HEIDENHAIN

TNC 410
TNC 426
TNC 430

NC-Software
286 060-xx
286 080-xx
280 472-xx
280 473-xx
280 474-xx
280 475-xx

Benutzer-Handbuch
DIN-ISO-Programmierung

4/99

Bedienelemente der Bildschirm-Einheit

Bildschirm-Aufteilung wählen

Bildschirm zwischen Maschinen- und Programmier-Betriebsart wählen

Softkeys: Funktion im Bildschirm wählen

Softkey-Leisten umschalten

Bildschirm-Einstellungen ändern (nur BC 120)

Alpha-Tastatur: Buchstaben und Zeichen eingeben

Q W E R T Y Datei-Namen Kommentare

G F S T M 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

PGM MGT Programme/Dateien wählen und löschen Externe Datenübertragung

PGM CALL Programmaufruf in ein Programm eingeben

MOD MOD-Funktion wählen

HELP Hilfstexte anzeigen bei NC-Fehlermeldungen

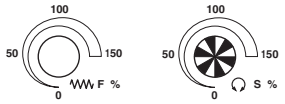
CALC Taschenrechner einblenden

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

Hellfeld verschieben

GOTO Sätze, Zyklen und Parameter-Funktionen direkt wählen

Override Drehknöpfe für Vorschub/Spindeldrehzahl



Bahnbewegungen programmieren (nur Klartext-Dialog)

APPR DEP Kontur anfahren/verlassen

FK Freie Konturprogrammierung FK

L Gerade

CC Kreismittelpunkt/Pol für Polarkoordinaten

C Kreisbahn um Kreismittelpunkt

CR Kreisbahn mit Radius

CT Kreisbahn mit tangentialem Anschluß

CHF Fase

RND Ecken-Runden

Angaben zu Werkzeugen (nur Klartext-Dialog)

TOOL DEF TOOL CALL Werkzeug-Länge und -Radius eingeben und aufrufen

Zyklen, Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen (nur Klartext-Dialog)

CYCL DEF CYCL CALL Zyklen definieren und aufrufen

LBL SET LBL CALL Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen eingeben und aufrufen

STOP Programm-Halt in ein Programm eingeben

TOUCH PROBE Tastsystem-Funktionen in ein Programm eingeben

Koordinatenachsen und Ziffern eingeben, Editieren

X ... V Koordinatenachsen wählen bzw. ins Programm eingeben

0 ... 9 Ziffern

. Dezimal-Punkt

-/+ Vorzeichen umkehren

P Polarkoordinaten Eingabe

I Inkremental-Werte

Q Q-Parameter

Ist-Position-übernehmen

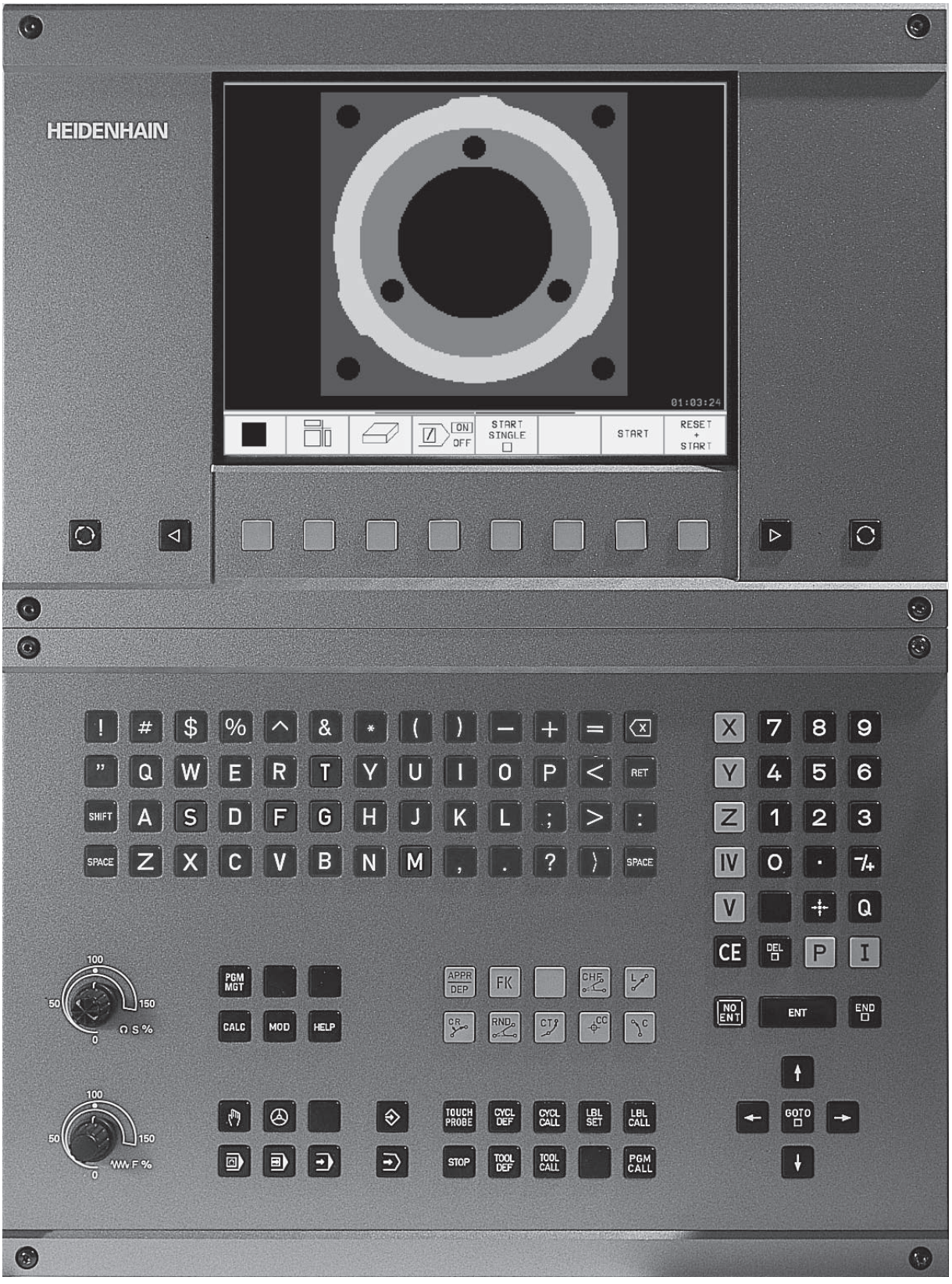
NO ENT Dialogfragen übergehen und Wörter löschen

ENT Eingabe abschließen und Dialog fortsetzen

END Satz abschließen

CE Zahlenwert-Eingaben rücksetzen oder TNC Fehlermeldung löschen

DEL Dialog abbrechen, Programmteil löschen


HEIDENHAIN
01:03:24
ON
OFF
START SINGLE
START
RESET + START
PGM MGT
CALC
MOD
HELP
APPR DEP
FK
TOUCH PROBE
CYCL DEF
CYCL CALL
LBL SET
LBL CALL
STOP
TOOL DEF
TOOL CALL
PGM CALL
NO ENT
ENT
END
GOTO
CE
DEL
SPACE
RET
SHIFT

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 410	286 060-xx
TNC 410	286 080-xx
TNC 426 CB, TNC 426 PB	280 472-xx
TNC 426 CF, TNC 426 PF	280 473-xx
TNC 430 CA, TNC 430 PA	280 472-xx
TNC 430 CE, TNC 430 PE	280 473-xx
TNC 426 CB, TNC 426 PB	280 474-xx
TNC 426 CF, TNC 426 PF	280 475-xx
TNC 426 M	280 474-xx
TNC 426 ME	280 475-xx
TNC 430 CA, TNC 430 PA	280 474-xx
TNC 430 CE, TNC 430 PE	280 475-xx
TNC 430 M	280 474-xx
TNC 430 ME	280 475-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 an jeder TNC verfügbar sind.

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

- Antastfunktion für das 3D-Tastsystem
- Digitalisieren-Option (nur Klartext-Dialog)
- Werkzeug-Vermessung mit dem TT 120 (nur Klartext-Dialog)
- 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.

Benutzer-Handbuch Tastsystem-Zyklen:

Für die TNC 426, TNC 430 steht – zusätzlich zu diesem Handbuch – ein separates Benutzer-Handbuch zur Verfügung, in dem alle Tastsystem-Funktionen beschrieben sind. Wenden Sie sich ggf. an HEIDENHAIN, wenn Sie dieses Benutzer-Handbuch benötigen. Ident-Nr.: 329 203-xx.

Vorgesehener Einsatzort

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

Inhalt

Einführung 1

Handbetrieb und Einrichten 2

Positionieren mit Handeingabe 3

Programmieren: Grundlagen Datei-Verwaltung, Programmierhilfen 4

Programmieren: Werkzeuge 5

Programmieren: Konturen programmieren 6

Programmieren: Zusatz-Funktionen 7

Programmieren: Zyklen 8

Programmieren: Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen 9

Programmieren: Q-Parameter 10

Programm-Test und Programmlauf 11

3D-Tastsysteme 12

MOD-Funktionen 13

Tabellen und Übersichten 14

1 EINFÜHRUNG 1

1.1 DieTNC 410, dieTNC 426, dieTNC 430 2
1.2 Bildschirm und Bedienfeld 3
1.3 Betriebsarten 5
1.4 Status-Anzeigen 9
1.5 Zubehör: 3D-Tastsysteme und elektronische Handräder von HEIDENHAIN 14

2 HANDBETRIEB UND EINRICHTEN 15

2.1 Einschalten, Ausschalten 16
2.2 Verfahren der Maschinenachsen 17
2.3 Spindeldrehzahl S, Vorschub F und Zusatzfunktion M 19
2.4 Bezugspunkt-Setzen (ohne 3D-Tastsystem) 20
2.5 Bearbeitungsebene schwenken (nichtTNC 410) 21

3 POSITIONIEREN MIT HANDEINGABE 25

3.1 Einfache Bearbeitungen programmieren und abarbeiten 26

4 PROGRAMMIEREN: GRUNDLAGEN, DATEI-VERWALTUNG, PROGRAMMIERHILFEN, PALETTEN-VERWALTUNG 31

4.1 Grundlagen 32
4.2 Datei-Verwaltung: Grundlagen 37
4.3 Standard Datei-VerwaltungTNC 426, TNC 430 38
4.4 Erweiterte Datei-VerwaltungTNC 426, TNC 430 43
4.5 Datei-VerwaltungTNC 410 56
4.6 Programme eröffnen und eingeben 59
4.7 Programmier-Grafik (nichtTNC 426, TNC 430) 66
4.8 Kommentare einfügen 68
4.9 Text-Dateien erstellen (nichtTNC 410) 69
4.10 DerTaschenrechner (nichtTNC 410) 72
4.11 Direkte Hilfe bei NC-Fehler-meldungen (nichtTNC 410) 73
4.12 Hilfe-Funktion (nichtTNC 426, TNC 430) 74
4.13 Paletten-Verwaltung (nichtTNC 410) 75

5 PROGRAMMIEREN: WERKZEUGE 77

5.1 Werkzeugbezogene Eingaben 78
5.2 Werkzeug-Daten 79
5.3 Werkzeug-Korrektur 90

6 PROGRAMMIEREN: KONTUREN PROGRAMMIEREN 95

6.1 Übersicht: Werkzeug-Bewegungen 96
6.2 Grundlagen zu den Bahnfunktionen 97
6.3 Kontur anfahren und verlassen 99
6.4 Bahnbewegungen – rechtwinklige Koordinaten 102
Übersicht der Bahnfunktionen 102
Gerade im Eilgang G00, Gerade mit Vorschub G01 F 103
Fase zwischen zwei Geraden einfügen 103
Kreismittelpunkt I, J 104
Kreisbahn G02/G03/G05 um Kreismittelpunkt I, J 104
Kreisbahn G02/G03/G05 mit festgelegtem Radius 105
Ecken-Runden G25 108
Beispiel: Geradenbewegung und Fasen kartesisch 109
Beispiel: Kreisbewegungen kartesisch 110
Beispiel: Vollkreis kartesisch 111
6.5 Bahnbewegungen – Polarkoordinaten 112
Polarkoordinaten-Ursprung: Pol I, J 112
Gerade im Eilgang G10, Gerade mit Vorschub G11 F 113
Kreisbahn G12/G13/G15 um Pol I, J 113
Kreisbahn G16 mit tangentialem Anschluß 114
Schraubenlinie (Helix) 114
Beispiel: Geradenbewegung polar 116
Beispiel: Helix 117

7 PROGRAMMIEREN: ZUSATZ-FUNKTIONEN 119

7.1 Zusatz-Funktionen M 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

Konturübergänge zwischen beliebigen Konturelementen einfügen: M112 (nicht TNC 426, TNC 430) 125

Konturfilter: M124 (nicht TNC 426, TNC 430) 127

Kleine Konturstufen bearbeiten: M97 129

Offene Konturecken vollständig bearbeiten: M98 130

Vorschubfaktor für Eintauchbewegungen: M103 131

Vorschubgeschwindigkeit bei Kreisbögen: M109/M110/M111 132

Radiuskorrigierte Kontur vorausberechnen (LOOK AHEAD): M120 132

Handrad-Positionierung während des Programmlaufs überlagern: M118 (nicht TNC 410) 133

7.5 Zusatz-Funktionen für Drehachsen 134

Vorschub in mm/min bei Drehachsen A, B, C: M116 (nicht TNC 410) 134

Drehachsen wegoptimiert fahren: M126 134

Anzeige der Drehachse auf Wert unter 360° reduzieren: M94 135

Automatische Korrektur der Maschinengeometrie beim Arbeiten mit Schwenkachsen: M114 (nicht TNC 410) 136

Position der Werkzeugspitze beim Positionieren von Schwenkachsen beibehalten (TCPM*): M128 137

Genauhalt an Ecken mit nicht tangentialen Übergängen: M134 139

7.6 Zusatz-Funktionen für Laser-Schneidmaschinen (nicht TNC 410) 140

8 PROGRAMMIEREN: ZYKLEN 141

8.1 Allgemeines zu den Zyklen 142

8.2 Punkte-Tabellen (nur TNC 410) 144

Punkte-Tabelle eingeben 144

Punkte-Tabellen im Programm wählen 144

Zyklus in Verbindung mit Punkte-Tabellen aufrufen 145

8.3 Bohrzyklen 146

TIEFBOHREN (Zyklus G83) 146

BOHREN (Zyklus G200) 148

REIBEN (Zyklus G201) 149

AUSDREHEN (Zyklus G202) 150

UNIVERSAL-BOHREN (Zyklus G203) 151

RUECKWAERTS-SENKEN (Zyklus G204) 153

UNIVERSAL-TIEFBOHREN

(Zyklus G205, nur bei der TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx) 155

BOHRFRAESEN (Zyklus G208, nur bei der TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx) 157

GEWINDEBOHREN mit Ausgleichsfutter (Zyklus G84) 159

GEWINDEBOHREN NEU mit Ausgleichsfutter

(Zyklus G206, nur bei der TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx) 160

GEWINDEBOHREN ohne Ausgleichsfutter GS (Zyklus G85) 162

GEWINDEBOHREN ohne Ausgleichsfutter GS NEU

(Zyklus G207, nur bei der TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx)) 163

GEWINDESCHNEIDEN (Zyklus G86, nicht TNC 410) 165

Beispiel: Bohrzyklen 166

Beispiel: Bohrzyklen 167

Beispiel: Bohrzyklen in Verbindung mit Punkte-Tabellen (nur TNC 410) 168

8.4 Zyklen zum Fräsen von Taschen, Zapfen und Nuten 170

TASCHENFRAESEN (Zyklen G75, G76) 171

TASCHE SCHLICHTEN (Zyklus G212) 172

ZAPFEN SCHLICHTEN (Zyklus G213) 174

KREISTASCHE (Zyklen G77, G78) 175

KREISTASCHE SCHLICHTEN (Zyklus G214) 177

KREISZAPFEN SCHLICHTEN (Zyklus G215) 178

Nutenfraesen (Zyklus G74) 180

NUT (Langloch) mit pendelndem Eintauchen (Zyklus G210) 181

RUNDE NUT (Langloch) mit pendelndem Eintauchen (Zyklus G211) 183

Beispiel: Tasche, Zapfen und Nuten fräsen 185

8.5 Zyklen zum Herstellen von Punktemustern 186
PUNKTEMUSTER AUF KREIS (Zyklus 220) 187
PUNKTEMUSTER AUF LINIEN (Zyklus 221) 188
Beispiel: Lochkreise 190
8.6 SL-Zyklen Gruppe I 191
KONTUR (Zyklus G37) 192
VORBOHREN (Zyklus G56) 193
AUSRAEUMEN (Zyklus G57) 194
KONTURFRAESEN (Zyklus G58/G59) 196
8.7 SL-Zyklen Gruppe II (nicht TNC 410) 197
KONTUR (Zyklus G37) 199
Überlagerte Konturen 199
KONTUR-DATEN (Zyklus G120) 201
VORBOHREN (Zyklus G121) 202
RAEUMEN (Zyklus G122) 203
SCHLICHTEN TIEFE (Zyklus G123) 204
SCHLICHTEN SEITE (Zyklus G124) 205
KONTUR-ZUG (Zyklus G125) 206
ZYLINDER-MANTEL (Zyklus G127) 208
ZYLINDER-MANTEL Nutenfräsen
(Zyklus G128, nur TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx) 210
Beispiel: Überlagerte Konturen vorbohren, schruppen, schlichten 212
Beispiel: Kontur-Zug 214
Beispiel: Zylinder-Mantel 215
8.8 Zyklen zum Abzeilen 216
DIGITALISIERDATEN ABARBEITEN (Zyklus G60, nicht TNC 410) 216
ABZEILEN (Zyklus G230) 218
REGELFLAECHE (Zyklus 231) 220
Beispiel: Abzeilen 222

8.9 Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung 223
NULLPUNKT-Verschiebung (Zyklus G54) 224
NULLPUNKT-Verschiebung mit Nullpunkt-Tabellen (Zyklus G53) 225
SPIEGELN (Zyklus G28) 228
DREHUNG (Zyklus G73) 229
MASSFAKTOR (Zyklus G72) 230
BEARBEITUNGSEBENE (Zyklus G80, nicht TNC 410) 231
Beispiel: Koordinaten-Umrechnungszyklen 236
8.10 Sonder-Zyklen 238
VERWEILZEIT (Zyklus G04) 238
PROGRAMM-AUFRUF (Zyklus G39) 238
SPINDEL-ORIENTIERUNG (Zyklus G36) 239
TOLERANZ (Zyklus G62, nicht TNC 410) 240

9 PROGRAMMIEREN: UNTERPROGRAMME UND PROGRAMMTEIL-WIEDERHOLUNGEN 241

9.1 Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen kennzeichnen 242
9.2 Unterprogramme 242
9.3 Programmteil-Wiederholungen 243
9.4 Beliebiges Programm als Unterprogramm 244
9.5 Verschachtelungen 245
9.6 Programmier-Beispiele 248
Beispiel: Konturfräsen in mehreren Zustellungen 248
Beispiel: Bohrungsgruppen 249
Beispiel: Bohrungsgruppen mit mehreren Werkzeugen 250

10 PROGRAMMIEREN: Q-PARAMETER 253

10.1 Prinzip und Funktionsübersicht 254
10.2 Teilefamilien – Q-Parameter statt Zahlenwerte 255
10.3 Konturen durch mathematische Funktionen beschreiben 256
10.4 Winkelfunktionen (Trigonometrie) 258
10.5 Wenn/dann-Entscheidungen mit Q-Parametern 259
10.6 Q-Parameter kontrollieren und ändern 260
10.7 Zusätzliche Funktionen 261
10.8 Formel direkt eingeben 263
10.9 Vorbelegte Q-Parameter 266
10.10 Programmier-Beispiele 269
Beispiel: Ellipse 269
Beispiel: Zylinder konkav mit Radiusfräser 271
Beispiel: Kugel konvex mit Schaftfräser 273

11 PROGRAMM-TEST UND PROGRAMMLAUF 275

11.1 Grafiken 276
11.2 Funktionen zur Programmanzeige für den Programmlauf/Programm-Test 281
11.3 Programm-Test 282
11.4 Programmlauf 284
11.5 Blockweises Übertragen: Lange Programme ausführen (nichtTNC 426,TNC 430) 292
11.6 Sätze überspringen 293
11.7 Wahlweiser Programmlauf-Halt (nichtTNC 426,TNC 430) 293

12 3D-TASTSYSTEME 295

12.1 Antastzyklen in den Betriebsarten Manueller Betrieb und El. Handrad 296
12.2 Bezugspunkt-Setzen mit 3D-Tastsystemen 304
12.3 Werkstücke vermessen mit 3D-Tastsystemen 307

13 MOD-FUNKTIONEN 313

13.1 MOD-Funktionen wählen, ändern und verlassen 314
13.2 System-Informationen (nichtTNC 426,TNC 430) 315
13.3 Software- und Options-NummernTNC 426,TNC 430 316
13.4 Schlüssel-Zahl eingeben 316
13.5 Datenschnittstelle einrichtenTNC 410 317
BETRIEBSART des externen Geräts wählen 317
BAUD-RATE einstellen 317
13.6 Datenschnittstellen einrichtenTNC 426,TNC 430 318
13.7 Software für Datenübertragung 320
13.8 Ethernet-Schnittstelle (nurTNC 426,TNC 430) 322
13.9 PGM MGT konfigurieren (nichtTNC 410) 329
13.10 Maschinenspezifische Anwender-Parameter 329
13.11 Rohteil im Arbeitsraum darstellen (nichtTNC 410) 329
13.12 Positions-Anzeige wählen 331
13.13 Maßsystem wählen 331
13.14 Programmiersprache für Positionieren mit Handeingabe wählen 332
13.15 Achsauswahl für L-Satz-Generierung (nichtTNC 410, nur Klartext-Dialog) 332
13.16 Verfahrbereichs-Begrenzungen eingeben, Nullpunkt-Anzeige 332
13.17 HILFE-Funktion ausführen 334
13.18 Betriebszeiten anzeigen(beiTNC 410 über Schlüsselzahl) 334

14 TABELLEN UND ÜBERSICHTEN 335

14.1 Allgemeine Anwender-Parameter 336
14.2 Steckerbelegung und Anschlußkabel für Datenschnittstellen 352
14.3 Technische Information 356
14.4 Puffer-Batterie wechseln 360
14.5 Adressbuchstaben (DIN/ISO) 360

1

Einführung

1.1 Die TNC 410, die TNC 426, die TNC 430

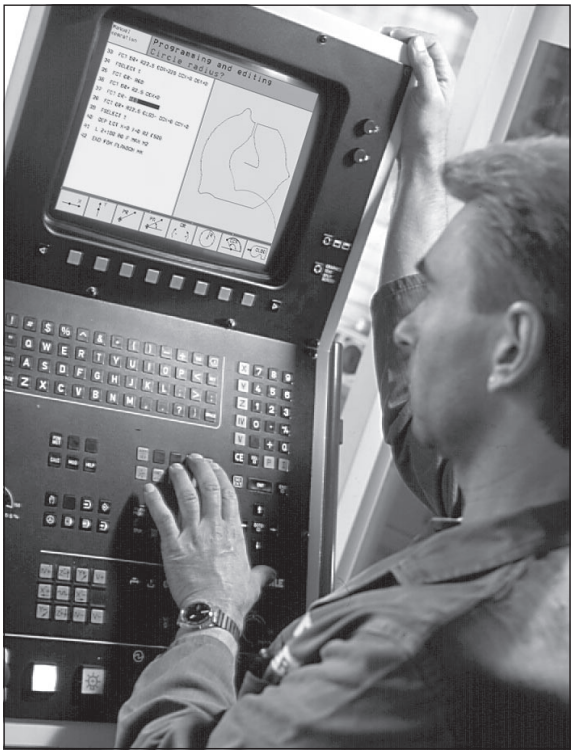
HEIDENHAIN TNCs sind werkstattgerechte Bahnsteuerungen, mit denen Sie herkömmliche Fräs- und Bohrbearbeitungen direkt an der Maschine im leicht verständlichen Klartext-Dialog programmieren. Sie sind für den Einsatz an Fräs- und Bohrmaschinen sowie Bearbeitungszentren ausgelegt. Die TNC 410 kann bis zu 4 Achsen, die TNC 426 kann bis zu 5 Achsen, die TNC 430 bis zu neun Achsen steuern. Zusätzlich können Sie die Winkelposition der Spindel programmiert einstellen.

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

Programmierung: HEIDENHAIN Klartext-Dialog und DIN/ISO
Besonders einfach ist die Programm-Erstellung im benutzerfreundlichen HEIDENHAIN-Klartext-Dialog. Eine Programmier-Grafik stellt die einzelnen Bearbeitungs-Schritte während der Programmeingabe dar. Zusätzlich hilft die Freie Kontur-Programmierung FK, wenn einmal keine NC-gerechte Zeichnung vorliegt. Die grafische Simulation der Werkstückbearbeitung ist 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, während ein anderes Programm gerade eine Werkstückbearbeitung ausführt. Bei der TNC 426, TNC 430 können Sie ein Programm auch testen, während ein anderes gerade abgearbeitet wird.

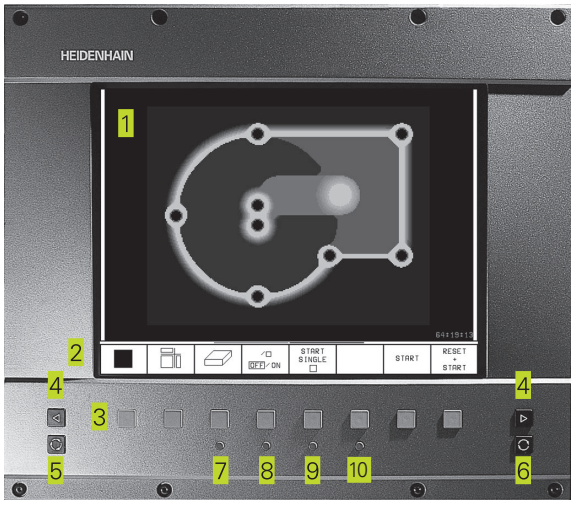
Kompatibilität
Die TNC kann alle Bearbeitungs-Programme ausführen, die an HEIDENHAIN-Bahnsteuerungen ab der TNC 150 B erstellt wurden.

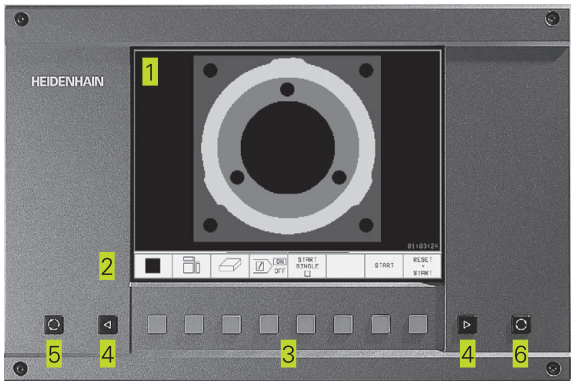


1.2 Bildschirm und Bedienfeld

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. Bei der TNC 426, TNC 430: 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 4 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 Einstreuungen 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 (nur TNC 410). 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 (nicht TNC 410), MOD-Funktion, HELP-Funktion

3 Programmier-Betriebsarten

4 Maschinen-Betriebsarten

5 Eröffnen der Programmier-Dialoge

6 Pfeil-Tasten und Sprunganweisung GOTO

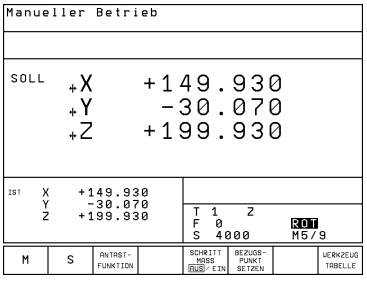
7 Zahleneingabe und Achswahl

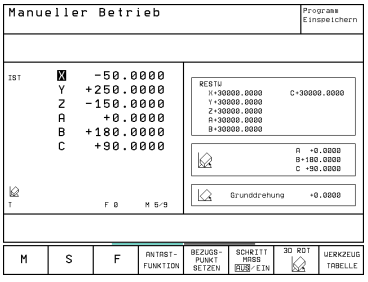
Die Funktionen der einzelnen Tasten sind auf der ersten Umschlagsseite zusammengefaßt. Externe Tasten, wie z.B. NC-START, sind im Maschinenhandbuch beschrieben.

1.3 Betriebsarten

Für die unterschiedlichen Funktionen und Arbeitsschritte, die zur Werkstückerstellung 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, TNC 410: siehe Bildschirm-Aufteilung bei Programmlauf Satzfolge)

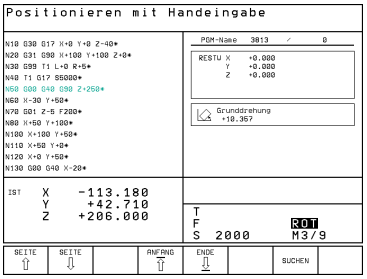
Fenster	Softkey
Positionen	POSITION
Links: Positionen, rechts: Status-Anzeige	POSITION + STATUS

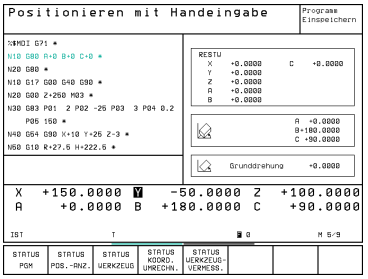
Positionieren mit Handeingabe

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

Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung

Fenster	Softkey
Programm	PROGRAMM
Links: Positionen, rechts: Status-Anzeige (nur TNC 426, TNC 430)	POSITION + STATUS
links: Programm rechts: Allgemeine Programm-Informationen (nur TNC 410)	PROGRAMM+ STATUS PGM
links: Programm rechts: Positionen und Koordinaten (nur TNC 410)	PROGRAMM+ STATUS POS.-ANZ.
links: Programm rechts: Informationen zu Werkzeugen (nur TNC 410)	PROGRAMM+ STATUS WERKZEUG
links: Programm rechts: Koordinaten-Umrechnungen (nur TNC 410)	PROGRAMM+ STATUS KO.-UMR.



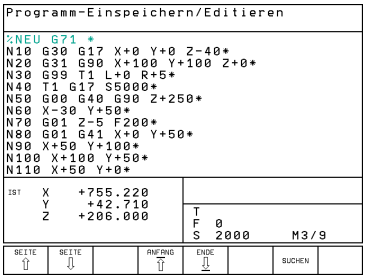


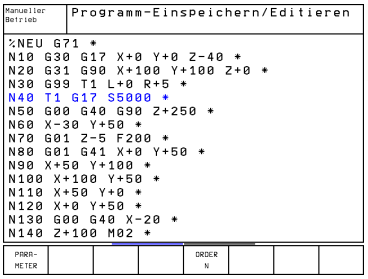
Programm-Einspeichern/Editieren

Ihre Bearbeitungs-Programme erstellen Sie in dieser Betriebsart. Vielseitige Unterstützung und Ergänzung beim Programmieren bieten die verschiedenen Zyklen und die Q-Parameter-Funktionen.

Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung (nicht beiTNC 426,TNC 430)

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

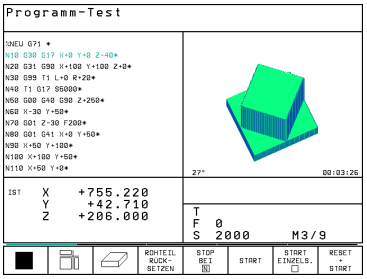


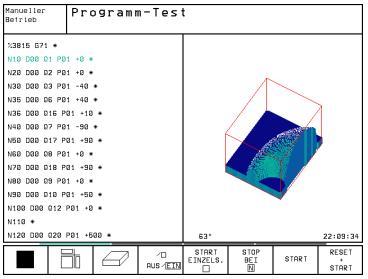


Programm-Test

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 bei Programmlauf Satzfolge.

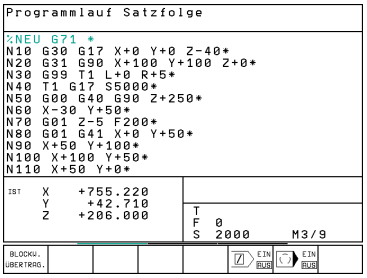


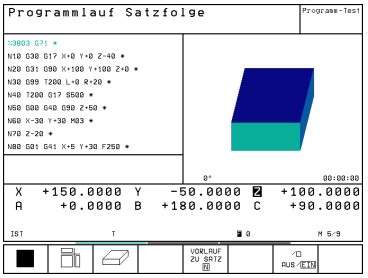


Programmlauf Satzfolge und Programmlauf Einzelsatz

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

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





Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung

Fenster	Softkey
Programm	PROGRAMM
Links: Programm, rechts: STATUS (nur TNC 426, TNC 430)	PROGRAMM + STATUS
Links: Programm, rechts: Grafik (nur TNC 426, TNC 430)	PROGRAMM + GRAFIK
Grafik (nur TNC 426, TNC 430)	GRAFIK

Fenster	Softkey
Links: Programm, rechts: Allgemeine Programm-Informationen (nur TNC 410)	PROGRAMM+ STATUS PGM
Links: Programm, rechts: Positionen und Koordinaten (nur TNC 410)	PROGRAMM+ STATUS POS.-ANZ.
Links: Programm, rechts: Informationen zu Werkzeugen (nur TNC 410)	PROGRAMM+ STATUS WERKZEUG
Links: Programm, rechts: Koordinaten-Umrechnungen (nur TNC 410)	PROGRAMM+ STATUS KO.-UMR.
Links: Programm, rechts: Werkzeug-Vermessung (nur TNC 410)	PROGRAMM+ STATUS WZ-MESSEN

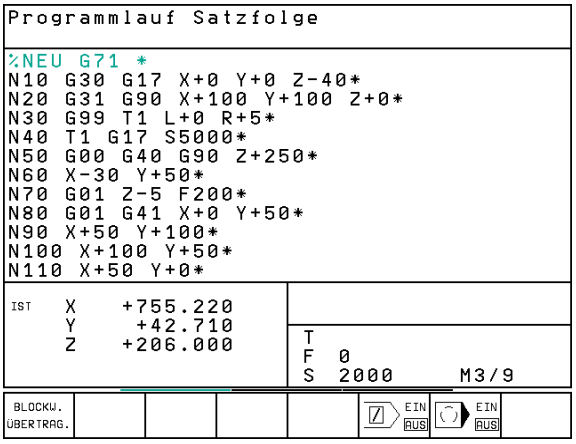
1.4 Status-Anzeigen

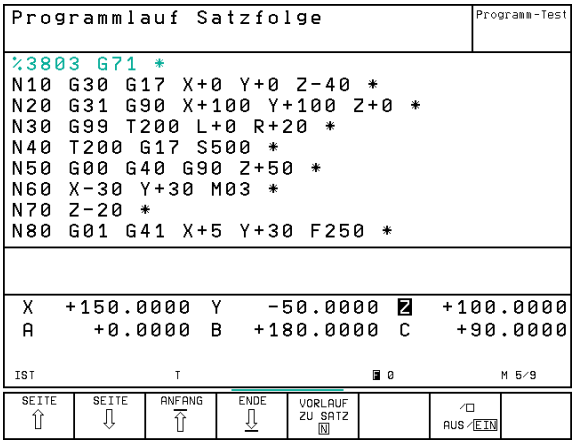
„Allgemeine“ Status-Anzeige

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
F S M	Die Anzeige des Vorschubs in Zoll entspricht dem zehnten Teil des wirksamen Wertes. 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 (nicht TNC 410)
	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

PROGRAMM + STATUS

Bildschirmdarstellung mit zusätzlicher Status-Anzeige wählen

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

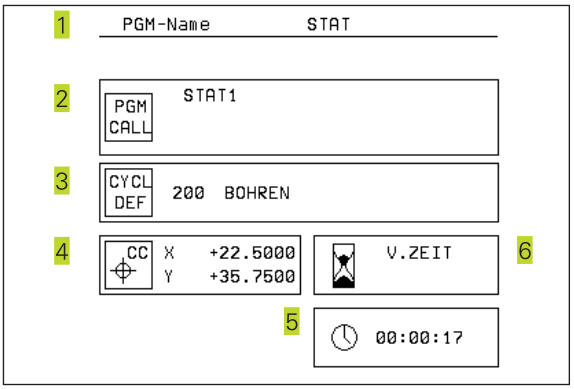
Softkey-Leiste umschalten, bis STATUS-Softkeys erscheinen

STATUS PGM

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

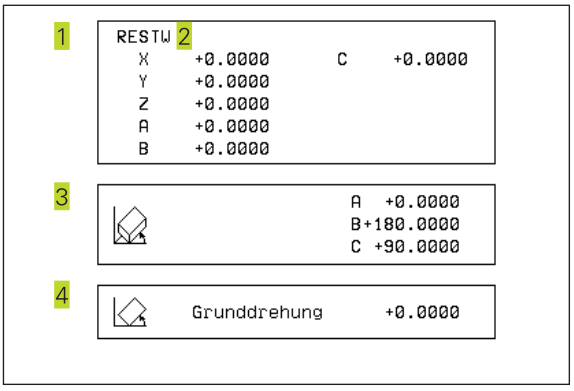
STATUS PGM — Allgemeine Programm-Informationen

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



STATUS POS.-ANZ. — Positionen und Koordinaten

1 Positionsanzeige
2 Art der Positionsanzeige, z.B. Ist-Positionen
3 Schwenkwinkel für die Bearbeitungsebene (nicht TNC 410)
4 Winkel der Grunddrehung



STATUS WERKZEUG

Informationen zu den Werkzeugen

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

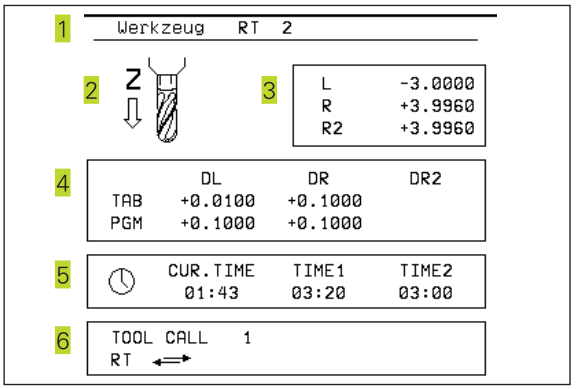
2 Werkzeugachse

3 Werkzeug-Länge und -Radien

4 Aufmaße (Delta-Werte) aus dem TOOL CALL (PGM) und der Werkzeug-Tabelle (TAB)

5 Standzeit, maximale Standzeit (TIME 1) und maximale Standzeit bei TOOL CALL (TIME 2)

6 Anzeige des aktiven Werkzeugs und des (nächsten) Schwester-Werkzeugs



STATUS KOORD. UMRECHN.

Koordinaten-Umrechnungen

1 Hauptprogramm-Name

2 Aktive Nullpunkt-Verschiebung (Zyklus 7)

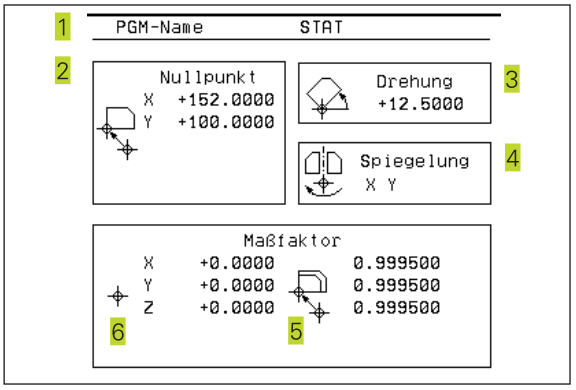
3 Aktiver Drehwinkel (Zyklus 10)

4 Gespiegelte Achsen (Zyklus 8)

5 Aktiver Maßfaktor / Maßfaktoren (Zyklen 11 / 26)

6 Mittelpunkt der zentrischen Streckung

Siehe „8.8 Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung“



STATUS WERKZEUG-VERMESS.

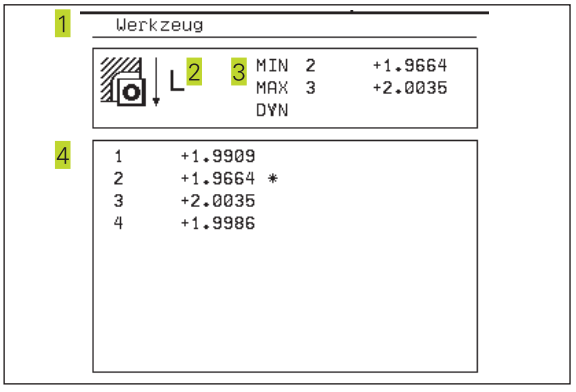
Werkzeug-Vermessung

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

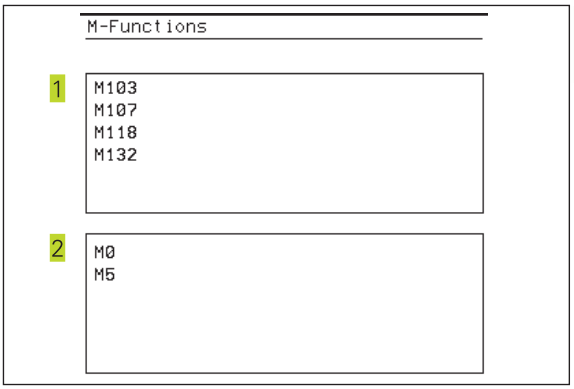


STATUS M-FUNKT.

Aktive Zusatzfunktionen M (nur TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx)

1 Liste der aktiven M-Funktionen mit festgelegter Bedeutung

2 Liste der aktiven M-Funktionen, die von Ihrem Maschinen-Hersteller angepaßt werden



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

3D-Tastsysteme

Mit den verschiedenen 3D-Tastsystemen von HEIDENHAIN können Sie

- Werkstücke automatisch ausrichten
- Schnell und genau Bezugspunkte setzen
- Messungen am Werkstück während des Programmlaufs ausführen
- 3D-Formen digitalisieren (Option) sowie
- Werkzeuge vermessen und prüfen

Die schaltenden Tastsysteme TS 220 und TS 630
Diese Tastsysteme eignen sich besonders gut zum automatischen Werkstück-Ausrichten, Bezugspunkt-Setzen, für Messungen am Werkstück und zum Digitalisieren. Das TS 220 überträgt die Schaltsignale über ein Kabel und ist zudem eine kostengünstige Alternative, wenn Sie gelegentlich digitalisieren müssen.

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

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

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

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

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 Verfahrweg pro Handrad-Umdrehung ist in einem weiten Bereich wählbar. Neben den Einbau-Handrädern HR 130 und HR 150 bietet HEIDENHAIN das portable Handrad HR 410 an.

2

Handbetrieb und Einrichten

2.1 Einschalten, Ausschalten

Einschalten

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

▶ Die Versorgungsspannung von TNC und Maschine einschalten.

Danach zeigt die TNC folgenden Dialog an:

Speichertest

Speicher der TNC wird automatisch überprüft

Stromunterbrechung

CE — TNC-Meldung, daß Stromunterbrechung vorlag – Meldung löschen

PLC-Programm übersetzen

PLC-Programm der TNC wird automatisch übersetzt

Steuerspannung für Relais fehlt

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

Manueller Betrieb
Referenzpunkte überfahren

I — Referenzpunkte in vorgegebener Reihenfolge überfahren: Für jede Achse externe START-Taste drücken, oder

X Y — Referenzpunkte in beliebiger Reihenfolge überfahren: Für jede Achse externe Richtungstaste drücken und halten, bis Referenzpunkt überfahren ist, oder zusätzlich bei der TNC 410

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

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

Für die TNC 426, TNC 430 gilt zusätzlich:

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 REF.-PKT. ANFAHREN

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 geziehlt 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
X	Externe Richtungstaste drücken und halten, solange Achse verfahren soll

...oder Achse kontinuierlich verfahren:

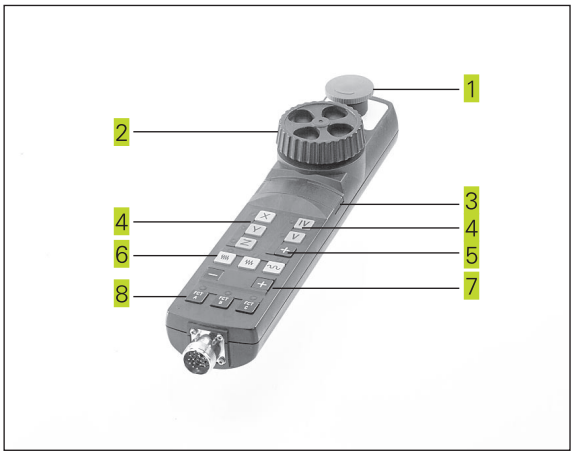
X und I	Externe Richtungstaste gedrückt halten und externe START-Taste kurz drücken. Die Achse verfährt, bis sie angehalten wird
0	Anhalten: Externe STOP-Taste drücken

Mit beiden Methoden können Sie auch mehrere Achsen gleichzeitig verfahren.

Der Vorschub, mit dem die Achsen verfahren, ändern Sie über den Softkey F (siehe „2.3 Spindeldrehzahl S, Vorschub F und Zusatzfunktion M", nicht TNC 410).

Verfahren mit dem elektronischen Handrad HR 410

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



Das Handrad HR 410 verfügt über folgende Bedienelemente:

1 NOT-AUS

2 Handrad

3 Zustimmtasten

4 Tasten zur Achswahl

5 Taste zur Übernahme der Ist-Position

6 Tasten zum Festlegen des Vorschubs (langsam, mittel, schnell; Vorschübe werden vom Maschinenhersteller festgelegt)

7 Richtung, in die die TNC die gewählte Achse verfährt

8 Maschinen-Funktionen (werden vom Maschinenhersteller festgelegt)

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

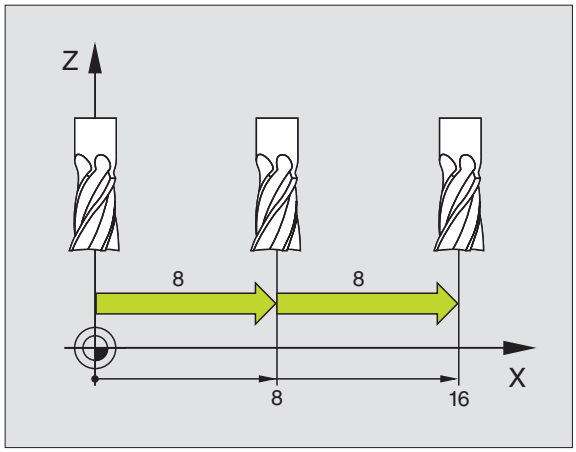
Verfahren mit dem Handrad ist auch während des Programmlaufs möglich.

Verfahren

	Betriebsart El. Handrad wählen
	Zustimmtaste gedrückt halten
X	Achse wählen
	Vorschub wählen
+ oder –	Aktive Achse in Richtung + oder – verfahren

Schrittweises Positionieren

Beim schrittweisen Positionieren verfährt die TNC eine Maschinenachse um ein von Ihnen festgelegtes Schrittmaß.



Betriebsart Manuell oder El. Handrad wählen

INCRE-MENT OFF ON

Schrittweises Positionieren wählen: Softkey SCHRITTMASS auf EIN

Zustellung:

8 ENT

Zustellung in mm eingeben, z.B. 8 mm

2.5

Zustellung über Softkey wählen (Softkey-Leiste weiterschalten, nicht TNC 426, TNC 430)

X

Externe Richtungstaste drücken: beliebig oft positionieren

2.3 Spindeldrehzahl S, Vorschub F und Zusatzfunktion M

In den Betriebsarten Manueller Betrieb und El. Handrad geben Sie Spindeldrehzahl S, Vorschub F und Zusatzfunktion M über Softkeys ein. Die Zusatzfunktionen sind in „7. Programmieren: Zusatzfunktionen“ beschrieben.

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.

Den Vorschub F und die Zusatzfunktion M geben Sie in gleicher Weise ein.

Für den Vorschub F (bei TNC 410 nicht eingebbar) gilt:

- Wenn F=0 eingegeben, dann wirkt der kleinste Vorschub aus MP1020
- F bleibt auch nach einer Stromunterbrechung erhalten

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 Spindelantrieb.

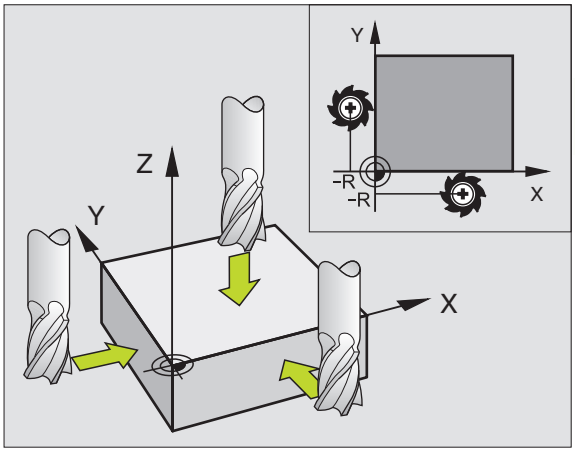
Der Maschinenhersteller legt fest, welche Zusatzfunktionen M Sie nutzen können und welche Funktion sie haben.

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 (alle Achsen sind auch über die ASCII-Tastatur wählbar)

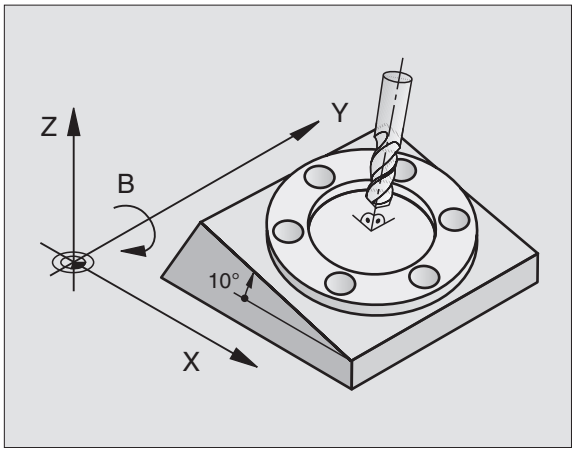
Bezugspunkt-Setzen Z=

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

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

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

2.5 Bearbeitungsebene schwenken (nicht TNC 410)



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 stehen zwei Funktionen zur Verfügung:

- Manuelles Schwenken mit dem Softkey 3D ROT in den Betriebsarten Manueller Betrieb und El. Handrad (nachfolgend beschrieben)
- Gesteuertes Schwenken, Zyklus G80 BEARBEITUNGSEBENE im Bearbeitungs-Programm: Siehe „8.9 Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung".

Die TNC-Funktionen zum „Schwenken der Bearbeitungsebene" sind Koordinaten-Transformationen. Dabei steht die Bearbeitungs-Ebene 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.

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 Drehachsen 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

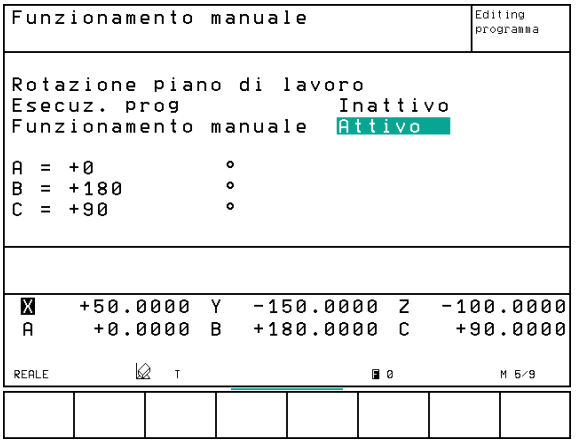
Gewünschte Betriebsart im Menüpunkt Bearbeitungsebene schwenken auf Aktiv setzen: Menüpunkt wählen, mit Taste ENT umschalten

Eingabe beenden: Tatse 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 G80 BEARBEITUNGSEBENE, sind die im Zyklus definierten Winkelwerte (ab der Zyklus-Definition) wirksam. Im Menü eingetragene Winkelwerte werden mit den aufgerufenen Werten überschrieben.



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 einzelne Sätze 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

Angewählten Satz starten: Externe START-Taste

Einschränkungen TNC 410:

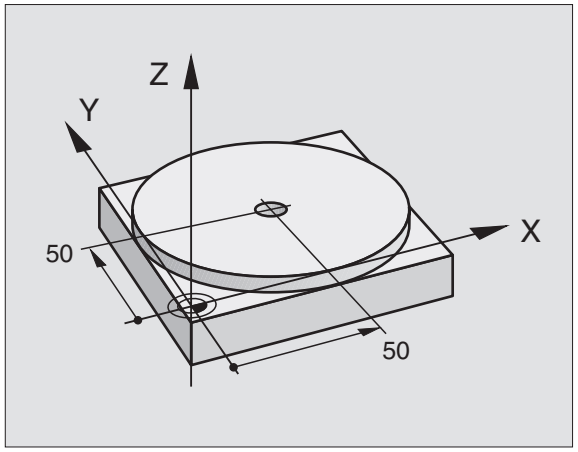
Folgende Funktionen stehen nicht zur Verfügung:

- Werkzeug-Radiuskorrektur
- die Programmier- und Programmlauf-Grafiken
- Programmierbare Antastfunktionen
- Unterprogramme, Programmteil-Wiederholungen
- Bahnfunktionen G06, G02 und G03 mit R, G24 und G25
- Programm-Aufruf mit %

Einschränkungen TNC 426, TNC 430:

Folgende Funktionen stehen nicht zur Verfügung:

- Programm-Aufruf mit %
- Programmlauf-Grafik



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 G00- und G01-Sätzen (Geraden) über dem Werkstück vorpositioniert und auf einen Sicherheitsabstand von 5 mm über dem Bohrloch positioniert. Danach wird die Bohrung mit dem Zyklus G83 TIEFBOHREN ausgeführt.

`%$MDI G71 *`	
`N10 G99 T1 L+0 R+5 *`	Wkz definieren: Nullwerkzeug, Radius 5
`N20 T1 G17 S2000 *`	Wkz aufrufen: Spindelachse Z,
	Spindeldrehzahl 2000 U/min
`N30 G00 G40 G90 Z+200 *`	Wkz freifahren (Eilgang)
`N40 X+50 Y+50 M3 *`	Wkz im Eilgang über Bohrloch positionieren, Spindel ein
`N50 G01 Z+2 F2000 *`	Wkz 5 mm über Bohrloch positionieren
`N60 G83`	Zyklus G83 TIEFBOHREN definieren:
`P01 +2`	Sicherheitsabstand des Wkz über Bohrloch
`P02 -20`	Tiefe des Bohrlochs (Vorzeichen=Arbeitsrichtung)
`P03 +10`	Tiefe der jeweiligen Zustellung vor dem Rückzug
`P04 0,5`	Verweilzeit am Bohrungsgrund in Sekunden
`P05 250 *`	Bohrvorschub
`N70 G79 *`	Zyklus G83 TIEFBOHREN aufrufen
`N80 G00 G40 Z+200 M2 *`	Wkz freifahren
`N99999 %$MDI G71 *`	Programm-Ende

Die Geraden-Funktion ist in „6.4 Bahnbewegungen – Rechtwinklige Koordinaten“ beschrieben, der Zyklus G83 TIEFBOHREN unter „8.3 Bohrzyklen“.

Wkz = Werkzeug

Beispiel 2
Werkstück-Schieflage bei Maschinen mit Rundtisch beseitigen

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

Drehwinkel notieren und Grunddrehung wieder aufheben

Betriebsart wählen: Positionieren mit Handeingabe

Rundtischachse wählen, notierten Drehwinkel und Vorschub eingeben
z.B. G00 G40 G90 C+2.561 F50

Eingabe abschließen

Externe START-Taste drücken: Schieflage 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
PGM MGT	Datei-Verwaltung aufrufen: Taste PGM MGT (Program Management)
	Datei %$MDI markieren
COPY ABC⇨XYZ	„Datei kopieren“ wählen: Softkey KOPIEREN
Ziel-Datei =	
Bohrung	Geben Sie einen Namen ein, unter dem der aktuelle Inhalt der Datei $MDI gespeichert werden soll
ENT	Kopieren ausführen TNC 410: Taste ENT
ESEGUIRE	Kopieren ausführen TNC 426, TNC430: Softkey AUSFÜHREN
FINE	Datei-Verwaltung verlassen: Softkey ENDE

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

TNC 426, TNC 430:

Die Datei %$MDI darf in der Betriebsart Programm Einspeichern/Editieren während des Löschvorgangs nicht angewählt sein.

4

Programmieren:

Grundlagen, Datei-Verwaltung, Programmierhilfen, Paletten-Verwaltung

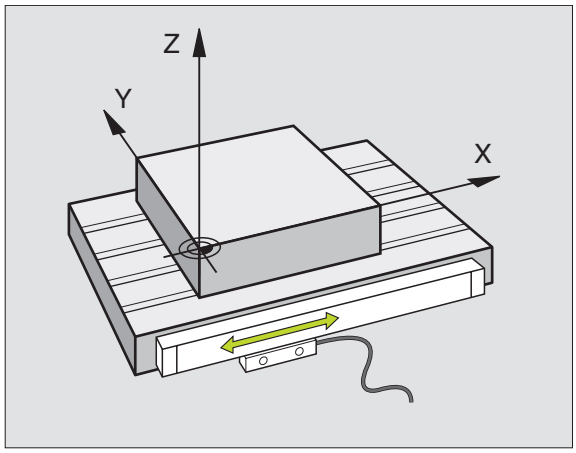
4.1 Grundlagen

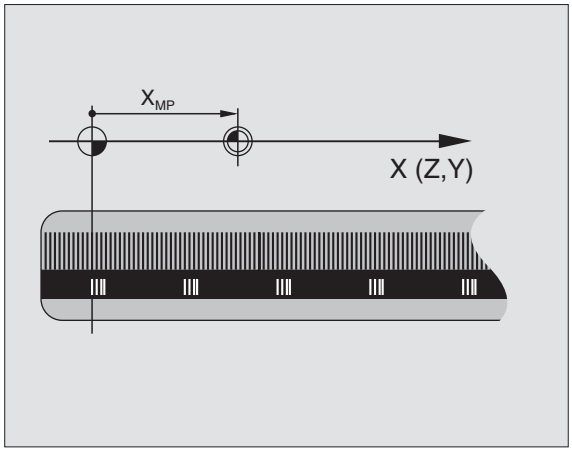
Wegmeßsysteme und Referenzmarken

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°.



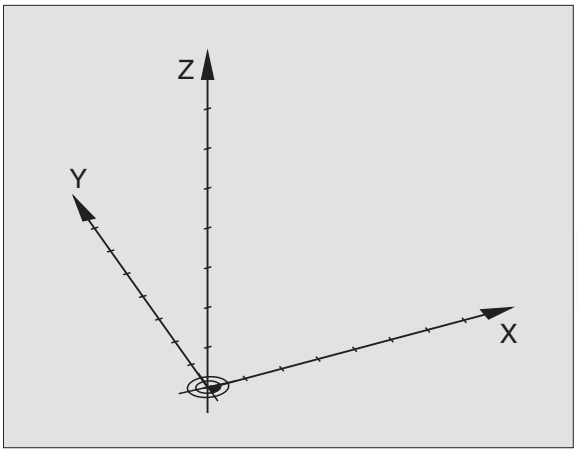


Bezugssystem

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.

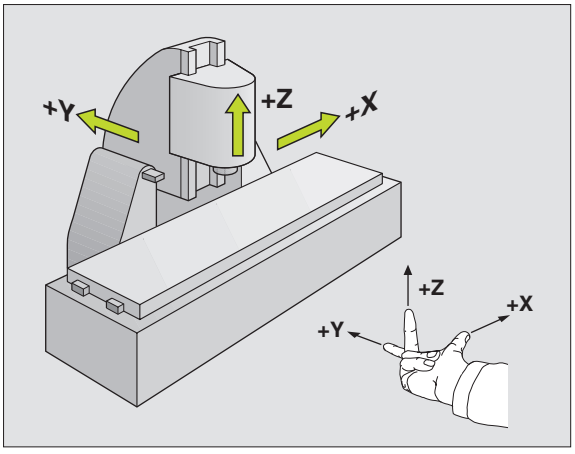
Koordinaten, die sich auf den Nullpunkt beziehen, werden als absolute Koordinaten bezeichnet. Relative Koordinaten beziehen sich auf eine beliebige andere Position (Bezugspunkt) im Koordinatensystem. Relative Koordinaten-Werte werden auch als inkrementale Koordinaten-Werte bezeichnet.

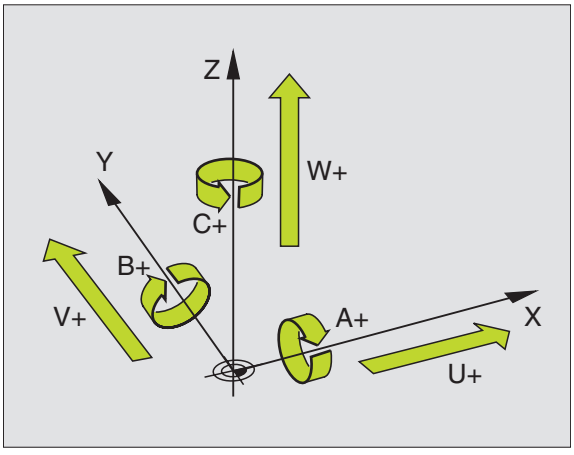


Bezugssysteme an Fräsmaschinen

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 410 kann maximal 4 Achsen, die TNC 426 maximal 5 Achsen und die TNC 430 maximal 9 Achsen steuern. Neben den Hauptachsen X, Y und Z gibt es parallel laufende Zusatzachsen U, V und W. Drehachsen werden mit A, B und C bezeichnet. Das Bild rechts unten zeigt die Zuordnung der Zusatzachsen bzw. Drehachsen zu den Hauptachsen.





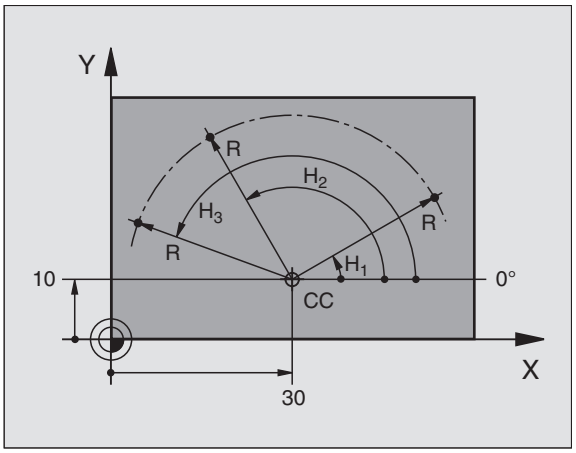
Polarkoordinaten

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 sogenannten Pol. Eine Position in einer Ebene ist so eindeutig festgelegt durch

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

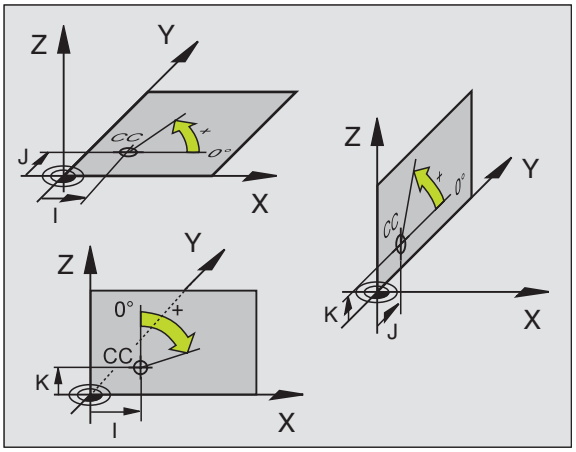
Siehe Bild rechts unten.



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 H eindeutig zugeordnet.

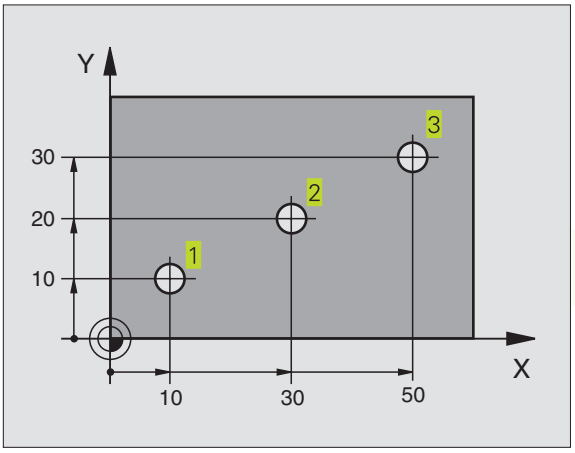
Pol-Koordinaten (Ebene)	Winkel-Bezugsachse
I und J	+X
J und K	+Y
K und I	+Z



Absolute und relative Werkstück-Positionen

Absolute Werkstück-Positionen

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



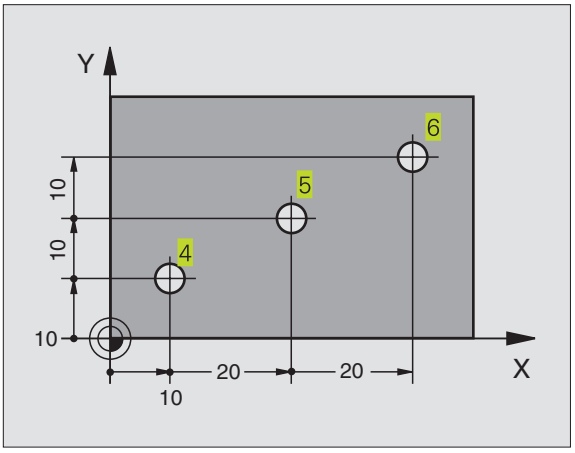
Beispiel 1: Bohrungen mit absoluten Koordinaten

Bohrung 1	Bohrung 2	Bohrung 3
X=10 mm	X=30 mm	X=50 mm
Y=10 mm	Y=20 mm	Y=30 mm

Relative Werkstück-Positionen

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

Ein Inkremental-Maß kennzeichnen Sie durch die Funktion G91 vor der Achsbezeichnung.



Beispiel 2: Bohrungen mit relativen Koordinaten

Absolute Koordinaten der Bohrung 4:

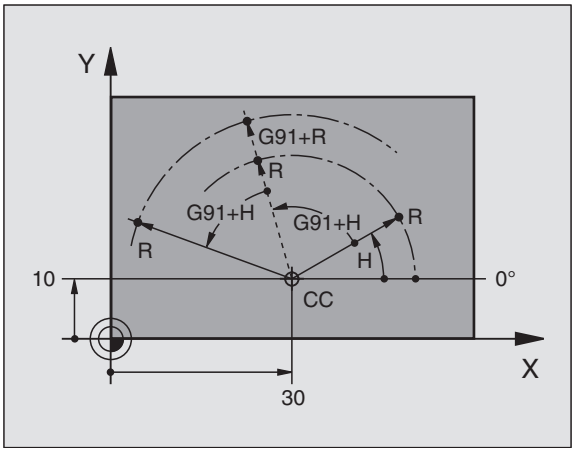
X= 10 mm
Y= 10 mm

Bohrung 5 bezogen auf 4	Bohrung 6 bezogen auf 5
G91 X= 20 mm	G91 X= 20 mm
G91 Y= 10 mm	G91 Y= 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.



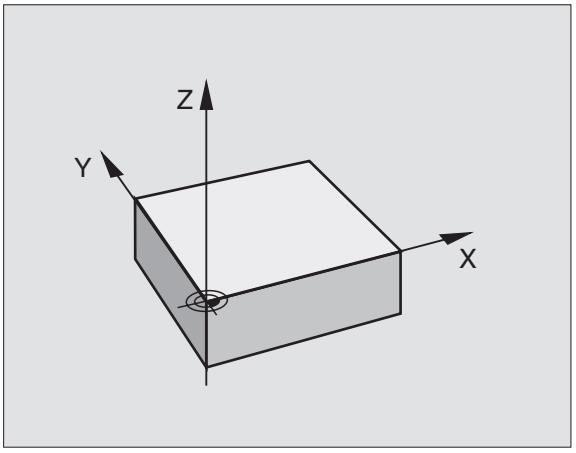
Bezugspunkt wählen

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 „8.9 Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung".

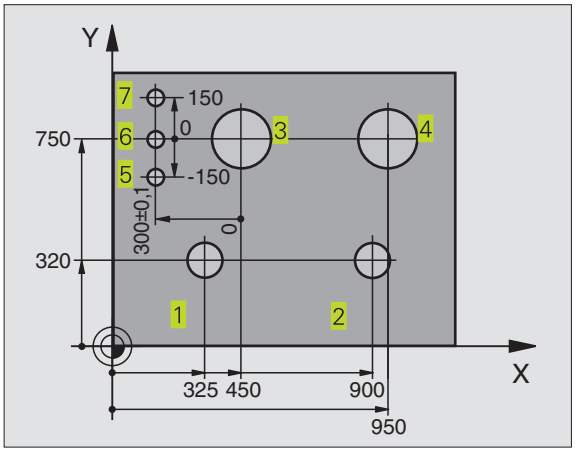
Wenn die Werkstück-Zeichnung nicht NC-gerecht bemaßt ist, dann wählen Sie eine Position oder eine Werkstück-Ecke als Bezugspunkt, von dem aus sich die Maße der übrigen Werkstückpositionen möglichst einfach ermitteln lassen.

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: Grundlagen

Dateien

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

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.

In der TNC 410 können Sie maximal 64 Dateien mit einer Gesamtgröße von bis zu 128 KByte verwalten.

Die TNC 426, TNC 430 kann beliebig viele Dateien verwalten, die Gesamtgröße aller Dateien darf jedoch **1,5 GByte** nicht überschreiten.

Namen von Dateien
Der Name einer Datei darf maximal 16 Zeichen lang sein (TNC 410: 8 Zeichen). 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.

Dateien in der TNC	Typ
Programme	
im HEIDENHAIN-Klartext-Dialog	.H
nach DIN/ISO	.I
Tabellen für	
Werkzeuge	.T
Werkzeug-Wechsler (TNC 410: 1 Tabelle)	.TCH
Nullpunkte	.D
Punkte	.PNT
Paletten (nicht TNC 410)	.P
Texte als	
ASCII-Dateien (nicht TNC 410)	.A

Datensicherung TNC 426, TNC 430

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 maschinenspezifischen Daten (PLC-Programm, Maschinen-Parameter usw.) gesichert sind. Wenden Sie sich auch hierzu bitte an Ihren Maschinenhersteller.

☞ Falls Sie alle auf der Festplatte befindlichen Dateien (max. 1,5 GByte) sichern wollen, nimmt dies mehrere Stunden in Anspruch. Verlagern Sie den Sicherungsvorgang ggf. in die Nachtstunden oder benutzen Sie die Funktion PARALLEL AUSFÜHREN (kopieren im Hintergrund).

4.3 Standard Datei-Verwaltung TNC 426, TNC 430

Arbeiten Sie mit der Standard Datei-Verwaltung, wenn Sie alle Dateien in einem Verzeichnis speichern wollen, oder wenn Sie mit der Datei-Verwaltung älterer TNC-Steuerungen vertraut sind.

Setzen Sie dazu die MOD-Funktion PGM MGT (siehe Kapitel 13.9) auf **Standard**.

Datei-Verwaltung aufrufen

PGM MGT

Taste PGM MGT drücken:
Die TNC zeigt das Fenster zur Datei-Verwaltung (siehe Bild rechts oben)

Das Fenster zeigt alle Dateien an, die in der TNC gespeichert sind. Zu jeder Datei werden mehrere Informationen gezeigt: siehe Tabelle rechts Mitte.

Datei wählen

PGM MGT

Datei-Verwaltung aufrufen

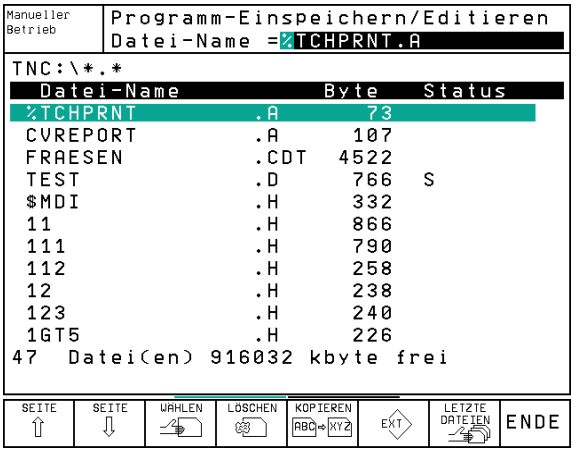
Benutzen Sie die Pfeil-Tasten, um das Hellfeld auf die Datei zu bewegen, die Sie anwählen wollen:

↑ ↓

Bewegt das Hellfeld im Fenster auf und ab

WÄHLEN oder ENT

Datei wählen: Softkey WÄHLEN oder Taste ENT drücken



Anzeige	Bedeutung
DATEI-NAME	Name mit maximal 16 Zeichen und Datei-Typ
BYTE	Dateigröße in Byte
STATUS	Eigenschaft der Datei:
E	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)

Anzeige langer Datei-Übersichten	Softkey
Datei-Übersicht seitenweise nach oben durchblättern	SEITE ⇧
Datei-Übersicht seitenweise nach unten durchblättern	SEITE ⇩

Datei löschen

PGM MGT — Datei-Verwaltung aufrufen

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

Bewegt das Hellfeld im Fenster auf und ab

LÖSCHEN — Datei löschen: Softkey LÖSCHEN drücken

```
Datei ........ Löschen ?
```

JA — Mit Softkey JA bestätigen oder

NEIN — mit Softkey NEIN abbrechen

Datei kopieren

PGM MGT — Datei-Verwaltung aufrufen

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

Bewegt das Hellfeld im Fenster auf und ab

KOPIEREN ABC⇨XYZ — Datei kopieren: Softkey KOPIEREN drücken

```
Ziel-Datei =
```

Neuen Dateinamen eingeben, mit Softkey AUSFÜHREN oder mit der Taste ENT bestätigen. Die TNC blendet ein Status-Fenster ein, das Sie über den Kopierfortschritt informiert. Solange die TNC kopiert, können Sie nicht weiterarbeiten, oder

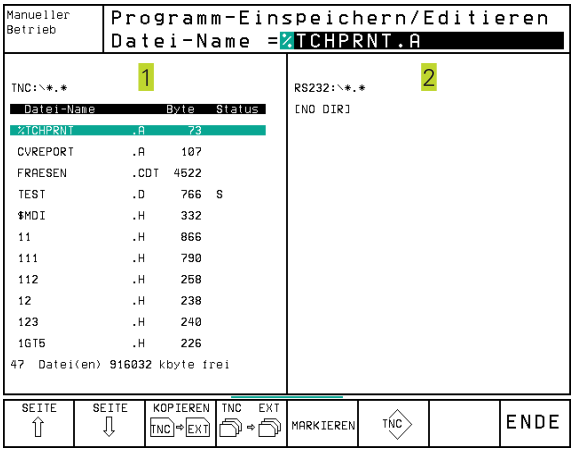
wenn Sie sehr lange Programme kopieren wollen: Neuen Dateinamen eingeben, mit Softkey PARALLEL AUSFÜHREN bestätigen. Sie können nach Start des Kopiervorgangs weiterarbeiten, da die TNC die Datei im Hintergrund kopiert

Datenübertragung zu/von einem externen Datenträger

Bevor Sie Daten zu einem externen Datenträger übertragen können, müssen Sie die Datenschnittstelle einrichten (siehe „Kapitel 13.6 Datenschnittstelle einrichten TNC 426, TNC 430“).

PGM MGT — Datei-Verwaltung aufrufen

EXT — Datenübertragung aktivieren: Softkey EXT drücken. Die TNC zeigt in der linken Bildschirmhälfte 1 alle Dateien, die in der TNC gespeichert sind, in der rechten Bildschirmhälfte 2 alle Dateien, die auf dem externen Datenträger gespeichert sind



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

Bewegt das Hellfeld in einem Fenster auf und ab

Bewegt das Hellfeld vom rechten ins linke Fenster und umgekehrt

Wenn Sie von der TNC zum externen Datenträger kopieren wollen, schieben Sie das Hellfeld im linken Fenster auf die zu übertragende Datei.

Wenn Sie vom externen Datenträger in die TNC kopieren wollen, schieben Sie das Hellfeld im rechten Fenster auf die zu übertragende Datei

KOPIEREN — Einzelne Datei übertragen: Softkey KOPIEREN drücken, oder

MARKIEREN — mehrere Dateien übertragen: Softkey MARKIEREN drücken (Markierungs-Funktionen siehe Tabelle rechts), oder

TNC EXT — alle Dateien übertragen: Softkey TNC EXT drücken

Markierungs-Funktionen	Softkey
Einzelne Datei markieren	DATEI MARKIEREN
Alle Dateien markieren	ALLE DATEIEN MARKIEREN
Markierung für einzelne Datei aufheben	MARK. AUFHEBEN
Markierung für alle Dateien aufheben	ALLE MARK. AUFHEBEN
Alle markierten Dateien kopieren	KOP.MARK.

Mit Softkey AUSFÜHREN oder mit der Taste ENT bestätigen. Die TNC blendet ein Status-Fenster ein, das Sie über den Kopierfortschritt informiert, oder

wenn Sie lange oder mehrere Programme übertragen wollen: Mit Softkey PARALLEL AUSFÜHREN bestätigen. Die TNC kopiert die Datei dann im Hintergrund

TNC

Datenübertragung beenden: Softkey TNC drücken. Die TNC zeigt wieder das Standardfenster für die Datei-Verwaltung

Eine der letzten 10 gewählten Dateien auswählen

PGM MGT

Datei-Verwaltung aufrufen

LETZTE DATEIEN

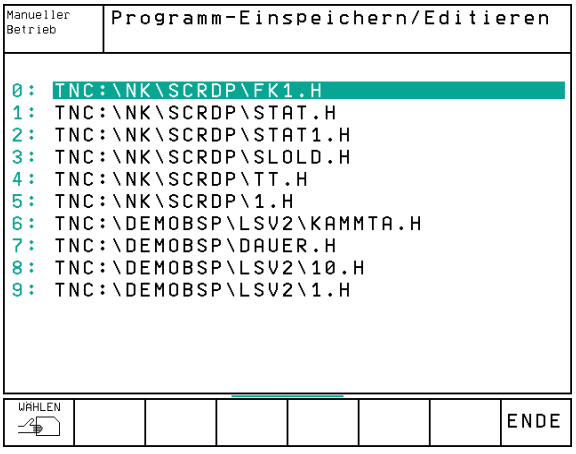
Die letzten 10 angewählten Dateien anzeigen: Softkey LETZTE DATEIEN drücken

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

Bewegt das Hellfeld im Fenster auf und ab

WÄHLEN oder ENT

Datei wählen: Softkey WÄHLEN oder Taste ENT drücken



Datei umbenennen

PGM MGT — Datei-Verwaltung aufrufen

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

Bewegt das Hellfeld im Fenster auf und ab

Datei umbenennen: Softkey UMBENEN. drücken

```
Ziel-Datei =
```

Neuen Dateinamen eingeben, mit Softkey AUSFÜHREN oder mit der Taste ENT bestätigen.

Datei schützen / Dateischutz aufheben

PGM MGT — Datei-Verwaltung aufrufen

Benutzen Sie die Pfeil-Tasten, um das Hellfeld auf die Datei zu bewegen, die Sie schützen wollen, bzw. deren Dateischutz Sie aufheben wollen:

Bewegt das Hellfeld im Fenster auf und ab

Datei schützen: Softkey SCHÜTZEN drücken. Die Datei erhält den Status P, oder

Dateischutz aufheben: Softkey UNGESCH. drücken. Der Status P wird gelöscht

4.4 Erweiterte Datei-Verwaltung TNC 426, TNC 430

Arbeiten Sie mit der erweiterten Datei-Verwaltung, wenn Sie Dateien in unterschiedlichen Verzeichnissen speichern wollen.

Setzen Sie dazu die MOD-Funktion PGM MGT (siehe Kapitel 13.9) auf **Erweitert**!

Beachten Sie auch Kapitel „4.2 Datei-Verwaltung: Grundlagen“!

Verzeichnisse

Da Sie auf der Festplatte sehr viele Programme bzw. Dateien speichern können, legen Sie die einzelnen Dateien in Verzeichnissen (Ordnern) ab, um den Überblick zu wahren. In diesen Verzeichnissen können Sie weitere Verzeichnisse einrichten, sogenannte Unterverzeichnisse.

Die TNC verwaltet maximal 6 Verzeichnis-Ebenen!

Wenn Sie mehr als 512 Dateien in einem Verzeichnis speichern, dann sortiert die TNC die Dateien nicht mehr alphabetisch!

Namen von Verzeichnissen

Der Name eines Verzeichnisses darf maximal 8 Zeichen lang sein und verfügt über keine Erweiterung. Wenn Sie mehr als 8 Zeichen für den Verzeichnisnamen eingeben, dann kürzt die TNC automatisch auf 8 Zeichen.

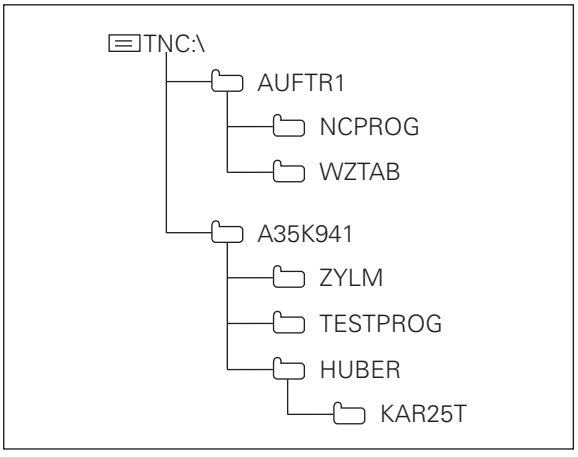
Pfade

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.I hineinkopiert. Das Bearbeitungs-Programm hat damit den Pfad:

TNC:\AUFTR1\NCPROG\PROG1.I

Die Grafik rechts zeigt ein Beispiel für eine Verzeichnisanzeige mit verschiedenen Pfaden.



Übersicht: Funktionen der erweiterten Datei-Verwaltung

Funktion	Softkey
Einzelne Datei kopieren (und konvertieren)	
Bestimmten Datei-Typ anzeigen	
Die letzten 10 gewählten Dateien anzeigen	
Datei oder Verzeichnis löschen	
Datei markieren	
Datei umbenennen	
Datei gegen Löschen und Ändern schützen	
Datei-Schutz aufheben	
Netzlaufwerke verwalten (nur bei Option Ethernet-Schnittstelle)	
Verzeichnis kopieren	
Verzeichnisse eines Laufwerks anzeigen	
Verzeichnis mit allen Unterverzeichnissen löschen	

Datei-Verwaltung aufrufen

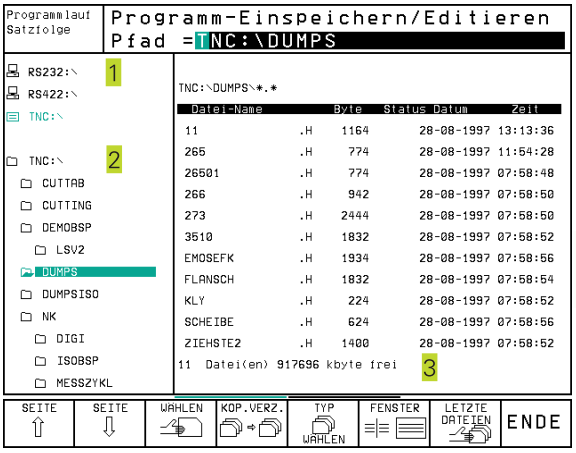
PGM MGT

Taste PGM MGT drücken:
Die TNC zeigt das Fenster zur Datei-Verwaltung (Bild rechts oben zeigt die Grundeinstellung. Wenn die TNC eine andere Bildschirm-Aufteilung anzeigt, drücken Sie den Softkey FENSTER)

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.

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.



Anzeige	Bedeutung
DATEI-NAME	Name mit maximal 16 Zeichen und Datei-Typ
BYTE	Dateigröße in Byte
STATUS	Eigenschaft der Datei:
E	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)
DATUM	Datum, an dem die Datei zuletzt geändert wurde
ZEIT	Uhrzeit, zu der die Datei zuletzt geändert wurde

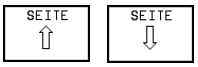
Laufwerke, Verzeichnisse und Dateien wählen

PGM MGT — Datei-Verwaltung aufrufen

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

Bewegt das Hellfeld vom rechten ins linke Fenster und umgekehrt

Bewegt das Hellfeld in einem Fenster auf und ab



Bewegt das Hellfeld in einem Fenster seitenweise auf und ab

1. Schritt: Laufwerk wählen:

Laufwerk im linken Fenster markieren:

oder ENT

Laufwerk wählen: Softkey WÄHLEN oder Taste ENT drücken

2. Schritt: Verzeichnis wählen:

Verzeichnis im linken Fenster markieren:
Das rechte Fenster zeigt automatisch alle Dateien aus dem Verzeichnis an, das markiert (hell hinterlegt) ist

3. Schritt: Datei wählen:

Softkey TYP WÄHLEN	Softkey TYP WÄHLEN drücken
Softkey ZEIGE .A	Softkey des gewünschten Datei-Typs drücken, oder
Softkey ALLE ANZ.	alle Dateien anzeigen: Softkey ALLE ANZ. drücken

Datei im rechten Fenster markieren:

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

Neues Verzeichnis erstellen (nur auf Laufwerk TNC:\ möglich):

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

NEU ENT	Den neuen Verzeichnisnamen eingeben, Taste ENT drücken

```
Verzeichnis \NEU erzeugen ?
```

JA	Mit Softkey JA bestätigen, oder
NEIN	mit Softkey NEIN abbrechen

Einzelne Datei kopieren

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

▶ Softkey KOPIEREN drücken: Kopierfunktion wählen

▶ Namen der Ziel-Datei eingeben und mit Taste ENT oder Softkey AUSFÜHREN übernehmen: Die TNC kopiert die Datei ins aktuelle Verzeichnis. Die ursprüngliche Datei bleibt erhalten.
Drücken Sie den Softkey PARALLEL AUSFÜHREN, 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 AUSFÜHREN (unter ZUSÄTZL. FUNKT., 2. Softkey-Leiste) den Status des Kopiervorgangs betrachten.

Tabelle kopieren
Wenn Sie Tabellen kopieren, können Sie mit dem Softkey FELDER ERSETZEN 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

Beispiel:
Sie haben auf einem Voreinstellgerät die Werkzeug-Länge und den Werkzeug-Radius von 10 neuen Werkzeugen vermessen. Anschließend erzeugt das Voreinstellgerät die Werkzeug-Tabelle TOOL.T mit 10 Zeilen (sprich 10 Werkzeugen) und den Spalten

- Werkzeug-Nummer
- Werkzeug-Länge
- Werkzeug-Radius

Wenn Sie diese Datei in die TNC kopieren, fragt die TNC, ob die bestehende Werkzeug-Tabelle TOOL.T überschrieben werden soll:

- Drücken Sie den Softkey JA, dann überschreibt die TNC die aktuelle Datei TOOL.T vollständig. Nach dem Kopiervorgang besteht TOOL.T also aus 10 Zeilen. Alle Spalten – natürlich außer den Spalten Nummer, Länge und Radius– werden zurückgesetzt
- Drücken Sie den Softkey FELDER ERSETZEN, dann überschreibt die TNC in der Datei TOOL.T nur die Spalten Nummer, Länge und Radius der ersten 10 Zeilen. Die Daten der restlichen Zeilen und Spalten werden von der TNC nicht verändert

Verzeichnis kopieren

Bewegen Sie das Hellfeld im linken Fenster auf das Verzeichnis das Sie kopieren wollen. Drücken Sie dann den Softkey KOP. VERZ. anstelle des Softkeys KOPIEREN. Unterverzeichnisse werden von der TNC mitkopiert.

