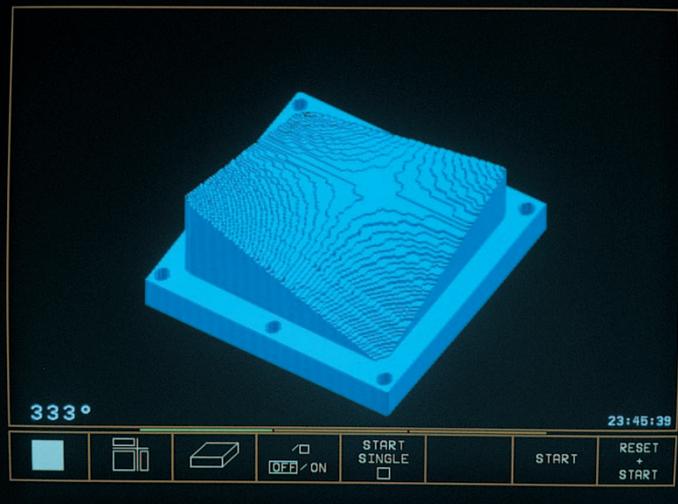




HEIDENHAIN

HEIDENHAIN



TNC 426 B TNC 430

NC-Software
280 470-xx
280 471-xx

**Benutzer-Handbuch
HEIDENHAIN-Klartext-Dialog**

Bedienelemente der Bildschirm-Einheit

-  Bildschirm-Aufteilung wählen
-  Bildschirm zwischen Maschinen- 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
-  PROGRAMMLAUF EINZELSATZ
-  PROGRAMMLAUF SATZFOLGE

Programmier-Betriebsarten wählen

-  PROGRAMM EINSPEICHERN/EDITIEREN
-  PROGRAMM-TEST

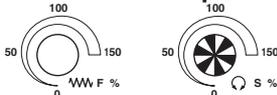
Programme/Dateien verwalten, TNC-Funktionen

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

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

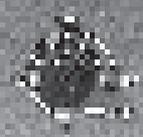
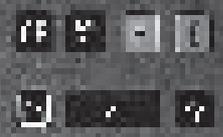
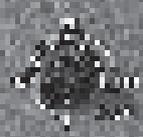
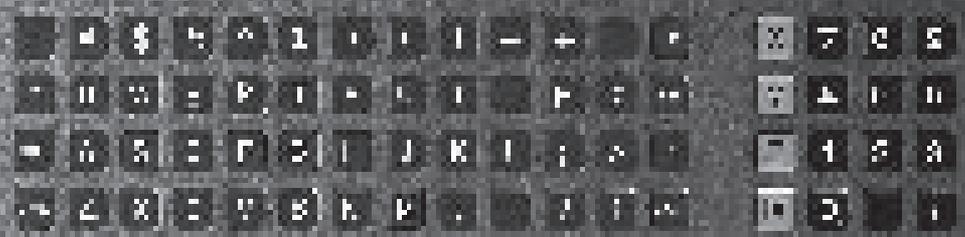
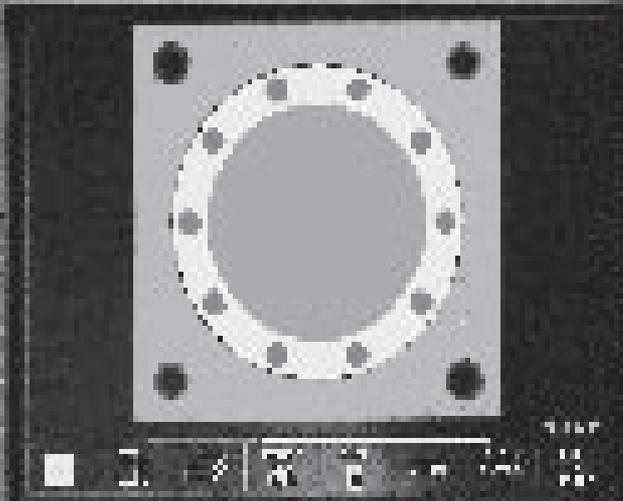
Zyklen, Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen

-   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 abrechnen, Programmteil löschen

HEXON-4M4



TNC-Typ, Software und Funktionen

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

| TNC-Typ | NC-Software-Nr. |
|------------------------|-----------------|
| TNC 426 CB, TNC 426 PB | 280 470-xx |
| TNC 426 CF, TNC 426 PF | 280 471-xx |
| TNC 430 CA, TNC 430 PA | 280 470-xx |
| TNC 430 CE, TNC 430 PE | 280 471-xx |

Die Kennbuchstaben E und F kennzeichnen Exportversionen der TNC. Für die Exportversionen der TNC gilt folgende Einschränkung:

- Geradenbewegungen simultan bis zu 4 Achsen

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
- Wiederanfahren an die Kontur nach Unterbrechungen

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 426 B, dieTNC 430 2
- 1.2 Bildschirm und Bedienfeld 3
- 1.3 Betriebsarten 5
- 1.4 Status-Anzeigen 7
- 1.5 Zubehör: 3D-Tastsysteme und elektronische Handräder von HEIDENHAIN 11

2 HANDBETRIEB UND EINRICHTEN 13

- 2.1 Einschalten, Ausschalten 14
- 2.2 Verfahren der Maschinenachsen 15
- 2.3 Spindeldrehzahl S, Vorschub F und Zusatzfunktion M 17
- 2.4 Bezugspunkt-Setzen (ohne 3D-Tastsystem) 18
- 2.5 Bearbeitungsebene schwenken 19

3 POSITIONIEREN MIT HANDEINGABE 23

- 3.1 Einfache Bearbeitungen programmieren und abarbeiten 24

4 PROGRAMMIEREN: GRUNDLAGEN, DATEI-VERWALTUNG, PROGRAMMIERHILFEN 27

- 4.1 Grundlagen 28
- 4.2 Datei-Verwaltung 33
- 4.3 Programme eröffnen und eingeben 43
- 4.4 Programmier-Grafik 47
- 4.5 Programme gliedern 48
- 4.6 Kommentare einfügen 49
- 4.7 Text-Dateien erstellen 50
- 4.8 Der Taschenrechner 53
- 4.9 Paletten-Tabellen erstellen 54

5 PROGRAMMIEREN: WERKZEUGE 55

- 5.1 Werkzeugbezogene Eingaben 56
- 5.2 Werkzeug-Daten 57
- 5.3 Werkzeug-Korrektur 64
- 5.4 Dreidimensionale Werkzeug-Korrektur 68
- 5.5 Werkzeug-Vermessung mit dem TT 120 70

6 PROGRAMMIEREN: KONTUREN PROGRAMMIEREN 79

- 6.1 Übersicht:Werkzeug-Bewegungen 80
- 6.2 Grundlagen zu den Bahnfunktionen 81

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.3 Kontur anfahren und verlassen | 84 |
| Übersicht: Bahnformen zum Anfahren und Verlassen der Kontur | 84 |
| Wichtige Positionen beim An- und Wegfahren | 84 |
| Anfahren auf einer Geraden mit tangentialem Anschluß: APPR LT | 85 |
| Anfahren auf einer Geraden senkrecht zum ersten Konturpunkt: APPR LN | 86 |
| Anfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluß: APPR CT | 86 |
| Anfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluß an die Kontur und Geradenstück: APPR LCT | 87 |
| Wegfahren auf einer Geraden mit tangentialem Anschluß: DEP LT | 88 |
| Wegfahren auf einer Geraden senkrecht zum letzten Konturpunkt: DEP LN | 88 |
| Wegfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluß: DEP CT | 89 |
| Wegfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluß an Kontur und Geradenstück: DEP LCT | 89 |
| 6.4 Bahnbewegungen – rechtwinklige Koordinaten | 90 |
| Übersicht der Bahnfunktionen | 90 |
| Gerade L | 91 |
| Fase CHF zwischen zwei Geraden einfügen | 91 |
| Kreismittelpunkt CC | 92 |
| Kreisbahn C um Kreismittelpunkt CC | 93 |
| Kreisbahn CR mit festgelegtem Radius | 94 |
| Kreisbahn CT mit tangentialem Anschluß | 95 |
| Ecken-Runden RND | 96 |
| Beispiel: Geradenbewegung und Fasen kartesisch | 97 |
| Beispiel: Kreisbewegungen kartesisch | 98 |
| Beispiel: Vollkreis kartesisch | 99 |
| 6.5 Bahnbewegungen – Polarkoordinaten | 100 |
| Polarkoordinaten-Ursprung: Pol CC | 100 |
| Gerade LP | 101 |
| Kreisbahn CP um Pol CC | 101 |
| Kreisbahn CTP mit tangentialem Anschluß | 102 |
| Schraubenlinie (Helix) | 102 |
| Beispiel: Geradenbewegung polar | 104 |
| Beispiel: Helix | 105 |

| | |
|-----------------------------------------------------------|-----|
| 6.6 Bahnbewegungen – Freie Kontur-Programmierung FK | 106 |
| Grundlagen | 106 |
| Grafik der FK-Programmierung | 106 |
| FK-Dialog eröffnen | 107 |
| Geraden frei programmieren | 108 |
| Kreisbahnen frei programmieren | 108 |
| Hilfspunkte | 110 |
| Relativ-Bezüge | 111 |
| Geschlossene Konturen | 113 |
| FK-Programme konvertieren | 113 |
| Beispiel: FK-Programmierung 1 | 114 |
| Beispiel: FK-Programmierung 2 | 115 |
| Beispiel: FK-Programmierung 3 | 116 |

7 PROGRAMMIEREN: ZUSATZ-FUNKTIONEN

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7.1 Zusatz-Funktionen M und STOP eingeben | 120 |
| 7.2 Zusatz-Funktionen für Programmlauf-Kontrolle, Spindel und Kühlmittel | 121 |
| 7.3 Zusatz-Funktionen für Koordinatenangaben | 121 |
| 7.4 Zusatz-Funktionen für das Bahnverhalten | 124 |
| Ecken verschleifen: M90 | 124 |
| Definierten Rundungskreis zwischen Geradenstücken einfügen: M112 | 125 |
| Punkte bei der Berechnung des Rundungskreises mit M112 nicht berücksichtigen: M124 | 126 |
| Ruckverminderung beim Ändern der Verfahrrichtung: M132 | 127 |
| Kleine Konturstufen bearbeiten: M97 | 127 |
| Offene Konturecken vollständig bearbeiten: M98 | 128 |
| Vorschubfaktor für Eintauchbewegungen: M103 | 128 |
| Vorschubgeschwindigkeit bei Kreisbögen: M109/M110/M111 | 129 |
| Radiuskorrigierte Kontur vorausberechnen (LOOK AHEAD): M120 | 129 |
| Handrad-Positionierung während des Programmlaufs überlagern: M118 | 130 |
| 7.5 Zusatz-Funktionen für Drehachsen | 130 |
| Vorschub in mm/min bei Drehachsen A, B, C: M116 | 130 |
| Drehachsen wegoptimiert fahren: M126 | 131 |
| Anzeige der Drehachse auf Wert unter 360° reduzieren: M94 | 131 |
| Automatische Korrektur der Maschinengeometrie beim Arbeiten mit Schwenkachsen: M114 | 132 |
| 7.6 Zusatz-Funktionen für Laser-Schneidmaschinen | 133 |

8 PROGRAMMIEREN: ZYKLEN 135

- 8.1 Allgemeines zu den Zyklen 136
- 8.2 Bohrzyklen 138
 - TIEFBOHREN (Zyklus 1) 138
 - BOHREN (Zyklus 200) 140
 - REIBEN (Zyklus 201) 141
 - AUSDREHEN (Zyklus 202) 142
 - UNIVERSAL-BOHREN (Zyklus 203) 143
 - GEWINDEBOHREN mit Ausgleichsfutter (Zyklus 2) 145
 - GEWINDEBOHREN ohne Ausgleichsfutter GS (Zyklus 17) 146
 - GEWINDESCHNEIDEN (Zyklus 18) 147
 - Beispiel: Bohrzyklen 148
 - Beispiel: Bohrzyklen 149
- 8.3 Zyklen zum Fräsen von Taschen, Zapfen und Nuten 150
 - TASCHENFRAESEN (Zyklus 4) 151
 - TASCHE SCHLICHTEN (Zyklus 212) 152
 - ZAPFEN SCHLICHTEN (Zyklus 213) 154
 - KREISTASCHE (Zyklus 5) 155
 - KREISTASCHE SCHLICHTEN (Zyklus 214) 157
 - KREISZAPFEN SCHLICHTEN (Zyklus 215) 158
 - Nutenfraesen (Zyklus 3) 160
 - NUT (Langloch) mit pendelndem Eintauchen (Zyklus 210) 161
 - RUNDE NUT (Langloch) mit pendelndem Eintauchen (Zyklus 211) 163
 - Beispiel:Tasche, Zapfen und Nuten fräsen 165
- 8.4 Zyklen zum Herstellen von Punktemustern 167
 - PUNKTEMUSTERAUF KREIS (Zyklus 220) 168
 - PUNKTEMUSTERAUF LINIEN (Zyklus 221) 169
 - Beispiel: Lochkreise 171
- 8.5 SL-Zyklen 173
 - KONTUR (Zyklus 14) 175
 - Überlagerte Konturen 175
 - KONTUR-DATEN (Zyklus 20) 177
 - VORBOHREN (Zyklus 21) 178
 - RAEUMEN (Zyklus 22) 178
 - SCHLICHTENTIEFE (Zyklus 23) 179
 - SCHLICHTEN SEITE (Zyklus 24) 180

| | | |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| | KONTUR-ZUG (Zyklus 25) | 180 |
| | ZYLINDER-MANTEL (Zyklus 27) | 181 |
| | Beispiel: Tasche räumen und nachräumen | 182 |
| | Beispiel: Überlagerte Konturen vorbohren, schrappen, schlichten | 185 |
| | Beispiel: Kontur-Zug | 187 |
| | Beispiel: Zylinder-Mantel | 189 |
| 8.6 | Zyklen zum Abzeilen | 191 |
| | DIGITALISIERDATENABARBEITEN (Zyklus 30) | 191 |
| | ABZEILEN (Zyklus 230) | 193 |
| | REGELFLAECHE (Zyklus 231) | 195 |
| | Beispiel: Abzeilen | 197 |
| 8.7 | Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung | 198 |
| | NULLPUNKT-Verschiebung (Zyklus 7) | 199 |
| | NULLPUNKT-Verschiebung mit Nullpunkt-Tabellen (Zyklus 7) | 200 |
| | SPIEGELN (Zyklus 8) | 202 |
| | DREHUNG (Zyklus 10) | 203 |
| | MASSFAKTOR (Zyklus 11) | 204 |
| | MASSFAKTOR ACHSSP. (Zyklus 26) | 205 |
| | BEARBEITUNGSEBENE (Zyklus 19) | 206 |
| | Beispiel: Koordinaten-Umrechnungszyklen | 209 |
| 8.8 | Sonder-Zyklen | 211 |
| | VERWEILZEIT (Zyklus 9) | 211 |
| | PROGRAMM-AUFRUF (Zyklus 12) | 211 |
| | SPINDEL-ORIENTIERUNG (Zyklus 13) | 212 |
| 9 PROGRAMMIEREN: UNTERPROGRAMME UND PROGRAMMTEIL-WIEDERHOLUNGEN | | 213 |
| 9.1 | Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen kennzeichnen | 214 |
| 9.2 | Unterprogramme | 214 |
| 9.3 | Programmteil-Wiederholungen | 215 |
| 9.4 | Beliebiges Programm als Unterprogramm | 216 |
| 9.5 | Verschachtelungen | 217 |
| | Unterprogramm im Unterprogramm | 217 |
| | Programmteil-Wiederholungen wiederholen | 218 |
| | Unterprogramm wiederholen | 219 |
| 9.6 | Programmier-Beispiele | 220 |
| | Beispiel: Konturfräsen in mehreren Zustellungen | 220 |
| | Beispiel: Bohrungsgruppen | 221 |
| | Beispiel: Bohrungsgruppen mit mehreren Werkzeugen | 222 |

10 PROGRAMMIEREN: Q-PARAMETER 225

- 10.1 Prinzip und Funktionsübersicht 226
- 10.2 Teilefamilien – Q-Parameter statt Zahlenwerte 227
- 10.3 Konturen durch mathematische Funktionen beschreiben 228
- 10.4 Winkelfunktionen (Trigonometrie) 230
- 10.5 Wenn/dann-Entscheidungen mit Q-Parametern 231
- 10.6 Q-Parameter kontrollieren und ändern 232
- 10.7 Zusätzliche Funktionen 233
- 10.8 Formel direkt eingeben 240
- 10.9 Vorbelegte Q-Parameter 243
- 10.10 Programmier-Beispiele 245
 - Beispiel: Ellipse 245
 - Beispiel: Zylinder konkav mit Radiusfräser 247
 - Beispiel: Kugel konvex mit Schafffräser 249

11 PROGRAMM-TEST UND PROGRAMMLAUF 251

- 11.1 Grafiken 252
- 11.2 Funktionen zur Programmanzeige für den PROGRAMMLAUF/PROGRAMM-TEST 257
- 11.3 Programm-Test 257
- 11.4 Programmlauf 259
- 11.5 Sätze überspringen 264

12 3D-TASTSYSTEME 265

- 12.1 Antastzyklen in den Betriebsarten MANUELLER BETRIEB und EL. HANDRAD 266
- 12.2 Bezugspunkt-Setzen mit 3D-Tastsystemen 271
- 12.3 Werkstücke vermessen mit 3D-Tastsystemen 274

13 DIGITALISIEREN 279

- 13.1 Digitalisieren mit schaltendem oder messendem Tastsystem (Option) 280
- 13.2 Digitalisier-Zyklen programmieren 281
- 13.3 Mäanderförmig Digitalisieren 285
- 13.4 Höhenlinien digitalisieren 287
- 13.5 Zeilenweise digitalisieren 289
- 13.6 Digitalisieren mit Drehachsen 291
- 13.7 Digitalisierdaten in einem Bearbeitungs-Programm verwenden 293

14 MOD-FUNKTIONEN 295

- 14.1 MOD-Funktionen wählen, ändern und verlassen 296
- 14.2 Software- und Options-Nummern 297
- 14.3 Schlüssel-Zahl eingeben 297
- 14.4 Datenschnittstellen einrichten 298
- 14.5 Maschinenspezifische Anwenderparameter 300
- 14.6 Rohteil im Arbeitsraum darstellen 300
- 14.7 Positions-Anzeige wählen 302
- 14.8 Maßsystem wählen 302
- 14.9 Programmiersprache für \$MDI wählen 303
- 14.10 Achsauswahl für L-Satz-Generierung 303
- 14.11 Verfahrbereichs-Begrenzungen eingeben, Nullpunkt-Anzeige 303
- 14.12 HELP-Dateien anzeigen 304
- 14.13 Betriebszeiten anzeigen 305

15 TABELLEN UND ÜBERSICHTEN 307

- 15.1 Allgemeine Anwenderparameter 308
- 15.2 Steckerbelegung und Anschlußkabel für Datenschnittstellen 321
- 15.3 Technische Information 325
- 15.4 TNC-Fehlermeldungen 327
- 15.5 Puffer-Batterie wechseln 331



1

Einführung

1.1 Die TNC 426 B, die TNC 430

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 ausgelegt. Die TNC 426 B kann bis zu 5 Achsen, die TNC 430 bis zu neun Achsen steuern. Zusätzlich können Sie die Winkelposition der Spindel programmiert einstellen.

Auf der integrierten Festplatte können Sie beliebig viele Programme speichern, auch wenn diese extern erstellt oder beim Digitalisieren erfaßt wurden. Für schnelle Berechnungen läßt sich ein Taschenrechner jederzeit aufrufen.

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

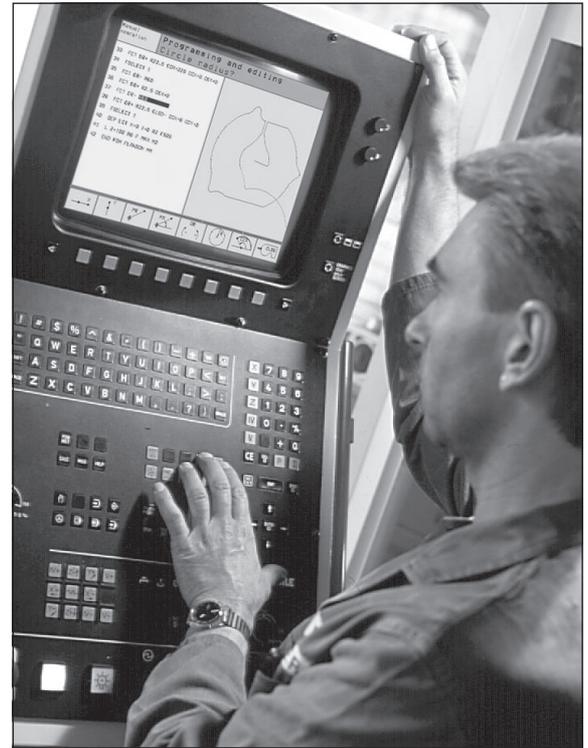
Programmierung: HEIDENHAIN Klartext-Dialog und DIN/ISO

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 sowohl während des Programm-Tests als auch während des Programmlaufs möglich. Zusätzlich können Sie die TNCs auch nach DIN/ISO oder im DNC-Betrieb programmieren.

Ein Programm läßt sich auch dann eingeben und testen, 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

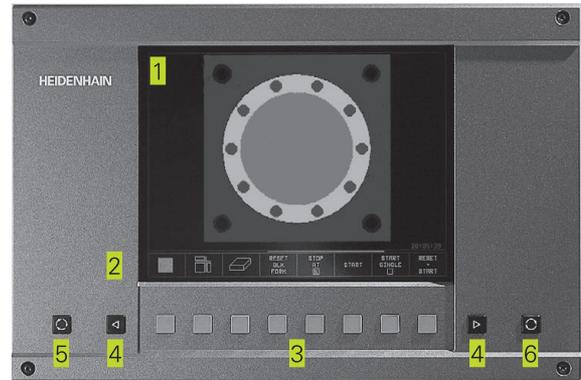
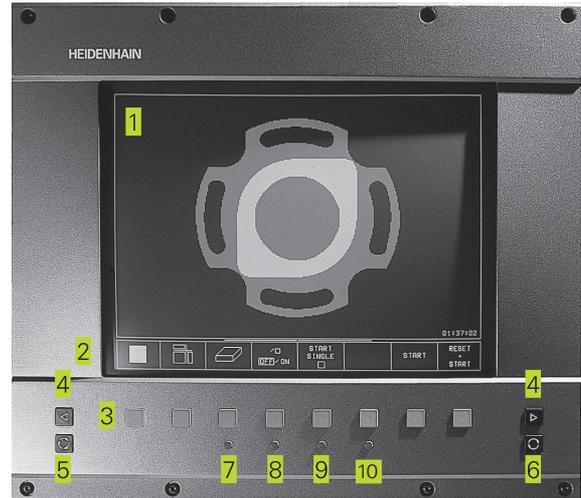
Die TNC ist wahlweise lieferbar mit dem Farb-Bildschirm BC 120 (CRT) oder dem Farb-Flachbildschirm BF 120 (TFT). Die Abbildung rechts oben zeigt die Bedienelemente des BC 120, die Abbildung rechts Mitte zeigt die Bedienelemente des BF 120:

- 1 Kopfzeile
Bei eingeschalteter TNC zeigt der Bildschirm in der Kopfzeile die angewählten Betriebsarten an: Maschinen-Betriebsarten links und Programmier-Betriebsarten rechts. Im größeren Feld der Kopfzeile steht die Betriebsart, auf die der Bildschirm geschaltet ist: dort erscheinen Dialogfragen und Meldetexte (Ausnahme: Wenn die TNC nur Grafik anzeigt).
- 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 die Programm-Gliederung 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 (siehe 1.3 Betriebsarten)

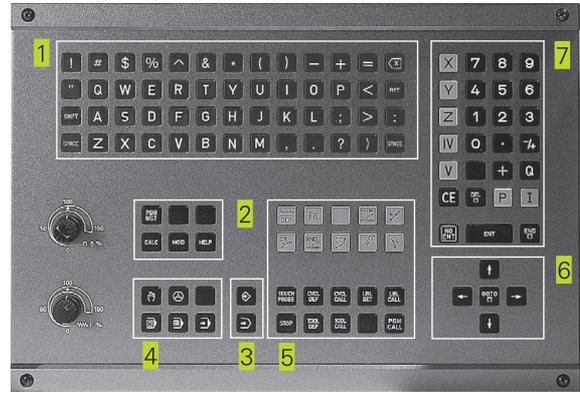


Bildschirm-Aufteilung mit Softkey wählen

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, Taschenrechner, 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 Umschlagsseite 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, die Bezugspunkte setzen und die Bearbeitungsebene schwenken.

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

Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung
(wählen wie zuvor beschrieben)

Softkey Fenster

| | |
|-------------------|-------------------------------------------|
| POSITION | Positionen |
| POSITION + STATUS | links: Positionen, rechts: Status-Anzeige |

| | | | | | | |
|-------------------|-----------|----------------|----------------------|-----------|---------------|--------------------------|
| MANUELLER BETRIEB | | | | | | PROGRAMM EINSPEICHERN |
| | | | | | | |
| IST | | | SOLL | | | |
| X | -20,3939 | | X | -20,3939 | | |
| Y | +30,9477 | | V | +30,9477 | | |
| Z | +134,2026 | | Z | +134,2026 | | |
| C | +30,0000 | | C | +30,0000 | | |
| B | +90,0000 | | B | +90,0000 | | |
| T | | | GRUNDDREHUNG +0,0000 | | | |
| M 5/9 | | | | | | |
| M | S | TOUCH PROBE | DATUM SET | 3D ROT | TOOL TABLE | |

POSITIONIEREN MIT HANDEINGABE

In dieser Betriebsart lassen sich einfache Verfahrbewegungen programmieren, z.B. um planzufräsen oder vorzupositionieren. Auch Punkte-Tabellen zum Festlegen des Digitalisierbereichs definieren Sie hier.

Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung

| Softkey | Fenster |
|--------------|-----------------------------------------|
| PGM | Programm |
| PGM + STATUS | links: Programm, rechts: Status-Anzeige |

| POSITIONIEREN MIT HANDEINGABE | | | | PROGRAMM EINSPEICHERN |
|-------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| 0 | BEGIN PGM #MDI MM | | | |
| 1 | TOOL CALL 1 Z S4500 | | | |
| 2 | L Z+100 R0 F MAX | | | |
| 3 | L X-20 V+5 R0 F MAX M3 | | | |
| 4 | L Z-5 R0 F2000 | | | |
| 5 | L X+120 F600 | | | |
| 6 | L IV+30 F2000 | | | |
| 7 | L X-20 F600 | | | |
| 8 | END PGM #MDI MM | | | |
| | | SOLL X +250,0000 Y +87,5965 Z -88,4718 C +30,0000 B +90,0000 C +30,0000 | | |
| | | GRUNDREHUNG +0,0000 | | |
| IST | X +250,0000 | Y +87,5965 | | |
| | Z -88,4718 | C +30,0000 | | |
| | B +90,0000 | | | |
| T | F 0 | | M 5/9 | |
| STATUS PGM | STATUS POS. | STATUS TOOL | STATUS COORD. TRANSF. | STATUS TOOL PROBE |
| | | | | PNT |
| | | | | TOOL TABLE |

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 oder Sie benutzen ein anderes Fenster, um Ihre Programm-Gliederung zu erstellen.

Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung

| Softkey | Fenster |
|----------------|----------------------------------------------|
| PGM | Programm |
| PGM + SECTS | links: Programm, rechts: Programm-Gliederung |
| PGM + GRAPHICS | links: Programm, rechts: Programmier-Grafik |

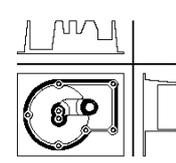
| MANUELLER BETRIEB | PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN | | | | | | |
|-------------------|---------------------------------|----|-----|------|----------|----------------|---------------|
| 0 | BEGIN PGM 1 MM | | | | | | |
| 1 | BLK FORM 0.1 Z X+0 V+0 Z-40 | | | | | | |
| 2 | BLK FORM 0.2 X+100 V+100 Z+0 | | | | | | |
| * | - BOHRPLATTE ID-NR 257943KL1 | | | | | | |
| 4 | TOOL CALL 1 Z S4500 | | | | | | |
| 5 | L Z+100 R0 F MAX | | | | | | |
| 6 | CVCL DEF 203 UNIVERSAL-BOHREN | | | | | | |
| | Q200=2 ;SICHERHEITABST. | | | | | | |
| | Q201=-50 ;TIEFE | | | | | | |
| | Q206=250 ;F TIEFENZUST. | | | | | | |
| | Q202=0 ;ZUSTELL-TIEFE | | | | | | |
| | Q210=0 ;V.-ZEIT OBEN | | | | | | |
| | Q203=+0 ;KODR. OBERFL. | | | | | | |
| | Q204=100 ;2. S.-ABSTAND | | | | | | |
| | Q212=0 ;ABNAHMEBETRAG | | | | | | |
| | BEGIN PGM 1 | | | | | | |
| | - BOHRPLATTE ID-NR 257943KL1 | | | | | | |
| | - PARAMETER DEFINIEREN | | | | | | |
| | - TASCHE FERTIGEN | | | | | | |
| | - TASCHE AUSRAEUMEN | | | | | | |
| | - TASCHE SCHLICHTEN | | | | | | |
| | - BOHRBILD ERSTELLEN | | | | | | |
| | - ZENTRIEREN | | | | | | |
| | - BOHREN | | | | | | |
| | - GEWINDEBOHREN | | | | | | |
| | END PGM 1 | | | | | | |
| FL | FLI | FC | FCT | FPOL | BLK FORM | INSERT SECTION | CHANGE WINDOW |

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

Siehe PROGRAMMLAUF-Betriebsarten auf der nächsten Seite.

| MANUELLER BETRIEB | PROGRAMM-TEST | | |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------|
| 38 | CVCL DEF 14.2 KONTURLABEL 8 /9 /10 /11 /12 | | |
| 39 | CVCL DEF 6.0 AUSRAEUMEN | | |
| 40 | CVCL DEF 6.1 ABST 18 TIEFE -8 | | |
| 41 | CVCL DEF 6.2 ZUSTLG 4 F300 AUFM +0,7 | | |
| 42 | CVCL DEF 6.3 WINKEL +0 F600 | | |
| 43 | CVCL CALL | | |
| 44 | CVCL DEF 14.0 KONTUR | | |
| 45 | CVCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1 /3 /4 /5 /9 /10 | | |
| 46 | CVCL DEF 14.2 KONTURLABEL 11 /12 | | |
| 47 | CVCL DEF 6.0 AUSRAEUMEN | | |
| 48 | CVCL DEF 6.1 ABST 26 TIEFE -12 | | |
| 49 | CVCL DEF 6.2 ZUSTLG 4 F300 | | |
| |  | | |
| | X+110,7 V +64,7 67116153 | | |
| START SINGLE | STOP AT | START | RESET + START |
| OFF/ON | | | |

PROGRAMMLAUF SATZFOLGE und PROGRAMMLAUF EINZELSATZ

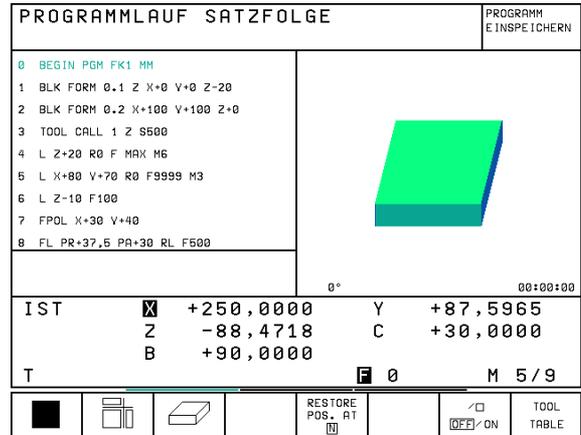
In PROGRAMMLAUF SATZFOLGE führt die TNC ein Programm bis zum Programm-Ende oder zu einer manuellen bzw. programmierten Unterbrechung aus. Nach einer Unterbrechung können Sie den Programmablauf wieder aufnehmen.

In PROGRAMMLAUF EINZELSATZ starten Sie jeden Satz mit der externen START-Taste einzeln.

Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung

Softkey Fenster

| | |
|----------------|----------------------------------------------|
| PGM | Programm |
| PGM + SECTS | links: Programm, rechts: Programm-Gliederung |
| PGM + STATUS | links: Programm, rechts: STATUS |
| PGM + GRAPHICS | links: Programm, rechts: Grafik |
| GRAPHICS | Grafik |



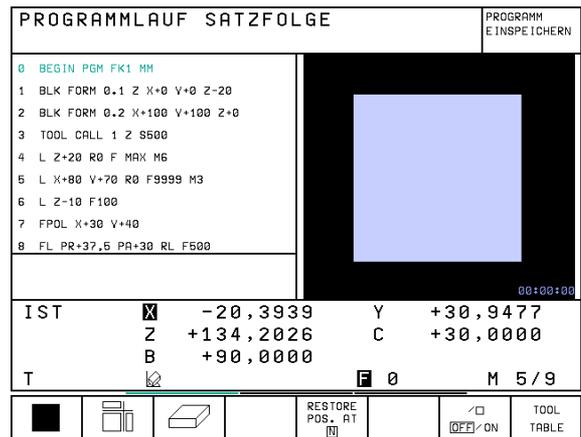
1.4 Status-Anzeigen

„Allgemeine“ Status-Anzeige

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

- PROGRAMMLAUF EINZELSATZ und PROGRAMMLAUF SATZFOLGE, solange für die Anzeige nicht ausschließlich „Grafik“ gewählt wurde, und beim
- POSITIONIEREN MIT HANDEINGABE.

In den Betriebsarten MANUELLER BETRIEB und EL. HANDRAD erscheint die Status-Anzeige im großen Fenster.



Informationen der Status-Anzeige

| Symbol | Bedeutung |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IST | Ist- oder Soll-Koordinaten der aktuellen Position |
| X Y Z | Maschinenachsen; Hilfsachsen zeigt die TNC mit kleinen Buchstaben an. Die Reihenfolge und Anzahl der angezeigten Achsen legt Ihr Maschinenhersteller fest. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch |
| S F M | Drehzahl S, Vorschub F und wirksame Zusatzfunktion M |
| * | Programmlauf ist gestartet |
| | Achse ist geklemmt |
| | Achse kann mit dem Handrad verfahren werden |
| | Achsen werden in geschwenkter Bearbeitungsebene verfahren |
| | 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

| PROGRAMMLAUF SATZFOLGE | | | | | | PROGRAMM EINSPEICHERN | |
|--------------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|-------------------------|----------|--------------------------|-------------------|
| 0 BEGIN PGM FK1 MH | | | | | | SOLL | |
| 1 BLK FORM 0.1 Z X+0 V+0 Z+20 | | | | | | X -20,3939 | |
| 2 BLK FORM 0.2 X+100 V+100 Z+0 | | | | | | Y +30,9477 | |
| 3 TOOL CALL 1 Z S500 | | | | | | Z +134,2026 | |
| 4 L Z+20 R0 F MAX M6 | | | | | | C +30,0000 | |
| 5 L X+80 V+70 R0 F9999 M3 | | | | | | B +90,0000 | |
| 6 L Z-10 F100 | | | | | | GRUNDREHUNG +0,0000 | |
| 7 FPOL X+30 V+40 | | | | | | | |
| 8 FL PR+37,5 PA+30 RL F500 | | | | | | | |
| IST | | | -20,3939 | Y | +30,9477 | | |
| | | Z | +134,2026 | C | +30,0000 | | |
| | | B | +90,0000 | | | | |
| T | | | | | 0 | M 5/9 | |
| STATUS PGM | STATUS POS. | STATUS TOOL | STATUS COORD. TRANSF. | STATUS TOOL PROBE | STORE | ADD | RESET 00:00:00 |

Nachfolgend sind verschiedene zusätzliche Status-Anzeigen beschrieben, die Sie über Softkeys wählen können:



Softkey-Leiste umschalten, bis STATUS-Softkeys erscheinen



Zusätzliche Status-Anzeige wählen, z.B. allgemeine Programm-Informationen



Allgemeine Programm-Informationen

- 1 Hauptprogramm-Name
- 2 Aufgerufene Programme
- 3 Aktiver Bearbeitungs-Zyklus
- 4 Kreismittelpunkt CC (Pol)
- 5 Bearbeitungszeit
- 6 Zähler für Verweilzeit



Positionen und Koordinaten

- 1 Positionsanzeige
- 2 Art der Positionsanzeige, z.B. Ist-Positionen
- 3 Schwenkwinkel für die Bearbeitungsebene
- 4 Winkel der Grunddrehung

STATUS
TOOL

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 RT 10

2 Z



3

| | |
|----|---------|
| L | -1,2560 |
| R | +5,0000 |
| R2 | +0,2500 |

4

| | | | |
|-----|---------|---------|---------|
| | DL | DR | DR2 |
| TAB | +0,1000 | +0,1000 | +0,0100 |
| PGM | +0,1000 | +0,1000 | |

5

| | | | |
|---|----------|-------|-------|
| 🕒 | CUR.TIME | TIME1 | TIME2 |
| | 00:25 | 04:20 | 04:10 |

6

TOOL CALL 1

RT ↔

STATUS
COORD.
TRANSF..

Koordinaten-Umrechnungen

- 1 Hauptprogramm-Name
- 2 Aktive Nullpunkt-Verschiebung (Zyklus 7)
- 3 Aktiver Drehwinkel (Zyklus 10)
- 4 Gespiegelte Achsen (Zyklus 8)
- 5 Aktiver Maßfaktor / Maßfaktoren (Zyklen 11 / 26)
- 6 Mittelpunkt der zentrischen Streckung

Siehe „8.7 Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung“

1 PGM-NAME AFK1

2

NULLPUNKT

| | |
|---|----------|
| X | +1,5000 |
| Y | +10,0000 |
| Z | -25,0000 |



3

DREHUNG

+12,5000



4

SPIEGELUNG

X Y



5

MASSFaktor

| | | |
|---|---------|----------|
| X | +0,0000 | 0,999500 |
| Y | +0,0000 | 0,999500 |



6



STATUS
TOOL
PROBE

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 1



2 L

3

| | |
|-------|---------|
| MIN 2 | +1.9664 |
| MAX 3 | +2.0035 |
| DYN | |

4

| | |
|---|-----------|
| 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 und für Messungen am Werkstück. 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, Ausschalten



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 vorgegebener Reihenfolge überfahren: Für jede Achse externe START-Taste drücken, oder



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

Die TNC ist jetzt funktionsbereit und befindet sich in der Betriebsart MANUELLER BETRIEB



Die Referenzpunkte müssen Sie nur dann überfahren, wenn Sie die Maschinenachsen verfahren wollen. Wenn Sie nur Programme editieren oder testen wollen, dann wählen Sie nach dem Einschalten der Steuerspannung sofort die Betriebsart PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN oder PROGRAMM-TEST.

Die Referenzpunkte können Sie dann nachträglich überfahren. Drücken Sie dazu in der Betriebsart MANUELLER BETRIEB den Softkey PASS OVER REFERENCE.

Referenzpunkt überfahren bei geschwenkter Bearbeitungsebene

Referenzpunkt-Überfahren im geschwenkten Koordinatensystem ist über die externen Achsrichtungs-Tasten möglich. Dazu muß die Funktion „Bearbeitungsebene schwenken“ in MANUELLER BETRIEB aktiv sein (siehe „2.5 Bearbeitungsebene schwenken“). Die TNC interpoliert dann beim Betätigen einer Achsrichtungs-Taste die entsprechenden Achsen.

Die NC-START-Taste hat keine Funktion. Die TNC gibt ggf. eine entsprechende Fehlermeldung aus.

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

Ausschalten

Um Datenverluste beim Ausschalten zu vermeiden, müssen Sie das Betriebssystem der TNC gezielt herunterfahren:

- Betriebsart Manuell wählen



► Funktion zum Herunterfahren wählen, nochmal mit Softkey JA bestätigen

► Wenn die TNC in einem Überblendfenster den Text „Jetzt können Sie ausschalten“ anzeigt, dürfen Sie die Versorgungsspannung zur TNC unterbrechen



Willkürliches Ausschalten der TNC kann zu Datenverlust führen.

2.2 Verfahren der Maschinenachsen



Das Verfahren mit den externen Richtungstasten ist maschinenabhängig. Maschinenhandbuch beachten!

Achse mit den externen Richtungstasten verfahren

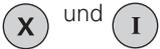


Betriebsart MANUELLER BETRIEB wählen



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



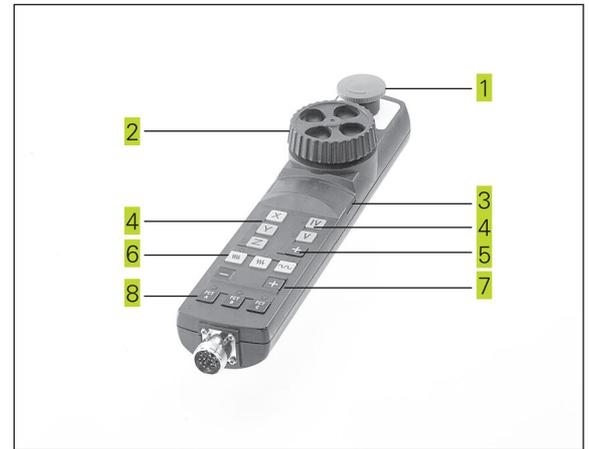
Achse wählen



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 wählen



Schrittweises Positionieren anwählen (die gültige Taste wird vom Maschinenhersteller festgelegt)

ZUSTELLUNG =

8

ENT

Zustellung in mm eingeben, z.B. 8 mm

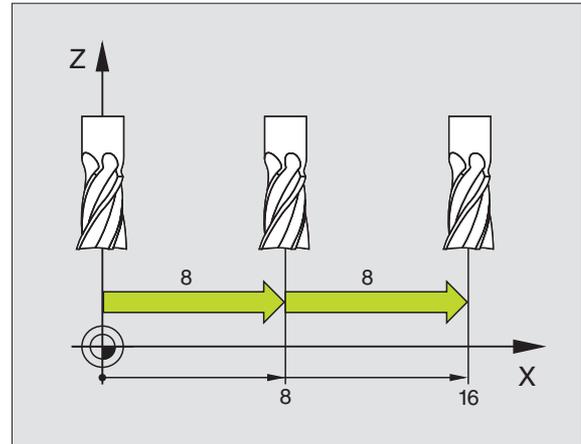


Externe Richtungstaste drücken: beliebig oft positionieren



Schrittweises Positionieren ist maschinenabhängig. Maschinenhandbuch beachten!

Der Maschinenhersteller legt fest, ob der Unterteilungsfaktor für jede Achse an der Tastatur oder über einen Stufenschalter eingestellt wird.



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 Maschinenparameter festgelegt und lässt sich nur mit den Override-Drehknöpfen ändern (siehe nächste Seite).

Werte eingeben

Beispiel: Spindeldrehzahl S eingeben

S

Eingabe für Spindeldrehzahl wählen: Softkey S

SPINDELDREHZAHL S=

1000

ENT

Spindeldrehzahl eingeben

I

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 X=



Nullwerkzeug: Anzeige auf bekannte Werkstück-Position (z.B. 0) setzen oder Dicke d des Blechs eingeben

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

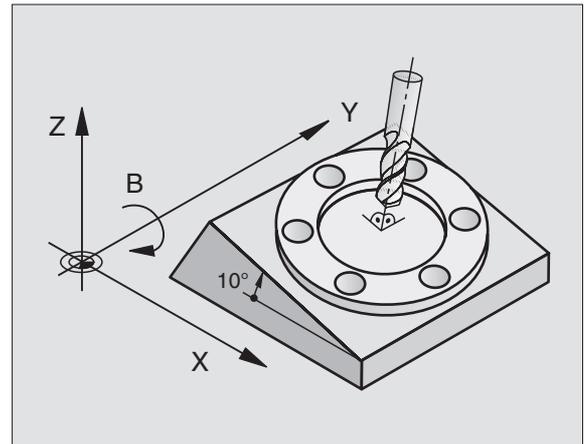
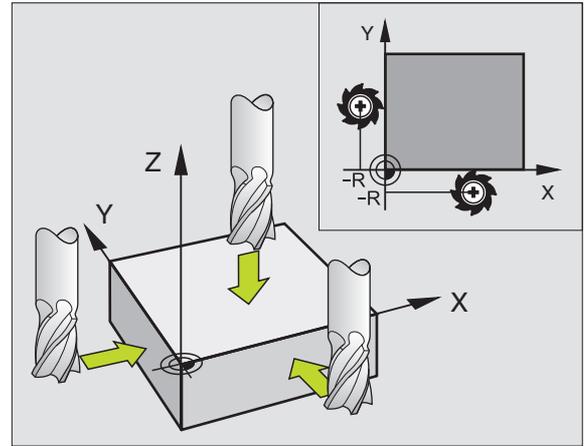
Wenn Sie in der Zustellachse ein voreingestelltes Werkzeug verwenden, dann setzen Sie die Anzeige der Zustellachse auf die Länge L des Werkzeugs bzw. auf die Summe $Z=L+d$.

2.5 Bearbeitungsebene schwenken



Die Funktionen zum Schwenken der Bearbeitungsebene werden vom Maschinenhersteller an TNC und Maschine angepaßt. Bei bestimmten Schwenkköpfen oder Schwenktischen legt der Maschinenhersteller fest, ob die eingegebenen Winkel als Koordinaten der Drehachsen oder als Raumwinkel interpretiert werden. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Die TNC unterstützt das Schwenken von Bearbeitungsebenen an Werkzeugmaschinen mit Schwenkköpfen sowie Schwenktischen. Typische Anwendungen sind z.B. schräge Bohrungen oder schräg im Raum liegende Konturen. Die Bearbeitungsebene wird dabei immer um den aktiven Nullpunkt geschwenkt. Wie gewohnt, wird die Bearbeitung in einer Hauptebene (z.B. X/Y-Ebene) programmiert, jedoch in der Ebene ausgeführt, die zur Hauptebene geschwenkt wurde.



Für das Schwenken der Bearbeitungsebene gibt es zwei Funktionen:

- Manuelles Schwenken mit dem Softkey 3D ROT in den Betriebsarten MANUELLER BETRIEB und EL. HANDRAD (nachfolgend beschrieben)
- Gesteuertes Schwenken, Zyklus 19 BEARBEITUNGSEBENE im Bearbeitungs-Programm: Siehe Seite 202.

Die TNC-Funktionen zum „Schwenken der Bearbeitungsebene“ sind Koordinaten-Transformationen. Dabei steht die Bearbeitungsebene immer senkrecht zur Richtung der Werkzeugachse.

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

Maschine mit Schwenktisch

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

Maschine mit Schwenkkopf

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

Referenzpunkte-Anfahren bei geschwenkten Achsen

Bei geschwenkten Achsen fahren Sie die Referenzpunkte mit den externen Richtungstasten an. Die TNC interpoliert dabei die entsprechenden Achsen. Beachten Sie, daß die Funktion „Bearbeitungsebene schwenken“ in der Betriebsart MANUELLER BETRIEB aktiv ist und der Ist-Winkel der Drehachse im Menüfeld eingetragen wurde.

Bezugspunkt-Setzen im geschwenkten System

Nachdem Sie die Drehachsen positioniert haben, setzen Sie den Bezugspunkt wie im ungeschwenkten System. Die TNC rechnet den neuen Bezugspunkt ins geschwenkte Koordinatensystem um. Die Winkelwerte für diese Berechnung übernimmt die TNC bei geregelten Achsen aus der Ist-Position der Drehachse.



Sie dürfen im geschwenkten System den Bezugspunkt nicht setzen, wenn im Maschinen-Parameter 7500 das Bit 3 gesetzt ist. Die TNC berechnet sonst den Versatz falsch.

Falls die Schwenkachsen Ihrer Maschine nicht geregelt sind, müssen Sie die Ist-Position der Drehachse ins Menü zum manuellen Schwenken eintragen: Stimmt die Ist-Position der Drehachse(n) mit dem Eintrag nicht überein, berechnet die TNC den Bezugspunkt falsch.

Bezugspunkt-Setzen bei Maschinen mit Rundtisch

Das Verhalten der TNC beim Bezugspunkt-Setzen ist maschinenabhängig. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Die TNC versetzt den Bezugspunkt automatisch, wenn Sie den Tisch drehen und die Funktion Bearbeitungsebene schwenken aktiv ist.

MP 7500, Bit 3=0

Um den Versatz des Bezugspunktes zu berechnen, verwendet die TNC die Differenz zwischen der REF-Koordinate beim Bezugspunkt-Setzen und der REF-Koordinate der Schwenkachse nach dem Schwenken. Diese Berechnungsmethode ist zu verwenden, wenn Sie in der 0°-Stellung (REF-Wert) des Rundtisches ihr Werkstück ausgerichtet aufgespannt haben.

MP 7500, Bit 3=1

Wenn Sie ein schräg aufgespanntes Werkstück über eine Rundtischdrehung ausrichten, dann darf die TNC den Versatz des Bezugspunktes nicht mehr über die Differenz der REF-Koordinaten berechnen. Die TNC verwendet direkt den REF-Wert der Schwenkachse nach dem Schwenken, geht also immer davon aus, daß das Werkstück vor dem Schwenken ausgerichtet war.

Positionsanzeige im geschwenkten System

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

Einschränkungen beim Schwenken der Bearbeitungsebene

- Die Antastfunktion GRUNDDREHUNG steht nicht zur Verfügung
- PLC-Positionierungen (vom Maschinenhersteller festgelegt) sind nicht erlaubt
- Positioniersätze mit M91/M92 sind nicht erlaubt

Manuelles Schwenken aktivieren



Manuelles Schwenken wählen: Softkey 3D ROT
Die Menüpunkte lassen sich nun mit den Pfeil-Tasten anwählen

Schwenkwinkel eingeben

Gewünschte Betriebsart im Menüpunkt BEARBEITUNGSEBENE SCHWENKEN auf AKTIV setzen: Menüpunkt wählen, mit Taste ENT umschalten



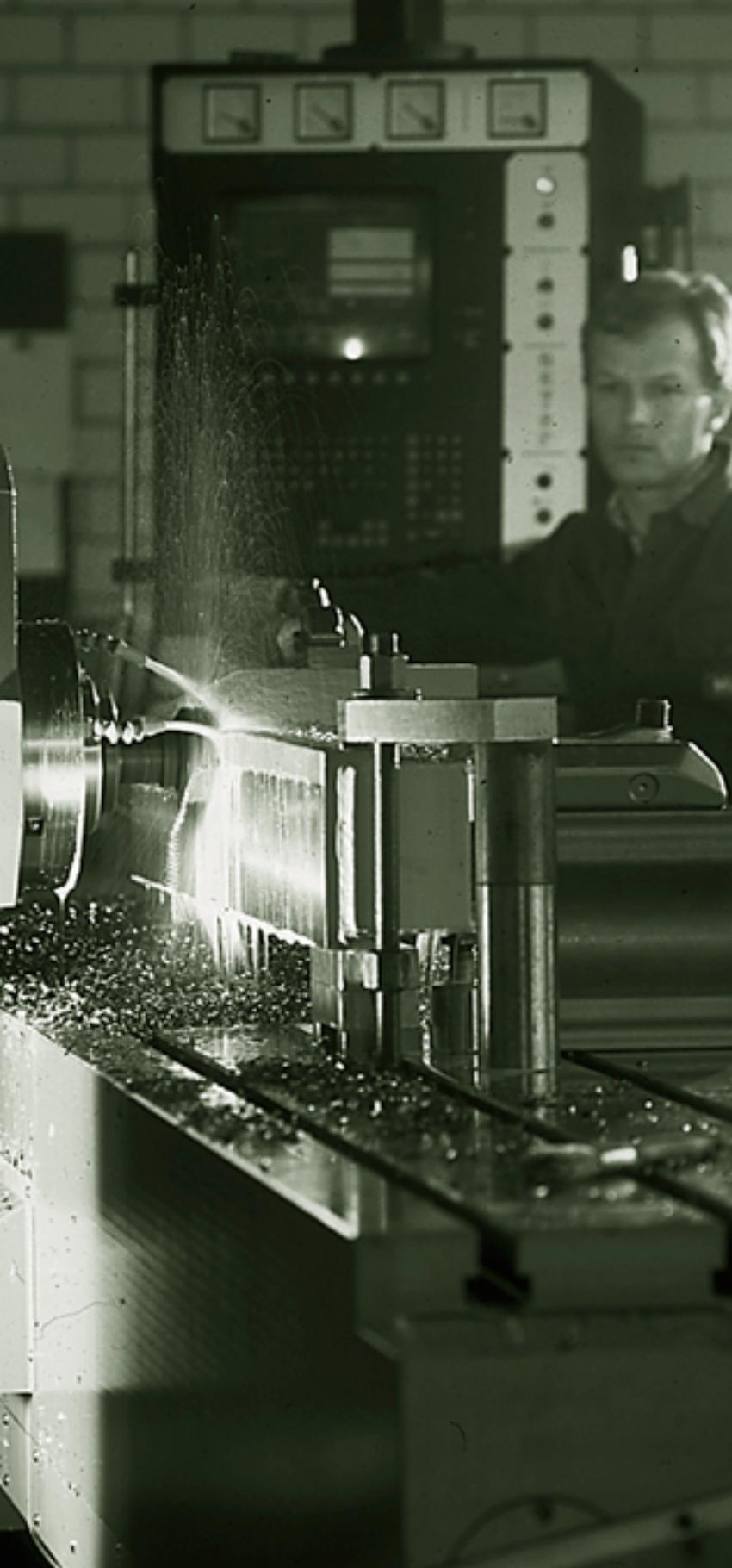
Eingabe beenden: Softkey END

Zum Deaktivieren setzen Sie im Menü BEARBEITUNGSEBENE SCHWENKEN die gewünschten Betriebsarten auf INAKTIV.

Wenn die Funktion BEARBEITUNGSEBENE SCHWENKEN aktiv ist und die TNC die Maschinenachsen entsprechend der geschwenkten Achsen verfährt, blendet die Status-Anzeige das Symbol  ein.

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

| | | | | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|-----------|--------------------------|--------------------------|-------|
| MANUELLER BETRIEB | | | | PROGRAMM EINSPEICHERN | |
| BEARBEITUNGSEBENE SCHWENKEN | | | | | |
| PROGRAMMLAUF | | | | INAKTIV | |
| MANUELLER BETRIEB | | | | AKTIV | |
| B = +90 ° | | | | | |
| C = +30 ° | | | | | |
| IST | | | | | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> | -20,3939 | Y | +30,9477 | |
| | <input type="checkbox"/> | +134,2026 | C | +30,0000 | |
| | <input type="checkbox"/> | +90,0000 | | | |
| T | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | 0 | M 5/9 |
| | | | | | |



3

Positionieren mit Handeingabe

3.1 Einfache Bearbeitungen 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 lässt sich die zusätzliche Status-Anzeige aktivieren.



Betriebsart POSITIONIEREN MIT HANDEINGABE wählen
Die Datei \$MDI beliebig programmieren



Programmlauf starten: Externe START-Taste

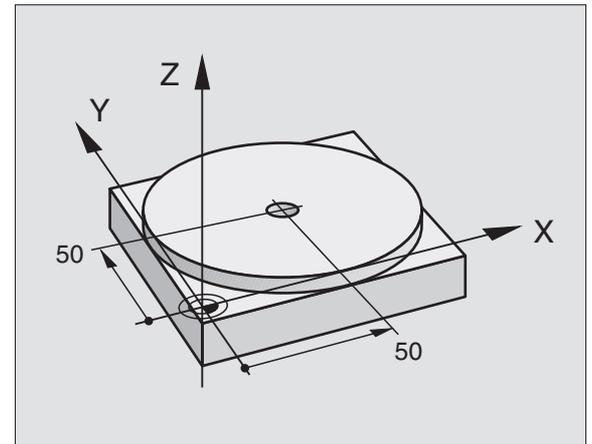


Einschränkung: Die Freie Kontur-Programmierung FK, die Programmier-Grafiken und Programmlauf-Grafiken stehen nicht zur Verfügung. Die Datei \$MDI darf keinen Programm-Aufruf enthalten (PGM CALL).

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 F MAX | Wkz freifahren (F MAX = Eilgang) |
| 4 L X+50 Y+50 R0 F MAX 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 F MAX 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 „8.2 Bohrzyklen“.

Beispiel 2

Werkstück-Schiefelage bei Maschinen mit Rundtisch beseitigen

Grunddrehung mit 3D-Tastsystem durchführen. Siehe „12.2 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

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 COPY

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 END

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

Weitere Informationen in „4.2 Datei-Verwaltung“

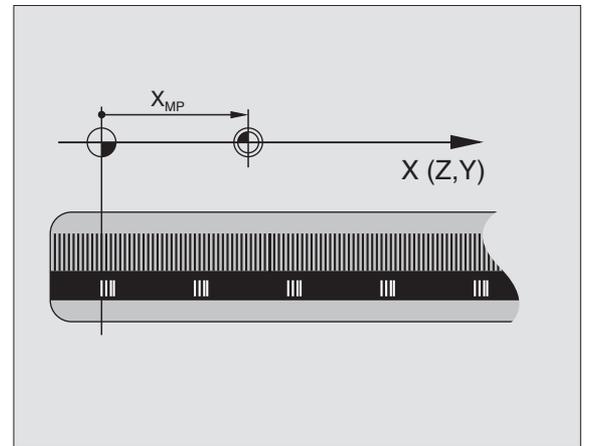
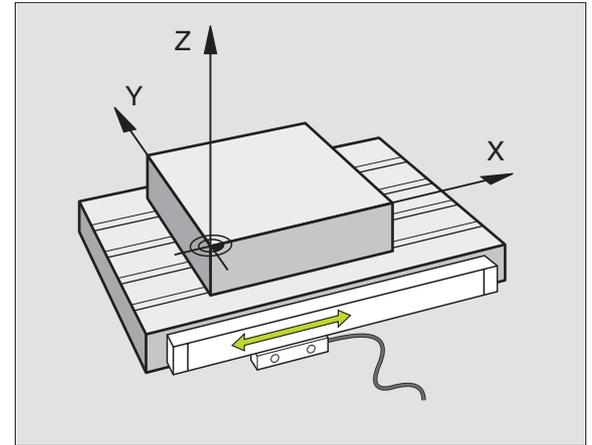
4.1 Grundlagen

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°.

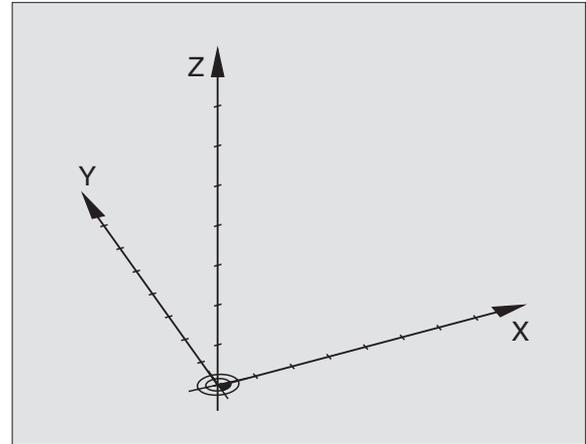


Bezugssystem

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.

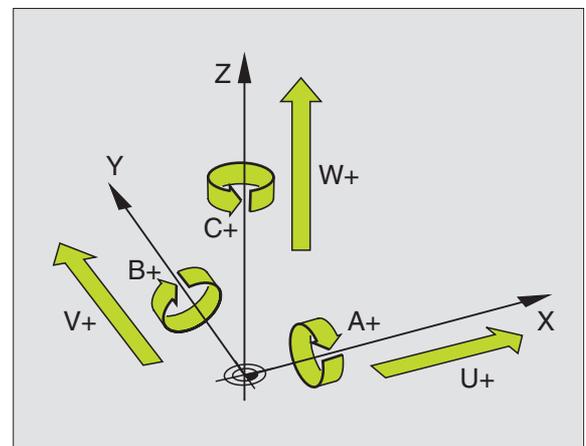
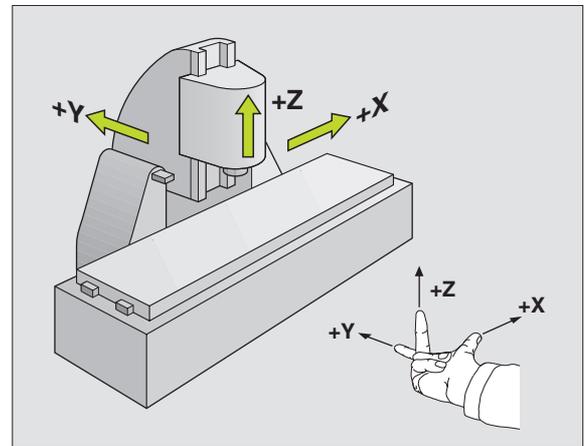
Koordinaten, die sich auf den Nullpunkt beziehen, werden als absolute Koordinaten bezeichnet. Relative Koordinaten beziehen sich auf eine beliebige andere Position (Bezugspunkt) im Koordinatensystem. Relative Koordinaten-Werte werden auch als inkrementale Koordinaten-Werte bezeichnet.



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 426 kann insgesamt maximal 5 Achsen steuern, die TNC 430 maximal 9 Achsen. 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 rechts 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

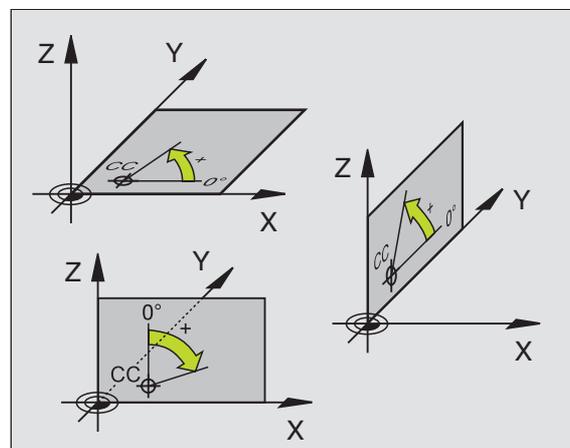
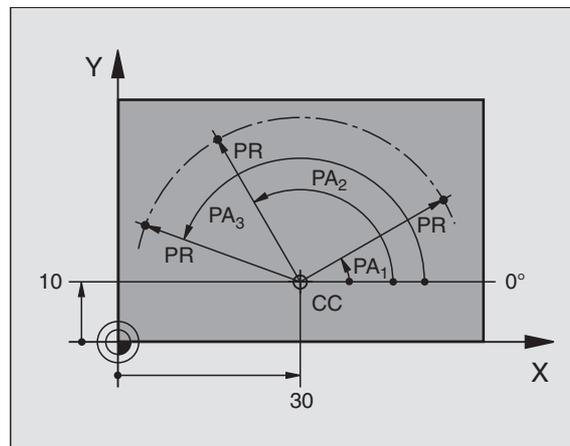
- Polarkoordinaten-Radius: der Abstand vom Pol CC zur Position
- Polarkoordinaten-Winkel: Winkel zwischen der Winkel-Bezugsachse und der Strecke, die den Pol CC mit der Position verbindet.

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

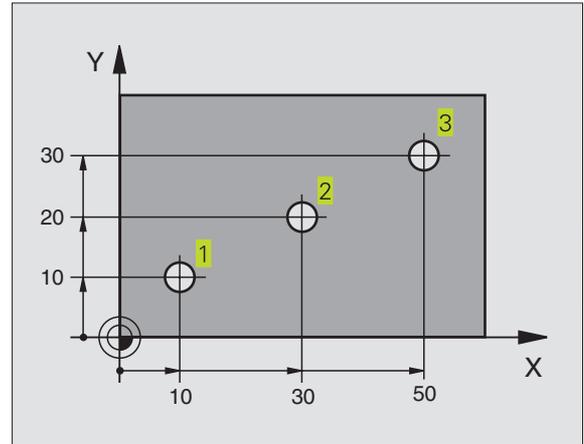
Absolute Werkstück-Positionen

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 relativ (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.

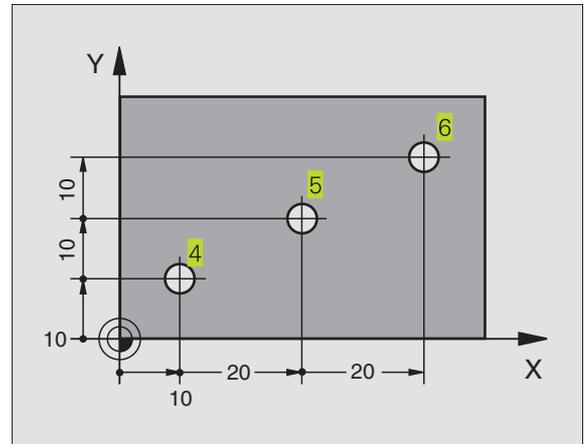
Beispiel 2: Bohrungen mit relativen Koordinaten

Absolute Koordinaten der Bohrung 4:

X= 10 mm
 Y= 10 mm

Bohrung 5 bezogen auf 4 Bohrung 6 bezogen auf 5

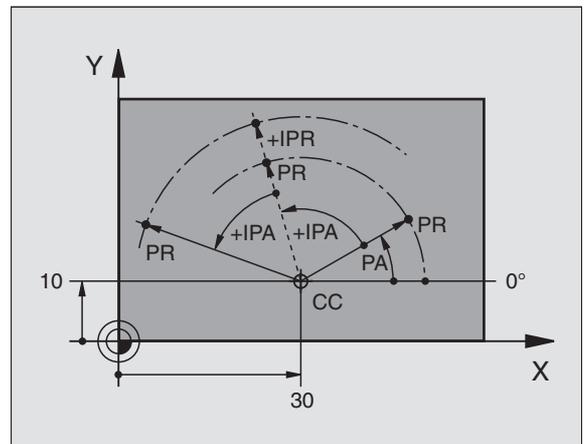
IX= 20 mm IX= 20 mm
 IY= 10 mm IY= 10 mm



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.

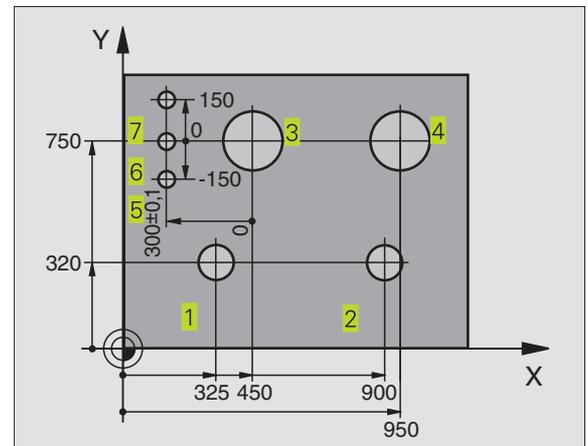
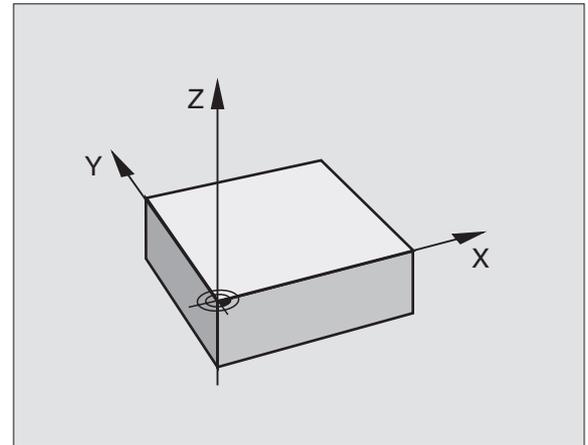
Gibt die Werkstück-Zeichnung relative Bezugspunkte vor, so nutzen Sie einfach die Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung. Siehe „8.7 Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung“.

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 auf der Festplatte als eine Datei mit dem gleichen Namen ab. Auch Texte und Tabellen speichert die TNC als Dateien.

Da Sie auf der Festplatte sehr viele Programme bzw. Dateien speichern können, legen Sie die einzelnen Dateien in Verzeichnissen (Ordern) ab, um den Überblick zu wahren. Verzeichnisse haben ebenfalls Namen, die sich z.B. nach Auftragsnummern richten können. In diesen Verzeichnissen können Sie weitere Verzeichnisse einrichten, sogenannte Unterverzeichnisse.

Damit Sie die Dateien schnell auffinden und verwalten können, verfügt die TNC über ein spezielles Fenster zur Datei-Verwaltung. Hier können Sie die verschiedenen Dateien aufrufen, kopieren, umbenennen und löschen. Auch die Verzeichnisse werden hier angelegt, kopiert und gelöscht.

Namen von Dateien und Verzeichnissen

Der Name einer Datei oder eines Verzeichnisses darf maximal 8 Zeichen lang sein. Bei Programmen, Tabellen und Texten 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.



Verzeichnisse werden im Fenster für die Datei-Verwaltung angelegt. Ihr Name darf ebenfalls maximal 8 Zeichen lang sein und verfügt über keine Erweiterung.

Sie können mit der TNC beliebig viele Dateien verwalten, die Gesamtgröße aller Dateien darf jedoch **900 MByte** nicht überschreiten. Wenn Sie mehr als 512 Dateien in einem Verzeichnis speichern, dann sortiert die TNC die Dateien nicht mehr alphabetisch.

Datensicherung

HEIDENHAIN empfiehlt, die auf der TNC neu erstellten Programme und Dateien in regelmäßigen Abständen auf einem PC zu sichern. Hierfür stellt HEIDENHAIN ein kostenloses Backup-Programm (TNCBACK.EXE) zur Verfügung. Wenden Sie sich ggf. an Ihren Maschinenhersteller.

Weiterhin benötigen Sie eine Diskette, auf der alle maschinen-spezifischen Daten (PLC-Programm, Maschinenparameter usw.) gesichert sind. Wenden Sie sich auch hierzu bitte an Ihren Maschinenhersteller.

| Dateien in der TNC | Typ |
|-----------------------------------------------------------|------|
| Programme | |
| im HEIDENHAIN-Klartext-Dialog | .H |
| nach DIN/ISO | .I |
| Tabellen für | |
| Werkzeuge | .T |
| Paletten | .P |
| Nullpunkte | .D |
| Punkte (Digitalisierbereich beim messenden Tastsystem) | .PNT |
| Texte als | |
| ASCII-Dateien | .A |



Falls Sie alle auf der Festplatte befindlichen Dateien (max. 900 MByte) sichern wollen, nimmt dies mehrere Stunden in Anspruch. Verlagern Sie den Sicherungsvorgang ggf. in die Nachtstunden oder benutzen Sie die Funktion PARALLEL EXECUTE (kopieren im Hintergrund).

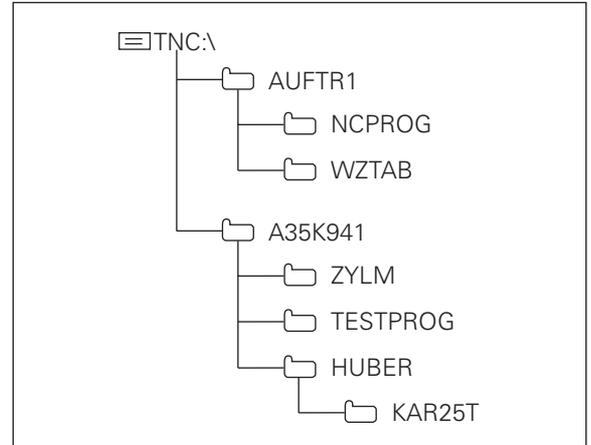
Pfade

Ein Pfad gibt das Laufwerk und sämtliche Verzeichnisse bzw. Unterverzeichnisse an, in denen eine Datei gespeichert ist. Die einzelnen Angaben werden mit „\“ getrennt.

Beispiel: Auf dem Laufwerk TNC:\ wurde das Verzeichnis AUFTR1 angelegt. Danach wurde im Verzeichnis AUFTR1 noch das Unterverzeichnis NCPROG angelegt und dort das Bearbeitungs-Programm PROG1.H hineinkopiert. Das Bearbeitungs-Programm hat damit den Pfad:

TNC:\AUFTR1\NCPROG\PROG1.H

Die Grafik rechts zeigt ein Beispiel für eine Verzeichnisanzeige mit verschiedenen Pfaden. Diese Baum-Struktur wird oft mit dem englischen Begriff „Tree“ wiedergegeben, der in verschiedenen Softkeys der TNC vorkommt.



Die TNC verwaltet maximal 6 Verzeichnis-Ebenen

Mit der Datei-Verwaltung arbeiten

Dieser Abschnitt informiert Sie über die beiden Bildschirm-Aufteilungen der Datei-Verwaltung, die Bedeutung der einzelnen Bildschirm-Informationen und wie Sie Dateien und Verzeichnisse auswählen können. Wenn Sie mit der Datei-Verwaltung der TNC 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

Auch bei der Datei-Verwaltung zeigt die TNC immer die Bildschirm-Aufteilung an, die Sie zuletzt gewählt haben. Wenn die Aufteilung nicht mit der Grafik rechts übereinstimmt, dann ändern Sie diese mit dem Softkey WINDOW.

Die Aufteilung rechts eignet sich besonders gut, um Programme aufzurufen oder umzubenennen und um Verzeichnisse zu erstellen.

Das linke, schmale Fenster zeigt oben drei Laufwerke **1** an. Wenn die TNC an ein Netzwerk angeschlossen ist, zeigt die TNC dort zusätzliche Laufwerke an. Laufwerke bezeichnen Geräte, mit denen Daten gespeichert oder übertragen werden. Ein Laufwerk ist die Festplatte der TNC, weitere Laufwerke sind die Schnittstellen (RS232, RS422, Ethernet), an die Sie beispielsweise einen Personal-Computer anschließen können. Ein gewähltes (aktives) Laufwerk ist farblich hervorgehoben.

| PROGRAMMLAUF SATZFOLGE | | PROGRAMM-TABELLE EDITIEREN | | | | |
|------------------------|----------|--------------------------------|------|--------|------------|----------|
| PFAD = TNC:\NK\KLART | | TNC:\NK\KLART*.* | | | | |
| RS232:\ | 1 | DATEI-NAMEN | BYTE | STATUS | DATUM | ZEIT |
| RS422:\ | | SDG | .A | 1 | 29-11-1995 | 09:57:44 |
| TNC:\ | 2 | 3500 | .H | 1142 | 13-11-1995 | 08:59:08 |
| ALBERT | | 3501 | .H | 518 | 10-11-1995 | 07:30:20 |
| HE | | 3503 | .H | 1294 | 29-11-1995 | 14:35:56 |
| HK | | 3504 | .H | 1106 | 10-11-1995 | 07:30:20 |
| NK | | 3506 | .H | 756 | 10-11-1995 | 07:30:20 |
| DIGI | | 3507 | .H | 1220 | 22-01-1996 | 15:24:44 |
| EMO | | 3508 | .H | 1490 | 22-01-1996 | 15:24:40 |
| ISO | | 3510 | .H | 1222 | 22-01-1996 | 15:24:34 |
| KLART | | 3511 | .H | 2216 | 22-01-1996 | 15:24:20 |
| 3D | | 3513 | .H | 952 | 10-11-1995 | 07:30:24 |
| BOHREN | | 15 DATEI(EN) 170496 KBYTE FREI | | | | 3 |

PAGE PAGE SELECT COPY DIR SELECT WINDOW END

Im unteren Teil des schmalen Fensters zeigt die TNC alle Verzeichnisse **2** des gewählten Laufwerks an. Ein Verzeichnis ist immer durch ein Ordner-Symbol (links) und den Verzeichnis-Namen (rechts) gekennzeichnet. Unterverzeichnisse sind nach rechts eingerückt. Ein gewähltes (aktives) Verzeichnis ist farblich hervorgehoben.

Das rechte, breite Fenster zeigt alle Dateien **3** an, die in dem gewählten Verzeichnis gespeichert sind. Zu jeder Datei werden mehrere Informationen gezeigt, die in der Tabelle rechts aufgeschlüsselt sind.

Laufwerke, Verzeichnisse und Dateien wählen



Datei-Verwaltung aufrufen

Benutzen Sie die Pfeil-Tasten, um das Hellfeld an die gewünschte Stelle auf dem Bildschirm zu bewegen:



Bewegt das Hellfeld in einem Fenster auf und ab



Bewegt das Hellfeld vom rechten ins linke Fenster und umgekehrt

Zuerst Laufwerk wählen:

Laufwerk im linken Fenster markieren:



oder



Laufwerk wählen: Softkey SELECT Taste oder ENT drücken

Danach wählen Sie das Verzeichnis:

Verzeichnis im linken Fenster markieren:

Das rechte Fenster zeigt alle Dateien aus dem Verzeichnis an, das markiert ist.

Wählen Sie eine Datei oder erstellen Sie ein neues Verzeichnis, wie nachfolgend beschrieben.

| Anzeige | Bedeutung |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DATEI-NAME | Name mit maximal 8 Zeichen und Datei-Typ |
| BYTE | Dateigröße in Byte |
| STATUS E | Eigenschaft der Datei: Programm ist in der Betriebsart PROGRAMM EINSPEICHERN/EDITIEREN angewählt |
| S | Programm ist in der Betriebsart PROGRAMM-TEST angewählt |
| M | Programm ist in einer Programmlauf-Betriebsart angewählt |
| P | Datei gegen Löschen und Ändern geschützt (Protected) |
| IN | Datei mit Maßangaben in Zoll (Inch) |
| W | Datei unvollständig auf externen Speicher übertragen (Write-Error) |
| DATUM | Datum, an dem die Datei zuletzt geändert wurde |
| ZEIT | Uhrzeit, zu der die Datei zuletzt geändert wurde |

Datei wählen:

Datei im rechten Fenster markieren:



oder



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

Neues Verzeichnis erstellen (nur auf Laufwerk TNC möglich):

Verzeichnis im linken Fenster markieren, in dem Sie ein Unterverzeichnis erstellen wollen

NEU



Den neuen Verzeichnisnamen eingeben, Taste ENT drücken

VERZEICHNIS \ NEU ERZEUGEN ?



Mit Softkey YES bestätigen oder



Mit Softkey NO abbrechen

Weitere Funktionen der Datei-Verwaltung finden Sie ab „Übersicht: Erweiterte Datei-Funktionen“, Seite 38.

Anzeige langer Datei-Übersichten Softkey

Datei-Übersicht seitenweise nach oben durchblättern



Datei-Übersicht seitenweise nach unten durchblättern



Zum Kopieren von Verzeichnissen und Dateien sowie für die Datenübertragung zu einem PC wählen Sie die Bildschirm-Aufteilung mit den gleich großen Fenstern (Bild rechts):



Ansichten wechseln: Softkey WINDOW drücken

In dieser Ansicht zeigt die TNC in einem Fenster entweder ausschließlich Dateien oder ausschließlich Verzeichnisse an.

Zeigt die TNC ein Fenster mit Dateien an, so erscheint in der Softkey-Leiste der Softkey PATH. „PATH“ steht für Verzeichnis-Struktur.



