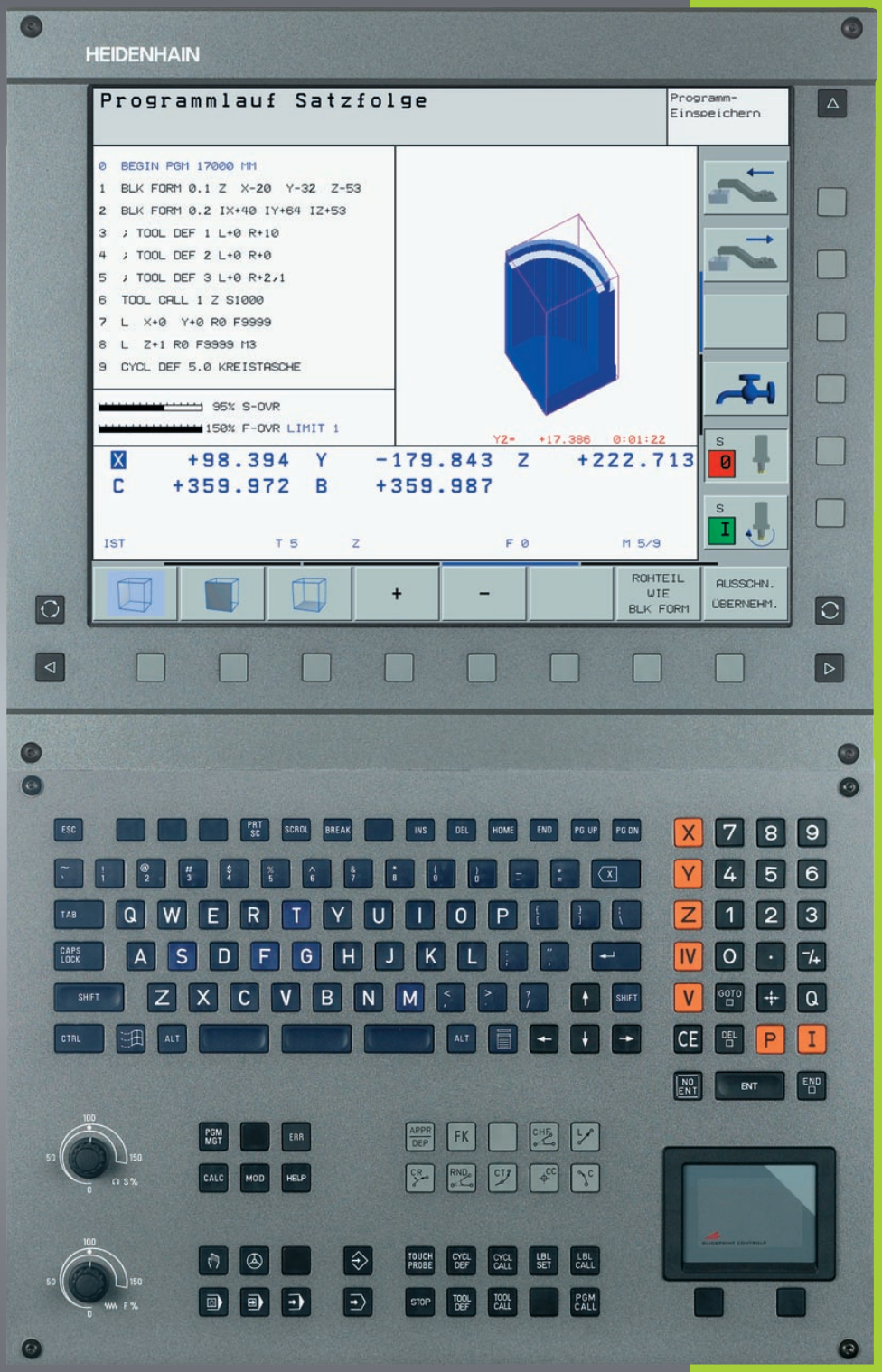



HEIDENHAIN

# iTNC 530

**NC-Software**
**340 422-xx**
**340 423-xx**
**340 480-xx**
**340 481-xx**

## Benutzer-Handbuch
## DIN/ISO-Programmierung

**Deutsch (de)**
**4/2003**

**Bedienelemente der Bildschirm-Einheit**

Bildschirm-Aufteilung wählen

Bildschirm zwischen Maschinen- und Programmier-Betriebsart wählen

Softkeys: Funktion im Bildschirm wählen

Softkey-Leisten umschalten

**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

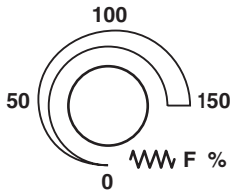
CALC Taschenrechner einblenden

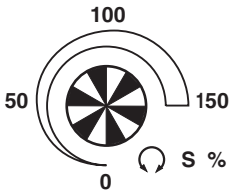
**Hellfeld verschieben und Sätze, Zyklen und Parameter-Funktionen direkt wählen**

Hellfeld verschieben

GOTO Sätze, Zyklen und Parameter-Funktionen direkt wählen

**Override Drehknöpfe für Vorschub/Spindeldrehzahl**




**Bahnbewegungen programmieren**

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**

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

**Zyklen, Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen**

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

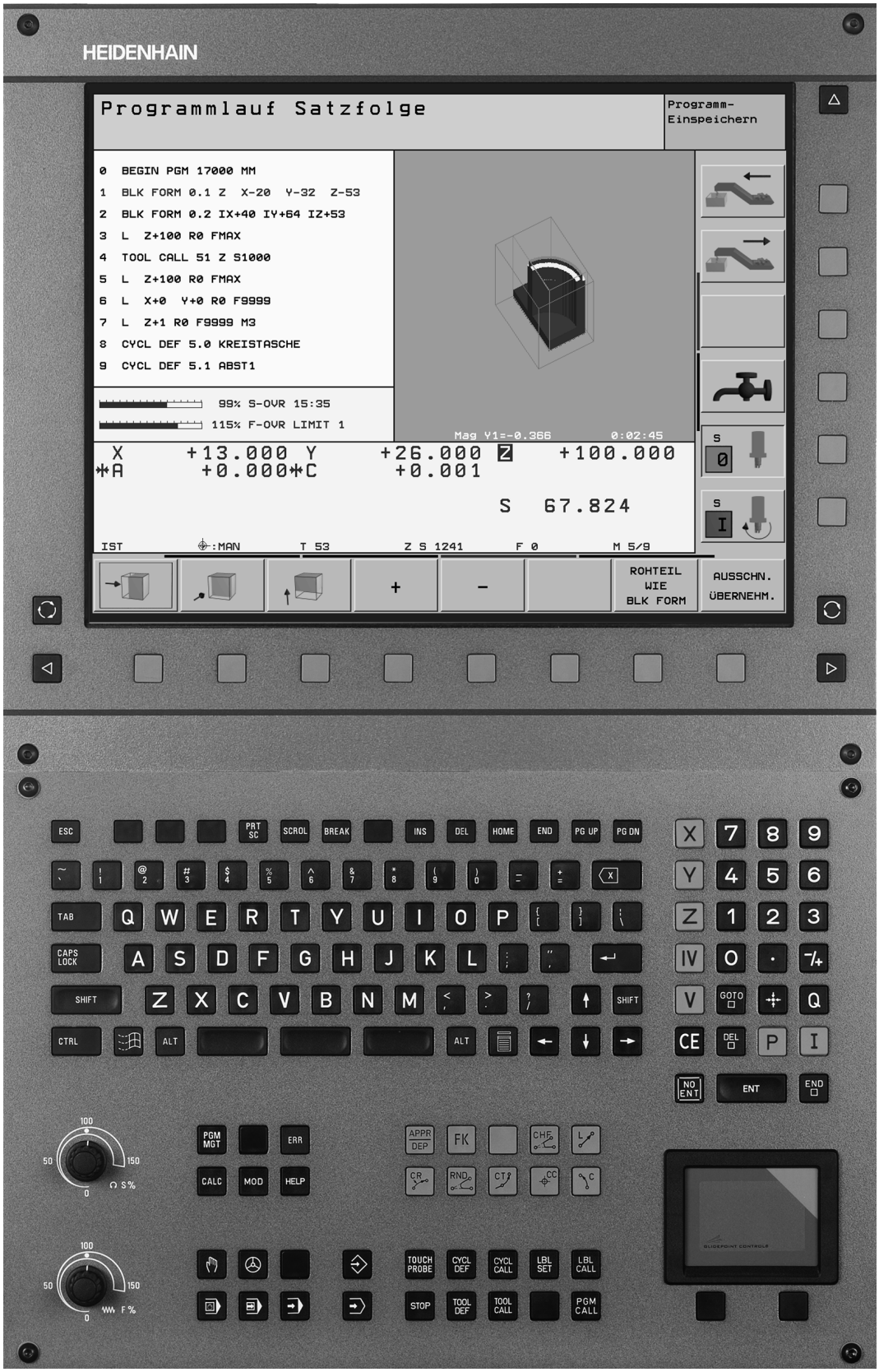
NO ENT Dialogfragen übergehen und Wörter löschen

ENT Eingabe abschließen und Dialog fortsetzen

END Satz abschließen

CE Zahlenwert-Eingaben rücksetzen oder TNC Fehlermeldung löschen

DEL Dialog abbrechen, Programmteil löschen


HEIDENHAIN
Programmlauf Satzfolge
Programm-
Einspeichern
0 BEGIN PGM 17000 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X-20 Y-32 Z-53
2 BLK FORM 0.2 IX+40 IY+64 IZ+53
3 L Z+100 R0 FMAX
4 TOOL CALL 51 Z S1000
5 L Z+100 R0 FMAX
6 L X+0 Y+0 R0 F9999
7 L Z+1 R0 F9999 M3
8 CYCL DEF 5.0 KREISTASCHE
9 CYCL DEF 5.1 ABST1
99% S-OVR 15:35
115% F-OVR LIMIT 1
Mag Y1=-0.366
0:02:45
X +13.000 Y +26.000 Z +100.000
A +0.000 C +0.001
S 67.824
IST
:MAN
T 53
Z S 1241
F 0
M 5/9
+
-
ROHTEIL
WIE
BLK FORM
AUSSCHN.
ÜBERNEHM.

## TNC-Typ, Software und Funktionen

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

| TNC-Typ | NC-Software-Nr. |
|---|---|
| iTNC 530 | 340 422-xx |
| iTNC 530 E | 340 423-xx |
| iTNC 530, 2 Prozessor-Version | 340 480-xx |
| iTNC 530 E, 2 Prozessor-Version | 340 481-xx |

Der Kennbuchstabe E kennzeichnet die Exportversion der TNC. Für die Exportversion 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.

Verschieden TNC-Funktionen stehen nicht an allen Maschinen zur Verfügung, da diese Funktionen von Ihrem Maschinen-Hersteller angepasst werden müssen, wie beispielsweise

- Antastfunktion für das 3D-Tastsystem
- Werkzeug-Vermessung mit dem TT 130
- Gewindebohren ohne Ausgleichfutter
- Wiederanfahren an die Kontur nach Unterbrechungen

Darüber hinaus besitz die iTNC 530 noch 2 Software-Optionspakete, die von Ihnen oder Ihrem Maschinen-Hersteller freigeschaltet werden können:

| **Software-Option 1** |
| --- |
| Zylindermantel-Interpolation (Zyklen 27 und 28) |
| Vorschub in mm/min bei Rundachsen: M116 |
| Schwenken der Bearbeitungsebene (Zyklus 19 und Softkey 3D-ROT in der Betriebsart Manuell) |
| Kreis in 3 Achsen bei geschwenkter Bearbeitungsebene |

| **Software-Option 2** |
| --- |
| Satzverarbeitungszeit 0.5 ms anstelle 3.6 ms |
| 5-Achs-Interpolation |
| Spline-Interpolation |
| 3D-Bearbeitung:<br>■ **M114**: Automatische Korrektur der Maschinengeometrie beim Arbeiten mit Schwenkachsen<br>■ **M128**: Position der Werkzeugspitze beim Positionieren von Schwenkachsen beibehalten (TCPM)<br>■ **M144**: Berücksichtigung der Maschinen-Kinematik in IST/SOLL-Positionen am Satzende<br>■ Zusätzliche Parameter **`Schlichten/Schruppen`** und **`Toleranz für Drehachsen`** im Zyklus 32 (G62)<br>■ LN-Sätze (3D-Korrektur) |

Setzen Sie sich bitte mit dem Maschinenhersteller in Verbindung, um den tatsächlichen Funktionsumfang Ihrer 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:**

Alle Tastsystem-Funktionen sind in einem separaten Benutzer-Handbuch beschrieben. Wenden Sie sich ggf. an HEIDENHAIN, wenn Sie dieses Benutzer-Handbuch benötigen. Ident-Nr.: 375 319-xx.

### Vorgesehener Einsatzort

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

## Neue Funktionen bezogen auf die Vorgänger-Versionen 340 420-xx/340 421-xx

- Verwalten von Bezugspunkten über die **Preset-Tabelle** (siehe „Bezugspunkt-Verwaltung mit der Preset-Tabelle" auf Seite 54)
- Neuer Fräszyklus **RECHTECKTASCHE** (siehe „RECHTECKTASCHE (Zyklus G251)" auf Seite 285)
- Neuer Fräszyklus **KREISTASCHE** (siehe „KREISTASCHE (Zyklus G252)" auf Seite 290)
- Neuer Fräszyklus **NUTENFRAESEN** (siehe „NUTENFRAESEN (Zyklus G253)" auf Seite 293)
- Neuer Fräszyklus **RUNDE NUT** (siehe „RUNDE NUT (Zyklus G254)" auf Seite 297)
- Mit der Funktion **CYCL CALL POS** steht eine neue Möglichkeit zur Verfügung, Bearbeitungszyklen aufzurufen (siehe „Zyklus-Aufruf mit G79:G01 (CYCL CALL POS)" auf Seite 227)
- Zyklus 205 **UNIVERSAL-TIEFBOHREN** erweitert: Vertiefter Startpunkt zum Tiefbohren eingebbar (siehe „UNIVERSAL-TIEFBOHREN (Zyklus G205)" auf Seite 246)
- Zyklus **Punktemuster auf Kreis** erweitert: Verfahren zwischen den Bearbeitungspositionen wählbar auf einer Geraden oder auf dem Teilkreis (siehe „PUNKTEMUSTER AUF KREIS (Zyklus G220)" auf Seite 327)
- Besonderheiten der **iTNC 530 mit Windows 2000** (siehe „iTNC 530 mit Windows 2000 (Option)" auf Seite 541)
- Verwaltung von abhängigen Dateien (siehe „Einstellung abhängige Dateien ändern" auf Seite 494)
- Überprüfen von Netzwerk-Verbindungen mit dem Ping-Monitor (siehe „Netzwerk-Verbindung prüfen" auf Seite 492)
- Versionsnummern-Datei erstellen (siehe „Schlüssel-Zahl eingeben" auf Seite 481)
- Zyklus 210 **NUT PENDELND** wurde erweitert um Parameter Vorschub Tiefenzustellung beim Schlichten (siehe „NUT (Langloch) mit pendelndem Eintauchen (Zyklus G210)" auf Seite 316)
- Zyklus 211 **RUNDE NUT** wurde erweitert um Parameter Vorschub Tiefenzustellung beim Schlichten (siehe „RUNDE NUT (Langloch) mit pendelndem Eintauchen (Zyklus G211)" auf Seite 319)

## Geänderte Funktionen bezogen auf die Vorgänger-Versionen 340 420-xx/340 421-xx

- Die Funktion **Nullpunkt-Verschiebung** aus Nullpunkt-Tabellen wurde geändert. REF-bezogene Nullpunkte stehen nicht mehr zur Verfügung. Dafür wurde die Preset-Tabelle eingeführt (siehe „NULLPUNKT-Verschiebung mit Nullpunkt-Tabellen (Zyklus G53)" auf Seite 383)
- Die Funktion des **Zyklus 247** wurde geändert. Zyklus 247 aktiviert jetzt einen Preset aus der Preset-Tabelle (siehe „BEZUGSPUNKT SETZEN (Zyklus G247)" auf Seite 387)
- Der **Maschinen-Parmeter 7475** hat keine Funktion mehr (siehe „Kompatibilitäts-Maschinen-Parameter für Nullpunkt-Tabellen" auf Seite 522)

## Neue/geänderte Beschreibungen in diesem Handbuch

- Bedeutung der Software-Nummern unter MOD (siehe „Software- und Options-Nummern" auf Seite 480)
- Aufrufen von Bearbeitungszyklen (siehe „Zyklus aufrufen" auf Seite 226)
- Programmierbeispiel mit neuen Fräszyklen (siehe „Beispiel: Tasche, Zapfen und Nuten fräsen" auf Seite 322)
- Beschreibung der Tastatur-Einheit TE 530 neu dazu (siehe „Bedienfeld" auf Seite 35)
- Werkzeug-Daten von einem externen PC aus überschreiben (siehe „Einzelne Werkzeugdaten von einem externen PC aus überschreiben" auf Seite 147)
- iTNC direkt mit einem Windows-PC verbinden (siehe „iTNC direkt mit einem Windows PC verbinden" auf Seite 487)

# Inhalt


Einführung 1

Handbetrieb und Einrichten 2

Positionieren mit Handeingabe 3

Programmieren: Grundlagen Dateiverwaltung, 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

Programmtest und Programm-lauf 11

MOD-Funktionen 12

Tabellen und Übersichten 13

iTNC 530 mit Windows 2000 (Option) 14


Index

## 1 Einführung ..... 31

1.1 Die iTNC 530 ..... 32
Programmierung: HEIDENHAIN Klartext-Dialog und DIN/ISO ..... 32
Kompatibilität ..... 32
1.2 Bildschirm und Bedienfeld ..... 33
Bildschirm ..... 33
Bildschirm-Aufteilung festlegen ..... 34
Bedienfeld ..... 35
1.3 Betriebsarten ..... 36
Manueller Betrieb und El. Handrad ..... 36
Positionieren mit Handeingabe ..... 36
Programm-Einspeichern/Editieren ..... 37
Programm-Test ..... 37
Programmlauf Satzfolge und Programmlauf Einzelsatz ..... 38
1.4 Status-Anzeigen ..... 39
„Allgemeine“ Status-Anzeige ..... 39
Zusätzliche Status-Anzeigen ..... 40
1.5 Zubehör: 3D-Tastsysteme und elektronische Handräder von HEIDENHAIN ..... 43
3D-Tastsysteme ..... 43
Elektronische Handräder HR ..... 44

## 2 Handbetrieb und Einrichten ..... 45


2.1 Einschalten, Ausschalten ..... 46
Einschalten ..... 46
Ausschalten ..... 47
2.2 Verfahren der Maschinenachsen ..... 48
Hinweis ..... 48
Achse mit den externen Richtungstasten verfahren ..... 48
Verfahren mit dem elektronischen Handrad HR 410 ..... 49
Schrittweises Positionieren ..... 50
2.3 Spindeldrehzahl S, Vorschub F und Zusatzfunktion M ..... 51
Anwendung ..... 51
Werte eingeben ..... 51
Spindeldrehzahl und Vorschub ändern ..... 51
2.4 Bezugspunkt-Setzen (ohne 3D-Tastsystem) ..... 52
Hinweis ..... 52
Vorbereitung ..... 52
Bezugspunkte setzen ..... 53
Bezugspunkt-Verwaltung mit der Preset-Tabelle ..... 54
2.5 Bearbeitungsebene schwenken (Software Option 1) ..... 59
Anwendung, Arbeitsweise ..... 59
Referenzpunkte-Anfahren bei geschwenkten Achsen ..... 60
Bezugspunkt-Setzen im geschwenkten System ..... 61
Bezugspunkt-Setzen bei Maschinen mit Rundtisch ..... 61
Bezugspunkt-Setzen bei Maschinen mit Kopfwechsel-Systemen ..... 61
Positionsanzeige im geschwenkten System ..... 62
Einschränkungen beim Schwenken der Bearbeitungsebene ..... 62
Manuelles Schwenken aktivieren ..... 63


## 3 Positionieren mit Handeingabe ..... 65


3.1 Einfache Bearbeitungen programmieren und abarbeiten ..... 66
Positionieren mit Handeingabe anwenden ..... 66
Programme aus $MDI sichern oder löschen ..... 69

## 4 Programmieren: Grundlagen, Datei-Verwaltung, Programmierhilfen, Paletten-Verwaltung ..... 71


4.1 Grundlagen ..... 72
- Wegmessgeräte und Referenzmarken ..... 72
- Bezugssystem ..... 72
- Bezugssystem an Fräsmaschinen ..... 73
- Polarkoordinaten ..... 74
- Absolute und inkrementale Werkstück-Positionen ..... 75
- Bezugspunkt wählen ..... 76

4.2 Datei-Verwaltung: Grundlagen ..... 77
- Dateien ..... 77
- Datensicherung ..... 78

4.3 Standard-Datei-Verwaltung ..... 79
- Hinweis ..... 79
- Datei-Verwaltung aufrufen ..... 79
- Datei wählen ..... 80
- Datei löschen ..... 80
- Datei kopieren ..... 81
- Datenübertragung zu/von einem externen Datenträger ..... 82
- Eine der letzten 10 gewählten Dateien wählen ..... 84
- Datei umbenennen ..... 84
- Datei schützen / Dateischutz aufheben ..... 85

4.4 Erweiterte Datei-Verwaltung ..... 86
- Hinweis ..... 86
- Verzeichnisse ..... 86
- Pfade ..... 86
- Übersicht: Funktionen der erweiterten Datei-Verwaltung ..... 87
- Datei-Verwaltung aufrufen ..... 88
- Laufwerke, Verzeichnisse und Dateien wählen ..... 89
- Neues Verzeichnis erstellen (nur auf Laufwerk TNC:\ möglich) ..... 90
- Einzelne Datei kopieren ..... 91
- Verzeichnis kopieren ..... 92
- Eine der letzten 10 gewählten Dateien auswählen ..... 93
- Datei löschen ..... 93
- Verzeichnis löschen ..... 93
- Dateien markieren ..... 94
- Datei umbenennen ..... 95
- Zusätzliche Funktionen ..... 95
- Datenübertragung zu/von einem externen Datenträger ..... 96
- Datei in ein anderes Verzeichnis kopieren ..... 97
- Die TNC am Netzwerk ..... 99

4.5 Programme eröffnen und eingeben ..... 100
Aufbau eines NC-Programms im DIN/ISO-Format ..... 100
Rohteil definieren: **G30/G31** ..... 100
Neues Bearbeitungs-Programm eröffnen ..... 101
Werkzeug-Bewegungen programmieren ..... 103
Ist-Positionen übernehmen ..... 104
Programm editieren ..... 105
Die Suchfunktion der TNC ..... 109
4.6 Programmier-Grafik ..... 111
Programmier-Grafik mitführen/nicht mitführen ..... 111
Programmier-Grafik für bestehendes Programm erstellen ..... 111
Satz-Nummern ein- und ausblenden ..... 112
Grafik löschen ..... 112
Ausschnittsvergrößerung oder -verkleinerung ..... 112
4.7 Programme gliedern ..... 113
Definition, Einsatzmöglichkeit ..... 113
Gliederungs-Fenster anzeigen/Aktives Fenster wechseln ..... 113
Gliederungs-Satz im Programm-Fenster (links) einfügen ..... 113
Sätze im Gliederungs-Fenster wählen ..... 113
4.8 Kommentare einfügen ..... 114
Anwendung ..... 114
Kommentar während der Programmeingabe ..... 114
Kommentar nachträglich einfügen ..... 114
Kommentar in eigenem Satz ..... 114
Funktionen beim Editieren des Kommentars ..... 114
4.9 Text-Dateien erstellen ..... 115
Anwendung ..... 115
Text-Datei öffnen und verlassen ..... 115
Texte editieren ..... 116
Zeichen, Wörter und Zeilen löschen und wieder einfügen ..... 117
Textblöcke bearbeiten ..... 117
Textteile finden ..... 118
4.10 Der Taschenrechner ..... 119
Bedienung ..... 119
4.11 Direkte Hilfe bei NC-Fehler-meldungen ..... 120
Fehlermeldungen anzeigen ..... 120
Hilfe anzeigen ..... 120
4.12 Paletten-Verwaltung ..... 121
Anwendung ..... 121
Paletten-Tabelle wählen ..... 123
Paletten-Datei verlassen ..... 123
Paletten-Datei abarbeiten ..... 123

4.13 Palettenbetrieb mit werkzeugorientierter Bearbeitung ..... 125
Anwendung ..... 125
Paletten-Datei wählen ..... 130
Paletten-Datei mit Eingabeformular einrichten ..... 130
Ablauf der werkzeugorientierten Bearbeitung ..... 134
Paletten-Datei verlassen ..... 135
Paletten-Datei abarbeiten ..... 135

**5 Programmieren: Werkzeuge ..... 137**

5.1 Werkzeugbezogene Eingaben ..... 138
Vorschub F ..... 138
Spindeldrehzahl S ..... 138
5.2 Werkzeug-Daten ..... 139
Voraussetzung für die Werkzeug-Korrektur ..... 139
Werkzeug-Nummer, Werkzeug-Name ..... 139
Werkzeug-Länge L ..... 139
Werkzeug-Radius R ..... 140
Delta-Werte für Längen und Radien ..... 140
Werkzeug-Daten ins Programm eingeben ..... 140
Werkzeug-Daten in die Tabelle eingeben ..... 141
Werkzeug-Tabellen editieren ..... 144
Einzelne Werkzeugdaten von einem externen PC aus überschreiben ..... 147
Platz-Tabelle für Werkzeug-Wechsler ..... 148
Werkzeug-Daten aufrufen ..... 150
Werkzeugwechsel ..... 151
5.3 Werkzeug-Korrektur ..... 153
Einführung ..... 153
Werkzeug-Längenkorrektur ..... 153
Werkzeug-Radiuskorrektur ..... 154
5.4 Peripheral Milling: 3D-Radiuskorrektur mit Werkzeug-Orientierung ..... 157
Anwendung ..... 157
5.5 Arbeiten mit Schnittdaten-Tabellen ..... 158
Hinweis ..... 158
Einsatzmöglichkeiten ..... 158
Tabelle für Werkstück-Materialien ..... 159
Tabelle für Werkzeug-Schneidstoffe ..... 160
Tabelle für Schnittdaten ..... 160
Erforderliche Angaben in der Werkzeug-Tabelle ..... 161
Vorgehensweise beim Arbeiten mit automatischer Drehzahl-/Vorschub-Berechnung ..... 162
Tabellen-Struktur verändern ..... 162
Datenübertragung von Schnittdaten-Tabellen ..... 164
Konfigurations-Datei TNC.SYS ..... 164

## 6 Programmieren: Konturen programmieren ..... 165


6.1 Werkzeug-Bewegungen ..... 166
Bahnfunktionen ..... 166
Zusatzfunktionen M ..... 166
Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen ..... 166
Programmieren mit Q-Parametern ..... 166
6.2 Grundlagen zu den Bahnfunktionen ..... 167
Werkzeugbewegung für eine Bearbeitung programmieren ..... 167
6.3 Kontur anfahren und verlassen ..... 170
Start- und Endpunkt ..... 170
Tangential An- und Wegfahren ..... 172
6.4 Bahnbewegungen – rechtwinklige Koordinaten ..... 174
Übersicht der Bahnfunktionen ..... 174
Gerade im Eilgang G00
Gerade mit Vorschub G01 F. . . ..... 175
Fase zwischen zwei Geraden einfügen ..... 176
Ecken-Runden G25 ..... 177
Kreismittelpunkt I, J ..... 178
Kreisbahn G02/G03/G05 um Kreismittelpunkt I, J ..... 179
Kreisbahn G02/G03/G05 mit festgelegtem Radius ..... 180
Kreisbahn G06 mit tangentialem Anschluss ..... 182
6.5 Bahnbewegungen – Polarkoordinaten ..... 187
Übersicht der Bahnfunktionen mit Polarkoordinaten ..... 187
Polarkoordinaten-Ursprung: Pol I, J ..... 187
Gerade im Eilgang G10, Gerade mit Vorschub G11 F . . . ..... 188
Kreisbahn G12/G13/G15 um Pol I, J ..... 188
Kreisbahn G16 mit tangentialem Anschluss ..... 189
Schraubenlinie (Helix) ..... 189

## 7 Programmieren: Zusatz-Funktionen ..... 195


7.1 Zusatz-Funktionen M und G38 (STOP) eingeben ..... 196
Grundlagen ..... 196
7.2 Zusatz-Funktionen für Programmlauf-Kontrolle, Spindel und Kühlmittel ..... 197
Übersicht ..... 197
7.3 Zusatz-Funktionen für Koordinatenangaben ..... 198
Maschinenbezogene Koordinaten programmieren: M91/M92 ..... 198
Zuletzt gesetzten Bezugspunkt aktivieren: M104 ..... 200
Positionen im ungeschwenkten Koordinaten-System bei geschwenkter Bearbeitungsebene anfahren: M130 ..... 200
7.4 Zusatz-Funktionen für das Bahnverhalten ..... 201
Ecken verschleifen: M90 ..... 201
Definierten Rundungskreis zwischen Geradenstücken einfügen: M112 ..... 202
Punkte beim Abarbeiten von nicht korrigierten Geradensätzen nicht berücksichtigen: M124 ..... 202
Kleine Konturstufen bearbeiten: M97 ..... 203
Offene Konturecken vollständig bearbeiten: M98 ..... 204
Vorschubfaktor für Eintauchbewegungen: M103 ..... 204
Vorschub in Millimeter/Spindel-Umdrehung: M136 ..... 205
Vorschubgeschwindigkeit bei Kreisbögen: M109/M110/M111 ..... 206
Radiuskorrigierte Kontur vorausberechnen (LOOK AHEAD): M120 ..... 207
Handrad-Positionierung während des Pro-grammlaufs überlagern: M118 ..... 208
Rückzug von der Kontur in Werkzeugachsen-Richtung: M140 ..... 209
Tastsystem-Überwachung unterdrücken: M141 ..... 210
Modale Programminformationen löschen: M142 ..... 211
Grunddrehung löschen: M143 ..... 211
7.5 Zusatz-Funktionen für Drehachsen ..... 212
Vorschub in mm/min bei Drehachsen A, B, C: M116 ..... 212
Drehachsen wegoptimiert fahren: M126 ..... 213
Anzeige der Drehachse auf Wert unter 360° reduzieren: M94 ..... 214
Automatische Korrektur der Maschinen-geometrie beim Arbeiten mit Schwenkachsen: M114 (Software-Option 2) ..... 215
Position der Werkzeugspitze beim Positionieren von Schwenkachsen beibehalten (TCPM*): M128 (Software-Option 2) ..... 216
Genauhalt an Ecken mit nicht tangentialen Übergängen: M134 ..... 218
Auswahl von Schwenkachsen: M138 ..... 218
Berücksichtigung der Maschinen-Kinematik in IST/SOLL-Positionen am Satzende: M144 ..... 219
7.6 Zusatz-Funktionen für Laser-Schneidmaschinen ..... 220
Prinzip ..... 220
Programmierte Spannung direkt ausgeben: M200 ..... 220
Spannung als Funktion der Strecke: M201 ..... 220
Spannung als Funktion der Geschwindigkeit: M202 ..... 221
Spannung als Funktion der Zeit ausgeben (zeitabhängige Rampe): M203 ..... 221
Spannung als Funktion der Zeit ausgeben (zeitabhängiger Puls): M204 ..... 221