Eine der letzten 10 gewählten Dateien auswählen

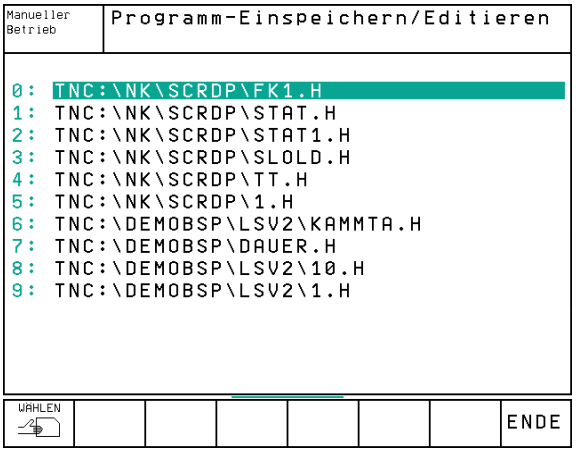
PGM MGT — Datei-Verwaltung aufrufen

LETZTE DATEIEN — Die letzten 10 angewählten Dateien anzeigen: Softkey LETZTE DATEIEN drücken

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

↑ ↓ — Bewegt das Hellfeld im Fenster auf und ab

WÄHLEN oder ENT — Datei wählen: Softkey WÄHLEN oder Taste ENT drücken



Datei löschen

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

LÖSCHEN
- Löschfunktion wählen: Softkey LÖSCHEN drücken. Die TNC fragt, ob die Datei tatsächlich gelöscht werden soll
- Löschen bestätigen: Softkey JA drücken. Löschen abbrechen: Softkey NEIN drücken

Verzeichnis löschen

- Löschen Sie alle Dateien und Unterverzeichnisse aus dem Verzeichnis, das Sie löschen möchten
- Bewegen Sie das Hellfeld auf das Verzeichnis, das Sie löschen möchten

LÖSCHEN
- Löschfunktion wählen: Softkey LÖSCHEN drücken. Die TNC fragt, ob das Verzeichnis tatsächlich gelöscht werden soll
- Löschen bestätigen: Softkey JA drücken. Löschen abbrechen: Softkey NEIN drücken

Dateien markieren

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

Hellfeld auf erste Datei bewegen

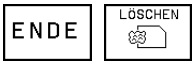
Markierungs-Funktionen anzeigen: Softkey MARKIEREN drücken

Datei markieren: Softkey DATEI MARKIEREN drücken

Hellfeld auf weitere Datei bewegen

Weitere Datei markieren: Softkey DATEI MARKIEREN drücken usw.

Markierte Dateien kopieren: Softkey KOP. MARK. drücken, oder



markierte Dateien löschen: Softkey ENDE drücken, um Markierungs-Funktionen zu verlassen und anschließend Softkey LÖSCHEN drücken, um markierte Dateien zu löschen

Markierungs-Funktionen	Softkey
Einzelne Dateien markieren	DATEI MARKIEREN
Alle Dateien im Verzeichnis markieren	ALLE DATEIEN MARKIEREN
Markierung für einzelne Datei aufheben	MARK. AUFHEBEN
Markierung für alle Dateien aufheben	ALLE MARK. AUFHEBEN
Alle markierten Dateien kopieren	KOP.MARK.

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

Zusätzliche Funktionen

Datei schützen/Dateischutz aufheben

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

▶ Zusätzliche Funktionen wählen: Softkey ZUSÄTZL. FUNKT. drücken

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

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

Verzeichnis inklusive aller Unterverzeichnisse und Dateien löschen

▶ Bewegen Sie das Hellfeld im linken Fenster auf das Verzeichnis, das Sie löschen möchten

▶ Zusätzliche Funktionen wählen: Softkey ZUSÄTZL. FUNKT. drücken

▶ Verzeichnis komplett löschen: Softkey LÖSCHE ALLE drücken

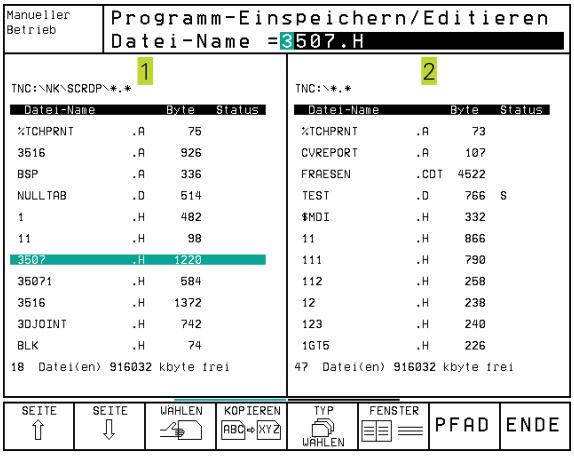
▶ Löschen bestätigen: Softkey JA drücken.
Löschen abbrechen: Softkey NEIN drücken

Datenübertragung zu/von einem externen Datenträger

Bevor Sie Daten zu einem externen Datenträger übertragen können, müssen Sie die Datenschnittstelle einrichten (siehe „Kapitel 13.6 Datenschnittstelle einrichten TNC 426, TNC 430“).

PGM MGT — Datei-Verwaltung aufrufen

FENSTER — Bildschirm-Aufteilung für die Datenübertragung wählen: Softkey FENSTER drücken. Die TNC zeigt in der linken Bildschirmhälfte 1 alle Dateien, die in der TNC gespeichert sind, in der rechten Bildschirmhälfte 2 alle Dateien, die auf dem externen Datenträger gespeichert sind



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

Bewegt das Hellfeld in einem Fenster auf und ab

Bewegt das Hellfeld vom rechten ins linke Fenster und umgekehrt

Wenn Sie von der TNC zum externen Datenträger kopieren wollen, schieben Sie das Hellfeld im linken Fenster auf die zu übertragende Datei.

Wenn Sie vom externen Datenträger in die TNC kopieren wollen, schieben Sie das Hellfeld im rechten Fenster auf die zu übertragende Datei

KOPIEREN — Einzelne Datei übertragen: Softkey KOPIEREN drücken, oder

MARKIEREN — mehrere Dateien übertragen: Softkey MARKIEREN drücken (auf der zweiten Softkey-Leiste, siehe auch Markierungs-Funktionen weiter vorn in diesem Kapitel), oder

TNC EXT — alle Dateien übertragen: Softkey TNC EXT drücken

Mit Softkey AUSFÜHREN oder mit der Taste ENT bestätigen. Die TNC blendet ein Status-Fenster ein, das Sie über den Kopierfortschritt informiert, oder

wenn Sie lange oder mehrere Programme übertragen wollen: Mit Softkey PARALLEL AUSFÜHREN bestätigen. Die TNC kopiert die Datei dann im Hintergrund

Datenübertragung beenden: Hellfeld ins linke Fenster schieben und danach Softkey FENSTER drücken. Die TNC zeigt wieder das Standardfenster für die Datei-Verwaltung

Um bei der doppelten Dateifenster-Darstellung ein anderes Verzeichnis zu wählen, drücken Sie den Softkey PFAD und wählen mit den Pfeiltasten und der Taste ENT das gewünschte Verzeichnis!

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".

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.

Dateien überschreiben

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

- Alle Dateien überschreiben: Softkey JA drücken oder
- Keine Datei überschreiben: Softkey NEIN drücken oder
- Überschreiben jeder einzelnen Datei bestätigen: Softkey BESTÄTIG. drücken

Wenn Sie eine geschütze Datei überschreiben wollen, müssen Sie dies separat bestätigen bzw. abbrechen.

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

Um die Ethernet-Karte an Ihr Netzwerk anzuschließen, beachten Sie Kapitel „13.8 Ethernet-Schnittstelle“!

Fehlermeldungen während des Netzwerk-Betriebs protokolliert die TNC (siehe „13.8 Ethernet-Schnittstelle“).

Wenn die TNC an ein Netzwerk angeschlossen ist, stehen Ihnen bis zu 7 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

PGM MGT

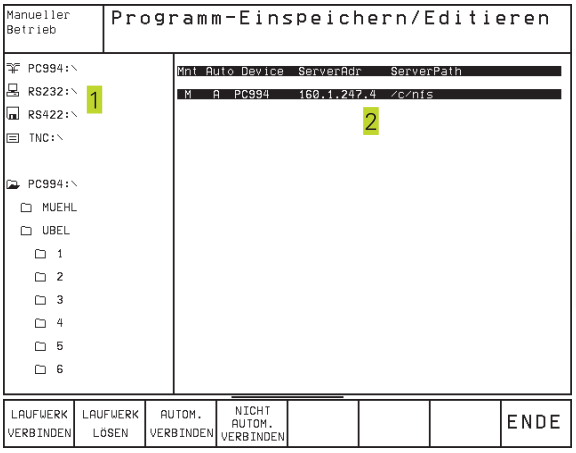
- Datei-Verwaltung wählen: Taste PGM MGT drücken, ggf. mit Softkey FENSTER die Bildschirm-Aufteilung so wählen, wie im Bild rechts oben dargestellt

NETZWERK

- Netzlaufwerke verwalten: Softkey NETZWERK (zweite Softkey-Leiste) 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, die TNC schreibt in die Spalte Mnt ein M, wenn die Verbindung aktiv ist. Sie können bis zu 7 zusätzliche Laufwerke mit der TNC verbinden	LAUFWERK VERBINDEN
Netzwerk-Verbindung beenden	LAUFWERK LÖSEN
Netzwerk-Verbindung beim Einschalten der TNC automatisch herstellen. Die TNC schreibt in die Spalte Auto ein A, wenn die Verbindung automatisch hergestellt wird	AUTOM. VERBINDEN
Netzwerk-Verbindung beim Einschalten der TNC nicht automatisch herstellen	NICHT AUTOM. VERBINDEN

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.



Datei über Netzwerk-Drucker ausdrucken

Wenn Sie einen Netzwerk-Drucker definiert haben (siehe „13.8 Ethernet-Schnittstelle“), können Sie Dateien direkt ausdrucken:

- Datei-Verwaltung aufrufen: Taste PGM MGT drücken
- Bewegen Sie das Hellfeld auf die auszudruckende Datei
- Softkey KOPIEREN drücken
- Softkey DRUCKEN drücken: Wenn Sie nur einen einzigen Drucker definiert haben, gibt die TNC die Datei direkt aus.

  Wenn Sie mehrere Drucker definiert haben, blendet die TNC ein Fenster ein, in dem alle definierten Drucker aufgelistet sind. Wählen Sie im Überblend-Fenster den Drucker mit den Pfeiltasten aus und drücken Sie die Taste ENT

4.5 Datei-Verwaltung TNC 410

Dateien in der TNC 410	Typ
Programme	
im HEIDENHAIN-Klartext-Dialog	.H
nach DIN/ISO	.I
Tabellen für	
Werkzeuge	.T
Werkzeug-Plätze	.TCH
Nullpunkte	.D
Punkte	.PNT

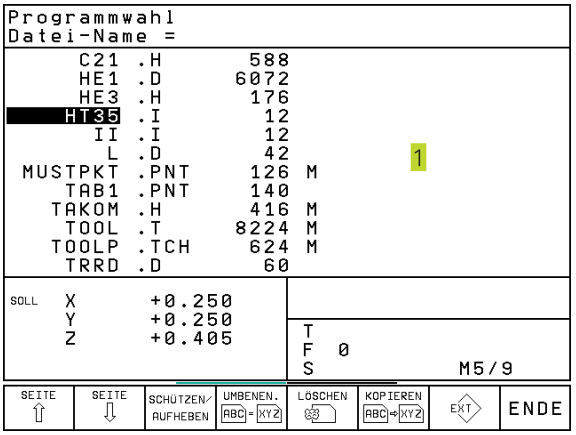
Dieser Abschnitt informiert Sie über die Bedeutung der einzelnen Bildschirm-Informationen und wie Sie Dateien und Verzeichnisse auswählen können. Wenn Sie mit der Datei-Verwaltung der TNC 410 noch nicht vertraut sind, lesen Sie diesen Abschnitt vollständig durch und testen die einzelnen Funktionen an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

Datei-Verwaltung aufrufen

PGM MGT

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

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



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

Anzeige langer Datei-Übersichten	Softkey
Datei-Übersicht seitenweise nach oben durchblättern	SEITE ⇧
Datei-Übersicht seitenweise nach unten durchblättern	SEITE ⇩

Datei wählen

PGM MGT — Datei-Verwaltung aufrufen

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

↑ ↓ — Bewegt das Hellfeld im Fenster auf und ab

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

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

Datei kopieren

- Bewegen Sie das Hellfeld auf die Datei, die kopiert werden soll
- KOPIEREN (ABC ⇒ XYZ) — Softkey KOPIEREN drücken: Kopierfunktion wählen
- Namen der Ziel-Datei eingeben und mit Taste ENT übernehmen: Die TNC kopiert die Datei. Die ursprüngliche Datei bleibt erhalten.

Datei umbenennen

- Bewegen Sie das Hellfeld auf die Datei, die Sie umbenennen möchten
- UMBENEN. (ABC = XYZ) — Funktion zum Umbenennen wählen
- Neuen Datei-Namen eingeben; der Datei-Typ kann nicht geändert werden
- Umbenennen ausführen: Taste ENT drücken

Datei löschen

- Bewegen Sie das Hellfeld auf die Datei, die Sie löschen möchten
- LÖSCHEN — Löschfunktion wählen: Softkey LÖSCHEN drücken. Die TNC fragt, ob die Datei tatsächlich gelöscht werden soll.
- Löschen bestätigen: Softkey JA drücken. Brechen Sie mit Softkey NEIN ab, wenn Sie die Datei nicht löschen möchten

Datei schützen/Dateischutz aufheben

- Bewegen Sie das Hellfeld auf die Datei, die Sie schützen möchten
- SCHÜTZEN/ AUFHEBEN — Datei-Schutz aktivieren: Softkey SCHÜTZEN/AUFHEBEN drücken Die Datei erhält Status P

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

Dateien einlesen/Dateien ausgeben

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

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

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

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

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

Angebotene Datei einlesen

▶ Alle Dateien eines bestimmten Datei-Typs anbieten

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

Eine bestimmte Datei einlesen

▶ Datei-Name eingeben, mit der Taste ENT bestätigen

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

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

Eine bestimmte Datei ausgeben

▶ Funktion einzelne Datei ausgeben wählen

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

▶ Funktion einzelne Datei ausgeben beenden: Taste END drücken

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

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

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

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

4.6 Programme eröffnen und eingeben

Aufbau eines NC-Programms im DIN/ISO-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 automatisch, wenn Sie im MP7220 eine Satz-Nummern-Schrittweite festgelegt haben (siehe „14.1 Allgemeine Anwender-Parameter“)

Der erste Satz eines Programms ist mit „%“, dem Programm-Namen und der gültigen Maßeinheit G70/G71 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 beginnt mit N999 999 und ist mit „%“, dem Programm-Namen und der gültigen Maßeinheit gekennzeichnet.

Satz:

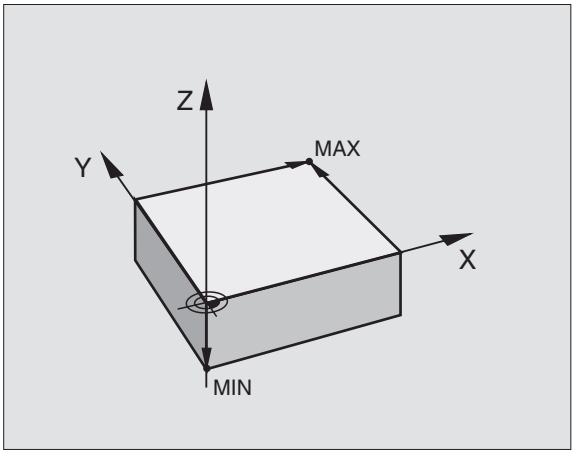
```
N100  G00  G40 X+10 Y+5 M3
```

Satz-Nummer — Bahnfunktion — Wörter

Rohteil definieren: G30/G31

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 (TNC 410: 30 000 mm) lang sein und liegen parallel zu den Achsen X, Y und Z. Das Verhältnis der Seitenlängen muß kleiner als 200:1 sein. Das Rohteil ist durch zwei seiner Eckpunkte festgelegt:

- MIN-Punkt G30: kleinste X-, Y- und Z-Koordinate des Quaders; Absolut-Werte eingeben
- MAX-Punkt G31: 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!

Neues Bearbeitungs-Programm eröffnen TNC 426, TNC 430

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.I
```

NEU ENT

Neuen Programm-Namen eingeben, mit Taste ENT bestätigen

Maßeinheit wählen: Softkey MM oder INCH drücken. Die TNC wechselt ins Programm-Fenster

Neues Bearbeitungs-Programm eröffnen TNC 410

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

Beispiel für eine Programm-Eröffnung

Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren wählen

Datei-Verwaltung aufrufen: Taste PGM MGT drücken

```
Datei-Name =
```

NEU ENT

Neuen Programm-Namen eingeben

Datei-Typ wählen, z.B. DIN/ISO-Programm: Softkey .I drücken

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

ENT

Mit Taste ENT bestätigen

Rohteil-Definition

G 30	MIN-Punkt definieren
G 17	Spindelachse (hier Z) definieren
X 0	Nacheinander X-, Y- und Z-Koordinaten des MIN-Punkts eingeben
Y 0	
Z -40	
END	Satz beenden: Taste END drücken
G 31	MAX-Punkt definieren
G 90	Absolut- Inkrementaleingabe definieren
X 100	Nacheinander X-, Y- und Z-Koordinaten des MAX-Punkts eingeben
Y 100	
Z 0	
END	Satz beenden: Taste END drücken

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

`%NEU G71 *`	Programm-Anfang, Name, Maßeinheit
`N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-40 *`	Spindelachse, MIN-Punkt-Koordinaten
`N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *`	MAX-Punkt-Koordinaten
`N999999 %NEU G71 *`	Programm-Ende, Name, Maßeinheit

Die TNC erzeugt den ersten und letzten Satz des Programms automatisch.

Werkzeug-Bewegungen programmieren

Um einen Satz zu programmieren, wählen Sie eine DIN/ISO-Funktionstaste auf der Alpha-Tastatur. Bei der TNC 410 können Sie auch die grauen Bahnfunktionstasten benutzen, um den entsprechenden G-Code zu erhalten.

Beispiel für einen Positioniersatz

G **1**	Satz eröffnen
G **40**	„Keine Radiuskorrektur" eingeben
X **10**	Zielkoordinate für X-Achse eingeben
Y **5**	Zielkoordinate für Y-Achse eingeben
F **100**	Vorschub für diese Bahnbewegung 100 mm/min
M **3** END	Zusatzfunktion M3 „Spindel ein", mit Taste END beenden Sie den Satz

Das Programmfenster zeigt die Zeile:

```
N30 G01 G40 X+10 Y+5 F100 M3 *
```

Programm editieren TNC 426, TNC 430

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

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.

Gleiche Wörter in verschiedenen Sätzen suchen

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

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

Satz oder Wort wählen	Softkeys/Tasten
Von Satz zu Satz springen	↓ ↑
Einzelne Wörter im Satz wählen	← →

Sätze und Wörter löschen	Taste
Wert eines gewählten Wortes auf Null setzen	CE
Falschen Wert löschen	CE
Fehlermeldung (nicht blinkend) löschen	CE
Gewähltes Wort löschen	NO ENT
Gewählten Satz löschen	DEL □
Zyklen und Programmteile löschen: Letzten Satz des zu löschenden Zyklus oder Programmteils wählen und mit Taste DEL löschen	DEL □

Programmteile markieren, kopieren, löschen und einfügen
Um Programmteile innerhalb eines NC-Programms, bzw. in ein anderes NC-Programm zu kopieren, stellt die TNC die in der Tabelle rechts aufgeführten Funktionen zur Verfügung.

Um Programmteile zu kopieren gehen Sie wie folgt vor:

- Softkeyleiste mit Markierungsfunktionen wählen
- Ersten (letzten) Satz des zu kopierenden Programmteils wählen
- Ersten (letzten) Satz markieren: Softkey BLOCK MARKIEREN drücken. Die TNC hinterlegt die erste Stelle der Satznummer mit einem Hellfeld und blendet den Softkey MARKIEREN AUFHEBEN ein
- Bewegen Sie das Hellfeld auf den letzten (ersten) Satz des Programmteils den Sie kopieren oder löschen wollen. Die TNC stellt alle markierten Sätze in einer anderen Farbe dar. Sie können die Markierungsfunktion jederzeit beenden, indem Sie den Softkey MARKIEREN ABBRECHEN drücken
- Markiertes Programmteil kopieren: Softkey BLOCK KOPIEREN drücken, markiertes Programmteil löschen: Softkey BLOCK LÖSCHEN drücken. Die TNC speichert den markierten Block
- Wählen Sie mit den Pfeiltasten den Satz, hinter dem Sie das kopierte (gelöschte) Programmteil einfügen wollen

Um das kopierte Programmteil in einem anderen Programm einzufügen, wählen Sie das entsprechende Programm über die Datei-Verwaltung und markieren dort den Satz, hinter dem Sie einfügen wollen.

- Gespeichertes Programmteil einfügen: Softkey BLOCK EINFÜGEN drücken

Satznummern-Schrittweite neu erzeugen
Wenn Sie Programmteile gelöscht, verschoben oder hinzugefügt haben, führt die TNC durch die Funktion ORDER N eine neue Satznummerierung durch.

- Satznummerierung neu erzeugen: Softkey ORDER N drücken. Die TNC zeigt den Dialog Satznummer-Schritt =
- Geben Sie die gewünschte Satznummern-Schrittweite ein, der voreingestellte Wert aus MP7220 wird überschrieben
- Sätze nummerieren: Taste ENT drücken
- Änderung verwerfen: Taste END oder Softkey ENDE drücken

Funktion	Softkey
Markierungsfunktion einschalten	BLOCK MARKIEREN
Markierungsfunktion ausschalten	MARKIEREN ABBRECHEN
Markierten Block löschen	BLOCK LÖSCHEN
Im Speicher befindlichen Block einfügen	BLOCK EINFÜGEN
Markierten Block kopieren	BLOCK KOPIEREN

Programmzeilen editieren TNC 410

Während Sie ein Bearbeitungs-Programm erstellen oder verändern, können Sie mit den Pfeil-Tasten jede Zeile im Programm und einzelne Wörter eines Satzes wählen: Siehe Tabelle rechts. Wenn Sie einen neuen Satz eingeben, kennzeichnet die TNC diesen Satz mit einem * solange der Satz noch nicht gespeichert ist.

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 und speichern: Taste END drücken
- Änderung verwerfen: Taste DEL drücken

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

Gleiche Wörter in verschiedenen Sätzen suchen

→	Ein Wort in einem Satz wählen: Pfeil-Tasten so oft drücken, bis gewünschtes Wort markiert ist
↓ ↑	Satz mit Pfeiltasten wählen

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

Beliebigen Text finden

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

Zuletzt editierten (gelöschten) Satz an beliebiger Stelle einfügen

- Wählen Sie den Satz, hinter den Sie den zuletzt editierten (gelöschten) Satz einfügen wollen und drücken Sie den Softkey NC-SATZ EINFÜGEN

Satzanzeige

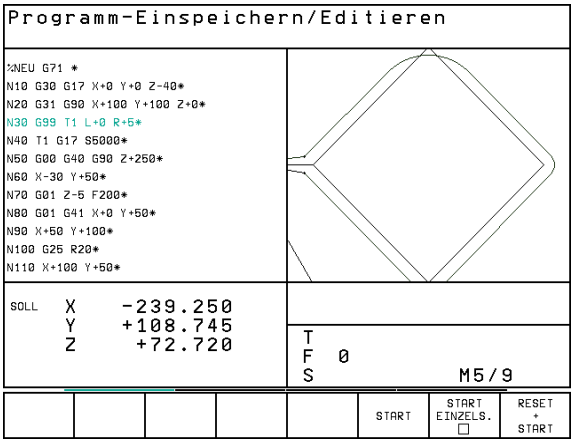
Wenn ein Satz so lang ist, daß die TNC ihn nicht mehr in einer Programmzeile anzeigen kann – z.B. bei Bearbeitungszyklen –, wird der Satz mit „>>“ am rechten Bildschirmrand markiert.

Funktionen	Softkeys/Tasten
Seite nach oben blättern	SEITE ⇧
Seite nach unten blättern	SEITE ⇩
Sprung zum Programm-Anfang	ANFANG ⇧
Sprung zum Programm-Ende	ENDE ⇩
Von Satz zu Satz springen	↓ ↑
Einzelne Wörter im Satz wählen	← →
Beliebige Zeichenfolge suchen	SUCHEN

Sätze und Wörter löschen	Taste
Wert eines gewählten Wortes auf Null setzen	CE
Falschen Wert löschen	CE
Fehlermeldung (nicht blinkend) löschen	CE
Gewähltes Wort löschen	NO ENT
Im Satz: Letzten gespeicherten Zustand wieder herstellen	DEL □
Gewählten Satz (Zyklus) löschen	DEL □
Programmteile löschen: Letzten Satz des zu löschenden Programmteils wählen und mit Taste DEL löschen	DEL □

4.7 Programmier-Grafik (nicht TNC 426, TNC 430)

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 PROGRAMM + GRAFIK drücken

AUTOM. ZEICHNEN AUS/EIN

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

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

AUTOM. ZEICHNENN EIN zeichnet keine Programmteil-Wiederholungen mit.

Programmier-Grafik für bestehendes Programm erstellen

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

RESET + START

- Grafik erstellen: Softkey RESET + START drücken

Weitere Funktionen sieheTabelle rechts.

Grafik löschen

▷

- Softkey-Leiste umschalten: Siehe Bild rechts

GRAFIK LÖSCHEN

- Grafik löschen: Softkey GRAFIK LÖSCHEN drücken

Ausschnittsvergrößerung oder -verkleinerung

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

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

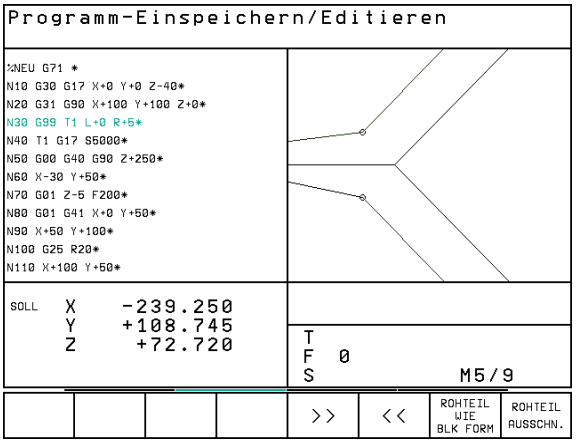
Funktion	Softkey
Rahmen verkleinern – zum Verkleinern Softkey gedrückt halten	<<
Rahmen vergrößern – zum Vergrößern Softkey gedrückt halten	>>

ROHTEIL AUSSCHN.

- Mit Softkey ROHTEIL AUSSCHN. ausgewählten Bereich übernehmen

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

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



4.8 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 (nicht TNC 410)

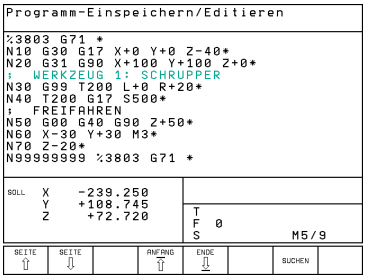
- Daten für einen Programm-Satz eingeben, dann „;“ (Semikolon) auf der Alpha-Tastatur drücken – die TNC zeigt die Frage Kommentar ?
- Kommentar eingeben und den Satz mit der Taste END abschließen

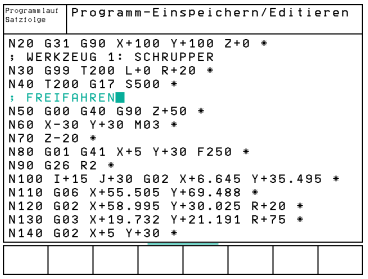
2. Kommentar nachträglich einfügen (nicht TNC 410)

- Den Satz wählen, an den Sie den Kommentar anfügen wollen
- Mit der Pfeil-nach-rechts- oder Pfeil-nach links-Taste in den Satz cursorn, Taste „;“ (Semikolon) auf der Alpha-Tastatur drücken: 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





4.9 Text-Dateien erstellen (nicht TNC 410)

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

- Erfahrungswerte festhalten
- Arbeitsabläufe dokumentieren
- Formelsammlungen 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 TYP WÄHLEN und Softkey ANZEIGEN .A drücken
- ▶ Datei wählen und mit Softkey WÄHLEN 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.

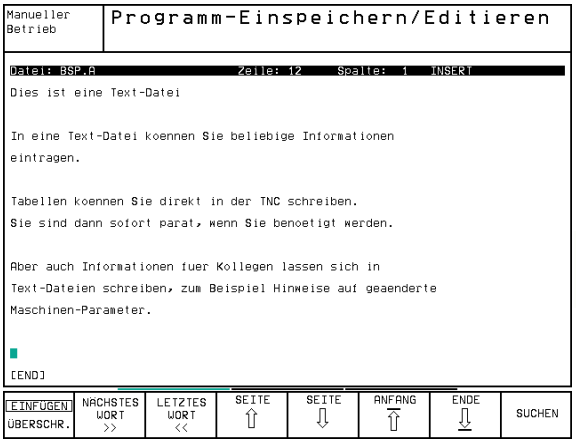
Texte editieren

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) oder ENT umbrochen.



Cursor-Bewegungen	Softkey
Cursor ein Wort nach rechts	NÄCHSTES WORT >>
Cursor ein Wort nach links	LETZTES WORT <<
Cursor auf die nächste Bildschirmseite	SEITE
Cursor auf die vorherige Bildschirmseite	SEITE
Cursor zum Datei-Anfang	ANFANG
Cursor zum Datei-Ende	ENDE

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 WORT LÖSCHEN bzw. ZEILE LÖSCHEN drücken: Der Text wird entfernt und zwischengespeichert
- Cursor auf Position bewegen, an der der Text eingefügt werden soll und Softkey ZEILE/WORT EINFÜGEN drücken

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

BLOCK MARKIEREN

- Softkey BLOCK MARKIEREN 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

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

Funktion	Softkey
Markierten Block löschen und zwischenspeichern	BLOCK LÖSCHEN
Markierten Block zwischenspeichern, ohne zu löschen (kopieren)	BLOCK KOPIEREN

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

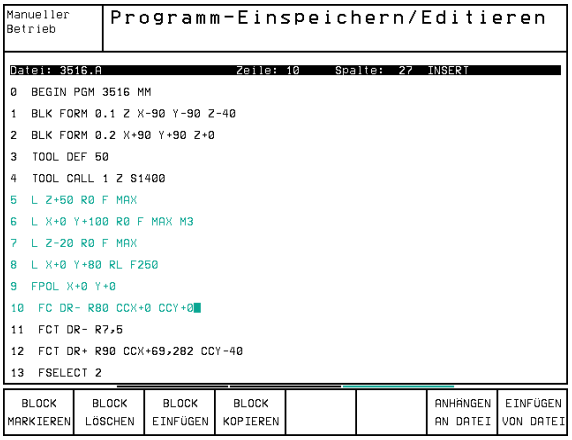
- Cursor auf die Position bewegen, an der Sie den zwischengespeicherten Textblock einfügen wollen

BLOCK EINFÜGEN

- Softkey BLOCK EINFÜGEN drücken: Text wird eingefügt

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

Lösch-Funktionen	Softkey
Zeile löschen und zwischenspeichern	ZEILE LÖSCHEN
Wort löschen und zwischenspeichern	WORT LÖSCHEN
Zeichen löschen und zwischenspeichern	ZEICHEN LÖSCHEN
Zeile oder Wort nach Löschen wieder einfügen	ZEILE / WORT EINFÜGEN



Markierten Block in andere Datei übertragen

▶ Den Textblock wie bereits beschrieben markieren

ANHÄNGEN AN DATEI

▶ Softkey ANHÄNGEN AN DATEI 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

EINFÜGEN VON DATEI

▶ Softkey EINFÜGEN VON DATEI 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 SUCHEN drücken

▶ Softkey AKTUELLES WORT SUCHEN drücken

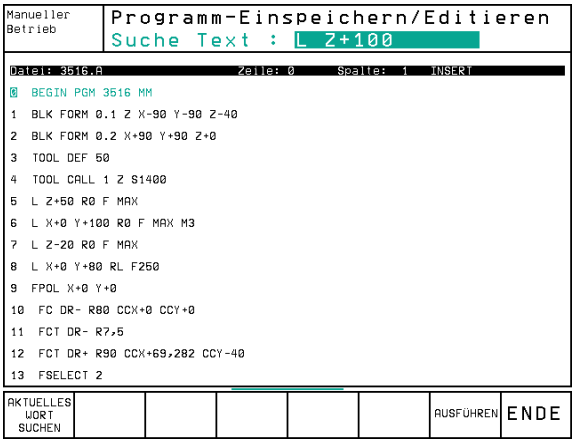
2. Beliebigen Text finden

▶ Suchfunktion wählen: Softkey SUCHEN drücken
Die TNC zeigt den Dialog Suche Text :

▶ Gesuchten Text eingeben

▶ Text suchen: Softkey AUSFÜHREN drücken

Die Suchfunktion verlassen Sie mit dem Softkey ENDE.



4.10 Der Taschenrechner (nicht TNC 410)

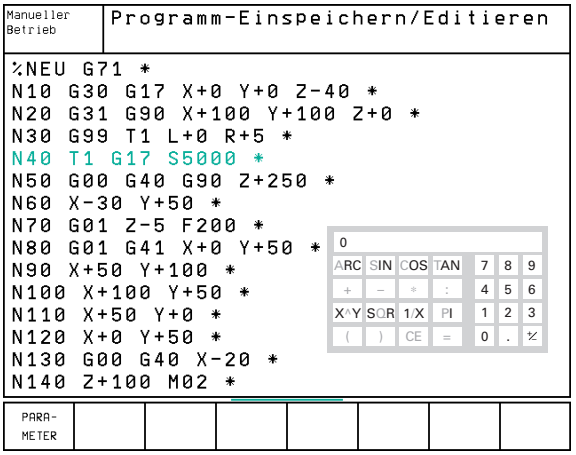
Die TNC verfügt über einen Taschenrechner mit den wichtigsten mathematischen Funktionen.

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.



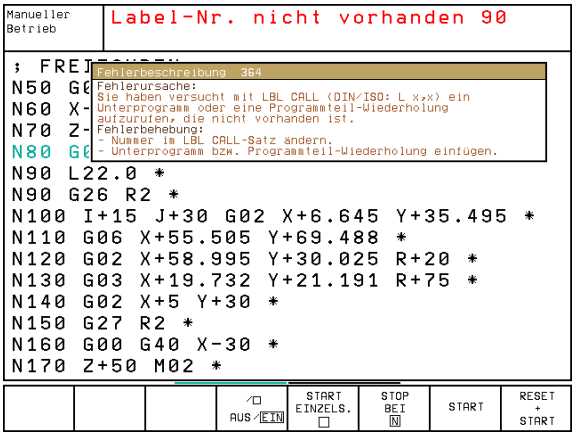
4.11 Direkte Hilfe bei NC-Fehlermeldungen (nicht TNC 410)

Fehlermeldungen zeigt die TNC automatisch unter anderem bei

- falschen Eingaben
- logischen Fehlern im Programm
- nicht ausführbaren Konturelementen
- unvorschriftsmäßigen Tastsystem-Einsätzen

Eine Fehlermeldung, die die Nummer eines Programmsatzes enthält, wurde durch diesen Satz oder einen vorhergegangenen verursacht. TNC-Meldetexte löschen Sie mit der Taste CE , nachdem Sie die Fehlerursache beseitigt haben.

Um nähere Informationen zu einer anstehenden Fehlermeldung zu erhalten, drücken Sie die Taste HELP. Die TNC blendet dann ein Fenster ein, in dem die Fehlerursache und die Fehlerbehebung beschrieben sind.



Hilfe anzeigen
Bei anstehender Fehlermeldung in der Kopfzeile des Bildschirms:

HELP

- Hilfe anzeigen: Taste HELP drücken
- Fehlerbeschreibung und die Möglichkeiten zur Fehlerbeseitigung durchlesen. Mit der Taste CE schließen Sie das Hilfe-Fenster und quittieren gleichzeitig die anstehende Fehlermeldung
- Fehler gemäß der Beschreibung im Hilfe-Fenster beseitigen

Bei blinkenden Fehlermeldungen zeigt die TNC den Hilfetext automatisch an. Nach blinkenden Fehlermeldungen müssen Sie die TNC neu starten, indem Sie die Taste END 2 Sekunden gedrückt halten.

4.12 Hilfe-Funktion (nicht TNC 426, TNC 430)

In der Hilfe-Funktion der TNC ist die jeweilige Bedeutung jeder einzelnen DIN/ISO-Funktionen zusammengefaßt. Über Softkey wählen Sie ein Thema aus.

Hilfe-Funktion wählen

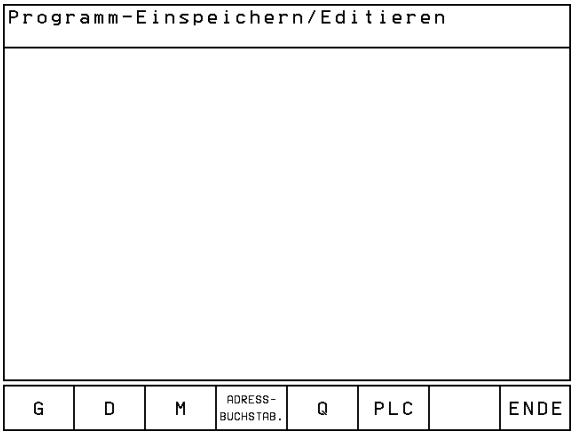
HELP

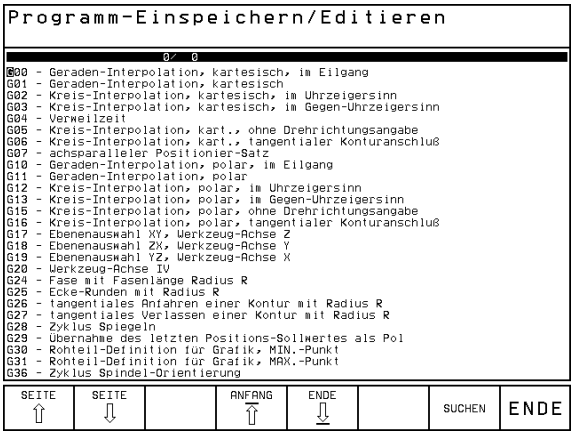
▶ Taste HELP drücken

▶ Thema wählen: Drücken Sie einen der angebotenen Softkeys

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

Hilfe-Funktion beenden
Drücken Sie den Softkey ENDE zweimal.





4.13 Paletten-Verwaltung (nicht TNC 410)

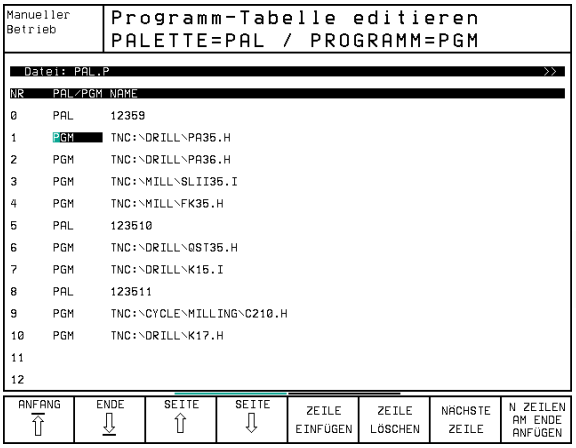
Die Paletten-Verwaltung ist eine maschinenabhängige Funktion. Im folgenden wird der Standard-Funktionsumfang beschrieben. Beachten Sie zusätzlich Ihr Maschinenhandbuch.

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

Sie können Paletten-Tabellen auch verwenden, um verschiedene Programme mit unterschiedlichen Bezugspunkten hintereinander abzuarbeiten.

Paletten-Tabellen enthalten folgende Angaben:

- PAL/PGM (Eintrag zwingend erforderlich): Kennung Palette oder NC-Programm (mit Taste ENT bzw. NO ENT wählen)
- NAME (Eintrag zwingend erforderlich): Paletten-, bzw. Programm-Name. Die Paletten-Namen legt der Maschinenhersteller fest (Maschinenhandbuch beachten). Programm-Namen müssen im selben Verzeichnis gespeichert sein wie die Paletten-Tabelle, ansonsten müssen Sie den vollständigen Pfadnamen des Programms eingeben
- DATUM (Eintrag wahlweise): Name der Nullpunkt-Tabelle. Nullpunkt-Tabellen müssen im selben Verzeichnis gespeichert sein wie die Paletten-Tabelle, ansonsten müssen Sie den vollständigen Pfadnamen der Nullpunkt-Tabelle eingeben. Nullpunkte aus der Nullpunkt-Tabelle aktivieren Sie im NC-Programm mit dem Zyklus 7 NULLPUNKT-VERSCHIEBUNG
- X, Y, Z (Eintrag wahlweise, weitere Achsen möglich): Bei Paletten-Namen beziehen sich die programmierten Koordinaten auf den Maschinen-Nullpunkt. Bei NC-Programmen beziehen sich die programmierten Koordinaten auf den Paletten-Nullpunkt. Diese Einträge überschreiben den Bezugspunkt, den Sie zuletzt in der Betriebsart Manuell gesetzt haben. Mit der Zusatz-Funktion M104 können Sie den letzten gesetzten Bezugspunkt wieder aktivieren. Mit der Taste „Ist-Position übernehmen“, blendet die TNC ein Fenster ein, mit dem Sie verschiedene Punkte von der TNC als Bezugspunkt eintragen lassen können (siehe nächste Seite):



Funktion	Softkey
Tabellen-Anfang wählen	ANFANG
Tabellen-Ende wählen	ENDE
Vorherige Tabellen-Seite wählen	SEITE
Nächste Tabellen-Seite wählen	SEITE
Zeile am Tabellen-Ende einfügen	ZEILE EINFÜGEN
Zeile am Tabellen-Ende löschen	ZEILE LÖSCHEN
Anfang der nächsten Zeile wählen	NÄCHSTE ZEILE
Eingebbare Anzahl von Zeilen am Tabellenende anfügen	N ZEILEN AM ENDE ANFÜGEN
Hell hinterlegtes Feld kopieren (2. Softkey-Leiste)	AKTUELLEN WERT KOPIEREN
Kopiertes Feld einfügen (2. Softkey-Leiste)	KOPIERTEN WERT EINFÜGEN

Position	Bedeutung
Istwerte	Koordinaten der aktuellen Werkzeug-Position bezogen auf das aktive Koordinaten-System eintragen
Referenzwerte	Koordinaten der aktuellen Werkzeug-Position bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt eintragen
Meßwerte IST	Koordinaten bezogen auf das aktive Koordinaten-System des zuletzt in der Betriebsart Manuell angetasteten Bezugspunkts eintragen
Meßwerte REF	Koordinaten bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt des zuletzt in der Betriebsart Manuell angetasteten Bezugspunkts eintragen

Mit den Pfeiltasten und der Taste ENT wählen Sie die Position die Sie übernehmen wollen. Anschließend wählen Sie mit dem Softkey ALLE WERTE, daß die TNC die jeweiligen Koordinaten aller aktiven Achsen in die Paletten-Tabelle speichert. Mit dem Softkey AKTUELLEN WERT speichert die TNC die Koordinate der Achse, auf der das Hellfeld in der Paletten-Tabelle gerade steht.

Wenn Sie vor einem NC-Programm keine Palette definiert haben, beziehen sich die programmierten Koordinaten auf den Maschinen-Nullpunkt.

Paletten-Tabelle wählen

- In der Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren Datei-Verwaltung wählen: Taste PGM MGT drücken
- Dateien vom Typ .P anzeigen: Softkeys TYP WÄHLEN und ANZEIGEN .P drücken
- Paletten-Tabelle mit Pfeil-Tasten wählen oder Namen für eine neue Tabelle eingeben
- Auswahl mit Taste ENT bestätigen.

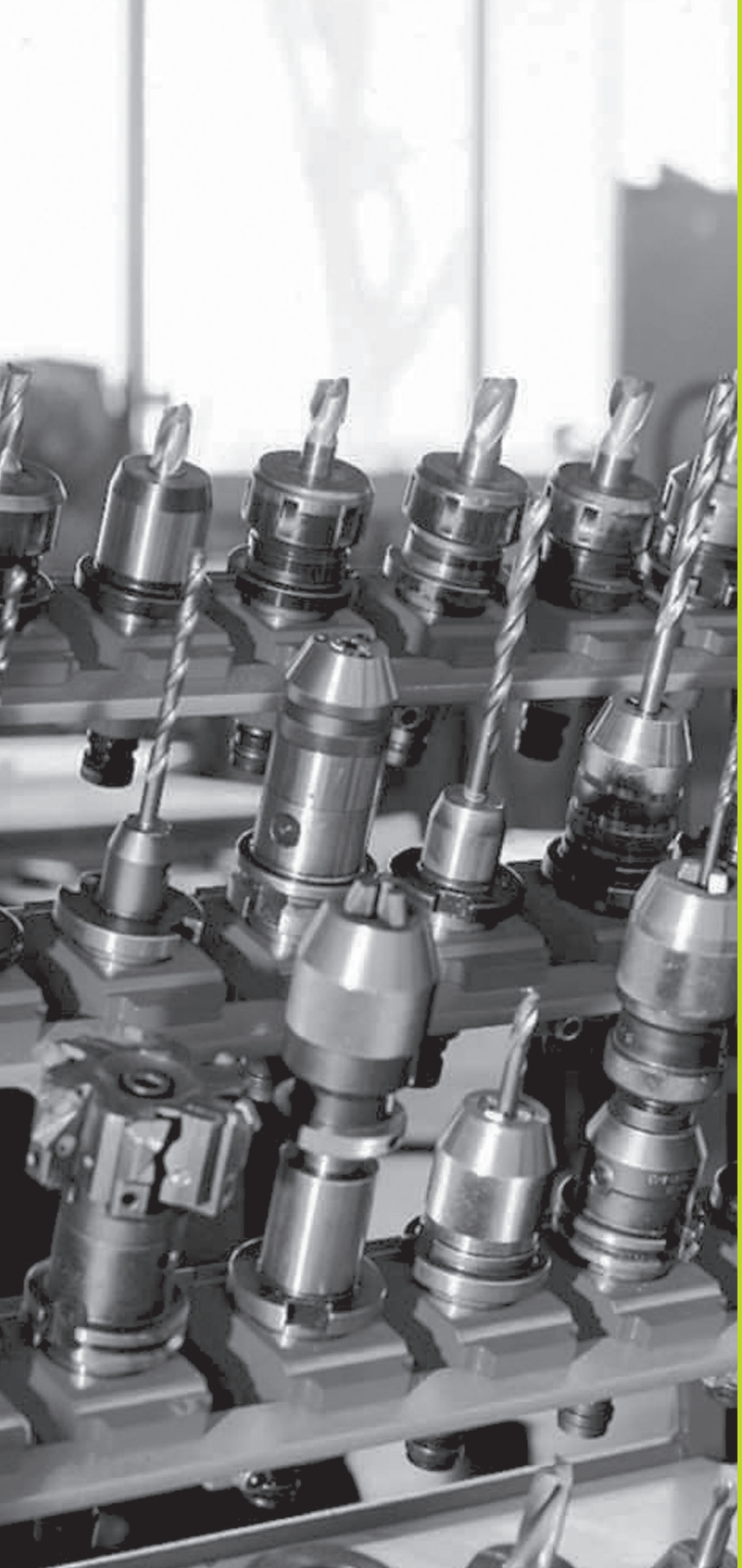
Paletten-Datei verlassen

- Datei-Verwaltung wählen: Taste PGM MGT drücken
- Anderen Datei-Typ wählen: Softkey TYP WÄHLEN und Softkey für den gewünschten Datei-Typ drücken, z.B. ANZEIGEN .H
- Gewünschte Datei wählen

Paletten-Datei abarbeiten

Im Maschinen-Parameter 7683 legen Sie fest, ob die Paletten-Tabelle satzweise oder kontinuierlich abgearbeitet wird (siehe „14.1 Allgemeine Anwender-Parameter“).

- In der Betriebsart Programmlauf Satzfolge oder Programmlauf Einzelsatz Datei-Verwaltung wählen: Taste PGM MGT drücken
- Dateien vom Typ .P anzeigen: Softkeys TYP WÄHLEN und ANZEIGEN .P drücken
- Paletten-Tabelle mit Pfeil-Tasten wählen, mit Taste ENT bestätigen
- Paletten-Tabelle abarbeiten: Taste NC-Start drücken, die TNC arbeitet die Paletten ab wie im Maschinen-Parameter 7683 festgelegt

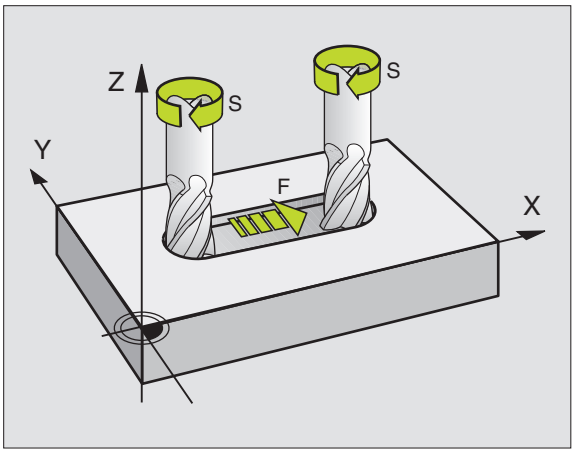


5

Programmieren:

Werkzeuge

5.1 Werkzeugbezogene Eingaben



Vorschub F

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

Eingabe
Den Vorschub können Sie in jedem Positioniersatz eingeben oder in einem separaten Satz. Drücken Sie dazu die Taste F auf der Alpha-Tastatur.

Eilgang
Für den Eilgang geben Sie G00 ein.

Wirkungsdauer
Der mit einem Zahlenwert programmierte Vorschub gilt bis zu dem Satz, in dem ein neuer Vorschub programmiert wird. Ist der neue Vorschub G00 (Eilgang), gilt nach dem nächsten Satz mit G01 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 beliebigen Satz ein (z. B. beim Werkzeug-Aufruf).

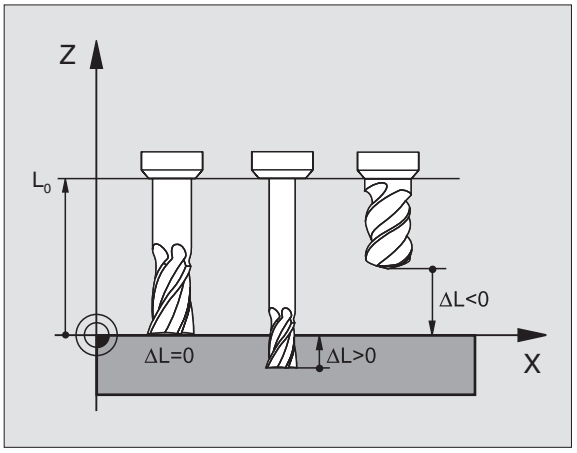
Programmierte Änderung
Im Bearbeitungs-Programm können Sie die Spindeldrehzahl mit einem S-Satz ändern:

S

- Spindeldrehzahl programmieren: Taste S auf der Alpha-Tastatur drücken
- 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 G99 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 höhere Nummern verwenden (nicht TNC 410) und zusätzlich Werkzeug-Namen (nicht TNC 410) 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“ (TNC 426, TNC 430), bzw mit Softkey AKT. POS. Z (TNC 410) in den G99-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 G99 ein.

Werkzeug-Radius R

Den Werkzeug-Radius R geben Sie direkt ein.

Delta-Werte für Längen und Radien

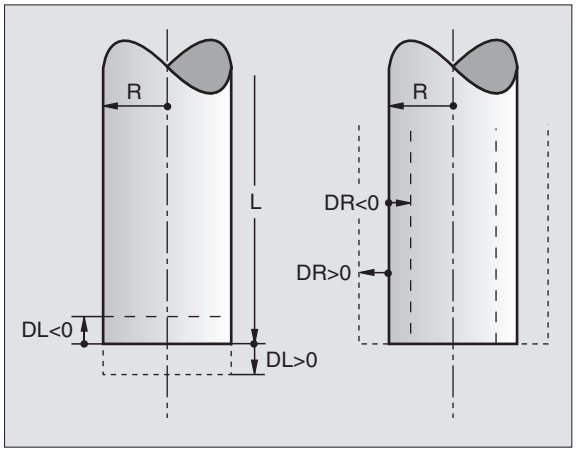
Delta-Werte bezeichnen Abweichungen für die Länge und den Radius von Werkzeugen.

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 T 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 T-Satz können Sie den Wert auch mit einem Q-Parameter übergeben.

Eingabebereich: Delta-Werte dürfen maximal ± 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 G99-Satz fest:

G 99

- Werkzeug-Definition wählen. Mit Taste ENT bestätigen.
- 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 direkt in das Dialogfeld einfügen.

TNC 426, TNC 30:

Taste „Ist-Position-übernehmen“ drücken. Achten Sie darauf, daß dabei die Werzeugachse in der Status-Anzeige markiert ist.

TNC 410:

Softkey AKT. POS. Z drücken.

Beispiel NC-Satz

```
N40 G99 T5 L+10 R+5 *
```

Werkzeug-Daten in die Tabelle eingeben

In einer Werkzeug-Tabelle können Sie bis zu 32767 Werkzeuge definieren (TNC 410: 254) und deren Werkzeug-Daten speichern. Die Anzahl der Werkzeuge, die die TNC beim Öffnen einer neuen Tabelle anlegt, definieren Sie mit dem Maschinen-Parameter 7260. Beachten Sie auch die Editier-Funktionen weiter unten in diesem Kapitel. Zusätzlich gilt für die TNC 426, TNC 430 mit der NC-Software-Nummer 280 474-xx: Um zu einem Werkzeug mehrere Korrekturdaten eingeben zu können (Werkzeug-Nummer indizieren), setzen Sie den Maschinen-Parameter 7262 ungleich 0.

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 (nur Klartext-Dialog)

Werkzeug-Tabelle: Eingabemöglichkeiten

Abk.	Eingaben	Dialog	Spaltenbreite
T	Nummer, mit der das Werkzeug im Programm aufgerufen wird	–	
NAME	Name, mit dem das Werkzeug im Programm aufgerufen wird	Werkzeug-Name?	
L	Korrekturwert für die Werkzeug-Länge	Werkzeug-Länge?	
R	Korrekturwert für den Werkzeug-Radius R	Werkzeug-Radius?	
R2	Werkzeug-Radius R2 für Ecken-Radiusfräser (nur für dreidimensionale Radiuskorrektur oder grafische Darstellung der Bearbeitung mit Radiusfräser, nicht TNC 410)	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 (nicht TNC 410)	Aufmaß Werkzeug-Radius2?	
LCUTS	Schneidenlänge des Werkzeugs für Zyklus G122	Schneidenlänge in der Wkz-Achse?	
ANGLE	Maximaler Eintauchwinkel des Werkzeug bei pendelnder Eintauchbewegung für Zyklen G122 und G208	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)	Max. Standzeit bei TOOL CALL?	
CUR.TIME	Aktuelle Standzeit des Werkzeugs in Minuten: Die TNC zählt die aktuelle Standzeit (**CUR.TIME**: für **CUR**rent **TIME** = engl. aktuelle/laufende Zeit) selbsttätig hoch. Für benutzte Werkzeuge können Sie eine Vorgabe eingeben	Aktuelle Standzeit?	

Fortsetzung: siehe nächste Seite

Abk.	Eingaben	Dialog	Spaltenbreite
DOC	Kommentar zum Werkzeug (maximal 16 Zeichen)	Werkzeug-Kommentar?	
PLC	Information zu diesem **Werkzeug,** die an die PLC übertragen werden soll	PLC-Status?	
Nur TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx			
PLC-VAL	Wert zu diesem Werkzeug, der an die PLC übertragen werden soll	PLC-Wert?	

Werkzeug-Tabelle: Notwendige Werkzeug-Daten bei automatischer Werkzeug-Vermessung (nur Klartext-Dialog)

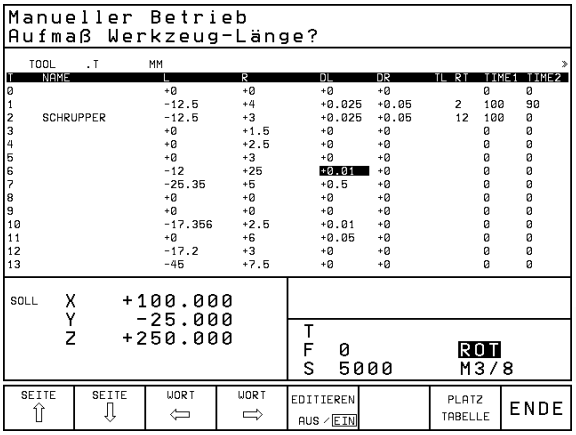
Abk.	Eingaben	Dialog
CUT.	Anzahl der Werkzeug-Schneiden (max. 20 Schneiden)	Anzahl der Schneiden?
LTOL	Zulässige Abweichung von der Werkzeug-Länge L für Verschleiß-Erkennung. Wird der eingegebene Wert überschritten, sperrt die TNC das Werkzeug (Status L). Eingabebereich: 0 bis 0,9999 mm	Verschleiß-Toleranz: 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 (M03 = –)?
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 „14.1 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 Programmlauf gültige Werkzeug-Tabelle hat den Datei-Namen 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 Datei-Namen mit der Endung .T.

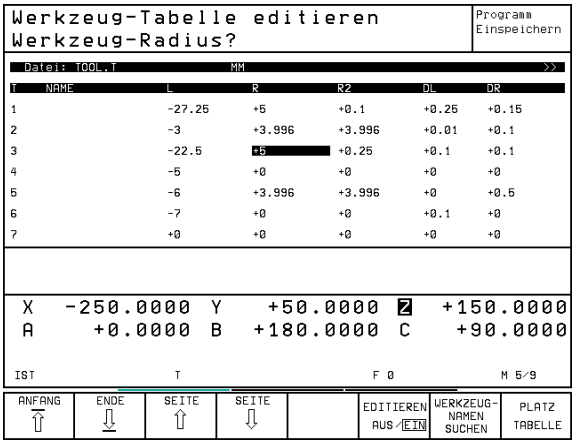
Werkzeug-Tabelle TOOL.T öffnen:

- Beliebige Maschinen-Betriebsart wählen
- WERKZEUG TABELLE → Werkzeug-Tabelle wählen: Softkey WERKZEUG TABELLE drücken
- EDITIEREN AUS/EIN → Softkey EDITIEREN auf „EIN“ setzen



Beliebige andere Werkzeug-Tabelle öffnen:

- Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren wählen
- PGM MGT
  - Datei-Verwaltung aufrufen
  - Wahl der Datei-Typen anzeigen: Softkey TYPE WÄHLEN drücken
  - Dateien vom Typ .T anzeigen: Softkey ZEIGE .T drücken
  - Wählen Sie eine Datei oder geben einen neuen Dateinamen ein. Bestätigen Sie mit der Taste ENT oder mit dem Softkey WÄHLEN



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

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

Werkzeug-Tabelle verlassen:

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

Editierfunktionen Wkz.-Tabellen TNC 426, TNC 430	Softkey
Tabellen-Anfang wählen	ANFANG ⇧
Tabellen-Ende wählen	ENDE ⇩
Vorherige Tabellen-Seite wählen	SEITE ⇧
Nächste Tabellen-Seite wählen	SEITE ⇩
Werkzeug-Namen in der Tabelle suchen	WERKZEUG-NAMEN SUCHEN
Informationen zum Werkzeug spaltenweise darstellen oder alle Informationen zu einem Werkzeug auf einer Bildschirmseite darstellen	LISTE FORMULAR
Sprung zum Zeilenanfang	ZEILEN-ANFANG ⇦
Sprung zum Zeilenende	ZEILEN-ENDE ⇨
Hell hinterlegtes Feld kopieren	AKTUELLEN WERT KOPIEREN
Kopiertes Feld einfügen	KOPIERTEN WERT EINFÜGEN
Eingebbare Anzahl von Zeilen (Werkzeugen) am Tabellenende anfügen	N ZEILEN AM ENDE ANFÜGEN
Nur TNC 426 B, TNC 430 mit der NC-Software 280 474-xx: Zeile mit indizierter Werkzeug-Nummer hinter der aktuellen Zeile einfügen. Funktion ist nur aktiv, wenn Sie für ein Werkzeug mehrere Korrekturdaten ablegen dürfen (Maschinen-Parameter 7262 ungleich 0). Die TNC fügt hinter dem letzten vorhandenen Index eine Kopie der Werkzeug-Daten ein und erhöht den Index um 1	ZEILE EINFÜGEN
Aktuelle Zeile (Werkzeug) löschen	ZEILE LÖSCHEN
Platznummern anzeigen/nicht anzeigen	ANZEIGEN AUSBLEND. PLATZ-NR.
Alle Werkzeuge anzeigen / nur die Werkzeuge anzeigen, die in der Platz-Tabelle gespeichert sind	WERKZEUGE AUSBLEND. AUS / EIN

Editierfunktionen Wkz..-Tabelle TNC 410	Softkey
Vorherige Tabellen-Seite wählen	SEITE ⇧
Nächste Tabellen-Seite wählen	SEITE ⇩
Hellfeld nach links verschieben	WORT ⇦
Hellfeld nach rechts verschieben	WORT ⇨
Werkzeug sperren in Spalte TL	JA
Werkzeug nicht sperren in Spalte TL	NEIN
Ist-Positionen übernehmen, z.B. für Z-Achse	AKT. POS. Z
Eingegebenen Wert bestätigen, Nächste Spalte in der Tabelle wählen	ENT
Falschen Zahlenwert löschen, voreingestellten Wert wiederherstellen	CE
Letzten abgespeicherten Wert wiederherstellen	DEL

Hinweise zu Werkzeug-Tabellen

Über den Maschinen-Parameter 7266.x legen Sie fest, welche Angaben in einer Werkzeug-Tabelle eingetragen werden können und in welcher Reihenfolge sie aufgeführt werden. Beachten Sie bei der Konfiguration der Werkzeug-Tabelle, daß die komplette Breite nicht mehr als 250 Zeichen beträgt. Breitere Tabellen können über die Datenschnittstelle nicht übertragen werden. Die Breite der einzelnen Spalten ist in der Beschreibung von MP7266.x angegeben.

Sie können einzelne Spalten oder Zeilen einerWerkzeug-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 FELDER ERSETZEN (siehe 4.4 Erweiterte Datei-Verwaltung TNC 426, TNC 430).

Platz-Tabelle für Werkzeug-Wechsler

Für den automatischen Werkzeugwechsel benötigen Sie die Platz-Tabelle TOOL_P.TCH. Die TNC 426, TNC 430 mit der NC-Software 280 474-xx verwaltet mehrere Platz-Tabellen mit beliebigen Dateinamen. Die Platz-Tabelle, die Sie für den Programmlauf aktivieren wollen, wählen Sie in einer Programmlauf-Betriebsart über die Datei-Verwaltung aus (Status M).

Platz-Tabelle in einer Programmlauf-Betriebsart editieren:

WERKZEUG TABELLE
- Werkzeug-Tabelle wählen: Softkey WERKZEUGTABELLE wählen

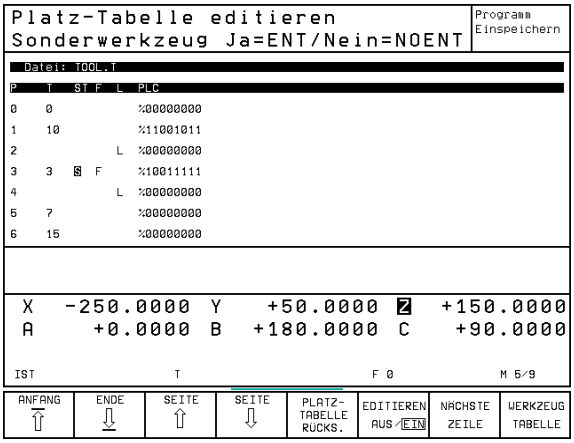
PLATZ TABELLE
- Platz-Tabelle wählen: Softkey PLATZ TABELLE wählen

EDITIEREN AUS / EIN
- Softkey EDITIEREN auf EIN setzen

Platz-Tabelle in der Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren wählen (nur TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx):

PGM MGT
- Datei-Verwaltung aufrufen
- Wahl der Datei-Typen anzeigen: Softkey TYPE WÄHLEN drücken
- Dateien vom Typ .TCH anzeigen: Softkey TCH FILES drücken (zweite Softkey-Leiste)
- Wählen Sie eine Datei oder geben einen neuen Dateinamen ein. Bestätigen Sie mit der Taste ENT oder mit dem Softkey WÄHLEN

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



Editierfunktionen für Platz-Tabellen	Softkey
Tabellen-Anfang wählen	ANFANG ⇧
Tabellen-Ende wählen	ENDE ⇩
Vorherige Tabellen-Seite wählen	SEITE ⇧
Nächste Tabellen-Seite wählen	SEITE ⇩
Platz-Tabelle rücksetzen	PLATZ-TABELLE RÜCKS.
Sprung zum Anfang der nächsten Zeile	NÄCHSTE ZEILE
Spalte Werkzeug-Nummer T rücksetzen	RÜCKS. SPALTE T

Abk.	Eingaben	Dialog
P	Platz-Nummer des Werkzeugs im Werkzeug-Magazin	–
T	Werkzeug-Nummer	Werkzeug-Nummer ?
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 Ja = ENT / Nein = NO ENT TNC 410: Sonderwerkzeug?
F	Werkzeug immer auf gleichen Platz im Magazin zurückwechseln (**F**: für **F**ixed = engl. festgelegt)	Festplatz Ja = ENT / Nein = NO ENT TNC 410: Festplatz?
L	Platz sperren (**L**: für **L**ocked = engl. gesperrt)	Platz gesperrt Ja = ENT / Nein = NO ENT TNC 410: Platz gesperrt?
PLC	Information, die zu diesem **Werkzeug-Platz** an die PLC übertragen werden soll	PLC-Status?
TNAME	Anzeige des Werkzeugnamen aus TOOL.T (nur NC-Software 280 474-xx)	–

Werkzeug-Daten aufrufen

Ein Werkzeug-Aufruf im Bearbeitungs-Programm erfolgt mit der Funktion T.

Beispiel für einen Werkzeug-Aufruf

T **1**	Taste T auf der Alpha-Tastatur wählen. Werkzeug-Nummer oder Werkzeug-Name eingeben: Das Werkzeug haben Sie zuvor in einem G99-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 (nicht TNC 410). **Zusätzlich gilt für die TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx:** Um ein Werkzeug mit anderen Korrekturwerten aufzurufen, geben Sie den in der Werkzeug-Tabelle definierten Index nach einem Dezimalpunkt mit ein

Nur TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx und TNC 410:

ENT

```
Aufmaß Werkzeug-Länge?
```

0.5 Delta-Wert für die Werkzeug-Länge

ENT

```
Aufmaß Werkzeug-Radius?
```

0.5 Delta-Wert für den Werkzeug-Radius

G **17**	Spindelachse wählen: z.B. Z-Achse
S **2500**	Drehzahl wählen, Satz mit Taste END abschließen

Das Programmfenster zeigt die Zeile:

```
N20 T5 G17 S2500 *
```

bzw.

```
N20 T5.2 DL+0.5 DR+0.5 G17 S2500 *
```

Vorauswahl bei Werkzeug-Tabellen
Wenn Sie Werkzeug-Tabellen einsetzen, dann treffen Sie mit einem G51-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 (Werkzeug-Namen nicht bei TNC 410).

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 T0 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 T wechselt die TNC das Werkzeug aus dem Werkzeug-Magazin ein.

Automatischer Werkzeugwechsel beim Überschreiten der Standzeit: M101

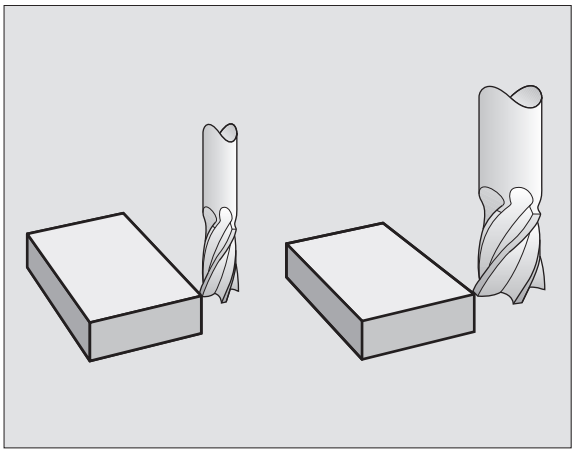
M101 ist eine maschinenabhängige Funktion. Maschinenhandbuch beachten!

Wenn die Standzeit eines Werkzeugs TIME1 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 G40, G41, G42
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. Diese Fehlermeldung können Sie mit M107 unterdrücken (nicht TNC 410).

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 (TNC 410: Vier Achsen) inkl. der Drehachsen.

Werkzeug-Längenkorrektur

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

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

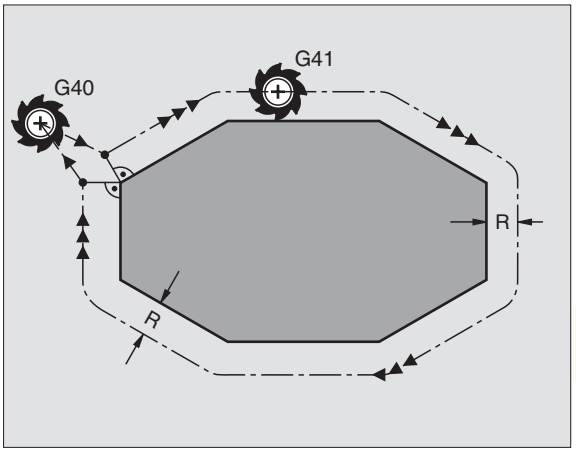
Nach einem Werkzeug-Aufruf ändert sich der programmierte Weg des Werkzeugs in der Spindelachse um die Längendifferenz zwischen altem und neuem Werkzeug.

Bei der Längenkorrektur werden Delta-Werte sowohl aus dem T-Satz als auch aus der Werkzeug-Tabelle berücksichtigt

Korrekturwert = $L + DL_T + DL_{TAB}$ mit

L	Werkzeug-Länge L aus G99-Satz oder Werkzeug-Tabelle
DL_T	Aufmaß DL für Länge aus T-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

- G41 oder G42 für eine Radiuskorrektur
- G43 oder G44, für eine Radiuskorrektur bei einer achsparallelen Verfahrbewegung
- G40, wenn keine Radiuskorrektur ausgeführt werden soll

Die Radiuskorrektur wirkt, sobald ein Werkzeug aufgerufen und in der Bearbeitungsebene mit G41 oder G42 verfahren wird.

☞ Die TNC hebt die Radiuskorrektur automatisch auf wenn Sie:

- einen Positioniersatz mit G40 programmieren
- einen Programm-Aufruf mit %... programmieren
- ein neues Programm anwählen

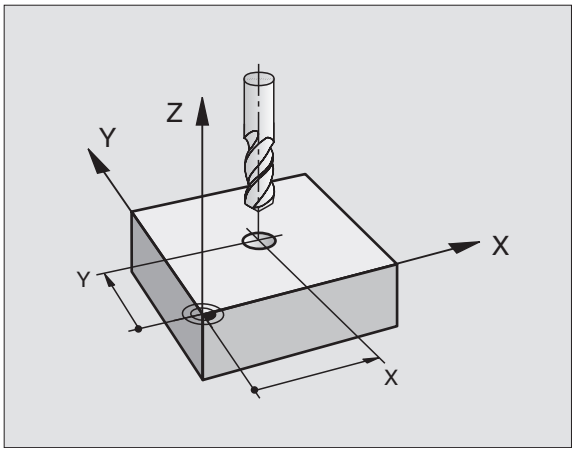
Bei der Radiuskorrektur werden Delta-Werte sowohl aus dem T-Satz als auch aus der Werkzeug-Tabelle berücksichtigt:

Korrekturwert = $R + DR_T + DR_{TAB}$ mit

R	Werkzeug-Radius R aus G99-Satz oder Werkzeug-Tabelle
DR_T	Aufmaß DR für Radius aus T-Satz (von der Positionsanzeige nicht berücksichtigt)
DR_{TAB}	Aufmaß DR für Radius aus der Werkzeug-Tabelle

Bahnbewegungen ohne Radiuskorrektur: G40
Das Werkzeug verfährt in der Bearbeitungsebene mit seinem Mittelpunkt auf der programmierten Bahn, bzw. auf die programmierten Koordinaten.

Anwendung: Bohren, Vorpositionieren
Siehe Bild rechts.

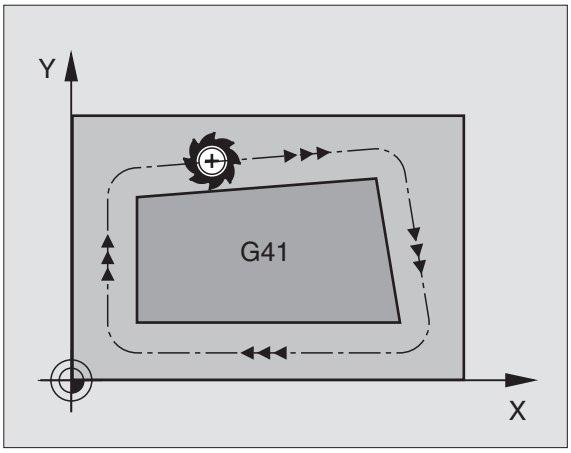


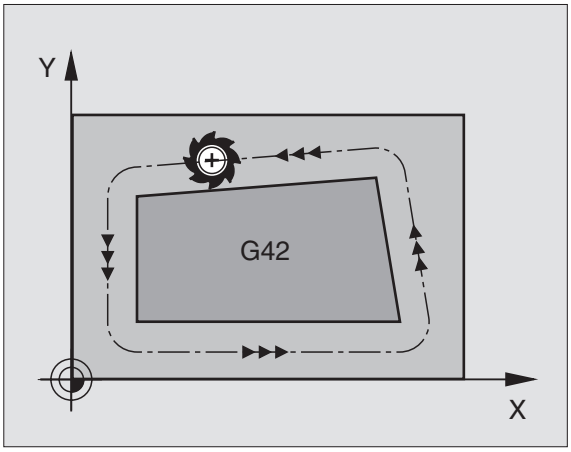
Bahnbewegungen mit Radiuskorrektur: G41 und G42

G41 Das Werkzeug verfährt links von der Kontur

G42 Das Werkzeug verfährt rechts 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.





Zwischen zwei Programm-Sätzen mit unterschiedlicher Radiuskorrektur G41 und G42 muß mindestens ein Satz ohne Radiuskorrektur mit G40 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 G41/G42 und beim Aufheben mit G40 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

Die Radiuskorrektur geben Sie in einen G01-Satz ein:

G 41	Werkzeugbewegung links von der programmierten Kontur: G41-Funktion wählen oder
G 42	Werkzeugbewegung rechts von der programmierten Kontur: G42-Funktion wählen oder
G 40	Werkzeugbewegung ohne Radiuskorrektur bzw. Radiuskorrektur aufheben: G40-Funktion wählen
END	Satz beenden: Taste END drücken

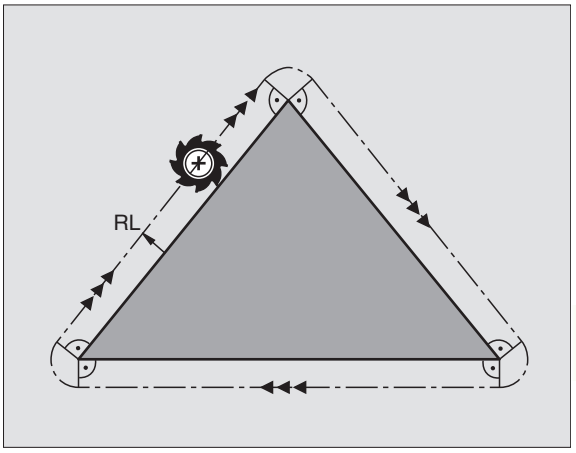
Radiuskorrektur: Ecken bearbeiten

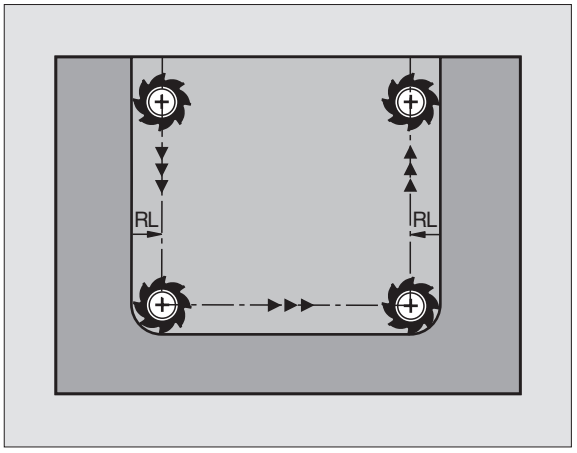
Außenecken
Wenn Sie eine Radiuskorrektur programmiert haben, dann führt die TNC das Werkzeug an den Außenecken auf einem Übergangskreis und das Werkzeug wälzt sich am Eckpunkt ab. Falls nötig, reduziert die TNC den Vorschub an den Außenecken, zum Beispiel bei großen Richtungswechseln.

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".



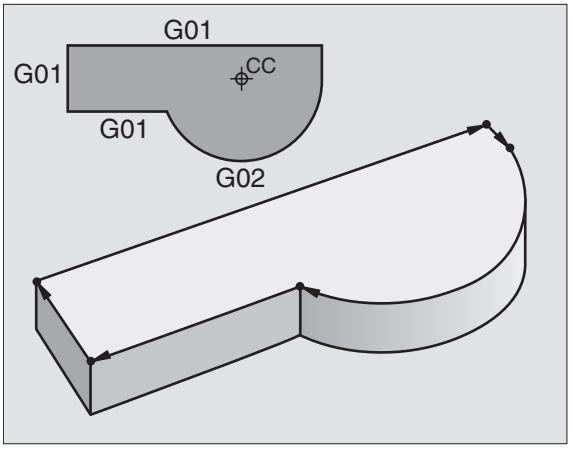


6

Programmieren:

Konturen programmieren

6.1 Übersicht: Werkzeug-Bewegungen



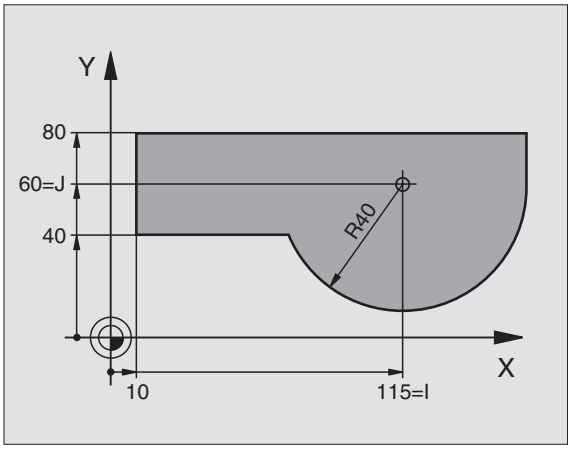
Bahnfunktionen

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

Zusatzfunktionen M

Mit den Zusatzfunktionen der TNC steuern Sie

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



Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen

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

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

Programmieren mit Q-Parametern

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

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

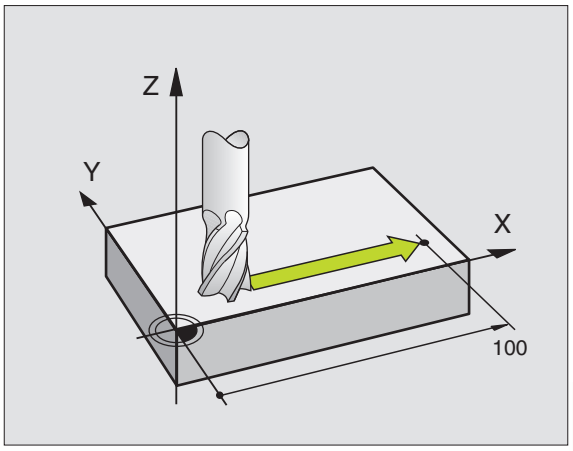
Das Programmieren mit Q-Parametern ist in Kapitel 10 beschrieben.

6.2 Grundlagen zu den Bahnfunktionen

Werkzeug-Bewegung 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 **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 Verfahrweg 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.

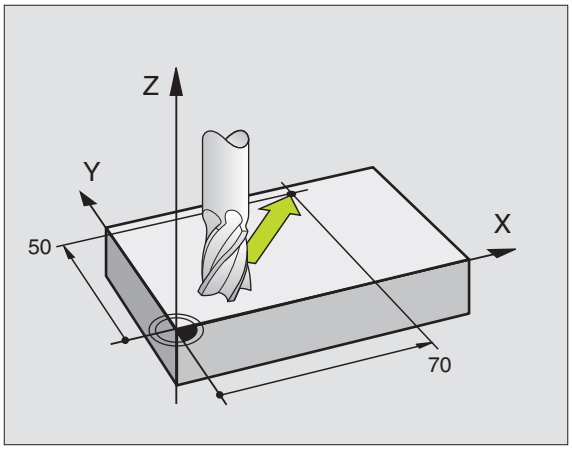
Je nach Konstruktion Ihrer Maschine bewegt sich beim Abarbeiten entweder das Werkzeug oder der Maschinentisch mit dem aufgespannten Werkstück. Beim Programmieren der Bahnbewegung tun Sie grundsätzlich so, als ob sich das Werkzeug bewegt.

Beispiel:

```
N50  G00  X+100  *
```

`N50`	Satznummer
`G00`	Bahnfunktion „Gerade im Eilgang“
`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.

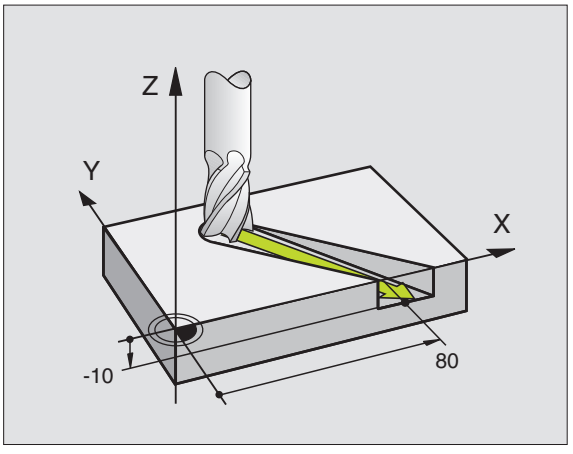


Bewegungen in den Hauptebenen
Der Programm-Satz enthält zwei Koordinaten-Angaben: Die TNC fährt das Werkzeug in der programmierten Ebene.

Beispiel:

```
N50  G00  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:

```
N50 G01 X+80 Y+0 Z-10 F1000 *
```

Siehe Bild rechts unten.

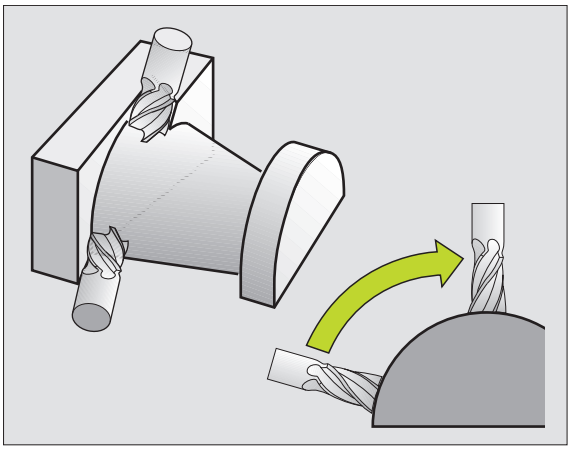
Eingabe von mehr als drei Koordinaten (nicht TNC 410)
Die TNC kann bis zu 5 Achsen gleichzeitig steuern. Bei einer Bearbeitung mit 5 Achsen bewegen sich beispielsweise 3 Linear- und 2 Drehachsen gleichzeitig.

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

Beispiel:

```
N50  G01  G40  X+20  Y+10  Z+2  A+15  C+6  F100  M3  *
```

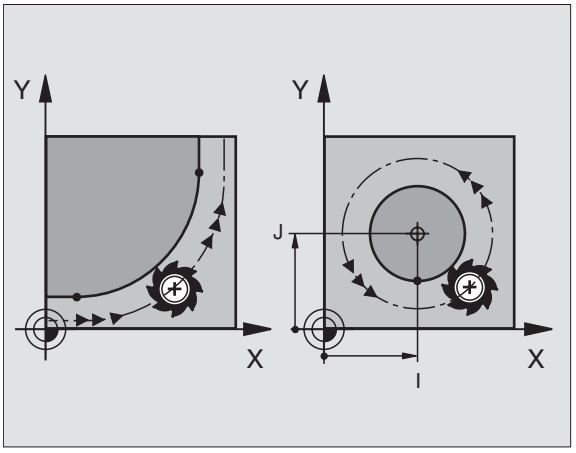
Eine Bewegung von mehr als 3 Achsen wird von der TNC grafisch nicht unterstützt.



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 eingeben.

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

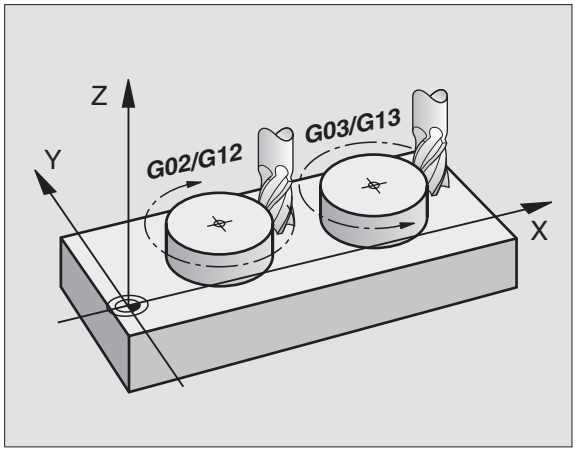
Spindelachse	Hauptebene	Kreismittelpunkt
Z (G17)	**XY**, auch UV, XV, UY	**IJ**
Y (G18)	**ZX**, auch WU, ZU, WX	**KI**
X (G19)	**YZ**, auch VW, YW, VZ	**JK**



Kreise, die nicht parallel zur Hauptebene liegen, programmieren Sie bei der TNC 426, TNC 430 mit der Funktion „Bearbeitungsebene schwenken“ (siehe „8.9 Bearbeitungsebene schwenken“) oder mit Q-Parametern (siehe Kapitel 10).

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

Drehung im Uhrzeigersinn: G02/G12
Drehung gegen den Uhrzeigersinn: G03/G13



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.