Verzeichnisse anzeigen: Softkey PATH drücken

Zeigt die TNC ein Fenster mit Verzeichnissen an, so erscheint in der Softkey-Leiste der Softkey FILES:



Dateien anzeigen: Softkey FILES drücken

Benutzen Sie die Pfeil-Tasten, um das Hellfeld an die gewünschte Stelle auf dem Bildschirm zu bewegen.

| MANUELLER BETRIEB | | PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN | |
|--------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------|
| | | DATEI-NAME = 79153.H | |
| TNC*\NK\EMO*.H | | TNC*\NK\DIGI*.H | |
| DATEI-NAME | BYTE STATUS | DATEI-NAME | BYTE STATUS |
| 3DFILTER | .H 1682 | FD2_A | .H 22270 |
| 3DHAT | .H 1276 | FD2_I | .H 17242 |
| 3DJOINT | .H 732 | FELD1 | .H 51508 |
| 3DPROP | .H 2600 | FELD14M | .H 83810 |
| 75122 | .H 1866 | FELD1GG | .H 83810 |
| 76106 | .H 10374 | FELD1GL | .H 83824 |
| 76107 | .H 1298 | FELD1S | .H 101K |
| 79116 | .H 1656 | FELD1T | .H 95090 |
| 79153 | .H 1128 | FELD1T2 | .H 326K |
| 79182 | .H 1212 | FELD1_1 | .H 83810 |
| CVCLS | .H 1172 | FELD1_2 | .H 83810 |
| 26 DATEI(EN) 170160 KBYTE FREI | | 36 DATEI(EN) 170160 KBYTE FREI | |
| PAGE | PAGE | SELECT | COPY |
| ↑ | ↓ | SELECT | WINDOW |
| | | TYPE | PATH |
| | | | END |

Laufwerk wählen:



Falls das gewählte Fenster keine Verzeichnisse anzeigt: Softkey PATH drücken



oder



Laufwerk markieren und mit Softkey SELECT oder Taste ENT wählen: Das Fenster zeigt die Dateien auf diesem Laufwerk an

Verzeichnis wählen:



Softkey PATH drücken



oder



Verzeichnis markieren und mit Softkey SELECT oder Taste ENT wählen: Das Fenster zeigt die Dateien aus diesem Verzeichnis an

Datei wählen:



oder



Datei markieren und mit Softkey SELECT oder Taste ENT wählen: Die gewählte Datei wird in der Betriebsart aktiviert, aus der Sie die Datei-Verwaltung aufgerufen haben

Übersicht: Erweiterte Datei-Funktionen

Diese Tabelle gibt einen Überblick über die nachfolgend beschriebenen Funktionen.

| Funktion | Softkey |
|-----------------------------------------------------------------|---------|
| Bestimmten Datei-Typ anzeigen | |
| Datei kopieren (und konvertieren) | |
| Die letzten 10 gewählten Dateien anzeigen | |
| Datei oder Verzeichnis löschen | |
| Datei umbenennen | |
| Datei markieren | |
| Datei gegen Löschen und Ändern schützen | |
| Datei-Schutz aufheben | |
| FK-Programm in Klartext-Programm konvertieren | |
| Netzlaufwerke verwalten (nur bei Option Ethernet-Schnittstelle) | |
| Verzeichnis kopieren | |
| Verzeichnis mit allen Unterverzeichnissen löschen | |
| Verzeichnisse eines externen Laufwerks anzeigen | |
| Verzeichnis auf externem Laufwerk wählen | |

Bestimmten Datei-Typ anzeigen Alle Datei-Typen anzeigen



Softkey SELECT TYPE drücken



Softkey des gewünschten Datei-Typs drücken oder



Alle Dateien anzeigen: Softkey SHOW ALL drücken

Einzelne Datei kopieren

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



- Softkey COPY drücken: Kopierfunktion wählen

- Namen der Ziel-Datei eingeben und mit Taste ENT oder Softkey EXECUTE übernehmen: Die TNC kopiert die Datei ins aktuelle Verzeichnis. Die ursprüngliche Datei bleibt erhalten. Drücken Sie den Softkey PARALLEL EXECUTE, um die Datei im Hintergrund zu kopieren. Benutzen Sie diese Funktion beim Kopieren großer Dateien, da Sie nach Start des Kopiervorgangs weiterarbeiten können. Während die TNC im Hintergrund kopiert, können Sie über den Softkey INFO PARALLEL EXECUTE (unter MORE FUNCTIONS, 2. Softkey-Leiste) den Status des Kopiervorgangs betrachten.

Verzeichnis kopieren

Wenn Sie Verzeichnisse inklusive der Unterverzeichnisse kopieren möchten, drücken Sie den Softkey COPY DIR anstelle des Softkeys COPY.

Tabellen kopieren

Wenn Sie Tabellen kopieren, können Sie mit dem Softkey REPLACE FIELDS einzelne Zeilen oder Spalten in der Ziel-Tabelle überschreiben. Voraussetzungen:

- die Ziel-Tabelle muß bereits existieren
- die zu kopierende Datei darf nur die zu ersetzenden Spalten oder Zeilen enthalten

Dateien löschen

- Bewegen Sie das Hellfeld auf die Datei, die Sie löschen möchten oder markieren Sie mehrere Dateien (siehe „Dateien markieren“)



- Löschfunktion wählen: Softkey DELETE drücken. Die TNC fragt, ob die Dateien tatsächlich gelöscht werden sollen.

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

Verzeichnisse löschen

- Löschen Sie alle Dateien aus dem Verzeichnis, das Sie löschen möchten
- Das Hellfeld auf das Verzeichnis bewegen



- Löschfunktion wählen
- Löschen bestätigen: Softkey YES drücken

Brechen Sie mit Softkey NO ab, wenn Sie das Verzeichnis nicht löschen möchten

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

Dateien markieren

Funktionen, wie das Kopieren oder Löschen von Dateien, können Sie sowohl auf einzelne als auch mehrere Dateien gleichzeitig anwenden. Mehrere Dateien markieren Sie wie folgt:

Hellfeld auf erste Datei bewegen



Markierungsfunktionen anzeigen: Softkey TAG drücken



Datei markieren: Softkey TAG FILE drücken

Hellfeld auf weitere Datei bewegen



Weitere Datei markieren: Softkey TAG FILE drücken usw.

| Weitere Markierungs-Funktionen | Softkey |
|----------------------------------------|---------|
| Alle Dateien im Verzeichnis markieren | |
| Markierung für einzelne Datei aufheben | |
| Markierung für alle Dateien aufheben | |

Dateien in ein anderes Verzeichnis kopieren

- ▶ Bildschirm-Aufteilung mit gleich großen Fenstern wählen
- ▶ In beiden Fenstern Verzeichnisse anzeigen: Softkey PATH drücken

Rechtes Fenster:

- ▶ Hellfeld auf das Verzeichnis bewegen, in das Sie die Dateien kopieren möchten und mit Taste ENT-Dateien in diesem Verzeichnis anzeigen

Linkes Fenster:

- ▶ Verzeichnis mit den Dateien wählen, die Sie kopieren möchten und mit Taste ENT-Dateien anzeigen



- ▶ Funktionen zum Markieren der Dateien anzeigen



- ▶ Hellfeld auf Datei bewegen, die Sie kopieren möchten und markieren. Falls gewünscht, markieren Sie weitere Dateien auf die gleiche Weise



- ▶ Die markierten Dateien in das Zielverzeichnis kopieren

Weitere Markierungs-Funktionen siehe „Dateien markieren“ links.

Wenn Sie sowohl im linken als auch im rechten Fenster Dateien markiert haben, dann kopiert die TNC von dem Verzeichnis aus in dem das Hellfeld steht.

Wenn Sie die Bildschirm-Aufteilung mit links kleinem und rechts großem Fenster gewählt haben, können Sie ebenfalls Dateien kopieren. Markieren Sie im rechten Fenster die Dateien, die Sie kopieren möchten mit dem Softkey TAG FILE oder TAG ALL FILES. Beim Betätigen von COPY TAG fragt die TNC nach dem Zielverzeichnis: Geben Sie den vollständigen Pfad-Namen ein, inkl. Laufwerk.

Dateien überschreiben

Wenn Sie Dateien in ein Verzeichnis kopieren, indem sich Dateien mit gleichem Namen befinden, dann fragt die TNC, ob die Dateien im Zielverzeichnis überschrieben werden dürfen:

- ▶ Alle Dateien überschreiben: Softkey YES drücken oder
- ▶ Keine Datei überschreiben: Softkey NO drücken oder
- ▶ Überschreiben jeder einzelnen Datei bestätigen: Softkey CONFIRM drücken

Eine geschützte Datei kann nicht überschrieben werden. Heben Sie den Datei-Schutz vorher auf.

Datei schützen/Dateischutz aufheben

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



- ▶ Zusätzliche Funktionen wählen: Softkey MORE FUNCTIONS drücken



- ▶ Datei-Schutz aktivieren: Softkey PROTECT drücken
Die Datei erhält Status P

Den Dateischutz heben Sie auf die gleiche Weise mit dem Softkey UNPROTECT auf.

Einzelne Datei konvertieren

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



- ▶ Softkey COPY drücken
- ▶ In Dialogfeld den Namen der Zieldatei eingeben und – durch einen Punkt getrennt – den gewünschten Datei-Typ angeben
- ▶ Mit Softkey EXECUTE oder Taste ENT bestätigen

Mehrere Dateien konvertieren

- ▶ Markieren Sie mehrere Dateien mit Softkey TAG FILE oder TAG ALL FILES



- ▶ Softkey COPY TAG drücken
- ▶ Im Dialogfeld anstatt des Datei-Namens das Stellvertreterzeichen „*“ eingeben und – durch einen Punkt getrennt – den gewünschten Datei-Typ angeben
- ▶ Mit Taste ENT, Softkey EXECUTE oder Softkey PARALLEL EXECUTE bestätigen. Wenn Sie mit PARALLEL EXECUTE bestätigen, führt die TNC den Kopiervorgang im Hintergrund aus.

FK-Programm in KLARTEXT-Format konvertieren

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



- ▶ Zusätzliche Funktionen wählen: Softkey MORE FUNCTIONS drücken



- ▶ Konvertierfunktion wählen: Softkey CONVERT FK->H drücken

- ▶ Namen der Zieldatei eingeben

- ▶ Konvertieren ausführen: Taste ENT drücken

Die TNC am Netzwerk (nur bei Option Ethernet-Schnittstelle)



Wenn Sie die TNC an das Ethernet anschließen wollen, setzen Sie sich bitte mit HEIDENHAIN in Verbindung!

Wenn die TNC an ein Netzwerk angeschlossen ist, stehen Ihnen zusätzliche Laufwerke im Verzeichnis-Fenster **1** zur Verfügung (siehe Bild rechts oben). Alle zuvor beschriebenen Funktionen (Laufwerk wählen, Dateien kopieren usw.) gelten auch für Netzlaufwerke, sofern Ihre Zugriffsberechtigung dies erlaubt.

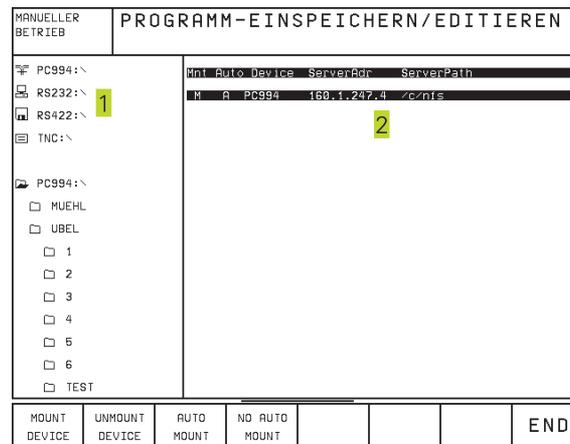
Netzlaufwerke verbinden und lösen



► Datei-Verwaltung wählen: Taste PGM MGT drücken, ggf. mit Softkey WINDOW die Bildschirm-Aufteilung so wählen, wie im Bild rechts oben dargestellt

NET

► Netzlaufwerke verwalten: Softkey „Netzwerk“ drücken. Die TNC zeigt im rechten Fenster **2** mögliche Netzlaufwerke an, auf die Sie Zugriff haben. Mit den nachfolgend beschriebenen Softkeys legen Sie für jedes Laufwerk die Verbindungen fest



| Funktion | Softkey |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Netzwerk-Verbindung herstellen | MOUNT DEVICE |
| Netzwerk-Verbindung beenden | UNMOUNT DEVICE |
| Netzwerk-Verbindung beim Einschalten der TNC automatisch herstellen | AUTO MOUNT |
| Netzwerk-Verbindung beim Einschalten der TNC nicht automatisch herstellen | NO AUTO MOUNT |

Der Aufbau der Netzwerk-Verbindung kann einige Zeit in Anspruch nehmen. Die TNC zeigt dann rechts oben am Bildschirm [READ DIR] an. Die maximale Übertragungs-Geschwindigkeit liegt zwischen 200 Kbaud und 1 Mbaud, je nachdem welchen Datei-Typ Sie übertragen.

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

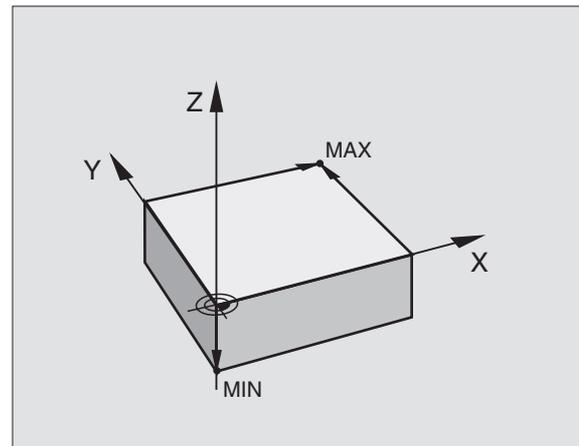
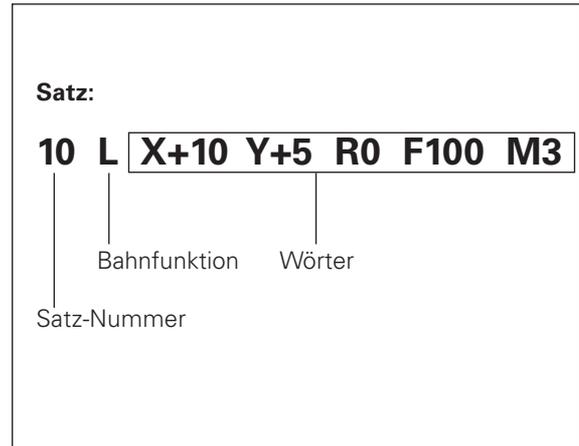
Direkt nach dem Eröffnen eines neuen Programms definieren Sie ein quaderförmiges, unbearbeitetes Werkstück. Diese Definition benötigt die TNC für die grafischen Simulationen. Die Seiten des Quaders dürfen maximal 100 000 mm lang sein und liegen parallel zu den Achsen X,Y und Z. Dieses Rohteil ist durch 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 Rohteil-Definition ist nur erforderlich, wenn Sie das Programm grafisch testen wollen!

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

Wählen Sie das Verzeichnis, in dem Sie das neue Programm speichern wollen:

DATEI - NAME =ALT .H

NEU



Neuen Programm-Namen eingeben, mit Taste ENT bestätigen

MM

Maßeinheit wählen: Softkey MM oder INCH drücken. Die TNC wechselt ins Programm-Fenster und eröffnet den Dialog zur Definition der BLK-FORM (Rohteil)

SPINDELACHSE PARALLEL X/Y/Z ?

Z

Spindelachse eingeben

DEF BLK-FORM: MIN-PUNKT?

0



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

0



-40



DEF BLK-FORM: MAX-PUNKT?

100



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

100



0



| MANUELLER BETRIEB | PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN |
|-------------------|---------------------------------|
| | DEF BLK FORM: MAX-PUNKT ? |
| 0 | BEGIN PGM NEU MM |
| 1 | BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40 |
| | BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 |
| 2 | END PGM NEU MM |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

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

| | |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| 0 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 |
| 3 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 ?

X 10

Zielkoordinate für X-Achse eingeben

Y 5 **ENT**

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

RADIUSKORR.: RL/RR/KEINE KORR: ?

ENT

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

VORSCHUB F=? / F MAX = ENT

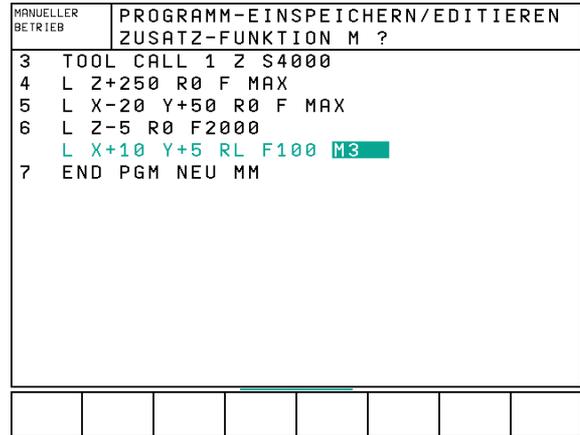
100 **ENT**

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

ZUSATZ-FUNKTION M ?

3 **ENT**

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



Funktionen während des Dialogs Taste

| | |
|------------------------------|---------------|
| Dialogfrage übergehen | NO ENT |
| Dialog vorzeitig beenden | END |
| Dialog abrechnen und löschen | DEL |

Das Programmfenster zeigt die Zeile:

```
3 L X+10 Y+5 R0 F100 M3
```

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.

Gleiche Wörter in verschiedenen Sätzen suchen

Für diese Funktion Softkey AUTO DRAW auf OFF setzen.



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



Satz mit Pfeiltasten wählen

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

Sätze an beliebiger Stelle einfügen

► Wählen Sie den Satz, hinter dem Sie einen neuen Satz einfügen wollen und eröffnen Sie den Dialog.

Wörter ändern und einfügen

► Wählen Sie in einem Satz ein Wort und überschreiben Sie es mit dem neuen Wert. Während Sie das Wort gewählt haben, steht der Klartext-Dialog zur Verfügung.

► Änderung abschließen: Taste END drücken.

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

| Satz oder Wort wählen | Tasten |
|--------------------------------|--------|
| Von Satz zu Satz springen | |
| Einzelne Wörter im Satz wählen | |

| Sätze und Wörter löschen | Taste |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Wert eines gewählten Wortes auf Null setzen | |
| Falschen Wert löschen | |
| Fehlermeldung (nicht blinkend) löschen | |
| Gewähltes Wort löschen | |
| Gewählten Satz löschen | |
| Zyklen und Programmteile löschen: Letzten Satz des zu löschenden Zyklus oder 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.

Programmier-Grafik mitführen/nicht mitführen

► Zur Bildschirm-Aufteilung Programm links und Grafik rechts wechseln: Taste SPLIT SCREEN und Softkey PGM + GRAPHICS drücken



► Softkey AUTO DRAW auf ON 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 AUTO DRAW auf OFF.

AUTO DRAW ON 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.

Satz-Nummern ein- und ausblenden



► Softkey-Leiste umschalten: Siehe Bild rechts



► Satz-Nummern einblenden: Softkey SHOW OMIT BLOCK NR. auf SHOW setzen

► Satz-Nummern ausblenden: Softkey SHOW OMIT BLOCK NR. auf OMIT setzen

Grafik löschen



► Softkey-Leiste umschalten: Siehe Bild rechts



► Grafik löschen: Softkey CLEAR GRAPHIC drücken

| MANUELLER BETRIEB | PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| <pre> 0 BEGIN PGM 3516 MM 1 BLK FORM 0.1 Z X-90 V-90 Z-40 2 BLK FORM 0.2 X+90 V+90 Z+0 3 TOOL DEF 50 4 TOOL CALL 1 Z S1400 5 L Z+50 R0 F MAX 6 L X+0 V+100 R0 F MAX M3 7 L Z-20 R0 F MAX 8 L X+0 V+80 RL F250 9 FPOL X+0 V+0 10 FC DR- R80 CCK+0 CCV+0 11 FCT DR- R7,5 12 FCT DR+ R90 CCK+69,202 CCV-40 13 FSELECT 2 14 FCT DR+ R10 PDX+0 PDV+0 D20 </pre> | |
| | |

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



| MANUELLER BETRIEB | PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| <pre> 0 BEGIN PGM 3516 MM 1 BLK FORM 0.1 Z X-90 V-90 Z-40 2 BLK FORM 0.2 X+90 V+90 Z+0 3 TOOL DEF 50 4 TOOL CALL 1 Z S1400 5 L Z+50 R0 F MAX 6 L X+0 V+100 R0 F MAX M3 7 L Z-20 R0 F MAX 8 L X+0 V+80 RL F250 9 FPOL X+0 V+0 10 FC DR- R80 CCK+0 CCV+0 11 FCT DR- R7,5 12 FCT DR+ R90 CCK+69,202 CCV-40 13 FSELECT 2 14 FCT DR+ R10 PDX+0 PDV+0 D20 </pre> | |
| | |

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 einblenden und verschieben Zum Verschieben jeweiligen Softkey gedrückt halten |     |
| Rahmen verkleinern – zum Verkleinern Softkey gedrückt halten |  |
| Rahmen vergrößern – zum Vergrößern Softkey gedrückt halten |  |



- Mit Softkey WINDOW DETAIL ausgewählten Bereich übernehmen

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

4.5 Programme gliedern

Die TNC gibt Ihnen die Möglichkeit, die Bearbeitungs-Programme mit Gliederungs-Sätzen zu kommentieren. Gliederungs-Sätze sind kurze Texte (max. 244 Zeichen), die als Kommentare oder Überschriften für die nachfolgenden Programmzeilen zu verstehen sind.

Lange und komplexe Programme lassen sich durch sinnvolle Gliederungs-Sätze übersichtlicher und verständlicher gestalten. Das erleichtert besonders spätere Änderungen im Programm. Gliederungs-Sätze werden in das Bearbeitungs-Programm eingefügt. Sie lassen sich zusätzlich in einem eigenen Fenster darstellen und auch bearbeiten bzw. ergänzen. Für eine Feingliederung steht eine zweite Ebene zur Verfügung: Texte der zweiten Ebene werden nach rechts eingerückt.

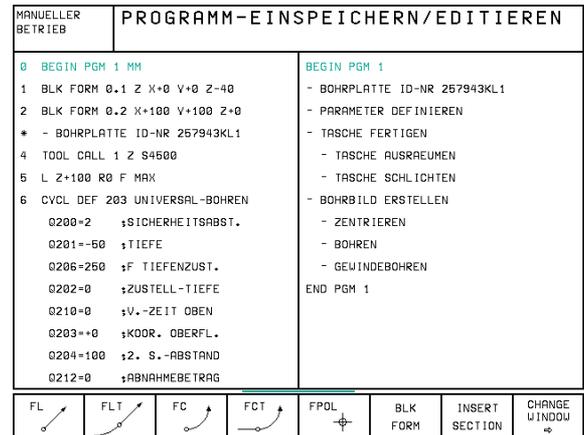
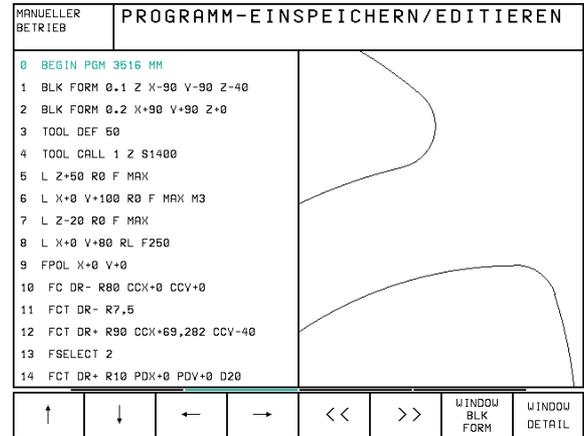
Gliederungs-Fenster anzeigen/Aktives Fenster wechseln



- Gliederungs-Fenster anzeigen: Bildschirm-Aufteilung PGM+SECTS wählen



- Das aktive Fenster wechseln: Softkey CHANGE WINDOW drücken



Gliederungs-Satz im Programm-Fenster (links) einfügen

- ▶ Gewünschten Satz wählen, hinter dem Sie den Gliederungs-Satz einfügen wollen



- ▶ Softkey INSERT SECTION drücken
- ▶ Gliederungs-Text über Alpha-Tastatur eingeben

Die Ebene ändern Sie mit dem Softkey CHANGE LEVEL.

Gliederungs-Satz im Gliederungs-Fenster (rechts) einfügen

- ▶ Gewünschten Gliederungs-Satz wählen, hinter dem Sie den neuen Satz einfügen wollen
- ▶ Text über die Alpha-Tastatur eingeben – die TNC fügt den neuen Satz automatisch ein

Sätze im Gliederungs-Fenster wählen

Wenn Sie im Gliederungs-Fenster von Satz zu Satz springen, führt die TNC die Satz-Anzeige im Programm-Fenster mit. So können Sie mit wenigen Schritten große Programmteile überspringen.

4.6 Kommentare einfügen

Jeden Satz in einem Bearbeitungs-Programm können Sie mit einem Kommentar versehen, um Programmschritte zu erläutern oder Hinweise zu geben. Sie haben drei Möglichkeiten, einen Kommentar einzugeben:

1. Kommentar während der Programmeingabe

- ▶ Daten für einen Programm-Satz eingeben, dann „;“ (Semikolon) auf der Alpha-Tastatur drücken – die TNC zeigt die Frage KOMMENTAR ?
- ▶ Kommentar eingeben und den Satz mit der Taste END abschließen

2. Kommentar nachträglich einfügen

- ▶ Den Satz wählen, an den Sie den Kommentar anfügen wollen
- ▶ Mit der Pfeil-nach-rechts-Taste das letzte Wort im Satz wählen: Ein Semikolon erscheint am Satzende und die TNC zeigt die Frage KOMMENTAR ?
- ▶ Kommentar eingeben und den Satz mit der Taste END abschließen

3. Kommentar in eigenem Satz

- ▶ 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

| MANUELLER BETRIEB | PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN |
|-------------------|------------------------------------------------------------|
| | KOMMENTAR ? |
| 9 | FPOL X+0 Y+0 |
| 10 | FC DR- R80 CCX+0 CCY+0 |
| 11 | FCT DR- R7,5 |
| 12 | FCT DR+ R90 CCX+69,282 CCY-40 |
| 13 | FSELECT 2 ; VORSCHLAG 1 ENTSPRICHT NICHT DER ZEICHNUNG!!!! |
| 14 | FCT DR+ R10 PDX+0 PDY+0 D20 |
| 15 | FSELECT 2 |
| 16 | FCT DR- R70 CCX+69,282 CCY-40 |
| 17 | FCT DR- R7,5 |
| 18 | FCT DR- R80 CCX+0 CCY+0 |
| 19 | FSELECT 1 |
| 20 | FCT DR- R7,5 |
| 21 | FCT DR+ R90 CCX-69,282 CCY-40 |
| 22 | FSELECT 2 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

4.7 Text-Dateien erstellen

An der TNC können Sie Texte mit einem Text-Editor erstellen und überarbeiten. Typische Anwendungen:

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

Text-Dateien sind Dateien vom Typ .A (ASCII). Wenn Sie andere Dateien bearbeiten möchten, dann konvertieren Sie diese zuerst in den Typ .A.

Text-Dateien öffnen und verlassen

- ▶ Betriebsart PROGRAMM EINSPEICHERN/EDITIEREN wählen
- ▶ Datei-Verwaltung aufrufen: Taste PGM MGT drücken
- ▶ Dateien vom Typ .A anzeigen: Nacheinander Softkey SELECT TYPE und Softkey SHOW .A drücken
- ▶ Datei wählen und mit Softkey SELECT oder Taste ENT öffnen
oder eine neue Datei öffnen: Neuen Namen eingeben, mit Taste ENT bestätigen

Wenn Sie den Text-Editor verlassen wollen, dann rufen Sie die Datei-Verwaltung auf und wählen eine Datei eines anderen Typs, wie z.B. ein Bearbeitungs-Programm.

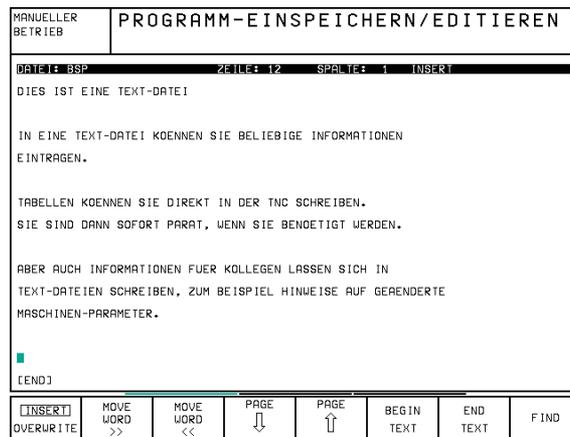
Texte editieren

In der ersten Zeile des Text-Editors befindet sich ein Informations-Balken, der den Datei-Namen, den Aufenthaltsort und den Schreibmodus des Cursors (Engl. Einfügemarke) anzeigt:

- DATEI: Name der Text-Datei
 ZEILE: Aktuelle Zeilenposition des Cursors
 SPALTE: Aktuelle Spaltenposition des Cursors
 INSERT: Neu eingegebene Zeichen werden eingefügt
 OVERWRITE: Neu eingegebene Zeichen überschreiben vorhandenen Text an der Cursor-Position

Der Text wird an der Stelle eingefügt, an der sich der Cursor gerade befindet. Mit den Pfeil-Tasten bewegen Sie den Cursor an jede beliebige Stelle der Text-Datei.

Die Zeile, in der sich der Cursor befindet, wird farblich hervorgehoben. Eine Zeile kann maximal 77 Zeichen enthalten und wird mit der Taste RET (Return) umbrochen.



| Cursor-Bewegungen | Softkey |
|------------------------------------------|--------------|
| Cursor ein Wort nach rechts | MOVE WORD >> |
| Cursor ein Wort nach links | MOVE WORD << |
| Cursor auf die nächste Bildschirmseite | PAGE ↓ |
| Cursor auf die vorherige Bildschirmseite | PAGE ↑ |
| Cursor zum Datei-Anfang | BEGIN TEXT |
| Cursor zum Datei-Ende | END TEXT |

| Editier-Funktionen | Taste |
|----------------------------------|---------------|
| Neue Zeile beginnen | RET |
| Zeichen links vom Cursor löschen | [X] |
| Leerzeichen einfügen | SPACE |
| Groß- Kleinschreibung umschalten | SHIFT + SPACE |

Zeichen, Wörter und Zeilen löschen und wieder einfügen

Mit dem Text-Editor können Sie ganze Worte oder Zeilen löschen und an anderer Stelle wieder einfügen: Siehe Tabelle rechts.

Wort oder Zeile verschieben

- ▶ Cursor auf Wort oder Zeile bewegen, die gelöscht und an anderer Stelle eingefügt werden soll
- ▶ Softkey DELETE WORD bzw. DELETE LINE drücken: Der Text wird entfernt und zwischengespeichert
- ▶ Cursor auf Position bewegen, an der der Text eingefügt werden soll und Softkey RESTORE LINE/WORD drücken

| Lösch-Funktionen | Softkey |
|----------------------------------------------|----------------------|
| Zeile löschen und zwischenspeichern | DELETE LINE |
| Wort löschen und zwischenspeichern | DELETE WORD |
| Zeichen löschen und zwischenspeichern | DELETE CHAR |
| Zeile oder Wort nach Löschen wieder einfügen | RESTORE LINE/WORD |

Textblöcke bearbeiten

Sie können Textblöcke beliebiger Größe kopieren, löschen und an anderer Stelle wieder einfügen. In jedem Fall markieren Sie zuerst den gewünschten Textblock:

- ▶ Textblock markieren: Cursor auf das Zeichen bewegen, an dem die Textmarkierung beginnen soll

SELECT
BLOCK

- ▶ Softkey SELECT BLOCK drücken
- ▶ Cursor auf das Zeichen bewegen, an dem die Textmarkierung enden soll. Wenn Sie den Cursor mit den Pfeil-Tasten direkt nach oben und unten bewegen, werden die dazwischenliegenden Textzeilen vollständig markiert – der markierte Text wird farblich hervorgehoben

| MANUELLER BETRIEB | PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN | | | | | |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------|----------------------------|--|-------------------|--------------|
| DATEI: 3516 ZEILE: 8 SPALTE: 22 INSERT | | | | | | |
| 0 BEGIN PGM 3516 MM | | | | | | |
| 1 BLK FORM 0.1 Z X-90 V-90 Z-40 | | | | | | |
| 2 BLK FORM 0.2 X+90 V+90 Z+0 | | | | | | |
| 3 TOOL DEF 50 | | | | | | |
| 4 TOOL CALL 1 Z S1400 | | | | | | |
| 5 L Z+50 R0 F MAX | | | | | | |
| 6 L X+0 V+100 R0 F MAX M3 | | | | | | |
| 7 L Z-20 R0 F MAX | | | | | | |
| 8 L X+0 V+80 RL F250 | | | | | | |
| 9 FPOL X+0 V+0 | | | | | | |
| 10 FC DR- R80 CCK+0 CCV+0 | | | | | | |
| 11 FCT DR- R7,5 | | | | | | |
| 12 FCT DR+ R90 CCK+69.282 CCV-40 | | | | | | |
| 13 FSELECT 2 | | | | | | |
| SELECT BLOCK | REMOVE BLOCK | INSERT BLOCK | REMOVE/ INSERT BLOCK | | APPEND TO FILE | READ FILE |

Nachdem Sie den gewünschten Textblock markiert haben, bearbeiten Sie den Text mit folgenden Softkeys weiter:

| Funktion | Softkey |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Markierten Block löschen und zwischenspeichern | REMOVE BLOCK |
| Markierten Block zwischenspeichern, ohne zu löschen (kopieren) | REMOVE/ INSERT BLOCK |

Wenn Sie den zwischengespeicherten Block an anderer Stelle einfügen wollen, führen Sie noch folgende Schritte aus:

- ▶ Cursor auf die Position bewegen, an der Sie den zwischengespeicherten Textblock einfügen wollen

INSERT
BLOCK

- ▶ Softkey INSERT BLOCK drücken: Text wird eingefügt

Solange sich der Text im Zwischenspeicher befindet, können Sie ihn beliebig oft einfügen.

Markierten Block in andere Datei übertragen

► Den Textblock wie bereits beschrieben markieren



- Softkey APPEND TO FILE drücken
Die TNC zeigt den Dialog ZIEL-DATEI =
- Pfad und Namen der Zieldatei eingeben. Die TNC hängt den markierten Textblock an die Zieldatei an. Wenn keine Zieldatei mit dem eingegebenen Namen existiert, dann schreibt die TNC markierten Text in eine neue Datei

Andere Datei an Cursor-Position einfügen

► Den Cursor an die Stelle im Text bewegen, an der Sie eine andere Textdatei einfügen möchten



- Softkey drücken
Die TNC zeigt den Dialog DATEI-NAME =
- Pfad und Namen der Datei eingeben, die Sie einfügen wollen

Textteile finden

Die Suchfunktion des Text-Editors findet Worte oder Zeichenketten im Text. Es gibt zwei Möglichkeiten:

1. Aktuellen Text finden

Die Suchfunktion soll ein Wort finden, das dem Wort entspricht, in dem sich der Cursor gerade befindet:

- Cursor auf das gewünschte Wort bewegen
- Suchfunktion wählen: Softkey FIND drücken
- Softkey FIND CURRENT WORD drücken

2. Beliebigen Text finden

- Suchfunktion wählen: Softkey FIND drücken
Die TNC zeigt den Dialog SUCHE TEXT :
- Gesuchten Text eingeben
- Text suchen: Softkey EXECUTE drücken

Die Suchfunktion verlassen Sie mit dem Softkey END.

| MANUELLER BETRIEB | | PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN | | | |
|----------------------------------|--|---------------------------------|-----------|---------|-----|
| | | SUCHE TEXT : L Z+100 | | | |
| DATEI: 3516 | | ZEILE: 0 | SPALTE: 1 | INSERT | |
| 0 BEGIN PGM 3516 MM | | | | | |
| 1 BLK FORM 0.1 Z X-90 V-90 Z-40 | | | | | |
| 2 BLK FORM 0.2 X+90 V+90 Z+0 | | | | | |
| 3 TOOL DEF 50 | | | | | |
| 4 TOOL CALL 1 Z S1+00 | | | | | |
| 5 L Z+50 R0 F MAX | | | | | |
| 6 L X+0 V+100 R0 F MAX M3 | | | | | |
| 7 L Z-20 R0 F MAX | | | | | |
| 8 L X+0 V+80 RL F250 | | | | | |
| 9 FPOL X+0 V+0 | | | | | |
| 10 FC DR- R80 CCK+0 CCV+0 | | | | | |
| 11 FCT DR- R7,5 | | | | | |
| 12 FCT DR+ R90 CCK+69,282 CCV-40 | | | | | |
| 13 FSELECT 2 | | | | | |
| FIND CURRENT WORD | | | | EXECUTE | END |

4.8 Der Taschenrechner

Die TNC verfügt über einen Taschenrechner mit den wichtigsten mathematischen Funktionen.

Den Taschenrechner öffnen und schließen Sie mit der Taste CALC. Mit den Pfeil-Tasten können Sie ihn auf dem Bildschirm frei verschieben.

Die Rechen-Funktionen wählen Sie durch einen Kurzbefehl auf der Alpha-Tastatur. Die Kurzbefehle sind im Taschenrechner farblich gekennzeichnet:

| Rechen-Funktion | Kurzbefehl |
|----------------------|------------|
| Addieren | + |
| Subtrahieren | - |
| Multiplizieren | * |
| Dividieren | : |
| Sinus | S |
| Cosinus | C |
| Tangens | T |
| Arcus-Sinus | AS |
| Arcus-Cosinus | AC |
| Arcus-Tangens | AT |
| Potenzieren | ^ |
| Quadratwurzel ziehen | Q |
| Umkehrfunktion | / |
| Klammer-Rechnung | () |
| PI (3.14159265359) | P |
| Ergebnis anzeigen | = |

Wenn Sie ein Programm eingeben und sich im Dialog befinden, können Sie die Anzeige des Taschenrechners mit der Taste „Ist-Positionen übernehmen“ direkt in das markierte Feld kopieren.

| | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| MANUELLER BETRIEB | PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN ZUSATZ-FUNKTION M ? | | | | | | | | |
| <pre> 3 TOOL CALL 1 Z S4000 4 L Z+250 R0 F MAX 5 L X-20 Y+50 R0 F MAX 6 L Z-5 R0 F2000 L X+10 Y+5 RL F100 M3 7 END PGM NEU MM </pre> | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table> | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

4.9 Paletten-Tabellen erstellen



Die Paletten-Tabellen werden verwaltet und ausgegeben, wie in der PLC festgelegt. Maschinenhandbuch beachten!

Paletten-Tabellen werden in Bearbeitungs-Zentren mit Paletten-Wechsler eingesetzt: Die Paletten-Tabelle ruft für die verschiedenen Paletten die zugehörigen Bearbeitungs-Programme auf und aktiviert die entsprechenden Nullpunkt-Tabellen.

Paletten-Tabellen enthalten folgende Angaben:

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

Paletten-Tabelle wählen

- ▶ In der Betriebsart PROGRAMM EINSPEICHERN/EDITIEREN Datei-Verwaltung Taste PGM MGT wählen
- ▶ Dateien vom Typ .P anzeigen: Softkeys SELECT TYPE und SHOW .P drücken
- ▶ Paletten-Tabelle mit Pfeil-Tasten wählen oder Namen für eine neue Tabelle eingeben
- ▶ Auswahl mit Taste ENT bestätigen
- ▶ Programme und Nullpunkt-Tabellen in die Paletten-Tabelle eintragen. In die Spalten geben Sie Programm-Namen und die dazugehörigen Nullpunkt-Tabellen ein. In der Tabelle können Sie das Helffeld mit den Pfeil-Tasten verschieben. Während Sie eine Paletten-Datei editieren, zeigt die TNC die Softkeys zum Editieren an: Siehe Tabelle rechts.

Paletten-Datei verlassen

- ▶ Datei-Verwaltung wählen: Taste PGM MGT drücken
- ▶ Anderen Datei-Typ wählen: Softkey SELECT TYPE und Softkey für den gewünschten Datei-Typ drücken, z.B. SHOW .H
- ▶ Gewünschte Datei wählen

| PROGRAMMLAUF SATZFOLGE | | PROGRAMM-TABELLE EDITIEREN | |
|------------------------|----------------------|----------------------------|--|
| | | PROGRAMM-NAME ? | |
| DATEI: PAL TAB | | | |
| PAL | PROGRAMM | DATUM | |
| 0 | | | |
| 1 | TNC*\GEHAEUSE\DEC1.H | TNC*\DATUM\DEC1.D | |
| 2 | TNC*\GEHAEUSE\DEC2.H | TNC*\DATUM\DEC2.D | |
| 3 | TNC*\R3501\PLATTE.H | TNC*\DATUM\PLATTE.D | |
| 4 | TNC*\30PARTS\ZVL35.H | TNC*\DATUM\ZVL35.D | |
| 5 | | | |
| 6 | TNC*\ISOPGM\SURF1.I | TNC*\DATUM\SURF1.D | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |

| | | | | | | | |
|-------------|-----------|--------|--------|-------------|-------------|-----------|--|
| BEGIN TABLE | END TABLE | PAGE ↓ | PAGE ↑ | INSERT LINE | DELETE LINE | NEXT LINE | |
|-------------|-----------|--------|--------|-------------|-------------|-----------|--|

| Funktion | Softkey |
|----------------------------------|-------------|
| Tabellen-Anfang wählen | BEGIN TABLE |
| Tabellen-Ende wählen | END TABLE |
| Nächste Tabellen-Seite wählen | PAGE ↓ |
| Vorherige Tabellen-Seite wählen | PAGE ↑ |
| Zeile am Tabellen-Ende einfügen | INSERT LINE |
| Zeile am Tabellen-Ende löschen | DELETE LINE |
| Anfang der nächsten Zeile wählen | NEXT LINE |



5

Programmieren:

Werkzeuge

5.1 Werkzeugbezogene Eingaben

Vorschub F

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

Eingabe

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

Eilgang

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

Wirkungsdauer

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

Änderung während des Programmlaufs

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

Spindeldrehzahl S

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

Programmierte Änderung

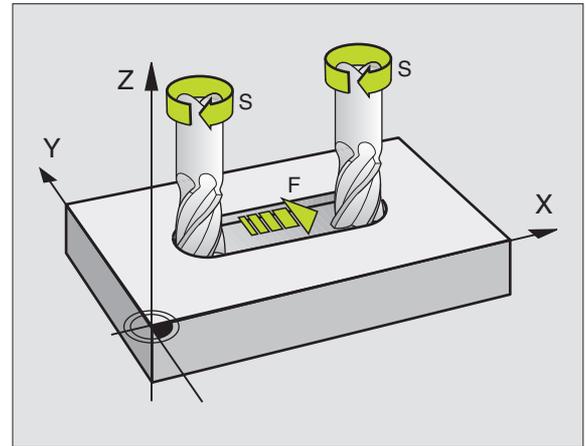
Im Bearbeitungs-Programm können Sie die Spindeldrehzahl mit einem TOOL CALL-Satz ändern, indem Sie ausschließlich die neue Spindeldrehzahl eingeben:



- ▶ 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

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 separat in Werkzeug-Tabellen eingeben. Wenn Sie die Werkzeug-Daten in Tabellen eingeben, stehen weitere werkzeugspezifische Informationen zur Verfügung. Die TNC berücksichtigt alle eingegebenen Informationen, wenn das Bearbeitungs-Programm läuft.

Werkzeug-Nummer, Werkzeug-Name

Jedes Werkzeug ist durch eine Nummer zwischen 0 und 254 gekennzeichnet. Wenn Sie mit Werkzeug-Tabellen arbeiten, können Sie zusätzlich Werkzeug-Namen vergeben.

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

Werkzeug-Länge L

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

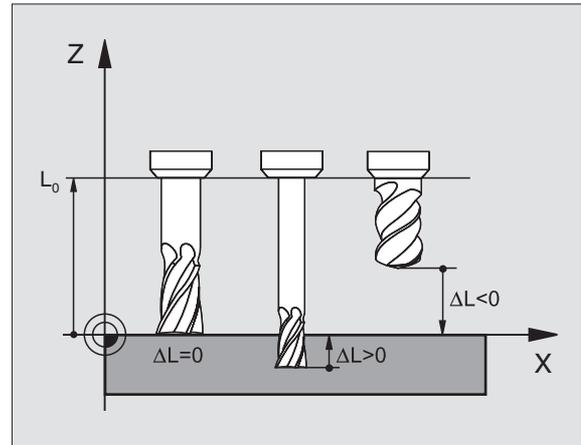
- 1 Die Länge L ist die Differenz aus der Länge des Werkzeugs und der Länge eines Null-Werkzeugs L_0 .

Vorzeichen:

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

Länge bestimmen:

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



Werkzeug-Radius R

Den Werkzeug-Radius R geben Sie direkt ein.

Delta-Werte für Längen und Radien

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

Ein positiver Delta-Wert steht für ein Aufmaß ($DR > 0$). 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:



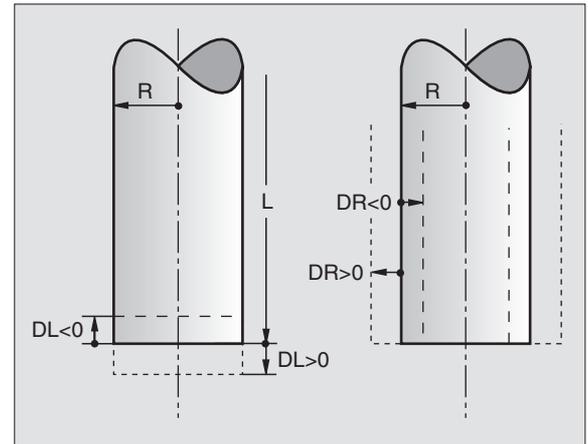
- ▶ Werkzeug-Definition wählen: Taste TOOL DEF drücken
- ▶ WERKZEUG-NUMMER eingeben: Mit der Werkzeug-Nummer ein Werkzeug eindeutig kennzeichnen.
- ▶ WERKZEUG-LÄNGE eingeben: Korrekturwert für die Länge
- ▶ WERKZEUG-RADIUS eingeben



Während des Dialogs können Sie den Wert für die Länge mit der Taste „Ist-Position-übernehmen“ direkt in das Dialogfeld einfügen. Achten Sie darauf, daß dabei die Werkzeugachse in der Status-Anzeige markiert 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 in einer Tabelle können Sie mit dem Maschinenparameter 7260 begrenzen).

Sie müssen die Werkzeug-Tabellen verwenden, wenn

- Ihre Maschine mit einem automatischen Werkzeug-Wechsler ausgerüstet ist
- Sie mit dem TT 120 Werkzeuge automatisch vermessen wollen, siehe „5.5 Werkzeug-Vermessung“
- Sie mit dem Bearbeitungs-Zyklus 22 nachräumen wollen, siehe Seite 172.

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 | Werkzeug-Radius R | WERKZEUG-RADIUS ? |
| R2 | Werkzeug-Radius R2 für Ecken-Radiusfräser (nur für dreidimensionale Radiuskorrektur oder grafische Darstellung der Bearbeitung mit Radiusfräser) | WERKZEUG-RADIUS 2 ? |
| DL | Delta-Wert Werkzeug-Länge | AUFMASS WERKZEUG-LÄNGE ? |
| DR | Delta-Wert Werkzeug-Radius R | AUFMASS WERKZEUG-RADIUS ? |
| DR2 | Delta-Wert Werkzeug-Radius R2 | AUFMASS WERKZEUG-RADIUS2 ? |
| LCUTS | Schneidenlänge des Werkzeugs für Zyklus 22 | SCHNEIDENLÄNGE IN DER WKZ-ACHSE ? |
| ANGLE | Maximaler Eintauchwinkel des Werkzeug bei pendelnder Eintauchbewegung für Zyklus 22 | MAXIMALER EINTAUCHWINKEL ? |
| TL | Werkzeug-Sperre setzen (TL : für T ool L ocked = engl. Werkzeug gesperrt) | WKZ GESPERRT ? JA = ENT / NEIN = NO ENT |
| RT | Nummer eines Schwester-Werkzeugs – falls vorhanden – als Ersatz-Werkzeug (RT : für R eplacement T ool = engl. Ersatz-Werkzeug); siehe auch TIME2 | SCHWESTER-WERKZEUG ? |
| TIME1 | Maximale Standzeit des Werkzeugs in Minuten. Diese Funktion ist maschinenabhängig 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) | MAXIMALE 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 der Werkzeug-Schneiden (max. 20 Schneiden) | ANZAHL DER SCHNEIDEN ? |
| LTOL | Zulässige Abweichung von der Werkzeug-Länge L für Verschleiß-Erkennung. Wird der eingegebene Wert überschritten, sperrt die TNC das Werkzeug (Status L). Eingabebereich: 0 bis 0,9999 mm | VERSCHLEIß-TOLERANZ: LÄNGE ? |
| RTOL | Zulässige Abweichung vom Werkzeug-Radius R für Verschleiß-Erkennung. Wird der eingegebene Wert überschritten, sperrt die TNC das Werkzeug (Status L). Eingabebereich: 0 bis 0,9999 mm | VERSCHLEIß-TOLERANZ: RADIUS ? |
| DIRECT. | Schneid-Richtung des Werkzeugs für Vermessung mit drehendem Werkzeug | SCHNEID-RICHTUNG (M3 = -) ? |
| TT:R-OFFS | Längenvermessung: Versatz des Werkzeugs zwischen Stylus-Mitte und Werkzeug-Mitte. Voreinstellung: Werkzeug-Radius R | WERKZEUG-VERSATZ RADIUS ? |
| TT:L-OFFS | Radiusvermessung: zusätzlicher Versatz des Werkzeugs zu MP6530 (Siehe „15.1 Allgemeine Anwenderparameter“) zwischen Stylus-Oberkante und Werkzeug-Unterkante. Voreinstellung: 0 | WERKZEUG-VERSATZ LÄNGE ? |
| LBREAK | Zulässige Abweichung von der Werkzeug-Länge L für Bruch-Erkennung. Wird der eingegebene Wert überschritten, sperrt die TNC das Werkzeug (Status L). Eingabebereich: 0 bis 0,9999 mm | BRUCH-TOLERANZ: LÄNGE ? |
| RBREAK | Zulässige Abweichung vom Werkzeug-Radius R für Bruch-Erkennung. Wird der eingegebene Wert überschritten, sperrt die TNC das Werkzeug (Status L). Eingabebereich: 0 bis 0,9999 mm | BRUCH-TOLERANZ: RADIUS ? |

Werkzeug-Tabellen editieren

Die für den Programmablauf gültige Werkzeug-Tabelle hat den Dateinamen TOOL.T.TOOL.T muß im Verzeichnis TNC:\ gespeichert sein und kann in einer Maschinen-Betriebsart editiert werden. Werkzeug-Tabellen, die Sie archivieren oder für den Programm-Test einsetzen wollen, geben Sie einen beliebigen anderen Dateinamen mit der Endung .T .

Werkzeug-Tabelle TOOL.T öffnen:

- Beliebige Maschinen-Betriebsart wählen



- Werkzeug-Tabelle wählen: Softkey TOOL TABLE drücken



- Softkey EDIT auf „ON“ setzen

Beliebige andere Werkzeug-Tabelle öffnen:

- Betriebsart PROGRAMM EINSPEICHERN/EDITIEREN wählen



- Datei-Verwaltung aufrufen
- Wahl der Datei-Typen anzeigen: Softkey SELECT TYPE drücken
- Dateien vom Typ .T anzeigen: Softkey SHOW.T drücken
- Wählen Sie eine Datei aus oder geben einen neuen Dateinamen ein. Bestätigen Sie mit Taste ENT oder Softkey SELECT

Wenn Sie eine 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:

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

| WERKZEUG-TABELLE EDITIEREN | | | | | | | PROGRAMM EINSPEICHERN |
|----------------------------|------------|-------------------------------------|-----------|----------------------------------------------|-----------|--------------|-----------------------|
| WERKZEUG-RADIUS 2 ? | | | | | | | |
| DATEI: TOOL | MM | | >> | | | | |
| F | NAME | L | R | R2 | DL | DR | |
| 1 | SCHRUPP_1 | +0 | +25 | +1 | +0,05 | +0,025 | |
| 2 | SCHRUPP_2 | -9 | +12,5 | +0 | +0,05 | +0,025 | |
| 3 | SCHRUPP_3 | -5,5 | +10 | +0 | +0 | +0 | |
| 4 | SCHLICHT_1 | -30,2 | +4 | +4 | +0,05 | +0,025 | |
| 5 | SCHLICHT_2 | -32,59 | +16 | +16 | +0,05 | +0,025 | |
| 6 | BOHRER_8 | -5,6 | +4 | +0 | +0 | +0 | |
| 7 | BOHRER_12 | -12,357 | +6 | +0 | +0 | +0 | |
| | | | | | | | |
| I | S | <input checked="" type="checkbox"/> | -20,3939 | Y | +30,9477 | | |
| | Z | | +134,2026 | C | +30,0000 | | |
| | B | | +90,0000 | | | | |
| T | | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | 0 | M 5/9 | |
| BEGIN TABLE | END TABLE | PAGE ↓ | PAGE ↑ | EDIT OFF <input checked="" type="checkbox"/> | NEXT LINE | POCKET TABLE | |

Editierfunktionen für Wkz.-Tabellen Softkey

Tabellen-Anfang wählen



Tabellen-Ende wählen



Vorherige Tabellen-Seite wählen



Nächste Tabellen-Seite wählen



Anfang der nächsten Zeile wählen



Werkzeug-Namen in der Tabelle suchen



Platznummern anzeigen/nicht anzeigen



Informationen zum Werkzeug spaltenweise darstellen oder alle Informationen zu einem Werkzeug auf einer Bildschirmseite darstellen



Hinweise zu Werkzeug-Tabellen

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



Sie können einzelne Spalten oder Zeilen einer Werkzeug-Tabelle mit dem Inhalt einer anderen Datei überschreiben. Voraussetzungen:

- Die Ziel-Datei muß bereits existieren
- Die zu kopierende Datei darf nur die zu ersetzenden Spalten (Zeilen) enthalten.

Einzelne Spalten oder Zeilen kopieren Sie mit dem Softkey REPLACE FIELDS.

Platz-Tabelle für Werkzeug-Wechsler

Für den automatischen Werkzeugwechsel programmieren Sie in einer Programmlauf-Betriebsart die Tabelle TOOL_P (TOOL Pocket engl. Werkzeug-Platz).

Platz-Tabelle wählen



▶ Werkzeug-Tabelle wählen:
Softkey TOOL TABLE wählen



▶ Platz-Tabelle wählen:
Softkey POCKET TABLE wählen



▶ Softkey EDIT auf ON setzen

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

| WERKZEUG-TABELLE EDITIEREN | | | | PROGRAMM EINSPEICHERN | |
|----------------------------------|----|----|-----------|--------------------------|-----------|
| SONDERWERKZEUG JA=ENT/NEIN=NOENT | | | | | |
| DATEI: TOOL_P | | | | | |
| P | T | ST | F | L | PLC |
| 0 | 0 | | | | %00000000 |
| 1 | 10 | | | | %11001011 |
| 2 | | | L | | %00000000 |
| 3 | 3 | | F | | %10011111 |
| 4 | | | L | | %00000000 |
| 5 | 7 | | | | %00000000 |
| 6 | 15 | | F | | %00000000 |
| | | | | | |
| IST | | X | -20,0000 | Y | +25,5000 |
| | | Z | +250,0000 | C | +90,0000 |
| | | A | +0,0000 | | |
| T | | | | F | 0 M 5/9 |

| | | | | | | | |
|----------------|--------------|-----------|-----------|--------------------------|------------------|--------------|---------------|
| BEGIN TABLE | END TABLE | PAGE ↓ | PAGE ↑ | RESET POCKET TABLE | EDIT OFF / ON | NEXT LINE | TOOL TABLE |
|----------------|--------------|-----------|-----------|--------------------------|------------------|--------------|---------------|

| Abk. | Eingaben | Dialog |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| P | Platz-Nummer des Werkzeugs im Werkzeug-Magazin | - |
| T | Werkzeug-Nummer | WERKZEUG-NUMMER ? |
| F | Werkzeug immer auf gleichen Platz im Magazin zurückwechseln (F : für F ixed = engl. festgelegt) | FESTPLATZ ? JA = ENT / NEIN = NO ENT |
| L | Platz sperren (L : für L ocked = engl. gesperrt) | PLATZ GESPERRT ? JA = ENT / NEIN = NO ENT |
| 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 ? |
| 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
- ▶ SPINDELACHSE PARALLEL X/Y/Z: Werkzeugachse eingeben
- ▶ WERKZEUG-NUMMER: Nummer oder Name des Werkzeugs eingeben. Das Werkzeug haben Sie zuvor in einem TOLL DEF-Satz oder in der Werkzeug-Tabelle festgelegt. Einen Werkzeug-Namen setzen Sie in Anführungszeichen. Namen beziehen sich auf einen Eintrag in der aktiven Werkzeug-Tabelle TOOL .T.
- ▶ SPINDELDREHZAHL S
- ▶ AUFMASS WERKZEUG-LAENGE: 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 Werkzeug-Tabellen

Wenn Sie Werkzeug-Tabellen 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, oder einen Werkzeug-Namen in Anführungszeichen.

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 „11.4 Programmlauf“
- ▶ Werkzeug wechseln
- ▶ Programmlauf fortsetzen, siehe „11.4 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.

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

Der Radius des Schwester-Werkzeugs darf vom Radius des Original-Werkzeugs abweichen. Er wird in den vom CAD-System übertragenen Programmsätzen nicht berücksichtigt. Einen Delta-Wert (DR) kleiner als Null können Sie in die Werkzeug-Tabelle eingeben.

Ist DR größer als Null, zeigt die TNC einen Meldetext an und wechselt das Werkzeug nicht ein. Mit der M-Funktion M107 unterdrücken Sie diesen Meldetext, mit M108 aktivieren Sie ihn wieder.

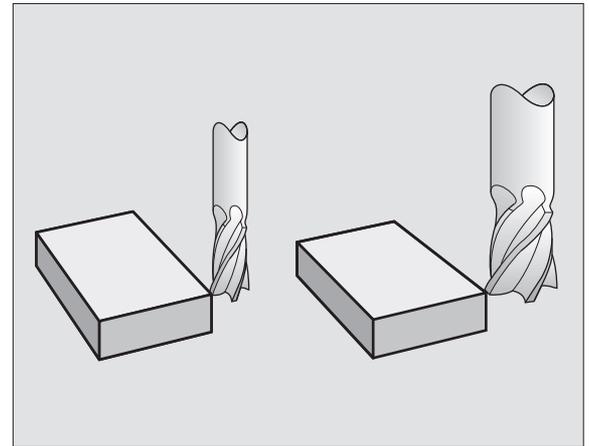
5.3 Werkzeug-Korrektur

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 fünf Achsen inkl. der Drehachsen.



Wenn ein CAD-System Programm-Sätze mit Flächen-normalen-Vektoren erstellt, kann die TNC eine dreidimensionale Werkzeug-Korrektur durchführen, Siehe „5.4 Dreidimensionale Werkzeug-Korrektur“.



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.



Die TNC hebt die Radiuskorrektur auch auf, wenn Sie:

- einen Positioniersatz mit R0 programmieren
- die Kontur mit der Funktion DEP verlassen
- einen PGM CALL programmieren
- ein neues Programm mit PGM MGT anwählen

Bei der Radiuskorrektur werden Delta-Werte sowohl aus dem TOOL CALL-Satz als auch aus der Werkzeug-Tabelle berücksichtigt:

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

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

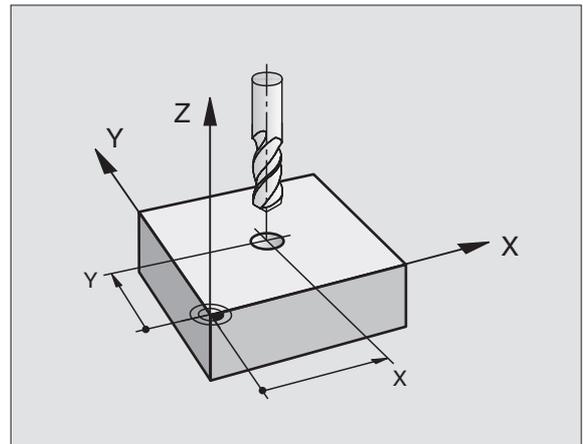
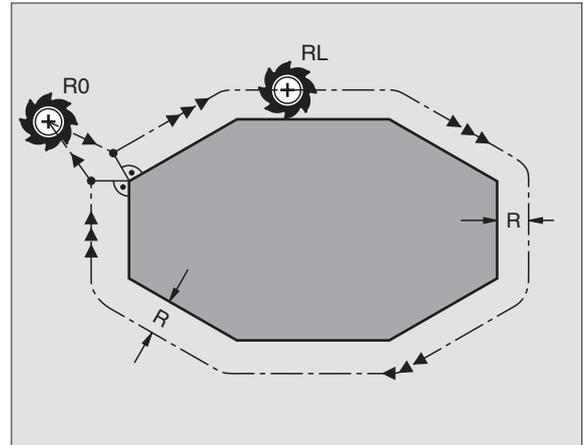
$DR_{\text{TOOL CALL}}$ Aufmaß DR für Radius aus TOOL CALL-Satz (von der Positionsanzeige nicht berücksichtigt)

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.



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

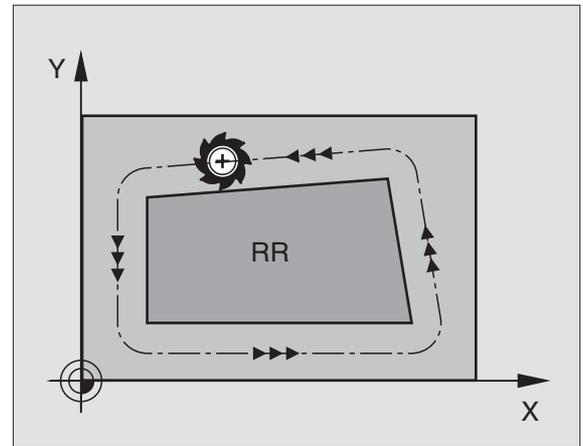
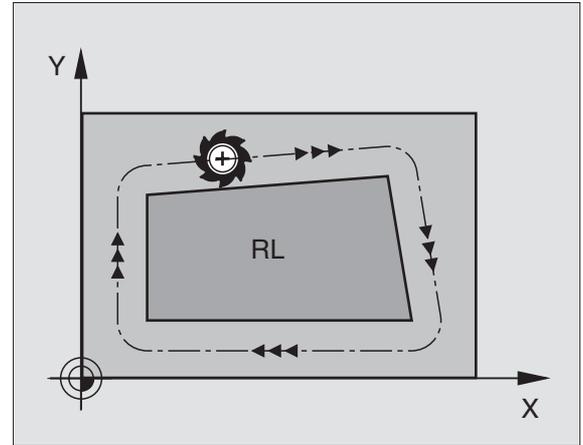
Werkzeugbewegung rechts von der programmierten Kontur: Softkey RR drücken oder

ENT

Werkzeugbewegung ohne Radiuskorrektur bzw. Radiuskorrektur aufheben: Taste ENT 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

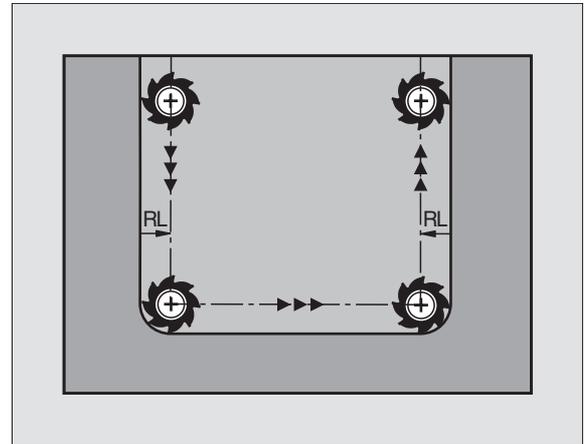
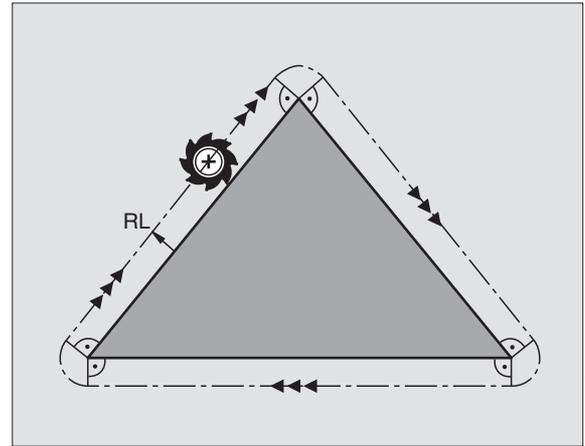
An Innenecken errechnet die TNC den Schnittpunkt der Bahnen, auf denen der Werkzeug-Mittelpunkt korrigiert verfährt. Von diesem Punkt an verfährt das Werkzeug am nächsten Konturelement entlang. Dadurch wird das Werkstück an den Innenecken nicht beschädigt. Daraus ergibt sich, daß der Werkzeug-Radius 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 Dreidimensionale Werkzeug-Korrektur

Die TNC kann eine dreidimensionale Werkzeug-Korrektur (3D-Korrektur) für Geraden-Sätze ausführen. Neben den Koordinaten X,Y und Z des Geraden-Endpunkts, müssen diese Sätze auch die Komponenten NX, NY und NZ der Flächennormalen (Siehe unten) enthalten. Der Geraden-Endpunkt und die Flächennormale werden von einem CAD-System berechnet. Mit der 3D-Korrektur können Sie Werkzeuge einsetzen, die andere Abmessungen haben, als die ursprünglich vorgesehenen Werkzeuge.

Werkzeug-Formen

Die gültigen Werkzeug-Formen (siehe Bild rechts oben und rechts Mitte) werden mit den Werkzeug-Radien R und R2 festgelegt:

WERKZEUG-RADIUS: R

Maß vom Werkzeugmittelpunkt zur Werkzeug-Außenseite

WERKZEUG-RADIUS 2: R2

Rundungsradius von der Werkzeug-Spitze zur Werkzeug-Außenseite

Das Verhältnis von R zu R2 bestimmt die Form des Werkzeugs:

$R2 = 0$ Schaftfräser

$R2 = R$ Radiusfräser

$0 < R2 < R$ Eckenradiusfräser

Aus diesen Angaben ergeben sich auch die Koordinaten für den Werkzeug-Bezugspunkt P_T .

Die Werte für WERKZEUG-RADIUS und WERKZEUG-RADIUS 2 tragen Sie in die Werkzeug-Tabelle ein.

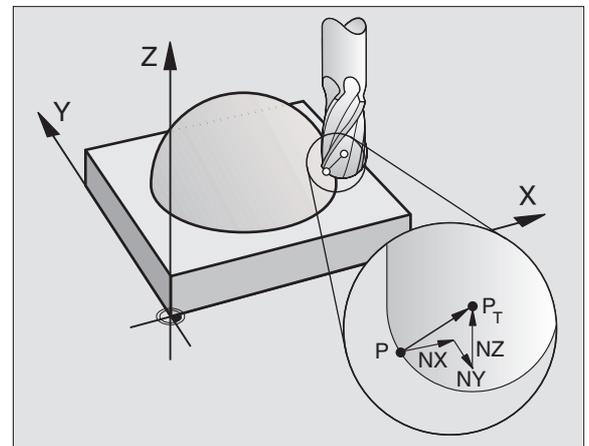
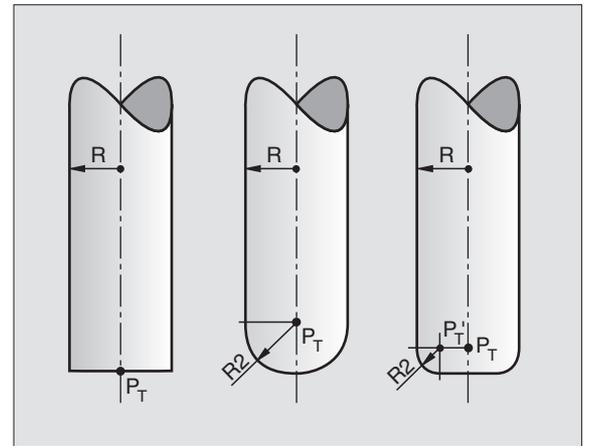
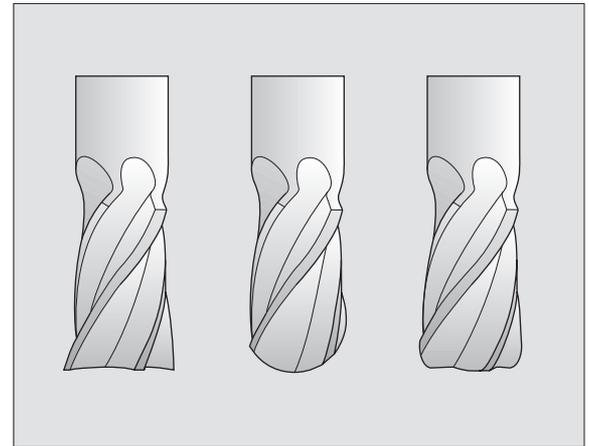
Flächennormale

Definition Flächennormale

Eine Flächennormale ist ein mathematische Größe mit

- einem Betrag
hier: Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Werkzeug-Bezugspunkt P_T und
- einer Richtung
Schaftfräser und Radiusfräser: senkrecht von der zu bearbeitenden Werkstück-Oberfläche weg, hin zum Werkzeug-Bezugspunkt P_T
Eckenradiusfräser: Durch P_T' bzw. P_T

Betrag und Richtung der Flächennormale sind durch die Komponenten NX, NY und NZ festgelegt.



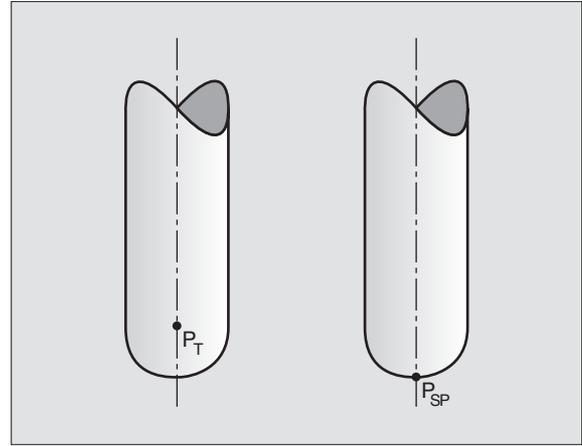


Die Koordinaten für die Position X,Y, Z und für die Flächennormalen NX, NY, NZ müssen im NC-Satz die gleiche Reihenfolge haben.

Die 3D-Korrektur mit Flächennormalen ist für Koordinatenangaben in den Hauptachsen X, Y, Z gültig.

Die TNC warnt **nicht** mit einer Fehlermeldung, wenn Werkzeug-Übermaße die Kontur verletzen würden.

Über den Maschinenparameter 7680 legen Sie fest, ob das CAD-System die Werkzeug-Länge über Kugelzentrum P_T oder Kugelsüdpol P_{SP} korrigiert hat.



Andere Werkzeuge verwenden: Delta-Werte

Wenn Sie Werkzeuge einsetzen, die andere Abmessungen haben als die ursprünglich vorgesehenen Werkzeuge, dann tragen Sie den Unterschied der Längen und Radien als Delta-Werte in die Werkzeug-Tabelle ein:

- Positiver Delta-Wert DL, DR, DR2
Die Werkzeugmaße sind größer als die des Original-Werkzeugs (Aufmaß)
- Negativer Delta-Wert DL, DR, DR2
Die Werkzeugmaße sind kleiner als die des Original-Werkzeugs (Untermaß)

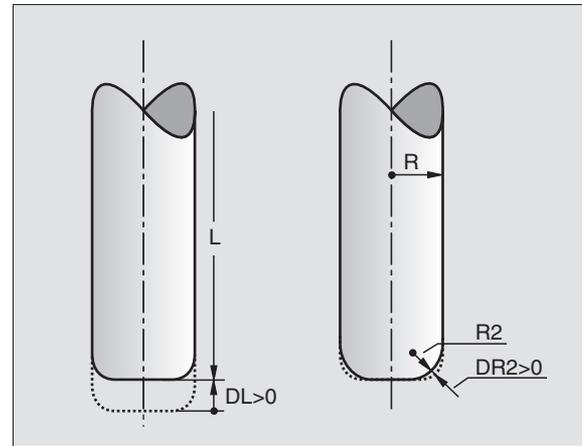
Die TNC korrigiert die Werkzeug-Position mit den Delta-Werten und der Flächennormalen.

Beispiel: Programm-Satz mit Flächennormalen

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

- LN Gerade mit 3D-Korrektur
- X, Y, Z Korrigierte Koordinaten des Geraden-Endpunkts
- NX, NY, NZ Komponenten der Flächennormalen
- F Vorschub
- M Zusatzfunktion

Vorschub F und Zusatzfunktion M können Sie in der Betriebsart PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN eingeben und ändern. Die Koordinaten des Geraden-Endpunkts und die Komponenten der Flächennormalen werden vom CAD-System vorgegeben.



5.5 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-LAENGE
- TCH PROBE 32.0 WERKZEUG-RADIUS
- TCH PROBE 33.0 WERKZEUG MESSEN



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.

Sie können Werkzeuge auch bei geschwenkter Bearbeitungsebene vermessen.

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 = Meßtoleranz • n 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-Radius 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 dem Softkey STATUS TOOL PROBE 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 Maschinenparametern 6580.0 bis 6580.2 muß die Lage des TT 120 im Arbeitsraum der Maschine festgelegt sein.

Wenn Sie einen der Maschinenparameter 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.
- ▶ TCH PROBE 30 TT KALIBRIEREN: Meß-Zyklus 30 TT KALIBRIEREN mit Pfeiltasten wählen, mit Taste ENT übernehmen
- ▶ SICHERE HOEHE: 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 | | | | | | PROGRAMM EINSPEICHERN | |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|-------------------------|------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 5 TCH PROBE 31.3 SCHNEIDENVERMESSUNG: 1 | | | | | | Werkzeug T 1 | |
| 6 TCH PROBE 31.4 VERSATZ: +0108 | | | | | | L | MIN 2 +1.9664 MAX 3 +2.0035 DYN |
| 7 STOP M5 | | | | | | 1 +1.9909 2 +1.9664 * 3 +2.0035 4 +1.9986 | |
| 8 END PGM ULMESS MH | | | | | | | |
| IST <input checked="" type="checkbox"/> -156.417 Y +42.732 Z +22.002 | | | | | | S 147.656 | |
| T 1 Z S 1341 F M 5/9 | | | | | | | |
| STATUS PGM | STATUS POS. | STATUS TOOL | STATUS COORD. TRANSF. | STATUS TOOL PROBE | STORE ⌚ | ADD ⌚ + ⌚ | RESET 00:00:00 ⌚ |

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
- 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
- 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).

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: LAENGE (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.