## 8 Programmieren: Zyklen ..... 223


8.1 Mit Zyklen arbeiten ..... 224
Zyklus definieren über Softkeys ..... 224
Zyklus aufrufen ..... 226
Zyklus-Aufruf mit G79 (CYCL CALL) ..... 226
Zyklus-Aufruf mit G79 PAT (CYCL CALL PAT) ..... 226
Zyklus-Aufruf mit G79:G01 (CYCL CALL POS) ..... 227
Zyklus-Aufruf mit M99/M89 ..... 227
Arbeiten mit Zusatzachsen U/V/W ..... 227
8.2 Punkte-Tabellen ..... 228
Anwendung ..... 228
Punkte-Tabelle eingeben ..... 228
Punkte-Tabelle im Programm wählen ..... 229
Zyklus in Verbindung mit Punkte-Tabellen aufrufen ..... 230
8.3 Zyklen zum Bohren, Gewindebohren und Gewindefräsen ..... 232
Übersicht ..... 232
TIEFBOHREN (Zyklus G83) ..... 234
BOHREN (Zyklus G200) ..... 235
REIBEN (Zyklus G201) ..... 237
AUSDREHEN (Zyklus G202) ..... 239
UNIVERSAL-BOHREN (Zyklus G203) ..... 241
RUECKWAERTS-SENKEN (Zyklus G204) ..... 243
UNIVERSAL-TIEFBOHREN (Zyklus G205) ..... 246
BOHRFRAESEN (Zyklus G208) ..... 249
GEWINDEBOHREN mit Ausgleichsfutter (Zyklus G84) ..... 251
GEWINDEBOHREN NEU mit Ausgleichsfutter (Zyklus G206) ..... 252
GEWINDEBOHREN ohne Ausgleichsfutter GS (Zyklus G85) ..... 254
GEWINDEBOHREN ohne Ausgleichsfutter GS NEU (Zyklus G207) ..... 255
GEWINDESCHNEIDEN (Zyklus G86) ..... 257
GEWINDEBOHREN SPANBRUCH (Zyklus G209) ..... 258
Grundlagen zum Gewindefräsen ..... 260
GEWINDEFRAESEN (Zyklus G262) ..... 262
SENKGEWINDEFRAESEN (Zyklus G263) ..... 264
BOHRGEWINDEFRAESEN (Zyklus G264) ..... 267
HELIX- BOHRGEWINDEFRAESEN (Zyklus G265) ..... 271
AUSSENGEWINDE-FRAESEN (Zyklus G267) ..... 274

8.4 Zyklen zum Fräsen von Taschen, Zapfen und Nuten ..... 283
Übersicht ..... 283
RECHTECKTASCHE (Zyklus G251) ..... 285
KREISTASCHE (Zyklus G252) ..... 290
NUTENFRAESEN (Zyklus G253) ..... 293
RUNDE NUT (Zyklus G254) ..... 297
TASCHENFRAESEN (Zyklus G75, G76) ..... 302
TASCHE SCHLICHTEN (Zyklus G212) ..... 304
ZAPFEN SCHLICHTEN (Zyklus G213) ..... 306
KREISTASCHE (Zyklus G77, G78) ..... 308
KREISTASCHE SCHLICHTEN (Zyklus G214) ..... 310
KREISZAPFEN SCHLICHTEN (Zyklus G215) ..... 312
NUTENFRAESEN (Zyklus G74) ..... 314
NUT (Langloch) mit pendelndem Eintauchen (Zyklus G210) ..... 316
RUNDE NUT (Langloch) mit pendelndem Eintauchen (Zyklus G211) ..... 319
8.5 Zyklen zum Herstellen von Punktemustern ..... 325
Übersicht ..... 325
PUNKTEMUSTER AUF KREIS (Zyklus G220) ..... 327
PUNKTEMUSTER AUF LINIEN (Zyklus G221) ..... 329
8.6 SL-Zyklen Gruppe I ..... 333
Grundlagen ..... 333
Übersicht SL-Zyklen Gruppe I ..... 334
KONTUR (Zyklus G37) ..... 335
VORBOHREN (Zyklus G56) ..... 336
AUSRAEUMEN (Zyklus G57) ..... 337
KONTURFRAESEN (Zyklus G58/G59) ..... 338
8.7 SL-Zyklen Gruppe II ..... 339
Grundlagen ..... 339
Übersicht SL-Zyklen ..... 340
KONTUR (Zyklus G37) ..... 341
Überlagerte Konturen ..... 341
KONTUR-DATEN (Zyklus G120) ..... 344
VORBOHREN (Zyklus G121) ..... 345
RAEUMEN (Zyklus G122) ..... 346
SCHLICHTEN TIEFE (Zyklus G123) ..... 347
SCHLICHTEN SEITE (Zyklus G124) ..... 348
KONTUR-ZUG (Zyklus G125) ..... 349
ZYLINDER-MANTEL (Zyklus G127, Software-Option 1) ..... 351
ZYLINDER-MANTEL Nutenfräsen (Zyklus G128, Software-Option 1) ..... 353

8.8 SL-Zyklen mit Konturformel ..... 364
Grundlagen ..... 364
Programm mit Konturdefinitionen wählen ..... 365
Konturbeschreibungen definieren ..... 365
Konturformel eingeben ..... 366
Überlagerte Konturen ..... 366
Kontur Abarbeiten mit SL-Zyklen ..... 368
8.9 Zyklen zum Abzeilen ..... 372
Übersicht ..... 372
3D-DATEN ABARBEITEN (Zyklus G60) ..... 373
ABZEILEN (Zyklus G230) ..... 374
REGELFLAECHE (Zyklus G231) ..... 376
8.10 Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung ..... 381
Übersicht ..... 381
Wirksamkeit der Koordinaten-Umrechnungen ..... 381
NULLPUNKT-Verschiebung (Zyklus G54) ..... 382
NULLPUNKT-Verschiebung mit Nullpunkt-Tabellen (Zyklus G53) ..... 383
BEZUGSPUNKT SETZEN (Zyklus G247) ..... 387
SPIEGELN (Zyklus G28) ..... 388
DREHUNG (Zyklus G73) ..... 390
MASSFAKTOR (Zyklus G72) ..... 391
BEARBEITUNGSEBENE (Zyklus G80) ..... 392
8.11 Sonder-Zyklen ..... 399
VERWEILZEIT (Zyklus G04) ..... 399
PROGRAMM-AUFRUF (Zyklus G39) ..... 400
SPINDEL-ORIENTIERUNG (Zyklus G36) ..... 401
TOLERANZ (Zyklus G62) ..... 402

## 9 Programmieren: Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen ..... 405


9.1 Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen kennzeichnen ..... 406
Label ..... 406
9.2 Unterprogramme ..... 407
Arbeitsweise ..... 407
Programmier-Hinweise ..... 407
Unterprogramm programmieren ..... 407
Unterprogramm aufrufen ..... 407
9.3 Programmteil-Wiederholungen ..... 408
Label G98 ..... 408
Arbeitsweise ..... 408
Programmier-Hinweise ..... 408
Programmteil-Wiederholung programmieren ..... 408
Programmteil-Wiederholung aufrufen ..... 408
9.4 Beliebiges Programm als Unterprogramm ..... 409
Arbeitsweise ..... 409
Programmier-Hinweise ..... 409
Beliebiges Programm als Unterprogramm aufrufen ..... 410
9.5 Verschachtelungen ..... 411
Verschachtelungsarten ..... 411
Verschachtelungstiefe ..... 411
Unterprogramm im Unterprogramm ..... 411
Programmteil-Wiederholungen wiederholen ..... 412
Unterprogramm wiederholen ..... 413

## 10 Programmieren: Q-Parameter ..... 421


10.1 Prinzip und Funktionsübersicht ..... 422
Programmierhinweise ..... 422
Q-Parameter-Funktionen aufrufen ..... 423
10.2 Teilefamilien – Q-Parameter statt Zahlenwerte ..... 424
NC-Beispielsätze ..... 424
Beispiel ..... 424
10.3 Konturen durch mathematische Funktionen beschreiben ..... 425
Anwendung ..... 425
Übersicht ..... 425
Grundrechenarten programmieren ..... 426
10.4 Winkelfunktionen (Trigonometrie) ..... 428
Definitionen ..... 428
Winkelfunktionen programmieren ..... 429
10.5 Wenn/dann-Entscheidungen mit Q-Parametern ..... 430
Anwendung ..... 430
Unbedingte Sprünge ..... 430
Wenn/dann-Entscheidungen programmieren ..... 430
Verwendete Abkürzungen und Begriffe ..... 431
10.6 Q-Parameter kontrollieren und ändern ..... 432
Vorgehensweise ..... 432
10.7 Zusätzliche Funktionen ..... 433
Übersicht ..... 433
D14: ERROR: Fehlermeldungen ausgeben ..... 434
D15: PRINT: Texte oder Q-Parameter-Werte ausgeben ..... 436
D19: PLC: Werte an PLC übergeben ..... 436
10.8 Formel direkt eingeben ..... 437
Formel eingeben ..... 437
Rechenregeln ..... 439
Eingabe-Beispiel ..... 440
10.9 Vorbelegte Q-Parameter ..... 441
Werte aus der PLC: Q100 bis Q107 ..... 441
Aktiver Werkzeug-Radius: Q108 ..... 441
Werkzeugachse: Q109 ..... 441
Spindelzustand: Q110 ..... 442
Kühlmittelversorgung: Q111 ..... 442
Überlappungsfaktor: Q112 ..... 442
Maßangaben im Programm: Q113 ..... 442
Werkzeug-Länge: Q114 ..... 442
Koordinaten nach Antasten während des Programmlaufs ..... 443
Ist-Sollwert-Abweichung bei automatischer Werkzeug-Vermessung mit dem TT 130 ..... 443
Schwenken der Bearbeitungsebene mit Werkstück-Winkeln: von der TNC berechnete Koordinaten für Drehachsen ..... 443
Messergebnisse von Tastsystem-Zyklen (siehe auch Benutzer-Handbuch Tastsystem-Zyklen) ..... 444

## 11 Programm-Test und Programmlauf ..... 453


11.1 Grafiken ..... 454
Anwendung ..... 454
Übersicht: Ansichten ..... 454
Draufsicht ..... 455
Darstellung in 3 Ebenen ..... 456
3D-Darstellung ..... 457
Ausschnitts-Vergrößerung ..... 458
Grafische Simulation wiederholen ..... 460
Bearbeitungszeit ermitteln ..... 461
11.2 Funktionen zur Programmanzeige ..... 462
Übersicht ..... 462
11.3 Programm-Test ..... 463
Anwendung ..... 463
11.4 Programmlauf ..... 465
Anwendung ..... 465
Bearbeitungs-Programm ausführen ..... 466
Bearbeitung unterbrechen ..... 467
Maschinenachsen während einer Unterbrechung verfahren ..... 468
Programmlauf nach einer Unterbrechung fortsetzen ..... 469
Beliebiger Einstieg ins Programm (Satzvorlauf) ..... 470
Wiederanfahren an die Kontur ..... 472
11.5 Automatischer Programmstart ..... 473
Anwendung ..... 473
11.6 Sätze überspringen ..... 474
Anwendung ..... 474
Löschen des „/“-Zeichens ..... 474
11.7 Wahlweiser Programmlauf-Halt ..... 475
Anwendung ..... 475

## 12 MOD-Funktionen ..... 477


12.1 MOD-Funktion wählen ..... 478
MOD-Funktionen wählen ..... 478
Einstellungen ändern ..... 478
MOD-Funktionen verlassen ..... 478
Übersicht MOD-Funktionen ..... 478
12.2 Software- und Options-Nummern ..... 480
Anwendung ..... 480
12.3 Schlüssel-Zahl eingeben ..... 481
Anwendung ..... 481
12.4 Datenschnittstellen einrichten ..... 482
Anwendung ..... 482
RS-232-Schnittstelle einrichten ..... 482
RS-422-Schnittstelle einrichten ..... 482
BETRIEBSART des externen Geräts wählen ..... 482
BAUD-RATE einstellen ..... 482
Zuweisung ..... 483
Software für Datenübertragung ..... 484
12.5 Ethernet-Schnittstelle ..... 486
Einführung ..... 486
Anschluss-Möglichkeiten ..... 486
iTNC direkt mit einem Windows PC verbinden ..... 487
TNC konfigurieren ..... 489
12.6 PGM MGT konfigurieren ..... 493
Anwendung ..... 493
Einstellung PGM MGT ändern ..... 493
Einstellung abhängige Dateien ändern ..... 494
12.7 Maschinenspezifische Anwenderparameter ..... 495
Anwendung ..... 495
12.8 Rohteil im Arbeitsraum darstellen ..... 496
Anwendung ..... 496
12.9 Positions-Anzeige wählen ..... 498
Anwendung ..... 498
12.10 Maßsystem wählen ..... 499
Anwendung ..... 499
12.11 Programmiersprache für $MDI wählen ..... 500
Anwendung ..... 500
12.12 Achsauswahl für L-Satz-Generierung ..... 501
Anwendung ..... 501

12.13 Verfahrbereichs-Begrenzungen eingeben, Nullpunkt-Anzeige ..... 502
Anwendung ..... 502
Arbeiten ohne Verfahrbereichs-Begrenzung ..... 502
Maximalen Verfahrbereich ermitteln und eingeben ..... 503
Bezugspunkt-Anzeige ..... 503
12.14 HILFE-Dateien anzeigen ..... 504
Anwendung ..... 504
HILFE-DATEIEN wählen ..... 504
12.15 Betriebszeiten anzeigen ..... 505
Anwendung ..... 505
12.16 Teleservice ..... 506
Anwendung ..... 506
Teleservice aufrufen/beenden ..... 506
12.17 Externer Zugriff ..... 507
Anwendung ..... 507

## 13 Tabellen und Übersichten ..... 509

13.1 Allgemeine Anwenderparameter ..... 510
Eingabemöglichkeiten für Maschinen-Parameter ..... 510
Allgemeine Anwenderparameter anwählen ..... 510
13.2 Steckerbelegung und Anschlusskabel für Datenschnittstellen ..... 523
Schnittstelle V.24/RS-232-C HEIDEHAIN-Geräte ..... 523
Fremdgeräte ..... 524
Schnittstelle V.11/RS-422 ..... 525
Ethernet-Schnittstelle RJ45-Buchse ..... 526
13.3 Technische Information ..... 527
13.4 Puffer-Batterie wechseln ..... 533
13.5 DIN/ISO-Adressbuchstaben ..... 534
G-Funktionen ..... 534
Belegte Adressbuchstaben ..... 537
Parameter-Funktionen ..... 538

## 14 iTNC 530 mit Windows 2000 (Option) ..... 541


14.1 Einführung ..... 542
Allgemeines ..... 542
Technische Daten ..... 543
14.2 iTNC 530-Anwendung starten ..... 544
Windows-Anmeldung ..... 544
Anmeldung als TNC-Bediener ..... 544
Anmeldung als lokaler Administrator ..... 545
14.3 iTNC 530 ausschalten ..... 546
Grundsätzliches ..... 546
Abmelden eines Benutzers ..... 546
iTNC-Anwendung beenden ..... 547
Herunterfahren von Windows ..... 548
14.4 Netzwerk-Einstellungen ..... 549
Voraussetzung ..... 549
Einstellungen anpassen ..... 549
Zugriffssteuerung ..... 550
14.5 Besonderheiten in der Datei-Verwaltung ..... 551
Laufwerk der iTNC ..... 551
Daten-Übertragung zur iTNC 530 ..... 552

# 1

## Einführung

# 1.1 Die iTNC 530

HEIDENHAIN TNC's 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 iTNC 530 kann bis zu 9 Achsen steuern. Zusätzlich können Sie die Winkelposition der Spindel programmiert einstellen.

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

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

## Programmierung: HEIDENHAIN Klartext-Dialog und DIN/ISO

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

Ein Programm lässt sich auch dann eingeben und testen, während ein anderes Programm gerade eine Werkstückbearbeitung ausführt.

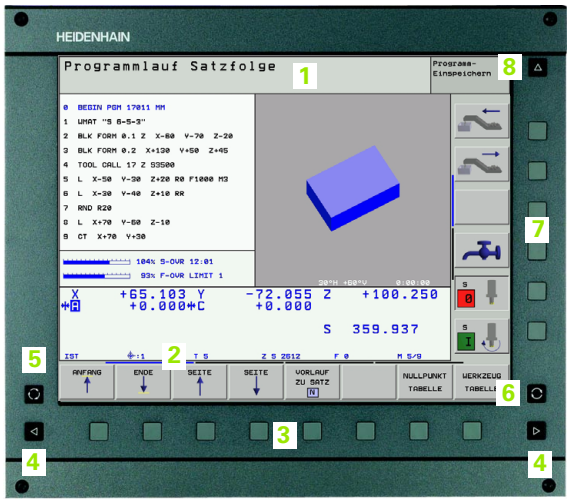
## Kompatibilität

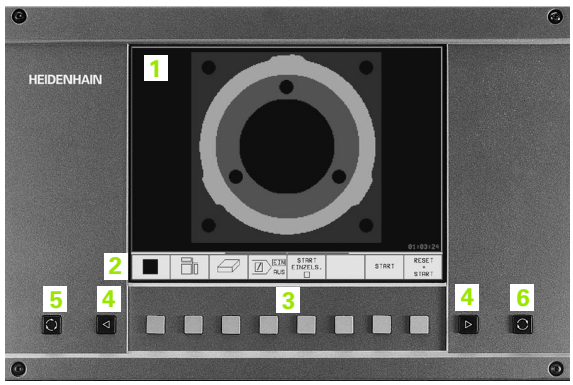
Die TNC kann alle Bearbeitungs-Programme ausführen, die an HEIDENHAIN-Bahnsteuerungen ab der TNC 150 B erstellt wurden.

# 1.2 Bildschirm und Bedienfeld

## Bildschirm

Die TNC ist wahlweise lieferbar mit dem Farb-Flachbildschirm BF 150 (TFT) oder dem Farb-Flachbildschirm BF 120 (TFT). Die Abbildung rechts oben zeigt die Bedienelemente des BF 150, die Abbildung rechts Mitte zeigt die Bedienelemente des BF 120.




1 Kopfzeile

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

2 Softkeys

In der Fußzeile zeigt die TNC weitere Funktionen in einer Softkey-Leiste an. Diese Funktionen wählen Sie über die darunterliegenden Tasten. Zur Orientierung zeigen schmale Balken direkt über der Softkey-Leiste die Anzahl der Softkey-Leisten an, die sich mit den außen angeordneten schwarzen Pfeil-Tasten wählen lassen. Die aktive Softkey-Leiste wird als aufgehellter Balken dargestellt.

3 Softkey-Wahltasten

4 Softkey-Leisten umschalten

5 Festlegen der Bildschirm-Aufteilung

6 Bildschirm-Umschalttaste für Maschinen- und Programmier-Betriebsarten

7 Softkey-Wahltasten für Maschinenhersteller-Softkeys

8 Softkey-Leisten für Maschinenhersteller-Softkeys umschalten

## Bildschirm-Aufteilung festlegen

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

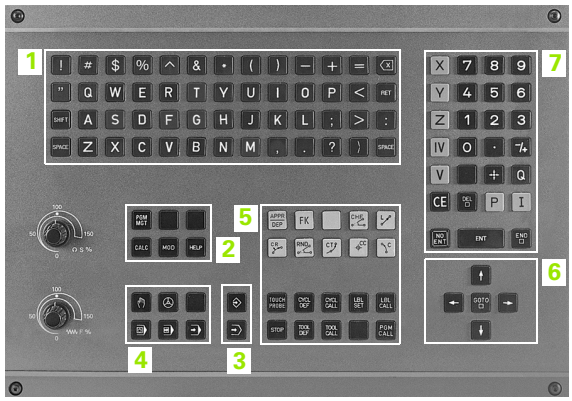
Bildschirm-Aufteilung festlegen:

Bildschirm-Umschalttaste drücken: Die Softkey-Leiste zeigt die möglichen Bildschirm-Aufteilungen an, siehe „Betriebsarten", Seite 36

Bildschirm-Aufteilung mit Softkey wählen

## Bedienfeld

Die TNC ist wahlweise lieferbar mit dem Bedienfeld TE 420 oder dem Bedienfeld TE 530. Die Abbildung rechts oben zeigt die Bedienelemente des Bedienfeldes TE 420, die Abbildung rechts Mitte zeigt die Bedienelemente des Bedienfeldes TE 530:



1 Alpha-Tastatur für Texteingaben, Dateinamen und DIN/ISO-Programmierungen.

Zwei-Prozessor-Version: Zusätzliche Tasten zur Windows-Bedienung

2
- Datei-Verwaltung
- Taschenrechner
- MOD-Funktion
- HELP-Funktion

3 Programmier-Betriebsarten

4 Maschinen-Betriebsarten

5 Eröffnen der Programmier-Dialoge

6 Pfeil-Tasten und Sprunganweisung GOTO

7 Zahleneingabe und Achswahl

8 Mausepad: Nur für die Bedienung der Zwei-Prozessor-Version

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

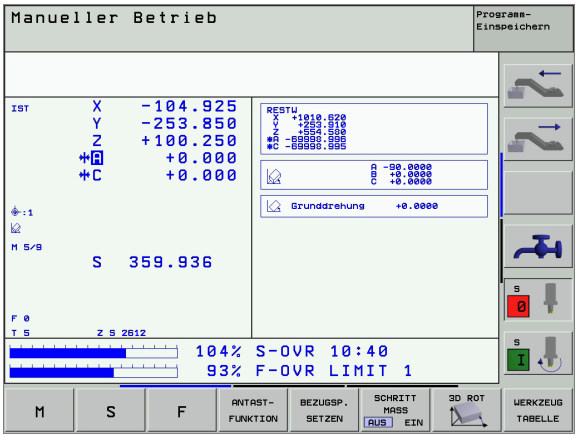
## Manueller Betrieb und El. Handrad

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)

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

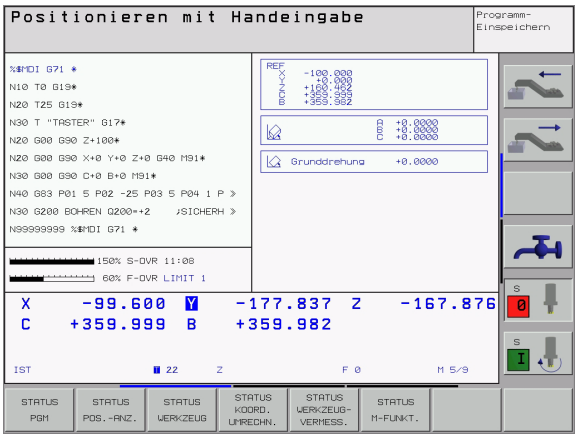



## Positionieren mit Handeingabe

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

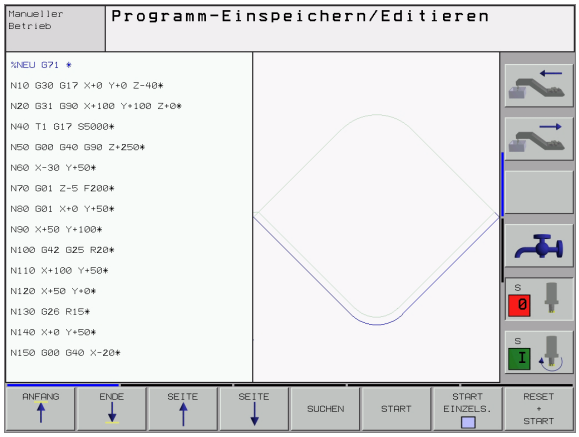
**Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung**

| Fenster | Softkey |
|---|---|
| Programm | PROGRAMM |
| Links: Programm, rechts: Status-Anzeige | PROGRAMM + STATUS |



## 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. Auf Wunsch zeigt die Programmier-Grafik die einzelnen Schritte an.

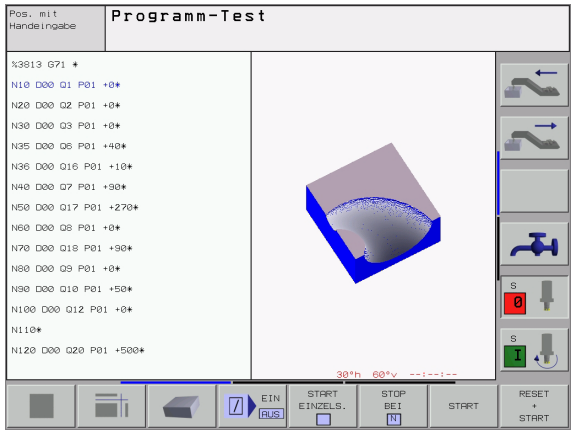



### Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung

| Fenster | Softkey |
|---|---|
| Programm | PROGRAMM |
| Links: Programm, rechts: Programmier-Grafik | PROGRAMM + GRAFIK |
| Links: Programm, rechts: Programm-Gliederung | PROGRAMM + GLIEDER. |

## Programm-Test

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

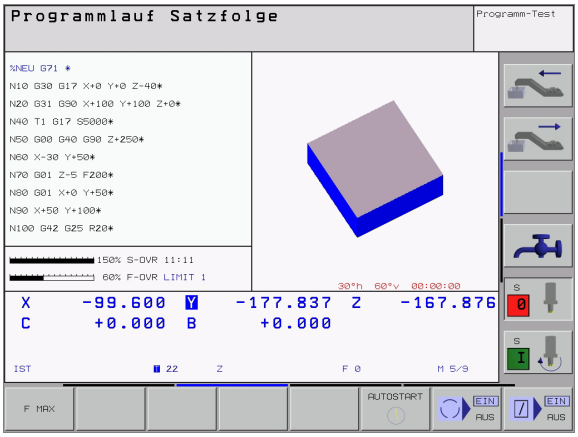



Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung: siehe „Programmlauf Satzfolge und Programmlauf Einzelsatz", Seite 38.

## Programmlauf Satzfolge und Programmlauf Einzelsatz

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

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




### Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung

| Fenster | Softkey |
|---|---|
| Programm | PROGRAMM |
| Links: Programm, rechts: Programm-Gliederung | PROGRAMM + GLIEDER. |
| Links: Programm, rechts: Status | PROGRAMM + STATUS |
| Links: Programm, rechts: Grafik | PROGRAMM + GRAFIK |
| Grafik | GRAFIK |

### Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung bei Paletten-Tabellen

| Fenster | Softkey |
|---|---|
| Paletten-Tabelle | PALETTE |
| Links: Programm, rechts: Paletten-Tabelle | PROGRAMM + PALETTE |
| Links: Paletten-Tabelle, rechts: Status | PALETTE + STATUS |
| Links: Paletten-Tabelle, rechts: Grafik | PALETTE + GRAFIK |

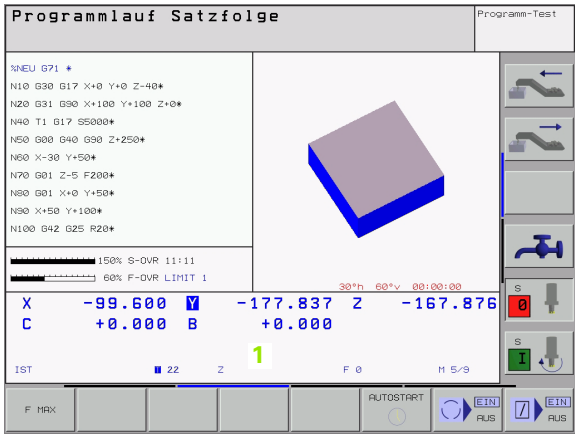
# 1.4 Status-Anzeigen

## „Allgemeine“ Status-Anzeige

Die allgemeine Status-Anzeige 1 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 |
| **XYZ** | Maschinenachsen; Hilfsachsen zeigt die TNC mit kleinen Buchstaben an. Die Reihenfolge und Anzahl der angezeigten Achsen legt Ihr Maschinenhersteller fest. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch |
| **FSM** | 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 Bearbeitungs-ebene verfahren |
| | Achsen werden unter Berücksichtigung der Grund-drehung 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

### Zusätzliche Status-Anzeigen wählen

Softkey-Leiste umschalten, bis STATUS-Softkeys erscheinen

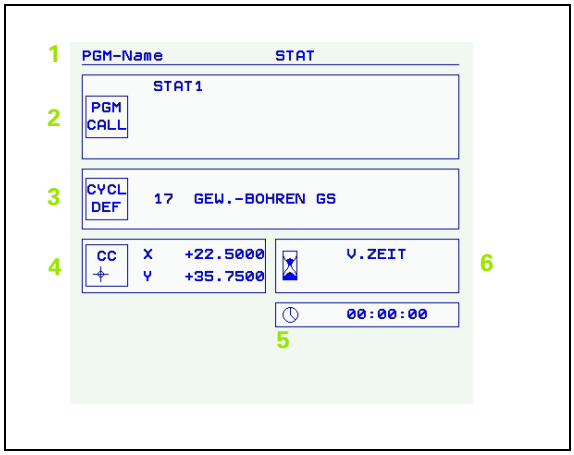
STATUS PGM

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

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

STATUS PGM **Allgemeine Programm-Information**

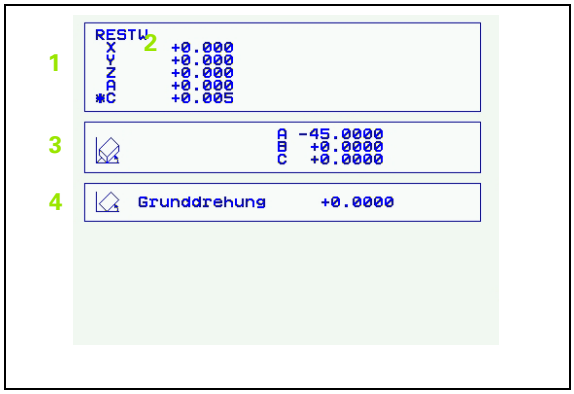
1 Hauptprogramm-Name
2 Aufgerufene Programme
3 Aktiver Bearbeitungs-Zyklus
4 Kreismittelpunkt CC (Pol)
5 Bearbeitungszeit
6 Zähler für Verweilzeit



STATUS POS.-ANZ.

## Positionen und Koordinaten

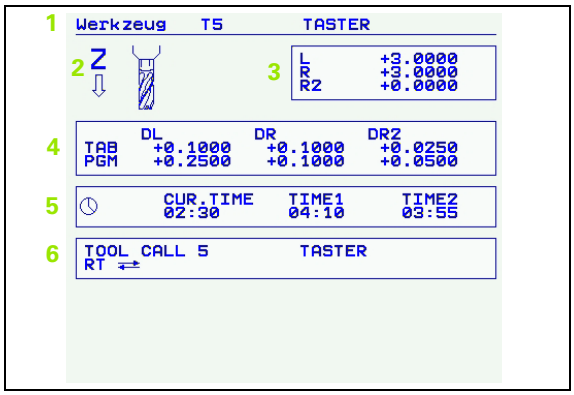
1 Positionsanzeige
2 Art der Positionsanzeige, z. B. Ist-Position
3 Schwenkwinkel für die Bearbeitungsebene
4 Winkel der Grunddrehung




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

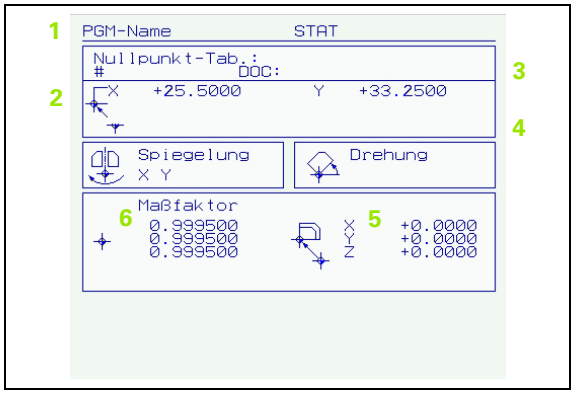



STATUS KOORD. UMRECHN.