Geraden-Satz siehe „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.

6.3 Kontur anfahren und verlassen

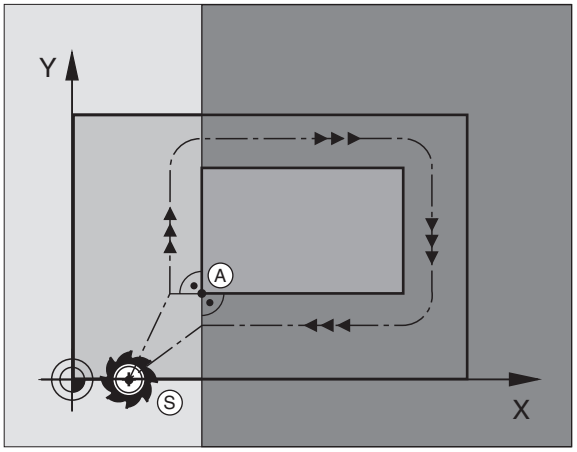
Start- und Endpunkt

Das Werkzeug fährt vom Startpunkt aus den ersten Konturpunkt an. Anforderungen an den Startpunkt:

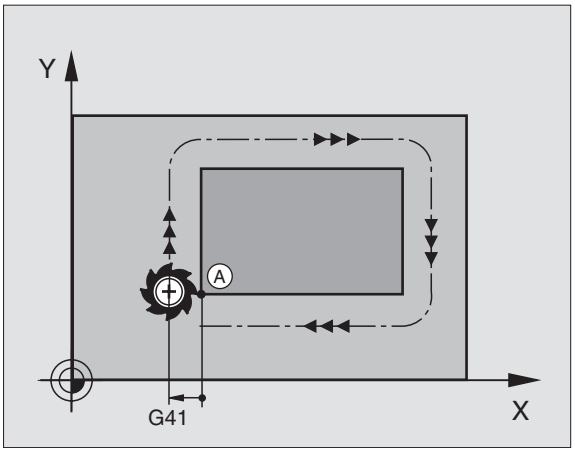
- Ohne Radiuskorrektur programmiert
- Kollisionsfrei anfahrbar
- Nahe am ersten Konturpunkt

Konturbeschädigung ausschließen: Der optimale Startpunkt liegt in der Verlängerung der Werkzeugbahn für die Bearbeitung des ersten Konturelements.

Beispiel
Bild rechts oben: Wenn Sie den Startpunkt im dunkelgrauen Bereich festlegen, dann wird die Kontur beim Anfahren des ersten Konturpunkts beschädigt.



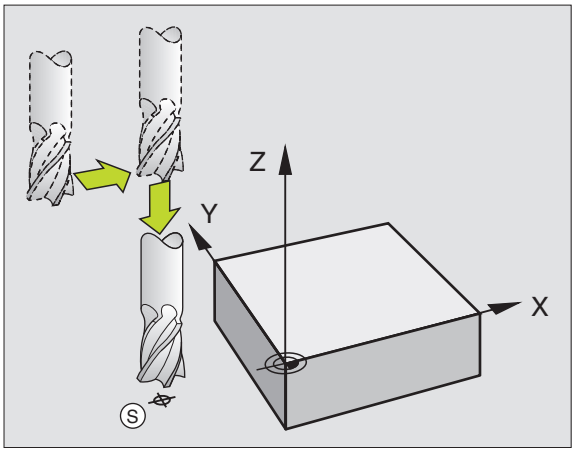
Erster Konturpunkt
Für die Werkzeugbewegung auf den ersten Konturpunkt programmieren Sie eine Radiuskorrektur.



Startpunkt in der Spindelachse anfahren
Beim Anfahren des Startpunkts muß das Werkzeug in der Spindelachse auf Arbeitstiefe fahren. Bei Kollisionsgefahr den Startpunkt in der Spindelachse separat anfahren.

NC-Beispielsätze

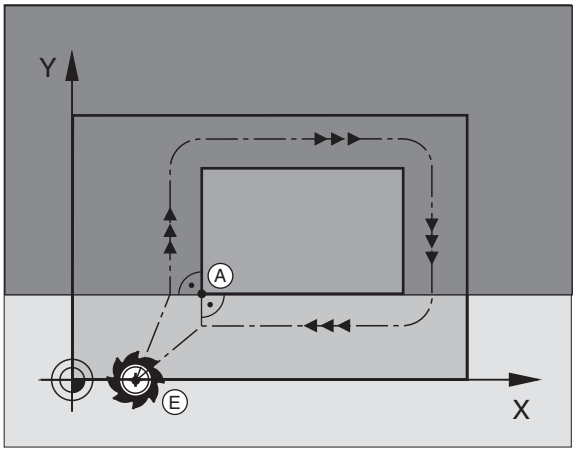
```
N30 G00 G40 X+20 Y+30 *
N40 Z-10 *
```



Endpunkt
Voraussetzungen für die Wahl des Endpunkts:

- Kollisionsfrei anfahrbar
- Nahe am letzten Konturpunkt
- Konturbeschädigung ausschließen: Der optimale Endpunkt liegt in der Verlängerung der Werkzeugbahn für die Bearbeitung des letzten Konturelements

Beispiel:
Bild rechts Mitte: Wenn Sie den Endpunkt im dunkelgrauen Bereich festlegen, dann wird die Kontur beim Anfahren des Endpunkts beschädigt.

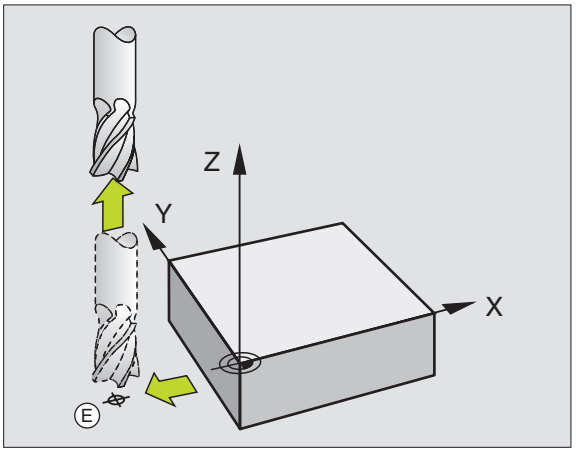


Endpunkt in der Spindelachse verlassen:

Beim Verlassen des Endpunkts programmieren Sie die Spindelachse separat. Siehe Bild rechts unten.

NC-Beispielsätze

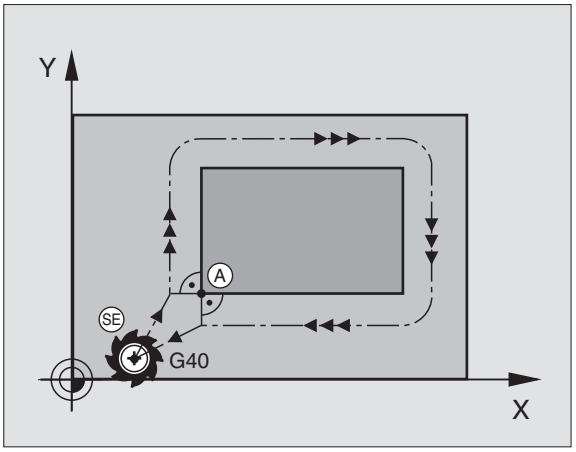
```
N50 G00 G40 X+60 Y+70 *
N60 Z+250 *
```



Gemeinsamer Start- und Endpunkt
Für einen gemeinsamen Start- und Endpunkt programmieren Sie keine Radiuskorrektur.

Konturbeschädigung ausschließen: Der optimale Startpunkt liegt zwischen den Verlängerungen der Werkzeugbahnen für die Bearbeitung des ersten und letzten Konturelements.

Beispiel
Bild rechts oben: Wenn Sie den Endpunkt im schraffierten Bereich festlegen, dann wird die Kontur beim Anfahren des ersten Konturpunkts beschädigt.



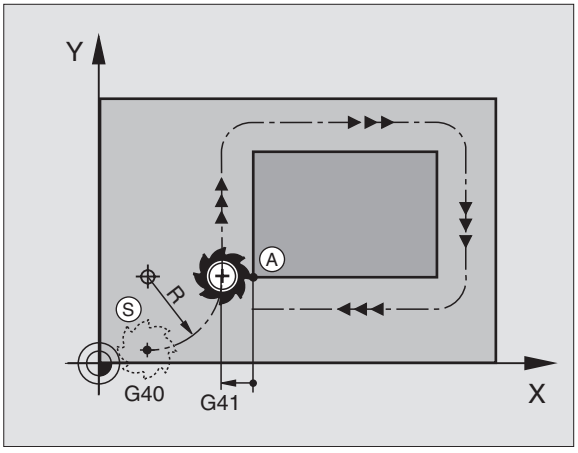
Tangential An- und Wegfahren

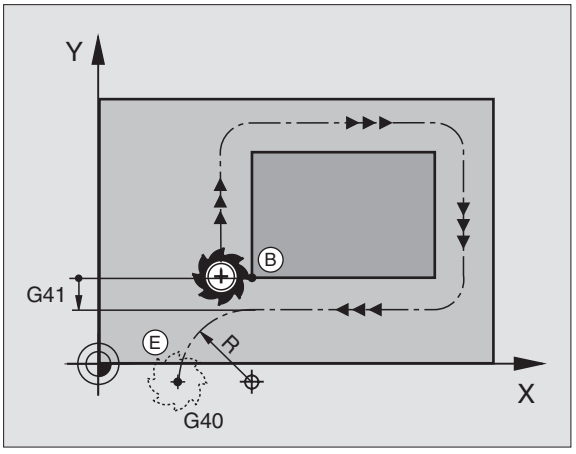
Mit G26 (Bild rechts Mitte) können Sie an das Werkstück tangential anfahren und mit G27 (Bild rechts unten) vom Werkstück tangential wegfahren. Dadurch vermeiden Sie Freischneidemarkierungen.

Start- und Endpunkt
Start- und Endpunkt liegen nahe am ersten bzw. letzten Konturpunkt außerhalb des Werkstücks und sind ohne Radiuskorrektur zu programmieren.

Anfahren:
- G26 nach dem Satz eingeben, in dem der erste Konturpunkt programmiert ist: Das ist der erste Satz mit Radiuskorrektur G41/G42

Wegfahren:
- G27 nach dem Satz eingeben, in dem der letzte Konturpunkt programmiert ist: Das ist der letzte Satz mit Radiuskorrektur G41/G42





Den Radius für G26 und G27 wählen Sie so, daß die Kreisbahn zwischen Startpunkt und ersten Konturpunkt sowie letztem Konturpunkt und Endpunkt ausgeführt werden kann.

NC-Beispielsätze

`N50 G00 G40 G90 X-30 Y+50 *`	Startpunkt
`N60 G01 G41 X+0 Y+50 F350 *`	Erster Konturpunkt
`N70 G26 R5 *`	Tangential Anfahren mit Radius R = 5mm
`...`	
`KONTURELEMENTE PROGRAMMIEREN`	
`...`	
`N210 X+0 Y+50 *`	Letzter Konturpunkt
`N220 G27 R5 *`	Tangential Wegfahren mit Radius R = 5mm
`N230 G00 G40 X-30 Y+50 *`	Endpunkt

6.4 Bahnbewegungen – rechtwinklige Koordinaten

Übersicht der Bahnfunktionen

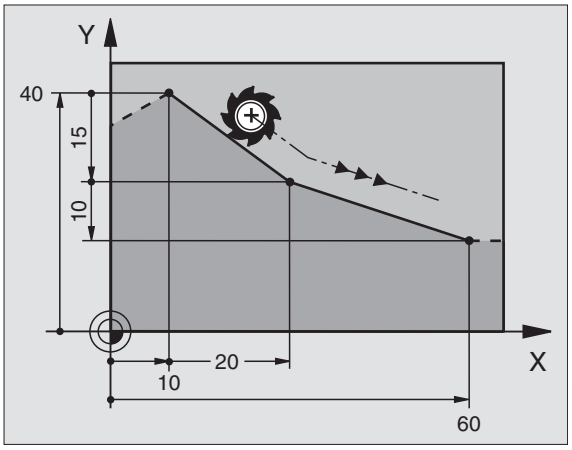
Werkzeug-Bewegung	Funktion	Erforderliche Eingaben
Gerade im Eilgang Gerade mit Vorschub F	G00 G01	Koordinaten des Geraden-Endpunkts
Fase zwischen zwei Geraden	G24	Fasenlänge R
–	I, J, K	Koordinaten des Kreismittelpunkts
Kreisbahn im Uhrzeigersinn Kreisbahn im Gegen-Uhrzeigersinn	G02 G03	Koordinaten des Kreis-Endpunkts in Verbindung mit I, J, K oder zusätzlich Kreisradius R
Kreisbahn entsprechend aktiver Drehrichtung	G05	Koordinaten des Kreis-Endpunkts und Kreisradius R
Kreisbahn mit tangentialem Anschluß an vorheriges Konturelement	G06	Koordinaten des Kreis-Endpunkts
Kreisbahn mit tangentialem Anschluß an vorheriges und nachfolgendes Konturelement	G25	Eckenradius R

Gerade im Eilgang G00
Gerade mit Vorschub G01 F . . .

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

G 1
- Koordinaten des Endpunkts der Gerade eingeben

Falls nötig:
- Radiuskorrektur G40/G41/G42
- Vorschub F
- Zusatz-Funktion M



NC-Beispielsätze

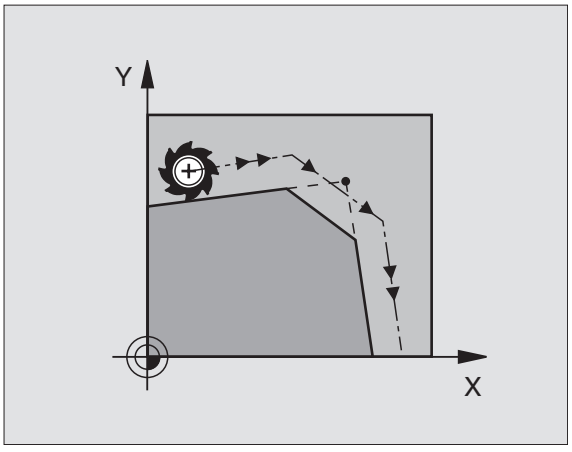
```
N70 G01 G41 X+10 Y+40 F200 M3 *
N80 G91 X+20 Y-15 *
N90 G90 X+60 G91 Y-10 *
```

Fase zwischen zwei Geraden einfügen

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

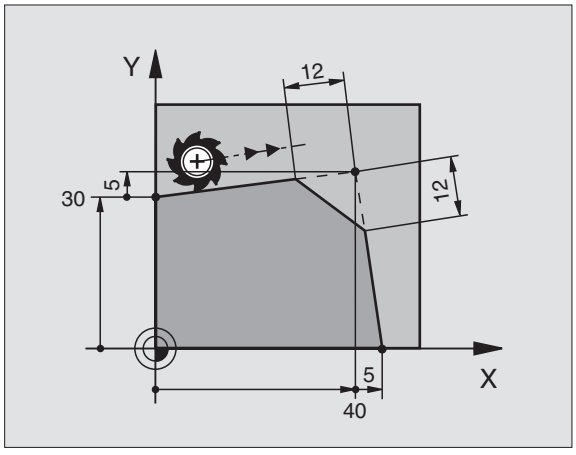
- In den Geradensätzen vor und nach dem G24-Satz programmieren Sie jeweils beide Koordinaten der Ebene, in der die Fase ausgeführt wird
- Die Radiuskorrektur vor und nach G24-Satz muß gleich sein
- Die Fase muß mit dem aktuellen Werkzeug ausführbar sein

G 24
- Mit Taste ENT bestätigen
- Fasen-Abschnitt: Länge der Fase eingeben
- Vorschub F (wirkt nur im G24-Satz)



NC-Beispielsätze

```
N70 G01 G41 X+0 Y+30 F300 M3 *
N80 X+40 G91 Y+5 *
N90 G24 R12 *
N100 X+5 G90 Y+0 *
```



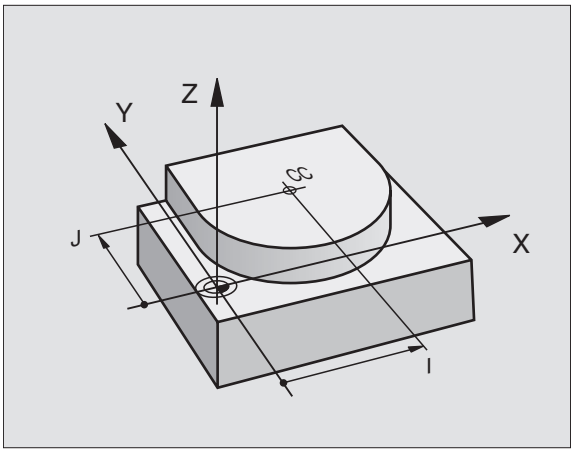
Eine Kontur nicht mit einem G24-Satz beginnen!

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 I, J



Den Kreismittelpunkt legen Sie für Kreisbahnen fest, die Sie mit den Funktionen G02/G03 programmieren. Dazu

- geben Sie die rechtwinkligen Koordinaten des Kreismittelpunkts ein oder
- übernehmen die zuletzt programmierte Position mit G29
- übernehmen die Koordinaten mit der Taste „Ist-Positionen-übernehmen"

I J ▶ Koordinaten für den Kreismittelpunkt eingeben
Um die zuletzt programmierte Position zu übernehmen: G29 eingeben

NC-Beispielsätze

```
N50  I+25  J+25  *
```

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 I, J inkremental eingeben

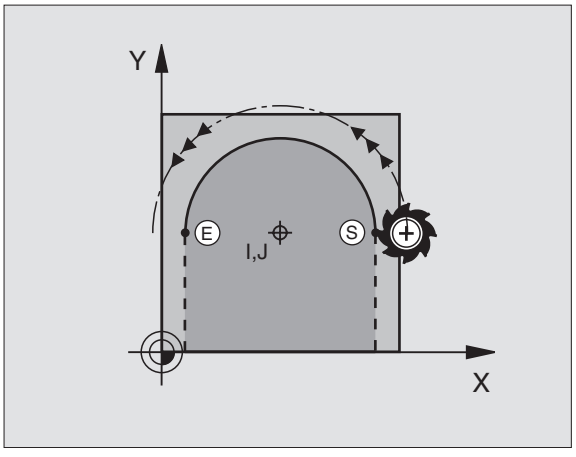
Eine inkremental eingegebene Koordinate für den Kreismittelpunkt bezieht sich immer auf die zuletzt programmierte Werkzeug-Position.

Mit I und J kennzeichnen Sie eine Position als Kreismittelpunkt: Das Werkzeug fährt nicht auf diese Position.

Der Kreismittelpunkt ist gleichzeitig Pol für Polarkoordinaten.

Wenn Sie Parallelachsen als Pol definieren wollen, drücken Sie zuerst die Taste I (J) auf der ASCII-Tastatur und anschließend die orangene Achstaste der entsprechenden Parallelachse.

Kreisbahn G02/G03/G05 um Kreismittelpunkt I, J



Legen Sie den Kreismittelpunkt I, J fest, bevor Sie die Kreisbahn programmieren. Die zuletzt programmierte Werkzeug-Position vor der Kreisbahn ist der Startpunkt der Kreisbahn.

Drehsinn

- Im Uhrzeigersinn: G02
- Im Gegen-Uhrzeigersinn: G03
- Ohne Drehrichtungs-Angabe: G05
  Die TNC fährt die Kreisbahn mit der zuletzt programmierten Drehrichtung.

▶ Werkzeug auf den Startpunkt der Kreisbahn fahren

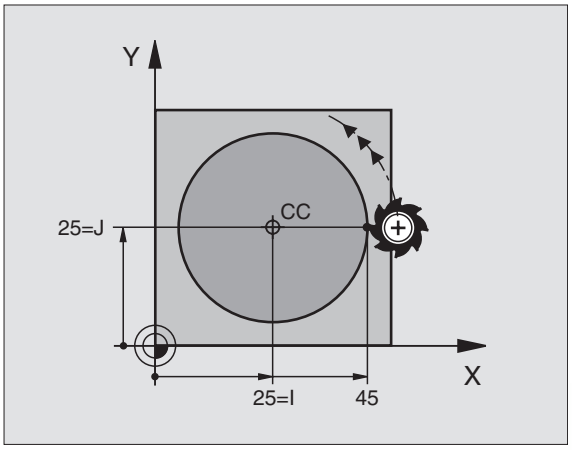
I J ▶ Koordinaten des Kreismittelpunkts eingeben

G 3 ▶ Koordinaten des Kreisbogen-Endpunkts eingeben

Falls nötig:

▶ Vorschub F

▶ Zusatz-Funktion M



NC-Beispielsätze

```
N50  I+25  J+25  *
N60  G01  G42  X+45  Y+25  F200  M3  *
N70  G03  X+45  Y+25  *
```

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, nicht TNC 410)

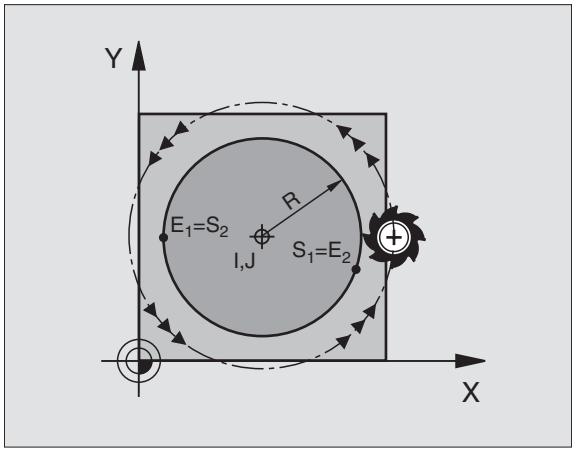
Kreisbahn G02/G03/G05 mit festgelegtem Radius

Das Werkzeug fährt auf einer Kreisbahn mit dem Radius R.

Drehsinn

- Im Uhrzeigersinn: G02
- Im Gegen-Uhrzeigersinn: G03
- Ohne Drehrichtungs-Angabe: G05
  Die TNC fährt die Kreisbahn mit der zuletzt programmierten Drehrichtung.

Achtung: Der Drehsinn legt konkave oder konvexe Wölbung fest!



G 3 ▶ Koordinaten des Kreisbogen-Endpunkts eingeben

▶ Radius R
Achtung: Das Vorzeichen legt die Größe des Kreisbogens fest!

Falls nötig:

▶ Vorschub F

▶ Zusatz-Funktion M

Vollkreis
Für einen Vollkreis programmieren Sie zwei Sätze hintereinander:

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

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°
Radius hat positives Vorzeichen R>0

Größerer Kreisbogen: CCA>180°
Radius hat negatives Vorzeichen R<0

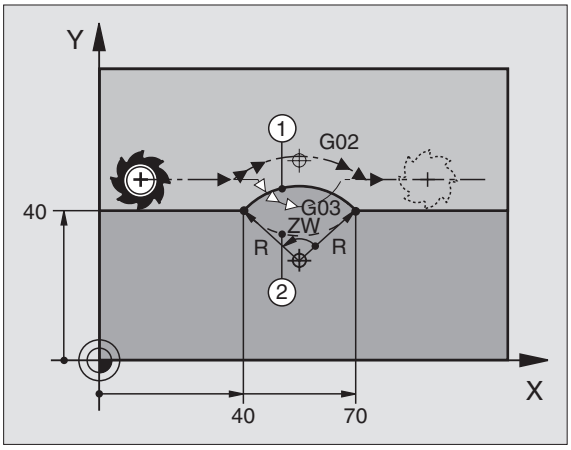
Über den Drehsinn legen Sie fest, ob der Kreisbogen außen (konvex) oder nach innen (konkav) gewölbt ist:

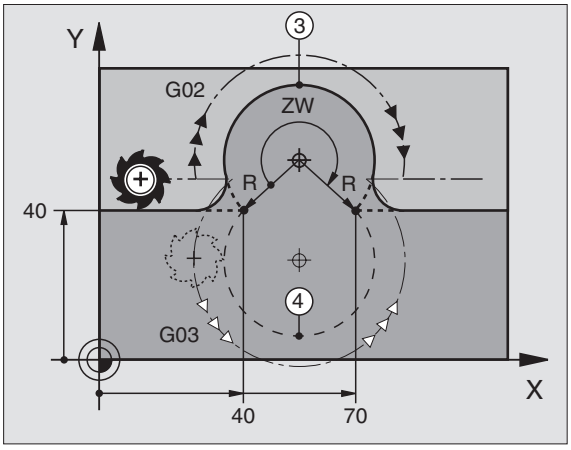
Konvex: Drehsinn G02 (mit Radiuskorrektur G41)

Konkav: Drehsinn G03 (mit Radiuskorrektur G41)

NC-Beispielsätze
Siehe Bilder rechts.

```
N100 G01 G41 X+40 Y+40 F200 M3 *
N110 G02 X+70 Y+40 R+20 *    (Bogen 1)
```
oder
```
N110 G03 X+70 Y+40 R+20 *    (Bogen 2)
```
oder
```
N110 G02 X+70 Y+40 R-20 *    (Bogen 3)
```
oder
```
N110 G03 X+70 Y+40 R-20 *    (Bogen 4)
```





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

Der maximale Radius beträgt 99 999 mm
(TNC 410: 9999 mm).

Winkelachsen A, B und C werden unterstützt.

Kreisbahn G06 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.

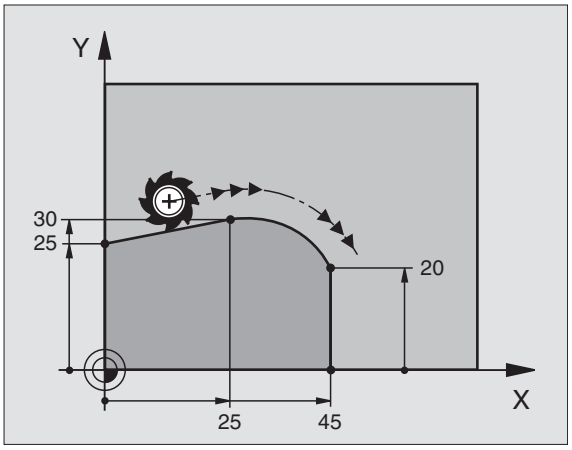
Das Konturelement, an das der Kreisbogen tangential anschließt, programmieren Sie direkt vor dem G06-Satz. Dazu sind mindestens zwei Positionier-Sätze erforderlich

G 6 ▶ Koordinaten des Kreisbogen-Endpunkts eingeben

Falls nötig:

▶ Vorschub F

▶ Zusatz-Funktion M



NC-Beispielsätze

```
N70  G01  G41  X+0  Y+25  F300  M3  *
N80  X+25  Y+30  *
N90  G06  X+45  Y+20  *
N100  G01  Y+0  *
```

Der G06-Satz und das zuvor programmierte Konturelement sollten beide Koordinaten der Ebene enthalten, in der der Kreisbogen ausgeführt wird!

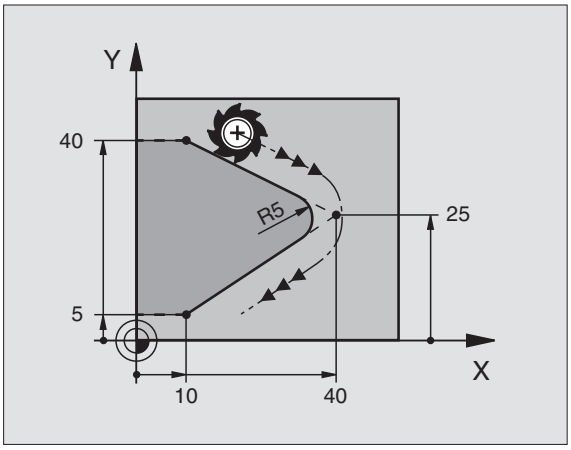
Ecken-Runden G25

Die Funktion G25 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.

G 25
- ▶ Mit Taste ENT bestätigen
- ▶ Rundungs-Radius: Radius des Kreisbogens eingeben
- ▶ Vorschub für das Ecken-Runden



NC-Beispielsätze

```
N50 G01 G41 X+10 Y+40 F300 M3 *
N60 X+40 Y+25 *
N70 G25 R5 F100 *
N80 X+10 Y+5 *
```

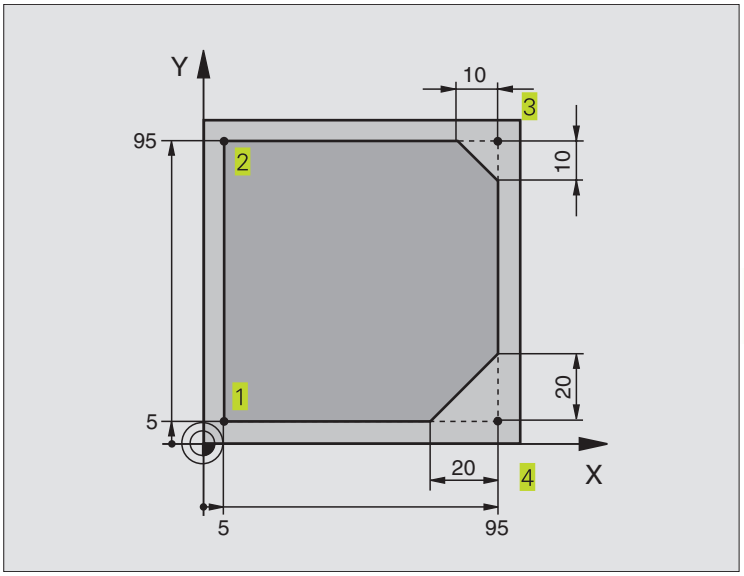
Das vorhergehende und nachfolgende Konturelement sollte beide Koordinaten der Ebene enthalten, in der das Ecken-Runden ausgeführt wird. Wenn Sie die Kontur ohne Werkzeug-Radiuskorrektur bearbeiten, dann müssen Sie beide Koordinaten der Bearbeitungsebene programmieren.

Der Eckpunkt wird nicht angefahren.

Ein im G25-Satz programmierter Vorschub wirkt nur in diesem G25-Satz. Danach ist wieder der vor dem G25-Satz programmierte Vorschub gültig.

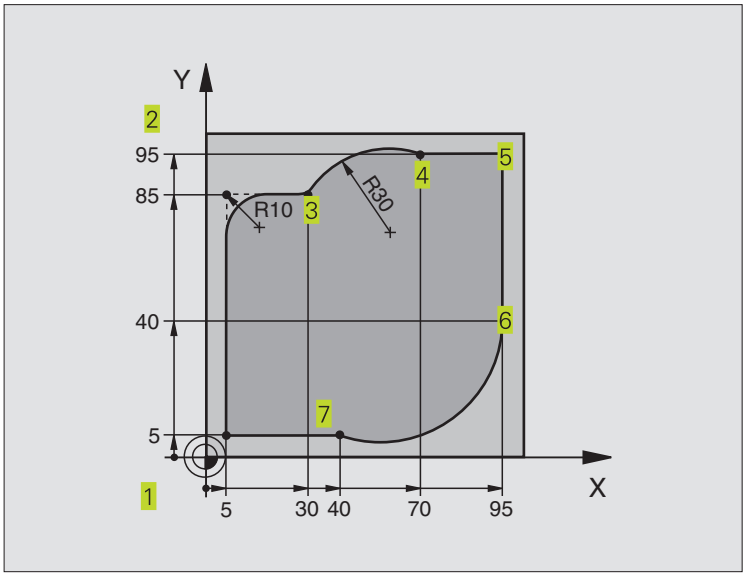
Ein G25-Satz läßt sich auch zum weichen Anfahren an die Kontur nutzen (siehe „6.3 Konturen anfahren und verlassen“).

Beispiel: Geradenbewegung und Fasen kartesisch



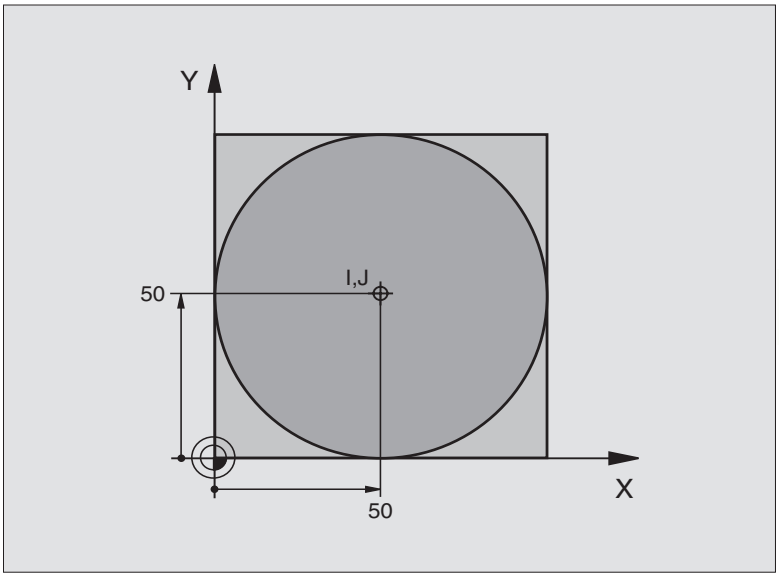
%LINEAR G71 *	
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *	Rohteil-Definition für grafische Simulation der Bearbeitung
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *	
N30 G99 T1 L+0 R+10 *	Werkzeug-Definition im Programm
N40 T1 G17 S4000 *	Werkzeug-Aufruf mit Spindelachse und Spindeldrehzahl
N50 G00 G40 G90 Z+250 *	Werkzeug freifahren in der Spindelachse mit Eilgang
N60 X-10 Y-10 *	Werkzeug vorpositionieren
N70 G01 Z-5 F1000 M3 *	Auf Bearbeitungstiefe fahren mit Vorschub F = 1000 mm/min
N80 G01 G41 X+5 Y+5 F300 *	Kontur an Punkt 1 anfahren, Radiuskorrektur G41 aktivieren
N90 G26 R5 F150 *	Tangentiales Anfahren
N100 Y+95 *	Punkt 2 anfahren
N110 X+95 *	Punkt 3: erste Gerade für Ecke 3
N120 G24 R10 *	Fase mit Länge 10 mm programmieren
N130 Y+5 *	Punkt 4: zweite Gerade für Ecke 3, erste Gerade für Ecke 4
N140 G24 R20 *	Fase mit Länge 20 mm programmieren
N150 X+5 *	Letzten Konturpunkt 1 anfahren, zweite Gerade für Ecke 4
N160 G27 R5 F500 *	Tangentiales Wegfahren
N170 G40 X-20 Y-20 F1000 *	Freifahren in der Bearbeitungsebene, Radiuskorrektur aufheben
N180 G00 Z+250 M2 *	Werkzeug freifahren in der Spindelachse, Programm-Ende
N999999 %LINEAR G71 *	

Beispiel: Kreisbewegungen kartesisch



`%CIRCULAR G71 *`	
`N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *`	Rohteil-Definition für grafische Simulation der Bearbeitung
`N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *`	
`N30 G99 T1 L+0 R+10 *`	Werkzeug-Definition im Programm
`N40 T1 G17 S4000 *`	Werkzeug-Aufruf mit Spindelchse und Spindeldrehzahl
`N50 G00 G40 G90 Z+250 *`	Werkzeug freifahren in der Spindelachse mit Eilgang
`N60 X-10 Y-10 *`	Werkzeug vorpositionieren
`N70 G01 Z-5 F1000 M3 *`	Auf Bearbeitungstiefe fahren mit Vorschub F = 1000 mm/min
`N80 G01 G41 X+5 Y+5 F300 *`	Kontur an Punkt 1 anfahren, Radiuskorrektur G41 aktivieren
`N90 G26 R5 F150 *`	Tangentiales Anfahren
`N100 Y+85 *`	Punkt 2: erste Gerade für Ecke 2
`N110 G25 R10 *`	Radius mit R = 10 mm einfügen
`N120 X+30 *`	Punkt 3 anfahren: Startpunkt des Kreises mit G02
`N130 G02 X+70 Y+95 R+30 *`	Punkt 4 anfahren: Endpunkt des Kreises mit G02, Radius 30 mm
`N140 G01 X+95 *`	Punkt 5 anfahren
`N150 Y+40 *`	Punkt 6 anfahren
`N160 G06 X+40 Y+5 *`	Punkt 7 anfahren: Endpunkt des Kreises, Kreisbogen mit tangentia-
	lem Anschluß an Punkt 6, TNC berechnet den Radius selbst
`N170 G01 X+5 *`	Letzten Konturpunkt 1 anfahren
`N180 G27 R5 F500 *`	Tangentiales Wegfahren
`N190 G40 X-20 Y-20 F1000 *`	Freifahren in der Bearbeitungsebene, Radiuskorrektur aufheben
`N200 G00 Z+250 M2 *`	Werkzeug freifahren in der Spindelachse, Programm-Ende
`N999999 %CIRCULAR G71 *`	

Beispiel: Vollkreis kartesisch



%C-CC G71 *	
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *	Rohteil-Definition
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *	
N30 G99 T1 L+0 R+12,5 *	Werkzeug-Definition
N40 T1 G17 S3150 *	Werkzeug-Aufruf
N50 G00 G40 G90 Z+250 *	Werkzeug freifahren
N60 I+50 J+50 *	Kreismittelpunkt definieren
N70 X-40 Y+50 *	Werkzeug vorpositionieren
N80 G01 Z-5 F1000 M3 *	Auf Bearbeitungstiefe fahren
N90 G01 G41 X+0 Y+50 F300 *	Kreisstartpunkt anfahren, Radiuskorrektur G41
N100 G26 R5 F150 *	Tangentiales Anfahren
N110 G02 X+0 *	Kreisendpunkt (=Kreisstartpunkt) anfahren
N120 G27 R5 F500 *	Tangentiales Wegfahren
N130 G01 G40 X-40 Y-50 F1000 *	Freifahren in der Bearbeitungsebene, Radiuskorrektur aufheben
N140 G00 Z+250 M2 *	Werkzeug freifahren in der Spindelachse, Programm-Ende
N999999 %C-CC G71 *	

6.5 Bahnbewegungen – Polarkoordinaten

Mit Polarkoordinaten legen Sie eine Position über einen Winkel H und einen Abstand R zu einem zuvor definierten Pol I, J 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

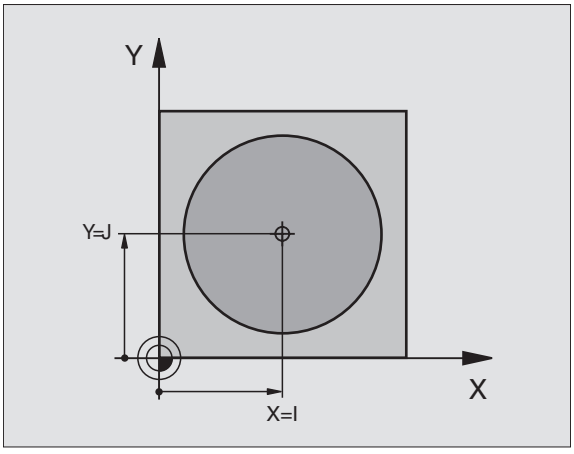
Werkzeug-Bewegung	Funktion	Erforderliche Eingaben
Gerade im Eilgang Gerade mit Vorschub F	G10 G11	Polarradius, Polarwinkel des Geraden-Endpunkts
Kreisbahn im Uhrzeigersinn Kreisbahn im Gegen-Uhrzeigersinn Kreisbahn entsprechend aktiver Drehrichtung	G12 G13 G15	Polarwinkel des Kreis-Endpunkts
Kreisbahn mit tangentialem Anschluß an vorheriges Konturelement	G16	Polarradius, Polarwinkel des Kreis-Endpunkts

Polarkoordinaten-Ursprung: Pol I, J

Den Pol I, J 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.

I J

▶ Rechtwinklige Koordinaten für den Pol eingeben oder um die zuletzt programmierte Position zu übernehmen: G29 eingeben



Gerade im Eilgang G10
Gerade mit Vorschub G11 F . . .

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

G 11

- Polarkoordinaten-Radius R: Abstand des Geraden-Endpunkts zum Pol I, J eingeben
- Polarkoordinaten-Winkel H: Winkelposition des Geraden-Endpunkts zwischen –360° und +360°

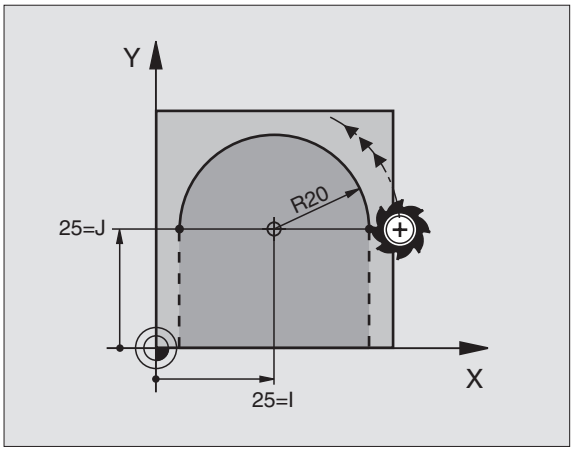
  Das Vorzeichen von H ist durch die Winkel-Bezugsachse festgelegt:
  Winkel von der Winkel-Bezugsachse zu R gegen den Uhrzeigersinn: H>0
  Winkel von der Winkel-Bezugsachse zu R im Uhrzeigersinn: H<0

NC-Beispielsätze

```
N120 I+45 J+25 *
N130 G11 G42 R+30 H+0 F300 M3 *
N140 H+60 *
N150 G91 H+60 *
N160 G90 H+180 *
```

Kreisbahn G12/G13/G15 um Pol I, J

Der Polarkoordinaten-Radius R ist gleichzeitig Radius des Kreisbogens. R ist durch den Abstand des Startpunkts zum Pol I, J festgelegt. Die zuletzt programmierte Werkzeug-Position vor dem G12-, G13- oder G15-Satz ist der Startpunkt der Kreisbahn.



Drehsinn

- Im Uhrzeigersinn: G12
- Im Gegen-Uhrzeigersinn: G13
- Ohne Drehrichtungs-Angabe: G15
  Die TNC fährt die Kreisbahn mit der zuletzt programmierten Drehrichtung.

G 13

- Polarkoordinaten-Winkel H: Winkelposition des Kreisbahn-Endpunkts zwischen –5400° und +5400°

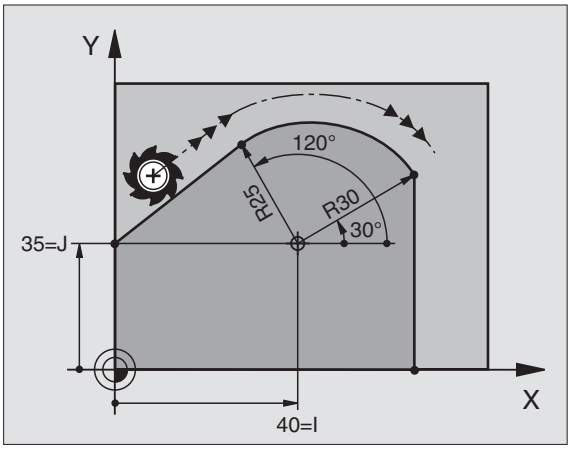
NC-Beispielsätze

```
N180 I+25 J+25 *
N190 G11 G42 R+20 H+0 F250 M3 *
N200 G13 H+180 *
```

Kreisbahn G16 mit tangentialem Anschluß

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

G 16
- Polarkoordinaten-Radius R: Abstand des Kreisbahn-Endpunkts zum Pol I, J
- Polarkoordinaten-Winkel H: Winkelposition des Kreisbahn-Endpunkts



NC-Beispielsätze

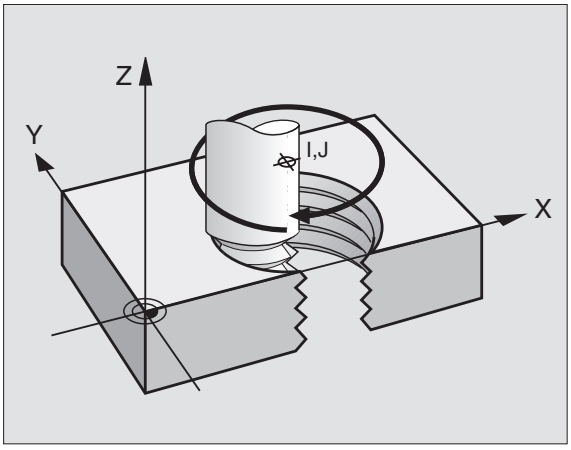
```
N120 I+40 J+35 *
N130 G01 G41 X+0 Y+35 F250 M3 *
N140 G11 R+25 H+120 *
N150 G16 R+30 H+30 *
N160 G01 Y+0 *
```

Der Pol I, J 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

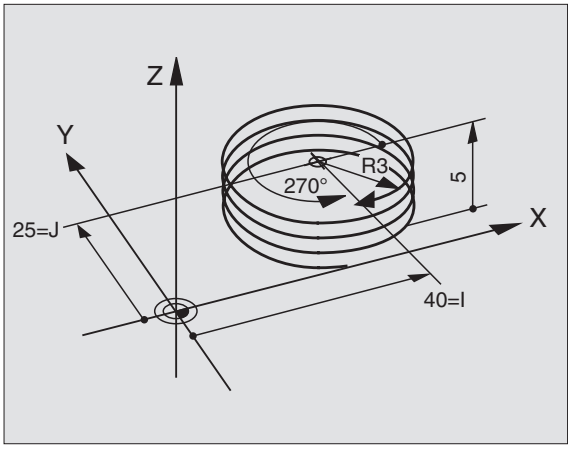
Die Tabelle zeigt die Beziehung zwischen Arbeitsrichtung, Drehsinn und Radiuskorrektur für bestimmte Bahnformen.

Innengewinde	Arbeitsrichtung	Drehsinn	Radiuskorrektur
rechtsgängig	Z+	G13	G41
linksgängig	Z+	G12	G42
rechtsgängig	Z–	G12	G42
linksgängig	Z–	G13	G41
Außengewinde			
rechtsgängig	Z+	G13	G42
linksgängig	Z+	G12	G41
rechtsgängig	Z–	G12	G41
linksgängig	Z–	G13	G42

Schraubenlinie programmieren

Geben Sie den Drehsinn und den inkrementalen Gesamtwinkel G91 H mit gleichem Vorzeichen ein, sonst kann das Werkzeug in einer falschen Bahn fahren.

Für den Gesamtwinkel G91 H können Sie einen Wert von –5400° bis +5400° eingeben. Wenn das Gewinde mehr als 15 Gänge hat, dann programmieren Sie die Schraubenlinie in einer Programmteil-Wiederholung (Siehe „9.2 Programmteil-Wiederholungen“)



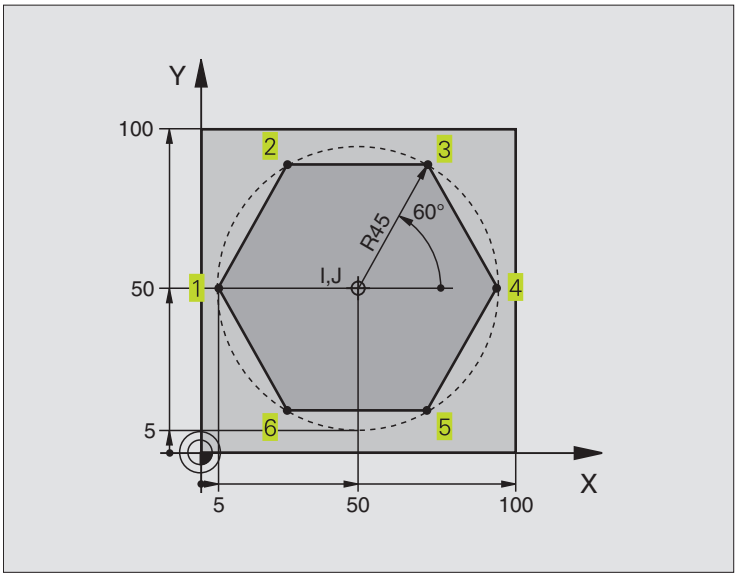
G 12

- Polarkoordinaten-Winkel H: Gesamtwinkel inkremental (G91) eingeben, den das Werkzeug auf der Schraubenlinie fährt. Nach der Eingabe des Winkels wählen Sie die Werkzeug-Achse mit einer Achswahltaste.
- Koordinate für die Höhe der Schraubenlinie inkremental eingeben
- Radiuskorrektur G40/G41/G42 nach Tabelle links oben eingeben

NC-Beispielsätze

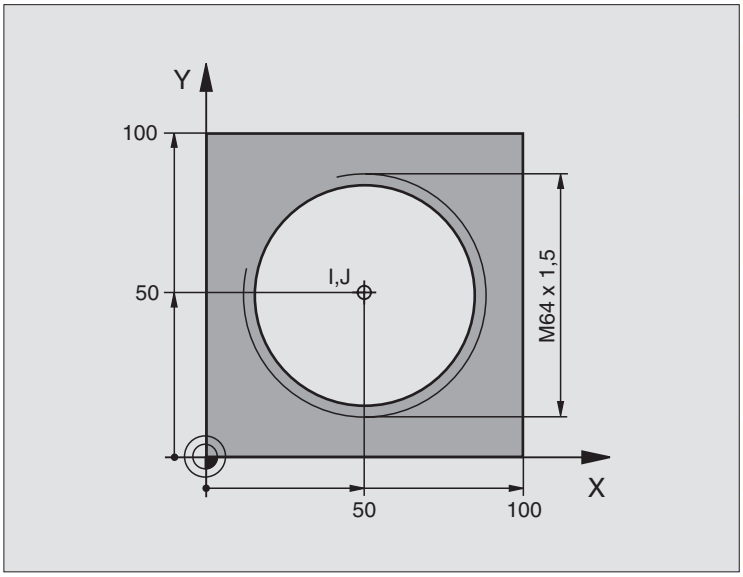
```
N120  I+40  J+25  *
N130  G01  Z+0  F100  M3  *
N140 G11 G41 R+3 H+270 *
N150 G12 G91 H-1800 Z+5 F+50 *
```

Beispiel: Geradenbewegung polar



`%LINEARPO G71 *`	
`N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *`	Rohteil-Definition
`N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *`	
`N30 G99 T1 L+0 R+7,5 *`	Werkzeug-Definition
`N40 T1 G17 S4000 *`	Werkzeug-Aufruf
`N50 G00 G40 G90 Z+250 *`	Werkzeug freifahren
`N60 I+50 J+50 *`	Bezugspunkt für Polarkoordinaten definieren
`N70 G10 R+60 H+180 *`	Werkzeug vorpositionieren
`N80 G01 Z-5 F1000 M3 *`	Auf Bearbeitungstiefe fahren
`N90 G11 G41 R+45 H+180 F250 *`	Kontur an Punkt 1 anfahren
`N110 G26 R5 *`	Tangentiales Anfahren
`N120 H+120 *`	Punkt 2 anfahren
`N130 H+60 *`	Punkt 3 anfahren
`N140 H+0 *`	Punkt 4 anfahren
`N150 H-60 *`	Punkt 5 anfahren
`N160 H-120 *`	Punkt 6 anfahren
`N170 H+180 *`	Punkt 1 anfahren
`N180 G27 R5 F500 *`	Tangentiales Wegfahren
`N190 G40 R+60 H+180 F1000 *`	Freifahren in der Bearbeitungsebene, Radiuskorrektur aufheben
`N200 G00 Z+250 M2 *`	Werkzeug freifahren in der Spindelachse, Programm-Ende
`N999999 %LINEARPO G71 *`	

Beispiel: Helix



`%HELIX G71 *`	
`N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *`	Rohteil-Definition
`N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *`	
`N30 G99 T1 L+0 R+5 *`	Werkzeug-Definition
`N40 T1 G17 S1400 *`	Werkzeug-Aufruf
`N50 G00 G40 G90 Z+250 *`	Werkzeug freifahren
`N60 X+50 Y+50 *`	Werkzeug vorpositionieren
`N70 G29 *`	Letzte programmierte Position als Pol übernehmen
`N80 G01 Z-12,75 F1000 M3 *`	Auf Bearbeitungstiefe fahren
`N90 G11 G41 R+32 H+180 F250 *`	Ersten Konturpunkt anfahren
`N100 G26 R2 *`	Tangentiales Anfahren
`N110 G13 G91 H+3240 Z+13,5 F200 *`	Helix fahren
`N120 G27 R2 F500 *`	Tangentiales Wegfahren
`N170 G01 G40 G90 X+50 Y+50 F1000 *`	Freifahren in der Bearbeitungsebene, Radiuskorrektur aufheben
`N180 G00 Z+250 M2 *`	Werkzeug freifahren in der Spindelachse, Programm-Ende

Wenn Sie mehr als 16 Gänge fertigen müssen:

`...N80 G01 Z-12,75 F1000 M3 *`	
`N90 G11 G41 H+180 R+32 F250 *`	
`N100 G26 R2 *`	
`N110 G98 L1 *`	Beginn der Programmteil-Wiederholung
`N120 G12 G91 H+360 Z+1,5 F200 *`	Steigung direkt als inkrementalen Z-Wert eingeben
`N130 L1,24 *`	Anzahl der Wiederholungen (Gänge)
`N999999 %HELIX G71 *`	

7

Programmieren:

Zusatz-Funktionen

7.1 Zusatz-Funktionen M 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 in einem Positionier-Satz oder als separaten Satz ein.

Gewöhnlich geben Sie nur die Nummer der Zusatz-Funktion an. Bei einigen Zusatz-Funktionen erfragt die TNC Parameter zu dieser Funktion, nachdem Sie die ENT-Taste gedrückt haben.

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.

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

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

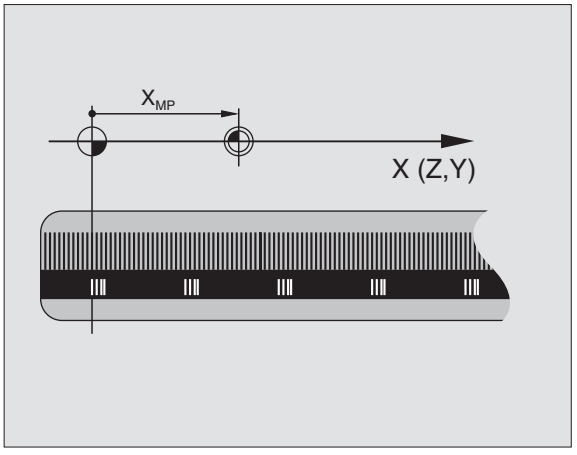
7.3 Zusatz-Funktionen für Koordinatenangaben

Maschinenbezogene Koordinaten programmieren: M91/M92

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

Maschinen-Nullpunkt
Den Maschinen-Nullpunkt benötigen Sie, um

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



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

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

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

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

Verhalten mit M92 – Maschinen-Bezugspunkt

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

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

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

Auch mit M91 oder M92 führt die TNC die Radius-korrektur 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.

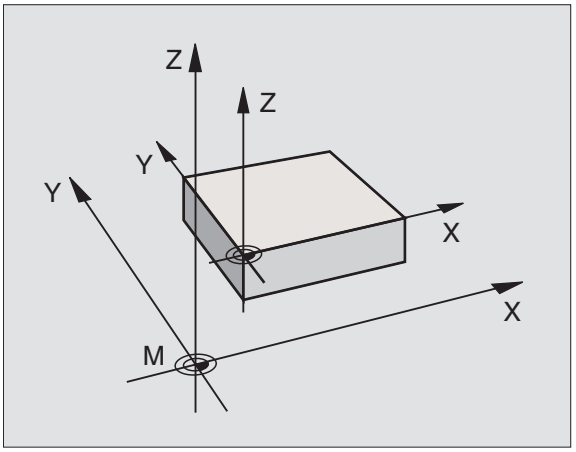
Wirkung
M91 und M92 wirken nur in den Programmsätzen, in denen M91 oder M92 programmiert ist.

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 Maschinen-Parameter 7295.

Wenn das Bezugspunkt-Setzen für alle Achsen gesperrt ist, dann zeigt die TNC den Softkey BEZUGSPUNKT SETZEN in der Betriebsart Manueller Betrieb nicht mehr an.

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



Zuletzt gesetzten Bezugspunkt aktivieren: M104 (nur TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx)

Beim Abarbeiten von Paletten-Tabellen überschreibt die TNC ggf. den zuletzt von Ihnen gesetzten Bezugspunkt mit Werten aus der Paletten-Tabelle. Mit der Funktion M104 aktivieren Sie wieder den zuletzt von Ihnen gesetzten Bezugspunkt.

Wirkung
M104 wirkt nur in den Programm-Sätzen, in denen M104 programmiert ist.

M104 wird wirksam am Satz-Ende.

Positionen im ungeschwenkten Koordinaten-System bei geschwenkter Bearbeitungsebene anfahren: M130 (nicht TNC 410)

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

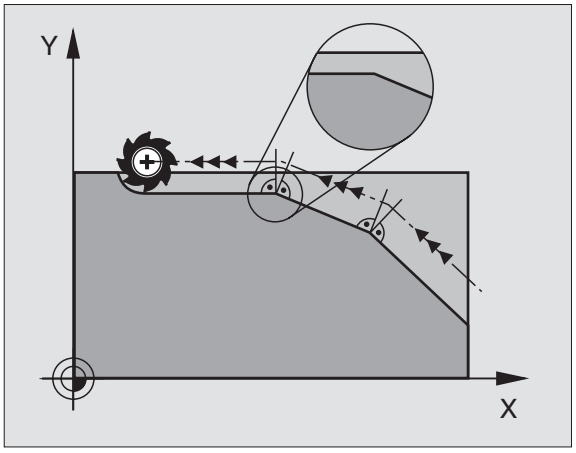
Ecken verschleifen: M90

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.

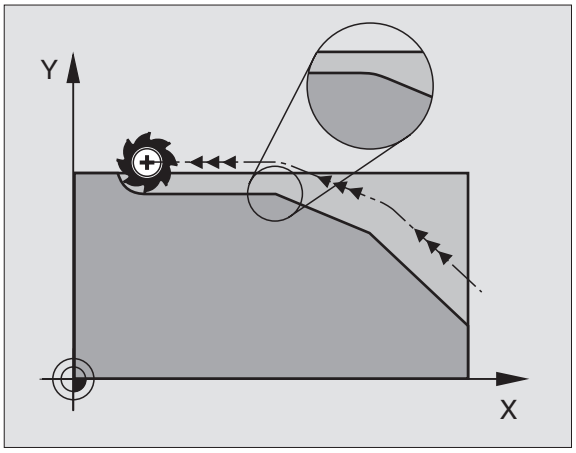
Verhalten mit M90
Das Werkzeug wird an eckigen Übergängen mit konstanter Bahngeschwindigkeit geführt: Die Ecken verschleifen und die Werkstück-Oberfläche wird glatter. Zusätzlich verringert sich die Bearbeitungszeit. Siehe Bild rechts Mitte.

Anwendungsbeispiel: Flächen aus kurzen Geradenstücken.



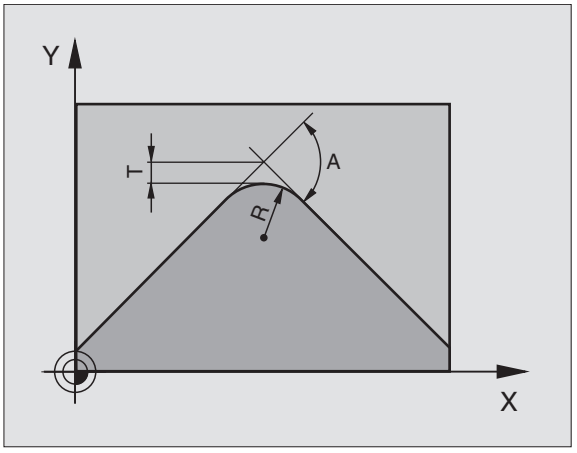
Wirkung
M90 wirkt nur in dem Programmsatz, in dem M90 programmiert ist.

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, nicht TNC 426, TNC 430).

Konturübergänge zwischen beliebigen Konturelementen einfügen: M112 (nicht TNC 426, TNC 430)



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

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

Verhalten mit M112

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

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

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

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

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

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

E und H 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

```
N50 G01 G40 X+123.723 Y+25.491 F800 M112 E0.01 H10 *
```

Konturfilter: M124 (nicht TNC 426, TNC 430)

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

Verhalten mit M124

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

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

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

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

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

M124 eingeben

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

E können Sie auch über Q-Parameter festlegen. Siehe „10 Programmieren: Q-Parameter".

Wirkung

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

NC-Beispielsatz

```
N50 G01 G40 X+123.723 Y+25.491 F800 M124 E0.01 *
```

Kleine Konturstufen bearbeiten: M97

Standardverhalten

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

Die TNC unterbricht an solchen Stellen den Programmlauf und gibt die Fehlermeldung „Werkzeug-Radius zu groß“ aus.

Verhalten mit M97

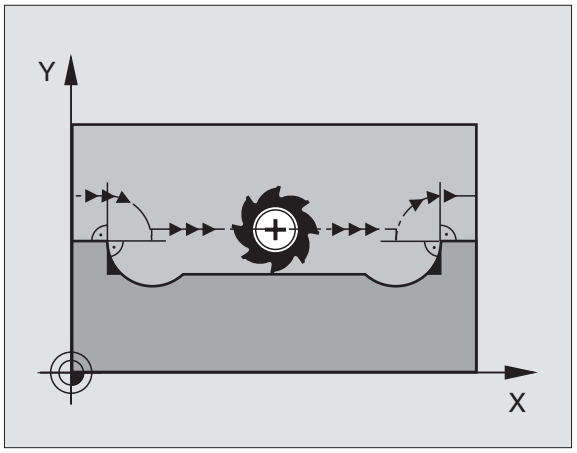
Die TNC ermittelt einen Bahnschnittpunkt für die Konturelemente – wie bei Innenecken – und fährt das Werkzeug über diesen Punkt. Siehe Bild rechts unten.

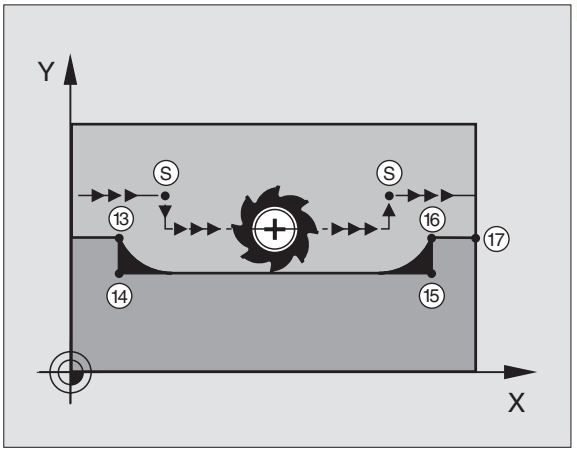
Programmieren Sie M97 in dem Satz, in dem der Außeneckpunkt festgelegt ist.

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

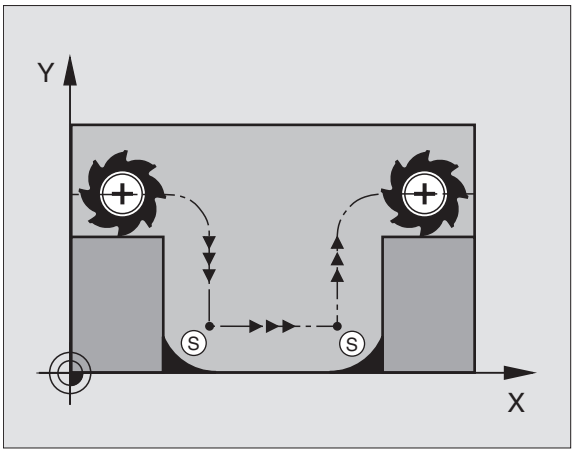
`N50 G99 G01 ... R+20 *`	Großer Werkzeug-Radius
`...`	
`N130 X ... Y ... F .. M97 *`	Konturpunkt 13 anfahren
`N140 G91 Y–0,5 .... F.. *`	Kleine Konturstufe 13 und 14 bearbeiten
`N150 X+100 ... *`	Konturpunkt 15 anfahren
`N160 Y+0,5 ... F.. M97 *`	Kleine Konturstufe 15 und 16 bearbeiten
`N170 G90 X .. Y ... *`	Konturpunkt 17 anfahren

Offene Konturecken 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

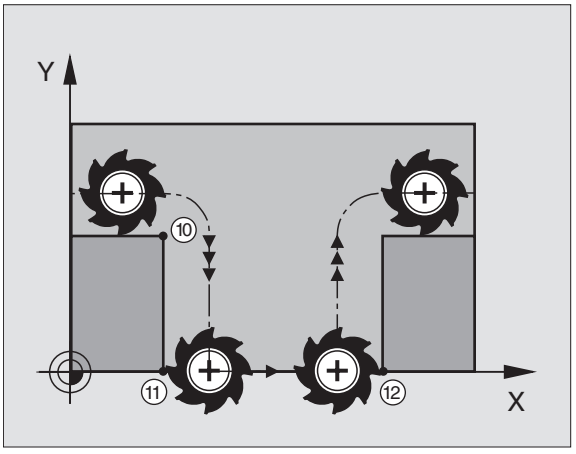
M98 wirkt nur in den Programmsätzen, in denen M98 programmiert ist.

M98 wird wirksam am Satz-Ende.

NC-Beispielsätze

Nacheinander Konturpunkte 10, 11 und 12 anfahren:

```
N100 G01 G41 X ... Y... F *
N110 X...  G91 Y... M98 *
N120 X+ ... *
```



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 x 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):
`N170 G01 G41 X+20 Y+20 F500 M103 F20 *`	500
`N180 Y+50 *`	500
`N190 G91 Z–2,5 *`	100
`N200 Y+5 Z–5`	141
`N210 X+50`	500
`N220 G90 Z+5`	500

M103 aktivieren Sie mit Maschinen-Parameter 7440; siehe „14.1 Allgemeine Anwenderparameter".

Vorschub in Mikrometer/Spindel-Umdrehung: M136 (nur TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx)

Standardverhalten
Die TNC verfährt das Werkzeug mit dem im Programm festgelegten Vorschub F in mm/min.

Verhalten mit M136
Mit M136 verfährt die TNC das Werkzeug nicht in mm/min sondern mit dem im Programm festgelegten Vorschub F in Mikrometer/Spindel-Umdrehung. Wenn Sie die Drehzahl über den Spindel-Override verändern, paßt die TNC den Vorschub automatisch an.

Wirkung
M136 wird wirksam am Satz-Anfang.

M136 heben Sie auf, indem Sie M137 programmieren.

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.

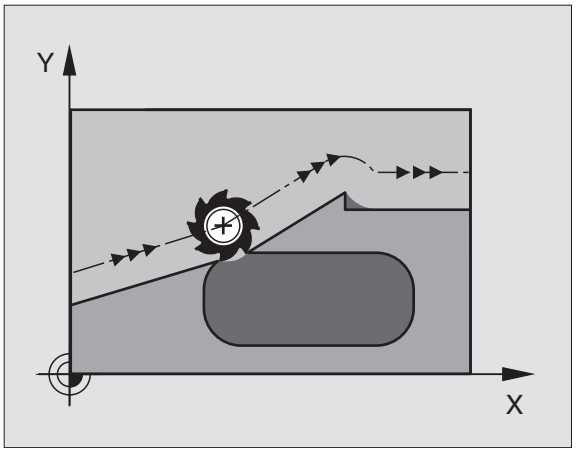
☞ M110 wirkt auch bei der Innenbearbeitung von Kreisbögen mit Konturzyklen.

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

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

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

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

- die Radiuskorrektur mit R0 aufheben
- M120 LA0 programmieren
- M120 ohne LA programmieren
- mit %... ein anderes Programm aufrufen

M120 wird wirksam am Satz-Anfang.

Einschränkungen (nur TNC 426, TNC 430)
- Den Wiedereintritt in eine Kontur nach Extern/Intern Stop dürfen Sie nur mit der Funktion VORLAUF ZU SATZ N durchführen
- Wenn Sie die Bahnfunktionen G25 und G24 verwenden, dürfen die Sätze vor und hinter G25 bzw. G24 nur Koordinaten der Bearbeitungsebene enthalten

Handrad-Positionierung während des Programmlaufs überlagern: M118 (nicht TNC 410)

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 oder die ASCII-Tastatur zur Koordinaten-Eingabe.

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:

```
G01 G41 X+0 Y+38,5 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 MANUELL VERFAHREN nicht zur Verfügung!

7.5 Zusatz-Funktionen für Drehachsen

Vorschub in mm/min bei Drehachsen A, B, C: M116 (nicht TNC 410)

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

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

Vorschub in mm/min bei Drehachsen mit M116

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

M116 wird wirksam am Satz-Anfang.

Drehachsen wegoptimiert fahren: M126

Standardverhalten
Das Standardverhalten der TNC beim Positionieren von Drehachsen, deren Anzeige auf Werte unter 360° reduziert ist, ist abhängig vom Maschinen-Parameter 7682. Dort ist festgelegt, ob die TNC die Differenz Soll-Position – Ist-Position, oder ob die TNC grundsätzlich immer (auch ohne M126) auf kürzestem Weg die programmierte Position anfahren soll. 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.

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°

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
Anzeigewerte aller aktiven Drehachsen reduzieren:

```
N50 M94 *
```

Zusätzlich bei der TNC 426, TNC 430:
Nur Anzeigewert der C-Achse reduzieren:

```
N50 M94 C *
```

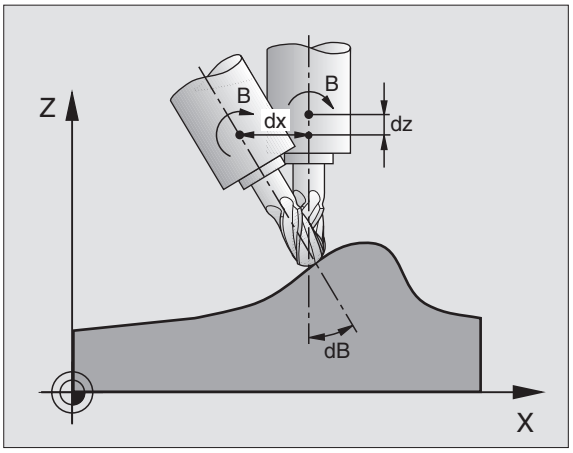
Anzeige aller aktiven Drehachsen reduzieren und anschließend mit der C-Achse auf den programmierten Wert fahren:

```
N50 G00 C+180 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 (nicht TNC 410)



Standardverhalten
Die TNC fährt das Werkzeug auf die im Bearbeitungs-Programm festgelegten Positionen. Ändert sich im Programm die Position einer Schwenkachse, so muß der Postprozessor den daraus entstehenden Versatz in den Linearachsen berechnen (siehe Bild rechts oben) und in einem Positioniersatz verfahren. Da hier auch die Maschinen-Geometrie eine Rolle spielt, muß für jede Maschine das NC-Programm separat berechnet werden.

Verhalten mit M114
Ändert sich im Programm die Position einer gesteuerten Schwenkachse, so kompensiert die TNC den Versatz des Werkzeugs mit einer 3D-Längenkorrektur automatisch. Da die Geometrie der Maschine in Maschinen-Parametern abgelegt ist, kompensiert die TNC auch maschinenspezifische Versätze automatisch. Programme müssen vom Postprozessor nur einmal berechnet werden, auch wenn sie auf unterschiedlichen Maschinen mit TNC-Steuerung abgearbeitet werden.

Wenn Ihre Maschine keine gesteuerten Schwenkachsen besitzt (Kopf manuell zu schwenken, Kopf wird von der PLC positioniert), können Sie hinter M114 die jeweils gültige Schwenkkopf-Position eingeben (z.B. M114 B+45, Q-Parameter erlaubt).

Die Werkzeug-Radiuskorrektur muß vom CAD-System bzw. vom Postprozessor berücksichtigt werden. Eine programmierte Radiuskorrektur RL/RR führt zu einer Fehlermeldung.

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 VORLAUF ZU SATZ N können Sie das Bearbeitungs-Programm danach an der Unterbrechungsstelle fortführen. Die TNC berücksichtigt bei aktivem M114 automatisch die neue Stellung der Schwenkachse.

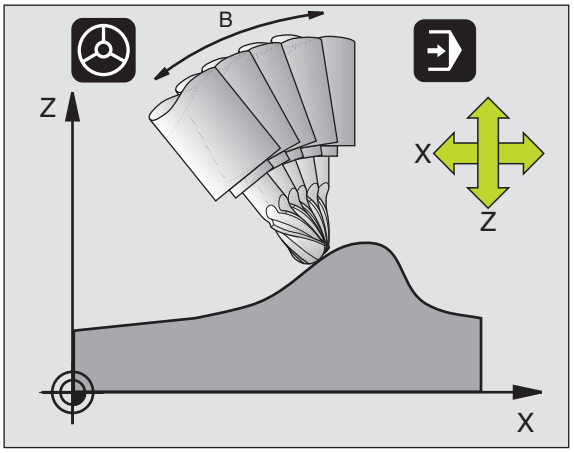
Um die Stellung der Schwenkachse mit dem Handrad während des Programmlaufs zu ändern, benutzen Sie M118 in Verbindung mit M128.

Wirkung
M114 wird wirksam am Satz-Anfang, M115 am Satz-Ende. M114 wirkt nicht bei aktiver Werkzeug-Radiuskorrektur.

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

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

Position der Werkzeugspitze beim Positionieren von Schwenkachsen beibehalten (TCPM*): M128



Standardverhalten
Die TNC fährt das Werkzeug auf die im Bearbeitungs-Programm festgelegten Positionen. Ändert sich im Programm die Position einer Schwenkachse, so muß der daraus entstehende Versatz in den Linearachsen berechnet und in einem Positioniersatz verfahren werden (siehe Bild links bei M114).

Verhalten mit M128
Ändert sich im Programm die Position einer gesteuerten Schwenkachse, dann bleibt während des Schwenkvorganges die Position der Werkzeugspitze gegenüber dem Werkstück unverändert.

Verwenden Sie M128 in Verbindung mit M118, wenn Sie während des Programmlaufs die Stellung der Schwenkachse mit dem Handrad verändern wollen. Die Überlagerung einer Handrad-Positionierung erfolgt bei aktivem M128 im maschinenfesten Koordinatensystem.

Bei Schwenkachsen mit Hirth-Verzahnung: Stellung der Schwenkachse nur verändern, nachdem Sie das Werkzeug freigefahren haben. Ansonsten können durch das Herausfahren aus der Verzahnung Konturverletzungen entstehen.

Hinter M128 können Sie noch einen Vorschub eingeben, mit dem die TNC die Ausgleichsbewegungen in den Linearachsen ausführt. Wenn Sie keinen Vorschub eingeben, oder einen der größer ist als im Maschinen-Parameter 7471 festgelegt ist, wirkt der Vorschub aus Maschinen-Parameter 7471.

Vor Positionierungen mit M91 oder M92 und vor einem T-Satz: M128 rücksetzen.

Um Kontur-Verletzungen zu vermeiden dürfen Sie mit M128 nur Radiusfräser verwenden.

Die Werkzeug-Länge muß sich auf das Kugelzentrum des Radiusfräsers beziehen.

Die TNC schwenkt die aktive Werkzeug-Radiuskorrektur nicht mit. Dadurch entsteht ein Fehler, der von der Winkelstellung der Drehachse abhängt.

Wenn M128 aktiv ist, zeigt die TNC in der Status-Anzeige das Symbol an

*) **TCPM** = Tool Center Point Management

M128 bei Schwenktischen
Wenn Sie bei aktivem M128 einen Schwenktisch-Bewegung programmieren, dann dreht die TNC das Koordinaten-System entsprechend mit. Drehen Sie z.B. die C-Achse um 90° und programmieren anschließend eine Bewegung in der X-Achse, dann führt die TNC die Bewegung in der Maschinenachse Y aus.

Auch den gesetzten Bezugspunkt, der sich durch die Rundtisch-Bewegung verlagert, transformiert die TNC.

Wirkung
M128 wird wirksam am Satz-Anfang, M129 am Satz-Ende. M128 wirkt auch in den manuellen Betriebsarten und bleibt nach einem Betriebsartenwechsel aktiv. Der Vorschub für die Ausgleichsbewegung bleibt so lange wirksam, bis Sie einen neuen programmieren oder M128 mit M129 rücksetzen.

M128 setzen Sie mit M129 zurück. Wenn Sie in einer Programmlauf-Betriebsart ein neues Programm wählen, setzt die TNC M128 ebenfalls zurück.

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

NC-Beispielsatz
Ausgleichsbewegungen mit einem Vorschub von 1000 mm/mmin durchführen:

```
L X+0 Y+38,5 RL F125 M128 F1000
```

Genauhalt an Ecken mit nicht tangentialen Übergängen: M134

Standardverhalten
Die TNC verfährt das Werkzeug bei Positionierungen mit Drehachsen so, daß an nicht tangentialen Konturübergängen ein Übergangselement eingefügt wird. Der Konturübergang ist abhängig von der Beschleunigung, dem Ruck und der festgelegten Toleranz der Konturabweichung.

Das Standardverhalten der TNC können Sie mit dem Maschinen-Parametern 7440 so ändern, daß mit Anwahl eines Programmes M134 automatisch aktiv wird (siehe Kapitel 14.1 „Allgemeine Anwender-PArameter).

Verhalten mit M134
Die TNC verfährt das Werkzeug bei Positionierungen mit Drehachsen so, daß an nicht tangentialen Konturübergängen ein Genauhalt ausgeführt wird.

Wirkung
M134 wird wirksam am Satz-Anfang, M135 am Satz-Ende.

M134 setzen Sie mit M135 zurück. Wenn Sie in einer Programmlauf-Betriebsart ein neues Programm wählen, setzt die TNC M134 ebenfalls zurück.

Auswahl von Schwenkachsen: M138 (nur TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx)

Standardverhalten
Die TNC berücksichtigt bei den Funktionen M114, M128 und Bearbeitungsebene schwenken die Drehachsen, die von Ihrem Maschinen-Hersteller in Maschinen-Parametern festgelegt sind.

Verhalten mit M138
Die TNC berücksichtigt bei den oben aufgeführten Funktionen nur die Schwenkachsen, die Sie mit M138 definiert haben.

Wirkung
M138 wird wirksam am Satz-Anfang.

M138 setzen Sie zurück, indem Sie M138 ohne Angabe von Schwenkachsen erneut programmieren.

NC-Beispielsatz
Für die oben aufgeführten Funktionen nur die Schwenkachse C berücksichtigen:

```
L Z+100 R0 FMAX M138 C
```

7.6 Zusatz-Funktionen für Laser-Schneidmaschinen (nicht TNC 410)

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 Maschinen-Parametern 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 Spannungs-Wert 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. G83 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-Beispielsatz

```
N50 G83 P01 +2 P02 -30 P03 +5 P04 1 P05 150 *
```

Um die Bearbeitungszyklen G83 bis G86, G74 bis G78 und G56 bis G59 auch auf älteren TNC-Bahnsteuerungen abarbeiten zu können, müssen Sie beim Sicherheits-Abstand und bei der Zustell-Tiefe zusätzlich ein negatives Vorzeichen programmieren.

Zyklus-Gruppe	Softkey
Zyklen zum Tiefbohren, Reiben, Ausdrehen, Senken, Gewindebohren und Gewindeschneiden	BOHREN
Zyklen zum Fräsen von Taschen, Zapfen und Nuten	TASCHEN/ ZAPFEN/ NUTEN
Zyklen zur Herstellung von Punktemustern, z.B. Lochkreis od. Lochfläche	PUNKTE- MUSTER
SL-Zyklen (Subcontur-List), mit denen aufwendigere Konturen konturparallel bearbeitet werden, die sich aus mehreren überlagerten Teilkonturen zusammensetzen, Zylindermantel-Interpolation (nicht TNC 410)	SL- ZYKLEN
Zyklen zum Abzeilen ebener oder in sich verwundener Flächen	ABZEILEN
Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung, mit denen beliebige Konturen verschoben, gedreht, gespiegelt, vergrößert und verkleinert werden	KOORD.- UMRECHN.
Sonder-Zyklen Verweilzeit, Programm-Aufruf, Spindel-Orientierung, Toleranz (nicht TNC 410)	SONDER- ZYKLEN

Zyklus aufrufen

Voraussetzungen

Vor einem Zyklus-Aufruf programmieren Sie in jedem Fall:

- G30/G31 zur grafischen Darstellung (nur für Test-grafik erforderlich)
- Werkzeug-Aufruf
- Drehsinn der Spindel (Zusatz-Funktion M3/M4)
- Zyklus-Definition

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

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

- die Zyklen Punktemuster auf Kreis und Punktemuster auf Linien
- den SL-Zyklus KONTUR
- den SL-Zyklus KONTUR-DATEN (nicht TNC 410)
- Zyklus G62 TOLERANZ (nicht TNC 410)
- Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung
- den Zyklus G04 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 G79:

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

Um die Wirkung von M89 aufzuheben, programmieren Sie

- M99 oder
- G79 oder
- einen neuen Zyklus

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 G74 NUTENFRAESEN und im Zyklus G75/G76 TASCHENFRAESEN für die Seitenlängen direkt Zusatzachsen programmieren
- Wenn Sie bei SL-Zyklen Zusatzachsen im Kontur-Unterprogramm programmieren

8.2 Punkte-Tabellen (nur TNC 410)

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

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

Punkte-Tabelle eingeben

Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren wählen.

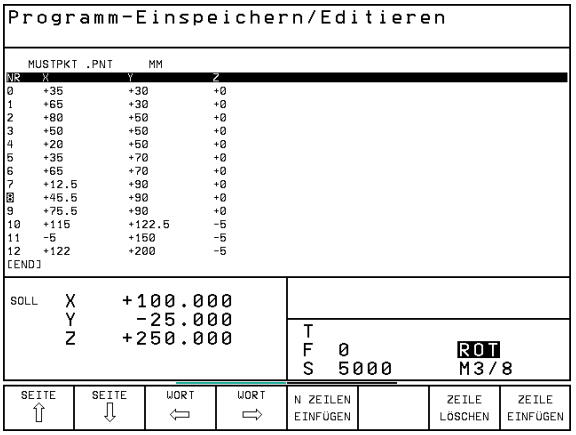
PGM MGT — Datei-Verwaltung aufrufen: Taste PGM MGT drücken

```
Datei-Name =
```

NEU ENT — Namen der Punkte-Tabelle eingeben, mit Taste ENT bestätigen

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

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



Punkte-Tabellen im Programm wählen

Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren wählen.

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

PUNKTE TABELLE — Softkey PUNKTE-TABELLE drücken

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

NC-Beispielsatz:

```
N72  %:PAT: "NAMEN"*
```

Zyklus in Verbindung mit Punkte-Tabellen aufrufen

Beachten Sie vor dem Programmieren

Die TNC arbeitet mit G79 PAT die Punkte-Tabelle ab, die Sie zuletzt definiert haben (auch wenn Sie die Punkte-Tabelle in einem mit % verschachtelten Programm definiert haben).

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

Soll die TNC den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus an den Punkten aufrufen, die in einer Punkte-Tabelle definiert sind, programmieren Sie den Zyklus-Aufruf mit G79 PAT:

CYCL CALL

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

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

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

Wirkungsweise der Punkte-Tabellen mit Zyklen G83, G84 und G74 bis G78

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

Wirkungsweise der Punkte-Tabellen mit SL-Zyklen und Zyklus G39

Die TNC interpretiert die Punkte als zusätzliche Nullpunkt-Verschiebung.

Wirkungsweise der Punkte-Tabellen mit Zyklen G200 bis G204

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

Wirkungsweise der Punkte-Tabellen mit Zyklen G210 bis G215

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

8.3 Bohrzyklen

Die TNC stellt insgesamt 9 (bzw. 13 Zyklen) für die verschiedensten Bohrbearbeitungen zur Verfügung:

Zyklus	Softkey
G83 TIEFBOHREN Ohne automatische Vorpositionierung	
G200 BOHREN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand	
G201 REIBEN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand	
G202 AUSDREHEN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand	
G203 UNIVERSAL-BOHREN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand, Spanbruch, Degression	
G204 RUECKWAERTS-SENKEN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand	
G205 UNIVERSAL-TIEFBOHREN **(nur bei der TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx)** Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand, Spanbruch, Vorhalteabstand	

Zyklus	Softkey
G84 GEWINDEBOHREN Mit Ausgleichsfutter	
G85 GEWINDEBOHREN GS Ohne Ausgleichsfutter	
G86 GEWINDESCHNEIDEN (nicht TNC 410)	
G206 GEWINDEBOHREN NEU **(nur bei der TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx)** Mit Ausgleichsfutter, mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand	
G207 GEWINDEBOHREN GS NEU **(nur bei der TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx)** Ohne Ausgleichsfutter, mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand	
G208 BOHRFRAESEN **(nur bei der TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx)** Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand	

TIEFBOHREN (Zyklus G83)

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 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 mm
- Bohrtiefe über 30 mm: t = 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 Eilgang zur Startposition zurück

Beachten Sie vor dem Programmieren

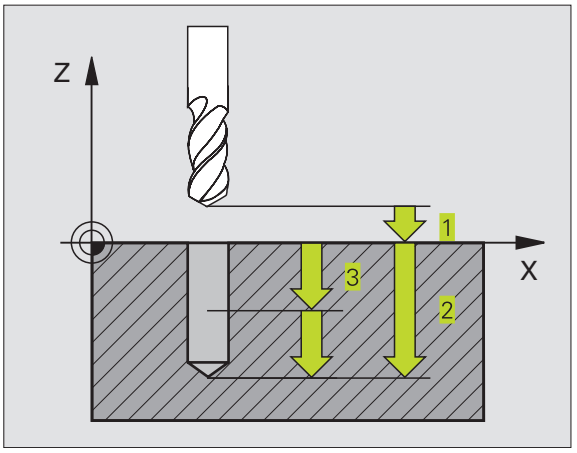
Positionier-Satz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur G40 programmieren.

