NC-Programmes, dabei muß das Werkzeug in der Spindel dem im Programm aufgerufenem Werkzeug entsprechen.
- ▶ 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.

Programmmlauf Satzfolge						
BEGIN PGM 3507 MM						
1	BLK	FORM	0.1	Z	X-20	Y-20 Z-20
2	BLK	FORM	0.2	X+20	Y+20	Z+0
3	TOOL	DEF	1	L+0	R+3	
4	TOOL	CALL	1	Z	S1000	
5	L	Z+50	R0	FMAX	M3	
6	L	X+50	Y+50	R0	FMAX	M8
7	L	Z-5	R			
8	CC	X+0				
9	LP	PR+1				
10	RND	R1				
11	FC	DR+	R2.5	CLSD+		
SOLL					X	-21.660
					Y	+50.025
					Z	+149.895
					T	
					F	0
					S	M5/9
					START	ENDE

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 vorschlägt: 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

Programmlauf Satzfolge															
12	FLT	AN+180.925	M1												
13	FCT	DR+ R10.5	CCX+0	CCY+0											
14	FSELECT1														
15	FLT	AN+269.025													
16	RND	R2.5													
17	FL	AN+0.975													
18	FCT	DR+							+0						
19	FLT	AN+													
20	FCT	DR+													
21	FSELECT2														
22	RND	R1													
23	LP	IPR+2													
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> Wiederanfahren: Achsfolge: <table style="margin-left: 20px;"> <tr><td>X</td><td>-181.520</td></tr> <tr><td>Y</td><td>-162.915</td></tr> <tr><td>Z</td><td>+151.000</td></tr> </table> </div>										X	-181.520	Y	-162.915	Z	+151.000
X	-181.520														
Y	-162.915														
Z	+151.000														
SOLL		X	-181.520												
		Y	-162.915												
		Z	+151.000												
				T	1	Z									
				F	0										
				S	1000		M3/8								
ANFAHREN	ANFAHREN	ANFAHREN					MANUELL	INTERNER							
X	Y	Z					VERFAHREN	STOP							

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 „14.4 Externe Datenschnittstelle einrichten“).



- ▶ Betriebsart Programmablauf Satzfolge oder Programmablauf Einzelsatz wählen
- ▶ Blockweises Übertragen ausführen: Softkey BLOCKW. ÜBERTRAG. drücken
- ▶ Programm-Name eingeben, bei Bedarf über Softkey noch Programm-Typ ändern, mit Taste ENT bestätigen. Die TNC liest das gewählte Programm über die Datenschnittstelle ein. Wenn Sie keinen Programm-Typ angeben, liest die TNC den Typ ein, den Sie unter der MOD-Funktion „Programm-Eingabe“ definiert haben
- ▶ 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 Sätze überspringen

Sätze, die Sie beim Programmieren mit einem „/“-Zeichen gekennzeichnet haben, können Sie beim Programm-Test oder Programmablauf überspringen lassen:



- ▶ Programm-Sätze mit „/“-Zeichen ausführen oder testen: Softkey auf AUS stellen



- ▶ Programm-Sätze mit „/“-Zeichen nicht ausführen oder testen: Softkey auf EIN stellen



Diese Funktion wirkt nicht für TOOL DEF-Sätze.

11.6 Wahlweiser Programmablauf-Halt

DieTNC unterbricht wahlweise den Programmablauf oder den Programm-Test bei Sätzen in denen ein M01 programmiert ist. Wenn Sie M01 in der Betriebsart Programmablauf verwenden, dann schaltet die TNC die Spindel und das Kühlmittel nicht ab.



- ▶ Programmablauf oder Programm-Test bei Sätzen mit M01 nicht unterbrechen: Softkey auf AUS stellen



- ▶ Programmablauf oder Programm-Test bei Sätzen mit M01 unterbrechen: Softkey auf EIN stellen



12

3D-Tastsysteme

12.1 Antastzyklen in den Betriebsarten Manueller Betrieb und El. Handrad



Die TNC muß vom Maschinenhersteller für den Einsatz eines 3D-Tastsystems vorbereitet sein.



Wenn Sie Messungen während des Programmlaufs durchführen, dann achten Sie darauf, daß die Werkzeug-Daten (Länge, Radius, Achse) entweder aus den kalibrierten Daten oder aus dem letzten TOOL-CALL-Satz verwendet werden können (Auswahl über MP7411).

Während der Antastzyklen fährt das 3D-Tastsystem achsparallel auf das Werkstück zu, nachdem Sie die externe 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

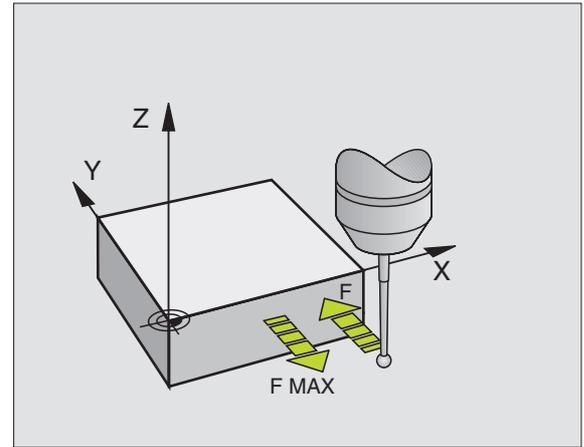
Wird innerhalb eines festgelegten Wegs der Taststift nicht ausgelenkt, gibt die TNC eine entsprechende Fehlermeldung aus (Weg: MP6130).

Antast-Funktion wählen

- ▶ Betriebsart Manueller Betrieb oder El. Handrad wählen



- ▶ Antastfunktionen wählen:
Softkey ANTAST-FUNKTIONEN drücken. Die TNC zeigt weitere Softkeys: Siehe Tabelle rechts



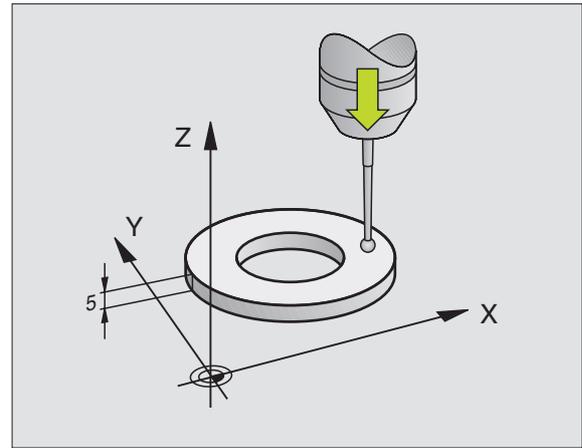
Funktion	Softkey
Wirksame Länge kalibrieren	
Wirksamen Radius kalibrieren	
Grunddrehung	
Bezugspunkt-Setzen	
Ecke als Bezugspunkt setzen	
Kreismittelpunkt als Bezugspunkt setzen	

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: $Z=0$.



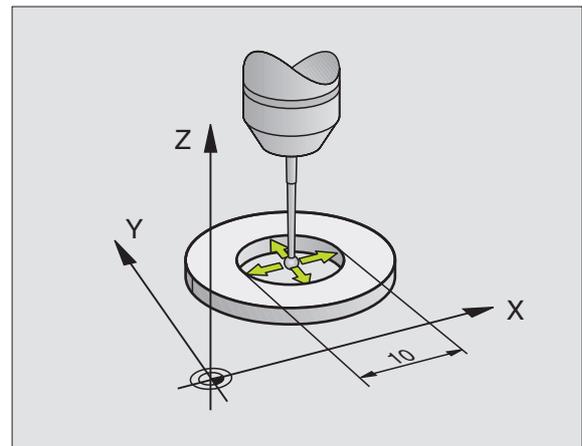
- ▶ Kalibrier-Funktion für die Tastsystem-Länge wählen: Softkey ANTAST-FUNKTIONEN und KAL. L drücken. Die TNC zeigt ein Menü-Fenster mit vier Eingabefeldern
- ▶ Werkzeug-Achse über Softkey wählen
- ▶ Bezugspunkt: Höhe des Einstellrings eingeben
- ▶ Menüpunkte Wirksamer Kugelradius und Wirksame Länge erfordern keine Eingabe
- ▶ Tastsystem dicht über die Oberfläche des Einstellrings fahren
- ▶ Wenn nötig, angezeigte Verfahrrichtung ändern: Pfeil-Taste drücken
- ▶ Oberfläche antasten: Externe START-Taste drücken

Wirksamen Radius kalibrieren und Tastsystem-Mittenversatz ausgleichen

Die Tastsystem-Achse fällt normalerweise nicht genau mit der Spindelachse zusammen. Die Kalibrierfunktion 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 Maschinen-Parameter 6160 festlegt.

Die Messung für den Tastsystem-Mittenversatz 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-Mittenversatz wählen: Softkey KAL. R drücken
- ▶ Werkzeug-Achse wählen, Radius des Einstellrings eingeben
- ▶ Antasten: 4 x externe 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-Mittenversatz bestimmen: Softkey „180°“ drücken. Die TNC dreht das Tastsystem um 180°
- ▶ Antasten: 4 x externe START-Taste drücken. Das 3D-Tastsystem tastet in jede Achsrichtung eine Position in der Bohrung und errechnet den Tastsystem-Mittenversatz

Kalibrierwerte anzeigen

Die TNC speichert wirksame Länge, den wirksamen Radius und den Betrag des Tastsystem-Mittenversatzes 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.



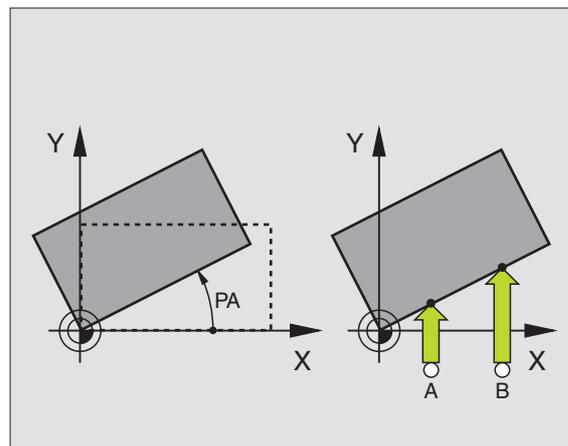
Antastrichtung zum Messen der Werkstück-Schiefelage immer senkrecht zur Winkelbezugsachse wählen.

Damit die Grunddrehung im Programmfluss richtig verrechnet wird, müssen Sie im ersten Verfahrenssatz beide Koordinaten der Bearbeitungsebene programmieren.



- ▶ 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: Externe START-Taste drücken
- ▶ Tastsystem in die Nähe des zweiten Antastpunkts positionieren
- ▶ Antasten: Externe START-Taste drücken

Kalibrierung wirksamer Radius							
X+	X-	Y+	Y-				
Werkzeug-Achse = Z Radius Einstellring = 24.998 Wirksamer Kugelradius = 2.995 Wirksame Länge = +0 Tastkugel-Mittenversatz X+0 Tastkugel-Mittenversatz Y+0							
SOLL		+X	+149.855				
		+Y	-29.945				
		+Z	+199.905				
		T	0	ROT			
		S	5000	M3/8			
X	Y	Z					ENDE



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 Status-Anzeige an (Bildschirm-Aufteilung PROGRAMM + STATUS POS.-ANZ.)