## 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 „Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung" auf Seite 381.



STATUS CALL LBL

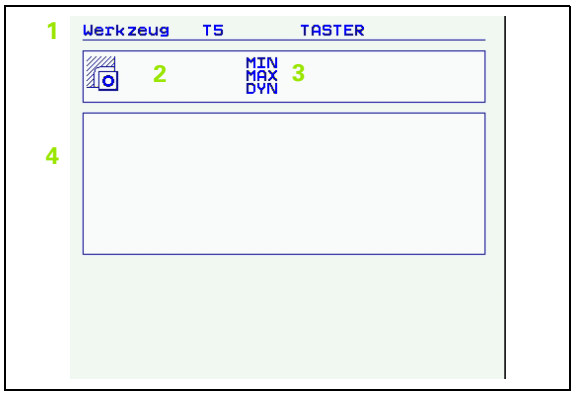
## Programmteil-Wiederholung/Unterprogramme

1 Aktive Programmteil-Wiederholungen mit Satz-Nummer, Label-Nummer und Anzahl der programmierten/noch auszuführenden Wiederholungen
2 Aktive Unterprogramm-Nummern mit Satz-Nummer, in der das Unterprogramm gerufen wurde und Label-Nummer die aufgerufen wurde

STATUS WERKZEUG-VERMESS.

## Werkzeug-Vermessung

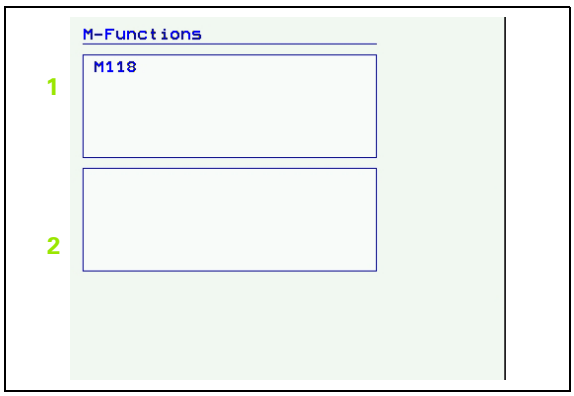
1 Nummer des Werkzeugs, das vermessen wird
2 Anzeige, ob Werkzeug-Radius oder -Länge vermessen wird
3 MIN- und MAX-Wert Einzelschneiden-Vermessung und Ergebnis der Messung mit rotierendem Werkzeug (DYN)
4 Nummer der Werkzeug-Schneide mit zugehörigem Messwert. Der Stern hinter dem Messwert zeigt an, dass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




STATUS M-FUNKT.

## Aktive Zusatzfunktionen M

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
- Werkzeuge vermessen und prüfen

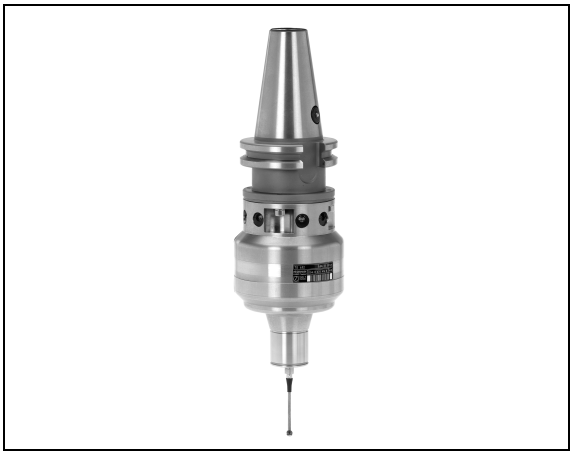
☞ Alle Tastsystem-Funktionen sind in einem separaten Benutzer-Handbuch beschrieben. Wenden Sie sich ggf. an HEIDENHAIN, wenn Sie dieses Benutzer-Handbuch benötigen. Id.-Nr.: 369 280-xx.

**Die schaltenden Tastsysteme TS 220, TS 630 und TS 632**

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

Speziell für Maschinen mit Werkzeugwechsler eignen sich die Tastsysteme TS 630 und TS 632, die die Schaltsignale via Infrarot-Strecke kabellos übertragen.

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.



**Das Werkzeug-Tastsystem TT 130 zur Werkzeug-Vermessung**

Das TT 130 ist ein schaltendes 3D-Tastsystem zum Vermessen und Prüfen von Werkzeugen. Die TNC stellt hierzu 3 Zyklen zur Verfügung, mit denen sich Werkzeug-Radius und -Länge bei stehender oder rotierender Spindel ermitteln lassen. Die besonders robuste Bauart und die hohe Schutzart machen das TT 130 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 (siehe Bild Mitte).

# 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

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

Die Referenzpunkte müssen Sie nur dann überfahren, wenn Sie die Maschinenachsen verfahren wollen. Wenn Sie nur Programme editieren oder testen wollen, dann wählen Sie nach dem Einschalten der Steuerspannung sofort die Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren oder Programm-Test.

Die Referenzpunkte können Sie dann nachträglich überfahren. Drücken Sie dazu in der Betriebsart Manueller Betrieb den Softkey REF.-PKT. ANFAHREN.

**Referenzpunkt überfahren bei geschwenkter Bearbeitungsebene**

Referenzpunkt-Überfahren im geschwenkten Koordinatensystem ist über die externen Achsrichtungs-Tasten möglich. Dazu mus die Funktion „Bearbeitungsebene schwenken“ in Manueller Betrieb aktiv sein, siehe „Manuelles Schwenken aktivieren“, Seite 63. 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 den tatsächlichen Winkeln der Schwenkachse übereinstimmen.

## Ausschalten

iTNC 530 mit Windows 2000: Siehe „iTNC 530 ausschalten“, Seite 546.

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

- Betriebsart Manuell wählen

- Funktion zum Herunterfahren wählen, nochmal mit Softkey JA bestätigen
- Wenn die TNC in einem Überblendfenster den Text **Jetzt können Sie ausschalten** anzeigt, dürfen Sie die Versorgungsspannung zur TNC unterbrechen

Willkürliches Ausschalten der TNC kann zu Datenverlust führen.

# 2.2 Verfahren der Maschinenachsen

## Hinweis

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 |
| X und I | Achse kontinuierlich verfahren: Externe Richtungstaste gedrückt halten und externe START-Taste kurz drücken |
| 0 | Anhalten: Externe STOP-Taste drücken |

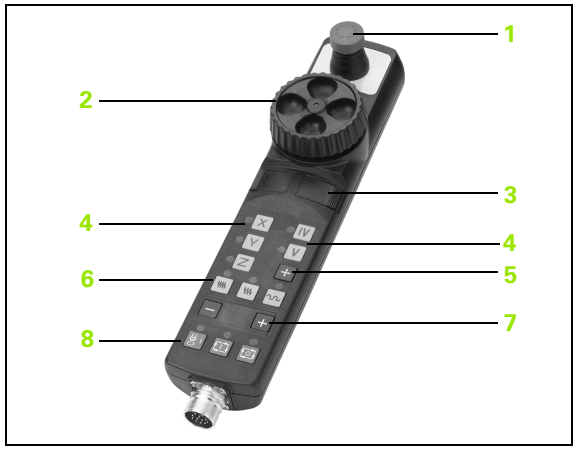
Mit beiden Methoden können Sie auch mehrere Achsen gleichzeitig verfahren. Der Vorschub, mit dem die Achsen verfahren, ändern Sie über den Softkey F, siehe „Spindeldrehzahl S, Vorschub F und Zusatzfunktion M", Seite 51.

## 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.

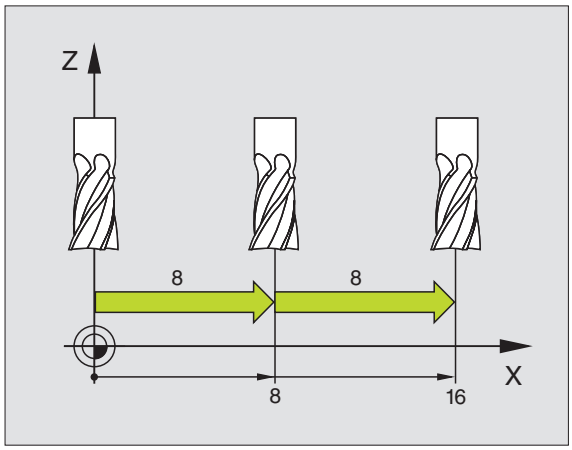
Betriebsart Manuell oder El. Handrad wählen

Schrittweises Positionieren wählen: Softkey SCHRITTMASS auf EIN

ZUSTELLUNG =

Zustellung in mm eingeben, z.B. 8 mm

Externe Richtungstaste drücken: beliebig oft positionieren



# 2.3 Spindeldrehzahl S, Vorschub F und Zusatzfunktion M

## Anwendung

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.

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

## Werte eingeben

**Spindeldrehzahl S, Zusatzfunktion M**

S — Eingabe für Spindeldrehzahl wählen: Softkey S

SPINDELDREHZAHL S=

**1000** — Spindeldrehzahl eingeben und mit der externen START-Taste übernehmen

I

Die Spindeldrehung mit der eingegebenen Drehzahl S starten Sie mit einer Zusatzfunktion M. Eine Zusatzfunktion M geben Sie auf die gleiche Weise ein.

**Vorschub F**

Die Eingabe eines Vorschub F müssen Sie anstelle mit der externen START-Taste mit der Taste ENT bestätigen.

Für den Vorschub F 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.

## 2.4 Bezugspunkt-Setzen (ohne 3D-Tastsystem)

### Hinweis

Bezugspunkt-Setzen mit 3D-Tastsystem: Siehe Benutzer-Handbuch Tastsystem-Zyklen.

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

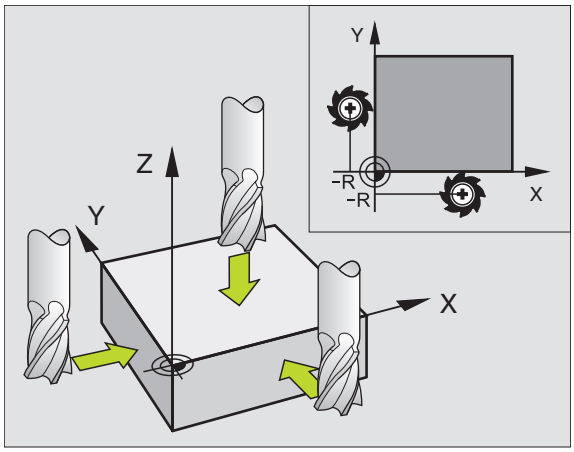
### Vorbereitung

- Werkstück aufspannen und ggf. ausrichten
- Nullwerkzeug mit bekanntem Radius einwechseln
- Sicherstellen, dass die TNC Ist-Positionen anzeigt

## Bezugspunkte 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

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

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

**BEZUGSPUNKT-SETZEN Z=**

0 ENT 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.

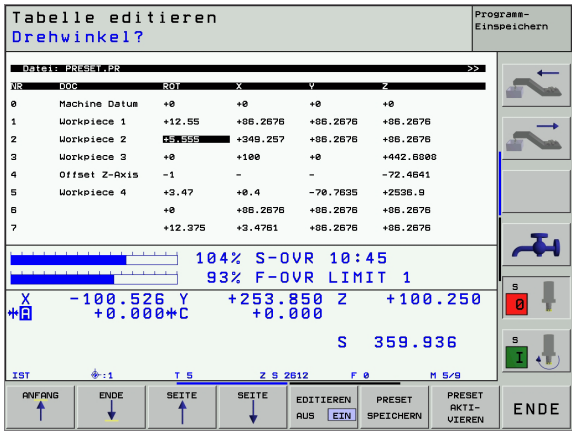
## Bezugspunkt-Verwaltung mit der Preset-Tabelle

Preset-Tabellen sollten Sie unbedingt verwenden, wenn

- Ihre Maschine mit Drehachsen (Schwenktisch oder Schwenkkopf) ausgerüstet ist und Sie mit der Funktion Bearbeitungsebene schwenken arbeiten
- Ihre Maschine mit einem Kopfwechsel-System ausgerüstet ist
- Sie bisher an älteren TNC-Steuerungen mit REF-bezogenen Nullpunkt-Tabellen gearbeitet haben
- Sie mehrere gleiche Werkstück bearbeiten wollen, die mit unterschiedlicher Schieflage aufgespannt sind

Preset-Tabellen dürfen beliebig viel Zeilen (Bezugspunkte) enthalten. Um die Dateigröße und die Verarbeitungs-Geschwindigkeit zu optimieren, sollten Sie nur so viele Zeilen verwenden, wie Sie für Ihre Bezugspunkt-Verwaltung auch benötigen.

Neue Zeilen können Sie aus Sicherheitsgründen nur am Ende der Preset-Tabelle einfügen.



### Bezugspunkte in der Preset-Tabelle speichern

Die Preset-Tabelle hat den Namen PRESET.PR und ist im Verzeichnis TNC:\ gespeichert. PRESET.PR ist nur in der Betriebsart **Manuell** und **El. Handrad** editierbar. In der Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren können Sie die Tabelle nur lesen, nicht jedoch verändern.

Sie haben mehrere Möglichkeiten, Bezugspunkte/Grunddrehungen in der Preset-Tabelle zu speichern:

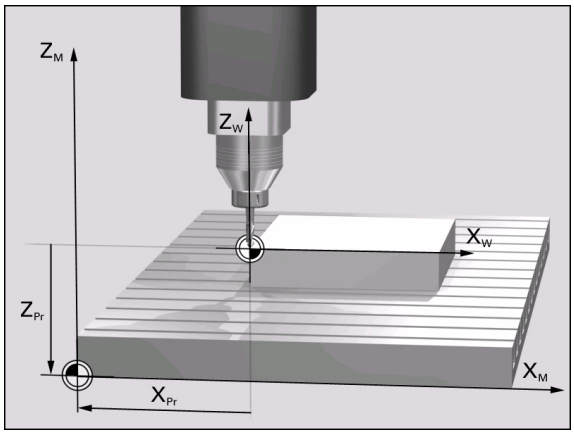
- Über Antast-Zyklen in der Betriebsart **Manuell** bzw. **El. Handrad** (siehe Benutzer-Handbuch Tastsystem-Zyklen, Kapitel 2)
- Über die Antast-Zyklen 400 bis 402 und 410 bis 419 im Automatik-Betrieb (siehe Benutzer-Handbuch Tastsystem-Zyklen, Kapitel 3)
- Durch Übernehmen des aktuellen Bezugspunktes, den Sie manuell über die Achstasten gesetzt haben

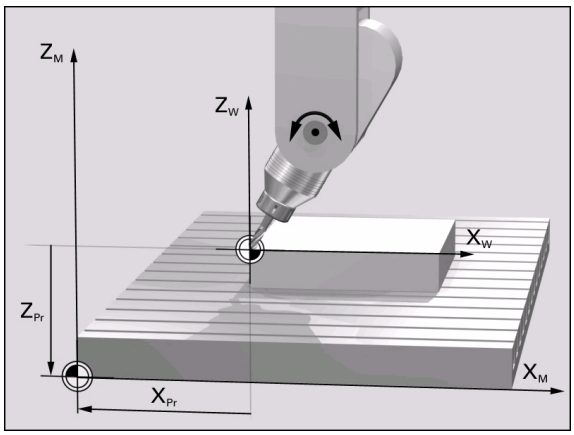
Das manuelle Eintragen von Werten in die Preset-Tabelle ist nur dann erlaubt, wenn an Ihrer Maschine keine Schwenkvorrichtungen vorhanden sind. Ausgenommen von dieser Regelung ist das Eintragen von Grunddrehungen in die Spalte **ROT**. Grund dafür ist die Tatsache, dass die TNC die Geometrie der Schwenkvorrichtung beim Speichern von Werten in die Preset-Tabelle verrechnet.

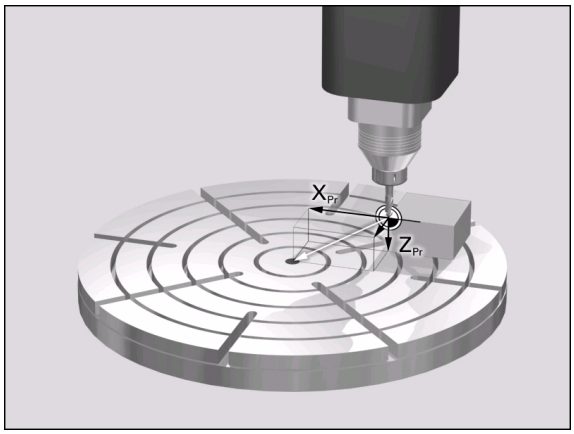
Die TNC prüft beim Setzten des Bezugspunktes, ob die Position der Schwenkachsen mit den entsprechenden Werten des 3D ROT-Menüs übereinstimmt (abhängig von Maschinen-Parameter 7500, Bit 5). Daraus folgt:

- Bei inaktiver Funktion Bearbeitungsebene Schwenken muss die Positionsanzeige der Drehachsen = 0° sein (ggf. Drehachsen abnullen)
- Bei aktiver Funktion Bearbeitungsebene Schwenken müssen die Positionsanzeigen der Drehachsen und die eingetragenen Winkel im 3D ROT-Menü übereinstimmen

Ihr Maschinenhersteller kann belibige Zeilen der Preset-Tabelle sperren, um darin feste Bezugspunkte abzulegen (z.B. einen Rundtisch-Mittelpunkt). Solche Zeilen sind in der Preset-Tabelle andersfarbig markiert (Standardmarkierung ist rot).




### Erläuterung zu den in der Preset-Tabelle gespeicherten Werten

- Einfache Maschine mit drei Achsen ohne Schwenkvorrichtung
  Die TNC speichert in der Preset-Tabelle den Abstand vom Werkstück-Bezugspunkt zum Referenzpunkt ab (vorzeichenrichtig, siehe Bild rechts oben)
- Maschine mit Schwenkkopf
  Die TNC speichert in der Preset-Tabelle den Abstand vom Werkstück-Bezugspunkt zum Referenzpunkt ab (vorzeichenrichtig, siehe Bild rechts Mitte)
- Maschine mit Rundtisch
  Die TNC speichert in der Preset-Tabelle den Abstand vom Werkstück-Bezugspunkt zum Zentrum des Rundtisches ab (vorzeichenrichtig, siehe Bild rechts unten)

**Preset-Tabelle editieren**

| Editier-Funktion im Tabellenmodus | Softkey |
|---|---|
| Tabellen-Anfang wählen | ANFANG ↑ |
| Tabellen-Ende wählen | ENDE ↓ |
| Vorherige Tabellen-Seite wählen | SEITE ↑ |
| Nächste Tabellen-Seite wählen | SEITE ↓ |
| Preset-Tabelle zum Editieren freigeben/sperren | EDITIEREN AUS EIN / EDITIEREN AUS EIN |
| Den in der Betriebsart Manuell aktiven Bezugspunkt in der aktuell angewählten Zeile der Preset-Tabelle speichern | PRESET SPEICHERN |
| Den Bezugspunkt der aktuell angewählten Zeile der Preset-Tabelle aktivieren | PRESET AKTI-VIEREN |
| Eingebbare Anzahl von Zeilen am Tabellenende anfügen (2. Softkey-Leiste) | N ZEILEN AM ENDE ANFÜGEN |
| Hell hinterlegtes Feld kopieren (2. Softkey-Leiste) | AKTUELLEN WERT KOPIEREN |
| Kopiertes Feld einfügen (2. Softkey-Leiste) | KOPIERTEN WERT EINFÜGEN |
| Aktuell angewählte Zeile zurücksetzen: Die TNC trägt in alle Spalten – ein (2. Softkey-Leiste) | ZEILE EINFÜGEN |
| Einzelne Zeile am Tabellen-Ende einfügen (2. Softkey-Leiste) | ZEILE EINFÜGEN |
| Einzelne Zeile am Tabellen-Ende löschen (2. Softkey-Leiste) | ZEILE LÖSCHEN |

**Bezugspunkt aus der Preset-Tabelle in der Betriebsart Manuell aktivieren**

Beim Aktivieren eines Bezugspunktes aus der Preset-Tabelle, setzt die TNC alle aktiven Koordinaten-Umrechnungen zurück, die mit folgenden Zyklen aktiviert wurden:

- Zyklus G53, Nullpunkt-Verschiebung aus Nullpunkt-Tabellen
- Zyklus G54, Nullpunkt-Verschiebung im Programm
- Zyklus G28, Spiegeln
- Zyklus G73, Drehung
- Zyklus G72, Maßfaktor

Die Koordinaten-Umrechnung aus Zyklus G80, Bearbeitungsebene schwenken bleibt dagegen aktiv.

Betriebsart **Manueller Betrieb** wählen

BEZUGSP. SETZEN

Funktion zum Bezugspunkt-Setzen aufrufen

**BEZUGSPUNKT-SETZEN X=**

PRESET TABELLE

Preset-Tabelle aufrufen

EDITIEREN AUS EIN

Preset-Tabelle zum Editieren freigeben: Softkey EDITIEREN AUS/EIN auf EIN stellen

Mit Pfeiltasten die Bezugspunkt-Numer wählen, die Sie aktivieren wollen, oder

GOTO 4 ENT

über die Taste GOTO die Bezugspunkt-Numer wählen, die Sie aktivieren wollen, mit der Taste ENT bestätigen

| | |
|---|---|
| PRESET AKTI- VIEREN | Bezugspunkt aktivieren |
| AUSFÜHREN | Aktivieren des Bezugspunktes bestätigen. Die TNC setzt die Anzeige und – wenn definiert – die Grunddrehung |
| END | Preset-Tabelle verlassen |

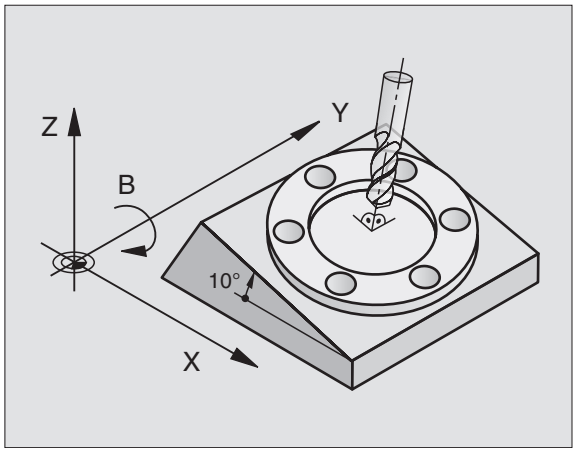
**Bezugspunkt aus der Preset-Tabelle in einem NC-Programm aktivieren**

Um Bezugspunkte aus der Preset-Tabelle während des Programmlaufs zu aktivieren, benutzen Sie den Zyklus G247. Im Zyklus G247 definieren Sie lediglich die Nummer des Bezugspunktes den Sie aktivieren wollen (siehe „BEZUGSPUNKT SETZEN (Zyklus G247)" auf Seite 387).

# 2.5 Bearbeitungsebene schwenken (Software Option 1)

## Anwendung, Arbeitsweise

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 Winkelkomponenten einer schiefen Ebene 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, siehe „Manuelles Schwenken aktivieren", Seite 63
- Gesteuertes Schwenken, Zyklus **G80 BEARBEITUNGSEBENE** im Bearbeitungs-Programm (siehe „BEARBEITUNGSEBENE (Zyklus G80)" auf Seite 392)

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 G0-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 G0-Satz, in die gewünschte Bearbeitungslage bringen
  - Die Lage der geschwenkten (transformierten) Werkzeugachse ändert sich im Bezug auf das maschinenfeste Koordinatensystem: Drehen Sie den Schwenkkopf Ihrer Maschine – also das Werkzeug – z.B. in der B-Achse um +90°, dreht sich das Koordinatensystem mit. Wenn Sie in der Betriebsart Manueller Betrieb die Achsrichtungs-Taste Z+ drücken, verfährt das Werkzeug in die Richtung X+ des maschinenfesten Koordinatensystems
  - Die TNC berücksichtigt für die Berechnung des transformierten Koordinatensystems mechanisch bedingte Versätze des Schwenkkopfs („translatorische“ Anteile) und Versätze, die durch das Schwenken des Werkzeugs entstehen (3D Werkzeug-Längenkorrektur)

## Referenzpunkte-Anfahren bei geschwenkten Achsen

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

## Bezugspunkt-Setzen im geschwenkten System

Nachdem Sie die Drehachsen positioniert haben, setzen Sie den Bezugspunkt wie im ungeschwenkten System. Das Verhalten der TNC beim Bezugspunkt-Setzen ist dabei abhängig von Maschinen-Parameter 7500:

- **MP 7500, Bit 5=0**
  Die TNC prüft bei aktiver geschwenkter Bearbeitungsebene, ob beim Setzen des Bezugspunktes in den Achsen X, Y und Z die aktuellen Koordinaten der Drehachsen mit den von Ihnen definierten Schwenkwinkeln (3D-ROT-Menü) übereinstimmen. Ist die Funktion Bearbeitungsebe schwenken inaktiv, dann prüft die TNC, ob die Drehachsen auf 0° stehen (Ist-Positionen). Stimmen die Positionen-nicht überein, gibt die TNC eine Fehlermeldung aus.
- **MP 7500, Bit 5=1**
  Die TNC prüft nicht, ob die aktuellen Koordinaten der Drehachsen (Ist-Positionen) mit den von Ihnen definierten Schwenkwinkeln übereinstimmen.

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

Wenn Sie das Werkstück durch eine Rundtischdrehung ausrichten, z.B. mit dem Antast-Zyklus G403, müssen Sie vor dem Setzen des Bezugspunktes in den Linearachsen X, Y und Z die Rundtischachse nach dem Ausricht-Vorgang abnullen. Ansonsten gibt die TNC eine Fehlermeldung aus. Der Zyklus G403 bietet diese Möglichkeit direkt an, indem Sie einen Eingabeparameter setzen (siehe Benutzer-Handbuch Tastsystem-Zyklen, „Grunddrehung über eine Drehachse kompensieren“).

## Bezugspunkt-Setzen bei Maschinen mit Kopfwechsel-Systemen

Wenn Ihre Maschine mit einem Kopfwechsel-System ausgerüstet ist, sollten Sie Bezugspunkte grundsätzlich über die Preset-Tabelle verwalten. Bezugspunkte, die in Preset-Tabellen gespeichert sind, beinhalten die Verrechnung der aktiven Maschinen-Kinematik (Kopfgeometrie). Wenn Sie einen neuen Kopf einwechseln, berücksichtigt die TNC die neuen, veränderten Kopfabmessungen, so dass der aktive Bezugspunkt erhalten bleibt.

## 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

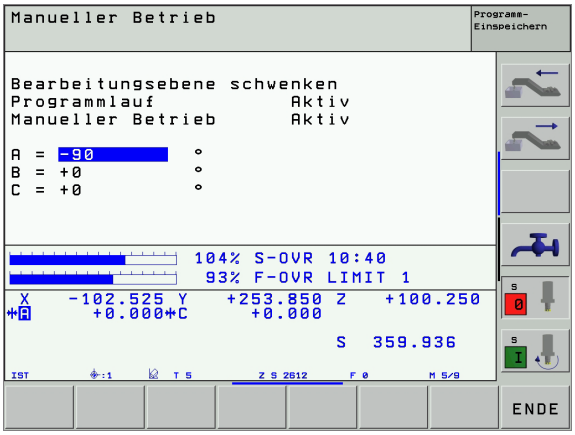
## Manuelles Schwenken aktivieren

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: Taste 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 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.

## Positionieren mit Handeingabe anwenden

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

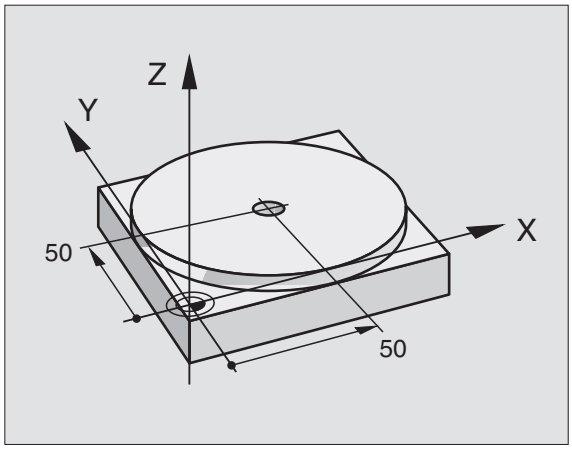
Programmlauf starten: Externe START-Taste

Folgende Funktionen stehen nicht zur Verfügung:

- Programm-Aufruf mit %
- Programmier-Grafik
- 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 Geraden-Sätzen über dem Werkstück vorpositioniert und auf einen Sicherheitsabstand von 5 mm über dem Bohrloch positioniert. Danach wird die Bohrung mit dem Zyklus **G200** Bohren ausgeführt.

| | |
|---|---|
| `%$MDI G71 *` | |
| `N10 G99 T1 L+0 R+5 *` | Werkzeug definieren: Nullwerkzeug, Radius 5 |
| `N20 T1 G17 S2000 *` | Werkzeug aufrufen: Werkzeugachse Z, |
| | Spindeldrehzahl 2000 U/min |
| `N30 G00 G40 G90 Z+200 *` | Werkzeug freifahren (Eilgang) |
| `N40 X+50 Y+50 M3 *` | Werkzeug im Eilgang über Bohrloch positionieren, |
| | Spindel ein |
| `N50 G01 Z+2 F2000 *` | Werkzeug 2 mm über Bohrloch positionieren |
| `N60 G200 BOHREN` | Zyklus G200 Bohren definieren |
| `Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.` | Sicherheitsabstand des Wkz über Bohrloch |
| `Q201=-20 ;TIEFE` | Tiefe des Bohrlochs (Vorzeichen=Arbeitsrichtung) |
| `Q206=250 ;F TIEFENZUST.` | Bohrvorschub |
| `Q202=10 ;ZUSTELL-TIEFE` | Tiefe der jeweiligen Zustellung vor dem Rückzug |
| `Q210=0 ;F.-ZEIT OBEN` | Verweilzeit oben beim Entspanen in Sekunden |
| `Q203=+0 ;KOOR. OBERFL.` | Koordinate Oberkante Werkstück |
| `Q204=50 ;2. S.-ABSTAND` | Position nach dem Zyklus, bezogen auf Q203 |
| `Q211=0.5 ;VERWEILZEIT UNTEN` | Verweilzeit am Bohrungsgrund in Sekunden |
| `N70 G79 *` | Zyklus G200 Tiefbohren aufrufen |
| `N80 G00 G40 Z+200 M2 *` | Werkzeug freifahren |
| `N9999999 %$MDI G71 *` | Programm-Ende |

Geraden-Funktion **G00** (siehe „Gerade im Eilgang G00 Gerade mit Vorschub G01 F. . .” auf Seite 175), Zyklus **G200** Bohren (siehe „BOHREN (Zyklus G200)” auf Seite 235).