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 Bohrtiefe wenn:
  - Zustell-Tiefe und Bohrtiefe gleich sind
  - die Zustell-Tiefe größer als die Bohrtiefe ist

  Die Bohrtiefe muß kein Vielfaches der Zustell-Tiefe sein
- Verweilzeit in Sekunden: Zeit, in der das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt, um freizuschneiden
- Vorschub F: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Bohren in mm/min



NC-Beispielsatz:

```
N10 G83 P01   2 P02 -20   5 P03   0 P04 500*
```

BOHREN (Zyklus G200)

1 Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang auf den Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche

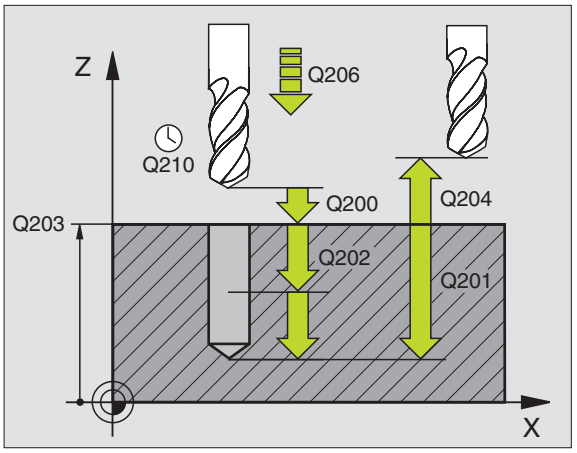
2 Das Werkzeug bohrt mit dem programmierten Vorschub F bis zur ersten Zustell-Tiefe

3 Die TNC fährt das Werkzeug mit Eilgang auf den Sicherheits-Abstand zurück, verweilt dort - falls eingegeben - und fährt anschließend wieder mit Eilgang bis auf Sicherheits-Abstand über die erste Zustell-Tiefe

4 Anschließend bohrt das Werkzeug mit eingegebenem Vorschub F um eine weitere Zustell-Tiefe

5 Die TNC wiederholt diesen Ablauf (2 bis 4), bis die eingegebene Bohrtiefe erreicht ist

6 Vom Bohrungsgrund fährt das Werkzeug mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand



NC-Beispielsatz:

```
N70  G200 Q200=2 Q201=-20  Q206=150
     Q202=5  Q210=0  Q203=+0  Q204=50*
```

Beachten Sie vor dem Programmieren

Positionier-Satz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur G40 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: Verfahrgeschwindigkeit 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 Entspanen aus der Bohrung herausgefahren hat
- Koord. Werkstück-Oberfläche Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche

- 2. Sicherheits-Abstand Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann

zusätzlich bei der TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx:

- Verweilzeit unten Q211: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt

REIBEN (Zyklus G201)

1 Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang 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

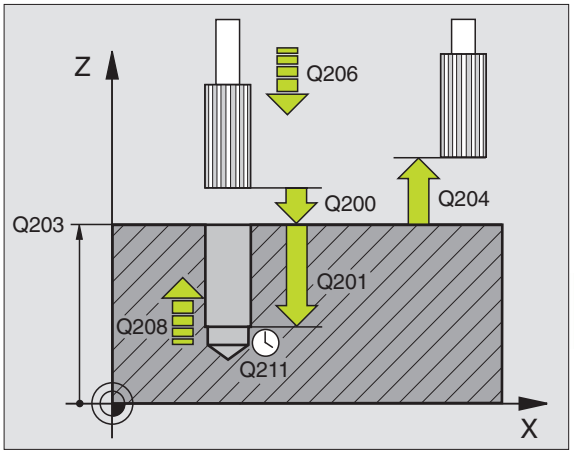
4 Anschließend fährt die TNC das Werkzeug im Vorschub F zurück auf den Sicherheits-Abstand und von dort – falls eingegeben – mit Eilgang auf den 2. Sicherheits-Abstand

Beachten Sie vor dem Programmieren

Positionier-Satz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur G40 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: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Reiben in mm/min
- Verweilzeit unten Q211: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt
- Vorschub Rückzug Q208: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Herausfahren aus der Bohrung in mm/min. Wenn Sie Q208 = 0 eingeben, dann gilt Vorschub Reiben
- Koord. Werkstück-Oberfläche Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- 2. Sicherheits-Abstand Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann



NC-Beispielsatz:

```
N80  G201 Q200=2 Q201=-20 Q206=150
     Q211=0.25 Q208=500 Q203=+0
     Q204=50*
```

AUSDREHEN (Zyklus G202)

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

1 Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang auf den Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche

2 Das Werkzeug bohrt mit dem Bohrvorschub bis zur Tiefe

3 Am Bohrungsgrund verweilt das Werkzeug – falls eingegeben – mit laufender Spindel zum Freischneiden

4 Anschließend führt die TNC eine Spindel-Orientierung auf die 0°-Position durch

5 Falls Freifahren gewählt ist, fährt die TNC in der eingegebenen Richtung 0,2 mm (fester Wert) frei

6 Anschließend fährt die TNC das Werkzeug im Vorschub Rückzug auf den Sicherheits-Abstand und von dort – falls eingegeben – mit Eilgang auf den 2. Sicherheits-Abstand. Wenn Q214=0 erfolgt der Rückzug an der Bohrungswand

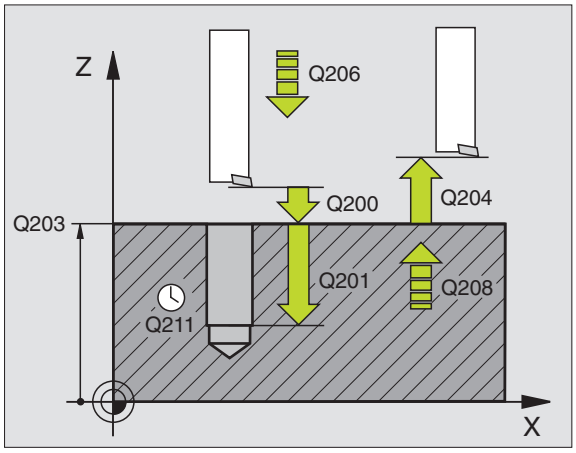
Beachten Sie vor dem Programmieren

Positionier-Satz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur G40 programmieren.

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

Die TNC stellt am Zyklus-Ende den Kühlmittel- und Spindelzustand wieder her, der vor dem Zyklus-Aufruf aktiv war.

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



NC-Beispielsatz:

```
N90  G202 Q200=2 Q201=-20 Q206=150
     Q211=0.5 Q208=500 Q203=+0 Q204=50
     Q214=1*
```

▶ 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, das sie parallel zu einer Koordinaten-Achse steht. Wählen Sie die Freifahrrichtung so, daß das Werkzeug vom Bohrungsrand wegfährt.

zusätzlich bei der TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx:

▶ Winkel für Spindel-Orientierung Q336 (absolut): Winkel, auf den die TNC das Werkzeug vor dem Freifahren positioniert

UNIVERSAL-BOHREN (Zyklus G203)

1 Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang auf den eingegebenen Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche

2 Das Werkzeug bohrt mit dem eingegebenen Vorschub F bis zur ersten Zustell-Tiefe

3 Falls Spanbruch eingegeben, fährt die TNC das Werkzeug um den Sicherheits-Abstand zurück. Wenn Sie ohne Spanbruch arbeiten, dann fährt die TNC das Werkzeug mit dem Vorschub Rückzug auf den Sicherheits-Abstand zurück, verweilt dort – falls eingegeben – und fährt anschließend wieder mit Eilgang bis auf Sicherheits-Abstand über die erste Zustell-Tiefe

4 Anschließend bohrt das Werkzeug mit Vorschub um eine weitere Zustell-Tiefe. Die Zustell-Tiefe verringert sich mit jeder Zustellung um den Abnahmebetrag – falls eingegeben

5 Die TNC wiederholt diesen Ablauf (2-4), bis die Bohrtiefe erreicht ist

6 Am Bohrungsgrund verweilt das Werkzeug – falls eingegeben – zum Freischneiden und wird nach der Verweilzeit mit dem Vorschub Rückzug auf den Sicherheits-Abstand zurückgezogen. Falls Sie einen 2. Sicherheits-Abstand eingegeben haben, fährt die TNC das Werkzeug mit Eilgang dorthin

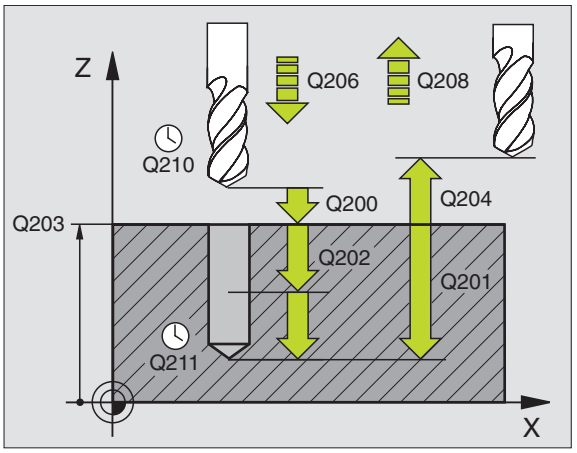
Beachten Sie vor dem Programmieren

Positionier-Satz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur G40 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: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Bohren in mm/min
- Zustell-Tiefe Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Die TNC fährt in einem Arbeitsgang auf die Tiefe wenn:
  - Zustell-Tiefe und Tiefe gleich sind
  - die Zustell-Tiefe größer als die Tiefe ist

  Die Tiefe muß kein Vielfaches der Zustell-Tiefe sein
- Verweilzeit oben Q210: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug auf Sicherheits-Abstand verweilt, nachdem es die TNC zum Entspanen aus der Bohrung herausgefahren hat
- Koord. Werkstück-Oberfläche Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- 2. Sicherheits-Abstand Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- Abnahmebetrag Q212 (inkremental): Wert, um den die TNC die Zustell-Tiefe nach jeder Zustellung verkleinert
- Anz. Spanbrüche bis Rückzug Q213: Anzahl der Spanbrüche bevor die TNC das Werkzeug aus der Bohrung zum Entspanen herausfahren soll. Zum Spanbrechen zieht die TNC das Werkzeug jeweils um 0,2 mm zurück
- Minimale Zustell-Tiefe Q205 (inkremental): Falls Sie einen Abnahmebetrag eingegeben haben, begrenzt die TNC die Zustellung auf den mit Q205 eingegeben Wert
- Verweilzeit unten Q211: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt



- Vorschub Rückzug Q208: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Herausfahren aus der Bohrung in mm/min. Wenn Sie Q208=0 eingeben, dann fährt TNC mit Eilgang heraus

zusätzlich bei der TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx:

- Rückzug bei Spanbruch Q256 (inkremental): Wert, um die die TNC das Werkzeug beim Spanbrechen zurückfährt

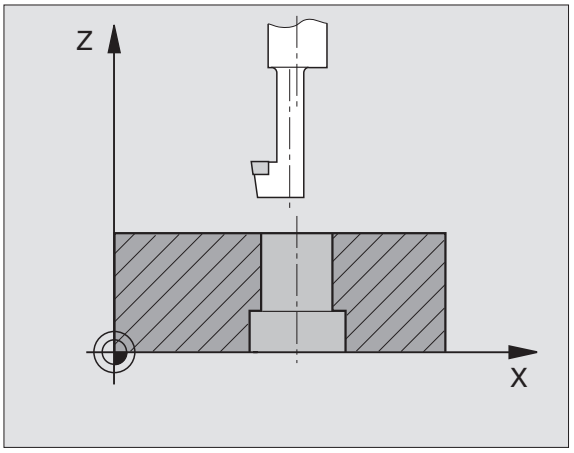
NC-Beispielsatz:

```
N10  G203 Q200=2 Q201=-20 Q206=150
     Q202=5 Q210=0 Q203=+0 Q204=50
     Q212=0.2 Q213=3 Q205=3 Q211=0.25
     Q208=500*
```

RUECKWAERTS-SENKEN (Zyklus G204)

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

Der Zyklus arbeitet nur mit sogenannten Rückwärtsbohrstangen.



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

1 Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang auf den Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche

2 Dort führt die TNC eine Spindel-Orientierung auf die 0°-Position durch und versetzt das Werkzeug um das Exzentermaß

3 Anschließend taucht das Werkzeug mit dem Vorschub Vorpositionieren in die vorgebohrte Bohrung ein, bis die Schneide im Sicherheits-Abstand unterhalb der Werkstück-Unterkante steht

4 Die TNC fährt jetzt das Werkzeug wieder auf Bohrungsmitte, schaltet die Spindel und ggf. das Kühlmittel ein und fährt dann mit dem Vorschub Senken auf die eingegebene Tiefe Senkung

5 Falls eingegeben, verweilt das Werkzeug am Senkungsgrund und fährt anschließend wieder aus der Bohrung heraus, führt eine Spindelorientierung durch und versetzt erneut um das Exzentermaß

6 Anschließend fährt die TNC das Werkzeug im Vorschub Vorpositionieren auf den Sicherheits-Abstand und von dort – falls eingegeben – mit Eilgang auf den 2. Sicherheits-Abstand.

Beachten Sie vor dem Programmieren

Positionier-Satz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur G40 programmieren.

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

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

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

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

1: Werkzeug versetzen in Minus-Richtung der Hauptachse

2: Werkzeug versetzen in Minus-Richtung der Nebenachse

3: Werkzeug versetzen in Plus-Richtung der Hauptachse

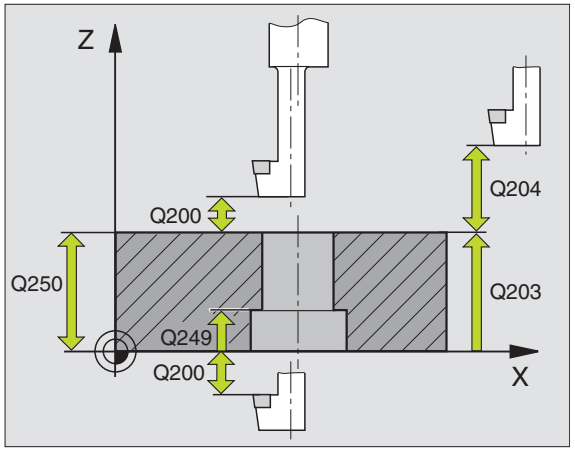
4: Werkzeug versetzen in Plus-Richtung der Nebenachse

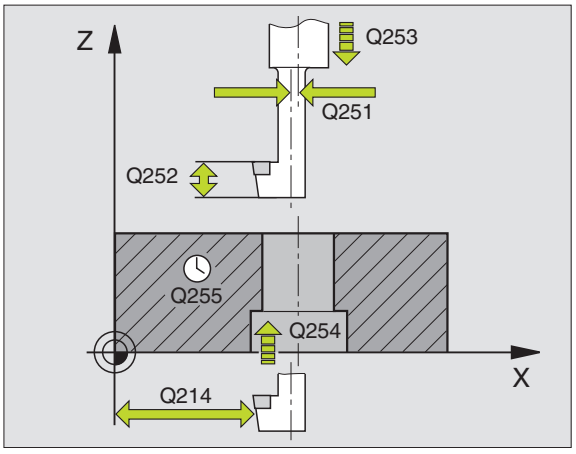
Kollisionsgefahr!

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

zusätzlich bei der TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx:

- Winkel für Spindel-Orientierung Q336 (absolut): Winkel, auf den die TNC das Werkzeug vor dem Freifahren positioniert





NC-Beispielsatz:

```
N11  G204 Q200=2 Q249=+5 Q250=20
     Q251=3.5 Q252=15 Q253=750 Q254=200
     Q255=0 Q203=+0 Q204=50 Q214=1*
```

UNIVERSAL-TIEFBOHREN (Zyklus G205, nur bei der TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx)

1 Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang 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 eingegebenen Rüchzugswert zurück. Wenn Sie ohne Spanbruch arbeiten, dann fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheits-Abstand zurück und anschließend wieder mit Eilgang bis auf den eingegebenen Vorhalteabstand über die erste Zustell-Tiefe

4 Anschließend bohrt das Werkzeug mit Vorschub um eine weitere Zustell-Tiefe. Die Zustell-Tiefe verringert sich mit jeder Zustellung um den Abnahmebetrag – falls eingegeben

5 Die TNC wiederholt diesen Ablauf (2-4), bis die Bohrtiefe erreicht ist

6 Am Bohrungsgrund verweilt das Werkzeug – falls eingegeben – zum Freischneiden und wird nach der Verweilzeit mit dem Vorschub Rückzug auf den Sicherheits-Abstand zurückgezogen. Falls Sie einen 2. Sicherheits-Abstand eingegeben haben, fährt die TNC das Werkzeug mit Eilgang dorthin

Beachten Sie vor dem Programmieren

Positionier-Satz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur G40 programmieren.

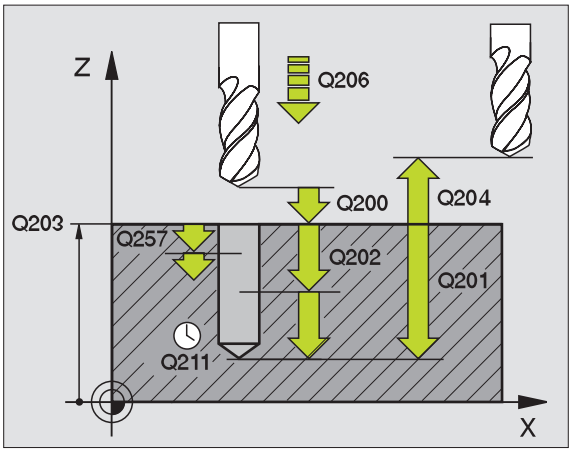
Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

- 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: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Bohren in mm/min
- Zustell-Tiefe Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Die TNC fährt in einem Arbeitsgang auf die Tiefe wenn:
  - Zustell-Tiefe und Tiefe gleich sind
  - die Zustell-Tiefe größer als die Tiefe ist

  Die Tiefe muß kein Vielfaches der Zustell-Tiefe sein
- Koord. Werkstück-Oberfläche Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- 2. Sicherheits-Abstand Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- Abnahmebetrag Q212 (inkremental): Wert, um den die TNC die Zustell-Tiefe Q201 verkleinert
- Minimale Zustell-Tiefe Q205 (inkremental): Falls Sie einen Abnahmebetrag eingegeben haben, begrenzt die TNC die Zustellung auf den mit Q205 eingegeben Wert
- Vorhalteabstand oben Q258 (inkremental): Sicherheits-Abstand für Eilgang-Positionierung, wenn die TNC das Werkzeug nach einem Rückzug aus der Bohrung wieder auf die aktuelle Zustell-Tiefe fährt; Wert bei erster Zustellung
- Vorhalteabstand unten Q259 (inkremental): Sicherheits-Abstand für Eilgang-Positionierung, wenn die TNC das Werkzeug nach einem Rückzug aus der Bohrung wieder auf die aktuelle Zustell-Tiefe fährt; Wert bei letzter Zustellung

Wenn Sie Q258 ungleich Q259 eingeben, dann verändert die TNC den Vorhalteabstand zwischen der ersten und letzten Zustellung gleichmäßig.

- Bohrtief bis Spanbruch Q257 (inkremental): Zustellung, nachdem die TNC einen Spanbruch durchführt. Kein Spanbruch, wenn 0 eingegeben
- Rückzug bei Spanbruch Q256 (inkremental): Wert, um die die TNC das Werkzeug beim Spanbrechen zurückfährt
- Verweilzeit unten Q211: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt



NC-Beispielsatz:

```
N12  G205 Q200=2 Q201=-80 Q206=150
     Q202=15 Q203=+0 Q204=50 Q212=0.5
     Q205=3 Q258=0.5 Q259=1 Q257=5
     Q256=0.2 Q211=0.25*
```

BOHRFRAESEN (Zyklus G208, nur bei der TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx)

1 Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang auf den eingegebenen Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche und fährt den eingegebenen Durchmesser auf einem Rundungskreis an (wenn Platz vorhanden ist)

2 Das Werkzeug bohrt mit dem eingegebenen Vorschub F in einer Schraubenlinie bis zur eingegebenen Bohrtiefe

3 Wenn die Bohrtiefe erreicht ist, fährt die TNC nochmals einen Vollkreis, um das beim Eintauchen stehengelassene Material zu entfernen

4 Danach positioniert die TNC das Werkzeug wieder zurück in die Bohrungsmitte

5 Abschließend fährt die TNC mit Eilgang zurück auf den Sicherheits-Abstand. Falls Sie einen 2. Sicherheits-Abstand eingegeben haben, fährt die TNC das Werkzeug mit Eilgang dorthin

Beachten Sie vor dem Programmieren

Positionier-Satz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur G40 programmieren.

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

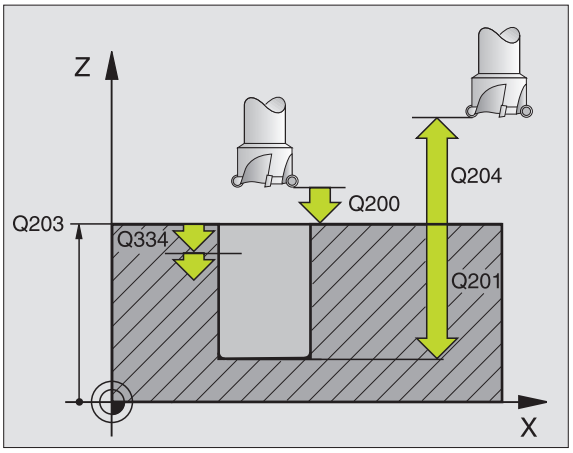
Wenn Sie den Bohrungs-Durchmesser gleich dem Werkzeug-Durchmesser eingegeben haben, bohrt die TNC ohne Schraubenlinien-Interpolation direkt auf die eingegebene Tiefe.

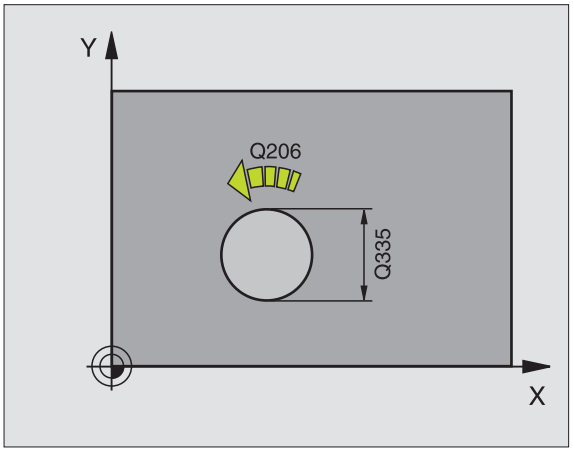
- Sicherheits-Abstand Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Unterkante und Werkstück-Oberfläche
- Tiefe Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Bohrungsgrund
- Vorschub Tiefenzustellung Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Bohren auf der Schraubenlinie in mm/min
- Zustellung pro Schraubenlinie Q334 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug auf einer Schraubenlinie (=360°) jeweils zugestellt wird.

Beachten Sie, daß Ihr Werkzeug bei zu großer Zustellung sowohl sich selbst als auch das Werkstück beschädigt.

Um die Eingabe zu großer Zustellungen zu vermeiden, geben Sie in der Werkzeug-Tabelle in der Spalte ANGLE den maximal möglichen Eintauchwinkel des Werkzeugs an (siehe „5.2 Werkzeug-Daten“). Die TNC berechnet dann automatisch die maximal erlaubte Zustellung und ändert ggf. Ihren eingegebenen Wert ab.

- Koord. Werkstück-Oberfläche Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- 2. Sicherheits-Abstand Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- Soll-Durchmesser Q335 (absolut): Bohrungs-Durchmesser. Wenn Sie den Soll-Durchmesser gleich dem Werkzeug-Durchmesser eingeben, dann bohrt die TNC ohne Schraubenlinien-Interpolation direkt auf die eingegebene Tiefe.





NC-Beispielsatz:

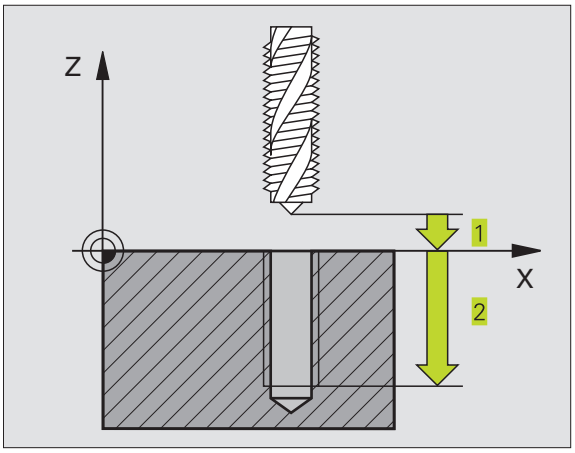
```
N12  G208 Q200=2 Q201=-80 Q206=150
     Q334=1.5 Q203=+0 Q204=50 Q335=25*
```

GEWINDEBOHREN mit Ausgleichsfutter (Zyklus G84)

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



NC-Beispielsatz:

```
N13  G84 P01  2 P02 -20 P03 0 P04 100*
```

Beachten Sie vor dem Programmieren

Positionier-Satz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur G40 programmieren.

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

Das Vorzeichen des Parameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

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

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

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

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

Vorschub ermitteln: F = S x p
F: Vorschub mm/min)
S: Spindel-Drehzahl (U/min)
p: Gewindesteigung (mm)

Freifahren bei Programm-Unterbrechung (nicht TNC 410)
Wenn Sie während des Gewindebohrens die externe Stop-Taste drücken, zeigt die TNC einen Softkey an, mit dem Sie das Werkzeug freifahren können.

GEWINDEBOHREN NEU mit Ausgleichsfutter (Zyklus G206, nur bei der TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx)

1 Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang FMAX auf den eingegebenen Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche

2 Das Werkzeug fährt in einem Arbeitsgang auf die Bohrtiefe

3 Danach wird die Spindeldrehrichtung umgekehrt und das Werkzeug nach der Verweilzeit auf den Sicherheits-Abstand zurückgezogen. Falls Sie einen 2. Sicherheits-Abstand eingegeben haben, fährt die TNC das Werkzeug mit FMAX dorthin

4 Auf Sicherheits-Abstand wird die Spindeldrehrichtung erneut umgekehrt

Beachten Sie vor dem Programmieren

Positionier-Satz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur G40 programmieren.

Das Vorzeichen des Parameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

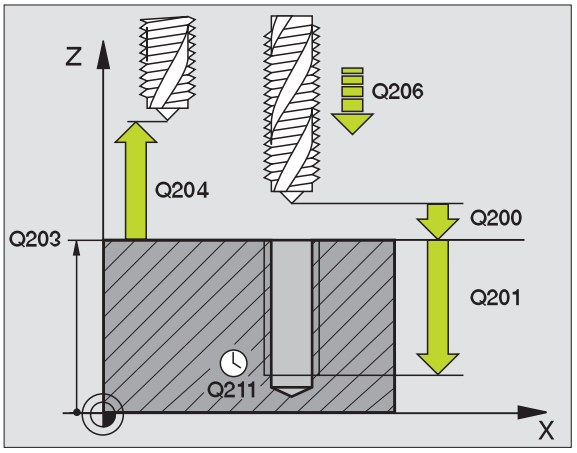
Das Werkzeug muß in ein Längenausgleichsfutter gespannt sein. Das Längenausgleichsfutter kompensiert Toleranzen von Vorschub und Drehzahl während der Bearbeitung.

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 Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze (Startposition) und Werkstück-Oberfläche; Richtwert: 4x Gewindesteigung
- Bohrtiefe Q201 (Gewindelänge, inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewindeende
- Vorschub F Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Gewindebohren

  Vorschub ermitteln: F = S x p
  F: Vorschub mm/min)
  S: Spindel-Drehzahl (U/min)
  p: Gewindesteigung (mm)
- Verweilzeit unten Q211: Wert zwischen 0 und 0,5 Sekunden eingeben, um ein Verkeilen des Werkzeugs beim Rückzug zu vermeiden
- Koord. Werkstück-Oberfläche Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- 2. Sicherheits-Abstand Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann



NC-Beispielsatz:

```
N25  G206 Q200=2 Q201=-20 Q206=150
     Q211=0.25 Q203=+0 Q204=50*
```

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 G85)

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 Maschinen-Parameter 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 G40 programmieren

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

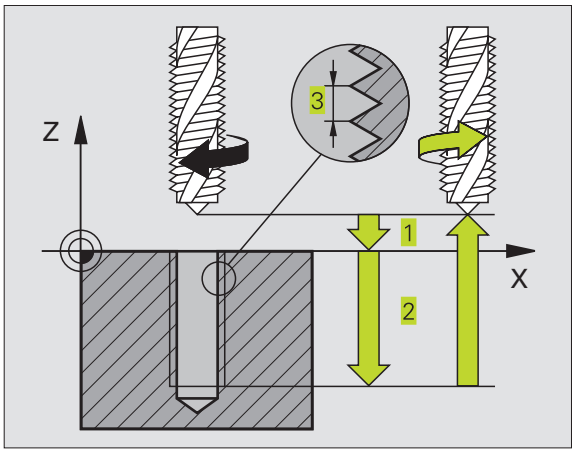
Das Vorzeichen des Parameters Bohrtiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

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 (nicht TNC 410)
Wenn Sie während des Gewindebohrens die externe Stop-Taste drücken, zeigt die TNC den Softkey MANUELL FREIFAHREN an. Wenn Sie MANUEL FREIFAHREN drücken, können Sie das Werkzeug gesteuert freifahren. Drücken Sie dazu die positive Achsrichtungs-Taste der aktiven Spindelachse.



NC-Beispielsätze:

```
N18  G85 P01  2 P02 -20 P03 +1*
```

GEWINDEBOHREN ohne Ausgleichsfutter GS NEU (Zyklus G207, nur bei der TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx))

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: Siehe Zyklus 85.

1 Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang FMAX auf den eingegebenen Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche

2 Das Werkzeug fährt in einem Arbeitsgang auf die Bohrtiefe

3 Danach wird die Spindeldrehrichtung umgekehrt und das Werkzeug nach der Verweilzeit auf den Sicherheits-Abstand zurückgezogen. Falls Sie einen 2. Sicherheits-Abstand eingegeben haben, fährt die TNC das Werkzeug mit FMAX dorthin

4 Auf Sicherheits-Abstand hält die TNC die Spindel an

Beachten Sie vor dem Programmieren

Positionier-Satz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) in der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur G40 programmieren

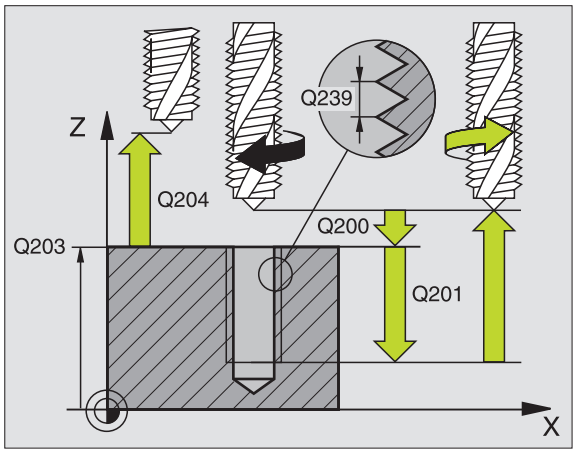
Das Vorzeichen des Parameters Bohrtiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

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

Der Drehknopf für den Vorschub-Override ist nicht aktiv.

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

- Sicherheits-Abstand Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze (Startposition) und Werkstück-Oberfläche
- Bohrtiefe Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche (Gewindebeginn) und Gewindeende
- Gewindesteigung Q239
  Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- und Linksgewinde fest:
  + = Rechtsgewinde
  – = Linksgewinde
- Koord. Werkstück-Oberfläche Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- 2. Sicherheits-Abstand Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann



Freifahren bei Programm-Unterbrechung
Wenn Sie während des Gewindeschneid-Vorgangs die externe Stop-Taste drücken, zeigt die TNC den Softkey MANUELL FREIFAHREN an. Wenn Sie MANUEL FREIFAHREN drücken, können Sie das Werkzeug gesteuert freifahren. Drücken Sie dazu die positive Achsrichtungs-Taste der aktiven Spindelachse.

NC-Beispielsätze:

```
N26  G207 Q200=2 Q201=-20 Q239=+1
     Q203=+0 Q204=50*
```

GEWINDESCHNEIDEN (Zyklus G86, nicht TNC 410)

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

Zyklus G86 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.

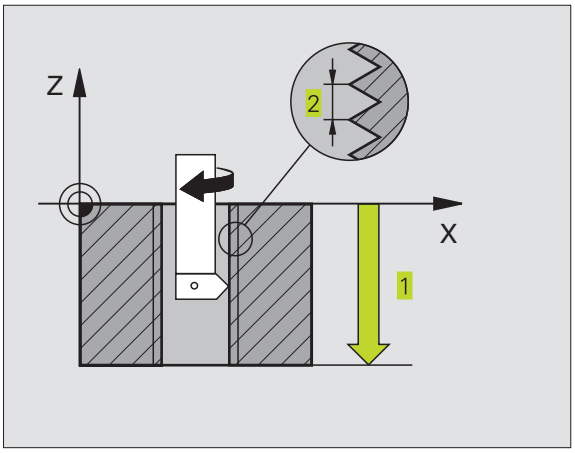
Der Drehknopf für den Vorschub-Override ist nicht aktiv.

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)

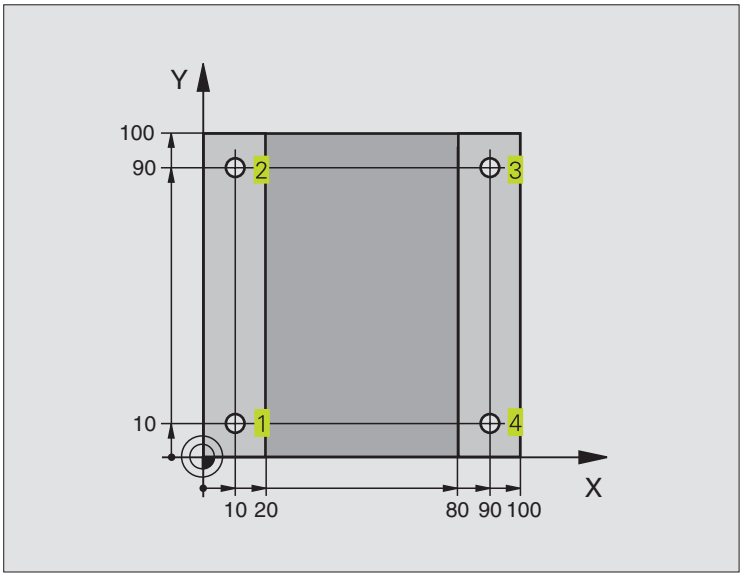
- Gewindesteigung 2:
  Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- und Linksgewinde fest:
  + = Rechtsgewinde (M3 bei negativer Bohrtiefe)
  – = Linksgewinde (M4 bei negativer Bohrtiefe)



NC-Beispielsätze:

```
N22  G86 P01 -20 P02 +1*
```

Beispiel: Bohrzyklen

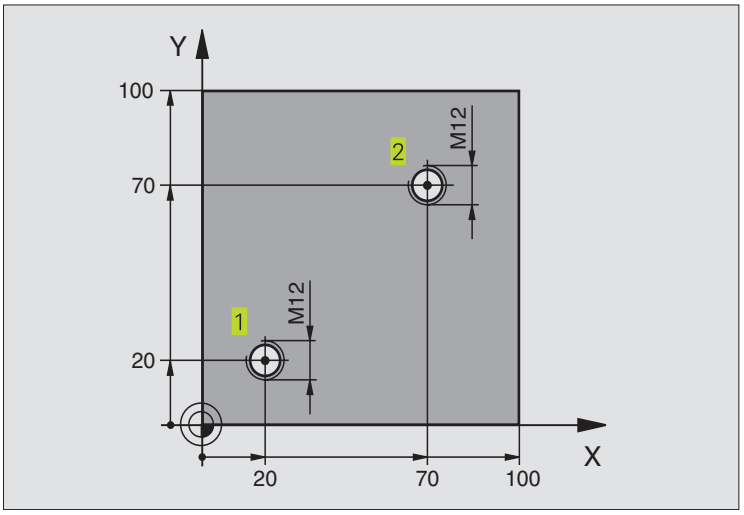


`%C200 G71 *`	
`N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *`	Rohteil-Definition
`N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *`	
`N30 G99 T1 L+0 R+3 *`	Werkzeug-Definition
`N40 T1 G17 S4500 *`	Werkzeug-Aufruf
`N50 G00 G40 G90 Z+250 *`	Werkzeug freifahren
`N60 G200 Q200=2 Q201=-15 Q206=250`	Zyklus-Definition
`Q202=5 Q210=0 Q203=0 Q204=50 *`	
`N70 X+10 Y+10 M3 *`	Bohrung 1 anfahren, Spindel einschalten
`N80 Z-8 M99 *`	Vorpositionieren in der Spindelachse, Zyklus-Aufruf
`N90 Y+90 M99 *`	Bohrung 2 anfahren, Zyklus-Aufruf
`N100 Z+20 *`	Spindelachse freifahren
`N110 X+90 *`	Bohrung 3 anfahren
`N120 Z-8 M99 *`	Vorpositionieren in der Spindelachse, Zyklus-Aufruf
`N130 Y+10 M99 *`	Bohrung 4 anfahren, Zyklus-Aufruf
`N140 G00 Z+250 M2 *`	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
`N999999 %C200 G71 *`	

Beispiel: Bohrzyklen

Programm-Ablauf

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



%C18 G71 *	
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *	Rohteil-Definition
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *	
N30 G99 T1 L+0 R+6 *	Werkzeug-Definition
N40 T1 G17 S4500 *	Werkzeug-Aufruf
N50 G00 G40 G90 Z+250 *	Werkzeug freifahren
N60 G86 P01 +30 P02 -1,75 *	Zyklus-Definition Gewindeschneiden
N70 X+20 Y+20 *	Bohrung 1 anfahren
N80 L1,0 *	Unterprogramm 1 rufen
N90 X+70 Y+70 *	Bohrung 2 anfahren
N100 L1,0 *	Unterprogramm 1 rufen
N110 G00 Z+250 M2 *	Werkzeug freifahren, Ende des Hauptprogramms
N120 G98 L1 *	Unterprogramm 1: Gewindeschneiden
N130 G36 S0 *	Spindel orientieren (wiederholtes Schneiden möglich)
N140 G01 G91 X-2 F1000 *	Werkzeug versetzen für kollisionsfreies Eintauchen (abhängig vom
	Kerndurchmesser undWerkzeug)
N150 G90 Z-30 *	Auf Starttiefe fahren
N160 G91 X+2 *	Werkzeug wieder auf Bohrungsmitte
N170 G79 *	Zyklus aufrufen
N180 G90 Z+5 *	freifahren
N190 G98 L0 *	Ende Unterprogramm 1
N999999 %C18 G71 *	

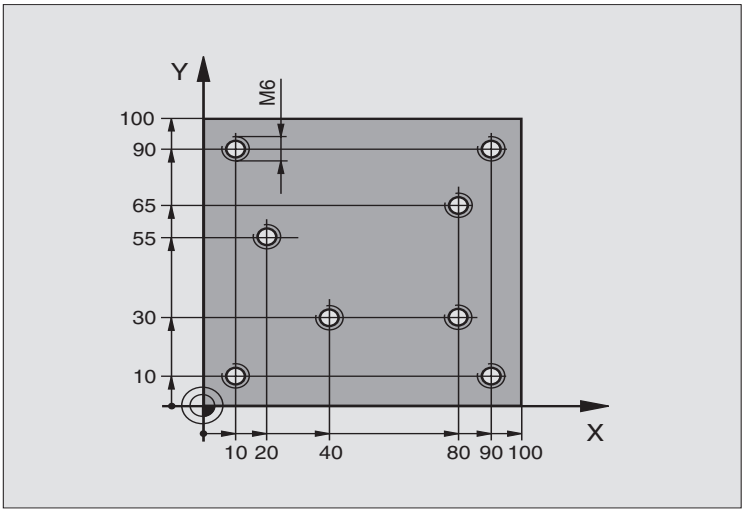
Beispiel: Bohrzyklen in Verbindung mit Punkte-Tabellen (nur TNC 410)

Programm-Ablauf

- Zentrieren
- Bohren
- Gewindebohren M6

Die Bohrungskoordinaten sind in der Punkte-Tabelle TAB1.PNT gespeichert (siehe nächste Seite) und werden von der TNC mit G79 PAT gerufen.

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



`%1 G71*`	
`N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20*`	Rohteil-Definition
`N20 G31 X+100 Y+100 Z+0*`	
`N30 G99 1 L+0 R+4*`	Werkzeug-Definition Zentrierer
`N40 G99 2 L+0 R+2.4*`	Werkzeug-Definition Bohrer
`N50 G99 3 L+0 R+3*`	Werkzeug-Definition Gewindebohrer
`N60 T1 G17 S5000*`	Werkzeug-Aufruf Zentrierer
`N70 G01 G40 Z+10 F5000*`	Werkzeug auf sichere Höhe fahren (F mit Wert programmieren,
	die TNC positioniert nach jedem Zyklus auf die sichere Höhe)
`N80 %:PAT: "TAB1"*`	Punkte-Tabelle festlegen
`N90 G200 Q200=2 Q201=-2 Q206=150 Q202=2`	Zyklus-Definition Zentrieren
`Q210=0 Q203=+0 Q204=0*`	Bei Q203 und Q204 zwingend 0 eingeben
`N100 G79 "PAT" F5000 M3*`	Zyklus-Aufruf in Verbindung mit Punkte-Tabelle TAB1.PNT,
	Vorschub zwischen den Punkten: 5000 mm/min
`N110 G00 G40 Z+100 M6*`	Werkzeug freifahren, Werkzeug-Wechsel

N120 T2 G17 S5000*	Werkzeug-Aufruf Bohrer
N130 G01 G40 Z+10 F5000*	Werkzeug auf sichere Höhe fahren (F mit Wert programmieren)
N140 G200 Q200=2 Q201=-25 Q206=150 Q202=5	Zyklus-Definition Bohren
Q210=0 Q203=+0 Q204=0*	Bei Q203 und Q204 zwingend 0 eingeben
N150 G79 "PAT" F5000 M3*	Zyklus-Aufruf in Verbindung mit Punkte-Tabelle TAB1.PNT
N160 G00 G40 Z+100 M6*	Werkzeug freifahren, Werkzeug-Wechsel
N170 T3 G17 S200*	Werkzeug-Aufruf Gewindebohrer
N180 G00 G40 Z+50*	Werkzeug auf sichere Höhe fahren
N190 G84 P01 +2 P02 -15 P030 P04 150*	Zyklus-Definition Gewindebohren
N200 G79 "PAT" F5000 M3*	Zyklus-Aufruf in Verbindung mit Punkte-Tabelle TAB1.PNT
N210 G00 G40 Z+100 M2*	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
N99999 %1 G71*	

Punkte-Tabelle TAB1.PNT

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

8.4 Zyklen zum Fräsen von Taschen, Zapfen und Nuten

Zyklus	Softkey
G75/G76 TASCHENFRAESEN (rechteckförmig) Schrupp-Zyklus ohne automatische Vorpositionierung G75: Im Uhrzeigersinn G76: Im Gegen-Uhrzeigersinn	
G212 TASCHE SCHLICHTEN (rechteckförmig) Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand	
G213 ZAPFEN SCHLICHTEN (rechteckförmig) Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand	
G77/G78 KREISTASCHE Schrupp-Zyklus ohne automatische Vorpositionierung G77: Im Uhrzeigersinn G78: Im Gegen-Uhrzeigersinn	
G214 KREISTASCHE SCHLICHTEN Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand	
G215 KREISZAPFEN SCHLICHTEN Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand	
G74 NUTENFRAESEN Schrupp-/Schlicht-Zyklus ohne automatische Vorpositionierung, senkrechte Tiefen-Zustellung	
G210 NUT PENDELND Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpositionierung, pendelnder Eintauchbewegung	
G211 RUNDE NUT Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpositionierung, pendelnder Eintauchbewegung	

TASCHENFRAESEN (Zyklen G75, G76)

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 G40 programmieren.

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

Das Vorzeichen des Parameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

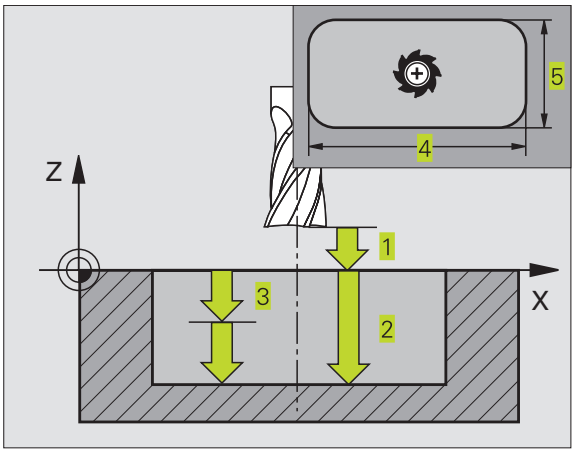
Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn verwenden (DIN 844), oder Vorbohren in der Taschenmitte.

Für die 2. Seiten-Länge gilt folgende Bedingung: 2.Seiten-Länge größer als [(2 x Rundungs-Radius) + Seitliche Zustellung k].

Drehsinn beim Ausräumen

- Im Uhrzeigersinn: G75
- Im Gegen-Uhrzeigersinn: G76

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



- Vorschub F: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs in der Bearbeitungsebene
- Rundungs-Radius: Radius für die Taschenecken
  Für Radius = 0 ist der Rundungs-Radius gleich dem Werkzeug-Radius

NC-Beispielsätze:

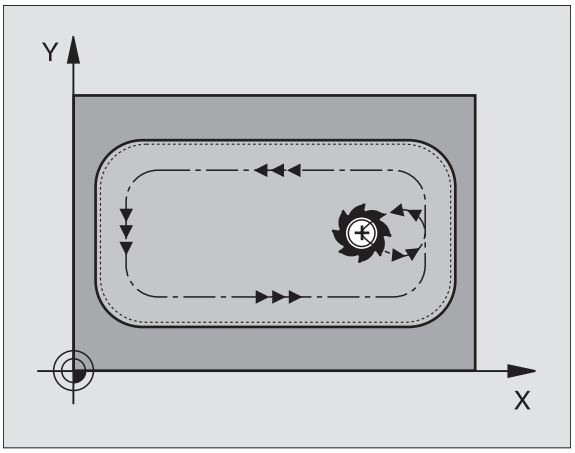
```
N27  G75 P01  2 P02 -20 P03  5 P04 100
     P05 X+80 P06 Y+60 P07 275 P08 5*
...
N35  G76 P01  2 P02 -20 P03  5 P04 100
     P05 X+80 P06 Y+60 P07 275 P08 5*
```

Berechnungen:
Seitliche Zustellung k = K x R

K: Überlappungs-Faktor, in Maschinen-Parameter 7430 festgelegt

R: Radius des Fräsers

TASCHE SCHLICHTEN (Zyklus G212)



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 Taschenmittte

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 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)

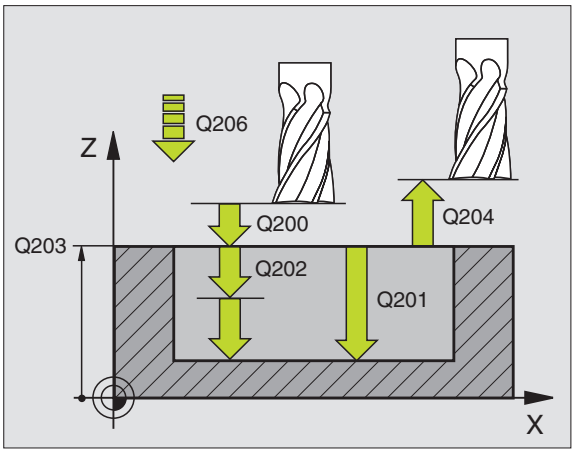
Beachten Sie vor dem Programmieren

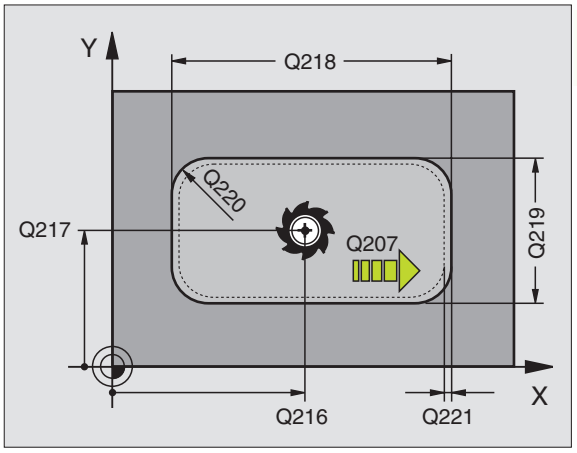
Das Vorzeichen des Parameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

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





NC-Beispielsatz:

```
N34  G212 Q200=2 Q201=-20 Q206=150
     Q202=5 Q207=500 Q203=+0 Q204=50
     Q216=+50 Q217=+50 Q218=80 Q219=60
     Q220=5 Q221=0*
```

ZAPFEN SCHLICHTEN (Zyklus G213)

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

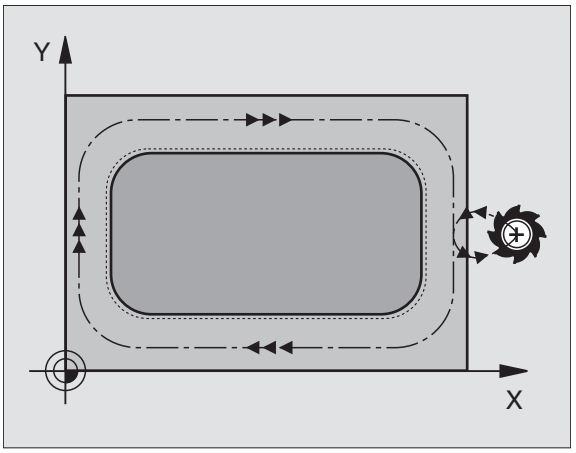
3 Falls das Werkzeug auf dem 2. Sicherheits-Abstand steht, fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheits-Abstand und von dort mit dem Vorschub Tiefenzustellung auf die erste Zustell-Tiefe

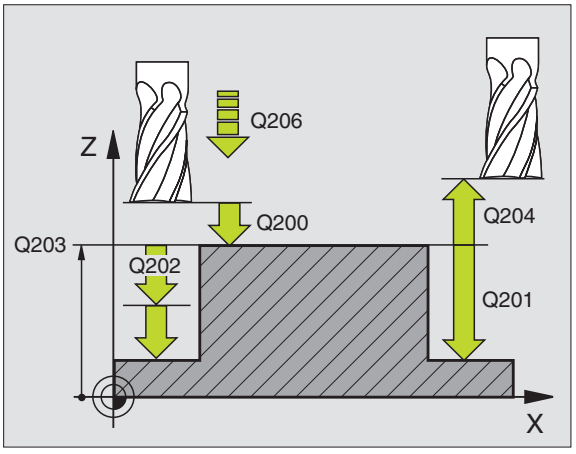
4 Anschließend fährt das Werkzeug tangential an die Fertigteilkontur und fräst im Gleichlauf einen Umlauf

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 Eilgang 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.

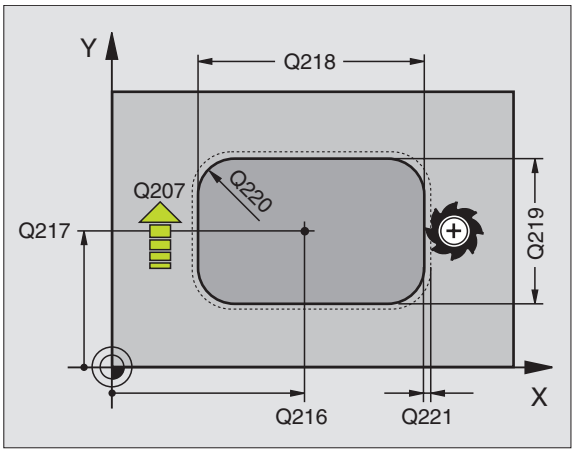
Wenn Sie den Zapfen aus dem Vollen heraus umfräsen wollen, dann verwenden Sie einen Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn (DIN 844). Geben Sie dann für den Vorschub Tiefenzustellung einen kleinen Wert ein.

- Sicherheits-Abstand Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche
- Tiefe Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Zapfengrund
- Vorschub Tiefenzustellung Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Wenn Sie ins Material eintauchen, dann kleinen Wert eingeben, wenn Sie im Freien eintauchen, höheren Wert eingeben
- Zustell-Tiefe Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Wert größer 0 eingeben
- Vorschub Fräsen Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- Koord. Werkstück-Oberfläche Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche

NC-Beispielsatz:

```
N35  G213 Q200=2 Q201=-20 Q206=150
     Q202=5 Q207=500 Q203=+0 Q204=50
     Q216=+50 Q217=+50 Q218=80 Q219=60
     Q220=5 Q221=0*
```

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



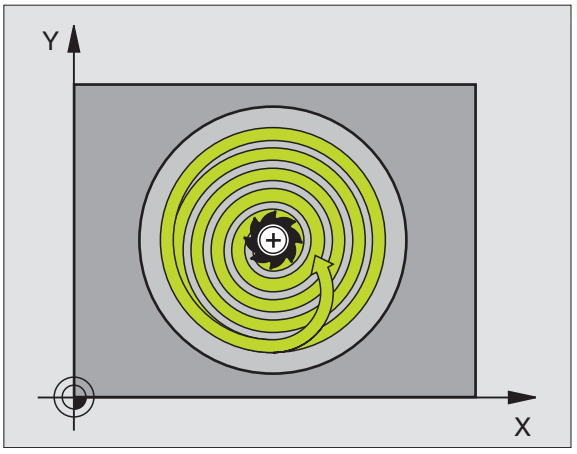
KREISTASCHE (Zyklen G77, G78)

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 G75/G76 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 G40 programmieren.

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

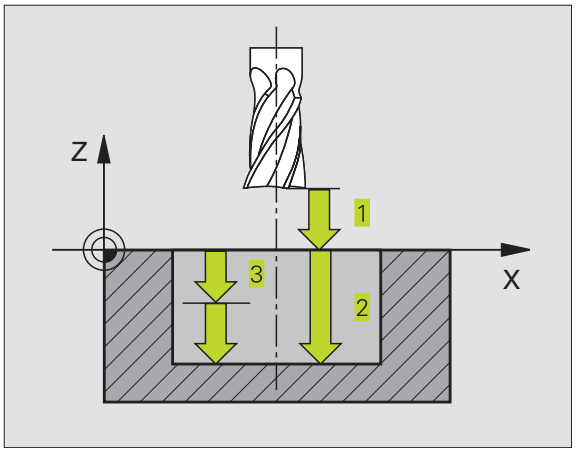
Das Vorzeichen des Parameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

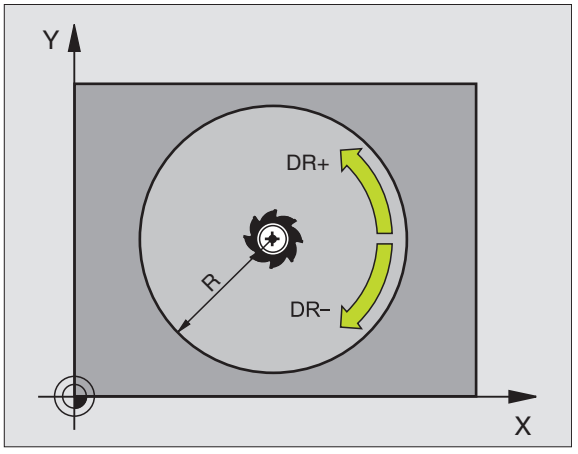
Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn verwenden (DIN 844), oder Vorbohren in der Taschenmitte.

Drehsinn beim Ausräumen

- Im Uhrzeigersinn: G77
- Im Gegen-Uhrzeigersinn: G78

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





NC-Beispielsätze:

```
N36  G77 P01  2 P02 -20 P03  5 P04 100
     P05 40 P06 250*
...
N48  G78 P01  2 P02 -20 P03  5 P04 100
     P05 40 P06 250*
```

KREISTASCHE SCHLICHTEN (Zyklus G214)

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 Taschenmittte

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

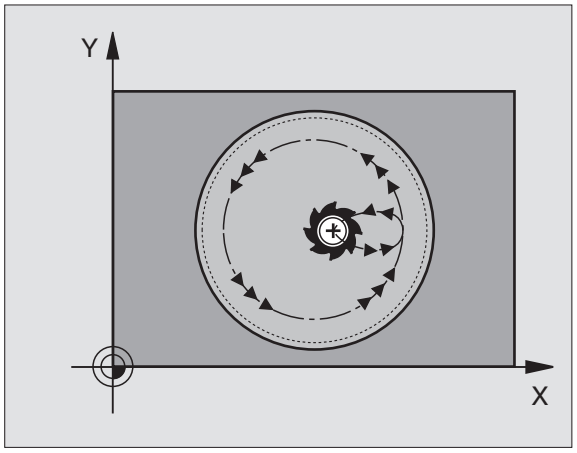
3 Falls das Werkzeug auf dem 2. Sicherheits-Abstand steht, fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheits-Abstand und von dort mit dem Vorschub Tiefenzustellung auf die erste Zustell-Tiefe

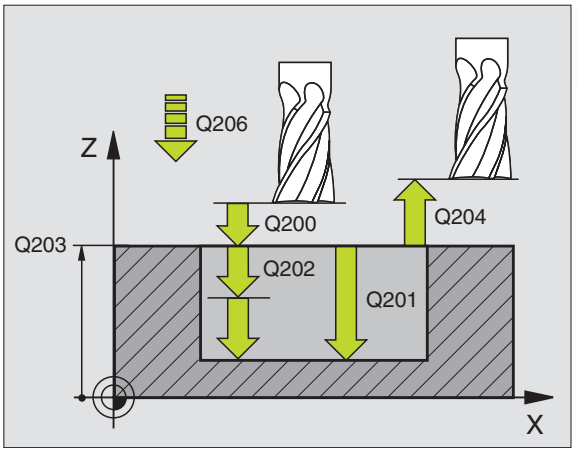
4 Anschließend fährt das Werkzeug tangential an die Fertigteilkontur und fräst im Gleichlauf einen Umlauf

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 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.

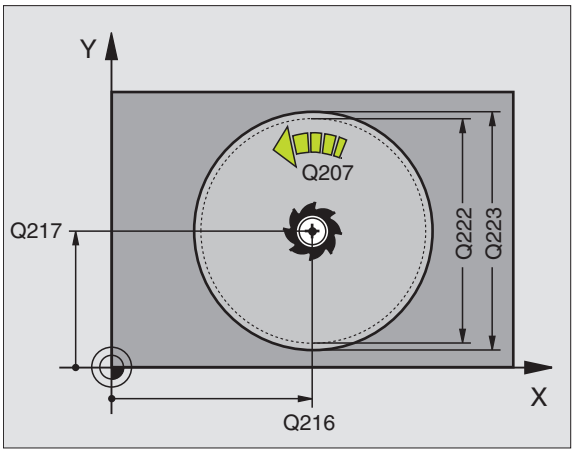
Wenn Sie die Tasche aus dem Vollen heraus schlichten wollen, dann verwenden Sie einen Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn (DIN 844) und geben einen kleinen Vorschub Tiefenzustellung ein.

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

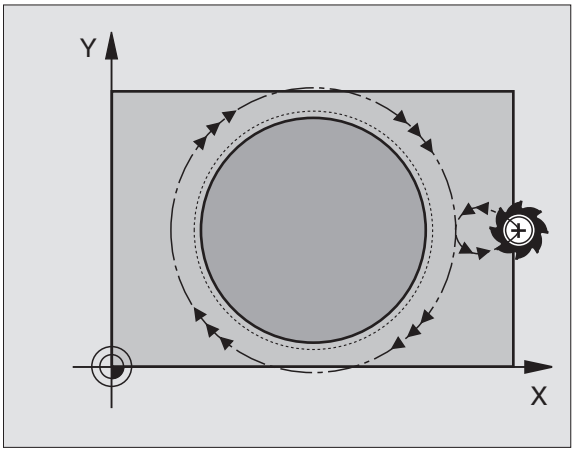
NC-Beispielsatz:

```
N42  G214 Q200=2 Q201=-20 Q206=150
     Q202=5 Q207=500 Q203=+0 Q204=50
     Q216=+50 Q217=+50 Q222=79 Q223=80*
```

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



KREISZAPFEN SCHLICHTEN (Zyklus G215)



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 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

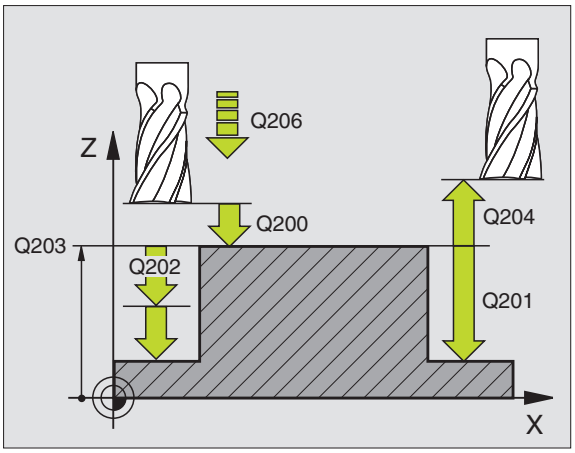
7 Am Ende des Zyklus fährt die TNC das Werkzeug mit Eilgang auf den Sicherheits-Abstand oder - falls eingegeben - auf den 2. Sicherheits-Abstand und anschließend in die Mitte der Tasche (Endposition = Startposition)

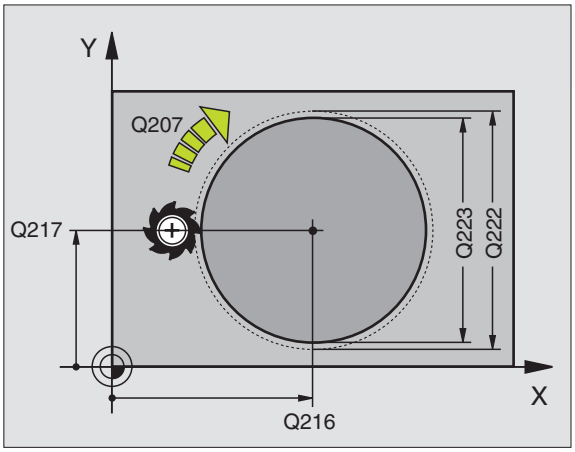
Beachten Sie vor dem Programmieren

Das Vorzeichen des Parameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

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

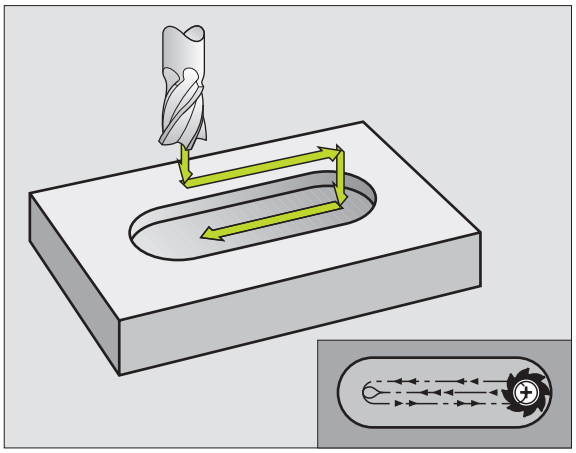




NC-Beispielsatz:

```
N43  G215 Q200=2 Q201=-20 Q206=150
     Q202=5 Q207=500 Q203=+0 Q204=50
     Q216=+50 Q217=+50 Q222=81 Q223=80*
```

NUTENFRAESEN (Zyklus G74)



Schruppen

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

2 Am Ende der Nut erfolgt eine Tiefenzustellung und das Werkzeug fräst in Gegenrichtung.

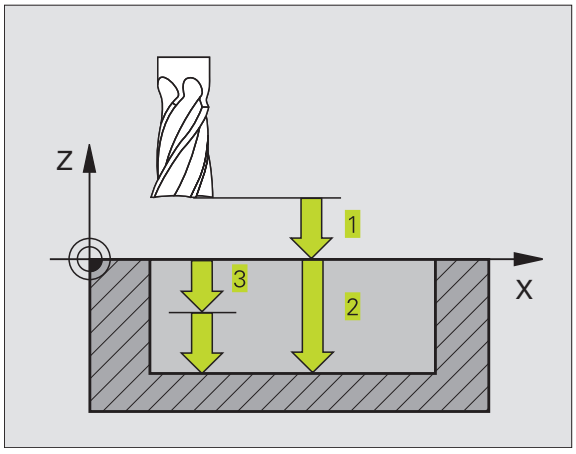
Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die programmierte Frästiefe erreicht ist

Schlichten

3 Am Frasgrund 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 auf den Sicherheits-Abstand zurück

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



Beachten Sie vor dem Programmieren

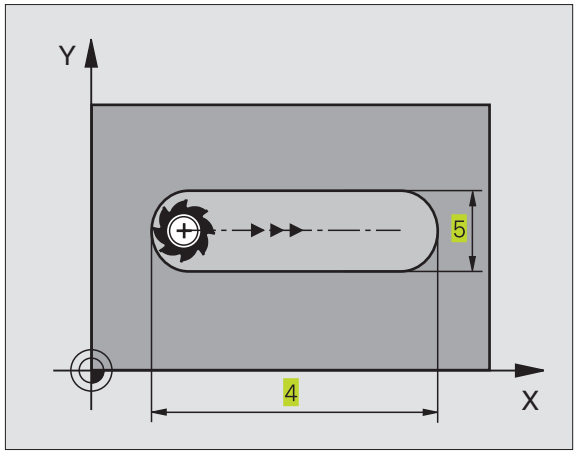
Positionier-Satz auf den Startpunkt in der Bearbeitungsebene – Mitte der Nut (2. Seiten-Länge) und um den Werkzeug-Radius versetzt in der Nut – mit Radiuskorrektur G40 programmieren.

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

Das Vorzeichen des Parameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

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

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



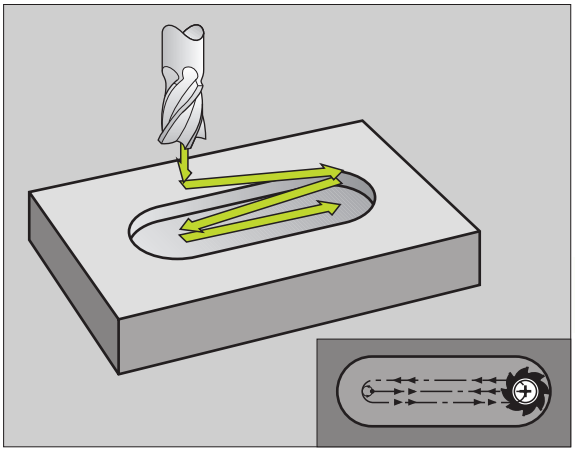
- Sicherheits-Abstand 1 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze (Startposition) und Werkstück-Oberfläche
- Frästiefe 2 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Taschengrund
- Zustell-Tiefe 3 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird; die TNC fährt in einem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

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

NC-Beispielsatz:

```
N44  G74 P01  2 P02 -20 P03  5 P04 100
     P05 X+80 P06 Y12 P07 275*
```

NUT (Langloch) mit pendelndem Eintauchen (Zyklus G210)



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 dieTNC nicht pendelnd eintauchen.

Schruppen

1 Die TNC positioniert das Werkzeug im Eilgang in der Spindelachse auf den 2. Sicherheits-Abstand und anschließend ins Zentrum des linken Kreises; von dort aus positioniert die TNC das Werkzeug auf den Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche

2 Das Werkzeug fährt mit dem Vorschub Fräsen auf die Werkstück-Oberfläche; von dort aus fährt der Fräser in Längsrichtung der Nut – schräg ins Material eintauchend – zum Zentrum des rechten Kreises

3 Anschließend fährt das Werkzeug wieder schräg eintauchend zurück zum Zentrum des linken Kreises; diese Schritte wiederholen sich, bis die programmierte Frästiefe erreicht ist

4 Auf der Frästiefe fährt die TNC das Werkzeug zum Planfräsen an das andere Ende der Nut und danach wieder in die Mitte der Nut

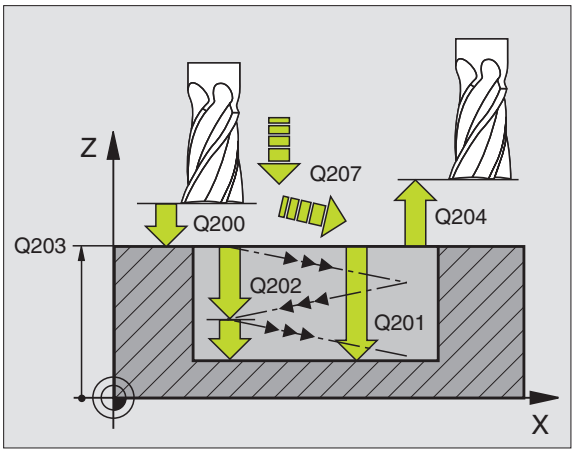
Schlichten

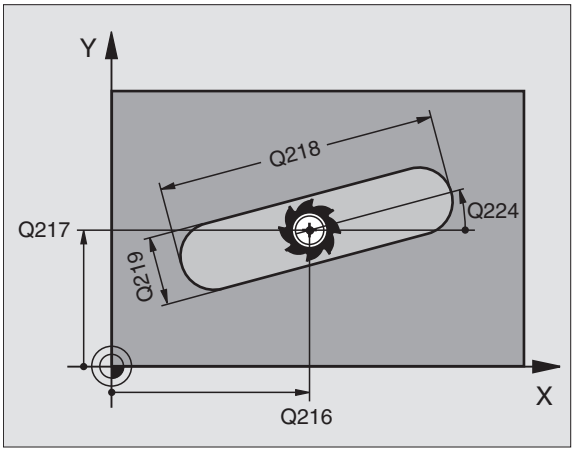
5 Von der Mitte der Nut fährt die TNC das Werkzeug tangential an die Fertigkontur; danach schlichtet die TNC die Kontur im Gleichlauf (bei M3)

6 Am Konturende fährt das Werkzeug – tangential von der Kontur weg – zur Mitte der Nut

7 Abschließend fährt das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheits-Abstand zurück und – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand

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

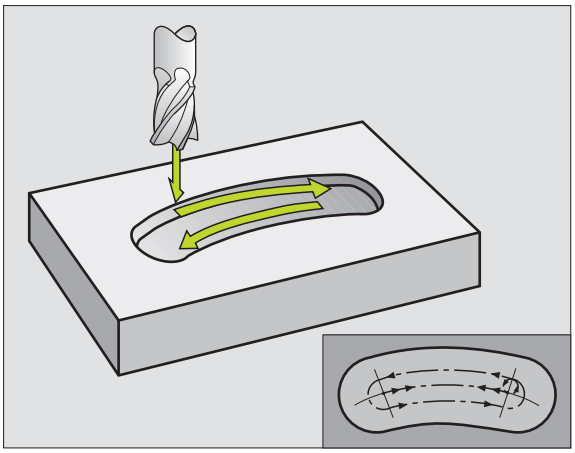




NC-Beispielsatz:

```
N51  G210 Q200=2 Q201=-20 Q207=500
     Q202=5 Q215=0 Q203=+0 Q204=50
     Q216=+50 Q217=+50 Q218=80 Q219=12
     Q224=+15*
```

RUNDE NUT (Langloch) mit pendelndem Eintauchen (Zyklus G211)



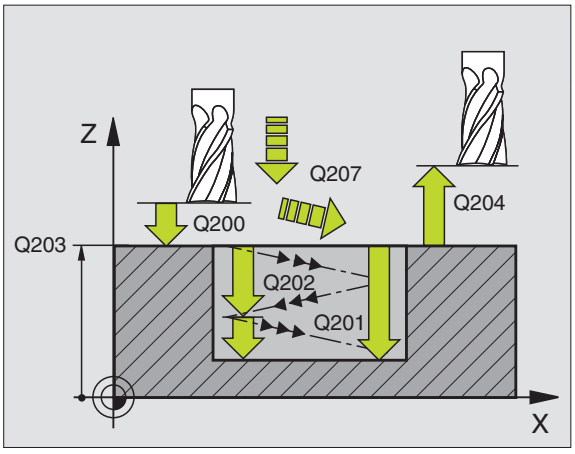
Schruppen

1 Die TNC positioniert das Werkzeug im Eilgang in der Spindelachse auf den 2. Sicherheits-Abstand und anschließend ins Zentrum des rechten Kreises. Von dort aus positioniert die TNC das Werkzeug auf den eingegebenen Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche

2 Das Werkzeug fährt mit dem Vorschub Fräsen auf die Werkstück-Oberfläche; von dort aus fährt der Fräser – schräg ins Material eintauchend – zum anderen Ende der Nut

3 Anschließend fährt das Werkzeug wieder schräg eintauchend zurück zum Startpunkt; dieser Vorgang (2 bis 3) wiederholt sich, bis die programmierte Frästiefe erreicht ist

4 Auf der Frästiefe fährt die TNC das Werkzeug zum Planfräsen ans andere Ende der Nut



Schlichten

5 Zum Schlichten der Nut fährt die TNC das Werkzeug tangential an die Fertigkontur. Danach schlichtet die TNC die Kontur im Gleichlauf (bei M3). Der Startpunkt für den Schlichtvorgang liegt im Zentrum des rechten Kreises.

6 Am Konturende fährt das Werkzeug tangential von der Kontur weg

7 Abschließend fährt das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheits-Abstand zurück und – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand

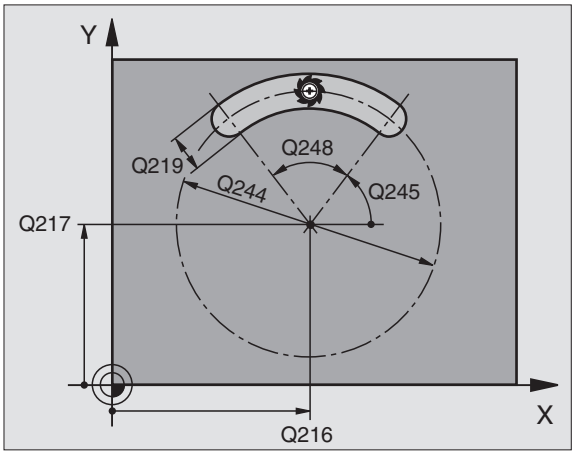
☞ **Beachten Sie vor dem Programmieren**

Das Vorzeichen des Parameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

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

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

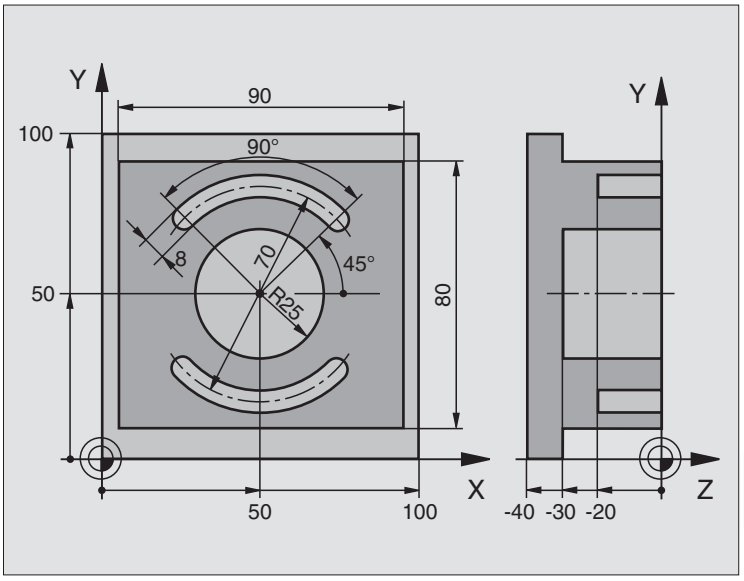
- Sicherheits-Abstand Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche
- Tiefe Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Nutgrund
- Vorschub Fräsen Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- Zustell-Tiefe Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug bei einer Pendelbewegung in der Spindelachse insgesamt zugestellt wird
- Bearbeitungs-Umfang (0/1/2) Q215: Bearbeitungs-Umfang festlegen:
  0: Schruppen und Schlichten
  1: Nur Schruppen
  2: Nur Schlichten
- Koord. Werkstück-Oberfläche Q203 (absolut): Koordinate der Werkstück-Oberfläche
- 2. Sicherheits-Abstand Q204 (inkremental): Z-Koordinate, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- Mitte 1. Achse Q216 (absolut): Mitte der Nut in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- Mitte 2. Achse Q217 (absolut): Mitte der Nut in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- Teilkreis-Durchmesser Q244: Durchmesser des Teilkreises eingeben
- 2. Seiten-Länge Q219: Breite der Nut eingeben; wenn Nutbreite gleich Werkzeug-Durchmesser eingegeben, dann schruppt die TNC nur (Langloch fräsen)
- Startwinkel Q245 (absolut): Polarwinkel des Startpunkts eingeben
- Öffnungs-Winkel der Nut Q248 (inkremental): Öffnungs-Winkel der Nut eingeben



NC-Beispielsatz:

```
N52  G211 Q200=2 Q201=-20 Q207=500
     Q202=5 Q215=0 Q203=+0 Q204=50
     Q216=+50 Q217=+50 Q244=80 Q219=12
     Q245=+45 Q248=90*
```

Beispiel: Tasche, Zapfen und Nuten fräsen



`%C210 G71 *`	
`N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-40 *`	Rohteil-Definition
`N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *`	
`N30 G99 T1 L+0 R+6 *`	Werkzeug-Definition Schruppen/Schlichten
`N40 G99 T2 L+0 R+3 *`	Werkzeug-Definition Nutenfräser
`N50 T1 G17 S3500 *`	Werkzeug-Aufruf Schruppen/Schlichten
`N60 G00 G40 G90 Z+250 *`	Werkzeug freifahren
`N70 G213 Q200=2 Q201=-30 Q206=250 Q202=5`	Zyklus-Definition Außenbearbeitung
`Q207=250 Q203=+0 Q204=20 Q216=+50`	
`Q217=+50 Q218+90 Q219=80 Q220=0 Q221=5 *`	
`N80 G79 M03 *`	Zyklus-Aufruf Außenbearbeitung
`N90 G78 P01 2 P02 -30 P03 5 P04 250 P05 25`	Zyklus-Definition Kreistasche
`P06 400 *`	
`N100 G00 G40 X+50 Y+50 *`	
`N110 Z+2 M99 *`	Zyklus-Aufruf Kreistasche
`N120 Z+250 M06 *`	Werkzeug-Wechsel
`N130 T2 G17 S5000 *`	Werkzeug-Aufruf Nutenfräser
`N140 G211 Q200=2 Q201=-20 Q207=250`	Zyklus-Definition Nut 1
`Q202=5 Q215=0 Q203=+0 Q204=100`	
`Q216=+50 Q217=+50 Q244=70 Q219=8`	
`Q245=+45 Q248=90 *`	
`N150 G79 M03 *`	Zyklus-Aufruf Nut 1
`N160 D00 Q245 P01 +225 *`	Neuer Startwinkel für Nut 2
`N170 G79 *`	Zyklus-Aufruf Nut 2
`N180 G00 Z+250 M02 *`	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
`N999999 %C210 G71 *`	

8.5 Zyklen zum Herstellen von Punktemustern

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

Zyklus	Softkey
G220 PUNKTEMUSTER AUF KREIS	
G221 PUNKTEMUSTER AUF LINIEN	

Folgende Bearbeitungszyklen können Sie mit den Zyklen G220 und G221 kombinieren:

Zyklus G83	TIEFBOHREN
Zyklus G84	GEWINDEBOHREN mit Ausgleichsfutter
Zyklus G74	NUTENFRAESEN
Zyklus G75/G76	TASCHENFRAESEN
Zyklus G77/G78	KREISTASCHE
Zyklus G85	GEWINDEBOHREN ohne Ausgleichsfutter
Zyklus G86	GEWINDESCHNEIDEN
Zyklus G200	BOHREN
Zyklus G201	REIBEN
Zyklus G202	AUSDREHEN
Zyklus G203	UNIVERSAL-BOHRZYKLUS
Zyklus G204	RUECKWAERTS-SENKEN
Zyklus G212	TASCHE SCHLICHTEN
Zyklus G213	ZAPFEN SCHLICHTEN
Zyklus G214	KREISTASCHE SCHLICHTEN
Zyklus G215	KREISZAPFEN SCHLICHTEN

Zusätzlich bei der TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx

Zyklus G205	UNIVERSAL-TIEFBOHREN
Zyklus G206	GEWINDEBOHREN NEU mit Ausgleichsfutter
Zyklus G207	GEWINDEBOHREN GS NEU ohne Ausgleichsfutter
Zyklus G208	BOHRFRAESEN

PUNKTEMUSTER AUF KREIS (Zyklus 220)

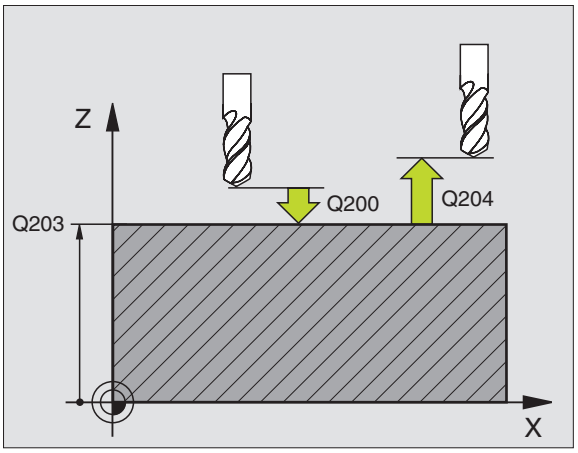
1 Die TNC positioniert das Werkzeug im Eilgang von der aktuellen Position zum Startpunkt der ersten Bearbeitung.

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)

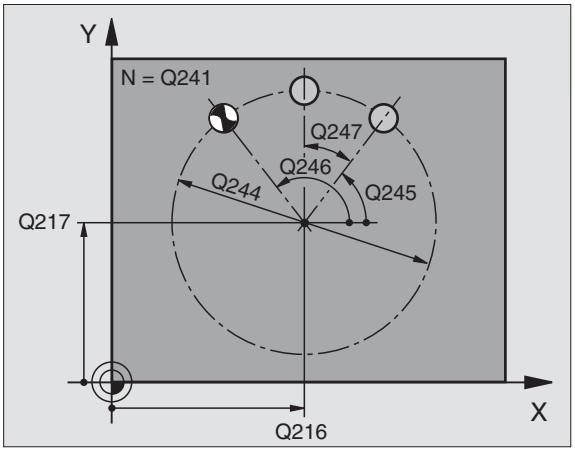
4 Dieser Vorgang (1 bis 3) wiederholt sich, bis alle Bearbeitungen ausgeführt sind



Beachten Sie vor dem Programmieren

Zyklus G220 ist DEF-Aktiv, das heißt, Zyklus G220 ruft automatisch den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus auf!

Wenn Sie einen der Bearbeitungszyklen G200 bis G208 und G212 bis G215 mit Zyklus G220 kombinieren, wirken der Sicherheits-Abstand, die Werkstück-Oberfläche und der 2. Sicherheits-Abstand aus Zyklus G220!



- Mitte 1. Achse Q216 (absolut): Teilkreis-Mittelpunkt in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- Mitte 2. Achse Q217 (absolut): Teilkreis-Mittelpunkt in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- Teilkreis-Durchmesser Q244: Durchmesser des Teilkreises
- Startwinkel Q245 (absolut): Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und dem Startpunkt der ersten Bearbeitung auf dem Teilkreis
- Endwinkel Q246 (absolut): Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und dem Startpunkt der letzten Bearbeitung auf dem Teilkreis (gilt nicht für Vollkreise); Endwinkel ungleich Startwinkel eingeben; wenn Endwinkel größer als Startwinkel eingegeben, dann Bearbeitung im Gegen-Uhrzeigersinn, sonst Bearbeitung im Uhrzeigersinn
- Winkelschritt Q247 (inkremental): Winkel zwischen zwei Bearbeitungen auf dem Teilkreis; wenn Winkelschritt gleich null ist, dann berechnet die TNC den Winkelschritt aus Startwinkel, Endwinkel und Anzahl Bearbeitungen; wenn ein Winkelschritt eingegeben ist, dann berücksichtigt die TNC den Endwinkel nicht; das Vorzeichen des Winkelschritts legt die Bearbeitungsrichtung fest (- = Uhrzeigersinn)

NC-Beispielsatz:

```
N53  G220 Q216=+50 Q217=+50 Q244=80
     Q245=+0 Q246=+360 Q247=+0 Q241=8
     Q200=2 Q203=+0 Q204=50*
```

- Anzahl Bearbeitungen Q241: Anzahl der Bearbeitungen auf dem Teilkreis
- Sicherheits-Abstand Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche; Wert positiv eingeben
- Koord. Werkstück-Oberfläche Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- 2. Sicherheits-Abstand Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann; Wert positiv eingeben

zusätzlich bei der TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx:

- Fahren auf sichere Höhe Q301: Festlegen, wie das Werkzeug zwischen den Bearbeitungen verfahren soll:

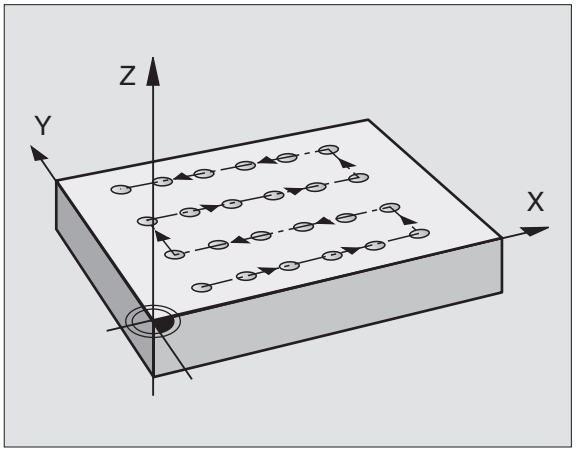
  0: Zwischen den Bearbeitungen auf Sicherheits-Abstand verfahren
  1: Zwischen den Meßpunkten auf 2. Sicherheits-Abstand verfahren

PUNKTEMUSTER AUF LINIEN (Zyklus 221)

Beachten Sie vor dem Programmieren

Zyklus G221 ist DEF-Aktiv, das heißt, Zyklus G221 ruft automatisch den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus auf!

Wenn Sie einen der Bearbeitungszyklen G200 bis G208 und G212 bis G215 mit Zyklus G220 kombinieren, wirken der Sicherheits-Abstand, die Werkstück-Oberfläche und der 2. Sicherheits-Abstand aus Zyklus G220!