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

Grunddrehung			
X+	X-	Y+	Y-
Drehwinkel = +12.357			
sOLL	+X	+149.930	
	+Y	-30.070	
	+Z	+199.930	
	T	0	ROT
	F		M5/9
	S		
			ENDE

12.2 Bezugspunkt-Setzen mit 3D-Tastsystemen

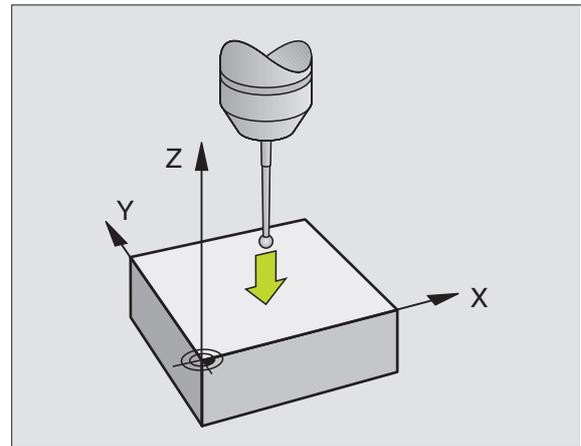
Die Funktionen zum Bezugspunkt-Setzen am ausgerichteten Werkstück werden mit folgenden Softkeys gewählt:

- 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 unten)



- ▶ 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-Tasten wählen
- ▶ Antasten: Externe START-Taste drücken
- ▶ Bezugspunkt: Soll-Koordinate eingeben, mit Taste ENT übernehmen



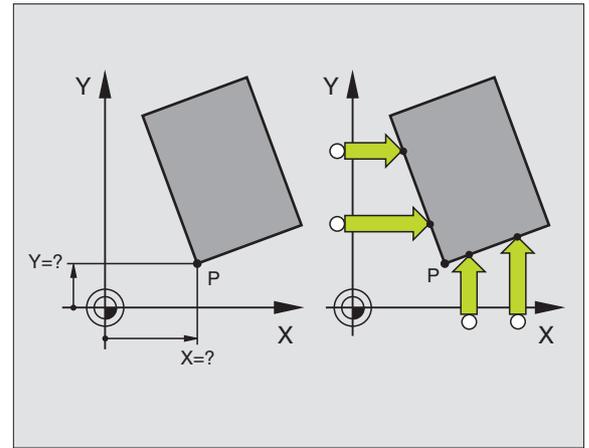
Ecke als Bezugspunkt – Punkte übernehmen, die für Grunddrehung angetastet wurden (siehe Bild rechts oben)



- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN P drücken
- ▶ Antastpunkte aus Grunddrehung?: Taste ENT drücken, um die Koordinaten der Antastpunkte zu übernehmen
- ▶ Tastensystem 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: Externe START-Taste drücken
- ▶ Tastensystem in die Nähe des zweiten Antastpunkts auf der gleichen Kante positionieren
- ▶ Antasten: Externe START-Taste drücken
- ▶ Bezugspunkt: Beide Koordinaten des Bezugspunkts im Menüfenster eingeben, mit Taste ENT übernehmen
- ▶ Antast-Funktion 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 Taste NO ENT 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
- ▶ Antast-Funktion 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: Externe 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

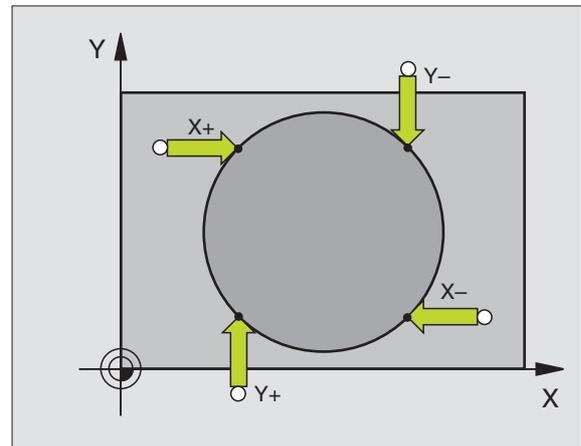
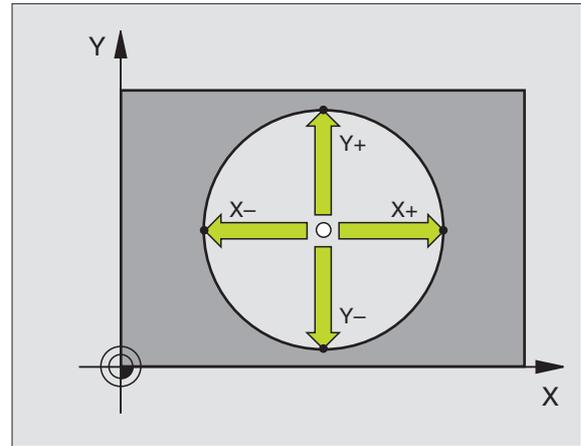
- ▶ Bezugspunkt: Im Menüfenster beide Koordinaten des Kreismittelpunkts eingeben, mit Taste ENT übernehmen

- ▶ Antastfunktion beenden: Taste END drücken

Außenkreis:

- ▶ Tastkugel in die Nähe des ersten Antastpunkts außerhalb des Kreises positionieren
- ▶ Antastrichtung wählen: Entsprechenden Softkey wählen
- ▶ Antasten: Externe START-Taste drücken
- ▶ Antastvorgang für die übrigen 3 Punkte wiederholen. Siehe Bild rechts unten
- ▶ 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 Pfeiltasten Achse wählen.
- ▶ Antastvorgang starten: Externe START-Taste drücken

Die TNC zeigt die Koordinate des Antastpunkts als Bezugspunkt an.

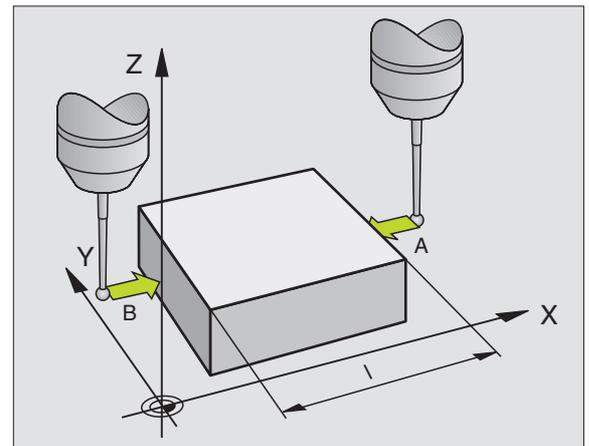
Koordinaten eines Eckpunktes in der Bearbeitungsebene bestimmen

Koordinaten des Eckpunkts 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-Tasten wählen
- ▶ Antasten: Externe START-Taste drücken
- ▶ Als Bezugspunkt angezeigten Wert notieren (nur, falls vorher gesetzter Bezugspunkt wirksam bleibt)
- ▶ Bezugspunkt: „0“ eingeben
- ▶ Dialog abrechnen: Taste END drücken
- ▶ Antastfunktion erneut wählen: Softkey ANTASTEN POS drücken



- ▶ Tastsystem in die Nähe des zweiten Antastpunkts B positionieren
- ▶ Antastrichtung mit Pfeil-Tasten wählen: Gleiche Achse, jedoch entgegengesetzte Richtung wie beim ersten Antasten.
- ▶ Antasten: Externe 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 abrechen: Taste END drücken.

Winkel messen

Mit einem 3D-Tastsystem können 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.

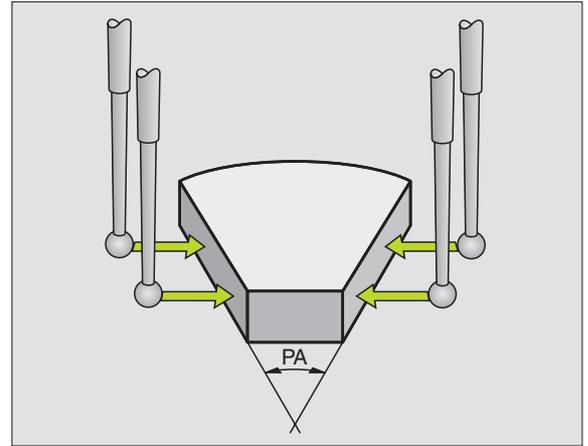
Winkel zwischen der Winkelbezugsachse und einer Werkstück-Kante bestimmen



- ▶ 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 PROBING ROT Winkel PA zwischen den Werkstück-Kanten als Drehwinkel anzeigen lassen
- ▶ Grunddrehung aufheben oder ursprüngliche Grunddrehung wieder herstellen: Drehwinkel auf notierten Wert setzen

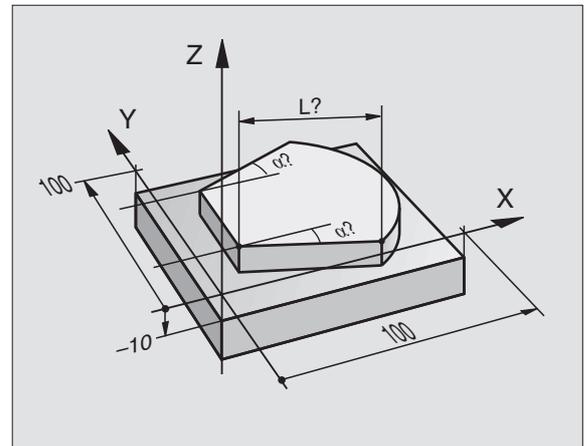


Messen mit dem 3D-Tastsystem während des Programmlaufs

Mit dem 3D-Tastsystem lassen sich auch während eines Programmlaufs Positionen am Werkstück erfassen – auch bei geschwenkter Bearbeitungsebene. Anwendungen:

- Höhenunterschiede bei Gußflächen ermitteln
- Toleranzabfragen während der Bearbeitung

Den Tastsystem-Einsatz programmieren Sie in der Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren mit der Taste TOUCH PROBE und dem Softkey REF PLANE. Die TNC positioniert das Tastsystem vor und tastet automatisch die vorgegebene Position an. Dabei fährt die TNC das Tastsystem parallel zur Maschinen-Achse, die Sie im Antast-Zyklus festgelegt haben. Eine aktive Grunddrehung oder Rotation wird von der TNC nur für die Berechnung des Antastpunktes berücksichtigt. Die Koordinate des Antastpunktes legt die TNC in einem Q-Parameter ab. Die TNC bricht den Antastvorgang ab, wenn das Tastsystem innerhalb eines bestimmten Bereichs (über MP 6130 wählbar) nicht ausgelenkt wird. Die Koordinaten der Position, an der sich der Südpol der Tastkugel beim Antasten befindet, sind nach dem Antastvorgang zusätzlich in den Parametern Q115 bis Q118 gespeichert. Für die Werte in diesen Parametern berücksichtigt die TNC Taststiftlänge und -radius nicht.





Tastsystem manuell so vorpositionieren, daß eine Kollision beim Anfahren der programmierten Vorposition vermieden wird.

Achten Sie darauf, daß die TNC die Werkzeug-Daten wie Länge, Radius, und Achse entweder aus den kalibrierten Daten oder aus dem letzten TOOL CALL-Satz verwendet: über MP7411 wählen.

- ▶ In der Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren Taste TOUCH PROBE drücken.



- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey BEZUGSEBENE drücken
- ▶ Parameter-Nr. für Ergebnis: Nummer des Q-Parameters eingeben, dem der Wert der Koordinate zugewiesen wird
- ▶ Antast-Achse/Antast-Richtung: Antast-Achse mit Achswahl-Taste und Vorzeichen für Antastrichtung eingeben. Mit Taste ENT bestätigen.
- ▶ Koordinaten: Über die Achswahl-Tasten alle Koordinaten für das Vorpositionieren des Tastsystems eingeben.
- ▶ Eingabe abschließen: Taste ENT drücken.