**Beispiel 2: Werkstück-Schieflage bei Maschinen mit Rundtisch beseitigen**

Grunddrehung mit 3D-Tastsystem durchführen. Siehe Benutzer-Handbuch Tastsystem-Zyklen, „Tastsystem-Zyklen in den Betriebsarten Manueller Betrieb und El. Handrad“, Abschnitt „Werkstück-Schieflage kompensieren“.

Drehwinkel notieren und Grunddrehung wieder aufheben

Betriebsart wählen: Positionieren mit Handeingabe

IV

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

END

Eingabe abschließen

I

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 |
| KOPIEREN 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<br>AUSFÜHREN | Kopieren ausführen: Softkey AUSFÜHREN |
| ENDE | Datei-Verwaltung verlassen: Softkey ENDE |

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

Wenn Sie $MDI löschen wollen, dann

- dürfen Sie die Betriebsart Positionieren mit Handeingabe nicht angewählt haben (auch nicht im Hintergrund)
- dürfen Sie die Datei $MDI in der Betriebsart Programm Einspeichern/Editieren nicht angewählt haben

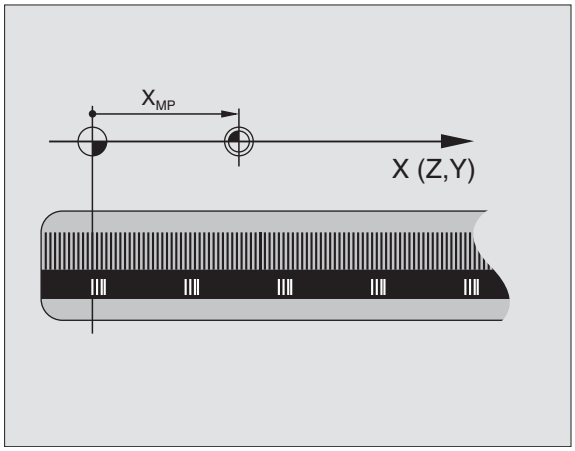
Weitere Informationen: siehe „Einzelne Datei kopieren“, Seite 91.

# 4

**Programmieren: Grundlagen, Datei-Verwaltung, Programmierhilfen, Paletten-Verwaltung**

# 4.1 Grundlagen

## Wegmessgeräte und Referenzmarken

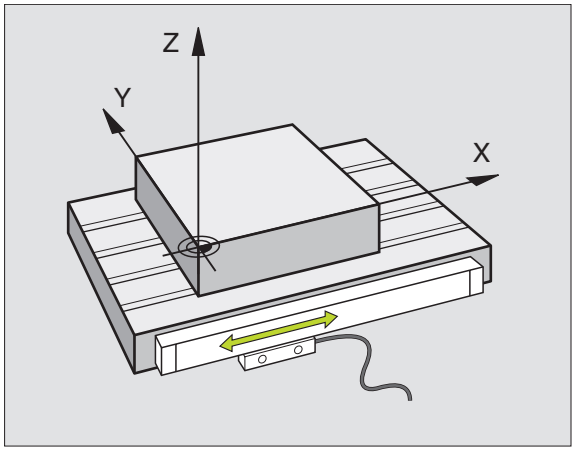



An den Maschinenachsen befinden sich Wegmessgeräte, die die Positionen des Maschinentisches bzw. des Werkzeugs erfassen. An Linearachsen sind üblicherweise Längenmessgeräte angebaut, an Rundtischen und Schwenkachsen Winkelmessgeräte.

Wenn sich eine Maschinenachse bewegt, erzeugt das dazugehörige Wegmessgerät 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. Um diese Zuordnung wieder herzustellen, verfügen inkrementale Wegmessgeräte 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 Maschinenposition wieder herstellen. Bei Längenmessgeräten mit abstandscodierten Referenzmarken müssen Sie die Maschinenachsen maximal 20 mm verfahren, bei Winkelmessgeräten um maximal 20°.

Bei absoluten Messgeräten wird nach dem Einschalten ein absoluter Positionswert zur Steuerung übertragen. Dadurch ist, ohne Verfahren der Maschinenachsen, die Zuordnung zwischen der Ist-Position und der Maschinenschlitten-Position direkt nach dem Einschalten wieder hergestellt.

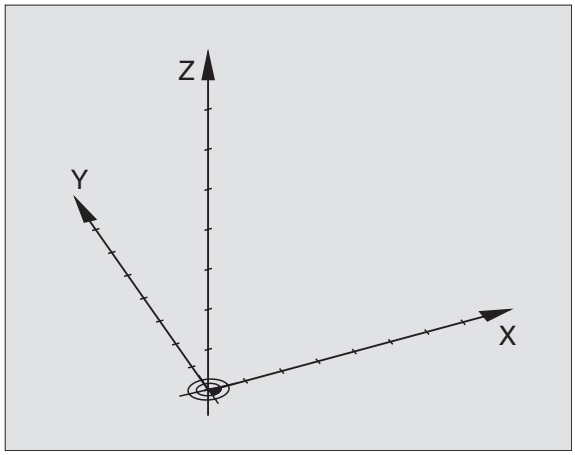



## Bezugssystem

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.

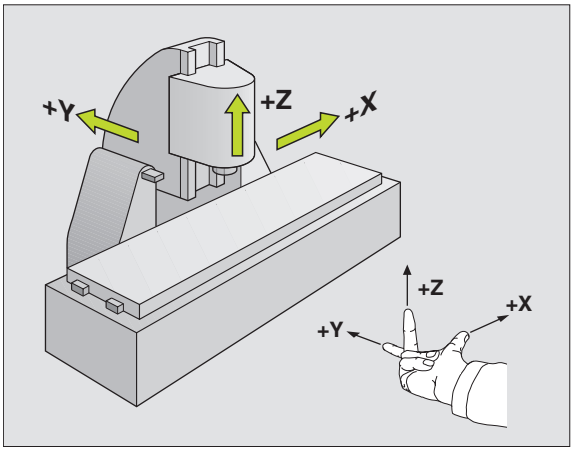
Im rechtwinkligen System (kartesisches System) sind drei Richtungen als Achsen X, Y und Z festgelegt. Die Achsen stehen jeweils senkrecht zueinander und schneiden sich in einem Punkt, dem Nullpunkt. Eine Koordinate gibt den Abstand zum Nullpunkt in einer dieser Richtungen an. So lässt sich eine Position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

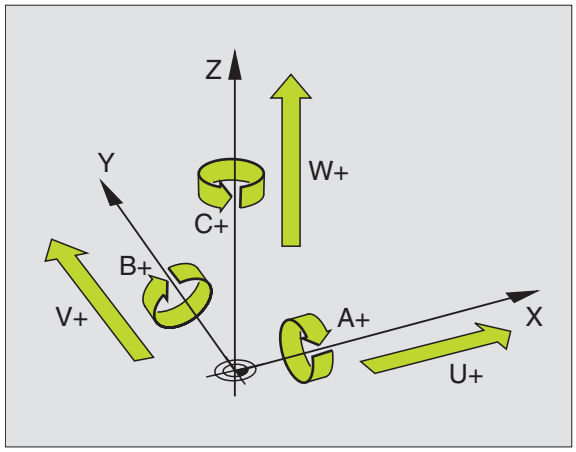


## Bezugssystem an Fräsmaschinen

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 iTNC 530 kann insgesamt 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.



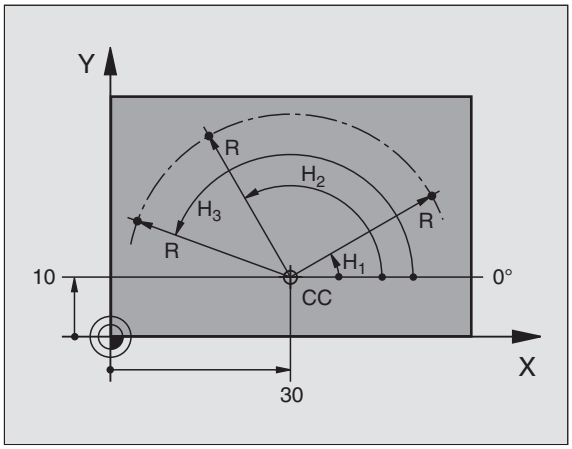
## Polarkoordinaten

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

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

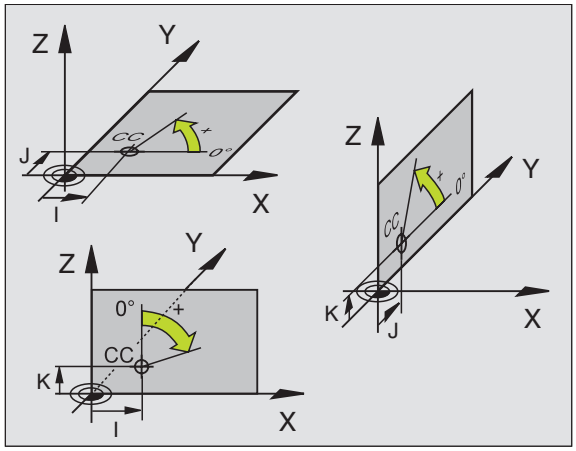
Siehe Bild rechts oben




### 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 |



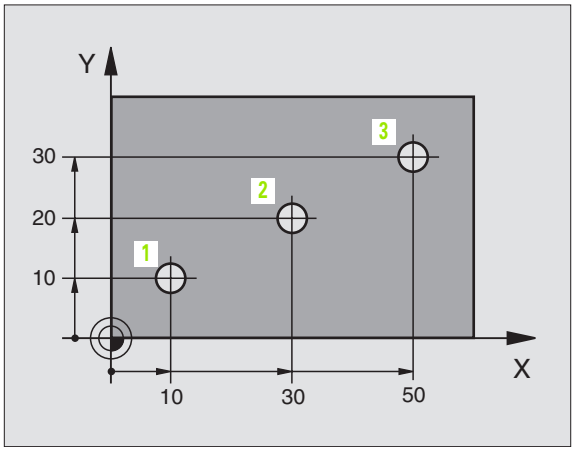
# Absolute und inkrementale Werkstück-Positionen

### 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 |




### Inkrementale Werkstück-Positionen

Inkrementale 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.

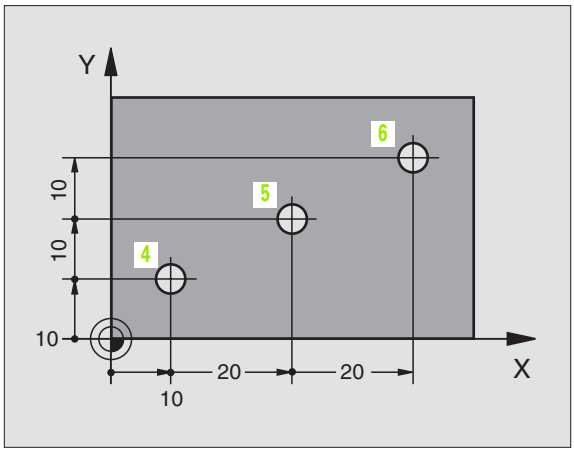
Ein Inkremental-Maß kennzeichnen Sie durch die Funktion G91 vor der Achsbezeichnung.

Beispiel 2: Bohrungen mit inkrementalen Koordinaten

Absolute Koordinaten der Bohrung 4

X = 10 mm
Y = 10 mm

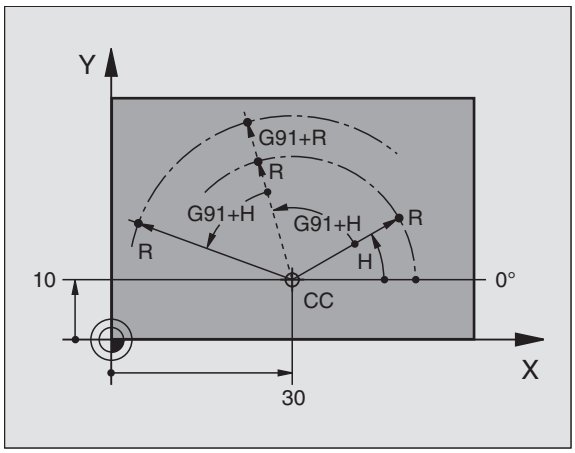
| Bohrung 5, bezogen auf 4 | Bohrung 6, bezogen auf 5 |
|---|---|
| G91 X = 20 mm | G91 X = 20 mm |
| G91 Y = 10 mm | G91 Y = 10 mm |




### Absolute und inkrementale Polarkoordinaten

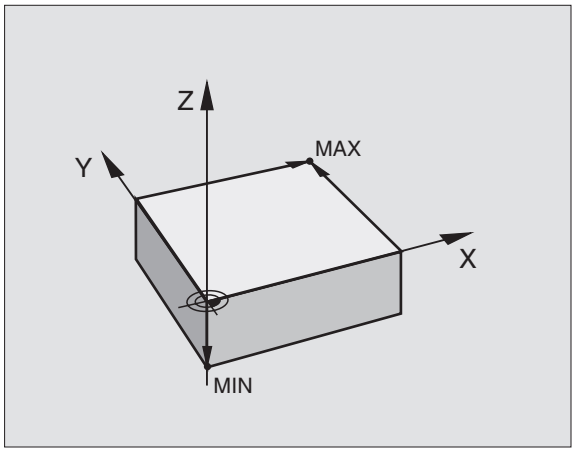
Absolute Koordinaten beziehen sich immer auf den Pol und die Winkel-Bezugsachse.

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



## Bezugspunkt wählen

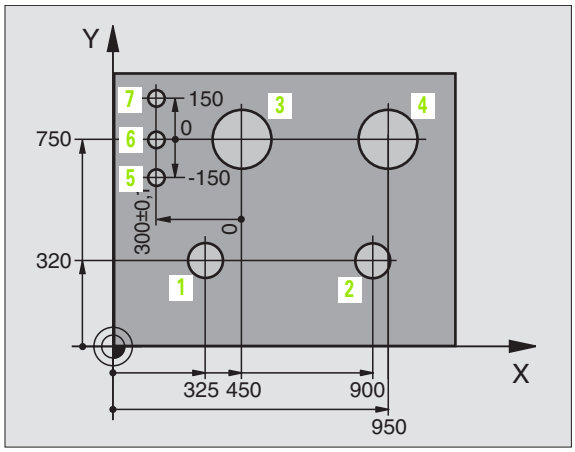
Eine Werkstück-Zeichnung gibt ein bestimmtes Formelement des Werkstücks als absoluten Bezugspunkt (Nullpunkt) vor, meist eine Werkstück-Ecke. Beim Bezugspunkt-Setzen richten Sie das Werkstück zuerst zu den Maschinenachsen aus und bringen das Werkzeug für jede Achse in eine bekannte Position zum Werkstück. 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 „Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung" auf Seite 381).

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 Benutzer-Handbuch Tastsystem-Zyklen „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

Über die MOD-Funktion PGM MGT (siehe „PGM MGT konfigurieren" auf Seite 493) wählen Sie zwischen der Standard Datei-Verwaltung und der erweiterten Datei-Verwaltung.

Wenn die TNC an ein Netzwerk angeschlossen ist, dann verwenden Sie die erweiterte Datei-Verwaltung.

| Dateien in der TNC | Typ |
|---|---|
| **Programme** | |
| im HEIDENHAIN-Format | .H |
| im DIN/ISO-Format | .I |
| **Tabellen für** | |
| Werkzeuge | .T |
| Werkzeug-Wechsler | .TCH |
| Paletten | .P |
| Nullpunkte | .D |
| Punkte | .PNT |
| Presets | .PR |
| Schnittdaten | .CDT |
| Schneidstoffe, Werkstoffe | .TAB |
| Abhängige Daten (z.B. Gliederungspunkte) | .DEP |
| **Texte als** | |
| ASCII-Dateien | .A |

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.

Sie können mit der TNC nahezu beliebig viele Dateien verwalten, mindestens jedoch **2.000 MByte**.

### Namen von Dateien

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.

| PROG20 | .I |
|---|---|
| Datei-Name | Datei-Typ |
| Maximale Länge | Siehe Tabelle „Dateien in der TNC" |

## Datensicherung

HEIDENHAIN empfiehlt, die auf der TNC neu erstellten Programme und Dateien in regelmäßigen Abständen auf einem PC zu sichern.

Hierfür stellt HEIDENHAIN ein kostenloses Backup-Programm (TNCBACK.EXE) zur Verfügung. Wenden Sie sich ggf. an Ihren Maschinenhersteller.

Weiterhin benötigen Sie eine Diskette, auf der alle 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 (> 2 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).

☝ Bei Festplatten ist, abhängig von den Betriebsbedingungen (z.B. Vibrationsbelastung), nach einer Dauer von 3 bis 5 Jahren mit einer erhöhten Ausfallrate zu rechnen. HEIDENHAIN empfiehlt daher die Festplatte nach 3 bis 5 Jahren prüfen zu lassen.

# 4.3 Standard-Datei-Verwaltung

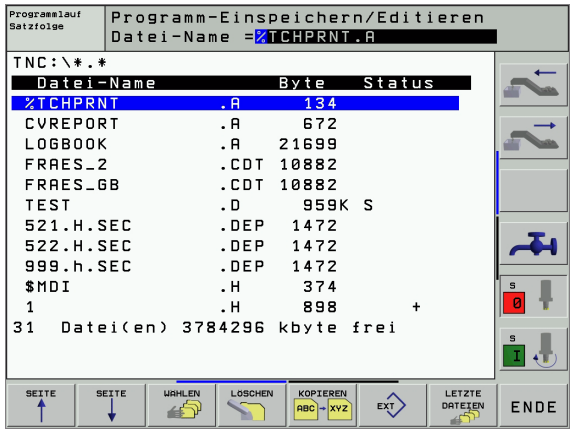
## Hinweis

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 „PGM MGT konfigurieren" auf Seite 493) auf **Standard**.

## Datei-Verwaltung aufrufen

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




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

| 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) |
| + | Zu dieser Datei existieren abhängige Dateien (siehe „Einstellung abhängige Dateien ändern" auf Seite 494) |

## Datei wählen

PGM MGT — Datei-Verwaltung aufrufen

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

↓ ↑ — Bewegt das Hellfeld **dateiweise** im Fenster auf und ab

SEITE ↓ SEITE ↑ — Bewegt das Hellfeld **seitenweise** im Fenster auf und ab

WÄHLEN — Datei wählen: Softkey WÄHLEN oder Taste ENT drücken

oder

ENT

## Datei löschen

PGM MGT — Datei-Verwaltung aufrufen

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

↓ ↑ — Bewegt das Hellfeld **dateiweise** im Fenster auf und ab

SEITE ↓ SEITE ↑ — Bewegt das Hellfeld **seitenweise** im Fenster auf und ab

LÖSCHEN — Datei löschen: Softkey LÖSCHEN drücken

```
DATEI ..... LÖSCHEN?
```

JA — mit Softkey JA bestätigen

NEIN — mit Softkey NEIN abbrechen

## Datei kopieren

Datei-Verwaltung aufrufen

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

Bewegt das Hellfeld **dateiweise** im Fenster auf und ab

Bewegt das Hellfeld **seitenweise** im Fenster auf und ab

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

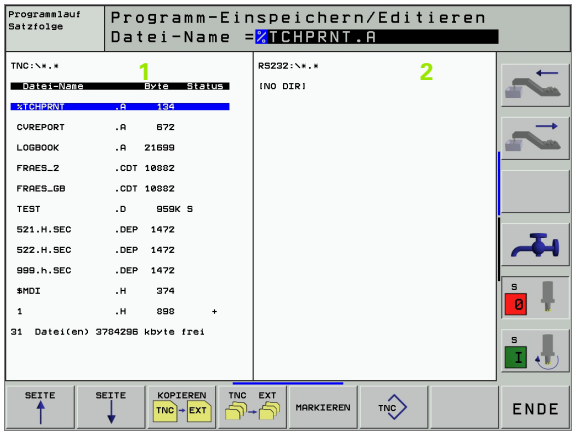
Die TNC zeigt ein Überblendfenster mit der Fortschrittanzeige, wenn der Kopiervorgang mit dem Softkey AUSFÜHREN gestartet wurde

## Datenübertragung zu/von einem externen Datenträger

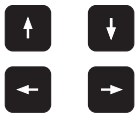
Bevor Sie Daten zu einem externen Datenträger übertragen können, müssen Sie die Datenschnittstelle einrichten (siehe „Datenschnittstellen einrichten" auf Seite 482).

Datei-Verwaltung aufrufen

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 Fenster ins linke 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.

| Markierungs-Funktion | 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. |

Einzelne Datei übertragen: Softkey KOPIEREN drücken, oder

mehrere Dateien übertragen: Softkey MARKIEREN drücken, oder

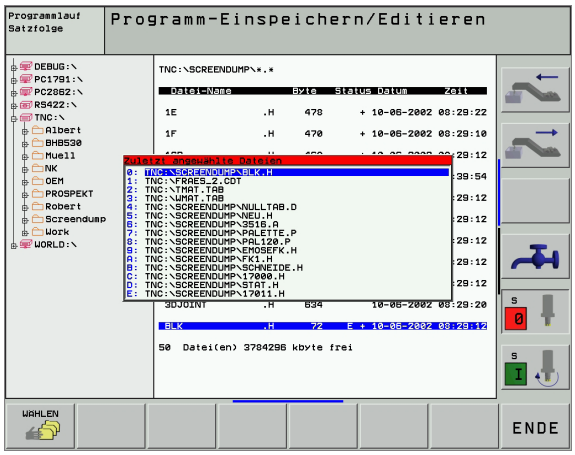
alle Dateien übertragen: Softkey TNC => EXT drücken

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

## Eine der letzten 10 gewählten Dateien wählen




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 oder die Pfeil-Softkeys, um das Hellfeld auf die Datei zu bewegen, die Sie umbenennen wollen:

↑ ↓ — Bewegt das Hellfeld **dateiweise** im Fenster auf und ab

SEITE ↑ SEITE ↓ — Bewegt das Hellfeld **seitenweise** im Fenster auf und ab

UMBENEN. ABC = XYZ — Datei umbenennen: Softkey UMBENNEN. 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 oder die Pfeil-Softkeys, um das Hellfeld auf die Datei zu bewegen, die Sie schützen wollen, bzw. deren Dateischutz Sie aufheben wollen:

↑ ↓ — Bewegt das Hellfeld **dateiweise** im Fenster auf und ab

SEITE ↑ SEITE ↓ — Bewegt das Hellfeld **seitenweise** im Fenster auf und ab

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

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

# 4.4 Erweiterte Datei-Verwaltung

## Hinweis

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

Setzen Sie dazu die MOD-Funktion PGM MGT (siehe „PGM MGT konfigurieren" auf Seite 493).

Siehe auch „Datei-Verwaltung: Grundlagen" auf Seite 77.

## 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. Mit der Taste -/+ oder ENT können Sie Unterverzeichnisse ein- bzw. ausblenden.

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 16 Zeichen lang sein und verfügt über keine Erweiterung. Wenn Sie mehr als 16 Zeichen für den Verzeichnisnamen eingeben, dann gibt die TNC eine Fehlermeldung aus.

## Pfade

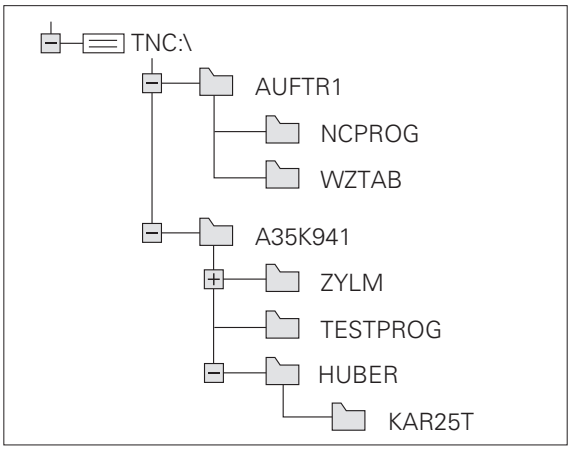
Ein Pfad gibt das Laufwerk und sämtliche Verzeichnisse bzw. Unterverzeichnisse an, in denen eine Datei gespeichert ist. Die einzelnen Angaben werden mit „\" getrennt.

### Beispiel

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

**TNC:\AUFTR1\NCPROG\PROG1.H**

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



## Übersicht: Funktionen der erweiterten Datei-Verwaltung

| Funktion | Softkey |
|---|---|
| Einzelne Datei kopieren (und konvertieren) | KOPIEREN ABC → XYZ |
| Ziel-Verzeichnis wählen | |
| Bestimmten Datei-Typ anzeigen | TYP WÄHLEN |
| Die letzten 10 gewählten Dateien anzeigen | LETZTE DATEIEN |
| Datei oder Verzeichnis löschen | LÖSCHEN |
| Datei markieren | MARKIEREN |
| Datei umbenennen | UMBENEN. ABC = XYZ |
| Datei gegen Löschen und Ändern schützen | SCHÜTZEN |
| Datei-Schutz aufheben | UNGESCH. |
| Netzlaufwerke verwalten | NETZWERK |
| Verzeichnis kopieren | KOP.VERZ. |
| Verzeichnisse eines Laufwerks anzeigen | AKT. BAUM |
| Verzeichnis mit allen Unterverzeichnissen löschen | LÖSCHE ALLE |

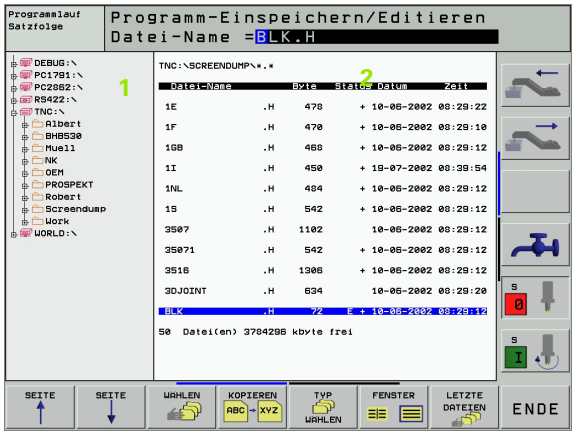
## Datei-Verwaltung aufrufen

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 **1** zeigt die vorhandenen Laufwerke und Verzeichnisse 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 Verzeichnis ist immer durch ein Ordner-Symbol (links) und den Verzeichnis-Namen (rechts) gekennzeichnet. Unterverzeichnisse sind nach rechts eingerückt. Befindet sich ein Kästchen mit +-Symbol vor dem Ordner-Symbol, dann sind noch weitere Unterverzeichnisse vorhanden, welche mit der Taste -/+ oder ENT eingeblendet werden können.

Das rechte, breite Fenster zeigt alle Dateien **2** an, die in dem gewählten Verzeichnis gespeichert sind. Zu jeder Datei werden mehrere Informationen gezeigt, die in der Tabelle unten 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

SEITE ↓ SEITE ↑ — Bewegt das Hellfeld in einem Fenster seitenweise auf und ab

1. Schritt: Laufwerk wählen

Laufwerk im linken Fenster markieren:

WÄHLEN — Laufwerk wählen: Softkey WÄHLEN oder Taste ENT drücken

oder

ENT

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

TYP WÄHLEN — Softkey TYP WÄHLEN drücken

ZEIGE .H — Softkey des gewünschten Datei-Typs drücken, oder

ALLE ANZ. — alle Dateien anzeigen: Softkey ALLE ANZ. drücken, oder

4*.H ENT — Wildcards benutzen, z.B. alle Dateien vom Dateityp .H anzeigen, die mit 4 beginnen

Datei im rechten Fenster markieren:

WÄHLEN oder 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. Die TNC blendet eine Softkeyleiste mit mehreren Funktionen ein

▶ Drücken Sie den Softkey „Ziel-Verzeichnis wählen“, um in einem Überblendfenster das Ziel-Verzeichnis zu bestimmen. Nach Auswahl des Ziel-Verzeichnises steht der gewählte Pfad in der Dialogzeile. Mit der Taste „Backspace“ positionieren Sie den Cursor direkt ans Ende des Pfadnamens, um den Namen der Ziel-Datei eingeben zu können

▶ Namen der Ziel-Datei eingeben und mit Taste ENT oder Softkey AUSFÜHREN übernehmen: Die TNC kopiert die Datei ins aktuelle Verzeichnis, bzw. ins gewählte Ziel-Verzeichnis. Die ursprüngliche Datei bleibt erhalten, oder

▶ 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

Die TNC zeigt ein Überblendfenster mit der Fortschrittanzeige, wenn der Kopiervorgang mit dem Softkey AUSFÜHREN gestartet wurde

**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

Der Softkey **FELDER ERSETZEN** erscheint nicht, wenn Sie von extern mit einer Datenübertragungssoftware z. B. TNCremoNT die Tabelle in der TNC überschreiben wollen. Kopieren Sie die extern erstellte Datei in ein anderes Verzeichnis und führen Sie anschließend den Kopiervorgang mit der Dateiverwaltung der TNC aus.

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 (Spalte **T**)
- Werkzeug-Länge (Spalte **L**)
- Werkzeug-Radius (Spalte **R**)

Kopieren Sie diese Datei in ein anderes Verzeichnis, als die vorhandene TOOL.T steht. Wenn Sie diese Datei mit der Dateiverwaltung der TNC über die bestehende Tabelle 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
- Oder 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

Datei-Verwaltung aufrufen

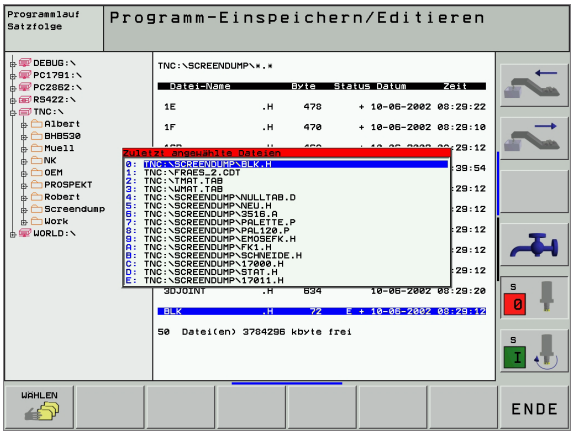
Die letzten 10 angewählten Dateien anzeigen: Softkey LETZTE DATEIEN drücken

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

Bewegt das Hellfeld in einem Fenster auf und ab

oder

Laufwerk wählen: Softkey WÄHLEN oder Taste ENT drücken




## Datei löschen

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

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

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

## Dateien markieren

| Markierungs-Funktion | Softkey |
|---|---|
| Einzelne Datei 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. |

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

MARKIEREN — Markierungs-Funktionen anzeigen: Softkey MARKIEREN drücken

DATEI MARKIEREN — Datei markieren: Softkey DATEI MARKIEREN drücken

Hellfeld auf weitere Datei bewegen

DATEI MARKIEREN — Weitere Datei markieren: Softkey DATEI MARKIEREN drücken usw.