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

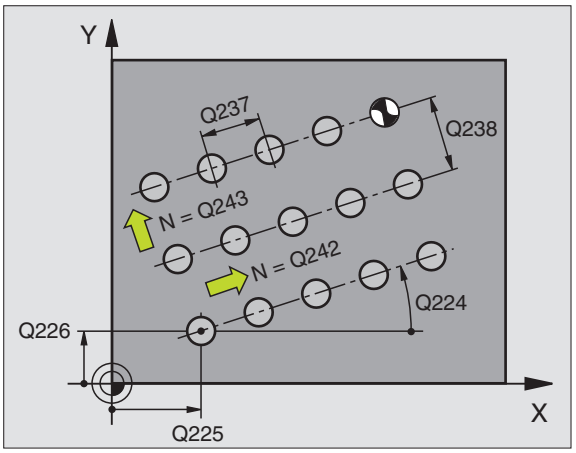
9 In einer Pendelbewegung werden alle weiteren Zeilen abgearbeitet

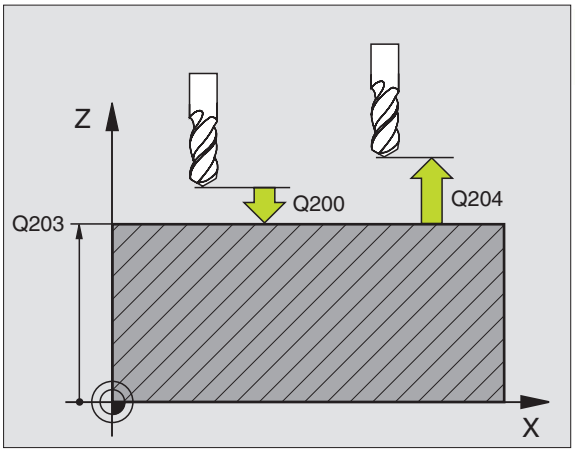
- Startpunkt 1. Achse Q225 (absolut): Koordinate des Startpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- Startpunkt 2. Achse Q226 (absolut): Koordinate des Startpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- Abstand 1. Achse Q237 (inkremental): Abstand der einzelnen Punkte auf der Zeile
- Abstand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

zusätzlich bei der TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx:

- Fahren auf sichere Höhe Q301: Festlegen, wie das Werkzeug zwischen den Bearbeitungen verfahren soll:

  0: Zwischen den Bearbeitungen auf Sicherheits-Abstand verfahren
  1: Zwischen den Meßpunkten auf 2. Sicherheits-Abstand verfahren

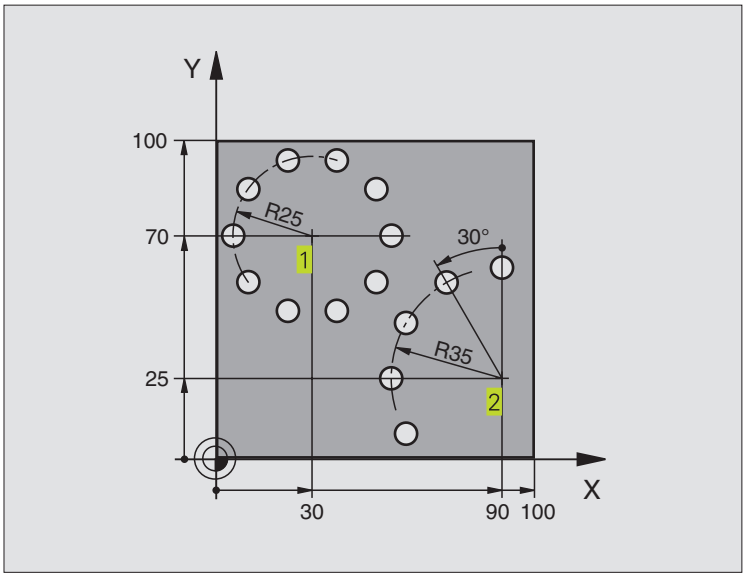




NC-Beispielsatz:

```
N54  G221 Q225=+15 Q226=+15 Q237=+10
     Q238=+8 Q242=6 Q243=4 Q224=+15
     Q200=2 Q203=+0 Q204=50*
```

Beispiel: Lochkreise




```
%BOHRB G71 *
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-40 *
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *
N30 G99 T1 L+0 R+3 *
N40 T1 G17 S3500 *
N50 G00 G40 G90 Z+250 M03 *
N60 G200 Q200=2 Q201=-15 Q206=250
    Q202=4 Q210=0 Q203=+0 Q204=0 *
N70 G220 Q216=+30 Q217=+70 Q244=50
    Q245=+0 Q246=+360 Q247=+0 Q241=10
    Q200=2 Q203=+0 Q204=100 *
N80 G220 Q216=+90 Q217=+25 Q244=70
    Q245=+90 Q246=+360 Q247=+30 Q241=5
    Q200=2 Q203=+0 Q204=100 *
N90 G00 G40 Z+250 M02 *
N999999 %BOHRB G71
```

Rohteil-Definition	
Werkzeug-Definition	
Werkzeug-Aufruf	
Werkzeug freifahren	
Zyklus-Definition Bohren	
Zyklus-Definition Lochkreis 1	
Zyklus-Definition Lochkreis 2	
Freifahren, Programm-Ende	

8.6 SL-Zyklen Gruppe I

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

Eigenschaften der Kontur

- Eine Gesamtkontur kann aus überlagerten Teilkonturen (bis zu 12 Stück) zusammengesetzt sein. Beliebige Taschen und Inseln bilden dabei die Teilkonturen
- Die Liste der Teilkonturen (Unterprogramm-Nummern) geben Sie im Zyklus G37 KONTUR ein. Die TNC berechnet aus den Teilkonturen die Gesamtkontur
- Die Teilkonturen selbst geben Sie als Unterprogramme ein.
- Der Speicher für einen SL-Zyklus ist begrenzt. Alle Unterprogramme dürfen zusammen nicht mehr als z.B. 128 Geradensätze enthalten

Eigenschaften der Unterprogramme

- Koordinaten-Umrechnungen sind erlaubt
- 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 G42
- Die TNC erkennt eine Insel, wenn Sie die Kontur außen umlaufen, z.B. Beschreibung der Kontur im Uhrzeigersinn mit Radius-Korrektur G41
- Die Unterprogramme dürfen keine Koordinaten in der Spindelachse enthalten
- Im ersten Koordinatensatz des Unterprogramms legen Sie die Bearbeitungsebene fest. Parallelachsen sind erlaubt

Eigenschaften der Bearbeitungszyklen

TNC 410:

Mit MP7420.0 und MP7420.1 legen Sie fest, wie die TNC das Werkzeug beim Ausräumen verfahren soll (siehe „14.1 Allgemeine Anwender-Parameter“).

- Die TNC positioniert vor jedem Zyklus automatisch auf den Startpunkt in der Bearbeitungsebene. In der Spindelachse müssen Sie das Werkzeug auf Sicherheits-Abstand vorpositionieren
- Jedes Tiefen-Niveau wird achsparallel oder unter einem beliebigen Winkel ausgeräumt (Winkel in Zyklus G57 definieren); Inseln werden standardmäßig auf Sicherheits-Abstand überfahren. In MP7420.1 können Sie auch festlegen, daß die TNC die Kontur so ausräumen soll, daß einzelne Kammern nacheinander ohne Abhebebewegungen bearbeitet werden.
- Die TNC berücksichtigt ein eingegebenes Aufmaß (Zyklus G57) in der Bearbeitungsebene

Übersicht: SL-Zyklen

Zyklus	Softkey
G37 KONTUR (zwingend erforderlich)	37 LBL 1...N
G56 VORBOHREN (wahlweise verwendbar)	56
G57 AUSRAEUMEN (zwingend erforderlich)	57
G58/G59 KONTURFRAESEN (wahlweise verwendbar) G58: Im Uhrzeigersinn G59: Im Gegen-Uhrzeigersinn	58 59

KONTUR (Zyklus G37)

In Zyklus G37 KONTUR listen Sie alle Unterprogramme auf, die zu einer Gesamtkontur überlagert werden sollen (siehe Bild rechts unten).

Beachten Sie vor dem Programmieren

Zyklus G37 ist DEF-Aktiv, das heißt ab seiner Definition im Programm wirksam

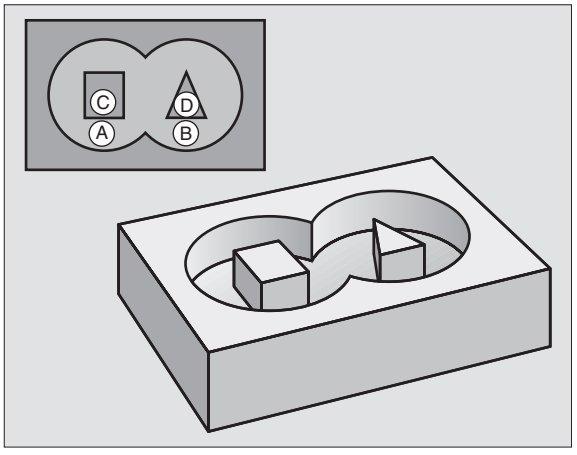
In Zyklus G37 können Sie maximal 12 Unterprogramme (Teilkonturen) auflisten

37 LBL 1...N

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

Schema: Arbeiten mit SL-Zyklen

```
%SL G71 *
...
N12 G37 P01 ...
...
N16 G56 P01 ...
N17 G79 *
...
N18 G57 P01 ...
N19 G79 *
...
N26 G59 P01 ...
N27 G79 *
...
N50 G00 G40 G90 Z+250 M2 *
N51 G98 L1 *
...
N60 G98 L0 *
N61 G98 L2 *
...
N62 G98 L0 *
...
N999999 %SL G71 *
```



NC-Beispielsatz:

```
N54  G37 P01 1 P02 5 P03 7*
```

VORBOHREN (Zyklus G56)

Zyklus-Ablauf
Wie Zyklus G83Tiefbohren

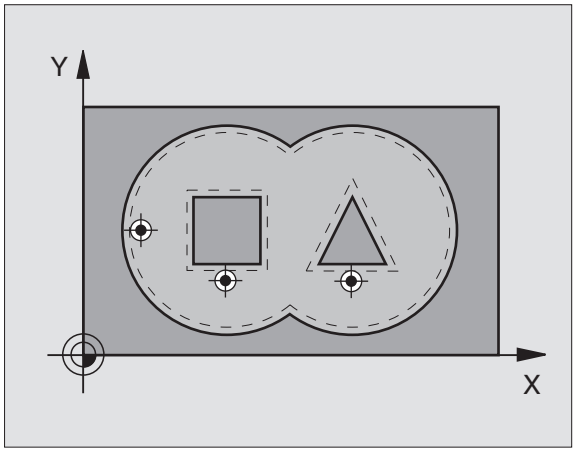
Einsatz
Zyklus G56 VORBOHREN berücksichtigt für die Einstichpunkte das Schlicht-Aufmaß. Die Einstichpunkte sind gleichzeitig die Startpunkte fürs Räumen.

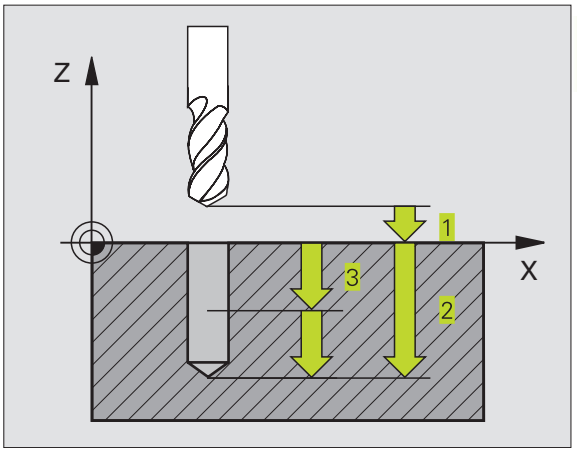
Beachten Sie vor dem Programmieren

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

- Sicherheits-Abstand 1 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze (Startposition) und Werkstück-Oberfläche
- Bohrtiefe 2 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-oberfläche und Bohrungsgrund (Spitze des Bohrkegels)
- Zustell-Tiefe 3 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Die TNC fährt in einem Arbeitsgang auf die Tiefe wenn:
  - Zustell-Tiefe und Bohrtiefe gleich sind
  - die Zustell-Tiefe größer als die Bohrtiefe ist

  Die Bohrtiefe muß kein Vielfaches der Zustell-Tiefe sein
- Vorschub Tiefenzustellung: Bohrvorschub in mm/min
- Schlicht-Aufmaß: Aufmaß in der Bearbeitungsebene

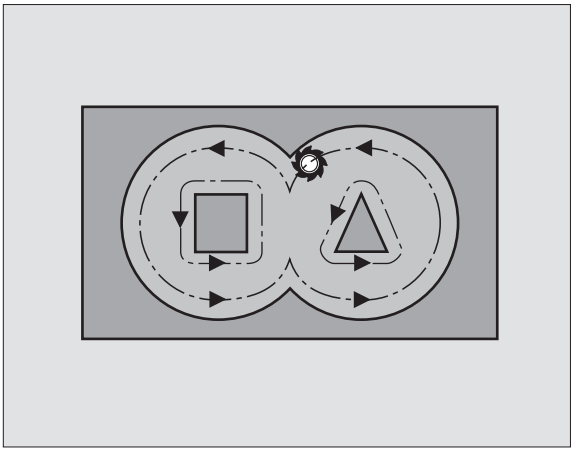




NC-Beispielsatz:

```
N54  G56 P01  2 P02 -15 P03  5 P04 250
     P05 +0.5*
```

AUSRAEUMEN (Zyklus G57)



Zyklus-Ablauf

1 Die TNC positioniert das Werkzeug in der Bearbeitungsebene über den ersten Einstichpunkt; dabei berücksichtigt die TNC das Schlicht-Aufmaß

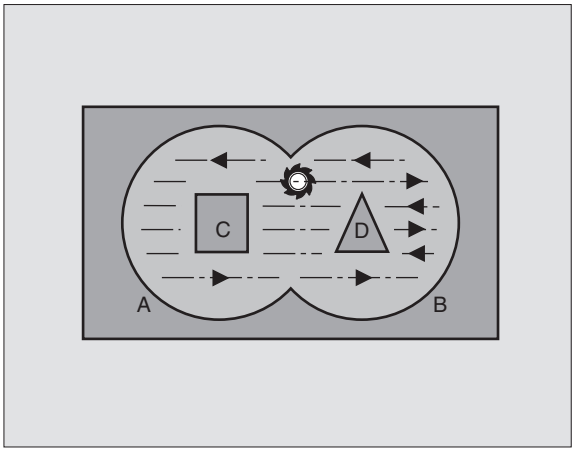
2 Mit dem Vorschub Tiefenzustellung fährt die TNC das Werkzeug auf die erste Zustell-Tiefe

Kontur umfräsen (siehe Bild rechts oben):

1 Das Werkzeug umfräst mit dem eingegebenen Vorschub die erste Teilkontur; Das Schlicht-Aufmaß wird in der Bearbeitungsebene berücksichtigt

2 Weitere Zustellungen und weitere Teilkonturen umfräst die TNC auf gleiche Weise

3 Die TNC fährt das Werkzeug in der Spindelachse auf den Sicherheits-Abstand und danach über den ersten Einstichpunkt in der Bearbeitungsebene.



Tasche ausräumen (siehe Bild rechts Mitte):

1 In der ersten Zustell-Tiefe fräst das Werkzeug mit dem Fräsvorschub die Kontur achsparallel bzw. unter dem eingegebenen Ausräum-Winkel

2 Dabei werden die Inselkonturen (hier: C/D) auf Sicherheits-Abstand überfahren

3 Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die eingegebene Frästiefe erreicht ist

Beachten Sie vor dem Programmieren

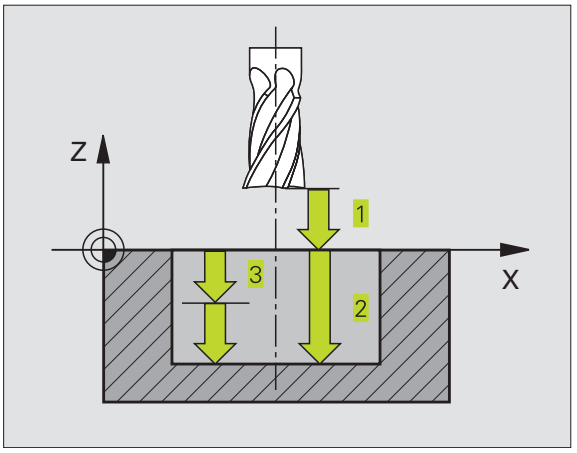
Mit MP7420.0 und MP7420.1 legen Sie fest, wie die TNC die Kontur bearbeitet (siehe „14.1 Allgemeine Anwender-Parameter“).

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

Ggf. Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn verwenden (DIN 844), oder Vorbohren mit Zyklus G56.

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

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



NC-Beispielsatz:

```
N54  G57 P01  2 P02 -15 P03  5 P04 250
     P05 +0.5 P06+30 P07 500*
```

KONTURFRAESEN (Zyklus G58/G59)

Einsatz
Zyklus G58/G59 KONTURFRAESEN dient zum Schlichten der Konturtasche.

Beachten Sie vor dem Programmieren

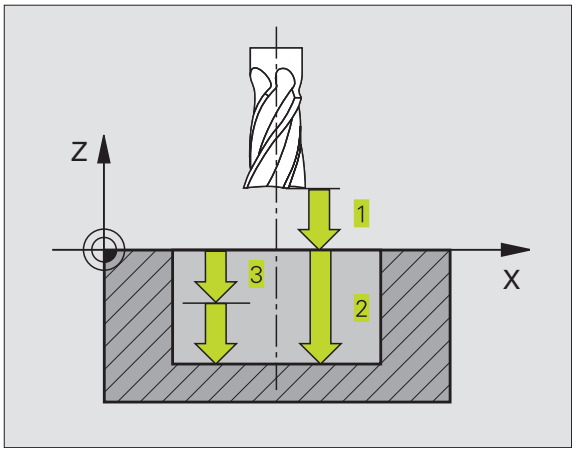
Positionier-Satz auf den Startpunkt in der Spindelachse (Sicherheits-Abstand über Werkstück-Oberfläche) programmieren.

Drehsinn beim Konturfräsen:
- Im Uhrzeigersinn: G58
- Im Gegen-Uhrzeigersinn: G59

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

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

  Die Frästiefe muß kein Vielfaches der Zustell-Tiefe sein
- Vorschub Tiefenzustellung: Eintauchvorschub in mm/min
- Vorschub: Fräsvorschub in mm/min



NC-Beispielsätze:

```
N54  G58 P01  2 P02 -15 P03  5 P04 250
     P05 500*
...
N71  G59 P01  2 P02 -15 P03  5 P04 250
     P05 500*
```

8.7 SL-Zyklen Gruppe II (nicht TNC 410)

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 G37 KONTUR ein. Die TNC berechnet aus den Teilkonturen die Gesamtkontur
- Die Teilkonturen selbst geben Sie als Unterprogramme ein.
- Der Speicher für einen SL-Zyklus ist begrenzt. Alle Unterprogramme dürfen zusammen nicht mehr als z.B. 128 Geradensätze enthalten

Eigenschaften der Unterprogramme

- Koordinaten-Umrechnungen sind erlaubt
- 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 G42
- Die TNC erkennt eine Insel, wenn Sie die Kontur außen umlaufen, z.B. Beschreibung der Kontur im Uhrzeigersinn mit Radius-Korrektur G41
- 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 Seiten-Schlichten)
- Beim Seiten-Schlichten fährt die TNC die Kontur auf einer tangentialen Kreisbahn an
- Beim Tiefen-Schlichten 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 G121 bis G124 positioniert.

Die Maßangaben für die Bearbeitung, wie Frästiefe, Aufmaße und Sicherheits-Abstand geben Sie zentral im Zyklus 120 als KONTUR-DATEN ein.

Übersicht: SL-Zyklen

Zyklus	Softkey
G37 KONTUR (zwingend erforderlich)	
G120 KONTUR-DATEN (zwingend erforderlich)	
G121 VORBOHREN (wahlweise verwendbar)	
G122 RAEUMEN (zwingend erforderlich)	
G123 SCHLICHTEN TIEFE (wahlweise verwendbar)	
G124 SCHLICHTEN SEITE (wahlweise verwendbar)	

Erweiterte Zyklen:

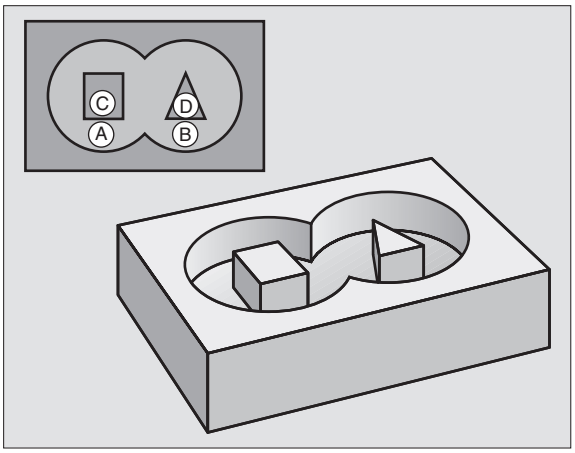
Zyklus	Softkey
G125 KONTUR-ZUG	
G127 ZYLINDER-MANTEL	
G128 ZYLINDER-MANTEL Nutenfräsen	

Schema: Arbeiten mit SL-Zyklen

```
%SL2 G71 *
...
N120 G37 ... *
N130 G120... *
...
N160 G121 ... *
N170 G79 *
...
N180 G122 ... *
N190 G79 *
...
N220 G123 ... *
N230 G79 *
...
N260 G124 ... *
N270 G79 *
...
N500 G00 G40 Z+250 M2 *
N510 G98 L1 *
...
N550 G98 L0 *
N560 G98 L2 *
...
N600 G98 L0 *
...
N99999 %SL2 G71 *
```

KONTUR (Zyklus G37)

In Zyklus G37 KONTUR listen Sie alle Unterprogramme auf, die zu einer Gesamtkontur überlagert werden sollen.



Beachten Sie vor dem Programmieren

Zyklus G37 ist DEF-Aktiv, das heißt ab seiner Definition im Programm wirksam.

In Zyklus G37 können Sie maximal 12 Unterprogramme (Teilkonturen) auflisten.

37 LBL 1...N

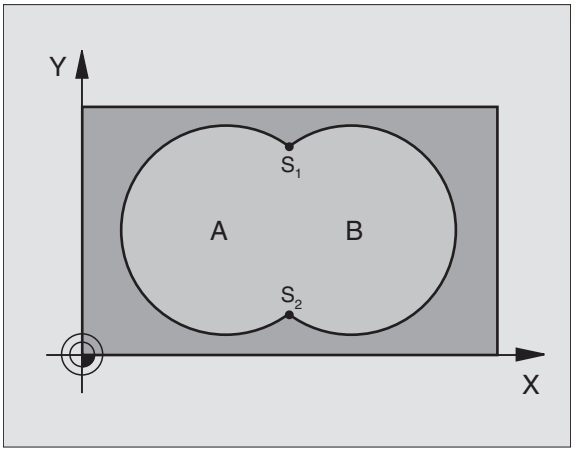
- Label-Nummern für die Kontur: Alle Label-Nummern der einzelnen Unterprogramme eingeben, die zu einer Kontur überlagert werden sollen. Jede Nummer mit der Taste ENT bestätigen und die Eingaben mit der Taste END abschließen.

NC-Beispielsatz:

```
N120  G37 P01 1 P02 5 P03 7*
```

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 G37 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

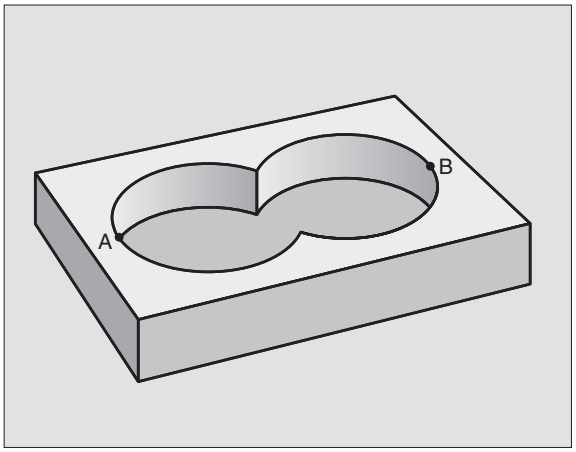
```
N510 G98 L1 *
N520 G01 G42 X+10 Y+50 *
N530 I+35 J+50 *
N540 G02 X+10 Y+50 *
N550 G98 L0 *
```

Unterprogramm 2: Tasche rechts

```
N560 G98 L2 *
N570 G01 G42 X+90 Y+50 *
N580 I+65 J+50 *
N590 G02 X+90 Y+50 *
N600 G98 L0 *
```

„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 G37) muß außerhalb der zweiten beginnen.



Fläche A:

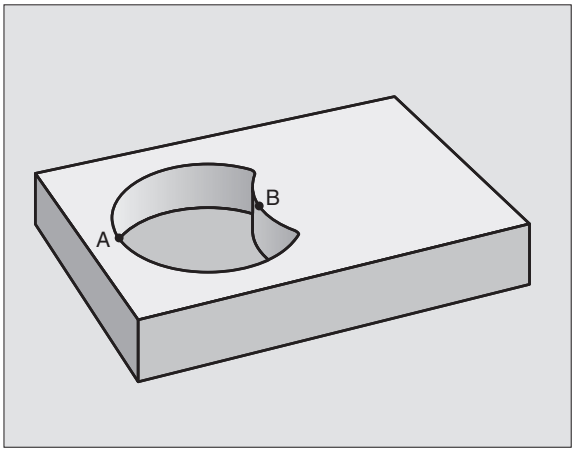
```
N510 G98 L1 *
N520 G01 G42 X+10 Y+50 *
N530 I+35 J+50 *
N540 G02 X+10 Y+50  *
N550 G98 L0 *
```

Fläche B:

```
N560 G98 L2 *
N570 G01 G42 X+90 Y+50 *
N580 I+65 J+50  *
N590 G02 X+90 Y+50  *
N600 G98 L0 *
```

„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:

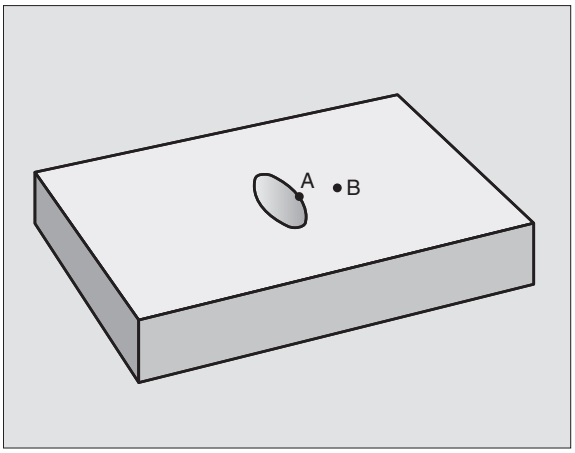
```
N510 G98 L1 *
N520 G01 G42 X+10 Y+50 *
N530 I+35 J+50 *
N540 G02 X+10 Y+50 *
N550 G98 L0 *
```

Fläche B:

```
N560 G98 L2 *
N570 G01 G41 X+90 Y+50 *
N580 I+65 J+50 *
N590 G02 X+90 Y+50 *
N600 G98 L0 *
```

„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:

```
N510 G98 L1 *
N520 G01 G42 X+60 Y+50 *
N530 I+35 J+50 *
N540 G02 X+60 Y+50 *
N550 G98 L0 *
```

Fläche B:

```
N560 G98 L2 *
N570 G01 G42 X+90 Y+50 *
N580 I+65 J+50 *
N590 G02 X+90 Y+50 *
N600 G98 L0 *
```

KONTUR-DATEN (Zyklus G120)

In Zyklus G120 geben Sie Bearbeitungs-Informationen für die Unterprogramme mit den Teilkonturen an.

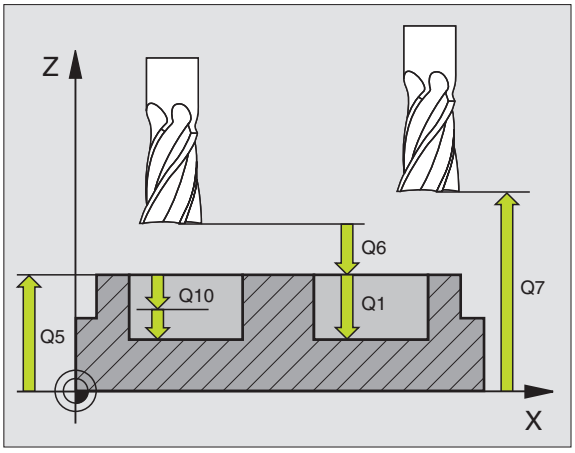
Beachten Sie vor dem Programmieren

Zyklus G120 ist DEF-Aktiv, das heißt Zyklus G120 ist ab seiner Definition im Bearbeitungs-Programm aktiv.

Das Vorzeichen des Parameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

Die in Zyklus G120 angegebenen Bearbeitungs-Informationen gelten für die Zyklen G121 bis G124.

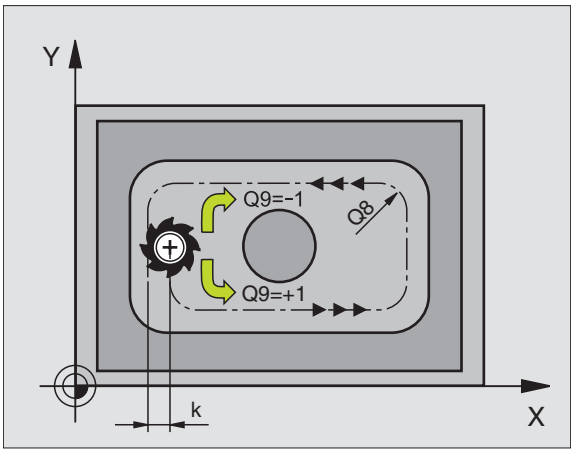
Wenn Sie SL-Zyklen in Q-Parameter-Programmen anwenden, dann dürfen Sie die Parameter Q1 bis Q19 nicht als Programm-Parameter benutzen.



120 KONTUR-DATEN

- Frästiefe Q1 (inkremental): Abstand zwischen Werkstückoberfläche und Taschengrund.
- Bahn-Überlappung Faktor Q2: Q2 x Werkzeug-Radius ergibt die seitliche Zustellung k.
- Schlichtaufmaß Seite Q3 (inkremental): Schlicht-Aufmaß in der Bearbeitungs-Ebene.
- Schlichtaufmaß Tiefe Q4 (inkremental): Schlicht-Aufmaß für die Tiefe.
- Koordinate Werkstück-Oberfläche Q5 (absolut): Absolute Koordinate der Werkstück-Oberfläche

- Sicherheits-Abstand Q6 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Werkstück-Oberfläche
- Sichere Höhe 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"; Eingegebener Wert bezieht sich auf die Werkzeug-Mittelpunktsbahn
- 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.

NC-Beispielsatz:

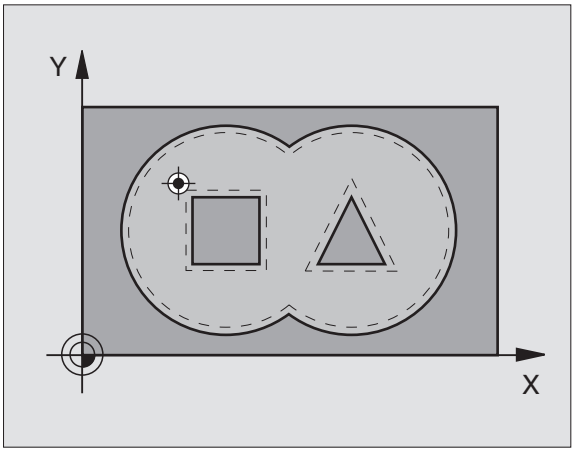
```
N57  G120 Q1=-20 Q2=1 Q3=+0.2 Q4=+0.1 Q5=+0 Q6=+2
     Q7=+50 Q8=0.5 Q9=+1*
```

VORBOHREN (Zyklus G121)

Zyklus-Ablauf
Wie Zyklus G83 Tiefbohren (siehe „8.3 Bohrzyklen").

Einsatz
Zyklus G121 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
- Ausräum-Werkzeug Nummer Q13: Werkzeug-Nummer des Ausräum-Werkzeugs



NC-Beispielsatz:

```
N58  G121 Q10=+5 Q11=100 Q13=1*
```

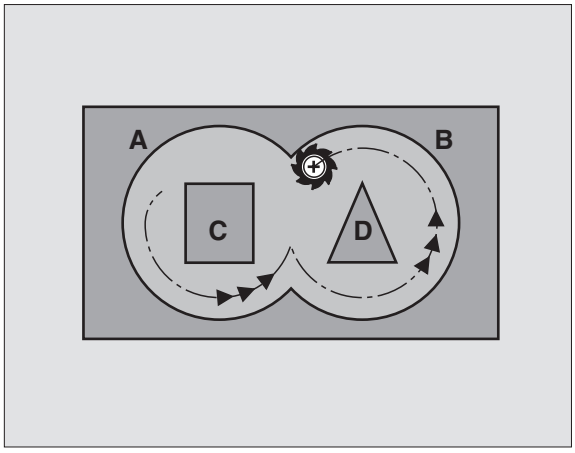
RAEUMEN (Zyklus G122)

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 Fräsvorschub Q12 die Kontur von innen nach außen

3 Dabei werden die Inselkonturen (hier: C/D) mit einer Annäherung an die Taschenkontur (hier: A/B) freigefräst

4 Anschließend fährt die TNC die Taschenkontur fertig und das Werkzeug auf die Sichere Höhe zurück



Beachten Sie vor dem Programmieren

Ggf. Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn verwenden (DIN 844), oder Vorbohren mit Zyklus G121.

- Zustell-Tiefe Q10 (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird
- Vorschub Tiefenzustellung Q11: Eintauchvorschub in mm/min
- Vorschub Ausräumen Q12: Fräsvorschub in mm/min
- Vorräum,-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 Kapitel „5.2 Werkzeug-Daten“) die Schneidenlänge 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 G123)

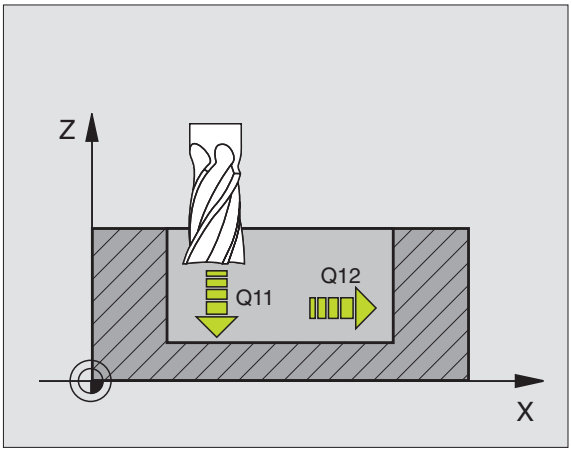
Die TNC ermittelt den Startpunkt fürs Schlichten selbständig. Der Startpunkt ist abhängig von den Platzverhältnissen in der Tasche.

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

- Vorschub Tiefenzustellung Q11: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Einstechen
- Vorschub Ausräumen Q12: Fräsvorschub

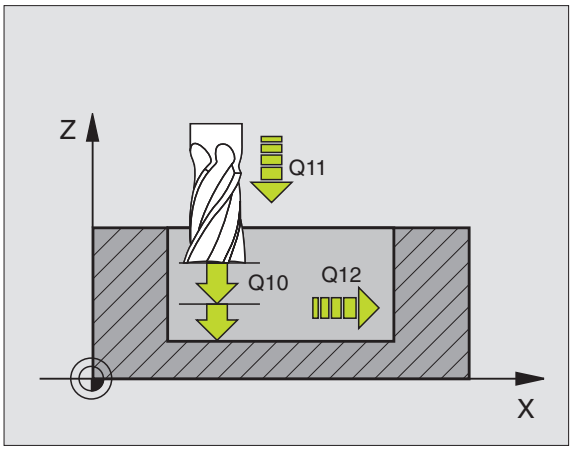
NC-Beispielsatz:

```
N60  G123 Q11=100 Q12=350*
```



SCHLICHTEN SEITE (Zyklus G124)

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 G120) und Räumwerkzeug-Radius.

Wenn Sie Zyklus G124 abarbeiten ohne zuvor mit Zyklus G122 ausgeräumt zu haben, gilt oben aufgestellte Berechnung ebenso; der Radius des Räum-Werkzeugs hat dann den Wert „0".

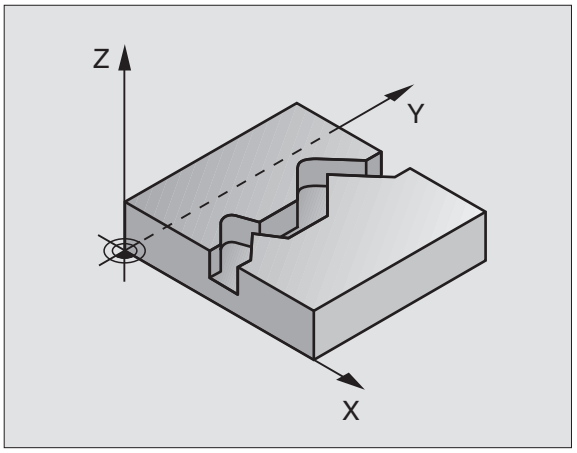
Die TNC ermittelt den Startpunkt fürs Schlichten selbständig. Der Startpunkt ist abhängig von den Platzverhältnissen in der Tasche.

- 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 Ausräumen Q12: Fräsvorschub
- Schlichtaufmaß Seite Q14 (inkremental): Aufmaß für mehrmaliges Schlichten; der letzte Schlicht-Rest wird ausgeräumt, wenn Sie Q14 = 0 eingeben

NC-Beispielsatz:

```
N61  G124 Q9=+1 Q10=+5 Q11=100 Q12=350 Q14=+0*
```

KONTUR-ZUG (Zyklus G125)



Mit diesem Zyklus lassen sich zusammen mit Zyklus G37 KONTUR - „offene“ Konturen bearbeiten: Konturbeginn und -ende fallen nicht zusammen.

Der Zyklus G125 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 schruppen 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 G37 KONTUR.

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

Zyklus G120 KONTUR-DATEN wird nicht benötigt.

Direkt nach Zyklus G125 programmierte Positionen im Kettenmaß beziehen sich auf die Position des Werkzeugs am Zyklus-Ende.

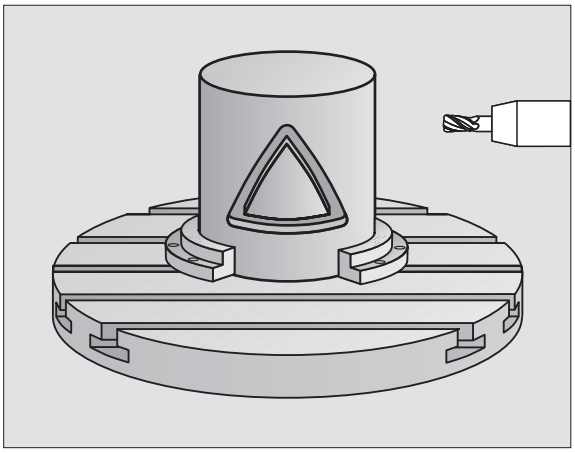
- Frästiefe Q1 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Konturgrund
- Schlichtaufmaß Seite Q3 (inkremental): Schlichtaufmaß in der Bearbeitungsebene
- Koord. Werkstück-Oberfläche Q5 (absolut): Absolute Koordinate der Werkstück-Oberfläche bezogen auf den Werkstück-Nullpunkt
- Sichere Höhe 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 Fräsen Q12: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Bearbeitungsebene
- Fräsart? Gegenlauf = -1 Q15:
  Gleichlauf-Fräsen: Eingabe = +1
  Gegenlauf-Fräsen: Eingabe = –1
  Abwechselnd im Gleich- und Gegenlauf fräsen bei mehreren Zustellungen: Eingabe = 0

NC-Beispielsatz:

```
N62  G125 Q1=-20 Q3=+0 Q5=+0 Q7=+50 Q10=+5 Q11=100
     Q12=350 Q15=+1*
```

ZYLINDER-MANTEL (Zyklus G127)

Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller für Zyklus G127 ZYLINDER-MANTEL vorbereitet sein.

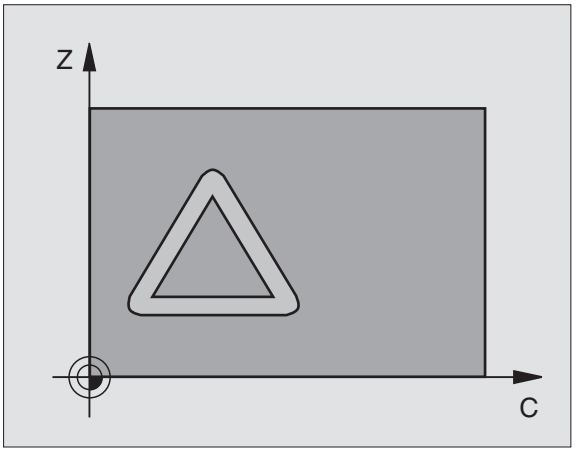


Mit diesem Zyklus können Sie eine auf der Abwicklung definierte Kontur auf den Mantel eines Zylinders übertragen. Die programmierte Kontur wird dabei mit G40 bzw. mit G41/G42 abgefahren.

Die Kontur beschreiben Sie in einem Unterprogramm, das Sie über Zyklus G37 (KONTUR) festlegen.

Das Unterprogramm enthält Koordinaten in einer Winkelachse (z.B. C-Achse) und der Achse, die dazu parallel verläuft (z.B. Z-Achse). Als Bahnfunktionen stehen G1, G11, G24, G25 und G2/G3/G12/G13 mit R zur Verfügung.

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



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 Fräsvorschub Q12 entlang der programmierten Kontur

3 Am Konturende fährt die TNC das Werkzeug auf Sicherheitsabstand und zurück zum Einstichpunkt;

4 Die Schritte 1 bis 3 wiederholen sich, bis die programmierte Frästiefe Q1 erreicht ist

5 Anschließend fährt das Werkzeug auf Sicherheitsabstand

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.

Die TNC überprüft, ob die korrigierte und unkorrigierte Bahn des Werkzeugs innerhalb des Anzeige-Bereichs der Drehachse liegt (ist im Maschinen-Parameter 810.x definiert ist). Bei Fehlermeldung „Kontur-Programmierfehler“ ggf. MP 810.x = 0 setzen.

- Frästiefe 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
- Zustell-Tiefe Q10 (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird
- Vorschub Tiefenzustellung Q11: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Spindelachse
- Vorschub Fräsen 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

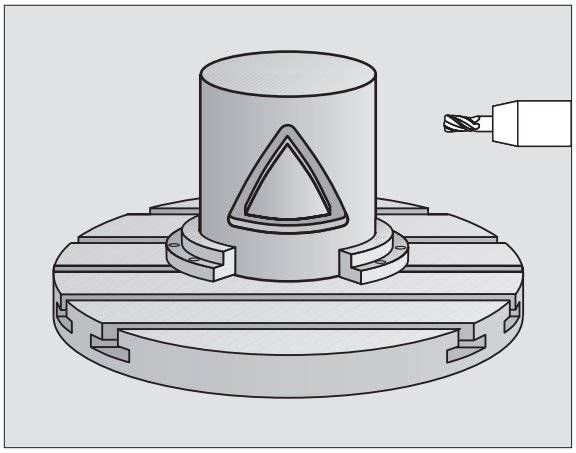
NC-Beispielsatz:

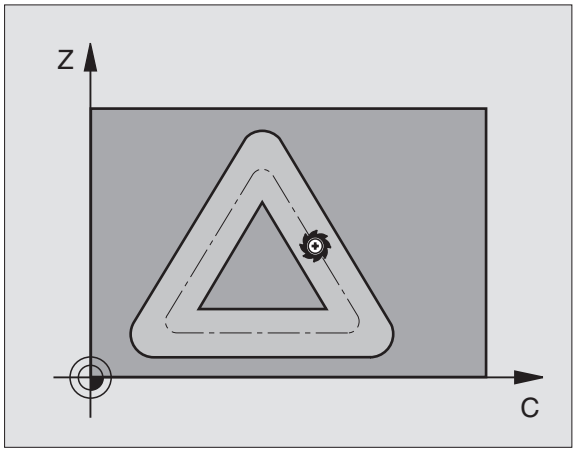
```
N63  G127 Q1=-8 Q3=+0 Q6=+0 Q10=+3 Q11=100 Q12=350
     Q16=25 Q17=0*
```

ZYLINDER-MANTEL Nutenfräsen (Zyklus G128, nur TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx)

Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller für Zyklus G128 ZYLINDER-MANTEL vorbereitet sein.

Mit diesem Zyklus können Sie eine auf der Abwicklung definierte Führungsnut auf den Mantel eines Zylinders übertragen. Im Gegensatz zum Zyklus G127, stellt die TNC das Werkzeug bei diesem Zyklus so an, daß die Wände bei aktiver Radiuskorrektur immer parallel zueinander verlaufen. Programmieren Sie die Mittelpunktsbahn der Kontur.





1 Die TNC positioniert das Werkzeug über den Einstichpunkt

2 In der ersten Zustell-Tiefe fräst das Werkzeug mit dem Fräsvorschub Q12 entlang der Nutwand; dabei wird das Schlichtaufmaß Seite berücksichtigt

3 Am Konturende versetzt die TNC das Werkzeug an die gegenüberliegende Nutwand und fährt zurück zum Einstichpunkt

4 Die Schritte 2 und 3 wiederholen sich, bis die programmierte Frästiefe Q1 erreicht ist

5 Anschließend fährt das Werkzeug auf Sicherheitsabstand

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).

Bei Fräserdurchmesser kleiner als die halbe Nutbreite ggf. Zyklus G127 zum Schruppen mit R0 verwenden.

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.

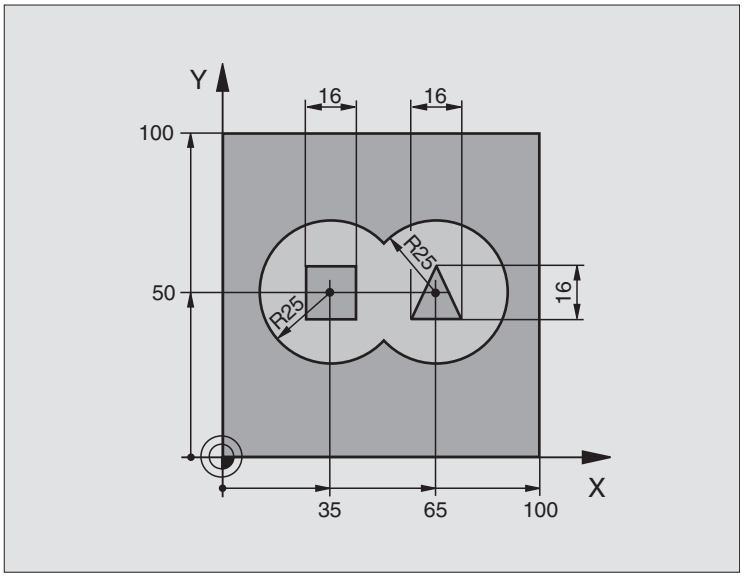
Die TNC überprüft, ob die korrigierte und unkorrigierte Bahn des Werkzeugs innerhalb des Anzeige-Bereichs der Drehachse liegt (ist im Maschinen-Parameter 810.x definiert ist). Bei Fehlermeldung „Kontur-Programmierfehler“ ggf. MP 810.x = 0 setzen.

- Frästiefe 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
- Zustell-Tiefe Q10 (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird
- Vorschub Tiefenzustellung Q11: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Spindelachse
- Vorschub Fräsen 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
- Nutbreite Q20: Breite der herzustellenden Nut

NC-Beispielsatz:

```
N63  G128 Q1=-8 Q3=+0 Q6=+0 Q10=+3 Q11=100 Q12=350
     Q16=25 Q17=0 Q20=12*
```

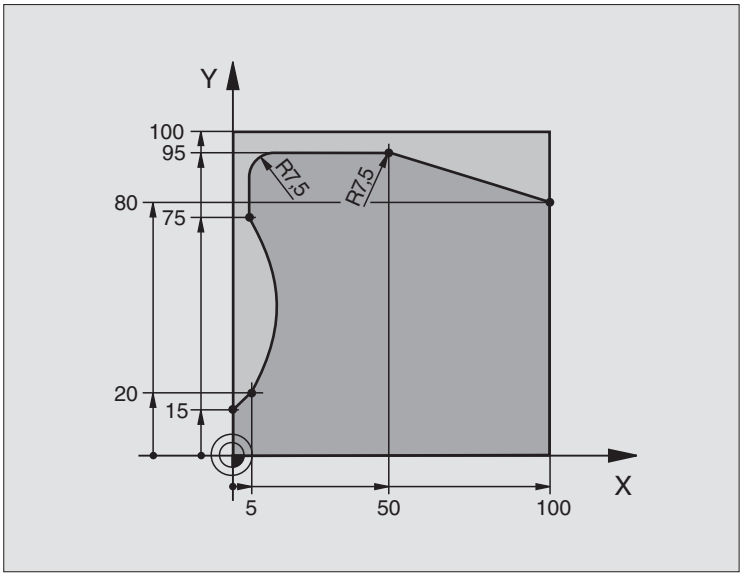
Beispiel: Überlagerte Konturen vorbohren, schruppen, schlichten



%C21 G71 *	
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-40 *	Rohteil-Definition
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *	
N30 G99 T1 L+0 R+6 *	Werkzeug-Definition Bohrer
N40 G99 T2 L+0 R+6 *	Werkzeug-Definition Schruppen/Schlichten
N50 T1 G17 S4000 *	Werkzeug-Aufruf Bohrer
N60 G00 G40 G90 Z+250 *	Werkzeug freifahren
N70 G37 P01 1 P02 2 P03 3 P04 4 *	Kontur-Unterprogramme festlegen
N80 G120 Q1=-20 Q2=1 Q3=+0,5 Q4=+0,5	Allgemeine Bearbeitungs-Parameter festlegen
Q5=+0 Q6=+2 Q7=+100 Q8=+0,1 Q9=-1 *	
N90 G121 Q10=+5 Q11=250 Q13=2 *	Zyklus-Definition Vorbohren
N100 G79 M3 *	Zyklus-Aufruf Vorbohren
N110 Z+250 M6 *	Werkzeug-Wechsel
N120 T2 G17 S3000 *	Werkzeug-Aufruf Schruppen/Schlichten
N130 G122 Q10=+5 Q11=100 Q12=350 *	Zyklus-Definition Räumen
N140 G79 M3 *	Zyklus-Aufruf Räumen
N150 G123 Q11=100 Q12=200 *	Zyklus-Definition Schlichten Tiefe
N160 G79 *	Zyklus-Aufruf Schlichten Tiefe
N170 G124 Q9=+1 Q10=+5 Q11=100 Q12=400	Zyklus-Definition Schlichten Seite
Q14=+0 *	
N180 G79 *	Zyklus-Aufruf Schlichten Seite
N190 G00 Z+250 M2 *	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
N200 G98 L1 *	Kontur-Unterprogramm 1: Tasche links

```
N210 I+35 J+50 *
N220 G01 G42 X+10 Y+50 *
N230 G02 X+10 *
N240 G98 L0 *
N250 G98 L2 *                    Kontur-Unterprogramm 2:Tasche rechts
N260 I+65 J+50 *
N270 G01 G42 X+90 Y+50 *
N280 G02 X+90 *
N290 G98 L0 *
N300 G98 L3 *                    Kontur-Unterprogramm 3: InselViereckig links
N310 G01 G41 X+27 Y+50 *
N320 Y+58 *
N330 X+43 *
N340 Y+42 *
N350 X+27 *
N360 G98 L0 *
N370 G98 L4 *                    Kontur-Unterprogramm 4: Insel Dreieckig rechts
N380 G01 G41 X+65 Y+42 *
N390 X+57 *
N400 X+65 Y+58 *
N410 X+73 Y+42 *
N420 G98 L0 *
N999999 %C21 G71 *
```

Beispiel: Kontur-Zug

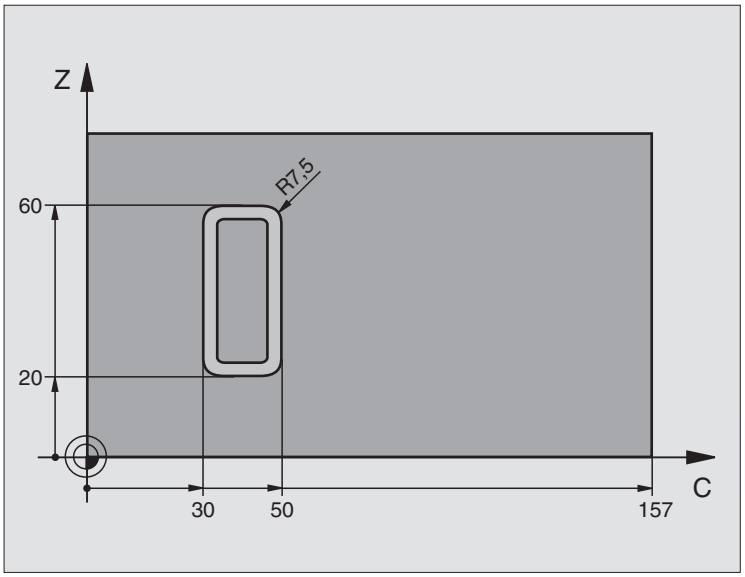


%C25 G71 *	
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-40 *	Rohteil-Definition
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *	
N30 G99 T1 L+0 R+10 *	Werkzeug-Definition
N50 T1 G17 S2000 *	Werkzeug-Aufruf
N60 G00 G40 G90 Z+250 *	Werkzeug freifahren
N70 G37 P01 1 *	Kontur-Unterprogramm festlegen
N80 G125 Q1=-20 Q3=+0 Q5=+0 Q7=+250	Bearbeitungs-Parameter festlegen
Q10=+5 Q11=100 Q12=200 Q15=+1 *	
N90 G79 M3 *	Zyklus-Aufruf
N100 G00 G90 Z+250 M2 *	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
N110 G98 L1 *	Kontur-Unterprogramm
N120 G01 G41 X+0 Y+15 *	
N130 X+5 Y+20 *	
N140 G06 X+5 Y+75 *	
N150 G01 Y+95 *	
N160 G25 R7,5 *	
N170 X+50 *	
N180 G25 R7,5 *	
N190 X+100 Y+80 *	
N200 G98 L0 *	
N999999 %C25 G71 *	

Beispiel: Zylinder-Mantel

Zylinder mittig auf Rundtisch aufgespannt.

Bezugspunkt liegt in der Rundtisch-Mitte



`%C27 G71 *`	
`N10 G99 T1 L+0 R+3,5 *`	Werkzeug-Definition
`N20 T1 G18 S2000 *`	Werkzeug-Aufruf, Werkzeug-Achse Y
`N30 G00 G40 G90 Y+250 *`	Werkzeug freifahren
`N40 G37 P01 1 *`	Kontur-Unterprogramm festlegen
`N50 G127 Q1=-7 Q3=+0 Q6=+2 Q10=+4`	Bearbeitungs-Parameter festlegen
`Q11=100 Q12=250 Q16=25 *`	
`N60 C+0 M3 *`	Rundtisch vorpositionieren
`N70 G79 *`	Zyklus-Aufruf
`N80 G00 G90 Y+250 M2 *`	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
`N90 G98 L1 *`	Kontur-Unterprogramm
`N100 G01 G41 C+91,72 Z+20 *`	Angaben in der Drehachse in Grad;
`N110 C+114,65 Z+20 *`	Zeichnungsmaße umgerechnet von mm in Grad (157 mm = 360°)
`N120 G25 R7,5 *`	
`N130 G91 Z+40 *`	
`N140 G90 G25 R7,5 *`	
`N150 G91 C-45,86 *`	
`N160 G90 G25 R7,5 *`	
`N170 Z+20 *`	
`N180 G25 R7,5 *`	
`N190 C+91,72 *`	
`N200 G98 L0 *`	
`N999999 %C27 G71 *`	

8.8 Zyklen zum Abzeilen

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

- Durch Digitalisieren oder von einem CAD-/CAM-System erzeugt
- Eben rechteckig
- Eben schiefwinklig
- Beliebig geneigt
- In sich verwunden

Zyklus	Softkey
G60 DIGITALISIERDATEN ABARBEITEN Zum Abzeilen von Digitalisierdaten in mehreren Zustellungen (nicht TNC 410)	
G230 ABZEILEN Für ebene rechteckige Flächen	
G231 REGELFLAECHE Für schiefwinklige, geneigte und verwundene Flächen	

DIGITALISIERDATEN ABARBEITEN (Zyklus G60, nicht TNC 410)

1 Die TNC positioniert das Werkzeug im Eilgang 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 Eilgang in der Bearbeitungsebene auf den im Zyklus programmierten MIN-Punkt

3 Von dort aus fährt das Werkzeug mit Vorschub Tiefenzustellung auf den ersten Konturpunkt

4 Anschließend arbeitet die TNC alle in der Digitalisierdaten-Datei gespeicherten Punkte im Vorschub Fräsen ab; falls nötig fährt die TNC zwischendurch auf Sicherheits-Abstand, um unbearbeitete Bereiche zu überspringen

5 Am Ende fährt die TNC das Werkzeug mit Eilgang zurück auf den Sicherheits-Abstand

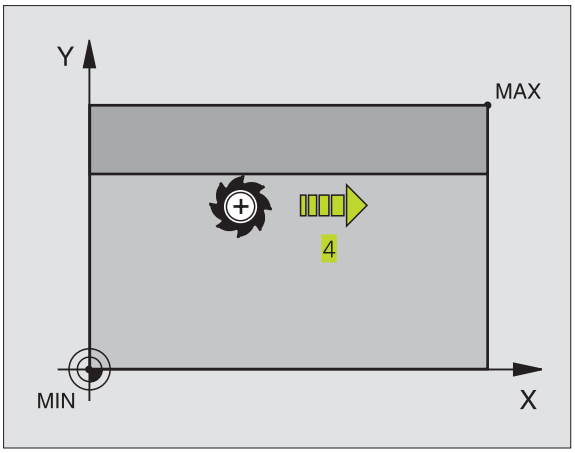
Beachten Sie vor dem Programmieren

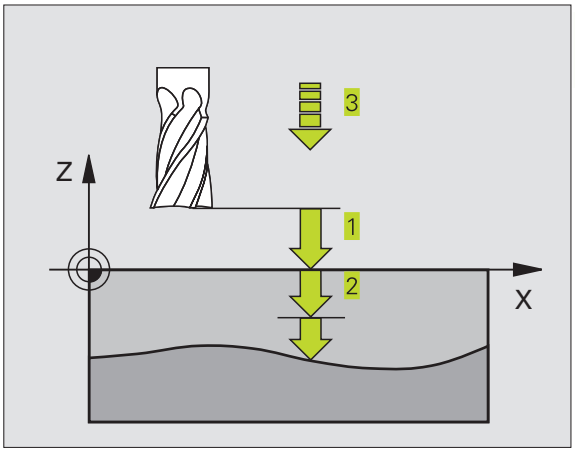
Mit Zyklus G60 können Sie Digitalisierdaten und PNT-Dateien abarbeiten.

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

60 PNT-DATEI FRÄSEN

- PGM Name Digitalisierdaten: Name der Datei eingeben, in der die Digitalisierdaten gespeichert sind; wenn die Datei nicht im aktuellen Verzeichnis steht, kompletten Pfad eingeben. Wenn Sie eine Punkt-Tabelle abarbeiten wollen, dann zusätzlich noch den Nachnamen .PNT angeben
- 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 Fräsen 4: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- Zusatz-Funktion M: Optionale Eingabe einer Zusatz-Funktion, z.B. M13

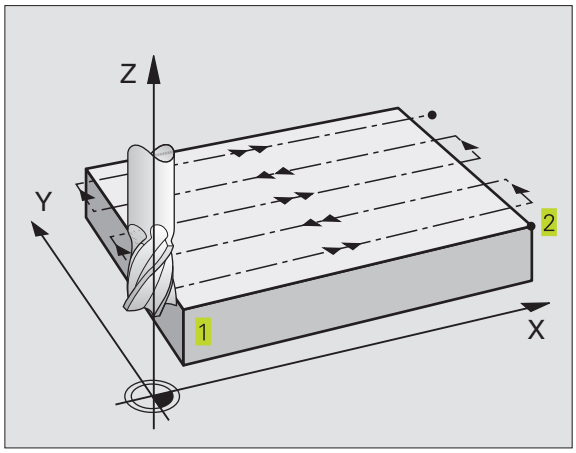




NC-Beispielsatz:

```
N64  G60 P01 BSP.I P02 X+0 P03 Y+0 P04 Z-20
     P05 X+100 P06 Y+100 P07 Z+0 P08  2 P09 +5
     P10 100 P11 350 P12 M13*
```

ABZEILEN (Zyklus G230)



1 Die TNC positioniert das Werkzeug im Eilgang 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 Eilgang in der Spindelachse auf Sicherheits-Abstand und danach im Vorschub Tiefenzustellung auf die programmierte Startposition in der Spindelachse

3 Danach fährt das Werkzeug mit dem programmierten Vorschub Fräsen auf den Endpunkt 2; den Endpunkt berechnet die TNC aus dem programmierten Startpunkt, der programmierten Länge und dem Werkzeug-Radius

4 Die TNC versetzt das Werkzeug mit Vorschub Fräsen quer auf den Startpunkt der nächsten Zeile; die TNC berechnet den Versatz aus der programmierten Breite und der Anzahl der Schnitte

5 Danach fährt das Werkzeug in negativer Richtung der 1. Achse zurück

6 Das Abzeilen wiederholt sich, bis die eingegebene Fläche vollständig bearbeitet ist

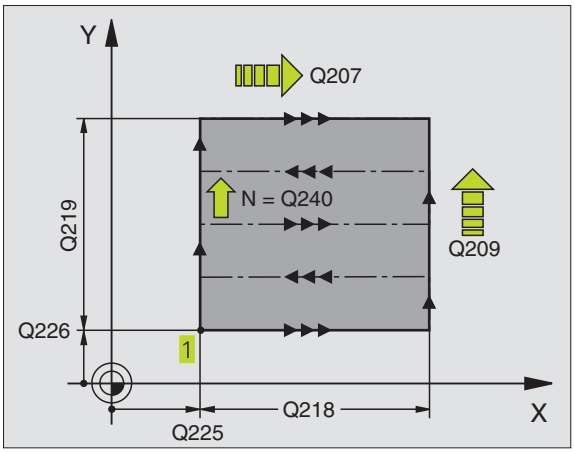
7 Am Ende fährt die TNC das Werkzeug mit Eilgang zurück auf den Sicherheits-Abstand

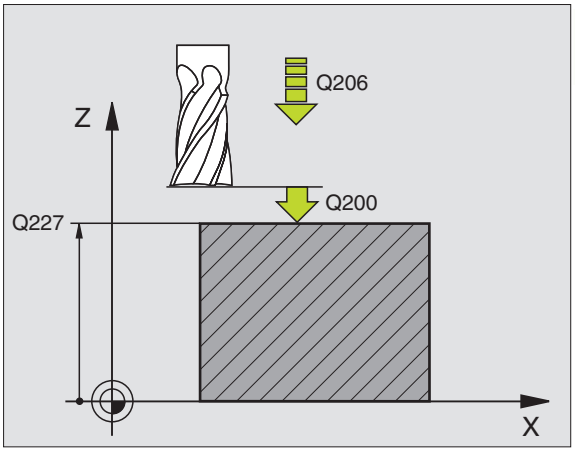
Beachten Sie vor dem Programmieren

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

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

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





NC-Beispielsatz:

```
N71  G230 Q225=+10 Q226=+12 Q227=+2.5
     Q218=150 Q219=75 Q240=25 Q206=150
     Q207=500 Q209=200 Q200=2*
```

REGELFLAECHE (Zyklus 231)

1 Die TNC positioniert das Werkzeug von der aktuellen Position aus mit einer 3D-Geradenbewegung auf den Startpunkt 1

2 Anschließend fährt das Werkzeug mit dem programmierten Vorschub Fräsen auf den Endpunkt 2

3 Dort fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang um den Werkzeug-Durchmesser in positive Spindelachsenrichtung und danach wieder zurück zum Startpunkt 1

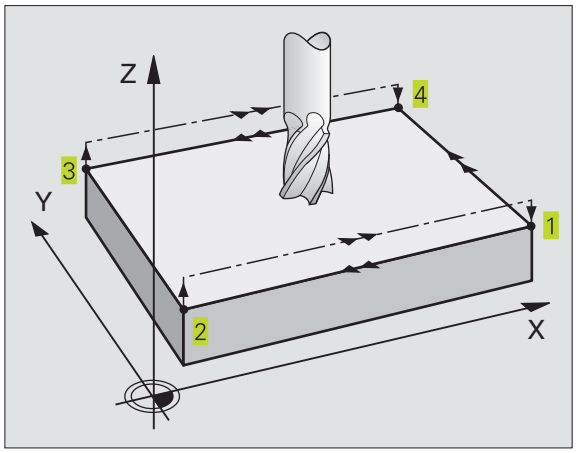
4 Am Startpunkt 1 fährt die TNC das Werkzeug wieder auf den zuletzt gefahrenen Z-Wert

5 Anschließend versetzt die TNC das Werkzeug in allen drei Achsen von Punkt 1 in Richtung des Punktes 4 auf die nächsten 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

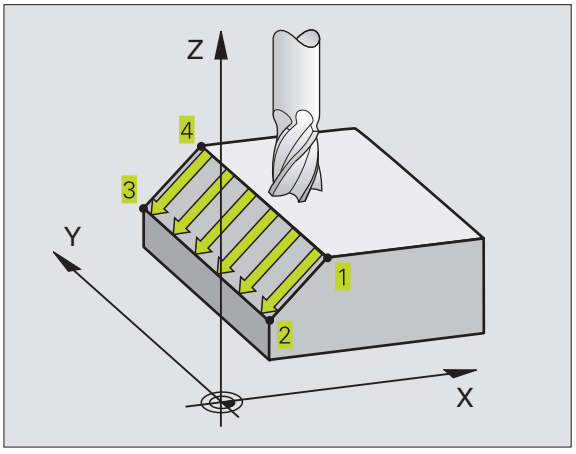


Schnittführung

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

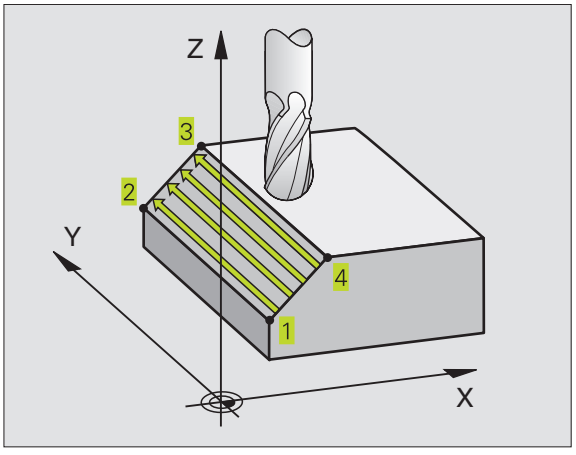
Die Oberflächengüte beim Einsatz von Schaftfräsern können Sie optimieren:

- 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.



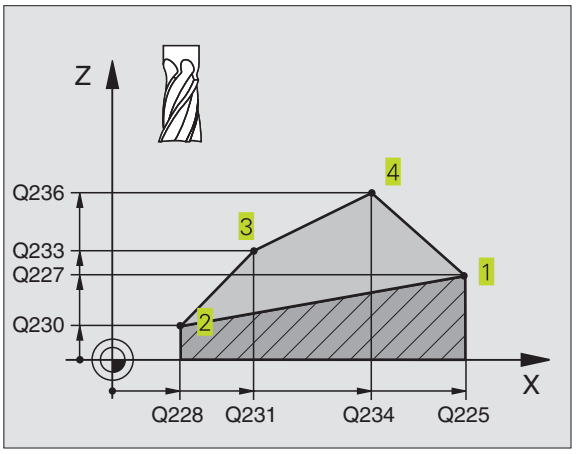
Beachten Sie vor dem Programmieren

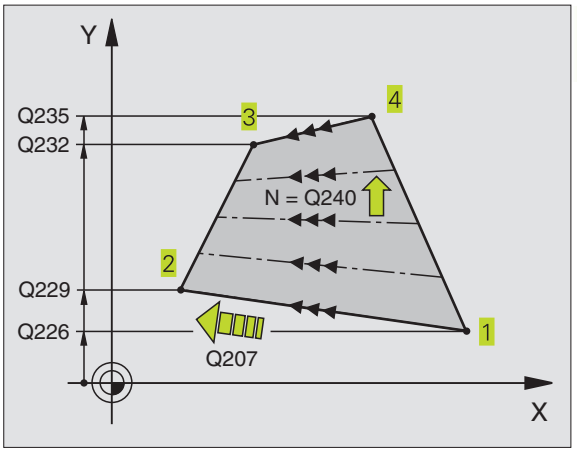
Die TNC positioniert das Werkzeug von der aktuellen Position mit einer 3D-Geradenbewegung auf den Startpunkt 1. Werkzeug so vorpositionieren, daß keine Kollision mit dem Werkstück oder Spannmitteln erfolgen kann.

Die TNC fährt das Werkzeug mit Radiuskorrektur G40 zwischen den eingegebenen Positionen

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

- Startpunkt 1. Achse Q225 (absolut): Startpunkt-Koordinate 1 der abzuzeilenden Fläche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- Startpunkt 2. Achse Q226 (absolut): Startpunkt-Koordinate 1 der abzuzeilenden Fläche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- Startpunkt 3. Achse Q227 (absolut): Startpunkt-Koordinate 1 der abzuzeilenden Fläche in der Spindelachse
- 2. Punkt 1. Achse Q228 (absolut): Endpunkt-Koordinate 2 der abzuzeilenden Fläche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- 2. Punkt 2. Achse Q229 (absolut): Endpunkt-Koordinate 2 der abzuzeilenden Fläche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- 2. Punkt 3. Achse Q230 (absolut): Endpunkt-Koordinate 2 der abzuzeilenden Fläche in der Spindelachse
- 3. Punkt 1. Achse Q231 (absolut): Koordinate des Punktes 3 in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- 3. Punkt 2. Achse Q232 (absolut): Koordinate des Punktes 3 in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- 3. Punkt 3. Achse Q233 (absolut): Koordinate des Punktes 3 in der Spindelachse
- 4. Punkt 1. Achse Q234 (absolut): Koordinate des Punktes 4 in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- 4. Punkt 2. Achse Q235 (absolut): Koordinate des Punktes 4 in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- 4. Punkt 3. Achse Q236 (absolut): Koordinate des Punktes 4 in der Spindelachse
- Anzahl Schnitte Q240: Anzahl der Zeilen, die die TNC das Werkzeug zwischen Punkt 1 und 4, bzw. zwischen Punkt 2 und 3 verfahren soll
- Vorschub Fräsen Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/ min. Die TNC führt den ersten Schnitt mit dem halben programmierten Wert aus.

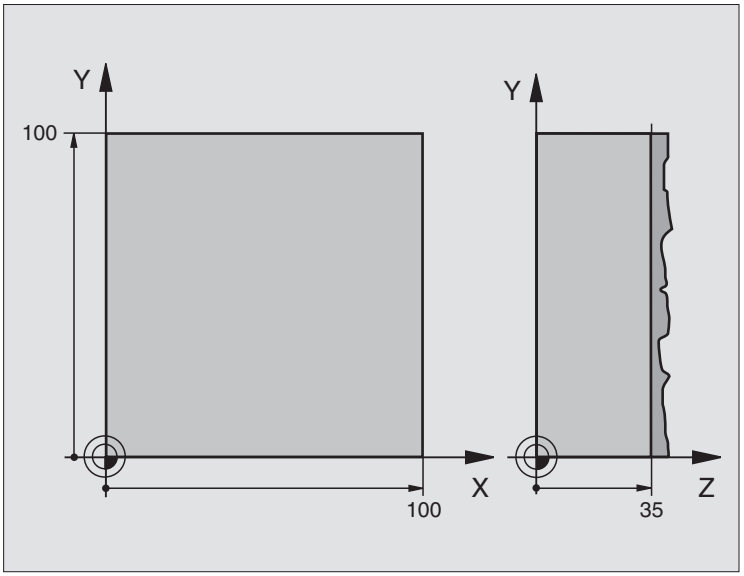




NC-Beispielsatz:

```
N72  G231 Q225=+0 Q226=+5 Q227=-2
     Q228=+100 Q229=+15 Q230=+5 Q231=+15
     Q232=+125 Q233=+25 Q234=+85 Q235=+95
     Q236=+35 Q240=40 Q207=500*
```

Beispiel: Abzeilen




```
%C230 G71
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z+0 *                    Rohteil-Definition
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+40 *
N30 G99 T1 L+0 R+5 *                         Werkzeug-Definition
N40 T1 G17 S3500 *                           Werkzeug-Aufruf
N50 G00 G40 G90 Z+250 *                      Werkzeug freifahren
N60 G230 Q225=+0 Q226=+0 Q227=+35            Zyklus-Definition Abzeilen
    Q218=100 Q219=100 Q240=25 Q206=250
    Q207=400 Q209=150 Q200=2 *
N70 X-25 Y+0 M03 *                           Vorpositionieren in die Nähe des Startpunkts
N80 G79 *                                    Zyklus-Aufruf
N90 G00 G40 Z+250 M02 *                      Werkzeug freifahren, Programm-Ende
N999999 %C230 G71 *
```

8.9 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
G53/G54 NULLPUNKT Konturen verschieben direkt im Programm oder aus Nullpunkt-Tabellen	
G28 SPIEGELN Konturen spiegeln	
G73 DREHUNG Konturen in der Bearbeitungsebene drehen	
G72 MASSFAKTOR Konturen verkleinern oder vergrößern	
G80 BEARBEITUNGSEBENE Bearbeitungen im geschwenkten Koordinatensystem durchführen für Maschinen mit Schwenkköpfen und/oder Drehtischen (nicht TNC 410)	

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 N999999 %... ausführen (abhängig von Maschinen-Parameter 7300)
- Neues Programm wählen

NULLPUNKT-Verschiebung (Zyklus G54)

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

Zusätzlich bei TNC 410:

REF

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

Rücksetzen

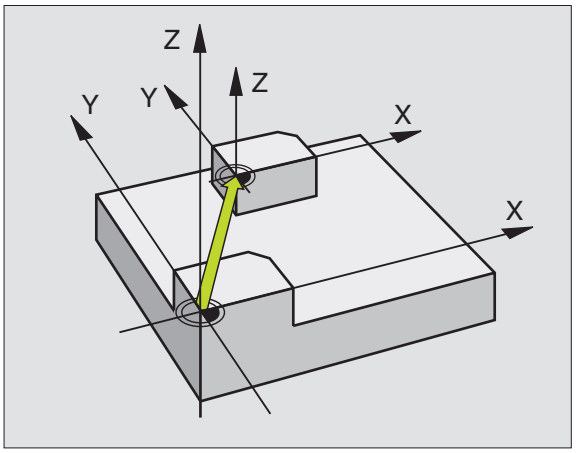
Die Nullpunkt-Verschiebung mit den Koordinatenwerten X=0, Y=0 und Z=0 hebt eine Nullpunkt-Verschiebung wieder auf.

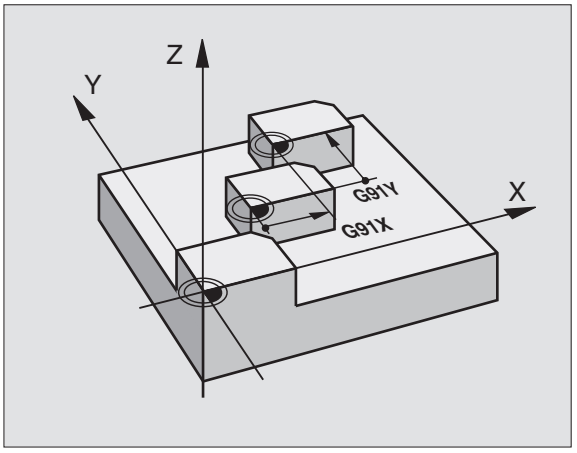
Grafik (nicht TNC 410)

Wenn Sie nach einer Nullpunkt-Verschiebung ein neues Rohteil programmieren, können Sie über den Maschinen-Parameter 7310 entscheiden, ob sich das Rohteil 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





NC-Beispielsätze:

```
N72  G54 G90 X+25 Y-12.5 Z100*
```

bzw.

```
N72  G54 G90 REF X+25 Y-12.5 Z100*
```

NULLPUNKT-Verschiebung mit Nullpunkt-Tabellen (Zyklus G53)

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

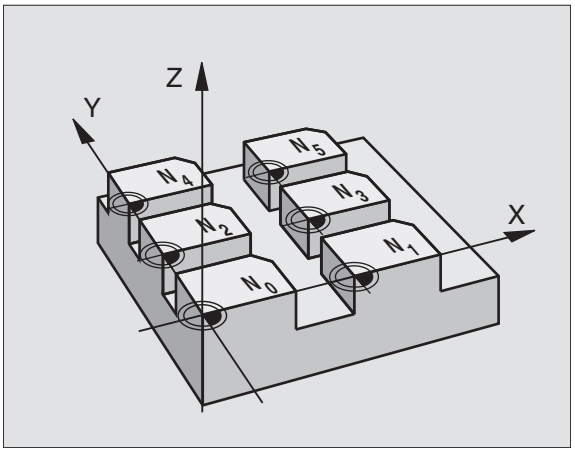
Die Koordinaten-Werte aus Nullpunkt-Tabellen sind ausschließlich absolut wirksam.

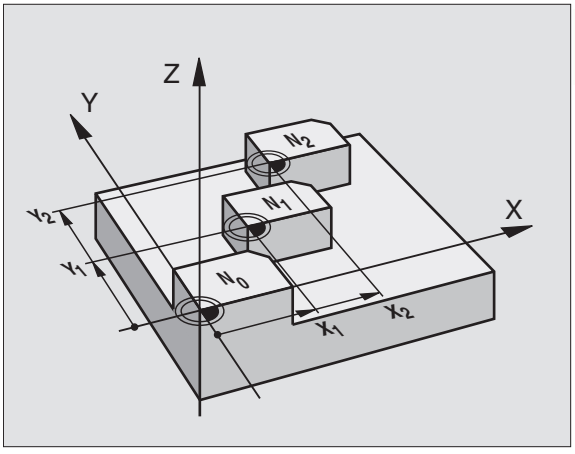
Zusätzlich gilt für TNC 426, TNC 430:

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).

Neue Zeilen können Sie nur am Tabellen-Ende einfügen.

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





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. Nullpunkt-Tabelle aktivieren: siehe weiter unten in diesem Kapitel

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

NC-Beispielsatz:

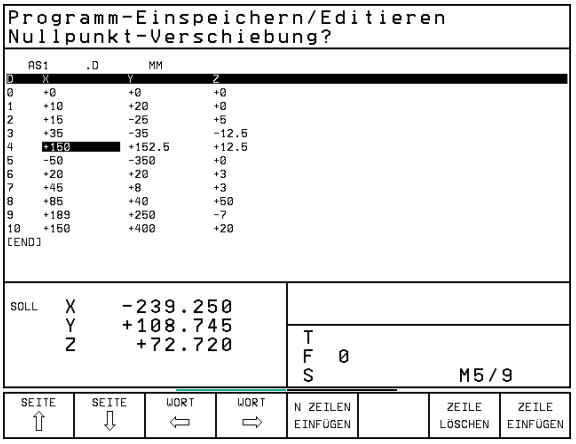
```
N72  G53 #12*
```

Nullpunkt-Tabelle editieren TNC 410

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

PGM MGT

- Datei-Verwaltung aufrufen: Taste PGM MGT drücken; siehe auch „Kapitel 4, Datei-Verwaltung“
- Vorhandene Nullpunkt-Tabelle wählen: Schieben Sie das Hellfeld auf eine beliebige Nullpunkt-Tabelle und bestätigen Sie mit der Taste ENT
- Neue Nullpunkt-Tabelle eröffnen: Geben Sie einen neuen Dateinamen ein und bestätigen Sie mit der Taste ENT. Drücken Sie den Softkey „.D“, um die Nullpunkt-Tabelle zu eröffnen

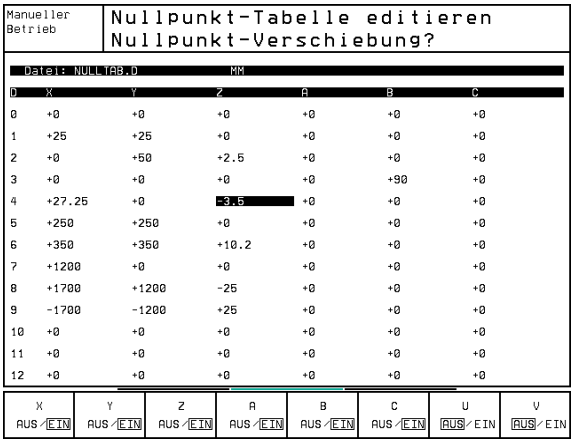


Nullpunkt-Tabelle editieren TNC 426, TNC 430

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

PGM MGT

- Datei-Verwaltung aufrufen: Taste PGM MGT drücken; siehe auch „Kapitel 4, Datei-Verwaltung“
- Nullpunkt-Tabellen anzeigen: Softkeys TYP WÄHLEN und ZEIGE .D drücken
- Gewünschte Tabelle wählen oder neuen Dateinamen eingeben
- Datei editieren. Die Softkey-Leiste zeigt dazu folgende Funktionen an:



Funktion	Softkey
Tabellen-Anfang wählen	ANFANG
Tabellen-Ende wählen	ENDE
Seitenweise blättern nach oben	SEITE
Seitenweise blättern nach unten	SEITE
Zeile einfügen	ZEILE EINFÜGEN
Zeile löschen	ZEILE LÖSCHEN
Eingegebene Zeile übernehmen und Sprung zur nächsten Zeile (nicht TNC 410)	NÄCHSTE ZEILE
Eingebbare Anzahl von Zeilen einfügen	N ZEILEN AM ENDE ANFÜGEN
Hellfeld eine Spalte nach links (nur TNC 410)	WORT
Hellfeld eine Spalte nach rechts (nur TNC 410)	WORT

Mit der Funktion „Istwert übernehmen“ speichert die TNC die Position der Achse ab, die im Tabellen-Kopf über dem Markierungsfeld steht (nicht TNC 410).

Nullpunkt-Tabelle konfigurieren (nicht TNC 410)
Auf der zweiten und dritten Softkeyleiste können Sie für jede Nullpunkt-Tabelle die Achsen festlegen, für die Sie Nullpunkte definieren wollen. Standardmäßig sind alle Achsen aktiv. Wenn Sie eine Achse aussperren wollen, dann setzen Sie den entsprechenden Achs-Softkey auf AUS. 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.

Nullpunkt-Tabelle für den Programmlauf aktivieren TNC 410
Bei der TNC 410 verwenden Sie im NC-Programm die Funktion %:TAB: um die Nullpunkt-Tabelle zu wählen, aus der die TNC die Nullpunkte entnehmen soll:

PGM CALL

- Funktionen zum Programm-Aufruf wählen: Taste PGM CALL drücken
- Softkey NULLPUNKT TABELLE drücken
- Name der Nullpunkt-Tabelle eingeben, mit Taste END bestätigen

NC-Beispielsatz:

```
N72  %:TAB: "NAMEN"*
```

Nullpunkt-Tabelle für den Programmlauf aktivieren TNC 426, TNC 430
Bei der TNC 426, TNC 430 müssen Sie in einer Programmlauf-Betriebsart die Nullpunkt-Tabelle manuell aktivieren:

- Programmlauf-Betriebsart wählen, z.B. Programmlauf Satzfolge

PGM MGT

- Datei-Verwaltung aufrufen: Taste PGM MGT drücken; siehe auch „Kapitel 4, Datei-Verwaltung“
- Vorhandene Nullpunkt-Tabelle wählen: Schieben Sie das Hellfeld auf eine beliebige Nullpunkt-Tabelle und bestätigen Sie mit der Taste ENT. Die TNC kennzeichnet die gewählte Tabelle im Statusfeld mit M.

SPIEGELN (Zyklus G28)

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:

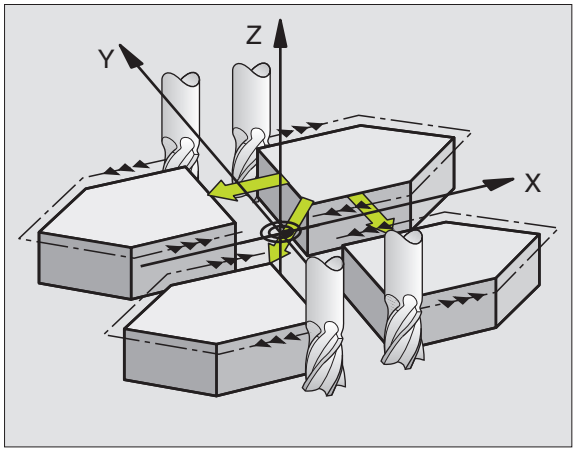
- Nullpunkt liegt auf der zu spiegelnden Kontur: Das Element wird direkt am Nullpunkt gespiegelt; siehe Bild rechts Mitte
- Nullpunkt liegt außerhalb der zu spiegelnden Kontur: Das Element verlagert sich zusätzlich; siehe Bild rechts unten

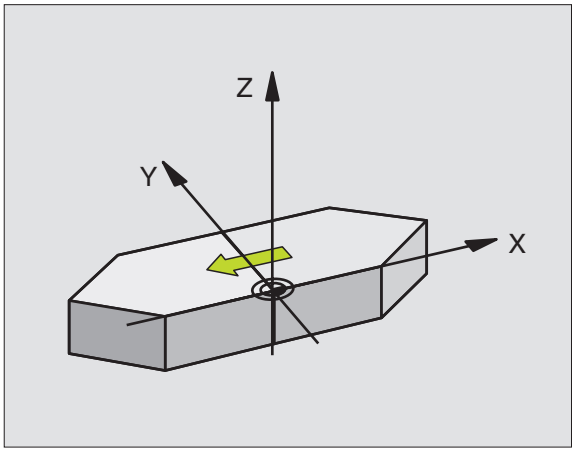
▶ Gespiegelte Achse?: Achse eingeben, die gespiegelt werden soll; Sie können alle Achsen spiegeln – incl. Drehachsen – mit Ausnahme der Spindelachse und der dazugehörigen Nebenachse

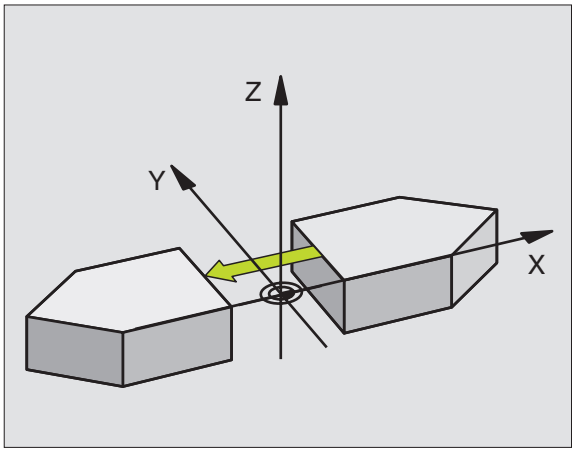
Rücksetzen
Zyklus SPIEGELN mit Eingabe NO ENT erneut programmieren.

NC-Beispielsatz:

```
N72  G28 X Y*
```

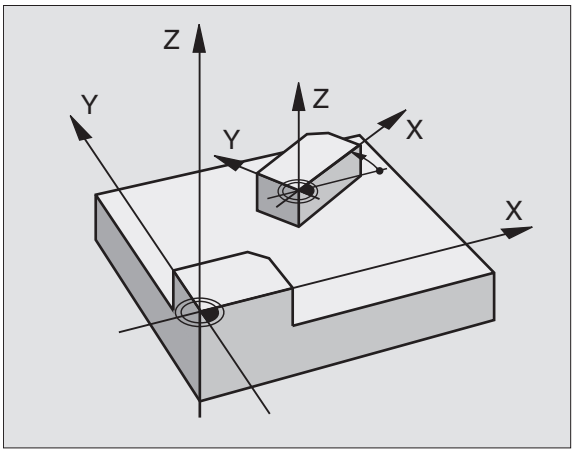






DREHUNG (Zyklus G73)

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 G73 auf. Ggf. Radius-Korrektur erneut programmieren.

Nachdem Sie Zyklus G73 definiert haben, verfahren Sie beide Achsen der Bearbeitungsebene, um die Drehung zu aktivieren.

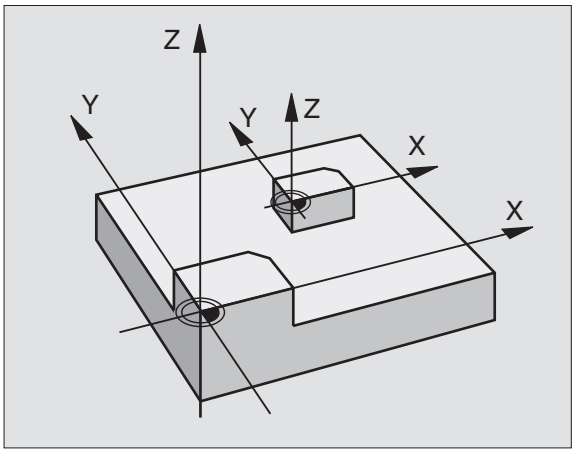
- Drehung: Drehwinkel H in Grad (°) eingeben. Eingabe-Bereich: -360° bis +360° (absolut G90 vor H oder inkremental G91 vor H)

Rücksetzen
Zyklus G73 DREHUNG mit Drehwinkel 0° erneut programmieren.