NC-Beispielsätze

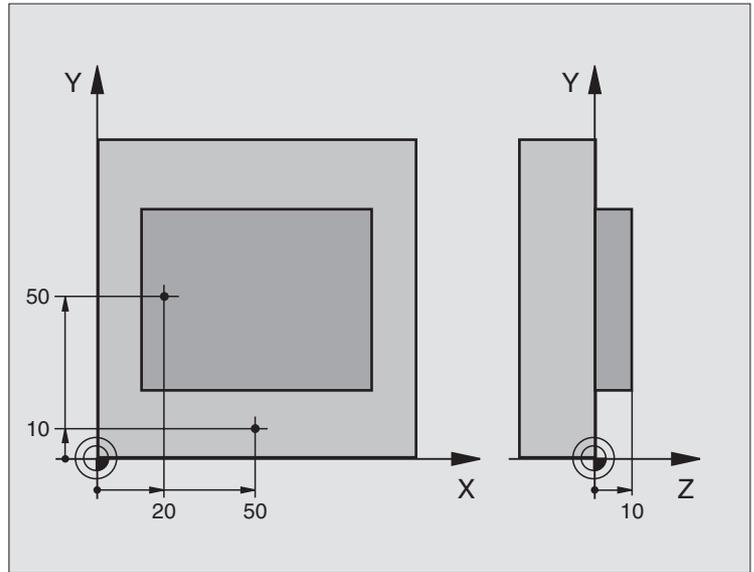
```
67 TCH PROBE 0.0 BEZUGSEBENE Q5 X-
```

```
68 TCH PROBE 0.1 X+5 Y+0 Z-5
```

Beispiel: Höhe einer Insel auf dem Werkstück bestimmen

Programm-Ablauf

- Programm-Parameter zuweisen
- Mit Zyklus BEZUGSEBENE Höhe messen
- Höhe berechnen



BEGIN PGM 3DTASTEN MM	
1 FN 0: Q11 = +20	1. Antastpunkt: X-Koordinate
2 FN 0: Q12 = +50	1. Antastpunkt: Y-Koordinate
3 FN 0: Q13 = +10	1. Antastpunkt: Z-Koordinate
4 FN 0: Q21 = +50	2. Antastpunkt: X-Koordinate
5 FN 0: Q22 = +10	2. Antastpunkt: Y-Koordinate
6 FN 0: Q23 = +0	2. Antastpunkt: Z-Koordinate
7 TOOL CALL 0 Z	Tastsystem-Aufruf
8 L Z+250 R0 FMAX	Tastsystem freifahren
9 L X+Q11 Y+Q12 R0 FMAX	Vorpositionieren für erste Messung
10 TCH PROBE 0.0 BEZUGSEBENE Q10 Z-	Oberkante Werkstück messen
11 TCH PROBE 0.1 Z+Q13	
12 L X+Q21 Y+Q22 R0 FMAX	Vorpositionieren für zweite Messung
13 TCH PROBE 0.0 BEZUGSEBENE Q20 Z-	Tiefe messen
14 TCH PROBE 0.1 Z+Q23	
15 FN 2: Q1 = +Q20 - +Q10	Absolute Höhe der Insel berechnen
16 STOP	Programmlauf-Stopp: Q1 kontrollieren
17 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
END PGM 3DTASTEN MM	



13

Digitalisieren

13.1 Digitalisieren mit schaltendem Tastsystem (Option)

Mit der Option Digitalisieren erfasst die TNC 3D-Formen mit einem schaltenden Tastsystem.

Zum Digitalisieren benötigen Sie folgende Komponenten:

- Tastsystem
- Softwaremodul „Option Digitalisieren“
- Ggf. HEIDENHAIN-Digitalisierdaten-Auswertesoftware SUSA zur Weiterverarbeitung von Digitalisierdaten, die mit dem Zyklus MAEANDER gewonnen wurden

Zum Digitalisieren stehen folgende Digitalisier-Zyklen zur Verfügung:

- BEREICH
- MAEANDER
- HOEHENLINIEN



TNC und Maschine müssen vom Maschinenhersteller für den Einsatz eines Tastsystems vorbereitet sein.

Bevor Sie mit dem Digitalisieren beginnen, müssen Sie das Tastsystem kalibrieren.

Funktion

Eine 3D-Form wird mit dem Tastsystem Punkt für Punkt in einem wählbaren Raster abgetastet. Die Digitalisiergeschwindigkeit liegt zwischen 200 und 800 mm/min bei einem Punktabstand (PABST) von 1 mm (maschinenabhängiger Wert).

Die erfaßten Positionen gibt die TNC über die Datenschnittstelle – in der Regel an einen PC – aus. Konfigurieren Sie dazu die Datenschnittstelle (siehe „14.4 Externe Datenschnittstelle einrichten“).

Wenn Sie zum Fräsen der erfaßten Digitalisierdaten ein Werkzeug verwenden, dessen Radius dem Taststift-Radius entspricht, dann können Sie die Digitalisierdaten ohne zusätzliche Auswertung abarbeiten



Die Digitalisier-Zyklen sind für die Hauptachsen X, Y und Z zu programmieren.

Koordinaten-Umrechnungen oder eine Grunddrehung dürfen während des Digitalisierens nicht aktiv sein.

Die TNC gibt die BLK FORM mit in die Digitalisierdaten-Datei aus.

13.2 Digitalisier-Zyklen programmieren

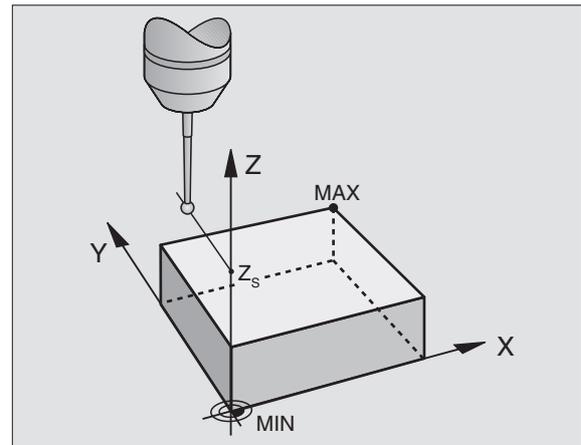
- ▶ Taste TOUCH PROBE drücken
- ▶ Über Softkey den gewünschten Digitalisier-Zyklus wählen
- ▶ Dialogfragen der TNC beantworten: Geben Sie die entsprechenden Werte über die Tastatur ein und bestätigen jede Eingabe mit der Taste ENT. Wenn die TNC alle erforderlichen Informationen hat, beendet sie die Zyklus-Definition automatisch. Informationen zu den einzelnen Eingabeparametern finden Sie bei der jeweiligen Zyklus-Beschreibung in diesem Kapitel.

Digitalisier-Bereich festlegen

Zur Definition des Digitalisier-Bereichs steht der Zyklus 5 BEREICH zur Verfügung. Sie können einen quaderförmigen Bereich definieren, in dem die Form abgetastet wird.

Den Digitalisier-Bereich legen Sie als Quader durch Angabe von Minimum- und Maximum-Koordinaten in den drei Hauptachsen X, Y und Z fest – wie bei der Rohteil-Definition BLK FORM. Siehe Bild rechts.

- ▶ PGM Name Digitalisierdaten: Name der Datei, in der die Digitalisierdaten gespeichert werden.
- ▶ Achse TCH PROBE: Tastsystem-Achse eingeben
- ▶ MIN-Punkt Bereich. Minimal-Punkt des Bereichs, in dem digitalisiert wird
- ▶ MAX-Punkt Bereich: Maximal-Punkt des Bereichs, in dem digitalisiert wird
- ▶ Sichere Höhe: Position in der Tastsystem-Achse, in der eine Kollision von Taststift und Form ausgeschlossen ist.



NC-Beispielsätze

```
50 TCH PROBE 5.0 BEREICH
```

```
51 TCH PROBE 5.1 PGM NAME: DATEN
```

```
52 TCH PROBE 5.2 Z X+0 Y+0 Z+0
```

```
53 TCH PROBE 5.3 X+10 Y+10 Z+20
```

```
54 TCH PROBE 5.4 HOEHE: + 100
```

13.3 Mäanderförmig Digitalisieren

Digitalisierzyklus 6 MAEANDER

Mit dem Digitalisier-Zyklus MAEANDER digitalisieren Sie eine 3D-Form mäanderförmig. Dieses Verfahren eignet sich besonders für relativ flache Formen. Falls Sie die Digitalisierdaten mit der HEIDENHAIN-Auswertesoftware SUSA weiterverarbeiten, müssen Sie mäanderförmig digitalisieren.

Beim Digitalisiervorgang wählen Sie eine Achse der Bearbeitungsebene, in der das Tastsystem in positiver Richtung bis zur Bereichsgrenze fährt – ausgehend vom MIN-Punkt in der Bearbeitungsebene. Dort wird das Tastsystem um den Linienabstand versetzt und fährt anschließend auf dieser Zeile wieder zurück. Am anderen Ende der Zeile wird dann das Tastsystem erneut um den Linienabstand versetzt. Der Vorgang wiederholt sich, bis der gesamte Bereich abgetastet ist.

Am Ende des Digitalisiervorgangs fährt das Tastsystem auf die Sichere Höhe zurück.

Startpunkt

- MIN-Punkt-Koordinaten in der Bearbeitungsebene aus Zyklus 5 BEREICH, Spindelachsen-Koordinate = Sichere Höhe
- Startpunkt wird von der TNC automatisch angefahren: Zuerst in der Spindelachse auf Sichere Höhe, dann in der Bearbeitungsebene

Form anfahren

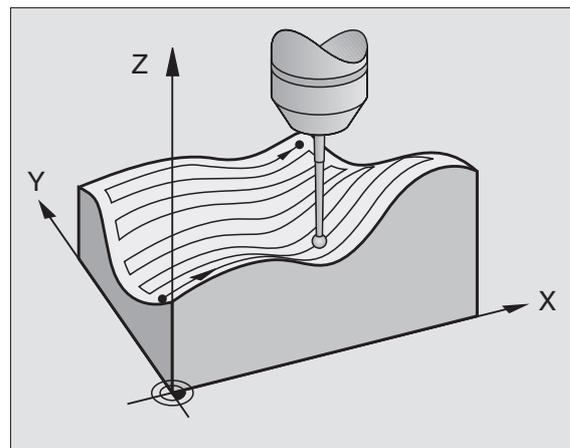
Das Tastsystem fährt in negativer Spindelachsen-Richtung auf die Form zu. Die Koordinaten der Position, bei der das Tastsystem die Form berührt, werden gespeichert.



Im Bearbeitungs-Programm müssen Sie vor dem Digitalisierzyklus MAEANDER den Digitalisierzyklus BEREICH definieren.

Digitalisier-Parameter

- ▶ Linienrichtung: Koordinatenachse der Bearbeitungsebene, in deren positiver Richtung das Tastsystem vom ersten gespeicherten Konturpunkt aus fährt
- ▶ Begrenzung in Normalen-Richtung: Strecke, um die das Tastsystem nach einer Auslenkung freifährt. Eingabebereich: 0 bis 5 mm. Empfehlung: Eingabewert sollte zwischen 0.5 • Punktabstand und Punktabstand liegen. Je kleiner die Tastkugel, desto größer sollten Sie die Begrenzung in Normalen-Richtung wählen
- ▶ Linienabstand: Versatz des Tastsystems an den Zeilenenden; Zeilen-Abstand. Eingabebereich: 0 bis 5 mm
- ▶ MAX. Punktabstand : Maximaler Abstand zwischen den von der TNC gespeicherten Punkten. Die TNC berücksichtigt zusätzlich wichtige, die Form des Modells bestimmende Punkte, z. B. an Innenecken. Eingabebereich: 0.02 bis 5 mm



NC-Beispielsätze

```
60 TCH PROBE 6.0 MAEANDER
61 TCH PROBE 6.1 RICHTUNG: X
62 TCH PROBE 6.2 HUB: 0.5 L.ABST: 0.2
P.ABST: 0.5
```

13.4 Höhenlinien digitalisieren

Digitalisierzyklus 7 HOEHENLINIEN

Mit dem Digitalisier-Zyklus HOEHENLINIEN wird eine 3D-Form stufenweise digitalisiert. Das Digitalisieren in Höhenlinien eignet sich besonders für steile Formen (z.B. Angußbohrungen von Spritzwerkzeugen) oder wenn nur eine einzige Höhenlinie erfaßt werden soll (z.B. Umrißlinie einer Kurvenscheibe).

Beim Digitalisiervorgang fährt das Tastsystem – nachdem der erste Punkt erfaßt wurde – auf konstanter Höhe um die Form. Wird der erste erfaßte Punkt wieder erreicht, erfolgt eine Zustellung um den eingegebenen Linienabstand in positiver oder negativer Richtung der Spindelachse. Das Tastsystem verfährt erneut auf konstanter Höhe um das Werkstück bis zum ersten erfaßten Punkt auf dieser Höhe. Der Vorgang wiederholt sich, bis der gesamte Bereich digitalisiert ist.

Am Ende des Digitalisiervorgangs fährt das Tastsystem auf die Sichere Höhe und den programmierten Startpunkt zurück.