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

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

## Datei umbenennen

▶ Bewegen Sie das Hellfeld auf die Datei, die 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

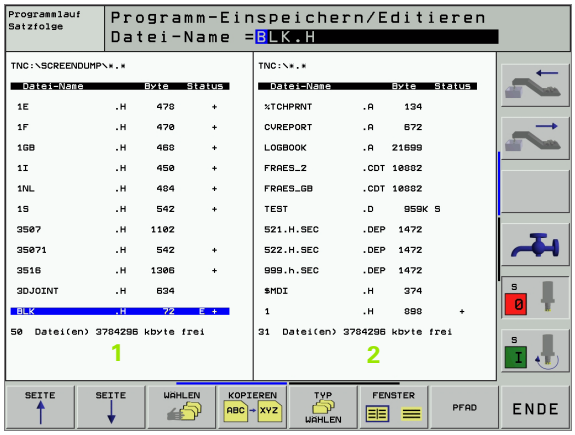
▶ Löschen bestätigen: Softkey JA drücken. Löschen abbrechen: Softkey NEIN drücken

## Datenübertragung zu/von einem externen Datenträger

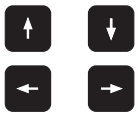
Bevor Sie Daten zu einem externen Datenträger übertragen können, müssen Sie die Datenschnittstelle einrichten (siehe „Datenschnittstellen einrichten" auf Seite 482).

Datei-Verwaltung aufrufen

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 Fenster ins linke 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.

Einzelne Datei übertragen: Softkey KOPIEREN drükken, oder

mehrere Dateien übertragen: Softkey MARKIEREN drücken (auf der zweiten Softkey-Leiste, siehe „Dateien markieren", Seite 94), oder

alle Dateien übertragen: Softkey TNC => EXT drükken

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. Wählen Sie im Überblendfenster mit den Pfeiltasten und der Taste ENT das gewünschte Verzeichnis!

## Datei in ein anderes Verzeichnis kopieren

- Bildschirm-Aufteilung mit gleich großen Fenstern wählen
- In beiden Fenstern Verzeichnisse anzeigen: Softkey PFAD 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", Seite 94.

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

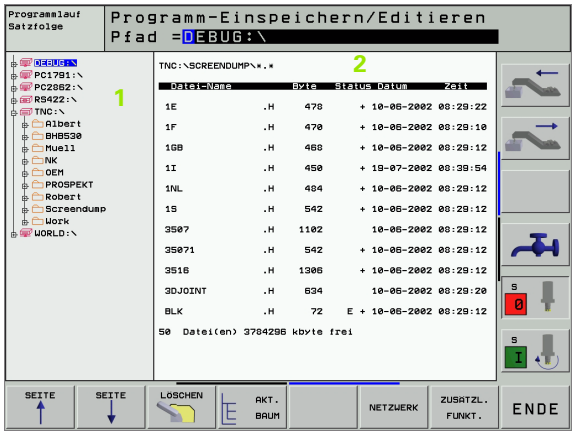
Wenn Sie eine geschütze Datei überschreiben wollen, müssen Sie dies separat bestätigen bzw. abbrechen.

## Die TNC am Netzwerk

Um die Ethernet-Karte an Ihr Netzwerk anzuschließen, (siehe „Ethernet-Schnittstelle" auf Seite 486).

Um die iTNC mit Windows 2000 an Ihr Netzwerk anzuschließen, siehe „Netzwerk-Einstellungen", Seite 549.

Fehlermeldungen während des Netzwerk-Betriebs protokolliert die TNC (siehe „Ethernet-Schnittstelle" auf Seite 486).




Wenn die TNC an ein Netzwerk angeschlossen ist, stehen Ihnen bis zu 7 zusätzliche Laufwerke im Verzeichnis-Fenster **1** zur Verfügung (siehe Bild rechts). Alle zuvor beschriebenen Funktionen (Laufwerk wählen, Dateien kopieren usw.) gelten auch für Netzlaufwerke, sofern Ihre Zugriffsberechtigung dies erlaubt.

### Netzlaufwerk 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 bei 2 bis 5 MBit/s, je nachdem welchen Datei-Typ Sie übertragen und wie hoch die Netzauslastung ist.

# 4.5 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.

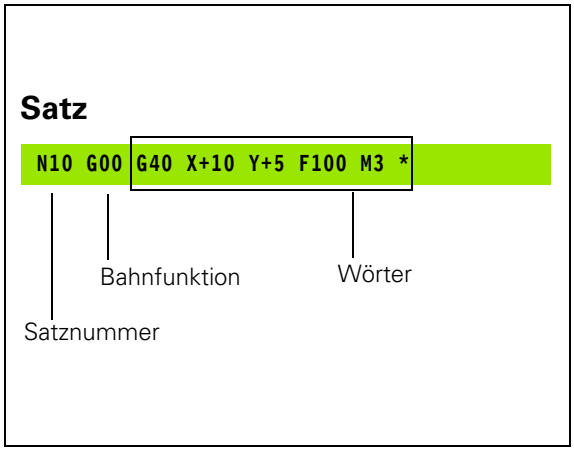
Die TNC numeriert die Sätze eines Bearbeitungs-Programms automatisch, in Abhängigkeit von MP7220. MP7220 definiert die Satznummern-Schrittweite.

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
- Bahnbewegungen, Zyklen und weitere Funktionen

Der letzte Satz eines Programms ist mit **N99999999 %**, dem Programm-Namen und der gültigen Maßeinheit (G70/G71) gekennzeichnet.




## 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 lang sein und liegen parallel zu den Achsen X,Y und Z. 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 (mit G91) eingeben

Die Rohteil-Definition ist nur erforderlich, wenn Sie das Programm grafisch testen wollen!

## Neues Bearbeitungs-Programm eröffnen

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

Betriebsart **Programm-Einspeichern/Editieren** wählen

PGM MGT

Datei-Verwaltung aufrufen: Taste PGM MGT drücken

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

**DATEI-NAME = ALT.H**

ENT

Neuen Programm-Namen eingeben, mit Taste ENT bestätigen

MM

Maßeinheit wählen: Softkey MM oder INCH drücken. Die TNC wechselt ins Programm-Fenster und eröffnet den Dialog zur Definition des Rohteils

**SPINDELACHSE?**

ENT

Spindelachse definieren (z.B. Voreinstellung G17 = Z übernehmen), ggf. über Softkey eine andere Spindelachse wählen, mit Taste ENT bestätigen

**KOORDINATEN?**

0 ENT
0 ENT
-40 ENT

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

**KOORDINATEN?**

G90 G91

Absolut/Inkrementaleingabe definieren, ist für jede Koordinate separat wählbar

**KOORDINATEN?**

100 ENT

100 ENT

0 ENT

Nacheinander X-, Y- und Z-Koordinaten des MAX-Punkts eingeben, jeweils mit Taste ENT bestätigen

**Beispiel: Anzeige des Rohteils im NC-Programm**

| | |
|---|---|
| `%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 |
| `N9999999 %NEU G71 *` | Programm-Ende, Name, Maßeinheit |

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

Wenn Sie keine Rohteil-Definition programmieren wollen, brechen Sie den Dialog bei **Spindelachse Z - Ebene XY** mit der Taste DEL ab!

Die TNC kann die Grafik nur dann darstellen, wenn die kürzeste Seite mindestens 50 µm und die längste Seite maximal 99 999,999 mm groß ist.

## Werkzeug-Bewegungen programmieren

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

Achten Sie darauf, dass die Großschreibung aktiv ist.

**Beispiel für einen Positioniersatz**

G 1 ENT Satz eröffnen

KOORDINATEN?

X 10 Zielkoordinate für X-Achse eingeben

Y 5 ENT Zielkoordinate für Y-Achse eingeben, mit Taste ENT zur nächste Frage

FRÄSERMITTELSPUNKTSBAHN

G 40 Ohne Werkzeug-Radiuskorrektur verfahren: Mit Taste ENT bestätigen, oder

G41 G42 Links bzw. rechts der programmierten Kontur verfahren: G41 bzw. G42 über Softkey wählen

VORSCHUB? F=

750 ENT Vorschub für diese Bahnbewegung 750 mm/min, mit Taste ENT bestätigen

ZUSATZ-FUNKTION M?

3 END Gewünschte Zusatzfunktion (z.B. M3 Spindel ein) eingeben, mit Taste END Satz beenden und speichern

M120 Von der TNC in der Softkey-Leiste angezeigte Zusatzfunktion wählen

Das Programmfenster zeigt die Zeile:

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

## Ist-Positionen übernehmen

Die TNC ermöglicht die aktuelle Position des Werkzeugs in das Programm zu übernehmen, z.B. wenn Sie

- Verfahrsätze programmieren
- Zyklen programmieren
- Werkzeuge mit G99 definieren

Um die richtigen Positionswerte zu übernehmen, gehen Sie wie folgt vor:

- Eingabfeld an die Stelle in einem Satz positionieren, an der Sie eine Position übernehmen wollen

- Funktion Ist-Position übernehmen wählen: Die TNC zeigt in der Softkey-Leiste die Achsen an, deren Positionen Sie übernehmen können

- Achse wählen: Die TNC schreibt die aktuelle Position der gewählten Achse in das aktive Eingabefeld

Die TNC übernimmt in der Bearbeitungsebene immer die Koordinaten des Werkzeug-Mittelpunktes, auch wenn die Werkzeug-Radiuskorrektur aktiv ist.

Die TNC übernimmt in der Werkzeug-Achse immer die Koordinate der Werkzeug-Spitze, berücksichtigt also immer die aktive Werkzeug-Längenkorrektur.

## Programm editieren

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:

| Funktion | Softkey/Tasten |
|---|---|
| Seite nach oben blättern | SEITE ↑ |
| Seite nach unten blättern | SEITE ↓ |
| Sprung zum Programm-Anfang | ANFANG ↑ |
| Sprung zum Programm-Ende | ENDE ↓ |
| Position des aktuellen Satzes im Bildschirm verändern. Damit können Sie mehr Programmsätze anzeigen lassen, die vor dem aktuellen Satz programmiert sind | |
| Position des aktuellen Satzes im Bildschirm verändern. Damit können Sie mehr Programmsätze anzeigen lassen, die hinter dem aktuellen Satz programmiert sind | |
| Von Satz zu Satz springen | ↓ ↑ |
| Einzelne Wörter im Satz wählen | ← → |

| Funktion | Softkey/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 □ |
| Satz einfügen, der zuletzt editiert oder gelöscht wurde | LETZTEN NC-SATZ EINFÜGEN |

**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**

Für diese Funktion Softkey AUTOM. ZEICHNEN auf AUS setzen.

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

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

**Programmteile markieren, kopieren, löschen und einfügen**

Um Programmteile innerhalb eines NC-Programms, bzw. in ein anderes NC-Programm zu kopieren, stellt die TNC folgende Funktionen zur Verfügung: Siehe Tabelle unten.

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 drükken. Die TNC hinterlegt die erste Stelle der Satznummer mit einem Hellfeld und blendet den Softkey MARKIEREN ABBRECHEN 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, der eingefügte Text bleibt zur Verdeutlichung markiert
- Markierungsfunktion beenden: Softkey MARKIEREN ABBRECHEN 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 |

### Satznummern-Schrittweite ändern

Wenn Sie Programmteile gelöscht, verschoben oder hinzugefügt haben, können Sie über den Softkey SATZNUMMERN SORTIEREN eine neue Satznummerierung durchführen:

SATZ-NUMMERN SORTIEREN

- Neue Satznummerierung durchführen: Softkey SATZ-NUMMERN SORTIEREN drücken, die TNC blendet ein Fenster ein, in dem Sie die Satznummern-Schrittweite eingeben können
- Gewünschte Satznummern-Schrittweite eingeben, mit Taste ENT bestätigen. Die TNC nummeriert das komplette Programm neu durch

Beim Einfügen eines neuen NC-Satzes verwendet die TNC die Satznummern-Schrittweite, die im Maschinen-Parameter 7220 definiert ist.

## Die Suchfunktion der TNC

Mit der Suchfunktion der TNC können Sie beliebige Texte innerhalb eines Programmes suchen und bei Bedarf auch durch einen neuen Text ersetzen.

### Nach beliebigen Texten suchen

- Ggf. Satz wählen, in dem das zu suchende Wort gespeichert ist

SUCHEN
- Suchfunktion wählen: Die TNC blendet das Suchfenster ein und zeigt in der Softkey-Leiste die zur Verfügung stehenden Suchfunktionen an (siehe Tabelle Suchfunktionen)

G 40
- Zu suchenden Text eingeben, auf Groß-/Kleinschreibung achten

AUSFÜHREN
- Suchvorgang einleiten: Die TNC zeigt in der Softkey-Leiste die zur Verfügung stehenden Suchoptionen an (siehe Tabelle Suchoptionen auf der nächsten Seite)

GANZES WORT AUS EIN
- Ggf Suchoptionen ändern

AUSFÜHREN
- Suchvorgang starten: Die TNC springt auf den nächsten Satz, in dem der gesuchte Text gespeichert ist

AUSFÜHREN
- Suchvorgang wiederholen: Die TNC springt auf den nächsten Satz, in dem der gesuchte Text gespeichert ist

END
- Suchfunktion beenden

| Suchfunktionen | Softkey |
|---|---|
| Überblendfenster anzeigen, in dem die letzten Suchelemente angezeigt werden. Über Pfeiltaste Suchelement wählbar, mit Taste ENT übernehmen | LETZTE SUCH-ELEMENTE |
| Überblendfenster anzeigen, in dem mögliche Suchelemente des aktuellen Satzes gespeichert sind. Über Pfeiltaste Suchelement wählbar, mit Taste ENT übernehmen | ELEMENTE AKT. SATZ |
| Überblendfenster anzeigen, in dem eine Auswahl der wichtigsten NC-Funktionen angezeigt werden. Über Pfeiltaste Suchelement wählbar, mit Taste ENT übernehmen | NC SATZE |
| Suchen/Ersetzen-Funktion aktivieren | SUCHEN + ERSETZEN |

| Suchoptionen | Softkey |
|---|---|
| Suchrichtung festlegen | AUFWARTS ABWARTS / AUFWARTS ABWARTS |
| Suchende festlegen: Einstellung KOMPLETT sucht vom aktuellen Satz bis zum aktuellen Satz | KOMPLETT BEGIN/END / KOMPLETT BEGIN/END |
| Neue Suche starten | NEUE SUCHE |

**Suchen/Ersetzen von beliebigen Texten**

- Ggf. Satz wählen, in dem das zu suchende Wort gespeichert ist

SUCHEN
- Suchfunktion wählen: Die TNC blendet das Suchfenster ein und zeigt in der Softkey-Leiste die zur Verfügung stehenden Suchfunktionen an

SUCHEN + ERSETZEN
- Ersetzen aktivieren: Die TNC zeigt im Überblendfenster eine zusätzlich Eingabemöglichkeit für den Text an, der eingesetzt werden soll

G 02
- Zu suchenden Text eingeben, auf Groß-/Kleinschreibung achten, mit Taste ENT bestätigen

G 03
- Text eingeben der eingesetzt werden soll, auf Groß-/Kleinschreibung achten

AUSFÜHREN
- Suchvorgang einleiten: Die TNC zeigt in der Softkey-Leiste die zur Verfügung stehenden Suchoptionen an (siehe Tabelle Suchoptionen)

GANZES WORT AUS EIN
- Ggf Suchoptionen ändern

AUSFÜHREN
- Suchvorgang starten: Die TNC springt auf den nächsten gesuchten Text

AUSFÜHREN
- Um den Text zu ersetzen und anschließend die nächste Fundstelle anzuspringen: Softkey ERSETZEN drücken, oder um den Text nicht zu ersetzen und die nächste Fundstelle anzuspringen: Softkey NICHT ERSETZEN drücken

END
- Suchfunktion beenden

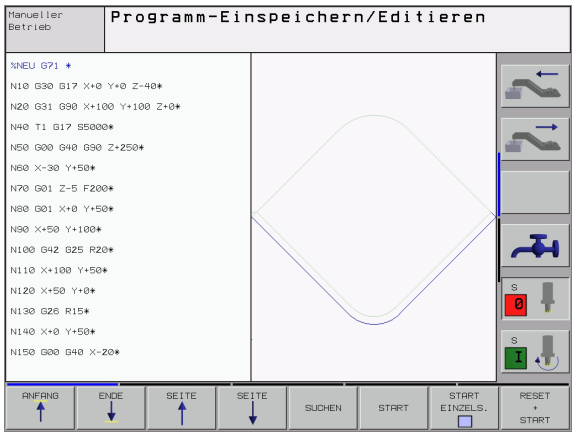
# 4.6 Programmier-Grafik

## Programmier-Grafik mitführen/nicht mitführen

Während Sie ein Programm erstellen, kann die TNC die programmierte Kontur mit einer 2D-Strichgrafik anzeigen.

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

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




Wenn die TNC die Grafik nicht mitführen soll, setzen Sie den Softkey AUTOM. ZEICHNEN auf AUS.

AUTOM. ZEICHNEN EIN zeichnet keine Programmteil-Wiederholungen mit.

## Programmier-Grafik für bestehendes Programm erstellen

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

- Grafik erstellen: Softkey RESET + START drücken

Weitere Funktionen:

| Funktion | Softkey |
|---|---|
| Programmier-Grafik vollständig erstellen | RESET + START |
| 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 |

## Satz-Nummern ein- und ausblenden

▶ Softkey-Leiste umschalten

▶ Satz-Nummern einblenden: Softkey ANZEIGEN AUSBLEND. SATZ-NR. auf ANZEIGEN setzen

▶ Satz-Nummern ausblenden: Softkey ANZEIGEN AUSBLEND. SATZ-NR. auf AUSBLEND. setzen

## Grafik löschen

▶ Softkey-Leiste umschalten

▶ 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 Mitte)

Damit stehen folgende Funktionen zur Verfügung:

| Funktion | Softkey |
|---|---|
| Rahmen einblenden und verschieben. Zum Verschieben jeweiligen Softkey gedrückt halten | ← → ↓ ↑ |
| Rahmen verkleinern – zum Verkleinern Softkey gedrückt halten | << |
| Rahmen vergrößern – zum Vergrößern Softkey gedrückt halten | >> |

▶ Mit Softkey ROHTEIL AUSSCHN. ausgewählten Bereich übernehmen

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

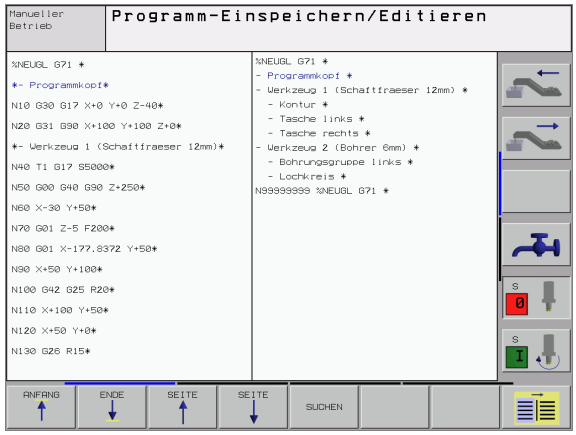
# 4.7 Programme gliedern

## Definition, Einsatzmöglichkeit

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

Lange und komplexe Programme lassen sich durch sinnvolle Gliederungs-Sätze übersichtlicher und verständlicher gestalten.

Das erleichtert besonders spätere Änderungen im Programm. Gliederungs-Sätze fügen Sie an beliebiger Stelle in das Bearbeitungs-Programm ein. Sie lassen sich zusätzlich in einem eigenen Fenster darstellen und auch bearbeiten bzw. ergänzen.




## Gliederungs-Fenster anzeigen/Aktives Fenster wechseln

PROGRAMM + GLIEDER.

▶ Gliederungs-Fenster anzeigen: Bildschirm-Aufteilung PROGRAMM + GLIEDER. wählen

▶ Das aktive Fenster wechseln: Softkey „Fenster wechseln“ drücken

## Gliederungs-Satz im Programm-Fenster (links) einfügen

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

GLIEDERUNG EINFÜGEN

▶ Softkey GLIEDERUNG EINFÜGEN oder Taste * auf der ASCII-Tastatur drücken

▶ Gliederungs-Text über Alpha-Tastatur eingeben

▶ Ggf. Gliederungstiefe per Softkey verändern

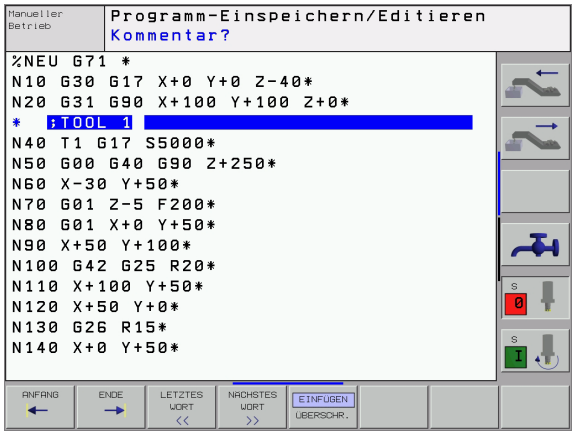
## Sätze im Gliederungs-Fenster wählen

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

# 4.8 Kommentare einfügen

## Anwendung

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:




## Kommentar während der Programmeingabe

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

## Kommentar nachträglich einfügen

- Den Satz wählen, an den Sie den Kommentar anfügen wollen
- Mit der Pfeil-nach-rechts-Taste ein beliebiges Wort im Satz wählen dann „;“ (Semikolon) auf der Alpha-Tastatur drücken – die TNC zeigt die Frage **Kommentar?**
- Kommentar eingeben und den Satz mit der Taste END abschließen

## Kommentar in eigenem Satz

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

## Funktionen beim Editieren des Kommentars

| Funktion | Softkey |
|---|---|
| An den Anfang des Kommentars springen | ANFANG ← |
| An das Ende des Kommentars springen | ENDE → |
| An den Anfang eines Wortes springen. Wörter sind durch ein Blank zu trennen | LETZTES WORT << |
| An das Ende eines Wortes springen. Wörter sind durch ein Blank zu trennen | NACHSTES WORT >> |
| Umschalten zwischen Einfüge- und Überschreib-Modus | EINFÜGEN ÜBERSCHR. |

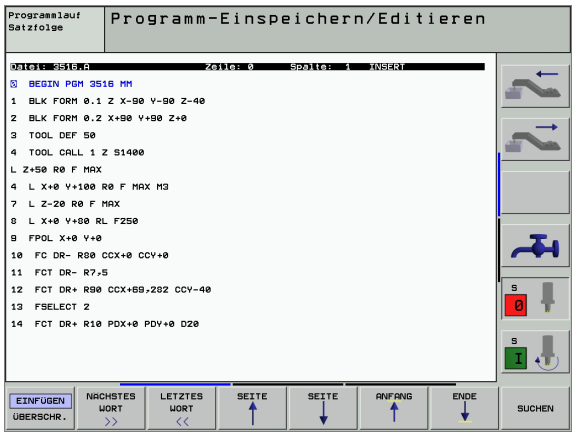
# 4.9 Text-Dateien erstellen

## Anwendung

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-Datei 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.

| Cursor-Bewegungen | Softkey |
|---|---|
| Cursor ein Wort nach rechts | NACHSTES 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 |

## 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.

## 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.

- 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

| Funktion | 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 |

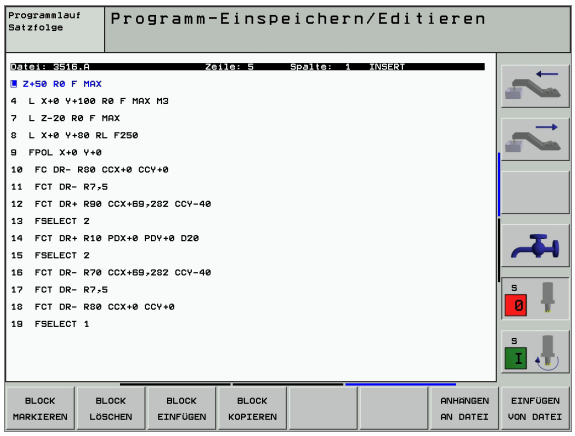
## Textblöcke bearbeiten

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 EINFÜGEN |

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.

### Markierten Block in andere Datei übertragen

- Den Textblock wie bereits beschrieben markieren

ANHANGEN 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

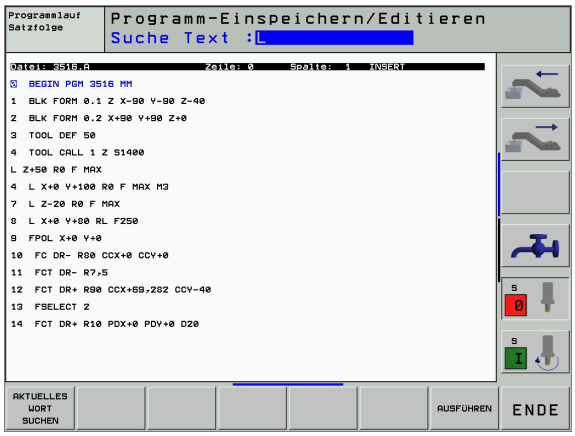
- Den Cursor an die Stelle im Text bewegen, an der Sie eine andere Textdatei einfügen möchten

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. Die TNC stellt zwei Möglichkeiten zur Verfügung.




### 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
- Suchfunktion verlassen: Softkey ENDE drücken

### Beliebigen Text finden

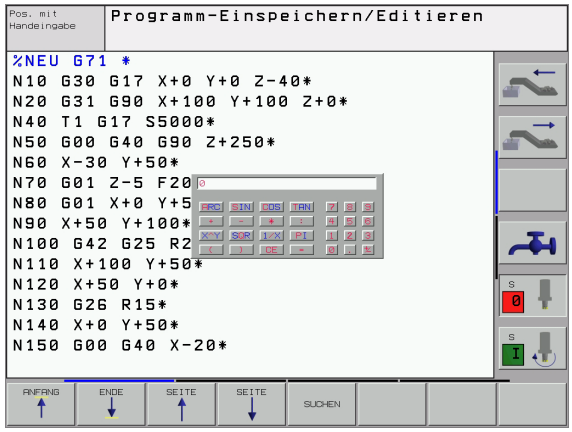
- Suchfunktion wählen: Softkey SUCHEN drücken. Die TNC zeigt den Dialog **Suche Text:**
- Gesuchten Text eingeben
- Text suchen: Softkey AUSFÜHREN drücken
- Suchfunktion verlassen Softkey ENDE drücken

# 4.10 Der Taschenrechner

## Bedienung

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

- Mit der Taste CALC den Taschenrechner einblenden bzw. wieder schließen
- Rechenfunktionen über Kurzbefehle mit der Alpha-Tastatur wählen. Die Kurzbefehler sind im Taschenrechner farblich gekennzeichnet




| Rechen-Funktion | Kurzbefehl (Taste) |
|---|---|
| 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 | = |

### Berechneten Wert ins Programm übernehmen

- Mit den Pfeiltasten das Wort wählen, in das der berechnete Wert übernommen werden soll
- Mit der Taste CALC den Taschenrechner einblenden und gewünschte Berechnung durchführen
- Taste „Ist-Position-übernehmen“ drücken, die TNC blendet eine Softkeyleiste ein
- Softkey CALC drücken: Die TNC übernimmt den Wert ins aktive Eingabefeld und schließt den Taschenrechner

# 4.11 Direkte Hilfe bei NC-Fehler-meldungen

## Fehlermeldungen anzeigen

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.

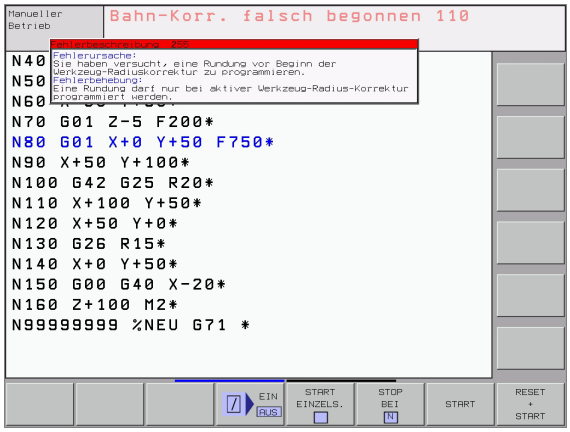
Um nähere Informationen zu einer anstehenden Fehlermeldung zu erhalten, drücken Sie die Taste HELP. Die TNC blendet dann ein Fenster ein, in dem die Fehlerursache und die Fehlerbehebung beschrieben sind.

## Hilfe anzeigen

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

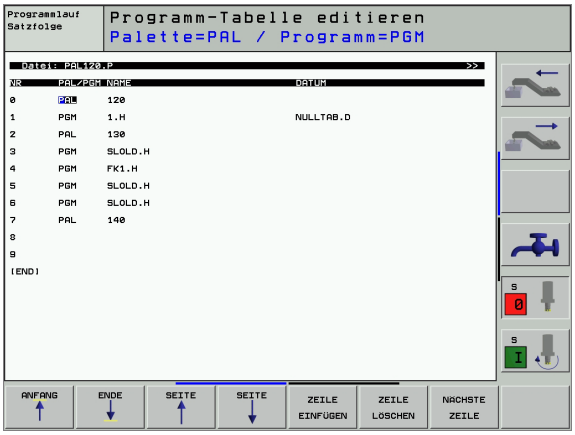
Bei blinkenden Fehlermeldungen zeigt die TNC den Hilfetext automatisch an. Nach blinkenden Fehlermeldungen müssen Sie die TNC neu starten, indem Sie die END-Taste 2 Sekunden gedrückt halten.



# 4.12 Paletten-Verwaltung

## Anwendung

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 G53 **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 folgende Tabelle)

| 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 |

| Position | Bedeutung |
|---|---|
| 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. Wenn Sie keinen Eintrag definieren, bleibt der manuell gesetzte Bezugspunkt aktiv.

| Editier-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 |

## Paletten-Tabelle wählen

- In der Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren oder Programmlauf 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

Programme, die über die Paletten-Datei abgearbeitet werden, dürfen kein M30 (M02) enthalten.

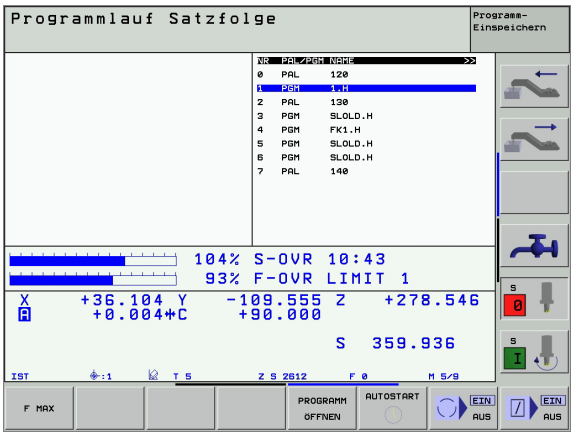
Im Maschinen-Parameter 7683 legen Sie fest, ob die Paletten-Tabelle satzweise oder kontinuierlich abgearbeitet wird (siehe „Allgemeine Anwenderparameter" auf Seite 510).