- ▶ Meßzyklus programmieren: In der Betriebsart PROGRAMM EINSPEICHERN/EDITIEREN Taste TOUCH PROBE drücken.
- ▶ TCH PROBE 31 TT WERKZEUG-LAENGE: Meß-Zyklus 31 TT WERKZEUG-LAENGE mit Pfeiltasten wählen, mit Taste ENT übernehmen
- ▶ WERKZEUG MESSEN=0 / PRUEFEN=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 HOEHE: 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 Werkzeug 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.
- ▶ TCH PROBE 32 TT WERKZEUG-RADIUS: Meß-Zyklus 32 TT WERKZEUG-RADIUS mit Pfeiltasten wählen, mit Taste ENT übernehmen
- ▶ WERKZEUG MESSEN=0 / PRUEFEN=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)
- ▶ 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

NC-Beipielätze „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-Beipielätze „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
```

- ▶ SICHERE HOEHE: 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 Werkzeug automatisch über den Teller (Sicherheitszone aus MP6540)
- ▶ SCHNEIDENVERMESSUNG 0=NEIN / 1=JA: Festlegen, ob zusätzlich eine Einzelschneiden-Vermessung durchgeführt werden soll oder nicht

Werkzeug komplett 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.

Um das Werkzeug komplett zu Vermessen (Länge und Radius), programmieren Sie den Meß-Zyklus TCH PROBE 33 WERKZEUG MESSEN. Über Eingabe-Parameter können Sie das Werkzeug auf zwei Arten vermessen:

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

Meßablauf

Die TNC vermißt das Werkzeug nach einem fest programmierten Ablauf. Zunächst wird der Werkzeug-Radius und anschließend die Werkzeug-Länge vermessen. Der Meßablauf entspricht den Abläufen aus Meßzyklus 31 und 32.



- ▶ Meßzyklus programmieren: In der Betriebsart PROGRAMM EINSPEICHERN/EDITIEREN Taste TOUCH PROBE drücken.
- ▶ TCH PROBE 33 WERKZEUG MESSEN: Meß-Zyklus 33 WERKZEUG MESSEN mit Pfeiltasten wählen, mit Taste ENT übernehmen
- ▶ WERKZEUG MESSEN=0 / PRUEFEN=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 den Werkzeug-Radius R und die Werkzeug-Länge L im zentralen Werkzeugspeicher TOOL.T und setzt die Delta-Werte DR und DL = 0.
Falls Sie ein Werkzeug prüfen, werden die gemessenen Werkzeug-Daten mit den Werkzeug-Daten aus TOOL.T verglichen. Die TNC berechnet die Abweichungen vorzeichenrichtig und trägt diese als Delta-Werte DR und DL in TOOL.T ein. Zusätzlich stehen die Abweichungen auch in den Q-Parametern Q115 und Q116 zur Verfügung. Wenn einer der Delta-Werte größer ist als die zulässigen Verschleiß- oder Bruch-Toleranzen, 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 oder RTOL überschritten)
 - 2.0: Werkzeug ist gebrochen (LBREAK oder RBREAK überschritten)Wenn Sie das Meßergebnis nicht innerhalb des Programms weiterverarbeiten wollen, Dialogfrage mit Taste NO ENT bestätigen
- ▶ SICHERE HOEHE: 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 Werkzeug 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“

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 33.0 WERKZEUG messen
8 TCH PROBE 33.1 PRUEFEN: 0
9 TCH PROBE 33.2 HOEHE: +120
10 TCH PROBE 31.3 SCHNEIDENVERMESSUNG: 0
```

NC-Beispielsätze „Prüfen mit Einzelschneiden-Vermessung“

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 33.0 WERKZEUG messen
8 TCH PROBE 33.1 PRUEFEN: 1
9 TCH PROBE 33.2 HOEHE: +120
10 TCH PROBE 33.3 SCHNEIDENVERMESSUNG: 1
```




6

Programmieren:

Konturen programmieren

6.1 Übersicht: Werkzeug-Bewegungen

Bahnfunktionen

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

Freie Kontur-Programmierung FK

Wenn keine NC-gerecht bemaßte Zeichnung vorliegt und die Maßangaben 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 Werkzeugbewegungen für **Geraden** und **Kreisbögen**.

Zusatzfunktionen M

Mit den Zusatzfunktionen der TNC steuern Sie

- den Programmablauf, z.B. eine Unterbrechung des Programmablaufs
- 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.

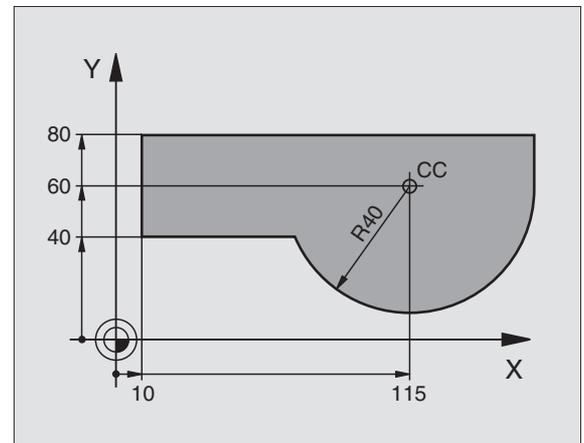
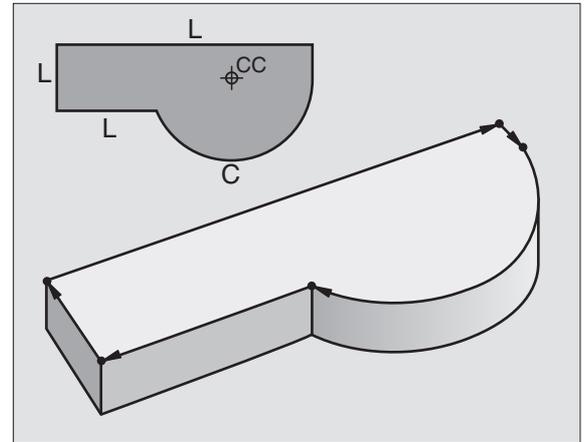
Das Programmieren mit Unterprogrammen und Programmteil-Wiederholungen ist in Kapitel 9 beschrieben.

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 Programmablauf steuern oder die eine Kontur beschreiben.

Zusätzlich können Sie mit Hilfe der Q-Parameter-Programmierung Messungen mit dem 3D-Tastsystem während des Programmablaufs 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 Radiuskorrektur ermittelt die TNC den tatsächlichen Verfahrensweg des Werkzeugs.

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

Bewegungen parallel zu den Maschinenachsen

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

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

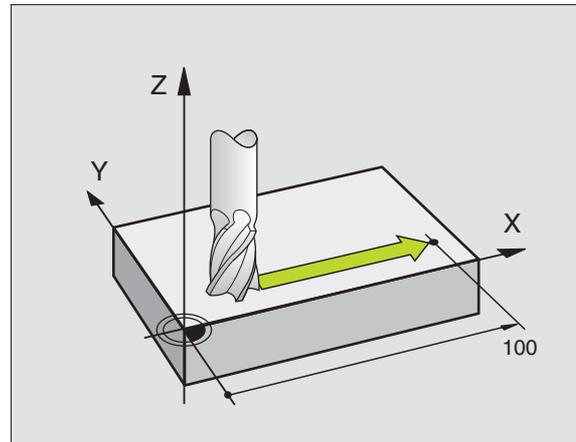
Beispiel:

L X+100

L Bahnfunktion „Gerade“

X+100 Koordinaten des Endpunkts

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



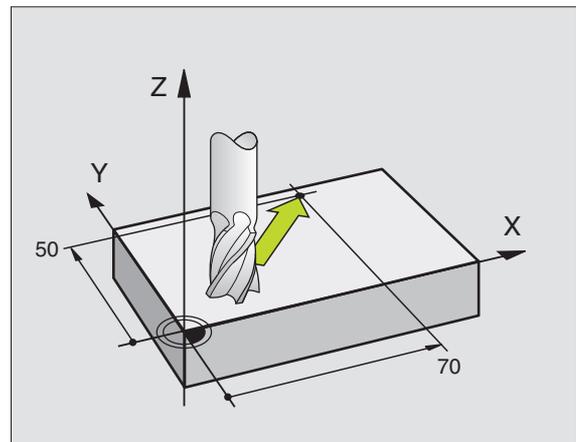
Bewegungen in den Hauptebenen

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

Beispiel:

L X+70 Y+50

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



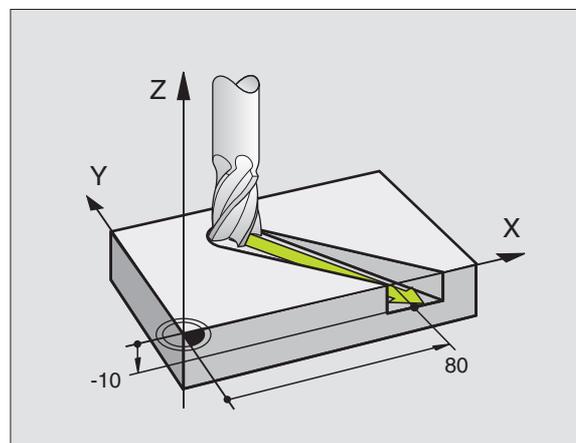
Dreidimensionale Bewegung

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

Beispiel:

L X+80 Y+0 Z-10

Siehe Bild rechts unten.



Eingabe von mehr als drei Koordinaten

Die TNC kann bis zu 5 Achsen gleichzeitig steuern. Bei einer Bearbeitung mit 5 Achsen bewegen sich beispielsweise 3 Linear- und 2 Drehachsen gleichzeitig.

Das Bearbeitungs-Programm für eine solche Bearbeitung liefert gewöhnlich ein CAD-System und kann nicht an der Maschine erstellt werden.

Beispiel:

```
L X+20 Y+10 Z+2 A+15 C+6 R0 F100 M3
```

 Eine Bewegung von mehr als 3 Achsen wird von der TNC grafisch nicht unterstützt.

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 der Funktion „Bearbeitungsebene schwenken“ (siehe Seite 206) oder mit Q-Parametern (siehe Kapitel 10).

Drehsinn DR bei Kreisbewegungen

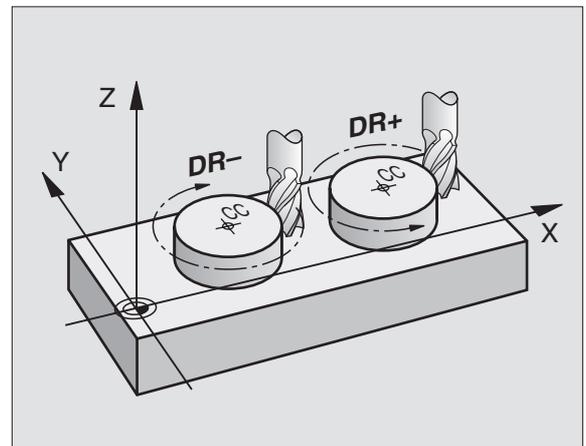
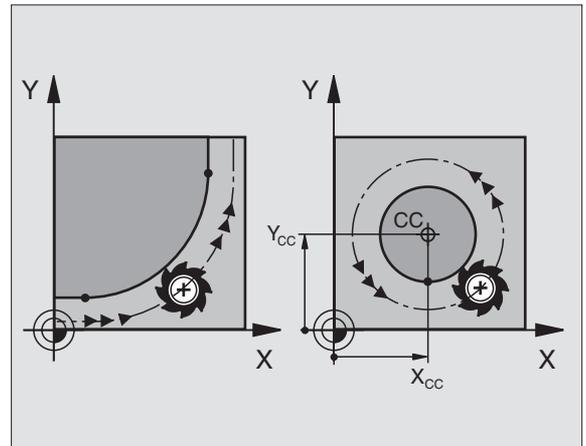
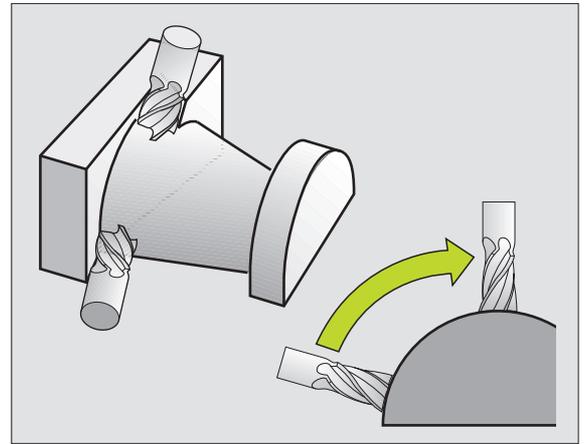
Für Kreisbewegungen ohne tangentialen Übergang zu anderen Konturelementen geben Sie den Drehsinn DR ein:

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

Radiuskorrektur

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

APPR-Satz und Geraden-Satz siehe „6.3 Kontur anfahren und verlassen“ und „6.4 Bahnbewegungen – rechtwinklige Koordinaten“



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 ?



10 Koordinaten des Geraden-Endpunkts eingeben



5



ENT

RADIUSKORR. : RL/RR/KEINE KORR. ?



RL

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

VORSCHUB F=? / F MAX = ENT



100

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

ZUSATZ-FUNKTION M ?



3

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

Das Bearbeitungs-Programm zeigt die Zeile:

L X+10 Y+5 RL F100 M3

| MANUELLER BETRIEB | PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN |
|-------------------|---------------------------------|
| | ZUSATZ-FUNKTION M ? |
| 3 | TOOL CALL 1 Z S4000 |
| 4 | L Z+250 R0 F MAX |
| 5 | L X-20 Y+50 R0 F MAX |
| 6 | L Z-5 R0 F2000 |
| | L X+10 Y+5 RL F100 M3 |
| 7 | END PGM NEU MM |

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 lassen sich 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

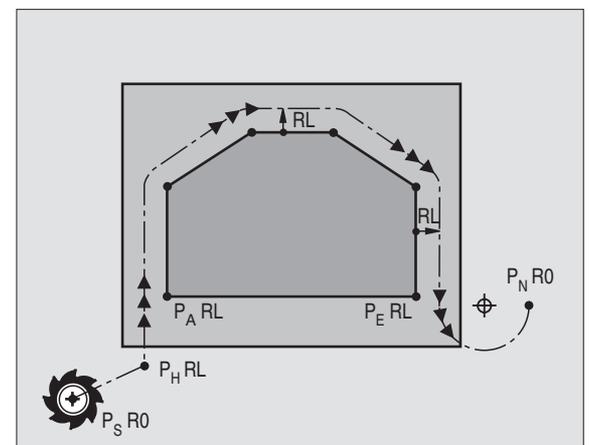
Beim Anfahren und Verlassen einer Schraubenlinie (Helix) fährt das Werkzeug in der Verlängerung der Schraubenlinie und schließt so auf einer tangentialen Kreisbahn an die Kontur an. Verwenden Sie dazu die Funktion APPR CT bzw. DEP CT.

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.

| MANUELLER BETRIEB | PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN |
|-------------------|---------------------------------|
| 2 | BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0 |
| 3 | TOOL CALL 1 Z S4000 |
| 4 | L Z+250 R0 F MAX |
| 5 | L X-20 Y+50 R0 F MAX |
| 6 | L Z-5 R0 F2000 |
| 7 | END PGM NEU MM |

| APPR LT | APPR LN | APPR CT | APPR LCT | DEP LT | DEP LN | DEP CT | DEP LCT |
|---------|---------|---------|----------|--------|--------|--------|---------|
| | | | | | | | |



Die Koordinaten lassen sich absolut oder inkremental in rechtwinkligen oder Polarkoordinaten 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

Die Radiuskorrektur programmieren Sie zusammen mit dem ersten Konturpunkt P_A im APPR-Satz. Die DEP-Sätze heben die Radiuskorrektur automatisch auf!

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

Anfahren auf einer Geraden mit tangentialem Anschluß: APPR LT

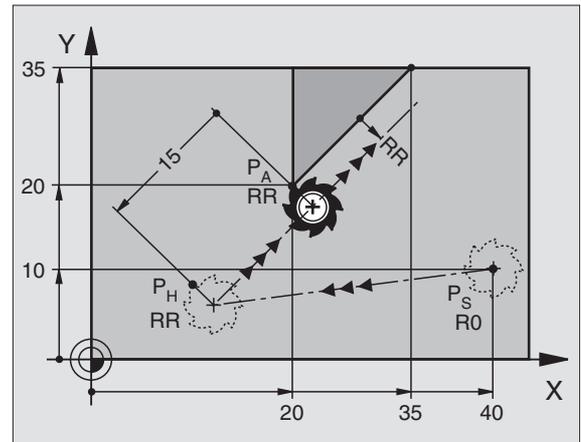
Die TNC fährt das Werkzeug auf einer Geraden vom Startpunkt P_S auf einen Hilfspunkt P_H . Von dort aus fährt es den ersten Konturpunkt P_A auf einer Geraden tangential an. Der Hilfspunkt P_H hat den Abstand LEN zum ersten Konturpunkt P_A .

- 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

| 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) |



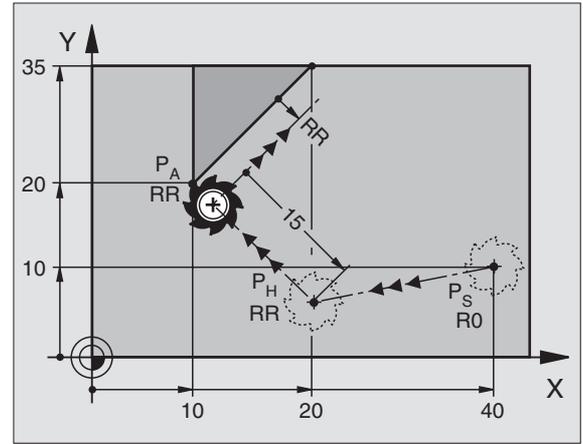
NC-Beispielsätze

| | |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 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, Abstand P_H zu P_A : LEN=15 |
| 9 L X+35 Y+35 | Endpunkt erstes Konturelement |
| 10 L ... | Nächstes Konturelement |

Anfahren auf einer Geraden senkrecht zum ersten Konturpunkt: APPR LN

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

- ▶ Beliebige Bahnfunktion: Startpunkt P_S anfahren
- ▶ Dialog mit Taste APPR/DEP und Softkey APPR LN eröffnen:
 - ▶  KOORDINATEN des ersten Konturpunkts P_A
 - ▶ LAENGE: Abstand des Hilfspunkts P_H 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 |

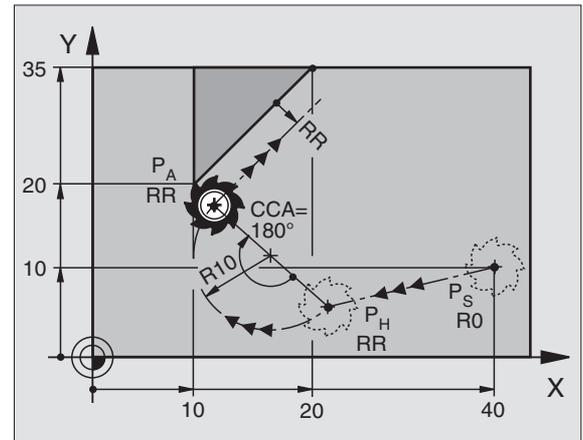
Anfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluß: APPR CT

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
- ▶ 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



- ▶ MITTELPUNKTSWINKEL CCA der Kreisbahn
- CCA nur positiv eingeben
- Maximaler Eingabewert 360°
- ▶ 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

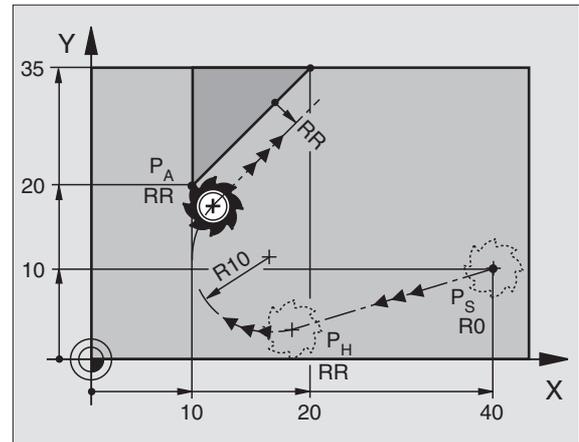
Die TNC fährt das Werkzeug auf einer Geraden vom Startpunkt P_S auf einen Hilfspunkt P_H . Von dort aus fährt es auf einer Kreisbahn den ersten Konturpunkt P_A an.

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 |

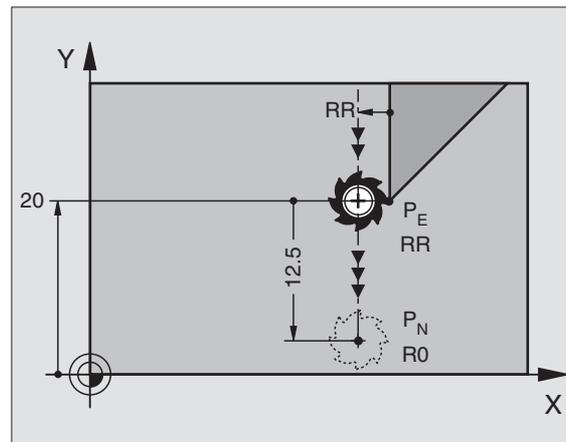
Wegfahren auf einer Geraden mit tangentialem Anschluß: DEP LT

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

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



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



NC-Beispielsätze

| | |
|-------------------------|--------------------------------------------------|
| 23 L Y+20 RR F100 | Letztes Konturelement: P_E mit Radiuskorrektur |
| 24 DEP LT LEN 12,5 F100 | Um LEN = 12,5 mm wegfahren |
| 25 L Z+100 FMAX M2 | Z freifahren, Rücksprung, Programm-Ende |

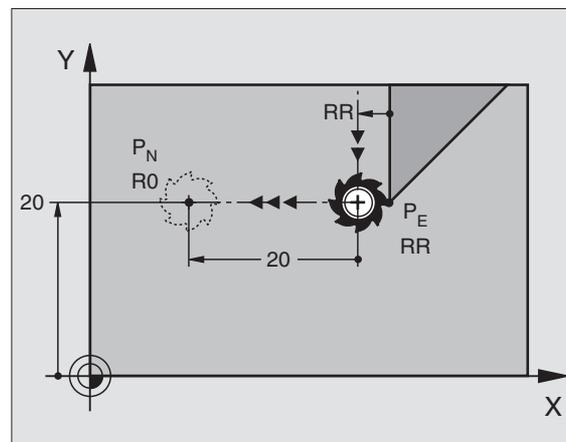
Wegfahren auf einer Geraden senkrecht zum letzten Konturpunkt: DEP LN

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 |

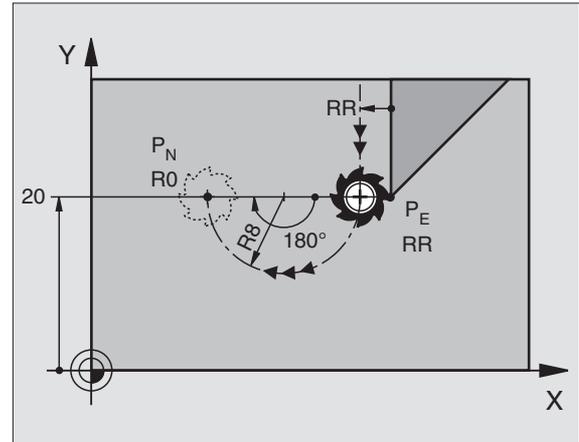
Wegfahren auf einer Kreisbahn mit tangenalem Anschluß: DEP CT

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:



- ▶ 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
- ▶ MITTELPUNKTSWINKEL CCA der Kreisbahn



NC-Beispielsätze

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

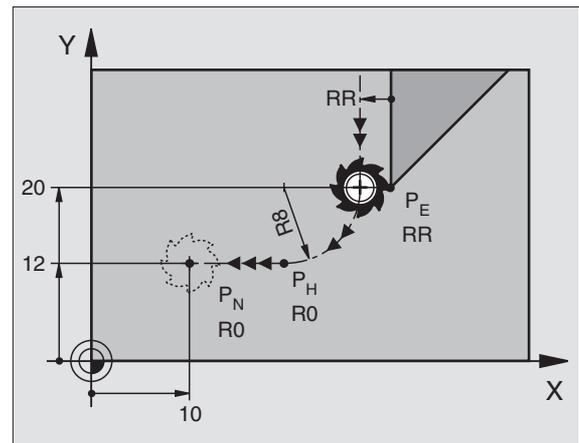
Wegfahren auf einer Kreisbahn mit tangenalem Anschluß an Kontur und Geradenstück: DEP LCT

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

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



- ▶ KOORDINATEN des Endpunkts P_N eingeben
- ▶ RADIUS R der Kreisbahn. R positiv eingeben



NC-Beispielsätze

| | |
|-------------------------------|--------------------------------------------------|
| 23 L Y+20 RR F100 | Letztes Konturelement: P_E mit Radiuskorrektur |
| 24 DEP LCT X+10 Y+12 R+8 F100 | Koordinaten P_N , Kreisbahn-Radius = 10 mm |
| 25 L Z+100 FMAX M2 | Z freifahren, Rücksprung, Programm-Ende |

6.4 Bahnbewegungen – rechtwinklige Koordinaten

Übersicht der Bahnfunktionen

| Funktion | 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.: Rou NDing of C orner |  | Kreisbahn mit tangentialem Anschluß an vorheriges und nachfolgendes Konturelement | Eckenradius R |

Gerade L

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



► KOORDINATEN des Endpunkts der Gerade eingeben

Falls nötig:

- RADIUSKORREKTUR RL/RR/R0
- VORSCHUB F
- 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

Einen Geraden-Satz (L-Satz) können Sie auch mit der Taste „Ist-Position übernehmen“ generieren:

- Fahren Sie das Werkzeug in der Betriebsart MANUELLER BETRIEB auf die Position, die übernommen werden soll
- Bildschirm-Anzeige auf PROGRAMM EINSPEICHERN/EDITIEREN wechseln
- Programm-Satz wählen, hinter dem der L-Satz eingefügt werden soll



► Taste „Ist-Position übernehmen“ drücken: Die TNC generiert einen L-Satz mit den Koordinaten der Ist-Position

Fase CHF zwischen zwei Geraden einfügen

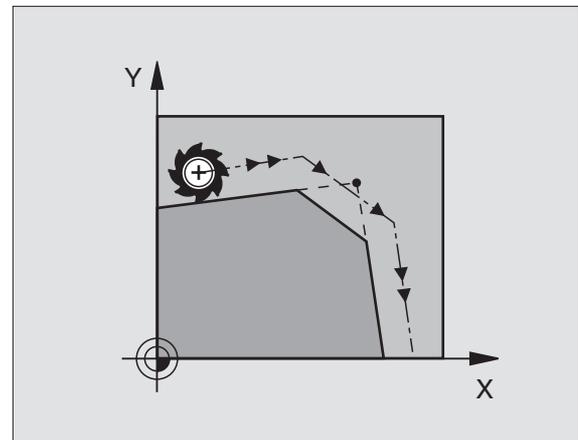
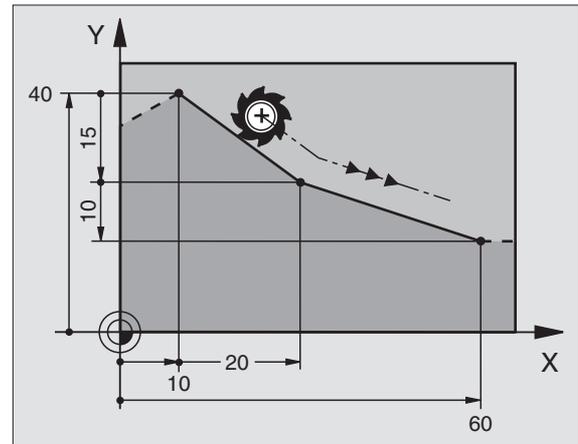
Konturrecken, die durch den Schnitt zweier Geraden entstehen, können Sie mit einer Fase versehen.

- 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

Beachten Sie die Hinweise auf der nächsten Seite!



NC-Beispielsätze

7 L X+0 Y+30 RL F300 M3

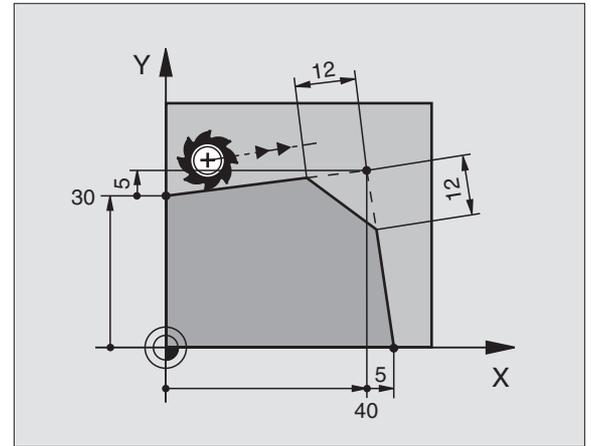
8 L X+40 IY+5

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

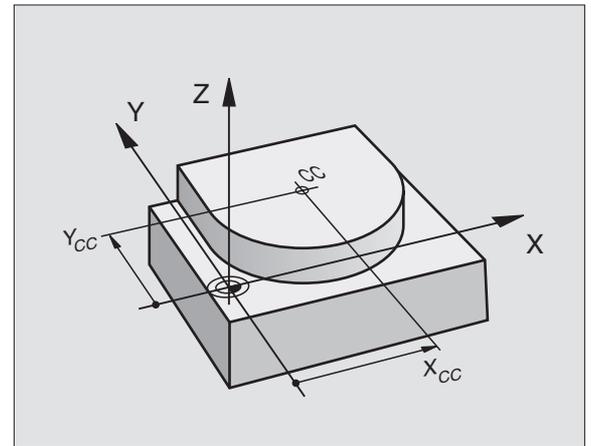
Die Programmzeilen 10 und 11 beziehen sich nicht auf das Bild.

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+

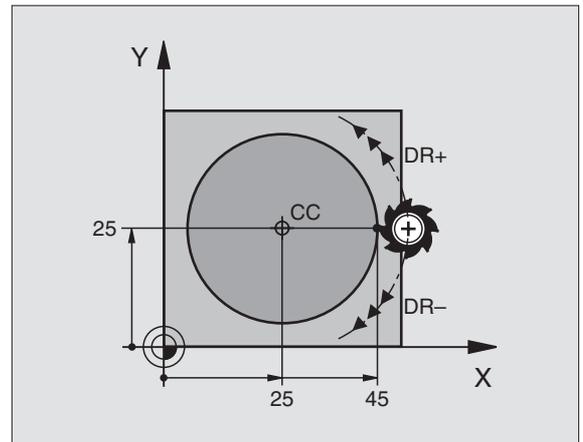
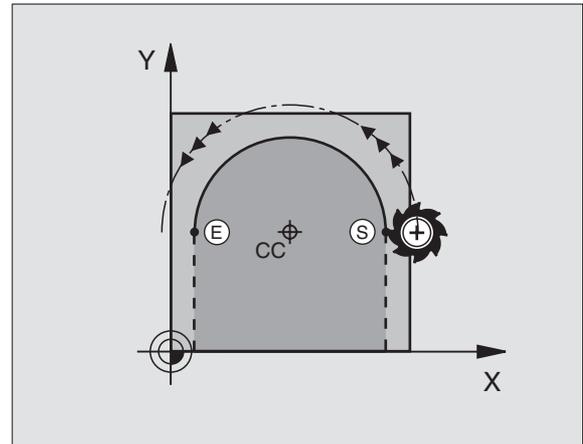
Vollkreis

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 (über MP7431 wählbar)



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)

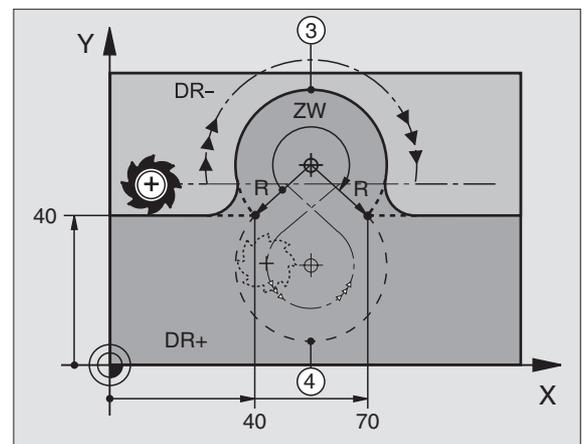
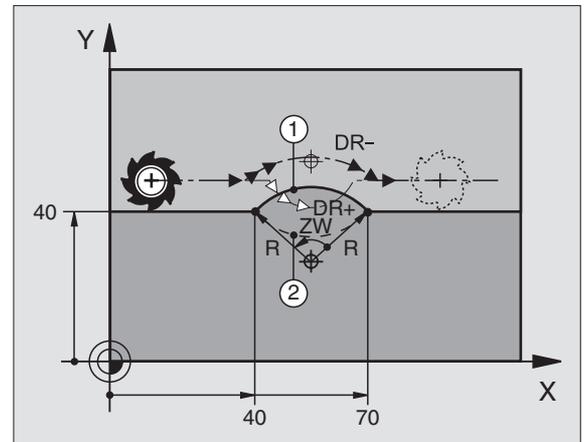
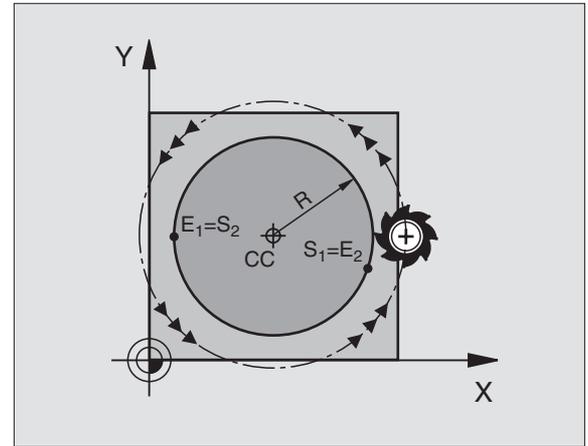
oder

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 99,9999 m.

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

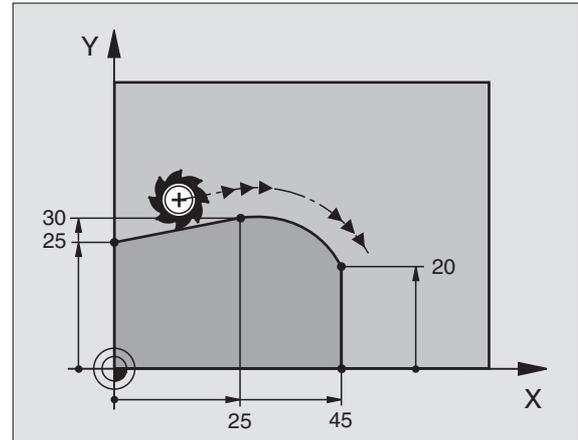
8 L X+25 Y+30

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
```

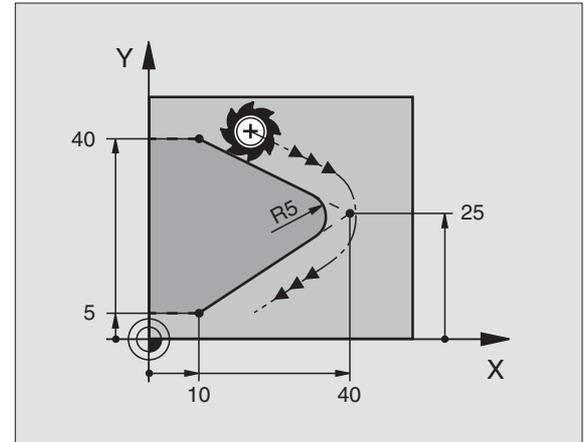


Das vorhergehende und nachfolgende Konturelement sollte beide Koordinaten der Ebene enthalten, in der das Ecken-Runden ausgeführt wird. Wenn Sie die Kontur ohne Werkzeug-Radiuskorrektur bearbeiten, dann müssen Sie beide Koordinaten der Bearbeitungsebene programmieren.

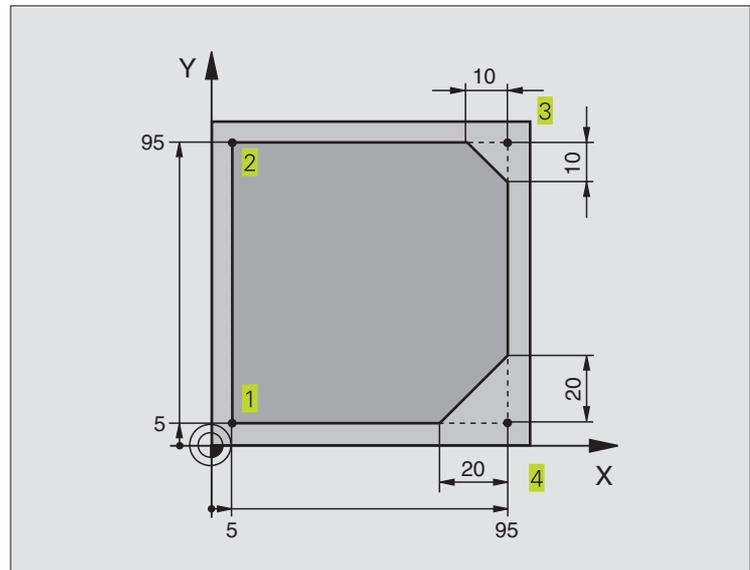
Der Eckpunkt wird nicht angefahren.

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.

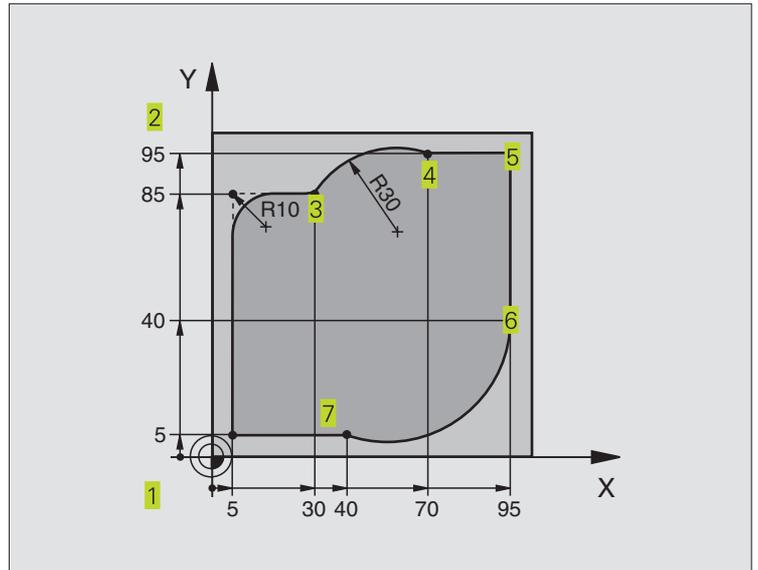


Beispiel: Geradenbewegung und Fasen kartesisch



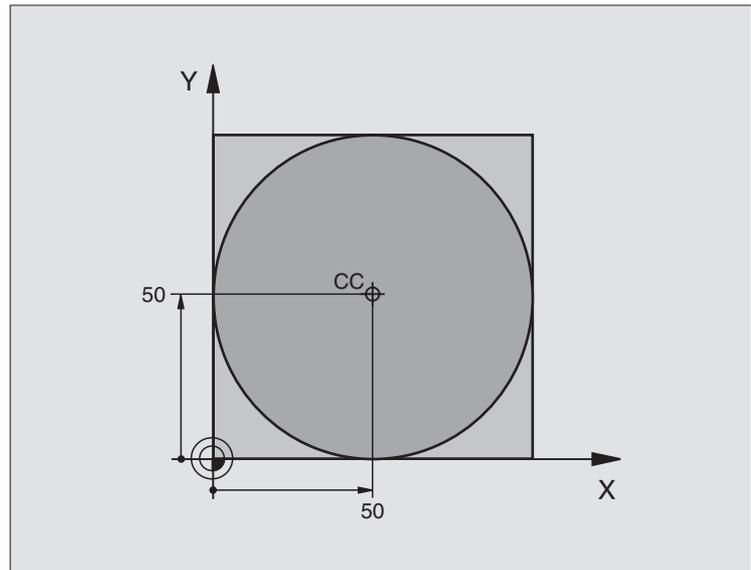
| | | |
|----|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 0 | BEGIN PGM LINEAR MM | |
| 1 | BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20 | Rohteil-Definition für grafische Simulation der Bearbeitung |
| 2 | BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0 | |
| 3 | TOOL DEF 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 F MAX | Werkzeug freifahren in der Spindelachse mit Eilgang FMAX |
| 6 | L X-10 Y-10 R0 F MAX | 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 einer Geraden mit tangentialem Anschluß |
| | | 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 F1000 | Kontur verlassen auf einer Geraden mit tangentialem Anschluß |
| 16 | L Z+250 R0 F MAX 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 F MAX | Werkzeug freifahren in der Spindelachse mit Eilgang FMAX |
| 6 | L X-10 Y-10 R0 F MAX | 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 tangentelem Anschluß |
| 9 | L 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 | 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 Y+40 | Punkt 6 anfahren |
| 15 | CT X+40 Y+5 | Punkt 7 anfahren: Endpunkt des Kreises, Kreisbogen mit tangentelem 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 F1000 | Kontur verlassen auf einer Kreisbahn mit tangentelem Anschluß |
| 18 | L Z+250 R0 F MAX 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 F MAX | Werkzeug freifahren |
| 7 | L X-40 Y+50 R0 F MAX | Werkzeug vorpositionieren |
| 8 | L Z-5 R0 F1000 M3 | Auf Bearbeitungstiefe fahren |
| 9 | 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 F1000 | Kontur verlassen auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluß |
| 12 | L Z+250 R0 F MAX M2 | Werkzeug freifahren, Programm-Ende |
| 13 | END PGM C-CC MM | |

6.5 Bahnbewegungen – Polarkoordinaten

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

Polarkoordinaten setzen Sie vorteilhaft ein bei:

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

Übersicht der Bahnfunktion mit Polarkoordinaten

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

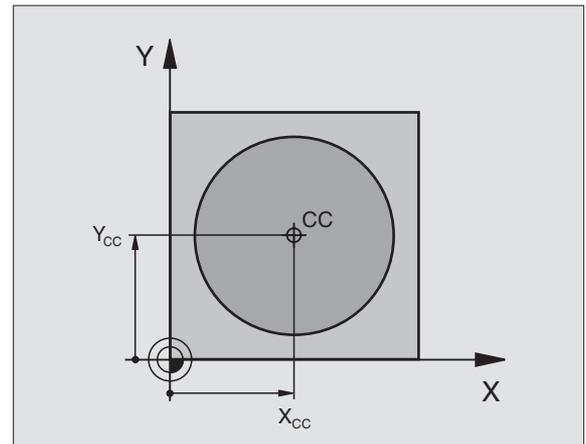
Polarkoordinaten-Ursprung: Pol CC

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

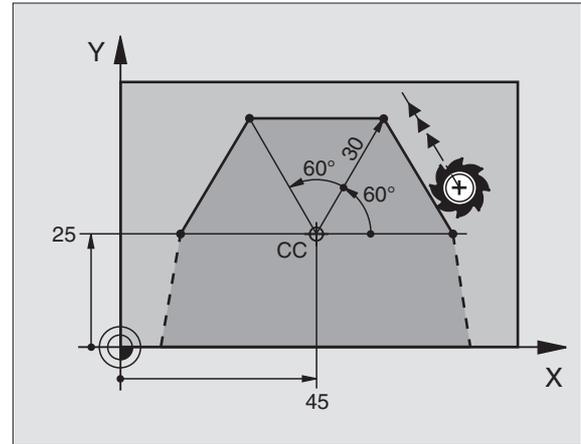
Das Werkzeug fährt auf einer Geraden von seiner aktuellen Position zum Endpunkt der Gerade. Der Startpunkt ist der Endpunkt des vorangegangenen Satzes.



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

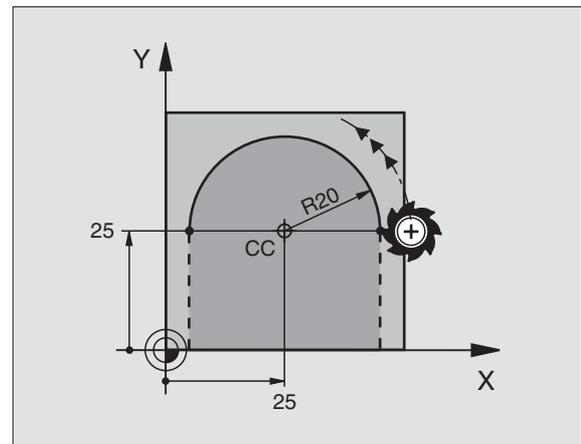
18 CC X+25 Y+25

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

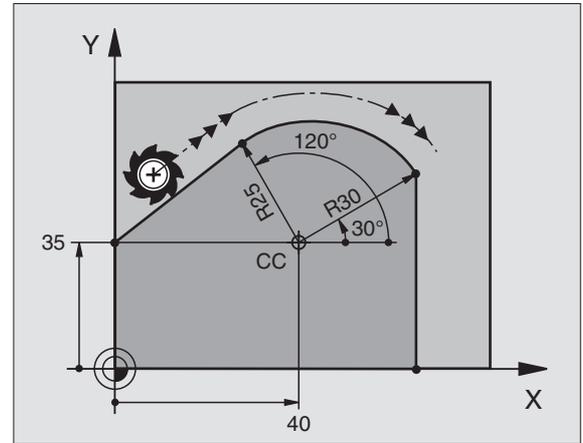
14 LP PR+25 PA+120

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

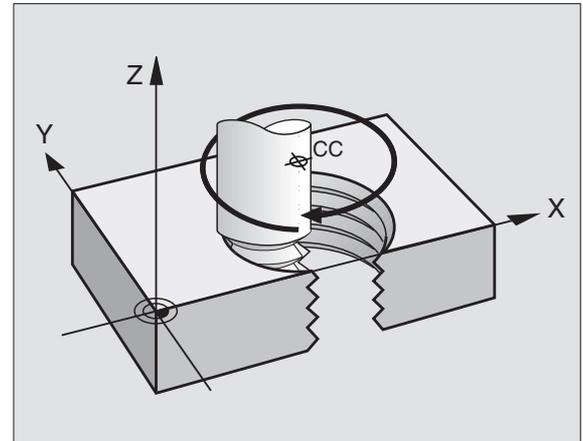
- Innen- und Außengewinde mit größeren Durchmessern
- Schmiernuten

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

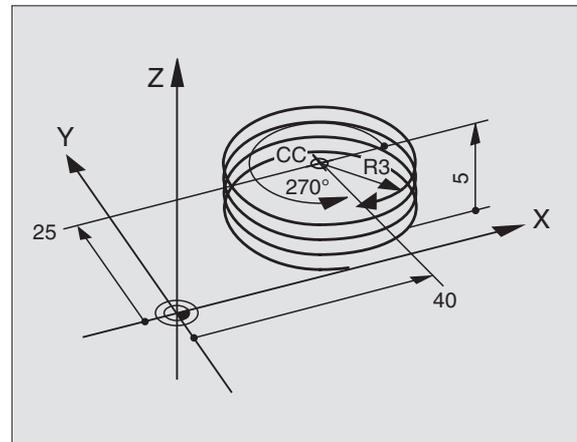


Geben Sie Drehsinn DR und den inkrementalen Gesamtwinkel IPA mit gleichem Vorzeichen ein, sonst kann das Werkzeug in einer falschen Bahn fahren.

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 „9.2 Programmteil-Wiederholungen“)



- ▶ 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

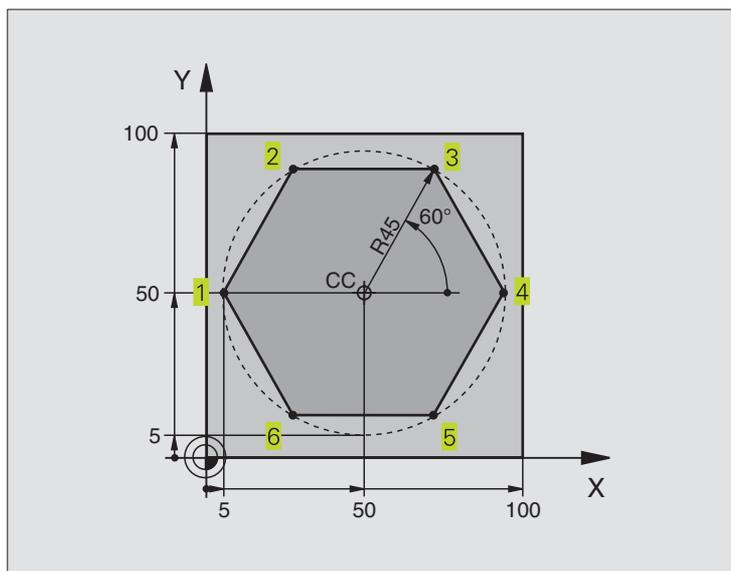
12 CC X+40 Y+25

13 Z+0 F100 M3

14 LP PR+3 PA+270 RL

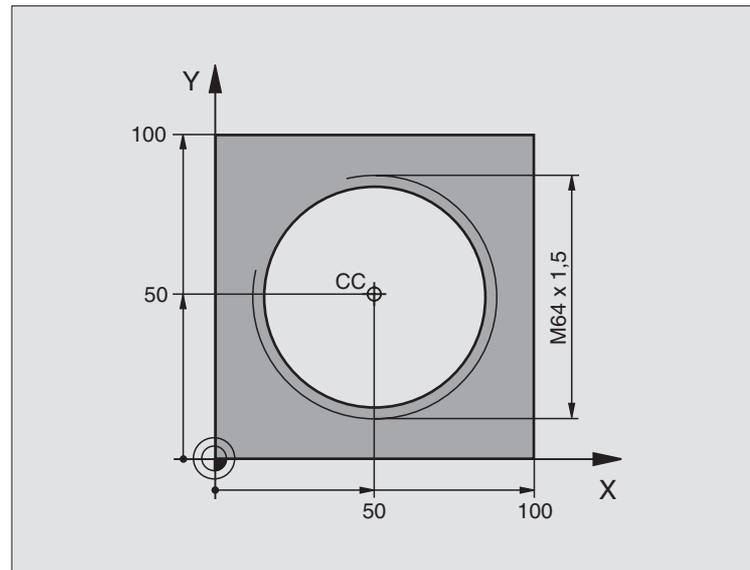
15 CP IPA-1800 IZ+5 DR- RL F50

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 F MAX | Werkzeug freifahren |
| 7 | LP PR+60 PA+180 R0 F MAX | Werkzeug vorpositionieren |
| 8 | L Z-5 R0 F1000 M3 | Auf Bearbeitungstiefe fahren |
| 9 | APPR PLCT PR+45 PA+180 R5 RL F250 | Kontur an Punkt 1 anfahren auf einem Kreis mit tangentelem 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 PLCT PR+60 PA+180 R5 F1000 | Kontur verlassen auf einem Kreis mit tangentelem Anschluß |
| 17 | L Z+250 R0 F MAX 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 F MAX | Werkzeug freifahren |
| 6 | L X+50 Y+50 R0 F MAX | Werkzeug vorpositionieren |
| 7 | CC | Letzte programmierte Position als Pol übernehmen |
| 8 | L Z-12,75 R0 F1000 M3 | Auf Bearbeitungstiefe fahren |
| 9 | APPR PCT PR+32 PA-180 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 | Kontur verlassen auf einem Kreis mit tangentialem Anschluß |
| 12 | L Z+250 R0 F MAX 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 PCT PR+32 PA-180 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 | |

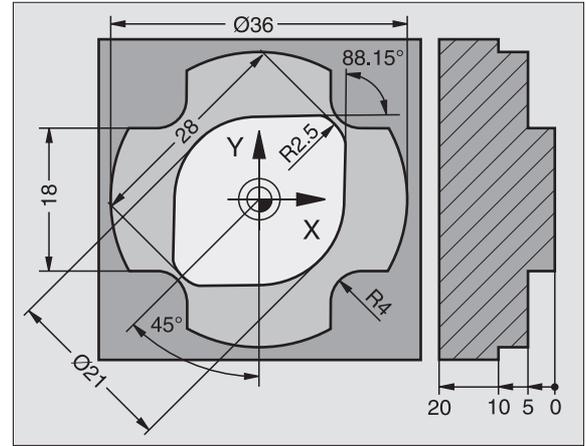
6.6 Bahnbewegungen – Freie Kontur-Programmierung FK

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.



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 Kontur-element grün angezeigt wird, dann wählen Sie die richtige Kontur wie folgt:

- Softkey SHOW so oft drücken, bis das Konturelement richtig angezeigt wird
- Das angezeigte Konturelement entspricht der Zeichnung: Mit Softkey FSELECT festlegen

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

| MANUELLER BETRIEB | PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN | | | | | | |
|-------------------|---------------------------------|----|-----|------|-------|--------------|---------------|
| 0 | BEGIN PGM 3507 MM | | | | | | |
| 1 | BLK FORM 0.1 Z X-20 V-20 Z-20 | | | | | | |
| 2 | BLK FORM 0.2 X+20 V+20 Z+0 | | | | | | |
| 3 | TOOL CALL 1 Z S1000 | | | | | | |
| 4 | L Z+50 R0 F MAX M3 | | | | | | |
| 5 | L X+50 V+50 R0 F MAX M8 | | | | | | |
| 6 | L Z-5 R0 F MAX | | | | | | |
| 7 | CC X+0 V+0 | | | | | | |
| 8 | LP PR+14 PA+45 RR F500 | | | | | | |
| 9 | RND R1 | | | | | | |
| 10 | FC DR+ R2,5 CLSD+ | | | | | | |
| 11 | FLT AN+180,925 | | | | | | |
| 12 | FCT DR+ R10,5 CCX+0 CCV+0 | | | | | | |
| 13 | FSELECT 1 | | | | | | |
| 14 | FLT AN+269,025 | | | | | | |
| FL | FLT | FC | FCT | FPOL | START | START SINGLE | RESET + START |

Wenn Sie eine grün dargestellte Kontur noch nicht festlegen wollen, dann drücken Sie den Softkey EDIT, 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.

FK-Dialog eröffnen

Während Sie ein Bearbeitungs-Programm eingeben, zeigt die TNC Softkeys an, mit denen Sie den FK-Dialog eröffnen: Siehe Tabelle rechts.

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 nicht zulässig.

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



- ▶ 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:



- ▶ Dialog eröffnen: Softkey FLT drücken
- ▶ Über die Softkeys (Tabelle rechts) alle bekannten Angaben in den Satz eingeben

Kreisbahnen frei programmieren



- ▶ 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:



- ▶ Dialog eröffnen: Softkey FCT drücken
- ▶ Über die Softkeys (Tabelle rechts) alle bekannten Angaben in den Satz eingeben

| Bekante 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 | |

Anstiegswinkel der Kreisbahn

Der Anstiegswinkel AN einer Kreisbahn ist der Winkel der Eintrittstangente. Siehe Bild rechts.

Sehnenlänge der Kreisbahn

Die Sehnenlänge einer Kreisbahn ist die Länge LEN des Kreisbogens. Siehe Bild rechts.

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.

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 erneut mit einem FPOL-Satz fest.

FPOL bleibt bis zum nächsten Satz mit FPOL wirksam und wird in rechtwinkligen Koordinaten festgelegt.

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 unten.

Angaben zum Kreismittelpunkt Softkey

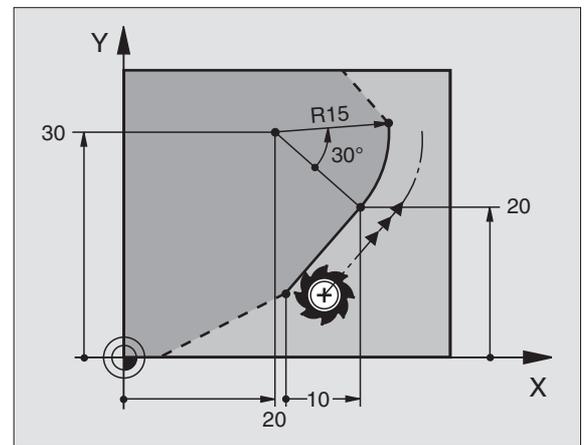
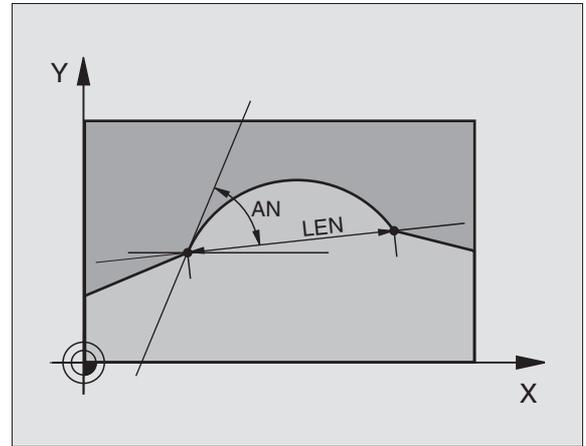
X-Koordinate des Kreismittelpunkts CCK 

Y-Koordinate des Kreismittelpunkts CCV 

Polarkoordinaten-Radius des Kreismittelpunkts CC PR 

Polarkoordinaten-Winkel des Kreismittelpunkts CC PW 

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



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 1,2 oder 3 Hilfspunkte auf der Kontur angeben: Siehe Tabelle rechts unten.

NC-Beispielsätze

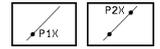
13 FC DR- R10 P1X+42.929 P1Y+60.071

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

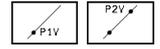
Siehe Bild rechts unten.

Hilfspunkte auf der Gerade Softkey

X-Koordinate Hilfspunkt P1 oder P2



Y-Koordinate Hilfspunkt P1 oder P2



Hilfspunkte neben der Gerade Softkey

X-Koordinate des Hilfspunkts



Y-Koordinate des Hilfspunkts

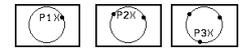


Abstand des Hilfspunkts zur Geraden

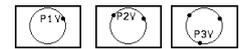


Hilfspunkte auf der Kreisbahn Softkey

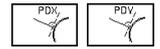
X-Koordinate eines
Hilfspunkts P1, P2 oder P3



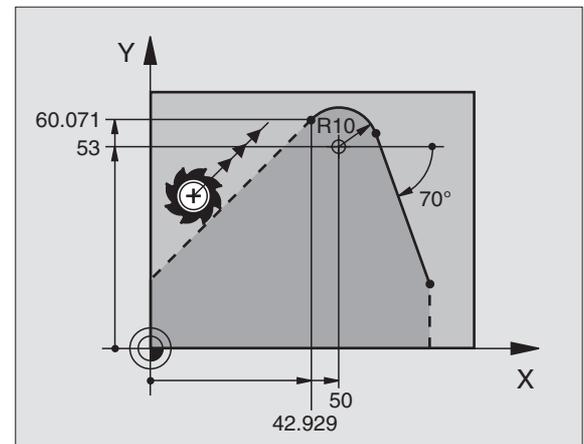
Y-Koordinate eines
Hilfspunkts P1, P2 oder P3



Koordinaten eines Hilfspunkts
neben der Kreisbahn



Abstand des Hilfspunkts
neben der Kreisbahn



Relativ-Bezüge

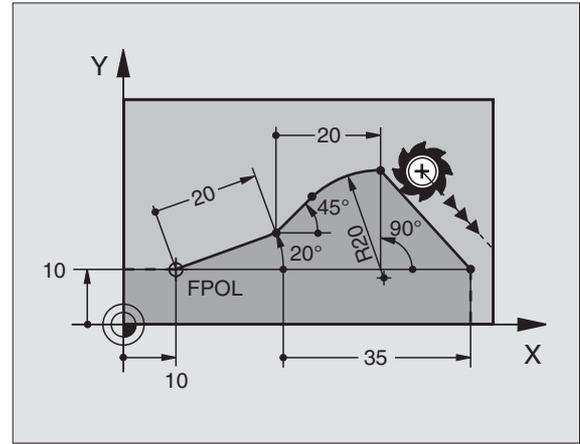
Relativ-Bezüge sind Angaben, die sich auf ein anderes Konturelement beziehen. Softkeys und Programm-Wörter für **Relativ-Bezüge** beginnen mit einem „R“. Das Bild rechts zeigt Maßangaben, die Sie als Relativ-Bezüge programmieren sollten.

Die Koordinaten und Winkel der Relativ-Bezüge programmieren Sie immer **inkremental**. Zusätzlich geben Sie die Satz-Nummer des Konturelements an, auf das Sie sich beziehen.



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 die TNC eine Fehlermeldung aus. Ändern Sie das Programm, bevor Sie diesen Satz löschen.



Relativ-Bezüge für eine freie Gerade Softkey

| | | |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|
| Koordinate, bezogen auf Endpunkt von Satz N | <input type="button" value="RX [N]"/> | <input type="button" value="RV [N]"/> |
| Änderung des Polarkoordinaten-Radius gegenüber Satz N | <input type="button" value="RPR [N]"/> | |
| Änderung des Polarkoordinaten-Winkels gegenüber Satz N | <input type="button" value="RPA [N]"/> | |
| Winkel zwischen Gerade und anderem Konturelement | <input type="button" value="RAN [N]"/> | |
| Gerade parallel zu anderem Konturelement | <input type="button" value="PPR [N]"/> | |
| Abstand der Geraden zu parallelem Konturelement | <input type="button" value="DP [N]"/> | |

Relativ-Bezüge für Kreisbahn-Koordinaten Softkey

| | | |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|
| Koordinaten bezogen auf Endpunkt von Satz N | <input type="button" value="RX [N]"/> | <input type="button" value="RV [N]"/> |
| Änderung des Polarkoordinaten-Radius gegenüber Satz N | <input type="button" value="RPR [N]"/> | |
| Änderung des Polarkoordinaten-Winkels gegenüber Satz N | <input type="button" value="RPA [N]"/> | |
| Winkel zwischen Kreisbogen-Eintrittstangente und anderem Konturelement | <input type="button" value="RAN [N]"/> | |

Relativ-Bezüge für Kreismittelpunkt-Koordinaten **Softkey**

CC-Koordinaten bezogen auf Endpunkt von Satz N RCCX[N] RCCY[N]

Änderung des Polarkoordinaten-Radius gegenüber Satz N RCCPR[N]

Änderung des Polarkoordinaten-Winkels gegenüber Satz N RCCPA[N]

NC-Beispielsätze

Bekannte Koordinaten bezogen auf Satz N. Siehe Bild rechts oben:

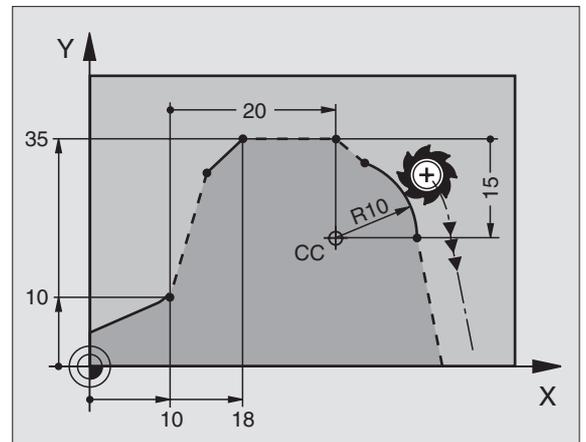
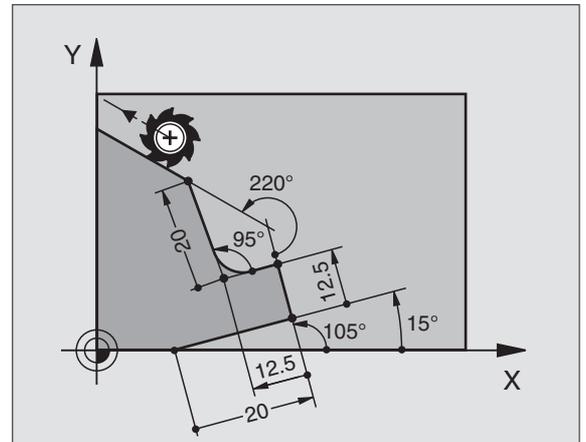
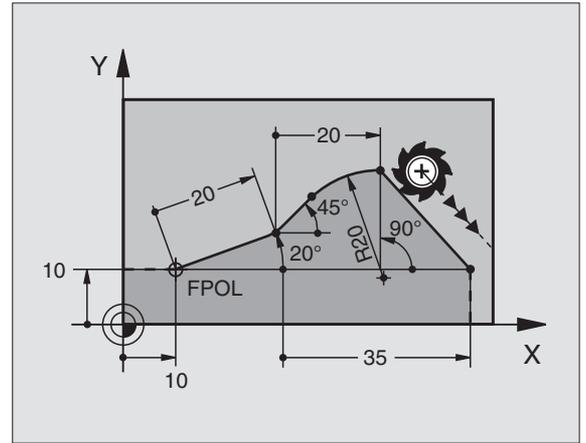
- 12 FPOL X+10 Y+10
- 13 FL PR+20 PA+20
- 14 FL AN+45
- 15 FCT IX+20 DR- R20 CCA+90 RX 13
- 16 FL IPR+35 PA+0 RPR 13

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

- 17 FL LEN 20 AN+15
- 18 FL AN+105 LEN 12.5
- 19 FL PAR 17 DP 12.5
- 20 FSELECT 2
- 21 FL LEN 20 IAN+95
- 22 FL IAN+220 RAN 18

Bekannte Koordinaten des Kreismittelpunkts bezogen auf Satz N. Siehe Bild rechts unten.

- 12 FL X+10 Y+10 RL
- 13 FL ...
- 14 FL X+18 Y+35
- 15 FL ...
- 16 FL ...
- 17 FC DR- R10 CCA+0 ICCX+20 ICCY-15 RCCX12 RCCY14



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 ein.

FK-Programme konvertieren

Ein FK-Programm wandeln Sie in der Datei-Verwaltung in ein Klartext-Programm wie folgt um:

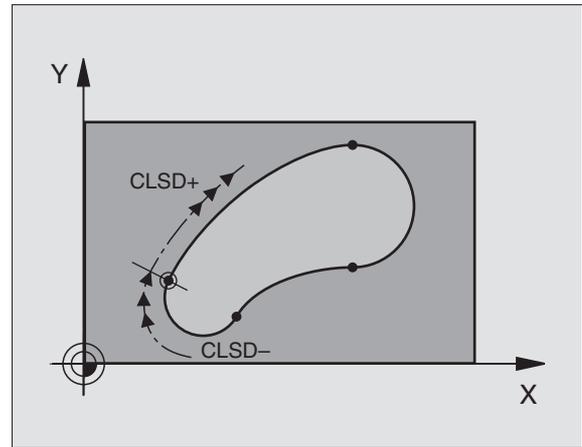
- ▶ Datei-Verwaltung aufrufen und Dateien anzeigen lassen.
- ▶ Hellfeld auf die Datei bewegen, die Sie umwandeln möchten.



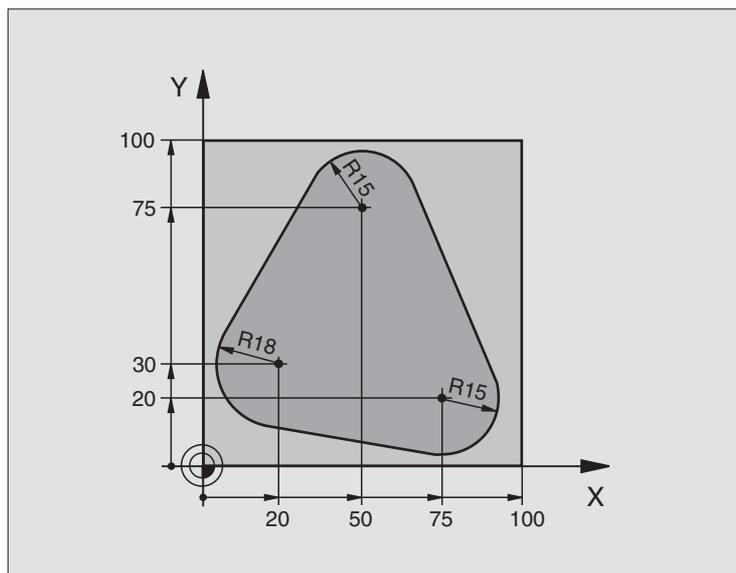
- ▶ Softkeys MORE FUNCTIONS und dann CONVERT FK->H drücken. Die TNC wandelt alle FK-Sätze in Klartext-Sätze.



Kreismittelpunkte, die Sie vor einem FK-Abschnitt eingegeben haben, müssen Sie ggf. im umgewandelten Programm erneut festlegen. Testen Sie Ihr Bearbeitungsprogramm nach dem Konvertieren, bevor Sie es ausführen.

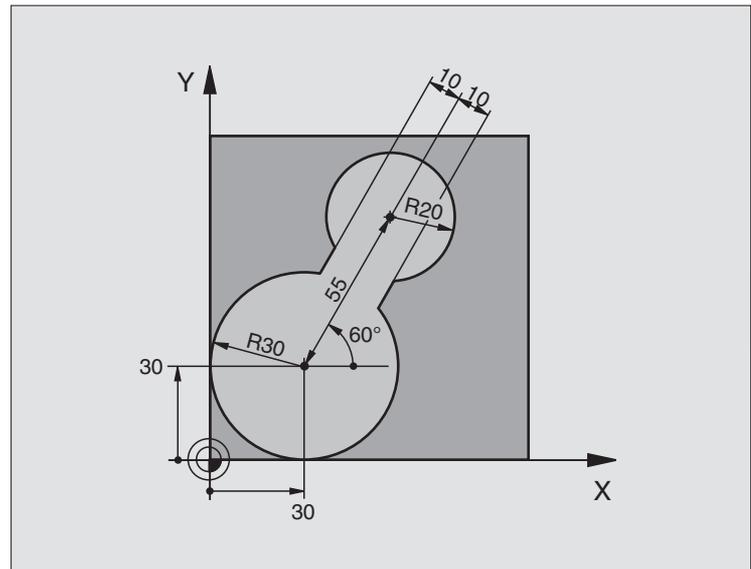


Beispiel: FK-Programmierung 1



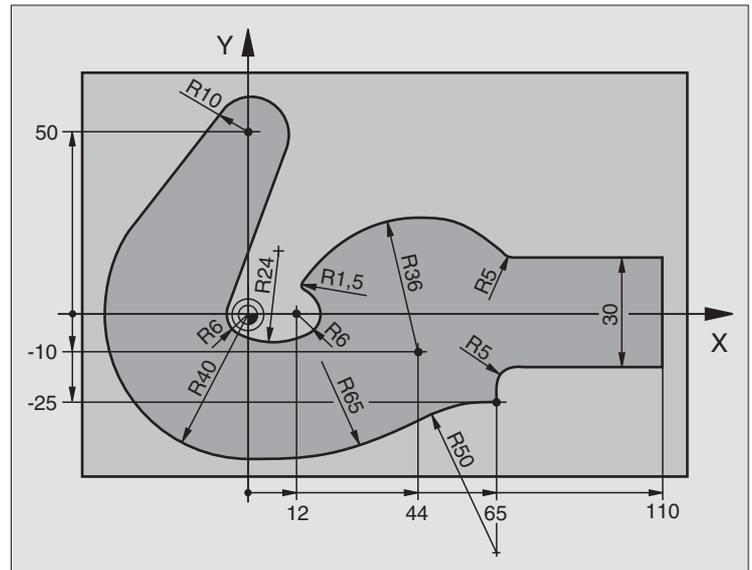
| | | |
|----|------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 0 | BEGIN PGM FK1 MM | |
| 1 | BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20 | Rohteil-Definition |
| 2 | BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0 | |
| 3 | TOOL DEF 1 L+0 R+10 | Werkzeug-Definition |
| 4 | TOOL CALL 1 Z S500 | Werkzeug-Aufruf |
| 5 | L Z+250 R0 F MAX | Werkzeug freifahren |
| 6 | L X-20 Y+30 R0 F MAX | 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 F1000 | Kontur verlassen auf einem Kreis mit tangentialem Anschluß |
| 17 | L X-30 Y+0 R0 F MAX | |
| 18 | L Z+250 R0 F MAX 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 F MAX | Werkzeug freifahren |
| 6 | L X+30 Y+30 R0 F MAX | Werkzeug vorpositionieren |
| 7 | L Z+5 R0 F MAX M3 | Werkzeug-Achse vorpositionieren |
| 8 | L Z-5 R0 F100 | Auf Bearbeitungstiefe fahren |
| 9 | APPR LCT X+0 Y+30 R5 RL 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 | Kontur verlassen auf einem Kreis mit tangentialem Anschluß |
| 21 | L Z+250 R0 F MAX 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 F MAX | Werkzeug freifahren |
| 6 | L X-70 Y+0 R0 F MAX | 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 F1000 | Kontur verlassen auf einem Kreis mit tangentialem Anschluß |
| 32 | L X-70 R0 F MAX | |
| 33 | L Z+250 R0 F MAX 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 ein. Die TNC zeigt dann den Dialog:

ZUSATZ-FUNKTION M ?

Gewöhnlich geben Sie im Dialog nur die Nummer der Zusatz-Funktion an. Bei einigen Zusatz-Funktionen 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.

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

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

Zusatz-Funktion im STOP-Satz eingeben

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



- ▶ Programmlauf-Unterbrechung programmieren:
Taste STOP drücken
- ▶ ZUSATZ-FUNKTION M eingeben

NC-Beispielsatz

87 STOP M6

7.2 Zusatz-Funktionen für Programmablauf-Kontrolle, Spindel und Kühlmittel

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

7.3 Zusatz-Funktionen für Koordinatangaben

Maschinenbezogene Koordinaten programmieren: M91/M92

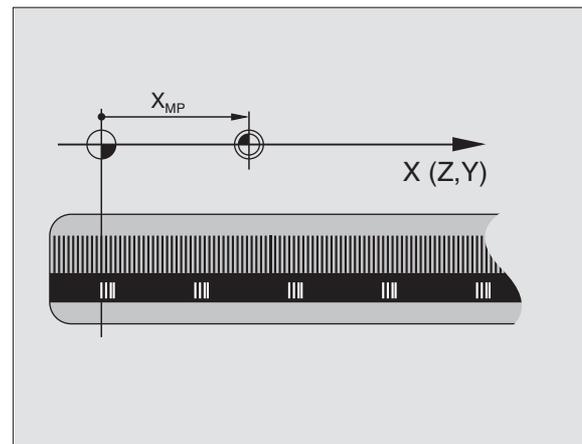
Maßstab-Nullpunkt

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

Maschinen-Nullpunkt

Den Maschinen-Nullpunkt benötigen Sie, um

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



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

Standardverhalten

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

Verhalten mit M91 – Maschinen-Nullpunkt

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

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

Verhalten mit M92 – Maschinen-Bezugspunkt



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

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

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



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

M91 und M92 wirken nicht bei geschwenkter Bearbeitungsebene. Die TNC gibt in diesem Fall eine Fehlermeldung aus.

Wirkung

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

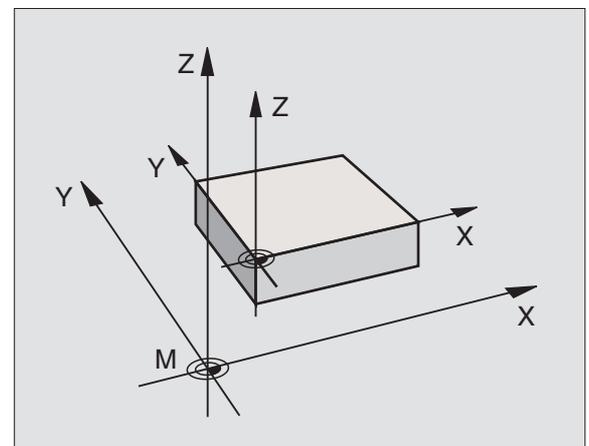
M91 und M92 werden wirksam am Satz-Anfang.

Werkstück-Bezugspunkt

Wenn sich Koordinaten immer auf den Maschinen-Nullpunkt beziehen sollen, dann kann das Bezugspunkt-Setzen für eine oder mehrere Achsen gesperrt werden; siehe Maschinenparameter 7295.

Wenn das Bezugspunkt-Setzen für alle Achsen gesperrt ist, dann zeigt die TNC den Softkey DATUM SET in der Betriebsart MANUELLER BETRIEB nicht mehr an.

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



Positionen im ungeschwenkten Koordinaten-System bei geschwenkter Bearbeitungsebene anfahren: M130

Standardverhalten bei geschwenkter Bearbeitungsebene

Koordinaten in Positionier-Sätzen bezieht die TNC auf das geschwenkte Koordinatensystem.

Verhalten mit M130

Koordinaten in **Geraden-Sätzen** bezieht die TNC bei aktiver, geschwenkter Bearbeitungsebene auf das ungeschwenkte Koordinatensystem

Die TNC positioniert dann das (geschwenkte) Werkzeug auf die programmierte Koordinate des ungeschwenkten Systems.

Wirkung

M130 wirkt nur in Geraden-Sätzen ohne Werkzeug-Radiuskorrektur und in den Programmsätzen, in denen M130 programmiert ist.

7.4 Zusatz-Funktionen für das Bahnverhalten

Ecken verschleifen: M90

Standardverhalten

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

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

Verhalten mit M90

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

Anwendungsbeispiel: Flächen aus kurzen Geradenstücken.

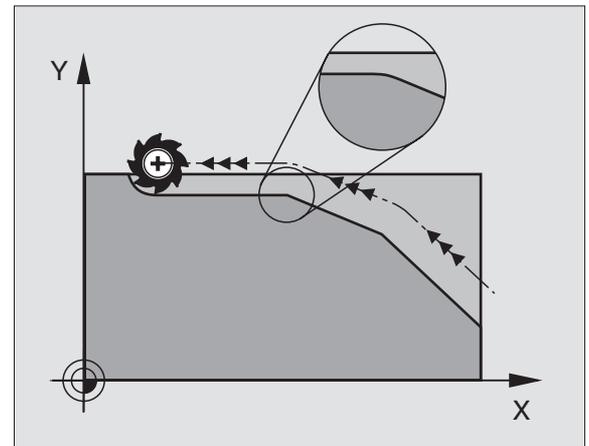
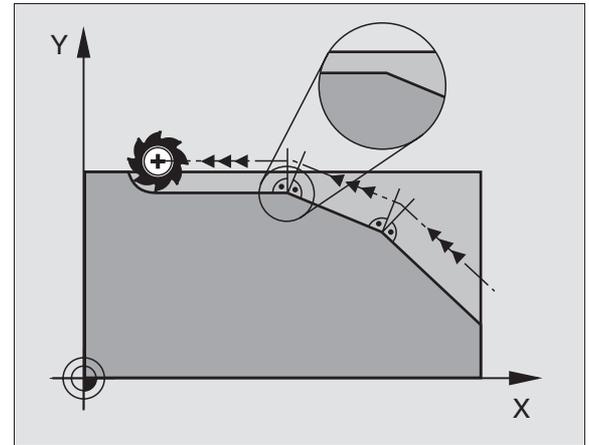
Wirkung

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

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



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



Definierten Rundungskreis zwischen Geradenstücken einfügen: M112

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.



M112 wird vom Maschinenhersteller an die Maschine angepasst. Maschinenhandbuch beachten!

Verhalten mit M112

Die TNC fügt zwischen **unkorrigierten Geradenstücken** Rundungskreise oder einen kubischen Spline ein (abhängig von Maschinenparameter 7680): Siehe Bild rechts. An Übergängen Kreis – Gerade bzw. Gerade – Kreis fügt die TNC keine Rundungskreise ein. Beim berechnen der einzufügenden Rundung berücksichtigt die TNC:

- die über T eingegebene zulässige Abweichung von der programmierten Kontur (wird keine zulässige Abweichung eingegeben, gilt die Eingabe „unendlich“)
- die Länge der beiden Geradenstücke, an deren Schnittpunkt der Rundungskreis eingefügt werden soll
- den programmierten Vorschub (Override-Stellung 150%) und die Kreisbeschleunigung (wird vom Maschinenhersteller über Maschinenparameter festgelegt)

Aus diesen Werten errechnet die TNC den Rundungskreis mit dem kleinstmöglichen Radius. Wenn der Bahnvorschub beim Abarbeiten für den berechneten Rundungskreis zu hoch ist, reduziert die TNC den Vorschub automatisch.

Die zulässige Abweichung T sollte kleiner sein als der verwendete Punktabstand.

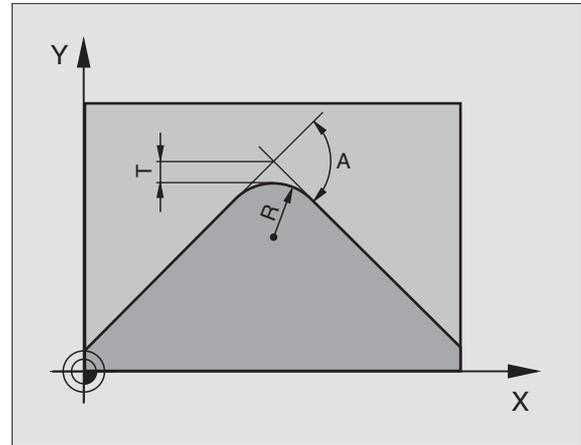
Grenzwinkel A

Wenn Sie einen Grenzwinkel A eingeben, dann berücksichtigt die TNC bei der Berechnung des Rundungskreises den programmierten Vorschub nur, wenn der Winkel der Richtungsänderung größer als der programmierte Grenzwinkel ist.

M112 eingeben in einem Positionier-Satz

Wenn Sie in einem Positionier-Satz M112 eingeben, dann führt die TNC den Dialog fort und erfragt die zulässige Abweichung T und den Grenzwinkel A.