Einschränkungen für den Abtastbereich

- In der Tastsystem-Achse: Der definierte BEREICH muß mindestens um den Tastkugel-Radius unter dem höchsten Punkt der 3D-Form liegen
- In der Bearbeitungsebene: Der definierte Bereich muß mindestens um den Tastkugel-Radius größer als die 3D-Form sein

Startpunkt

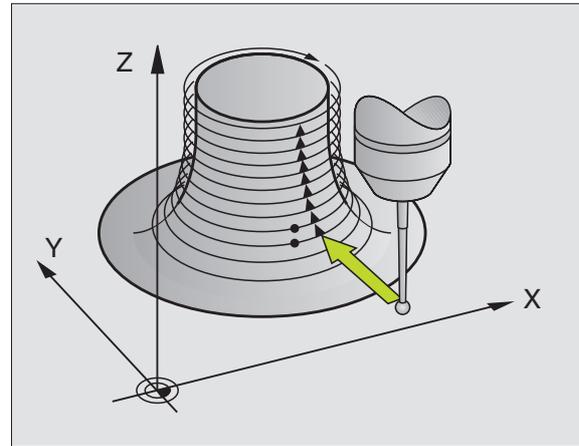
- Spindelachsen-Koordinate des MIN-Punkts aus Zyklus 5 BEREICH wenn Linienabstand positiv eingegeben ist
- Spindelachsen-Koordinate des MAX-Punkts aus Zyklus 5 BEREICH, wenn Linienabstand negativ eingegeben ist
- Koordinaten der Bearbeitungsebene im Zyklus HOEHENLINIEN definiert
- Startpunkt wird von der TNC automatisch angefahren:
Zuerst in der Spindelachse auf Sichere Höhe, dann in der Bearbeitungsebene

Form anfahren

Das Tastsystem fährt in der im Zyklus HOEHENLINIEN programmierten Richtung auf die Form zu. Die Koordinaten der Position, bei der das Tastsystem die Form berührt, werden gespeichert.



Im Bearbeitungs-Programm müssen Sie vor dem Digitalisierzyklus HOEHENLINIEN den Digitalisierzyklus BEREICH definieren.



Digitalisier-Parameter

- ▶ Zeitbegrenzung: Zeit, innerhalb der das Tastsystem den ersten Anstastpunkt einer Höhenlinie nach einem Umlauf erreichen muß. Die TNC bricht den Digitalisier-Zyklus ab, falls die eingegebene Zeit überschritten wird. Eingabebereich: 0 bis 7200 Sekunden. Keine Zeitbegrenzung, wenn Sie „0“ eingeben
- ▶ Startpunkt: Koordinaten des Startpunkts in der Bearbeitungsebene
- ▶ Startachse und Richtung: Koordinaten-Achse und -Richtung, in der das Tastsystem die Form anfährt
- ▶ Anfangsachse und Richtung: Koordinaten-Achse und -Richtung, auf der das Tastsystem die Form während des Digitalisierens umfährt. Mit der Digitalisier-Richtung legen Sie bereits fest, ob die nachfolgende Fräsbearbeitung im Gleich- oder Gegenlauf durchgeführt wird
- ▶ Begrenzung in Normalen-Richtung: Strecke, um die das Tastsystem nach einer Auslenkung freifährt. Eingabebereich: 0 bis 5 mm. Empfehlung: Eingabewert sollte zwischen $0.5 \cdot \text{Punktabstand}$ und Punktabstand liegen. Je kleiner die Tastkugel, desto größer sollten Sie die Begrenzung in Normalen-Richtung wählen
- ▶ Linienabstand und Richtung: Versatz des Tastsystems, wenn es den Anfangspunkt einer Höhenlinie wieder erreicht; das Vorzeichen legt die Richtung fest, in welche das Tastsystem versetzt wird. Eingabebereich: -5 bis +5 mm



Wenn Sie nur eine einzige Höhenlinie digitalisieren wollen, dann geben Sie für den Linienabstand 0 ein.

- ▶ MAX. Punktabstand : Maximaler Abstand zwischen den von der TNC abgespeicherten Punkten. Die TNC berücksichtigt zusätzlich wichtige, die Form des Modells bestimmende Punkte, z.B. an Innenecken. Eingabebereich: 0.02 bis 5 mm

NC-Beispielsätze

60 TCH PROBE 7.0 HOEHENLINIEN

61 TCH PROBE 7.1 ZEIT: 0 X+0 Y+0

62 TCH PROBE 7.2 ANFAHRFOLGE: Y- / X-

63 TCH PROBE 7.2 HUB: 0.5 L.ABST+: +0.2

P.ABST: 0.5

13.5 Digitalisierdaten in einem Bearbeitungs-Programm verwenden

NC-Beispielsätze einer Digitalisierdaten-Datei, die mit Zyklus HOEHENLINIEN erfaßt wurden

BEGIN PGM DATEN MM	Programm-Name DATEN: Im Zyklus BEREICH festgelegt
1 BLK FORM 0.1 Z X-40 Y-20 Z+0	Rohteil-Definition: Größe wird von derTNC festgelegt
2 BLK FORM 0.2 X+40 Y+40 Z+25	
3 L Z+250 FMAX	Sichere Höhe in der Spindelachse: Im Zyklus Bereich festgelegt
4 L X+0 Y-25 FMAX	Startpunkt in X/Y: Im Zyklus HOEHENLINIEN festgelegt
5 L Z+25	Starthöhe in Z: Im Zyklus HOEHENLINIEN festgelegt, abhängig vom Vorzeichen des LINIENABSTANDES
6 L X+0,002 Y-12,358	Erste erfaßte Position
7 L X+0,359 Y-12,021	Zweite erfaßte Position
...	
253 L X+0,003 Y-12,390	Erste Höhenlinie digitalisiert: Erste erfaßte Position wieder erreicht
254 L Z+24,5	Zustellung auf nächste Höhenlinie
...	
2597 L X+0,093 Y-16,390	Letzte erfaßte Position im Bereich
2598 L X+0 Y-25 FMAX	Zurück auf den Startpunkt in X/Y
2599 L Z+250 FMAX	Zurück auf Sichere Höhe in der Spindelachse
END PGM DATEN MM	Programm-Ende

Um die Digitalisierdaten abzuarbeiten erstellen Sie folgendes Programm:

BEGIN PGM FRAESEN MM	Werkzeug-Definition:Werkzeug-Radius =Taststift-Radius
1 TOOL DEF 1 L+0 R+4	Werkzeug-Aufruf
2 TOOL CALL 1 Z S4000	Fräsvorschub festlegen, Spindel und Kühlmittel EIN
3 L RO F1500 M13	Digitalisierdaten aufrufen, die extern gespeichert sind
4 CALL PGM EXT:DATEN	
END PGM FRAESEN MM	



14

MOD-Funktionen

14.1 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
- Programmier-Sprache festlegen für MDI
- Schlüsselzahl eingeben
- Schnittstelle einrichten
- Maschinenspezifische Anwender-Parameter
- Verfahrbereichs-Begrenzung setzen
- NC-Software - Nummer anzeigen
- PLC-Software - Nummer anzeigen

MOD-Funktion ändern

- ▶ MOD-Funktion im angezeigten Menü mit Pfeiltasten wählen.
- ▶ Wiederholtaste ENT drücken, bis Funktion im Hellfeld steht oder Zahl eingeben und mit Taste ENT übernehmen

MOD-Funktionen verlassen

- ▶ MOD-Funktion beenden: Softkey ENDE oder Taste END drücken.

14.2 System-Informationen

Mit dem Softkey SYSTEM-INFORM. zeigt dieTNC folgende Informationen an:

- Freier Programm-Speicher
- NC-Software-Nummer
- PLC-Software-Nummer
- DSP-Software-Nummer
- Vorhandene Optionen, z.B. Digitalisieren

stehen nach Anwahl der Funktionen im TNC-Bildschirm.

Programm-Einspeichern/Editieren							
Positions-Anzeige 1		SOLL					
Positions-Anzeige 2		IST					
Wechsel MM/INCH		MM					
Programm-Eingabe		HEIDENHAIN					
SOLL		+X	+149.930				
		+Y	-30.070				
		+Z	+199.930				
		T	1	Z			
		F	0			ROT	
		S	4000			M5/9	
	RS 232 EINRICHT.	ANWENDER- PARAMETER	VERFAHR- BEREICH	SYSTEM- INFORM.		HILFE	ENDE

14.3 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
Programmschutz aufheben	86357
Betriebstunden-Zähler für: Steuerung ein Programmlauf Spindel ein	857282

Sie können die einzelnen Zeiten zurücksetzen, indem Sie die Taste ENT drücken (muß über Maschinen-Parameter freigegeben sein)

14.4 Datenschnittstelle einrichten

Zum Einrichten der Datenschnittstelle drücken Sie den Softkey RS 232 EINRICHT.. 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 TNCremo	EXT1, EXT2
PC mit HEIDENHAIN-Software TNCremo	FE
Keine Daten übertragen; z.B. Digitali- sieren ohne Meßwerterfassung, oder 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.

Programm-Einspeichern/Editieren			
Schnittstelle RS232		FE	
Baud-Rate		57600	
Speicher für blockw. Übertragen			
Verfügbar [kbyte]		115	
Reserviert [kbyte]		20	
Satzpuffer		1000	
SOLL	X	-21.815	
	Y	+49.760	
	Z	+149.790	
	T		
	F	0	
	S		M5/9
			ENDE

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 410 und TNCremo

Überprüfen Sie, ob:

- die TNC 410 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.

14.5 Maschinenspezifische Anwenderparameter



Der Maschinenhersteller kann bis zu 16 Anwenderparameter mit Funktionen belegen. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

14.6 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.

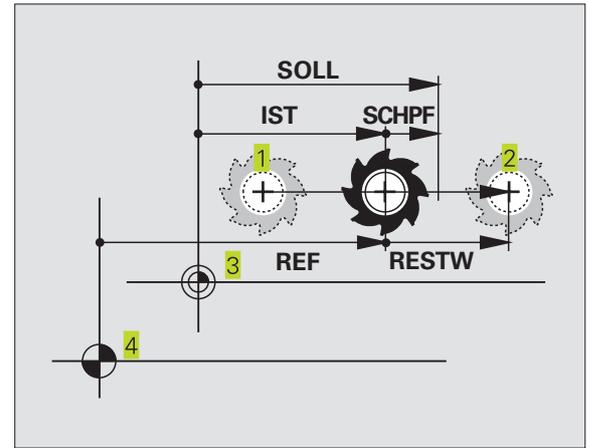
Mit der MOD-Funktion Positions-Anzeige 2 wählen Sie die Positions-Anzeige in der zusätzlichen Status-Anzeige.

14.7 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. Anzeige mit 4 Stellen nach dem Komma

Diese MOD-Funktion legt auch das Maßsystem fest, wenn Sie ein neues Programm eröffnen.



14.8 Programmiersprache wählen

Mit der MOD-Funktion PROGRAMM-EINGABE legen Sie fest, ob Sie in der Betriebsart Positionieren mit Handeingabe einen Klartext-Dialog-Satz oder einen DIN/ISO-Satz programmieren können.

- Klartext-Dialog-Satz eingeben: HEIDENHAIN
- DIN/ISO-Satz eingeben: ISO

Diese MOD-Funktion legt auch die Programmiersprache fest, wenn Sie ein neues Programm eröffnen.



Wenn Sie zwischen Klartext-Dialog und DIN/ISO-Eingabe umschalten (und umgekehrt) , müssen Sie die zuletzt aktive Datei \$MDI in der Betriebsart Programm-Einspeichern löschen.

14.9 Verfahrbereichs-Begrenzungen eingeben

Innerhalb des maximalen Verfahrbereichs können Sie den tatsächlich nutzbaren Verfahrweg für die Koordinatenachsen einschränken.

Anwendungsbeispiel: Teilapparat gegen Kollisionen sichern

Verfahrbereichs-Begrenzung für den Programmablauf

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

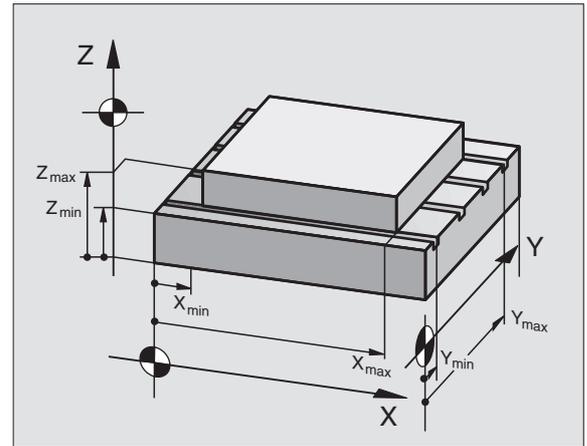


- ▶ Verfahrbereichs-Begrenzung eingeben: Softkey VERFAHRBEREICH MASCHINE drücken. Notierte Werte für die Achsen als Begrenzungen eingeben, jeweils mit Taste ENT bestätigen
- ▶ MOD-Funktion verlassen: Taste END drücken



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, nachdem Sie die MOD-Funktion aktiviert haben, geben die gewünschten Werte ein und bestätigen jeweils mit der Taste ENT.