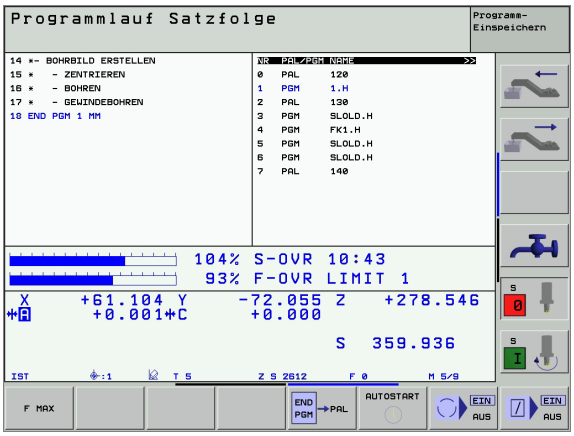
- In der Betriebsart Programmlauf Satzfolge oder Programmlauf Einzelsatz Datei-Verwaltung wählen: Taste PGM MGT drücken
- Dateien vom Typ .P anzeigen: Softkeys TYP WÄHLEN und ANZEIGEN .P drücken
- Paletten-Tabelle mit Pfeil-Tasten wählen, mit Taste ENT bestätigen
- Paletten-Tabelle abarbeiten: Taste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

### Bildschirm-Aufteilung beim Abarbeiten der Paletten-Tabelle

Wenn Sie den Programm-Inhalt und den Inhalt der Paletten-Tabelle gleichzeitig sehen wollen, dann wählen Sie die Bildschirm-Aufteilung PROGRAMM + PALETTE. Während des Abarbeitens stellt die TNC dann auf der linken Bildschirmseite das Programm und auf der rechten Bildschirmseite die Palette dar. Um den Programm-Inhalt vor dem Abarbeiten ansehen zu können gehen Sie wie folgt vor:

- Paletten-Tabelle wählen
- Mit Pfeiltasten Programm wählen, das Sie kontrollieren wollen
- Softkey PROGRAMM ÖFFNEN drücken: Die TNC zeigt das gewählte Programm am Bildschirm an. Mit den Pfeiltasten können Sie jetzt im Programm blättern
- Zurück zur Paletten-Tabelle: Drücken Sie den Softkey END PGM

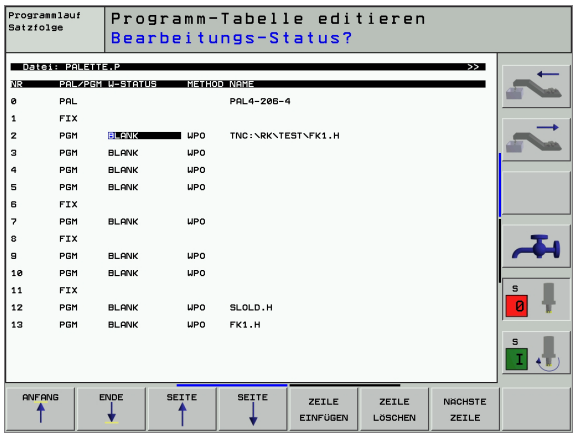


# 4.13 Palettenbetrieb mit werkzeugorientierter Bearbeitung

## Anwendung

Die Paletten-Verwaltung in Verbindung mit der werkzeugorientierten Bearbeitung 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):
  Der Eintrag **PAL** legt die Kennung für eine Palette fest, mit **FIX** wird eine Aufspannungsebene gekennzeichnet und mit **PGM** geben Sie ein Werkstück an
- **W-STATE** :
  Aktueller Bearbeitungs-Status. Durch den Bearbeitungs-Status wird der Fortschritt der Bearbeitung festgelegt. Geben Sie für das unbearbeitete Werkstück **BLANK** an. Die TNC ändert diesen Eintrag bei der Bearbeitung auf **INCOMPLETE** und nach der vollständigen Bearbeitung auf **ENDED**. Mit dem Eintrag **EMPTY** wird ein Platz gekennzeichnet, an dem kein Werkstück aufgespannt ist oder keine Bearbeitung stattfinden soll
- **METHOD** (Eintrag zwingend erforderlich):
  Angabe, nach welcher Methode die Programm-Optimierung erfolgt. Mit **WPO** erfolgt die Bearbeitung werkstückorientiert. Mit **TO** erfolgt die Bearbeitung für das Teil werkzeugorientiert. Um nachfolgende Werkstücke in die werkzeugorientierte Bearbeitung miteinzubeziehen müssen Sie den Eintrag **CTO** (continued tool oriented) verwenden. Die werkzeugorientierte Bearbeitung ist auch über Aufspannungen einer Palette hinweg möglich, nicht jedoch über mehrere Paletten
- **NAME** (Eintrag zwingend erforderlich):
  Paletten-, bzw. Programm-Name. Die Paletten-Namen legt der Maschinenhersteller fest (Maschinenhandbuch beachten). Programme 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 G53 **NULLPUNKT-VERSCHIEBUNG**
- **X, Y, Z** (Eintrag wahlweise, weitere Achsen möglich):
  Bei Paletten und Aufspannungen beziehen sich die programmierten Koordinaten auf den Maschinen-Nullpunkt. Bei NC-Programmen beziehen sich die programmierten Koordinaten auf den Paletten- bzw. Aufspannungs-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 folgende Tabelle)

| 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. Wenn Sie keinen Eintrag definieren, bleibt der manuell gesetzte Bezugspunkt aktiv.

- **SP-X, SP-Y, SP-Z** (Eintrag wahlweise, weitere Achsen möglich):
  Für die Achsen können Sicherheitspositionen angegeben werden, welche mit SYSREAD FN18 ID510 NR 6 von NC-Makros aus gelesen werden können. Mit SYSREAD FN18 ID510 NR 5 kann ermittelt werden, ob in der Spalte ein Wert programmiert wurde. Die angegebenen Positionen werden nur angefahren, wenn in den NC-Makros diese Werte gelesen und entsprechend programmiert werden.

- **CTID** (Eintrag erfolgt durch TNC):
  Die Kontext-Identnummer wird von der TNC vergeben und enthält Hinweise über den Bearbeitungs-Fortschritt. Wird der Eintrag gelöscht, bzw. geändert, ist ein Wiedereinstieg in die Bearbeitung nicht möglich

| Editier-Funktion im Tabellenmodus | 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 |

| Editier-Funktion im Formularmodus | Softkey |
|---|---|
| Vorherige Palette wählen | PALETTE ↑ |
| Nächste Palette wählen | PALETTE ↓ |
| Vorherige Aufspannung wählen | AUFSP. ↑ |
| Nächste Aufspannung wählen | AUFSP. ↓ |
| Vorheriges Werkstück wählen | WERKSTÜCK ↑ |
| Nächstes Werkstück wählen | WERKSTÜCK ↓ |

| Editier-Funktion im Formularmodus | Softkey |
|---|---|
| Auf Palettenebene wechseln | ANSICHT PALETTEN-EBENE |
| Auf Aufspannungsebene wechseln | ANSICHT AUFSPANN-EBENE |
| Auf Werkstückebene wechseln | ANSICHT WERKST.-EBENE |
| Standardansicht Palette wählen | PALETTE DETAIL PALETTE |
| Detailansicht Palette wählen | PALETTE DETAIL PALETTE |
| Standardansicht Aufspannung wählen | AUFSP. DETAIL AUFSP. |
| Detailansicht Aufspannung wählen | AUFSP. DETAIL AUFSP. |
| Standardansicht Werkstück wählen | WERKSTÜCK DETAIL WERKSTÜCK |
| Detailansicht Werkstück wählen | WERKSTÜCK DETAIL WERKSTÜCK |
| Palette einfügen | PALETTE EINFÜGEN |
| Aufspannung einfügen | AUFSP. EINFÜGEN |
| Werkstück einfügen | WERKSTÜCK EINFÜGEN |
| Palette löschen | PALETTE LÖSCHEN |
| Aufspannung löschen | AUFSP. LÖSCHEN |
| Werkstück löschen | WERKSTÜCK LÖSCHEN |
| Alle Felder in Zwischenspeicher kopieren | ALLE FELDER KOPIEREN |
| Hell hinterlegtes Feld in Zwischenspeicher kopieren | AKTUELLES FELD KOPIEREN |
| Kopiertes Feld einfügen | FELDER EINFÜGEN |
| Zwischenspeicher löschen | ZWISCHEN-SPEICHER LÖSCHEN |

| Editier-Funktion im Formularmodus | Softkey |
|---|---|
| Werkzeugoptimierte Bearbeitung | WERKZEUG ORIENT. |
| Werkstückoptimierte Bearbeitung | WERKSTÜCK ORIENT. |
| Verbinden bzw. Trennen der Bearbeitungen | VERBUNDEN GETRENNT |
| Ebene als leer kennzeichnen | FREIER PLATZ |
| Ebene als unbearbeitet kennzeichnen | ROHTEIL |

## Paletten-Datei wählen

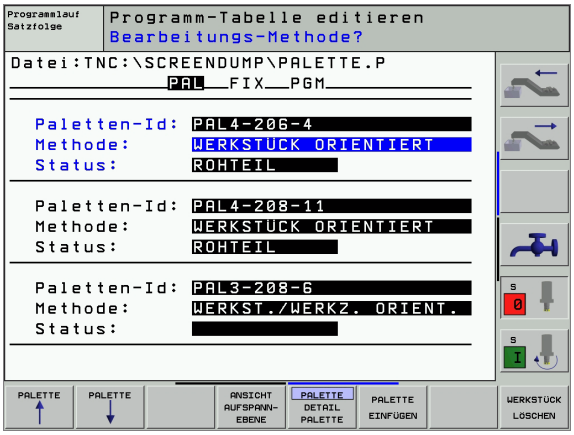
- In der Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren oder Programmlauf Datei-Verwaltung wählen: Taste PGM MGT drücken
- Dateien vom Typ .P anzeigen: Softkeys TYP WÄHLEN und ANZEIGEN .P drücken
- Paletten-Tabelle mit Pfeil-Tasten wählen oder Namen für eine neue Tabelle eingeben
- Auswahl mit Taste ENT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

## Paletten-Datei mit Eingabeformular einrichten

Der Palettenbetrieb mit werkzeug- bzw. werkstückorientierter Bearbeitung gliedert sich in die drei Ebenen:

- Palettenebene **PAL**
- Aufspannungsebene **FIX**
- Werkstückebene **PGM**

Auf jeder Ebene ist ein Wechsel in die Detailansicht möglich. In der normalen Ansicht können Sie die Bearbeitungsmethode und den Status für die Palette, Aufspannung und Werkstück festlegen. Falls Sie eine vorhandene Paletten-Datei editieren, werden die aktuellen Einträge angezeigt. Verwenden Sie die Detailansicht zum Einrichten der Paletten-Datei.



Richten Sie die Paletten-Datei entsprechend der Maschinenkonfiguration ein. Falls Sie nur eine Aufspannvorrichtung mit mehreren Werkstücken haben, ist es ausreichend eine Aufspannung **FIX** mit Werkstücken **PGM** zu definieren. Enthält eine Palette mehrere Aufspannvorrichtungen oder wird eine Aufspannung mehrseitig bearbeitet, müssen Sie eine Palette **PAL** mit entsprechenden Aufspannungsebenen **FIX** definieren.

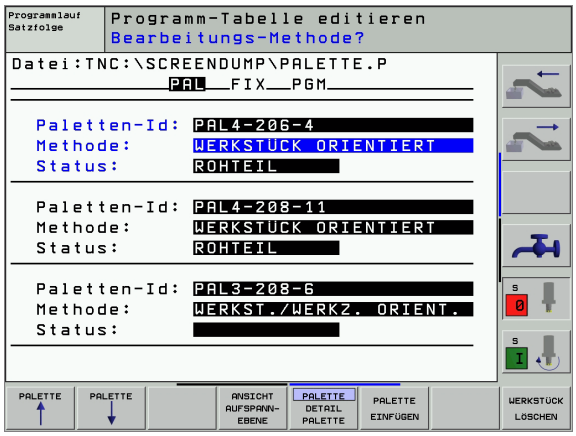
Sie können zwischen der Tabellenansicht und der Formularansicht mit der Taste für die Bildschirm-Aufteilung wechseln.

Die grafische Unterstützung der Formulareingabe ist noch nicht verfügbar.

Die verschiedenen Ebenen im Eingabeformular sind mit den jeweiligen Softkeys erreichbar. In der Statuszeile wird im Eingabeformular immer die aktuelle Ebene hell hinterlegt. Wenn Sie mit der Taste für die Bildschirm-Aufteilung in die Tabellendarstellung wechseln, steht der Cursor auf der gleichen Ebene wie in der Formulardarstellung.

### Palettenebene einstellen

- **Paletten-Id**: Der Name der Palette wird angezeigt
- **Methode**: Sie können die Bearbeitungsmethoden WORKPIECE ORIENTED bzw. TOOL ORIENTED auswählen. Die getroffene Auswahl wird in die dazugehörige Werkstückebene mit übernommen und überschreibt eventuell vorhandene Einträge. In der Tabellenansicht erscheint die Methode WERKSTÜCK ORIENTIERT mit **WPO** und WERKZEUG ORIENTIERT mit **TO**.

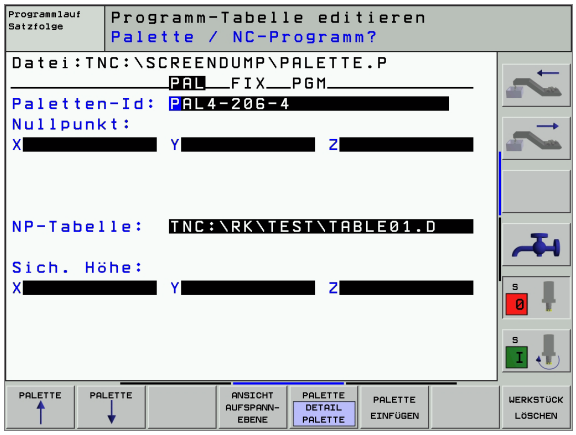



> Der Eintrag TO-/WP-ORIENTED kann nicht über Softkey eingestellt werden. Dieser erscheint nur, wenn in der Werkstück- bzw. Aufspannungsebene unterschiedliche Bearbeitungsmethoden für die Werkstücke eingestellt wurden.
>
> Wird die Bearbeitungsmethode in der Aufspannungsebene eingestellt, werden die Einträge in die Werkstückebene übernommen und eventuell vorhandene überschrieben.

- **Status**: Der Sofkey **ROHTEIL** kennzeichnet die Palette mit den dazugehörigen Aufspannungen bzw. Werkstücken als noch nicht bearbeitet, im Feld Status wird **BLANK** eingetragen. Verwenden Sie den Softkey **FREIER PLATZ**, falls Sie die Palette bei der Bearbeitung überspringen möchten, im Feld Status erscheint **EMPTY**

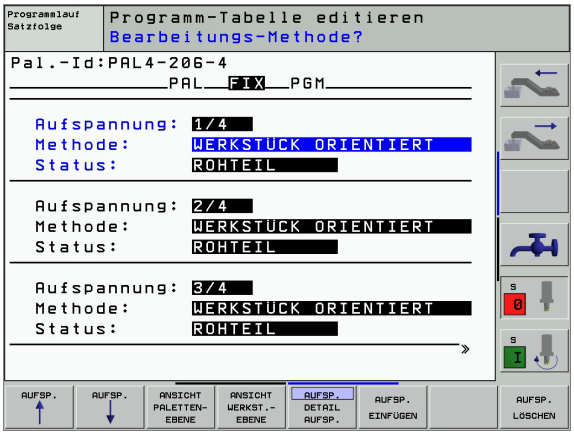
### Details in der Palettenebene einrichten

- **Paletten-Id**: Geben Sie den Namen der Palette ein
- **Nullpunkt**: Nullpunkt für Palette eingeben
- **NP-Tabelle**: Tragen Sie Namen und Pfad der Nullpunkt-Tabelle für das Werkstück ein. Die Eingabe wird in die Aufspannungs- und Werkstückebene übernommen.
- **Sich. Höhe**: (optional): Sichere Position für die einzelnen Achsen bezogen auf die Palette. Die angegebenen Positionen werden nur angefahren, wenn in den NC-Makros diese Werte gelesen und entsprechend programmiert wurden.



### Aufspannungsebene einstellen

- **Aufspannung**: Die Nummer der Aufspannung wird angezeigt, nach dem Schrägstrich wird die Anzahl der Aufspannungen innerhalb dieser Ebene angezeigt
- **Methode**: Sie können die Bearbeitungsmethoden WORKPIECE ORIENTED bzw. TOOL ORIENTED auswählen. Die getroffene Auswahl wird in die dazugehörige Werkstückebene mit übernommen und überschreibt eventuell vorhandene Einträge. In der Tabellenansicht erscheint der Eintrag WORKPIECE ORIENTED mit **WPO** und TOOL ORIENTED mit **TO**.
  Mit dem Softkey **VERBINDEN/TRENNEN** kennzeichnen Sie Aufspannungen, welche bei werkzeugorientierter Bearbeitung in die Berechnung für den Arbeitsablauf mit eingehen. Verbundene Aufspannungen werden durch einen unterbrochenen Trennungsstrich gekennzeichnet, getrennte Aufspannungen durch eine durchgehende Linie. In der Tabellenansicht werden verbundene Werkstücke in der Spalte METHOD mit **CTO** gekennzeichnet.




> Der Eintrag TO-/WP-ORIENTATE kann nicht über Softkey eingestellt werden, der erscheint nur, wenn in der Werkstückebene unterschiedliche Bearbeitungsmethoden für die Werkstücke eingestellt wurden.
>
> Wird die Bearbeitungsmethode in der Aufspannungsebene eingestellt, werden die Einträge in die Werkstückebene übernommen und eventuell vorhandene überschrieben.

- **Status**: Mit dem Softkey **ROHTEIL** wird die Aufspannung mit den dazugehörigen Werkstücken als noch nicht bearbeitet gekennzeichnet und im Feld Status wird BLANK eingetragen. Verwenden Sie den Softkey **FREIER PLATZ**, falls Sie die Aufspannung bei der Bearbeitung überspringen möchten, im Feld STATUS erscheint **EMPTY**

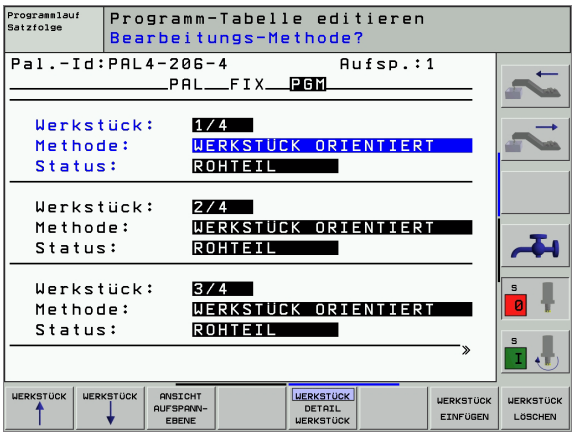
### Details in der Aufspannungsebene einrichten

- **Aufspannung**: Die Nummer der Aufspannung wird angezeigt, nach dem Schrägstrich wird die Anzahl der Aufspannungen innerhalb dieser Ebene angezeigt
- **Nullpunkt**: Nullpunkt für Aufspannung eingeben
- **NP-Tabelle**: Tragen Sie Namen und Pfad der Nullpunkt-Tabelle ein, welche für die Bearbeitung des Werkstückes gültig ist. Die Eingabe wird in die Werkstückebene übernommen.
- **NC-Makro**: Bei werkzeugorientierter Bearbeitung wird das Makro TCTOOLMODE anstelle des normalen Werkzeugwechsel-Makro ausgeführt.
- **Sich. Höhe**: (optional): Sichere Position für die einzelnen Achsen bezogen auf die Aufspannung

> Für die Achsen können Sicherheitspositionen angegeben werden, welche mit SYSREAD FN18 ID510 NR 6 von NC-Makros aus gelesen werden können. Mit SYSREAD FN18 ID510 NR 5 kann ermittelt werden, ob in der Spalte ein Wert programmiert wurde. Die angegebenen Positionen werden nur angefahren, wenn in den NC-Makros diese Werte gelesen und entsprechend programmiert werden

### Werkstückebene einstellen

- **Werkstück**: Die Nummer des Werkstückes wird angezeigt, nach dem Schrägstrich wird die Anzahl der Werkstücke innerhalb dieser Aufspannungsebene angezeigt
- **Methode**: Sie können die Bearbeitungsmethoden WORKPIECE ORIENTET bzw. TOOL ORIENTED auswählen. In der Tabellenansicht erscheint der Eintrag WORKPIECE ORIENTED mit **WPO** und TOOL ORIENTED mit **TO**.
  Mit dem Softkey **VERBINDEN/TRENNEN** kennzeichnen Sie Werkstücke, welche bei werkzeugorientierter Bearbeitung in die Berechnung für den Arbeitsablauf miteingehen. Verbundene Werkstücke werden durch einen unterbrochenen Trennungsstrich gekennzeichnet, getrennte Werkstücke durch eine durchgehende Linie. In der Tabellenansicht werden verbundene Werkstücke in der Spalte METHOD mit **CTO** gekennzeichnet.
- **Status**: Mit dem Sofkey **ROHTEIL** wird das Werkstück als noch nicht bearbeitet gekennzeichnet und im Feld Status wird BLANK eingetragen. Verwenden Sie den Softkey **FREIER PLATZ**, falls Sie ein Werkstück bei der Bearbeitung überspringen möchten, im Feld Status erscheint EMPTY

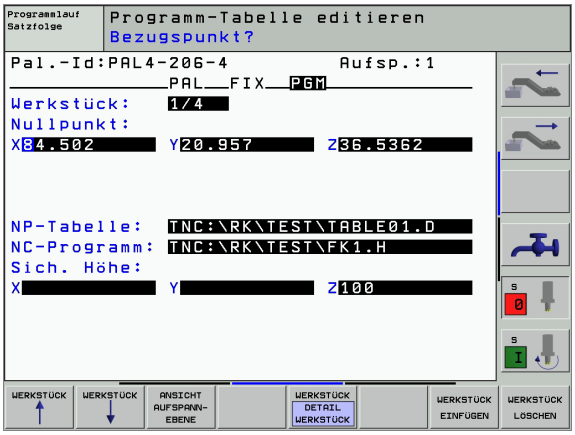


Stellen Sie Methode und Status in der Paletten- bzw. Aufspannungsebene ein, die Eingabe wird für alle dazugehörigen Werkstücke übernommen.

Bei mehreren Werkstückvarianten innerhalb einer Ebene sollten Werkstücke einer Variante nacheinander angegeben werden. Bei werkzeugorientierter Bearbeitung können die Werkstücke der jeweiligen Variante dann mit dem Softkey VERBINDEN/TRENNEN gekennzeichnet und gruppenweise bearbeitet werden.

### Details in der Werkstückebene einrichten

- **Werkstück**: Die Nummer des Werkstückes wird angezeigt, nach dem Schrägstrich wird die Anzahl der Werkstücke innerhalb dieser Aufspannungs- bzw. Palettenebene angezeigt
- **Nullpunkt**: Nullpunkt für Werkstück eingeben
- **NP-Tabelle**: Tragen Sie Namen und Pfad der Nullpunkt-Tabelle ein, welche für die Bearbeitung des Werkstückes gültig ist. Falls Sie für alle Werkstücke die gleiche Nullpunkttabelle verwenden, tragen Sie den Namen mit der Pfadangabe in die Paletten- bzw. Aufspannungsebenen ein. Die Angaben werden automatisch in die Werkstückebene übernommen.
- **NC-Programm**: Geben Sie den Pfad des NC-Programmes an, welches für die Bearbeitung des Werkstücks notwendig ist
- **Sich. Höhe**: (optional): Sichere Position für die einzelnen Achsen bezogen auf das Werkstück. Die angegebenen Positionen werden nur angefahren, wenn in den NC-Makros diese Werte gelesen und entsprechend programmiert wurden.



## Ablauf der werkzeugorientierten Bearbeitung

Die TNC führt eine werkzeugorientierte Bearbeitung nur dann durch, wenn bei der Methode WERKZEUG ORIENTIERT gewählt wurde und dadurch der Eintrag TO bzw. CTO in der Tabelle steht.

- Die TNC erkennt durch den Eintrag TO bzw. CTO im Feld Methode, das über diese Zeilen hinweg die optimierte Bearbeitung erfolgen muss.
- Die Palettenverwaltung startet das NC-Programm, welches in der Zeile mit dem Eintrag TO steht
- Das erste Werkstück wird bearbeitet, bis der nächste TOOL CALL ansteht. In einem speziellen Werkzeugwechselmakro wird vom Werkstück weggefahren
- In der Spalte W-STATE wird der Eintrag BLANK auf INCOMPLETE geändert und im Feld CTID wird von der TNC ein Wert in hexadezimaler Schreibweise eingetragen

Der im Feld CTID eingetragene Wert stellt für die TNC eine eindeutige Information für den Bearbeitungsfortschritt dar. Wird dieser Wert gelöscht oder geändert, ist eine weitergehende Bearbeitung oder ein Vorauslauf bzw. Wiedereintritt nicht mehr möglich.

- Alle weiteren Zeilen der Paletten-Datei, die im Feld METHODE die Kennung CTO haben, werden in gleicher Weise abgearbeitet, wie das erste Werkstück. Die Bearbeitung der Werkstücke kann über mehrere Aufspannungen hinweg erfolgen.
- Die TNC führt mit dem nächsten Werkzeug die weiteren Bearbeitungsschritte wieder beginnend ab der Zeile mit dem Eintrag TO aus, wenn sich folgende Situation ergibt:
  - im Feld PAL/PGM der nächsten Zeile würde der Eintrag PAL stehen
  - im Feld METHOD der nächsten Zeile würde der Eintrag TO oder WPO stehen
  - in den bereits abgearbeiteten Zeilen befinden sich unter METHODE noch Einträge, welche nicht den Status EMPTY oder ENDED haben
- Aufgrund des im Feld CTID eingetragenen Wertes wird das NC-Programm an der gespeicherten Stelle fortgesetzt. In der Regel wird bei dem ersten Teil ein Werkzeugwechsel ausgeführt, bei den nachfolgenden Werkstücken unterdrückt die TNC den Werkzeugwechsel
- Der Eintrag im Feld CTID wird bei jedem Bearbeitungsschritt aktualisiert. Wird im NC-Programm ein END PGM oder M02 abgearbeitet, wird ein eventuell vorhandener Eintrag gelöscht und im Feld Bearbeitungs-Status ENDED eingetragen.

- Wenn alle Werkstücke innerhalb einer Gruppe von Einträgen mit TO bzw. CTO den Status ENDED haben, werden in der Paletten-Datei die nächsten Zeilen abgearbeitet

Bei einem Satzvorlauf ist nur eine werkstückorientierte Bearbeitung möglich. Nachfolgende Teile werden nach der eingetragenen Methode bearbeitet.

Der im Feld CT-ID eingetragene Wert bleibt maximal 1 Woche lang erhalten. Innerhalb dieser Zeit kann die Bearbeitung an der gespeicherten Stelle fortgesetzt werden. Danach wird der Wert gelöscht, um zu große Datenmengen auf der Festplatte zu vermeiden.

Der Wechsel der Betriebsart ist nach dem Abarbeiten einer Gruppe von Einträgen mit TO bzw. CTO erlaubt

Folgende Funktionen sind nicht erlaubt:

- Verfahrbereichsumschaltung
- PLC-Nullpunktverschieben
- M118

## 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

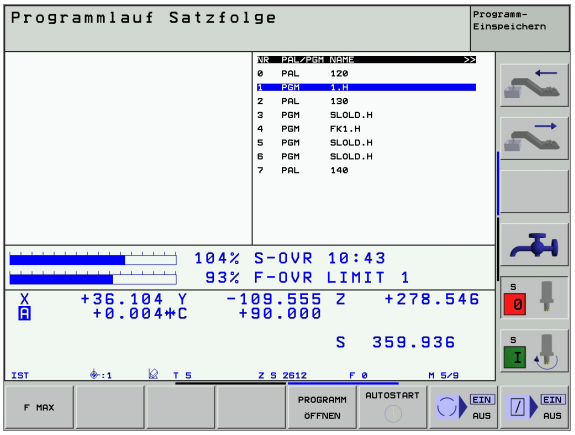
Im Maschinen-Parameter 7683 legen Sie fest, ob die Paletten-Tabelle satzweise oder kontinuierlich abgearbeitet wird (siehe „Allgemeine Anwenderparameter" auf Seite 510).

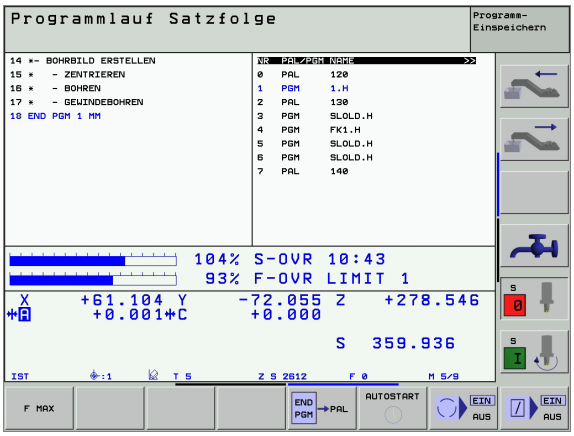
- In der Betriebsart Programmlauf Satzfolge oder Programmlauf Einzelsatz Datei-Verwaltung wählen: Taste PGM MGT drücken
- Dateien vom Typ .P anzeigen: Softkeys TYP WÄHLEN und ANZEIGEN .P drücken
- Paletten-Tabelle mit Pfeil-Tasten wählen, mit Taste ENT bestätigen
- Paletten-Tabelle abarbeiten: Taste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

### Bildschirm-Aufteilung beim Abarbeiten der Paletten-Tabelle

Wenn Sie den Programm-Inhalt und den Inhalt der Paletten-Tabelle gleichzeitig sehen wollen, dann wählen Sie die Bildschirm-Aufteilung PROGRAMM + PALETTE. Während des Abarbeitens stellt die TNC dann auf der linken Bildschirmseite das Programm und auf der rechten Bildschirmseite die Palette dar. Um den Programm-Inhalt vor dem Abarbeiten ansehen zu können gehen Sie wie folgt vor:

- Paletten-Tabelle wählen
- Mit Pfeiltasten Programm wählen, das Sie kontrollieren wollen
- Softkey PROGRAMM ÖFFNEN drücken: Die TNC zeigt das gewählte Programm am Bildschirm an. Mit den Pfeiltasten können Sie jetzt im Programm blättern
- Zurück zur Paletten-Tabelle: Drücken Sie den Softkey END PGM



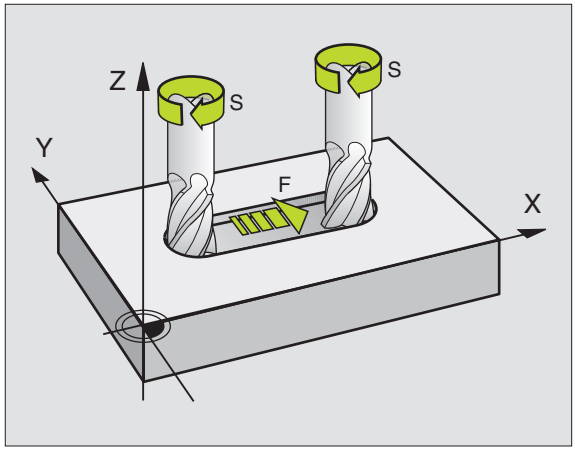
# 5

## 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 separatem 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

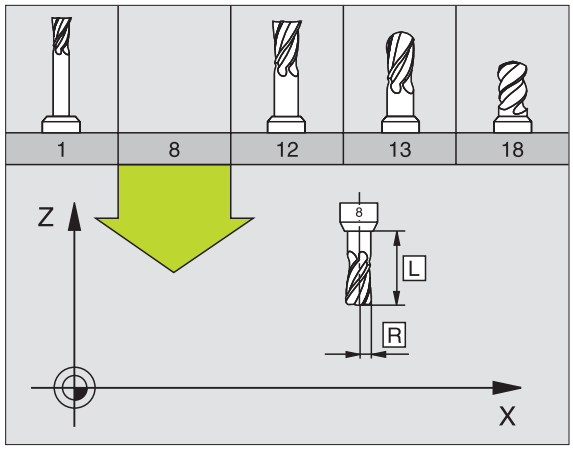
Während des Programmlaufs ändern Sie die Spindeldrehzahl mit dem Override-Drehknopf S für die Spindeldrehzahl.