T 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
```

Punkte bei der Berechnung des Rundungskreises mit M112 nicht berücksichtigen: M124**Standardverhalten**

Zur Berechnung des Rundungskreises zwischen Geradenstücken mit M112 berücksichtigt die TNC alle vorhandenen Punkte.

Verhalten mit M124

Besonders beim Abarbeiten von digitalisierten 3D-Formen kommt es vor, daß bei großen Richtungsänderungen der Punktabstand für einen Rundungskreis mit M112 zu eng wird. Solche Punkte filtert die Funktion M124 heraus. Dazu programmieren Sie M124 und geben über den Parameter T einen minimalen Punktabstand ein. T kleiner oder gleich (T/2) aus M112 eingeben.

Wenn der Abstand zweier Punkte geringer als der eingegebene Wert ist, dann berücksichtigt die TNC bei der Berechnung des Rundungskreises **nicht** den zweiten Punkt, sondern den **nächsten** Punkt.

M124 eingeben

Wenn Sie in einem Positionier-Satz M124 eingeben, 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 und nur wenn M112 aktiv ist. M124 und M112 setzen Sie mit M113 zurück.

NC-Beispielsatz

```
L X+123.723 Y+25.491 R0 F800 M124 T0.005
```

Ruckverminderung beim Ändern der Verfahrrichtung: M132

Standardverhalten

Bei jeder Änderung der Verfahrgeschwindigkeit entsteht ein „Ruck.“ Ein Ruck erzeugt auf der Werkstück-Oberfläche geringfügige Unregelmäßigkeiten.

Verhalten mit M132

Die TNC verringert bei Änderungen der Verfahrgeschwindigkeit den Ruck. **Beliebige Konturübergänge** werden dadurch geglättet, die Werkstück-Oberfläche wird regelmäßiger. Hinter M132 können Sie einen Faktor eingeben (max. 99), mit dem die TNC die Glättung vergrößert. Je größer der eingegebene Faktor ist, desto besser wird die Glättung, desto größer wird jedoch auch die Konturabweichung. Empfehlung: P gleich 10 eingeben.

Wirkung

M132 wird wirksam am Satz-Anfang.
M132 aufheben: M133 programmieren

NC-Beispielsatz

```
13 L X ... Y ... R.. F .. M132 P10
```

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 Mitte.

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

Verhalten mit M97

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

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

Wirkung

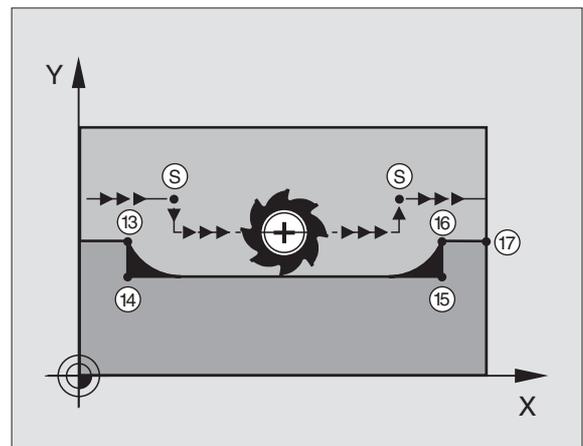
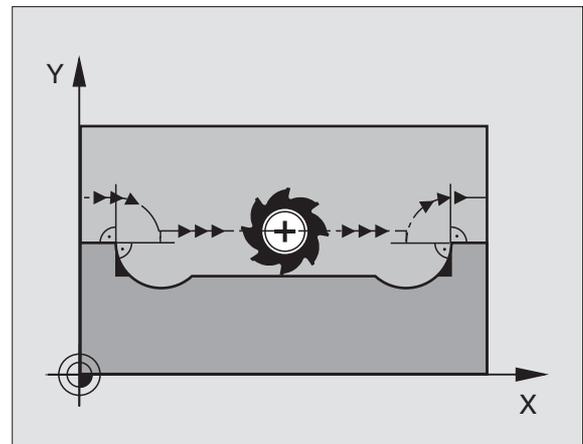
M97 wirkt nur in dem Programmsatz, in dem M97 programmiert ist.



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

NC-Beispielsätze

Siehe nächste Seite.



| | | |
|-----|----------------------------|-----------------------------------------|
| 5 | TOOL DEF L ... R+20 | Großer Werkzeug-Radius |
| ... | | |
| 13 | L X ... Y ... R.. F .. M97 | Konturpunkt 13 anfahren |
| 14 | L IY-0,5 R .. F.. | Kleine Konturstufe 13 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.

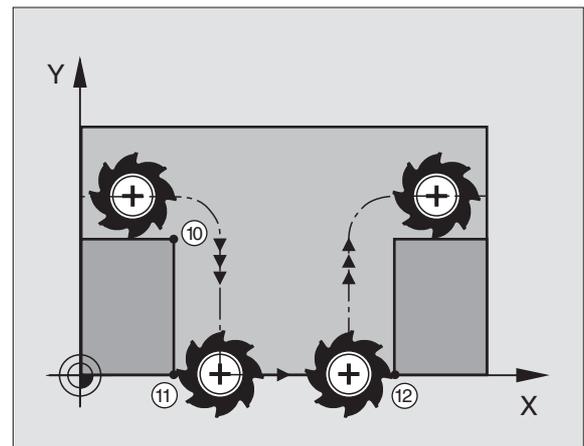
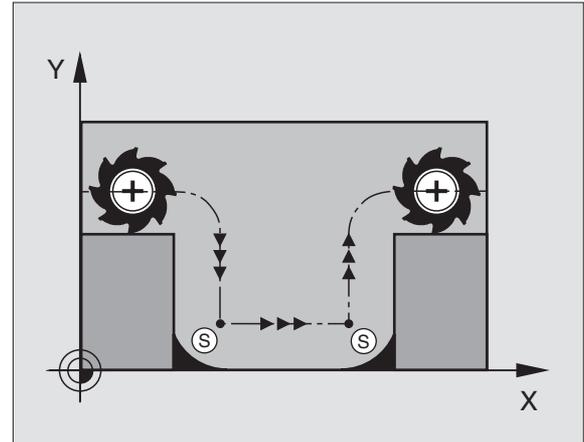
Verhalten mit M103

Die TNC reduziert den Bahnvorschub, wenn das Werkzeug in negativer Richtung der Werkzeugachse fährt. 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 M103 eingeben, 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 |



M103 aktivieren Sie mit Maschinenparameter 7440; siehe „15.1 Allgemeine Anwenderparameter“

Vorschubgeschwindigkeit bei Kreisbögen: 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 von Kreisbögen an der Werkzeug-Schneide konstant.

Verhalten bei Kreisbögen mit M110

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

Wirkung

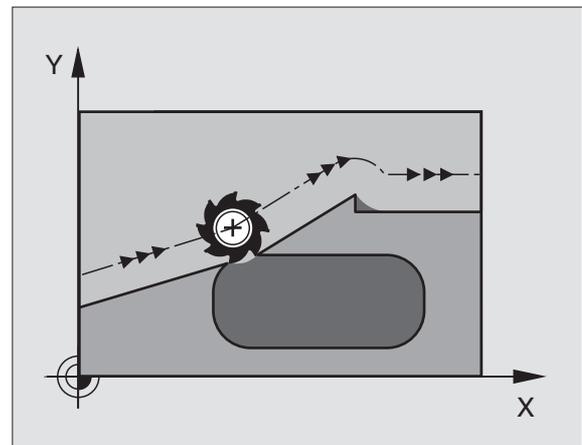
M109 und M110 werden wirksam am Satz-Anfang.
M109 und M110 setzen Sie mit M111 zurück.

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 Programmlauf und zeigt eine Fehlermeldung. M97 (siehe „Kleine Konturstufen bearbeiten: M97“) verhindert die Fehlermeldung, aber führt zu einer Freischneidemarkierung und verschiebt zusätzlich die Ecke.

Bei Hinterschneidungen 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. 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. Siehe Bild rechts.

Eingabe

Wenn Sie in einem Positionier-Satz M120 eingeben, dann führt die TNC den Dialog für diesen Satz fort und erfragt die Anzahl der vorzuberechnenden Sätze LA.

M120 ist nicht mehr eingebbar, wenn die Radiuskorrektur aktiv ist.

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.

Einschränkungen

- Den Wiedereintritt in eine Kontur nach Extern/Intern Stop dürfen Sie nur mit der Funktion RESTORE POS AT N durchführen
- Wenn Sie die Bahnfunktionen RND und CHF verwenden, dürfen die Sätze vor und hinter RND bzw. CHF nur Koordinaten der Bearbeitungsebene enthalten
- Wenn Sie die Kontur tangential anfahren, müssen Sie die Funktion APPR LCT verwenden; der Satz mit APPR LCT darf nur Koordinaten der Bearbeitungsebene enthalten
- Wenn Sie die Kontur tangential verlassen, müssen Sie die Funktion DEP LCT verwenden; der Satz mit DEP LCT darf nur Koordinaten der Bearbeitungsebene enthalten

Handrad-Positionierung während des Programmlaufs überlagern: M118**Standardverhalten**

Die TNC fährt das Werkzeug in den Programmlauf-Betriebsarten wie im Bearbeitungs-Programm festgelegt.

Verhalten mit M118

Mit M118 können Sie während des Programmlaufs manuelle Korrekturen mit dem Handrad durchführen. Dazu programmieren Sie M118 und geben einen achsspezifischen Wert X, Y und Z in mm ein.

M118 eingeben

Wenn Sie in einem Positionier-Satz M118 eingeben, dann führt die TNC den Dialog fort und erfragt die achsspezifischen Werte. Benutzen Sie die orangefarbenen Achstasten zur Koordinateneingabe.

Wirkung

Die Handrad-Positionierung heben Sie auf, indem Sie M118 ohne X, Y und Z erneut programmieren.

M118 wird wirksam am Satz-Anfang.

NC-Beispielsatz

Während des Programmlaufs soll mit dem Handrad in der Bearbeitungsebene X/Y um ± 1 mm vom programmierten Wert verfahren werden können:

```
L X+0 Y+38,5 RL F125 M118 X1 Y1
```



M118 wirkt immer im Original-Koordinatensystem, auch wenn die Funktion Bearbeitungsebene schwenken aktiv ist!

M118 wirkt auch in der Betriebsart POSITIONIEREN MIT HANDEINGABE!

Wenn M118 aktiv ist, steht bei einer Programm-Unterbrechung die Funktion MANUAL OPERATION nicht zur Verfügung!

7.5 Zusatz-Funktionen für Drehachsen**Vorschub in mm/min bei Drehachsen A, B, C: M116****Standardverhalten**

Die TNC interpretiert den programmierten Vorschub bei einer Drehachse in Grad/min. Der Bahnvorschub ist also abhängig von der Entfernung des Werkzeugmittelpunktes zum Drehachsen-Zentrum.

Je größer diese Entfernung wird, desto größer wird der Bahnvorschub.

Vorschub in mm/min bei Drehachsen mit M116

Die Maschinengeometrie muß vom Maschinenhersteller in den Maschinen-Parametern 7510 und folgenden festgelegt sein.

Die TNC interpretiert den programmierten Vorschub bei einer Drehachse in mm/min. Dabei berechnet die TNC jeweils am **Satz-Anfang** den Vorschub für diesen Satz. Der Vorschub ändert sich nicht, während der Satz abgearbeitet wird, auch wenn sich das Werkzeug auf das Drehachsen-Zentrum zubewegt.

Wirkung

M116 wirkt in der Bearbeitungsebene

Mit M117 setzen Sie M116 zurück; am Programm-Ende wird M116 ebenfalls unwirksam.

M116 wird wirksam am Satz-Anfang.

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°

Programmierter Winkelwert: 180°

Tatsächlicher Fahrweg: –358°

Verhalten mit M94

Die TNC reduziert am Satzanfang den aktuellen Winkelwert auf einen Wert unter 360° und fährt anschließend auf den programmierten Wert. Sind mehrere Drehachsen aktiv, reduziert M94 die Anzeige aller Drehachsen. Alternativ können Sie hinter M94 eine Drehachse eingeben. Die TNC reduziert dann nur die Anzeige dieser Achse.

NC-Beispielsätze

Siehe nächste Seite.

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° |

Anzeigewerte aller aktiven Drehachsen reduzieren:

L M94

Nur Anzeigewert der C-Achse reduzieren:

L M94 C

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.

Automatische Korrektur der Maschinengeometrie beim Arbeiten mit Schwenkachsen: M114

Standardverhalten

Die TNC fährt das Werkzeug auf die im Bearbeitungs-Programm festgelegten Positionen. Bei einer Positionierung mit Schwenkachsen muß ein Postprozessor den Versatz des Werkzeugs berücksichtigen.

Verhalten mit M114

Die TNC kompensiert den Versatz des Werkzeugs mit einer 3D-Längenkorrektur. Die Radiuskorrektur muß vom CAD-System bzw. vom Postprozessor berücksichtigt werden. Eine programmierte Radiuskorrektur RL/RR führt zur Fehlermeldung „NICHT ERLAUBTER NC-SATZ“.

Das Bild rechts zeigt den Versatz des Werkzeug-Bezugspunktes beim Schwenken.

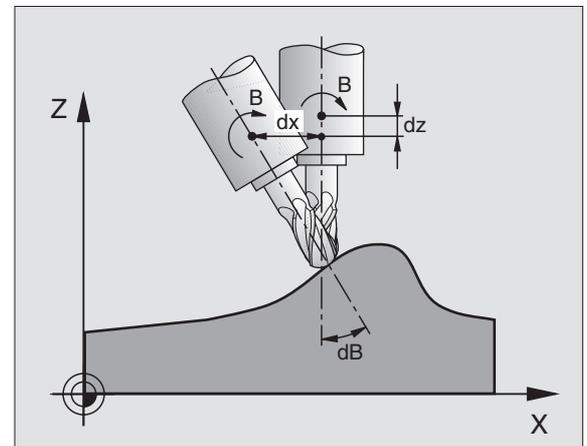
Wenn ein NC-Programm durch einen Postprozessor erstellt wird, dann muß die Maschinengeometrie nicht berücksichtigt werden.

Wenn die TNC die Werkzeug-Längenkorrektur vornimmt, dann bezieht sich der programmierte Vorschub auf die Werkzeugspitze, sonst auf den Werkzeug-Bezugspunkt.



Wenn Ihre Maschine einen gesteuerten Schwenkkopf hat, können Sie den Programmlauf unterbrechen und die Stellung der Schwenkachse verändern (z.B. mit dem Handrad).

Mit der Funktion RESTORE POS. AT N können Sie das Bearbeitungs-Programm an der Unterbrechungsstelle fortführen. Die TNC berücksichtigt automatisch die neue Stellung der Schwenkachse.



Wirkung

M114 wird wirksam am Satz-Anfang, M115 am Satz-Ende.

M114 setzen Sie mit M115 zurück. Am Programm-Ende wird M114 ebenfalls unwirksam.



Die Maschinengeometrie muß vom Maschinenhersteller in den Maschinenparametern 7510 und folgenden festgelegt sein.

7.6 Zusatz-Funktionen für Laser-Schneidmaschinen

Zum Steuern der Laserleistung gibt die TNC über den S-Analog-Ausgang Spannungswerte aus. Mit den M-Funktionen M200 bis M204 können Sie während des Programmlaufs die Laserleistung beeinflussen.

Zusatz-Funktionen für Laser-Schneidmaschinen eingeben

Wenn Sie in einem Positionier-Satz eine M-Funktion für Laser-Schneidmaschinen eingeben, dann führt die TNC den Dialog fort und erfragt die jeweiligen Parameter der Zusatz-Funktion.

Alle Zusatz-Funktionen für Laser-Schneidmaschinen werden wirksam am Satz-Anfang.

Programmierte Spannung direkt ausgeben: M200

Die TNC gibt den hinter M200 programmierten Wert als Spannung V aus.

Eingabebereich: 0 bis 9.999 V

Wirkung

M200 wirkt solange, bis über M200, M201, M202, M203 oder M204 eine neue Spannung ausgegeben wird.

Spannung als Funktion der Strecke: M201

M201 gibt die Spannung abhängig vom zurückgelegten Weg aus. Die TNC erhöht oder verringert die aktuelle Spannung linear auf den programmierten Wert V.

Eingabebereich: 0 bis 9.999 V

Wirkung

M201 wirkt solange, bis über M200, M201, M202, M203 oder M204 eine neue Spannung ausgegeben wird.

Spannung als Funktion der Geschwindigkeit: M202

Die TNC gibt die Spannung als Funktion der Geschwindigkeit aus. Der Maschinenhersteller legt in Maschinenparametern bis zu drei Kennlinien FNR fest, in denen Vorschub-Geschwindigkeiten Spannungen zugeordnet werden. Mit M202 wählen Sie die Kennlinie FNR., aus der die TNC die auszugebende Spannung ermittelt.

Eingabebereich: 1 bis 3

Wirkung

M202 wirkt solange, bis über M200, M201, M202, M203 oder M204 eine neue Spannung ausgegeben wird.

Spannung als Funktion der Zeit ausgeben (zeitabhängige Rampe): M203

Die TNC gibt die Spannung V als Funktion der Zeit TIME aus. Die TNC erhöht oder verringert die aktuelle Spannung linear in einer programmierten Zeit TIME auf den programmierten Spannungswert V.

Eingabebereich

Spannung V: 0 bis 9.999 Volt

Zeit TIME: 0 bis 1.999 Sekunden

Wirkung

M203 wirkt solange, bis über M200, M201, M202, M203 oder M204 eine neue Spannung ausgegeben wird.

Spannung als Funktion der Zeit ausgeben (zeitabhängiger Puls): M204

Die TNC gibt eine programmierte Spannung als Puls mit einer programmierten Dauer TIME aus.

Eingabebereich

Spannung V: 0 bis 9.999 Volt

Zeit TIME: 0 bis 1.999 Sekunden

Wirkung

M204 wirkt solange bis über M200, M201, M202, M203 oder M204 eine neue Spannung ausgegeben wird.



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

- ▶ 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 | ABST 2 |
| CYCL DEF 1.2 | TIEFE -30 |
| CYCL DEF 1.3 | ZUSTLG 5 |
| CYCL DEF 1.4 | V.ZEIT 1 |
| CYCL DEF 1.5 | F 150 |

| Zyklus-Gruppe | Softkey |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Zyklen zum Tiefbohren, Reiben, Ausdrehen, Gewindebohren und Gewindeschneiden | DRILL ING |
| Zyklen zum Fräsen von Taschen, Zapfen und Nuten | POCKETS/ ISLANDS |
| Zyklen zur Herstellung von Punkte-mustern, z.B. Lochkreis od. Lochfläche | PATTERN |
| SL-Zyklen (Subcontur-List), mit denen aufwendigere Konturen konturparallel bearbeitet werden, die sich aus mehreren überlagerten Teilkonturen zusammensetzen, Zylindermantel-Interpolation | SL II |
| Zyklen zum Abzeilen ebener oder in sich verwundener Flächen | MULTIPASS MILLING |
| Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung, mit denen beliebige Konturen verschoben, gedreht, gespiegelt, vergrößert und verkleinert werden | COORD. TRANSF. |
| Sonder-Zyklen Verweilzeit, Programm-Aufruf, Spindel-Orientierung | SPECIAL CYCLES |



Wenn Sie bei Bearbeitungszyklen mit Nummern größer 200 indirekte Parameter-Zuweisungen (z.B. Q210 = Q1) verwenden, wird eine Änderung des zugewiesenen Parameters (z.B. Q1) nach der Zyklus-Definition nicht wirksam. Definieren Sie in solchen Fällen den Zyklusparameter (z.B. Q210) direkt.

Um die Bearbeitungszyklen 1 bis 17 auch auf älteren TNC-Bahnsteuerungen abarbeiten zu können, müssen Sie beim Sicherheits-Abstand und bei der Zustell-Tiefe zusätzlich ein negatives Vorzeichen programmieren.

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 Bearbeitungsprogramm. Diese Zyklen können und dürfen Sie nicht aufrufen:

- die Zyklen Punktemuster auf Kreis und Punktemuster auf Linien
- den SL-Zyklus KONTUR
- den SL-Zyklus KONTUR-DATEN
- 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
- ▶ Zusatz-Funktion M eingeben, z.B. für Kühlmittel

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

Um die Wirkung von M89 aufzuheben, programmieren Sie

- M99 oder
- CYCL CALL oder
- CYCL DEF

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 TASCHENFRAESEN für die Taschenmaße direkt Zusatzachsen programmieren
- Wenn bei SL-Zyklen Zusatzachsen im Kontur-Unterprogramm programmiert sind

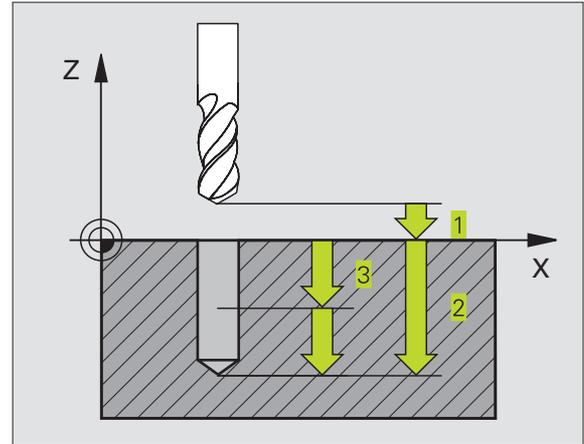
8.2 Bohrzyklen

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

| Zyklus | Softkey |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 TIEFBOHREN Ohne automatische Vorpositionierung |  |
| 200 BOHREN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand |  |
| 201 REIBEN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand |  |
| 202 AUDREHEN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand |  |
| 203 UNIVERSAL-BOHREN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand, Spanbruch, Degression |  |
| 2 GEWINDEBOHREN Mit Ausgleichsfutter |  |
| 17 GEWINDEBOHREN GS Ohne Ausgleichsfutter |  |
| 18 GEWINDESCHNEIDEN |  |

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

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 0,2 mm 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**

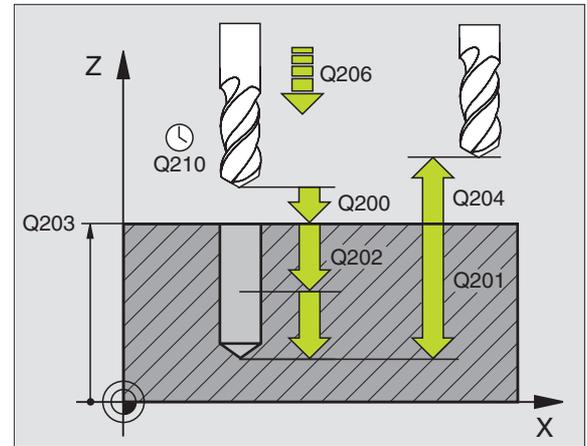
Positionier-Satz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit RADIUSKORREKTUR R0 programmieren.

Das Vorzeichen des Parameters TIEFE legt die Arbeitsrichtung fest.



- ▶ SICHERHEITS-ABSTAND Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche; Wert positiv eingeben
- ▶ TIEFE Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Bohrungsgrund (Spitze des Bohrkegels)
- ▶ VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG Q206: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Bohren in mm/min
- ▶ ZUSTELL-TIEFE Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Die TNC fährt in einem Arbeitsgang auf die TIEFE wenn:
 - ZUSTELL-TIEFE und TIEFE gleich sind
 - die ZUSTELL-TIEFE größer als die TIEFE ist

Die TIEFE muß kein Vielfaches der ZUSTELL-TIEFE sein
- ▶ VERWEILZEIT OBEN Q210: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug auf dem SICHERHEITS-ABSTAND verweilt, nachdem es die TNC zum Entspannen aus der Bohrung herausgefahren hat



- ▶ KOORD. WERKSTUECK-OBERFLAECHE Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ 2. SICHERHEITS-ABSTAND Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann

REIBEN (Zyklus 201)

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



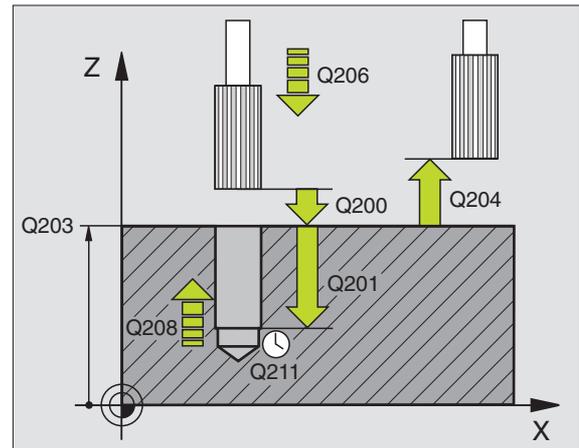
Beachten Sie vor dem Programmieren

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

Das Vorzeichen des Parameters TIEFE legt die Arbeitsrichtung fest.



- ▶ SICHERHEITS-ABSTAND Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche
- ▶ TIEFE Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Bohrungsgrund
- ▶ VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG Q206: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Reiben in mm/min
- ▶ VERWEILZEIT UNTEN Q211: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt
- ▶ VORSCHUB RUECKZUG Q208: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Herausfahren aus der Bohrung in mm/min. Wenn Sie Q208 = 0 eingeben, dann gilt VORSCHUB REIBEN
- ▶ KOORD. WERKSTUECK-OBERFLAECHE Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ 2. SICHERHEITS-ABSTAND Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann



AUSDREHEN (Zyklus 202)

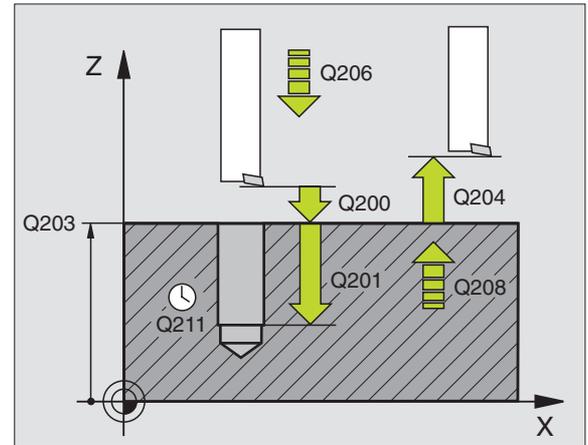
Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller für den Zyklus 202 vorbereitet sein.

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang FMAX auf den SICHERHEITS-ABSTAND über der Werkstück-Oberfläche
- 2 Das Werkzeug bohrt mit dem BOHRVORSCHUB bis zur TIEFE
- 3 Am Bohrungsgrund verweilt das Werkzeug – falls eingegeben – mit laufender Spindel zum Freischneiden
- 4 Anschließend führt die TNC eine Spindel-Orientierung auf die 0°-Position durch
- 5 Falls Freifahren gewählt ist, fährt die TNC in der eingegebenen Richtung 0,2 mm (fester Wert) frei
- 6 Anschließend fährt die TNC das Werkzeug im VORSCHUB RUECKZUG auf den SICHERHEITS-ABSTAND und von dort – falls eingegeben – mit FMAX auf den 2. SICHERHEITS-ABSTAND. Wenn Q214=0 erfolgt der Rückzug an der Bohrungswand

**Beachten Sie vor dem Programmieren**

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

Das Vorzeichen des Zyklusparameters TIEFE legt die Arbeitsrichtung fest.



- ▶ SICHERHEITS-ABSTAND Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche
- ▶ TIEFE Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Bohrungsgrund
- ▶ VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG Q206: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Ausdrehen in mm/min
- ▶ VERWEILZEIT UNTEN Q211: Zeit in Sekunden, in der das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt
- ▶ VORSCHUB RUECKZUG Q208: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Herausfahren aus der Bohrung in mm/min. Wenn Sie Q5=0 eingeben, dann gilt VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG
- ▶ KOORD. WERKSTUECK-OBERFLAECHE Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ 2. SICHERHEITS-ABSTAND Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann

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

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



Kollisionsgefahr!

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

UNIVERSAL-BOHREN (Zyklus 203)

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang FMAX auf den eingegebenen SICHERHEITS-ABSTAND über der Werkstück-Oberfläche
- 2 Das Werkzeug bohrt mit dem eingegebenen VORSCHUB F bis zur ersten ZUSTELL-TIEFE
- 3 Falls Spanbruch eingegeben, fährt die TNC das Werkzeug um den Sicherheits-Abstand zurück. Wenn Sie ohne Spanbruch arbeiten, dann fährt die TNC das Werkzeug mit dem Vorschub Rückzug – falls eingegeben – 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 RUECKZUG 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

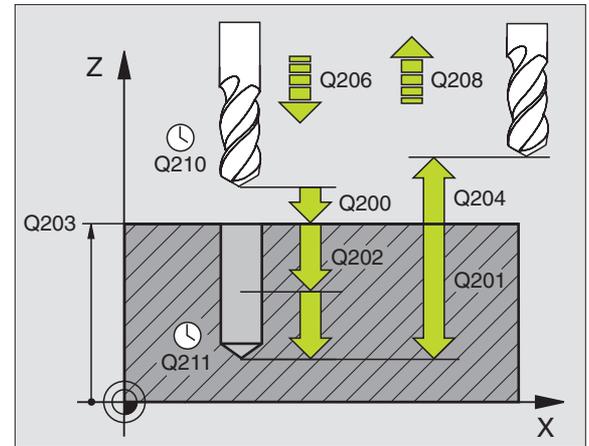
Positionier-Satz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit RADIUSKORREKTUR R0 programmieren.

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. WERKSTUECK-OBERFLAECHE 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. SPANBRUECHE BIS RUECKZUG 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 Sicherheitsabstand 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 RUECKZUG Q208: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Herausfahren aus der Bohrung in mm/min. Wenn Sie Q208=0 eingeben, dann fährt TNC mit Vorschub Q206 heraus



GEWINDEBOHREN mit Ausgleichsfutter (Zyklus 2)

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



Beachten Sie vor dem Programmieren

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

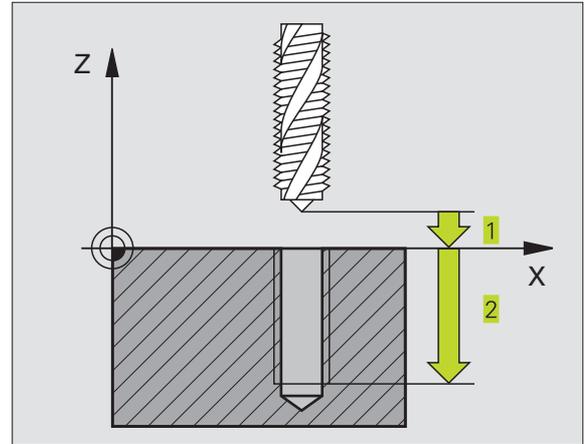
Positionier-Satz auf den Startpunkt in der Spindelachse (SICHERHEITS-ABSTAND über Werkstück-Oberfläche) programmieren.

Das Vorzeichen des Parameters TIEFE legt die Arbeitsrichtung fest.

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

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

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



- ▶ SICHERHEITS-ABSTAND **1** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze (Startposition) und Werkstück-Oberfläche; Richtwert: 4x Gewindesteigung
- ▶ BOHRTIEFE **2** (Gewindelänge, inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewindeende
- ▶ VERWEILZEIT IN SEKUNDEN: Wert zwischen 0 und 0,5 Sekunden eingeben, um ein Verkeilen des Werkzeugs beim Rückzug zu vermeiden
- ▶ VORSCHUB F: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Gewindebohren

Vorschub ermitteln: $F = S \times p$

F: Vorschub mm/min)

S: Spindel-Drehzahl (U/min)

p: Gewindesteigung (mm)

Freifahren bei Programm-Unterbrechung

Wenn Sie während des Gewindebohrens die externe Stop-Taste drücken, zeigt die TNC einen Softkey an, mit dem Sie das Werkzeug freifahren können.

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 Zyklus-Aufruf auf die 0°-Position ausrichtet (abhängig von Maschinenparameter 7160)
- Größerer Verfahrbereich 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

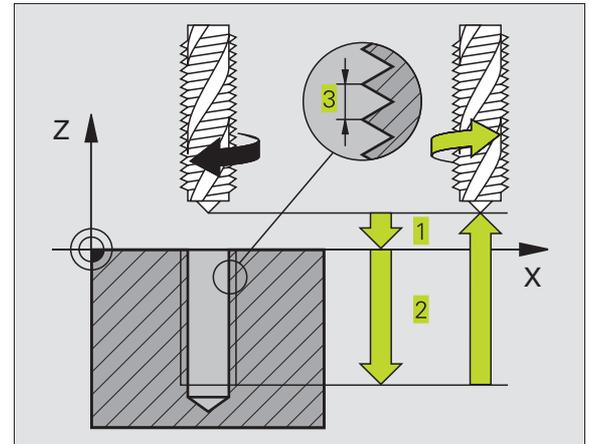
Der Drehknopf für den Vorschub-Override ist nicht aktiv.



- ▶ 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

Freifahren bei Programm-Unterbrechung

Wenn Sie während des Gewindebohrens die externe Stop-Taste drücken, zeigt die TNC den Softkey MANUAL OPERATION an. Wenn Sie MANUAL OPERATION drücken, können Sie das Werkzeug gesteuert freifahren. Drücken Sie dazu die positive Achsrichtungstaste der aktiven Spindelachse.



GEWINDESCHNEIDEN (Zyklus 18)



Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller für das Gewindeschneiden vorbereitet sein.

Zyklus 18 GEWINDESCHNEIDEN fährt das Werkzeug mit geregelter Spindel von der aktuellen Position mit der aktiven Drehzahl auf die TIEFE. Am Bohrungsgrund erfolgt ein Spindel-Stop. An- und Wegfahrbewegungen müssen Sie separat eingeben – am besten in einem Hersteller-Zyklus. Ihr Maschinenhersteller erteilt Ihnen hierzu nähere Informationen.



Beachten Sie vor dem Programmieren

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

Der Drehknopf für den Vorschub-Override ist nicht aktiv.

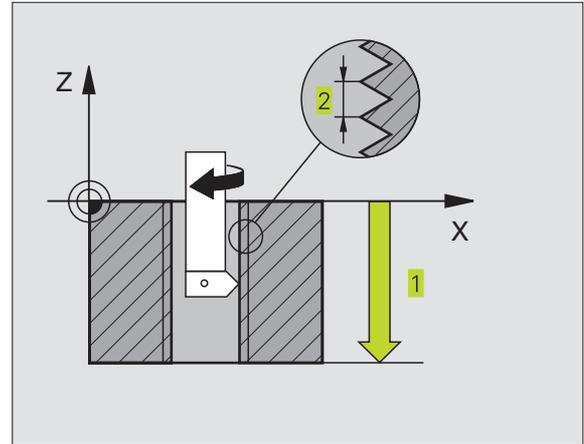
Die TNC schaltet die Spindel automatisch Ein und Aus.
Vor dem Zyklus-Aufruf nicht M3 oder M4 programmieren.



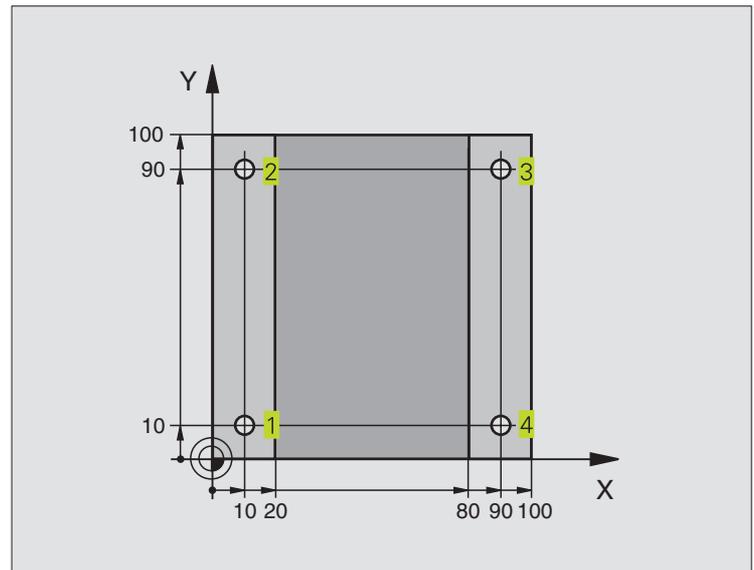
- ▶ BOHRTIEFE **1**: Abstand zwischen aktueller Werkzeug-Position und Gewindeende

Das Vorzeichen der BOHRTIEFE legt die Arbeitsrichtung fest („-“ entspricht negativer Richtung in der Spindelachse)

- ▶ Gewindesteigung **2**:
Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- und Linksgewinde fest:
+ = Rechtsgewinde (M3 bei negativer BOHRTIEFE)
- = Linksgewinde (M4 bei negativer BOHRTIEFE)



Beispiel: Bohrzyklen

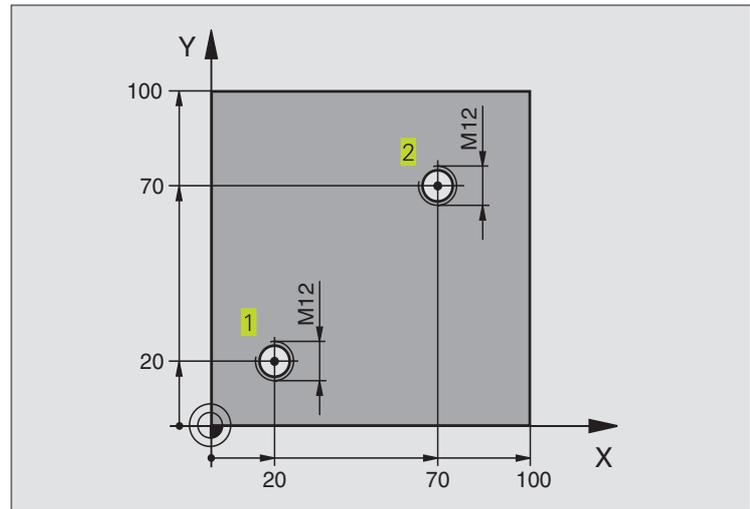


| | | |
|----|------------------------------|-----------------------------------------|
| 0 | BEGIN PGM C200 MM | |
| 1 | BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20 | Rohteil-Definition |
| 2 | BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0 | |
| 3 | TOOL DEF 1 L+0 R+3 | Werkzeug-Definition |
| 4 | TOOL CALL 1 Z S4500 | Werkzeug-Aufruf |
| 5 | L Z+250 R0 F MAX | Werkzeug freifahren |
| 6 | CYCL DEF 200 BOHREN | Zyklus-Definition |
| | Q200=2 ;SICHERHEITSABST. | |
| | Q201=-15 ;TIEFE | |
| | Q206=250 ;F TIEFENZUST. | |
| | Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE | |
| | Q210=0 ;V.-ZEIT OBEN | |
| | Q203=-10 ;KOOR. OBERFL. | |
| | Q204=20 ;2. S.-ABSTAND | |
| 7 | L X+10 Y+10 R0 F MAX M3 | Bohrung 1 anfahren, Spindel einschalten |
| 8 | CYCL CALL | Zyklus-Aufruf |
| 9 | L Y+90 R0 F MAX M99 | Bohrung 2 anfahren, Zyklus-Aufruf |
| 10 | L X+90 R0 F MAX M99 | Bohrung 3 anfahren, Zyklus-Aufruf |
| 11 | L Y+10 R0 F MAX M99 | Bohrung 4 anfahren, Zyklus-Aufruf |
| 12 | L Z+250 R0 F MAX M2 | Werkzeug freifahren, Programm-Ende |
| 13 | END PGM C200 MM | |

Beispiel: Bohrzyklen

Programm-Ablauf

- Bohrzyklus programmieren im Hauptprogramm
- Bearbeitung programmieren im Unterprogramm (siehe „9 Programmieren: Unterprogramme und Programmteil-Wiederholung“)



| | | |
|----|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 | BEGIN PGM C18 MM | |
| 1 | BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20 | Rohteil-Definition |
| 2 | BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0 | |
| 3 | T00L DEF 1 L+0 R+6 | Werkzeug-Definition |
| 4 | T00L CALL 1 Z S100 | Werkzeug-Aufruf |
| 5 | L Z+250 RO F MAX | Werkzeug freifahren |
| 6 | CYCL DEF 18.0 GEWINDESCHNEIDEN | Zyklus-Definition Gewindeschneiden |
| 7 | CYCL DEF 18.1 TIEFE +30 | |
| 8 | CYCL DEF 18.2 STEIG -1,75 | |
| 9 | L X+20 Y+20 RO F MAX | Bohrung 1 anfahren |
| 10 | CALL LBL 1 | Unterprogramm 1 rufen |
| 11 | L X+70 Y+70 RO F MAX | Bohrung 2 anfahren |
| 12 | CALL LBL 1 | Unterprogramm 1 rufen |
| 13 | L Z+250 RO F MAX M2 | Werkzeug freifahren, Ende des Hauptprogramms |
| 14 | LBL 1 | Unterprogramm 1: Gewindeschneiden |
| 15 | CYCL DEF 13.0 ORIENTIERUNG | Spindel orientieren (wiederholtes Schneiden möglich) |
| 16 | CYCL DEF 13.1 WINKEL 0 | |
| 17 | L IX-2 RO F1000 | Werkzeug versetzen für kollisionsfreies Eintauchen (abhängig vom Kerndurchmesser und Werkzeug) |
| 18 | L Z+5 RO F MAX | Vorpositionieren Eilgang |
| 19 | L Z-30 RO F1000 | Auf Starttiefe fahren |
| 20 | L IX+2 | Werkzeug wieder auf Bohrungsmitte |
| 21 | CYCL CALL | Zyklus 18 aufrufen |
| 22 | L Z+5 RO F MAX | freifahren |
| 23 | LBL 0 | Ende Unterprogramm 1 |
| 24 | END PGM C18 MM | |

8.3 Zyklen zum Fräsen von Taschen, Zapfen und Nuten

| Zyklus | Softkey |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 TASCHENFRAESEN (rechteckförmig) Schrupp-Zyklus ohne automatische Vorpositionierung |  |
| 212 TASCHE SCHLICHTEN (rechteckförmig) Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand |  |
| 213 ZAPFEN SCHLICHTEN (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 KREISZAPFEN SCHLICHTEN 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 2), 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.

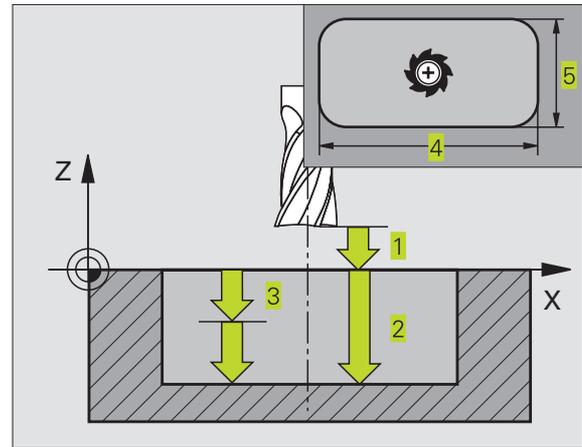
Das Vorzeichen des Parameters TIEFE legt die Arbeitsrichtung fest.

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

Für die 2. SEITENLÄNGE gilt folgende Bedingung:
2.SEITEN-LÄNGE größer als [(2 x RUNDUNGS-RADIUS) + Seitliche Zustellung k].



- ▶ SICHERHEITS-ABSTAND **1** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze (Startposition) und Werkstück-Oberfläche
- ▶ FRAESTIEFE **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-LAENGE **4**: Länge der Tasche, parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ 2. SEITEN-LAENGE **5**: Breite der Tasche
- ▶ VORSCHUB F: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs in der Bearbeitungsebene



- ▶ DREHUNG IM UHRZEIGERSINN
DR + : Gleichlauf-Fräsen bei M3
DR - : Gegenlauf-Fräsen bei M3
- ▶ RUNDUNGS-RADIUS: RADIUS für die Taschenecken
Für RADIUS = 0 ist der RUNDUNGS-RADIUS gleich dem Werkzeug-Radius

Berechnungen:

Seitliche Zustellung $k = K \times R$

K: Überlappungs-Faktor, in Maschinenparameter 7430 festgelegt

R: Radius des Fräfers

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)

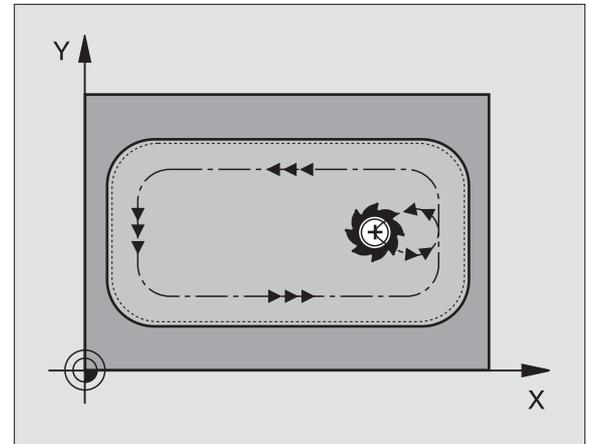


Beachten Sie vor dem Programmieren

Das Vorzeichen des Parameters TIEFE legt die Arbeitsrichtung fest.

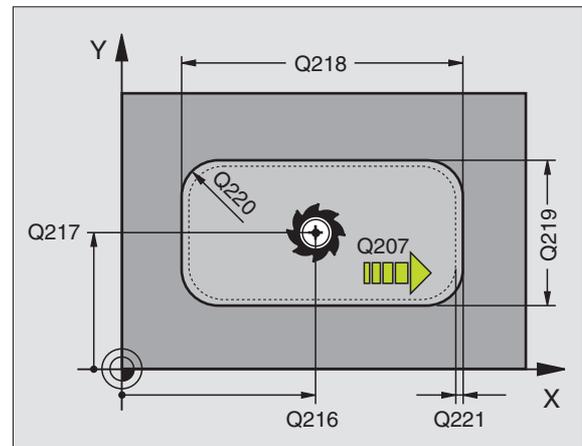
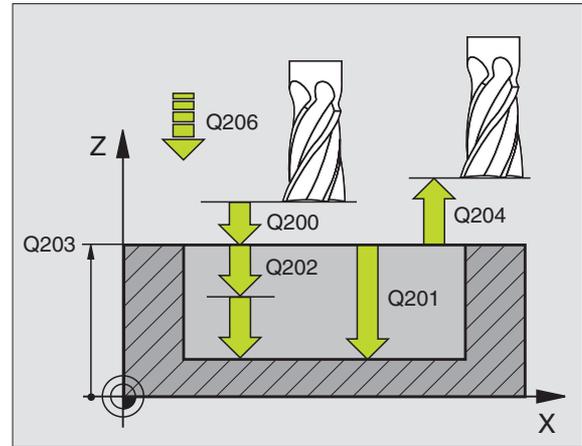
Wenn Sie die Tasche aus dem Vollen heraus schlichten wollen, dann verwenden Sie einen Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn (DIN 844) und geben einen kleinen VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG ein.

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 FRAESEN Q207: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- ▶ KOORD. WERKSTUECK-OBERFLAECHE 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. SEITENLAENGE Q218 (inkremental): Länge der Tasche, parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ 2. SEITENLAENGE 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



ZAPFEN SCHLICHTEN (Zyklus 213)

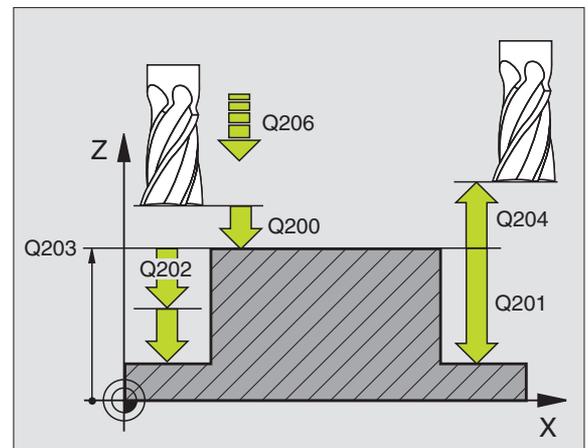
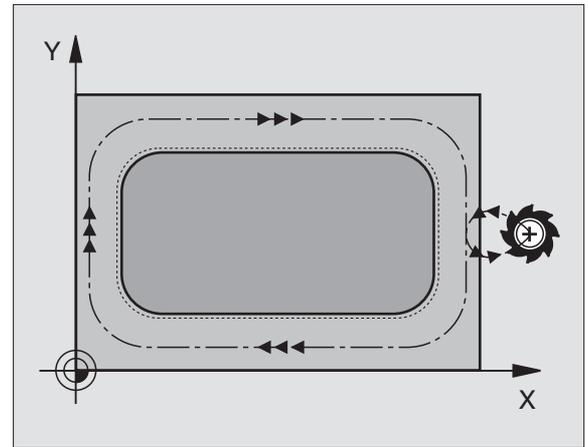
- 1 Die TNC fährt das Werkzeug in der Spindelachse auf den SICHERHEITS-ABSTAND, oder – falls eingegeben – auf den 2. SICHERHEITS-ABSTAND und anschließend in die Zapfenmitte
- 2 Von der Zapfenmitte aus fährt das Werkzeug in der Bearbeitungsebene auf den Startpunkt der Bearbeitung. Der Startpunkt liegt 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

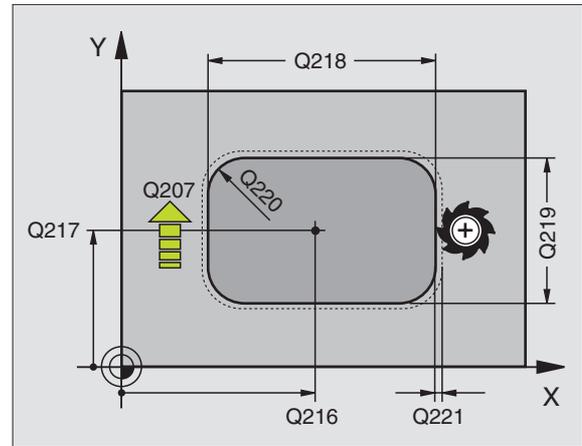
Das Vorzeichen des Parameters TIEFE legt die Arbeitsrichtung fest.

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 FRAESEN Q207: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- ▶ KOORD. WERKSTUECK-OBERFLAECHE 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-LAENGE Q218 (inkremental): Länge des Zapfens parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ 2. SEITEN-LAENGE 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



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



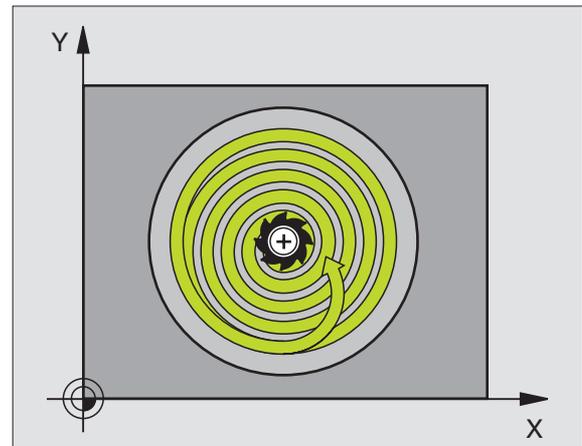
Beachten Sie vor dem Programmieren

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.

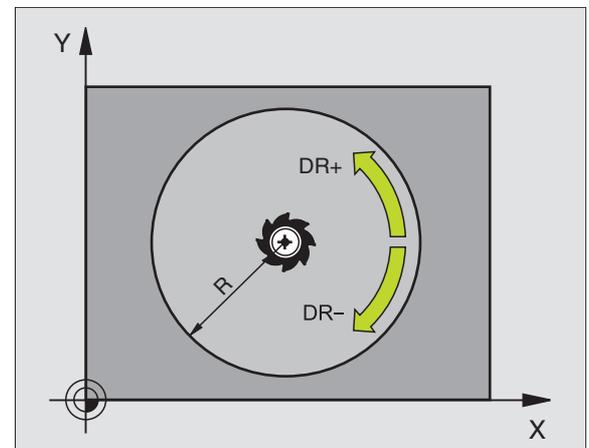
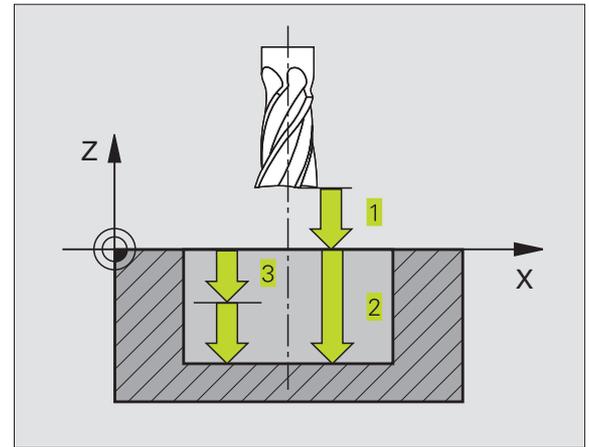
Das Vorzeichen des Parameters TIEFE legt die Arbeitsrichtung fest.

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
- ▶ FRAESTIEFE **2** (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Taschengrund
- ▶ ZUSTELL-TIEFE **3** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Die TNC fährt in einem Arbeitsgang auf die TIEFE wenn:
 - ZUSTELL-TIEFE und TIEFE gleich sind
 - die ZUSTELL-TIEFE größer als die TIEFE ist
- ▶ VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Einstechen
- ▶ KREISRADIUS: Radius der Kreistasche
- ▶ VORSCHUB F: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs in der Bearbeitungsebene
- ▶ DREHUNG IM UHRZEIGERSINN
 - DR + : Gleichlauf-Fräsen bei M3
 - DR - : Gegenlauf-Fräsen bei M3



KREISTASCHE SCHLICHTEN (Zyklus 214)

- 1 Die TNC fährt das Werkzeug automatisch in der Spindelachse auf den SICHERHEITS-ABSTAND, oder – falls eingegeben – auf den 2. SICHERHEITS-ABSTAND und anschließend in die Taschenmitte
- 2 Von der Taschenmitte aus fährt das Werkzeug in der Bearbeitungsebene auf den Startpunkt der Bearbeitung. Die TNC berücksichtigt für die Berechnung des Startpunkts den Rohteil-Durchmesser und den Werkzeug-Radius. Falls Sie den Rohteil-Durchmesser mit 0 eingeben, sticht die TNC in der Taschenmitte ein
- 3 Falls das Werkzeug auf dem 2. SICHERHEITS-ABSTAND steht, fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang FMAX auf den SICHERHEITS-ABSTAND und von dort mit dem VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG auf die erste ZUSTELL-TIEFE
- 4 Anschließend fährt das Werkzeug tangential an die Fertigteilkontur und fräst im Gleichlauf einen Umlauf
- 5 Danach fährt das Werkzeug tangential von der Kontur zurück zum Startpunkt in der Bearbeitungsebene
- 6 Dieser Vorgang (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 der Tasche (Endposition = Startposition)



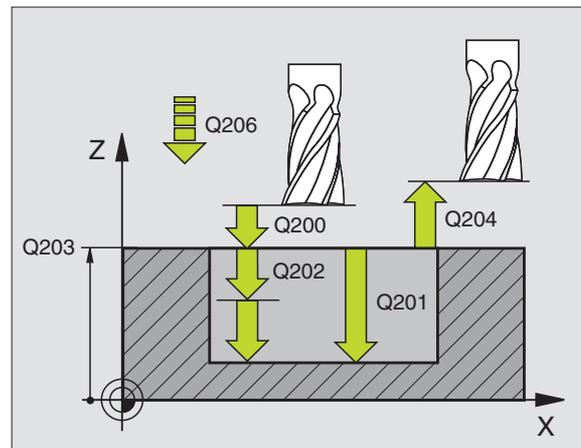
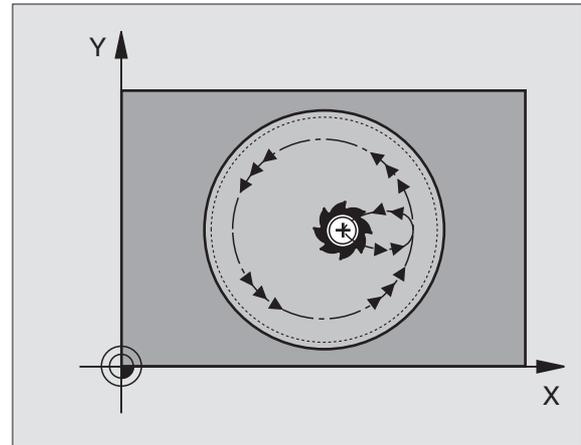
Beachten Sie vor dem Programmieren

Das Vorzeichen des Parameters TIEFE legt die Arbeitsrichtung fest.

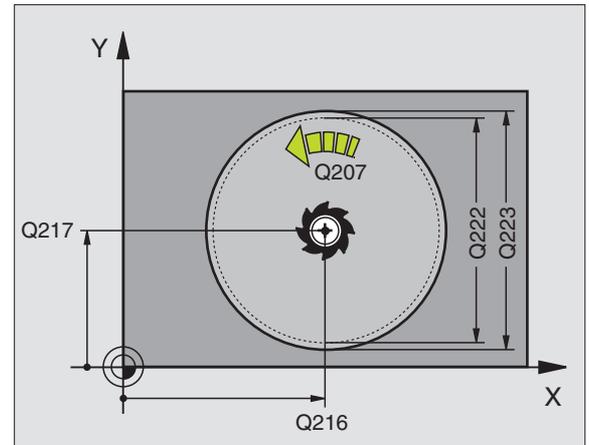
Wenn Sie die Tasche aus dem Vollen heraus schlichten wollen, dann verwenden Sie einen Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn (DIN 844) und geben einen kleinen VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG ein.



- ▶ SICHERHEITS-ABSTAND Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeuspitze 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 FRAESEN Q207: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min

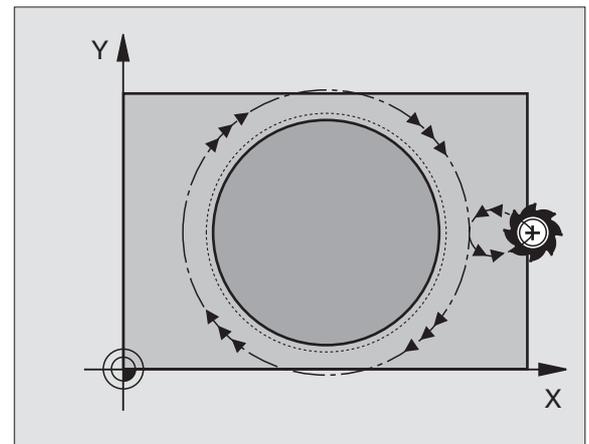


- ▶ KOORD. WERKSTUECK-OBERFLAECHE Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ 2. SICHERHEITS-ABSTAND Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- ▶ MITTE 1. ACHSE Q216 (absolut): Mitte der Tasche in der Hauptachse 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
- ▶ FERTIGTEIL-DURCHMESSER Q223: Durchmesser der fertig bearbeiteten Tasche; Fertigteil-Durchmesser größer als Rohteil-Durchmesser und größer als Werkzeug-Durchmesser eingeben



KREISZAPFEN SCHLICHTEN (Zyklus 215)

- 1 Die TNC fährt das Werkzeug automatisch in der Spindelachse auf den SICHERHEITS-ABSTAND, oder – falls eingegeben – auf den 2. SICHERHEITS-ABSTAND und anschließend in die Zapfenmitte
- 2 Von der Zapfenmitte aus fährt das Werkzeug in der Bearbeitungsebene auf den Startpunkt der Bearbeitung. Der Startpunkt liegt den ca 3,5-fachen Werkzeug-Radius rechts vom Zapfen
- 3 Falls das Werkzeug auf dem 2. SICHERHEITS-ABSTAND steht, fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang FMAX auf den SICHERHEITS-ABSTAND und von dort mit dem Vorschub TIEFEN-ZUSTELLUNG auf die erste ZUSTELL-TIEFE
- 4 Anschließend fährt das Werkzeug tangential an die Fertigteilkontur und fräst im Gleichlauf einen Umlauf
- 5 Danach fährt das Werkzeug tangential von der Kontur weg zurück zum Startpunkt in der Bearbeitungsebene
- 6 Dieser Vorgang (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 der Tasche (Endposition = Startposition)





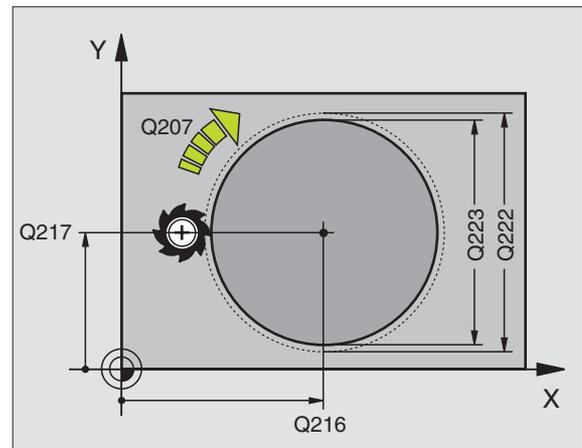
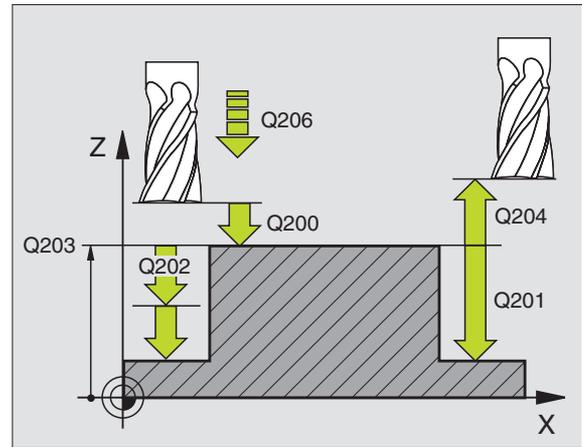
Beachten Sie vor dem Programmieren

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 FRAESEN Q207: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- ▶ KOORD. WERKSTUECK-OBERFLAECHE Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ 2. SICHERHEITS-ABSTAND Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- ▶ MITTE 1. ACHSE Q216 (absolut): Mitte des Zapfens in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ MITTE 2. ACHSE Q217 (absolut): Mitte des Zapfens in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ ROHTEIL-DURCHMESSER Q222: Durchmesser des vorbearbeiteten Zapfens; Rohteil-Durchmesser größer als Fertigteil-Durchmesser eingeben
- ▶ FERTIGTEIL-DURCHMESSER Q223: Durchmesser des fertig bearbeiteten Zapfens; Fertigteil-Durchmesser kleiner als Rohteil-Durchmesser eingeben



NUTENFRAESEN (Zyklus 3)

Schruppen

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

Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die programmierte FRAESTIEFE 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 RADIUS-KORREKTUR R0 programmieren.

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

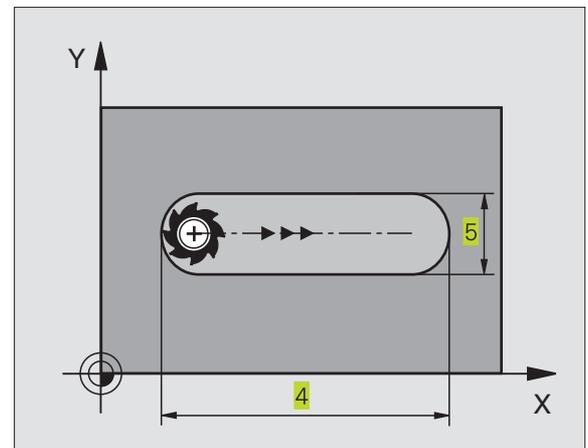
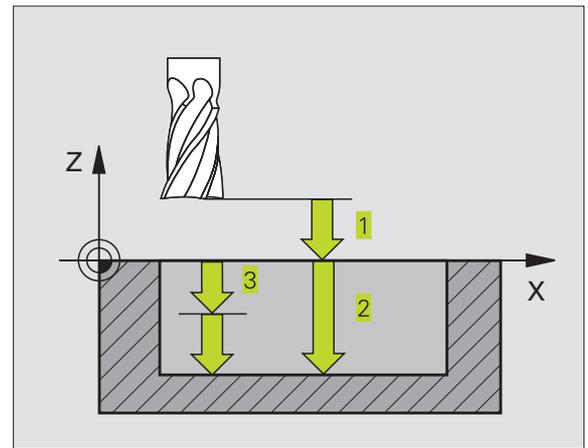
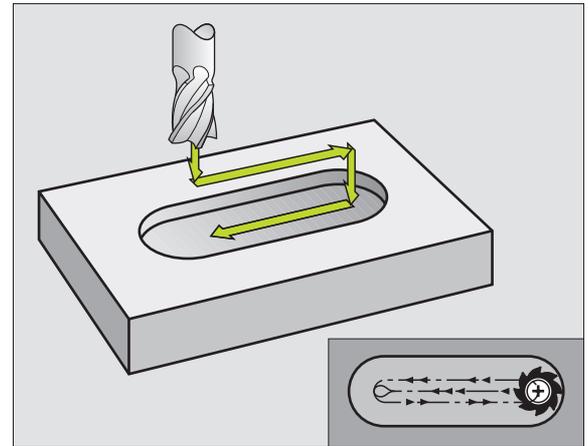
Das Vorzeichen des Parameters TIEFE legt die Arbeitsrichtung fest.

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
- ▶ FRAESTIEFE **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:
 - n ZUSTELL-TIEFE und TIEFE gleich sind
 - n die ZUSTELL-TIEFE größer als die TIEFE ist



- ▶ VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Einstechen
- ▶ 1. SEITEN-LAENGE 4: Länge der Nut; 1. Schnittrichtung durch Vorzeichen festlegen
- ▶ 2. SEITEN-LAENGE 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.

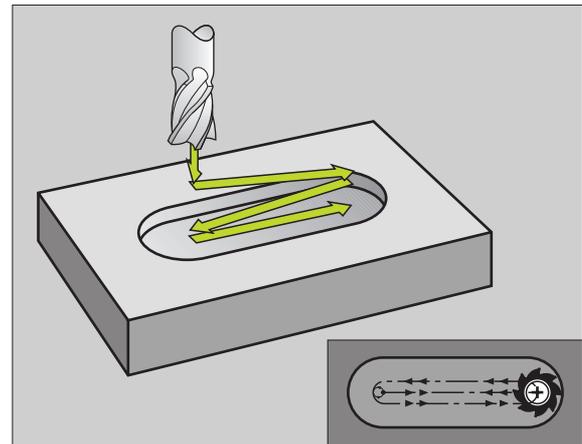
Fräserdurchmesser kleiner als die halbe Nutlänge wählen: Sonst kann die TNC nicht pendelnd eintauchen.

Schuppen

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

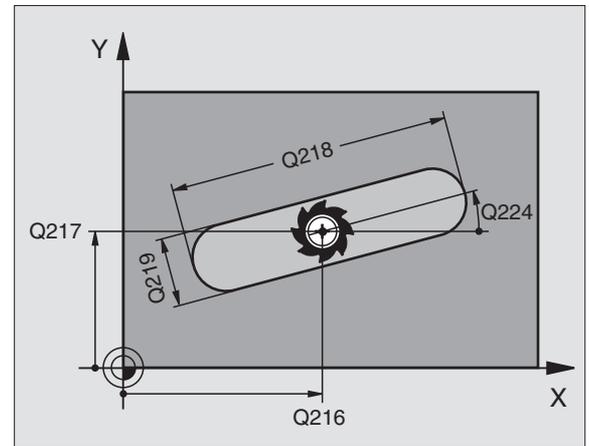
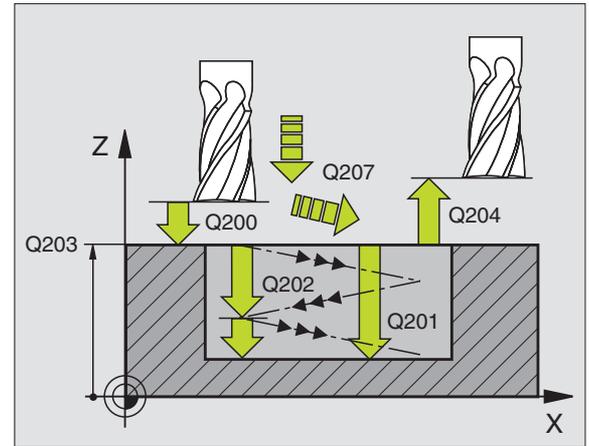
Schlichten

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





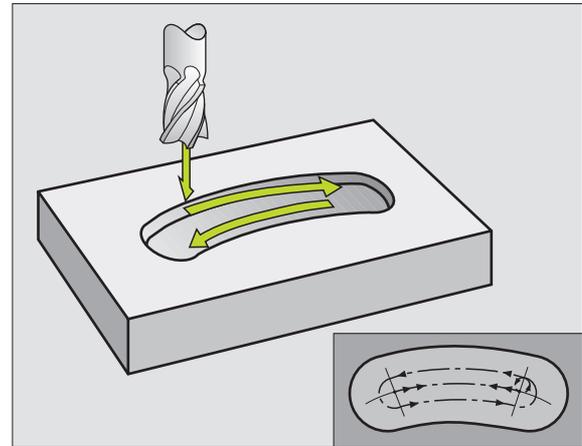
- ▶ SICHERHEITS-ABSTAND Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche
- ▶ TIEFE Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Nutgrund
- ▶ VORSCHUB FRAESEN Q207: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- ▶ ZUSTELL-TIEFE Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug bei einer Pendelbewegung in der Spindelachse insgesamt zugestellt wird
- ▶ BEARBEITUNGS-UMFANG (0/1/2) Q215: Bearbeitungsumfang festlegen:
0: Schruppen und Schlichten
1: Nur Schruppen
2: Nur Schlichten
- ▶ KOORD. WERKSTUECK-OBERFLAECHE 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-LAENGE Q218 (Wert parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene): Längere Seite der Nut eingeben
- ▶ 2. SEITEN-LAENGE Q219 (Wert parallel zur Nebenachse der Bearbeitungsebene): Breite der Nut eingeben; wenn Nutbreite gleich Werkzeug-Durchmesser eingegeben, dann schruppt die TNC nur (Langloch fräsen)
- ▶ DREHWINKEL Q224 (absolut): Winkel, um den die gesamte Nut gedreht wird; das Drehzentrum liegt im Zentrum der Nut



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

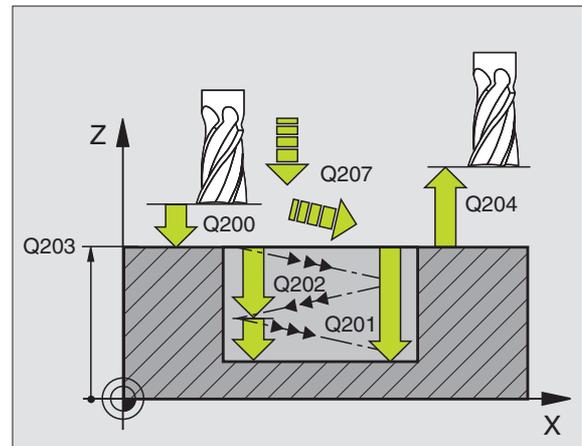
Schruppen

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

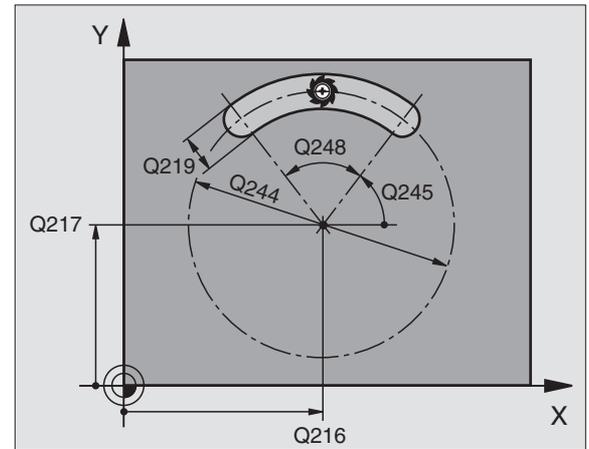
Fräserdurchmesser nicht größer als die Nutbreite und nicht kleiner als ein Drittel der Nutbreite wählen.

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

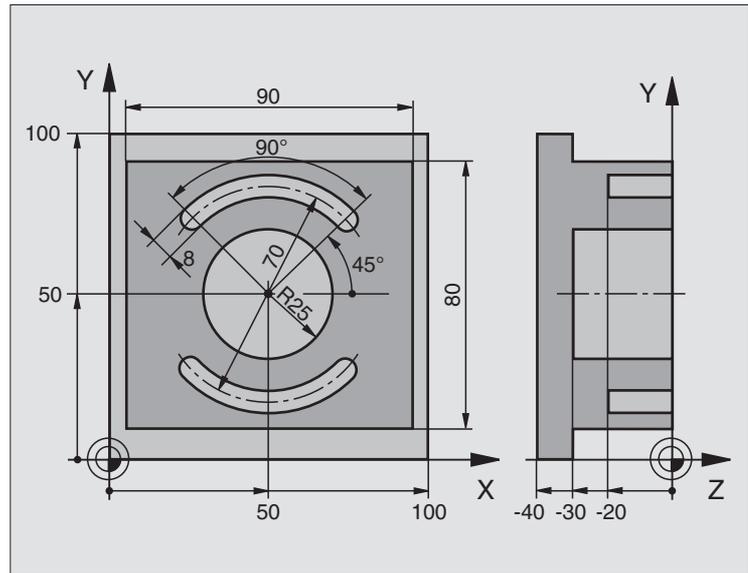


- ▶ SICHERHEITS-ABSTAND Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche
- ▶ TIEFE Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Nutgrund
- ▶ VORSCHUB FRAESEN Q207: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- ▶ ZUSTELL-TIEFE Q202 (inkremental): 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. WERKSTUECK-OBERFLAECHE 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-LAENGE Q219: Breite der Nut eingeben; wenn Nutbreite gleich Werkzeug-Durchmesser eingeben, dann schruppt die TNC nur (Langloch fräsen)
- ▶ STARTWINKEL Q245 (absolut): Polarwinkel des Startpunkts eingeben
- ▶ OEFFNUNGS-WINKEL DER NUT Q248 (inkremental): Öffnungs-Winkel der Nut eingeben



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 RO F MAX | Werkzeug freifahren |
| 7 | CYCL DEF 213 ZAPFEN SCHLICH. | Zyklus-Definition Außenbearbeitung |
| | Q200=2 ;SICHERHEITSABST. | |
| | Q201=-30 ;TIEFE | |
| | Q206=250 ;F TIEFENZUST. | |
| | Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE | |
| | Q207=250 ;F FRAESEN | |
| | Q203=+0 ;K00R. OBERFL. | |
| | Q204=20 ;2. S.-ABSTAND | |
| | 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 | |
| 8 | CYCL CALL M3 | Zyklus-Aufruf Außenbearbeitung |

8.3 Zyklen zum Fräsen von Taschen, Zapfen und Nuten

| | | |
|----|----------------------------|------------------------------------|
| 9 | CYCL DEF 5.0 KREISTASCHE | Zyklus-Definition Kreistasche |
| 10 | CYCL DEF 5.1 ABST 2 | |
| 11 | CYCL DEF 5.2 TIEFE -30 | |
| 12 | CYCL DEF 5.3 ZUSTLG 5 F250 | |
| 13 | CYCL DEF 5.4 RADIUS 25 | |
| 14 | CYCL DEF 5.5 F400 DR+ | |
| 15 | L Z+2 R0 F MAX M99 | Zyklus-Aufruf Kreistasche |
| 16 | L Z+250 R0 F MAX M6 | Werkzeug-Wechsel |
| 17 | TOOL CALL 2 Z S5000 | Werkzeug-Aufruf Nutenfräser |
| 18 | CYCL DEF 211 RUNDE NUT | Zyklus-Definition Nut 1 |
| | Q200=2 ;SICHERHEITABS. | |
| | Q201=-20 ;TIEFE | |
| | Q207=250 ;F FRAESEN | |
| | Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE | |
| | Q215=0 ;BEARB.-UMFANG | |
| | Q203=+0 ;KOOR. OBERFL. | |
| | Q204=100 ;2. S.-ABSTAND | |
| | Q216=+50 ;MITTE 1. ACHSE | |
| | Q217=+50 ;MITTE 2. ACHSE | |
| | Q244=70 ;TEILKREIS-DURCH. | |
| | Q219=8 ;2. SEITEN-LAENGE | |
| | Q245=+45 ;STARTWINKEL | |
| | Q248=90 ;OEFFN.-WINKEL | |
| 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 F MAX M2 | Werkzeug freifahren, Programm-Ende |
| 23 | END PGM C210 MM | |

8.4 Zyklen zum Herstellen von Punktemustern

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

| Zyklus | Softkey |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 220 PUNKTEMUSTER AUF KREIS |  |
| 221 PUNKTEMUSTER AUF LINIEN |  |

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

| | |
|------------|-------------------------------------|
| Zyklus 1 | TIEFBOHREN |
| Zyklus 2 | GEWINDEBOHREN mit Ausgleichsfutter |
| Zyklus 3 | NUTENFRAESEN |
| Zyklus 4 | TASCHENFRAESEN |
| Zyklus 5 | KREISTASCHE |
| Zyklus 17 | GEWINDEBOHREN ohne Ausgleichsfutter |
| Zyklus 18 | GEWINDESCHNEIDEN |
| Zyklus 200 | BOHREN |
| Zyklus 201 | REIBEN |
| Zyklus 202 | AUSDREHEN |
| Zyklus 203 | UNIVERSAL-BOHRZYKLUS |
| Zyklus 212 | TASCHE SCHLICHTEN |
| Zyklus 213 | ZAPFEN SCHLICHTEN |
| Zyklus 214 | KREISTASCHE SCHLICHTEN |
| Zyklus 215 | KREISZAPFEN SCHLICHTEN |

PUNKTEMUSTER AUF KREIS (Zyklus 220)

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

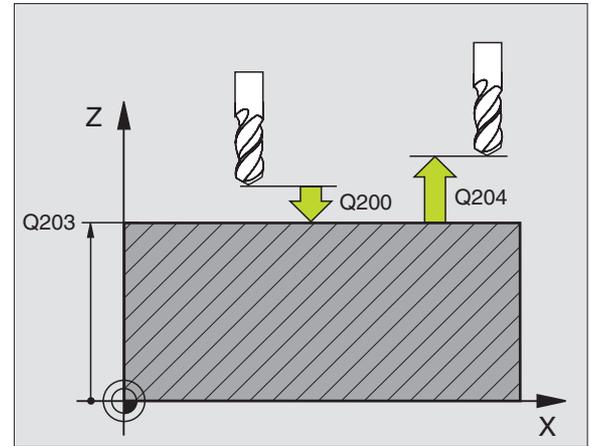
Reihenfolge:

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

2 Ab dieser Position führt die TNC den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus aus

3 Anschließend positioniert die TNC das Werkzeug mit einer Geraden-Bewegung auf den Startpunkt der nächsten Bearbeitung; das Werkzeug steht dabei auf SICHERHEITS-ABSTAND (oder 2. SICHERHEITS-ABSTAND)

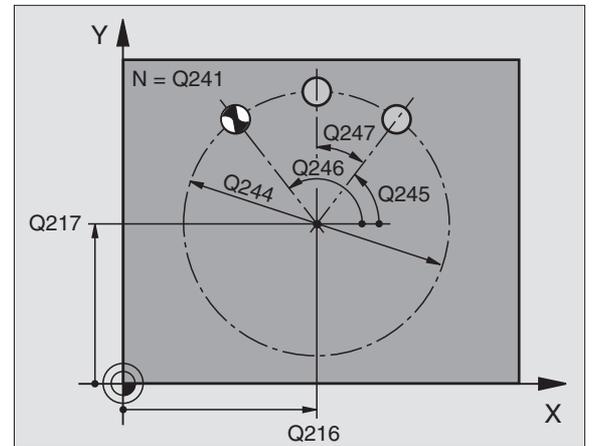
4 Dieser Vorgang (1 bis 3) wiederholt sich, bis alle Bearbeitungen ausgeführt sind



Beachten Sie vor dem Programmieren

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

Wenn Sie einen der Bearbeitungszyklen 200 bis 203 und 212 bis 215 mit Zyklus 220 kombinieren, wirken der SICHERHEITS-ABSTAND, die Werkstück-Oberfläche und der 2. SICHERHEITS-ABSTAND aus Zyklus 221.



- ▶ MITTE 1. Achse Q216 (absolut): Teilkreis-Mittelpunkt in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ MITTE 2. Achse Q217 (absolut): Teilkreis-Mittelpunkt in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ TEILKREIS-DURCHMESSER Q244: Durchmesser des Teilkreises
- ▶ STARTWINKEL Q245 (absolut): Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und dem Startpunkt der ersten Bearbeitung auf dem Teilkreis
- ▶ ENDWINKEL Q246 (absolut): Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und dem Startpunkt der letzten Bearbeitung auf dem Teilkreis; ENDWINKEL ungleich STARTWINKEL eingeben; wenn ENDWINKEL größer als STARTWINKEL eingegeben, dann Bearbeitung im Gegen-Uhrzeigersinn, sonst Bearbeitung im Uhrzeigersinn
- ▶ FORTSCHALTWINKEL Q247 (inkremental): Winkel zwischen zwei Bearbeitungen auf dem Teilkreis; wenn FORTSCHALTWINKEL gleich null ist, dann berechnet die TNC den FORTSCHALTWINKEL aus START- und ENDWINKEL; wenn ein FORTSCHALTWINKEL eingegeben ist, dann berücksichtigt die TNC den ENDWINKEL nicht; das Vorzeichen des FORTSCHALTWINKELS legt die Bearbeitungsrichtung fest (- = Uhrzeigersinn)

- ▶ ANZAHL BEARBEITUNGEN Q241: Anzahl der Bearbeitungen auf dem Teilkreis
- ▶ SICHERHEITS-ABSTAND Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche; Wert positiv eingeben
- ▶ KOORD. WERKSTUECK-OBERFLAECHE 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)

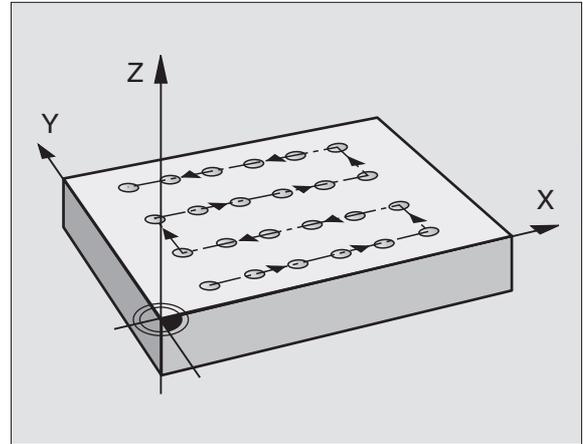


Beachten Sie vor dem Programmieren

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

Wenn Sie einen der Bearbeitungszyklen 200 bis 203 und 212 bis 215 mit Zyklus 221 kombinieren, wirken der SICHERHEITS-ABSTAND, die Werkstück-Oberfläche und der 2. SICHERHEITS-ABSTAND aus Zyklus 221.

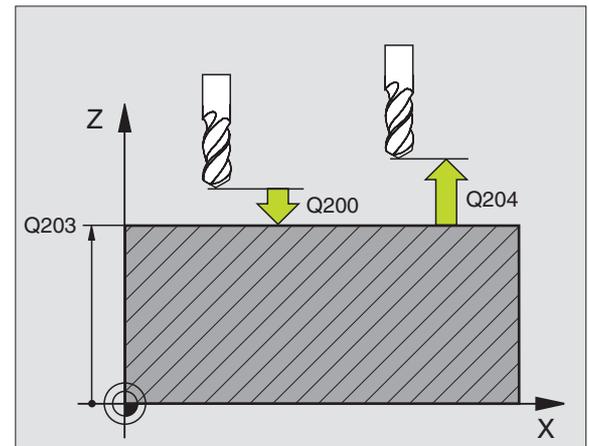
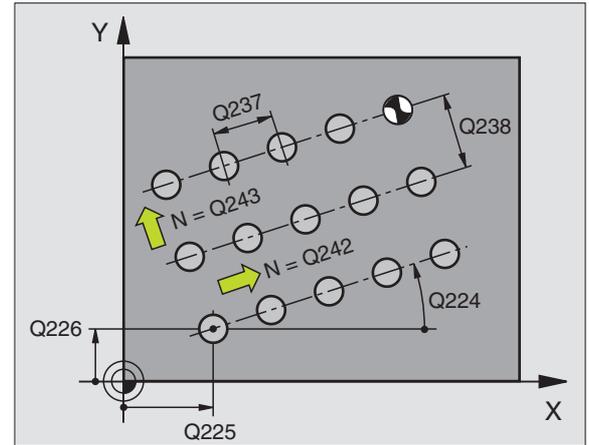
- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug automatisch von der aktuellen Position zum Startpunkt der ersten Bearbeitung
 - Reihenfolge:
 - 2. SICHERHEITS-ABSTAND anfahren (Spindelachse)
 - Startpunkt in der Bearbeitungsebene anfahren
 - Auf SICHERHEITS-ABSTAND über Werkstück-Oberfläche fahren (Spindelachse)
- 2 Ab dieser Position führt die TNC den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus aus
- 3 Anschließend positioniert die TNC das Werkzeug in positiver Richtung der Hauptachse auf den Startpunkt der nächsten Bearbeitung; das Werkzeug steht dabei auf SICHERHEITS-ABSTAND (oder 2. SICHERHEITS-ABSTAND)
- 4 Dieser Vorgang (1 bis 3) wiederholt sich, bis alle Bearbeitungen auf der ersten Zeile ausgeführt sind; das Werkzeug steht am letzten Punkt der ersten Zeile
- 5 Danach fährt die TNC das Werkzeug zum letzten Punkt der zweiten Zeile und führt dort die Bearbeitung durch
- 6 Von dort aus positioniert die TNC das Werkzeug in negativer Richtung der Hauptachse auf den Startpunkt der nächsten Bearbeitung
- 7 Dieser Vorgang (5-6) wiederholt sich, bis alle Bearbeitungen der zweiten Zeile ausgeführt sind



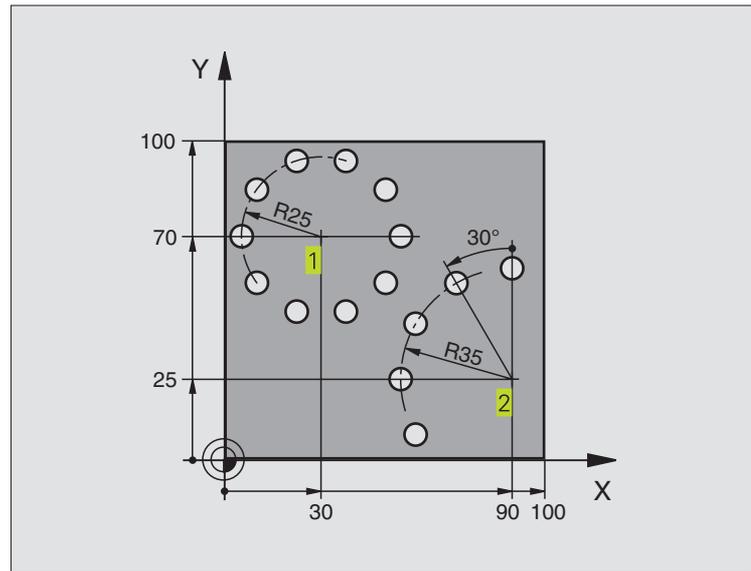
- 8 Anschließend fährt die TNC das Werkzeug auf den Startpunkt der nächsten Zeile
- 9 In einer Pendelbewegung werden alle weiteren Zeilen abgearbeitet



- ▶ STARTPUNKT 1. ACHSE Q225 (absolut): Koordinate des Startpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ STARTPUNKT 2. ACHSE Q226 (absolut): Koordinate des Startpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ ABSTAND 1. ACHSE Q237 (inkremental): Abstand der einzelnen Punkte auf der Zeile
- ▶ ABSTAND 2. ACHSE Q238 (inkremental): Abstand der einzelnen Zeilen voneinander
- ▶ ANZAHL SPALTEN Q242: Anzahl der Bearbeitungen auf der Zeile
- ▶ ANZAHL ZEILEN Q243: Anzahl der Zeilen
- ▶ DREHLAGE Q224 (absolut): Winkel, um den das gesamte Anordnungsbild gedreht wird; das Drehzentrum liegt im Startpunkt
- ▶ SICHERHEITS-ABSTAND Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche
- ▶ KOORD. WERKSTUECK-OBERFLAECHE Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ 2. SICHERHEITS-ABSTAND Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann



Beispiel: Lochkreise



| | | |
|---|------------------------------|--------------------------|
| 0 | BEGIN PGM 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 RO F MAX M3 | Werkzeug freifahren |
| 6 | CYCL DEF 200 BOHREN | Zyklus-Definition Bohren |
| | Q200=2 ; SICHERHEITSABST. | |
| | Q201=-15 ; TIEFE | |
| | Q206=250 ; F TIEFENZUST. | |
| | Q202=4 ; ZUSTELL-TIEFE | |
| | Q210=0 ; V.-ZEIT | |
| | Q203=+0 ; KOOR. OBERFL. | |
| | Q204=0 ; 2. S.-ABSTAND | |

8.4 Zyklen zum Herstellen von Punktemuster

| | | |
|----|---------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 7 | CYCL DEF 220 MUSTER KREIS | Zyklus-Definition Lochkreis 1, CYCL 200 wird automatisch gerufen, |
| | Q216=+30 ;MITTE 1. ACHSE | Q200, Q203 und Q204 wirken aus Zyklus 220 |
| | Q217=+70 ;MITTE 2. ACHSE | |
| | Q244=50 ;TEILKREIS-DURCH. | |
| | Q245=+0 ;STARTWINKEL | |
| | Q246=+360 ;ENDWINKEL | |
| | Q247=+0 ;WINKELSCHRITT | |
| | Q241=10 ;ANZAHL | |
| | Q200=2 ;SICHERHEITSABST. | |
| | Q203=+0 ;KOOR. OBERFL. | |
| | Q204=100 ;2. S.-ABSTAND | |
| 8 | CYCL DEF 220 MUSTER KREIS | Zyklus-Definition Lochkreis 2, CYCL 200 wird automatisch gerufen, |
| | Q216=+90 ;MITTE 1. ACHSE | Q200, Q203 und Q204 wirken aus Zyklus 220 |
| | Q217=+25 ;MITTE 2. ACHSE | |
| | Q244=70 ;TEILKREIS-DURCH. | |
| | Q245=+90 ;STARTWINKEL | |
| | Q246=+360 ;ENDWINKEL | |
| | Q247=30 ;WINKELSCHRITT | |
| | Q241=5 ;ANZAHL | |
| | Q200=2 ;SICHERHEITSABST. | |
| | Q203=+0 ;KOOR. OBERFL. | |
| | Q204=100 ;2. S.-ABSTAND | |
| 9 | L Z+250 R0 F MAX M2 | Werkzeug freifahren, Programm-Ende |
| 10 | END PGM BOHRB MM | |

8.5 SL-Zyklen

Mit den SL-Zyklen lassen sich komplexe zusammengesetzte Konturen konturorientiert bearbeiten, um eine besonders hohe Oberflächengüte zu erhalten.

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 Unterprogrammen dürfen zusammen nicht mehr als z.B. 128 Geradensätze enthalten

Eigenschaften der Unterprogramme

- Koordinaten-Umrechnungen sind erlaubt
- 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. Zusatzachsen U,V,W sind erlaubt

Eigenschaften der Bearbeitungszyklen

- Die TNC positioniert vor jedem Zyklus automatisch auf den SICHERHEITS-ABSTAND
- Jedes Tiefen-Niveau wird ohne Werkzeug-Abheben gefräst; Inseln werden seitlich umfahren
- Der Radius von „Innen-Ecken“ ist programmierbar – das Werkzeug bleibt nicht stehen, Freischneide-Markierungen werden verhindert (gilt für äußerste Bahn beim Räumen und Seitenschichten)
- Beim Seiten-Schichten fährt die TNC die Kontur auf einer tangentialen Kreisbahn an
- Beim Tiefen-Schichten fährt die TNC das Werkzeug ebenfalls auf einer tangentialen Kreisbahn an das Werkstück (z.B.: Spindelachse Z: Kreisbahn in Ebene Z/X)
- Die TNC bearbeitet die Kontur durchgehend im Gleichlauf bzw. im Gegenlauf



Mit MP7420 legen Sie fest, wohin die TNC das Werkzeug am Ende der Zyklen 21 bis 24 positioniert.

Die Maßangaben für die Bearbeitung, wie Frästiefe, Aufmaße und Sicherheits-Abstand geben Sie zentral im Zyklus 20 als KONTUR-DATEN ein.

Übersicht: SL-Zyklen

| Zyklus | Softkey |
|--------------------------------------------|---------|
| 14 KONTUR (zwingend erforderlich) | |
| 20 KONTUR-DATEN (zwingend erforderlich) | |
| 21 VORBOHREN (wahlweise verwendbar) | |
| 22 AUSRAEUMEN (zwingend erforderlich) | |
| 23 SCHLICHTEN TIEFE (wahlweise verwendbar) | |
| 24 SCHLICHTEN SEITE (wahlweise verwendbar) | |

Erweiterte Zyklen:

| Zyklus | Softkey |
|--------------------|---------|
| 25 KONTUR-ZUG | |
| 27 ZYLINDER-MANTEL | |

Schema: Arbeiten mit SL-Zyklen