Zusätzlich zu den Begrenzungen können Sie noch die Lage des Werkstück-Bezugspunktes bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt definieren.

14.10 HILFE-Funktion 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

15.1 Allgemeine Anwender-Parameter

Allgemeine Anwender-Parameter sind Maschinen-Parameter, die das Verhalten der TNC beeinflussen.

Typische Anwender-Parameter sind z.B.

- die Dialogsprache
- das Schnittstellen-Verhalten
- Verfahrensgeschwindigkeiten
- Bearbeitungsabläufe
- die Wirkung der Overrides

Eingabemöglichkeiten für Maschinen-Parameter

Maschinen-Parameter lassen sich programmieren als

- **Dezimalzahlen**
Zahlenwert direkt eingeben
- **Dual-/Binärzahlen (bei bitcodierten Maschinen-Parametern)**
Prozent-Zeichen „%“ vor Zahlenwert eingeben
- **Hexadezimalzahlen (bei bitcodierten Maschinen-Parametern)**
Dollar-Zeichen „\$“ vor Zahlenwert eingeben

Beispiel:

Anstelle der Dezimalzahl 27 können Sie auch die Binärzahl %11011 oder die Hexadezimalzahl \$1B eingeben.

Die einzelnen Maschinen-Parameter dürfen gleichzeitig in den verschiedenen Zahlensystemen angegeben sein.

Einige Maschinen-Parameter haben Mehrfach-Funktionen. Der Eingabewert solcher Maschinen-Parameter ergibt sich aus der Summe der mit einem + gekennzeichneten Einzeleingabewerte.

Allgemeine Anwender-Parameter anwählen

Allgemeine Anwender-Parameter wählen Sie in den MOD-Funktionen mit der Schlüsselzahl 123 an.



In den MOD-Funktionen stehen auch maschinen-spezifische Anwender-Parameter 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**

1½ Stoppbit: **+0**

2 Stoppbit: **+64**

1 Stoppbit: **+128**

1 Stoppbit: **+192**

Beispiel:

TNC-Schnittstelle EXT2 (MP 5020.1) auf externes Fremdgerät mit folgender Einstellung anpassen:

8 Datenbit, BCC beliebig, Übertragungs-Stop durch DC3, geradzahlige Zeichenparität, Zeichenparität erwünscht, 2 Stoppbit

Eingabe für **MP 5020.1**: $1+0+8+0+32+64 = 105$

Schnittstellen-Typ für EXT1 (5030.0) und EXT2 (5030.1) festlegen

MP5030.x

Standard-Übertragung: **0**

Schnittstelle für blockweises Übertragen: **1**

3D-Tastsysteme und Digitalisieren

Übertragungsart wählen

MP6010

 Tastsystem mit Kabel-Übertragung: **0**

 Tastsystem mit Infrarot-Übertragung: **1**

Antastvorschub für schaltendes Tastsystem

MP6120
80 bis 3 000 [mm/min]

Maximaler Verfahrenweg 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 300 000 [mm/min]

Tastsystem-Mittenversatz messen beim Kalibrieren des schaltenden Tastsystems

MP6160

 Keine 180°-Drehung des 3D-Tastsystems beim Kalibrieren: **0**

M-Funktion für 180°-Drehung des Tastsystems beim

 Kalibrieren: **1 bis 88**

Radiusvermessung mit TT 120: Antastrichtung

MP6505

 Positive Antastrichtung in der Winkel-Bezugsachse (0°-Achse): **0**

 Positive Antastrichtung in der +90°-Achse: **1**

 Negative Antastrichtung in der Winkel-Bezugsachse (0°-Achse): **2**

 Negative Antastrichtung in der +90°-Achse: **3**

Antastvorschub für zweite Messung mit TT 120, Stylus-Form, Korrekturen in TOOL.T

MP6507

 Antastvorschub für zweite Messung mit TT 120 berechnen,
mit konstanter Toleranz: **+0**

 Antastvorschub für zweite Messung mit TT 120 berechnen,
mit variabler Toleranz: **+1**

 Konstanter Antastvorschub für zweite Messung mit TT 120: **+2**

Maximal zulässiger Meßfehler mit TT 120 bei der Messung mit rotierendem Werkzeug

 Notwendig für die Berechnung des Antastvor-
schubs in Verbindung mit MP6570

MP6510
0,002 bis 0,999 [mm] (Empfehlung: 0,005 mm)

Antastvorschub für TT 120 bei stehendem Werkzeug

MP6520
80 bis 3 000 [mm/min]

Radius-Vermessung mit TT 120: Abstand Werkzeug-Unterkante zu Stylus-Oberkante**MP6530****0,001 bis 30 000,000 [mm]**

Sicherheits-Abstand in der Spindelachse über dem Stylus des TT 120 bei Vorpositionierung**MP6540.0****0,001 bis 30 000,000 [mm]**

Sicherheitszone in der Bearbeitungsebene um den Stylus des TT 120 bei Vorpositionierung**MP6540.1****0,001 bis 30 000,000 [mm]**

Eilgang im Antastzyklus für TT 120**MP6550****10 bis 20 000 [mm/min]**

M-Funktion für Spindel-Orientierung bei Einzelschneiden-Vermessung**MP6560****-1 bis 88**

Messung mit rotierendem Werkzeug: Zulässige Umlaufgeschwindigkeit am Fräserumfang

Notwendig für die Berechnung von Drehzahl und Antastvorschub

MP6570**40,000 bis 120,000 [m/min]**

REF-Koordinaten des TT-120-Stylus-Mittelpunkts**MP6580.0**X-Achse: **-30 000,000 bis 30 000,000**

MP6580.1Y-Achse: **-30 000,000 bis 30 000,000**

MP6580.2Z-Achse: **-30 000,000 bis 30 000,000**

TNC-Anzeigen, TNC-Editor

Programmierplatz einrichten**MP7210**TNC mit Maschine: **0**TNC als Programmierplatz mit aktiver PLC: **1**TNC als Programmierplatz mit nicht aktiver PLC: **2**

Dialog Stromunterbrechung nach dem Einschalten quittieren**MP7212**Mit Taste quittieren: **0**Automatisch quittieren: **1**

DIN/ISO-Programmierung: Satznummern-Schrittweite festlegen**MP7220****0** bis **250**

Dialogsprache festlegen**MP7230**Deutsch: **0**Englisch: **1**

Werkzeug-Tabelle konfigurieren**MP7260**Nicht aktiv: **0**Anzahl der Werkzeuge in der Werkzeug-Tabelle: **1** bis **254**

Werkzeug-Platztabelle konfigurieren**MP7261**Nicht aktiv: **0**Anzahl der Plätze in der Platz-Tabelle: **1** bis **254**

Werkzeug-Tabelle konfigurieren (Nicht aufführen: 0); Spalten-Nummer in der Werkzeug-Tabelle für	
MP7266.0	Werkzeug-Name – NAME: 0 bis 22
MP7266.1	Werkzeug-Länge – L: 0 bis 22
MP7266.2	Werkzeug-Radius – R: 0 bis 22
MP7266.3	Reserviert
MP7266.4	Aufmaß Länge – DL: 0 bis 22
MP7266.5	Aufmaß Radius – DR: 0 bis 22
MP7266.6	Reserviert
MP7266.7	Werkzeug gesperrt – TL: 0 bis 22
MP7266.8	Schwester-Werkzeug – RT: 0 bis 22
MP7266.9	Maximale Standzeit – TIME1: 0 bis 22
MP7266.10	Max. Standzeit bei TOOL CALL – TIME2: 0 bis 22
MP7266.11	Aktuelle Standzeit – CUR. TIME: 0 bis 22
MP7266.12	Werkzeug-Kommentar – DOC: 0 bis 22
MP7266.13	Anzahl der Schneiden – CUT.: 0 bis 22
MP7266.14	Toleranz für Verschleiß-Erkennung Werkzeug-Länge – LTOL: 0 bis 22
MP7266.15	Toleranz für Verschleiß-Erkennung Werkzeug-Radius – RTOL: 0 bis 22
MP7266.16	Schneid-Richtung – DIRECT.: 0 bis 22
MP7266.17	PLC-Status – PLC: 0 bis 22
MP7266.18	Zusätzlicher Versatz des Werkzeugs in der Werkzeugachse zu MP6530 – TT:L-OFFS: 0 bis 22
MP7266.19	Versatz des Werkzeugs zwischen Stylus-Mitte und Werkzeug-Mitte – TT:R-OFFS: 0 bis 22
MP7266.20	Toleranz für Bruch-Erkennung Werkzeug-Länge – LBREAK.: 0 bis 22
MP7266.21	Toleranz für Bruch-Erkennung Werkzeug-Radius– RBREAK: 0 bis 22

Werkzeug-Platztafel konfigurieren; Spalten-Nummer in der Werkzeug-Tabelle für (nicht aufführen: 0)**MP7267.0**Werkzeugnummer – T: **0** bis **5****MP7267.1**Sonderwerkzeug – ST: **0** bis **5****MP7267.2**Festplatz – F: **0** bis **5****MP7267.3**Platz gesperrt – L: **0** bis **5****MP7267.4**PLC – Status – PLC: **0** bis **5****Betriebsart Manueller Betrieb: Anzeige des Vorschubs****MP7270**Vorschub F nur anzeigen, wenn 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**

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 Z-Achse**MP7290.2**

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 IV.-Achse**MP7290.3**

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**

Bezugspunkt-Setzen generell sperren**MP7295**

Bezugspunkt-Setzen nicht sperren: **+0**
Bezugspunkt-Setzen in der X-Achse sperren: **+1**
Bezugspunkt-Setzen in der Y-Achse sperren: **+2**
Bezugspunkt-Setzen in der Z-Achse sperren: **+4**
Bezugspunkt-Setzen in der IV. Achse sperren: **+8**

Bezugspunkt-Setzen mit orangenen Achstasten sperren**MP7296**

Bezugspunkt-Setzen nicht sperren: **0**
Bezugspunkt-Setzen über orangefarbige Achstasten sperren: **1**

Status-Anzeige, Q-Parameter und Werkzeugdaten am Programm-Ende rücksetzen

MP7300

Status-Anzeige nicht löschen: **+0**

Status-Anzeige löschen: **+1**

Q-Parameter löschen: **+0**

Q-Parameter nicht löschen: **+2**

Werkzeug-Nummer, -Achse und -Daten löschen: **+0**

Werkzeug-Nummer, -Achse und -Daten nicht löschen: **+4**

Festlegungen zur 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**

Simulation bei Bearbeitungszyklen, nur letzte Zustellung zeichnen: **+0**

Simulation bei Bearbeitungszyklen, alle Zustellungen zeichnen: **+16**

Festlegungen für die Programmier-Grafik

MP7311

Einstichpunkte nicht als Kreis darstellen: **+0**

Einstichpunkte als Kreis darstellen: **+1**

Mäanderbahnen bei Zyklen nicht darstellen: **+0**

Mäanderbahnen bei Zyklen darstellen: **+2**

Korrigierte Bahnen nicht darstellen: **+0**

Korrigierte Bahnen darstellen: **+3**

Bearbeitung und Programmlauf

Zyklus 17: Spindelorientierung am Zyklus-Anfang

MP7160Spindelorientierung durchführen: **0**Keine Spindelorientierung durchführen: **1**

Wirksamkeit Zyklus 11 MASSFAKTOR

MP7410MASSFAKTOR wirkt in 3 Achsen: **0**MASSFAKTOR wirkt nur in der Bearbeitungsebene: **1**

Werkzeugdaten beim programmierbaren Antast-Zyklus TOUCH-PROBE 0

MP7411Aktuelle Werkzeugdaten mit Kalibrierdaten des 3D-Tastsystems überschreiben: **0**Aktuelle Werkzeugdaten bleiben erhalten: **1**