# 5.2 Werkzeug-Daten

## Voraussetzung für die Werkzeug-Korrektur

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 und zusätzlich Werkzeug-Namen vergeben.

Das Werkzeug mit der Nummer 0 ist als Null-Werkzeug festgelegt und hat die Länge L=0 und den Radius R=0.

> ☞ Definieren Sie in Werkzeug-Tabellen das Werkzeug T0 ebenfalls mit L=0 und R=0.

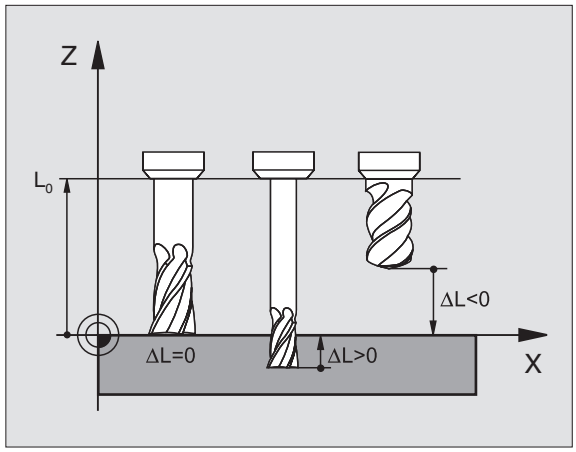
## Werkzeug-Länge L

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

**Differenz aus der Länge des Werkzeugs und der Länge eines Null-Werkzeugs L0**

Vorzeichen:

L>L0: Werkzeug ist länger als das Null-Werkzeug
L<L0: Werkzeug ist kürzer als das Null-Werkzeug




Länge bestimmen:

- Null-Werkzeug auf Bezugsposition in der Werkzeugachse fahren (z.B. Werkstück-Oberfläche mit Z=0)
- Anzeige der Werkzeugachse auf Null setzen (Bezugspunkt setzen)
- Nächstes Werkzeug einwechseln
- Werkzeug auf gleiche Bezugs-Position wie Null-Werkzeug fahren
- Anzeige der Werkzeugachse zeigt den Längenunterschied des Werkzeugs zum Null-Werkzeug
- Wert mit der Taste „Ist-Position übernehmen“ in den G99-Satz bzw. in die Werkzeug-Tabelle übernehmen

**Ermitteln der Länge L mit einem Voreinstellgerät**

Geben Sie den ermittelten Wert direkt in die Werkzeug-Definition **G99** oder in die Werkzeug-Tabelle ein.

## Werkzeug-Radius R

Den Werkzeug-Radius R geben Sie direkt ein.

## Delta-Werte für Längen und Radien

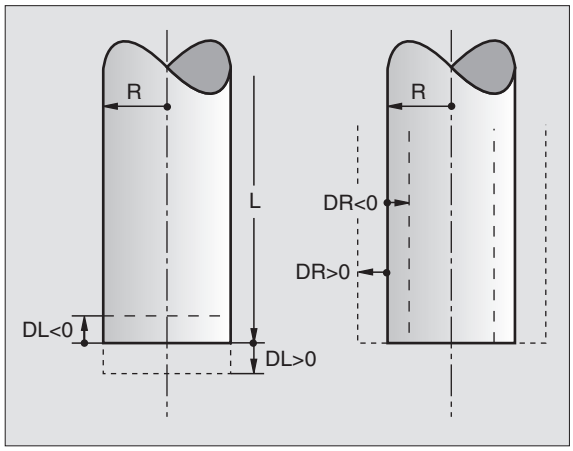
Delta-Werte bezeichnen Abweichungen für die Länge und den Radius von Werkzeugen.

Ein positiver Delta-Wert steht für ein Aufmaß (DL, 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 (DL, 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.




> Delta-Werte aus der Werkzeug-Tabelle beeinflussen die grafische Darstellung des **Werkzeuges**. Die Darstellung des **Werkstückes** in der Simulation bleibt gleich.
>
> Delta-Werte aus dem TOOL CALL-Satz verändern in der Simulation die dargestellte Größe des **Werkstückes**. Die simulierte **Werkzeuggröße** bleibt gleich.

## Werkzeug-Daten ins Programm eingeben

Nummer, Länge und Radius für ein bestimmtes Werkzeug legen Sie im Bearbeitungs-Programm einmal in einem **G99**-Satz fest:

- Werkzeug-Definition wählen: Taste TOOL DEF drücken

TOOL DEF

- **Werkzeug-Nummer** : Mit der Werkzeug-Nummer ein Werkzeug eindeutig kennzeichnen
- **Werkzeug-Länge** : Korrekturwert für die Länge
- **Werkzeug-Radius** : Korrekturwert für den Radius

> Während des Dialogs können Sie den Wert für die Länge und den Radius direkt in das Dialogfeld einfügen: Gewünschten Achs-Softkey 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 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. 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

- Sie indizierte Werkzeuge, wie z.B. Stufenbohrer mit mehreren Längenkorrekturen, einsetzen wollen
- Ihre Maschine mit einem automatischen Werkzeug-Wechsler ausgerüstet ist
- Sie mit dem TT 130 Werkzeuge automatisch vermessen wollen, siehe Benutzer-Handbuch Tastsystem-Zyklen, Kapitel 4
- Sie mit dem Bearbeitungs-Zyklus **G122** nachräumen wollen (siehe „RAEUMEN (Zyklus G122)" auf Seite 346)
- Sie mit automatischer Schnittdaten-Berechnung arbeiten wollen

**Werkzeug-Tabelle: Standard Werkzeug-Daten**

| Abk. | Eingaben | Dialog |
|---|---|---|
| **T** | Nummer, mit der das Werkzeug im Programm aufgerufen wird (z.B. 5, indiziert: 5.2) | – |
| **NAME** | Name, mit dem das Werkzeug im Programm aufgerufen wird | **Werkzeug-Name?** |
| **L** | Korrekturwert für die Werkzeug-Länge L | **Werkzeug-Länge?** |
| **R** | Korrekturwert für den Werkzeug-Radius R | **Werkzeug-Radius R?** |
| **R2** | Werkzeug-Radius R2 für Ecken-Radiusfräser (nur für dreidimensionale Radiuskorrektur oder grafische Darstellung der Bearbeitung mit Radiusfräser) | **Werkzeug-Radius R2?** |
| **DL** | Delta-Wert Werkzeug-Radius R2 | **Aufmaß Werkzeug-Länge?** |
| **DR** | Delta-Wert Werkzeug-Radius R | **Aufmaß Werkzeug-Radius R?** |
| **DR2** | Delta-Wert Werkzeug-Radius R2 | **Aufmaß Werkzeug-Radius R2?** |
| **LCUTS** | Schneidenlänge des Werkzeugs für Zyklus 22 | **Schneidenlänge in der Wkz-Achse?** |
| **ANGLE** | Maximaler Eintauchwinkel des Werkzeug bei pendelnder Eintauchbewegung für Zyklen 22 und 208 | **Maximaler Eintauchwinkel?** |
| **TL** | Werkzeug-Sperre setzen (**TL**: für **T**ool **L**ocked = engl. Werkzeug gesperrt) | **Wkz gesperrt?**<br>**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?** |

| Abk. | Eingaben | Dialog |
|---|---|---|
| TIME1 | Maximale Standzeit des Werkzeugs in Minuten. Diese Funktion ist maschinenabhängig und ist im Maschinenhandbuch beschrieben | Max. Standzeit? |
| TIME2 | Maximale Standzeit des Werkzeugs bei einem Werkzeug-Aufruf in Minuten: Erreicht oder überschreitet die aktuelle Standzeit diesen Wert, so setzt die TNC beim nächsten Werkzeug-Aufruf das Schwester-Werkzeug ein (siehe auch CUR.TIME) | Maximale Standzeit bei TOOL CALL? |
| CUR.TIME | Aktuelle Standzeit des Werkzeugs in Minuten: Die TNC zählt die aktuelle Standzeit (CUR.TIME: für CURrent TIME = engl. aktuelle/laufende Zeit) selbsttätig hoch. Für benutzte Werkzeuge können Sie eine Vorgabe eingeben | Aktuelle Standzeit? |
| DOC | Kommentar zum Werkzeug (maximal 16 Zeichen) | Werkzeug-Kommentar? |
| PLC | Information zu diesem Werkzeug, die an die PLC übertragen werden soll | PLC-Status? |
| PLC-VAL | Wert zu diesem Werkzeug, der an die PLC übertragen werden soll | PLC-Wert? |
| PTYP | Werkzeugtyp zur Auswertung in der Platz-Tabelle | Werkzeugtyp für Platztabelle? |
| NMAX | Begrenzung der Spindeldrehzahl für dieses Werkzeug. Überwacht wird sowohl der programmierte Wert (Fehlermeldung) als auch eine Drehzahlerhöhung über Potentiometer- Funktion inaktiv: – eingeben | Maximaldrehzahl [1/min]? |

**Werkzeug-Tabelle: Werkzeug-Daten für die automatische Werkzeug-Vermessung**

Beschreibung der Zyklen zur automatischen Werkzeug-Vermessung: Siehe Benutzer-Handbuch Tastsystem-Zyklen, Kapitel 4.

| Abk. | Eingaben | Dialog |
|---|---|---|
| CUT | Anzahl der Werkzeug-Schneiden (max. 20 Schneiden) | Anzahl der Schneiden? |
| LTOL | Zulässige Abweichung von der Werkzeug-Länge L für Verschleiß-Erkennung. Wird der eingegebene Wert überschritten, sperrt die TNC das Werkzeug (Status **L**). Eingabebereich: 0 bis 0,9999 mm | Verschleiß-Toleranz: Länge? |
| RTOL | Zulässige Abweichung vom Werkzeug-Radius R für Verschleiß-Erkennung. Wird der eingegebene Wert überschritten, sperrt die TNC das Werkzeug (Status **L**). Eingabebereich: 0 bis 0,9999 mm | Verschleiß-Toleranz: Radius? |
| DIRECT. | Schneid-Richtung des Werkzeugs für Vermessung mit drehendem Werkzeug | Schneid-Richtung (M3 = –)? |
| TT:R-OFFS | Längenvermessung: Versatz des Werkzeugs zwischen Stylus-Mitte und Werkzeug-Mitte. Voreinstellung: Werkzeug-Radius R (Taste NO ENT erzeugt **R**) | Werkzeug-Versatz Radius? |

| Abk. | Eingaben | Dialog |
|---|---|---|
| TT:L-OFFS | Radiusvermessung: zusätzlicher Versatz des Werkzeugs zu MP6530 (siehe „Allgemeine Anwenderparameter" auf Seite 510) 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-Tabelle: Werkzeug-Daten für automatische Drehzahl-/ Vorschub-Berechnung**

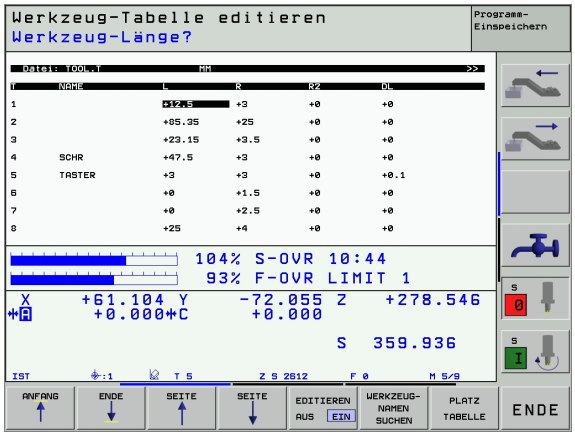
| Abk. | Eingaben | Dialog |
|---|---|---|
| TYP | Werkzeugtyp (**MILL**=Fräser, **DRILL**=Bohrer, TAP=Gewindebohrer): Softkey TYP WÄHLEN (3. Softkey-Leiste); Die TNC blendet ein Fenster ein, in dem Sie den Werkzeugtyp wählen können | Werkzeugtyp? |
| TMAT | Werkzeug-Schneidstoff: Softkey SCHNEIDSTOFF WÄHLEN (3. Softkey-Leiste); Die TNC blendet ein Fenster ein, in dem Sie den Schneidstoff wählen können | Werkzeug-Schneidstoff? |
| CDT | Schnittdaten-Tabelle: Softkey CDT WÄHLEN (3. Softkey-Leiste); Die TNC blendet ein Fenster ein, in dem Sie die Schnittdaten-Tabelle wählen können | Name Schnittdaten-Tabelle? |

**Werkzeug-Tabelle: Werkzeug-Daten für schaltende 3D-Tastsysteme (nur wenn Bit1 in MP7411 = 1 gesetzt ist, siehe auch Benutzer-Handbuch Tastsystem-Zyklen)**

| Abk. | Eingaben | Dialog |
|---|---|---|
| CAL-OF1 | Die TNC legt beim Kalibrieren den Mittenversatz in der Hauptachse eines 3D-Tasters in dieser Spalte ab, wenn im Kalibriermenü eine Werkzeugnummer angegeben ist | Taster-Mittenversatz Hauptachse? |
| CAL-OF2 | Die TNC legt beim Kalibrieren den Mittenversatz in der Nebenachse eines 3D-Tasters in dieser Spalte ab, wenn im Kalibriermenü eine Werkzeugnummer angegeben ist | Taster-Mittenversatz Nebenachse? |
| CAL-ANG | Die TNC legt beim Kalibrieren den Spindelwinkel ab, bei dem ein 3D-Tasters kalibriert wurde, wenn im Kalibriermenü eine Werkzeugnummer angegeben ist | Spindelwinkel beim Kalibrieren? |

## 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 nur 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. An einer beliebigen Position können Sie die gespeicherten Werte überschreiben oder neue Werte eingeben. Zusätzliche Editierfunktionen entnehmen Sie bitte aus nachfolgender Tabelle.

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

| Editierfunktionen für Werkzeug-Tabellen | 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 |

| Editierfunktionen für Werkzeug-Tabellen | Softkey |
|---|---|
| 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 |
| 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. Anwendung: z.B. Stufenbohrer mit mehreren Längenkorrekturen | ZEILE EINFÜGEN |
| Aktuelle Zeile (Werkzeug) löschen | ZEILE LÖSCHEN |
| Platznummern anzeigen / nicht anzeigen | PLATZ-NR. ANZEIGEN / AUSBLEND. |
| Alle Werkzeuge anzeigen / nur die Werkzeuge anzeigen, die in der Platz-Tabelle gespeichert sind | WERKZEUGE ANZEIGEN / AUSBLEND. |

**Werkzeug-Tabelle verlassen**

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

**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.

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

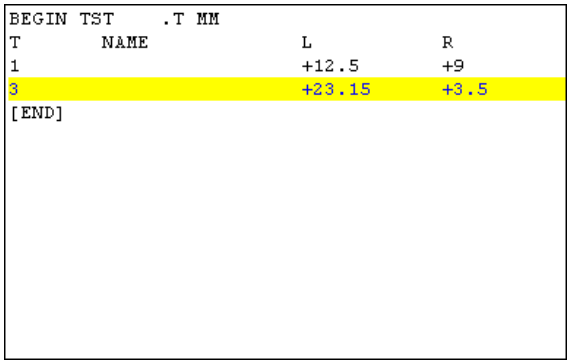
- Die Ziel-Datei muss bereits existieren
- Die zu kopierende Datei darf nur die zu ersetzenden Spalten (Zeilen) enthalten

Einzelne Spalten oder Zeilen kopieren Sie mit dem Softkey FELDER ERSETZEN (siehe „Einzelne Datei kopieren" auf Seite 91).

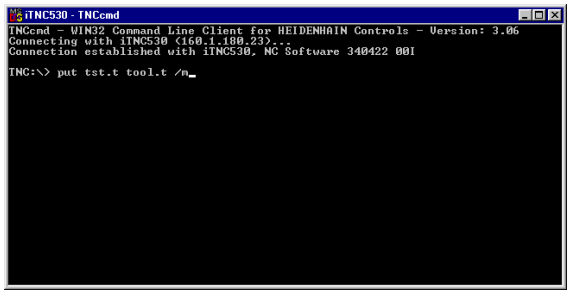
## Einzelne Werkzeugdaten von einem externen PC aus überschreiben

Eine besonders komfortable Möglichkeit, beliebige Werkzeugdaten von einem externen PC aus zu überschreiben, bietet die HEIDENHAIN Datenübertragungs-Software TNCremo NT (siehe „Software für Datenübertragung" auf Seite 484). Dieser Anwendungsfall tritt dann ein, wenn Sie Werkzeugdaten auf einem externen Voreinstellgerät ermitteln und anschließend zur TNC übertragen wollen. Beachten Sie folgende Vorgehensweise:

- Werkzeug-Tabelle TOOL.T auf der TNC kopieren, z.B. nach TST.T
- Datenübertragungs-Software TNCremo NT auf dem PC starten
- Verbindung zur TNC erstellen
- Kopierte Werkzeug-Tabelle TST.T zum PC übertragen
- Datei TST.T mit einem beliebigen Texteditor auf die Zeilen und Spalten reduzieren, die geändert werden sollen (siehe Bild rechts oben). Darauf achten, dass die Kopfzeile nicht verändert wird und die Daten immer bündig in der Spalte stehen. Die Wekzeug-Nummer (Spalte T) muss nicht fortlaufend sein
- In der TNCremo NT den Menüpunkt <Extras> und <TNCcmd> wählen: TNCcmd wird gestartet
- Um die Datei TST.T zur TNC zu übertragen, folgenden Befehl eingeben und mit Return ausführen (siehe Bild rechts Mitte): put tst.t tool.t /m



```
BEGIN TST     .T MM
T        NAME                L            R
1                            +12.5        +9
3                            +23.15       +3.5
[END]
```

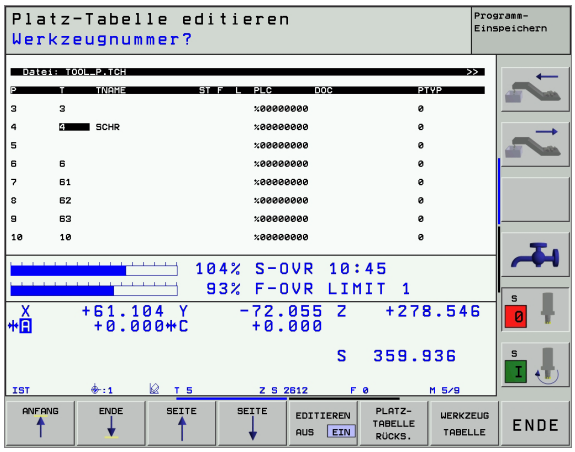


Bei der Übrtragung werden nur die Werkzeug-Daten überschrieben, die in der Teildatei (z.B. TST.T) definiert sind. Alle anderen Werkzeug-Daten der Tabelle TOOL.T bleiben unverändert.

## Platz-Tabelle für Werkzeug-Wechsler

Der Maschinen-Hersteller passt den Funktionsumfang der Platz-Tabelle an Ihre Maschine an. Maschinenhandbuch beachten!

Für den automatischen Werkzeugwechsel benötigen Sie die Platz-Tabelle TOOL_P.TCH. Die TNC 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). Um in einer Platztabelle mehrere Magazine verwalten zu können (Platz-Nummer indizieren), setzen Sie die Maschinen-Parameter 7261.0 bis 7261.3 ungleich 0.




### Platz-Tabelle in einer Programmlauf-Betriebsart editieren

WERKZEUG TABELLE

- Werkzeug-Tabelle wählen: Softkey WERKZEUG TABELLE drücken

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

PGM MGT

- Datei-Verwaltung aufrufen
- Wahl der Datei-Typen anzeigen: Softkey TYPE WÄHLEN drücken
- Dateien vom Typ .TCH anzeigen: Softkey TCH DATEIEN 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

| 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 in der Spalte L (Status L) | **Sonderwerkzeug?** |
| **F** | Werkzeug immer auf gleichen Platz im Magazin zurückwechseln (**F**: für **F**ixed = engl. festgelegt) | **Festplatz? Ja = ENT / Nein = NO ENT** |
| **L** | Platz sperren (**L**: für **L**ocked = engl. gesperrt, siehe auch Spalte ST) | **Platz gesperrt Ja = ENT / Nein = NO ENT** |
| **PLC** | Information, die zu diesem Werkzeug-Platz an die PLC übertragen werden soll | **PLC-Status?** |
| **TNAME** | Anzeige des Werkzeugnamen aus TOOL.T | – |
| **DOC** | Anzeige des Kommentar zum Werkzeug aus TOOL.T | – |

| 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 |

## Werkzeug-Daten aufrufen

Einen Werkzeug-Aufruf im Bearbeitungs-Programm erfolgt mit der Taste TOOL CALL:

TOOL CALL

- **Werkzeug-Nummer**: Nummer oder Name des Werkzeugs 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. Um ein Werkzeug mit anderen Korrekturwerten aufzurufen, geben Sie den in der Werkzeug-Tabelle definierten Index nach einem Dezimalpunkt mit ein
- **Spindelachse Z - EbeneXY**: Werkzeugachse eingeben. Voreinstellung G17 übernehmen:Taste ENT drücken, oder über Softkey andere Werkzeugachse wählen
- **Spindeldrehzahl S**: Spindeldrehzahl direkt eingeben, oder von der TNC berechnen lassen, wenn Sie mit Schnittdaten-Tabellen arbeiten. Drücken Sie dazu den Softkey S AUTOM. BERECHNEN. Die TNC begrenzt die Spindeldrehzahl auf den maximalen Wert, der in Maschinen-Parameter 3515 festgelegt ist. Eingegebene Drehzahl mit Taste ENT bestätigen
- **Vorschub F**: Vorschub direkt eingeben, oder von der TNC berechnen lassen, wenn Sie mit Schnittdaten-Tabellen arbeiten. Drücken Sie dazu den Softkey F AUTOM. BERECHNEN. Die TNC begrenzt den Vorschub auf den maximalen Vorschub der „langsamsten Achse“ (in Maschinen-Parameter 1010 festgelegt). F wirkt solange, bis Sie in einem Positioniersatz oder in einem T-Satz einen neuen Vorschub programmieren. Eingegebenen Vorschub mit Taste ENT bestätigen
- **Aufmaß Werkzeug-Länge**: Delta-Wert für die Werkzeug-Länge eingeben, mit Taste ENT bestätigen
- **Aufmaß Werkzeug-Radius**: Delta-Wert für den Werkzeug-Radius eingeben, mit Taste ENT bestätigen
- **Aufmaß Werkzeug-Radius 2**: Delta-Wert für den Werkzeug-Radius 2 eingeben, mit Taste ENT bestätigen

**Beispiel: Werkzeug-Aufruf**

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

```
N20 T 5.2 G17 S2500 DL+0,2 DR-1
```

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

### Vorauswahl bei Werkzeug-Tabellen

Wenn Sie Werkzeug-Tabellen einsetzen, dann treffen Sie mit einem **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.

## 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 anfahren. 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 „Bearbeitung unterbrechen", Seite 467
- Werkzeug wechseln
- Programmlauf fortsetzen, siehe „Programmlauf nach einer Unterbrechung fortsetzen", Seite 469

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

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

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

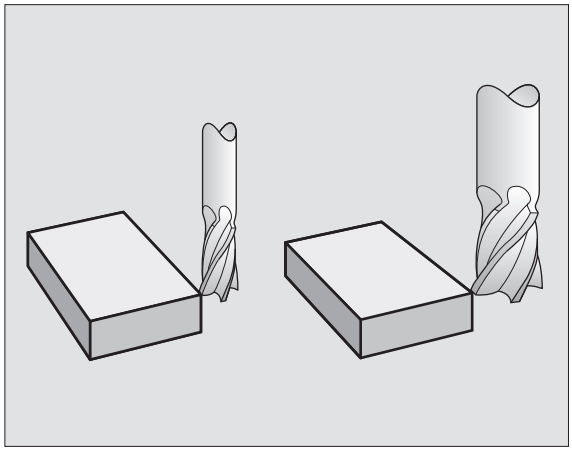
Der Radius des Schwester-Werkzeugs muss gleich dem Radius des ursprünglich eingesetzten Werkzeugs sein. Sind die Radien nicht gleich, zeigt die TNC einen Meldetext an und wechselt das Werkzeug nicht ein.

# 5.3 Werkzeug-Korrektur

## Einführung

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 incl. der Drehachsen.



## Werkzeug-Längenkorrektur

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

> Wenn Sie eine Längenkorrektur mit positivem Wert mit **T0** 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 = $\mathbf{L} + \mathbf{DL}_{T} + \mathbf{DL}_{TAB}$ mit

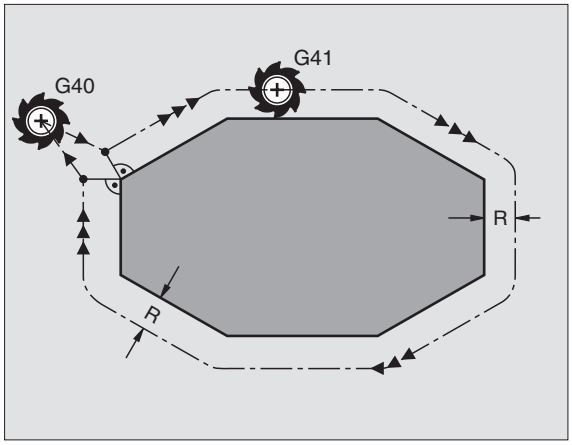
| | |
|---|---|
| **L**: | Werkzeug-Länge **L** aus **G99**-Satz oder Werkzeug-Tabelle |
| $\mathbf{DL}_{TL}$: | Aufmaß **DL** für Länge aus **T**-Satz (von der Positionsanzeige nicht berücksichtigt) |
| $\mathbf{DL}_{TAB}$: | Aufmaß **DL** für Länge aus der Werkzeug-Tabelle |

## 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 auf, wenn Sie:

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

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

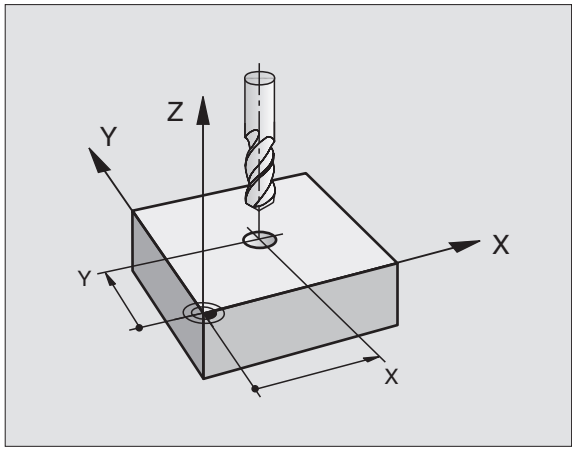
Korrekturwert = **R** + $\mathbf{DR}_T$ + $\mathbf{DR}_{TAB}$ mit

| | |
|---|---|
| **R**: | Werkzeug-Radius **R** aus **G99**-Satz oder Werkzeug-Tabelle |
| $\mathbf{DR}_T$: | Aufmaß **DR** für Radius aus **T**-Satz (von der Positionsanzeige nicht berücksichtigt) |
| $\mathbf{DR}_{TAB}$: | Aufmaß **DR** für Radius aus der Werkzeug-Tabelle |

### Bahnbewegungen ohne Radiuskorrektur: R0

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

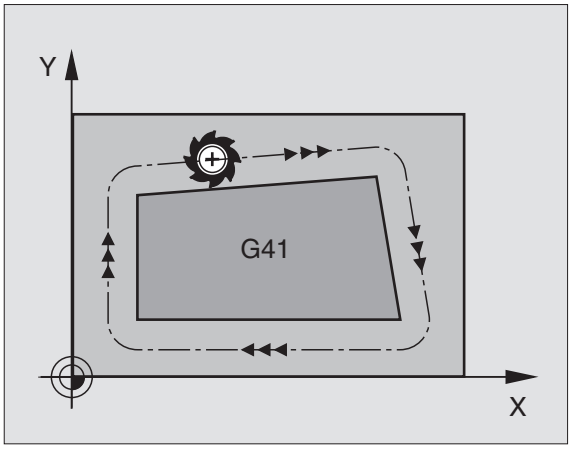
Anwendung: Bohren, Vorpositionieren.

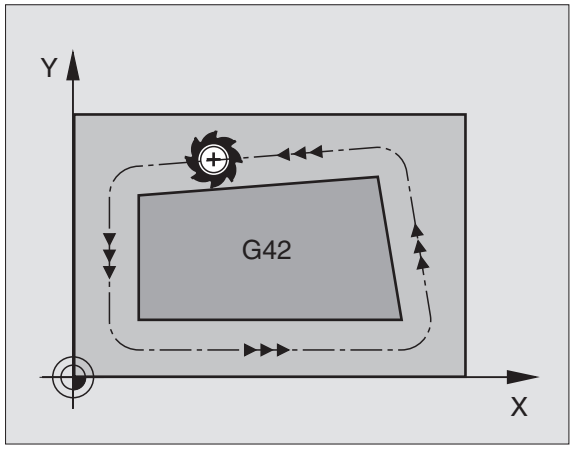


### Bahnbewegungen mit Radiuskorrektur: G42 und G41

**G42** Das Werkzeug verfährt rechts von der Kontur
**G41** Das Werkzeug verfährt links von der Kontur

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




Zwischen zwei Programm-Sätzen mit unterschiedlicher Radiuskorrektur **G42** und **G41** muss mindestens ein Verfahrsatz in der Bearbeitungsebene ohne Radiuskorrektur (also 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 **G42/G41** 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.

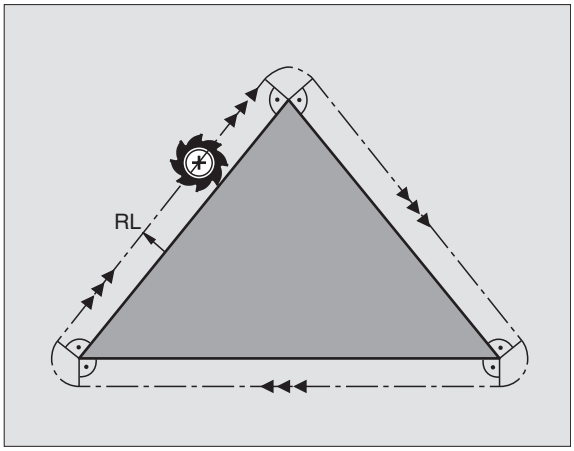
### Eingabe der Radiuskorrektur

Die Radiuskorrektur geben Sie in einen G01-Satz ein:

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

### Radiuskorrektur: Ecken bearbeiten

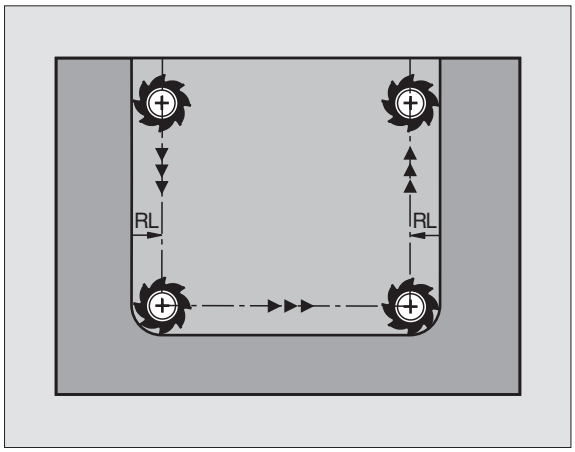
- Außenecken:
  Wenn Sie eine Radiuskorrektur programmiert haben, dann führt die TNC das Werkzeug an den Außenecken entweder auf einem Übergangskreis oder auf einem Spline (Auswahl über MP7680). Falls nötig, reduziert die TNC den Vorschub an den Außenecken, zum Beispiel bei großen Richtungswechseln.
- Innenecken:
  An Innenecken errechnet die TNC den Schnittpunkt der Bahnen, auf denen der Werkzeug-Mittelpunkt korrigiert verfährt. Von diesem Punkt an verfährt das Werkzeug am nächsten Konturelement entlang. Dadurch wird das Werkstück an den Innenecken nicht beschädigt. Daraus ergibt sich, dass der Werkzeug-Radius für eine bestimmte Kontur nicht beliebig groß gewählt werden darf.