NC-Beispielsatz:

```
N72  G73 G90 H+25*
```

MASSFAKTOR (Zyklus G72)



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

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

Der Massfaktor wirkt

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

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

▶ Faktor?: Faktor F eingeben; die TNC multipliziert Koordinaten und Radien mit F (wie in „Wirkung“ beschrieben)

Vergrößern: F größer als 1 bis 99,999 999

Verkleinern: F kleiner als 1 bis 0,000 001

Rücksetzen
Zyklus MASSFAKTOR mit Faktor 1 erneut programmieren.

NC-Beispielsatz:

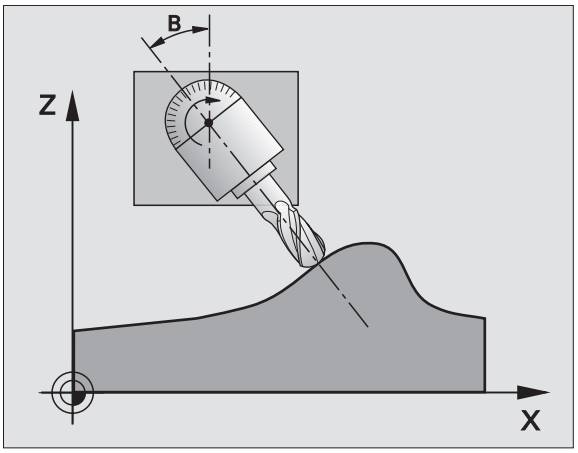
```
N72  G72 F0.980000*
```

BEARBEITUNGSEBENE (Zyklus G80, nicht TNC 410)

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 mathematische Winkel einer schiefen Ebene interpretiert werden. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Das Schwenken der Bearbeitungsebene erfolgt immer um den aktiven Nullpunkt.

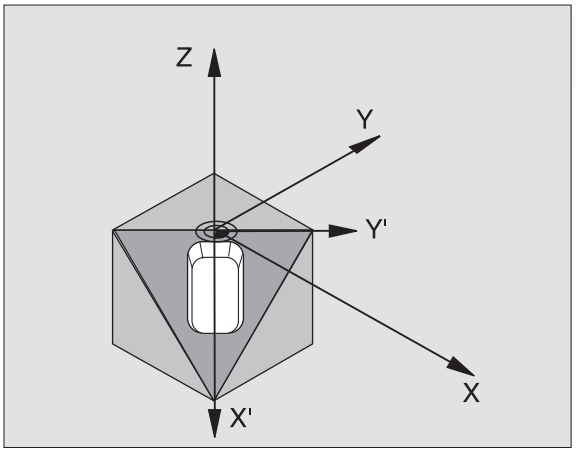
Grundlagen siehe „2.5 Bearbeitungsebene schwenken“: Lesen Sie diesen Abschnitt vollständig durch.



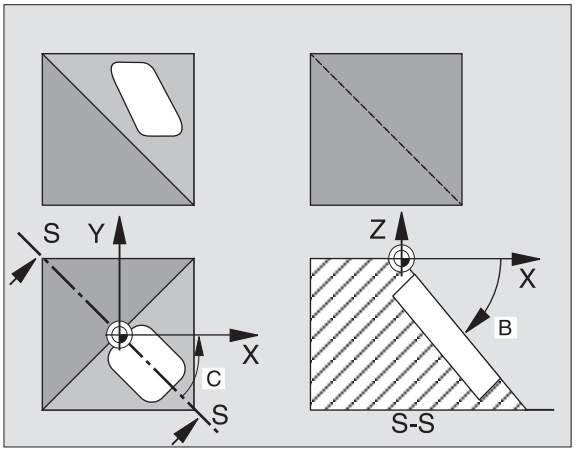
Wirkung

Im Zyklus G80 definieren Sie die Lage der Bearbeitungsebene – sprich die Lage der Werkzeugachse bezogen auf das maschinenfeste Koordinatensystem – durch die Eingabe von Schwenkwinkeln. Sie können die Lage der Bearbeitungsebene auf zwei Arten festlegen:

- Stellung der Schwenkachsen direkt eingeben (siehe Bild rechts oben)
- Lage der Bearbeitungsebene durch bis zu drei Drehungen (Raumwinkel) des **maschinenfesten** Koordinatensystems beschreiben. Die einzugebenden Raumwinkel erhalten Sie, indem Sie einen Schnitt senkrecht durch die geschwenkte Bearbeitungsebene legen und den Schnitt von der Achse aus betrachten, um die Sie schwenken wollen (siehe Bilder rechts Mitte und rechts unten). Mit zwei Raumwinkeln ist bereits jede beliebige Werkzeuglage im Raum eindeutig definiert



Beachten Sie, daß die Lage des geschwenkten Koordinatensystems und damit auch Verfahrbewegungen im geschwenkten System davon abhängen, wie Sie die geschwenkte Ebene beschreiben.



Wenn Sie die Lage der Bearbeitungsebene über Raumwinkel programmieren, berechnet die TNC die dafür erforderlichen Winkelstellungen der Schwenkachsen automatisch und legt diese in den Parametern Q120 (A-Achse) bis Q122 (C-Achse) ab. Sind zwei Lösungen möglich, wählt die TNC – ausgehend von der Nullstellung der Drehachsen – den kürzeren Weg.

Die Reihenfolge der Drehungen für die Berechnung der Lage der Ebene ist festgelegt: Zuerst dreht die TNC die A-Achse, danach die B-Achse und schließlich die C-Achse.

Zyklus G80 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 G80 BEARBEITUNGSEBENE überschrieben.

- Drehachse und -winkel: Drehachse mit zugehörigem Drehwinkel eingeben; die Drehachsen A, B und C über Softkeys programmieren

Wenn die TNC die Drehachsen automatisch positioniert, dann können Sie noch folgende Parameter eingeben

- Vorschub ? F=: Verfahrgeschwindigkeit der Drehachse beim automatischen Positionieren
- Sicherheits-Abstand ? (inkremental): Die TNC positioniert den Schwenkkopf so, daß die Position, die sich aus der Verlängerung des Werkzeugs um den Sicherheits-Abstand, sich relativ zum Werkstück nicht ändert

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 G80 die Drehachse(n) automatisch positioniert, oder ob Sie die Drehachsen im Programm vorpositionieren müssen. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Wenn Zyklus G80 die Drehachsen automatisch positioniert, gilt:

- Die TNC kann nur geregelte Achsen automatisch positionieren.
- In der Zyklus-Definition müssen Sie zusätzlich zu den Schwenkwinkeln einen Sicherheits-Abstand und einen Vorschub eingeben, mit dem die Schwenkachsen positioniert werden.
- Nur voreingestellte Werkzeuge verwenden (volle Werkzeuglänge im G99-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).

NC-Beispielsätze

`N50 G00 G40 Z+100 *`	
`N60 X+25 Y+10 *`	
`N70 G01 A+15 F1000 *`	Drehachse positionieren
`N80 G80 A+15 *`	Winkel für Korrekturberechnung definieren
`N90 G00 G40 Z+80 *`	Korrektur aktivieren Spindelachse
`N100 X-7.5 Y-10 *`	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 G80 auf das geschwenkte Koordinatensystem. Die angezeigte Position stimmt direkt nach der Zyklus-Definition also ggf. nicht mehr mit den Koordinaten der zuletzt vor Zyklus G80 programmierten Position überein.

Arbeitsraum-Überwachung
Die TNC überprüft im geschwenkten Koordinatensystem nur die Achsen auf Endschalter, die verfahren werden. Ggf. gibt dieTNC 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 G80 durchführen, dann verschieben Sie das „maschinenfeste Koordinatensystem".

Falls Sie den Nullpunkt nach dem Aktivieren von Zyklus G80 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 G55 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 G80 BEARBEITUNGS-EBENE

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 G01-Satz positionieren auf entsprechenden Winkelwert (abhängig von einem Maschinen-Parameter)
- Ggf. Nullpunkt-Verschiebung aktivieren
- Zyklus G80 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 G80 BEARBEITUNGSEBENE rücksetzen; für alle Drehachsen 0° eingeben
- Funktion BEARBEITUNGSEBENE deaktivieren; Zyklus G80 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-Tastsystem“)
- Gesteuert mit einem HEIDENHAIN 3D-Tastsystem (siehe „12.3 Bezugspunkt-Setzen mit einem 3D-Tastsystem“)

6 Bearbeitungsprogramm in der Betriebsart Programmlauf Satzfolge starten

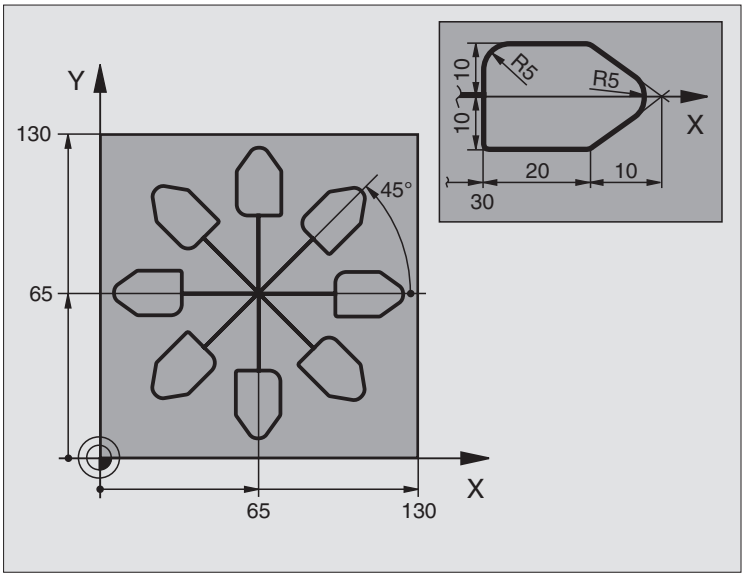
7 Betriebsart Manueller Betrieb

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“)



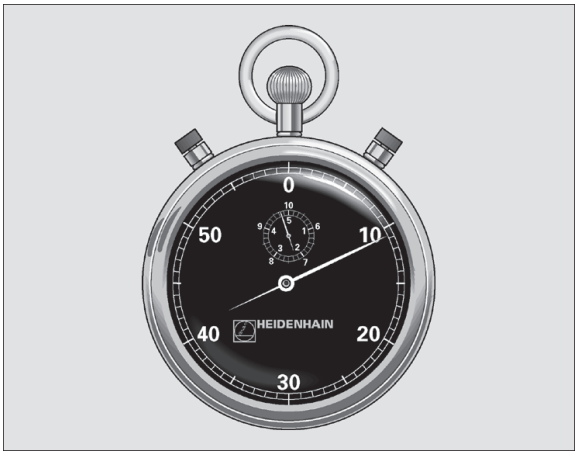
`%KOUMR G71 *`	
`N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *`	Rohteil-Definition
`N20 G31 G90 X+130 Y+130 Z+0 *`	
`N30 G99 T1 L+0 R+1 *`	Werkzeug-Definition
`N40 T1 G17 S4500 *`	Werkzeug-Aufruf
`N50 G00 G40 G90 Z+250 *`	Werkzeug freifahren
`N60 G54 X+65 Y+65 *`	Nullpunkt-Verschiebung ins Zentrum
`N70 L1,0 *`	Fräsbearbeitung aufrufen
`N80 G98 L10 *`	Marke für Programmteil-Wiederholung setzen
`N90 G73 G91 H+45 *`	Drehung um 45° inkremental
`N100 L1,0 *`	Fräsbearbeitung aufrufen
`N110 L10,6 *`	Rücksprung zu LBL 10; insgesamt sechsmal
`N120 G73 G90 H+0 *`	Drehung rücksetzen
`N130 G54 X+0 Y+0 *`	Nullpunkt-Verschiebung rücksetzen
`N140 G00 Z+250 M2 *`	Werkzeug freifahren, Programm-Ende

N150 G98 L1 *	Unterprogramm 1:
N160 G00 G40 X+0 Y+0 *	Festlegung der Fräsbearbeitung
N170 Z+2 M3 *	
N180 G01 Z-5 F200 *	
N190 G41 X+30 *	
N200 G91 Y+10 *	
N210 G25 R5 *	
N220 X+20 *	
N230 X+10 Y-10 *	
N240 G25 R5 *	
N250 X-10 Y-10 *	
N260 X-20 *	
N270 Y+10 *	
N280 G40 G90 X+0 Y+0 *	
N290 G00 Z+20 *	
N300 G98 L0 *	
N999999 %KOUMR G71 *	

8.10 Sonder-Zyklen

VERWEILZEIT (Zyklus G04)

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

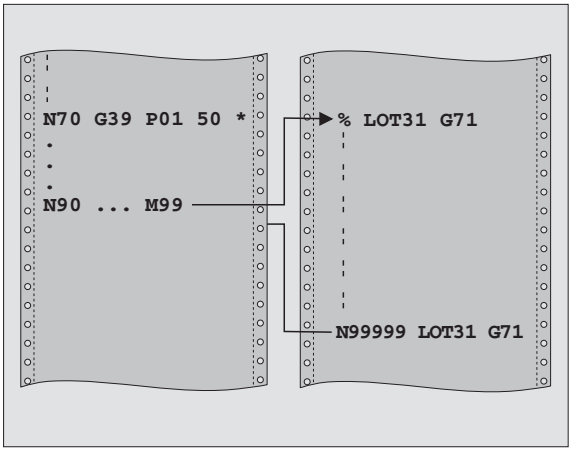
Eingabebereich 0 bis 3 600 s (1 Stunde) in 0,001 s-Schritten

NC-Beispielsatz:

```
N72  G04 F1.5*
```

PROGRAMM-AUFRUF (Zyklus G39)

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 ein Klartext-Dialog-Programm zum Zyklus deklarieren wollen, dann geben Sie den Datei-Typ .H hinter dem Programm-Namen ein.

Für die TNC 426, TNC 430 gilt zusätzlich

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.I .

39 PGM CALL

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

Das Programm rufen Sie auf mit
- G79 (separater Satz) oder
- M99 (satzweise) oder
- M89 (wird nach jedem Positionier-Satz ausgeführt)

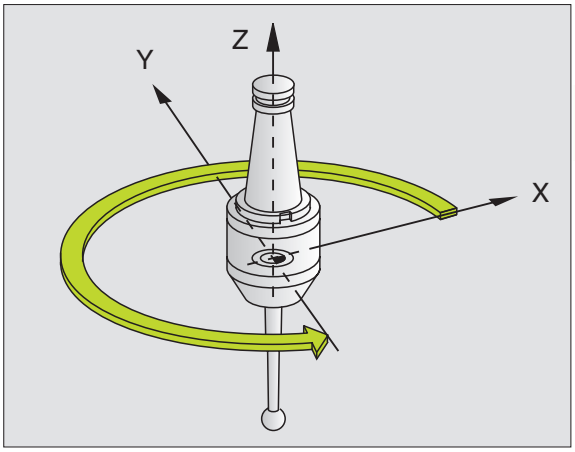
Beispiel: Programm-Aufruf
Aus einem Programm soll ein über Zyklus aufrufbares Programm 50 gerufen werden.

NC-Beispielsätze

`N550 G39 P01 50 *`	Festlegung: „Programm 50 ist ein Zyklus“
`N560 G00 X+20 Y+50 M99 *`	Aufruf von Programm 50

SPINDEL-ORIENTIERUNG (Zyklus G36)

Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller für den Zyklus G36 vorbereitet sein.



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

Die Spindel-Orientierung wird z.B. benötigt

- bei Werkzeugwechsel-Systemen mit bestimmter Wechsel-Position für das Werkzeug
- zum Ausrichten des Sende- und Empfangsfensters von 3D-Tastsystemen mit Infrarot-Übertragung

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

Wenn Sie M19 programmieren, ohne zuvor den Zyklus G36 definiert zu haben, dann positioniert die TNC die Hauptspindel auf einen Winkelwert, der in einem Maschinen-Parameter festgelegt ist (siehe Maschinenhandbuch).

36 S

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

Eingabe-Bereich: 0 bis 360°

Eingabe-Feinheit: 0,001°

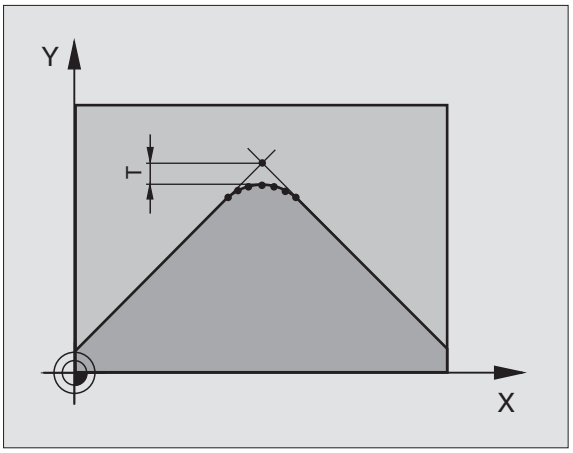
NC-Beispielsatz:

```
N72  G36 S25*
```

TOLERANZ (Zyklus G62, nicht TNC 410)

Die TNC glättet automatisch die Kontur zwischen beliebigen (unkorrigierten oder korrigierten) Konturelementen. Dadurch verfährt das Werkzeug kontinuierlich auf der Werkstück-Oberfläche. Falls erforderlich, reduziert die TNC den programmierten Vorschub automatisch, so daß das Programm immer „ruckelfrei“ mit der schnellstmöglichen Geschwindigkeit von der TNC abgearbeitet wird. Die Oberflächengüte wird erhöht und die Maschinenmechanik geschont.

Durch das Glätten entsteht eine Konturabweichung. Die Größe der Konturabweichung (Toleranzwert) ist in einem Maschinen-Parameter von Ihrem Maschinenhersteller festgelegt. Mit dem Zyklus G62 können Sie den voreingestellten Toleranzwert verändern (siehe Bild rechts oben).



Das schnelle Konturfräsen wird vom Maschinenhersteller an TNC und Maschine angepaßt. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Beachten Sie vor dem Programmieren

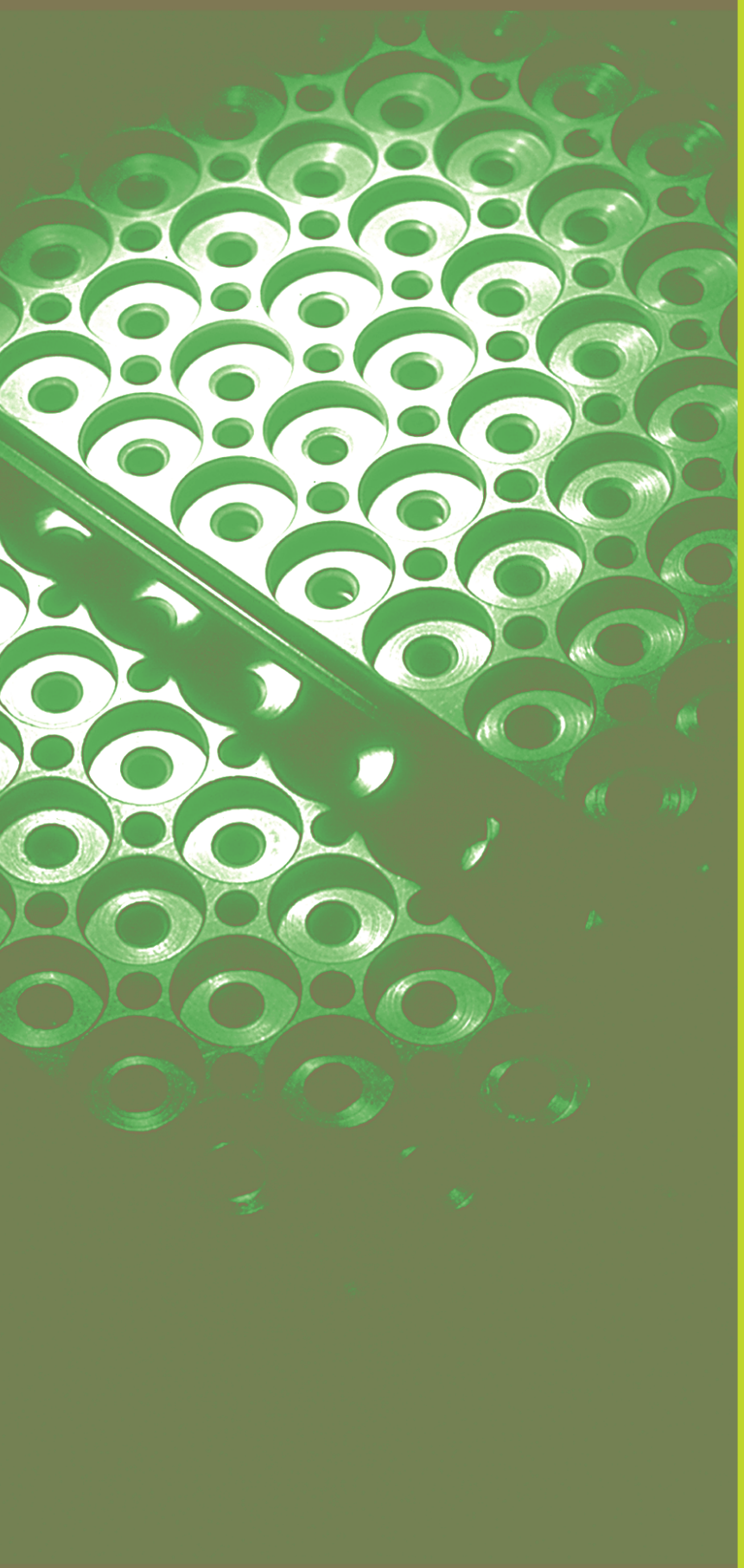
Zyklus G62 ist DEF-Aktiv, daß heißt ab seiner Definition im Programm wirksam.

Sie setzen Zyklus G62 zurück, indem Sie den Zyklus G62 erneut definieren und die Dialogfrage nach dem TOELRANZWERT mit NO ENT bestätigen.

▶ Toleranzwert für Eckenrundung: Zulässige Konturabweichung in mm

NC-Beispielsatz:

```
N72  G62 T0.05*
```



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 Funktion G98 L. L ist 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 G98.

Wenn Sie eine Label-Nummer mehrmals vergeben, gibt die TNC beim Beenden des G98-Satzes eine Fehlermeldung aus.

Für die TNC 426, TNC 430 gilt zusätzlich

Bei sehr langen Programmen können Sie über MP7229 die Überprüfung auf eine eingebbare Anzahl von Sätzen begrenzen.

Label 0 (G98 L0) kennzeichnet ein Unterprogramm-Ende und darf deshalb beliebig oft verwendet werden.

9.2 Unterprogramme

Arbeitsweise

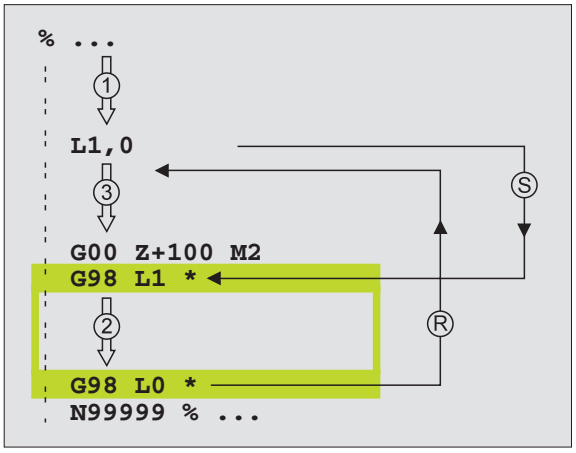
1 Die TNC führt das Bearbeitungs-Programm bis zu einem Unterprogramm-Aufruf Ln,0 aus. n ist eine beliebige Label-Nummer

2 Ab dieser Stelle arbeitet die TNC das aufgerufene Unterprogramm bis zum Unterprogramm-Ende G98 L0 ab

3 Danach führt die TNC das Bearbeitungs-Programm mit dem Satz fort, der auf den Unterprogramm-Aufruf Ln,0 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

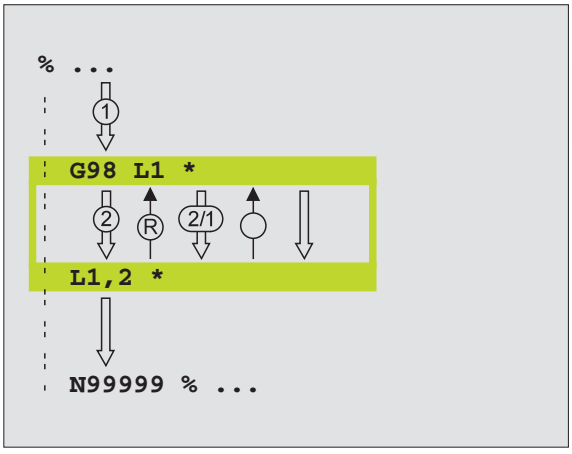
G 98
- Anfang kennzeichnen: Funktion G98 wählen
- Taste „L“ auf der Alpha-Tastatur drücken und Unterprogramm-Nummer eingeben
- Ende kennzeichnen: Funktion G98 wählen und „L0“ eingeben

Unterprogramm aufrufen

L
- Unterprogramm aufrufen: Taste L drücken
- Label-Nummer des aufzurufenden Programms und „**,0**“ eingeben

☞ L0,0 ist nicht erlaubt, da es dem Aufruf eines Unterprogramm-Endes entspricht.

9.3 Programmteil-Wiederholungen



Programmteil-Wiederholungen beginnen mit der Marke G98 Ln. n ist eine beliebige Label-Nummer. Eine Programmteil-Wiederholung schließt mit Ln,m ab. m ist die Anzahl der Programmteil-Wiederholungen.

Arbeitsweise

1 Die TNC führt das Bearbeitungs-Programm bis zum Ende des Programmteils (L1,2) aus

2 Anschließend wiederholt die TNC den Programmteil zwischen dem aufgerufenen Label und dem Label-Aufruf L1,2 so oft , wie Sie hinter dem Komma 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
- Programmteile werden von der TNC immer einmal häufiger ausgeführt, als Wiederholungen programmiert sind.

Programmteil-Wiederholung programmieren

G 98
- Anfang kennzeichnen: Funktion G98 wählen
- Taste „L“ drücken und Label-Nummer für den zu wiederholenden Programmteil eingeben

Programmteil-Wiederholung aufrufen

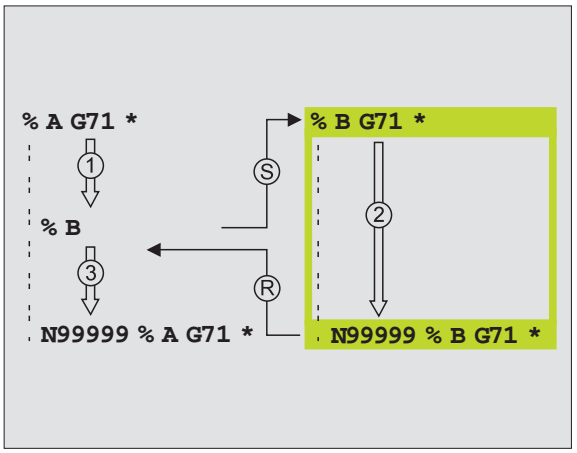
L
- Taste L drücken, Label-Nummer des zu wiederholenden Programmteils und hinter dem „Komma“ Anzahl der Wiederholungen eingeben

9.4 Beliebiges Programm als Unterprogramm

1 Die TNC führt das Bearbeitungs-Programm aus, bis Sie ein anderes Programm mit % 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 mit % ins aufrufende Programm enthalten.

Beliebiges Programm als Unterprogramm aufrufen

% ▶ Programm aufrufen: Taste % drücken und Programm-Name des aufzurufenden Programms eingeben

Funktion	Softkey
Klartext-Dialog-Programm aufrufen	.H
DIN/ISO-Programm aufrufen	.I
Extern gespeichertes Programm aufrufen (nur TNC410)	EXT
Satz % EXT umwandeln nach % INT (intern gespeichertes Programm aufrufen (nur TNC 410)	INT
Programm-Typ aufrufen, der in der MOD-Funktion „Programm-Eingabe“ festgelegt ist (nur TNC 410)	VOREINST.

Sie können ein beliebiges Programm auch über den Zyklus G39 aufrufen.

Wenn Sie ein Klartext-Dialog-Programm aufrufen wollen,
dann geben Sie den Datei-Typ .H hinter dem Programmnamen ein.

Für die TNC 426, TNC 430 gilt zusätzlich

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, dann geben Sie den vollständigen Pfadnamen ein, z.B.
TNC:\VZW35\SCHRUPP\PGM1.I

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

`%UPGMS G71 *`	
`...`	
`N170 L1,0 *`	Unterprogramm bei Label G98 L1 wird aufgerufen
`...`	
`N350 G00 G40 Z+100 M2 *`	Letzter Programmsatz des
	Hauptprogramms (mit M2)
`N360 G98 L1 *`	Anfang von Unterprogramm 1
`...`	
`N390 L2,0 *`	Unterprogramm bei Label G98 L2 wird aufgerufen
`...`	
`N450 G98 L0 *`	Ende von Unterprogramm 1
`N460 G98 L2 *`	Anfang von Unterprogramm 2
`...`	
`N620 G98 L0 *`	Ende von Unterprogramm 2
`N999999 %UPGMS G71*`	

Programm-Ausführung

1. Schritt: Hauptprogramm UPGMS wird bis Satz N170 ausgeführt.
2. Schritt: Unterprogramm 1 wird aufgerufen und bis Satz N390 ausgeführt.
3. Schritt: Unterprogramm 2 wird aufgerufen und bis Satz N620 ausgeführt. Ende von Unterprogramm 2 und Rücksprung zum Unterprogramm, von dem es aufgerufen wurde.
4. Schritt: Unterprogramm 1 wird von Satz N400 bis Satz N450 ausgeführt. Ende von Unterprogramm 1 und Rücksprung ins Hauptprogramm UPGMS.
5. Schritt: Hauptprogramm UPGMS wird von Satz N180 bis Satz N350 ausgeführt. Rücksprung zu Satz 1 und Programm-Ende.

Programmteil-Wiederholungen wiederholen

NC-Beispielsätze

`%REPS G71 *`	
`...`	
`N150 G98 L1 *`	Anfang der Programmteil-Wiederholung 1
`...`	
`N200 G98 L2 *`	Anfang der Programmteil-Wiederholung 2
`...`	
`N270 L2,2 *`	Programmteil zwischen diesem Satz und G98 L2
`...`	(Satz N200) wird 2 mal wiederholt
`N350 L1,1 *`	Programmteil zwischen diesem Satz und G98 L1
`...`	(Satz N150) wird 1 mal wiederholt
`N999999 %REPS G71 *`	

Programm-Ausführung

1. Schritt: Hauptprogramm REPS wird bis Satz N270 ausgeführt
2. Schritt: Programmteil zwischen Satz N270 und Satz N200 wird 2 mal wiederholt
3. Schritt: Hauptprogramm REPS wird von Satz N280 bis Satz N350 ausgeführt
4. Schritt: Programmteil zwischen Satz N350 und Satz N150 wird 1 mal wiederholt (beinhaltet die Programmteil-Wiederholung zwischen Satz N200 und Satz N270)
5. Schritt: Hauptprogramm REPS wird von Satz N360 bis Satz N999 999 ausgeführt (Programm-Ende)

Unterprogramm wiederholen

NC-Beispielsätze

%UPGREP G71 *	
...	
N100 G98 L1 *	Anfang der Programmteil-Wiederholung
N110 L2,0 *	Unterprogramm-Aufruf
N120 L1,2 *	Programmteil zwischen diesem Satz und G98 L1
...	(Satz N100) wird 2 mal wiederholt
N190 G00 G40 Z+100 M2 *	Letzter Programmsatz des Hauptprogramms mit M2
N200 G98 L2 *	Anfang des Unterprogramms
...	
N280 G98 L0 *	Ende des Unterprogramms
N999999 %UPGREP G71 *	

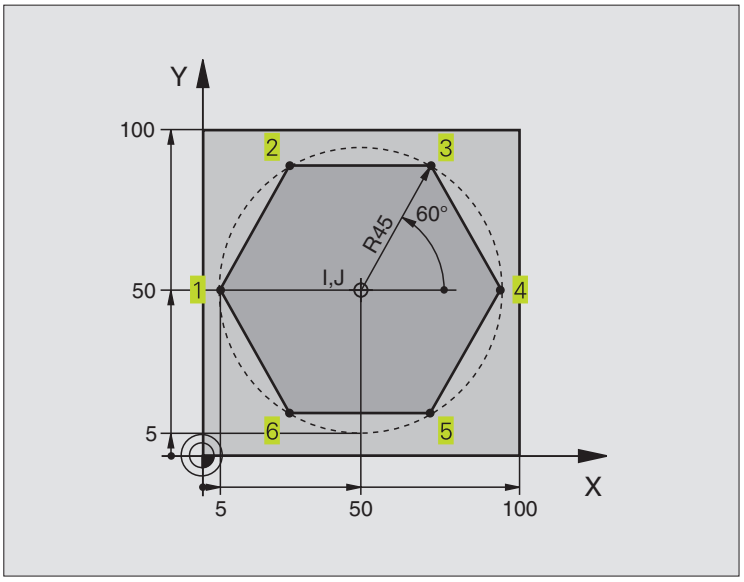
Programm-Ausführung

1. Schritt: Hauptprogramm UPGREP wird bis Satz N110 ausgeführt
2. Schritt: Unterprogramm 2 wird aufgerufen und ausgeführt
3. Schritt: Programmteil zwischen Satz N120 und Satz N100 wird 2 mal wiederholt: Unterprogramm 2 wird 2 mal aufgerufen
4. Schritt: Hauptprogramm UPGREP wird von Satz N130 bis Satz N190 ausgeführt; Programm-Ende

Beispiel: Konturfräsen in mehreren Zustellungen

Programm-Ablauf

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

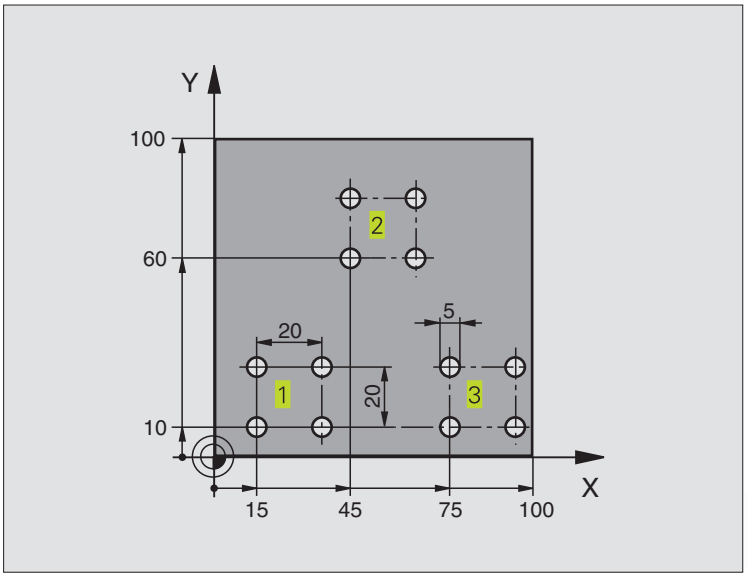


`%PGMWDH G71 *`	
`N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-40 *`	
`N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *`	
`N30 G99 T1 L+0 R+7,5 *`	Werkzeug-Definition
`N40 T1 G17 S4000 *`	Werkzeug-Aufruf
`N50 G00 G40 G90 Z+250 *`	Werkzeug freifahren
`N60 I+50 J+50 *`	Pol setzen
`N70 G10 R+60 H+180 *`	Vorpositionieren Bearbeitungsebene
`N80 G01 Z+0 F1000 M3 *`	Vorpositionieren auf Oberkante Werkstück
`N90 G98 L1 *`	Marke für Programmteil-Wiederholung
`N100 G91 Z-3 *`	Inkrementale Tiefen-Zustellung (im Freien)
`N110 G11 G41 G90 R+45 H+180 F250 *`	Erster Konturpunkt
`N120 G26 R5 *`	Kontur anfahren
`N130 H+120 *`	Kontur
`N140 H+60 *`	
`N150 H+0 *`	
`N160 H-60 *`	
`N170 H-120 *`	
`N180 H+180 *`	
`N190 G27 R5 F500 *`	Kontur verlassen
`N200 G40 R+60 H+180 F1000 *`	Freifahren
`N210 L1,9 *`	Rücksprung zu LBL 1; insgesamt neunmal
`N220 G00 Z+250 M2 *`	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
`N999999 %PGMWDH G71 *`	

Beispiel: Bohrungsgruppen

Programm-Ablauf

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

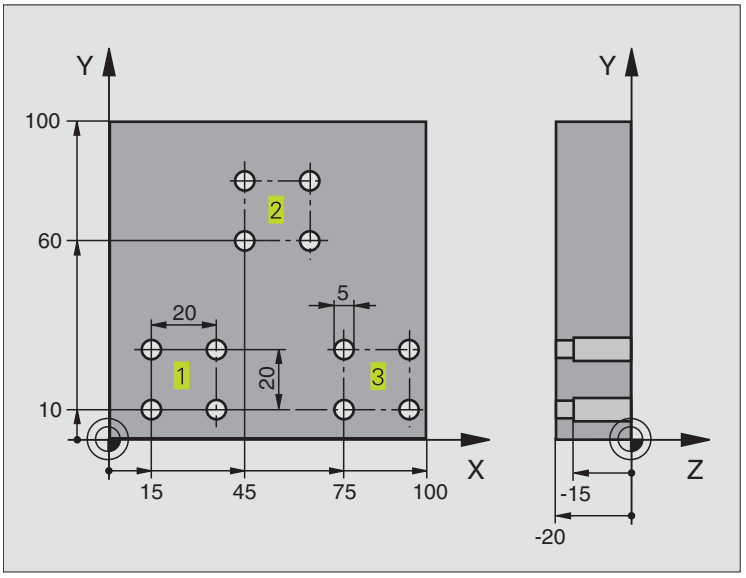


%UP1 G71 *	
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-40 *	
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *	
N30 G99 T1 L+0 R+2,5 *	Werkzeug-Definition
N40 T1 G17 S5000 *	Werkzeug-Aufruf
N50 G00 G40 G90 Z+250 *	Werkzeug freifahren
N60 G83 P01 +2 P02 -30 P03 +5 P04 0	Zyklus-Definition Bohren
P05 300 *	
N70 X+15 Y+10 M3 *	Startpunkt Bohrungsgruppe 1 anfahren, Spindel ein
N80 L1,0 *	Unterprogramm für Bohrungsgruppe rufen
N90 X+45 Y+60 *	Startpunkt Bohrungsgruppe 2 anfahren
N100 L1,0 *	Unterprogramm für Bohrungsgruppe rufen
N110 X+75 Y+10 *	Startpunkt Bohrungsgruppe 3 anfahren
N120 L1,0 *	Unterprogramm für Bohrungsgruppe rufen
N130 G00 Z+250 M2 *	Ende des Hauptprogramms
N140 G98 L1 *	Anfang des Unterprogramms 1: Bohrungsgruppe
N150 Z+2 M99 *	1. Bohrung; in Z auf Sicherheits-Abstand, Zyklus aufrufen
N160 G91 X+20 M99 *	2. Bohrung anfahren, Zyklus aufrufen
N170 Y+20 M99 *	3. Bohrung anfahren, Zyklus aufrufen
N180 X-20 G90 M99 *	4. Bohrung anfahren, Zyklus aufrufen
N190 G98 L0 *	Ende des Unterprogramms 1
N999999 %UP1 G71 *	

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



`%UP2 G71 *`	
`N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-40 *`	
`N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *`	
`N30 G99 T1 L+0 R+4 *`	Werkzeug-Definition Zentrierbohrer
`N40 G99 T2 L+0 R+3 *`	Werkzeug-Definition Bohrer
`N50 G99 T3 L+0 R+3,5 *`	Werkzeug-Definition Gewindebohrer
`N60 T1 G17 S5000 *`	Werkzeug-Aufruf Zentrierbohrer
`N70 G00 G40 G90 Z+250 *`	Werkzeug freifahren
`N80 G83 P01 +2 P02 -3 P03 +3 P04 0`	Zyklus-Definition Zentrieren
`P05 250 *`	
`N90 L1,0 *`	Unterprogramm 1 für komplettes Bohrbild rufen
`N100 G00 Z+250 M6 *`	Werkzeug-Wechsel
`N110 T2 G17 S4000 *`	Werkzeug-Aufruf Bohrer
`N120 G83 P01 +2 P02 -25 P03 +5 P04 0`	Zyklus-Definition Bohren
`P05 250 *`	
`N130 L1,0 *`	Unterprogramm 1 für komplettes Bohrbild rufen
`N140 G00 Z+250 M6 *`	Werkzeug-Wechsel
`N150 T3 G17 S500 *`	Werkzeug-Aufruf Gewindebohrer
`N160 G84 P01 +2 P02 -15 P03 0 P04 500 *`	Zyklus-Definition Gewindebohren
`N170 L1,0 *`	Unterprogramm 1 für komplettes Bohrbild rufen
`N180 G00 Z+250 M2 *`	Ende des Hauptprogramms

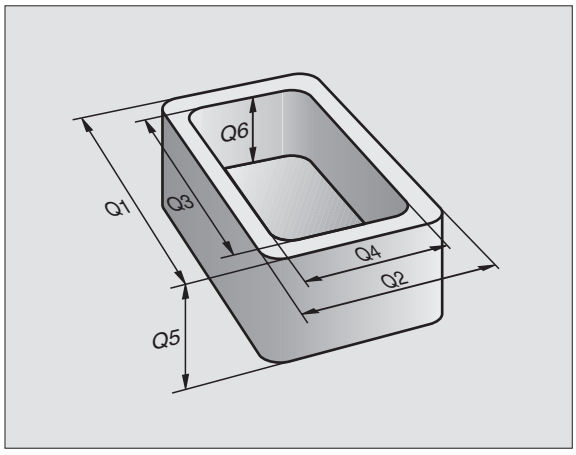
N190 G98 L1 *	Anfang des Unterprogramms 1: Komplettes Bohrbild
N200 G00 G40 G90 X+15 Y+10 M3 *	Startpunkt Bohrungsgruppe 1 anfahren
N210 L2,0 *	Unterprogramm 2 für Bohrungsgruppe rufen
N220 X+45 Y+60 *	Startpunkt Bohrungsgruppe 2 anfahren
N230 L2,0 *	Unterprogramm 2 für Bohrungsgruppe rufen
N240 X+75 Y+10 *	Startpunkt Bohrungsgruppe 3 anfahren
N250 L2,0 *	Unterprogramm 2 für Bohrungsgruppe rufen
N260 G98 L0 *	Ende des Unterprogramms 1
N270 G98 L2 *	Anfang des Unterprogramms 2: Bohrungsgruppe
N280 Z+2 M99 *	1. Bohrung mit aktivem Bearbeitungs-Zyklus
N290 G91 X+20 M99 *	2. Bohrung anfahren, Zyklus aufrufen
N300 Y+20 M99 *	3. Bohrung anfahren, Zyklus aufrufen
N310 X-20 G90 M99 *	4. Bohrung anfahren, Zyklus aufrufen
N320 G98 L0 *	Ende des Unterprogramms 2
N999999 %UP2 G71 *	

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 399 gekennzeichnet. Die Q-Parameter sind in drei Bereiche unterteilt:

Bedeutung	Bereich
Frei verwendbare Parameter, global für alle im TNC-Speicher befindlichen Programme wirksam	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 Q399 (TNC 410: 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".

Wenn Sie die Parameter Q1 bis Q99 in Hersteller-Zyklen verwenden, legen Sie über den Maschinen-Parameter MP7251 fest, ob diese Parameter nur lokal im Hersteller-Zyklus wirken oder global für alle Programme.

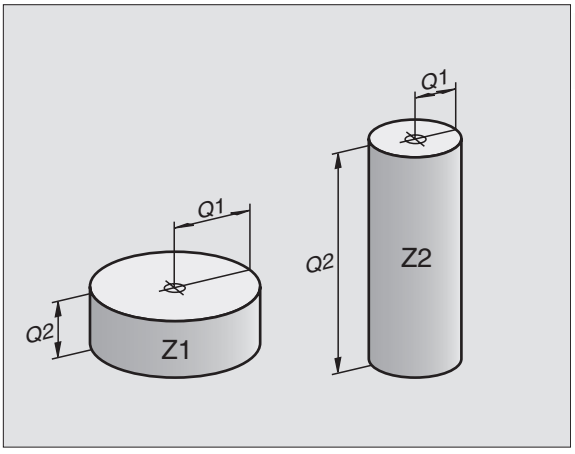
Q-Parameter-Funktionen aufrufen
TNC 426, TNC 430: Während Sie ein Bearbeitungsprogramm eingeben, drücken Sie den Softkey PARAMETER.

TNC 410: Drücken Sie die Taste „Q" (im Feld für Zahlen-Eingaben und Achswahl unter –/+ -Taste).

Dann zeigt die TNC folgende Softkeys:

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

10.2 Teilefamilien – Q-Parameter statt Zahlenwerte



Mit der Q-Parameter-Funktion D0: ZUWEISUNG können Sie Q-Parametern Zahlenwerte zuweisen. Dann setzen Sie im Bearbeitungs-Programm statt des Zahlenwerts einen Q-Parameter ein.

NC-Beispielsätze

```
N150 D00 Q10 P01 +25 *      Zuweisung:
...                         Q10 erhält den Wert 25
N250 G00 X +Q10 *           entspricht G00 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:

▶ Mathematische Grundfunktionen wählen: Softkey GRUND-FUNKT. drücken. Die TNC zeigt folgende Softkeys:

Funktion	Softkey
D00: ZUWEISUNG z.B. D00 Q5 P01 +60 * Wert direkt zuweisen	D0 X = V
D01: ADDITION z.B. D01 Q1 P01 –Q2 P02 –5 * Summe aus zwei Werten bilden und zuweisen	D1 X + V
D02: SUBTRAKTION z.B. D02 Q1 P01 +10 P02 +5 * Differenz aus zwei Werten bilden und zuweisen	D2 X - V
D03: MULTIPLIKATION z.B. D03 Q2 P01 +3 P02 +3 * Produkt aus zwei Werten bilden und zuweisen	D3 X * V
D04: DIVISION z.B. D04 Q4 P01 +8 P02 +Q2 * Quotient aus zwei Werten bilden und zuweisen **Verboten:** Division durch 0!	D4 X / V
D05: WURZEL z.B. D05 Q20 P01 4 * Wurzel aus einer Zahl ziehen und zuweisen **Verboten:** Wurzel aus negativem Wert!	D5 SQRT

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 PARA-METER — Q-Parameter-Funktionen wählen: Taste Q, bzw. Softkey PARAMETER drücken

GRUND-FUNKT. — Mathematische Grundfunktionen wählen: Softkey GRUNDFUNKT. drücken

D0 X = Y — Q-Parameter-Funktion ZUWEISUNG wählen: Softkey D0 X = Y drücken

```
Parameter-Nr. für Ergebnis?
```

5 ENT — Nummer des Q- Parameters eingeben: 5

```
1. Wert oder Parameter?
```

10 ENT — Q5 den Zahlenwert 10 zuweisen

Q PARA-METER — Q-Parameter-Funktionen wählen: Taste Q, bzw. Softkey PARAMETER drücken

GRUND-FUNKT. — Mathematische Grundfunktionen wählen: Softkey GRUNDFUNKT. drücken

D3 X * Y — Q-Parameter-Funktion MULTIPLIKATION wählen: Softkey D03 X * Y drücken

```
Parameter -Nr. für Ergebnis?
```

12 ENT — Nummer des Q- Parameters eingeben: 12

```
Multiplikand?
```

Q5 ENT — Q5 als ersten Wert eingeben

```
Multiplikator?
```

7 ENT — 7 als zweiten Wert eingeben

Die TNC zeigt folgende Programmsätze:

```
N160 D00 Q5 P01 +10 *
N170 D03 Q12 P01 +Q5 P02 +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 (Hypothenuse)
- a die Seite gegenüber dem Winkel (Gegenkathete)
- b die dritte Seite (Ankathete)

Aus dem Tangens kann die TNC den Winkel ermitteln:

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

Beispiel:

$a = 10$ mm

$b = 10$ mm

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

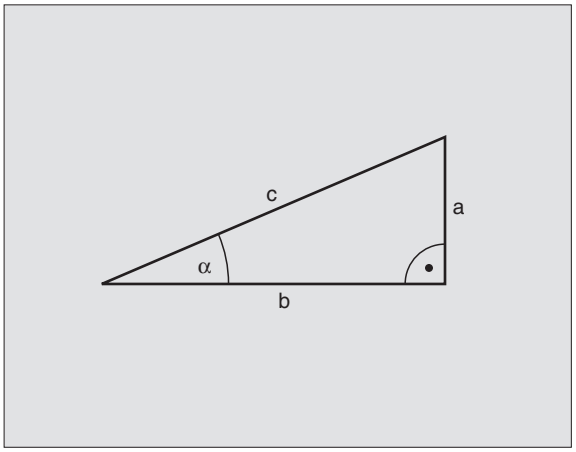
Zusätzlich gilt:

$a^2 + b^2 = c^2$ (mit $a^2 = a \times a$)

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

Winkelfunktionen programmieren
Die Winkelfunktionen erscheinen mit Druck auf den Softkey WINKELFUNKT. Die TNC zeigt die Softkeys in der Tabelle rechts.

Programmierung: vergleiche „Beispiel: Grundrechenarten programmieren".



Funktion	Softkey
D06: SINUS z.B. D06 Q20 P01 –Q5 * Sinus eines Winkels in Grad (°) bestimmen und zuweisen	D6 SIN(X)
D07: COSINUS z.B. D07 Q21 P01 –Q5 * Cosinus eines Winkels in Grad (°) bestimmen und zuweisen	D7 COS(X)
D08: WURZEL AUS QUADRATSUMME z.B. D08 Q10 P01 +5 P02 +4 * Länge aus zwei Werten bilden und zuweisen	D8 X LEN Y
D13: WINKEL z.B. D13 Q20 P01 +10 P02 –Q1 * Winkel mit arctan aus zwei Seiten oder sin und cos des Winkels (0 < Winkel < 360°) bestimmen und zuweisen	D13 X ANG Y

10.5 Wenn/dann-Entscheidungen mit Q-Parametern

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

Wenn Sie ein anderes Programm als Unterprogramm aufrufen möchten, dann programmieren Sie hinter dem LABEL G98 einen Programm-Aufruf mit %.

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

D0: P01 +10 P02 +10 P03 1 *

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

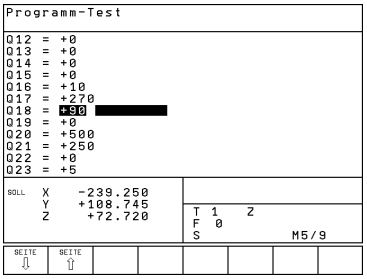
Funktion	Softkey
D09: WENN GLEICH, SPRUNG z.B. D09 P01 +Q1 P02 +Q3 P03 5 * Wenn beide Werte oder Parameter gleich, Sprung zu angegebenem Label	D9 IF X EQ Y GOTO
D10: WENN UNGLEICH, SPRUNG z.B. D10 P01 +10 P02 –Q5 P03 10 * Wenn beide Werte oder Parameter ungleich, Sprung zu angegebenem Label	D10 IF X NE Y GOTO
D11: WENN GROESSER, SPRUNG z.B. D11 P01 +Q1 P02 +10 P03 5 * Wenn erster Wert oder Parameter größer als zweiter Wert oder Parameter, Sprung zu angegebenem Label	D11 IF X GT Y GOTO
D12: WENN KLEINER, SPRUNG z.B. D12 P01 +Q5 P02 +0 P03 1 * Wenn erster Wert oder Parameter kleiner als zweiter Wert oder Parameter, Sprung zu angegebenem Label	D12 IF X LT Y GOTO

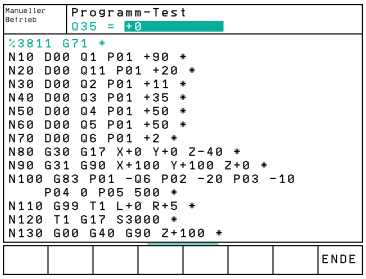
Verwendete Abkürzungen und Begriffe

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 INTERNER STOP drücken) bzw. Programm-Test anhalten

Q

- Q-Parameter-Funktionen aufrufen: Taste Q drücken
- TNC 426, TNC 430: Nummer des Q-Parameters eingeben und Taste ENT drücken. Die TNC zeigt im Dialog-Feld den aktuellen Wert des Q-Parameters an
- TNC 410: Mit Pfeiltasten oder mit Softkey „SEITE blättern) gewünschte Q-Parameter-Nummer wählen
- 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

10.7 Zusätzliche Funktionen

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

Funktion	Softkey
D14:ERROR Fehlermeldungen ausgeben	D14 FEHLER=
D15:PRINT Texte oder Q-Parameter-Werte unformatiert ausgeben	D15 DRUCKEN
D19:PLC Werte an die PLC übergeben	D19 PLC=

D14: ERROR
Fehlermeldungen ausgeben

Mit der Funktion D14: ERROR können Sie programmgesteuert Meldungen ausgeben lassen, die vom Maschinenhersteller bzw. von HEIDENHAIN vorprogrammiert sind: Wenn die TNC im Programmlauf oder Programm-Test zu einem Satz mit D14 kommt, so unterbricht sie und gibt eine Meldung aus. Anschließend müssen Sie das Programm neu starten. Fehler-Nummern siehe Tabelle unten.

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

```
N180 D14:P01 254 *
```

Bereich Fehler-Nummern	Standard-Dialog
0 ... 299	D14: Fehler-Nummer 0 299
300 ... 999	Maschinenabhängiger Dialog
1000 ... 1099	Interne Fehlermeldungen (siehe Tabelle rechts)

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

D15: PRINT
Texte oder Q-Parameter-Werte unformatiert ausgeben

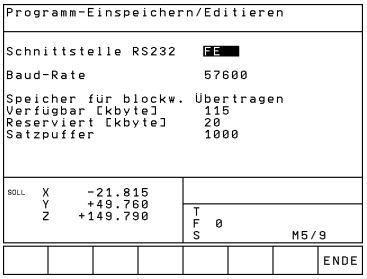
Datenschnittstelle einrichten TNC 410:

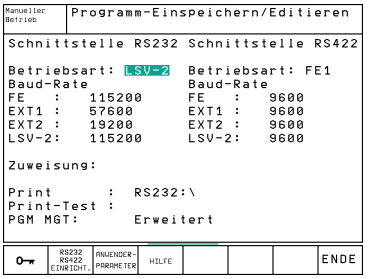
Im Menüpunkt Schnittstelle RS232 legen Sie fes, wo die TNC die Texte oder Q-Parameter-Werte speichern soll.

Datenschnittstelle einrichten TNC 426, TNC 430:

Im Menüpunkt PRINT bzw. PRINT-TEST legen Sie den Pfad fest, auf dem die TNC die Texte oder Q-Parameter-Werte speichern soll.

Siehe „13 MOD-Funktionen, Datenschnittstellen einrichten".





Mit der Funktion D15: 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 %D15RUN.A (Ausgabe während des Programmlaufs) oder in der Datei %D15SIM.A (Ausgabe während des Programm-Tests).

Dialoge und Fehlermeldung ausgeben mit D15: PRINT „Zahlenwert"

Zahlenwert 0 bis 99: Dialoge für Hersteller-Zyklen

ab 100: PLC-Fehlermeldungen

Beispiel: Dialog-Nummer 20 ausgeben

```
N60 D15:P01 20 *
```

Dialoge und Q-Parameter ausgeben mit D15: PRINT „Q-Parameter"

Anwendungsbeispiel: Protokollieren einer Werkstück-Vermessung.

Sie können bis zu sechs Q-Parameter und Zahlenwerte gleichzeitig ausgeben.

Beispiel: Dialog 1 und Zahlenwert Q1 ausgeben

```
N70 D15 P01 1 P02 Q1 *
```

D19: PLC
Werte an PLC übergeben

Mit der Funktion D19: 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

```
N60 D19 P01 +10 P02 +Q3 *
```

10.8 Formel direkt eingeben

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

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

Verknüpfungs-Funktion	Softkey
Addition z.B. Q10 = Q1 + Q5	+
Subtraktion z.B. Q25 = Q7 – Q108	-
Multiplikation z.B. Q12 = 5 * Q5	*
Division z.B. Q25 = Q1 / Q2	/
Klammer auf z.B. Q12 = Q1 * (Q2 + Q3)	(
Klammer zu z.B. Q12 = Q1 * (Q2 + Q3)	)
Wert quadrieren (engl. square) z.B. Q15 = SQ 5	SQ
Wurzel ziehen (engl. square root) z.B. Q22 = SQRT 25	SQRT
Sinus eines Winkels z.B. Q44 = SIN 45	SIN
Cosinus eines Winkels z.B. Q45 = COS 45	COS
Tangens eines Winkels z.B. Q46 = TAN 45	TAN

Verknüpfungs-Funktion	Softkey
Arcus-Sinus Umkehrfunktion des Sinus; Winkel bestimmen aus dem Verhältnis Gegenkathete/Hypotenuse z.B. Q10 = ASIN 0,75	ASIN
Arcus-Cosinus Umkehrfunktion des Cosinus; Winkel bestimmen aus dem Verhältnis Ankathete/Hypotenuse z.B. Q11 = ACOS Q40	ACOS
Arcus-Tangens Umkehrfunktion des Tangens; Winkel bestimmen aus dem Verhältnis Gegenkathete/Ankathete z.B. Q12 = ATAN Q50	ATAN
Werte potenzieren z.B. Q15 = 3^3	^
Konstante PI (Wert = 3,14159) z.B. Q15 = PI	PI
Logarithmus Naturalis (LN) einer Zahl bilden Basiszahl 2,7183 z.B. Q15 = LN Q11	LN
Logarithmus einer Zahl bilden, Basiszahl 10 z.B. Q33 = LOG Q22	LOG
Exponentialfunktion, 2,7183 hoch n z.B. Q1 = EXP Q12	EXP
Werte negieren (Multiplikation mit -1) z.B. Q2 = NEG Q1	NEG
Nachkomma-Stellen abschneiden Integer-Zahl bilden z.B. Q3 = INT Q42	INT
Absolutwert einer Zahl bilden z.B. Q4 = ABS Q22	ABS
Vorkomma-Stellen einer Zahl abschneiden Fraktionieren z.B. Q5 = FRAC Q23	FRAC

Verknüpfungs-Funktion	Softkey
Vorzeichen einer Zahl prüfen (nicht TNC 426, TNC 430) z.B. Q12 = SGN Q50 Wenn Rückgabewert Q12 = 1: Q50 >= 0 Wenn Rückgabewert Q12 = 0: Q50 < 0	SGN

Rechenregeln

Für das Programmieren mathematischer Formeln gelten folgende Regeln:

- **Punkt- vor Strichrechnung**

```
N120 Q1 = 5 * 3 + 2 * 10 = 35 *
```

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

```
N130 Q2 = SQ 10 – 3^3 = 73 *
```

1. Rechenschritt 10 quadrieren = 100
2. Rechenschritt 3 mit 3 potenzieren = 27
3. Rechenschritt 100 – 27 = 73

- **Distributivgesetz**
  (Gesetz der Verteilung) beim Klammerrechnen

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

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

Q PARA-METER	Q-Parameter-Funktionen wählen: Taste Q, bzw. Softkey PARAMETER drücken
FORMEL	Formel-Eingabe wählen: Softkey FORMEL drücken
`Parameter-Nr. für Ergebnis?`	
25 ENT	Parameter-Nummer eingeben, mit ENT bestätigen
▷ ATAN	Softkey-Leiste weiterschalten und Arcus-Tangens-Funktion wählen
◁ (	Softkey-Leiste weiterschalten und Klammer öffnen
Q **12**	Q-Parameter Nummer 12 eingeben
/	Division wählen
Q **13**	Q-Parameter Nummer 13 eingeben
) END	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

Aktiver Werkzeug-Radius: Q108
Der aktive Wert des Werkzeug-Radius wird Q108 zugewiesen. Q108 setzt sich zusammen aus:

- Werkzeug-Radius R (Werkzeug-Tabelle oder G99-Satz)
- Delta-Wert DR aus der Werkzeug-Tabelle

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 %... 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 (nicht TNC 410)	Q119

Ist-Sollwert-Abweichung bei automatischer Werkzeug-Vermessung mit dem TT 120 (nur Klartext-Dialog)

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

Schwenken der Bearbeitungsebene mit Werkstück-Winkeln: von der TNC berechnete Koordinaten für Drehachsen (nicht TNC 410)

Koordinaten	Parameter
A-Achse	Q120
B-Achse	Q121
C-Achse	Q122

Meßergebnisse von Tastsystem-Zyklen
(siehe auch Benutzer-Handbuch Tastsystem-Zyklen)

Gemessene Istwerte	Parameter
Mitte in der Hauptachse	Q151
Mitte in der Nebenachse	Q152
Durchmesser	Q153
Taschenlänge	Q154
Taschenbreite	Q155
Länge in der im Zyklus gewählten Achse	Q156
Lage der Mittelachse	Q157
Winkel der A-Achse	Q158
Winkel der B-Achse	Q159
Koordinate der im Zyklus gewählten Achse	Q160

Ermittelte Abweichung	Parameter
Mitte in der Hauptachse	Q161
Mitte in der Nebenachse	Q162
Durchmesser	Q163
Taschenlänge	Q164
Taschenbreite	Q165
Gemessene Länge	Q166
Lage der Mittelachse	Q167

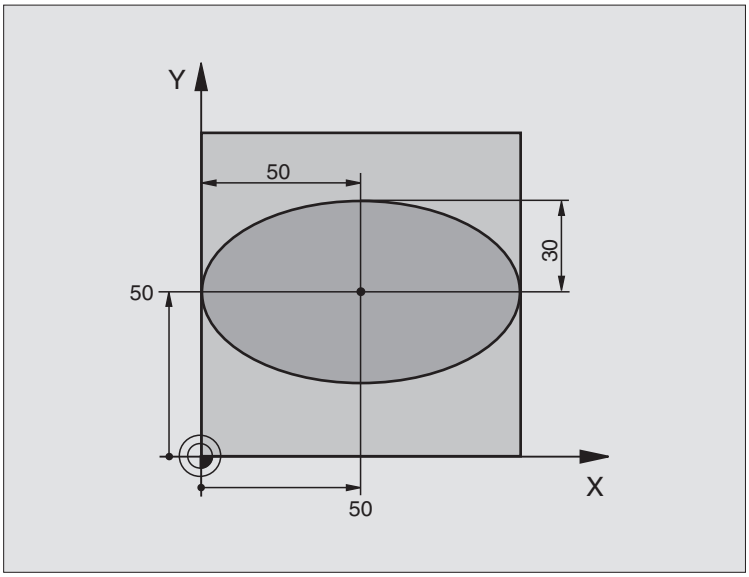
Werkstück-Status	Parameter
Gut	Q180
Nacharbeit	Q181
Ausschuß	Q182

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



`%ELLIPSE G71 *`	
`N10 D00 Q1 P01 +50 *`	Mitte X-Achse
`N20 D00 Q2 P01 +50 *`	Mitte Y-Achse
`N30 D00 Q3 P01 +50 *`	Halbachse X
`N40 D00 Q4 P01 +30 *`	Halbachse Y
`N50 D00 Q5 P01 +0 *`	Startwinkel in der Ebene
`N60 D00 Q6 P01 +360 *`	Endwinkel in der Ebene
`N70 D00 Q7 P01 +40 *`	Anzahl der Berechnungs-Schritte
`N80 D00 Q8 P01 +30 *`	Drehlage der Ellipse
`N90 D00 Q9 P01 +5 *`	Frästiefe
`N100 D00 Q10 P01 +100 *`	Tiefenvorschub
`N110 D00 Q11 P01 +350 *`	Fräsvorschub
`N120 D00 Q12 P01 +2 *`	Sicherheits-Abstand für Vorpositionierung
`N130 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *`	Rohteil-Definition
`N140 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *`	
`N150 G99 T1 L+0 R+2,5 *`	Werkzeug-Definition
`N160 T1 G17 S4000 *`	Werkzeug-Aufruf
`N170 G00 G40 G90 Z+250 *`	Werkzeug freifahren
`N180 L10,0 *`	Bearbeitung aufrufen
`N190 G00 Z+250 M2 *`	Werkzeug freifahren, Programm-Ende

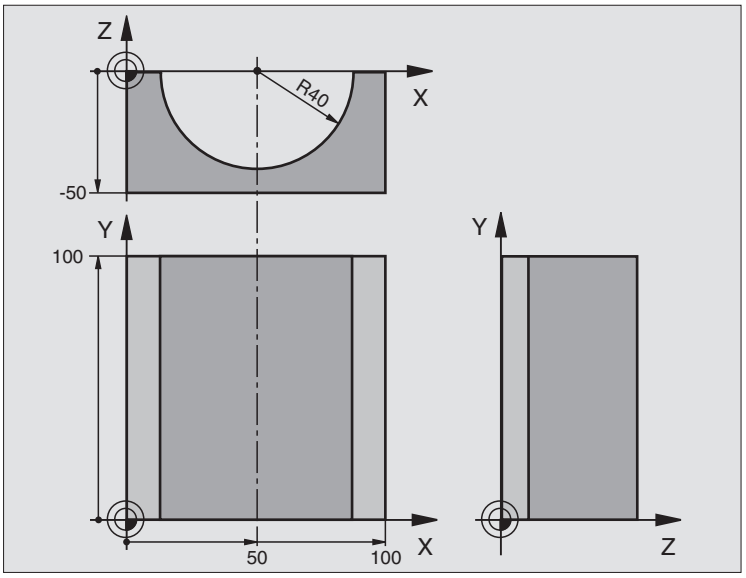
N200 G98 L10 *	Unterprogramm 10: Bearbeitung
N210 G54 X+Q1 Y+Q2 *	Nullpunkt ins Zentrum der Ellipse verschieben
N220 G73 G90 H+Q8 *	Drehlage in der Ebene verrechnen
N230 Q35 = (Q6 - Q5) / Q7	Winkelschritt berechnen
N240 D00 Q36 P01 +Q5 *	Startwinkel kopieren
N250 D00 Q37 P01 +0 *	Schnittzähler setzen
N260 Q21 = Q3 * COS Q36	X-Koordinate des Startpunkts berechnen
N270 Q22 = Q4 * SIN Q36	Y-Koordinate des Startpunkts berechnen
N280 G00 G40 X+Q21 Y+Q22 M3 *	Startpunkt anfahren in der Ebene
N290 Z+Q12 *	Vorpositionieren auf Sicherheits-Abstand in der Spindelachse
N300 G01 Z-Q9 FQ10 *	Auf Bearbeitungstiefe fahren
N310 G98 L1 *	
N320 Q36 = Q36 + Q35	Winkel aktualisieren
N330 Q37 = Q37 + 1	Schnittzähler aktualisieren
N340 Q21 = Q3 * COS Q36	Aktuelle X-Koordinate berechnen
N350 Q22 = Q4 * SIN Q36	Aktuelle Y-Koordinate berechnen
N360 G01 X+Q21 Y+Q22 FQ11 *	Nächsten Punkt anfahren
N370 D12 P01 +Q37 P02 +Q7 P03 1 *	Abfrage ob unfertig, wenn ja dann Rücksprung zu Label 1
N380 G73 G90 H+0 *	Drehung rücksetzen
N390 G54 X+0 Y+0 *	Nullpunkt-Verschiebung rücksetzen
N400 G00 G40 Z+Q12 *	Auf Sicherheits-Abstand fahren
N410 G98 L0 *	Unterprogramm-Ende
N999999 %ELLIPSE G71 *	

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



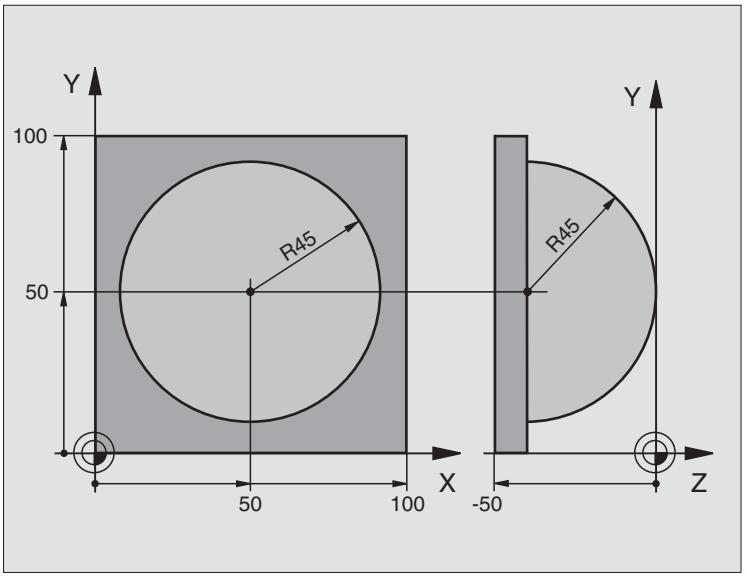
`%ZYLIN G71 *`	
`N10 D00 Q1 P01 +50 *`	Mitte X-Achse
`N20 D00 Q2 P01 +0 *`	Mitte Y-Achse
`N30 D00 Q3 P01 +0 *`	Mitte Z-Achse
`N40 D00 Q4 P01 +90 *`	Startwinkel Raum (Ebene Z/X)
`N50 D00 Q5 P01 +270 *`	Endwinkel Raum (Ebene Z/X)
`N60 D00 Q6 P01 +40 *`	Zylinderradius
`N70 D00 Q7 P01 +100 *`	Länge des Zylinders
`N80 D00 Q8 P01 +0 *`	Drehlage in der Ebene X/Y
`N90 D00 Q10 P01 +5 *`	Aufmaß Zylinderradius
`N100 D00 Q11 P01 +250 *`	Vorschub Tiefenzustellung
`N110 D00 Q12 P01 +400 *`	Vorschub Fräsen
`N120 D00 Q13 P01 +90 *`	Anzahl Schnitte
`N130 G30 G17 X+0 Y+0 Z-50 *`	Rohteil-Definition
`N140 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *`	
`N150 G99 T1 L+0 R+3 *`	Werkzeug-Definition
`N160 T1 G17 S4000 *`	Werkzeug-Aufruf
`N170 G00 G40 G90 Z+250 *`	Werkzeug freifahren
`N180 L10,0 *`	Bearbeitung aufrufen
`N190 D00 Q10 P01 +0 *`	Aufmaß rücksetzen
`N200 L10,0 *`	Bearbeitung aufrufen
`N210 G00 G40 Z+250 M2 *`	Werkzeug freifahren, Programm-Ende

N220 G98 L10 *	Unterprogramm 10: Bearbeitung
N230 Q16 = Q6 - Q10 - Q108	Aufmaß und Werkzeug bezogen auf Zylinder-Radius verrechnen
N240 D00 Q20 P01 +1 *	Schnittzähler setzen
N250 D00 Q24 P01 +Q4 *	Startwinkel Raum (Ebene Z/X) kopieren
N260 Q25 = (Q5 - Q4) / Q13	Winkelschritt berechnen
N270 G54 X+Q1 Y+Q2 Z+Q3 *	Nullpunkt in die Mitte des Zylinders (X-Achse) verschieben
N280 G73 G90 H+Q8 *	Drehlage in der Ebene verrechnen
N290 G00 G40 X+0 Y+0 *	Vorpositionieren in der Ebene in die Mitte des Zylinders
N300 G01 Z+5 F1000 M3 *	Vorpositionieren in der Spindelachse
N310 I+0 K+0 *	Pol setzen in der Z/X-Ebene
N320 G11 R+Q16 H+Q24 FQ11 *	Startposition auf Zylinder anfahren, schräg ins Material eintauchend
N330 G98 L1 *	
N340 G01 G40 Y+Q7 FQ11 *	Längsschnitt in Richtung Y+
N350 D01 Q20 P01 +Q20 P02 +1 *	Schnittzähler aktualisieren
N360 D01 Q24 P01 +Q24 P02 +Q25 *	Raumwinkel aktualisieren
N370 D11 P01 +Q20 P02 +Q13 P03 99 *	Abfrage ob bereits fertig, wenn ja, dann ans Ende springen
N380 G11 R+Q16 H+Q24 FQ12 *	Angenäherten „Bogen" fahren für nächsten Längsschnitt
N390 G01 G40 Y+0 FQ11 *	Längsschnitt in Richtung Y–
N400 D01 Q20 P01 +Q20 P02 +1 *	Schnittzähler aktualisieren
N410 D01 Q24 P01 +Q24 P02 +Q25 *	Raumwinkel aktualisieren
N420 D12 P01 +Q20 P02 +Q13 P03 1 *	Abfrage ob unfertig, wenn ja dann Rücksprung zu Label 1
N430 G98 L99 *	
N440 G73 G90 H+0 *	Drehung rücksetzen
N450 G54 X+0 Y+0 Z+0 *	Nullpunkt-Verschiebung rücksetzen
N460 G98 L0 *	Unterprogramm-Ende
N999999 %ZYLIN G71 *	

Beispiel: Kugel konvex mit Schaftfräser

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



`%KUGEL G71 *`	
`N10 D00 Q1 P01 +50 *`	Mitte X-Achse
`N20 D00 Q2 P01 +50 *`	Mitte Y-Achse
`N30 D00 Q4 P01 +90 *`	Startwinkel Raum (Ebene Z/X)
`N40 D00 Q5 P01 +0 *`	Endwinkel Raum (Ebene Z/X)
`N50 D00 Q14 P01 +5 *`	Winkelschritt im Raum
`N60 D00 Q6 P01 +45 *`	Kugelradius
`N70 D00 Q8 P01 +0 *`	Startwinkel Drehlage in der Ebene X/Y
`N80 D00 Q9 P01 +360 *`	Endwinkel Drehlage in der Ebene X/Y
`N90 D00 Q18 P01 +10 *`	Winkelschritt in der Ebene X/Y fürs Schruppen
`N100 D00 Q10 P01 +5 *`	Aufmaß Kugelradius fürs Schruppen
`N110 D00 Q11 P01 +2 *`	Sicherheits-Abstand für Vorpositionierung in der Spindelachse
`N120 D00 Q12 P01 +350 *`	Vorschub Fräsen
`N130 G30 G17 X+0 Y+0 Z-50 *`	Rohteil-Definition
`N140 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *`	
`N150 G99 T1 L+0 R+7,5 *`	Werkzeug-Definition
`N160 T1 G17 S4000 *`	Werkzeug-Aufruf
`N170 G00 G40 G90 Z+250 *`	Werkzeug freifahren
`N180 L10,0 *`	Bearbeitung aufrufen
`N190 D00 Q10 P01 +0 *`	Aufmaß rücksetzen
`N200 D00 Q18 P01 +5 *`	Winkelschritt in der Ebene X/Y fürs Schlichten
`N210 L10,0 *`	Bearbeitung aufrufen
`N220 G00 G40 Z+250 M2 *`	Werkzeug freifahren, Programm-Ende

N230 G98 L10 *	Unterprogramm 10: Bearbeitung
N240 D01 Q23 P01 +Q11 P02 +Q6 *	Z-Koordinate für Vorpositionierung berechnen
N250 D00 Q24 P01 +Q4 *	Startwinkel Raum (Ebene Z/X) kopieren
N260 D01 Q26 P01 +Q6 P02 +Q108 *	Kugelradius korrigieren für Vorpositionierung
N270 D00 Q28 P01 +Q8 *	Drehlage in der Ebene kopieren
N280 D01 Q16 P01 +Q6 P02 -Q10 *	Aufmaß berücksichtigen beim Kugelradius
N290 G54 X+Q1 Y+Q2 Z-Q16 *	Nullpunkt ins Zentrum der Kugel verschieben
N300 G73 G90 H+Q8 *	Startwinkel Drehlage in der Ebene verrechnen
N310 I+0 J+0 *	Pol setzen in der X/Y-Ebene für Vorpositionierung
N320 G11 G40 R+Q26 H+Q8 FQ12 *	Vorpositionieren in der Ebene
N330 G98 L1 *	Vorpositionieren in der Spindelachse
N340 I+Q108 K+0 *	Pol setzen in der Z/X-Ebene, um Werkzeug-Radius versetzt
N350 G01 Y+0 Z+0 FQ12 *	Fahren auf Tiefe
N360 G98 L2 *	
N370 G11 G40 R+Q6 H+Q24 FQ12 *	Angenäherten „Bogen" nach oben fahren
N380 D02 Q24 P01 +Q24 P02 +Q14 *	Raumwinkel aktualisieren
N390 D11 P01 +Q24 P02 +Q5 P03 2 *	Abfrage ob ein Bogen fertig, wenn nicht, dann zurück zu Label 2
N400 G11 R+Q6 H+Q5 FQ12 *	Endwinkel im Raum anfahren
N410 G01 G40 Z+Q23 F1000 *	In der Spindelachse freifahren
N420 G00 G40 X+Q26 *	Vorpositionieren für nächsten Bogen
N430 D01 Q28 P01 +Q28 P02 +Q18 *	Drehlage in der Ebene aktualisieren
N440 D00 Q24 P01 +Q4 *	Raumwinkel rücksetzen
N450 G73 G90 H+Q28 *	Neue Drehlage aktivieren
N460 D12 P01 +Q28 P02 +Q9 P03 1 *	Abfrage ob unfertig, wenn ja, dann Rücksprung zu LBL 1
N470 D09 P01 +Q28 P02 +Q9 P03 1 *	
N480 G73 G90 H+0 *	Drehung rücksetzen
N490 G54 X+0 Y+0 Z+0 *	Nullpunkt-Verschiebung rücksetzen
N500 G98 L0 *	Unterprogramm-Ende
N999999 %KUGEL G71 *	

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 (nicht TNC 410). 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

Bei der TNC 426, TNC 430 können Sie über die Maschinen-Parameter 7315 bis 7317 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 nutzen, die

- Drehachsen-Bewegung
- den Zyklus Bearbeitungsebene schwenken

enthalten. In diesen Fällen gibt die TNC eine Fehlermeldung aus.

Übersicht: Ansichten

In den Programmlauf-Betriebsarten (nicht TNC 410) und in der Betriebsart Programm-Test zeigt die TNC folgende Softkeys:

Ansicht	Softkey
Draufsicht	
Darstellung in 3 Ebenen	
3D-Darstellung	

Einschränkung während des Programmlaufs (bei TNC 426, TNC 430)
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.

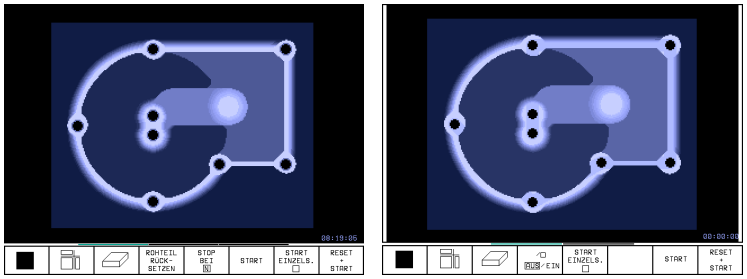
Draufsicht

▶ Draufsicht mit Softkey wählen

▶ Anzahl der Tiefenniveaus mit Softkey wählen (nicht TNC 410, 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

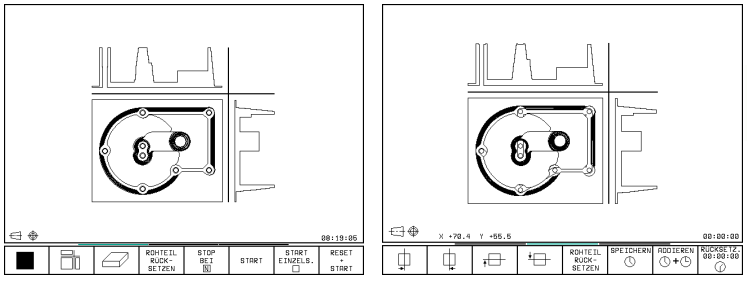
Die Darstellung zeigt eine Draufsicht mit 2 Schnitten, ähnlich einer technischen Zeichnung. Ein Symbol links unter der Grafik gibt an, ob die Darstellung der Projektionsmethode 1 oder der Projektionsmethode 2 nach DIN 6, Teil 1 entspricht (über MP7310 wählbar).

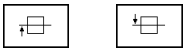
Bei der Darstellung in 3 Ebenen stehen Funktionen zur Ausschnitts-Vergrößerung zur Verfügung (nicht TNC 410, siehe „Ausschnitts-Vergrößerung“).

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 (nicht TNC 410)
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.

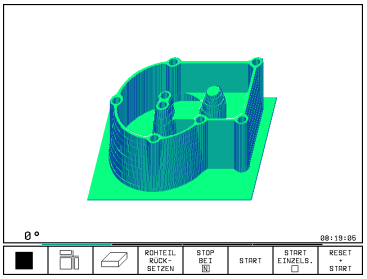
3D-Darstellung

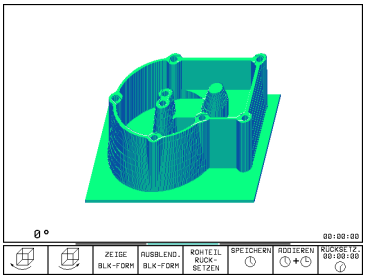
Die TNC zeigt das Werkstück räumlich.

Die 3D-Darstellung können Sie um die vertikale Achse drehen. Die Umrisse des Rohteils zu Beginn der grafischen Simulation können Sie als Rahmen anzeigen lassen (nicht TNC 410).

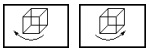
In der Betriebsart Programm-Test stehen Funktionen zur Ausschnitts-Vergrößerung zur Verfügung (siehe „Ausschnitts-Vergrößerung“).

▶ 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 Umrisse des Rohteils ein- und ausblenden (nicht TNC 410)

▶ Rahmen einblenden: Softkey ZEIGE BLK-FORM

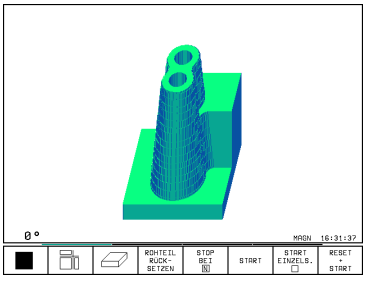
▶ Rahmen ausblenden: Softkey AUSBLEND. BLK-FORM

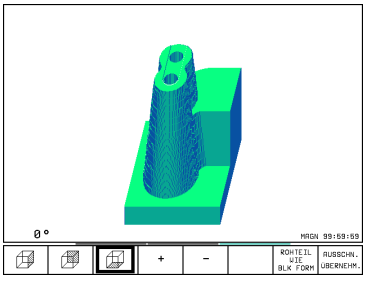
Ausschnitts-Vergrößerung

Den Ausschnitt können Sie in der Betriebsart Programm-Test ändern, für

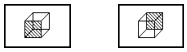
- Darstellung in 3 Ebenen und die
- 3D-Darstellung

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	AUSSCHN. ÜBERNEHM.

Ausschnitts-Vergrößerung ändern
Softkeys siehe Tabelle

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

Cursor-Position bei der Ausschnitts-Vergrößerung (nicht TNC 410)
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	ROHTEIL RÜCK-SETZEN
Ausschnitts-Vergrößerung zurücksetzen, so daß die TNC das bearbeitete oder unbearbeitete Werkstück gemäß programmierter BLK-FORM anzeigt	ROHTEIL WIE BLK FORM

Mit dem Softkey ROHTEIL WIE BLK FORM zeigt die TNC – auch nach einem Ausschnitt ohne AUSSCHN. ÜBERNEHM. – das Rohteil wieder in programmierter Größe an.

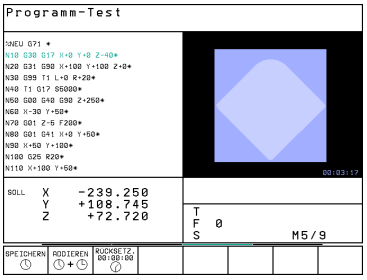
Bearbeitungszeit ermitteln

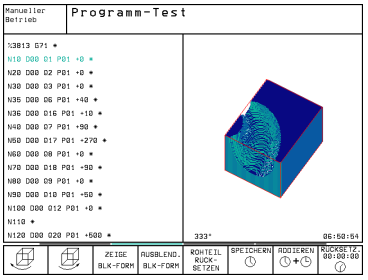
Programmlauf-Betriebsarten

Anzeige der Zeit vom Programm-Start bis zum Programm-Ende. Bei Unterbrechungen wird die Zeit angehalten.

Programm-Test

Anzeige der ungefähren Zeit, die die TNC für die Dauer der Werkzeug-Bewegungen, die mit Vorschub ausgeführt werden, errechnet. Die von der TNC ermittelte Zeit eignet sich nicht zur Kalkulation der Fertigungszeit, da die TNC keine maschinenabhängigen Zeiten (z.B. für Werkzeug-Wechsel) berücksichtigt.





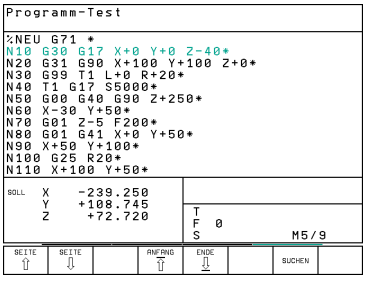
Stoppuhr-Funktion anwählen
Softkey-Leiste umschalten, bis die TNC folgende Softkeys mit den Stoppuhr-Funktionen zeigt:

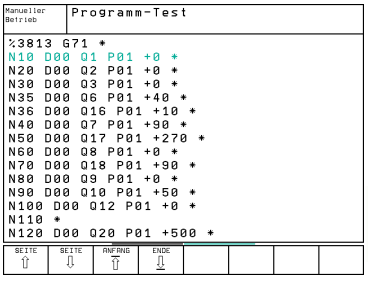
Stoppuhr-Funktionen	Softkey
Angezeigte Zeit speichern	SPEICHERN
Summe aus gespeicherter und angezeigter Zeit anzeigen	ADDIEREN
Angezeigte Zeit löschen	RÜCKSETZ. 00:00:00

Die Softkeys links von den Stoppuhr-Funktionen hängen von der gewählten Bildschirm-Aufteilung ab.