Übergangsmodus beim Konturfräsen

MP7415.0Rundungskreis einfügen: **0**Polynom 3. Grades einfügen (kubischer Spline, Kurve ohne sprunghafte Änderung der Geschwindigkeit): **1**Polynom 5. Grades einfügen (Kurve ohne sprunghafte Änderung der Beschleunigung): **2**Polynom 7. Grades einfügen (Kurve ohne sprunghafte Änderung des Rucks): **3**

Einstellungen fürs Konturfräsen

MP7415.1Kontur nicht verschleifen: **+0**Kontur verschleifen: **+1**Geschwindigkeitsprofil nicht glätten, wenn zwischen Konturübergängen ein kurzes Geradenstück liegt: **+0**Geschwindigkeitsprofil glätten, wenn zwischen Konturübergängen ein kurzes Geradenstück liegt: **+2**

SL-Zyklen, Arbeitsweise

MP7420.0

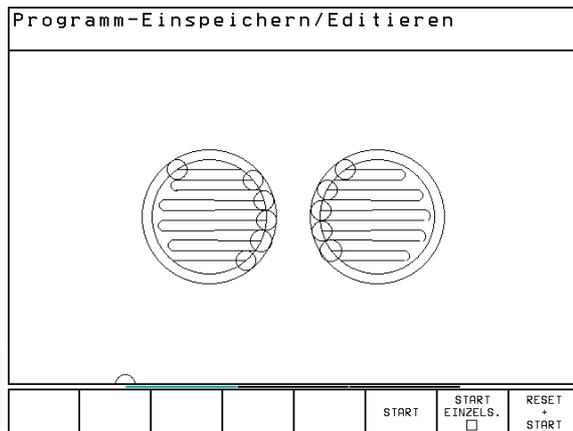
Kanal um die Kontur fräsen im Uhrzeigersinn für Inseln und im Gegen-Uhrzeigersinn für Taschen: **+0**
 Kanal um die Kontur fräsen im Uhrzeigersinn für Taschen und im Gegen-Uhrzeigersinn für Inseln: **+1**
 Konturkanal vor dem Ausräumen fräsen: **+0**
 Konturkanal nach dem Ausräumen fräsen: **+2**
 Korrigierte Konturen vereinigen: **+0**
 Unkorrigierte Konturen vereinigen: **+4**
 Ausräumen jeweils bis zur Taschentiefe: **+0**
 Tasche vor jeder weiteren Zustellung vollständig umfräsen und ausräumen: **+8**

Für die Zyklen 6, 15, 16 gilt:
 Werkzeug am Zyklusende auf die letzte vor dem Zyklus-Aufruf programmierte Position fahren: **+0**
 Werkzeug zum Zyklus-Ende nur in der Spindelachse freifahren: **+16**

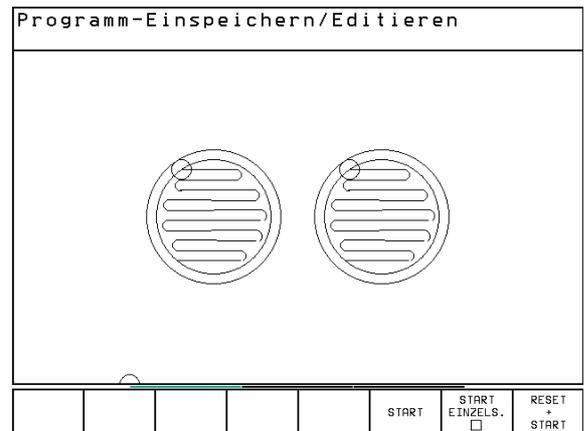
SL-Zyklen, Arbeitsweise

MP7420.1

Getrennte Bereiche Mäanderförmig mit Abhebebewegung räumen: **+0**
 Getrennte Bereiche nacheinander ohne Abhebebewegung räumen: **+1**
 Bit 1 bis Bit 7: reserviert



MP7420.1 = 0
 (Kleine Kreise = Eintauchbewegungen)



MP7420.1 = 1

Zyklus 4 TASCHENFRAESEN 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**

Vorschub in der Werkzeugachse mit M103 F.

Reduzieren nicht aktiv: **+0**

Vorschub in der Werkzeugachse mit M103 F.

Reduzieren aktiv: **+16**Merker „Achse in Position“ nicht setzen bei Wartezeit zwischen zwei NC-Sätzen: **+0**Merker „Achse in Position“ nicht 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**

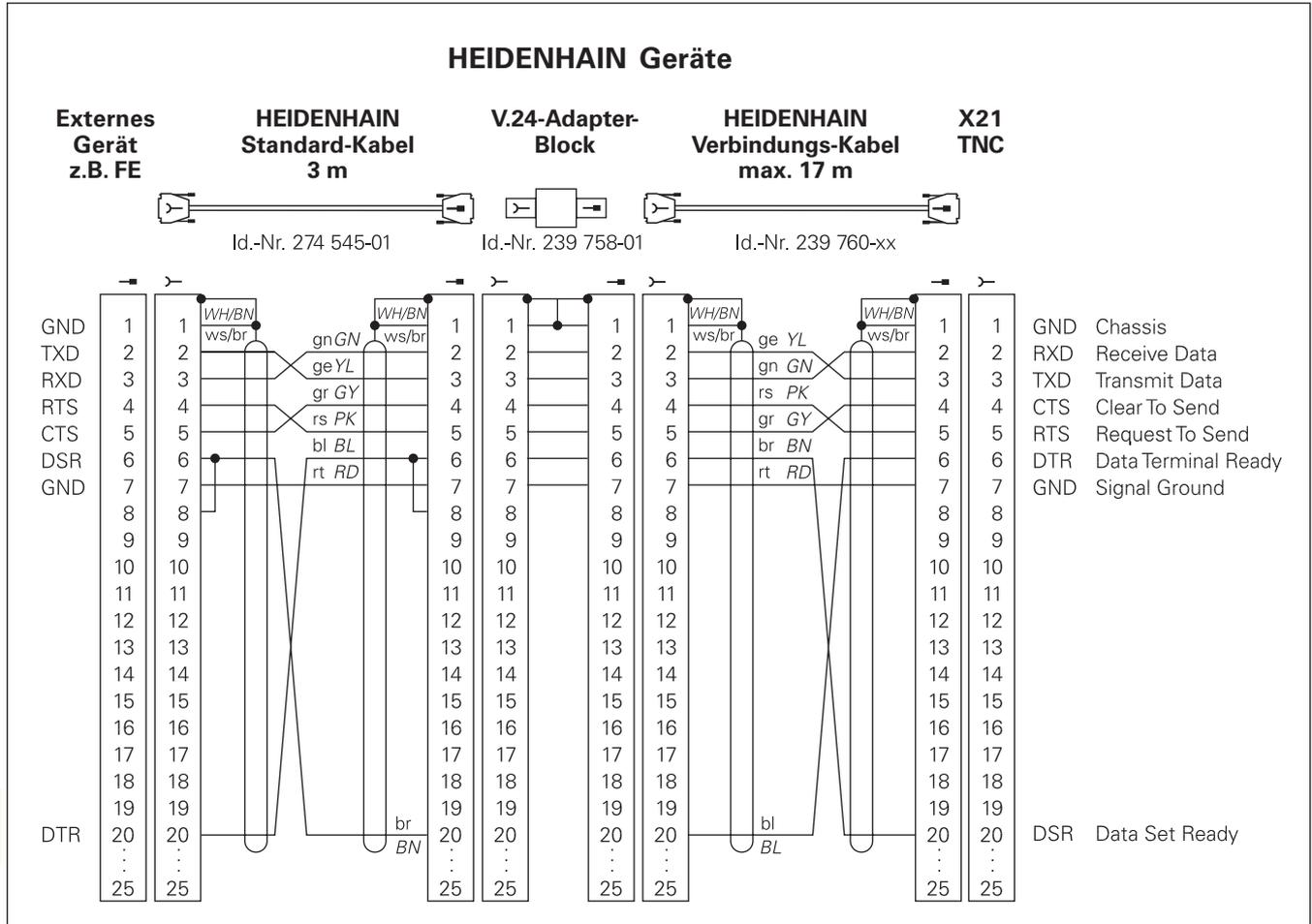
Elektronische Handräder**Handrad-Typ festlegen****MP7640**Maschine ohne Handrad: **0**Einbau-Handrad HR 130: **2**Mehrfach-Handrad mit Zusatztasten: **5**Tragbares Handrad HR 410 mit Zusatzfunktionen: **6**

Handrad-Funktionen**MP7641**Unterteilungsfaktor über Tastatur eingebbar: **+0**Unterteilungsfaktor über PLC-Modul festlegen: **+1**Handrad in der Betriebsart Einspeichern nicht aktiv: **+0**Handrad in der Betriebsart Einspeichern aktiv: **+2**

15.2 Steckerbelegung und Anschlußkabel für die Datenschnittstelle

Schnittstelle V.24/RS-232-C

HEIDENHAIN-Geräte

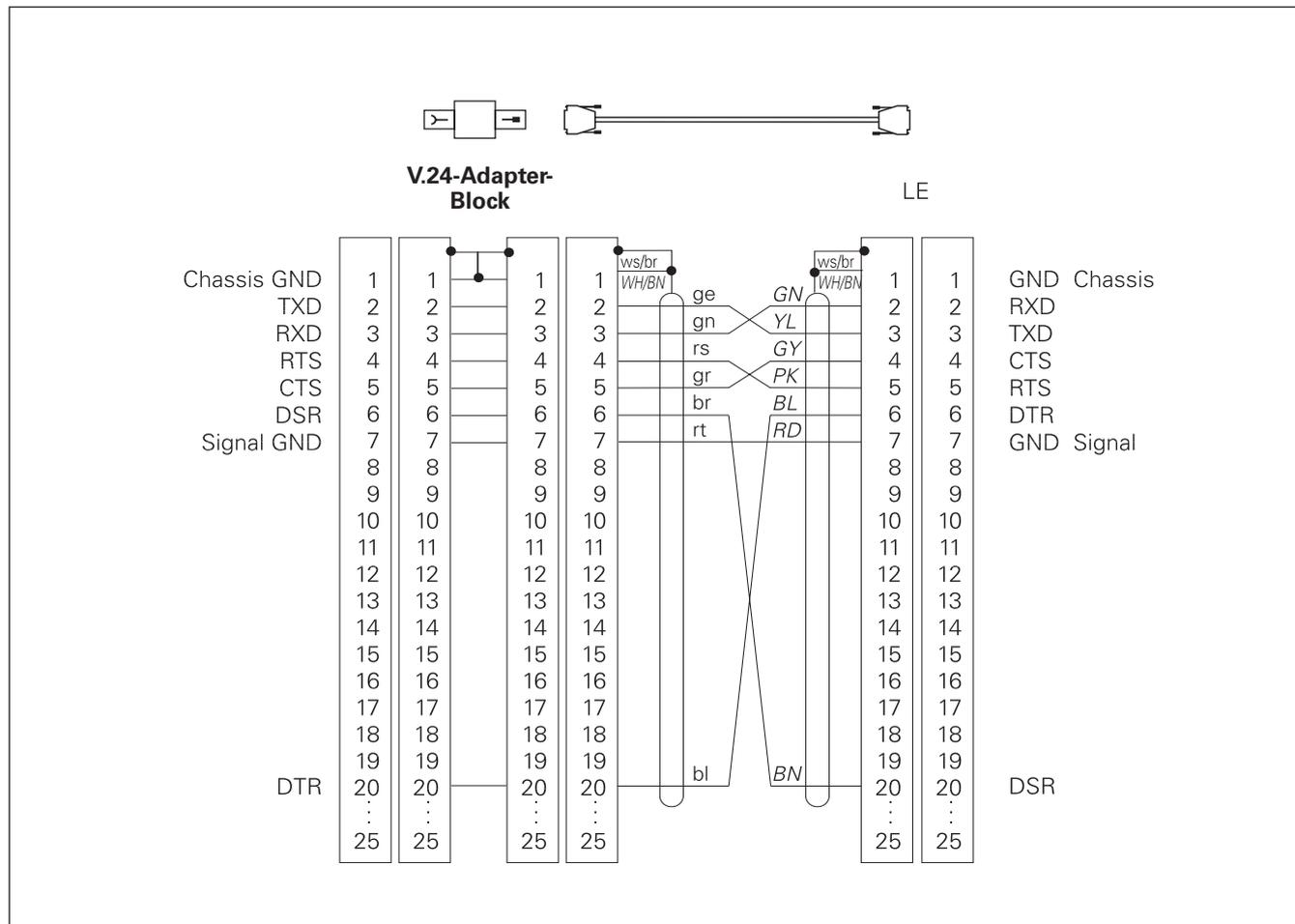


Die Steckerbelegungen an der TNC-Logikeinheit (X21) und am Adapter-Block sind verschieden.