```

0 BEGIN PGM SL2 MM
...
12 CYCL DEF 14.0 KONTUR ...
13 CYCL DEF 20.0 KONTUR-DATEN ...
...
16 CYCL DEF 21.0 VORBOHREN ...
17 CYCL CALL
...
18 CYCL DEF 22.0 RAEUMEN ...
19 CYCL CALL
...
22 CYCL DEF 23.0 SCHLICHTEN TIEFE ...
23 CYCL CALL
...
26 CYCL DEF 24.0 SCHLICHTEN SEITE ...
27 CYCL CALL
...
50 L Z+250 RO FMAX M2
51 LBL 1
...
60 LBL 0
61 LBL 2
...
62 LBL 0
...
99 END PGM SL2 MM
    
```

KONTUR (Zyklus 14)

In Zyklus 14 KONTUR listen Sie alle Unterprogramme auf, die zu einer Gesamtkontur überlagert werden sollen.



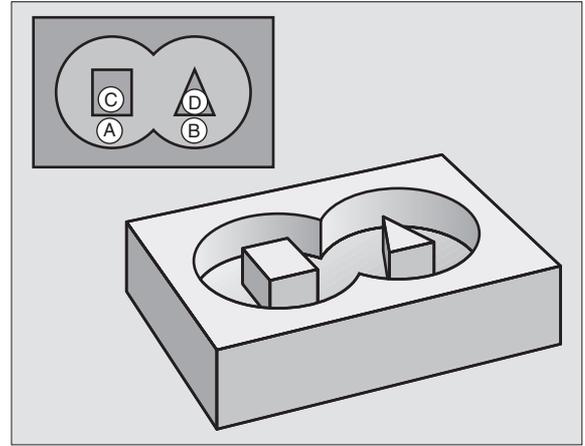
Beachten Sie vor dem Programmieren

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 FUER 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.



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

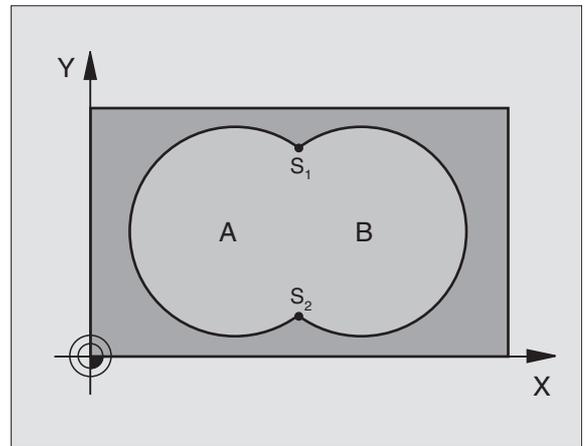
```

15 LBL 1
16 L X+10 Y+50 RR
17 CC X+35 Y+50
18 C X+10 Y+50 DR-
19 LBL 0
    
```

Unterprogramm 2: Tasche rechts

```

20 LBL 2
21 L X+90 Y+50 RR
22 CC X+65 Y+50
23 C X+90 Y+50 DR-
24 LBL 0
    
```



„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:

15 LBL 1
 16 L X+10 Y+50 RR
 17 CC X+35 Y+50
 18 C X+10 Y+50 DR-
 19 LBL 0

Fläche B:

20 LBL 2
 21 L X+90 Y+50 RR
 22 CC X+65 Y+50
 23 C X+90 Y+50 DR-
 24 LBL 0

„Differenz“-Fläche

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

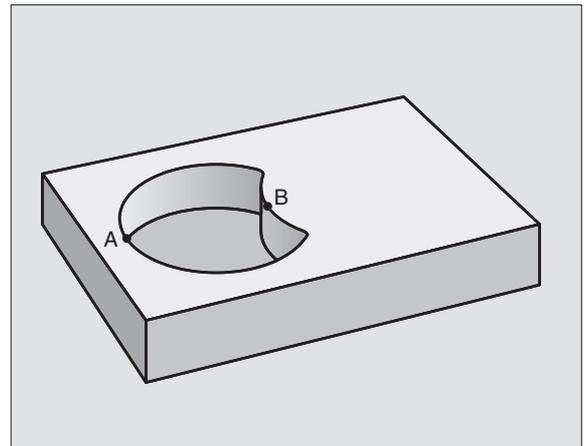
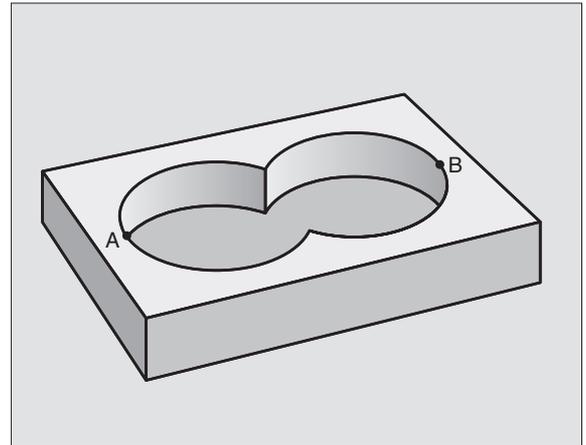
- Fläche A muß Tasche und B muß Insel sein.
- A muß außerhalb B beginnen.

Fläche A:

15 LBL 1
 16 L X+10 Y+50 RR
 17 CC X+35 Y+50
 18 C X+10 Y+50 DR-
 19 LBL 0

Fläche B:

20 LBL 2
 21 L X+90 Y+50 RL
 22 CC X+65 Y+50
 23 C X+90 Y+50 DR-
 24 LBL 0



„Schnitt“-Fläche

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

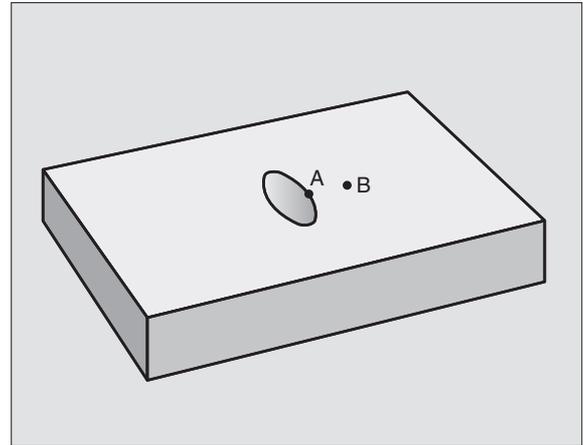
- A und B müssen Taschen sein.
- A muß innerhalb B beginnen.

Fläche A:

```
15 LBL 1
16 L X+60 Y+50 RR
17 CC X+35 Y+50
18 C X+60 Y+50 DR-
19 LBL 0
```

Fläche B:

```
20 LBL 2
21 L X+90 Y+50 RR
22 CC X+65 Y+50
23 C X+90 Y+50 DR-
24 LBL 0
```

**KONTUR-DATEN (Zyklus 20)**

In Zyklus 20 geben Sie Bearbeitungs-Informationen für die Unterkonturen mit den Teilkonturen an.

**Beachten Sie vor dem Programmieren**

Zyklus 20 ist DEF-Aktiv, das heißt Zyklus 20 ist ab seiner Definition im Bearbeitungs-Programm aktiv.

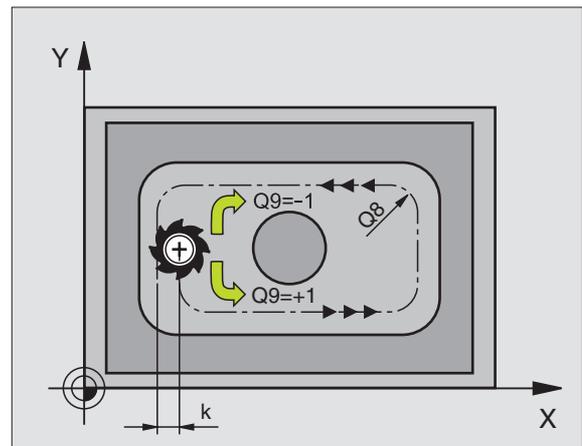
Das Vorzeichen des Parameters TIEFE legt die Arbeitsrichtung fest.

Die in Zyklus 20 angegebenen Bearbeitungs-Informationen gelten für die Zyklen 21 bis 24.

Wenn Sie SL-Zyklen in Q-Parameter-Programmen anwenden, dann dürfen Sie die Parameter Q1 bis Q19 nicht als Programm-Parameter benutzen.

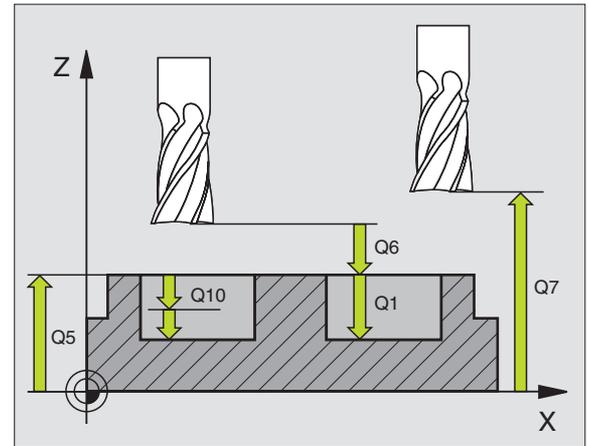


- ▶ FRAESTIEFE Q1 (inkremental): Abstand zwischen Werkstückoberfläche und Taschengrund.
- ▶ BAHN-ÜBERLAPPUNG FAKTOR Q2: $Q2 \times$ Werkzeug-Radius ergibt die seitliche Zustellung k .
- ▶ SCHLICHTAUFGMASS SEITE Q3 (inkremental): Schlicht-Aufmaß in der Bearbeitungs-Ebene.
- ▶ SCHLICHTAUFGMASS TIEFE Q4 (inkremental): Schlicht-Aufmaß für die TIEFE.
- ▶ KOORDINATEWERKSTUECK-OBERFLAECHE Q5 (absolut): Absolute Koordinate der Werkstück-Oberfläche



- ▶ SICHERHEITS-ABSTAND Q6 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Werkstück-Oberfläche
- ▶ SICHERE HOEHE Q7 (absolut): Absolute Höhe, in der keine Kollision mit dem Werkstück erfolgen kann (für Zwischenpositionierung und Rückzug am Zyklus-Ende)
- ▶ INNEN-RUNDUNGSRADIUS Q8: Verrundungs-Radius an Innen-„Ecken“
- ▶ DREHSINN ? UHRZEIGERSINN = -1 Q9: Bearbeitungs-Richtung für Taschen
 - im Uhrzeigersinn (Q9 = -1 Gegenlauf für Tasche und Insel)
 - im Gegenuhrzeigersinn (Q9 = +1 Gleichlauf für Tasche und Insel)

Sie können die Bearbeitungs-Parameter bei einer Programm-Unterbrechung überprüfen und ggf. überschreiben.



VORBOHREN (Zyklus 21)

Zyklus-Ablauf

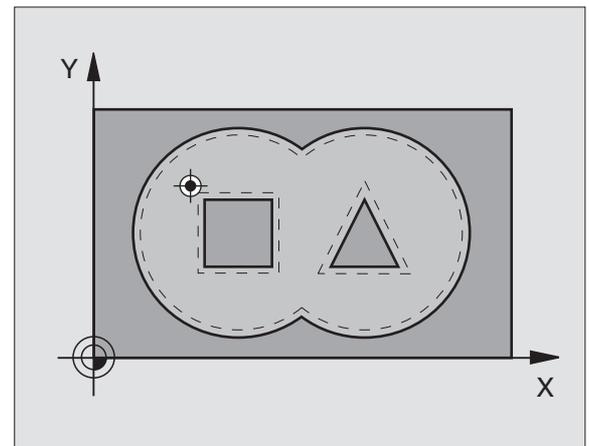
Wie Zyklus 1 Tiefbohren (siehe Seite 133).

Einsatz

Zyklus 21 VORBOHREN berücksichtigt für die Einstichpunkte das SCHLICHTAUFMASS SEITE und das SCHLICHTAUFMASS TIEFE, sowie den Radius des Ausräum-Werkzeugs. Die Einstichpunkte sind gleichzeitig die Startpunkte fürs Räumen.

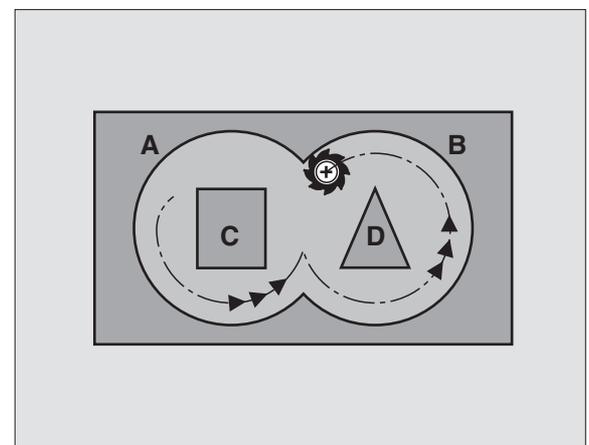


- ▶ ZUSTELL-TIEFE Q10 (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird (Vorzeichen bei negativer Arbeitsrichtung „-“)
- ▶ VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG Q11: Bohrvorschub in mm/min
- ▶ AUSRAEUM-WERKZEUG NUMMER Q13: Werkzeug-Nummer des Ausräum-Werkzeugs



RAEUMEN (Zyklus 22)

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug über den Einstichpunkt; dabei wird das SCHLICHTAUFMASS SEITE berücksichtigt
- 2 In der ersten ZUSTELL-TIEFE fräst das Werkzeug mit dem FRAESVORSCHUB Q12 die Kontur von innen nach außen
- 3 Dabei werden die Inselkonturen (hier: C/D) mit einer Annäherung an die Taschenkontur (hier: A/B) freigeätzt
- 4 Anschließend fährt die TNC die Taschenkontur fertig und das Werkzeug auf die SICHERE HOEHE zurück





Beachten Sie vor dem Programmieren

Ggf. Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn verwenden (DIN 844), oder Vorbohren mit Zyklus 21.



- ▶ ZUSTELL-TIEFE Q10 (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird
- ▶ VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG Q11: Eintauchvorschub in mm/min
- ▶ VORSCHUB AUSRAEUMEN Q12: Fräsvorschub in mm/min
- ▶ VORRAEUM-WERKZEUG NUMMER Q18: Nummer des Werkzeugs, mit dem die TNC bereits vorgeräumt hat. Falls nicht vorgeräumt wurde „0“ eingeben; falls Sie hier eine Nummer eingeben, räumt die TNC nur den Teil aus, der mit dem Vorräum-Werkzeug nicht bearbeitet werden konnte.
Falls der Nachräumbereich nicht seitlich anzufahren ist, taucht die TNC pendelnd ein; dazu müssen Sie in der Werkzeug-Tabelle TOOL.T (siehe S. 57) die Schneidlänge LCUTS und den maximalen Eintauchwinkel ANGLE des Werkzeugs definieren. Ggf. gibt die TNC eine Fehlermeldung aus
- ▶ VORSCHUB PENDELN Q19: Pendelvorschub in mm/min

SCHLICHTEN TIEFE (Zyklus 23)

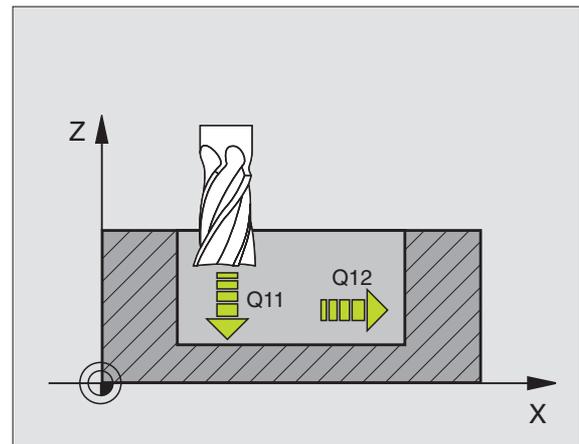


Die TNC ermittelt den Startpunkt fürs Schlichten selbstständig. Der Startpunkt ist abhängig von den Platzverhältnissen in der Tasche.

Die TNC fährt das Werkzeug weich (vertikaler Tangentialkreis) auf die zu bearbeitende Fläche. Anschließend wird das beim Ausräumen verbliebene Schlichtaufmaß abgefräst.



- ▶ VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG Q11: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Einstechen
- ▶ VORSCHUB AUSRAEUMEN Q12: Fräsvorschub



SCHLICHTEN SEITE (Zyklus 24)

Die TNC fährt das Werkzeug auf einer Kreisbahn tangential an die Teilkonturen. Jede Teilkontur wird separat geschlichtet.

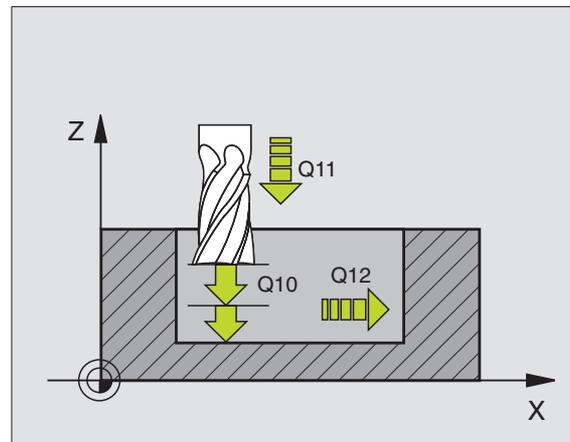


Beachten Sie vor dem Programmieren

Die Summe aus SCHLICHTAUFMASS SEITE (Q14) und Schlichtwerkzeug-Radius muß kleiner sein als die Summe aus SCHLICHTAUFMASS SEITE (Q3,Zyklus 20) und Räumwerkzeug-Radius.

Wenn Sie Zyklus 24 abarbeiten ohne zuvor mit Zyklus 22 ausgeräumt zu haben, gilt oben aufgestellte Berechnung ebenso; der Radius des Räum-Werkzeugs hat dann den Wert „0“

Die TNC ermittelt den Startpunkt fürs Schlichten selbständig. Der Startpunkt ist abhängig von den Platzverhältnissen in der Tasche.



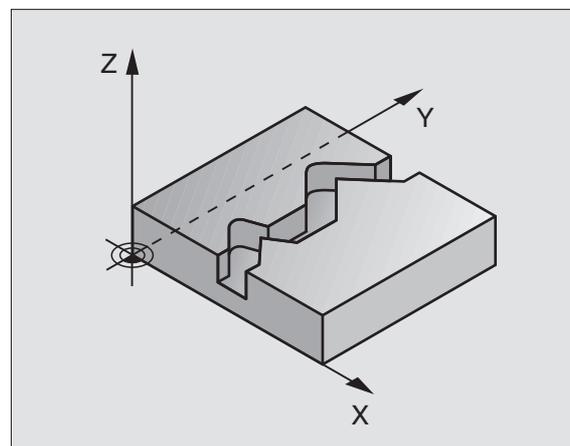
- ▶ DREHSINN ? UHRZEIGERSINN = -1 Q9:
Bearbeitungsrichtung:
+1: Drehung im Gegen-Uhrzeigersinn
-1: Drehung im Uhrzeigersinn
- ▶ ZUSTELL-TIEFE Q10 (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird
- ▶ VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG Q11: Eintauchvorschub
- ▶ VORSCHUB AUSRAEUMEN Q12: Fräsvorschub
- ▶ SCHLICHTAUFMASS SEITE Q14 (inkremental): Aufmaß für mehrmaliges Schlichten; der letzte Schlicht-Rest wird ausgeräumt, wenn Sie Q14 = 0 eingeben

KONTUR-ZUG (Zyklus 25)

Mit diesem Zyklus lassen sich zusammen mit Zyklus 14 KONTUR - „offene“ Konturen bearbeiten: Konturbeginn und -ende fallen nicht zusammen.

Der Zyklus 25 KONTUR-ZUG bietet gegenüber der Bearbeitung einer offenen Kontur mit Positioniersätzen erhebliche Vorteile:

- Die TNC überwacht die Bearbeitung auf Hinterschneidungen und Konturverletzungen. Kontur mit der Test-Grafik überprüfen
- Ist der Werkzeug-Radius zu groß, so muß die Kontur an Innenecken eventuell nachbearbeitet werden
- Die Bearbeitung läßt sich durchgehend im Gleich- oder Gegenlauf ausführen. Die Fräsart bleibt sogar erhalten, wenn Konturen gespiegelt werden
- Bei mehreren Zustellungen kann die TNC das Werkzeug hin und her verfahren: Dadurch verringert sich die Bearbeitungszeit
- Sie können Aufmaße eingeben, um in mehreren Arbeitsgängen zu schrumpfen und zu schlichten





Beachten Sie vor dem Programmieren

Das Vorzeichen des Parameters TIEFE legt die Arbeitsrichtung fest.

Die TNC berücksichtigt nur das erste Label aus Zyklus 14 KONTUR.

Der Speicher für einen SL-Zyklus ist begrenzt. Sie können in einem SL-Zyklus z.B. maximal 128 Geraden-Sätze programmieren.

Zyklus 20 KONTUR-DATEN wird nicht benötigt.

Direkt nach Zyklus 25 programmierte Positionen im Kettenmaß beziehen sich auf die Position des Werkzeugs am Zyklus-Ende.



- ▶ FRAESTIEFE Q1 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Konturgrund
- ▶ SCHLICHTAUFMASS SEITE Q3 (inkremental): Schlichtaufmaß in der Bearbeitungsebene
- ▶ KOORD. WERKSTUECK-OBERFLAECHE Q5 (absolut): Absolute Koordinate der Werkstück Oberfläche bezogen auf den Werkstück-Nullpunkt
- ▶ SICHERE HOEHE Q7 (absolut): Absolute Höhe, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück erfolgen kann; Werkzeug-Rückzugposition am Zyklus-Ende
- ▶ ZUSTELL-TIEFE Q10 (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird
- ▶ VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG Q11: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Spindelachse
- ▶ VORSCHUB FRAESEN Q12: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Bearbeitungsebene
- ▶ FRAESART ? GEGENLAUF = -1 Q15:

| | |
|------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Gleichlauf-Fräsen: | Eingabe = +1 |
| Gegenlauf-Fräsen: | Eingabe = -1 |
| Abwechselnd im Gleich- und Gegenlauf fräsen bei mehreren Zustellungen: | Eingabe = 0 |

ZYLINDER-MANTEL (Zyklus 27)



Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller für Zyklus 27 ZYLINDER-MANTEL vorbereitet sein.

Mit diesem Zyklus können Sie eine auf der Abwicklung definierte Kontur auf den Mantel eines Zylinders übertragen.

Die Kontur beschreiben Sie in einem Unterprogramm, das Sie über Zyklus 14 (KONTUR) festlegen.

Das Unterprogramm enthält Koordinaten in einer Winkelachse (z.B. C-Achse) und der Achse, die dazu parallel verläuft (z.B. Spindelachse). Als Bahnfunktionen stehen L, CHF, CR, RND zur Verfügung.

Die Angaben in der Winkelachse können Sie wahlweise in Grad oder in mm (Inch) eingeben (bei der Zyklus-Definition festlegen).



Beachten Sie vor dem Programmieren

Der Speicher für einen SL-Zyklus ist begrenzt. Sie können in einem SL-Zyklus z.B. maximal 128 Geraden-Sätze programmieren.

Das Vorzeichen des Parameters TIEFE legt die Arbeitsrichtung fest.

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

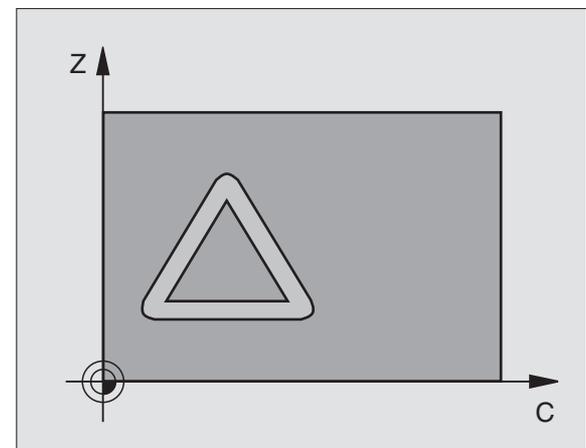
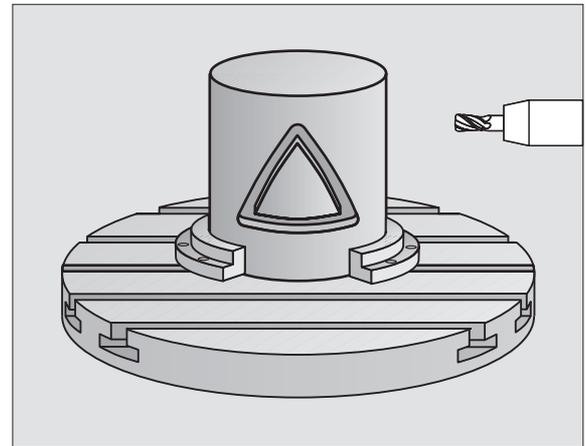
Der Zylinder muß mittig auf dem Rundtisch aufgespannt sein.

Die Spindelachse muß senkrecht zur Rundtisch-Achse verlaufen. Wenn dies nicht der Fall ist, dann gibt die TNC eine Fehlermeldung aus.

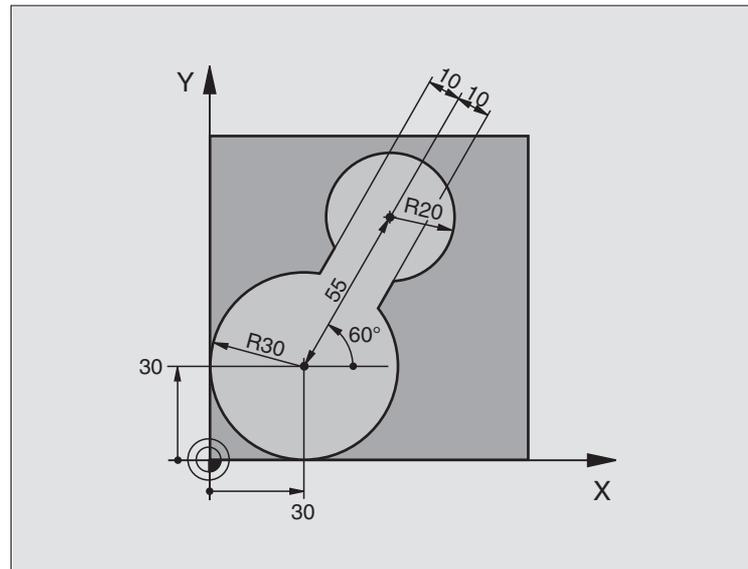
Diesen Zyklus können Sie auch bei geschwenkter Bearbeitungsebene ausführen.



- ▶ FRAESTIEFE Q1 (inkremental): Abstand zwischen Zylinder-Mantel und Konturgrund
- ▶ SCHLICHTAUFMASS SEITE Q3 (inkremental): Schlichtaufmaß in der Ebene der Mantel-Abwicklung; das Aufmaß wirkt in der Richtung der Radiuskorrektur
- ▶ SICHERHEITS-ABSTAND Q6 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Zylinder Mantelfläche
- ▶ ZUSTELLTIEFE Q10 (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird
- ▶ VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG Q11: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Spindelachse
- ▶ VORSCHUB FRAESEN Q12: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Bearbeitungsebene
- ▶ ZYLINDERRADIUS Q16: Radius des Zylinders, auf dem die Kontur bearbeitet werden soll
- ▶ BEMASSUNGSART ? GRAD=0 MM/INCH=1 Q17: Koordinaten der Drehachse im Unterprogramm in Grad oder mm (inch) programmieren



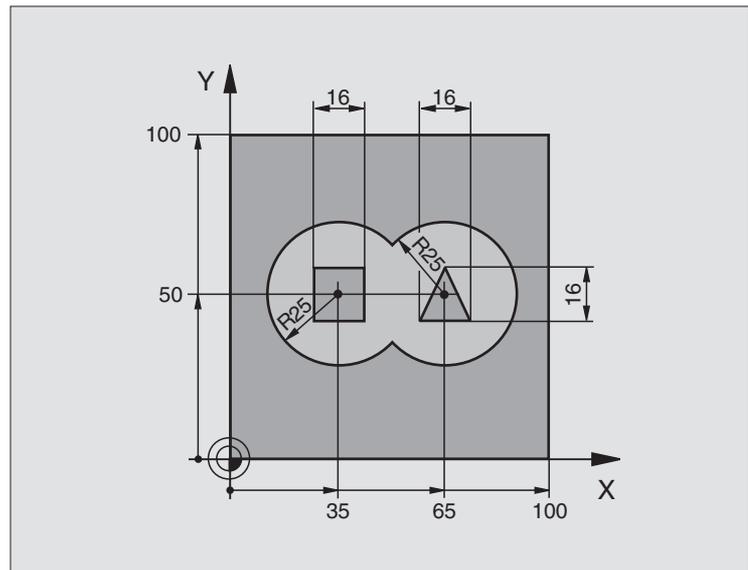
Beispiel: Tasche räumen und nachräumen



| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------------------|
| 0 | BEGIN PGM C20 MM | |
| 1 | BLK FORM 0.1 Z X-10 Y-10 Z-40 | |
| 2 | BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0 | Rohteil-Definition |
| 3 | TOOL DEF 1 L+0 R+15 | Werkzeug-Definition Vorräumer |
| 4 | TOOL DEF 2 L+0 R+7,5 | Werkzeug-Definition Nachräumer |
| 5 | TOOL CALL 1 Z S2500 | Werkzeug-Aufruf Vorräumer |
| 6 | L Z+250 RO F MAX | Werkzeug freifahren |
| 7 | CYCL DEF 14.0 KONTUR | Kontur-Unterprogramm festlegen |
| 8 | CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1 | |
| 9 | CYCL DEF 20.0 KONTUR-DATEN | Allgemeine Bearbeitungs-Parameter festlegen |
| | Q1=-20 ;FRAESTIEFE | |
| | Q2=1 ;BAHN-UEBERLAPPUNG | |
| | Q3=+0 ;AUFMASS SEITE | |
| | Q4=+0 ;AUFMASS TIEFE | |
| | Q5=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE | |
| | Q6=2 ;SICHERHEITS-ABST. | |
| | Q7=+100 ;SICHERE HOEHE | |
| | Q8=0,1 ;RUNDUNGSRADIUS | |
| | Q9=-1 ;DREHSINN | |

| | | |
|----|------------------------------|------------------------------------|
| 10 | CYCL DEF 22.0 RAEUMEN | Zyklus-Definition Vorräumen |
| | Q10=5 ;ZUSTELL-TIEFE | |
| | Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ | |
| | Q12=350 ;VORSCHUB RAEUMEN | |
| | Q18=0 ;VORRAEUM-WERKZEUG | |
| | Q19=150 ;VORSCHUB PENDELN | |
| 11 | CYCL CALL M3 | Zyklus-Aufruf Vorräumen |
| 12 | L Z+250 R0 F MAX M6 | Werkzeug-Wechsel |
| 13 | TOOL CALL 2 Z S3000 | Werkzeug-Aufruf Nachräumen |
| 14 | CYCL DEF 22.0 RAEUMEN | Zyklus-Definition Nachräumen |
| | Q10=5 ;ZUSTELL-TIEFE | |
| | Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ. | |
| | Q12=350 ;VORSCHUB RAEUMEN | |
| | Q18=1 ;VORRAEUM-WERKZEUG | |
| | Q19=150 ;VORSCHUB PENDELN | |
| 15 | CYCL CALL M3 | Zyklus-Aufruf Nachräumen |
| 16 | L Z+250 R0 F MAX M2 | Werkzeug freifahren, Programm-Ende |
| | | |
| 17 | LBL 1 | Kontur-Unterprogramm |
| 18 | L X+0 Y+30 RR | (Siehe FK 2. Beispiel Seite 111) |
| 19 | FC DR- R30 CCX+30 CCY+30 | |
| 20 | FL AN+60 PDX+30 PDY+30 D10 | |
| 21 | FSELECT 3 | |
| 22 | FPOL X+30 Y+30 | |
| 23 | FC DR- R20 CCPR+55 CCPA+60 | |
| 24 | FSELECT 2 | |
| 25 | FL AN-120 PDX+30 PDY+30 D10 | |
| 26 | FSELECT 3 | |
| 27 | FC X+0 DR- R30 CCX+30 CCY+30 | |
| 28 | FSELECT 2 | |
| 29 | LBL 0 | |
| 30 | END PGM C20 MM | |

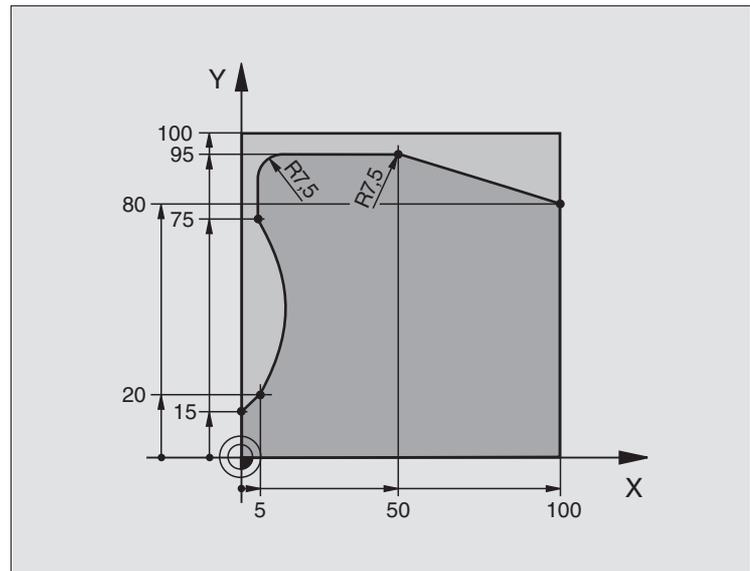
Beispiel: Überlagerte Konturen vorbohren, schrappen, schlichten



| | | |
|----|--------------------------------------|---------------------------------------------|
| 0 | BEGIN PGM C21 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+6 | Werkzeug-Definition Bohrer |
| 4 | TOOL DEF 2 L+0 R+6 | Werkzeug-Definition Schrappen/Schlichten |
| 5 | TOOL CALL 1 Z S2500 | Werkzeug-Aufruf Bohrer |
| 6 | L Z+250 RO F MAX | Werkzeug freifahren |
| 7 | CYCL DEF 14.0 KONTUR | Kontur-Unterprogramme festlegen |
| 8 | CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1 /2 /3 /4 | |
| 9 | CYCL DEF 20.0 KONTUR-DATEN | Allgemeine Bearbeitungs-Parameter festlegen |
| | Q1=-20 ;FRAESTIEFE | |
| | Q2=1 ;BAHN-UEBERLAPPUNG | |
| | Q3=+0,5 ;AUFMASS SEITE | |
| | Q4=+0,5 ;AUFMASS TIEFE | |
| | Q5=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE | |
| | Q6=2 ;SICHERHEITS-ABST. | |
| | Q7=+100 ;SICHERE HOEHE | |
| | Q8=0,1 ;RUNDUNGSRADIUS | |
| | Q9=-1 ;DREHSINN | |
| 10 | CYCL DEF 21.0 VORBOHREN | Zyklus-Definition Vorbohren |
| | Q10=5 ;ZUSTELL-TIEFE | |
| | Q11=250 ;VORSCHUB TIEFENZ. | |
| | Q13=2 ;AUSRAEUM-WERKZEUG | |
| 11 | CYCL CALL M3 | Zyklus-Aufruf Vorbohren |

| | | |
|----|--------------------------------|------------------------------------------------|
| 12 | L Z+250 R0 F MAX M6 | Werkzeug-Wechsel |
| 13 | TOOL CALL 2 Z S3000 | Werkzeug-Aufruf Schruppen/Schlichten |
| 14 | CYCL DEF 22.0 RAEUMEN | Zyklus-Definition Räumen |
| | Q10=5 ;ZUSTELL-TIEFE | |
| | Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ. | |
| | Q12=350 ;VORSCHUB RAEUMEN | |
| | Q18=0 ;VORRAEUM-WERKZEUG | |
| | Q19=150 ;VORSCHUB PENDELN | |
| 15 | CYCL CALL M3 | Zyklus-Aufruf Räumen |
| 16 | CYCL DEF 23.0 SCHLICHTEN TIEFE | Zyklus-Definition Schlichten Tiefe |
| | Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ. | |
| | Q12=200 ;VORSCHUB RAEUMEN | |
| 17 | CYCL CALL | Zyklus-Aufruf Schlichten Tiefe |
| 18 | CYCL DEF 24.0 SCHLICHTEN SEITE | Zyklus-Definition Schlichten Seite |
| | Q9=+1 ;DREHSINN | |
| | Q10=5 ;ZUSTELL-TIEFE | |
| | Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ. | |
| | Q12=400 ;VORSCHUB RAEUMEN | |
| | Q14=+0 ;AUFMASS SEITE | |
| 19 | CYCL CALL | Zyklus-Aufruf Schlichten Seite |
| 20 | L Z+250 R0 F MAX M2 | Werkzeug freifahren, Programm-Ende |
| 21 | LBL 1 | Kontur-Unterprogramm 1: Tasche links |
| 22 | CC X+35 Y+50 | |
| 23 | L X+10 Y+50 RR | |
| 24 | C X+10 DR- | |
| 25 | LBL 0 | |
| 26 | LBL 2 | Kontur-Unterprogramm 2: Tasche rechts |
| 27 | CC X+65 Y+50 | |
| 28 | L X+90 Y+50 RR | |
| 29 | C X+90 DR- | |
| 30 | LBL 0 | |
| 31 | LBL 3 | Kontur-Unterprogramm 3: Insel Viereckig links |
| 32 | L X+27 Y+50 RL | |
| 33 | L Y+58 | |
| 34 | L X+43 | |
| 35 | L Y+42 | |
| 36 | L X+27 | |
| 37 | LBL 0 | |
| 38 | LBL 4 | Kontur-Unterprogramm 4: Insel Dreieckig rechts |
| 39 | L X+65 Y+42 RL | |
| 40 | L X+57 | |
| 41 | L X+65 Y+58 | |
| 42 | L X+73 Y+42 | |
| 43 | LBL 0 | |
| 44 | END PGM C21 MM | |

Beispiel: Kontur-Zug



| | | |
|----|------------------------------|------------------------------------|
| 0 | BEGIN PGM C25 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+10 | Werkzeug-Definition |
| 4 | TOOL CALL 1 Z S2000 | Werkzeug-Aufruf |
| 5 | L Z+250 RO F MAX | Werkzeug freifahren |
| 6 | CYCL DEF 14.0 KONTUR | Kontur-Unterprogramm festlegen |
| 7 | CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1 | |
| 8 | CYCL DEF 25.0 KONTUR-ZUG | Bearbeitungs-Parameter festlegen |
| | Q1=-20 ;FRAESTIEFE | |
| | Q3=+0 ;AUFMASS SEITE | |
| | Q5=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE | |
| | Q7=+250 ;SICHERE HOEHE | |
| | Q10=5 ;ZUSTELL-TIEFE | |
| | Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ. | |
| | Q12=200 ;VORSCHUB FRAESEN | |
| | Q15=+1 ;FRAESART | |
| 9 | CYCL CALL M3 | Zyklus-Aufruf |
| 10 | L Z+250 RO F MAX M2 | Werkzeug freifahren, Programm-Ende |

8.5 SL-Zyklen

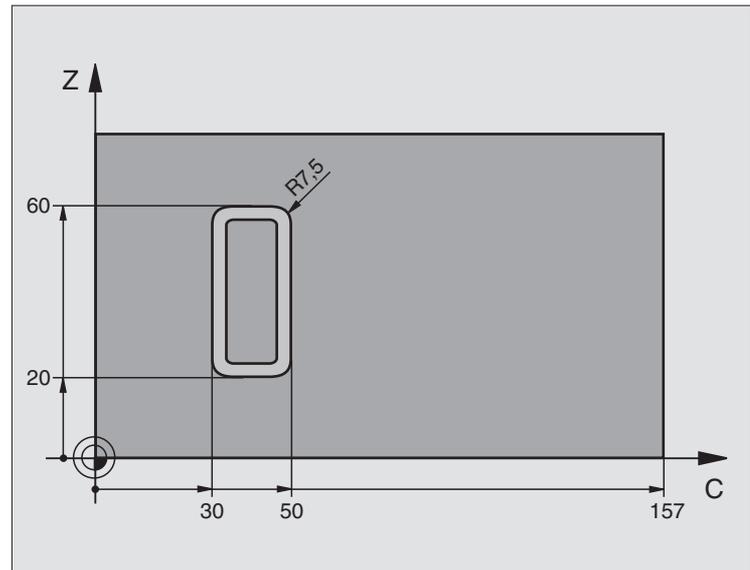
| | | |
|----|----------------|----------------------|
| 11 | LBL 1 | Kontur-Unterprogramm |
| 12 | L X+0 Y+15 RL | |
| 13 | L X+5 Y+20 | |
| 14 | CT X+5 Y+75 | |
| 15 | L Y+95 | |
| 16 | RND R7,5 | |
| 17 | L X+50 | |
| 18 | RND R7,5 | |
| 19 | L X+100 Y+80 | |
| 20 | LBL 0 | |
| 21 | END PGM C25 MM | |

Beispiel: Zylinder-Mantel



Zylinder mittig auf Rundtisch aufgespannt.

Bezugspunkt liegt in der Rundtisch-Mitte



| | | |
|----|-------------------------------|--------------------------------------------|
| 0 | BEGIN PGM C27 MM | |
| 1 | TOOL DEF 1 L+0 R+3,5 | Werkzeug-Definition |
| 2 | TOOL CALL 1 Y S2000 | Werkzeug-Aufruf, Werkzeug-Achse Y |
| 3 | L Y+250 R0 FMAX | Werkzeug freifahren |
| 4 | L X+0 R0 FMAX | Werkzeug auf Rundtisch-Mitte positionieren |
| 5 | CYCL DEF 14.0 KONTUR | Kontur-Unterprogramm festlegen |
| 6 | CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1 | |
| 7 | CYCL DEF 27.0 ZYLINDER-MANTEL | Bearbeitungs-Parameter festlegen |
| | Q1=-7 ;FRAESTIEFE | |
| | Q3=+0 ;AUFMASS SEITE | |
| | Q6=2 ;SICHERHEITS-ABST. | |
| | Q10=4 ;ZUSTELL-TIEFE | |
| | Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ. | |
| | Q12=250 ;VORSCHUB FRAESEN | |
| | Q16=25 ;RADIUS | |
| | Q17=1 ;BEMASSUNGSART | |
| 8 | L C+0 R0 F MAX M3 | Rundtisch vorpositionieren |
| 9 | CYCL CALL | Zyklus-Aufruf |
| 10 | L Y+250 R0 F MAX M2 | Werkzeug freifahren, Programm-Ende |

8.5 SL-Zyklen

| | | |
|----|----------------|----------------------------------------|
| 11 | LBL 1 | Kontur-Unterprogramm |
| 12 | L C+40 Z+20 RL | Angaben in der Drehachse in mm (Q17=1) |
| 13 | L C+50 | |
| 14 | RND R7,5 | |
| 15 | L Z+60 | |
| 16 | RND R7,5 | |
| 17 | L IC-20 | |
| 18 | RND R7,5 | |
| 19 | L Z+20 | |
| 20 | RND R7,5 | |
| 21 | L C+40 | |
| 22 | LBL 0 | |
| 23 | END PGM C27 MM | |

8.6 Zyklen zum Abzeilen

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

- Durch Digitalisieren erzeugt
- Eben rechteckig
- Eben schiefwinklig
- Beliebig geneigt
- In sich verwunden

| Zyklus | Softkey |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 30 DIGITALISIERDATEN ABARBEITEN Zum Abzeilen von Digitalisierdaten in mehreren Zustellungen |  |
| 230 ABZEILEN Für ebene rechteckige Flächen |  |
| 231 REGELFLAECHE Für schiefwinklige, geneigte und verwundene Flächen |  |

DIGITALISIERDATEN ABARBEITEN (Zyklus 30)

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug im Eilgang FMAX von der aktuellen Position aus in der Spindelachse auf SICHERHEITS-ABSTAND über den im Zyklus programmierten MAX-Punkt
- 2 Anschließend fährt die TNC das Werkzeug mit FMAX in der Bearbeitungsebene auf den im Zyklus programmierten MIN-Punkt
- 3 Von dort aus fährt das Werkzeug mit VORSCHUB TIEFENZU-STELLUNG auf den ersten Konturpunkt
- 4 Anschließend arbeitet die TNC alle in der Digitalisierdaten-Datei gespeicherten Punkte im VORSCHUB FRAESEN ab; falls nötig fährt die TNC zwischendurch auf SICHERHEITS-ABSTAND, um unbearbeitete Bereiche zu überspringen
- 5 Am Ende fährt die TNC das Werkzeug mit FMAX zurück auf den SICHERHEITS-ABSTAND



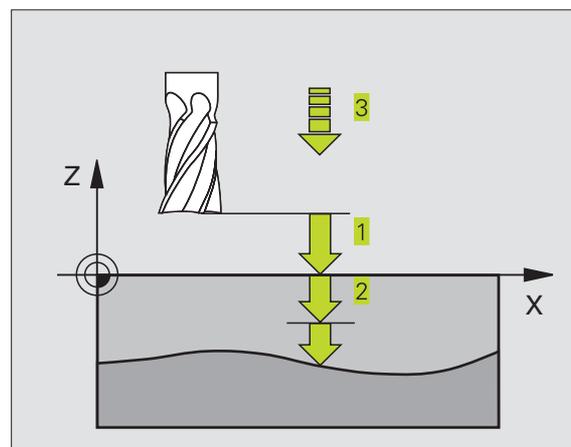
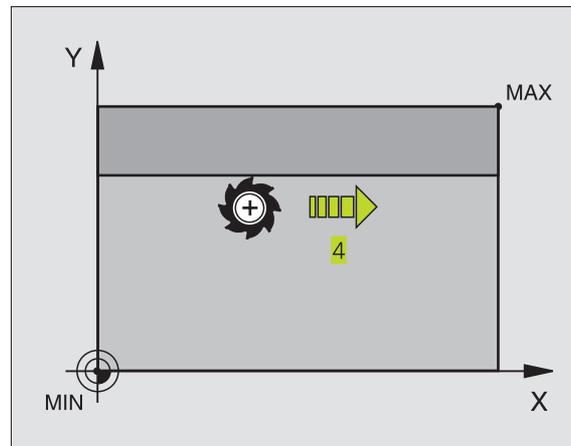
Beachten Sie vor dem Programmieren

Mit Zyklus 30 können Sie Digitalisierdaten und PNT-Dateien abarbeiten.

Wenn Sie PNT-Dateien abarbeiten, in denen keine Spindelachsen-Koordinate steht, ergibt sich die Frästiefe aus dem programmierten MIN-Punkt der Spindelachse.

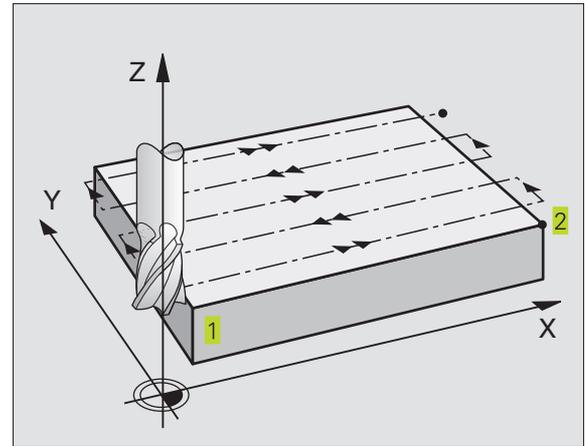
30 MILL
PNT-DAT

- ▶ PGM NAME DIGITALISIERDATEN: Name der Datei eingeben, in der die Digitalisierdaten gespeichert sind; wenn die Datei nicht im aktuellen Verzeichnis steht, kompletten Pfad eingeben
- ▶ MIN-PUNKT BEREICH: Minimal-Punkt (X-, Y- und Z-Koordinate) des Bereichs, in dem gefräst werden soll
- ▶ MAX-PUNKT BEREICH: Maximal-Punkt (X-, Y- und Z-Koordinate) des Bereichs, in dem gefräst werden soll
- ▶ SICHERHEITS-ABSTAND **1** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche bei Eilgang-Bewegungen
- ▶ ZUSTELL-TIEFE **2** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird
- ▶ VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG **3**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in mm/min
- ▶ VORSCHUB FRAESEN **4**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- ▶ ZUSATZ-FUNKTION M: Optionale Eingabe einer Zusatz-Funktion, z.B. M112



ABZEILEN (Zyklus 230)

- 1** Die TNC positioniert das Werkzeug im Eilgang FMAX von der aktuellen Position aus in der Bearbeitungsebene auf den Startpunkt **1**; die TNC versetzt das Werkzeug dabei um den Werkzeug-Radius nach links und nach oben
- 2** Anschließend fährt das Werkzeug mit FMAX in der Spindelachse auf SICHERHEITS-ABSTAND und danach im VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG auf die programmierte Startposition in der Spindelachse
- 3** Danach fährt das Werkzeug mit dem programmierten VORSCHUB FRAESEN 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 FRAESEN 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 negativer Richtung der 1. Achse 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





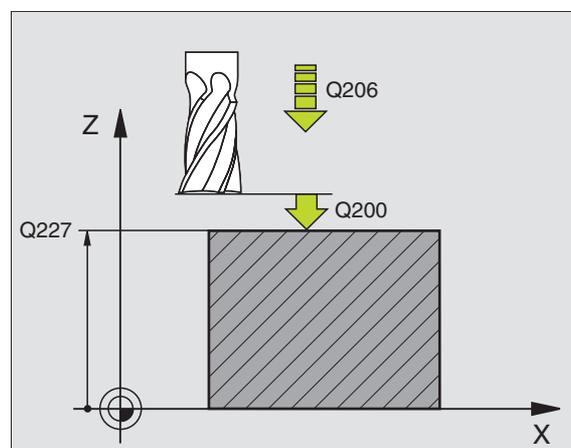
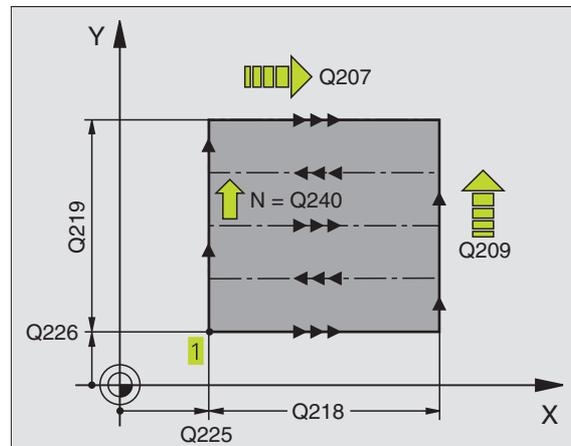
Beachten Sie vor dem Programmieren

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. SEITENLAENGE Q218 (inkremental): Länge der abzuzeilenden Fläche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene, bezogen auf den STARTPUNKT 1. ACHSE
- ▶ 2. SEITENLAENGE 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 FRAESEN Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- ▶ VORSCHUB QUER Q209: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf die nächste Zeile in mm/min; wenn Sie im Material quer fahren, dann Q209 kleiner als Q207 eingeben; wenn Sie im Freien quer fahren, dann darf Q209 größer als Q207 sein
- ▶ SICHERHEITS-ABSTAND Q200 (inkremental): zwischen Werkzeugspitze und Frästiefe für Positionierung am Zyklus-Anfang und am Zyklus-Ende



REGELFLAECHE (Zyklus 231)

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug von der aktuellen Position aus mit einer 3D-Geradenbewegung auf den Startpunkt 1
- 2 Anschließend fährt das Werkzeug mit dem programmierten VORSCHUB FRAESEN 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

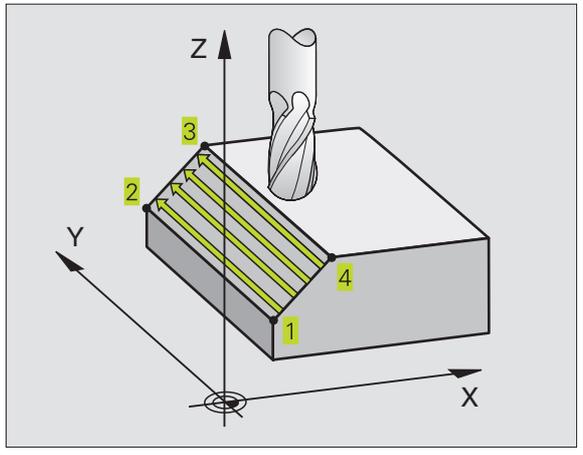
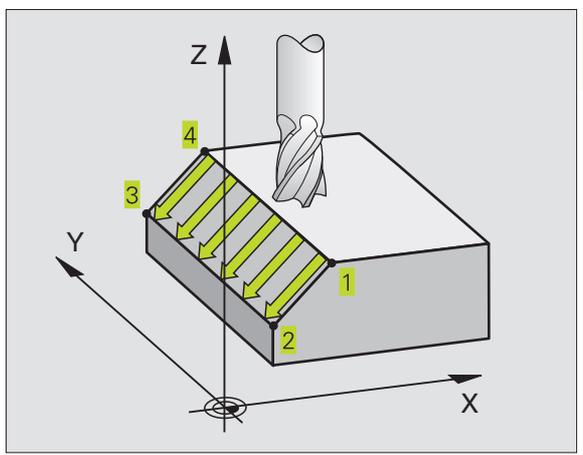
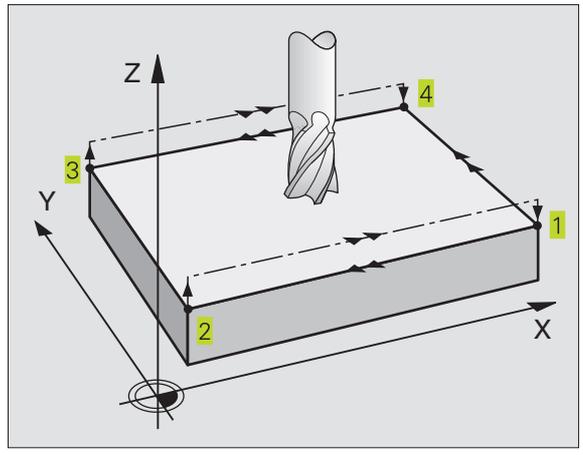
Der Startpunkt und damit die Fräsrichtung ist frei wählbar, weil die TNC die Einzelschnitte grundsätzlich von Punkt 1 nach Punkt 2 fährt und der Gesamtverlauf von Punkt 1 / 2 nach Punkt 3 / 4 verläuft. Sie können Punkt 1 an jede Ecke der zu bearbeitenden Fläche legen.

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

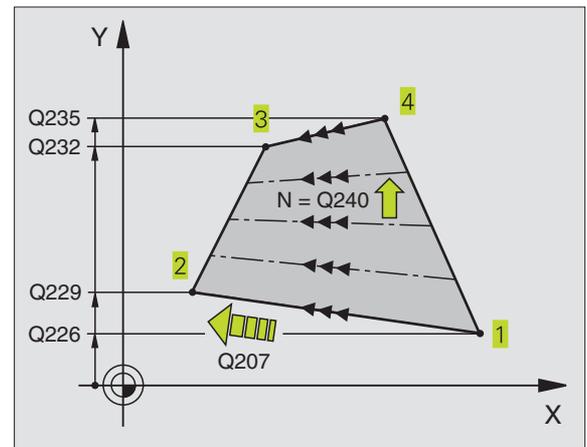
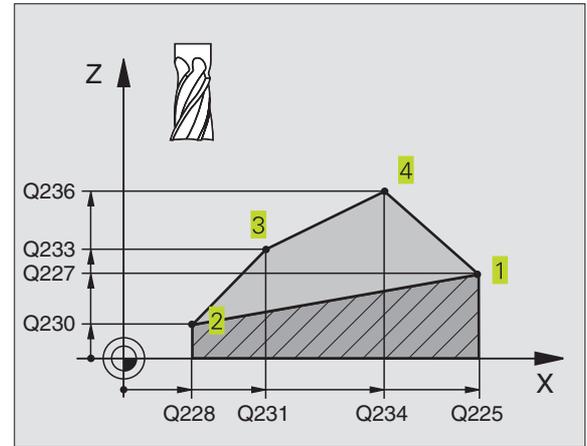
Die TNC positioniert das Werkzeug von der aktuellen Position mit einer 3D-Geradenbewegung auf den Startpunkt **1**. Werkzeug so vorpositionieren, daß keine Kollision mit dem Werkstück oder Spannmitteln erfolgen kann.

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

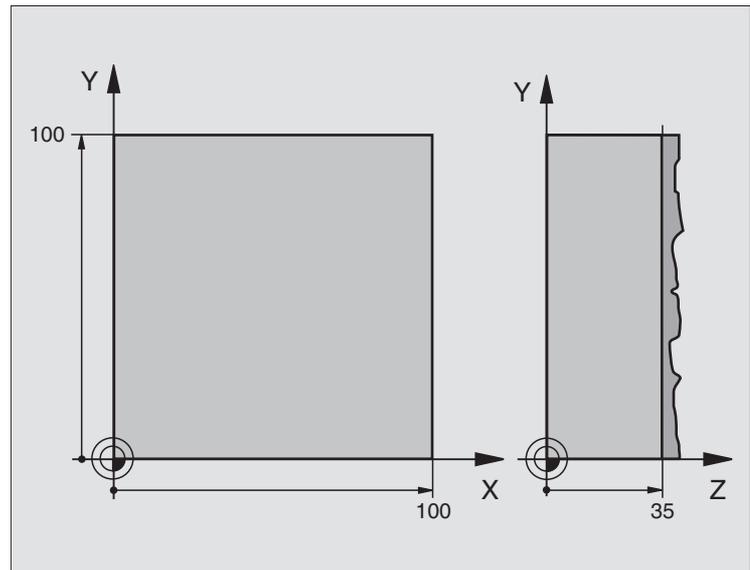
Ggf. Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn verwenden (DIN 844).



- ▶ 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 FRAESEN Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/ min. Die TNC führt den ersten Schnitt mit dem halben programmierten Wert aus.



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

8.7 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 Nullpunkt-Tabellen |  |
| 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 |  |
| 19 BEARBEITUNGSEBENE Bearbeitungen im geschwenkten Koordinatensystem durchführen für Maschinen mit Schwenkköpfen und/oder Drehtischen |  |

Wirksamkeit der Koordinaten-Umrechnungen

Beginn der Wirksamkeit: Eine Koordinaten-Umrechnung wird ab ihrer Definition wirksam – wird also nicht aufgerufen. Sie wirkt so lange, bis sie rückgesetzt oder neu definiert wird.

Koordinaten-Umrechnung rücksetzen:

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

NULLPUNKT-Verschiebung (Zyklus 7)

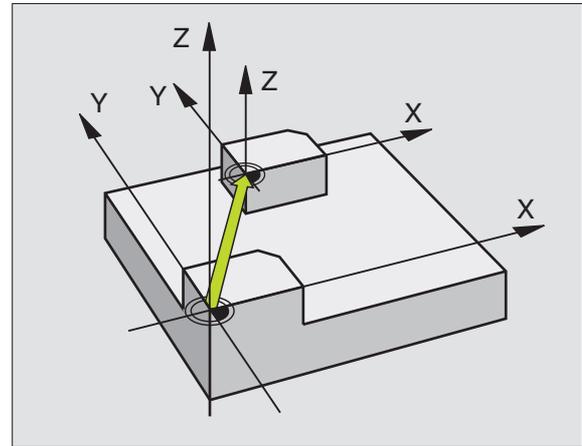
Mit der NULLPUNKT-VERSCHIEBUNG können Sie Bearbeitungen an beliebigen Stellen des Werkstücks wiederholen.

Wirkung

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



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



Rücksetzen

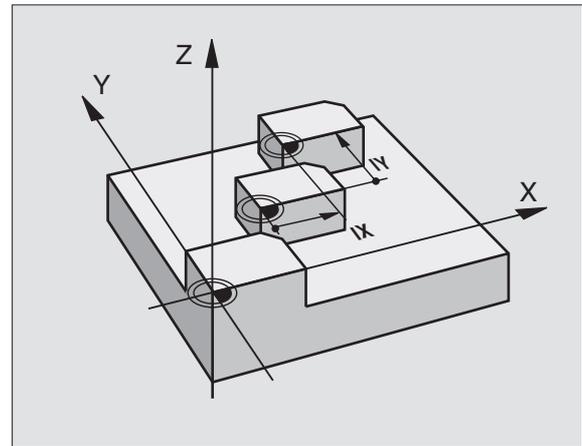
Die Nullpunkt-Verschiebung mit den Koordinatenwerten $X=0$, $Y=0$ und $Z=0$ hebt eine Nullpunkt-Verschiebung wieder auf.

Grafik

Wenn Sie nach einer Nullpunkt-Verschiebung eine neue BLK FORM programmieren, können Sie über den Maschinenparameter 7310 entscheiden, ob sich die BLK FORM auf den neuen oder alten Nullpunkt beziehen soll. Bei der Bearbeitung mehrerer Teile kann die TNC dadurch jedes Teil einzeln grafisch darstellen.

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)



Wenn Sie die Programmier-Grafik in Verbindung mit Nullpunkt-Tabellen verwenden, dann wählen Sie vor Grafik-Start in der Betriebsart TEST die entsprechende Nullpunkt-Tabelle aus (Status S).

Wenn Sie nur eine Nullpunkt-Tabelle verwenden, vermeiden Sie Verwechslungen beim Aktivieren in den Programmlauf-Betriebsarten.

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

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

Neue Zeilen können Sie nur am Tabellen-Ende einfügen.

Anwendung

Nullpunkt-Tabellen Setzen Sie z.B. ein bei

- häufig wiederkehrenden Bearbeitungsgängen an verschiedenen Werkstück-Positionen oder
- häufiger Verwendung derselben Nullpunktverschiebung

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



- ▶ **VERSCHIEBUNG:** Nummer des Nullpunktes aus der Nullpunkt-Tabelle oder einen Q-Parameter eingeben; Wenn Sie einen Q-Parameter eingeben, dann aktiviert die TNC die Nullpunkt-Nummer, die im Q-Parameter steht

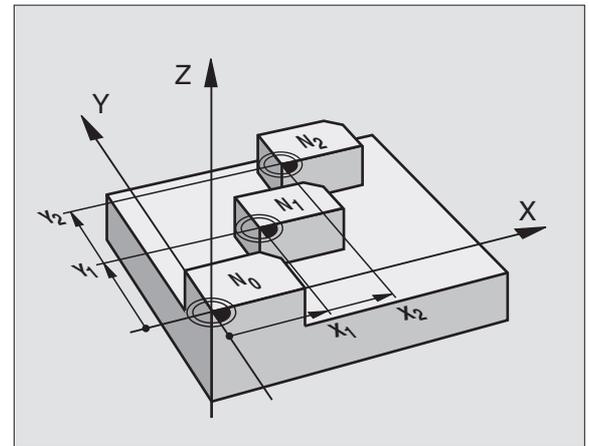
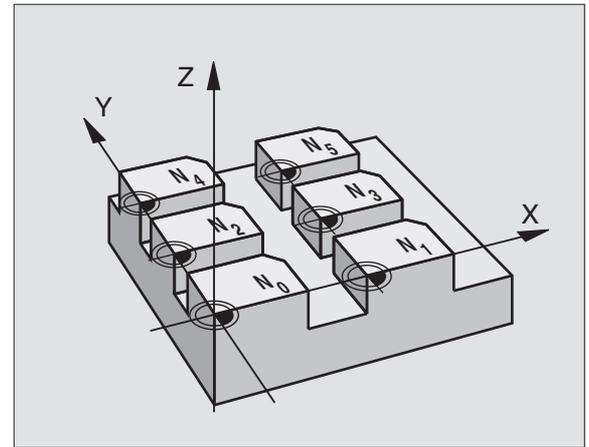
Rücksetzen

- 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.

Status-Anzeigen

Wenn sich Nullpunkte aus der Tabelle auf den Maschinen-Nullpunkt beziehen, dann

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



Nullpunkt-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“
- ▶ Nullpunkt-Tabellen anzeigen: Softkeys SELECT TYPE und SHOW .D drücken
- ▶ Gewünschte Tabelle wählen oder neuen Dateinamen eingeben
- ▶ Datei editieren. Die Softkey-Leiste zeigt dazu folgende Funktionen an:

| Funktion | Softkey |
|------------------------------------------------------------|-------------|
| Tabellen-Anfang wählen | BEGIN TABLE |
| Tabellen-Ende wählen | END TABLE |
| Seitenweise blättern nach oben | PAGE ↑ |
| Seitenweise blättern nach unten | PAGE ↓ |
| Zeile einfügen (nur möglich am Tabellen-Ende) | INSERT LINE |
| Zeile löschen | DELETE LINE |
| Eingegebene Zeile übernehmen und Sprung zur nächsten Zeile | NEXT LINE |

Nullpunkt-Tabelle konfigurieren

Auf der zweiten und dritten Softkeyleiste können Sie für jede Nullpunkt-Tabelle die Achsen festlegen, für die Sie Nullpunkte definieren wollen. Standardmäßig sind alle neun Achsen aktiv. Wenn Sie eine Achse aussperren wollen, dann setzen Sie den entsprechenden Achs-Softkey auf OFF. Die TNC löscht dann die zugehörige Spalte in der Nullpunkt-Tabelle.

Nullpunkt-Tabelle verlassen

In der Datei-Verwaltung anderen Datei-Typ anzeigen lassen und gewünschte Datei wählen.

| MANUELLER BETRIEB | | NULLPUNKT-TABELLE EDITIEREN NULLPUNKT-VERSCHIEBUNG ? | | | | | |
|-------------------|------|---------------------------------------------------------|----|----|-----|----|--|
| DATEI : TEST.D | | MM | | | | | |
| D | X | Y | Z | C | U | V | |
| 6 | +300 | -125 | +0 | +0 | +10 | +0 | |
| 7 | +250 | -125 | +0 | +0 | +10 | +0 | |
| 8 | +200 | -125 | +0 | +0 | +10 | +0 | |
| 9 | +150 | -125 | +0 | +0 | +10 | +0 | |
| 10 | +200 | -125 | +0 | +0 | +10 | +0 | |
| 11 | +250 | -225 | +0 | +0 | +10 | +0 | |
| 12 | +300 | -225 | +0 | +0 | +10 | +0 | |
| 13 | +0 | +0 | +0 | +0 | +0 | +0 | |
| 14 | +0 | +0 | +0 | +0 | +0 | +0 | |
| [END] | | | | | | | |

| X | Y | Z | A | B | C | U | V |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| OFF / ON |

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:

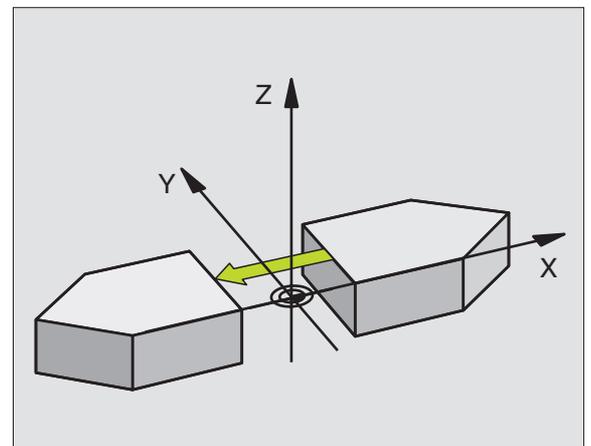
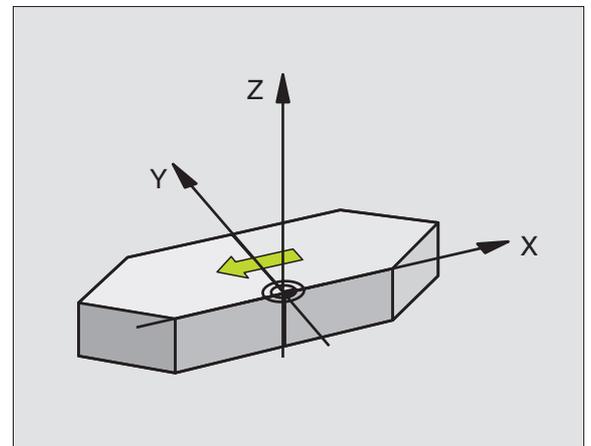
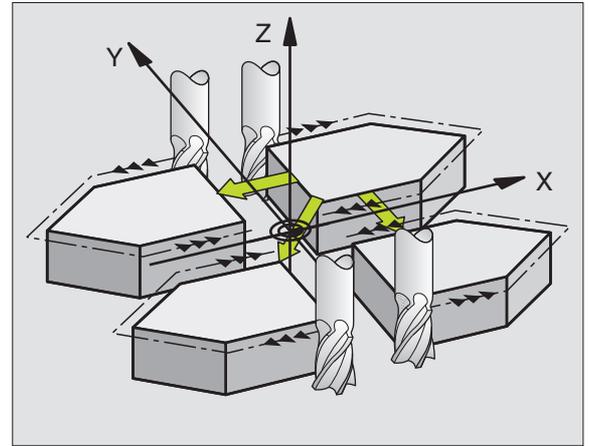
- Nullpunkt liegt auf der zu spiegelnden Kontur: Das Element wird direkt am Nullpunkt gespiegelt; siehe Bild rechts Mitte
- Nullpunkt liegt außerhalb der zu spiegelnden Kontur: Das Element verlagert sich zusätzlich; siehe Bild rechts unten



- GESPIEGELTE ACHSE?: Achse eingeben, die gespiegelt werden soll; Sie können alle Achsen spiegeln – incl. Drehachsen – mit Ausnahme der Spindelachse und der dazugehörigen Nebenachse

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.

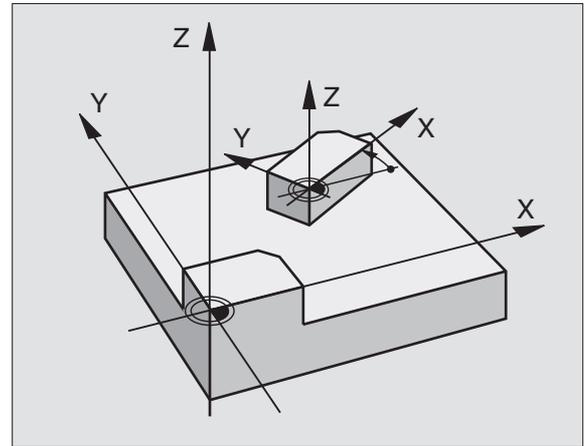
Nachdem Sie Zyklus 10 definiert haben, verfahren Sie beide Achsen der Bearbeitungsebene, um die Drehung zu aktivieren.



- ▶ DREHUNG: Drehwinkel in Grad (°) eingeben. Eingabebereich: -360° bis +360° (absolut oder inkremental)

Rücksetzen

Zyklus DREHUNG mit Drehwinkel 0° erneut programmieren.



MASSFaktor (Zyklus 11)

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

Wirkung

Der MASSFAKTOR wirkt ab seiner Definition im Programm. Er wirkt auch in der Betriebsart POSITIONIEREN MIT HANDEINGABE. Die TNC zeigt den aktiven Maßfaktor in der zusätzlichen Status-Anzeige an.

Der Massfaktor wirkt

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

Voraussetzung

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



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

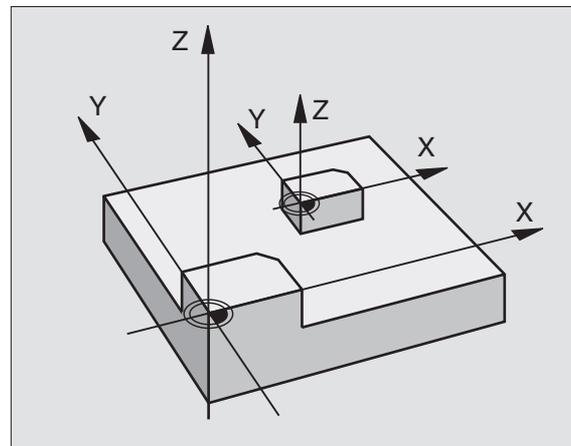
Vergrößern: SCL größer als 1 bis 99,999 999

Verkleinern: SCL kleiner als 1 bis 0,000 001

Rücksetzen

Zyklus MASSFAKTOR mit Faktor 1 erneut programmieren.

Ein Massfaktor können Sie auch achsspezifisch eingeben (siehe Zyklus 26).



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

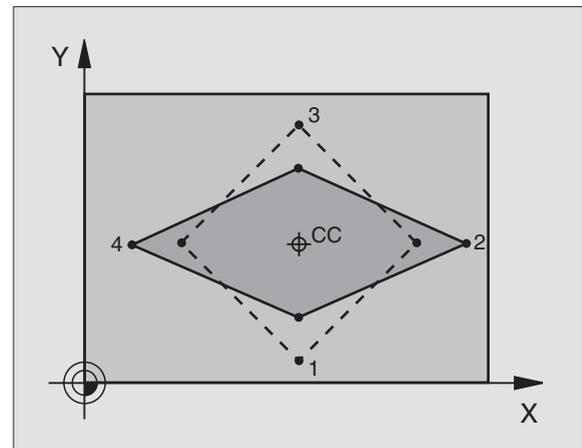
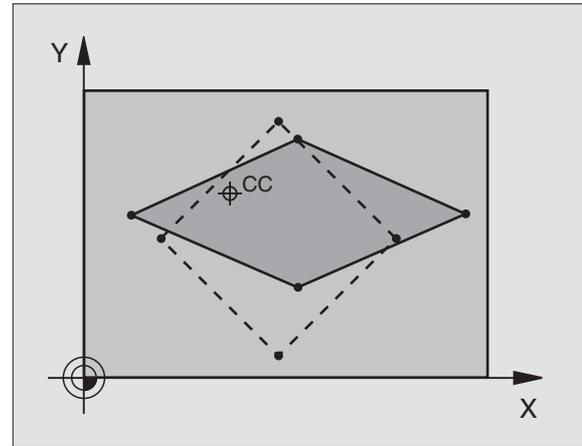
Ecke 4: X = 7,5 mm Y = 15,0 mm

- 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



BEARBEITUNGSEBENE (Zyklus 19)



Die Funktionen zum Schwenken der Bearbeitungsebene werden vom Maschinenhersteller an TNC und Maschine angepasst. Bei bestimmten Schwenkköpfen (Schwenktischen) legt der Maschinenhersteller fest, ob die im Zyklus programmierten Winkel von der TNC als Koordinaten der Drehachsen oder als Raumwinkel interpretiert werden. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.



Das Schwenken der Bearbeitungsebene erfolgt immer um den aktiven Nullpunkt.

Grundlagen siehe „2.5 Bearbeitungsebene schwenken“: Lesen Sie diesen Abschnitt vollständig durch.

Wirkung

Im Zyklus 19 definieren Sie die Lage der Bearbeitungsebene durch die Eingabe von Schwenkwinkeln. Eingegebene Winkel beschreiben entweder direkt die Stellung der Schwenkachsen (siehe Bild rechts oben) oder die Winkelkomponenten eines Raumvektors (siehe Bilder rechts Mitte und rechts unten).

Wenn Sie die Winkelkomponenten des Raumvektors programmieren, berechnet die TNC die Winkelstellung der Schwenkachsen automatisch. Die Lage des Raumvektors – also die Lage der Spindelachse – berechnet die TNC durch Drehung um das **maschinenfeste** Koordinatensystem. Die Reihenfolge der Drehungen für die Berechnung des Raumvektors ist fest: Zuerst dreht die TNC die A-Achse, danach die B-Achse und schließlich die C-Achse.

Zyklus 19 wirkt ab seiner Definition im Programm. Sobald Sie eine Achse im geschwenkten System verfahren, wirkt die Korrektur für diese Achse. Wenn die Korrektur in allen Achsen verrechnet werden soll, dann müssen Sie alle Achsen verfahren.

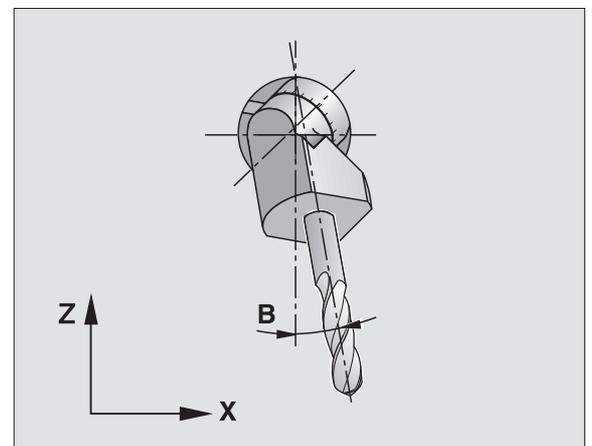
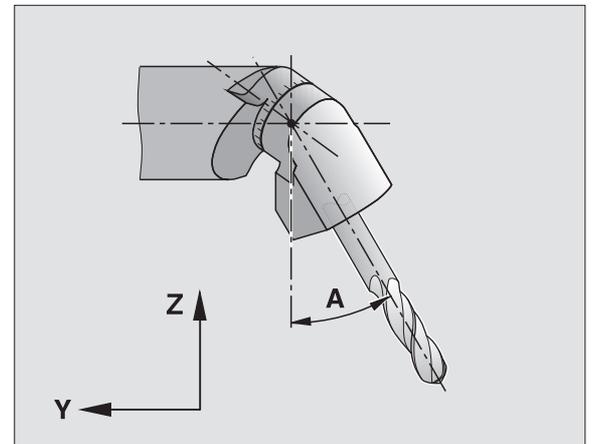
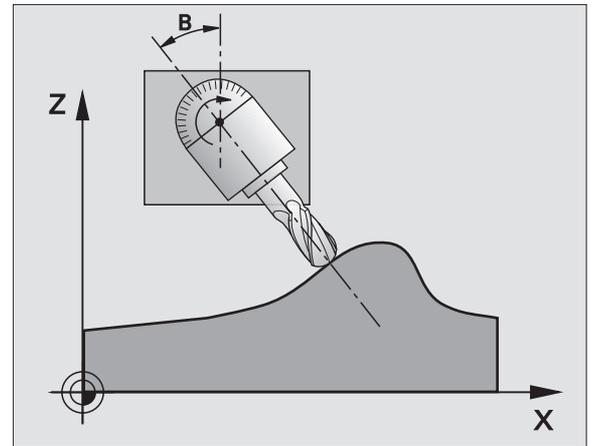
Falls Sie die Funktion SCHWENKEN PROGRAMMLAUF in der Betriebsart MANUELL auf AKTIV gesetzt haben (siehe „2.5 Bearbeitungsebene schwenken“) wird der in diesem Menü eingetragene Winkelwert vom Zyklus 19 BEARBEITUNGSEBENE überschrieben.



- ▶ DREHACHSE UND -WINKEL: Geschwenkte Drehachse mit zugehörigem Drehwinkel; die Drehachsen A, B und C über Softkeys programmieren

Rücksetzen

Um die Schwenkwinkel rückzusetzen, Zyklus BEARBEITUNGSEBENE erneut definieren und für alle Drehachsen 0° eingeben. Anschließend Zyklus BEARBEITUNGSEBENE nochmal definieren, und die Dialogfrage mit der Taste „NO ENT“ bestätigen. Dadurch setzen Sie die Funktion inaktiv.



Drehachse positionieren



Der Maschinenhersteller legt fest, ob Zyklus 19 die Drehachse(n) automatisch positioniert, oder ob Sie die Drehachsen im Programm vorpositionieren müssen. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Wenn Zyklus 19 die Drehachsen automatisch positioniert, gilt:

- Die TNC kann nur geregelte Achsen automatisch positionieren.
- Nur voreingestellte Werkzeuge verwenden (volle Werkzeuglänge im TOOL DEF-Satz bzw. in der Werkzeug-Tabelle).
- Beim Schwenkvorgang bleibt die Position der Werkzeugspitze gegenüber dem Werkstück nahezu unverändert.
- Die TNC führt den Schwenkvorgang mit dem zuletzt programmierten Vorschub aus. Der maximal erreichbare Vorschub hängt ab von der Komplexität des Schwenkkopfes (Schwenktisches).

Wenn Zyklus 19 die Drehachsen nicht automatisch positioniert, positionieren Sie die Drehachsen z.B. mit einem L-Satz vor der Zyklus-Definition:

NC-Beispielsätze

| | |
|---------------------------------|-------------------------------------------|
| L Z+100 R0 FMAX | |
| L X+25 Y+10 R0 FMAX | |
| L A+15 R0 F1000 | Drehachse positionieren |
| CYCL DEF 19.0 BEARBEITUNGSEBENE | Winkel für Korrekturberechnung definieren |
| CYCL DEF 19.1 A+15 | |
| L Z+80 R0 FMAX | Korrektur aktivieren Spindelachse |
| L X-7.5 Y-10 R0 FMAX | Korrektur aktivieren Bearbeitungsebene |

Positions-Anzeige im geschwenkten System

Die angezeigten Positionen (SOLL und IST) und die Nullpunkt-Anzeige in der zusätzlichen Status-Anzeige beziehen sich nach dem Aktivieren von Zyklus 19 auf das geschwenkte Koordinatensystem. Die angezeigte Position stimmt direkt nach der Zyklus-Definition also ggf. nicht mehr mit den Koordinaten der zuletzt vor Zyklus 19 programmierten Position überein.

Arbeitsraum-Überwachung

Die TNC überprüft im geschwenkten Koordinatensystem nur die Achsen auf Endschalter, die verfahren werden. Ggf. gibt die TNC eine Fehlermeldung aus.

Positionieren im geschwenkten System

Mit der Zusatz-Funktion M130 können Sie auch im geschwenkten System Positionen anfahren, die sich auf das ungeschwenkte Koordinatensystem beziehen (siehe „7.3 Zusatz-Funktionen für Koordinatenangaben“).

Kombination mit anderen Koordinaten-Umrechnungszyklen

Bei der Kombination von Koordinaten-Umrechnungszyklen ist darauf zu achten, daß das Schwenken der Bearbeitungsebene immer um den aktiven Nullpunkt erfolgt. Sie können eine Nullpunkt-Verschiebung vor dem Aktivieren von Zyklus 19 durchführen: dann verschieben Sie das „maschinenfeste Koordinatensystem“:

Falls Sie den Nullpunkt nach dem Aktivieren von Zyklus 19 verschieben, dann verschieben Sie das „geschwenkte Koordinatensystem“:

Wichtig: Gehen Sie beim Rücksetzen der Zyklen in der umgekehrten Reihenfolge wie beim Definieren vor:

1. Nullpunkt-Verschiebung aktivieren
2. Bearbeitungsebene schwenken aktivieren
3. Drehung aktivieren
- ...
- Werkstückbearbeitung
- ...
1. Drehung rücksetzen
2. Bearbeitungsebene schwenken rücksetzen
3. Nullpunkt-Verschiebung rücksetzen

Automatisches Messen im geschwenkten System

Mit dem Zyklus TCH PROBE 1.0 BEZUGSEBENE können Sie Werkstücke im geschwenkten System vermessen. Die Meßergebnisse werden von der TNC in Q-Parametern gespeichert, die Sie anschließend weiterverarbeiten können (z.B. Meßergebnisse auf Drucker ausgeben).

Leitfaden für das Arbeiten mit Zyklus 19 BEARBEITUNGSEBENE

1 Programm erstellen

- Werkzeug definieren (entfällt, wenn TOOL.T aktiv), volle Werkzeug-Länge eingeben
- Werkzeug aufrufen
- Spindelachse so freifahren, daß beim Schwenken keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- Ggf. Drehachse(n) mit L-Satz positionieren auf entsprechenden Winkelwert (abhängig von einem Maschinenparameter)
- Ggf. Nullpunkt-Verschiebung aktivieren
- Zyklus 19 BEARBEITUNGSEBENE definieren; Winkelwerte der Drehachsen eingeben
- Alle Hauptachsen (X, Y, Z) verfahren, um die Korrektur zu aktivieren
- Bearbeitung so programmieren, als ob sie in der ungeschwenkten Ebene ausgeführt werden würde.
- Zyklus 19 BEARBEITUNGSEBENE rücksetzen; für alle Drehachsen 0° eingeben
- Funktion BEARBEITUNGSEBENE deaktivieren; Zyklus 19 erneut definieren, Dialogfrage mit „NO ENT“ bestätigen

- Ggf. Nullpunkt-Verschiebung rücksetzen
- Ggf. Drehachsen in die 0°-Stellung positionieren

2 Werkstück aufspannen

3 Vorbereitungen in der Betriebsart POSITIONIEREN MIT HANDEINGABE

Drehachse(n) zum Setzen des Bezugspunkts auf entsprechenden Winkelwert positionieren. Der Winkelwert richtet sich nach der von Ihnen gewählten Bezugsfläche am Werkstück.

4 Vorbereitungen in der Betriebsart MANUELLER BETRIEB

Funktion Bearbeitungsebene schwenken mit Softkey 3D-ROT auf AKTIV setzen für Betriebsart MANUELLER BETRIEB; bei nicht geregelten Achsen Winkelwerte der Drehachsen ins Menü eintragen

Bei nicht geregelten Achsen müssen die eingetragenen Winkelwerte mit der Ist-Position der Drehachse(n) übereinstimmen, sonst berechnet die TNC den Bezugspunkt falsch.

5 Bezugspunkt-Setzen

- Manuell durch Ankratzen wie im ungeschwenkten System (siehe „2.4 Bezugspunkt-Setzen ohne 3D-Tastensystem“)
- Gesteuert mit einem HEIDENHAIN 3D-Tastensystem (siehe „12.3 Bezugspunkt-Setzen mit einem 3D-Tastensystem“)

6 Bearbeitungsprogramm in der Betriebsart PROGRAMMLAUF SATZFOLGE starten

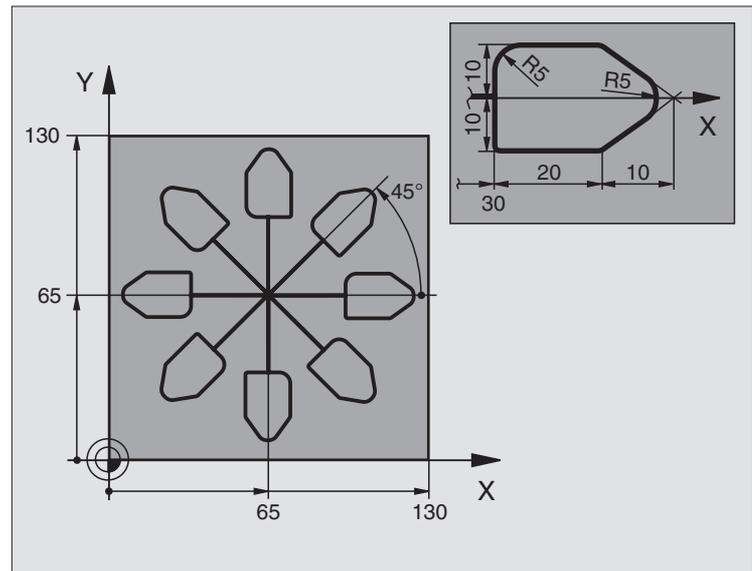
7 Betriebsart MANUELLER BETRIEB

Funktion Bearbeitungsebene schwenken mit Softkey 3D-ROT auf INAKTIV setzen. Für alle Drehachsen Winkelwert 0° ins Menü eintragen (siehe „2.5 Bearbeitungsebene schwenken“).

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 F MAX | Werkzeug freifahren |
| 6 | CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT | Nullpunkt-Verschiebung ins Zentrum |
| 7 | CYCL DEF 7.1 X+65 | |
| 8 | CYCL DEF 7.2 Y+65 | |
| 9 | CALL LBL 1 | Fräsbearbeitung aufrufen |
| 10 | LBL 10 | Marke für Programmteil-Wiederholung setzen |
| 11 | CYCL DEF 10.0 DREHUNG | Drehung um 45° inkremental |
| 12 | CYCL DEF 10.1 IROT+45 | |
| 13 | CALL LBL 1 | Fräsbearbeitung aufrufen |
| 14 | CALL LBL 10 REP 6/6 | Rücksprung zu LBL 10; insgesamt sechsmal |
| 15 | CYCL DEF 10.0 DREHUNG | Drehung rücksetzen |
| 16 | CYCL DEF 10.1 ROT+0 | |
| 17 | CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT | Nullpunkt-Verschiebung rücksetzen |
| 18 | CYCL DEF 7.1 X+0 | |
| 19 | CYCL DEF 7.2 Y+0 | |
| 20 | L Z+250 RO F MAX M2 | Werkzeug freifahren, Programm-Ende |

8.7 Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung

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

8.8 Sonder-Zyklen

VERWEILZEIT (Zyklus 9)

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

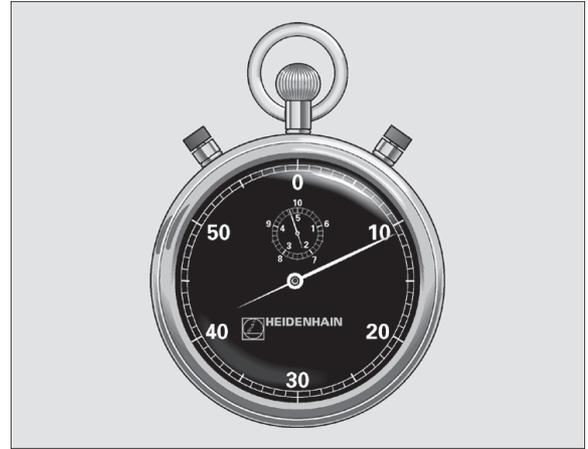
Wirkung

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



- ▶ VERWEILZEIT IN SEKUNDEN: Verweilzeit in Sekunden eingeben

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



PROGRAMM-AUFRUF (Zyklus 12)

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



Beachten Sie vor dem Programmieren

Wenn Sie nur den Programm-Namen eingeben, muß das zum Zyklus deklarierte Programm im selben Verzeichnis stehen wie das rufende Programm.

Wenn das zum Zyklus deklarierte Programm nicht im selben Verzeichnis steht wie das rufende Programm, dann geben Sie den vollständigen Pfadnamen ein, z.B. \KLAR35\FK1\50.H .

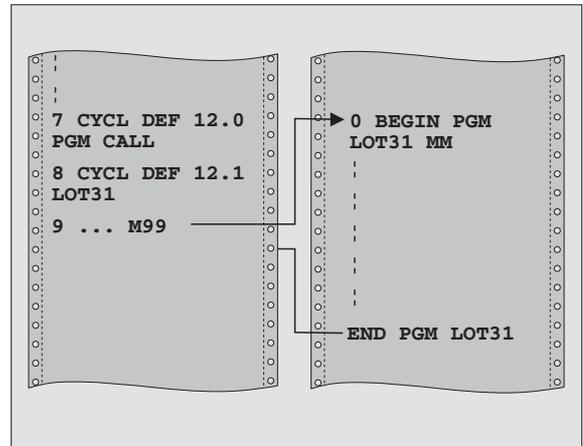
Wenn Sie ein DIN/ISO-Programm zum Zyklus deklarieren wollen, dann geben Sie den Datei-Typ .I hinter dem Programm-Namen ein.



- ▶ PROGRAMM-NAME: Name des aufzurufenden Programms ggf. mit Pfad, in dem das Programm steht

Das Programm rufen Sie auf mit

- CYCL CALL (separater Satz) oder
- M99 (satzweise) oder
- M89 (wird nach jedem Positionier-Satz ausgeführt)



Beispiel: Programm-Aufruf

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

NC-Beispielsätze

55 CYCL DEF 12.0 PGM CALL

Festlegung:

56 CYCL DEF 12.1 PGM \KLAR35\FK1\50.H

„Programm 50 ist ein Zyklus“

57 L X+20 Y+50 FMAX M99

Aufruf von Programm 50

SPINDEL-ORIENTIERUNG (Zyklus 13)

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

Die TNC kann die Hauptspindel einer Werkzeugmaschine als 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 oder M20 (maschinenabhängig).

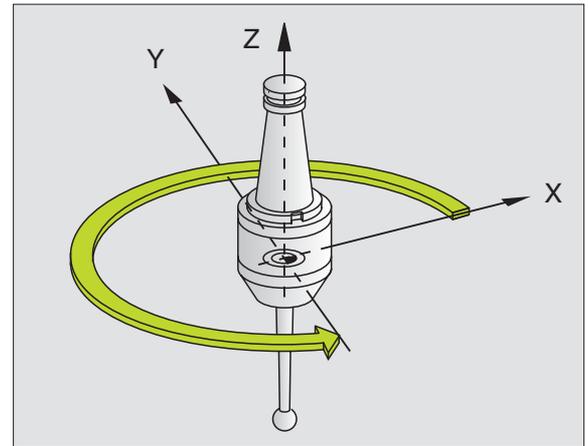
Wenn Sie M19, bzw. M20 programmieren, ohne zuvor den Zyklus 13 definiert zu haben, dann positioniert die TNC die Hauptspindel auf einen Winkelwert, der in einem Maschinenparameter festgelegt ist (siehe Maschinenhandbuch).



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

Eingabe-Bereich: 0 bis 360°

Eingabe-Feinheit: 0,1°





9

Programmieren:

**Unterprogramme und
Programmteil-Wiederholungen**

9.1 Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen kennzeichnen

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

Label

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

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



Wenn Sie eine LABEL-Nummer mehrmals vergeben, gibt die TNC beim Beenden des LBL SET-Satzes eine Fehlermeldung aus. Bei sehr langen Programmen können Sie über MP7229 die Überprüfung auf eine eingebare Anzahl von Sätzen begrenzen.

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

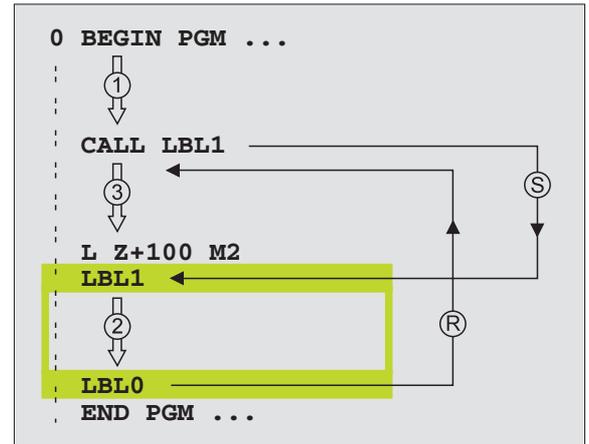
9.2 Unterprogramme

Arbeitsweise

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

Programmier-Hinweise

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



Unterprogramm programmieren



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

Unterprogramm aufrufen



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



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

9.3 Programmteil-Wiederholungen

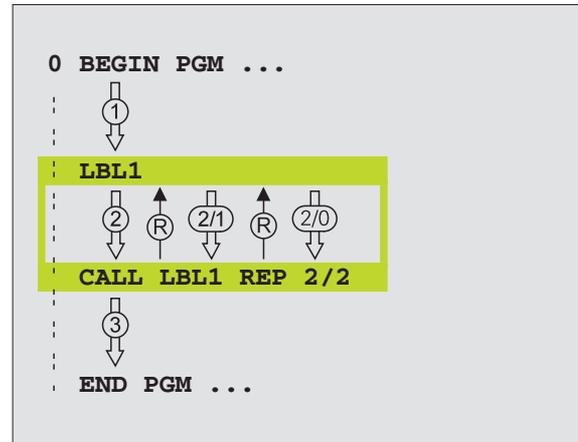
Programmteil-Wiederholungen beginnen mit der Marke LBL (LABEL). Eine Programmteil-Wiederholung schließt mit CALL LBL /REP ab.

Arbeitsweise

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

Programmier-Hinweise

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



Programmteil-Wiederholung programmieren



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

Programmteil-Wiederholung aufrufen



- ▶ Taste LBL CALL drücken, LABEL-NUMMER des zu wiederholenden Programmteils und Anzahl der WIEDERHOLUNGEN REP eingeben

9.4 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



- ▶ Programm aufrufen: Taste PGM CALL drücken und PROGRAMM-NAME des aufzurufenden Programms eingeben

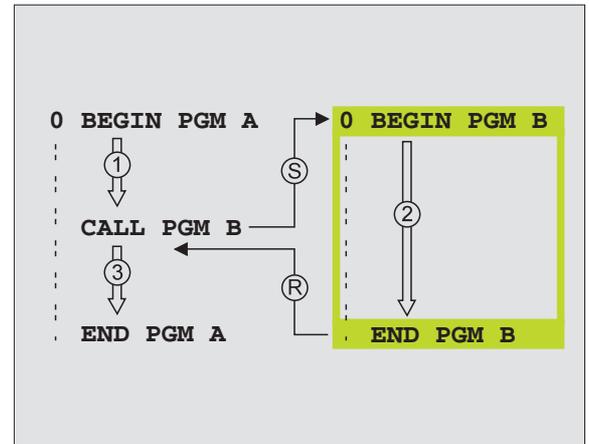


Wenn Sie nur den Programm-Namen eingeben, muß das aufgerufene Programm im selben Verzeichnis stehen wie das rufende Programm.

Wenn das aufgerufene Programm nicht im selben Verzeichnis steht wie das rufende Programm, oder extern gespeichert ist, dann geben Sie den vollständigen Pfadnamen ein, z.B. RS232:\VZW35\SCHRUPP\PGM1.H

Wenn Sie ein DIN/ISO-Programm aufrufen wollen, dann geben Sie den Datei-Typ .I hinter dem Programm-Namen ein.

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



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 2/2 | Programmteil zwischen diesem Satz und LBL 2 |
| ... | (Satz 20) wird 2 mal wiederholt |
| 35 CALL LBL 1 REP 1/1 | Programmteil zwischen diesem Satz und LBL 1 |
| ... | (Satz 15) wird 1 mal wiederholt |
| 50 END PGM 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 2/2 | Programmteil zwischen diesem Satz und LBL1 |
| ... | (Satz 10) wird 2 mal wiederholt |
| 19 L Z+100 RO FMAX M2 | Letzter Programmsatz des Hauptprogramms mit M2 |
| 20 LBL 2 | Anfang des Unterprogramms |
| ... | |
| 28 LBL 0 | Ende des Unterprogramms |
| 29 END PGM UPGREP MM | |

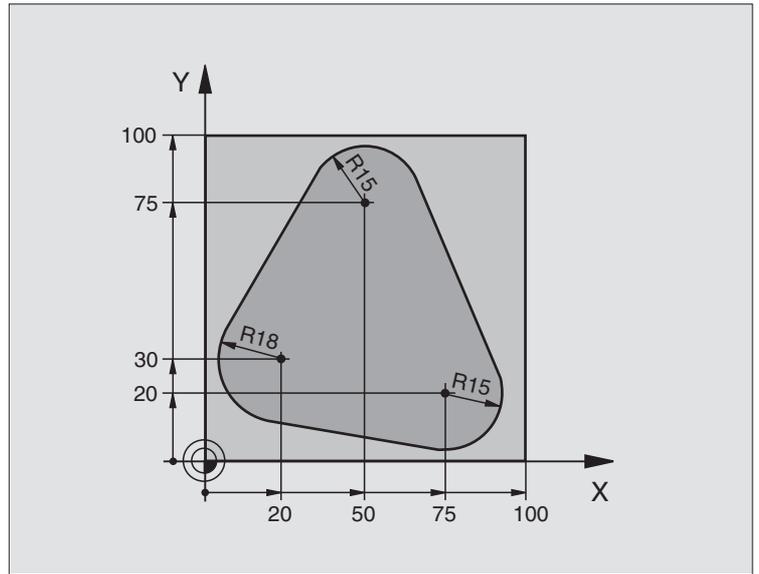
Programm-Ausführung

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

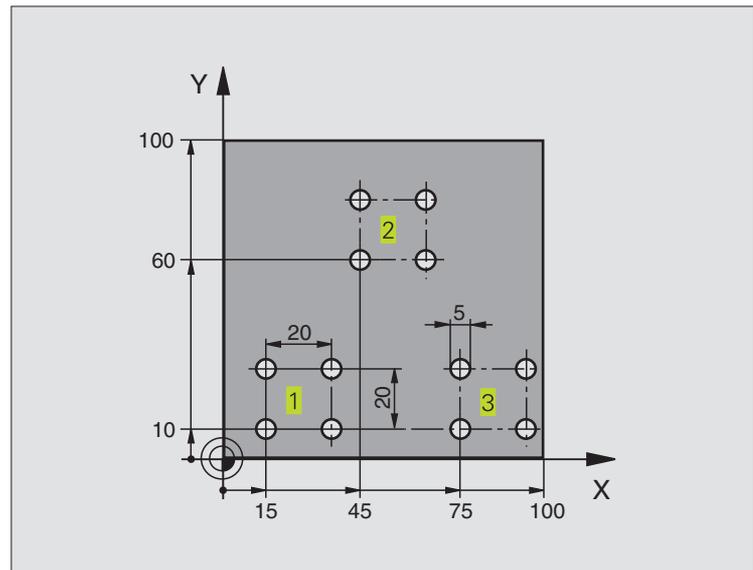


| | |
|---------------------------------------|--------------------------------------------|
| 0 BEGIN PGM PGMWDH MM | |
| 1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40 | |
| 2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0 | |
| 3 TOOL DEF 1 L+0 R+10 | Werkzeug-Definition |
| 4 TOOL CALL 1 Z S500 | Werkzeug-Aufruf |
| 5 L Z+250 R0 F MAX | Werkzeug freifahren |
| 6 L X-20 Y+30 R0 F MAX | Vorpositionieren Bearbeitungsebene |
| 7 L Z+0 R0 F MAX M3 | Vorpositionieren auf Oberkante Werkstück |
| 8 LBL 1 | Marke für Programmteil-Wiederholung |
| 9 L IZ-4 R0 F MAX | 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 F MAX | Freifahren |
| 20 CALL LBL 1 REP 4/4 | Rücksprung zu LBL 1; insgesamt viermal |
| 21 L Z+250 R0 F MAX 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



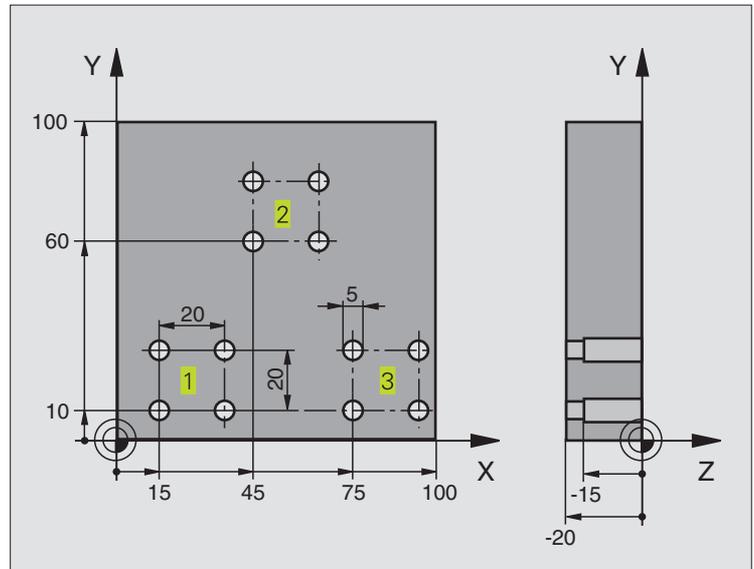
| | |
|--------------------------------|----------------------------------------|
| 0 BEGIN PGM UP1 MM | |
| 1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20 | |
| 2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0 | |
| 3 TOOL DEF 1 L+0 R+2,5 | Werkzeug-Definition |
| 4 TOOL CALL 1 Z S5000 | Werkzeug-Aufruf |
| 5 L Z+250 RO F MAX | Werkzeug freifahren |
| 6 CYCL DEF 200 BOHREN | Zyklus-Definition Bohren |
| Q200=2 ;SICHERHEITSABST. | |
| Q201=-10 ;TIEFE | |
| Q206=250 ;F TIEFENZUST. | |
| Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE | |
| Q210=0 ;V.-ZEIT OBEN | |
| Q203=+0 ;K00R. OBERFL. | |
| Q204=10 ;2. S.-ABSTAND | |
| 7 L X+15 Y+10 RO F MAX M3 | Startpunkt Bohrungsgruppe 1 anfahren |
| 8 CALL LBL 1 | Unterprogramm für Bohrungsgruppe rufen |
| 9 L X+45 Y+60 RO F MAX | Startpunkt Bohrungsgruppe 2 anfahren |
| 10 CALL LBL 1 | Unterprogramm für Bohrungsgruppe rufen |
| 11 L X+75 Y+10 RO F MAX | Startpunkt Bohrungsgruppe 3 anfahren |
| 12 CALL LBL 1 | Unterprogramm für Bohrungsgruppe rufen |
| 13 L Z+250 RO F MAX M2 | Ende des Hauptprogramms |

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

Beispiel: Bohrungsgruppen mit mehreren Werkzeugen

Programm-Ablauf

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



| | |
|--------------------------------|------------------------------------|
| 0 BEGIN PGM UP2 MM | |
| 1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20 | |
| 2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0 | |
| 3 TOOL DEF 1 L+0 R+4 | Werkzeug-Definition Zentrierbohrer |
| 4 TOOL DEF 2 L+0 R+3 | Werkzeug-Definition Bohrer |
| 5 TOOL DEF 3 L+0 R+3,5 | Werkzeug-Definition Reibahle |
| 6 TOOL CALL 1 Z S5000 | Werkzeug-Aufruf Zentrierbohrer |
| 7 L Z+250 R0 F MAX | Werkzeug freifahren |

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



10

Programmieren:

Q-Parameter

10.1 Prinzip und Funktionsübersicht

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

Q-Parameter stehen beispielsweise für

- Koordinatenwerte
- Vorschübe
- Drehzahlen
- Zyklus-Daten

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

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

| Bedeutung | Bereich |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Frei verwendbare Parameter, lokal nur innerhalb des Programms wirksam (Abhängig von MP7251 und MP7300) | 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 wirksam | Q200 bis Q299 |

Programmierhinweise

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

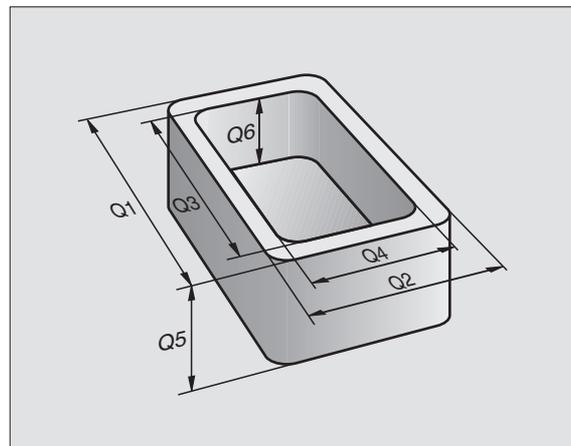
Sie können Q-Parametern Zahlenwerte zwischen -99 999,9999 und +99 999,9999 zuweisen.



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 (engl. basic arithmetic) | BASIC ARITH- METIC |
| Winkelfunktionen (engl. trigonometry) | TRIGO- NOMETRY |
| Wenn/dann-Entscheidungen, Sprünge (engl. jumps) | JUMP |
| Sonstige Funktionen (engl. diverse function) | DIVERSE FUNCTION |
| Formel (engl. formula) direkt eingeben | FORMULA |

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 dem Zahlenwert einen Q-Parameter ein.

NC-Beispielsätze

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

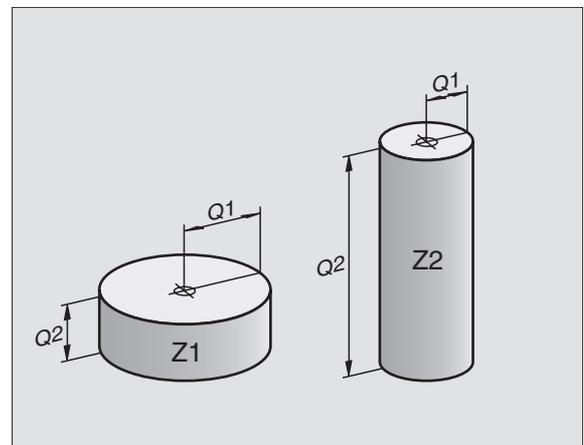
Für Teilefamilien programmieren Sie z.B. die charakteristischen Werkstück-Abmessungen als Q-Parameter.

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 BASIC ARITHMETIC 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 BASIC ARITHMETIC drücken



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

PARAMETER-NR. FUER 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 BASIC ARITHMETIC drücken



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

PARAMETER-NR. FUER ERGEBNIS?

12



Nummer des Q- Parameters eingeben: 12

1. WERT ODER PARAMETER

Q5



Q5 als ersten Wert eingeben

2. WERT ODER PARAMETER

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:

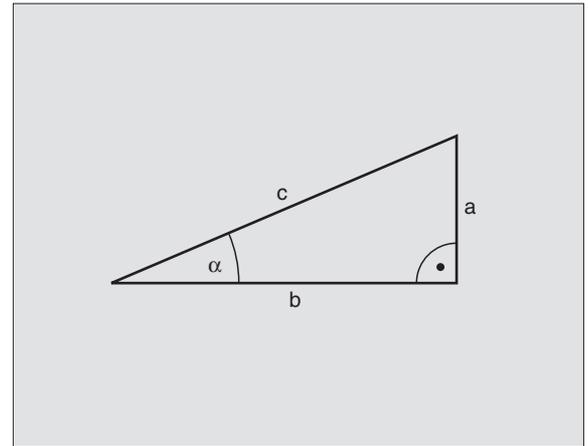
$$a^2 + b^2 = c^2 \quad (\text{mit } a^2 = a \times a)$$

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

Winkelfunktionen programmieren

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

Programmierung: vergleiche Seite 223 „Beispiel: Grundrechenarten programmieren“.



| Funktion | Softkey |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FN6: SINUS z.B. FN6: Q20 = SIN-Q5 Sinus eines Winkels in Grad (°) bestimmen und zuweisen | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;"> FN6 SIN(X) </div> |
| FN7: COSINUS z.B. FN7: Q21 = COS-Q5 Cosinus eines Winkels in Grad (°) bestimmen und zuweisen | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;"> FN7 COS(X) </div> |
| FN8: WURZEL AUS QUADRATSUMME z.B. FN8: Q10 = +5 LEN +4 Differenz aus zwei Werten bilden und zuweisen | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;"> FN8 X LEN V </div> |
| 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 | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;"> FN13 X ANG V </div> |

10.5 Wenn/dann-Entscheidungen mit Q-Parametern

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

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

Unbedingte Sprünge

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

FN9: IF+10 EQU+10 GOTO LBL1

Wenn/dann-Entscheidungen programmieren

Die Wenn/dann-Entscheidungen erscheinen mit Druck auf den Softkey JUMP. 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 INTERNAL STOP drücken) bzw. Programm-Test anhalten



- ▶ Q-Parameter-Funktionen aufrufen: Taste Q drücken
- ▶ Nummer des Q-Parameters eingeben und Taste ENT drücken. Die TNC zeigt im Dialog-Feld den aktuellen Wert des Q-Parameters an
- ▶ Wenn Sie den Wert 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

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| MANUELLER BETRIEB | PROGRAMM-TEST Q201 = -50 |
| <pre> 0 BEGIN PGM 1 MM 1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40 2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0 * - BOHRPLATTE ID-NR 257943KL1 4 TOOL CALL 1 Z S4500 5 L Z+100 R0 F MAX 6 CYCL DEF 203 UNIVERSAL-BOHREN Q200=2 ;SICHERHEITABSST. Q201=-50 ;TIEFE Q206=250 ;F TIEFENZUST. Q202=0 ;ZUSTELL-TIEFE Q210=0 ;V.-ZEIT OBEN Q203=+0 ;KOOR. OBERFL. Q204=100 ;2. S.-ABSTAND Q212=0 ;ABNAHMEBETRAG </pre> | |
| | END |

10.7 Zusätzliche Funktionen

Die zusätzlichen Funktionen erscheinen mit Druck auf den Softkey DIVERSE FUNCTION. Die TNC zeigt folgende Softkeys:

| Funktion | Softkey |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| FN14:ERROR Fehlermeldungen ausgeben |  |
| FN15:PRINT Texte oder Q-Parameter-Werte unformatiert ausgeben |  |
| FN16:F-PRINT Texte oder Q-Parameter-Werte formatiert ausgeben |  |
| FN18:SYS-DATUM READ Systemdaten lesen |  |
| FN19:PLC Werte an die PLC übergeben |  |
| FN20:WAIT FOR NC und PLC synchronisieren |  |

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 Programm-lauf 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 FN 14:ERROR = 254

Bereich Fehler-Nummern Standard-Dialog

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

Fehler-Nummer und -Text

| | |
|------|-------------------------------|
| 1000 | SPINDEL ? |
| 1001 | WERKZEUGACHSE FEHLT |
| 1002 | NUTBREITE ZU GROSS |
| 1003 | WERKZEUG-RADIUS ZU GROSS |
| 1004 | BEREICH ÜBERSCHRITTEN |
| 1005 | ANFANGS-POSITION FALSCH |
| 1006 | DREHUNG NICHT ERLAUBT |
| 1007 | MASSFaktor NICHT ERLAUBT |
| 1008 | SPIEGELUNG NICHT ERLAUBT |
| 1009 | VERSCHIEBUNG NICHT ERLAUBT |
| 1010 | VORSCHUB FEHLT |
| 1011 | EINGABEWERT FALSCH |
| 1012 | VORZEICHEN FALSCH |
| 1013 | WINKEL NICHT ERLAUBT |
| 1014 | ANTASTPUNKT NICHT ERREICHBAR |
| 1015 | ZU VIELE PUNKTE |
| 1016 | EINGABE WIDERSPRÜCHLICH |
| 1017 | CYCL UNVOLLSTÄNDIG |
| 1018 | EBENE FALSCH DEFINIERT |
| 1019 | FALSCH E ACHSE PROGRAMMIERT |
| 1020 | FALSCH E DREHZAHL |
| 1021 | RADIUS-KORREKTUR UNDEFINIERT |
| 1022 | RUNDUNG NICHT DEFINIERT |
| 1023 | RUNDUNGS-RADIUS ZU GROSS |
| 1024 | UNDEFINIERTER PROGRAMMSTART |
| 1025 | ZU HOHE VERSCHACHTELUNG |
| 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 NICHT DEFINIERT |
| 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 |

FN15: PRINT

Texte oder Q-Parameter-Werte unformatiert ausgeben



Datenschnittstelle einrichten: Im Menüpunkt PRINT bzw. PRINT-TEST legen Sie den Pfad fest, auf dem die TNC die Texte oder Q-Parameter-Werte speichern soll. Siehe „14 MOD-Funktionen, Datenschnittstellen einrichten“.

Mit der Funktion FN15: PRINT können Sie Werte von Q-Parametern und Fehlermeldungen über die Datenschnittstelle ausgeben, zum Beispiel an einen Drucker. Wenn Sie die Werte intern abspeichern oder 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

FN16: F-PRINT

Texte oder Q-Parameter-Werte formatiert ausgeben



Datenschnittstelle einrichten: Im Menüpunkt PRINT bzw. PRINT-TEST legen Sie den Pfad fest, auf dem die TNC die Texte oder Q-Parameter-Werte speichern soll. Siehe „14 MOD-Funktionen, Datenschnittstellen einrichten“.

Mit der Funktion FN16: F-PRINT können Sie Q-Parameter-Werte und Texte formatiert über die Datenschnittstelle ausgeben, zum Beispiel an einen Drucker. Wenn Sie die Werte intern abspeichern oder an einen Rechner ausgeben, speichert die TNC die Daten in der Datei %FN16RUN.A (Ausgabe im Programmlauf) oder in der Datei %FN16SIM.A (Ausgabe im Programmtest).

Um formatierten Text und die Werte der Q-Parameter auszugeben, erstellen Sie mit dem Text-Editor der TNC eine Text-Datei, in der Sie die Formate und Q-Parameter festlegen.

| MANUELLER BETRIEB | | PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN | | | | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|------|---------------------|--|--|-----|
| | | SCHNITTSTELLE RS232 | | SCHNITTSTELLE RS422 | | | |
| BETRIEBSART: LSV-2 | | BETRIEBSART: LSV-2 | | | | | |
| BAUD-RATE | | BAUD-RATE | | | | | |
| FE : | 9600 | FE : | 9600 | | | | |
| EXT1 : | 9600 | EXT1 : | 9600 | | | | |
| EXT2 : | 9600 | EXT2 : | 9600 | | | | |
| LSV-2 : | 9600 | LSV-2 : | 9600 | | | | |
| ZUWEISUNG : | | | | | | | |
| PRINT : | | TNC:\SCREENS\NEUEBA | | | | | |
| PRINT-TEST : | | | | | | | |
| 0 | RS 232 RS 422 SETUP | USER PARAMETER | HELP | | | | END |

Beispiel für eine Text-Datei, die das Ausgabeformat festlegt:

```

„MESSPROTOKOLL SCHAUFELRAD-SCHWERPUNKT“;
„-----“;
„ANZAHL MESSWERTE : = 1“;
„*****“;
„X1 = %5.3LF“ Q31;
„Y1 = %5.3LF“ Q32;
„Z1 = %5.3LF“ Q33;
„*****“;

```

Zum Erstellen von Text-Dateien setzen Sie folgende Formatierungsfunktionen ein:

| Sonderzeichen | Funktion |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| „.....“ | Ausgabeformat für Text und Variablen zwischen Hochkommata festlegen |
| %5.3LF | Format für Q-Parameter festlegen: 5 Vorkomma-, 4 Nachkomma-Stellen, Long, Floating (Dezimalzahl) |
| , | Trennzeichen zwischen Ausgabeformat und Parameter |
| ; | Satzende-Zeichen, schließt eine Zeile ab |

Im Bearbeitungs-Programm programmieren Sie FN16: F-PRINT, um die Ausgabe zu aktivieren:

```
96 FN16:F-PRINT TNC:\MASKE\MASKE1.A
```

Die TNC gibt dann die zugehörige Datei %FN16SIM.A aus:

```

MESSPROTOKOLL SCHAUFELRAD-SCHWERPUNKT
-----
ANZAHL MESSWERTE : = 1
*****
X1 = 149,360
Y1 = 25,509
Z1 = 37,000
*****

```

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 Werkzeug-Achse 0=X, 1=Y, 2=Z, 6=U, 7=V, 8=W | |
| | 4 | – | Programmierte Spindeldrehzahl | |
| | 5 | – | Aktiver Spindelzustand: 0=aus, 1=ein | |
| | 8 | – | Kühlmittelzustand: 0=aus, 1=ein | |
| | 9 | – | Aktiver Vorschub | |
| | Zyklus-Parameter, 30 | 1 | – | Sicherheits-Abstand aktiver Bearbeitungs-Zyklus |
| | | 2 | – | Bohrtiefe/Frästiefe aktiver Bearbeitungs-Zyklus |
| 3 | | – | Zustell-Tiefe aktiver Bearbeitungs-Zyklus | |
| 4 | | – | Vorschub Tiefenzust. aktiver Bearbeitungs-Zyklus | |
| 5 | | – | 1. Seitenlänge Zyklus Rechtecktasche | |
| 6 | | – | 2. Seitenlänge Zyklus Rechtecktasche | |
| 7 | | – | 1. Seitenlänge Zyklus Nut | |
| 8 | | – | 2. Seitenlänge Zyklus Nut | |
| 9 | | – | Radius Zyklus Kreistasche | |
| 10 | | – | Vorschub Fräsen aktiver Bearbeitungs-Zyklus | |
| 11 | | – | Drehsinn aktiver Bearbeitungs-Zyklus | |
| 12 | | – | Verweilzeit aktiver Bearbeitungs-Zyklus | |
| 13 | | – | Gewindesteigung Zyklus 17, 18 | |
| 14 | | – | Schlichtaufmaß aktiver Bearbeitungs-Zyklus | |
| 15 | | – | Ausräumwinkel aktiver Bearbeitungs-Zyklus | |

| Gruppen-Name, ID-Nr. | Nummer | Index | Systemdatum |
|--------------------------------------------------------|--------|-------|----------------------------------------------------|
| Daten aus der Werkzeug-Tabelle, 50 | 1 | – | Werkzeug-Länge |
| | 2 | – | Werkzeug-Radius |
| | 3 | – | Werkzeug-Radius R2 |
| | 4 | – | Aufmaß Werkzeug-Länge DL |
| | 5 | – | Aufmaß Werkzeug-Radius DR |
| | 6 | – | Aufmaß Werkzeug-Radius DR2 |
| | 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 |
| Programmierte Werte aus dem letzten TOOL CALL-Satz, 60 | 1 | – | Werkzeug-Nummer |
| | 2 | – | Werkzeug-Achse 0=X, 1=Y, 2=Z, 6=U, 7=V, 8=W |
| | 3 | – | Spindel-Drehzahl |
| | 4 | – | Aufmaß Werkzeug-Länge DL |
| | 5 | – | Aufmaß Werkzeug-Radius DR |
| | 6 | – | Kennung Auto-TOOL CALL (0=ja, 1=nein) |
| Direkt nach TOOL CALL programmierte Position, 70 | 1 | – | Position gültig/ungültig (1/0) |
| | 2 | 1 | X-Achse |
| | 2 | 2 | Y-Achse |
| | 2 | 3 | Z-Achse |
| | 3 | – | Programmierter Vorschub (-1: Kein Vorschub progr.) |

| Gruppen-Name, ID-Nr. | Nummer | Index | Systemdatum | |
|-------------------------------------------------|----------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 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 | |
| | | | +64: U-Achse gespiegelt | |
| | | | +128: V-Achse gespiegelt | |
| | | | +256: W-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 | 7 | Aktiver Maßfaktor U-Achse | |
| | 4 | 8 | Aktiver Maßfaktor V-Achse | |
| | 4 | 9 | Aktiver Maßfaktor W-Achse | |
| | 5 | 1 | 3D-ROT A-Achse | |
| | 5 | 2 | 3D-ROT B-Achse | |
| | 5 | 3 | 3D-ROT C-Achse | |
| | 6 | – | Bearbeitungsebene Schwenken aktiv/inaktiv (-1/0) | |
| Verfahrbereich, 230 | 2 | 1 bis 9 | Negativer Software-Endschalter Achse 1 bis 9 | |
| | 3 | 1 bis 9 | Positiver Software-Endschalter Achse 1 bis 9 | |
| Soll-Position im REF-System, 240 | 1 | 1 bis 9 | Index 1=X-Achse 2=Y-Achse 3=Z-Achse Index 4=A-Achse 5=B-Achse 6=C-Achse Index 7=U-Achse 8=V-Achse 9=W-Achse | |
| Kalibrierdaten TT 120 | | | | |
| Mittelpunkt im Referenzsystem, 350 | 20 | 1 | X-Achse | |
| | | 2 | Y-Achse | |
| | | 3 | Z-Achse | |
| | 21 | – | Teller-Radius | |
| Daten aus der aktiven Nullpunkt-Tabelle, 500 | 1-254 (NP-Nummer) | 1 bis 9 | Index 1=X-Achse 2=Y-Achse 3=Z-Achse Index 4=A-Achse 5=B-Achse 6=C-Achse Index 7=U-Achse 8=V-Achse 9=W-Achse | |

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

55 FN18: SYSREAD Q25 = ID210 NR4 IDX3

FN19: PLC**Werte an PLC übergeben**

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

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

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

56 FN19: PLC=+10/+Q3

FN20: WAIT FOR**NC und PLC synchronisieren**

Diese Funktion dürfen Sie nur in Abstimmung mit Ihrem Maschinhersteller verwenden!

Mit der Funktion FN20: WAIT FOR können Sie während des Programmablaufs eine Synchronisation zwischen NC und PLC durchführen. Die NC stoppt das Abarbeiten, bis die Bedingung erfüllt ist, die Sie im FN20-Satz programmiert haben. Die TNC kann dabei folgende PLC-Operanden überprüfen:

| PLC-Operand | Kurzbezeichnung | Adressbereich |
|-------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Merker | M | 0 bis 4999 |
| Eingang | I | 0 bis 31, 128 bis 152 64 bis 126 (erste PL 401 B) 192 bis 254 (zweite PL 401 B) |
| Ausgang | O | 0 bis 30 32 bis 62 (erste PL 401 B) 64 bis 94 (zweite PL 401 B) |
| Zähler | C | 48 bis 79 |
| Timer | T | 0 bis 95 |
| Byte | B | 0 bis 4095 |
| Wort | W | 0 bis 2047 |
| Doppelwort | D | 2048 bis 4095 |

Im FN20-Satz sind folgende Bedingungen erlaubt:

| Bedingung | Kurzbezeichnung |
|----------------|-----------------|
| Gleich | = |
| Kleiner als | < |
| Größer als | > |
| Kleiner-Gleich | <= |
| Größer-Gleich | >= |

Beispiel: Programmablauf anhalten, bis die PLC den Merker 4095 auf 1 setzt

32 FN20: WAIT FOR M4095=1

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 FORMULA. Die TNC zeigt folgende Softkeys in mehreren Leisten:

| Verknüpfungsfunktion | Softkey |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Addition z.B. Q10 = Q1 + Q5 | <input data-bbox="743 433 810 475" type="text" value="+"/> |
| Subtraktion z.B. Q25 = Q7 - Q108 | <input data-bbox="743 535 810 576" type="text" value="-"/> |
| Multiplikation z.B. Q12 = 5 * Q5 | <input data-bbox="743 637 810 678" type="text" value="*"/> |
| Division z.B. Q25 = Q1 / Q2 | <input data-bbox="743 738 810 780" type="text" value="/"/> |
| Klammer auf z.B. Q12 = Q1 * (Q2 + Q3) | <input data-bbox="743 840 810 882" type="text" value="("/> |
| Klammer zu z.B. Q12 = Q1 * (Q2 + Q3) | <input data-bbox="743 942 810 984" type="text" value=")"/> |
| Wert quadrieren (engl. square) z.B. Q15 = SQ 5 | <input data-bbox="743 1044 810 1086" type="text" value="SQ"/> |
| Wurzel ziehen (engl. square root) z.B. Q22 = SQRT 25 | <input data-bbox="743 1146 810 1188" type="text" value="SQRT"/> |
| Sinus eines Winkels z.B. Q44 = SIN 45 | <input data-bbox="743 1248 810 1290" type="text" value="SIN"/> |
| Cosinus eines Winkels z.B. Q45 = COS 45 | <input data-bbox="743 1350 810 1392" type="text" value="COS"/> |
| Tangens eines Winkels z.B. Q46 = TAN 45 | <input data-bbox="743 1452 810 1494" 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 | 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 |

Rechenregeln

Für das Programmieren mathematischer Formeln gelten folgende Regeln:

■ Punkt- vor Strichrechnung

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

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

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

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

■ Distributivgesetz

(Gesetz der Verteilung) beim Klammerrechnen

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

Eingabe-Beispiel

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



Formel-Eingabe wählen: Taste Q und Softkey FORMULA drücken

PARAMETER-NR. FUER ERGEBNIS?

Parameter-Nummer eingeben



Softkey-Leiste weiterschalten und Arcus-Tangens-Funktion wählen



Softkey-Leiste weiterschalten und Klammer öffnen



Q-Parameter Nummer 12 eingeben



Division wählen



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 |
| X-Achse | Q109 = 0 |
| Y-Achse | Q109 = 1 |
| Z-Achse | Q109 = 2 |
| U-Achse | Q109 = 6 |
| V-Achse | Q109 = 7 |
| W-Achse | Q109 = 8 |

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 Q119 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 |
| V. Achse | Q119 |

Ist-Sollwert-Abweichung bei automatischer Werkzeug-Vermessung mit dem TT 120

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

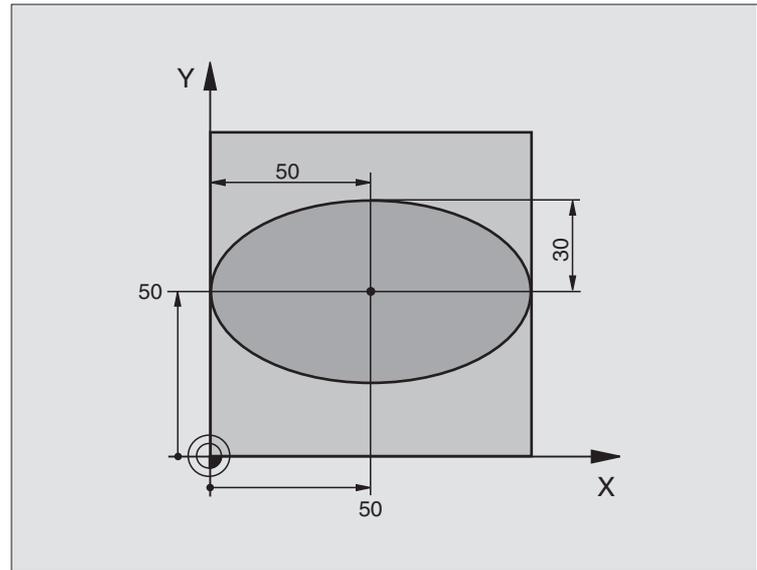
Schwenken der Bearbeitungsebene mit Werkstück-Winkeln: von der TNC berechnete Koordinaten für Drehachsen

| Koordinaten | Parameter |
|-------------|-----------|
| A-Achse | Q120 |
| B-Achse | Q121 |
| C-Achse | Q122 |

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 | Tiefenzustellung |
| 11 | FN 0: Q11 = +350 | Fräsvorschub |
| 12 | FN 0: Q12 = +2 | Sicherheits-Abstand für Vorpositionierung |
| 13 | BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20 | Rohteil-Definition |
| 14 | BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0 | |
| 15 | TOOL DEF 1 L+0 R+2,5 | Werkzeug-Definition |
| 16 | TOOL CALL 1 Z S4000 | Werkzeug-Aufruf |
| 17 | L Z+250 R0 F MAX | Werkzeug freifahren |
| 18 | CALL LBL 10 | Bearbeitung aufrufen |
| 19 | L Z+100 R0 F MAX M2 | Werkzeug freifahren, Programm-Ende |

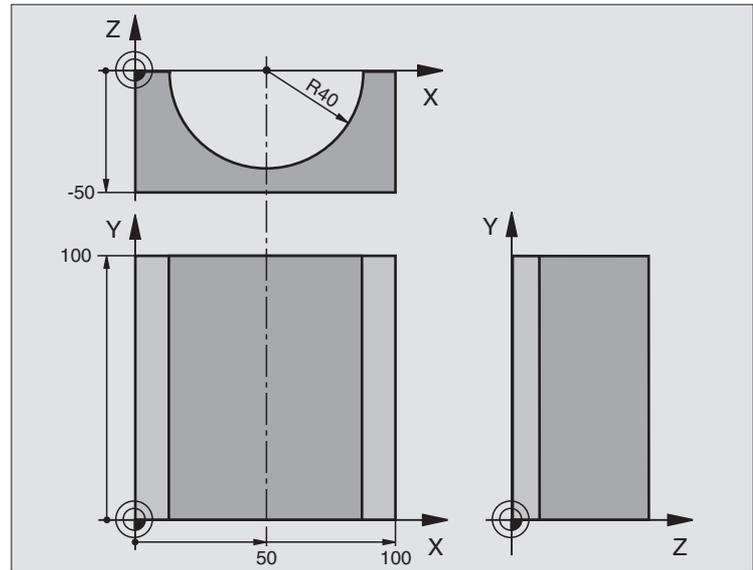
10.10 Programmier-Beispiele

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

Beispiel: Zylinder konkav mit Radiusfräser

Programm-Ablauf

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



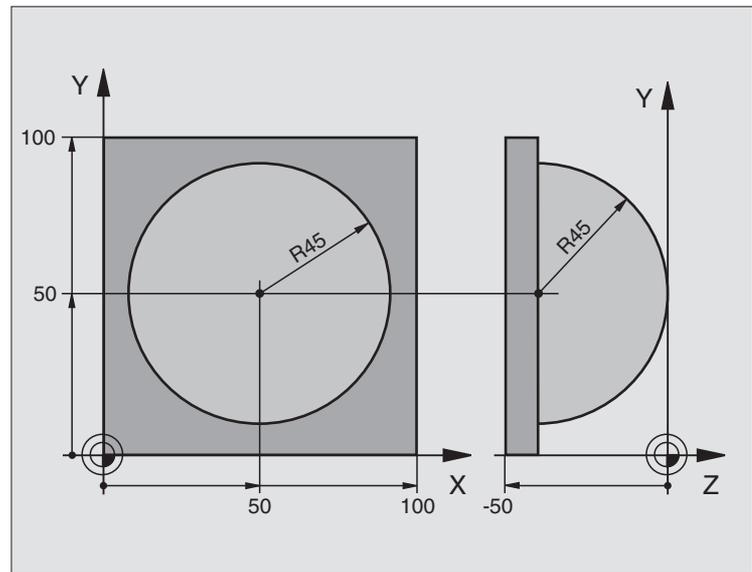
| | | |
|----|------------------------------|------------------------------------|
| 0 | BEGIN PGM ZYLIN MM | |
| 1 | FN 0: Q1 = +50 | Mitte X-Achse |
| 2 | FN 0: Q2 = +0 | Mitte Y-Achse |
| 3 | FN 0: Q3 = +0 | Mitte Z-Achse |
| 4 | FN 0: Q4 = +90 | Startwinkel Raum (Ebene Z/X) |
| 5 | FN 0: Q5 = +270 | Endwinkel Raum (Ebene Z/X) |
| 6 | FN 0: Q6 = +40 | Zylinderradius |
| 7 | FN 0: Q7 = +100 | Länge des Zylinders |
| 8 | FN 0: Q8 = +0 | Drehlage in der Ebene X/Y |
| 9 | FN 0: Q10 = +5 | Aufmaß Zylinderradius |
| 10 | FN 0: Q11 = +250 | Vorschub Tiefenzustellung |
| 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 F MAX | 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 F MAX 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 F MAX | Vorpositionieren in der Ebene in die Mitte des Zylinders |
| 34 | L Z+5 R0 F1000 M3 | Vorpositionieren in der Spindelachse |
| 35 | CC Z+0 X+0 | Pol setzen in der Z/X-Ebene |
| 36 | LP PR+Q16 PA+Q24 FQ11 | Startposition auf Zylinder anfahren, schräg ins Material eintauchend |
| 37 | LBL 1 | |
| 38 | L Y+Q7 R0 FQ11 | Längsschnitt in Richtung Y+ |
| 39 | FN 1: Q20 = +Q20 + +1 | Schnittzähler aktualisieren |
| 40 | FN 1: Q24 = +Q24 + +Q25 | Raumwinkel aktualisieren |
| 41 | FN 11: IF +Q20 GT +Q13 GOTO LBL 99 | Abfrage ob bereits fertig, wenn ja, dann ans Ende springen |
| 42 | LP PR+Q16 PA+Q24 FQ12 | Angenäherten "Bogen" fahren für nächsten Längsschnitt |
| 43 | L Y+0 R0 FQ11 | Längsschnitt in Richtung Y- |
| 44 | FN 1: Q20 = +Q20 + +1 | Schnittzähler aktualisieren |
| 45 | FN 1: Q24 = +Q24 + +Q25 | Raumwinkel aktualisieren |
| 46 | FN 12: IF +Q20 LT +Q13 GOTO LBL 1 | Abfrage ob unfertig, wenn ja dann Rücksprung zu LBL 1 |
| 47 | LBL 99 | |
| 48 | CYCL DEF 10.0 DREHUNG | Drehung rücksetzen |
| 49 | CYCL DEF 10.1 ROT+0 | |
| 50 | CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT | Nullpunkt-Verschiebung rücksetzen |
| 51 | CYCL DEF 7.1 X+0 | |
| 52 | CYCL DEF 7.2 Y+0 | |
| 53 | CYCL DEF 7.3 Z+0 | |
| 54 | LBL 0 | Unterprogramm-Ende |
| 55 | END PGM ZYLIN | |

Beispiel: Kugel konvex mit Schafffräser

Programm-Ablauf

- Programm funktioniert nur mit Schaftfräser
- 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 F MAX | 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 F MAX M2 | Werkzeug freifahren, Programm-Ende |

10.10 Programmier-Beispiele

| | | |
|----|----------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 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 RO 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 RO 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 RO F1000 | In der Spindelachse freifahren |
| 46 | L X+Q26 RO F MAX | 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 den Programmlauf-Betriebsarten und 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. Bei aktiver Werkzeug-Tabelle können Sie die Bearbeitung mit einem Radiusfräser darstellen lassen. Geben Sie dazu in der Werkzeug-Tabelle $R2 = R$ ein.

Die TNC zeigt keine Grafik, wenn

- das aktuelle Programm keine gültige Rohteil-Definition enthält
- kein Programm angewählt ist

Über die Maschinen-Parameter 7315 bis 7317 können Sie einstellen, daß die TNC auch dann eine Grafik anzeigt, wenn Sie keine Spindelachse definiert haben oder verfahren.



Die grafische Simulation können Sie nicht für Programmteile bzw. Programme mit Drehachsen-Bewegungen oder geschwenkter Bearbeitungsebene nutzen: In diesen Fällen gibt die TNC eine Fehlermeldung aus.

Die TNC stellt ein im TOOL CALL-Satz programmiertes Radius-Aufmaß DR nicht in der Grafik dar.

Übersicht: Ansichten

In den Programmlauf-Betriebsarten und in der Betriebsart PROGRAMM-TEST zeigt die TNC folgende Softkeys:

| Ansicht | Softkey |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Draufsicht |  |
| Darstellung in 3 Ebenen |  |
| 3D-Darstellung |  |

Einschränkung während des Programmlaufs

Die Bearbeitung lässt sich nicht gleichzeitig grafisch darstellen, wenn der Rechner der TNC durch komplizierte Bearbeitungsaufgaben oder großflächige Bearbeitungen bereits ausgelastet ist. Beispiel: Abzeilen über das ganze Rohteil mit großem Werkzeug. Die TNC führt die Grafik nicht mehr fort und blendet den Text ERROR im Grafik-Fenster ein. Die Bearbeitung wird jedoch weiter ausgeführt.

Draufsicht

-  ▶ Draufsicht mit Softkey wählen
-  ▶ Anzahl der Tiefenniveaus mit Softkey wählen (Leiste umschalten): Umschalten zwischen 16 oder 32 Tiefenniveaus; für die Tiefendarstellung dieser Grafik gilt:
„Je tiefer, desto dunkler“
Diese grafische Simulation läuft am schnellsten ab.

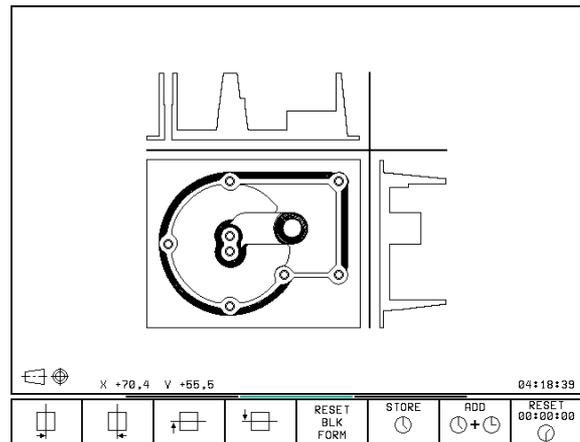
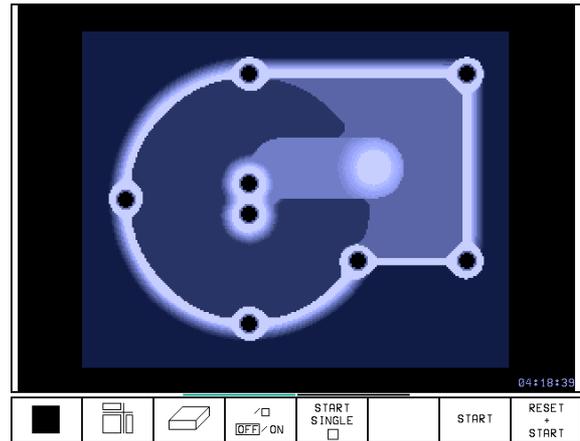
Darstellung in 3 Ebenen

Die Darstellung zeigt eine Draufsicht mit 2 Schnitten, ähnlich einer technischen Zeichnung. Ein Symbol links unter der Grafik gibt an, ob die Darstellung der Projektionsmethode 1 oder der Projektionsmethode 2 nach DIN 6, Teil 1 entspricht (über MP7310 wählbar).

Bei der Darstellung in 3 Ebenen stehen Funktionen zur Ausschnittsvergrößerung zur Verfügung (siehe „Ausschnittsvergrößerung“)

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.

Koordinaten der Schnittlinie

Die TNC blendet die Koordinaten der Schnittlinie, bezogen auf den Werkstück-Nullpunkt unten im Grafik-Fenster ein. Angezeigt werden nur Koordinaten in der Bearbeitungsebene. Diese Funktion aktivieren Sie mit Maschinen-Parameter 7310.

3D-Darstellung

Die TNC zeigt das Werkstück räumlich.

Die 3D-Darstellung können Sie um die vertikale Achse drehen. Die Umriss des Rohteils zu Beginn der grafischen Simulation können Sie als Rahmen anzeigen lassen.

In der Betriebsart PROGRAMM-TEST stehen Funktionen zur Ausschnitts-Vergrößerung zur Verfügung (siehe „Ausschnitts-Vergrößerung“).



▶ 3D-Darstellung mit Softkey wählen

3D-Darstellung drehen

Softkey-Leiste umschalten, bis folgende Softkeys erscheinen:

| Funktion | Softkeys |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Darstellung in 27°-Schritten vertikal drehen |   |

Rahmen für die Umriss des Rohteils ein- und ausblenden



▶ Rahmen einblenden: Softkey SHOW BLK-FORM



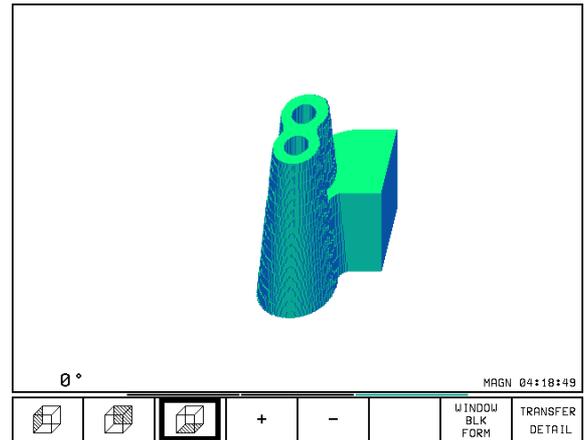
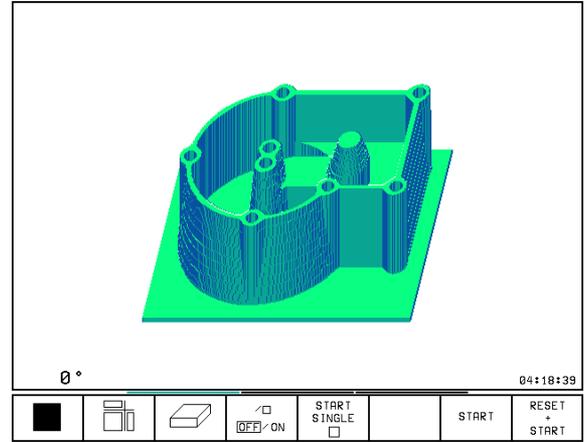
▶ Rahmen ausblenden: Softkey OMIT BLK-FORM

Ausschnitts-Vergrößerung

Den Ausschnitt können Sie in der Betriebsart PROGRAMM-TEST ändern, für

- Darstellung in 3 Ebenen und 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 | |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Linke/rechte Werkstückseite wählen |  |  |
| Vordere/hintere Werkstückseite wählen |  |  |
| Obere/untere Werkstückseite wählen |  |  |
| Schnittfläche zum Verkleinern oder Vergrößern des Rohteils verschieben |  |  |
| Ausschnitt übernehmen |  | |

Ausschnitts-Vergrößerung ändern

Softkeys siehe Tabelle

- ▶ Falls nötig, grafische Simulation stoppen
- ▶ Werkstückseite mit Softkey (Tabelle) wählen
- ▶ Rohteil verkleinern oder vergrößern: Softkey „-“ bzw. „+“ drücken
- ▶ Gewünschten Ausschnitt übernehmen: Softkey TRANSFER DETAIL drücken
- ▶ Programm-Test oder Programmlauf neu starten

Cursor-Position bei der Ausschnitts-Vergrößerung

Die TNC zeigt während einer Ausschnitts-Vergrößerung die Koordinaten der Achse an, die Sie gerade beschneiden. Die Koordinaten entsprechen dem Bereich, der für die Ausschnitts-Vergrößerung festgelegt ist. Links vom Schrägstrich zeigt die TNC die kleinste Koordinate des Bereichs (MIN-Punkt), rechts davon die größte (MAX-Punkt).

Bei einer vergrößerten Abbildung blendet die TNC unten rechts am Bildschirm MAGN ein.

Wenn die TNC das Rohteil nicht weiter verkleinern bzw. vergrößern kann, blendet die Steuerung eine entsprechende Fehlermeldung ins Grafik-Fenster ein. Um die Fehlermeldung zu beseitigen, vergrößern bzw. verkleinern Sie das Rohteil wieder.

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 WINDOW BLK FORM zeigt die TNC – auch nach einem Ausschnitt ohne TRANSFER DETAIL – das bearbeitete Werkstück wieder in programmierter Größe an.

Bearbeitungszeit ermitteln

Programmlauf-Betriebsarten

Anzeige der Zeit vom Programm-Start bis zum Programm-Ende. Bei Unterbrechungen wird die Zeit angehalten.

PROGRAMM-TEST

Anzeige der ungefähren Zeit, die die TNC für die Dauer der Werkzeug-Bewegungen, die mit Vorschub ausgeführt werden, errechnet. Die von der TNC ermittelte Zeit eignet sich nicht zur Kalkulation der Fertigungszeit, da die TNC keine maschinenabhängigen Zeiten (z.B. für Werkzeug-Wechsel) berücksichtigt.

Stoppuhr-Funktion 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 |  |

 Die Softkeys links von den Stoppuhr-Funktionen hängen von der gewählten Bildschirm-Aufteilung ab.

| PROGRAMMLAUF SATZFOLGE | PROGRAMM-TEST | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------|----------------|----------------|-----|----------------|
| <pre> 0 BEGIN PGM 3DJOINT MM 1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-52 2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0 3 TOOL DEF 1 L+0 R+10 4 TOOL CALL 1 Z 5 L Z+20 R0 F MAX HG 6 CVCL DEF 7.0 NULLPUNKT 7 CVCL DEF 7.1 X-10 8 CALL LBL 1 9 CVCL DEF 7.0 NULLPUNKT 10 CVCL DEF 7.1 X+0 11 CALL LBL 1 12 CVCL DEF 7.0 NULLPUNKT 13 CVCL DEF 7.1 X+110 14 CVCL DEF 7.2 V+100 </pre> |  <p style="text-align: right;">0° 01:13:43</p> | | | | | | |
|   | <table border="1"> <tr> <td>SHOW BLK-FORM</td> <td>OMIT BLK-FORM</td> <td>RESET BLK FORM</td> <td>STORE</td> <td>ADD</td> <td>RESET 00:00:00</td> </tr> </table> | SHOW BLK-FORM | OMIT BLK-FORM | RESET BLK FORM | STORE | ADD | RESET 00:00:00 |
| SHOW BLK-FORM | OMIT BLK-FORM | RESET BLK FORM | STORE | ADD | RESET 00:00:00 | | |

11.2 Funktionen zur Programmmanzeige für den PROGRAMMLAUF/ PROGRAMM-TEST

In den Programmlauf-Betriebsarten und der Betriebsart PROGRAMM-TEST zeigt die TNC Softkeys, mit denen Sie das Bearbeitungs-Programm seitenweise anzeigen lassen können:

| Funktionen | Softkey |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Im Programm um eine Bildschirm-Seite zurückblättern | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 40px; margin: 0 auto;"> PAGE ↑ </div> |
| Im Programm um eine Bildschirm-Seite vorblättern | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 40px; margin: 0 auto;"> PAGE ↓ </div> |
| Programm-Anfang wählen | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 40px; margin: 0 auto;"> BEGIN TEXT </div> |
| Programm-Ende wählen | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 40px; margin: 0 auto;"> END TEXT </div> |

| PROGRAMMLAUF SATZFOLGE | | | | PROGRAMM EINSPEICHERN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------|-------------|------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|---------------|-------------|------------------------------------------------|---------------------------------|---------------|-----------|---|----------|--|--|---------|--|--|---|-------------------------------------|--|-----|-------|
| 0 | BEGIN PGM FK1 MM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | TOOL DEF 1 L+0 R+10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | TOOL CALL 1 Z S500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | L Z+20 R0 F MAX M6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | L X+80 Y+70 R0 F9999 M3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | L Z-10 F100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | FPOL X+30 Y+40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">IST</td> <td style="width: 10%;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="width: 30%;">-150,8560</td> <td style="width: 10%;">Y</td> <td style="width: 30%;">+25,5000</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>+204,2193</td> <td>C</td> <td>+90,0000</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>+0,0000</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>T</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td>F 0</td> <td>M 5/9</td> </tr> </table> | | | | | IST | <input checked="" type="checkbox"/> | -150,8560 | Y | +25,5000 | | | +204,2193 | C | +90,0000 | | | +0,0000 | | | T | <input checked="" type="checkbox"/> | | F 0 | M 5/9 |
| IST | <input checked="" type="checkbox"/> | -150,8560 | Y | +25,5000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | +204,2193 | C | +90,0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | +0,0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T | <input checked="" type="checkbox"/> | | F 0 | M 5/9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center;">PAGE ↑</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">PAGE ↓</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">BEGIN TEXT</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">END TEXT</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">RESTORE POS. AT <input type="checkbox"/></td> <td style="width: 10%; text-align: center;"><input type="checkbox"/> OFF/ON</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">TOOL TABLE</td> </tr> </table> | | | | | PAGE ↑ | PAGE ↓ | BEGIN TEXT | END TEXT | RESTORE POS. AT <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> OFF/ON | TOOL TABLE | | | | | | | | | | | | | |
| PAGE ↑ | PAGE ↓ | BEGIN TEXT | END TEXT | RESTORE POS. AT <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> OFF/ON | TOOL TABLE | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

11.3 Programm-Test

In der Betriebsart PROGRAMM-TEST simulieren Sie den Ablauf von Programmen und Programmteilen, um Fehler im Programmlauf auszuschließen. Die TNC unterstützt Sie beim Auffinden von

- geometrischen Unverträglichkeiten
- fehlenden Angaben
- nicht ausführbaren Sprüngen
- Verletzungen des Arbeitsraums

Zusätzlich können Sie folgende Funktionen nutzen:

- Programm-Test satzweise
- Testabbruch bei beliebigem Satz
- Sätze überspringen
- Funktionen für die grafische Darstellung
- Bearbeitungszeit ermitteln
- Zusätzliche Status-Anzeige

Programm-Test ausführen

Bei aktivem zentralen Werkzeug-Speicher müssen Sie für den Programm-Test eine Werkzeug-Tabelle aktiviert haben (Status S). Wählen Sie dazu in der Betriebsart Programm-Test über die Datei-Verwaltung (PGM MGT) eine Werkzeug-Tabelle aus.

Mit der MOD-Funktion DATUM SET aktivieren Sie für den Programm-Test eine Arbeitsraum-Überwachung (siehe „14 MOD-Funktionen, Rohteil im Arbeitsraum darstellen“).



- ▶ 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 AT N führt die TNC den Programm-Test nur bis zum Satz mit der Satz-Nummer N durch.

- ▶ In der Betriebsart PROGRAMM-TEST den Programm-Anfang wählen
- ▶ Programm-Test bis zu bestimmten Satz wählen: Softkey STOP AT N drücken



- ▶ STOP AT N: Satz-Nummer eingeben, bei der der Programm-Test gestoppt werden soll
- ▶ PROGRAMM: Name des Programms eingeben, in dem der Satz mit der gewählten Satz-Nummer steht; die TNC zeigt den Namen des gewählten Programms an; wenn der Programm-Stop in einem mit PGM CALL aufgerufenen Programm stattfinden soll, dann diesen Namen eintragen
- ▶ 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

| MANUELLER BETRIEB | PROGRAMM-TEST |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <pre> 0 BEGIN PGM 1 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+3 4 TOOL CALL 1 Z S4000 5 L Z+100 R0 F MAX M3 6 CYCL DEF 200 BOHREN Q200=2 ;SICHERHEITSABST. Q201=-30 ;TIEFE Q206=250 ;F TIEFENZUST. Q202=3 ;ZUSTELL-TIEFE </pre> | |
| STOP BEI: N = 35 PROGRAMM = 1.H WIEDERHOLUNGEN = 1 | |
| <input type="checkbox"/> OFF / ON | <input type="checkbox"/> START SINGLE END START RESET + START |

11.4 Programmmlauf

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

In der Betriebsart PROGRAMMLAUF 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
- Werkzeug-Tabelle TOOL.T editieren
- Q-Parameter kontrollieren und ändern
- Handrad-Positionierung überlagern
- Funktionen für die grafische Darstellung
- Zusätzliche Status-Anzeige

Bearbeitungs-Programm ausführen

Vorbereitung

- 1 Werkstück auf dem Maschinentisch aufspannen
- 2 Bezugspunkt setzen
- 3 Benötigte Tabellen und Paletten-Dateien wählen (Status M)
- 4 Bearbeitungs-Programm wählen (Status M)



Vorschub und Spindeldrehzahl können Sie mit den Override-Drehknöpfen ändern.

PROGRAMMLAUF SATZFOLGE

- ▶ Bearbeitungs-Programm mit externer Start-Taste starten

PROGRAMMLAUF EINZELSATZ

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

| PROGRAMMLAUF SATZFOLGE | | PROGRAMM EINSPEICHERN |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <pre> 0 BEGIN PGM FK1 MM 1 BLK FORM 0.1 Z X+0 V+0 Z-20 2 BLK FORM 0.2 X+100 V+100 Z+0 3 TOOL CALL 1 Z S500 4 L Z+20 R0 F MAX M6 5 L X+80 V+70 R0 F9999 M3 6 L Z-10 F100 7 FPOL X+30 V+40 8 FL PR+37,5 PA+30 RL F500 </pre> | | |
| | | 0° 00:00:00 |
| IST | <input checked="" type="checkbox"/> +250,0000 | Y +87,5965 |
| | Z -88,4718 | C +30,0000 |
| | B +90,0000 | |
| T | | F 0 M 5/9 |
| | | RESTORE POS. AT <input type="checkbox"/> |
| | | <input type="checkbox"/> OFF/ON TOOL TABLE |

Bearbeitung unterbrechen

Sie haben verschiedene Möglichkeiten, einen Programmmlauf zu unterbrechen:

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

Registriert die TNC während eines Programmmlaufs einen Fehler, so unterbricht sie die Bearbeitung automatisch.

Programmierte Unterbrechungen

Unterbrechungen können Sie direkt im Bearbeitungs-Programm festlegen. Die TNC unterbricht den Programmmlauf, sobald das Bearbeitungs-Programm bis zu dem Satz ausgeführt ist, der eine der folgenden Eingaben enthält:

- STOP (mit und ohne Zusatzfunktion)
- Zusatzfunktion M0, 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 INTERNAL 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.



Kollisionsgefahr!

Wenn sie bei geschwenkter Bearbeitungsebene den Programmmlauf unterbrechen, können Sie mit dem Softkey 3D ON/OFF das Koordinatensystem zwischen geschwenkt und ungeschwenkt umschalten.

Die Funktion der Achsrichtungstasten, des Handrads und der Wiederanfahrlogik werden dann von der TNC entsprechend ausgewertet. Achten Sie beim Freifahren darauf, daß das richtige Koordinatensystem aktiv ist und die Winkelwerte der Drehachsen im 3D-ROT-Menü eingetragen sind.

Anwendungsbeispiel:

Freifahren der Spindel nach Werkzeugbruch

- ▶ Bearbeitung unterbrechen
- ▶ Externe Richtungstasten freigeben: Softkey MANUAL OPERATION drücken.
- ▶ Maschinenachsen mit externen Richtungstasten verfahren



Bei einigen Maschinen müssen Sie nach dem Softkey MANUAL OPERATION die externe START-Taste zur Freigabe der externen Richtungstasten drücken. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Programmmlauf nach einer Unterbrechung fortsetzen



Wenn Sie den Programmmlauf während eines Bearbeitungszyklus unterbrechen, müssen Sie beim Wiedereinstieg mit dem Zyklusanfang fortfahren. Bereits ausgeführte Bearbeitungsschritte muß die TNC dann erneut abfahren.

Wenn Sie den Programmmlauf innerhalb einer Programmteil-Wiederholung oder innerhalb eines Unterprogramms unterbrechen, müssen Sie mit der Funktion RESTORE POS AT N die Unterbrechungsstelle wieder anfahren.

Die TNC speichert bei einer Programmmlauf-Unterbrechung

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

| PROGRAMMLAUF SATZFOLGE | | | | | | PROGRAMM EINSPEICHERN |
|------------------------|-------------------------------------|------|-----------|-----------------|----------|--------------------------|
| 0 | BEGIN | PGM | 3DJOINT | MM | | |
| 1 | BLK | FORM | 0.1 | Z X+0 Y+0 Z-52 | | |
| 2 | BLK | FORM | 0.2 | X+100 Y+100 Z+0 | | |
| 3 | TOOL | CALL | 1 | Z S500 | | |
| 4 | L | Z+20 | R0 | F MAX M6 | | |
| 5 | CYCL | DEF | 7.0 | NULLPUNKT | | |
| 6 | CYCL | DEF | 7.1 | X-10 | | |
| 7 | CALL | LBL | 1 | | | |
| 8 | CYCL | DEF | 7.0 | NULLPUNKT | | |
| | | | | | | |
| IST | <input checked="" type="checkbox"/> | | +18,901 | Y | +14,365 | |
| * | | Z | +19,307 | B | +150,284 | |
| T | 1 | Z | S 500,000 | F | M 5/9 | |
| MANUAL OPERATION | | | | | | INTERNAL STOP |

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

Programmmlauf mit START-Taste fortsetzen

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

- Externe STOP-Taste gedrückt
- Programmierte Unterbrechung

Programmmlauf nach einem Fehler fortsetzen

■ Bei nichtblinkender Fehlermeldung:

- ▶ Fehlerursache beseitigen
- ▶ Fehlermeldung am Bildschirm löschen: Taste CE drücken
- ▶ Neustart oder Programmmlauf fortsetzen an der Stelle, an der unterbrochen wurde

■ Bei blinkender Fehlermeldung:

- ▶ TNC und Maschine abschalten
- ▶ Fehlerursache beseitigen
- ▶ Neustart

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

Beliebiger Einstieg ins Programm (Satzvorlauf)



Die Funktion RESTORE POS AT N muß vom Maschinenhersteller freigegeben und angepasst werden. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Mit der Funktion RESTORE POS AT 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. Sie kann von der TNC grafisch dargestellt werden.

Wenn Sie ein Programm mit einem INTERNAL STOP abgebrochen haben, dann bietet die TNC automatisch den Satz N zum Einstieg an, in dem Sie das Programm abgebrochen haben.



Der Satzvorlauf darf nicht in einem Unterprogramm beginnen.

Alle benötigten Programme, Tabellen und Paletten-Dateien müssen in einer Programmmlauf-Betriebsart angewählt sein (Status M).

Enthält das Programm bis zum Ende des Satzvorlaufs eine programmierte Unterbrechung, wird dort der Satzvorlauf unterbrochen. Um den Satzvorlauf fortzusetzen, die externe START-Taste drücken.

Nach einem Satzvorlauf wird das Werkzeug mit der Funktion RESTORE POSITION auf die ermittelte Position gefahren.

Über Maschinen-Parameter 7680 wird festgelegt, ob der Satzvorlauf bei verschachtelten Programmen im Satz 0 des Hauptprogramms oder im Satz 0 des Programms beginnt, in dem der Programmmlauf zuletzt unterbrochen wurde.

Mit dem Softkey 3D ON/OFF legen Sie fest, ob die TNC bei geschwenkter Bearbeitungsebene im geschwenkten oder ungeschwenkten System anfahren soll.

► Ersten Satz des aktuellen Programms als Beginn für Vorlauf wählen: GOTO „0“ eingeben.

► Satzvorlauf wählen: Softkey RESTORE POS. AT N drücken



► 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

► Satzvorlauf starten: Externe START-Taste drücken

► Kontur anfahren: Siehe nächster Abschnitt „Wiederanfahren an die Kontur“

| PROGRAMMLAUF SATZFOLGE | | | | PROGRAMM EINSPEICHERN | |
|------------------------|-------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| 0 | BEGIN | PGM FK1 MM | | | |
| 1 | BLK FORM | 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20 | | | |
| 2 | BLK FORM | 0.2 X+100 Y+100 Z+0 | | | |
| 3 | TOOL DEF | 1 L+0 R+10 | | | |
| 4 | TOOL CALL | 1 Z S500 | | | |
| VORLAUF BIS: N = 35 | | | | | |
| PROGRAMM = FK1.H | | | | | |
| WIEDERHOLUNGEN = 1 | | | | | |
| IST | <input checked="" type="checkbox"/> | -150,8560 | Y | +25,5000 | |
| Z | | +204,2193 | C | +90,0000 | |
| A | | +0,0000 | | | |
| T | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 | M 5/9 |
| PAGE | PAGE | BEGIN | END | | <input type="checkbox"/> OFF/ON |
| ↑ | ↓ | TEXT | TEXT | | END |

Wiederanfahren an die Kontur

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

- Wiederanfahren nach dem Verfahren der Maschinenachsen während einer Unterbrechung, die ohne INTERNAL STOP ausgeführt wurde
- Wiederanfahren nach einem Vorlauf mit RESTORE POS. AT N, z.B. nach einer Unterbrechung mit INTERNAL STOP
- ▶ Wiederanfahren an die Kontur wählen: Softkey RESTORE POSITION wählen
- ▶ Achsen in der Reihenfolge verfahren, die die TNC am Bildschirm vorschlägt: Softkey POSIT. LOGIC und externe START-Taste oder
- ▶ Achsen in beliebiger Reihenfolge verfahren: Softkeys RESTORE X, RESTORE Z usw. drücken und jeweils mit externer START-Taste aktivieren
- ▶ Bearbeitung fortsetzen: Externe START-Taste drücken

11.5 Sätze überspringen

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



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



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



Diese Funktion wirkt nicht für TOOL DEF-Sätze.
Die zuletzt gewählte Einstellung bleibt auch nach einer Stromunterbrechung erhalten.

| | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------|---|----------|-----------------|--------------------------|------------------|
| PROGRAMMLAUF SATZFOLGE | | | | | | PROGRAMM EINSPEICHERN | |
| WIEDERANFAHREN: ACHSFOLGE: | | | | | | | |
| X Y Z | | | | | | | |
| - ODER ENTSPRECHEND SOFTKEY-EINGABE | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| IST | <input checked="" type="checkbox"/> | +16,557 | Y | +13,147 | | | |
| * | Z | +22,596 | B | +150,284 | | | |
| T 1 | Z | S 500,000 | F | M 5/9 | | | |
| RESTORE X | RESTORE Y | RESTORE Z | | | POSIT. LOGIC | MANUAL OPERATION | INTERNAL STOP |



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).

Falls Sie abwechselnd mit einem schaltenden und einem messenden Tastsystem arbeiten, beachten Sie, daß

- über MP 6200 das richtige Tastsystem gewählt ist
- das messende und das schaltende Tastsystem nie gleichzeitig an der Steuerung angeschlossen sind

Die TNC kann nicht feststellen, welches Tastsystem tatsächlich in der Spindel eingesetzt ist.

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

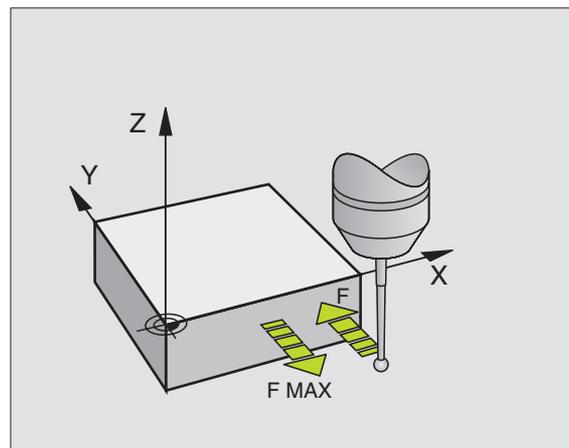
Wird innerhalb eines festgelegten Wegs der Taststift nicht ausgelenkt, gibt die TNC eine entsprechende Fehlermeldung aus (Weg: MP6130 für schaltendes Tastsystem und MP6330 für messendes Tastsystem).

Antast-Funktion wählen

- ▶ Betriebsart MANUELLER BETRIEB oder EL. HANDRAD wählen



- ▶ Antastfunktionen wählen: Softkey TOUCH PROBE 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 | |

Meßwerte aus den Antastzyklen protokollieren



Die TNC muß für diese Funktion vom Maschinenhersteller vorbereitet sein. Maschinenhandbuch beachten!

Nachdem die TNC einen beliebigen Antastzyklus ausgeführt hat, zeigt die TNC den Softkey PRINT. Wenn Sie den Softkey betätigen, protokolliert die TNC die aktuellen Werte des aktiven Antastzyklus. Über die PRINT-Funktion im Schnittstellen-Konfigurationsmenü (siehe „14 MOD-Funktionen, Daten-Schnittstelle konfigurieren“) legen Sie fest, ob die TNC

- die Meßergebnisse ausdrucken soll
- die Meßergebnisse auf der Festplatte der TNC speichern soll
- die Meßergebnisse auf einem PC speichern soll

Wenn Sie die Meßergebnisse speichern, legt die TNC die ASCII-Datei %TCHPRNT.A an. Falls Sie im Schnittstellen-Konfigurationsmenü keinen Pfad und keine Schnittstelle festgelegt haben, speichert die TNC die Datei %TCHPRNT im Haupt-Verzeichnis TNC:\ ab.



Wenn Sie den Softkey PRINT drücken, darf die Datei %TCHPRNT.A in der Betriebsart PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN nicht angewählt sein. Sonst gibt die TNC eine Fehlermeldung aus.

Die TNC schreibt die Meßwerte ausschließlich in die Datei %TCHPRNT.A. Wenn Sie mehrere Antastzyklen hintereinander ausführen und deren Meßwerte speichern wollen, müssen Sie den Inhalt der Datei %TCHPRNT.A zwischen den Antastzyklen sichern, indem Sie sie kopieren oder umbenennen.

Format und Inhalt der Datei %TCHPRNT legt Ihr Maschinenhersteller fest.

| MANUELLER BETRIEB | | PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN | | | | | |
|--------------------------|--------------------|---------------------------------|-----------|-----------|---------------|-------------|------|
| DATEI: %TCHPRNT | ZEILE: 1 | SPALTE: 1 | INSERT | | | | |
| TM KALIBRIEREN* | | | | | | | |
| ----- | | | | | | | |
| 22-01-1996, 10:53:23 | | | | | | | |
| ACHSE TCH PROBE | : | Z | | | | | |
| TASTERRADIUS 1 | : | 1.500 | MM | | | | |
| TASTERRADIUS 2 | : | 1.500 | MM | | | | |
| DURCHMESSER EINSTELLRING | : | 50.001 | MM | | | | |
| KORREKTURFAKTOR | : | X = 1.0000 | | | | | |
| | : | Y = 1.0000 | | | | | |
| | : | Z = 1.0000 | | | | | |
| KRAFTVERHAELTNIS | : | FX/FZ = 1.0000 | | | | | |
| | : | FV/FZ = 1.0000 | | | | | |
| [END] | | | | | | | |
| [INSERT] OVERWRITE | MOVE WORD >> | MOVE WORD << | PAGE ↓ | PAGE ↑ | BEGIN TEXT | END TEXT | FIND |

Schaltendes Tastsystem kalibrieren

Das Tastsystem müssen Sie kalibrieren bei

- Inbetriebnahme
- Taststift-Bruch
- Taststift-Wechsel
- Änderung des Antastvorschubs
- Unregelmäßigkeiten, beispielsweise durch Erwärmung der Maschine

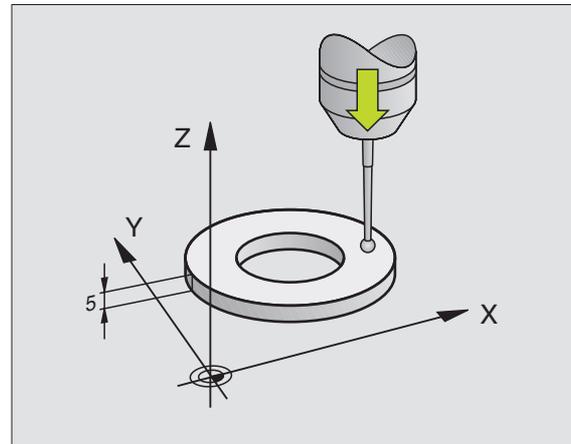
Beim Kalibrieren ermittelt die TNC die „wirksame“ Länge des Taststifts und den „wirksamen“ Radius der Tastkugel. Zum Kalibrieren des 3D-Tastsystems spannen Sie einen Einstellring mit bekannter Höhe und bekanntem Innenradius auf den Maschinentisch.

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 TOUCH PROBE und CAL L drücken. Die TNC zeigt ein Menü-Fenster mit vier Eingabefeldern
- WERKZEUG-ACHSE eingeben (Achstaste)
- BEZUGSPUNKT: Höhe des Einstellrings eingeben
- Menüpunkte WIRKSAMER KUGELRADIUS und WIRKSAME LÄNGE erfordern keine Eingabe
- Tastsystem dicht über die Oberfläche des Einstellrings fahren
- Wenn nötig Verfahrrichtung ändern: Über Softkey oder Pfeiltasten wählen
- 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 Kalibrier-Funktion erfaßt den Versatz zwischen Tastsystem-Achse und Spindelachse und gleicht ihn rechnerisch aus.

Bei dieser Funktion dreht die TNC das 3D-Tastsystem um 180°. Die Drehung wird durch eine Zusatz-Funktion ausgelöst, die der Maschinenhersteller im Maschinenparameter 6160 festlegt.

Die Messung für den Tastsystem-Mittenversatz führen Sie nach dem Kalibrieren des wirksamen Tastkugelradius durch.

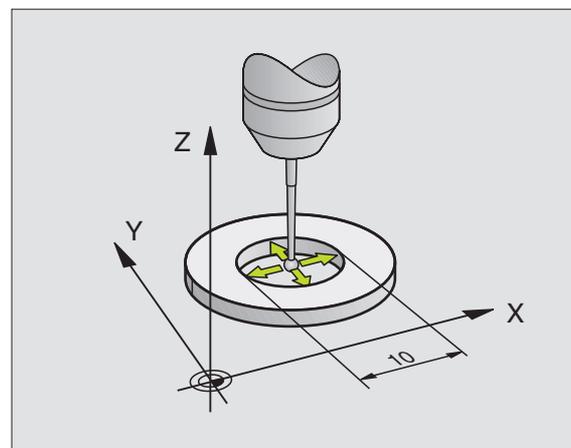
► Tastkugel im MANUELLEN BETRIEB in die Bohrung des Einstellrings positionieren



- Kalibrier-Funktion für den Tastkugel-Radius und den Tastsystem-Mittenversatz wählen: Softkey CAL 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-Mittensversatzes und berücksichtigt diese Werte bei späteren Einsätzen des 3D-Tastsystems. Um die gespeicherten Werte anzuzeigen, drücken Sie CAL L und CAL R.

Messendes Tastsystem kalibrieren