11.2 Funktionen zur Programmanzeige 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	SEITE
Im Programm um eine Bildschirm-Seite vorblättern	SEITE
Programm-Anfang wählen	ANFANG
Programm-Ende wählen	ENDE

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 ROHTEIL IM ARB.-RAUM aktivieren Sie für den Programm-Test eine Arbeitsraum-Überwachung (nicht TNC 410, siehe „13 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	START
Jeden Programm-Satz einzeln testen	START EINZELS. □
Rohteil abbilden und gesamtes Programm testen	RESET + START
Programm-Test anhalten	STOP

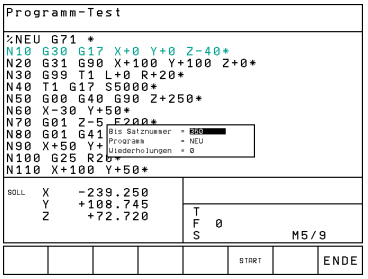
Programm-Test bis zu einem bestimmten Satz ausführen

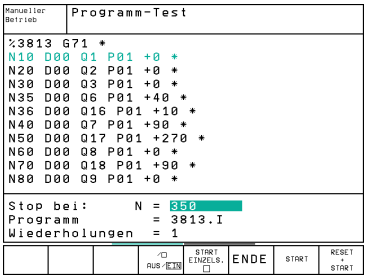
Mit STOP BEI N führt die TNC den Programm-Test nur bis zum Satz mit der Satz-Nummer N durch.

- In der Betriebsart Programm-Test den Programm-Anfang wählen
- Programm-Test bis zu bestimmten Satz wählen: Softkey STOP BEI N drücken

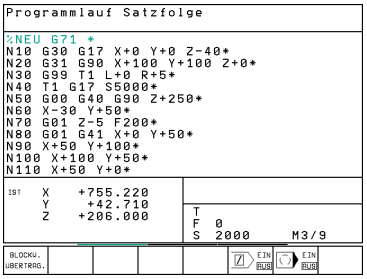
STOP BEI N

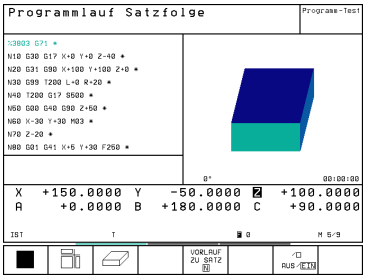
- Stop bei N: Satz-Nummer eingeben, bei der der Programm-Test gestoppt werden soll
- Programm: Wenn Sie in ein Programm einsteigen wollen, daß Sie mit CALL PGM aufrufen: Name des Programms eingeben, in dem der Satz mit der gewählten Satz-Nummer steht
- Wiederholungen: Anzahl der Wiederholungen eingeben, die durchgeführt werden sollen, falls N innerhalb einer Programmteil-Wiederholung steht
- Programm-Abschnitt testen: Softkey START drücken; die TNC testet das Programm bis zum eingegebenen Satz





11.4 Programmlauf





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 Programmlauf-Betriebsarten nutzen:

- Programmlauf unterbrechen
- Programmlauf ab bestimmtem Satz
- Sätze überspringen
- Werkzeug-Tabelle TOOL.T editieren
- Q-Parameter kontrollieren und ändern
- Handrad-Positionierung überlagern (nicht TNC 410)
- Funktionen für die grafische Darstellung (nicht TNC 410)
- 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

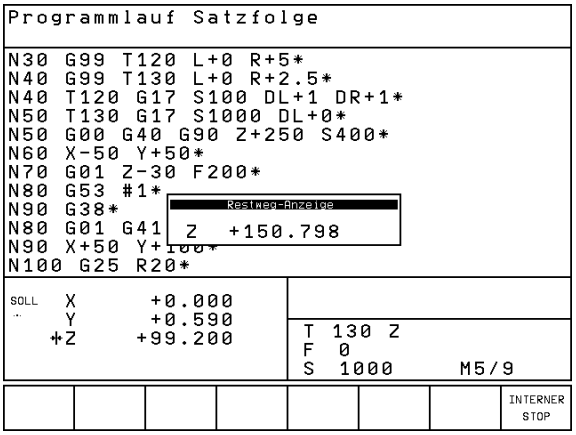
▶ Jeden Satz des Bearbeitungs-Programms mit der externen Start-Taste einzeln starten

Bearbeitungsprogramm ausführen, das Koordinaten von nicht gesteuerten Achsen enthält (nur TNC 410)

Die TNC kann auch Programme abarbeiten, in denen Sie nicht gesteuerte Achsen programmiert haben.

Wenn die TNC an einen Satz kommt, in dem eine nicht gesteuerte Achse programmiert ist, stoppt sie den Programmlauf. Gleichzeitig blendet die TNC ein Fenster ein, in dem der Restweg zur Zielposition eingeblendet ist (siehe Bild rechts oben). Gehen Sie dann wie folgt vor:

- Fahren Sie die Achse manuell in die Zielposition. Die TNC aktualisiert ständig das Restwegfenster und zeigt immer den Wert an, den Sie noch zur Zielposition verfahren müssen
- Wenn Sie die Zielposition erreicht haben, drücken Sie die Taste NC-Start, um den Programmlauf fortzusetzen. Wenn Sie NC-START drücken bevor Sie die Zielposition erreicht haben, gibt die TNC eine Fehlermeldung aus.



Wie exakt Sie die Zielposition anfahren müssen, ist im Maschinen-Parameter 1030.x festgelegt (mögliche Eingabewerte: 0.001 bis 2mm).

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

Bearbeitung unterbrechen

Sie haben verschiedene Möglichkeiten, einen Programmlauf zu unterbrechen:

- Programmierte Unterbrechungen
- Externe STOP-Taste
- Umschalten auf Programmlauf Einzelsatz

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

Programmierte Unterbrechungen
Unterbrechungen können Sie direkt im Bearbeitungs-Programm festlegen. Die TNC unterbricht den Programmlauf, sobald das Bearbeitungs-Programm bis zu dem Satz ausgeführt ist, der eine der folgenden Eingaben enthält:

- G38
- 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 INTERNER STOP zurücksetzen: das „*"-Symbol in der Status-Anzeige erlischt. Programm in diesem Fall vom Programm-Anfang aus erneut starten

Bearbeitung unterbrechen durch Umschalten auf Betriebsart Programmlauf Einzelsatz
Während ein Bearbeitungs-Programm in der Betriebsart Programmlauf Satzfolge abgearbeitet wird, Programmlauf Einzelsatz wählen. Die TNC unterbricht die Bearbeitung, nachdem der aktuelle Bearbeitungsschritt ausgeführt wurde.

Maschinenachsen während einer Unterbrechung verfahren

Sie können die Maschinenachsen während einer Unterbrechung wie in der Betriebsart Manueller Betrieb verfahren.

TNC 426, TNC 430: Kollisionsgefahr!

Wenn sie bei geschwenkter Bearbeitungsebene den Programmlauf unterbrechen, können Sie mit dem Softkey 3D EIN/AUS 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 MANUEL VERFAHREN drücken.
- Maschinenachsen mit externen Richtungstasten verfahren

Um die Unterbrechungsstelle wieder anzufahren, nutzen Sie die Funktion „Wiederanfahren an die Kontur“ (siehe weiter unten in diesem Abschnitt).

Für die TNC 426, TNC 430 gilt:

Bei einigen Maschinen müssen Sie nach dem Softkey MANUEL VERFAHREN die externe START-Taste zur Freigabe der externen Richtungstasten drücken. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Programmlauf nach einer Unterbrechung fortsetzen

Wenn Sie den Programmlauf während eines Bearbeitungszyklus unterbrechen, müssen Sie beim Wiedereinstieg mit dem Zyklusanfang fortfahren. Bereits ausgeführte Bearbeitungsschritte muß die TNC dann erneut abfahren.

Wenn Sie den Programmlauf innerhalb einer Programmteil-Wiederholung abgebrochen haben, dürfen Sie nur innerhalb der Programmteil-Wiederholung andere Sätze mit GOTO wählen.

Wenn Sie den Programmlauf innerhalb einer Programmteil-Wiederholung oder innerhalb eines Unterprogramms unterbrechen, müssen Sie mit der Funktion VORLAUF ZU SATZ N die Unterbrechungsstelle wieder anfahren.

Die TNC speichert bei einer Programmlauf-Unterbrechung

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

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

Programmlauf mit START-Taste fortsetzen

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

- Externe STOP-Taste gedrückt
- Programmierte Unterbrechung

Programmlauf nach einem Fehler fortsetzen

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

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

Beliebiger Einstieg ins Programm (Satzvorlauf)

Die Funktion VORLAUF ZU SATZ N muß vom Maschinenhersteller freigegeben und angepasst werden. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Mit der Funktion VORLAUF ZU SATZ N (Satzvorlauf) können Sie ein Bearbeitungs-Programm ab einem frei wählbaren Satz N abarbeiten. Die Werkstück-Bearbeitung bis zu diesem Satz wird von der TNC rechnerisch berücksichtigt. Sie kann von der TNC grafisch dargestellt werden.

Wenn Sie ein Programm mit einem INTERNEN 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.

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 (TNC 410: Softkey VORLAUF ZU SATZ N und START drücken).

Nach einem Satzvorlauf wird das Werkzeug mit der Funktion POSITION ANFAHREN auf die ermittelte Position gefahren.

Für die TNC 426, TNC 430 gilt zusätzlich:

Alle benötigten Programme, Tabellen und Paletten-Dateien müssen in einer Programmlauf-Betriebsart angewählt sein (Status M).

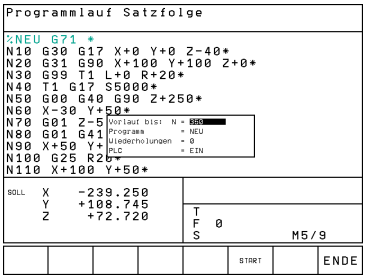
Über Maschinen-Parameter 7680 wird festgelegt, ob der Satzvorlauf bei verschachtelten Programmen im Satz 0 des Hauptprogramms oder im Satz 0 des Programms beginnt, in dem der Programmlauf zuletzt unterbrochen wurde.

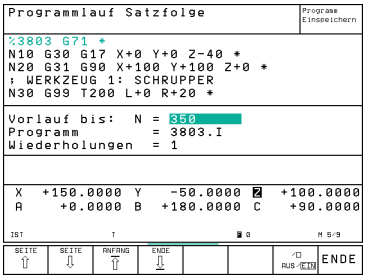
Mit dem Softkey 3D EIN/AUS legen Sie fest, ob die TNC bei geschwenkter Bearbeitungsebene im geschwenkten oder ungeschwenkten System anfahren soll.

- Ersten Satz des aktuellen Programms als Beginn für Vorlauf wählen: GOTO „0“ eingeben.
- Satzvorlauf wählen: Softkey VORLAUF ZU SATZ N drücken

VORLAUF ZU SATZ N

  - Vorlauf bis N: Nummer N des Satzes eingeben, bei dem der Vorlauf enden soll
  - Programm: Namen des Programms eingeben, in dem der Satz N steht
  - Wiederholungen: Anzahl der Wiederholungen eingeben, die im Satz-Vorlauf berücksichtigt werden sollen, falls Satz N innerhalb einer Programmteil-Wiederholung steht
  - PLC EIN/AUS (nicht TNC 426, TNC 430): Um Werkzeug-Aufrufe und Zusatz-Funktionen M zu berücksichtigen: PLC auf EIN stellen (mit Taste ENT zwischen EIN und AUS umschalten). PLC auf AUS betrachtet ausschließlich die Geometrie
  - Satzvorlauf starten: TNC 426, TNC 430: Externe START-Taste drücken TNC 410: Softkey START drücken
  - Kontur anfahren: Siehe nächster Abschnitt „Wiederanfahren an die Kontur“





Wiederanfahren an die Kontur

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

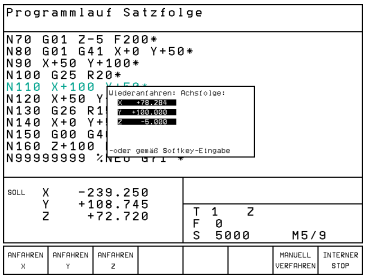
- Wiederanfahren nach dem Verfahren der Maschinenachsen während einer Unterbrechung, die ohne INTERNER STOP ausgeführt wurde
- Wiederanfahren nach einem Vorlauf mit VORLAUF ZU SATZ N, z.B. nach einer Unterbrechung mit INTERNER STOP
- **Zusätzlich bei der TNC 426, TNC 430 mit NC-Software 280 474-xx:**
  Wenn sich die Position einer Achse nach dem Öffnen des Regelkreises während einer Programm-Unterbrechung verändert hat (maschinenabhängig)

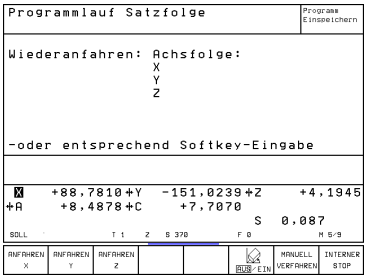
▶ Wiederanfahren an die Kontur wählen: Softkey POSITION ANFAHREN wählen

▶ Achsen in der Reihenfolge verfahren, die die TNC am Bildschirm vorschlägt: Externe START-Taste drücken oder

▶ Achsen in beliebiger Reihenfolge verfahren: Softkeys ANFAHREN X, ANFAHREN Z usw. drücken und jeweils mit externer START-Taste aktivieren

▶ Bearbeitung fortsetzen: Externe START-Taste drücken





11.5 Blockweises Übertragen: Lange Programme ausführen (nicht TNC 426, TNC 430)

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

Die Programmsätze werden dabei von der TNC über die Datenschnittstelle eingelesen und unmittelbar nachdem sie abgearbeitet sind wieder gelöscht. Auf diese Weise können Sie unbegrenzt lange Programme abarbeiten.

Das Programm darf maximal 20 G99-Sätze enthalten. Wenn Sie mehr Werkzeuge benötigen, dann verwenden Sie die Werkzeug-Tabelle.

Wenn das Programm einen Satz %... enthält, muß das gerufen Programm im Speicher der TNC vorhanden sein.

Das Programm darf nicht enthalten:
- Unterprogramme
- Programmteil-Wiederholungen
- Funktion D15:PRINT

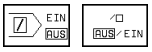
Programm blockweise Übertragen

Datenschnittstelle mit der MOD-Funktion konfigurieren (siehe „13.5 Externe Datenschnittstelle einrichten“).

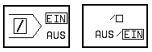
- Betriebsart Programmlauf Satzfolge oder Programmlauf Einzelsatz wählen
- Blockweises Übertragen ausführen: Softkey BLOCKW. ÜBERTRAG. drücken
- Programm-Name eingeben, mitTaste ENT bestätigen. DieTNC liest das gewählte Programm über die Datenschnittstelle ein
- Bearbeitungs-Programm mit externer Start-Taste starten

11.6 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 AUS stellen



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

Diese Funktion wirkt nicht für TOOL DEF-Sätze.

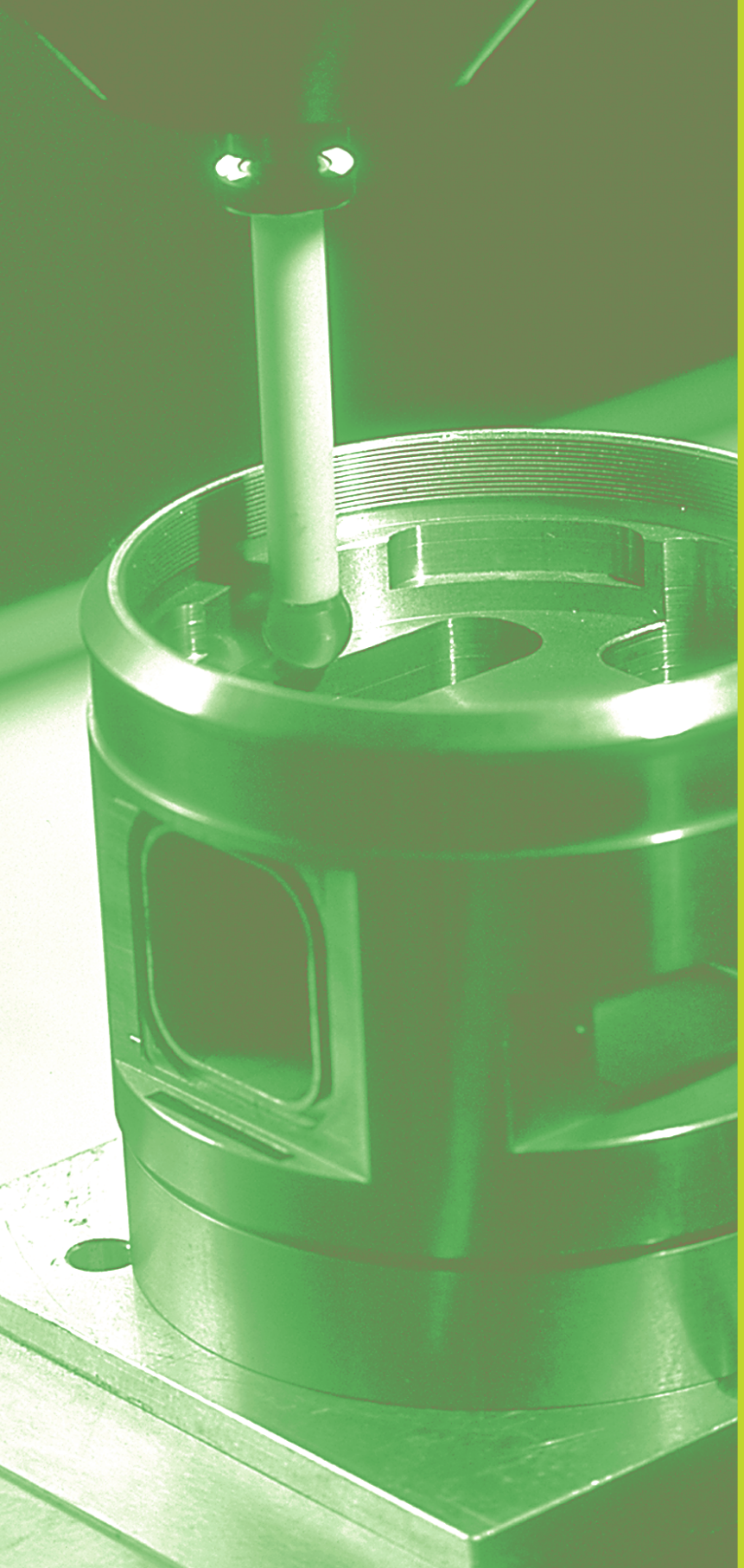
Die zuletzt gewählte Einstellung bleibt auch nach einer Stromunterbrechung erhalten.

11.7 Wahlweiser Programmlauf-Halt (nicht TNC 426, TNC 430)

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

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

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



12

3D-Tastsysteme

12.1 Antastzyklen in 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 T-Satz verwendet werden können (Auswahl über MP7411).

Zusätzlich beachten bei TNC 426, TNC 430:

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

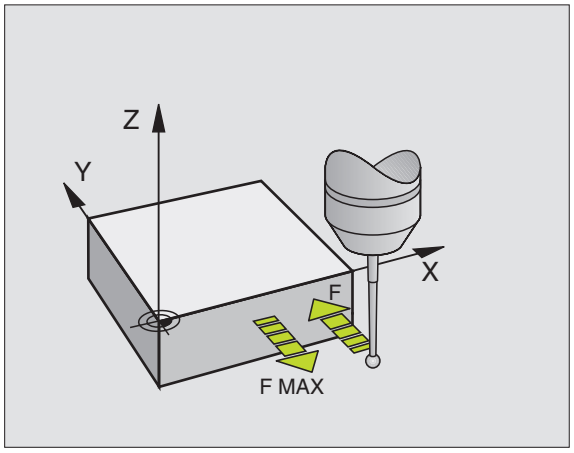
Wird innerhalb eines festgelegten Wegs der Taststift nicht ausgelenkt, gibt die TNC eine entsprechende Fehlermeldung aus (Weg: MP6130 für schaltendes Tastsystem und MP6330 für messendes Tastsystem).

Antast-Funktion wählen

▶ Betriebsart Manueller Betrieb oder El. Handrad wählen

ANTAST-FUNKTION

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



Funktion	Softkey
Wirksame Länge kalibrieren	KAL. L
Wirksamen Radius kalibrieren	KAL. R / KAL. 3D
Grunddrehung	ANTASTEN ROT
Bezugspunkt-Setzen	ANTASTEN POS
Ecke als Bezugspunkt setzen	ANTASTEN P
Kreismittelpunkt als Bezugspunkt setzen	ANTASTEN CC

Meßwerte aus den Antastzyklen protokollieren (nicht TNC 410)

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 DRUCKEN. Wenn Sie den Softkey betätigen, protokolliert die TNC die aktuellen Werte des aktiven Antastzyklus. Über die PRINT-Funktion im Schnittstellen-Konfigurationsmenü (siehe „13 MOD-Funktionen, Datenschnittstelle konfigurieren“) legen Sie fest, ob die TNC

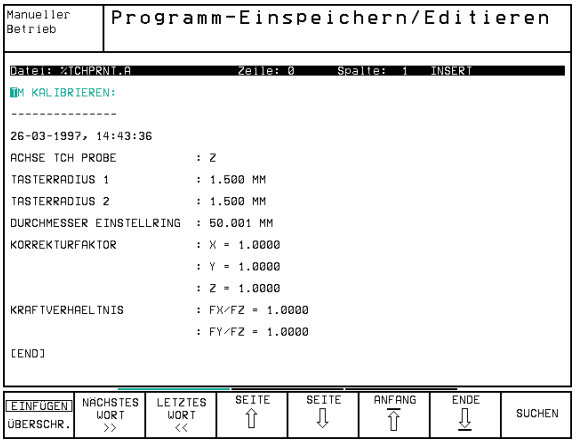
- die Meßergebnisse ausdrucken soll
- die Meßergebnisse auf der Festplatte der TNC speichern soll
- die Meßergebnisse auf einem PC speichern soll

Wenn Sie die Meßergebnisse speichern, legt die TNC die ASCII-Datei %TCHPRNT.A an (siehe Bild rechts oben). 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.



Meßwerte aus den Antastzyklen in eine Nullpunkt-Tabelle schreiben (nicht TNC 410)

Über den Softkey EINTRAG NULLPUNKT TABELLE kann die TNC, nachdem ein beliebiger Antastzyklus ausgeführt wurde, die Meßwerte in eine Nullpunkt-Tabelle schreiben:

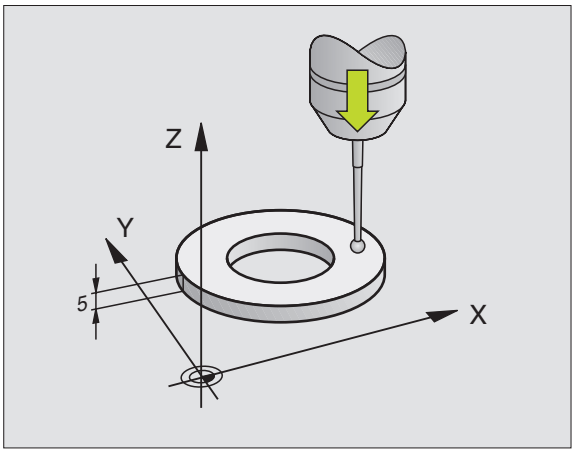
- Beliebige Antastfunktion durchführen
- Namen der Nullpunkt-Tabelle (vollständiger Pfad) im Eingabefeld Nullpunkt-Tabelle eingeben, mit Taste ENT bestätigen
- Nullpunkt-Nummer im Eingabefeld Nullpunkt-Nummer = eingeben, mit Taste ENT bestätigen
- Softkey EINTRAG NULLPUNKT TABELLE drücken, Die TNC schreibt die Daten in die angegebene Nullpunkt-Tabelle

Schaltendes Tastsystem kalibrieren

Das Tastsystem müssen Sie kalibrieren bei

- Inbetriebnahme
- Taststift-Bruch
- Taststift-Wechsel
- Änderung des Antastvorschubs
- Unregelmäßigkeiten, beispielsweise durch Erwärmung der Maschine

Beim Kalibrieren ermittelt die TNC die „wirksame" Länge des Taststifts und den „wirksamen" Radius der Tastkugel. Zum Kalibrieren des 3D-Tastsystems spannen Sie einen Einstellring mit bekannter Höhe und bekanntem Innenradius auf den Maschinentisch.



Kalibrieren der wirksamen Länge

▶ Bezugspunkt in der Spindel-Achse so setzen, daß für den Maschinentisch gilt: Z=0.

▶ Kalibrier-Funktion für die Tastsystem-Länge wählen: Softkey ANTAST-FUNKTION 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

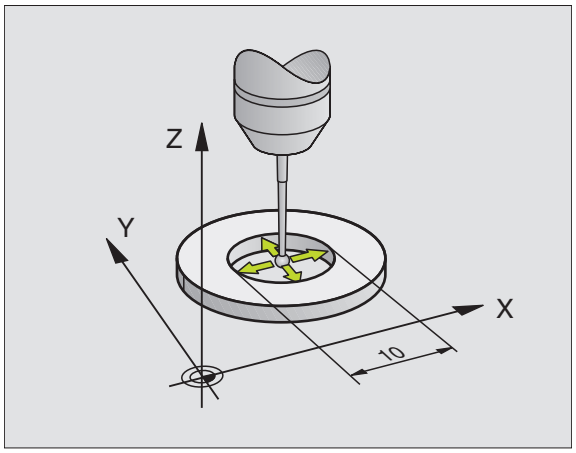
▶ Oberfläche antasten: Externe START-Taste drücken

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 Maschinen-Parameter 6160 festlegt.

Die Messung für den Tastsystem-Mittenversatz führen Sie nach dem Kalibrieren des wirksamen Tastkugelradius durch.



- Tastkugel im Manuellen Betrieb in die Bohrung des Einstellrings positionieren

- Kalibrier-Funktion für den Tastkugel-Radius und den Tastsystem-Mittenversatz wählen: Softkey 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 ENDE drücken

- Tastkugel-Mittenversatz bestimmen: Softkey 180° drücken. Die TNC dreht das Tastsystem um 180°
- Antasten: 4 x externe START-Taste drücken. Das 3D-Tastsystem tastet in jede Achsrichtung eine Position in der Bohrung und errechnet den Tastsystem-Mittenversatz

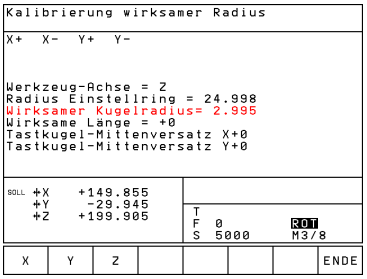
Kalibrierwerte anzeigen

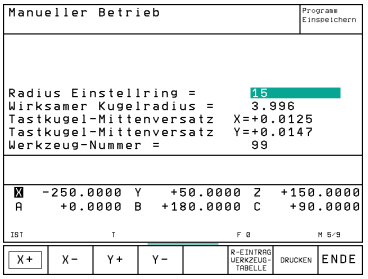
Die TNC speichert wirksame Länge, den wirksamen Radius und den Betrag des Tastsystem-Mittenversatzes und berücksichtigt diese Werte bei späteren Einsätzen des 3D-Tastsystems. Um die gespeicherten Werte anzuzeigen, drücken Sie CAL L und CAL R.

Kalibrierwerte in der Werkzeug-Tabelle TOOL.T speichern (nicht TNC 410)

Diese Funktion steht nur zur Verfügung, wenn Sie den Maschinen-Parameter 7411 = 1 (Tastsystemdaten mit Aufruf aktivieren) gesetzt haben .

Wenn Sie Messungen während des Programmlaufs durchführen, können Sie über einen Aufruf die Korrekturdaten für das Tastsystem aus der Werkzeug-Tabelle aktivieren. Um die Kalibrierdaten in der Werkzeug-Tabelle TOOL.T zu speichern, geben Sie im Kalibriermenü die Werkzeug-Nummer an (mit ENT bestätigen) und drücken anschließend den Softkey R-EINTRAG WERKZEUG-TABELLE bzw. L-EINTRAG WERKZEUG-TABELLE.





Messendes Tastsystem kalibrieren (nicht TNC 410)

Wenn die TNC die Fehlermeldung Taststift ausgelenkt anzeigt, wählen Sie das Menü zum 3D-Kalibrieren an und betätigen dort den Softkey RÜCKS. 3D.

Das messende Tastsystem ist nach jeder Änderung der Tastsystem-Maschinen-Parameter zu kalibrieren.

Das Kalibrieren der wirksamen Länge erfolgt wie beim schaltenden Tastsystem. Zusätzlich ist der Werkzeug-Radius 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-Mittenversatz. 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 KAL. 3D drücken
- Tasterradius 1 und Tasterradius 2 eingeben. Tastradius 2 gleich Tastradius 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-Mittenversatzes starten: Externe Start-Taste drücken. Das Tastsystem vermißt das Ringnormal nochmals nach einem fest programmierten Ablauf

Kalibrierwerte anzeigen

Die Korrekturfaktoren und die Kraftverhältnisse werden in der TNC gespeichert und bei späteren Einsätzen des messenden Tastsystems berücksichtigt.

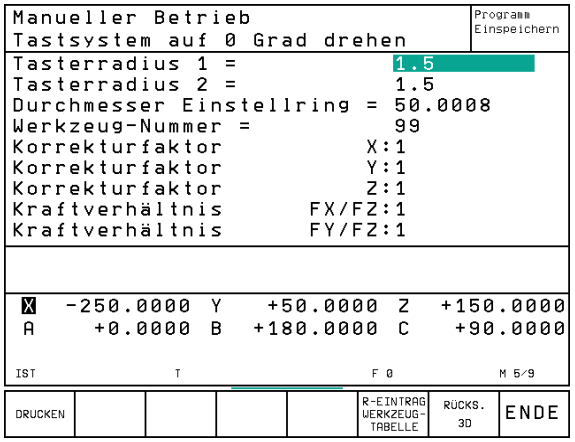
Drücken Sie den Softkey KAL. 3D, um die gespeicherten Werte anzuzeigen.

Kalibrierwerte in der Werkzeug-Tabelle TOOL.T speichern

Diese Funktion steht nur zur Verfügung, wenn Sie den Maschinen-Parameter 7411 = 1 (Tastsystemdaten mit TOOL CALL aktivieren) gesetzt haben .

Wenn Sie Messungen während des Programmlaufs durchführen, können Sie über einen TOOL CALL die Korrekturdaten für das Tastsystem aus der Werkzeug-Tabelle aktivieren. Um die Kalibrierdaten in der Werkzeug-Tabelle TOOL.T zu speichern, geben Sie im Kalibriermenü die Werkzeug-Nummer an (mit ENT bestätigen) und drücken anschließend den Softkey R-EINTRAG WERKZEUG-TABELLE.

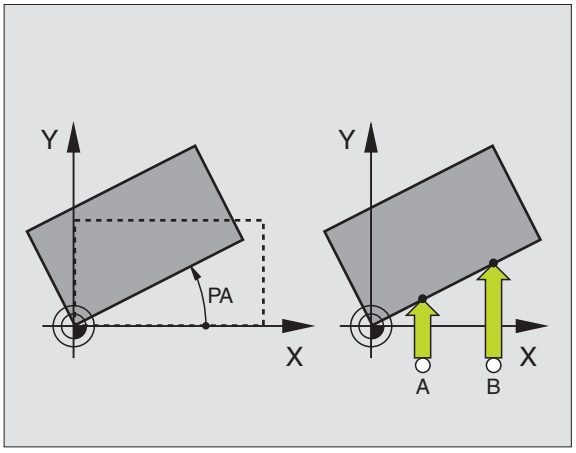
Die TNC speichert den Tasterradius 1 in der Spalte R, den Tasterradius 2 in der Spalte R2.



Werkstück-Schieflage 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-Schieflage immer senkrecht zur Winkelbezugsachse wählen.

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

ANTASTEN ROT

- Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN 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.

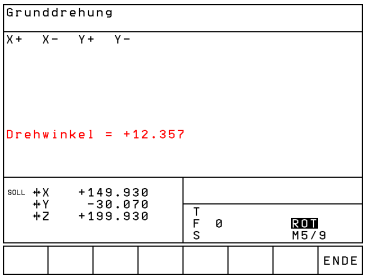
Grunddrehung anzeigen

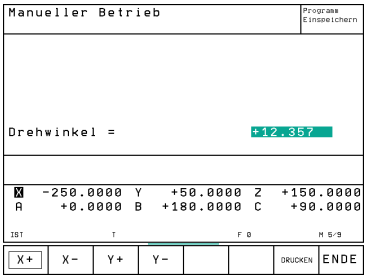
Der Winkel der Grunddrehung steht nach erneutem Wählen von ANTASTEN ROT in der Drehwinkel-Anzeige. Die TNC zeigt den Drehwinkel auch in der zusätzlichen Statusanzeige an (STATUS POS.)

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

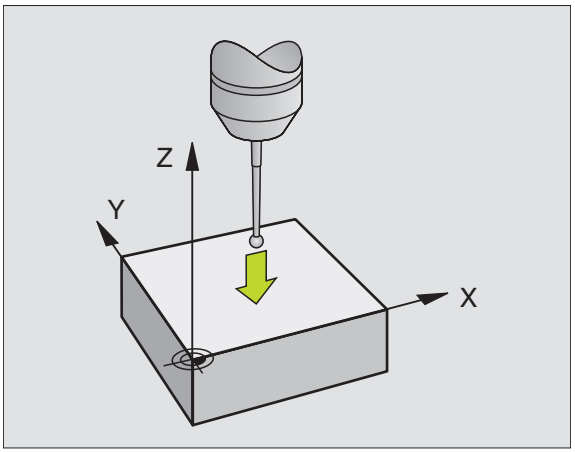
Grunddrehung aufheben

- Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN ROT drücken
- Drehwinkel „0“ eingeben, mit Taste ENT übernehmen
- Antastfunktion beenden: Taste END drücken





12.2 Bezugspunkt-Setzen mit 3D-Tastsystemen

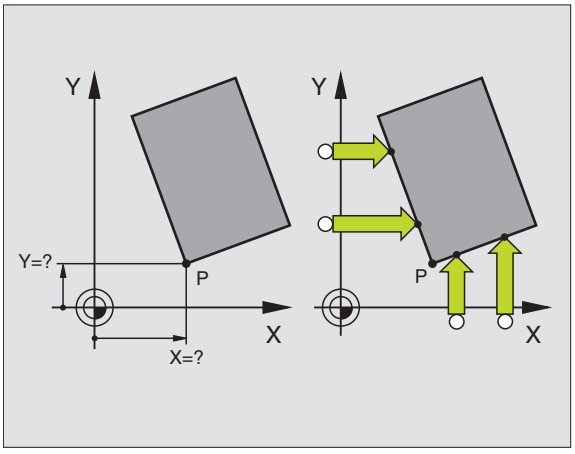


Die Funktionen zum Bezugspunkt-Setzen am ausgerichteten Werkstück werden mit folgenden Softkeys gewählt:

- Bezugspunkt-Setzen in einer beliebigen Achse mit ANTASTEN POS
- Ecke als Bezugspunkt setzen mit ANTASTEN P
- Kreismittelpunkt als Bezugspunkt setzen mit ANTASTEN CC

Bezugspunkt-Setzen in einer beliebigen Achse (siehe Bild rechts oben)

- Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN POS drücken
- Tastsystem in die Nähe des Antastpunkts positionieren
- Antastrichtung und gleichzeitig Achse wählen, für die der Bezugspunkt gesetzt wird, z.B. Z in Richtung Z– antasten: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)

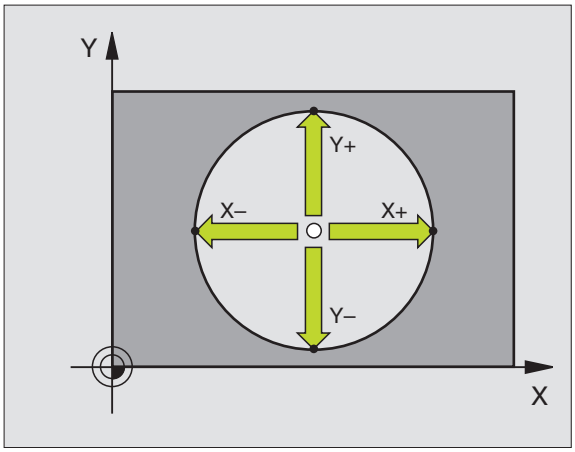
- Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN P drücken
- Antastpunkte aus Grunddrehung?: Taste ENT drücken, um die Koordinaten der Antastpunkte zu übernehmen
- Tastsystem in die Nähe des ersten Antastpunkts auf der Werkstück-Kante positionieren, die für die Grunddrehung nicht angetastet wurde
- Antastrichtung 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, mitTaste ENT übernehmen
- Antast-Funktion beenden: Taste END drücken

Ecke als Bezugspunkt – Punkte nicht übernehmen, die für Grunddrehung angetastet wurden

- Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN P drücken
- Antastpunkte aus Grunddrehung?: Mit Taste NO ENT verneinen (Dialogfrage erscheint nur, wenn Sie zuvor eine Grunddrehung durchgeführt haben)
- Beide Werkstück-Kanten je zweimal antasten
- Koordinaten des Bezugspunkts eingeben, mit Taste ENT übernehmen
- Antast-Funktion beenden: Taste END drücken

Kreismittelpunkt als Bezugspunkt

Mittelpunkte von Bohrungen, Kreistaschen, Vollzylindern, Zapfen, kreisförmigen Inseln usw. können Sie als Bezugspunkte setzen.



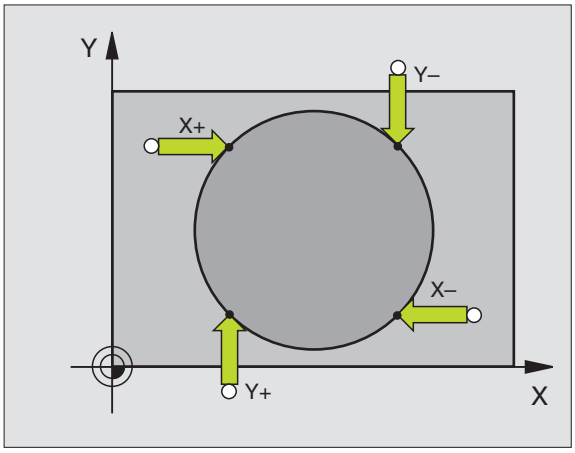
Innenkreis:

Die TNC tastet die Kreis-Innenwand in alle vier Koordinatenachsen-Richtungen an.

Bei unterbrochenen Kreisen (Kreisbögen) können Sie die Antastrichtung beliebig wählen.

- Tastkugel ungefähr in die Kreismitte positionieren

- Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN CC wählen
- Antasten: Externe START-Taste viermal drücken. Das Tastsystem tastet nacheinander 4 Punkte der Kreis-Innenwand an
- Wenn Sie mit Umschlagmessung arbeiten wollen (nur bei Maschinen mit Spindel-Orientierung, abhängig von MP6160) Softkey 180° drücken und erneut 4 Punkte der Kreis-Innenwand antasten
- Wenn Sie ohne Umschlagmessung arbeiten wollen: Taste END drücken
- Bezugspunkt: Im Menüfenster beide Koordinaten des Kreismittelpunkts eingeben, mit Taste ENT übernehmen
- Antastfunktion beenden: Taste END drücken



Außenkreis:

- Tastkugel in die Nähe des ersten Antastpunkts außerhalb des Kreises positionieren
- Antastrichtung wählen: Entsprechenden Softkey wählen
- Antasten: Externe START-Taste drücken
- Antastvorgang für die übrigen 3 Punkte wiederholen. Siehe Bild rechts unten
- Koordinaten des Bezugspunkts eingeben, mit Taste ENT übernehmen

Nach dem Antasten zeigt die TNC die aktuellen Koordinaten des Kreismittelpunkts und den Kreisradius PR an.

Bezugspunkte über Bohrungen setzen (nicht TNC 410)

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 ANTAST-FUNKTIONEN drücken, Softkeyleiste weiterschalten

▶ Antastfunktion für Bohrungen wählen: z.B. Softkey ANTASTEN ROT drücken

▶ Bohrungen oder Kreiszapfen wählen: Aktives Element ist eingerahmt

Bohrungen antasten

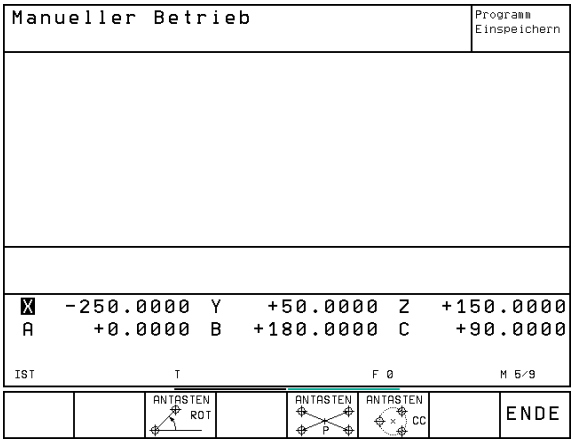
Tastsystem ungefähr in der Mitte der Bohrung vorpositionieren. Nachdem Sie die externe START-Taste gedrückt haben, tastet die TNC automatisch vier Punkte der Bohrungswand an.

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.

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

Für die TNC 426, TNC 430 stehen eine Vielzahl von Meßzyklen zur Verfügung, mit denen Sie komfortabel Werkstücke vermessen können. Hierfür steht ein separates Benutzer-Handbuch zur Verfügung. Setzen Sie sich ggf. mit HEIDENHAIN in Verbindung, wenn Sie das Tastsystemzyklen-Handbuch benötigen.

Mit dem 3D-Tastsystem bestimmen Sie:

- Positions-Koordinaten und daraus
- Maße und Winkel am Werkstück

Koordinate einer Position am ausgerichteten Werkstück bestimmen

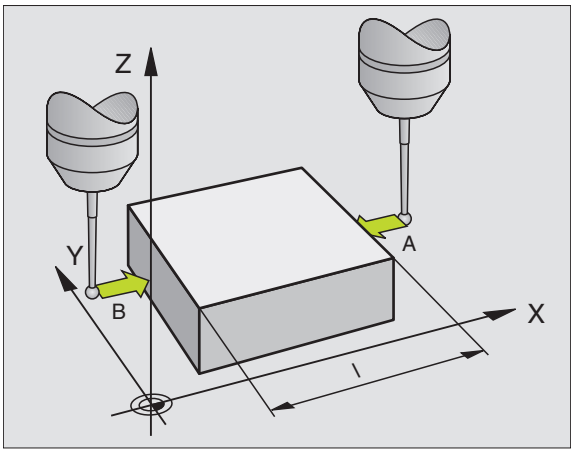
- Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN POS drücken
- Tastsystem in die Nähe des Antastpunkts positionieren
- Antastrichtung und gleichzeitig Achse wählen, auf die die Koordinate sich beziehen soll: Entsprechenden Softkey wählen.
- Antastvorgang starten: Externe START-Taste drücken

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 ANTASTEN 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 abbrechen: Taste END drücken
- Antastfunktion erneut wählen: Softkey ANTASTEN 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 ANTASTEN POS drücken
- Ersten Antastpunkt erneut antasten
- Bezugspunkt auf notierten Wert setzen
- Dialog abbrechen: Taste END drücken.

Winkel messen

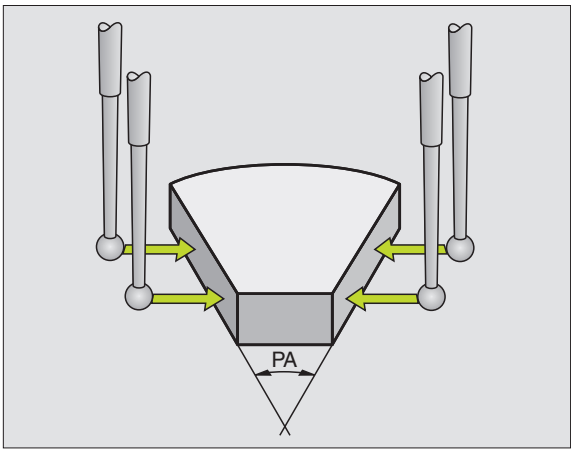
Mit einem 3D-Tastsystem können Sie einen Winkel in der Bearbeitungsebene bestimmen. Gemessen wird der

- Winkel zwischen der Winkelbezugsachse und einer Werkstück-Kante oder der
- Winkel zwischen zwei Kanten

Der gemessene Winkel wird als Wert von maximal 90° angezeigt.

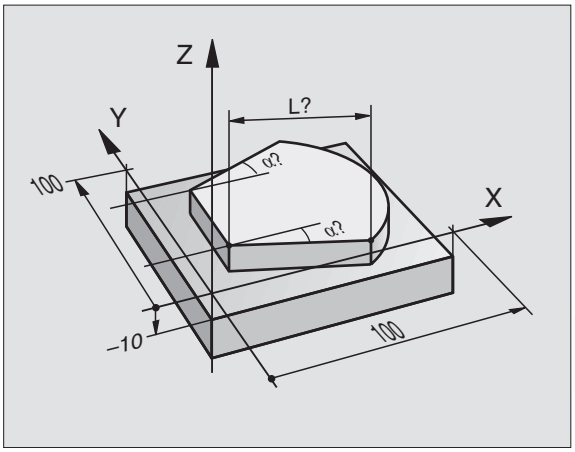
Winkel zwischen der Winkelbezugsachse und einer Werkstück-Kante bestimmen

- Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN ROT drücken.
- Drehwinkel: Angezeigten Drehwinkel notieren, falls Sie die zuvor durchgeführte Grunddrehung später wieder herstellen möchten.
- Grunddrehung mit der zu vergleichenden Seite durchführen (siehe „Werkstück-Schieflage kompensieren“)
- Mit Softkey ANTASTEN ROT den Winkel zwischen Winkelbezugsachse und Werkstückkante als Drehwinkel anzeigen lassen.
- Grunddrehung aufheben oder ursprüngliche Grunddrehung wieder herstellen:
- Drehwinkel auf notierten Wert setzen



Winkel zwischen zwei Werkstück-Kanten bestimmen

- Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN ROT drücken
- Drehwinkel: Angezeigten Drehwinkel notieren, falls Sie die zuvor durchgeführte Grunddrehung wieder herstellen möchten
- Grunddrehung für die erste Seite durchführen (siehe „Werkstück-Schieflage kompensieren“)
- Zweite Seite ebenfalls wie bei einer Grunddrehung antasten, Drehwinkel hier nicht auf 0 setzen!
- Mit Softkey ANTASTEN ROT Winkel PA zwischen den Werkstück-Kanten als Drehwinkel anzeigen lassen
- Grunddrehung aufheben oder ursprüngliche Grunddrehung wieder herstellen: Drehwinkel auf notierten Wert setzen



Messen mit dem 3D-Tastsystem während des Programmlaufs

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

- Höhenunterschiede bei Gußflächen ermitteln
- Toleranzabfragen während der Bearbeitung

Den Tastsystem-Einsatz programmieren Sie in der Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren mit der Funktion G55. Die TNC positioniert das Tastsystem vor und tastet automatisch die vorgegebene Position an. Dabei fährt die TNC das Tastsystem parallel zur Maschinen-Achse, die Sie im Antast-Zyklus festgelegt haben. Eine aktive Grunddrehung oder Rotation wird von der TNC nur für die Berechnung des Antastpunktes berücksichtigt. Die Koordinate des Antastpunktes legt die TNC in einem Q-Parameter ab. Die TNC bricht den Antastvorgang ab, wenn das Tastsystem innerhalb eines bestimmten Bereichs (über MP 6130 wählbar) nicht ausgelenkt wird. Die Koordinaten der Position, an der sich der Südpol der Tastkugel beim Antasten befindet, sind nach dem Antastvorgang zusätzlich in den Parametern Q115 bis Q119 gespeichert. Für die Werte in diesen Parametern berücksichtigt die TNC Taststiftlänge und -radius nicht.

Um die Meßsicherheit zu erhöhen, können Sie über den Maschinen-Parameter 6170 festlegen, wie oft die TNC den Antastvorgang ausführen soll. Überschreitet die Abweichung zwischen den einzelnen Messungen den Vertrauensbereich (MP 6171), gibt die TNC eine Fehlermeldung aus.

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 G99-Satz verwendet: über MP7411 wählen.

G 55

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

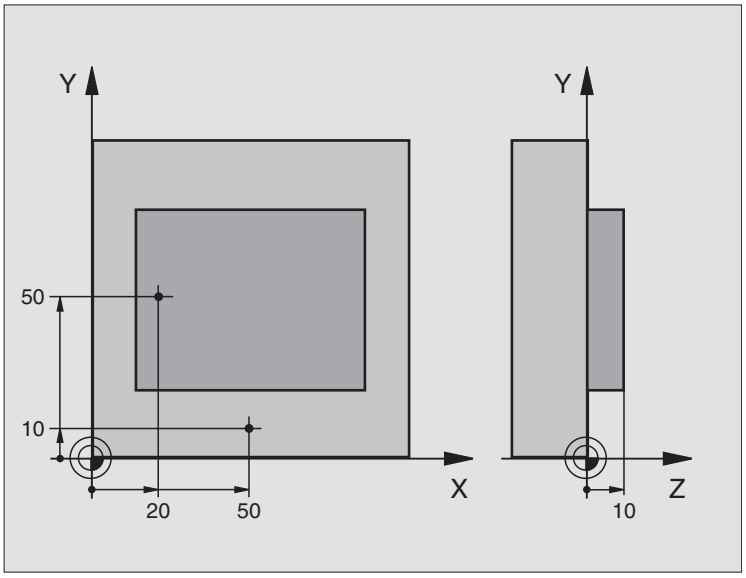
NC-Beispielsatz

```
N670 G55 P01 Q5 P02 X– X+5 Y+0 Z–5 *
```

Beispiel: Höhe einer Insel auf dem Werkstück bestimmen

Programm-Ablauf

- Programm-Parameter zuweisen
- Mit Zyklus G55 Höhe messen
- Höhe berechnen



`%3DTASTEN G71 *`	
`N10 D00 Q11 P01 +20 *`	1. Antastpunkt: X-Koordinate
`N20 D00 Q12 P01 +50 *`	1. Antastpunkt: Y-Koordinate
`N30 D00 Q13 P01 +10 *`	1. Antastpunkt: Z-Koordinate
`N40 D00 Q21 P01 +50 *`	2. Antastpunkt: X-Koordinate
`N50 D00 Q22 P01 +10 *`	2. Antastpunkt: Y-Koordinate
`N60 D00 Q23 P01 +0 *`	2. Antastpunkt: Z-Koordinate
`N70 TO G17 *`	Tastsystem-Aufruf
`N80 G00 G40 G90 Z+250 *`	Tastsystem freifahren
`N90 X+Q11 Y+Q12 *`	Tastsystem vorpositionieren
`N100 G55 P01 10 P02 Z-`	Oberkante Werkstück messen
`X+Q11 Y+Q12 Z+Q13 *`	
`N110 X+Q21 Y+Q22 *`	Vorpositionieren für zweite Messung
`N120 G55 P01 20 P02 Z- Z+Q23 *`	Tiefe messen
`N130 D02 Q1 P01 +Q20 P02 +Q10 *`	Absolute Höhe der Insel berechnen
`N140 G38 *`	Programmlauf-Stopp: Q1 kontrollieren
`N150 G00 G40 Z+250 M2 *`	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
`N999999 %3DTASTEN G71 *`	

13

MOD-Funktionen

13.1 MOD-Funktionen wählen, ändern und verlassen

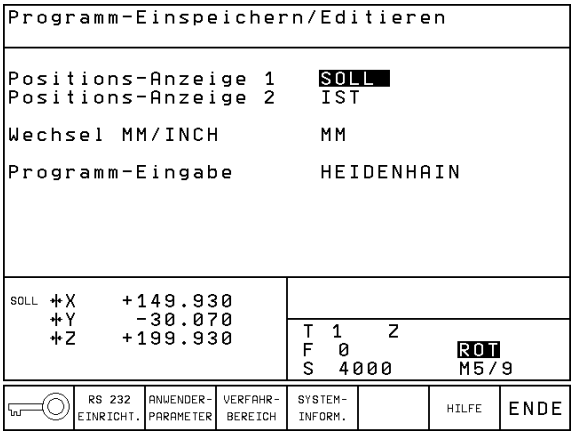
Über die MOD-Funktionen können Sie zusätzliche Anzeigen und Eingabemöglichkeiten wählen. Welche MOD-Funktionen zur Verfügung stehen, hängt von der gewählten Betriebsart ab.

MOD-Funktionen wählen

Betriebsart wählen, in der Sie MOD-Funktionen ändern möchten.

MOD

▶ MOD-Funktionen wählen: Taste MOD drücken. Bild rechts oben: MOD-Funktion bei der TNC 410. Bild rechts Mitte und nächste Seite: MOD-Funktion bei der TNC 426, TNC 430 für Programm-Test und in einer Maschinen-Betriebsart.

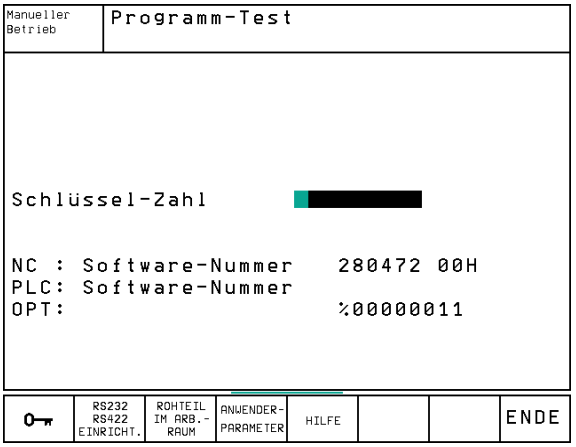


Einstellungen ändern

▶ MOD-Funktion im angezeigten Menü mit Pfeiltasten wählen.

Um eine Einstellung zu ändern, stehen – anhängig von der gewählten Funktion – mehrere Möglichkeiten zur Verfügung:

- Zahlenwert direkt eingeben, z.B. beim Festlegen der Verfahrbereichs-Begrenzung
- Einstellung durch Drücken der Taste ENT ändern, z.B. beim Festlegen der Programm-Eingabe
- Einstellung ändern über ein Auswahlfenster (nicht TNC 410): Wenn mehrere Einstellmöglichkeiten zur Verfügung stehen, können Sie durch Drücken der Taste GOTO ein Fenster einblenden, in dem alle Einstellmöglichkeiten auf einen Blick sichtbar sind. Wählen Sie die gewünschte Einstellung direkt durch Drükken der entsprechenden Zifferntaste (links vom Doppelpunkt), oder mit der Pfeiltaste und anschließendem bestätigen mit der Taste ENT. Wenn Sie die Einstellung nicht ändern wollen, schließen Sie das Fenster mit der Taste END.



MOD-Funktionen verlassen

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

Übersicht MOD-Funktionen TNC 426, TNC 430

Abhängig von der gewählten Betriebsart können Sie folgende Änderungen vornehmen:

Programm-Einspeichern/Editieren:

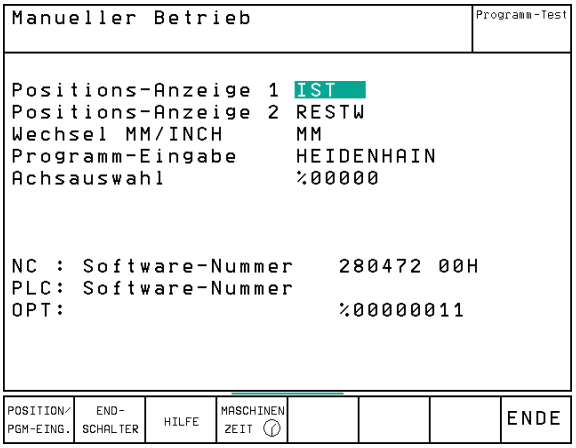
- NC-Software - Nummer anzeigen
- PLC-Software - Nummer anzeigen
- Schlüsselzahl eingeben
- Schnittstelle einrichten
- Maschinenspezifische Anwender-Parameter
- Ggf. HILFE-Dateien anzeigen

Programm-Test:

- NC-Software-Nummer anzeigen
- PLC-Software-Nummer anzeigen
- Schlüsselzahl eingeben
- Datenschnittstelle einrichten
- Rohteil im Arbeitsraum darstellen
- Maschinenspezifische Anwender-Parameter
- Ggf. HILFE-Dateien anzeigen

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. HILFE-Dateien anzeigen



13.2 System-Informationen (nicht TNC 426, TNC 430)

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

- Freier Programm-Speicher
- NC-Software-Nummer
- PLC-Software-Nummer stehen nach Anwahl der Funktionen imTNC-Bildschirm. Direkt darunter stehen die Nummern für vorhandene Optionen (OPT:):
- Vorhandene Optionen, z.B. Digitalisieren

13.3 Software- und Options-Nummern TNC 426, TNC 430

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

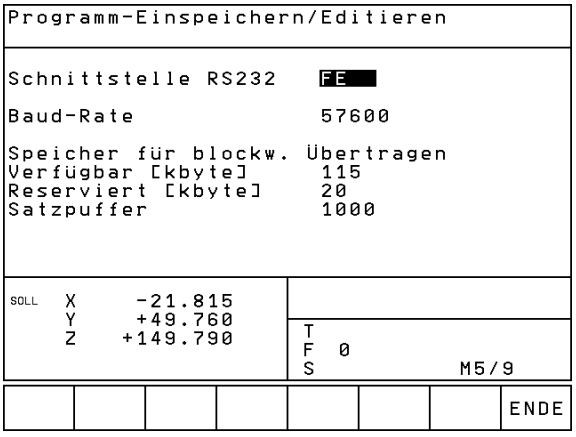
13.4 Schlüssel-Zahl eingeben

Zum Eingeben der Schlüssel-Zahl drücken Sie bei der TNC 410 den Softkey mit dem Schlüssel. Die TNC benötigt für die folgende Funktionen eine Schlüssel-Zahl:

Funktion	Schlüssel-Zahl
Anwender-Parameter wählen	123
Sonder-Funktionen für Q-Parameter-Programmierung freigeben	555343
Datei-Schutz aufheben (nur TNC 410)	86357
Betriebstunden-Zähler für (nur TNC 410): STEUERUNG EIN PROGRAMMLAUF SPINDEL EIN	857282
Ethernet-Karte konfigurieren (nicht TNC410)	NET123

13.5 Datenschnittstelle einrichten TNC 410

Zum Einrichten der Datenschnittstelle drücken Sie den Softkey RS 232-SETUP. DieTNC zeigt ein Bildschirm-Menü, in das Sie folgende Einstellungen eingeben:



BETRIEBSART des externen Geräts wählen

Externes Gerät	SCHNITTSTELLE RS232
HEIDENHAIN Disketten-Einheit FE 401 und FE 401B	FE
Fremdgeräte, wie Drucker, Leser, Stanzer, PC ohne TNCremo	EXT1, EXT2
PC mit HEIDENHAIN-Software TNCremo	FE
Keine Daten übertragen; z.B. Digitalisieren ohne Meßwerterfassung, oder Arbeiten ohne angeschlossenes Gerät	NUL

BAUD-RATE einstellen

Die BAUD-RATE (Datenübertragungs-Geschwindigkeit) ist zwischen 110 und 115.200 Baud wählbar. DieTNC speichert zu jeder Betriebsart (FE, EXT1 usw.) eine BAUD-RATE ab.

Speicher für blockweises Übertragen festlegen

Um parallel zum blockweisen Abarbeiten andere Programme editieren zu können, legen Sie den Speicher für das blockweise Übertragen fest.

Die TNC zeigt den verfügbaren Speicher an. Wählen Sie den reservierten Speicher kleiner dem freien Speicher.

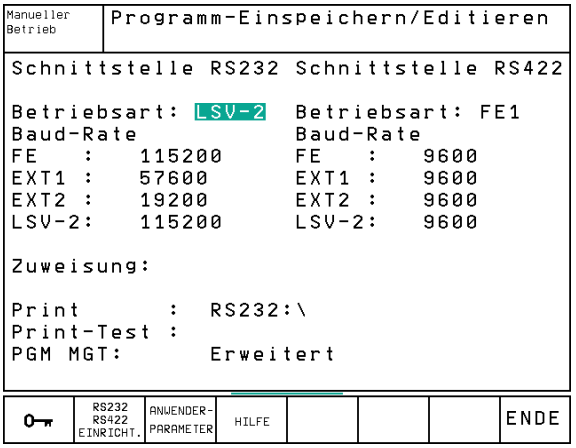
Satzpuffer einstellen

Um ein kontinuierliches Abarbeiten beim blockweisen Übertragen zu gewährleisten, benötigt die TNC einen gewissen Vorrat an Sätzen im Programm-Speicher.

Im Satzpuffer legen Sie fest, wieviele NC-Sätze über die Datenschnittstelle eingelesen werden, bevor die TNC mit dem Abarbeiten beginnt. Der Eingabewert für den Satzpuffer ist abhängig vom Punktabstand des NC-Programmes. Bei sehr kleinen Punktabständen großen Satzpuffer eingeben, bei größeren Punktabständen kleineren Satzpuffer eingeben. Richtwert: 1000

13.6 Datenschnittstellen einrichten TNC 426, TNC 430

Zum Einrichten der Datenschnittstellen drücken Sie den Softkey RS 232- / RS 422 - EINRICHT.. 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 TNCremo	FE1	
Fremdgeräte, wie Drucker, Leser, Stanzer, PC ohne TNCremo	EXT1, EXT2	
PC mit HEIDENHAIN-Software TNC remo zur Fernbedienung der TNC	LSV2	

ZUWEISUNG

Mit dieser Funktion legen Sie fest, wohin Daten von der TNC übertragen werden.

Anwendungen:

- Werte mit der Q-Parameter-Funktion D15 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	Übertragungs-Funktion
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 D15 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	%D15RUN.A
Werte mit FN15	Programm-Test	%D15SIM.A

13.7 Software für Datenübertragung

Zur Übertragung von Dateien von der TNC und zur TNC, sollten Sie die HEIDENHAIN-Software zur Datenübertragung TNCremo benutzen. Mit der TNCremo können Sie über die serielle Schnittstelle alle HEIDENHAIN-Steuerungen ansteuern.

Setzen Sie sich bitte mit HEIDENHAIN in Verbindung, um gegen eine Schutzgebühr die Datenübertragungs-Software TNCremo zu erhalten.

System-Voraussetzungen für TNCremo

- Personalcomputer AT oder kompatibles System
- 640 kB Arbeitsspeicher
- 1 MByte frei auf Ihrer Festplatte
- eine freie serielle Schnittstelle
- Betriebssystem MS-DOS/PC-DOS 3.00 oder höher, Windows 3.1 oder höher, OS/2
- Für komfortables Arbeiten eine Microsoft (TM) kompatible Maus (nicht zwingend erforderlich)

Installation unter Windows

- Starten Sie das Installations-Programm SETUP.EXE mit dem Datei-Manager (Explorer)
- Folgen Sie den Anweisungen des Setup-Programms

TNCremo unter Windows starten

Windows 3.1, 3.11, NT:

- Doppelklicken Sie auf das Icon in der Programmgruppe HEIDENHAIN Anwendungen

Windows95:

- Klicken Sie auf <Start>, <Programme>, <HEIDENHAIN Anwendungen>, <TNCremo>

Wenn Sie die TNCremo das erste Mal starten, werden Sie nach der angeschlossenen Steuerung, der Schnittstelle (COM1 oder COM2) und nach der Datenübertragungs-Geschwindigkeit gefragt. Geben Sie die gewünschten Informationen ein.

Datenübertragung zwischen TNC 410 und TNCremo
Überprüfen Sie, ob:

- die TNC an der richtigen seriellen Schnittstelle Ihres Rechners angeschloßen ist
- die Datenübertragungs-Geschwindigkeit an der TNC und in der TNCremo übereinstimmen

Nachdem Sie die TNCremo gestartet haben, sehen Sie im linken Teil des Fensters alle Dateien, die im aktiven Verzeichnis gespeichert sind. Über <Verzeichnis>, <Wechseln> können Sie ein beliebiges Laufwerk bzw. ein anderes Verzeichnis wählen. Um die Datenübertragung von der TNC aus starten zu können (siehe „4.5 Datei-Verwaltung TNC 410“), wählen Sie <Verbindung>, <Dateiserver>. Die TNCremo ist jetzt bereit Daten zu empfangen.

Datenübertragung zwischen TNC 426, TNC 430 und TNCremo
Überprüfen Sie, ob:

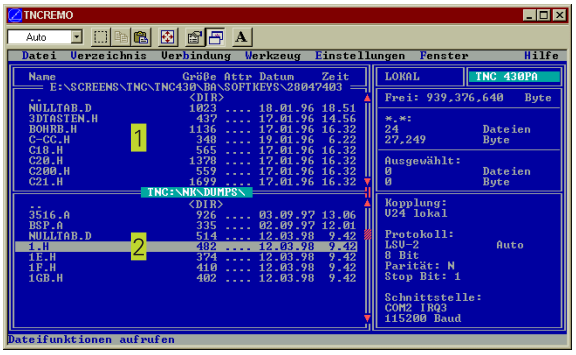
- die TNC an der richtigen seriellen Schnittstelle Ihres Rechners angeschloßen ist
- die Datenübertragungs-Geschwindigkeit an der TNC für LSV2-Betrieb und in der TNCremo übereinstimmen

Nachdem Sie die TNCremo gestartet haben, sehen Sie im linken Teil des Hauptfensters 1 alle Dateien, die im aktiven Verzeichnis gespeichert sind. Über <Verzeichnis>, <Wechseln> können Sie ein beliebiges Laufwerk bzw. ein anderes Verzeichnis auf Ihrem Rechner wählen.

Um die Verbindung zur TNC aufzubauen, wählen Sie <Verbindung>, <Verbindung>. Die TNCremo empfängt nun die Datei- und Verzeichnis-Struktur von der TNC und zeigt diese im unteren Teil des Hauptfensters an (2). Um eine Datei von der TNC zum PC zu übertragen, wählen Sie die Datei im TNC-Fenster (durch Mausklick hell hinterlegen) und aktivieren die Funktion <Datei> <Übertragen>.

Um Dateien vom PC in die TNC zu übertragen, wählen Sie die Datei im PC-Fenster und aktivieren dann die Funktion <Datei> <Übertragen>.

TNCremo beenden
Wählen Sie den Menüpunkt <Datei>, <Beenden>, oder drücken Sie die Tastenkombination ALT+X



Beachten Sie auch die Hilfefunktion der TNCremo, in der alle Funktionen erklärt sind.

13.8 Ethernet-Schnittstelle (nur TNC 426, TNC 430)

Einführung

Sie können die TNC optional mit einer Ethernet-Karte ausrüsten, um die Steuerung als **Client** in Ihr Netzwerk einzubinden. Die TNC überträgt Daten über die Ethernet-Karte gemäß der TCP/IP-Protokoll-Familie (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) und mit Hilfe des NFS (Network File System). TCP/IP und NFS sind insbesondere in UNIX-Systemen implementiert, so daß Sie die TNC in der UNIX-Welt meist ohne zusätzliche Software einbinden können.

Die PC-Welt mit Microsoft-Betriebssystemen arbeitet bei der Vernetzung ebenfalls mit TCP/IP, jedoch nicht mit NFS. Deshalb benötigen Sie eine zusätzliche Software um die TNC in ein PC-Netzwerk einzubinden. HEIDENHAIN empfiehlt folgende Netzwerk-Software:

Betriebssystem	Netzwerk-Software
DOS, Windows 3.1, Windows 3.11, Windows NT	Maestro 6.0, Firma HUMMINGBIRD e-mail: support@hummingbird.com www: http:\\www.hummingbird.com
Windows 95	OnNet Server 2.0, Firma FTP e-mail: support@ftp.com www: http:\\www.ftp.com

Ethernet-Karte einbauen

Vor dem Einbau der Ethernet-Karte TNC und Maschine ausschalten!

Beachten Sie die Hinweise der Montageanleitung, die der Ethernet-Karte beiliegt!

Anschluß-Möglichkeiten

Sie können die Ethernet-Karte der TNC über einen BNC-Anschluß (X26, Koaxkabel 10Base2) oder über den RJ45-Anschluß (X25,10BaseT) in Ihr Netzwerk einbinden. Sie können immer nur einen der beiden Anschlüsse verwenden. Beide Anschlüsse sind galvansich von der Steuerungselektronik getrennt.

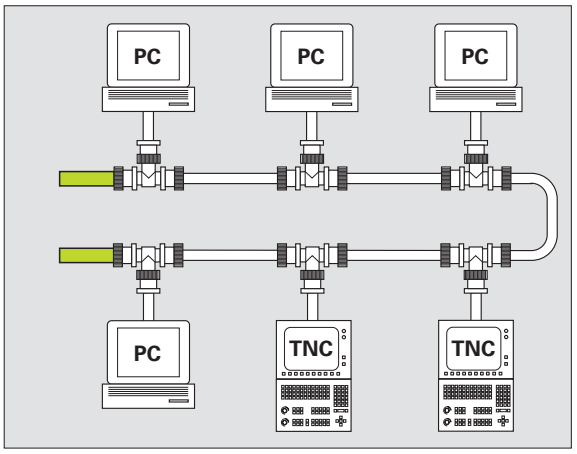
BNC-Anschluß X26 (Koaxkabel 10Base2, siehe Bild rechts oben)
Der 10Base2-Anschluß wird auch als Thin-Ethernet oder CheaperNet bezeichnet. Beim 10Base2-Anschluß verwenden Sie BNC-T-Stecker, um die TNC an Ihr Netzwerk anzuschließen.

Der Abstand zwischen zwei T-Stücken muß mindestens 0,5 m betragen.

Die Anzahl der T-Stücke ist auf maximal 30 Stück begrenzt.

Offene Enden des Buses müssen Sie mit 50 Ohm Abschluß-Widerständen versehen.

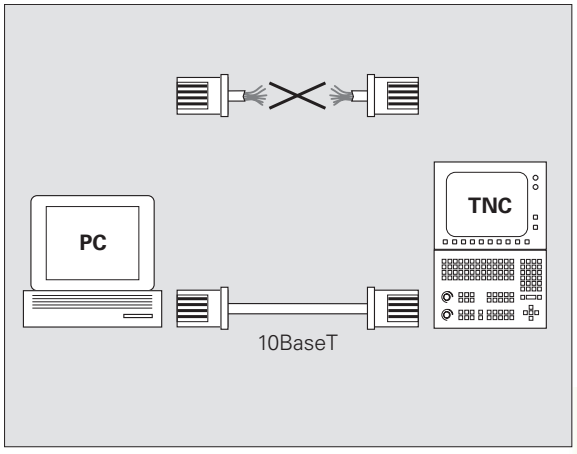
Die maximale Stranglänge – das ist die Länge zwischen zwei Abschluß-Widerständen – beträgt 185 m. Sie können bis zu 5 Stränge über Signalverstärker (Repeater) miteinander verbinden.



RJ45-Anschluß X25 (10BaseT, siehe Bild rechts Mitte)
Beim 10BaseT-Anschluß verwenden Sie Twisted Pair-Kabel, um die TNC an Ihr Netzwerk anzuschließen.

Die maximale Kabellänge zwischen TNC und einem Knotenpunkt beträgt bei ungeschirmten Kabeln maximal 100 m, bei geschirmten Kabeln maximal 400 m.

Wenn Sie die TNC direkt mit einem PC verbinden, müssen Sie ein gekreuztes Kabel verwenden.



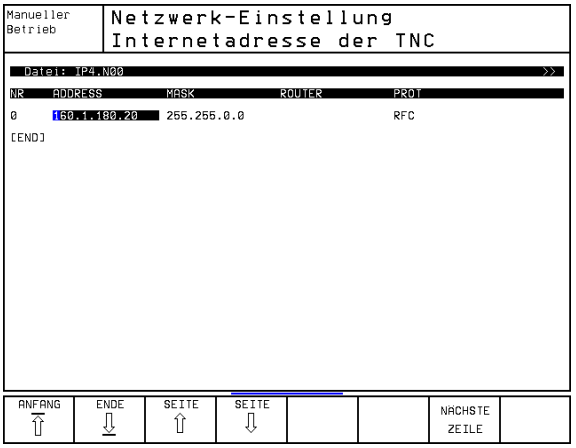
TNC konfigurieren

Lassen Sie die TNC von einem Netzwerk-Spezialisten konfigurieren.

- Drücken Sie in der Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren die Taste MOD. Geben Sie die Schlüßelzahl NET123 ein, die TNC zeigt den Hauptbildschirm zur Netzwerk-Konfiguration

Allgemeine Netzwerk-Einstellungen

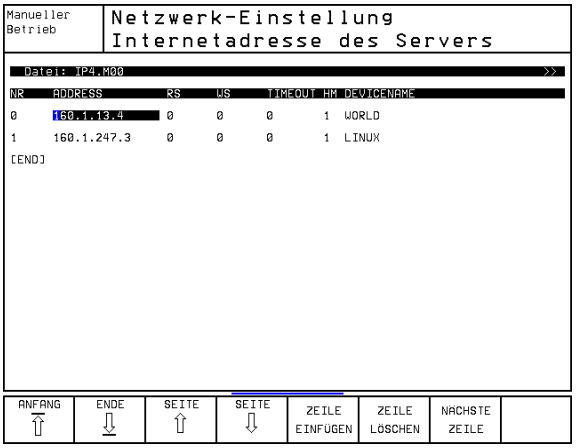
- Drücken Sie den Softkey DEFINE NET zur Eingabe der allgemeinen Netzwerk-Einstellungen (siehe Bild rechts oben) und geben Sie folgende Informationen ein:



Einstellung	Bedeutung
ADDRESS	Adresse, die Ihr Netzwerk-Manager für die TNC vergeben muß. Eingabe: Vier durch Punkt getrennte Dezimalzeichen, z.B. **160.1.180.20**
MASK	Die SUBNET MASK zum Einsparen von Addressen innerhalb Ihres Netzwerks. Eingabe: Vier durch Punkt getrennte Dezimalzeichen, Wert beim Netzwerk-Manager erfragen, z.B. **255.255.0.0**
ROUTER	Internet-Adresse Ihres Default-Routers. Nur eingeben, wenn Ihr Netzwerk aus mehreren Teilnetzen besteht. Eingabe: Vier durch Punkt getrennte Dezimalzeichen, Wert beim Netzwerk-Manager erfragen, z.B. **160.2.0.2**
PROT	Definition des Übertragungsprotokolls. **RFC**: Übertragungsprotokoll gemäß RFC 894 **IEEE**: Übertragungsprotokoll gemäß IEE 802.2/802.3
HW	Definition des verwendeten Anschlußes **10BASET**: Wenn Sie 10BaseT verwenden **10BASE2**: Wenn Sie 10Base2 verwenden
HOST	Name, mit dem sich die TNC im Netzwerk meldet: Wenn Sie einen Hostname-Server verwenden, müssen Sie hier den „Fully Qualified Hostname eintragen. Wenn Sie keinen Namen eintragen, verwendet die TNC die sogenannte NULL-Authentifikation. Die gerätespezifischen Einstellungen UID, GID, DCM und FCM (siehe nächste Seite), werden dann von der TNC ignoriert

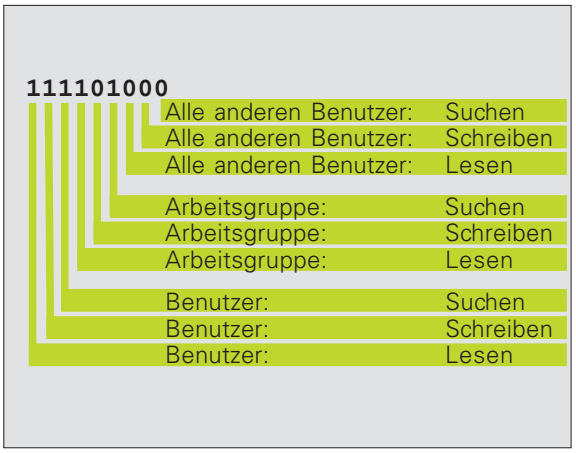
Gerätespezifische Netzwerk-Einstellungen

▶ Drücken Sie den Softkey DEFINE MOUNT zur Eingabe der gerätespezifischen Netzwerk-Einstellungen (siehe Bild rechts oben). Sie können beliebig viele Neztwerk-Einstellungen festlegen, jedoch nur maximal 7 gleichzeitig verwalten.



Einstellung	Bedeutung
ADDRESS	Adresse Ihres Servers. Eingabe: Vier durch Punkt getrennte Dezimalzeichen, Wert beim Netzwerk-Manager erfragen, z.B. **160.1.13.4**
RS	Paketgröße für Datenempfang in Byte. Eingabebereich: 512 bis 4 096. Eingabe 0: Die TNC verwendet die vom Server gemeldete optimale Paketgröße
WS	Paketgröße für Datenversand in Byte. Eingabebereich: 512 bis 4 096. Eingabe 0: Die TNC verwendet die vom Server gemeldete optimale Paketgröße
TIMEOUT	Zeit in ms, nach der die TNC einen vom Server nicht beantworteten Remote Procedure Call wiederholt. Eingabebereich: 0 bis 100 000. Standard-Eingabe: 0, das enstpricht einem TIMEOUT von 7 Sekunden. Höhere Werte nur verwenden, wenn die TNC über mehrere Router mit dem Server kommunizieren muß. Wert beim Netzwerk-Manager erfragen
HM	Definition, ob die TNC den Remote Procedure Call solange wiederholen soll, bis der NFS-Server antwortet. **0**: Remote Procedure Call immer wiederholen **1**: Remote Procedure Call nicht wiederholen
DEVICENAME	Name, den die TNC in der Datei-Verwaltung anzeigt, wenn die TNC mit dem Gerät verbunden ist
PATH	Verzeichnis des NFS-Servers, das Sie mit der TNC verbinden wollen. Achten Sie bei der Pfadangabe auf die Groß- Kleinschreibung
UID	Definition, mit welcher User-Identifikation Sie im Netzwerk auf Dateien zugreifen. Wert beim Netzwerk-Manager erfragen
GID	Definition, mit welcher Gruppen-Identifikation Sie im Netzwerk auf Dateien zugreifen. Wert beim Netzwerk-Manager erfragen

Einstellung	Bedeutung
DCM	Hier vergeben Sie die **Zugriffsrechte auf Verzeichnisse** des NFS-Servers (siehe Bild rechts oben). Wert binärcodiert eingeben. Beispiel: 111101000 **0**: Zugriff nicht erlaubt **1**: Zugriff erlaubt
DCM	Hier vergeben Sie die **Zugriffsrechte auf Dateien** des NFS-Servers (siehe Bild rechts oben). Wert binärcodiert eingeben. Beispiel: 111101000 **0**: Zugriff nicht erlaubt **1**: Zugriff erlaubt
AM	Definition, ob sich die TNC beim Einschalten automatisch mit dem Netzwerk verbinden soll. **0**: Nicht automatisch verbinden **1**: Automatisch verbinden



Netzwerk-Drucker definieren

▶ Drücken Sie den Softkey DEFINE PRINT, wenn Sie Dateien direkt von der TNC auf einen Netzwerk-Drucker ausdrucken wollen:

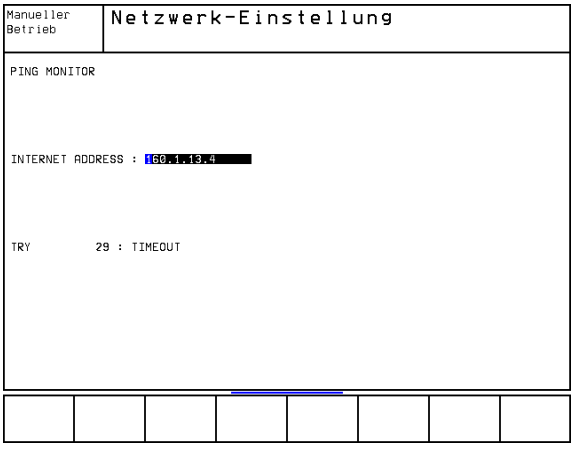
Einstellung	Bedeutung
ADDRESS	Adresse Ihres Servers. Eingabe: Vier durch Punkt getrennte Dezimalzeichen, Wert beim Netzwerk-Manager erfragen, z.B. **160.1.13.4**
DEVICE NAME	Name des Druckers den die TNC anzeigt, wenn Sie den Softkey DRUCKEN betätigen (siehe auch „4.4 Erweiterte Datei-Verwaltung“)
PRINTER NAME	Name des Druckers in Ihrem Netzwerk, Wert beim Netzwerk-Manager erfragen

Verbindung prüfen

▶ Drücken Sie den Softkey PING

▶ Geben Sie die Internet-Adresse des Gerätes ein, zu dem Sie die Verbindung prüfen wollen und bestätigen mit ENT. Die TNC sendet Datenpakete so lange, bis Sie mit der Taste END den Prüfmonitor verlassen

In der Zeile TRY zeigt die TNC die Anzahl der Datenpaket an, die an den zuvor definierten Empfänger abgeschickt wurden. Hinter der Anzahl der abgeschickten Datenpaket zeigt die TNC den Status:



Status-Anzeige	Bedeutung
HOST RESPOND	Datenpaket wieder empfangen, Verbindung in Ordnung
TIMEOUT	Datenpaket nicht wieder empfangen, Verbindung prüfen
CAN NOT ROUTE	Datenpaket konnte nicht gesendet werden, Internet-Adresse des Servers und des Routers an der TNC prüfen

Fehlerprotokoll anzeigen

- Drücken Sie den Softkey SHOW ERROR, wenn Sie das Fehlerprotokoll ansehen möchten. Die TNC protokolliert hier alle Fehler, die seit dem letzten Einschalten der TNC im Netzwerkbetrieb aufgetreten sind

Die aufgelisteten Fehlermeldungen sind in zwei Kategorien unterteilt:

Warnmeldungen sind mit (W) gekennzeichnet. Bei diesen Meldungen konnte die TNC die Netzwerk-Verbindung herstellen, mußte dazu aber Einstellungen korrigieren.

Fehlermeldungen sind mit (E) gekennzeichnet. Treten solche Fehlermeldungen auf, dann konnte die TNC keine Netzwerk-Verbindung herstellen.

Fehlermeldung	Ursache
LL: (W) CONNECTION xxxxx UNKNOWN USING DEFAULT 10BASET	Sie haben bei DEFINE NET, HW eine falsche Bezeichnung eingegeben
LL: (E) PROTOCOL xxxxx UNKNOWN	Sie haben bei DEFINE NET, PROT eine falsche Bezeichnung eingegeben
IP4: (E) INTERFACE NOT PRESENT	Die TNC konnte keine Ethernet-Karte finden
IP4: (E) INTERNETADRESS NOT VALID	Sie haben für die TNC eine ungültige Internet-Adresse verwendet
IP4: (E) SUBNETMASK NOT VALID	Die SUBNET MASK paßt nicht zur Internet-Adresse der TNC
IP4: (E) SUBNETMASK OR HOST ID NOT VALID	Sie haben für die TNC eine falsche Internet-Adresse vergeben, oder die SUBNET MASK falsch eingegeben oder alle Bits der HostID auf 0 (1) gesetzt
IP4: (E) SUBNETMASK OR SUBNET ID NOT VALID	Alle Bits der SUBNET ID sind 0 oder 1
IP4: (E) DEFAULTROUTERADRESS NOT VALID	Sie haben für den Router eine ungültige Internet-Adresse verwendet
IP4: (E) CAN NOT USE DEFAULTROUTER	Der Defaultrouter hat nicht die selbe Net- oder SubnetID wie die TNC
IP4: (E) I AM NOT A ROUTER	Sie haben die TNC als Router definiert
MOUNT: <Gerätename> (E) DEVICENAME NOT VALID	Der Gerätename ist zu lang oder enthält unzulässig Zeichen
MOUNT: <Gerätename> (E) DEVICENAME ALREADY ASSIGNED	Sie haben bereits ein Gerät mit diesem Namen definiert
MOUNT: <Gerätename> (E) DEVICETABLE OVERFLOW	Sie haben versucht mehr als 7 Netzlaufwerke mit der TNC zu verbinden
NFS2: <Gerätename> (W) READSIZE SMALLER THEN x SET TO x	Sie haben bei DEFINE MOUNT, RS einen zu kleinen Wert eingegeben. Die TNC setzt RS auf 512 Byte
NFS2: <Gerätename> (W) READSIZE LARGER THEN x SET TO x	Sie haben bei DEFINE MOUNT, RS einen zu großen Wert eingegeben. Die TNC setzt RS auf 4 096 Byte

Fehlermeldung	Ursache
NFS2: <Gerätename> (W) WRITESIZE SMALLER THEN x SET TO x	Sie haben bei DEFINE MOUNT, WS einen zu kleinen Wert eingegeben. Die TNC setzt WS auf 512 Byte
NFS2: <Gerätename> (W) WRITESIZE LARGER THEN x SET TO x	Sie haben bei DEFINE MOUNT, WS einen zu großen Wert eingegeben. Die TNC setzt WS auf 4 096 Byte
NFS2: <Gerätename> (E) MOUNTPATH TO LONG	Sie haben bei DEFINE MOUNT, PATH einen zu langen Namen eingegeben
NFS2: <Gerätename> (E) NOT ENOUGH MEMORY	Es steht momentan zu wenig Arbeitsspeicher zur Verfügung um eine Netzwerk-Verbindung aufzubauen
NFS2: <Gerätename> (E) HOSTNAME TO LONG	Sie haben bei DEFINE NET, HOST einen zu langen Namen eingegeben
NFS2: <Gerätename> (E) CAN NOT OPEN PORT	Um die Netzwerkverbindung herzustellen kann die TNC einen erforderlichen Port nicht öffnen
NFS2: <Gerätename> (E) ERROR FROM PORTMAPPER	Die TNC hat vom Portmapper Daten erhalten die nicht plausibel sind
NFS2: <Gerätename> (E) ERROR FROM MOUNTSERVER	Die TNC hat vom Mountserver Daten erhalten die nicht plausibel sind
NFS2: <Gerätename> (E) CANT GET ROOTDIRECTORY	Der Mountserver läßt die Verbindung mit dem bei DEFINE MOUNT, PATH definierten Verzeichnis nicht zu
NFS2: <Gerätename> (E) UID OR GID 0 NOT ALLOWED	Sie haben bei DEFINE MOUNT, UID oder GID 0 eingegeben. Der Eingabewert 0 ist dem Systemadministrator vorbehalten

13.9 PGM MGT konfigurieren (nicht TNC 410)

Mit dieser Funktion legen Sie den Funktionsumfang der Datei-Verwaltung fest:

- Standard: Vereinfachte Datei-Verwaltung ohne Verzeichnis-Anzeige
- Erweitert: Datei-Verwaltung mit erweiterten Funktionen und Verzeichnis-Anzeige

Siehe hierzu auch „Kapitel 4.3 Standard Datei-Verwaltung“ und „Kapitel 4.4 Erweiterte Datei-Verwaltung“.

Einstellung ändern

- Datei-Verwaltung in der Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren wählen: Taste PGM MGT drücken
- MOD-Funktion wählen: Taste MOD drücken
- Einstellung PGM MGT wählen: Hellfeld mit Pfeiltasten auf Einstellung PGM MGT schieben, mit Taste ENT zwischen Standard und Erweitert umschalten

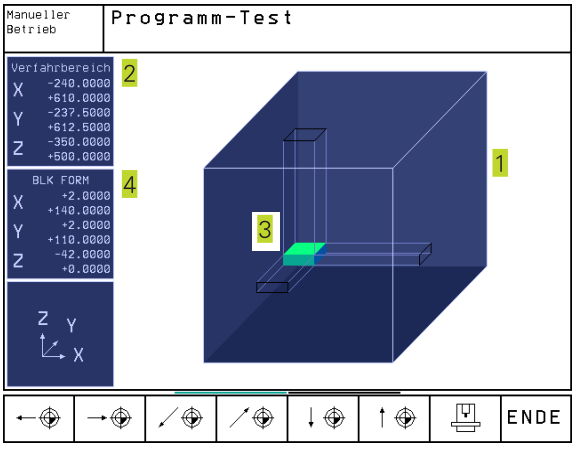
13.10 Maschinenspezifische Anwender-Parameter

Der Maschinenhersteller kann bis zu 16 „Anwender-Parameter“ mit Funktionen belegen. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

13.11 Rohteil im Arbeitsraum darstellen (nicht TNC 410)

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 ROHTEIL IM ARB.-RAUM.