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 untenstehenden Abbildung.



15.3 Technische Information

Die TNC-Charakteristik

Kurzbeschreibung	Bahnsteuerung für Maschinen mit bis zu 4 Achsen, zusätzlich Spindel-Orientierung
Komponenten	<ul style="list-style-type: none"> ■ Logik-Einheit ■ Bedienfeld ■ Farbbildschirm mit Softkeys
Daten-Schnittstelle	<ul style="list-style-type: none"> ■ 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
„Look Ahead“	<ul style="list-style-type: none"> ■ Definiertes Verrunden von unstetigen Konturübergängen (z.B. bei 3D-Formen) ■ für radiuskorrigierte Positionen mit M120 LA-Vorausberechnung der Geometrie zur Vorschubanpassung
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 ■ DIN/ISO-Programme ■ Nullpunkt-Tabellen ■ Werkzeug-Tabellen ■ Platz-Tabelle
Programm-Speicher	<ul style="list-style-type: none"> ■ Batteriegepuffert für ca. 10 000 NC-Sätze (abhängig von der Satzlänge), 256 Kbyte ■ Bis zu 64 Dateien verwaltbar
Werkzeug-Definitionen	Bis zu 254 Werkzeuge im Programm oder in Werkzeug-Tabellen
Programmierhilfen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Funktionen zum Anfahren und Verlassen der Kontur ■ HELP-Funktion

Programmierbare Funktionen

Konturelemente

- Gerade
- Fase
- Kreisbahn
- Kreismittelpunkt
- Kreisradius
- Tangential anschließende Kreisbahn
- Ecken-Runden
- Geraden und Kreisbahnen zum Anfahren und Verlassen der Kontur

Freie Kontur-Programmierung

Für alle Konturelemente, für die keine NC-gerechte Bemaßung vorliegt

Programmsprünge

- Unterprogramm
- Programmteil-Wiederholung
- Hauptprogramm als Unterprogramm

Bearbeitungs-Zyklen

- Bohrzyklen zum Bohren, Tiefbohren, Reiben, Ausdrehen, Gewindebohren mit und ohne Ausgleichsfutter
- Rechteck- und Kreistasche schrappen und schlichten
- Zyklen zum Fräsen gerader und kreisförmiger Nuten
- Regelmäßige Punktemuster auf Kreis und Linien
- Unregelmäßige Punktemuster aus Punkte-Tabellen
- Zyklen zum Abzeilen ebener und schiefwinkliger Flächen
- Beliebige Taschen und Inseln bearbeiten

Koordinaten-Umrechnungen

- Nullpunkt-Verschiebung
- Spiegeln
- Drehung
- Massfaktor

3D-Tastsystem-Einsatz

- Antastfunktionen zum Bezugspunkt-Setzen und zur automatischen Werkstück-Vermessung
 - Digitalisieren von 3D-Formen mit schaltendem Tastsystem (Option)
 - Automatische Werkzeug-Vermessung mit TT 120
-

Mathematische Funktionen

- Grundrechenarten +, -, x und \div
- Dreiecksberechnungen sin, cos, tan, arcsin, arccos, arctan
- Wurzel aus Werten (\sqrt{a}) und Quadratsummen ($\sqrt{a^2 + b^2}$)
- Quadrieren von Werten (SQ)
- Potenzieren von Werten (^)
- Konstante PI (3,14)
- Logarithmus-Funktionen
- Exponential-Funktion
- Negativen Wert bilden (NEG)
- Ganze Zahl bilden (INT)
- Absoluten Wert bilden (ABS)
- Vorkommastellen abschneiden (FRAC)
- Vergleiche größer, kleiner, gleich, ungleich

TNC-Daten**Satz-Verarbeitungszeit**

6 ms/Satz
20 ms/Satz beim blockweisen Abarbeiten über die Datenschnittstelle

Regelkreis-Zykluszeit

Bahninterpolation: 6 ms

Datenübertragungs-Geschwindigkeit

Maximal 115 200 Baud

Umgebungstemperatur

- Betrieb: 0°C bis +45°C
- Lagerung: -30°C bis +70°C

Verfahrweg

Maximal 30 m (11 81 Zoll)

Verfahrgeschwindigkeit

Maximal 300 m/min (11 811 Zoll/min)

Spindeldrehzahl

Maximal 99 999 U/min

Eingabe-Bereich

- Minimum 1µm (0,0001 Zoll) bzw. 0,001°
- Maximum 30 000,000 mm (1.181 Zoll) bzw. 30 000,000°

15.4 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

Keine weiteren Dateien eingebbar

Alte Dateien löschen, um weitere Dateien einzugeben

Eingabewert falsch

- LBL-Nummer korrekt eingeben
 - Eingabegrenzen beachten
-

Ext. Aus-/Eingabe nicht bereit

- 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

Achse 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 ■ Maschinen-Parameter, in denen die Position des TT abgelegt wird, stimmen nicht mit der tatsächlichen Position des TT überein
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 auseinanderliegend wählen ■ Bei Einzelschneiden-Vermessung mit TT Anzahl der Schneiden in der Werkzeug-Tabelle ungleich 0 eintragen ■ TCH PROBE 30 (TT kalibrieren) ausführen bevor Sie Werkzeug-Länge oder Werkzeug-Radius vermessen ■ Berechnungen müssen mathematisch korrekt durchführbar sein
Bahnkorrektur falsch beendet	Werkzeug-Radiuskorrektur nicht in einem Satz mit Kreisbahn-Position aufheben
Bahnkorrektur 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 DEF 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
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 Programmdaten	Über Datenschnittstelle eingelesenes Programm enthält falsche Satzformate
Keine Änderung am laufenden PGM	Programm nicht editieren, während es übertragen oder 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 ■ 4D-Bewegungen werden nicht grafisch simuliert ■ Spindel-Achse für Simulation gleich der Achse in der BLK-FORM eingeben
Radiuskorrektur undefiniert	Die Radiuskorrektur RR oder RL in einem Unterprogramm zu Zyklus 14 KONTUR eingeben
Rundung nicht definiert	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 positionieren

Tastensystem kalibrieren	<ul style="list-style-type: none">■ TT neu kalibrieren, Maschinen-Parameter für TT wurden geändert
Tastensystem nicht bereit	<ul style="list-style-type: none">■ Sende- und Empfangsfenster (TS 630) auf Empfangseinheit einstellen■ Tastensystem auf Betriebsbereitschaft prüfen
TOOL CALL fehlt	<ul style="list-style-type: none">■ Nur Werkzeuge aufrufen, die auch definiert sind■ Satzvorlauf mit PLC = EIN durchführen
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. Beim Arbeiten mit Punkte-Tabellen: Vorschub mit Zahlenwert programmieren
Vorzeichen falsch	Vorzeichen für Zyklus-Parameter vorschriftsgemäß eingeben
Werkzeug-Radius zu groß	Werkzeug-Radius so wählen, daß <ul style="list-style-type: none">■ dieser innerhalb der vorgegebenen Grenzen liegt■ Konturelemente sich berechnen und ausführen lassen
Werkzeug-Standzeit abgelaufen	TIME1 oder TIME2 aus TOOL.T wurde überschritten, in der Werkzeug-Tabelle wurde kein Schwester-Werkzeug definiert
Winkel-Bezug fehlt	<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■ Hauptprogramme als Unterprogramme maximal 4-fach verschachteln

TNC-Fehlermeldungen beim Digitalisieren

Achse doppelt programmiert	Für die Koordinaten des Startpunkts (Zyklus HOEHENLINIEN) zwei verschiedene Achsen programmieren
Anfangs-Position falsch	Startpunkt-Koordinaten für Zyklus HOEHENLINIEN so programmieren, daß diese innerhalb des BEREICHs liegen
Antastpunkt nicht erreichbar	<ul style="list-style-type: none"> ■ Taststift darf vor Erreichen des BEREICHs nicht ausgelenkt werden ■ Taststift muß im BEREICH ausgelenkt werden
Bereich überschritten	BEREICH für gesamte 3D-Form eingeben
Daten für Bereich fehlerhaft	<ul style="list-style-type: none"> ■ MIN-Koordinaten kleiner als die entsprechenden MAX-Koordinaten eingeben ■ BEREICH innerhalb der Begrenzung durch Software-Endschalter definieren ■ BEREICH für Zyklen MAEANDER und HOEHENLINIEN definieren
Drehung nicht erlaubt	Koordinaten-Umrechnungen vor dem Digitalisieren zurücksetzen
Spaltenachse hier nicht erlaubt	Startpunkt-Koordinaten (Zyklus HOEHENLINIEN) von Taststift-Achse verschieden definieren
Falsche Achse programmiert	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kalibrierte Tastsystem-Achse im Zyklus BEREICH eingeben ■ Achsen im Zyklus BEREICH nicht doppelt programmieren
Maßfaktor nicht erlaubt	Koordinaten-Umrechnungen vor dem Digitalisieren zurücksetzen
Spiegelung nicht erlaubt	Koordinaten-Umrechnungen vor dem Digitalisieren zurücksetzen
Taststift ausgelenkt	Tastsystem so vorpositionieren, daß der Taststift außerhalb des BEREICHs nicht ausgelenkt wird

Tastsystem nicht bereit

- Sende- und Empfangsfenster (TS 630) auf Empfangseinheit einstellen
- Tastsystem auf Betriebsbereitschaft prüfen
- Tastsystem lässt sich nicht freifahren

Tastsystem-Batterie wechseln

- Batterie im Tastkopf austauschen (TS 630)
- Meldung wird am Zeilenende ausgegeben

Zeit-Begrenzung überschritten

Zeit-Begrenzung und 3D-Form aufeinander abstimmen (Zyklus HOE-HENLINIEN)

15.5 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 neben der Stromversorgung in der Logik-Einheit untergebracht (rundes, schwarzes Gehäuse). 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 ... 234
- 3D-Tastensystem
 - kalibrieren
 - schaltendes ... 249
 - Messen während des Programmlaufs ... 256
 - Mittenversatz ausgleichen ... 249

A

- Abzeilen ... 176
- Antastzyklen ... 248
- Anwender-Parameter
 - allgemeine ... 278
 - für 3D-Tastensysteme und Digitalisieren ... 280
 - für Bearbeitung und Programmlauf ... 287
 - für externe Datenübertragung ... 279
 - für TNC-Anzeigen, TNC-Editor ... 282
- Anwenderparameter
- Arbeitsraum-Überwachung beim PGM-Test ... 274
- Ausdrehen ... 128
- Ausräumen. *Siehe* SL-Zyklen: Ausräumen

B

- Bahnbewegungen
 - Freie Kontur-Programmierung FK. *Siehe* FK-Programmierung
 - Polarkoordinaten ... 86
 - Gerade ... 87
 - Kreisbahn mit tangentialem Anschluß ... 88
 - Kreisbahn um Pol CC ... 87
 - Übersicht ... 86
 - rechtwinklige Koordinaten ... 76
 - Gerade ... 77
 - Kreisbahn mit festgelegtem Radius ... 80
 - Kreisbahn mit tangentialem Anschluß ... 81
 - Kreisbahn um Kreismittelpunkt ... 79
 - Übersicht ... 76
- Bahnfunktionen
 - Grundlagen ... 65
 - Kreise und Kreisbögen ... 66
 - Vorpositionieren ... 66
- BAUD-RATE einstellen ... 269
- Bearbeitung unterbrechen ... 240
- Bedienfeld ... 5
- Betriebsarten ... 5
- Bezugspunkt wählen ... 30
- Bezugspunkt-Setzen
 - mit 3D-Tastensystem ... 251
 - Ecke als Bezugspunkt ... 252
 - in einer beliebigen Achse ... 251
 - Kreismittelpunkt als Bezugspunkt ... 253
 - ohne 3D-Tastensystem ... 19
- Bezugssystem ... 27
- Bildschirm-Aufteilung ... 4
- Bohren ... 126, 129
- Bohrzyklen ... 124