Wenn die TNC die Fehlermeldung TASTSTIFT AUSGELENKT anzeigt, wählen Sie das Menü zum 3D-Kalibrieren an und betätigen dort den Softkey RESET 3D.

Das messende Tastsystem ist nach jeder Änderung der Tastsystem-Maschinenparameter zu kalibrieren.

Das Kalibrieren der wirksamen Länge erfolgt wie beim schaltenden Tastsystem. Zusätzlich ist der Werkzeugradius R2 (Eckenradius) einzugeben.

Mit MP6321 legen Sie fest, ob die TNC das messende Tastsystem mit oder ohne Umschlagmessung kalibriert.

Mit dem 3D-Kalibrierzyklus für das messende Tastsystem vermessen Sie ein Ringnormal vollautomatisch. (Das Ringnormal ist von HEIDENHAIN erhältlich). Das Ringnormal befestigen Sie mit Spannpratzen auf dem Maschinentisch.

Die TNC berechnet aus den beim Kalibrieren gewonnenen Meßwerten die Federkonstanten des Tastsystems, die Durchbiegung des Taststifts und den Taststift-Mittensversatz. Diese Werte trägt die TNC am Ende des Kalibriervorgangs automatisch ins Eingabemenü ein.

- ▶ Tastsystem im MANUELLEN BETRIEB ungefähr in die Mitte des Ringnormals vorpositionieren und auf 180° drehen.



- ▶ 3D-Kalibrierzyklus wählen: Softkey 3D CAL drücken
- ▶ TASTERRADIUS 1 und TASTERRADIUS 2 eingeben. Taststiftradius 2 gleich Taststiftradius 1 eingeben, wenn Sie einen kugelförmigen Taststift verwenden. Taststiftradius 2 ungleich Taststiftradius 1 eingeben, wenn Sie einen Taststift mit Eckenradius verwenden
- ▶ DURCHMESSER EINSTELLRING: Durchmesser ist auf dem Ringnormal eingraviert
- ▶ Kalibriervorgang starten: Externe START-Taste drücken: Das Tastsystem vermisst das Ringnormal nach einem fest programmierten Ablauf
- ▶ Tastsystem manuell auf 0 Grad drehen, sobald die TNC dazu auffordert
- ▶ Kalibriervorgang zur Bestimmung des Taststift-Mittensversatzes starten: Externe Start-Taste drücken. Das Tastsystem vermisst das Ringnormal nochmals nach einem fest programmierten Ablauf

| MANUELLER BETRIEB | | | | PROGRAMM EINSPEICHERN | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| RADIUS EINSTELLRING = 15,001 WIRKSAMER KUGELRADIUS = 3,996 TASTKUGEL-MITTENVERSATZ X=+0,0125 TASTKUGEL-MITTENVERSATZ Y=+0,0147 | | | | | |
| REF | <input checked="" type="checkbox"/> | +0,0000 | Y | +0,0000 | |
| Z | | +0,0000 | U | +0,0000 | |
| T | | +0,0000 | <input type="checkbox"/> | 0 | M 5/9 |
| <input type="button" value="X+"/> | <input type="button" value="X-"/> | <input type="button" value="Y+"/> | <input type="button" value="Y-"/> | <input type="button" value="PRINT"/> | <input type="button" value="END"/> |

Kalibrierwerte anzeigen

Die Korrekturfaktoren und die Kraftverhältnisse werden in der TNC gespeichert und bei späteren Einsätzen des messenden Tastsystems berücksichtigt.

Drücken Sie den Softkey 3D CAL, um die gespeicherten Werte anzuzeigen.

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 Mitte.



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

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



- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey PROBING ROT drücken
- ▶ Tastsystem in die Nähe des ersten Antastpunkts positionieren
- ▶ Antastrichtung senkrecht zur Winkelbezugsachse wählen: Achse und Richtung über Softkey wählen
- ▶ Antasten: Externe START-Taste drücken
- ▶ Tastsystem in die Nähe des zweiten Antastpunkts positionieren
- ▶ Antasten: Externe START-Taste drücken

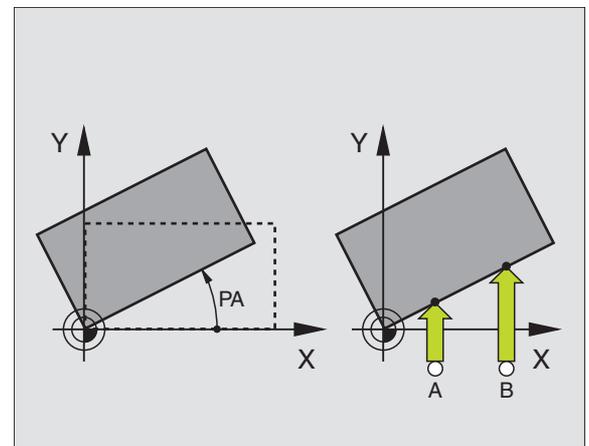
Die TNC speichert die Grunddrehung netzausfallsicher. Die Grunddrehung ist für alle nachfolgenden Programmläufe wirksam.

Grunddrehung anzeigen

Der Winkel der Grunddrehung steht nach erneutem Wählen von PROBING ROT in der Drehwinkel-Anzeige. Die TNC zeigt den Drehwinkel auch in der zusätzlichen Statusanzeige an (STATUS POS.)

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

| | | | | | |
|------------------------------------|----|-----------|-----|--------------------------|-----------------|
| MANUELLER BETRIEB | | | | PROGRAMM EINSPEICHERN | |
| TASTSYSTEM AUF 180 GRAD DREHEN | | | | | |
| TASTERRADIUS 1 = 1,5 | | | | | |
| TASTERRADIUS 2 = 1,5 | | | | | |
| DURCHMESSER EINSTELLRING = 50,0008 | | | | | |
| KORREKTURFAKTOR X:1 | | | | | |
| KORREKTURFAKTOR Y:1 | | | | | |
| KORREKTURFAKTOR Z:1 | | | | | |
| KRAFTVERHÄLTNIS FX/FZ:1 | | | | | |
| KRAFTVERHÄLTNIS FY/FZ:1 | | | | | |
| | | | | | |
| IST | +X | +250,0000 | +Y | +102,3880 | |
| | +Z | -114,0914 | +C | +30,0000 | |
| | +B | +90,0000 | | | |
| T | | | F 0 | M 5/9 | |
| PRINT | | | | | RESET 3D END |



| | | | | | |
|----------------------|----|---------|-----|--------------------------|-----------|
| MANUELLER BETRIEB | | | | PROGRAMM EINSPEICHERN | |
| | | | | | |
| DREHWINKEL = +12.375 | | | | | |
| | | | | | |
| REF | X | +0,0000 | Y | +0,0000 | |
| | Z | +0,0000 | U | +0,0000 | |
| | V | +0,0000 | | | |
| T | | | F 0 | M 5/9 | |
| X+ | X- | Y+ | Y- | | PRINT END |

Grunddrehung aufheben

- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey PROBING ROT drücken
- ▶ DREHWINKEL „0“ eingeben, mit Taste ENT übernehmen
- ▶ Antastfunktion beenden: Taste END drücken

12.2 Bezugspunkt-Setzen mit 3D-Tastsystemen

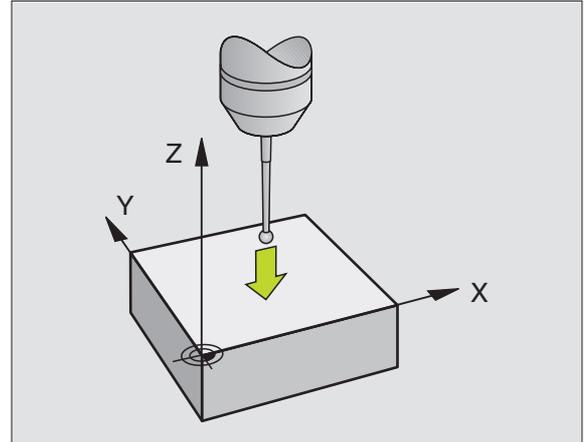
Die Funktionen zum Bezugspunkt-Setzen am ausgerichteten Werkstück werden mit folgenden Softkeys gewählt:

- Bezugspunkt-Setzen in einer beliebigen Achse mit PROBING POS
- Ecke als Bezugspunkt setzen mit PROBING P
- Kreismittelpunkt als Bezugspunkt setzen mit PROBING CC

Bezugspunkt-Setzen in einer beliebigen Achse (siehe Bild rechts oben)



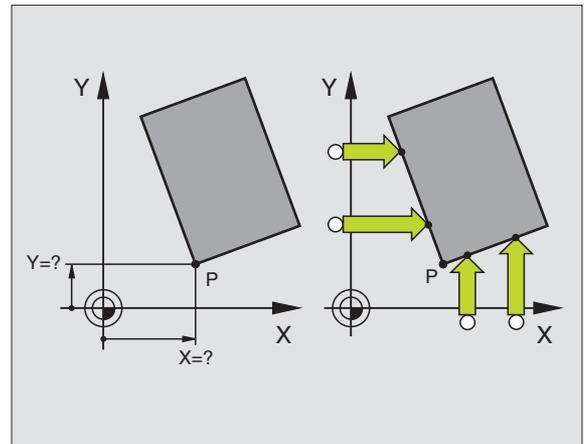
- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey PROBING POS drücken
- ▶ Tastsystem in die Nähe des Antastpunkts positionieren
- ▶ Antastrichtung und gleichzeitig Achse wählen, für die der Bezugspunkt gesetzt wird, z.B. Z in Richtung Z-antasten: Über Softkey wählen
- ▶ Antasten: Externe START-Taste drücken
- ▶ BEZUGSPUNKT: Soll-Koordinate eingeben, mit Taste ENT übernehmen



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



- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey PROBING P drücken
- ▶ ANTASTPUNKTE AUS GRUNDDREHUNG?: Taste ENT drücken, um die Koordinaten der Antastpunkte zu übernehmen
- ▶ Tastsystem in die Nähe des ersten Antastpunkts auf der Werkstück-Kante positionieren, die für die Grunddrehung nicht angetastet wurde
- ▶ Antastrichtung wählen: Über Softkey wählen
- ▶ Antasten: Externe START-Taste drücken
- ▶ Tastsystem 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 PROBING P drücken
- ▶ ANTASTPUNKTE AUS GRUNDREHUNG?: 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

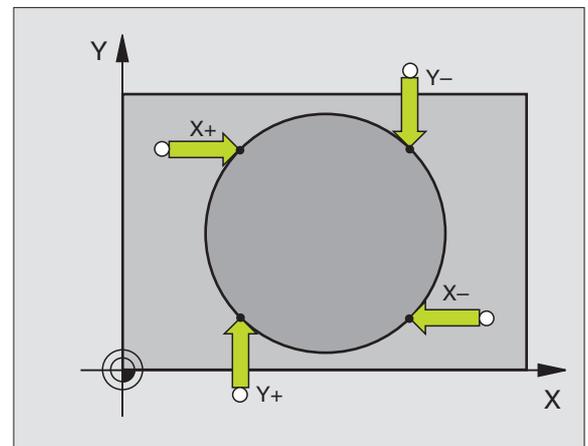
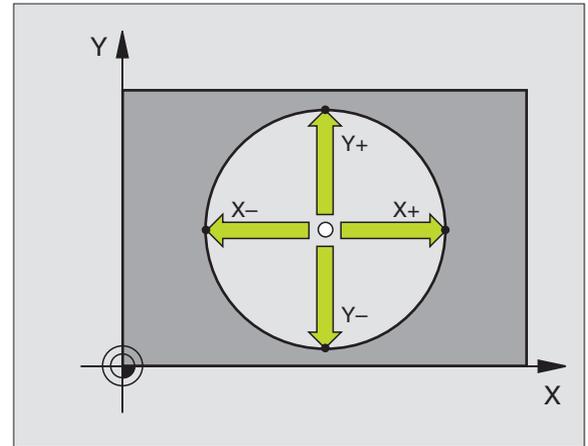


- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey PROBING CC wählen
- ▶ Antasten: Externe START-Taste viermal drücken. Das Tastsystem tastet nacheinander 4 Punkte der Kreis-Innenwand an
- ▶ Wenn Sie mit Umschlagmessung arbeiten wollen (nur bei Maschinen mit Spindel-Orientierung, abhängig von MP6160) Softkey 180° drücken 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.



Bezugspunkte über Bohrungen setzen

In einer zweiten Softkey-Leiste stehen Softkeys, mit denen Sie Bohrungen oder Kreiszapfen zum Bezugspunkt-Setzen nutzen können.

Festlegen ob Bohrung oder Kreiszapfen angetastet werden soll



▶ Antastfunktion wählen: Softkey TOUCH PROBE drücken, Softkeyleiste weiterschalten



▶ Antastfunktion für Bohrungen wählen: z.B. Softkey PROBING ROT drücken



▶ Bohrungen oder Kreiszapfen wählen: Aktives Element ist eingerahmt

Bohrungen antasten

Tastsystem ungefähr in der Mitte der Bohrung vorpositionieren. Nachdem Sie die externe START-Taste gedrückt haben, tastet die TNC automatisch vier Punkte der Bohrungswand an.

Anschließend fahren Sie das Tastsystem zur nächsten Bohrung und tasten diese genauso an. Die TNC wiederholt diesen Vorgang, bis alle Bohrungen für die Bezugspunkt-Bestimmung angetastet sind.

Kreiszapfen antasten

Tastsystem in die Nähe des ersten Antastpunkts am Kreiszapfen positionieren. Über Softkey Antastrichtung wählen, Antastvorgang mit externer START-Taste ausführen. Vorgang insgesamt viermal ausführen.

| MANUELLER BETRIEB | | | | PROGRAMM EINSPEICHERN | |
|-------------------|----|-------------------------------------|-----------|--------------------------|---------------|
| | | | | | |
| I | ST | <input checked="" type="checkbox"/> | -20,0000 | Y | +25,5000 |
| Z | | | +250,0000 | C | +90,0000 |
| A | | | +0,0000 | | |
| T | | | | <input type="checkbox"/> | 0 M 5/9 |
| | | PROBING ROT | | PROBING D | PROBING CC |
| | | | | | END |

| Anwendung | Softkey |
|-----------|---------|
|-----------|---------|

Grunddrehung über 2 Bohrungen:
Die TNC ermittelt den Winkel zwischen der Verbindungslinie der Bohrungs-Mittelpunkte und einer Soll-Lage (Winkel-Bezugsachse)



Bezugspunkt über 4 Bohrungen:
Die TNC ermittelt den Schnittpunkt der Verbindungslinien der beiden zuerst und der beiden zuletzt angetasteten Bohrungen. Tasten Sie dabei über Kreuz an (wie auf dem Softkey dargestellt, da die TNC sonst einen falschen Bezugspunkt berechnet)



Kreismittelpunkt über 3 Bohrungen:
Die TNC ermittelt eine Kreisbahn, auf der alle 3 Bohrungen liegen und errechnet für die Kreisbahn einen Kreismittelpunkt.



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 ausgerichtetem Werkstück bestimmen



- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey PROBING POS drücken
- ▶ Tastsystem in die Nähe des Antastpunkts positionieren
- ▶ Antastrichtung und gleichzeitig Achse wählen, auf die die Koordinate sich beziehen soll: Entsprechenden Softkey wählen.
- ▶ Antastvorgang starten: Externe START-Taste drücken

Die TNC zeigt die Koordinate des Antastpunkts als BEZUGSPUNKT an.

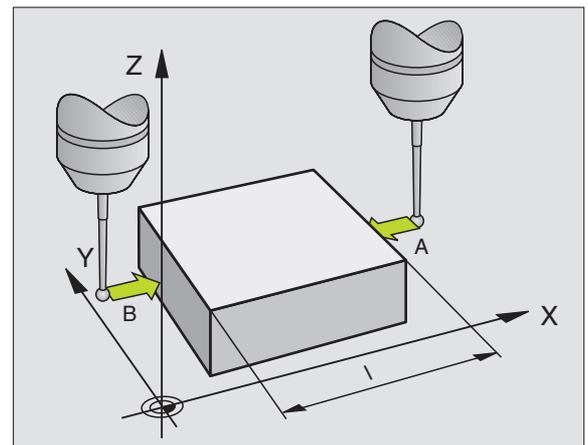
Koordinaten eines Eckpunktes in der Bearbeitungsebene bestimmen

Koordinaten des Eckpunktes bestimmen, wie unter „Ecke als Bezugspunkt“ beschrieben. Die TNC zeigt die Koordinaten der angetasteten Ecke als BEZUGSPUNKT an.

Werkstückmaße bestimmen



- Antastfunktion wählen: Softkey PROBING POS drücken
- ▶ Tastsystem in die Nähe des ersten Antastpunkts A positionieren
- ▶ Antastrichtung über Softkey 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 PROBING POS drücken



- ▶ Tastsystem in die Nähe des zweiten Antastpunkts B positionieren
- ▶ Antastrichtung über Softkey 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 PROBING POS drücken
- ▶ Ersten Antastpunkt erneut antasten
- ▶ BEZUGSPUNKT auf notierten Wert setzen
- ▶ Dialog abrechen: Taste END drücken.

Winkel messen

Mit einem 3D-Tastsystem könne Sie einen Winkel in der Bearbeitungsebene bestimmen. Gemessen wird der

- Winkel zwischen der Winkelbezugsachse und einer Werkstück-Kante oder der
- Winkel zwischen zwei Kanten

Der gemessene Winkel wird als Wert von maximal 90° angezeigt.

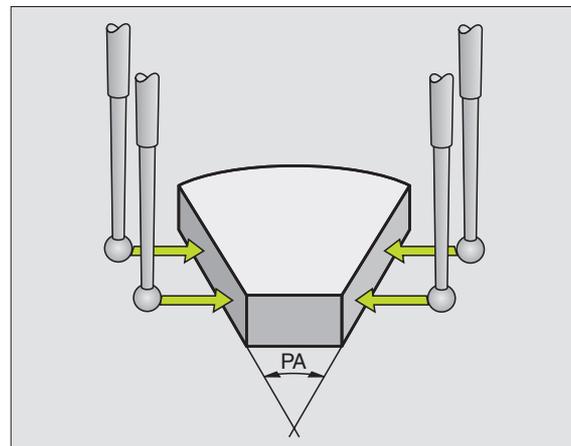
Winkel zwischen der Winkelbezugsachse und einer Werkstück-Kante bestimmen



- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey PROBING 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 PROBING 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 PROBING 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

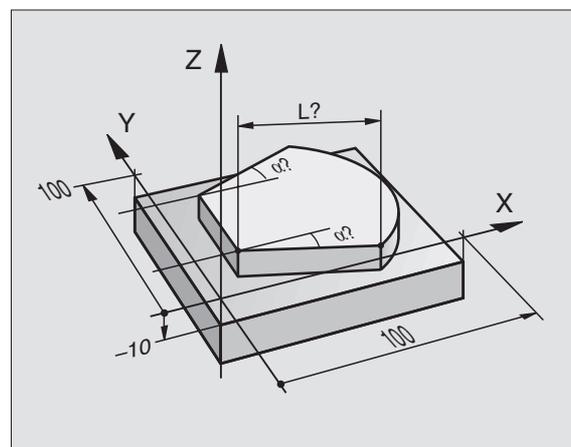


Messen mit dem 3D-Tastsystem während des Programmlaufs

Mit dem 3D-Tastsystem lassen sich auch während eines Programm-laufs 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. 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 das Tastsystem beim Antasten befindet, sind nach dem Antastvorgang zusätzlich in den Parametern Q115 bis Q119 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.



- ▶ TCH PROBE 0: BEZUGSEBENE: Antastfunktion mit Taste ENT wählen
- ▶ PARAMETER-NR. FUER 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.
- ▶ POSITIONS-SOLLWERT: Über die Achswahl-Tasten alle Koordinaten für das Vorpositionieren des Tastsystems eingeben.
- ▶ Eingabe abschließen: Taste ENT drücken.

NC-Beispielsätze

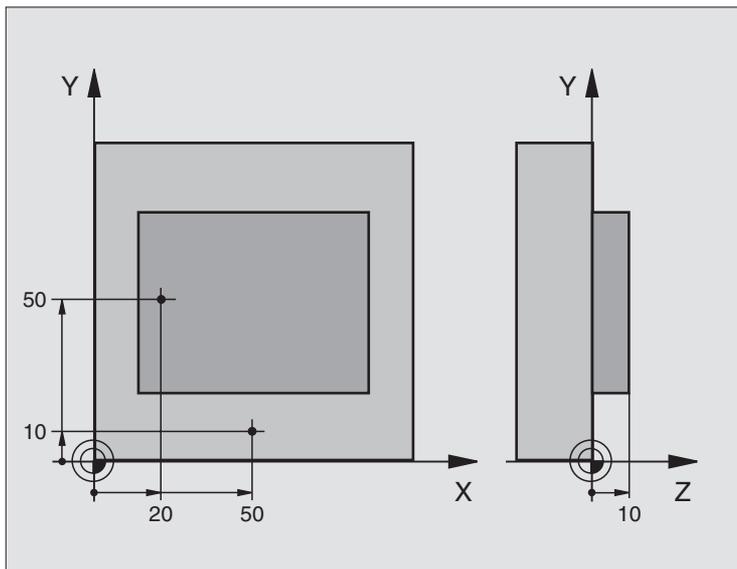
67 TCH PROBE 0.0 BEZUGSEBENE Q5 X-

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 TCH PROBE Höhe messen
- Höhe berechnen



| | | |
|----|----------------------------------|--------------------------------------|
| 0 | 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 F MAX | Tastsystem freifahren |
| 9 | TCH PROBE 0.0 BEZUGSEBENE Q10 Z- | Oberkante Werkstück messen |
| 10 | TCH PROBE 0.1 X+Q11 Y+Q12 Z+Q13 | |
| 11 | L X+Q21 Y+Q22 R0 F MAX | Vorpositionieren für zweite Messung |
| 12 | TCH PROBE 0.0 BEZUGSEBENE Q20 Z- | Tiefe messen |
| 13 | TCH PROBE 0.1 Z+Q23 | |
| 14 | FN 2: Q1 = +Q20 - +Q10 | Absolute Höhe der Insel berechnen |
| 15 | STOP | Programmlauf-Stopp: Q1 kontrollieren |
| 16 | L Z+250 R0 F MAX M2 | Werkzeug freifahren, Programm-Ende |
| 17 | END PGM 3DTASTEN MM | |



13

Digitalisieren

13.1 Digitalisieren mit schaltendem oder messendem Tastsystem (Option)

Mit der Option Digitalisieren erfasst die TNC 3D-Formen mit einem 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 mit den Tastsystemen stehen folgende Digitalisier-Zyklen zur Verfügung:

- BEREICH (Quaderförmig oder Tabelle für messendes Tastsystem)
- MAEANDER
- HOEHENLINIE
- ZEILE



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

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

Falls Sie abwechselnd mit einem schaltenden und einem messenden Tastsystem arbeiten, achten Sie darauf, daß:

- über MP6200 das richtige Tastsystem gewählt ist
- das messende und das schaltende Tastsystem nie gleichzeitig an der Steuerung angeschlossen sind.

Die TNC kann nicht feststellen, welches Tastsystem tatsächlich in der Spindel eingesetzt ist.

Funktion

Eine 3D-Form wird mit dem Tastsystem Punkt für Punkt in einem wählbaren Raster abgetastet. Die Digitalisiergeschwindigkeit liegt beim schaltenden Tastsystem zwischen 200 und 800 mm/min bei einem Punktabstand (PABST) von 1 mm. Beim messenden Tastsystem legen Sie die Digitalisier-Geschwindigkeit im Digitalisier-Zyklus fest. Sie können bis zu 3000 mm/min eingeben.

Die erfaßten Positionen speichert die TNC direkt auf der Festplatte. Mit der Schnittstellen-Funktion PRINT legen Sie fest, in welchem Verzeichnis die Daten gespeichert werden.

Wenn Sie zum Fräsen der erfaßten Digitalisierdaten ein Werkzeug verwenden, dessen Radius dem Taststift-Radius entspricht, dann können Sie die Digitalisierdaten direkt mit dem Zyklus 30 abarbeiten (siehe „8.7 Zyklen zum Abzeilen“).



Die Digitalisier-Zyklen sind für die Hauptachsen X, Y und Z und für die Drehachsen A, B und C 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. Dabei vergrößert die TNC das durch Zyklus BEREICH festgelegte Rohteil um den doppelten Wert aus MP6310 (für messendes Tastsystem).

13.2 Digitalisier-Zyklen programmieren

- ▶ Taste TOUCH PROBE drücken
- ▶ Mit den Pfeiltasten den gewünschten Digitalisier-Zyklus wählen
- ▶ Wahl bestätigen: Taste ENT drücken
- ▶ 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 stehen zwei Zyklen zur Verfügung. Mit Zyklus 5 BEREICH können Sie einen quaderförmigen Bereich definieren, in dem die Form abgetastet wird. Beim messenden Tastsystem können Sie alternativ über Zyklus 15 BEREICH eine Punkte-Tabelle wählen, in der die Bereichsgrenze als Polygonzug beliebiger Form festgelegt ist.

Quaderförmigen Digitalisierbereich festlegen

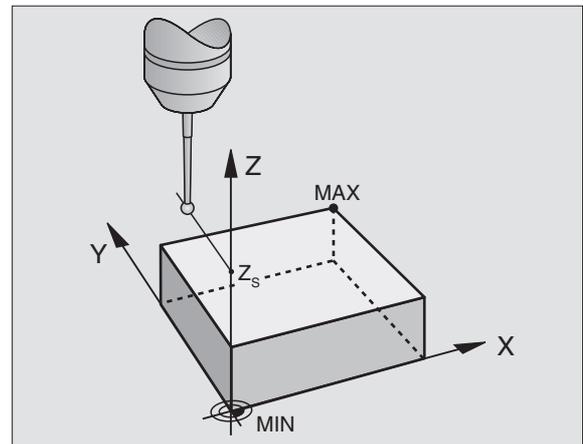
Den Digitalisier-Bereich legen Sie als Quader durch Angabe von Minimum- und Maximum-Koordinaten in den drei Hauptachsen X, Y und Z fest – wie bei der Rohteil-Definition BLK FORM. Siehe Bild rechts.

- ▶ PGM NAME DIGITALISIERDATEN: Name der Datei, in der die Digitalisierdaten gespeichert werden.



Geben Sie im Bildschirm-Menü zur Konfiguration der Datenschnittstelle den vollständigen Pfadnamen ein, in dem die TNC die Digitalisierdaten speichern soll

- ▶ ACHSE TCH PROBE: Tastsystem-Achse eingeben
- ▶ MIN-PUNKT BEREICH. Minimal-Punkt des Bereichs, in dem digitalisiert wird
- ▶ MAX-PUNKT BEREICH: Maximal-Punkt des Bereichs, in dem digitalisiert wird
- ▶ SICHERE HOEHE: Position in der Tastsystem-Achse, in der eine Kollision von Taststift und Form ausgeschlossen ist.



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
```

Digitalisier-Bereich beliebiger Form festlegen (nur messendes Tastsystem)

Den Digitalisier-Bereich legen Sie in einer Punkte-Tabelle fest, die Sie in der Betriebsart POSITIONIEREN MIT HANDEINGABE generieren. Die einzelnen Punkte können Sie per TEACH-IN erfassen oder automatisch von der TNC erzeugen lassen, während Sie den Taststift von Hand um das Werkstück führen. Siehe Bild rechts.

- ▶ PGM NAME DIGITALISIERDATEN: Name der Datei, in der die Digitalisier-Daten gespeichert werden



Geben Sie im Bildschirm-Menü zur Konfiguration der Datenschnittstelle den vollständigen Pfadnamen ein, in dem die TNC die Digitalisierdaten speichern soll.

- ▶ ACHSE TCH PROBE: Tastsystem-Achse eingeben
- ▶ PGM NAME BEREICHSDATEN: Name der Punkte-Tabelle, in der der Bereich festgelegt ist
- ▶ MIN-PUNKT ACHSE TCH PROBE: Minimal-Punkt des DIGITALISIER-Bereichs in der Tastsystem-Achse
- ▶ MAX-PUNKT ACHSE TCH PROBE: Maximal-Punkt des DIGITALISIER-Bereichs in der Tastsystem-Achse
- ▶ SICHERE HOEHE: Position in der Tastsystem-Achse, in der eine Kollision von Taststift und Form ausgeschlossen ist.

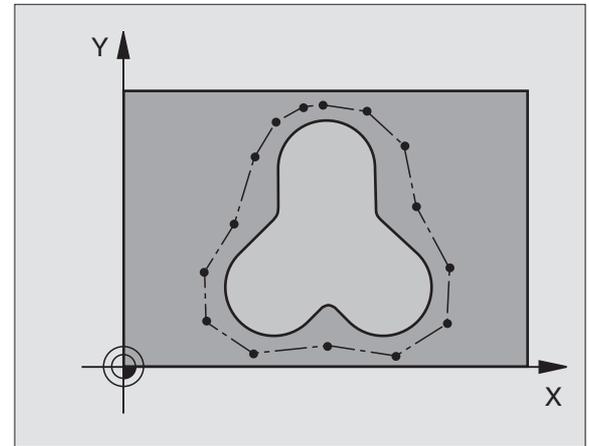
NC-Beispielsätze

```
50 TCH PROBE 15.0 BEREICH
```

```
51 TCH PROBE 15.1 PGM DIGIT.: DATEN
```

```
52 TCH PROBE 15.2 Z PGM RANGE: TAB1
```

```
53 TCH PROBE 15.3 MIN: +0 MAX: +10 HOEHE: +100
```



Punkte-Tabellen

Wenn Sie mit einem messenden Tastsystem arbeiten, dann können Sie in der Betriebsart POSITIONIEREN MIT HANDEINGABE Punkte-Tabellen erfassen, um einen beliebig geformten Digitalisierbereich festzulegen oder um beliebige Konturen zu erfassen, die mit Zyklus 30 abgearbeitet werden können. Dazu benötigen Sie die Software-Option „Digitalisieren mit messendem Tastsystem“ von HEIDENHAIN.

Punkte können Sie auf zwei Arten erfassen:

- manuell per TEACH IN oder
- automatisch von der TNC erzeugen lassen



Die TNC speichert in einer Punkte-Tabelle, die als Digitalisier-Bereich verwendet werden soll, maximal 893 Punkte. Um die Überwachung zu aktivieren, stellen Sie den Softkey TM:RANGE/CONTOUR DATA auf TM:RANGE.

Die Punkte werden durch Geraden miteinander verbunden und legen so den Digitalisier-Bereich fest. Die TNC verbindet den letzten Punkt in der Tabelle automatisch durch eine Gerade mit dem ersten Punkt in der Tabelle.

Punkte-Tabellen erfassen

Nachdem Sie das messende Tastsystem in die Spindel eingesetzt und mechanisch verriegelt haben, wählen Sie über den Softkey PNT eine Punkte-Tabelle aus:



► In der Betriebsart POSITIONIEREN MIT HANDEINGABE Softkey PNT drücken. Die TNC zeigt Softkeyleisten mit folgenden Softkeys:

| Funktion | Softkey |
|-------------------------------------------------|---------|
| Punkte manuell erfassen | |
| Punkte automatisch erfassen | |
| Zwischen Digitalisier-Bereich und Kontur wählen | |
| X-Koordinate nicht speichern/speichern | |
| Y-Koordinate nicht speichern/speichern | |
| Z-Koordinate nicht speichern/speichern | |

- ▶ Eingabe für Kontur (TM:RANGE) oder Digitalisierbereich (CONTOUR DATA) wählen: Softkey TM:RANGE CONTOUR DATA auf gewünschte Funktion schalten

Wenn Sie die Punkte manuell per TEACH IN erfassen möchten, dann gehen Sie wie folgt vor:

- ▶ Manuelles Erfassen wählen: Softkey PROBE MAN drücken. Die TNC zeigt weitere Softkeys: Siehe Tabelle rechts
- ▶ Vorschub festlegen, mit dem das Tastsystem auf eine Auslenkung reagieren soll: Softkey F drücken und Vorschub eingeben
- ▶ Festlegen, ob die TNC die Koordinaten bestimmter Achsen erfassen soll oder nicht: Softkey X OFF/ON; Y OFF/ON und Z OFF/ON auf gewünschte Funktion schalten
- ▶ Tastsystem auf ersten Punkt des zu erfassenden Bereichs bzw. auf ersten Konturpunkt fahren: Taststift per Hand in gewünschte Verfahrrichtung auslenken
- ▶ Softkey „IST-POSITION UEBERNEHMEN“ drücken. Die TNC trägt die Koordinaten der gewählten Achsen in die Punkte-Tabelle ein. Zum Festlegen des Digitalisierbereichs werden nur die Koordinaten der Bearbeitungsebene ausgewertet
- ▶ Tastsystem auf den nächsten Punkt verfahren und die Ist-Position übernehmen. Vorgang wiederholen, bis der gesamte Bereich erfaßt ist

Wenn Sie Punkte automatisch von der TNC erzeugen lassen wollen, dann gehen Sie wie folgt vor:

- ▶ Punkte automatisch erfassen: Softkey PROBE AUTO drücken. Die TNC zeigt weitere Softkeys: Siehe Tabelle rechts
- ▶ Vorschub festlegen, mit dem das Tastsystem auf eine Auslenkung reagieren soll: Softkey F drücken und Vorschub eingeben
- ▶ Punktabstand festlegen, in dem die TNC Punkte erfaßt: Softkey „PUNKTABSTAND“ drücken und Punktabstand eingeben. Nachdem Sie den Punktabstand eingegeben haben, zeigt die TNC den Softkey START
- ▶ Tastsystem auf den ersten Punkt des zu erfassenden Bereichs bzw. auf ersten Konturpunkt verfahren: Taststift per Hand in die gewünschte Verfahrrichtung auslenken
- ▶ Aufnahme beginnen: Softkey START drücken
- ▶ Taststift per Hand in die gewünschte Verfahrrichtung auslenken. Die TNC erfaßt die Koordinaten im eingegebenen Punktabstand
- ▶ Aufnahme beenden: Softkey STOP drücken

| Funktion | Softkey |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Vorschub, mit dem das Tastsystem auf eine Auslenkung reagieren soll |  |
| Position in Punkte-Tabelle speichern „IST-POSITION UEBERNEHMEN“ |  |

| Funktion | Softkey |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Vorschub, mit dem das Tastsystem auf eine Auslenkung reagieren soll |  |
| Punktabstand bei automatischer Erfassung festlegen |  |

13.3 Mäanderförmig Digitalisieren

- Schaltendes Tastsystem: Digitalisierzyklus 6 MAEANDER
- Messendes Tastsystem: Digitalisierzyklus 16 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 HOEHE zurück.

Beim Digitalisieren mit dem messenden Tastsystem merkt sich die TNC Positionen, an denen starke Richtungsänderungen aufgetreten sind – bis zu max. 1000 Positionen pro Zeile. Auf der nächsten Zeile reduziert die TNC automatisch den Digitalisier-Vorschub, wenn das Tastsystem in die Nähe einer solchen Stelle kommt. Dadurch erhalten Sie bessere Abtastergebnisse.

Startpunkt

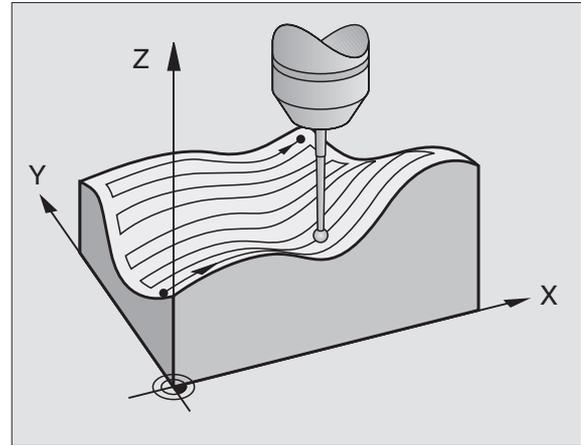
- MIN-Punkt-Koordinaten in der Bearbeitungsebene aus Zyklus 5 BEREICH oder aus Zyklus 15 BEREICH, Spindelachsen-Koordinate = SICHERE HOEHE
- Startpunkt wird von der TNC automatisch angefahren: Zuerst in der Spindelachse auf SICHERE HOEHE, dann in der Bearbeitungsebene

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

Die Parameter mit einem **(M)** gelten für das messende Tastsystem, Parameter mit einem **(S)** gelten für das schaltende Tastsystem:

- ▶ **LINIENRICHTUNG (M, S)**: Koordinatenachse der Bearbeitungsebene, in deren positiver Richtung das Tastsystem vom ersten gespeicherten Konturpunkt aus fährt
- ▶ **BEGRENZUNG IN NORMALEN-RICHTUNG (S)**: 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 Taskugel, desto größer sollten Sie die BEGRENZUNG IN NORMALEN-RICHTUNG wählen
- ▶ **ABTASTWINKEL (M)**: Verfahrrichtung des Tastsystems bezogen auf die LINIENRICHTUNG. Eingabebereich: -90° bis +90°
- ▶ **VORSCHUB F (M)**: Digitalisier-Geschwindigkeit eingeben. Eingabebereich: 1 bis 3 000 mm/min. Je größer Sie die Digitalisier-Geschwindigkeit wählen, desto ungenauer werden die gewonnenen Abtastdaten
- ▶ **MIN. VORSCHUB (M)**: Digitalisier-Vorschub für die erste Zeile. Eingabebereich: 1 bis 3 000 mm/min
- ▶ **MIN. LINIENABSTAND (M)**: Wenn Sie einen kleineren Wert eingegeben als bei LINIENABSTAND, verringert die TNC im Bereich von steilen Konturstücken den Abstand der Zeilen bis zum programmierten Minimum. Damit wird eine gleichmäßige Dichte der erfaßten Punkte auch bei stark strukturierten Oberflächen erreicht. Eingabebereich: 0 bis 20 mm
- ▶ **LINIENABSTAND (M, S)**: Versatz des Tastsystems an den Zeilenenden; Zeilen-Abstand. Eingabebereich: 0 bis 20 mm
- ▶ **MAX. PUNKTABSTAND (M, S)**: 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 20 mm
- ▶ **TOLERANZWERT (M)**: Die TNC unterdrückt das Speichern von digitalisierten Punkten, solange der Abstand einer Geraden zwischen den beiden letzten Abtastpunkten den Toleranzwert nicht überschreitet. Dadurch wird bei gekrümmten Konturen eine hohe Punktedichte erreicht und bei ebenen Konturen werden möglichst wenig Punkte ausgegeben. Mit Toleranzwert „0“ gibt die TNC die Punkte im programmierten Punktabstand aus. Eingabebereich: 0 bis 0.9999 mm
- ▶ **VORSCHUB-REDUZIERUNG AN KANTEN (M)**: Dialogfrage mit NO ENT bestätigen. Die TNC trägt selbständig einen Wert ein



Die VORSCHUB-REDUZIERUNG wirkt nur, wenn die Digitalisier-Zeile nicht mehr als 1000 Punkte enthält, an denen der Vorschub reduziert werden muß.

NC-Beispielsätze zum schaltenden Tastsystem

```
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
```

NC-Beispielsätze zum messenden Tastsystem

```
60 TCH PROBE 16.0 MAEANDER
61 TCH PROBE 16.1 RICHTUNG: X
WINKEL: +0
62 TCH PROBE 16.2 F1000 FMIN500
MIN.L.ABST: 0.2 L.ABST: 0.5
P.ABST: 0.5 TOL: 0.1 ABST: 2
```

13.4 Höhenlinien digitalisieren

- Schaltendes Tastsystem: Digitalisierzyklus 7 HOEHENLINIE
- Messendes Tastsystem: Digitalisierzyklus 17 HOEHENLINIE

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 HOEHE und den programmierten Startpunkt zurück.

Beim Digitalisieren mit dem messenden Tastsystem merkt sich die TNC Positionen, an denen starke Richtungsänderungen aufgetreten sind – bis zu max. 1000 Positionen pro Zeile. Auf der nächsten Höhenlinie reduziert die TNC automatisch den Digitalisier-Vorschub, wenn das Tastsystem in die Nähe der kritischen Stelle kommt. Dadurch erhalten Sie bessere Abtastergebnisse.

Einschränkungen für den Abtastbereich

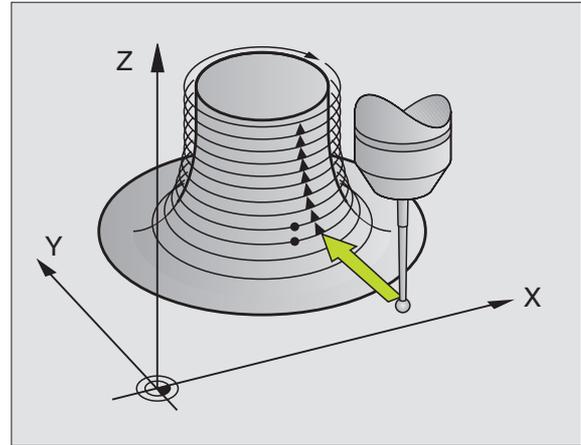
- In der Tastsystem-Achse: Der definierte BEREICH muß mindestens um den Tastkugel-Radius unter dem höchsten Punkt der 3D-Form liegen
- In der Bearbeitungsebene: Der definierte Bereich muß mindestens um den Tastkugel-Radius größer als die 3D-Form sein

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 HOEHE, dann in der Bearbeitungsebene

Form anfahren

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





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

Digitalisier-Parameter

Die Parameter mit einem **(M)** gelten für das messende Tastsystem, Parameter mit einem **(S)** gelten für das schaltende Tastsystem:

- ▶ **ZEITBEGRENZUNG (M, S):** Zeit, innerhalb der das Tastsystem den ersten Antastpunkt einer Höhenlinie nach einem Umlauf erreichen muß. In MP6390 legen Sie fest, wie genau der erste Antastpunkt wieder erreicht werden 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 (M, S):** Koordinaten des Startpunkts in der Bearbeitungsebene
- ▶ **STARTACHSE UND RICHTUNG (M, S):** Koordinaten-Achse und -Richtung, in der das Tastsystem die Form anfährt
- ▶ **ANFANGSACHSE UND RICHTUNG (M, S):** Koordinaten-Achse und -Richtung, auf der das Tastsystem die Form während des Digitalisierens umfährt. Mit der Digitalisier-Richtung legen Sie bereits fest, ob die nachfolgende Fräsbearbeitung im Gleich- oder Gegenlauf durchgeführt wird
- ▶ **VORSCHUB F (M):** Digitalisier-Geschwindigkeit eingeben. Eingabebereich: 0 bis 3000 mm/min. Je größer Sie die Digitalisier-Geschwindigkeit wählen, desto ungenauer werden die Abtastdaten
- ▶ **MIN. VORSCHUB (M):** Digitalisier-Vorschub für die erste Höhenlinie. Eingabebereich: 1 bis 3000 mm/min
- ▶ **MIN. LINIENABSTAND (M):** Wird ein kleinerer Wert als der LINIENABSTAND eingegeben, verringert die TNC im Bereich von flachen Konturstücken den Abstand der Zeilen bis zum programmierten Minimum. Damit wird eine gleichmäßige Dichte der erfaßten Punkte auch bei stark strukturierten Oberflächen erreicht. Eingabebereich: 0 bis 20 mm
- ▶ **LINIENABSTAND UND RICHTUNG (M, S):** Versatz des Tastsystems, wenn es den Anfangspunkt einer Höhenlinie wieder erreicht; das Vorzeichen legt die Richtung fest, in welche das Tastsystem versetzt wird. Eingabebereich: -20 bis +20 mm



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

- ▶ **MAX. PUNKTABSTAND (M, S):** 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 20 mm
- ▶ **TOLERANZWERT (M):** Die TNC unterdrückt das Speichern von digitalisierten Punkten, solange der Abstand einer Geraden zwischen den beiden letzten Abtastpunkten den Toleranzwert nicht überschreitet. Dadurch wird bei gekrümmten Konturen eine hohe Punktedichte erreicht und bei ebenen Konturen werden möglichst wenig Punkte ausgegeben. Mit Toleranzwert „0“ gibt die TNC die Punkte im programmierten Punktabstand aus. Eingabebereich: 0 bis 0.9999 mm
- ▶ **VORSCHUB-REDUZIERUNG AN KANTEN (M):** Dialogfrage mit NO ENT bestätigen. Die TNC trägt selbständig einen Wert ein



Die VORSCHUB-REDUZIERUNG wirkt nur, wenn die Digitalisier-Zeile nicht mehr als 1000 Punkte enthält, an denen der Vorschub reduziert werden muß.

NC-Beispielsätze zum schaltenden Tastsystem

```
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
```

NC-Beispielsätze zum messenden Tastsystem

```
60 TCH PROBE 17.0 HOEHENLINIEN
61 TCH PROBE 17.1 ZEIT: 0 X+0 Y+0
62 TCH PROBE 17.2 ANFAHRFOLGE: Y- / X-
63 TCH PROBE 17.3 F1000 FMIN500
MIN.L.ABST: 0.2 L.ABST: 0.5
P.ABST: 0.5 TOL: 0.1 ABST: 2
```

13.5 Zeilenweise digitalisieren

- Schaltendes Tastsystem: Digitalisierzyklus 8 ZEILE
- Messendes Tastsystem: Digitalisierzyklus 18 ZEILE

Mit dem Digitalisier-Zyklus ZEILE digitalisieren Sie eine 3D-Form zeilenweise.

Mit dem messenden Tastsystem setzen Sie diesen Digitalisier-Zyklus hauptsächlich ein, wenn Sie mit einer Drehachse digitalisieren. Siehe „Digitalisieren mit Drehachsen“.

Mit dem schaltenden Tastsystem setzen Sie diesen Digitalisier-Zyklus hauptsächlich ein, wenn Sie relativ flache Teile digitalisieren, die ohne Digitalisierdaten-Auswertung konstant im Gleich- oder Gegenlauf abgearbeitet werden sollen.

Beim Digitalisieren fährt das Tastsystem in positiver Richtung einer wählbaren Achse der Bearbeitungsebene bis zur Bereichsgrenze. Anschließend fährt es auf die SICHERE HOEHE und im Eilgang zurück zum Anfang der nächsten Zeile. Dort fährt das Tastsystem im Eilgang in negativer Spindelachsen-Richtung bis zur HOEHE FUER VORSCHUB-REDUZIERUNG und ab dieser Höhe im Antastvorschub, bis die 3D-Form berührt wird. Der Vorgang wiederholt sich, bis der gesamte Bereich abgetastet ist. Verfahrenswege siehe Bild rechts unten.

Am Ende des Digitalisier-Vorgangs fährt das Tastsystem auf die SICHERE HOEHE zurück.

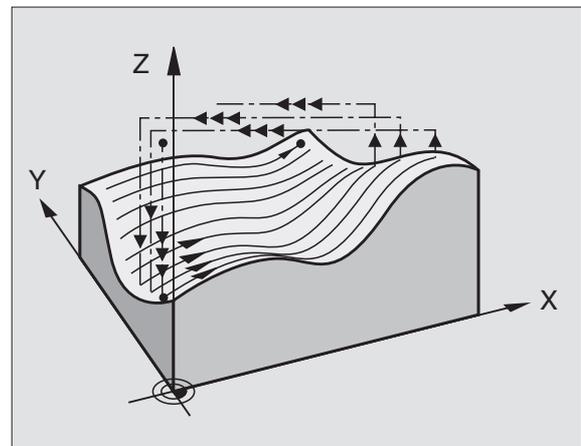
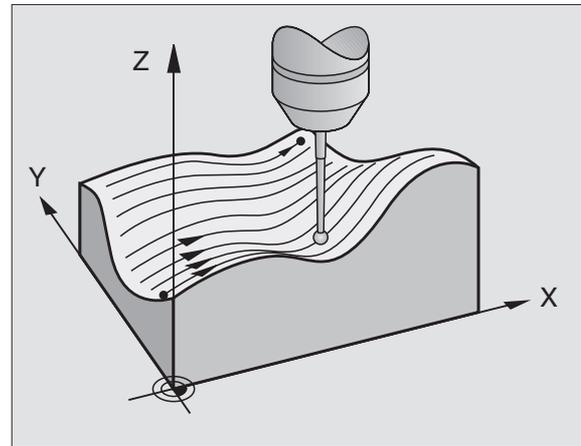
Beim Digitalisieren mit dem messenden Tastsystem merkt sich die TNC Positionen, an denen starke Richtungsänderungen aufgetreten sind – bis zu max. 1000 Positionen pro Zeile. Auf der nächsten Zeile reduziert die TNC automatisch den Digitalisier-Vorschub, wenn das Tastsystem in die Nähe einer solchen Stelle kommt. Dadurch erhalten Sie bessere Abtastergebnisse.

Startpunkt

- Positive oder negative Bereichsgrenze der programmierten Linienrichtung (abhängig von der Digitalisier-Richtung)
- MIN-Punkt-Koordinaten in der Bearbeitungsebene aus Zyklus 5 BEREICH oder aus Zyklus 15 BEREICH, Spindelachsen-Koordinate = SICHERE HOEHE
- Startpunkt wird von der TNC automatisch angefahren:
Zuerst in der Spindelachse auf SICHERE HOEHE, 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 ZEILE den Digitalisierzyklus BEREICH definieren.

Digitalisier-Parameter

Die Parameter mit einem **(M)** gelten für das messende Tastsystem, Parameter mit einem **(S)** gelten für das schaltende Tastsystem:

- ▶ **ZEILENRICHTUNG (M, S):** Koordinatenachse der Bearbeitungsebene zu der das Tastsystem parallel verfährt. Mit der Digitalisier-Richtung legen Sie bereits fest, ob die nachfolgende Fräsbearbeitung im Gleich- oder Gegenlauf durchgeführt wird.
- ▶ **ABTASTWINKEL (M):** Verfahrrichtung des Tastsystems bezogen auf die ZEILENRICHTUNG. Durch Kombination von ZEILENRICHTUNG und ABTASTWINKEL können Sie die Digitalisier-Richtung beliebig festlegen. Eingabebereich: -90° bis +90°
- ▶ **HOEHE FUER VORSCHUB-REDUZIERUNG (M, S):** Koordinate in der Spindelachse, bei der an jedem Zeilenanfang vom Eilgang auf den Antast-Vorschub umgeschaltet wird. Eingabebereich: -99 999.9999 bis +99 999.9999
- ▶ **VORSCHUB F (M):** Digitalisier-Geschwindigkeit eingeben. Eingabebereich: 1 bis 3000 mm/min. Je größer Sie die Digitalisier-Geschwindigkeit wählen, desto ungenauer werden die gewonnenen Abtastdaten
- ▶ **MIN. VORSCHUB (M):** Digitalisier-Vorschub für die erste Zeile. Eingabebereich: 1 bis 3000 mm/min.
- ▶ **MIN. LINIENABSTAND (M):** Wird ein kleinerer Wert als der LINIENABSTAND eingegeben, verringert die TNC im Bereich von steilen Konturstücken den Abstand der Zeilen bis zum programmierten Minimum. Damit wird eine gleichmäßige Dichte der erfaßten Punkte auch bei stark strukturierten Oberflächen erreicht. Eingabebereich: 0 bis 20 mm
- ▶ **LINIENABSTAND (M, S):** Versatz des Tastsystems an den Zeilenenden = Zeilen-Abstand. Eingabebereich: 0 bis 20 mm
- ▶ **MAX. PUNKTABSTAND (M, S):** Maximaler Abstand zwischen den von der TNC abgespeicherten Punkten. Eingabebereich: 0.02 bis 20 mm
- ▶ **TOLERANZWERT (M):** Die TNC unterdrückt das Speichern von digitalisierten Punkten, solange der Abstand einer Geraden zwischen den beiden letzten Abtastpunkten den Toleranzwert nicht überschreitet. Dadurch wird bei gekrümmten Konturen eine hohe Punktedichte erreicht und bei ebenen Konturen werden möglichst wenig Punkte ausgegeben. Mit Toleranzwert „0“ gibt die TNC die Punkte im programmierten Punktabstand aus. Eingabebereich: 0 bis 0.9999 mm

- ▶ **VORSCHUB-REDUZIERUNG AN KANTEN (M):** Abstand vor steilen Kanten, an denen die TNC beginnt, den Digitalisier-Vorschub zu reduzieren



Die VORSCHUB-REDUZIERUNG wirkt nur, wenn die Digitalisier-Zeile nicht mehr als 1000 Punkte enthält, an denen der Vorschub reduziert werden muß.

NC-Beispielsätze zum schaltenden Tastsystem

60 TCH PROBE 8.0 ZEILE

61 TCH PROBE 8.1 RICHTUNG: X-

62 TCH PROBE 8.2 HUB: 0.5 L.ABST: 0.2

P.ABST: 0.5

NC-Beispielsätze zum messenden Tastsystem

60 TCH PROBE 18.0 ZEILE

61 TCH PROBE 18.1 RICHTUNG: X WINKEL: 0

HOEHE: 25

62 TCH PROBE 18.2 F1000 FMIN500

MIN.L.ABST: 0.2 L.ABST: 0.5

P.ABST: 0.5 TOL: 0.1 ABST: 2

13.6 Digitalisieren mit Drehachsen

Wenn Sie ein schaltendes Tastsystem einsetzen, dann können Sie mit Drehachsen mäanderförmig (Zyklus 6), zeilenförmig (Zyklus 8) oder mit Höhenlinien (Zyklus 7) digitalisieren. In jedem Fall geben Sie im Zyklus BEREICH die entsprechende Drehachse ein. Die TNC interpretiert die Drehachsen-Werte in Grad.

Wenn Sie ein messendes Tastsystem einsetzen, dann können Sie beim Digitalisieren mit Drehachsen ausschließlich den Zyklus 18 ZEILE verwenden. Die Drehachse definieren Sie als Spaltenachse.

Digitalisier-Daten

Die Digitalisierdaten-Datei enthält Angaben für die im Zyklus BEREICH festgelegten Achsen.

Die TNC gibt keine BLK FORM mit aus, da die grafische Darstellung von Drehachsen nicht möglich ist.



Beim Digitalisieren und beim Fräsen muß der Anzeigemodus der Drehachse übereinstimmen (Anzeige reduzieren auf Wert unter 360° oder Anzeige nicht reduzieren).

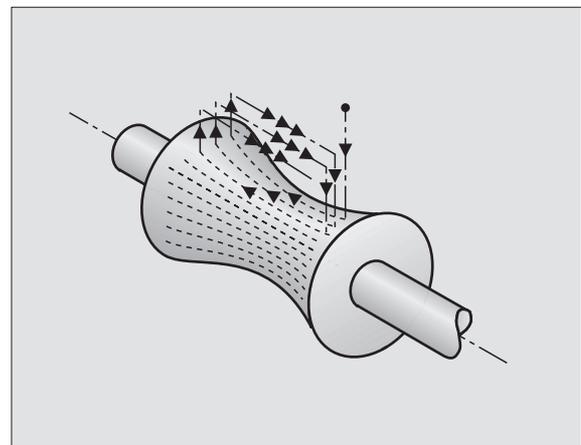
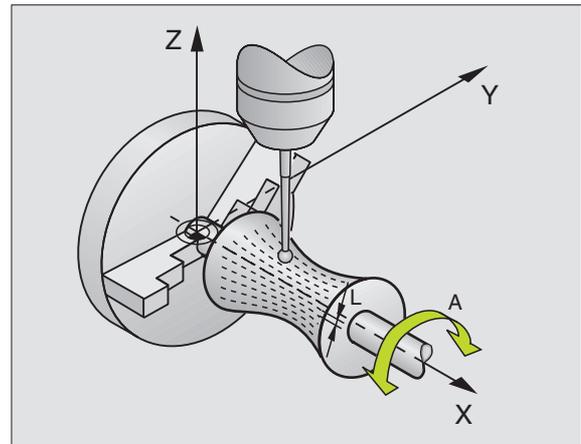
Messendes Tastsystem: Zyklus Zeile mit Drehachse

Wenn Sie im Eingabeparameter LINIENRICHTUNG eine Linearachse (z.B. X) definiert haben, dann schaltet die TNC am Zeilenende die in Zyklus BEREICH festgelegte Drehachse (z.B. A) um den Abstand L.ABST weiter. Siehe Bilder rechts.

NC-Beispielsätze

```

30 TCH PROBE 5.0 BEREICH
31 TCH PROBE 5.1 PGMNAME: DATRND
32 TCH PROBE 5.2 Z X+0 A+0 Z+0
33 TCH PROBE 5.3 X+85 A+270 Z+25
34 TCH PROBE 5.4 HOEHE: 50
...
60 TCH PROBE 18.0 ZEILE
61 TCH PROBE 18.1 RICHTUNG: X
  WINKEL: 0 HOEHE: 25
62 TCH PROBE 18.2 F1000
  MIN.L.ABST: 0.2 L.ABST: 0.5
  P.ABST: 0.5 TOL: 0.1 ABST: 2
  
```



Schaltendes Tastsystem: Zyklus MAEANDER mit Drehachse

Wenn Sie im Eingabeparameter LINIENRICHTUNG eine Linearachse (z.B. X) definieren, dann schaltet die TNC am Zeilenende die in Zyklus BEREICH festgelegte Drehachse (z.B. A) um den Abstand L.ABST weiter. Das Tastsystem schwingt dann z.B. in der Z/X-Ebene: Siehe Bild rechts oben.

Wenn Sie als Linienrichtung eine Drehachse (z.B. A) definieren, dann schaltet die TNC am Zeilenende die im Zyklus BEREICH festgelegte Linearachse (z.B. X) um den Abstand L.ABST weiter. Das Tastsystem schwingt dann z.B. in der Z/A-Ebene: Siehe Bild rechts Mitte.

NC-Beispielsätze

```

30 TCH PROBE 5.0 BEREICH
31 TCH PROBE 5.1 PGMNAME: DATRND
32 TCH PROBE 5.2 Z X+0 A+0 Z+0
33 TCH PROBE 5.3 X+85 A+270 Z+65
34 TCH PROBE 5.4 HOEHE: 100
...
60 TCH PROBE 6.0 MAEANDER
61 TCH PROBE 6.1 RICHTUNG A
62 TCH PROBE 6.2 HUB: 0,3 L.ABST: 0,5 P.ABST: 0,5
    
```

HOEHENLINIEN mit Drehachse

Im Zyklus legen Sie den Startpunkt in einer Linearachse (z.B. X) und einer Drehachse (z.B. C) fest. Die Anfahrfolge definieren Sie ebenso. Das Tastsystem schwingt dann z.B. in der X/C-Ebene. Siehe Bild rechts unten.

Dieses Verfahren eignet sich auch für Maschinen, die nur über zwei Linearachsen (z.B. Z/X) und eine Rundachse (z.B. C) verfügen.

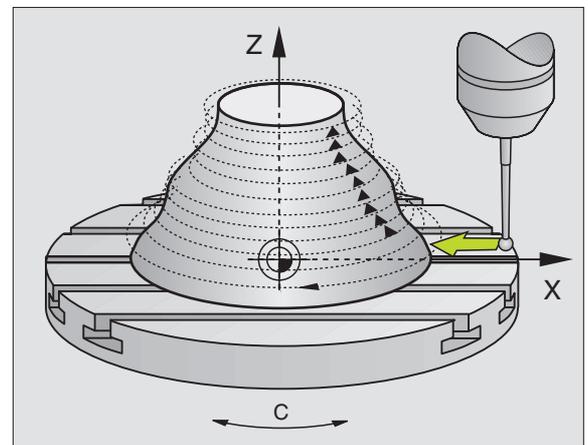
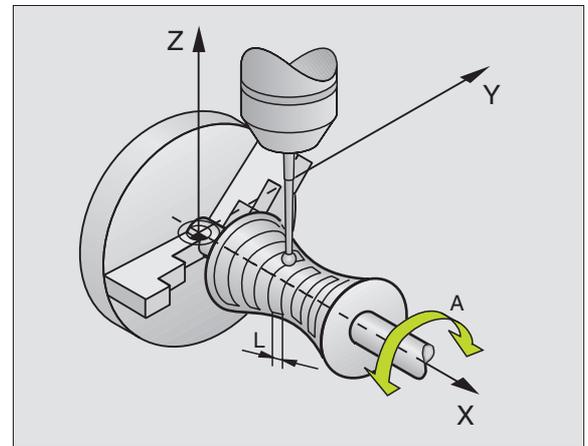
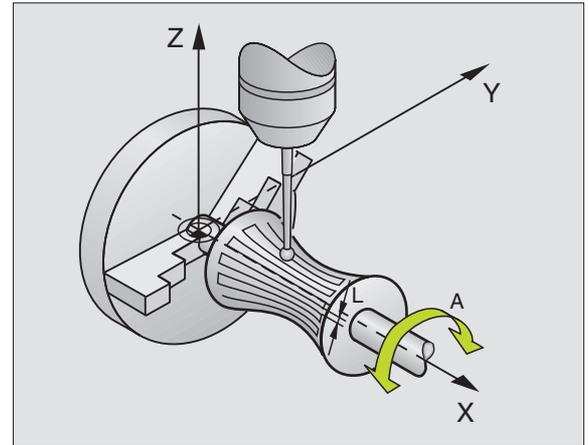
NC-Programmsätze z.B.:

```

30 TCH PROBE 5.0 BEREICH
31 TCH PROBE 5.1 PGMNAME: DATH
32 TCH PROBE 5.2 Z X-50 C+0 Z+0
33 TCH PROBE 5.3 X+50 C+360 Z+85
34 TCH PROBE 5.4 HOEHE: 100
...
60 TCH PROBE 7.0 HOEHENLINIEN
61 TCH PROBE 7.1 ZEIT: 250 X+80 C+0
62 TCH PROBE 7.2 ANFAHRFOLGE X-/C+
63 TCH PROBE 7.3 HUB 0,3 L.ABST: -0,5 P.ABST: 0,5
    
```



Die in der ANFAHRFOLGE festgelegte Drehrichtung der Drehachse gilt für alle Höhenlinien (Zeilen). Über die Drehrichtung legen Sie bereits fest, ob die nachfolgende Fräsbearbeitung im Gleich- oder Gegenlauf durchgeführt werden soll.



13.7 Digitalisierdaten in einem Bearbeitungs-Programm verwenden

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

| | |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 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 der TNC 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 X+0,017 Y-12,653 | |
| ... | |
| 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 |
| 2600 END PGM DATEN MM | Programm-Ende |

Die maximale Größe der Digitalisierdaten-Datei beträgt 900 MByte. Dies entspricht dem zur Verfügung stehenden Platz auf der Festplatte der TNC, wenn sonst keine Programme gespeichert sind.

Um die Digitalisierdaten abzuarbeiten, stehen Ihnen zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

- Bearbeitungs-Zyklus 30, wenn Sie mit mehreren Zustellungen arbeiten müssen (nur für Daten die mit den Zyklen MAEANDER und ZEILE erfaßt wurden, siehe „8.7 Zyklen zum Abzeilen“)
- Hilfsprogramm erstellen, wenn Sie nur Schichten wollen:

| | |
|------------------------|---------------------------------------------------------|
| 0 BEGIN PGM FRAESEN MM | |
| 1 TOOL DEF 1 L+0 R+4 | Werkzeug-Definition: Werkzeug-Radius = Taststift-Radius |
| 2 TOOL CALL 1 Z S4000 | Werkzeug-Aufruf |
| 3 L R0 F1500 M13 | Fräsvorschub festlegen, Spindel und Kühlmittel EIN |
| 4 CALL PGM DATEN | Digitalisierdaten aufrufen |
| 5 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. Welche MOD-Funktionen zur Verfügung stehen, hängt von der gewählten Betriebsart ab.

MOD-Funktionen wählen

Betriebsart wählen, in der Sie MOD-Funktionen ändern möchten.



- ▶ MOD-Funktionen wählen: Taste MOD drücken. Die Bilder rechts zeigen typische Bildschirm-Menüs für PROGRAMM EINSPEICHERN EDITIEREN (Bild rechts oben), PROGRAMM-TEST (Bild rechts Mitte) und in einer Maschinen-Betriebsart (Bild rechte Seite).