Die TNC stellt einen Quader 1 für den Arbeitsraum dar, dessen Maße im Fenster „Verfahrbereich“ (2) aufgeführt sind. Die Maße für den Arbeitsraum entnimmt die TNC aus den Maschinen-Parametern für den aktiven Verfahrbereich. Da der Verfahrbereich im Referenzsystem der Maschine definiert ist, entspricht der Nullpunkt des Quaders dem Maschinen-Nullpunkt. Die Lage des Maschinen-Nullpunkts im Quader können Sie durch drücken des Softkeys M91 (2. Softkey-Leiste) sichtbar machen.



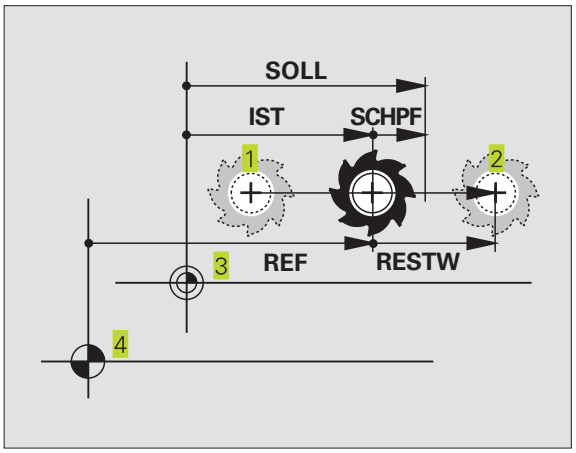
Ein weiterer Quader (3) stellt das Rohteil dar, dessen Abmaße (4) die TNC aus der Rohteil-Definition des angewählten Programms entnimmt. Der Rohteil-Quader definiert das Eingabe-Koordinatensystem, dessen Nullpunkt innerhalb des Quaders liegt. Die Lage des Nullpunkts im Quader können Sie durch drücken des Softkeys „Werkstück-Nullpunkt anzeigen“ (2. Softkey-Leiste) sichtbar machen.

Wo sich das Rohteil innerhalb des Arbeitsraumes befindet ist im Normalfall für den Programm-Test unerheblich. Wenn Sie jedoch Programme testen, die Verfahrbewegungen mit M91 oder M92 enthalten, müssen Sie das Rohteil „grafisch“ so verschieben, daß keine Konturverletzungen auftreten. Benützen Sie dazu die in der Tabelle rechts aufgeführten Softkeys.

Darüber hinaus können Sie auch die Arbeitsraum-Überwachung für die Betriebsart Programm-Test aktivieren, um das Programm mit dem aktuellen Bezugspunkt und den aktiven Verfahrbereichen zu testen (siehe Tabelle rechts, Softkey ganz unten).

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	M91
Vom Maschinenhersteller festgelegte Position (z.B. Werkzeug-Wechselpunkt) im Arbeitsraum anzeigen	M92
Werkstück-Nullpunkt im Arbeitsraum anzeigen	
Arbeitsraum-Überwachung beim Programm-Test einschalten (EIN)/ ausschalten (AUS)	AUS / EIN

13.12 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 derTNC 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.
Verfahrwege, die mit der Funktion Handrad-Überlagerung (M118) ausgeführt wurden (nur Positions-Anzeige 2, nicht TNC 410)	M118

Mit der MOD-Funktion Positions-Anzeige 1 wählen Sie die Positions-Anzeige in der Status-Anzeige.
Mit der MOD-Funktion Positions-Anzeige 2 wählen Sie die Positions-Anzeige in der zusätzlichen Status-Anzeige.

13.13 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

13.14 Programmiersprache für Positionieren mit Handeingabe wählen

Mit der MOD-Funktion Programm-Eingabe schalten Sie der Programmierung der Datei in der Betriebsart Positionieren mit Handeingabe:

- Im Klartext-Dialog programmieren:
  Programm-Eingabe: HEIDENHAIN
- Gemäß DIN/ISO programmieren:
  Programm-Eingabe: ISO

13.15 Achsauswahl für L-Satz-Generierung (nicht TNC 410, nur Klartext-Dialog)

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 Maschinen-Parametern bitorientiert:

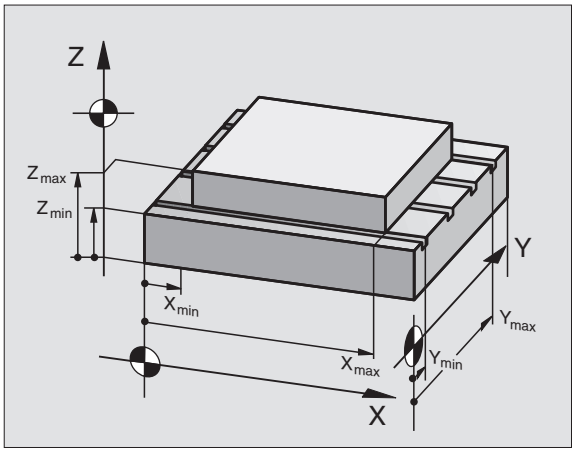
Achsauswahl	%11111	X, Y, Z, IV., V. Achse übernehmen
Achsauswahl	%01111	X, Y, Z, IV. Achse übernehmen
Achsauswahl	%00111	X, Y, Z Achse übernehmen
Achsauswahl	%00011	X, Y Achse übernehmen
Achsauswahl	%00001	X Achse übernehmen

13.16 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 ENDSCHALTER eingeschränkt: Dazu geben Sie die Maximalwerte in positiver und negativer Richtung der Achsen bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt ein. Wenn Ihre Maschine über mehrere Verfahrbereiche verfügt, können Sie die Begrenzung für jeden Verfahrbereich separat einstellen (Softkey ENDSCHALTER (1) bis ENDSCHALTER (3), nicht TNC 410).



Arbeiten ohne Verfahrbereichs-Begrenzung
Für Koordinatenachsen, die ohne Verfahrbereichs-Begrenzungen verfahren werden sollen, geben Sie den maximalen Verfahrweg der TNC (+/- 99 999 mm) als VERFAHRBEREICH 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

END-SCHALTER

- Verfahrbereichs-Begrenzung eingeben: Softkey VERFAHRBEREICH drücken. Notierte Werte für die Achsen als Begrenzungen eingeben
- MOD-Funktion verlassen: Softkey ENDE drücken

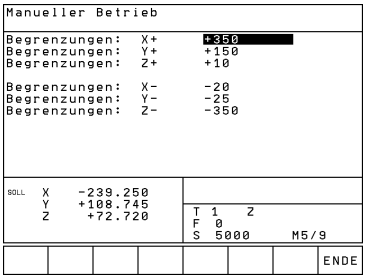
Werkzeug-Radiuskorrekturen werden bei Verfahrbereichs-Begrenzungen nicht berücksichtigt.

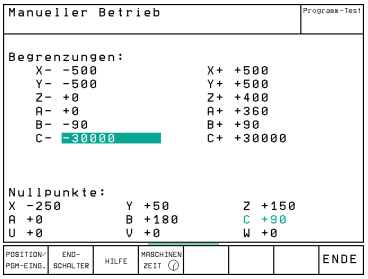
Verfahrbereichs-Begrenzungen und Software-Endschalter werden berücksichtigt, nachdem die Referenz-Punkte überfahren sind.

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.

Verfahrbereichs-Begrenzung für den Programm-Test (nurTNC 410)
Für den Programm-Test und die Programmier-Grafik können Sie einen separaten „Verfahrbereich“ definieren. Drücken Sie dazu den Softkey VERFAHRBEREICH TEST (2. Softkey-Ebene), nachdem Sie die MOD-Funktion aktiviert haben.

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



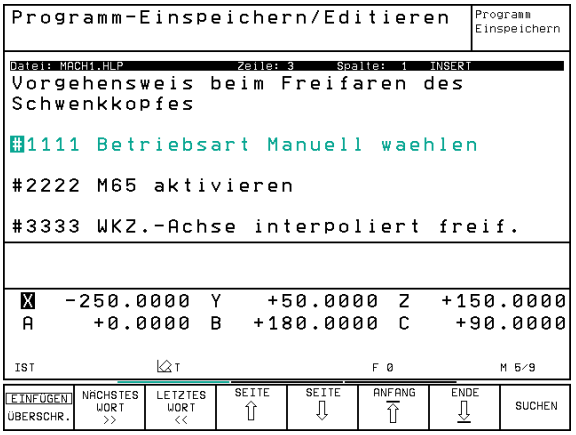


13.17 HILFE-Funktion ausführen

Die Hilfe-Funktion soll den Bediener in Situationen unterstützen, in denen festgelegte Handlungsweisen, z.B. das Freifahren der Maschine nach einer Stromunterbrechung, erforderlich sind. Auch Zusatz-Funktionen lassen sich in einer HILFE-Datei dokumentieren und ausführen.

Bei der TNC 426, TNC 430 stehen Ihnen ggf. mehrere Hilfe-Dateien zur Verfügung, die Sie über die Datei-Verwaltung wählen können.

Die HILFE-Funktion ist nicht an jeder Maschine verfügbar. Maschinenhandbuch beachten.



HILFE-Funktion wählen und ausführen

▶ MOD-Funktion wählen: Taste MOD drücken

HILFE

▶ HILFE-Funktion wählen: Softkey HILFE drücken

▶ Bei der TNC 426, TNC 430: Falls nötig, Datei Verwaltung aufrufen (Taste PGM MGT) und andere Hilfe-Datei wählen

▶ Mit Pfeiltasten „Aufwärts/Abwärts" Zeile in der Hilfe-Datei wählen, die mit einem # gekennzeichnet ist

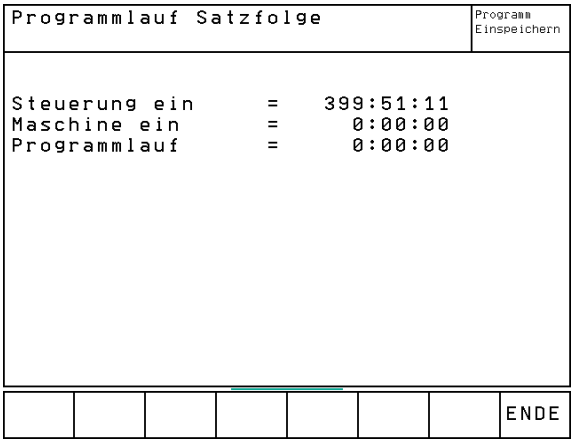
▶ Gewählte HILFE-Funktion ausführen: NC-Start drücken

13.18 Betriebszeiten anzeigen (bei TNC 410 über Schlüsselzahl)

Der Maschinenhersteller kann noch zusätzliche Zeiten anzeigen lassen. Maschinenhandbuch beachten!

Über den Softkey MASCHINEN ZEIT 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



14

Tabellen und Übersichten

14.1 Allgemeine Anwender-Parameter

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

Typische Anwender-Parameter sind z.B.

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

Eingabemöglichkeiten für Maschinen-Parameter

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

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

Allgemeine Anwender-Parameter wählen

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

In den MOD-Funktionen stehen auch maschinenspezifische ANWENDER-PARAMETER zur Verfügung.

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, nicht TNC410)
MP6200
Schaltendes Tastsystem einsetzen: **0**
Messendes Tastsystem einsetzen: **1**

Übertragungsart wählen
MP6010
Tastsystem mit Kabel-Übertragung: **0**
Tastsystem mit Infrarot-Übertragung: **1**

Antastvorschub für schaltendes Tastsystem
MP6120
10 **bis** 3000 **[mm/min]**

Maximaler Verfahrweg 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
MP6160
Keine 180°-Drehung des 3D-Tastsystems beim Kalibrieren: **0**
M-Funktion für 180°-Drehung des Tastsystems beim Kalibrieren: **1** bis **88**

Mehrfachmessung für programmierbare Antastfunktion (nicht TNC 410)
MP6170
1 bis **3**

Vertrauensbereich für Mehrfachmessung (nicht TNC 410)
MP6171
0,001 bis **0,999** [mm]

Eintauchtiefe des Taststifts beim Digitalisieren mit messendem Tastsystem (nicht TNC 410)
MP6310
0,1 bis **2,0000** [mm] (Empfehlung: 1mm)

Tastsystem-Mittenversatz messen beim Kalibrieren des messenden Tastsystems (nicht TNC 410)
MP6321
Mittenversatz messen: **0**
Mittenversatz nicht messen: **1**

Zuordnung Tastsystemachse zur Maschinenachse beim messenden Tastsystem (nicht TNC 410)

☞ 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 (nicht TNC 410)

MP6330
0,1 bis **4,0000** [mm]

Vorschub zum Positionieren des messenden Tastsystems auf MIN-Punkt und Anfahren an die Kontur (nicht TNC 410)

MP6350
10 bis **3.000** [mm/min]

Antastvorschub für messendes Tastsystem (nicht TNC 410)

MP6360
10 bis **3.000** [mm/min]

Eilgang im Antast-Zyklus für messendes Tastsystem (nicht TNC 410)

MP6361
10 bis **3.000** [mm/min]

Vorschubabsenkung, wenn Taststift des messenden Tastsystems seitlich ausgelenkt wird (nicht TNC 410)

Die TNC senkt den Vorschub nach einer vorgegebenen Kennlinie ab. Der minimale Vorschub beträgt 10% vom programmierten Digitalisiervorschub.

MP6362
Vorschubabsenkung nicht aktiv: **0**
Vorschubabsenkung aktiv: **1**

Radialbeschleunigung beim Digitalisieren für messendes Tastsystem (nicht TNC 410)

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 Digitalisiervorschub 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/s^2] (Empfehlung: 0,1)

Zielfenster für Digitalisieren in Höhenlinien mit messendem Tastsystem (nicht TNC 410)

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

MP6505.0 (Verfahrbereich 1) bis 6505.2 (Verfahrbereich 3)
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 (Verfahrbereich 1) bis MP6530.2 (Verfahrbereich 3)
TNC 410: 1 Verfahrbereich

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 (Verfahrbereich 1)
X-Achse

MP6580.1 (Verfahrbereich 1)
Y-Achse

MP6580.2 (Verfahrbereich 1)
Z-Achse

MP6581.0 (Verfahrbereich 2) (nicht TNC 410)
X-Achse

MP6581.1 (Verfahrbereich 2) (nicht TNC 410)
Y-Achse

MP6581.2 (Verfahrbereich 2) (nicht TNC 410)
Z-Achse

MP6582.0 (Verfahrbereich 3) (nicht TNC 410)
X-Achse

MP6582.1 (Verfahrbereich 3) (nicht TNC 410)
Y-Achse

MP6582.2 (Verfahrbereich 3) (nicht TNC 410)
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

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** (nicht TNC 410)
Text-Dateien sperren: **+32** (nicht TNC 410)

Editieren von Datei-Typen sperren (nicht TNC 410)

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**

Falls Sie Datei-Typen sperren, löscht die TNC alle Dateien dieses Typs.

Paletten-Tabellen konfigurieren (nicht TNC 410)

MP7226.0
Paletten-Tabelle nicht aktiv: **0**
Anzahl der Paletten pro Paletten-Tabelle: **1** bis **255**

Nullpunkt-Dateien konfigurieren (nicht TNC 410)

MP7226.1
Nullpunkt-Tabelle nicht aktiv: **0**
Anzahl der Nullpunkte pro Nullpunkt-Tabelle: **1** bis **255**

Programmlänge zur Programmüberprüfung (nicht TNC 410)

MP7229.0
Sätze **100** bis **9.999**

Programmlänge, bis zu der FK-Sätze erlaubt sind (nicht TNC 410)

MP7229.1
Sätze **100** bis **9.999**

Dialogsprache festlegen

MP7230 bei TNC 410
Deutsch: **0**
Englisch: **1**

MP7230 bei TNC 426, TNC 430

Englisch: **0**	Schwedisch: **7**
Deutsch: **1**	Dänisch: **8**
Tschechisch: **2**	Finnisch: **9**
Französisch: **3**	Niederländisch: **10**
Italienisch: **4**	Polnisch: **11**
Spanisch: **5**	Ungarisch: **12**
Portugiesisch: **6**	

Interne Uhrzeit der TNC einstellen (nicht TNC 410)

MP7235
Weltzeit (Greenwich time): **0**
Mitteleuropäische Zeit (MEZ): **1**
Mitteleuropäische Sommerzeit: **2**
Zeit-Unterschied zur Weltzeit: **-23** bis **+23** [Stunden]

Werkzeug-Tabelle konfigurieren

MP7260
Nicht aktiv: **0**
Anzahl der Werkzeuge, die die TNC beim Öffnen einer neuen Werkzeug-Tabelle generiert: **1** bis **254**
Wenn Sie mehr als 254 Werkzeuge benötigen, können Sie die Werkzeug-Tabelle erweitern mit der Funktion N ZEILEN AM ENDE ANFÜGEN (siehe „5.2 Werkzeug-Daten", nicht TNC 410)

Werkzeug-Platztabelle konfigurieren

MP7261
Nicht aktiv: **0**
Anzahl der Plätze pro Platz-Tabelle: **1** bis **254**

Werkzeug-Nummern indizieren, um zu einer Werkzeug-Nummer mehrere Korrekturdaten abzulegen

MP7262
Nicht indizieren: **0**
Anzahl der erlaubten Indizierung: **1** bis **9**

Softkey Platztabelle

MP7263
Softkey PLATZ TABELLE in der Werkzeug-Tabelle anzeigen: **0**
Softkey PLATZ TABELLE in der Werkzeug-Tabelle nicht anzeigen: **1**

**Werkzeug-Tabelle konfigurieren (Nicht aufführen: 0);
Spalten-Nummer in der Werkzeug-Tabelle für**

MP7266.0	Werkzeug-Name – NAME: **0** bis **28**; Spaltenbreite: 16 Zeichen
MP7266.1	Werkzeug-Länge – L: **0** bis **28**; Spaltenbreite: 11 Zeichen
MP7266.2	Werkzeug-Radius – R: **0** bis **28**; Spaltenbreite: 11 Zeichen
MP7266.3	Werkzeug-Radius 2 – R2: **0** bis **28**; Spaltenbreite: 11 Zeichen (nicht TNC 410)
MP7266.4	Aufmaß Länge – DL: **0** bis **28**; Spaltenbreite: 8 Zeichen
MP7266.5	Aufmaß Radius – DR: **0** bis **28**; Spaltenbreite: 8 Zeichen
MP7266.6	Aufmaß Radius 2 – DR2: **0** bis **28**; Spaltenbreite: 8 Zeichen (nicht TNC 410)
MP7266.7	Werkzeug gesperrt – TL: **0** bis **28**; Spaltenbreite: 2 Zeichen
MP7266.8	Schwester-Werkzeug – RT: **0** bis **28**; Spaltenbreite: 3 Zeichen
MP7266.9	Maximale Standzeit – TIME1: **0** bis **28**; Spaltenbreite: 5 Zeichen
MP7266.10	Max. Standzeit bei TOOL CALL – TIME2: **0** bis **28**; Spaltenbreite: 5 Zeichen
MP7266.11	Aktuelle Standzeit – CUR. TIME: **0** bis **28**; Spaltenbreite: 8 Zeichen
MP7266.12	Werkzeug-Kommentar – DOC: **0** bis **28**; Spaltenbreite: 16 Zeichen
MP7266.13	Anzahl der Schneiden – CUT.: **0** bis **28**; Spaltenbreite: 4 Zeichen
MP7266.14	Toleranz für Verschleiß-Erkennung Werkzeug-Länge – LTOL: **0** bis **28**; Spaltenbreite: 6 Zeichen
MP7266.15	Toleranz für Verschleiß-Erkennung Werkzeug-Radius – RTOL: **0** bis **28**; Spaltenbreite: 6 Zeichen
MP7266.16	Schneid-Richtung – DIRECT.: **0** bis **28**; Spaltenbreite: 7 Zeichen
MP7266.17	PLC-Status – PLC: **0** bis **28**; Spaltenbreite: 9 Zeichen
MP7266.18	Zusätzlicher Versatz des Werkzeugs in der Werkzeugachse zu MP6530 – TT:L-OFFS: **0** bis **28**; Spaltenbreite: 11 Zeichen
MP7266.19	Versatz des Werkzeugs zwischen Stylus-Mitte und Werkzeug-Mitte – TT:R-OFFS: **0** bis **28**; Spaltenbreite: 11 Zeichen
MP7266.20	Toleranz für Bruch-Erkennung Werkzeug-Länge – LBREAK.: **0** bis **28**; Spaltenbreite: 6 Zeichen
MP7266.21	Toleranz für Bruch-Erkennung Werkzeug-Radius – RBREAK: **0** bis **28**; Spaltenbreite: 6 Zeichen
MP7266.22	Schneidenlänge (Zyklus 22) – LCUTS: **0** bis **28**; Spaltenbreite: 11 Zeichen
MP7266.23	Maximaler Eintauchwinkel (Zyklus 22) – ANGLE.: **0** bis **28**; Spaltenbreite: 7 Zeichen
MP7266.24	Werkzeug-Typ –TYP: **0** bis **28**; Spaltenbreite: 5 Zeichen (nur für Klartext-Dialog, nicht TNC 410)
MP7266.25	Werkzeug-Schneidstoff – TMAT: **0** bis **28**; Spaltenbreite: 16 Zeichen (nur für Klartext-Dialog, nicht TNC 410)
MP7266.26	Schnittdaten-Tabelle – CDT: **0** bis **28**; Spaltenbreite: 16 Zeichen (nur für Klartext-Dialog, nicht TNC 410)
MP7266.17	PLC-Wert – PLC-VAL: **0** bis **28**; Spaltenbreite: 9 Zeichen (nicht TNC 410)

Werkzeug-Platztabelle konfigurieren; Spalten-Nummer in der Werkzeug-Tabelle für (nicht aufführen: 0):

MP7267.0
Werkzeugnummer – T: **0** bis **5**

MP7267.1
Sonderwerkzeug – ST: **0** bis **5**

MP7267.2
Festplatz – F: **0** bis **5**

MP7267.3
Platz gesperrt – L: **0** bis **5**

MP7267.4
PLC – Status – PLC: **0** bis **5**

Betriebsart Manueller Betrieb: Anzeige des Vorschubs

MP7270
Vorschub F nur anzeigen, wenn Achsrichtungs-Taste gedrückt wird: **0**
Vorschub F anzeigen, auch wenn keine Achsrichtungs-Taste gedrückt wird (Vorschub, der über Softkey F definiert wurde oder Vorschub der „langsamsten" Achse): **1**
Spindeldrehzahl S und Zusatz-Funktion M nach STOP weiter wirksam: **+0**
Spindeldrehzahl S und Zusatz-Funktion M nach STOP nicht mehr wirksam: **+2**

Dezimalzeichen festlegen

MP7280
Komma als Dezimalzeichen anzeigen: **0**
Punkt als Dezimalzeichen anzeigen: **1**

Positions-Anzeige in der Werkzeugachse

MP7285
Anzeige bezieht sich auf den Werkzeug-Bezugspunkt: **0**
Anzeige in der Werkzeugachse bezieht sich auf die Werkzeug-Stirnfläche: **1**

Anzeigeschritt für die X-Achse

MP7290.0
0,1 mm: **0**
0,05 mm: **1**
0,01 mm: **2**
0,005 mm: **3**
0,001 mm: **4**
0,0005 mm: **5** (nicht TNC 410)
0,0001 mm: **6** (nicht TNC 410)

Anzeigeschritt für die Y-Achse

MP7290.1
Eingabewerte siehe MP7290.0

Anzeigeschritt für die Z-Achse

MP7290.2
Eingabewerte siehe MP7290.0

Anzeigeschritt für die IV. Achse

MP7290.3
Eingabewerte siehe MP7290.0

Anzeigeschritt für die V. Achse (nicht TNC 410)

MP7290.4
Eingabewerte siehe MP7290.0

Anzeigeschritt für die 6. Achse (nicht TNC 410)

MP7290.5
Eingabewerte siehe MP7290.0

Anzeigeschritt für die 7. Achse (nicht TNC 410)

MP7290.6
Eingabewerte siehe MP7290.0

Anzeigeschritt für die 8. Achse (nicht TNC 410)

MP7290.7
Eingabewerte siehe MP7290.0

Anzeigeschritt für die 9. Achse (nicht TNC 410)

MP7290.8
Eingabewerte siehe MP7290.0

Bezugspunkt-Setzen sperren (nicht TNC 410)

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**
Neues Rohteil bei Zykl. G53/G54 NULLPUNKT bezogen auf den alten Nullpunkt anzeigen: **+0** (nicht TNC 410)
Neues Rohteil bei Zykl. G53/G54 NULLPUNKT bezogen auf den neuen Nullpunkt anzeigen: **+4** (nicht TNC 410)
Cursorposition bei der Darstellung in drei Ebenen nicht anzeigen: **+0** (nicht TNC 410)
Cursorposition bei der Darstellung in drei Ebenen anzeigen: **+8** (nicht TNC 410)

Festlegungen für die Programmier-Grafik (nicht TNC 426, TNC 430)

MP7311

Einstichpunkte nicht als Kreis darstellen: **+0**
Einstichpunkte als Kreis darstellen: **+1**
Mäanderbahnen bei Zyklen nicht darstellen: **+0**
Mäanderbahnen bei Zyklen darstellen: **+2**
Korrigierte Bahnen nicht darstellen: **+0**
Korrigierte Bahnen darstellen: **+3**

Grafische Simulation ohne programmierte Spindelachse: Werkzeug-Radius (nicht TNC 410)

MP7315

0 bis **99 999,9999** [mm]

Grafische Simulation ohne programmierte Spindelachse: Eindringtiefe (nicht TNC 410)

MP7316

0 bis **99 999,9999** [mm]

Grafische Simulation ohne programmierte Spindelachse: M-Funktion für Start (nicht TNC 410)

MP7317.0

0 bis **88** (0: Funktion nicht aktiv)

Grafische Simulation ohne programmierte Spindelachse: M-Funktion für Ende (nicht TNC 410)

MP7317.1

0 bis **88** (0: Funktion nicht aktiv)

Bildschirmschoner einstellen (nicht TNC 410)

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 G85: Spindelorientierung am Zyklus-Anfang

MP7160

Spindelorientierung durchführen: **0**
Keine Spindelorientierung durchführen: **1**

Wirksamkeit Zyklus G72 MASSFAKTOR

MP7410

MASSFAKTOR wirkt in 3 Achsen: **0**
MASSFAKTOR wirkt nur in der Bearbeitungsebene: **1**

Werkzeugdaten beim programmierbaren Antast-Zyklus G55

MP7411

Aktuelle Werkzeugdaten mit Kalibrierdaten des 3D-Tastsystems überschreiben: **0**
Aktuelle Werkzeugdaten bleiben erhalten: **1**

Übergangsmodus beim Konturfräsen (nicht TNC 426, TNC 430)

MP7415.0

Rundungskreis einfügen: **0**
Polynom 3. Grades einfügen (kubischer Spline, Kurve ohne sprunghafte Änderung der Geschwindigkeit): **1**
Polynom 5. Grades einfügen (Kurve ohne sprunghafte Änderung der Beschleunigung): **2**
Polynom 7. Grades einfügen (Kurve ohne sprunghafte Änderung des Rucks): **3**

Einstellungen fürs Konturfräsen (nicht TNC 426, TNC 430)

MP7415.1

Kontur nicht verschleifen: **+0**
Kontur verschleifen: **+1**
Geschwindigkeitsprofil nicht glätten, wenn zwischen Konturübergängen ein kurzes Geradenstück liegt: **+0**
Geschwindigkeitsprofil glätten, wenn zwischen Konturübergängen ein kurzes Geradenstück liegt: **+2**

SL-Zyklen Gruppe I

MP7420

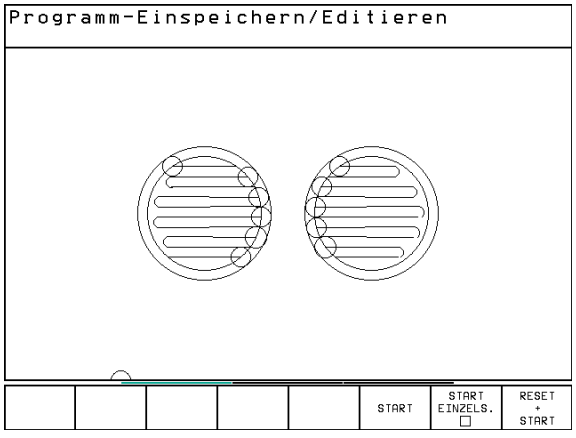
Kanal um die Kontur fräsen im Uhrzeigersinn für Inseln und im Gegen-Uhrzeigersinn für Taschen: **+0**
Kanal um die Kontur fräsen im Uhrzeigersinn für Taschen und im Gegen-Uhrzeigersinn für Inseln: **+1**
Konturkanal vor dem Ausräumen fräsen: **+0**
Konturkanal nach dem Ausräumen fräsen: **+2**
Korrigierte 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 G56, G57, G58, G59, G121, G122, G123, G124 gilt:
Werkzeug am Zyklusende auf die letzte vor dem Zyklus-Aufruf programmierte Position fahren: **+0**
Werkzeug zum Zyklus-Ende nur in der Spinddelachse freifahren: **+16**

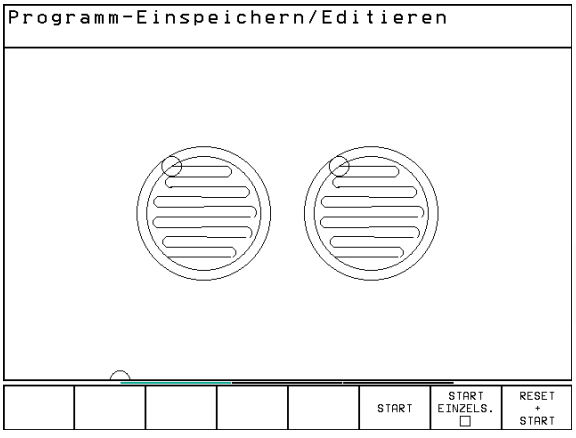
SL-Zyklen Gruppe I, Arbeitsweise (nicht TNC 426, TNC 430)

MP7420.1

Getrennte Bereiche Mäanderförmig mit Abhebebewegung räumen: **+0**
Getrennte Bereiche nacheinander ohne Abhebebewegung räumen: **+1**
Bit 1 bis Bit 7: reserviert



MP7420.1 = 0
(Kleine Kreise = Eintauchbewegungen)



MP7420.1 = 1

Zyklus G75/G76 TASCHENFRAESEN und Zyklus G77/G78 KREISTASCHE: Überlappungsfaktor

MP7430

0,1 bis **1,414**

Zulässige Abweichung des Kreisradius am Kreis-Endpunkt im Vergleich zum Kreis-Anfangspunkt (nicht TNC 410)

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** (nicht TNC 410)
k_V-Faktoren über M105 und M106 umschaltbar: **+8** (nicht TNC 410)
Vorschub in der Werkzeugachse mit M103 F..
Reduzieren nicht aktiv: **+0**
Vorschub in der Werkzeugachse mit M103 F..
Reduzieren aktiv: **+16**
Genauhalt bei Positionierungen mit Drehachsen nicht aktiv: **+0**
Genauhalt bei Positionierungen mit Drehachsen aktiv: **+32**

Die k_V-Faktoren werden vom Maschinenhersteller festgelegt. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Bearbeitungs-Zyklen abarbeiten, wenn kein M3 oder M4 aktiv ist (nicht TNC 410)

MP7441

Fehlermeldung ausgeben wenn kein M3/M4 aktiv: **0**
Fehlermeldung unterdrücken wenn kein M3/M4 aktiv: **1**

Winkel der Richtungsänderung, der noch mit konstanter Bahngeschwindigkeit gefahren wird (Ecke mit R0, „Innen-Ecke“ auch radiuskorrigiert, nicht TNC 426, TNC430)

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**

Abarbeiten von Paletten-Tabellen (nicht TNC 410)

MP7683
Programmlauf Einzelsatz: Bei jedem NC-Start eine Zeile des aktiven NC-Programms abarbeiten: **+0**
Programmlauf Einzelsatz: Bei jedem NC-Start das komplette NC-Programm abarbeiten: **+1**
Programmlauf Satzfolge: Bei jedem NC-Start das komplette NC-Programm abarbeiten: **+0**
Programmlauf Satzfolge: Bei jedem NC-Start alle NC-Programm bis zur nächsten Palette abarbeiten: **+2**
Programmlauf Satzfolge: Bei jedem NC-Start das komplette NC-Programm abarbeiten: **+0**
Programmlauf Satzfolge: Bei jedem NC-Start die komplette Paletten-Datei abarbeiten: **+4**

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** (nicht TNC 410)
HR 130 ohne Zusatztasten: **2** (nicht TNC 410)
HR 330 mit Zusatztasten – die Tastenfür die Verfahrrichtung und Eilgang am Handrad werden von der PLC ausgewertet: **3** (nicht TNC 410)
HR 332 mit zwölf Zusatztasten: **4** (nicht TNC 410)
Mehrfach-Handrad mit Zusatztasten: **5**
HR 410 mit Zusatzfunktionen: **6**

Unterteilungsfaktor (nicht TNC 410)

MP7641
Bei Tastatureingabe: **0**
Von der PLC festgelegt: **1**

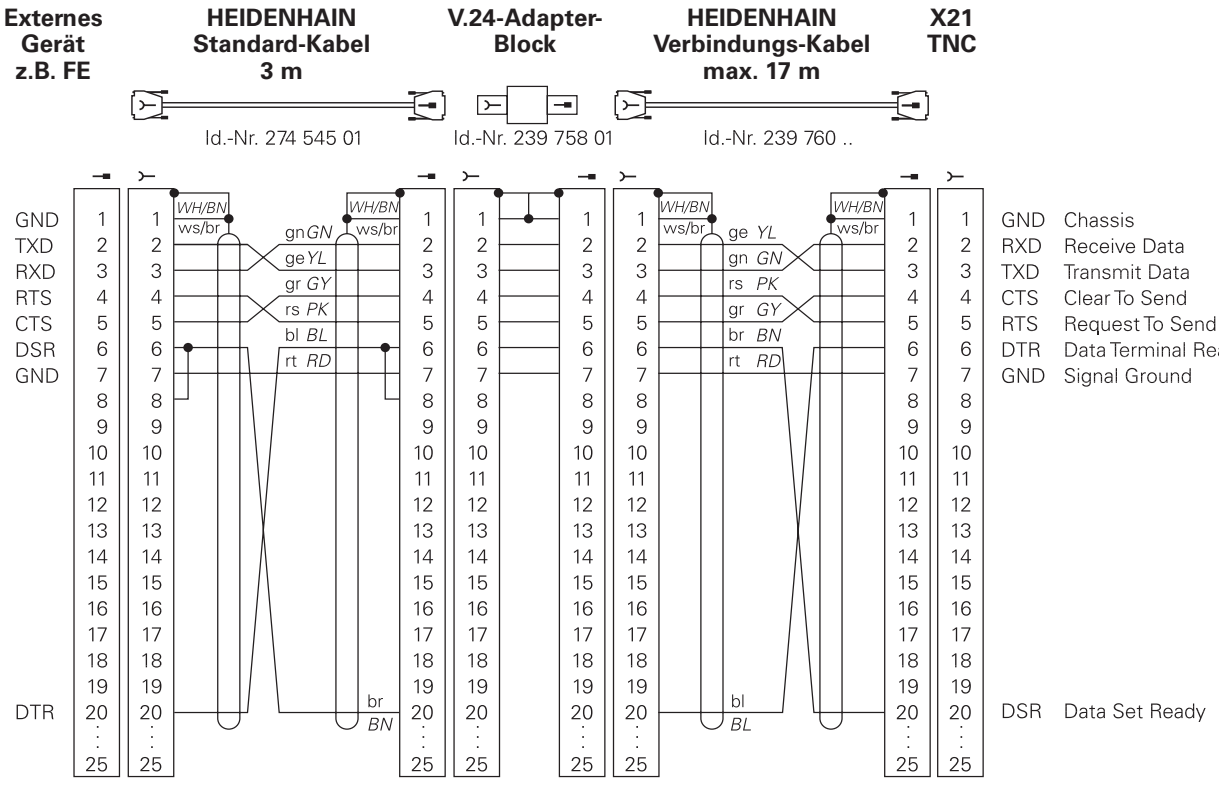
Vom Maschinenhersteller belegbare Funktionen fürs Handrad (nicht TNC 410)

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**

14.2 Steckerbelegung und Anschlußkabel für Datenschnittstellen

Schnittstelle V.24/RS-232-C

HEIDENHAIN-Geräte

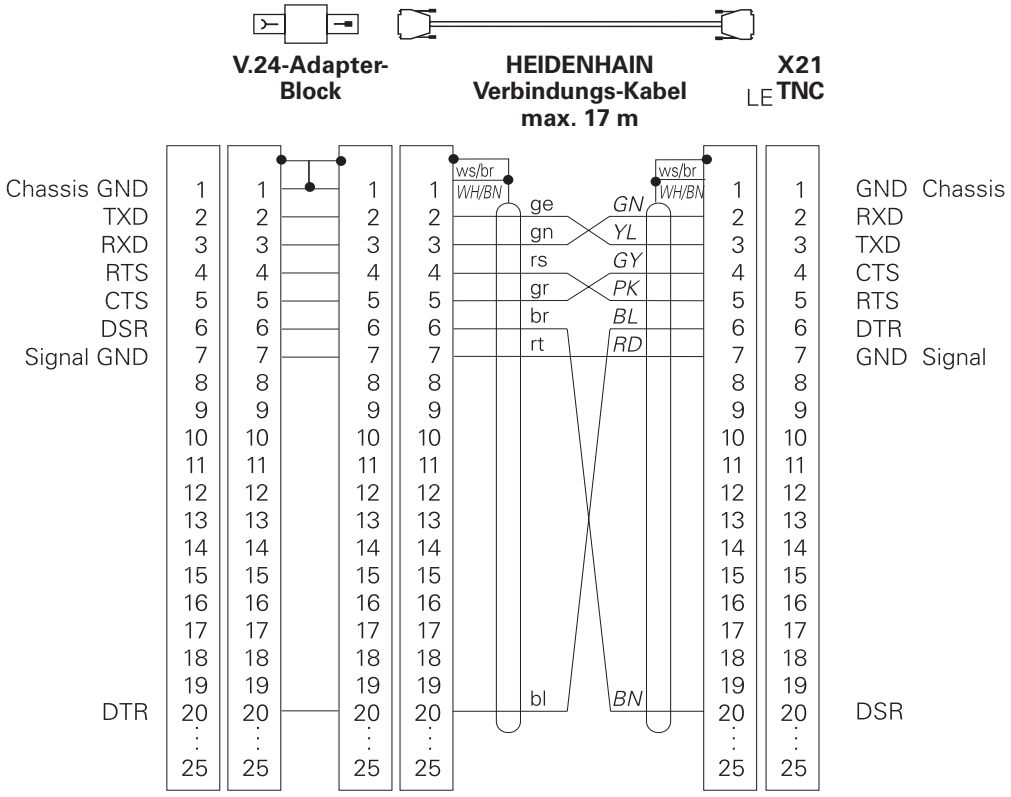


Die Stecker-Belegungen an der TNC-Logikeinheit (X21) und am Adapter-Block sind verschieden.

Fremdgeräte

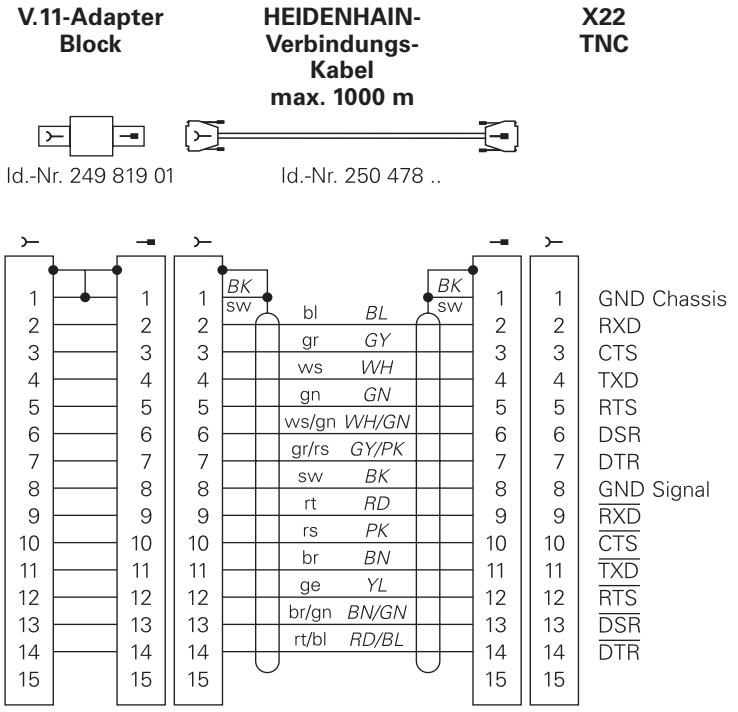
Die Stecker-Belegung am Fremdgerät kann erheblich von der Stecker-Belegung eines HEIDENHAIN-Gerätes abweichen.

Sie ist vom Gerät und der Übertragungsart abhängig. Entnehmen Sie bitte die Steckerbelegung des Adapter-Blocks der untenstehenden Abbildung.



Schnittstelle V.11/RS-422 (nicht TNC 410)
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, nicht TNC 410)
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, nicht TNC 410)
Maximale Kabellänge: 180 m

Pin	Signal	Beschreibung
1	Daten (RXI, TXO)	Innenleiter (Seele)
2	GND	Abschirmung

14.3 Technische Information

Die TNC-Charakteristik

Kurzbeschreibung	Bahnsteuerung für Maschinen mit bis zu 9 Achsen (TNC 410: 4 Achsen), zusätzlich Spindel-Orientierung; TNC 410 CA, TNC 426 CB, TNC 430 CA mit analoger Drehzahl-Regelung, TNC 410 PA, TNC 426 PB, TNC 430 PB mit digitaler Drehzahl-Regelung und integriertem Stromregler
Komponenten	■ Logik-Einheit ■ Bedienfeld ■ Farbbildschirm mit Softkeys
Datenschnittstellen	■ V.24 / RS-232-C ■ V.11 / RS-422 (nicht TNC 410) ■ Ethernet-Schnittstelle (Option, nicht TNC 410) Erweiterte Datenschnittstelle mit LSV-2-Protokoll zum externen Bedienen der TNC über die Datenschnittstelle mit HEIDENHAIN-Software TNCremo (nicht TNC 410)
Gleichzeitig verfahrende Achsen bei Konturelementen	■ Geraden bis zu 5 Achsen (TNC 410: 3 Achsen) Exportversionen TNC 426 CF, TNC 426 PF, TNC 430 CE, TNC 430 PE: 4 Achsen ■ Kreise bis zu 3 Achsen (bei geschwenkter Bearbeitungsebene, TNC 410: 2 Achsen) ■ Schraubenlinie 3 Achsen
„Look Ahead“	■ 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	■ Programmier-Grafik ■ Test-Grafik ■ Programmlauf-Grafik (nicht TNC 410)
Datei-Typen	■ HEIDENHAIN-Klartext-Dialog-Programme ■ DIN/ISO-Programme ■ Werkzeug-Tabellen ■ Schnittdaten-Tabellen (nicht TNC 410) ■ Nullpunkt-Tabellen ■ Punkte-Tabellen ■ Paletten-Dateien (nicht TNC 410) ■ Text-Dateien (nicht TNC 410) ■ Frei definierbare Tabellen (nicht TNC 410) ■ System-Dateien

Programm-Speicher	■ Festplatte mit 1.5 GByte für NC-Programme (TNC 410: ca. 10.000 NC-Sätze batteriegepuffert) ■ Beliebig viele Dateien verwaltbar (TNC 410: bis zu 64 Dateien)
Werkzeug-Definitionen	Bis zu 254 Werkzeuge im Programm, beliebig viele Werkzeuge in Tabellen (TNC 410: bis zu 254)
Programmierhilfen	■ Funktionen zum Anfahren und Verlassen der Kontur ■ Integrierter Taschenrechner (nicht TNC 410) ■ Gliedern von Programmen (nur Klartext-Dialog, nicht TNC 410) ■ Kommentar-Sätze ■ Direkte Hilfe zu anstehenden Fehlermeldungen (kontextsensitive Hilfe, nicht TNC 410) ■ Hilfe-Funktion für DIN/ISO-Programmierung (nicht TNC 426, TNC 430)

Programmierbare Funktionen

Konturelemente	■ Gerade ■ Fase ■ Kreisbahn ■ Kreismittelpunkt ■ Kreisradius ■ Tangential anschließende Kreisbahn ■ Ecken-Runden ■ Geraden und Kreisbahnen zum Anfahren und Verlassen der Kontur ■ B-Spline (nicht TNC 410)
Programmsprünge	■ Unterprogramm ■ Programmteil-Wiederholung ■ Beliebiges Programm als Unterprogramm
Bearbeitungs-Zyklen	■ Bohrzyklen zum Bohren, Tiefbohren, Reiben, Ausdrehen, Senken Gewindebohren mit und ohne Ausgleichsfutter ■ Rechteck- und Kreistasche schruppen 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 (nicht TNC 410)

Koordinaten-Umrechnungen	■ Nullpunkt-Verschiebung ■ Spiegeln ■ Drehung ■ Massfaktor ■ Bearbeitungsebene schwenken (nicht TNC 410)
3D-Tastsystem-Einsatz	■ Antastfunktionen zum Bezugspunkt-Setzen und zur automatischen Werkstück-Vermessung ■ Digitalisieren von 3D-Formen mit messendem Tastsystem (Option, nur Klartext-Dialog, nicht TNC 410) ■ Digitalisieren von 3D-Formen mit schaltendem Tastsystem (Option, nur Klartext-Dialog) ■ Automatische Werkzeug-Vermessung mit TT 120 (nur Klartext-Dialog)
Mathematische Funktionen	■ Grundrechenarten +, –, x und ¸ ■ Dreiecksberechnungen sin, cos, tan, arcsin, arccos, arctan ■ Wurzel aus Werten ($\sqrt{a}$) und Quadratsummen ($\sqrt{a^2 + b^2}$) ■ Quadrieren von Werten (SQ) ■ Potenzieren von Werten (^) ■ Konstante PI (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, TNC 410: 6 ms/Satz, 20 ms/Satz beim blockweisen Abarbeiten über die Datenschnittstelle
Regelkreis-Zykluszeit	■ TNC 410 Bahninterpolation: 6 ms ■ 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 über V.24/V.11 Maximal 1 Mbaud über Ethernet-Schnittstelle (Option, nicht TNC 410)
Umgebungstemperatur	■ Betrieb: 0°C bis +45°C ■ Lagerung: –30°C bis +70°C
Verfahrweg	Maximal 100 000 mm (2540 Zoll) TNC 410: Maximal 30 000 mm (1.181 Zoll)
Verfahrgeschwindigkeit	Maximal 300 m/min (11.811 Zoll/min) TNC 410: Maximal 100 m/min
Spindeldrehzahl	Maximal 99 999 U/min
Eingabe-Bereich	■ Minimum 0,1µm (0,00001 Zoll) bzw. 0,0001° (TNC 410: 1 µm) ■ Maximum 99 999,999 mm (3.937 Zoll) bzw. 99 999,999° TNC 410: Maximum 30 000 mm (1.181 Zoll) bzw. 30 000,000°

14.4 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“

14.5 Adressbuchstaben (DIN/ISO)

G-Funktionen

Gruppe	G	Funktion	satzweise wirksam	Hinweis Seite
Positioniervorgänge	00	Geraden-Interpolation, kartesisch im Eilgang		102
	01	Geraden-Interpolation, kartesisch		102
	02	Kreis-Interpolation, kartesisch, im Uhrzeigersinn	■ (mit R)	103
	03	Kreis-Interpolation, kartesisch, im Gegen-Uhrzeigersinn	■ (mit R)	103
	05	Kreis-Interpolation, kartesisch, ohne Drehrichtungsangabe		103
	06	Kreis-Interpolation, kartesisch, tangentialer Konturanschluß		106
	07	Achsparalleler Positionier-Satz	■	
	10	Geraden-Interpolation, polar, im Eilgang		112
	11	Geraden-Interpolation, polar		112
	12	Kreis-Interpolation, polar, im Uhrzeigersinn		112
	13	Kreis-Interpolation, polar, im Gegen-Uhrzeigersinn		112
	15	Kreis-Interpolation, polar, ohne Drehrichtungsangabe		112
	16	Kreis-Interpolation, polar, tangentialer Konturanschluß		113
Zyklen zum Bohren	83	Tiefbohren		146
	84	Gewindebohren mit Ausgleichsfutter		158
	85	Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter		161
	86	Gewindeschneiden (nicht TNC 410)		164
	200	Bohren		147
	201	Reiben		148
	202	Ausdrehen		149
	203	Universal-Bohren		150
	204	Rückwärts-Senken		152

Gruppe	G	Funktion	satzweise wirksam	Hinweis Seite
Zyklen zum Bohren	205	Universal-Tiefbohren (nur NC-Software 280 474-xx)		153
	206	Gewindebohren mit Ausgleichsfutter (nur NC-Software 280 474-xx)		158
	207	Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter (nur NC-Software 280 474-xx)		161
	208	Bohrfräsen (nur NC-Software 280 474-xx)		155
Zyklen zum Fräsen von Taschen, Zapfen und Nuten	74	Nutenfräsen		178
	75	Rechtecktasche-Fräsen im Uhrzeigersinn		169
	76	Rechtecktasche-Fräsen im Gegen-Uhrzeigersinn		169
	77	Kreistasche-Fräsen im Uhrzeigersinn		173
	78	Kreistasche-Fräsen im Gegen-Uhrzeigersinn		173
	210	Nutenfräsen mit pendelndem Eintaucher		179
	211	Runde Nut mit pendelndem Eintaucher		181
	212	Rechtecktasche schlichten		170
	213	Rechteckzapfen schlichten		172
	214	Kreistasche schlichten		175
	215	Kreiszapfen schlichten		176
Zyklen zur Herstellung von Punktemustern	220	Punktemuster auf Kreis		185
	221	Punktemuster auf Linien		186
Zyklen zur Herstellung aufwendiger Konturen	37	Definition der Taschenkontur		190/197
	56	Vorbohren der Kontur-Tasche (in Verbindung mit G37) SLI		181
	57	Ausräumen der Kontur-Tasche (in Verbindung mit G37) SLI		192
	58	Konturfräsen im Uhrzeigersinn (in Verbindung mit G37) SLI		194
	59	Konturfräsen im Gegen-Uhrzeigersinn (in Verbindung mit G37) SLI		194
	120	Kontur-Daten (nicht TNC 410)		199
	121	Vorbohren (in Verbindung mit G37) SLII (nicht TNC 410)		200
	122	Räumen (in Verbindung mit G37) SLII (nicht TNC 410)		201
	123	Schlichten Tiefe (in Verbindung mit G37) SLII (nicht TNC 410)		202
	124	Schlichten Seite (in Verbindung mit G37) SLII (nicht TNC 410)		203
	125	Kontur-Zug (in Verbindung mit G37, nicht TNC 410)		204
	127	Zylinder-Mantel (in Verbindung mit G37, nicht TNC 410)		206
	128	Zylinder-Mantel Nutenfräsen (in Verbindung mit G37, nur NC-Software 280 474-xx)		208
Zyklen zum Abzeilen	60	Punktetabelle abarbeiten (nicht TNC 410)		214
	230	Abzeilen ebener Flächen		216
	231	Abzeilen von beliebig geneigten Flächen		218
Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung	28	Spiegeln		226
	53	Nullpunkt-Verschiebung in einer Nullpunkt-Tabelle		223
	54	Nullpunkt-Verschiebung im Programm		222
	72	Massfaktor		228
	73	Drehung des Koordinatensystems		227
	80	Bearbeitungsebene (nicht TNC 410)		229
Sonder-Zyklen	04	Verweilzeit	■	236
	36	Spindel-Orientierung		237
	39	Zyklus Programm-Aufruf, Zyklus-Aufruf über G79	■	236
	62	Toleranzabweichung für schnelles Konturfräsen (nicht TNC410)		238

Gruppe	G	Funktion	satzweise wirksam	Hinweis Seite
	79	Zyklus-Aufruf	■	141
Auswahl der Bearbeitungsebene	17	Ebenenauswahl XY, Werkzeug-Achse Z		96
	18	Ebenenauswahl ZX, Werkzeug-Achse Y		96
	19	Ebenenauswahl YZ, Werkzeug-Achse X		96
	20	Werkzeug-Achse IV		96
	24	Fasen mit Fasenlänge R		101
	25	Ecken-Runden mit R		106
	26	Tangentiales Anfahren einer Kontur mit R		99
	27	Tangentiales Verlassen einer Kontur mit R		99
	29	Übernahme des letzten Positions-Sollwertes als Pol		110
Rohteil-Definition	30	Rohteil-Definition für Grafik, Min.-Punkt		61
	31	Rohteil-Definition für Grafik, Max.-Punkt		61
	38	Programmlauf-STOP		284
Bahnkorrektur	40	Keine Werkzeug-Korrektur (R0)		90
	41	Werkzeug-Bahnkorrektur, links von der Kontur (RL)		90
	42	Werkzeug-Bahnkorrektur, rechts von der Kontur (RR)		90
	43	Achsparallele Korrektur, Verlängerung (R+)		90
	44	Achsparallele Korrektur, Verkürzung (R–)		90
	51	Nächste Werkzeug-Nummer (bei zentralem Werkzeugspeicher)	■	87
	55	Antast-Funktion		308
Maßeinheit	70	Maßeinheit: Inch (zu Programm-Beginn)		60
	71	Maßeinheit: Millimeter (zu Programm-Beginn)		60
Maßangaben	90	Absolute Maßangaben		35
	91	Inkrementale Maßangaben		35
	98	Setzen einer Label-Nummer	■	220
	99	Werkzeug-Definition	■	80

Adress-Buchstabe	Funktion
%	Programm-Anfang bzw. Programm-Aufruf
#	Nullpunkt-Nummer mit Zyklus G53
A	Drehbewegung um X-Achse
B	Drehbewegung um Y-Achse
C	Drehbewegung um Z-Achse
D	Parameter-Definition (Programm-Parameter Q)
DL	Verschleiß-Korrektur Länge mit Werkzeug-Aufruf
DR	Verschleiß-Korrektur Radius mit Werkzeug-Aufruf
E	Toleranz für M112 und M124
F	Vorschub
F	Verweilzeit mit G04
F	Maßfaktor mit G72
F	Faktor für Vorschub-Reduzierung mit M103
G	Wegbedingung
H	Polarkoordinaten-Winkel im Kettenmaß/Absolutmaß
H	Drehwinkel mit G73
H	Grenzwinkel für M112

Adress-Buchstabe	Funktion
I	X-Koordinate des Kreismittelpunkts/Pols
J	Y-Koordinate des Kreismittelpunkts/Pols
K	Z-Koordinate des Kreismittelpunkts/Pols
L	Setzen einer Label-Nummer mit G98
L	Sprung auf eine Label-Nummer
L	Werkzeug-Länge mit G99
LA	Anzahl der Sätze für Vorausrechnung mit M120
M	Zusatz-Funktionen
N	Satznummer
P	Zyklus-Parameter in Bearbeitungszyklen
P	Parameter in Parameter-Definitionen
Q	Programm-Parameter/Zyklus-Parameter Q
R	Polarkoordinaten-Radius
R	Kreis-Radius mit G02/G03/G05
R	Rundungs-Radius mit G25/G26/G27
R	Fasen-Abschnitt mit G24
R	Werkzeug-Radius mit G99
S	Spindeldrehzahl
S	Spindel-Orientierung mit G36
T	Werkzeug-Definition mit G99
T	Werkzeug-Aufruf
U	Linearbewegung parallel zur X-Achse
V	Linearbewegung parallel zurY-Achse
W	Linearbewegung parallel zur Z-Achse
X	X-Achse
Y	Y-Achse
Z	Z-Achse
*	Satzende

Parameter-Definition	Funktion	Hinweis Seite
D00	Zuweisung	254
D01	Addition	254
D02	Subtraktion	254
D03	Multiplikation	254
D04	Division	254
D05	Wurzel	254
D06	Sinus	256
D07	Cosinus	256
D08	Wurzel aus Quadratsumme ($c = \sqrt{a^2 + b^2}$)	256
D09	Wenn gleich, Sprung	257
D10	Wenn ungleich, Sprung	257
D11	Wenn größer, Sprung	257
D12	Wenn kleiner, Sprung	257
D13	Winkel (Winkel aus $c \cdot \sin \alpha$ und $c \cdot \cos \alpha$)	256
D14	Fehler-Nummer	259
D15	Print	259
D19	Zuweisung PLC-Merker	259

SYMBOLE

3D-Darstellung ... 278
3D-Tastsystem ... 296
  kalibrieren
    messendes ... 301
    schaltendes ... 298
  Kalibrierwerte in TOOL.T speichern ... 300, 302
  Messen während des Programmlaufs ... 310

A

Adressbuchstaben ... 360
Antastzyklen ... 296
Anwenderparameter
  allgemeine ... 336
    für 3D-Tastsysteme und Digitalisieren ... 338
    für Bearbeitung und Programmlauf ... 348
    für externe Datenübertragung ... 337
    für TNC-Anzeigen, TNC-Editor ... 341
  maschinenspezifische ... 329
Arbeitsraum-Überwachung ... 329
Arbeitsraum-Überwachung beim PGM-Test ... 333
Ausdrehen ... 150
Ausräumen. *Siehe* SL-Zyklen: Räumen
Ausschalten ... 16

B

Bahnbewegungen ... 102
  Polarkoordinaten ... 112
    Gerade mit Vorschub ... 113
    Kreisbahn mit tangentialem Anschluß ... 114
    Kreisbahn um Pol ... 113
  rechtwinklige Koordinaten ... 102
    Gerade im Eilgang ... 103
    Gerade mit Vorschub ... 103
    Kreisbahn mit festgelegtem Radius ... 105
    Kreisbahn mit tangentialem Anschluß ... 107
    Kreisbahn um Kreis-mittelpunkt ... 104
Bahnfunktionen
  Grundlagen ... 97
  Kreise und Kreisbögen ... 98
    Drehsinn ... 98
BAUD-RATE einstellen ... 317, 318
Bearbeitung unterbrechen ... 286
Bearbeitungsebene schwenken ... 21
  Leitfaden ... 234
  manuell ... 21
  Zyklus ... 231
Bearbeitungszeit ermitteln ... 280
Bedienfeld ... 5
Beliebiges Programm als Unterprogramm ... 244
Betriebsarten ... 5
Bezugspunkt wählen ... 36
Bezugspunkt-Setzen ... 20
  mit 3D-Tastsystem ... 304
    Ecke als Bezugspunkt ... 305
    in einer beliebigen Achse ... 304
    Kreismittelpunkt als Bezugspunkt ... 305
    über Bohrungen ... 306
  ohne 3D-Tastsystem ... 20
Bezugssystem ... 33

B

Bildschirm ... 3
Bildschirm-Aufteilung ... 4
Bohren ... 147, 148, 151
Bohrfräsen ... 157
Bohrzyklen ... 146

D

Darstellung in 3 Ebenen ... 277
Datei-Status ... 38, 45
Datei-Verwaltung
  aufrufen ... 38, 45, 56
  Datei einlesen ... 58
  Datei kopieren ... 39, 48, 57
  Datei löschen ... 39, 49, 57
  Datei schützen ... 42, 54, 57
  Datei umbenennen ... 42, 50, 57
  Datei wählen ... 38, 47
  Datei-Name ... 37
  Datei-Typ ... 37
  Dateien markieren ... 50
  Dateien überschreiben ... 54
  Erweiterte ... 44
  externe Datenübertragung ... 40, 52
  konfigurieren über MOD ... 329
  Standard ... 38
  Tabellen kopieren ... 48
  Verzeichnis
    erstellen ... 47
    kopieren ... 48
Datenschnittstelle
  einrichten ... 317, 318, 319
  Steckerbelegung ... 352
  zuweisen ... 319
Datensicherung ... 37
Datenübertragungs-Geschwindigkeit ... 317, 318

D

Datenübertragungs-Programm ... 320
Digitalisierdaten
  abarbeiten ... 216
DIN/ISO-Format ... 59
Draufsicht ... 277
Drehachse ... 134
  Anzeige reduzieren ... 135
  wegoptimiert fahren ... 134
Drehachsen wegoptimiert verfahren: M126 ... 134
Drehung ... 229

E

Ecken-Runden ... 108
Eilgang ... 78
Einschalten ... 16
Ellipse ... 268
Ethernet-Schnittstelle
  Anschluß-Möglichkeiten ... 323
  konfigurieren ... 324
  Netzlaufwerke verbinden und lösen ... 55

F

Fase ... 103
Fehlermeldungen ... 73, 261
  ausgeben ... 261
Festplatte ... 37
FK-Programm in Klartext-Programm umwandeln ... 42
FNxx. *Siehe* Q-Parameter-Programmierung
Formeln eingeben ... 263

G

Gerade
  im Eilgang ... 103, 113
  mit Vorschub ... 103, 113
Gewindebohren
  mit Ausgleichsfutter ... 159, 160
  ohne Ausgleichsfutter ... 162, 163
Gewindeschneiden ... 165
Grafik
  Ausschnittsvergrößerung ... 67
  beim Programmieren ... 66, 67
Grafiken ... 276
  Ansichten ... 276
  Ausschnitts-Vergrößerung ... 278
Grafische Simulation ... 280
Groß- Kleinschreibung umschalten ... 69
Grundlagen ... 32

H

Handrad-Positionierungen überlagern ... 133
Hauptachsen ... 33
Hauptebenen ... 98
Helix-Interpolation ... 114, 116
Hilfe bei Fehlermeldungen ... 73
Hilfe-Funktion ... 74
  ausführen ... 334

K

Klammerrechnung ... 263
Kommentare einfügen ... 68
Konstante Bahn-geschwindigkeit :M90 ... 124
Kontur
  anfahren und verlassen ... 99
  tangential An- und Wegfahren ... 101
Kontur-Zug ... 206
Kontur-Zyklen. *Siehe* SL-Zyklen
Konturübergang
  M112 ... 125
  M124 ... 127
Koordinaten-Umrechnung
  Übersicht ... 223
Kopieren von Programmteilen ... 64
Kreisbahn ... 104, 105, 113, 114
Kreismittelpunkt ... 104
Kreistasche
  schlichten ... 177
  schruppen ... 175
Kreiszapfen schlichten ... 178
Kugel ... 272

L

L-Satz-Generierung ... 332
Langloch fräsen ... 181
Laserschneiden, Zusatz-Funktionen ... 140
Lochkreis ... 187
Look ahead ... 132

M

M-Funktionen. *Siehe* Zusatz-Funktionen
Maschinen-Parameter
für 3D-Tastsysteme ... 338
für externe Datenübertragung ... 337
für TNC-Anzeigen und den TNC-Editor ... 341
Maschinenachsen verfahren ... 17
mit elektronischem Handrad ... 18
mit externen Richtungstasten ... 17
schrittweise ... 19
Maschinenfeste Koordinaten: M91/M92 ... 121
Maßfaktor ... 230
Meßwerte protokollieren ... 297
MOD-Funktion
verlassen ... 314
wählen ... 314

N

NC-Fehlermeldungen ... 73
Netzwerk-Anschluß ... 55
Netzwerk-Drucker ... 55, 326
Netzwerk-Einstellungen ... 324
Nicht gesteuerte Achsen im NC-Programm ... 285
Nullpunkt-Verschiebung
im Programm ... 224
mit Nullpunkt-Tabellen ... 225
Nutenfraesen ... 180
pendelnd ... 181

O

Offene Konturecken: M98 ... 130
Options-Nummer ... 316

P

Paletten-Tabelle
abarbeiten ... 76
Übernehmen von Koordinaten ... 76
Parameter-Programmierung. *Siehe* Q-Parameter-Programmierung
Pfad ... 43
Platz-Tabelle ... 86
Pol
festlegen ... 34
programmieren ... 112
Polarkoordinaten
Grundlagen ... 34
programmieren ... 112
Winkel-Bezugsachse ... 34
Positionieren
bei geschwenkter Bearbeitungsebene ... 123
mit Handeingabe ... 26
POSITIP-Betrieb ... 285
Programm
-Aufbau ... 59
editieren ... 63, 65
eröffnen ... 60
Programm-Aufruf
über Zyklus ... 238
Programm-Name. *Siehe* Datei-Verwaltung: Datei-Name
Programm-Test ... 282
ausführen ... 282
bis zu einem bestimmten Satz ... 283
Übersicht ... 282
Programm-Verwaltung. *Siehe* Datei-Verwaltung
Programmier-Grafik ... 66, 67

P

Programmlauf ... 284
ausführen ... 284
beliebiger Einstieg ins Programm ... 289
fortsetzen nach Unterbrechung ... 288
Sätze überspringen ... 293
Übersicht ... 284
unterbrechen ... 286
Programmteil-Wiederholung
Arbeitsweise ... 243
aufrufen ... 243
programmieren ... 243
Programmteile kopieren ... 64
Puffer-Batterie wechseln ... 360
Punkte-Tabellen ... 144
Programmier-Beispiel ... 168
Punktemuster
auf Kreis ... 187
auf Linien ... 188
Übersicht ... 186

Q

Q-Parameter
kontrollieren ... 260
unformatiert ausgeben ... 262
vorbelegte ... 266
Werte an PLC übergeben ... 262
Q-Parameter-Programmierung ... 254
mathematische Grundfunktionen ... 256
Programmierhinweise ... 254
Wenn/dann-Entscheidungen ... 259
Winkelfunktionen ... 258
zusätzliche Funktionen ... 261

R

Radiuskorrektur ... 91
- Außenecken ... 93
- Ecken bearbeiten ... 93
- Innenecken ... 93

Rechtecktasche
- schlichten ... 172

Rechteckzapfen schlichten ... 174
Referenzpunkte überfahren ... 16
Regelfläche ... 220
Reiben ... 149
Rohteil
- definieren ... 59

Rückwärts-Senken ... 153
Runde Nut fräsen ... 183
Rundungskreis zwischen Geradenstücken: M112 ... 125

S

Satz
- ändern ... 63, 65
- einfügen ... 63, 65
- löschen ... 63, 65

Satzpuffer ... 317
Satzvorlauf ... 289
Schlüssel-Zahl ... 316
Schnelles 3D-Fräsen ... 240
Schraubenlinie ... 114
Schwenkachsen ... 136
Schwenken der Bearbeitungsebene ... 21, 231
SL-Zyklen
- Kontur-Daten ... 201
- Konturfräsen ... 196
- Räumen ... 194, 203
- Schlichten Seite ... 204
- Schlichten Tiefe ... 204
- Überlagerte Konturen ... 199
- Vorbohren ... 193, 202
- Zyklus Kontur ... 192, 199

S

Software-Nummer ... 316
Spiegeln ... 228
Spindel-Orientierung ... 239
Spindeldrehzahl ... 19
- ändern ... 20
- eingeben ... 20, 78

Status-Anzeige ... 9
- allgemeine ... 9
- zusätzliche ... 10

T

Taschenrechner ... 72
Teilefamilien ... 255
Text-Datei
- Editier-Funktionen ... 69
- Lösch-Funktionen ... 70
- öffnen ... 69
- Textteile finden ... 71
- verlassen ... 69

Tiefbohren ... 147, 155
Tiefenschlichten ... 204
TNC 410, TNC 426, TNC 430 ... 2, 356
TNCremo ... 320
Trigonometrie ... 258

U

Universal-Bohren ... 151
Unterprogramm
- Arbeitsweise ... 242
- aufrufen ... 243
- programmieren ... 243

V

Verschachtelungen ... 245
Verweilzeit ... 238
Verzeichnis ... 43
- erstellen ... 47
- kopieren ... 48

Vollkreis ... 111
Vorpositionieren ... 99
Vorschub ... 19
- ändern ... 20
- bei Drehachsen: M116 ... 134

Vorschubfaktor fürs Eintauchen: M103 ... 131

W

Werkstück-Positionen
- absolute ... 35
- relative ... 35

Werkstück-Schieflage kompensieren ... 302
Werkstücke vermessen ... 307
Werkzeug-Bewegungen
- eingeben ... 80
- programmieren ... 97
- Übersicht ... 96

Werkzeug-Daten ... 80
- aufrufen ... 88
- Delta-Werte ... 80
- in die Tabelle eingeben ... 81
- indizieren ... 84
- ins Programm eingeben ... 80

Werkzeug-Korrektur
- Länge ... 90
- Radius ... 91

Werkzeug-Länge ... 79
Werkzeug-Name ... 79
Werkzeug-Nummer ... 79
Werkzeug-Radius ... 80

W

Werkzeug-Tabelle ... 81
editieren ... 83
Eingabemöglichkeiten ... 81
Übersicht Editierfunktionen ... 84
verlassen ... 83
Werkzeugwechsel ... 89
automatischer ... 89
Wiederanfahren an die Kontur ... 291
Winkelfunktionen ... 258

Z

Zubehör ... 14
Zusatz-Funktionen ... 120
eingeben ... 120
für das Bahnverhalten ... 124
für die Spindel ... 121
für Drehachsen ... 134
für Koordinatenangaben ... 121
für Laser-Schneidmaschinen ... 140
für Programmlauf-Kontrolle ... 121
Zusatzachsen ... 33
Zyklus
aufrufen ... 143, 145
definieren ... 142
Gruppen ... 142
mit Punkte-Tabellen ... 144
Zylinder ... 270
Zylinder-Mantel ... 208, 210

M	Wirkung der M-Funktion	Wirksam am Satz - Anfang	Ende	Seite
M00	Programmlauf HALT/Spindel HALT/Kühlmittel AUS		■	**121**
M01	Wahlweiser Programmlauf HALT		■	**293**
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)		■	**143**
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°	■		**135**
M97	Kleine Konturstufen bearbeiten		■	**129**
M98	Offene Konturen vollständig bearbeiten		■	**130**
M99	Satzweiser Zyklus-Aufruf		■	**143**

M	Wirkung der M-Funktion	Wirksam am Satz - Anfang	Ende	Seite
M101	Automatischer Werkzeugwechsel mit Schwesterwerkzeug, wenn max. Standzeit abgelaufen	■		
M102	M101 rücksetzen		■	**89**
M103	Vorschub beim Eintauchen reduzieren auf Faktor F (prozentualer Wert)	■		**131**
M104	Letzten in der Betriebsart Manuell gesetzten Bezugspunkt wieder aktivieren	■		**123**
M105	Bearbeitung mit zweitem kv-Faktor durchführen	■		
M106	Bearbeitung mit erstem kv-Faktor durchführen	■		**350**
M107	Fehlermeldung bei Schwesterwerkzeugen mit Aufmaß unterdrücken	■		
M108	M107 rücksetzen		■	**89**
M109	Konstante Bahngeschwindigkeit an der Werkzeug-Schneide (Vorschub-Erhöhung und -Reduzierung)	■		
M110	Konstante Bahngeschwindigkeit an der Werkzeug-Schneide (nur Vorschub--Reduzierung)	■		
M111	M109/M110 rücksetzen		■	**132**
M112	Konturübergänge zwischen beliebigen Konturelementen einfügen; Toleranz der Konturabweichung über T eingeben	■		
M113	M112 rücksetzen			**125**
M114	Autom. Korrektur der Maschinengeometrie beim Arbeiten mit Schwenkachsen	■		
M115	M114 rücksetzen		■	**136**
M116	Vorschub bei Winkelachsen in mm/min	■		
M117	M116 rücksetzen		■	**134**
M118	Handrad-Positionierung während des Programmlaufs überlagern	■		**133**
M120	Radiuskorrigierte Kontur vorausberechnen (LOOK AHEAD)	■		**132**
M124	Konturfilter	■		**127**
M126	Drehachsen wegoptimiert verfahren	■		
M127	M126 rücksetzen		■	**134**
M128	Position der Werkzeugspitze beim Positionieren von Schwenkachsen beibehalten (TCPM)	■		
M129	M128 rücksetzen		■	**137**
M130	Im Positioniersatz: Punkte beziehen sich auf das ungeschwenkte Koordinatensystem	■		**123**
M134	Genauhalt an nicht tangentialen Konturübergängen bei Positionierungen mit Drehachsen	■		
M135	M134 rücksetzen		■	**139**
M136	Vorschub F in Mikrometer pro Spindel-Umdrehung	■		
M137	M136 rücksetzen		■	**131**
M138	Auswahl von Schwenkachsen	■		**139**
M200	Laserschneiden: Programmierte Spannung direkt ausgeben	■		
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)	■		**140**

Programmier-Hilfe

Konturzyklen

Programm-Aufbau bei Bearbeitung mit mehreren Werkzeugen	
Liste der Kontur-Unterprogramme	G37 P01 ...
Kontur-Daten definieren	G120 Q1 ...
Bohrer definieren/aufrufen Konturzyklus: Vorbohren Zyklus-Aufruf	G121 Q10 ...
Schruppfräser definieren/aufrufen Konturzyklus: Ausräumen Zyklus-Aufruf	G122 Q10 ...
Schlichtfräser definieren/aufrufen Konturzyklus: Schlichten Tiefe Zyklus-Aufruf	G123 Q11 ...
Schlichtfräser definieren/aufrufen Konturzyklus: Schlichten Seite Zyklus-Aufruf	G124 Q11 ...
Ende des Haupt-Programmes, Rücksprung	**M02**
Kontur-Unterprogramme	G98 ... G98 L0

Radiuskorrektur der Kontur-Unterprogramme

Kontur	Programmierreihenfolge der Konturelemente	Radius-Korrektur
Innen (Tasche)	im Uhrzeigersinn (CW) im Gegenuhrzeigersinn (CCW)	G42 (RR) G41 (RL)
Außen (Insel)	im Uhrzeigersinn (CW) im Gegenuhrzeigersinn (CCW)	G41 (RL) G42 (RR)

Koordinaten-Umrechnungen

Koordinaten-Umrechnung	Aktivieren	Aufheben
Nullpunkt-Verschiebung	G54 X+20Y+30 Z+10	G54 X+0Y+0 Z+0
Spiegeln	G28 X	G28
Drehung	G73 H+45	G73 H+0
Maßfaktor	G72 F0,8	G72 F1
Bearbeitungsebene	G 80 A+10 B+10 C15	G80

Q-Parameter-Definitionen

D	Funktion
00	Zuweisung
01	Addition
02	Subtraktion
03	Multiplikation
04	Division
05	Wurzel
06	Sinus
07	Cosinus

D	Funktion
08	Wurzel aus Quadratsumme $c = \sqrt{a^2+b^2}$
09	Wenn gleich, Sprung auf Label-Nummer
10	Wenn ungleich, Sprung auf Label-Nummer
11	Wenn größer, Sprung auf Label-Nummer
12	Wenn kleiner, Sprung auf Label-Nummer
13	Angle (Winkel aus c • sin a und c • cos a)
14	Fehler-Nummer
15	Print
19	Zuweisung PLC

Funktionsübersicht DIN/ISO

TNC 410, TNC 426, TNC 430

M-Funktionen

M00 M01 M02	Programmlauf-Halt/Spindel-Halt/Kühlmittel-Aus Wahlweiser Programmlauf-Halt (nicht TNC 426, TNC 430) Programmlauf-Halt/Spindel-Halt/Kühlmittel-Aus ggf. Status-Anzeige löschen Rücksprung zu Satz 1
M03/M04 M05	Spindel-Ein im Uhrzeigersinn / im Gegenuhrzeigersinn Spindel-Halt
M06	Werkzeug-Wechsel, ggf. Spindel-Halt/Programmlauf-Halt
M08/M09	Kühlmittel-Ein / Kühlmittel-Aus
M13 M14	Spindel-Ein im Uhrzeigersinn/Kühlmittel-Ein Spindel-Ein im Gegenuhrzeigersinn/Kühlmittel-Ein
M30	Wie M02
M89	Freie Zusatz-Funktion oder Zyklus-Aufruf, modal wirksam
M99	Zyklus-Aufruf, satzweise wirksam
M90	Konstante Bahngeschwindigkeit bei Innenecken und bei unkorrigierten Ecken
M91 M92	Koordinaten im Positioniersatz beziehen sich auf den Maschinen-Nullpunkt Koordinaten im Positioniersatz beziehen sich auf einen maschinenfesten Punkt
M94	Anzeige der Drehachse auf einen Wert unter 360° reduzieren
M97 M98	Bahnkorrektur bei Außenecken: Schnittpunkt statt Übergangskreis Bahnkorrektur-Ende, satzweise wirksam
M101 M102	Automatischer Werkzeugwechsel mit Schwester-Werkzeug, wenn maximale Standzeit abgelaufen. M101 rücksetzen
M103	Vorschub beim Eintauchen reduzieren auf Faktor F (prozentualer Wert)
M104	Letzten in der Betriebsart Manuell gesetzten Bezugspunkt wieder aktivieren (nur NC 280 474-xx)
M105 M106	Bearbeitung mit zweitem k_v-Faktor durchführen (nicht TNC 410) Bearbeitung mit erstem k_v-Faktor durchführen (nicht TNC 410)
M107 M108	Fehlermeldung bei Schwesterwerkzeugen mit Aufmaß unterdrücken (bei blockweisem Übertragen, nicht TNC 410) M107 rücksetzen
M109 M110 M111	Konstante Vorschubgeschwindigkeit an der Werkzeug-Schneide bei Innen- und Außenecken Konstante Vorschubgeschwindigkeit an der Werkzeug-Schneide bei Innenenecken Vorschub bezieht sich auf die Mittelpunktsbahn (Standardverhalten)
M112 M113	Konturübergänge zwischen beliebigen Konturübergängen einfügen, Toleranz der Konturabweichung über E eingebbar M112 rücksetzen (nicht TNC 426, TNC 430)
M114 M115	Automatische Korrektur der Maschinengeometrie beim Arbeiten mit Schwenkachsen (nicht TNC 410) M114 rücksetzen (nicht TNC 410)
M116 M117	Vorschub bei Drehachsen in mm/min (nicht TNC 410) M116 rücksetzen
M118	Handrad-Positionierung während des Programmlaufs überlagern (nicht TNC 410)
M120	Radiuskorrigierte Kontur vorausberechnen (LOOK AHEAD)
M124	Konturfilter (nicht TNC 426, TNC 430)
M126 M127	Drehachsen wegoptimiert verfahren M126 rücksetzen
M128 M129	Position der Werkzeugspitze beim Positionieren von Schwenkachsen beibehalten (nicht TNC 410) M128 rücksetzen (nicht TNC 410)
M130	Im Positioniersatz: Punkte beziehen sich auf das ungeschwenkte Koordinatensystem (nicht TNC 410)
M134 M135	Genauhalt an nicht tangentialen Übergängen bei Positionierungen mit Rundachsen (nicht TNC 410) M134 rücksetzen (nicht TNC 410)
M136 M137	Vorschub F in Mikrometer pro Spindel-Umdrehung M136 rücksetzen
M138	Auswahl von Schwenkachsen
M200...M204	Funktionen für Laser-Schneidmaschinen (nicht TNC 410)

G-Funktionen und Adressen

G-Funktionen

Werkzeug-Bewegungen

	G00	Geraden-Interpolation, kartesisch, im Eilgang
	G01	Geraden-Interpolation, kartesisch
	G02	Kreis-Interpolation, kartesisch, im Uhrzeigersinn
	G03	Kreis-Interpolation, kartesisch, im Gegenuhrzeigersinn
	G05	Kreis-Interpolation, kartesisch, ohne Drehrichtungsangabe
	G06	Kreis-Interpolation, kartesisch, tangentialer Konturanschluß
*	G07	Achsparalleler Positionier-Satz
	G10	Geraden-Interpolation, polar, im Eilgang
	G11	Geraden-Interpolation, polar
	G12	Kreis-Interpolation, polar, im Uhrzeigersinn
	G13	Kreis-Interpolation, polar, im Gegenuhrzeigersinn
	G15	Kreis-Interpolation, polar, ohne Drehrichtungsangabe
	G16	Kreis-Interpolation, polar, tangentialer Konturanschluß

Fase/Rundung/Kontur anfahren/verlassen

*	G24	Fasen mit Fasenlänge R
*	G25	Ecken-Runden mit Radius R
*	G26	Weiches (tangentiales) Anfahren einer Kontur mit Radius R
*	G27	Weiches (tangentiales) Verlassen einer Kontur mit Radius R

Werkzeug-Definition

*	G99	Mit Werkzeug-Nummer T, Länge L, Radius R

Werkzeug-Radiuskorrektur

	G40	Keine Werkzeug-Radiuskorrektur
	G41	Werkzeug-Bahnkorrektur, links von der Kontur
	G42	Werkzeug-Bahnkorrektur, rechts von der Kontur
	G43	Achsparallele Korrektur für G07, Verlängerung
	G44	Achsparallele Korrektur für G07, Verkürzung

Rohteil-Definition für Grafik

	G30	(G17/G18/G19) Minimal-Punkt
	G31	(G90/G91) Maximal-Punkt

Zyklen zum Bohren

	G83	Tiefbohren
	G84	Gewindebohren mit Ausgleichsfutter
	G85	Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter
	G86	Gewindeschneiden (nicht TNC 410)
	G200	Bohren
	G201	Reiben
	G202	Ausdrehen
	G203	Universal-Bohren
	G204	Rückwärts-Senken
	G205	Univeral-Tiefbohren (nur NC-Software 280 474-xx)
	G206	Gewindebohren mit Ausgleichsfutter (nur NC-Software 280 474-xx)
	G207	Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter (nur NC-Software 280 474-xx)
	G208	Bohrfräsen (nur NC-Software 280 474-xx)

Zyklen zum Fräsen von Taschen, Zapfen und Nuten

	G74	Nutenfräsen
	G75	Rechtecktaschen-Fräsen im Uhrzeigersinn
	G76	Rechtecktaschen-Fräsen im Gegenuhrzeigersinn
	G77	Kreistaschen-Fräsen im Uhrzeigersinn
	G78	Kreistaschen-Fräsen im Gegenuhrzeigersinn
	G210	Nutenfräsen mit pendelndem Eintauchen
	G211	Runde Nut mit pendelndem Eintauchen
	G212	Rechtecktasche schlichten
	G213	Rechteckzapfen schlichten
	G214	Kreistasche schlichten
	G215	Kreiszapfen schlichten

Zyklen zur Herstellung von Punktemuster

	G220	Punktemuster auf Kreis
	G221	Punktemuster auf Linien

SL-Zyklen Gruppe 1

	G37	Kontur, Definition der Teilkontur-Unterprogramm-Nummern
	G56	Vorbohren
	G57	Ausräumen (Schruppen)
	G58	Konturfräsen im Uhrzeigersinn (Schlichten)
	G59	Konturfräsen im Gegenuhrzeigersinn (Schlichten)

SL-Zyklen Gruppe 2 (nicht TNC410)

	G37	Kontur, Definition der Teilkontur-Unterprogramm-Nummern
	G120	Kontur-Daten festlegen (gültig für G121 bis G124)
	G121	Vorbohren
	G122	Konturparallel Ausräumen (Schruppen)
	G123	Tiefen-Schlichten
	G124	Seiten-Schlichten
	G125	Kontur-Zug (offene Kontur bearbeiten)
	G127	Zylinder-Mantel

G-Funktionen

Koordinaten-Umrechnungen

	G53	Nullpunkt-Verschiebung aus Nullpunkt-Tabellen
	G54	Nullpunkt-Verschiebung im Programm
	G28	Spiegeln der Kontur
	G73	Drehung des Koordinatensystems
	G72	Maßfaktor, Kontur verkleinern/vergrößern
	G80	Bearbeitungsebene schwenken

Zyklen zum Abzeilen

	G60	Punktetabellen abarbeiten (nicht TNC 410)
	G230	Abzeilen ebener Flächen
	G231	Abzeilen von beliebig geneigten Flächen

Sonder-Zyklen

*	G04	Verweilzeit mit F Sekunden
	G36	Spindel-Orientierung
*	G39	Programm-Aufruf
	G62	Toleranzabweichung für schnelles Konturfräsen (nicht TNC 410)

Bearbeitungs-Ebene festlegen

	G17	Ebene X/Y, Werkzeug-Achse Z
	G18	Ebene Z/X, Werkzeug-Achse Y
	G19	Ebene Y/Z, Werkzeug-Achse X
	G20	Werkzeug-Achse IV

Maßangaben

	G90	Maßangaben absolut
	G91	Maßangaben inkremental

Maßeinheit

	G70	Maßeinheit inch (am Programm-Anfang festlegen)
	G71	Maßeinheit Millimeter (am Programm-Anfang festlegen)

Sonstige G-Funktionen

	G29	Letzten Positions-Sollwert als Pol (Kreismittelpunkt)
	G38	Programmlauf-STOP
*	G51	Werkzeug-Vorauswahl (bei zentralem Werkzeug-Speicher)
	G55	Programmierbare Antast-Funktion
*	G79	Zyklus-Aufruf
*	G98	Label-Nummer setzen

*) Satzweise wirksame Funktion

Adressen

Adr.	Funktion
%	Programm-Anfang
%	Programm-Aufruf
#	Nullpunkt-Nummer mit G53
A	Drehbewegung um X-Achse
B	Drehbewegung um Y-Achse
C	Drehbewegung um Z-Achse
D	Q-Parameter-Definitionen
DL	Verschleiß-Korr. Länge mit T
DR	Verschleiß-Korr. Radius mit T
E	Toleranz mit M112 und M124
F	Vorschub
F	Verweilzeit mit G04
F	Maßfaktor mit G72
F	Faktor F-Reduz. mit M103
G	G-Funktionen
H	Polarkoordinaten-Winkel
H	Drehwinkel mit G73
H	Grenzwinkel mit M112
I	X-Koordinate des Kreismittelpunkts/Pols
J	Y-Koordinate des Kreismittelpunkts/Pols
K	Z-Koordinate des Kreismittelpunkts/Pols
L	Setzen einer Label-Nummer mit G98
L	Sprung auf eine Label-Nr.
L	Werkzeug-Länge mit G99

Adr.	Funktion
M	M-Funktionen
N	Satznummer
P	Zyklus-Parameter in Bearbeitungszyklen
P	Wert oder Q-Parameter in Q-Parameter-Definition
Q	Parameter Q
R	Polarkoordinaten-Radius
R	Kreis-Radius mit G02/G03/G05
R	Rundungs-Radius mit G25/G26/G27
R	Werkzeug-Radius mit G99
S	Spindeldrehzahl
S	Spindel-Orientierung mit G36
T	Werkzeug-Definition mit G99
T	Werkzeug-Aufruf
T	nächstes Werkzeug mit G51
U	Achse parallel zur X-Achse
V	Achse parallel zur Y-Achse
W	Achse parallel zur Z-Achse
X	X-Achse
Y	Y-Achse
Z	Z-Achse
*****	Satzende

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

318 179-13 · 4/99 · pdf · Printed in Germany · Subject to change without notice