D

- Darstellung in 3 Ebenen ... 233
- Datei-Verwaltung
 - aufrufen ... 31
 - Datei einlesen ... 33
 - Datei kopieren ... 32
 - Datei löschen ... 32
 - Datei schützen ... 32
 - Datei umbenennen ... 32
 - Datei-Name ... 31
 - Datei-Typ ... 31
- Datenschnittstelle
 - einrichten ... 269
 - Steckerbelegung ... 290
- Datenübertragungs-Geschwindigkeit ... 269
- Datenübertragungs-Software ... 270
- Dialog ... 37
- Digitalisierdaten
 - abarbeiten ... 265
- Digitalisieren
 - Bereich festlegen ... 261
 - Digitalisier-Zyklen programmieren ... 261
 - in Höhenlinien ... 263
 - mäanderförmig ... 262
- Draufsicht ... 233
- Drehachse
 - Anzeige reduzieren ... 117
 - wegoptimiert fahren ... 117
- Drehung ... 185

E

- Ecken-Runden ... 82
- Eilgang ... 44
- Einschalten ... 14
- Ellipse ... 224

F

- Fase ... 77
- Fehlermeldungen
 - ausgeben ... 213
 - beim Digitalisieren ... 299
 - beim Programm-Test und
Programmmlauf ... 296
 - beim Programmieren ... 295
- FK-Programmierung
 - Dialog eröffnen ... 93
 - FK-Programm konvertieren ... 32
 - Geraden ... 94
 - Geschlossene Konturen ... 97
 - Grafik ... 92
 - Grundlagen ... 92
 - Hilfspunkte ... 96
 - Kreisbahnen ... 94
 - Relativ-Bezüge ... 97

G

- Gerade ... 77, 87
- Gewindebohren
 - mit Ausgleichsfutter ... 133
 - ohne Ausgleichsfutter ... 134
- Grafik
 - Ansichten ... 232
 - Ausschnitts-Vergrößerung ... 234
 - beim Programmieren ... 39
- Grafische Simulation ... 235

H

- Hauptachsen ... 27
- Helix-Interpolation ... 88
- Hilfe-Dateien
 - ausführen ... 275
- Hilfe-Funktion
 - anzeigen ... 41

I

- Ist-Position übernehmen ... 77

K

- Klammerrechnung ... 219
- Klartext-Dialog ... 37
- Kleine Konturstufen: M97 ... 112
- Kommentare einfügen ... 40
- Konstante
 - Bahngeschwindigkeit: M90 ... 107
- Konstanter Vorschub an
der Werkzeug-Schneide ... 115
- Kontur anfahren ... 68
- Kontur verlassen ... 68
- Kontur-Zyklen. *Siehe* SL-Zyklen
- Konturfilter: M124 ... 110
- Konturübergang
 - M112 ... 108
 - M124 ... 110
- Koordinaten-Umrechnung
 - Übersicht ... 181
- Kreisbahn ... 79, 80, 81, 87, 88
- Kreismittelpunkt CC ... 78
- Kreistasche
 - schlichten ... 146
 - schruppen ... 144
- Kreiszapfen schlichten ... 147
- Kugel ... 228

L

- Langloch fräsen ... 150
- Lochkreis ... 159
- Look ahead ... 115

M

- Maschinen-Parameter
 - für 3D-Tastsysteme ... 280
 - für externe
Datenübertragung ... 279
 - für TNC-Anzeigen und
den TNC-Editor ... 281
- Maschinenachsen verfahren
 - mit elektronischem Handrad ... 16
 - mit externen Richtungstasten ... 15
 - schrittweise ... 17
- Maschinenfeste Koordinaten:
M91/M92 ... 105
- Maßfaktor ... 186
- Maßfaktor achsspezifisch ... 187
- MOD-Funktion
 - ändern ... 268
 - verlassen ... 268
 - wählen ... 268

N

- Nicht gesteuerte Achsen
im NC-Programm ... 239
- Nullpunkt-Verschiebung ... 182
 - mit Nullpunkt-Tabellen ... 182
- Nutenfraesen
 - pendelnd ... 150

O

Offene Konturrecken: M98 ... 113

P

Parameter-Programmierung.

Siehe Q-Parameter-Programmierung

Platz-Tabelle ... 50

Polarkoordinaten

Grundlagen ... 28

Pol festlegen ... 28

Positionieren mit Handeingabe ... 22

POSITIP-Betrieb ... 239

Programm

-Aufbau ... 34

editieren ... 38

eröffnen ... 35

Programm-Aufruf

Beliebiges Programm als

Unterprogramm ... 196

über Zyklus ... 190

Programm-Name. *Siehe* Datei-

Verwaltung: Datei-Name

Programm-Test

ausführen ... 237

bis zu einem
bestimmten Satz ... 237

Übersicht ... 236

Programm-Verwaltung. *Siehe* Datei-
Verwaltung

Programmier-Grafik ... 39

Programmlauf

ausführen ... 238

beliebiger Einstieg
ins Programm ... 243

fortsetzen nach
Unterbrechung ... 241

Sätze überspringen ... 246

Übersicht ... 238

unterbrechen ... 240

P

Programmteil-Wiederholung

Arbeitsweise ... 195

aufrufen ... 196

Programmier-Hinweise ... 195

programmieren ... 196

Puffer-Batterie wechseln ... 300

Punkte-Tabellen ... 122

Programmier-Beispiel ... 136, 157

Punktemuster

auf Kreis ... 159

auf Linien ... 160

Übersicht ... 158

Q

Q-Parameter

kontrollieren ... 212

vorbelegte ... 222, 223

Werte an PLC übergeben ... 218

Q-Parameter-Programmierung

Formel eingeben ... 219

mathematische
Grundfunktionen ... 208

Programmierhinweise ... 206

Wenn/dann-Entscheidungen ... 211

Winkelfunktionen ... 210

zusätzliche Funktionen ... 213

R

Radiuskorrektur ... 52

Außenecken ... 55

Ecken bearbeiten ... 55

eingeben ... 54

Innenecken ... 55

Rechtecktasche

schlichten ... 141

schruppen ... 140

Rechteckzapfen schlichten ... 143

Referenzpunkte überfahren ... 14

Regelfläche ... 178

Reiben ... 127

Rohteil definieren ... 34

Rückwärts-Senken ... 131

Runde Nut fräsen ... 152

Rundungskreis zwischen
Geradenstücken: M112 ... 108

S

- Satz
 - ändern ... 38
 - einfügen ... 38
 - löschen ... 38
- Satzpuffer ... 270
- Satzvorlauf ... 243
- Schraubenlinie ... 88
- SL-Zyklen
 - Arbeitsweise ... 288
 - Ausräumen ... 169
 - Überlagerte Konturen ... 166
 - Übersicht ... 164
 - Vorbohren ... 168
 - Zyklus Kontur ... 165
- Spiegeln ... 184
- Spindel-Orientierung ... 191
- Spindeldrehzahl
 - ändern ... 18
 - eingeben ... 18, 44
- Status-Anzeige
 - allgemeine ... 9
 - zusätzliche ... 9
- Systemdaten lesen ... 215

T

- Teach-in ... 77
- Technische Informationen ... 292
- Teilfamilien ... 207
- Tiefbohren ... 125
- TNC 410 ... 2
- TNCremo ... 270
- Trigonometrie ... 210

U

- Universal-Bohren ... 129
- Unterprogramm
 - Arbeitsweise ... 194
 - aufrufen ... 195
 - Programmier-Hinweise ... 194
 - programmieren ... 195

V

- Verschachtelungen ... 197
- Verweilzeit ... 190
- Vollkreis ... 79
- Vorschub ändern ... 18

W

- Werkstück-Positionen
 - Absolute ... 29
 - inkrementale ... 29
 - relative ... 29
- Werkstück-Schiefelage kompensieren ... 250
- Werkstücke vermessen ... 254
- Werkzeug-Bewegungen
 - programmieren ... 37
 - Übersicht ... 64
- Werkzeug-Daten
 - aufrufen ... 51
 - Delta-Werte ... 46
 - in die Tabelle eingeben ... 47
 - ins Programm eingeben ... 46
- Werkzeug-Korrektur
 - Länge ... 52
 - Radius ... 52
- Werkzeug-Länge ... 45
- Werkzeug-Nummer ... 45
- Werkzeug-Radius ... 46

W

- Werkzeug-Tabelle
 - editieren ... 49
 - Eingabemöglichkeiten ... 47
 - verlassen ... 49
 - wählen ... 49
- Werkzeug-Vermessung
 - automatische ... 56
 - Werkzeug-Länge ... 59
 - Werkzeug-Radius ... 61
 - TT 120 kalibrieren ... 58
- Werkzeugwechsel ... 51
 - automatischer ... 51
- Wiederanfahren an die Kontur ... 244
- Winkelfunktionen ... 210

Z

- Zubehör ... 12
- Zusatz-Funktionen
 - eingeben ... 104
 - für das Bahnverhalten ... 107
 - für die Spindel ... 105
 - für Drehachsen ... 117
 - für Koordinatenangaben ... 105
 - für Programmablauf-Kontrolle ... 105
- Zusatzachsen ... 27
- Zyklus
 - Gruppen ... 120
 - aufrufen ... 121, 123
 - definieren ... 120
 - mit Punkte-Tabellen ... 122
- Zylinder ... 228

M	Wirkung der M-Funktion	Wirksam am Satz - Anfang	Ende	Seite
M00	Programmlauf HALT/Spindel HALT/Kühlmittel AUS		■	105
M01	Wahlweiser Programmlauf-Halt		■	246
M02	Programmlauf HALT/Spindel HALT/Kühlmittel AUS/ggf. Löschen der Status-Anzeige (abhängig von Maschinen-Parameter)/Rücksprung zu Satz 1		■	105
M03	Spindel EIN im Uhrzeigersinn	■		
M04	Spindel EIN im Gegen-Uhrzeigersinn	■		
M05	Spindel HALT		■	105
M06	Werkzeugwechsel/Programmlauf HALT (abhängig von Maschinen-Parameter)/Spindel HALT		■	105
M08	Kühlmittel EIN	■		
M09	Kühlmittel AUS		■	105
M13	Spindel EIN im Uhrzeigersinn/Kühlmittel EIN	■		
M14	Spindel EIN im Gegen-Uhrzeigersinn/Kühlmittel EIN	■		105
M30	Gleiche Funktion wie M02		■	105
M89	Freie Zusatz-Funktion oder Zyklus-Aufruf, modal wirksam (abhängig von Maschinen-Parameter)	■	■	121
M90	Nur im geschleppten Betrieb: konstante Bahngeschwindigkeit an Ecken	■		107
M91	Im Positioniersatz: Koordinaten beziehen sich auf den Maschinen-Nullpunkt	■		105
M92	Im Positioniersatz: Koordinaten beziehen sich auf eine vom Maschinen-Hersteller definierte Position, z.B. auf die Werkzeugwechsel-Position	■		105
M93	Im Positioniersatz: Koordinaten beziehen sich auf die aktuelle Werkzeug-Position. Gilt in Sätzen mit R0, R+, R-	■		
M94	Anzeige der Drehachse reduzieren auf einen Wert unter 360°	■		117
M97	Kleine Konturstufen bearbeiten		■	112
M98	Offene Konturen vollständig bearbeiten		■	113
M99	Satzweiser Zyklus-Aufruf		■	121
M101	Automatischer Werkzeugwechsel mit Schwesterwerkzeug, wenn max. Standzeit abgelaufen	■		
M102	M101 rücksetzen		■	51
M103	Vorschub beim Eintauchen reduzieren auf Faktor F (prozentualer Wert)	■		114
M109	Konstante Vorschubgeschwindigkeit an der Werkzeug-Schneide (Vorschub-Erhöhung und -Reduzierung)	■		
M110	Konstante Vorschubgeschwindigkeit an der Werkzeug-Schneide (nur Vorschub-Reduzierung)	■		
M111	M109/M110 rücksetzen		■	115
M112	Konturübergänge zwischen beliebigen Konturelementen einfügen; Toleranz der Konturabweichung über T eingeben	■		
M113	M112 rücksetzen			108
M120	Radiuskorrigierte Kontur vorausberechnen (LOOK AHEAD)	■		115
M124	Konturfilter	■		110
M126	Drehachsen wegoptimiert verfahren	■		
M127	M126 rücksetzen		■	117

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) 31-10 00

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