Abhängig von der gewählten Betriebsart können Sie folgende Änderungen vornehmen:

PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN:

- NC-Software - Nummer anzeigen
- PLC-Software - Nummer anzeigen
- Schlüsselzahl eingeben
- Schnittstelle einrichten
- Maschinenspezifische Anwenderparameter
- Ggf. HELP-Dateien anzeigen

PROGRAMM-TEST:

- NC-Software-Nummer anzeigen
- PLC-Software-Nummer anzeigen
- Schlüsselzahl eingeben
- Datenschnittstelle einrichten
- Grafische Darstellung des Rohteils im Arbeitsraum der Maschine
- Maschinenspezifische Anwenderparameter
- Ggf. HELP-Dateien anzeigen

| | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------|------|--|--|-----|
| MANUELLER BETRIEB | PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN | | | | | |
| SCHLÜSSEL-ZAHL ██████████ | | | | | | |
| NC : SOFTWARE-NUMMER 280462 01 PLC : SOFTWARE-NUMMER OPT : %00000011 | | | | | | |
| 0 | RS 232 RS 422 SETUP | USER PARAMETER | HELP | | | END |

| | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------|-------------------|------|--|-----|
| MANUELLER BETRIEB | PROGRAMM-TEST | | | | | |
| SCHLÜSSEL-ZAHL ██████████ | | | | | | |
| NC : SOFTWARE-NUMMER 280462 01 PLC : SOFTWARE-NUMMER OPT : %00000011 | | | | | | |
| 0 | RS 232 RS 422 SETUP | DATUM SET | USER PARAMETER | HELP | | END |

Alle übrigen Betriebsarten:

- NC-Software-Nummer anzeigen
- PLC-Software-Nummer anzeigen
- Kennziffern für vorhandene Optionen anzeigen
- Positions-Anzeigen wählen
- Maß-Einheit (mm/inch) festlegen
- Programmier-Sprache festlegen für MDI
- Achsen für Ist-Positions-Übernahme festlegen
- Verfahrbereichs-Begrenzung setzen
- Nullpunkte anzeigen
- Betriebszeiten anzeigen
- Ggf. HELP-Dateien anzeigen

MOD-Funktion ändern

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

MOD-Funktionen verlassen

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

14.2 Software- und Options-Nummern

Die Software-Nummern von NC und PLC stehen nach Anwahl der MOD-Funktionen im TNC-Bildschirm. Direkt darunter stehen die Nummern für vorhandene Optionen (OPT):

- Keine Optionen OPT: 00000000
- Option Digitalisieren mit schaltendem Taster OPT: 00000001
- Option Digitalisieren mit messendem Taster OPT: 00000011

14.3 Schlüssel-Zahl eingeben

Die TNC benötigt für die folgende Funktion eine Schlüssel-Zahl:

| Funktion | Schlüssel-Zahl |
|---------------------------|----------------|
| Anwender-Parameter wählen | 123 |

| | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------|-----------------|--|--|--------------------------|-----|
| MANUELLER BETRIEB | | | | | | PROGRAMM EINSPEICHERN | |
| POSITIONS-ANZEIGE 1 IST POSITIONS-ANZEIGE 2 SOLL WECHSEL MM/INCH MM PROGRAMM-EINGABE HEIDENHAIN ACHTSAUSWAHL %11111 | | | | | | | |
| NC : SOFTWARE-NUMMER 280462 01 PLC : SOFTWARE-NUMMER OPT : %00000011 | | | | | | | |
| POSITION- INPUT PGM | AXIS LIMIT | HELP | MACHINE TIME | | | | END |

14.4 Datenschnittstellen einrichten

Zum Einrichten der Datenschnittstellen drücken Sie Softkey RS 232- / RS 422 - SETUP. Die TNC zeigt ein Bildschirm-Menü, in das Sie folgende Einstellungen eingeben:

RS-232-Schnittstelle einrichten

Betriebsart und Baud-Raten werden für die RS-232-Schnittstelle links im Bildschirm eingetragen.

RS-422-Schnittstelle einrichten

Betriebsart und Baud-Raten werden für die RS-422-Schnittstelle rechts im Bildschirm eingetragen.

BETRIEBSART des externen Geräts wählen



In den Betriebsarten FE2 und EXT können Sie die Funktionen „alle Programme einlesen“, „angebotenes Programm einlesen“ und „Verzeichnis einlesen“ nicht nutzen.

BAUD-RATE einstellen

Die BAUD-RATE (Datenübertragungs-Geschwindigkeit) ist zwischen 110 und 115.200 Baud wählbar.

| Externes Gerät | Betriebsart | Symbol |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------|
| HEIDENHAIN Disketten-Einheiten FE 401 B FE 401 ab Prog.-Nr. 230 626 03 | FE1 FE1 | |
| HEIDENHAIN Disketten-Einheit FE 401 bis einschl. Prog. Nr. 230 626 02 | FE2 | |
| PC mit HEIDENHAIN Übertragungs- Software TNC. EXE | FE1 | |
| Fremdgeräte, wie Drucker, Leser, Stanzer, PC ohne TNC. EXE | EXT1, EXT2 | |
| PC mit HEIDENHAIN-Software TNC REMOTE zur Fernbedienung der TNC | LSV2 | |

| | | | | | | | |
|----------------------|----------------------------|---------------------|------|--|--|-----|--|
| MANUELLER BETRIEB | PROGRAMM-TABELLE EDITIEREN | | | | | | |
| SCHNITTSTELLE RS232 | | SCHNITTSTELLE RS422 | | | | | |
| BETRIEBSART: FE1 | | BETRIEBSART: FE1 | | | | | |
| BAUD-RATE | | BAUD-RATE | | | | | |
| FE : | 115200 | FE : | 9600 | | | | |
| EXT1 : | 9600 | EXT1 : | 9600 | | | | |
| EXT2 : | 9600 | EXT2 : | 9600 | | | | |
| LSV-2 : | 115200 | LSV-2 : | 9600 | | | | |
| ZUWEISUNG : | | | | | | | |
| PRINT : | | | | | | | |
| PRINT-TEST : | | | | | | | |
| | RS 232 RS 422 SETUP | USER PARAMETER | | | | END | |

ZUWEISUNG

Mit dieser Funktion legen Sie fest, wohin Daten von der TNC übertragen werden.

Anwendungen:

- Werte mit der Q-Parameter-Funktion FN15 ausgeben
- Werte mit der Q-Parameter-Funktion FN16 ausgeben
- Pfad auf der Festplatte der TNC, in dem die Digitalisierdaten abgelegt werden

Von der TNC-Betriebsart hängt ab, ob die Funktion PRINT oder PRINT-TEST benutzt wird:

| TNC-Betriebsart | Übertragungsfunktion |
|-------------------------|----------------------|
| PROGRAMMLAUF EINZELSATZ | PRINT |
| PROGRAMMLAUF SATZFOLGE | PRINT |
| PROGRAMM-TEST | PRINT-TEST |

PRINT und PRINT-TEST können Sie wie folgt einstellen:

| Funktion | Pfad |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Daten über RS-232 ausgeben | RS232:\... |
| Daten über RS-422 ausgeben | RS422:\... |
| Daten auf der Festplatte der TNC ablegen | TNC:\... |
| Daten in dem Verzeichnis speichern, in dem das Programm mit FN15/FN16 bzw. in dem das Programm mit den Digitalisierzyklen steht | - leer - |

Datei-Namen:

| Daten | Betriebsart | Datei-Name |
|--------------------|---------------|------------------------------|
| Digitalisier-Daten | PROGRAMMLAUF | Festgelegt in Zyklus BEREICH |
| Werte mit FN15 | PROGRAMMLAUF | %FN15RUN.A |
| Werte mit FN15 | PROGRAMM-TEST | %FN15SIM.A |
| Werte mit FN16 | PROGRAMMLAUF | %FN16RUN.A |
| Werte mit FN16 | PROGRAMM-TEST | %FN16SIM.A |

14.5 Maschinenspezifische Anwenderparameter



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

14.6 Rohteil im Arbeitsraum darstellen

In der Betriebsart PROGRAMM-TEST können Sie die Lage des Rohteils im Arbeitsraum der Maschine grafisch überprüfen und die Arbeitsraum-Überwachung in der Betriebsart Programm-Test aktivieren: Drücken Sie dazu den Softkey DATUM SET

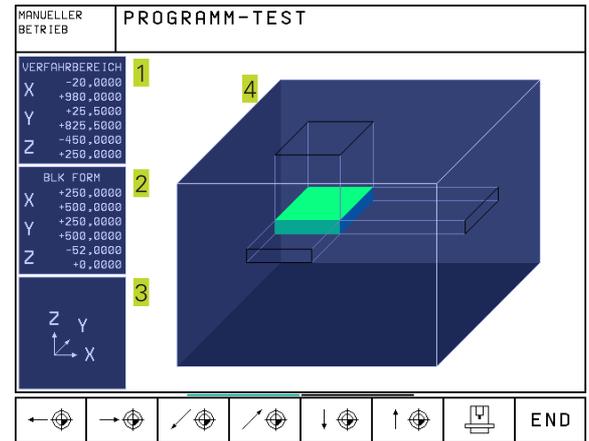
Die TNC zeigt den Arbeitsraum, verschiedene Fenster mit Koordinaten-Informationen und Softkeys, über die Sie die Anzeige ändern können.

Zur Verfügung stehender Verfahrbereich/Nullpunkte, bezogen auf angezeigtes Rohteil:

- 1 Arbeitsraum
- 2 Rohteil-Größe
- 3 Koordinaten-System
- 4 Rohteil mit Projektion in die Ebenen, Arbeitsraum

Lage des Rohteils bezogen auf den Bezugspunkt anzeigen: Softkey mit Maschinen-Symbol drücken.

Wenn das Rohteil außerhalb des Arbeitsraums **4** liegt, dann können Sie das Rohteil in der Grafik mit den Bezugspunkt-Softkeys vollständig in den Arbeitsraum verschieben. Verschieben Sie anschließend den Bezugspunkt in der Betriebsart MANUELLER BETRIEB um den selben Betrag.



Funktions-Übersicht

| Funktion | Softkey |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Rohteil nach links verschieben (grafisch) |  |
| Rohteil nach rechts verschieben (grafisch) |  |
| Rohteil nach vorne verschieben (grafisch) |  |
| Rohteil nach hinten verschieben (grafisch) |  |
| Rohteil nach oben verschieben (grafisch) |  |
| Rohteil nach unten verschieben (grafisch) |  |
| Rohteil bezogen auf den gesetzten Bezugspunkt anzeigen |  |
| Gesamten Verfahrbereich bezogen auf das dargestellte Rohteil anzeigen |  |
| Maschinen-Nullpunkt im Arbeitsraum anzeigen |  |
| Vom Maschinenhersteller festgelegte Position (z.B. Werkzeug-Wechsellpunkt) im Arbeitsraum anzeigen |  |
| Werkstück-Nullpunkt im Arbeitsraum anzeigen |  |
| Arbeitsraum-Überwachung beim Programm-Test einschalten (ON)/ ausschalten (OFF) |  |

14.7 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 |
| Auslenkung des messenden Tastsystems | AUSL. |

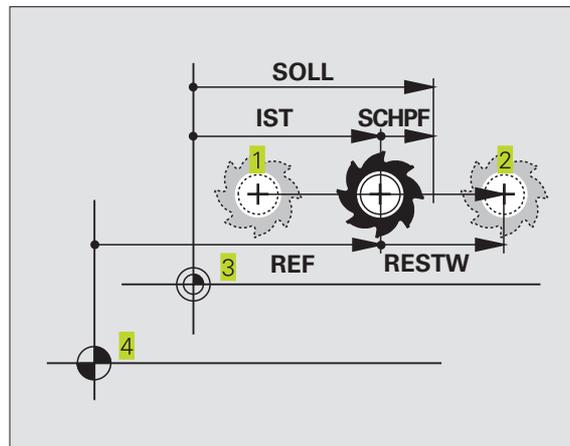
Mit der MOD-Funktion POSITIONS-ANZEIGE 1 wählen Sie die Positions-Anzeige in der Status-Anzeige.

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

14.8 Maßsystem wählen

Mit dieser MOD-Funktion legen Sie fest, ob die TNC Koordinaten in mm oder Inch (Zoll-System) anzeigen soll.

- Metrisches Maßsystem: z.B. X = 15,789 (mm) MOD-Funktion WECHSEL MM/INCH MM. Anzeige mit 3 Stellen nach dem Komma
- Zoll-System: z.B. X = 0,6216 (inch) MOD-Funktion WECHSEL MM/INCH INCH. Anzeige mit 4 Stellen nach dem Komma



14.9 Programmiersprache für \$MDI wählen

Mit der MOD-Funktion PROGRAMM-EINGABE schalten Sie der Programmierung der Datei \$MDI um:

- \$MDI.H im Klartext-Dialog programmieren:
PROGRAMM-EINGABE: HEIDENHAIN
- \$MDI.I gemäß DIN/ISO programmieren:
PROGRAMM-EINGABE: ISO

14.10 Achsauswahl für L-Satz-Generierung

Im Eingabe-Feld für die ACHSAUSWAHL legen Sie fest, welche Koordinaten der aktuellen Werkzeug-Position in einen L-Satz übernommen werden. Die Generierung eines separaten L-Satzes erfolgt mit der Taste „Ist-Position übernehmen“. Die Auswahl der Achsen erfolgt wie bei Maschinenparametern bitorientiert:

| | | |
|-------------|--------|-----------------------------------|
| ACHSAUSWAHL | %11111 | X, Y, Z, IV., V. Achse übernehmen |
| ACHSAUSWAHL | %01111 | X, Y, Z, IV. Achse übernehmen |
| ACHSAUSWAHL | %00111 | X, Y, Z Achse übernehmen |
| ACHSAUSWAHL | %00011 | X, Y Achse übernehmen |
| ACHSAUSWAHL | %00001 | X Achse übernehmen |

14.11 Verfahrbereichs-Begrenzungen eingeben, Nullpunkt-Anzeige

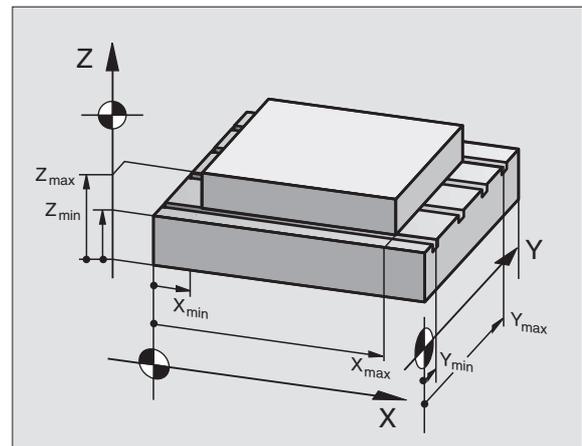
Innerhalb des maximalen Verfahrbereichs können Sie den tatsächlich nutzbaren Verfahrweg für die Koordinatenachsen einschränken.

Anwendungsbeispiel: Teilapparat gegen Kollisionen sichern

Der maximale Verfahrbereich ist durch Software-Endschalter begrenzt. Der tatsächlich nutzbare Verfahrweg wird mit der MOD-Funktion AXIS LIMIT eingeschränkt: 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 (+/- 99 999 mm) als AXIS LIMIT ein.



Maximalen Verfahrbereich ermitteln und eingeben

- ▶ POSITIONS-ANZEIGE REF anwählen
- ▶ 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 AXIS LIMIT drücken. Notierte Werte für die Achsen als BEGRENZUNGEN eingeben

▶ MOD-Funktion verlassen: Softkey END drücken



Werkzeug-Radiuskorrekturen werden bei Verfahrbereichs-Begrenzungen nicht berücksichtigt.

Verfahrbereichs-Begrenzungen und Software-Endschalter werden berücksichtigt, nachdem die Referenz-Punkte überfahren sind.

Nullpunkt-Anzeige

Die im Bildschirm links unten angezeigten Werte sind die manuell gesetzten Bezugspunkte bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt. Sie können im Bildschirm-Menü nicht verändert werden.

14.12 HELP-Dateien anzeigen

HELP-Dateien (Hilfe-Dateien) sollen den Bediener in Situationen unterstützen, in denen festgelegte Handlungsweisen, z.B. das Freifahren der Maschine nach einer Stromunterbrechung, erforderlich sind. Auch Zusatz-Funktionen lassen sich in einer HELP-Datei dokumentieren. Das Bild rechts zeigt die Anzeige einer HELP-Datei.



Die HELP-Dateien sind nicht an jeder Maschine verfügbar. Nähere Informationen erteilt der Maschinenhersteller.

HELP-DATEIEN wählen

- ▶ MOD-Funktion wählen: Taste MOD drücken



▶ Wählen der zuletzt aktiven HELP-Datei: Softkey HELP drücken

▶ Falls nötig, Datei Verwaltung aufrufen und Datei wählen.

| | | | | | | | |
|------------------------|---------------|------|-----------------|------|--|--------------------------|-----|
| MANUELLER BETRIEB | | | | | | PROGRAMM EINSPEICHERN | |
| BEGRENZUNGEN: | | | | | | | |
| X- | -500 | | X+ | +500 | | | |
| Y- | -500 | | Y+ | +500 | | | |
| Z- | +0 | | Z+ | +400 | | | |
| C- | +0 | | C+ | +360 | | | |
| B- | -90 | | B+ | +90 | | | |
| NULLPUNKTE: | | | | | | | |
| X | +250 | | | | | | |
| Y | +102,388 | | | | | | |
| Z | -114,0914 | | | | | | |
| C | +30 | | | | | | |
| B | +90 | | | | | | |
| POSITION/ INPUT PGM | AXIS LIMIT | HELP | MACHINE TIME | | | | END |

| | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|-----------|-----------|---------------|--------------------------|------|
| PROGRAMM-EINSPEICHERN/EDITIEREN | | | | | | PROGRAMM EINSPEICHERN | |
| DATEI: NEU ZEILE: 1 SPALTE: 1 INSERT | | | | | | | |
| VORGEHENSWEISE BEIM FREIFAHREN DES SCHWENKKOPFES | | | | | | | |
| #1111 BETRIEBSART MANUELL WAEHLN | | | | | | | |
| #2222 M65 AKTIVIEREN | | | | | | | |
| #3333 WZ-ACHSE INTERPOLIERT FREIF. | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| IST | <input checked="" type="checkbox"/> | +100,000 | Y | +0,000 | | | |
| | | Z | -34,202 | U | +35,000 | | |
| | | V | +357,000 | | | | |
| T | | | F | 0 | M | 5/9 | |
| INSERT/ OVERWRITE | MOVE WORD >> | MOVE WORD << | PAGE ↓ | PAGE ↑ | BEGIN TEXT | END TEXT | FIND |

14.13 Betriebszeiten anzeigen



Der Maschinenhersteller kann noch zusätzliche Zeiten anzeigen lassen. Maschinenhandbuch beachten!

Über den Softkey MACHINE TIME können Sie sich verschiedene Betriebszeiten anzeigen lassen:

| Betriebszeit | Bedeutung |
|---------------|------------------------------------------------------------------|
| STEUERUNG EIN | Betriebszeit der Steuerung seit der Inbetriebnahme |
| MASCHINE EIN | Betriebszeit der Maschine seit der Inbetriebnahme |
| PROGRAMMLAUF | Betriebszeit für den gesteuerten Betrieb seit der Inbetriebnahme |

| MANUELLER BETRIEB | | PROGRAMM EINSPEICHERN |
|-------------------|---|--------------------------|
| STEUERUNG EIN | = | 758:02:20 |
| MASCHINE EIN | = | 109:51:38 |
| PROGRAMMLAUF | = | 55:33:20 |
| END | | |

15.1 Allgemeine Anwenderparameter

Allgemeine Anwenderparameter sind Maschinenparameter, die das Verhalten der TNC beeinflussen.

Typische Anwenderparameter sind z.B.

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

Eingabemöglichkeiten für Maschinenparameter

Maschinenparameter lassen sich beliebig programmieren als

- **Dezimalzahlen**
Zahlenwert direkt eingeben
- **Dual-/Binärzahlen**
Prozent-Zeichen „%“ vor Zahlenwert eingeben
- **Hexadezimalzahlen**
Dollar-Zeichen „\$“ vor Zahlenwert eingeben

Beispiel:

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

Die einzelnen Maschinenparameter dürfen gleichzeitig in den verschiedenen Zahlensystemen angegeben sein.

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

Allgemeine Anwenderparameter anwählen

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



In den MOD-Funktionen stehen auch maschinen-spezifische Anwenderparameter (USER PARAMETER) zur Verfügung.

Externe Datenübertragung

TNC-Schnittstellen EXT1 (5020.0) und EXT2 (5020.1) an externes Gerät anpassen

MP5020.x

7 Datenbit (ASCII-Code, 8.bit = Parität): **+0**

8 Datenbit (ASCII-Code, 9.bit = Parität): **+1**

Block-Check-Charakter (BCC) beliebig: **+0**

Block-Check-Charakter (BCC) Steuerzeichen nicht erlaubt: **+2**

Übertragungs-Stop durch RTS aktiv: **+4**

Übertragungs-Stop durch RTS nicht aktiv: **+0**

Übertragungs-Stop durch DC3 aktiv: **+8**

Übertragungs-Stop durch DC3 nicht aktiv: **+0**

Zeichenparität geradzahlig: **+0**

Zeichenparität ungeradzahlig: **+16**

Zeichenparität unerwünscht: **+0**

Zeichenparität erwünscht: **+32**

1 1/2 Stoppbit: **+0**

2 Stoppbit: **+64**

1 Stoppbit: **+128**

1 Stoppbit: **+192**

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

Tastsystem wählen

(nur bei Option Digitalisieren mit messendem Tastsystem)

MP6200Schaltendes Tastsystem einsetzen: **0**Messendes Tastsystem einsetzen: **1**

Übertragungsart wählen

MP6010Tastsystem mit Kabel-Übertragung: **0**Tastsystem mit Infrarot-Übertragung: **1**

Antastvorschub für schaltendes Tastsystem

MP6120

80 bis 3000 [mm/min]

Maximaler Verfahrensweg zum Antastpunkt

MP6130

0,001 bis 99.999,9999 [mm]

Sicherheitsabstand zum Antastpunkt bei automatischem Messen

MP6140

0,001 bis 99 999,9999 [mm]

Eilgang zum Antasten für schaltendes Tastsystem

MP6150

1 bis 300.000 [mm/min]

Tastsystem-Mittenversatz messen beim Kalibrieren des schaltenden Tastsystems

MP6160Keine 180°-Drehung des 3D-Tastsystems beim Kalibrieren: **0**M-Funktion für 180°-Drehung des Tastsystems beim Kalibrieren: **1 bis 88**

Reserviert

MP6300

Eintauchtiefe des Taststifts beim Digitalisieren mit messendem Tastsystem

MP6310

0,1 bis 2,0000 [mm] (Empfehlung: 1mm)

Tastsystem-Mittenversatz messen beim Kalibrieren des messenden Tastsystems

MP6321Mittenversatz messen: **0**Mittenversatz nicht messen: **1**

Zuordnung Tastsystemachse zur Maschinenachse beim messenden Tastsystem

Die richtige Zuordnung der Tastsystemachsen zu den Maschinenachsen muß sichergestellt sein, sonst besteht Taststift-Bruchgefahr.

MP6322.0

Maschinenachse **X** liegt parallel zur Tastsystemachse X: **0**, Y: **1**, Z: **2**

MP6322.1

Maschinenachse **Y** liegt parallel zur Tastsystemachse X: **0**, Y: **1**, Z: **2**

MP6322.2

Maschinenachse **Z** liegt parallel zur Tastsystemachse X: **0**, Y: **1**, Z: **2**

Maximale Taststift-Auslenkung des messenden Tastsystems**MP6330**

0,1 bis **4,0000** [mm]

Vorschub zum Positionieren des messenden Tastsystems auf MIN-Punkt und Anfahren an die Kontur**MP6350**

10 bis **3.000** [mm/min]

Antastvorschub für messendes Tastsystem**MP6360**

10 bis **3.000** [mm/min]

Eilgang im Antast-Zyklus für messendes Tastsystem**MP6361**

10 bis **3.000** [mm/min]

Vorschubabsenkung, wenn Taststift des messenden Tastsystems seitlich ausgelenkt wird

Die TNC senkt den Vorschub nach einer vorgegebenen Kennlinie ab. Der minimale Vorschub beträgt 10% vom programmierten Digitalisierervorschub.

MP6362

Vorschubabsenkung nicht aktiv: **0**

Vorschubabsenkung aktiv: **1**

Radialbeschleunigung beim Digitalisieren für messendes Tastsystem

Mit MP6370 begrenzen Sie den Vorschub, mit dem die TNC während des Digitalisiervorgangs Kreisbewegungen fährt. Kreisbewegungen entstehen z.B. bei starken Richtungsänderungen.

Solange der programmierte Digitalisierervorschub kleiner als der über MP6370 berechnete Vorschub ist, fährt die TNC mit dem programmierten Vorschub. Ermitteln Sie den für Sie richtigen Wert durch praktische Versuche.

MP6370

0,001 bis **5,000** [m/s²] (Empfehlung: 0,1)

Zielfenster für Digitalisieren in Höhenlinien mit messendem Tastsystem

Beim Digitalisieren von Höhenlinien fällt der Endpunkt nicht exakt mit dem Startpunkt zusammen.

MP6390 definiert ein quadratisches Zielfenster, innerhalb dessen der Endpunkt nach einem Umlauf liegen muß. Der einzugebende Wert definiert die halbe Seitenlänge des Quadrats.

MP6390
0,1 bis 4,0000 [mm]

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 Antastvorschubs in Verbindung mit MP6570

MP6510
0,001 bis 0,999 [mm] (Empfehlung: 0,005 mm)

Antastvorschub für TT 120 bei stehendem Werkzeug

MP6520
10 bis 3.000 [mm/min]

Radius-Vermessung mit TT 120: Abstand Werkzeug-Unterkante zu Stylus-Oberkante

MP6530
0,0001 bis 9 999,9999 [mm]

Sicherheitszone um den Stylus des TT 120 bei Vorpositionierung

MP6540
0,001 bis 99.999,999 [mm]

Eilgang im Antastzyklus für TT 120

MP6550
10 bis 10.000 [mm/min]

M-Funktion für Spindel-Orientierung bei Einzelschneiden-Vermessung

MP6560
0 bis 88

Messung mit rotierendem Werkzeug: Zulässige Umlaufgeschwindigkeit am Fräserumfang

Notwendig für die Berechnung von Drehzahl und Antastvorschub

MP6570
1,000 bis 120,000 [m/min]

Koordinaten des TT-120-Stylus Mittelpunkts bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt

MP6580.0

X-Achse

MP6580.1

Y-Achse

MP6580.2

Z-Achse

TNC-Anzeigen, TNC-Editor**Programmierplatz einrichten**

MP7210

TNC mit Maschine: **0**

TNC als Programmierplatz mit aktiver PLC: **1**

TNC als Programmierplatz mit nicht aktiver PLC: **2**

Dialog STROMUNTERBRECHUNG nach dem Einschalten quittieren

MP7212

Mit Taste quittieren: **0**

Automatisch quittieren: **1**

DIN/ISO-Programmierung: Satznummern-Schrittweite festlegen

MP7220

0 bis **150**

Datei-Typen sperren

Falls Sie Datei-Typen sperren, löscht die TNC alle Dateien dieses Typs.

MP7224.0

Keine Datei-Typen sperren: **+0**

HEIDENHAIN-Programme sperren: **+1**

DIN/ISO-Programme sperren: **+2**

Werkzeug-Tabellen sperren: **+4**

Nullpunkt-Tabellen sperren: **+8**

Paletten-Tabellen sperren: **+16**

Text-Dateien sperren: **+32**

Editieren von Datei-Typen sperren

MP7224.1

Editor nicht sperren: **+0**

Editor sperren für

■ HEIDENHAIN-Programme: **+1**

■ DIN/ISO-Programme: **+2**

■ Werkzeug-Tabellen: **+4**

■ Nullpunkt-Tabellen: **+8**

■ Paletten-Tabellen: **+16**

■ Text-Dateien: **+32**

Paletten-Tabellen konfigurieren**MP7226.0**Paletten-Tabelle nicht aktiv: **0**Anzahl der Paletten pro Paletten-Tabelle: **1** bis **255**

Nullpunkt-Dateien konfigurieren**MP7226.1**Nullpunkt-Tabelle nicht aktiv: **0**Anzahl der Nullpunkte pro Nullpunkt-Tabelle: **1** bis **255**

Programmlänge zur Programmüberprüfung**MP7229.0**Sätze **100** bis **9.999**

Programmlänge, bis zu der FK-Sätze erlaubt sind**MP7229.1**Sätze **100** bis **9.999**

Dialogsprache festlegen**MP7230**Englisch: **0**Deutsch: **1**Tschechisch: **2**Französisch: **3**Italienisch: **4**Spanisch: **5**Portugiesisch: **6**Schwedisch: **7**Dänisch: **8**Finnisch: **9**Niederländisch: **10**Polnisch: **11**

Interne Uhrzeit der TNC einstellen**MP7235**Weltzeit (Greenwich time): **0**Mittleuropäische Zeit (MEZ): **1**Mittleuropäische Sommerzeit: **2**Zeit-Unterschied zur Weltzeit: **-23** bis **+23** [Stunden]

Werkzeug-Tabelle konfigurieren**MP7260**Nicht aktiv: **0**Anzahl der Werkzeuge pro Werkzeug-Tabelle: **1** bis **254**

Werkzeug-Platztafel konfigurieren**MP7261**Nicht aktiv: **0**Anzahl der Plätze pro 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 24 |
| MP7266.1 | Werkzeug-Länge – L: 0 bis 24 |
| MP7266.2 | Werkzeug-Radius – R: 0 bis 24 |
| MP7266.3 | Werkzeug-Radius 2 – R2: 0 bis 24 |
| MP7266.4 | Aufmaß Länge – DL: 0 bis 24 |
| MP7266.5 | Aufmaß Radius – DR: 0 bis 24 |
| MP7266.6 | Aufmaß Radius 2 – DR2: 0 bis 24 |
| MP7266.7 | Werkzeug gesperrt – TL: 0 bis 24 |
| MP7266.8 | Schwester-Werkzeug – RT: 0 bis 24 |
| MP7266.9 | Maximale Standzeit – TIME1: 0 bis 24 |
| MP7266.10 | Max. Standzeit bei TOOL CALL – TIME2: 0 bis 24 |
| MP7266.11 | Aktuelle Standzeit – CUR. TIME: 0 bis 24 |
| MP7266.12 | Werkzeug-Kommentar – DOC: 0 bis 24 |
| MP7266.13 | Anzahl der Schneiden – CUT: 0 bis 24 |
| MP7266.14 | Toleranz für Verschleiß-Erkennung Werkzeug-Länge – LTOL: 0 bis 24 |
| MP7266.15 | Toleranz für Verschleiß-Erkennung Werkzeug-Radius – RTOL: 0 bis 24 |
| MP7266.16 | Schneid-Richtung – DIRECT.: 0 bis 24 |
| MP7266.17 | PLC-Status – PLC: 0 bis 24 |
| MP7266.18 | Zusätzlicher Versatz des Werkzeugs in der Werkzeugachse zu MP6530 – TT:L-OFFS: 0 bis 24 |
| MP7266.19 | Versatz des Werkzeugs zwischen Stylus-Mitte und Werkzeug-Mitte – TT:R-OFFS: 0 bis 24 |
| MP7266.20 | Toleranz für Bruch-Erkennung Werkzeug-Länge – LBREAK.: 0 bis 24 |
| MP7266.21 | Toleranz für Bruch-Erkennung Werkzeug-Radius– RBREAK: 0 bis 24 |
| MP7266.22 | Schneidenlänge (Zyklus 22) – LCUTS: 0 bis 24 |
| MP7266.23 | Maximaler Eintauchwinkel (Zyklus 22) – ANGLE.: 0 bis 24 |

Anzeigeschritt für die 6. Achse**MP7290.5**

Eingabewerte siehe MP7290.0

Anzeigeschritt für die 7. Achse**MP7290.6**

Eingabewerte siehe MP7290.0

Anzeigeschritt für die 8. Achse**MP7290.7**

Eingabewerte siehe MP7290.0

Anzeigeschritt für die 9. Achse**MP7290.8**

Eingabewerte siehe MP7290.0

Bezugspunkt-Setzen sperren**MP7295**Bezugspunkt-Setzen nicht sperren: **+0**Bezugspunkt-Setzen in der X-Achse sperren: **+1**Bezugspunkt-Setzen in der Y-Achse sperren: **+2**Bezugspunkt-Setzen in der Z-Achse sperren: **+4**Bezugspunkt-Setzen in der IV. Achse sperren: **+8**Bezugspunkt-Setzen in der V. Achse sperren: **+16**Bezugspunkt-Setzen in der 6. Achse sperren: **+32**Bezugspunkt-Setzen in der 7. Achse sperren: **+64**Bezugspunkt-Setzen in der 8. Achse sperren: **+128**Bezugspunkt-Setzen in der 9. Achse sperren: **+256**

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 rücksetzen**MP7300**Alles rücksetzen, wenn Programm angewählt wird: **0**Alles rücksetzen, wenn Programm angewählt wird und bei M02, M30, END PGM: **1**Nur Status-Anzeige und Werkzeugdaten rücksetzen, wenn Programm angewählt wird: **2**Nur Status-Anzeige und Werkzeugdaten rücksetzen, wenn Programm angewählt wird und bei M02, M30, END PGM: **3**Status-Anzeige und Q-Parameter rücksetzen, wenn Programm angewählt wird: **4**Status-Anzeige und Q-Parameter rücksetzen, wenn Programm angewählt wird und bei M02, M30, END PGM: **5**Status-Anzeige rücksetzen, wenn Programm angewählt wird: **6**Status-Anzeige rücksetzen, wenn Programm angewählt wird und bei M02, M30, END PGM: **7**

Festlegungen für Grafik-Darstellung
MP7310

Grafische Darstellung in drei Ebenen nach DIN 6, Teil 1, Projektionsmethode 1: **+0**

Grafische Darstellung in drei Ebenen nach DIN 6, Teil 1, Projektionsmethode 2: **+1**

Koordinatensystem für grafische Darstellung nicht drehen: **+0**

Koordinatensystem für grafische Darstellung um 90° drehen: **+2**

Neue BLK FORM bei Zykl. 7 NULLPUNKT bezogen auf den alten

Nullpunkt anzeigen: **+0**

Neue BLK FORM bei Zykl. 7 NULLPUNKT bezogen auf den neuen

Nullpunkt anzeigen: **+4**

Cursorposition bei der Darstellung in drei Ebenen nicht anzeigen: **+0**

Cursorposition bei der Darstellung in drei Ebenen anzeigen: **+8**

Grafische Simulation ohne programmierte Spindelachse: Werkzeug-Radius
MP7315

0 bis **99 999,9999** [mm]

Grafische Simulation ohne programmierte Spindelachse: Eindringtiefe
MP7316

0 bis **99 999,9999** [mm]

Grafische Simulation ohne programmierte Spindelachse: M-Funktion für Start
MP7317.0

0 bis **88** (0: Funktion nicht aktiv)

Grafische Simulation ohne programmierte Spindelachse: M-Funktion für Ende
MP7317.1

0 bis **88** (0: Funktion nicht aktiv)

Bildschirmschoner einstellen

Geben Sie die Zeit ein, nach der die TNC den Bildschirmschoner aktivieren soll

MP7392

0 bis **99** [min] (0: Funktion nicht aktiv)

Bearbeitung und Programmlauf
Zyklus 17: Spindelorientierung am Zyklus-Anfang
MP7160

Spindelorientierung durchführen: **0**

Keine Spindelorientierung durchführen: **1**

Wirksamkeit Zyklus 11 MASSFAKTOR
MP7410

MASSFAKTOR wirkt in 3 Achsen: **0**

MASSFAKTOR wirkt nur in der Bearbeitungsebene: **1**

Werkzeugdaten beim programmierbaren Antast-Zyklus TOUCH-PROBE 0
MP7411

Aktuelle Werkzeugdaten mit Kalibrierdaten des 3D-Tastsystems überschreiben: **0**

Aktuelle Werkzeugdaten bleiben erhalten: **1**

SL-Zyklen**MP7420**

Kanal um die Kontur fräsen im Uhrzeigersinn für Inseln und im Gegen-Uhrzeigersinn für Taschen: **+0**
 Kanal um die Kontur fräsen im Uhrzeigersinn für Taschen und im Gegen-Uhrzeigersinn für Inseln: **+1**
 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, 21, 22, 23, 24 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**

Zyklus 4 TASCHENFRAESEN und Zyklus 5 KREISTASCHE: Überlappungsfaktor**MP7430****0,1 bis 1,414****Zulässige Abweichung des Kreisbahn-Endpunkts von der perfekten Kreisbahn****MP7431****0,0001 bis 0,016 [mm]****Wirkungsweise verschiedener Zusatz-Funktionen M****MP7440**

Programmlauf-Halt bei M06: **+0**
 Kein Programmlauf-Halt bei M06: **+1**
 Kein Zyklus-Aufruf mit M89: **+0**
 Zyklus-Aufruf mit M89: **+2**
 Programmlauf-Halt bei M-Funktionen: **+0**
 Kein Programmlauf-Halt bei M-Funktionen: **+4**
 k_v -Faktoren über M105 und M106 nicht umschaltbar: **+0**
 k_v -Faktoren über M105 und M106 umschaltbar: **+8**
 Vorschub in der Werkzeugachse mit M103 F.
 Reduzieren nicht aktiv: **+0**
 Vorschub in der Werkzeugachse mit M103 F.
 Reduzieren aktiv: **+16**



Die k_v -Faktoren werden vom Maschinenhersteller festgelegt. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Winkel der Richtungsänderung, der noch mit konstanter Bahngeschwindigkeit gefahren wird (Ecke mit R0, „Innen-Ecke“ auch radiuskorrigiert)

Gilt für Betrieb mit Schleppabstand und Geschwindigkeits-Vorsteuerung

MP7460**0,0000 bis 179,9999 [°]**

Maximale Bahngeschwindigkeit bei Vorschub-Override 100% in den Programmlauf-Betriebsarten**MP7470****0 bis 99.999** [mm/min]

Nullpunkte aus der Nullpunkt-Tabelle beziehen sich auf den**MP7475**Werkstück-Nullpunkt: **0**Maschinen-Nullpunkt: **1**

Elektronische Handräder

Handrad-Typ festlegen**MP7640**Maschine ohne Handrad: **0**HR 330 mit Zusatztasten – die Tasten für Verfahrrichtung und Eilgang am Handrad werden von der NC ausgewertet: **1**HR 130 ohne Zusatztasten: **2**HR 330 mit Zusatztasten – die Tasten für die Verfahrrichtung und Eilgang am Handrad werden von der PLC ausgewertet: **3**HR 332 mit zwölf Zusatztasten: **4**Mehrfach-Handrad mit Zusatztasten: **5**HR 410 mit Zusatzfunktionen: **6**

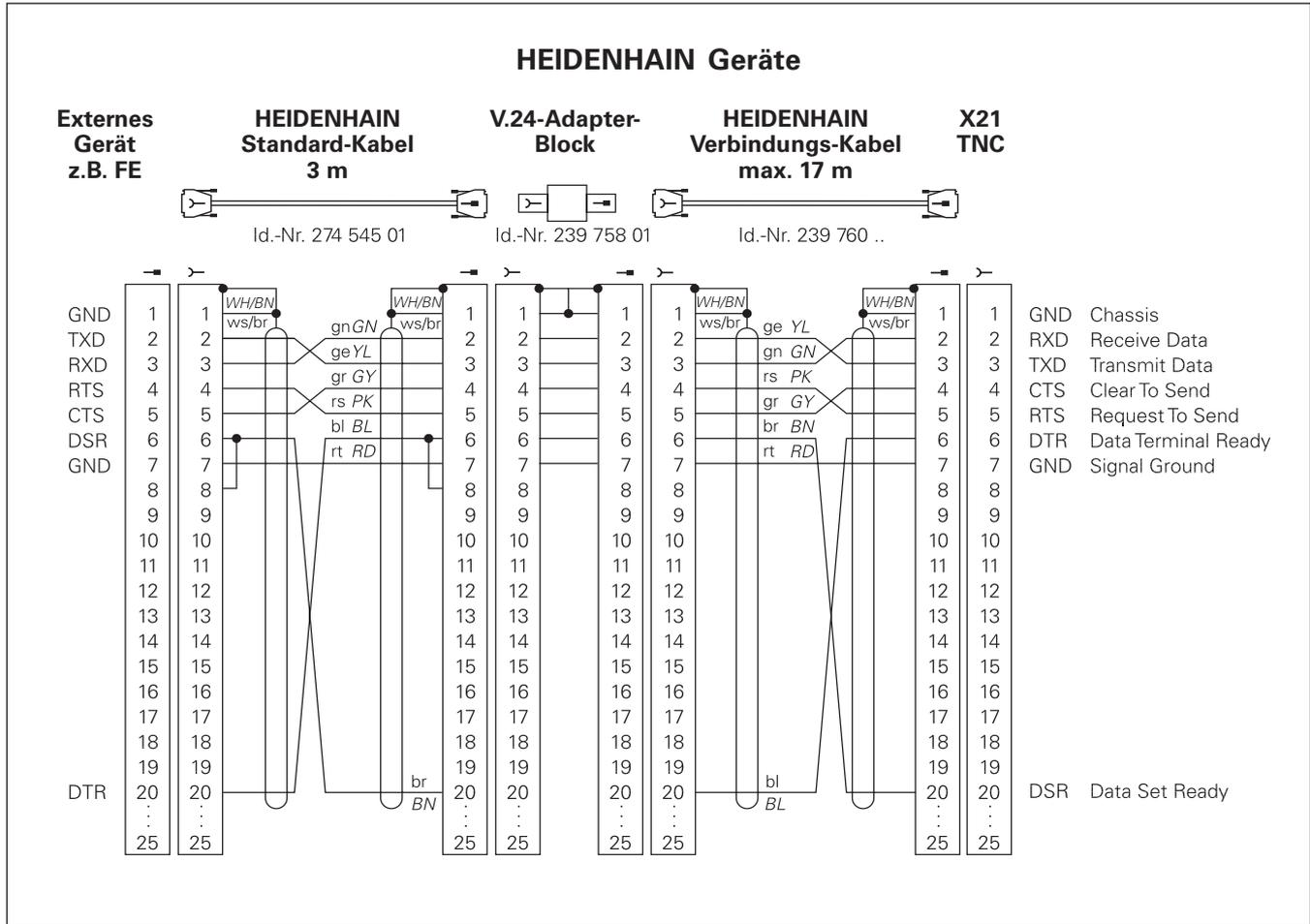
Unterteilungsfaktor**MP7641**Bei Tastatureingabe: **0**Von der PLC festgelegt: **1**

Vom Maschinenhersteller belegbare Funktionen fürs Handrad**MP 7645.0** **0 bis 255****MP 7645.1** **0 bis 255****MP 7645.2** **0 bis 255****MP 7645.3** **0 bis 255****MP 7645.4** **0 bis 255****MP 7645.5** **0 bis 255****MP 7645.6** **0 bis 255****MP 7645.7** **0 bis 255**

15.2 Steckerbelegung und Anschlußkabel für Datenschnittstellen

Schnittstelle V.24/RS-232-C

HEIDENHAIN-Geräte



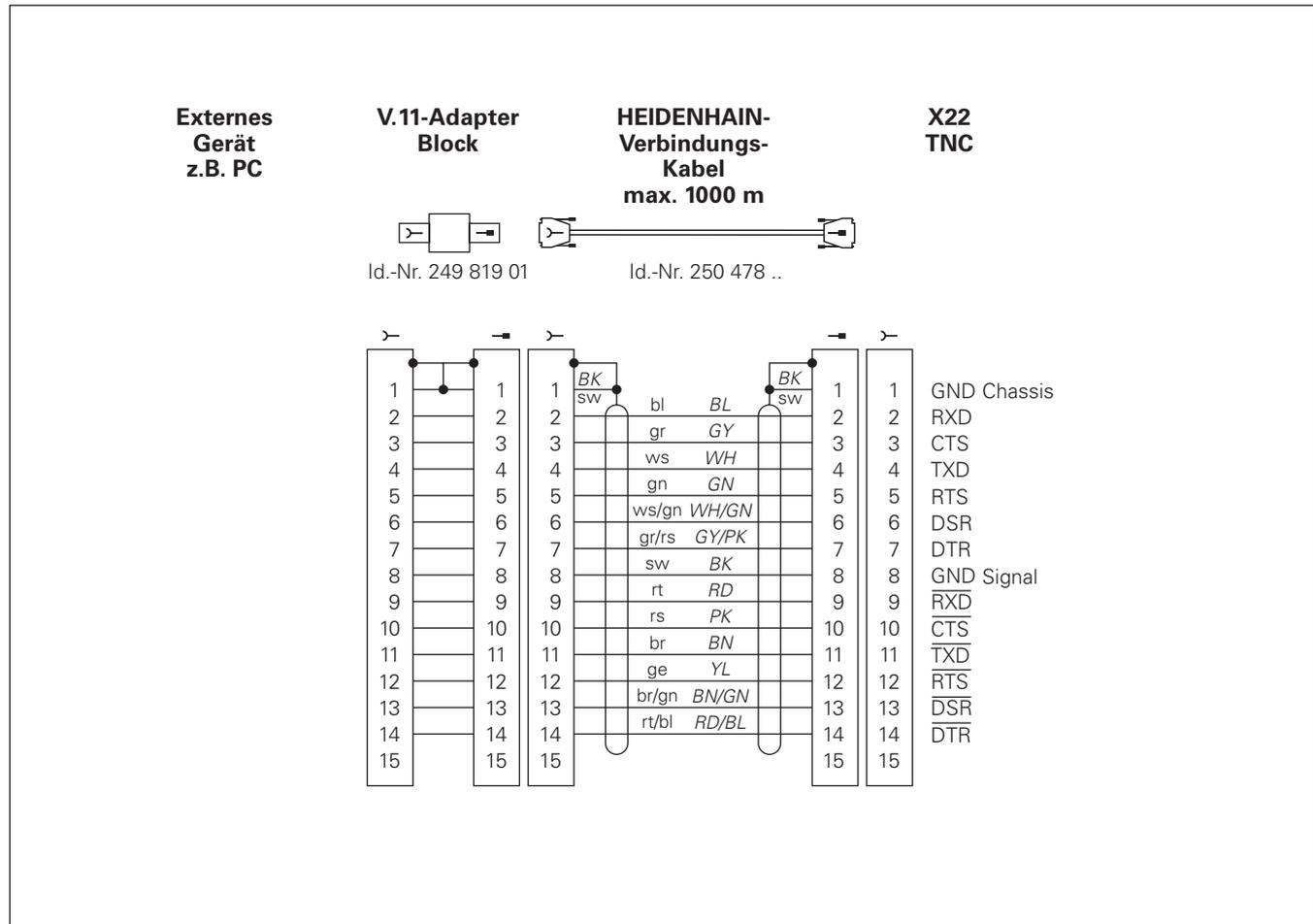
Die Stecker-Belegungen an der TNC-Logikeinheit (X21) und am Adapter-Block sind verschieden.

Schnittstelle V.11/RS-422

An der V.11-Schnittstelle werden nur Fremdgeräte angeschlossen.



Die Steckerbelegungen von TNC-Logikeinheit (X22) und Adapter-Block sind identisch.



Ethernet-Schnittstelle RJ45-Buchse (Option)

Maximale Kabellänge: ungeschirmt: 100 m
geschirmt: 400 m

| Pin | Signal | Beschreibung |
|-----|--------|---------------|
| 1 | TX+ | Transmit Data |
| 2 | TX- | Transmit Data |
| 3 | REC+ | Receive Data |
| 4 | frei- | |
| 5 | frei- | |
| 6 | REC- | Receive Data |
| 7 | frei- | |
| 8 | frei- | |

Ethernet-Schnittstelle BNC-Buchse (Option)

Maximale Kabellänge: 180 m

| Pin | Signal | Beschreibung |
|-----|------------------|---------------------|
| 1 | Daten (RXI, TXO) | Innenleiter (Seele) |
| 2 | GND | Abschirmung |

15.3 Technische Information

Die TNC-Charakteristik

| | |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kurzbeschreibung | Bahnsteuerung für Maschinen mit bis zu 9 Achsen, zusätzlich Spindel-Orientierung; TNC 426 CB, TNC 430 CA mit analoger Drehzahl-Regelung TNC 426 PB, TNC 430 PB mit digitaler Drehzahl-Regelung und integriertem Stromregler |
| Komponenten | <ul style="list-style-type: none"> ■ Logik-Einheit ■ Bedienfeld ■ Farbbildschirm mit Softkeys |
| Datenschnittstellen | <ul style="list-style-type: none"> ■ V.24 / RS-232-C ■ V.11 / RS-422 ■ Ethernet-Schnittstelle (Option) Erweiterte Datenschnittstelle mit LSV-2-Protokoll zum externen Bedienen der TNC über die Datenschnittstelle mit HEIDENHAIN-Software TNCREMO |
| Gleichzeitig verfahrenende Achsen bei Konturelementen | <ul style="list-style-type: none"> ■ Geraden bis zu 5 Achsen Exportversionen TNC 426 CF, TNC 426 PF, TNC 430 CE, TNC 430 PE: 4 Achsen ■ Kreise bis zu 3 Achsen (bei geschwenkter Bearbeitungsebene) ■ Schraubenlinie 3 Achsen |
| „Look Ahead“ | <ul style="list-style-type: none"> ■ Definiertes Verrunden von unstetigen Konturübergängen (z.B. bei 3D-Formen); ■ Kollisionsbetrachtung mit dem SL-Zyklus für „offene Konturen“ ■ 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 ■ Programmlauf-Grafik |
| Datei-Typen | <ul style="list-style-type: none"> ■ HEIDENHAIN-Klartext-Dialog-Programme ■ DIN/ISO-Programme ■ Werkzeug-Tabellen ■ Nullpunkt-Tabellen ■ Punkte-Tabellen ■ Paletten-Dateien ■ Text-Dateien ■ System-Dateien |
| Programm-Speicher | <ul style="list-style-type: none"> ■ Festplatte mit 900 MByte für NC-Programme ■ Beliebig viele Dateien verwaltbar |
| Werkzeug-Definitionen | Bis zu 254 Werkzeuge im Programm oder in Tabellen |
| Programmierhilfen | <ul style="list-style-type: none"> ■ Funktionen zum Anfahren und Verlassen der Kontur ■ Integrierter Taschenrechner ■ Gliedern von Programmen |

Programmierbare Funktionen

| | |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Konturelemente | <ul style="list-style-type: none"> ■ Gerade ■ Fase ■ Kreisbahn ■ Kreismittelpunkt ■ Kreisradius ■ Tangential anschließende Kreisbahn ■ Ecken-Runden ■ Geraden und Kreisbahnen zum Anfahren und Verlassen der Kontur |
| Freie Kontur-Programmierung | Für alle Konturelemente, für die keine NC-gerechte Bemaßung vorliegt |
| Dreidimensionale Werkzeug-Radiuskorrektur | Zur nachträglichen Änderung von Werkzeugdaten, ohne das Programm erneut berechnen zu müssen |
| Programmsprünge | <ul style="list-style-type: none"> ■ Unterprogramm ■ Programmteil-Wiederholung ■ Hauptprogramm als Unterprogramm |
| Bearbeitungs-Zyklen | <ul style="list-style-type: none"> ■ Bohrzyklen zum Bohren, Tiefbohren, Reiben, Ausdrehen, Gewindebohren mit und ohne Ausgleichsfutter ■ Rechteck- und Kreistasche schrappen und schlichten ■ Zyklen zum Fräsen gerader und kreisförmiger Nuten ■ Punktemuster auf Kreis und Linien ■ Zyklen zum Abzeilen ebener und schiefwinkliger Flächen ■ Beliebige Taschen und Inseln bearbeiten ■ Zylinder-Mantel-Interpolation |
| Koordinaten-Umrechnungen | <ul style="list-style-type: none"> ■ Nullpunkt-Verschiebung ■ Spiegeln ■ Drehung ■ Massfaktor ■ Bearbeitungsebene schwenken |
| 3D-Tastsystem-Einsatz | <ul style="list-style-type: none"> ■ Antastfunktionen zum Bezugspunkt-Setzen und zur automatischen Werkstück-Vermessung ■ Digitalisieren von 3D-Formen mit messendem Tastsystem (Option) ■ Digitalisieren von 3D-Formen mit schaltendem Tastsystem (Option) ■ Automatische Werkzeug-Vermessung mit TT 120 |
| Mathematische Funktionen | <ul style="list-style-type: none"> ■ Grundrechenarten +, -, x und $\frac{_}{_}$ ■ 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 | 4 ms/Satz |
| Regelkreis-Zykluszeit | <ul style="list-style-type: none"> ■ TNC 426 CB, TNC 430 CA: Bahninterpolation: 3 ms Feininterpolation: 0,6 ms (Lage) ■ TNC 426 PB, TNC 430 PB: Bahninterpolation: 3 ms Feininterpolation: 0,6 ms (Drehzahl) |
| Datenübertragungs-Geschwindigkeit | Maximal 115.200 Baud |
| Umgebungstemperatur | <ul style="list-style-type: none"> ■ Betrieb: 0°C bis +45°C ■ Lagerung: -30°C bis +70°C |
| Verfahrweg | Maximal 100 m (2540 Zoll) |
| Verfahrgeschwindigkeit | Maximal 300 m/min (11.811 Zoll/min) |
| Spindeldrehzahl | Maximal 99.999 U/min |
| Eingabe-Bereich | <ul style="list-style-type: none"> ■ Minimum 0,1µm (0,00001 Zoll) bzw. 0,0001° ■ Maximum 99.999,999 mm (3.937 Zoll) bzw. 99.999,999° |

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

| | |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DATEIFORMAT GEÄNDERT | Nach einem Softwaretausch hat sich das interne Format geändert; die TNC kann die Datei nicht mehr lesen: Datei löschen |
| EINGABE WEITERER PGM UNMÖGLICH | Alte Dateien löschen, um weitere Dateien einzugeben |
| EINGABEWERT FALSCH | <ul style="list-style-type: none"> ■ LBL-Nummer korrekt eingeben ■ Eingabegrenzen beachten |
| EXT. AUS-/EINGABE NICHT BEREIT | <ul style="list-style-type: none"> ■ Übertragungskabel ist nicht angeschlossen ■ Übertragungskabel ist defekt oder falsch verlötet ■ Angeschlossenes Gerät (PC, Drucker) ist nicht eingeschaltet ■ Übertragungsgeschwindigkeit (Baudrate) stimmt nicht überein |
| FK-BEZUG AUF AKTUELLEN SATZ | Zu löschender Satz wird im FK-Programm als Bezugs-Satz benötigt; Satznummer im R-Satz zuerst ändern (siehe S. 107 „Relativ-Bezüge“) |

| | |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| GESCHÜTZTES PGM ! | Programmschutz aufheben, falls PGM 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 ■ Maschinenparameter, 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 |
| BAHN-KORR. FALSCH BEENDET | Werkzeug-Radiuskorrektur nicht in einem Satz mit Kreisbahn-Position aufheben |
| BAHN-KORR. FALSCH BEGONNEN | <ul style="list-style-type: none"> ■ Gleiche Radiuskorrektur vor und nach einem RND- und CHF-Satz eingeben ■ Werkzeug-Radiuskorrektur nicht in einem Satz mit Kreisbahn-Position beginnen |
| CYCL UNVOLLSTÄNDIG | <ul style="list-style-type: none"> ■ Zyklen mit allen Angaben in der festgelegten Reihenfolge definieren ■ Umrechnungszyklen nicht aufrufen ■ Vor Zyklus-Aufruf den Zyklus definieren ■ Zustelltiefe ungleich 0 eingeben |
| DEFINITION BLK FORM FEHLERHAFT | <ul style="list-style-type: none"> ■ MIN- und MAX-Punkt entsprechend Vorschrift programmieren ■ Seitenverhältnis kleiner als 200:1 wählen |
| EBENE FALSCH DEFINIERT | <ul style="list-style-type: none"> ■ Werkzeug-Achse bei aktiver Grunddrehung nicht ändern ■ Hauptachsen für Kreisbahnen korrekt definieren ■ Beide Hauptachsen für CC definieren |
| EINGABE WIDERSPRÜCHLICH | <ul style="list-style-type: none"> ■ Zyklen 210, 211: Nicht auf Bearbeitungsbild abarbeiten ■ Zyklus 214: Rohteil kleiner oder gleich Fertigteil eingeben ■ Zyklus 215: Rohteil größer oder gleich Fertigteil eingeben ■ Zyklus 220: Endwinkel ungleich Startwinkel eingeben |

| | |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FALSCH EINGETRAGENE 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 |
| FALSCH DREHZAHLEN | Drehzahl innerhalb der Bereichsgrenzen programmieren |
| FASE NICHT ERLAUBT | Fase zwischen zwei Geraden-Sätze mit gleicher Radius-Korrektur einfügen |
| FEHLERHAFT EINGETRAGENE PROGRAMMDATEN | Über Datenschnittstelle eingelesenes Programm enthält falsche Satzformate |
| GROBE POSITIONIER-FEHLER | Die TNC überwacht Positionen und Bewegungen. Weicht die Ist-Position zu stark von der Soll-Position ab, so wird diese Fehlermeldung blinkend ausgegeben; zur Quittierung der Fehlermeldung END-Taste einige Sekunden gedrückt halten (Warmstart) |
| KEINE ÄNDERUNGEN 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- und 5D-Bewegungen werden nicht grafisch simuliert ■ Spindel-Achse für Simulation gleich der Achse in der BLK-FORM eingeben |
| RADIIUSKORREKTUR UNDEFINIERT | Die Radiuskorrektur RR oder RL in einem Unterprogramm zu Zyklus 14 KONTUR eingeben |
| RUNDUNG NICHT ERLAUBT | Tangential anschließende Kreise und Rundungs-Kreise korrekt eingeben |
| RUNDUNGS-RADIUS ZU GROSS | Rundungs-Kreise müssen zwischen Kontur-Elemente passen |
| TASTE OHNE FUNKTION | Diese Meldung erscheint bei Tasten ohne aktuelle Funktionsbelegung |
| TASTSTIFT AUSGELENKT | Taststift vor erstem Antasten ohne Werkstückberührung vorpositionieren |
| TASTSYSTEM KALIBRIEREN | <ul style="list-style-type: none"> ■ TT neu kalibrieren, Maschinenparameter für TT wurden geändert ■ Geänderte Maschinenparameter für messendes Tastsystem: Messendes Tastsystem neu kalibrieren |
| TASTSYSTEM NICHT BEREIT | <ul style="list-style-type: none"> ■ Sende- und Empfangsfenster (TS 630) auf Empfangseinheit einstellen ■ Tastsystem auf Betriebsbereitschaft prüfen |
| UNDEFINIERTER PROGRAMMSTART | <ul style="list-style-type: none"> ■ Im Programm nur mit TOOL DEF-Satz beginnen ■ Programm nach Unterbrechung nicht mit anschließender Kreisbahn oder Pol-Übernahme neu starten |

| | |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| VORSCHUB FEHLT | <ul style="list-style-type: none"> ■ Vorschub für Positionier-Satz eingeben ■ FMAX in jedem Satz erneut eingeben |
| VORZEICHEN FALSCH | Vorzeichen für Zyklus-Parameter vorschriftsgemäß eingeben |
| WERKZEUG-RADIUS ZU GROSS | <p>Werkzeug-Radius so wählen, daß</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ dieser innerhalb der vorgegebenen Grenzen liegt ■ Konturelemente sich berechnen und ausführen lassen |
| 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 |
| EBENE FALSCH DEFINIERT | Startpunkt-Koordinaten (Zyklus HOEHENLINIEN) von Taststift-Achse verschieden definieren |
| FALSCH EINGABE IN MP6322 | Überprüfen Sie die Werte in den Maschinenparametern 6322.0 bis 6322.2 |
| FALSCH ACHSE PROGRAMMIERT | <ul style="list-style-type: none"> ■ Kalibrierte Tastsystem-Achse im Zyklus BEREICH eingeben ■ Richtige Winkelachse im Zyklus BEREICH eingeben ■ Achsen im Zyklus BEREICH nicht doppelt programmieren |
| MASSFaktor NICHT ERLAUBT | Koordinaten-Umrechnungen vor dem Digitalisieren zurücksetzen |

| | |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SPIEGELUNG NICHT ERLAUBT | Koordinaten-Umrechnungen vor dem Digitalisieren zurücksetzen |
| TASTSTIFT AUSGELENKT | Taststift so vorpositionieren, daß er außerhalb des BEREICHS nicht ausgelenkt wird |
| TASTSYSTEM NICHT BEREIT | <ul style="list-style-type: none"> ■ Sende- und Empfangsfenster (TS 630) auf Empfangseinheit einstellen ■ Tastsystem auf Betriebsbereitschaft prüfen ■ Tastsystem läßt sich nicht freifahren ■ Messendes Tastsystem –Eine oder mehrere Achsen des messenden Tastsystems sind defekt: Kundendienst benachrichtigen |
| TASTKOPF-BATTERIE WECHSELN | <ul style="list-style-type: none"> ■ Batterie im Tastkopf auswechseln (TS 630) ■ Meldung wird am Zeilenende ausgegeben |
| ZEIT-BEGRENZUNG ÜBERSCHRITTEN | ZEIT-BEGRENZUNG und 3D-Form aufeinander abstimmen (Zyklus HOEHENLINIEN) |
| ZU VIELE PUNKTE | PNT-Datei darf maximal 893 Punkte enthalten; Digitalisierbereich erneut aufnehmen, ggf. mit größerem Punkt-Abstand |

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 ... 254
- 3D-Korrektur ... 68
 - Delta-Werte ... 69
 - Werkzeug-Formen ... 68
- 3D-Tastensystem
 - kalibrieren
 - messendes ... 269
 - schaltendes ... 267
 - Messen während des
Programmlaufs ... 276

A

- Abzeilen ... 193
- Antastzyklen ... 266
- Anwenderparameter
 - allgemeine
 - für 3D-Tastensysteme und
Digitalisieren ... 310
 - für Bearbeitung und
Programmlauf ... 318
 - für externe Datenübertra-
gung ... 309
 - für TNC-Anzeigen,
TNC-Editor ... 313
 - maschinenspezifische ... 300
- Ausdrehen ... 142
- Ausräumen. *Siehe* SL-Zyklen: Räumen
- Ausschalten ... 14

B

- Bahnbewegungen
 - Freie Kontur-Programmierung
FK. *Siehe* FK-Programmierung
 - Polarkoordinaten ... 100
 - Gerade ... 101
 - Kreisbahn mit tangentialem
Anschluß ... 102
 - Kreisbahn um Pol CC ... 101
 - Übersicht 100

B

- Bahnbewegungen
 - rechtwinklige Koordinaten ... 90
 - Gerade ... 91
 - Kreisbahn mit festgelegtem
Radius ... 94
 - Kreisbahn mit tangentialem
Anschluß ... 95
 - Kreisbahn um
Kreismittelpunkt ... 93
 - Übersicht ... 90
- Bahnfunktionen
 - Grundlagen ... 81
 - Kreise und Kreisbögen ... 82
 - Vorpositionieren ... 83
- BAUD-RATE einstellen ... 298
- Baud-Rate einstellen ... 298
- Bearbeitung unterbrechen ... 260
- Bearbeitungsebene schwenken
 - Leitfaden ... 208
 - manuell ... 19
 - Zyklus ... 206
- Bearbeitungszeit ermitteln ... 256
- Bedienfeld ... 5
- Betriebsarten ... 5
- Bezugspunkt wählen ... 32
- Bezugspunkt-Setzen
 - mit 3D-Tastensystem ... 271
 - Ecke als Bezugspunkt ... 272
 - in einer beliebigen
Achse ... 271
 - Kreismittelpunkt als
Bezugspunkt ... 272
 - über Bohrungen ... 273
 - ohne 3D-Tastensystem ... 18
- Bezugssystem ... 29
- Bildschirm ... 3
- Bildschirm-Aufteilung ... 4
- Bohren ... 140
- Bohrzyklen ... 138

D

- Darstellung in 3 Ebenen ... 253
- Datei-Status ... 35
- Datei-Verwaltung
 - aufrufen ... 34
 - Datei konvertieren ... 41
 - Datei kopieren ... 39
 - Datei schützen ... 41
 - Datei umbenennen ... 39
 - Datei wählen ... 36, 38
 - Datei-Name ... 33
 - Datei-Typ ... 33
 - Datei-Typ anzeigen ... 39
 - Dateien markieren ... 40
 - Dateien überschreiben ... 41
 - Erweiterte Funktionen ... 38
 - Laufwerk wählen ... 35, 38
 - Tabellen kopieren ... 39
 - Verzeichnis
 - erstellen ... 36
 - kopieren ... 39
 - löschen ... 39
 - wählen ... 35, 38
- Datenschnittstelle
 - einrichten ... 298
 - Steckerbelegung ... 321
 - zuweisen ... 299
- Datensicherung ... 33
- Datenübertragungs-
Geschwindigkeit ... 298
- Dialog ... 45
- Digitalisierdaten
 - abarbeiten ... 191, 293

- D**
- Digitalisieren
 - Bereich festlegen ... 281
 - Digitalisier-Zyklen programmieren ... 281
 - in Höhenlinien ... 287
 - mäanderförmig ... 285
 - mit Drehachsen ... 291
 - Punkte-Tabellen ... 283
 - zeilenweise ... 289
 - Draufsicht ... 253
 - Drehachse
 - Anzeige reduzieren ... 131
 - wegoptimiert fahren ... 131
 - Drehachsen wegoptimiert verfahren: M126 ... 131
 - Drehung ... 203
- E**
- Ecken-Runden ... 96
 - Eilgang ... 56
 - Einschalten ... 14
 - Ellipse ... 244
 - Ethernet-Anschluß ... 42
- F**
- Fase ... 91
 - Fehlermeldungen
 - ausgeben ... 233
 - beim Digitalisieren ... 330
 - beim Programm-Test und Programmmlauf ... 328
 - beim Programmieren ... 327
 - Festplatte ... 33
 - FK-Programmierung
 - Dialog eröffnen ... 107
 - FK-Programm konvertieren ... 113
 - Geraden ... 108
 - Geschlossene Konturen ... 113
 - Grafik ... 106
 - Grundlagen ... 106
 - Hilfspunkte ... 110
- F**
- FK-Programmierung
 - Kreisbahnen ... 108
 - Relativ-Bezüge ... 111
 - Flächennormale ... 68
- G**
- Gewindebohren
 - mit Ausgleichsfutter ... 145
 - ohne Ausgleichsfutter ... 146
 - Gewindeschneiden ... 147
 - Gliedern von Programmen ... 48
 - Grafik
 - Ausschnittsvergrößerung ... 48
 - beim Programmieren ... 47
 - Grafiken ... 252
 - Ansichten ... 252
 - Ausschnitts-Vergrößerung ... 254
 - Grafische Simulation ... 256
 - Grundlagen ... 28
- H**
- Handrad-Positionierungen überlagern ... 130
 - Hauptachsen ... 29
 - Helix-Interpolation ... 102
 - HELP-Dateien
 - anzeigen ... 304
- K**
- Klammerrechnung ... 240
 - Klartext-Dialog ... 45
 - Kleine Konturstufen: M97 ... 127
 - Kommentare einfügen ... 49
 - Konstante Bahngeschwindigkeit :M90 ... 124
 - Kontur anfahren ... 84
 - Kontur verlassen ... 84
 - Kontur-Zug ... 180
 - Kontur-Zyklen. *Siehe* SL-Zyklen
 - Konturen glätten ... 127
- K**
- Koordinaten-Umrechnung
 - Übersicht ... 198
 - Kreismittelpunkt CC ... 92
 - Kreistasche
 - schichten ... 157
 - schruppen ... 155
 - Kreiszapfen schichten ... 158
 - Kugel ... 248
- L**
- L-Satz-Generierung ... 303
 - Langloch fräsen ... 161
 - Laserschneiden, Zusatz-Funktionen ... 133
 - Lochkreis ... 168
 - Look ahead ... 129
- M**
- Maschinen-Parameter
 - für 3D-Tastsysteme ... 310
 - für externe Datenübertragung ... 309
 - für TNC-Anzeigen und den TNC-Editor ... 313
 - Maschinenachsen verfahren
 - mit elektronischem Handrad ... 16
 - mit externen Richtungstasten ... 15
 - schrittweise ... 17
 - Maschinenfeste Koordinaten: M91/M92 ... 121
 - Maßeinheit wählen ... 44
 - Maßfaktor ... 204
 - Maßfaktor achsspezifisch ... 205
 - Meßwerte protokollieren ... 267
 - MOD-Funktion ... 296
 - ändern ... 297
 - verlassen ... 297
 - wählen ... 296

N

NC und PLC synchronisieren ... 239
 Netzwerk-Anschluß ... 42
 Nullpunkt-Verschiebung
 im Programm ... 199
 mit Nullpunkt-Tabellen ... 200
 Nutenfraesen ... 160
 pendelnd ... 161

O

Offene Konturrecken: M98 ... 128
 Options-Nummer ... 297

P

Paletten-Tabelle ... 54
 Parameter-Programmierung. *Siehe*
 Q-Parameter-Programmierung
 Pfad ... 34
 Platz-Tabelle ... 62
 PLC und NC synchronisieren ... 239
 Polarkoordinaten
 Grundlagen ... 30
 Pol festlegen ... 30
 Positionieren
 mit Handeingabe ... 24
 Positionieren bei geschwenkter
 Bearbeitungsebene ... 123
 Programm
 -Aufbau ... 43
 editieren ... 46
 eröffnen ... 44
 gliedern ... 48
 Programm-Aufruf
 Beliebiges Programm als
 Unterprogramm ... 216
 über Zyklus ... 211
 Programm-Name. *Siehe* Datei-
 Verwaltung: Datei-Name

P

Programm-Test
 ausführen ... 258
 bis zu einem
 bestimmten Satz ... 258
 Übersicht ... 257
 Programm-Verwaltung. *Siehe*
 Datei-Verwaltung
 Programmier-Grafik ... 47
 Programmlauf
 ausführen ... 259
 beliebiger Einstieg
 ins Programm ... 262
 fortsetzen nach
 Unterbrechung ... 261
 Sätze überspringen ... 264
 Übersicht ... 259
 unterbrechen ... 260
 Programmteil-Wiederholung
 Arbeitsweise ... 215
 aufrufen ... 216
 Programmier-Hinweise ... 215
 programmieren ... 216
 Puffer-Batterie wechseln ... 331
 Punktemuster
 auf Kreis ... 168
 auf Linien ... 169
 Übersicht ... 167

Q

Q-Parameter
 formatiert ausgeben ... 234
 kontrollieren ... 232
 unformatiert ausgeben ... 234
 vorbelegte ... 243
 Werte an PLC übergeben ... 239
 Q-Parameter-Programmierung
 mathematische
 Grundfunktionen ... 228
 Programmierhinweise ... 226
 Wenn/dann-Entscheidungen ... 231
 Winkelfunktionen ... 230
 zusätzliche Funktionen 233

R

Radiuskorrektur ... 65
 Außenecken ... 67
 Ecken bearbeiten ... 67
 eingeben ... 66
 Innenecken ... 67
 Rechtecktasche
 schlichten ... 152
 schruppen ... 151
 Rechteckzapfen schlichten ... 154
 Referenzpunkte überfahren ... 14
 Regelfläche ... 195
 Reiben ... 141
 Rohteil definieren ... 43
 RS232-C-Schnittstelle ... 298
 Ruckverminderung ... 127
 Runde Nut fräsen ... 163
 Rundungskreis zwischen
 Geradenstücken: M112 ... 125

S

Satz
 ändern ... 46
 einfügen ... 46
 löschen ... 46
 Satzvorlauf ... 262
 Schlüssel-Zahl ... 297
 Schraubenlinie ... 102
 Seitenschichten ... 180
 SL-Zyklen
 Kontur-Daten ... 177
 Räumen ... 178
 Schlichten Seite ... 180
 Schlichten Tiefe ... 179
 Überlagerte Konturen ... 175
 Übersicht ... 173
 Vorbohren ... 178
 Zyklus Kontur ... 175
 Software-Nummer ... 297
 Spiegeln ... 202
 Spindel-Orientierung ... 212

S

Spindeldrehzahl
 ändern ... 18
 eingeben ... 18, 56
 Status-Anzeige
 allgemeine ... 7
 zusätzliche ... 8
 Systemdaten lesen ... 236

T

Taschenrechner ... 53
 Teilefamilien ... 227
 Text-Datei
 Editier-Funktionen ... 50
 Lösch-Funktionen ... 51
 öffnen ... 50
 Textteile finden ... 52
 verlassen ... 50
 Tiefbohren ... 139
 Tiefenschichten ... 179
 TNC 426 ... 2
 Trigonometrie ... 230

U

Universal-Bohren ... 143
 Unterprogramm
 Arbeitsweise ... 214
 aufrufen ... 215
 Programmier-Hinweise ... 214
 programmieren ... 215

V

V.24-Schnittstelle ... 298
 Verschachtelungen ... 217
 Verweilzeit ... 211
 Verzeichnis ... 34
 Vollkreis ... 93
 Vorschub
 ändern ... 18
 bei Drehachsen: M116 ... 130
 Vorschubfaktor ... 128
 Vorschubfaktor für
 Eintauchen: M103 ... 128

W

Werkstück-Positionen
 Absolute ... 31
 inkrementale ... 31
 relative ... 31
 Werkstück-Schiefelage
 kompensieren ... 270
 Werkstücke vermessen ... 274
 Werkzeug-Bewegungen
 eingeben ... 58
 programmieren ... 45
 Werkzeug-Daten
 aufrufen ... 63
 Delta-Werte ... 58
 in die Tabelle eingeben ... 59
 ins Programm eingeben ... 58
 Werkzeug-Korrektur
 dreidimensionale ... 68
 Länge ... 64
 Radius ... 65
 Werkzeug-Länge ... 57
 Werkzeug-Name ... 57
 Werkzeug-Nummer ... 57
 Werkzeug-Radius ... 58

W

Werkzeug-Tabelle
 editieren ... 61
 Editierfunktionen ... 61
 Eingabemöglichkeiten ... 59
 verlassen ... 61
 wählen ... 61
 Werkzeug-Vermessung
 automatische ... 70
 komplett vermessen ... 76
 Werkzeug-Länge ... 73
 Werkzeug-Radius ... 74
 TT 120 kalibrieren ... 72
 Werkzeugwechsel ... 63
 automatischer ... 63
 Wiederanfahren an die Kontur ... 264
 Winkelfunktionen ... 230

Z

Zubehör ... 11
 Zusatz-Funktionen
 eingeben ... 120
 für das Bahnverhalten ... 124
 für die Spindel ... 121
 für Drehachsen ... 130
 für
 Koordinatenangaben ... 121, 207
 für Laser-
 Schneidmaschinen ... 133
 für Programmlauf-Kontrolle ... 121
 Zusatzachsen ... 29
 Zyklus
 aufrufen ... 137
 definieren ... 136
 Gruppen ... 136
 Zylinder ... 246
 Zylinder-Mantel ... 181

| M | Wirkung der M-Funktion | Wirksam am Satz - Anfang | Ende | Seite |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------|-------|
| M00 | Programmlauf HALT/Spindel HALT/Kühlmittel AUS | | ■ | 121 |
| M02 | Programmlauf HALT/Spindel HALT/Kühlmittel AUS/ggf. Löschen der Status-Anzeige (abhängig von Maschinen-Parameter)/Rücksprung zu Satz 1 | | ■ | 121 |
| M03 | Spindel EIN im Uhrzeigersinn | ■ | | |
| M04 | Spindel EIN im Gegen-Uhrzeigersinn | ■ | | |
| M05 | Spindel HALT | | ■ | 121 |
| M06 | Werkzeugwechsel/Programmlauf HALT (abhängig von Maschinen-Parameter)/Spindel HALT | | ■ | 121 |
| M08 | Kühlmittel EIN | ■ | | |
| M09 | Kühlmittel AUS | | ■ | 121 |
| M13 | Spindel EIN im Uhrzeigersinn/Kühlmittel EIN | ■ | | |
| M14 | Spindel EIN im Gegen-Uhrzeigersinn/Kühlmittel EIN | ■ | | 121 |
| M30 | Gleiche Funktion wie M02 | | ■ | 121 |
| M89 | Freie Zusatz-Funktion oder Zyklus-Aufruf, modal wirksam (abhängig von Maschinen-Parameter) | ■ | ■ | 137 |
| M90 | Nur im geschleppten Betrieb: konstante Bahngeschwindigkeit an Ecken | | ■ | 124 |
| M91 | Im Positioniersatz: Koordinaten beziehen sich auf den Maschinen-Nullpunkt | ■ | | 121 |
| M92 | Im Positioniersatz: Koordinaten beziehen sich auf eine vom Maschinen-Hersteller definierte Position, z.B. auf die Werkzeugwechsel-Position | ■ | | 121 |
| M94 | Anzeige der Drehachse reduzieren auf einen Wert unter 360° | ■ | | 131 |
| M97 | Kleine Konturstufen bearbeiten | | ■ | 126 |
| M98 | Offene Konturen vollständig bearbeiten | | ■ | 128 |
| M99 | Satzweiser Zyklus-Aufruf | | ■ | 137 |
| M101 | Automatischer Werkzeugwechsel mit Schwesterwerkzeug, wenn max. Standzeit abgelaufen | ■ | | 63 |
| M102 | M101 rücksetzen | | ■ | |
| M103 | Vorschub beim Eintauchen reduzieren auf Faktor F (prozentualer Wert) | ■ | | 128 |
| M105 | Bearbeitung mit zweitem kv-Faktor durchführen | ■ | | |
| M106 | Bearbeitung mit erstem kv-Faktor durchführen | ■ | | 319 |
| M107 | Fehlermeldung bei Schwesterwerkzeugen mit Aufmaß unterdrücken | ■ | | |
| M108 | M107 rücksetzen | | ■ | 63 |
| M109 | Konstante Bahngeschwindigkeit an der Werkzeug-Schneide (Vorschub-Erhöhung und -Reduzierung) | ■ | | 129 |
| M110 | Konstante Bahngeschwindigkeit an der Werkzeug-Schneide (nur Vorschub-Reduzierung) | ■ | | 129 |
| M111 | M109/M110 rücksetzen | | ■ | 129 |
| M112 | Rundungskreis an nicht-tangentialen Geradenübergängen automatisch einfügen; Toleranz der Konturabweichung über T eingeben | ■ | | 125 |
| M113 | M112 rücksetzen | | ■ | 125 |
| M114 | Autom. Korrektur der Maschinengeometrie beim Arbeiten mit Schwenkachsen | ■ | | 132 |
| M115 | M114 rücksetzen | | ■ | |
| M116 | Vorschub bei Winkelachsen in mm/min | ■ | | 130 |
| M118 | Handrad-Positionierung während des Programmlaufs überlagern | ■ | | 130 |
| M120 | Radiuskorrigierte Kontur vorausberechnen (LOOK AHEAD) | ■ | | 129 |
| M124 | Punkte bei der Berechnung des Rundungskreises mit M112 auslassen | ■ | | 126 |
| M126 | Drehachsen wegoptimiert verfahren | ■ | | 131 |
| M127 | M126 rücksetzen | ■ | | |
| M130 | Im Positioniersatz: Punkte beziehen sich auf das ungeschwenkte Koordinatensystem | | | 123 |
| M132 | Ruckverminderung beim Ändern der Verfahrensgeschwindigkeit | ■ | | 127 |
| M133 | M132 rücksetzen | ■ | | 127 |
| M200 | Laserschneiden: Programmierete Spannung direkt ausgeben | ■ | | 133 |
| M201 | Laserschneiden: Spannung als Funktion der Strecke ausgeben | ■ | | |
| M202 | Laserschneiden: Spannung als Funktion der Geschwindigkeit ausgeben | ■ | | |
| M203 | Laserschneiden: Spannung als Funktion der Zeit ausgeben (Rampe) | ■ | | |
| M204 | Laserschneiden: Spannung als Funktion der Zeit ausgeben (Puls) | ■ | | |

HEIDENHAIN

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH

Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5

83301 Traunreut, Germany

☎ +49 (8669) 31-0

FAX +49 (8669) 5061

E-Mail: info@heidenhain.de

Technical support FAX +49 (8669) 31-1000

E-Mail: service@heidenhain.de

Measuring systems ☎ +49 (8669) 31-3104

E-Mail: service.ms-support@heidenhain.de

TNC support ☎ +49 (8669) 31-3101

E-Mail: service.nc-support@heidenhain.de

NC programming ☎ +49 (8669) 31-3103

E-Mail: service.nc-pgm@heidenhain.de

PLC programming ☎ +49 (8669) 31-3102

E-Mail: service.plc@heidenhain.de

Lathe controls ☎ +49 (711) 952803-0

E-Mail: service.hsf@heidenhain.de

www.heidenhain.de