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

### Ecken ohne Radiuskorrektur bearbeiten

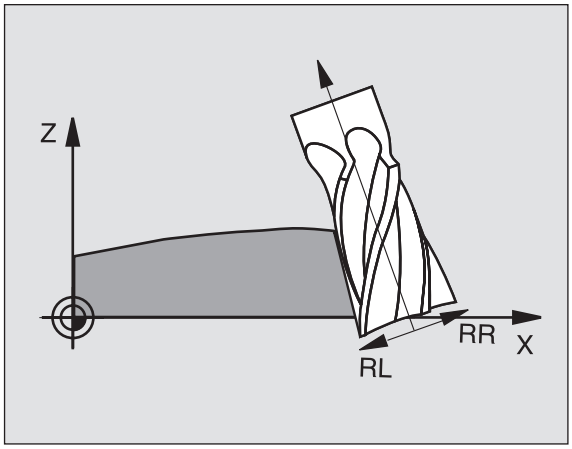
Ohne Radiuskorrektur können Sie Werkzeugbahn und Vorschub an Werkstück-Ecken mit der Zusatzfunktion **M90** beeinflussen, Siehe „Ecken verschleifen: M90", Seite 201.



# 5.4 Peripheral Milling: 3D-Radiuskorrektur mit Werkzeug-Orientierung

## Anwendung

Beim Peripheral Milling versetzt die TNC das Werkzeug senkrecht zur Bewegungsrichtung und senkrecht zur Werkzeugrichtung um die Summe der Delta-Werte **DR** (Werkzeug-Tabelle und **T**-Satz). Die Korrekturrichtung legen Sie mit der Radiuskorrektur **G41/G42** fest (siehe Bild rechts oben, Bewegungsrichtung Y+).




Damit die TNC die vorgegebene Werkzeug-Orientierung erreichen kann, müssen Sie die Funktion **M128** (siehe „Position der Werkzeugspitze beim Positionieren von Schwenkachsen beibehalten (TCPM*): M128 (Software-Option 2)" auf Seite 216) und anschließend die Werkzeug-Radiuskorrektur aktivieren. Die TNC positioniert dann die Drehachsen der Maschine automatisch so, dass das Werkzeug die durch die Drehachsen-Koordinaten vorgegebene Werkzeug-Orientierung mit der aktiven Korrektur erreicht.

Diese Funktion ist nur an Maschinen möglich, für deren Schwenkachsen-Konfiguration Raumwinkel definierbar sind. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Die TNC kann nicht bei allen Maschinen die Drehachsen automatisch positionieren. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

**Kollisionsgefahr!**

Bei Maschinen, deren Drehachsen nur einen eingeschränkten Verfahrbereich erlauben, können beim automatischen Positionieren Bewegungen auftreten, die beispielsweise eine 180°-Drehung des Tisches erfordern. Achten Sie auf Kollisionsgefahr des Kopfes mit dem Werkstück oder mit Spannmitteln.

Die Werkzeug-Orientierung können Sie in einem G01-Satz wie nachfolgend beschrieben definieren.

**Beispiel: Definition der Werkzeug-Orientierung mit M128 und Koordinaten der Drehachsen**

| | |
|---|---|
| `N10 G00 G90 X-20 Y+0 Z+0 B+0 C+0 *` | Vorpositionieren |
| `N20 M128 *` | M128 aktivieren |
| `N30 G01 G42 X+0 Y+0 Z+0 B+0 C+0 F1000 *` | Radius-Korrektur aktivieren |
| `N40 X+50 Y+0 Z+0 B-30 C+0 *` | Drehachse anstellen (Werkzeug-Orientierung) |

# 5.5 Arbeiten mit Schnittdaten-Tabellen

## Hinweis

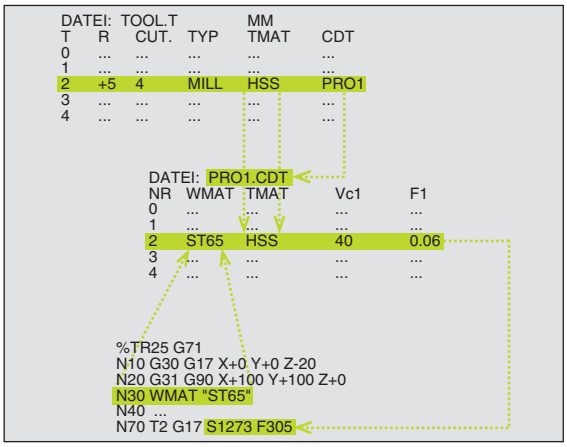
Die TNC muss vom Maschinenhersteller für das Arbeiten mit Schnittdaten-Tabellen vorbereitet sein.

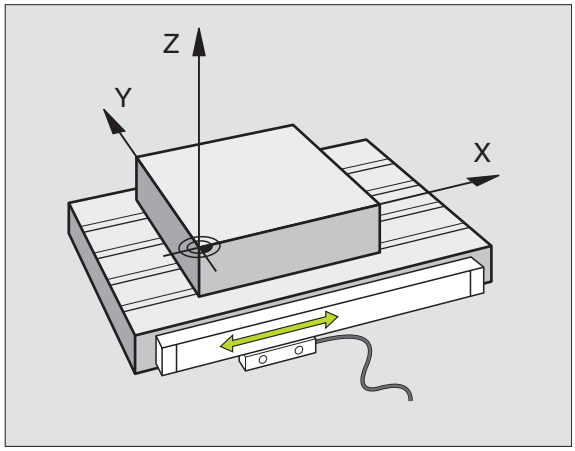
Ggf. stehen an Ihrer Maschine nicht alle hier beschriebenen oder zusätzliche Funktionen zur Verfügung. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

## Einsatzmöglichkeiten

Über Schnittdaten-Tabellen, in denen beliebige Werkstoff/Schneidstoff-Kombinationen festgelegt sind, kann die TNC aus der Schnittgeschwindigkeit $V_C$ und dem Zahnvorschub $f_Z$ die Spindeldrehzahl S und den Bahnvorschub F berechnen. Grundlage für die Berechnung ist, dass Sie im Programm das Werkstück-Material und in einer Werkzeug-Tabelle verschiedene werkzeugspezifische Eigenschaften festgelegt haben.

Bevor Sie Schnittdaten automatisch von der TNC berechnen lassen, müssen Sie in der Betriebsart Programm-Test die Werkzeug-Tabelle aktiviert haben (Status S), aus der die TNC die werkzeugspezifischen Daten entnehmen soll.

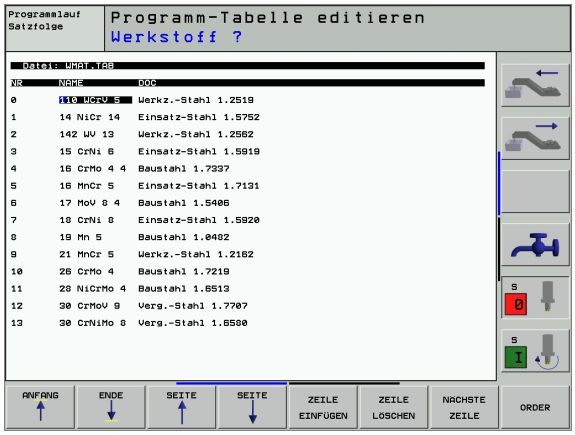



| Editierfunktionen für Schnittdaten-Tabellen | Softkey |
|---|---|
| Zeile einfügen | ZEILE EINFÜGEN |
| Zeile löschen | ZEILE LÖSCHEN |
| Anfang der nächsten Zeile wählen | NÄCHSTE ZEILE |
| Tabelle sortieren | SATZ-NUMMERN SORTIEREN |
| Hell hinterlegtes Feld kopieren (2. Softkey-Leiste) | AKTUELLEN WERT KOPIEREN |
| Kopiertes Feld einfügen (2. Softkey-Leiste) | KOPIERTEN WERT EINFÜGEN |
| Tabellenformat editieren (2. Softkey-Leiste) | FORMAT EDITIEREN |

## Tabelle für Werkstück-Materialien

Werkstück-Materialien definieren Sie in der Tabelle WMAT.TAB (siehe Bild rechts oben). WMAT.TAB ist standardmäßig im Verzeichnis TNC:\ gespeichert und kann beliebig viele Materialnamen enthalten. Der Materialnamen darf maximal 32 Zeichen (auch Leerzeichen) lang sein. Die TNC zeigt den Inhalt der Spalte NAME an, wenn Sie im Programm das Werkstück-Material festlegen (siehe nachfolgenden Abschnitt).




> Wenn Sie die Standard Werkstoff-Tabelle verändern, müssen Sie diese in ein anderes Verzeichnis kopieren. Ansonsten werden Ihre Änderungen bei einem Software-Update mit den HEIDENHAIN-Standarddaten überschrieben. Definieren Sie dann den Pfad in der Datei TNC.SYS mit dem Schlüsselwort WMAT= (siehe „Konfigurations-Datei TNC.SYS", Seite 164).
>
> Um Datenverlust zu vermeiden, sichern Sie die Datei WMAT.TAB in regelmäßigen Abständen.

### Werkstück-Material im NC-Programm festlegen

Im NC-Programm wählen Sie den Werkstoff über den Softkey WMAT aus der Tabelle WMAT.TAB aus:

WMAT

- Werkstück-Material programmieren: In der Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren Softkey WMAT drücken.

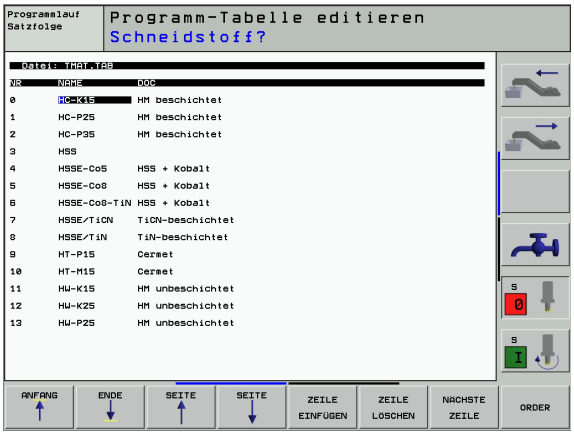
AUSWAHL FENSTER

- Tabelle WMAT.TAB einblenden: Softkey AUSWAHL FENSTER drücken, die TNC blendet in einem überlagerten Fenster die Werkstoffe ein, die in WMAT.TAB gespeichert sind
- Werkstück-Material wählen: Bewegen Sie das Hellfeld mit den Pfeiltasten auf das gewünschte Material und bestätigen Sie mit der Taste ENT. Die TNC übernimmt den Werkstoff in den WMAT-Satz
- Dialog beenden: Taste END drücken

> Wenn Sie in einem Programm den WMAT-Satz ändern, gibt die TNC eine Warnmeldung aus. Überprüfen Sie, ob die im T-Satz gespeicherten Schnittdaten noch gültig sind.

## Tabelle für Werkzeug-Schneidstoffe

Werkzeug-Schneidstoffe definieren Sie in der Tabelle TMAT.TAB. TMAT.TAB ist standardmäßig im Verzeichnis TNC:\ gespeichert und kann beliebig viele Schneidstoffnamen enthalten (siehe Bild rechts oben). Der Schneidstoffname darf maximal 16 Zeichen (auch Leerzeichen) lang sein. Die TNC zeigt den Inhalt der Spalte NAME an, wenn Sie in der Werkzeug-Tabelle TOOL.T den Werkzeug-Schneidstoff festlegen.



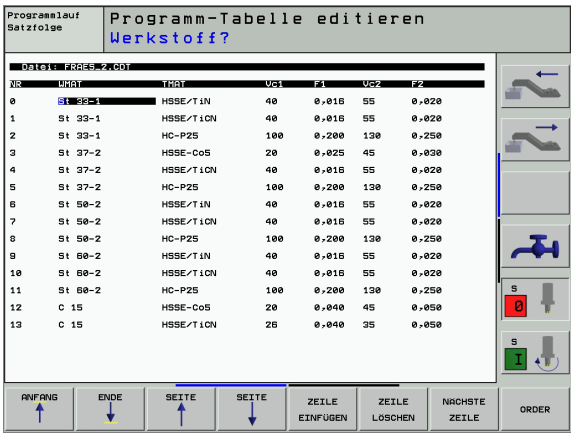
Wenn Sie die Standard Schneidstoff-Tabelle verändern, müssen Sie diese in ein anderes Verzeichnis kopieren. Ansonsten werden Ihre Änderungen bei einem Software-Update mit den HEIDENHAIN-Standarddaten überschrieben. Definieren Sie dann den Pfad in der Datei TNC.SYS mit dem Schlüsselwort TMAT= (siehe „Konfigurations-Datei TNC.SYS", Seite 164).

Um Datenverlust zu vermeiden, sichern Sie die Datei TMAT.TAB in regelmäßigen Abständen.

## Tabelle für Schnittdaten

Die Werkstoff/Schneidstoff-Kombinationen mit den zugehörigen Schnittdaten definieren Sie in einer Tabelle mit dem Nachnamen .CDT (engl. cutting data file: Schnittdaten-Tabelle; siehe Bild rechts Mitte). Die Einträge in der Schnittdaten-Tabelle können von Ihnen frei konfiguriert werden. Neben den zwingend erforderlichen Spalten NR, WMAT und TMAT kann die TNC bis zu vier Schnittgeschwindigkeit ($V_C$)/Vorschub (F)-Kombinationen verwalten.

Im Verzeichnis TNC:\ ist die Standard Schnittdaten-Tabelle FRAES_2.CDT gespeichert. Sie können FRAES_2.CDT beliebig editieren und ergänzen oder beliebig viele neu Schnittdaten-Tabellen hinzufügen.



Wenn Sie die Standard Schnittdaten-Tabelle verändern, müssen Sie diese in ein anderes Verzeichnis kopieren. Ansonsten werden Ihre Änderungen bei einem Software-Update mit den HEIDENHAIN-Standarddaten überschrieben (siehe „Konfigurations-Datei TNC.SYS", Seite 164).

Alle Schnittdaten-Tabellen müssen im selben Verzeichnis gespeichert sein. Ist das Verzeichnis nicht das Standardverzeichnis TNC:\, müssen Sie in der Datei TNC.SYS nach dem Schlüsselwort PCDT= den Pfad eingeben, in dem Ihre Schnittdaten-Tabellen gespeichert sind.

Um Datenverlust zu vermeiden, sichern Sie Ihre Schnittdaten-Tabellen in regelmäßigen Abständen.

**Neue Schnittdaten-Tabelle anlegen**

- Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren wählen
- Datei-Verwaltung wählen: Taste PGM MGT drücken
- Verzeichnis wählen, in dem die Schnittdaten-Tabellen gespeichert sein müssen (Standard: TNC:\)
- Beliebigen Dateinamen und Datei-Typ .CDT eingeben, mit Taste ENT bestätigen
- Die TNC zeigt in der rechten Bildschirmhälfte verschiedene Tabellenformate an (maschinenabhängig, Beispiel siehe Bild rechts oben), die sich in der Anzahl der Schnittgeschwindigkeit/Vorschub-Kombinationen unterscheiden. Schieben Sie das Hellfeld mit den Pfeiltasten auf das gewünschte Tabellenformat und bestätigen mit der Taste ENT. Die TNC erzeugt eine neue leere Schnittdaten-Tabelle

## Erforderliche Angaben in der Werkzeug-Tabelle

- Werkzeug-Radius – Spalte R (DR)
- Anzahl der Zähne (nur bei Fräswerkzeugen) – Spalte CUT
- Werkzeugtyp – Spalte TYP
- Der Werkzeugtyp beeinflusst die Berechnung des Bahnvorschubs:
  Fräswerkzeuge: $F = S \cdot f_Z \cdot z$
  Alle anderen Werkzeuge: $F = S \cdot f_U$
  S: Spindeldrehzahl
  $f_Z$: Vorschub pro Zahn
  $f_U$: Vorschub pro Umdrehung
  z: Anzahl der Zähne
- Werkzeug-Schneidstoff – Spalte TMAT
- Name der Schnittdaten-Tabelle, die für dieses Werkzeug verwendet werden soll – Spalte CDT
- Den Werkzeugtyp, den Werkzeug-Schneidstoff und den Namen der Schnittdaten-Tabelle wählen Sie in der Werkzeug-Tabelle über Softkey (siehe „Werkzeug-Tabelle: Werkzeug-Daten für automatische Drehzahl-/Vorschub-Berechnung", Seite 143).

## Vorgehensweise beim Arbeiten mit automatischer Drehzahl-/Vorschub-Berechnung

1 Wenn noch nicht eingetragen: Werkstück-Material in Datei WMAT.TAB eintragen
2 Wenn noch nicht eingetragen: Schneidstoff-Material in Datei TMAT.TAB eintragen
3 Wenn noch nicht eingetragen: Alle für die Schnittdaten-Berechnung erforderlichen werkzeugspezifischen Daten in der Werkzeug-Tabelle eintragen:
   - Werkzeug-Radius
   - Anzahl der Zähne
   - Werkzeug-Typ
   - Werkzeug-Schneidstoff
   - Zum Werkzeug gehörende Schnittdaten-Tabelle
4 Wenn noch nicht eingetragen: Schnittdaten in einer beliebigen Schnittdaten-Tabelle (CDT-Datei) eintragen
5 Betriebsart Test: Werkzeug-Tabelle aktivieren, aus der die TNC die werkzeugspezifischen Daten entnehmen soll (Status S)
6 Im NC-Programm: Über Softkey WMAT Werkstück-Material festlegen
7 Im NC-Programm: Im TOOL CALL-Satz Spindeldrehzahl und Vorschub über Softkey automatisch berechnen lassen

## Tabellen-Struktur verändern

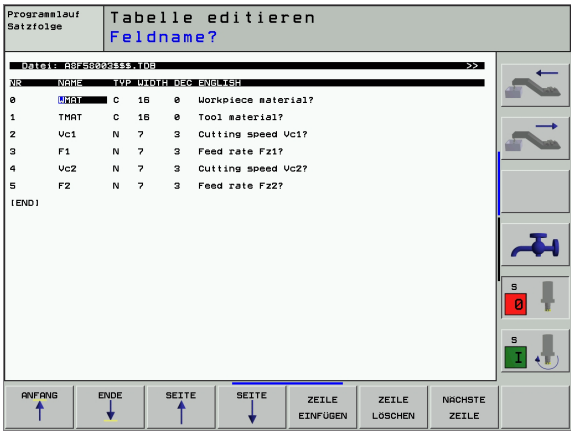
Schnittdaten-Tabellen sind für die TNC sogenannte „frei definierbare Tabellen“. Das Format frei definierbarer Tabellen können Sie mit dem Struktur-Editor ändern.

Die TNC kann maximal 200 Zeichen pro Zeile und maximal 30 Spalten verarbeiten.

Wenn Sie in eine bestehende Tabelle nachträglich eine Spalte einfügen, dann verschiebt die TNC bereits eingetragene Werte nicht automatisch.

### Struktur-Editor aufrufen

Drücken Sie den Softkey FORMAT EDITIEREN (2. Softkey-Ebene). Die TNC öffnet das Editor-Fenster (siehe Bild rechts), in dem die Tabellenstruktur „um 90° gedreht“ dargestellt ist. Eine Zeile im Editor-Fenster definiert eine Spalte in der zugehörigen Tabelle. Entnehmen Sie die Bedeutung des Strukturbefehls (Kopfzeileneintrag) aus nebenstehender Tabelle.



**Struktur-Editor beenden**

Drücken Sie die Taste END. Die TNC wandelt Daten, die bereits in der Tabelle gespeichert waren, ins neue Format um. Elemente, die die TNC nicht in die neue Struktur wandeln konnte, sind mit # gekennzeichnet (z.B. wenn Sie die Spaltenbreite verkleinert haben).

| Strukturbefehl | Bedeutung |
|---|---|
| NR | Spaltennummer |
| NAME | Spaltenüberschrift |
| TYP | N: Numerische Eingabe<br>C: Alphanumerische Eingabe |
| WIDTH | Breite der Spalte. Bei Typ N einschließlich Vorzeichen, Komma und Nachkommastellen |
| DEC | Anzahl der Nachkommastellen (max. 4, nur bei Typ N wirksam) |
| ENGLISH bis HUNGARIA | Sprachabhängige Dialoge bis (max. 32 Zeichen) |

## Datenübertragung von Schnittdaten-Tabellen

Wenn Sie eine Datei vom Datei-Typ .TAB oder .CDT über eine externe Datenschnittstelle ausgeben, speichert die TNC die Strukturdefinition der Tabelle mit ab. Die Strukturdefinition beginnt mit der Zeile #STRUCTBEGIN und endet mit der Zeile #STRUCTEND. Entnehmen Sie die Bedeutung der einzelnen Schlüsselwörter aus der Tabelle „Strukturbefehl“ (siehe „Tabellen-Struktur verändern”, Seite 162). Hinter #STRUCTEND speichert die TNC den eigentlichen Inhalt der Tabelle ab.

## Konfigurations-Datei TNC.SYS

Die Konfigurations-Datei TNC.SYS müssen Sie verwenden, wenn Ihre Schnittdaten-Tabellen nicht im Standard-Verzeichnis TNC:\ gespeichert sind. Dann legen Sie in der TNC.SYS die Pfade fest, in denen Ihre Schnittdaten-Tabellen gespeichert sind.

Die Datei TNC.SYS muss im Root-Verzeichnis TNC:\ gespeichert sein.

| Einträge in TNC.SYS | Bedeutung |
|---|---|
| WMAT= | Pfad für Werkstoff-Tabelle |
| TMAT= | Pfad für Schneidstoff-Tabelle |
| PCDT= | Pfad für Schnittdaten-Tabellen |

**Beispiel für TNC.SYS**

```
WMAT=TNC:\CUTTAB\WMAT_GB.TAB
TMAT=TNC:\CUTTAB\TMAT_GB.TAB
PCDT=TNC:\CUTTAB\
```

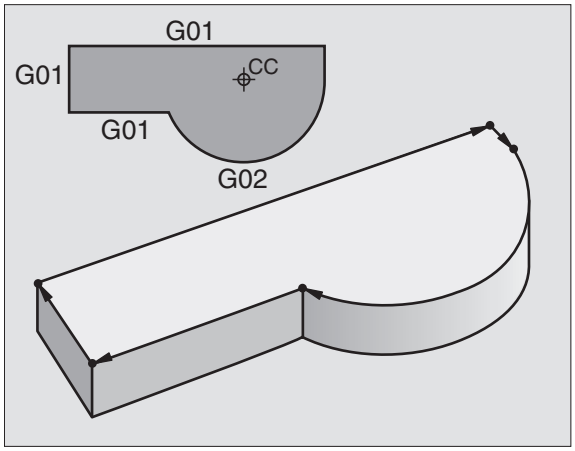
# 6

**Programmieren:**
**Konturen programmieren**

# 6.1 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

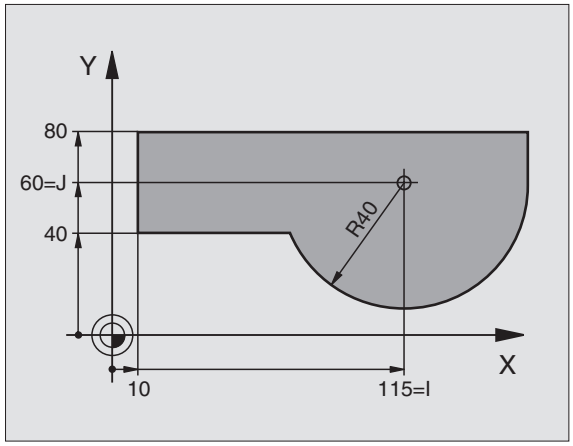
Mit den Zusatzfunktionen der TNC steuern Sie

- 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.

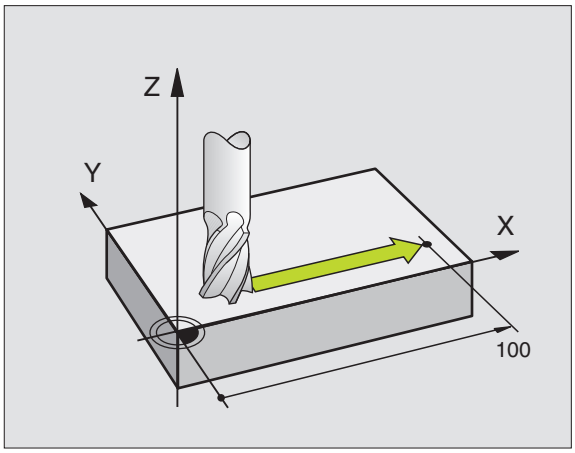
Das Programmieren mit Q-Parametern ist in Kapitel 10 beschrieben.

# 6.2 Grundlagen zu den Bahnfunktionen

## Werkzeugbewegung für eine Bearbeitung programmieren

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

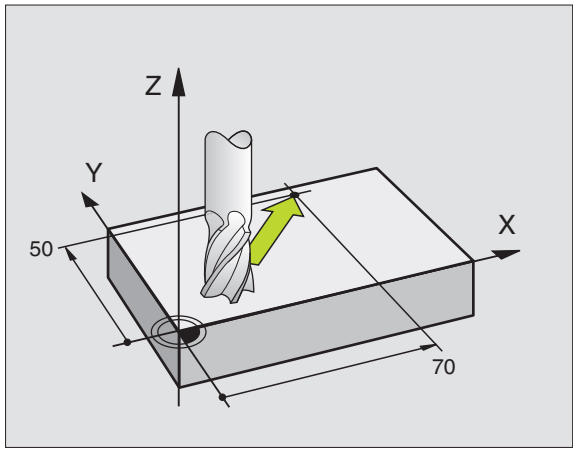
Je nach Konstruktion Ihrer Maschine bewegt sich beim Abarbeiten entweder das Werkzeug oder der Maschinentisch mit dem aufgespannten Werkstück. Beim Programmieren der Bahnbewegung tun Sie grundsätzlich so, als ob sich das Werkzeug bewegt.

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.



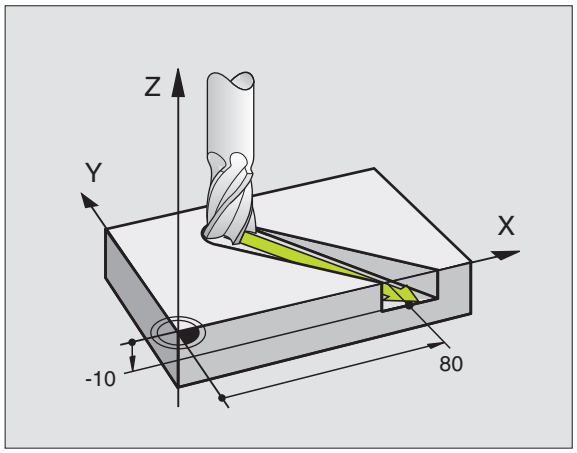

### Bewegungen in den Hauptebenen

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 *
```

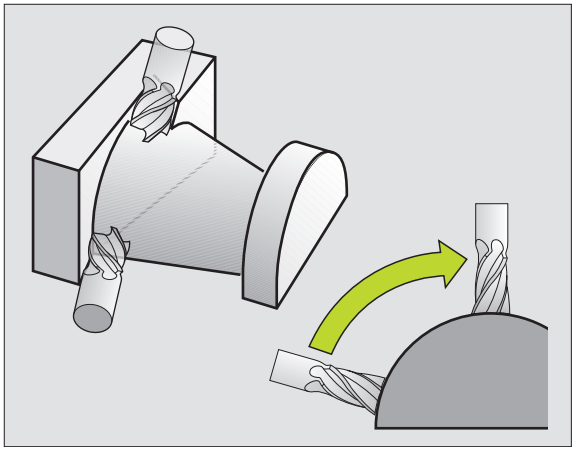
### Eingabe von mehr als drei Koordinaten

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

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

Beispiel:

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



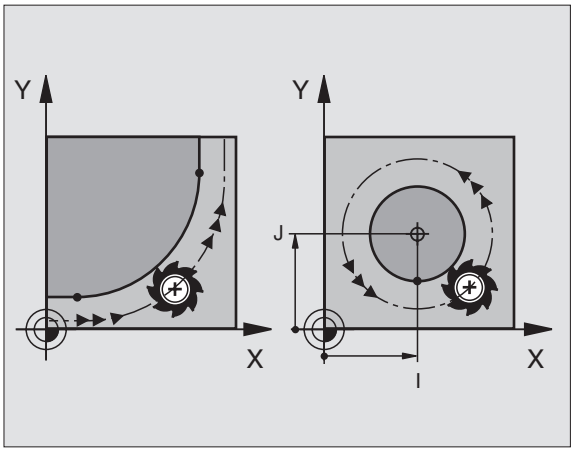
☞ Eine Bewegung von mehr als 3 Achsen wird von der TNC grafisch nicht unterstützt.

### Kreise und Kreisbögen

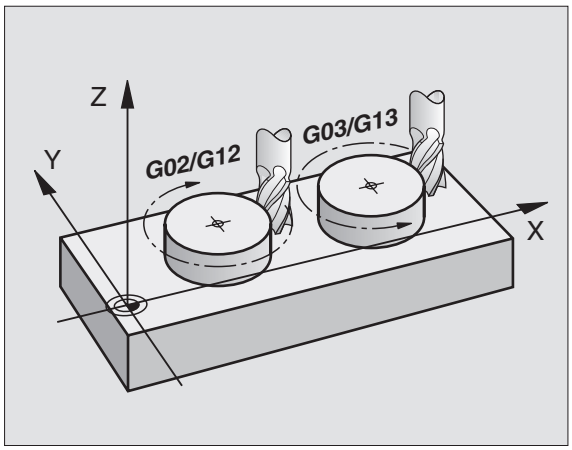
Bei Kreisbewegungen fährt die TNC zwei Maschinenachsen gleichzeitig: Das Werkzeug bewegt sich relativ zum Werkstück auf einer Kreisbahn. Für Kreisbewegungen können Sie einen Kreismittelpunkt eingeben.

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 | **I, J** |
| **Y (G18)** | **ZX**, auch WU, ZU, WX | **K, I** |
| **X (G19)** | **YZ**, auch VW, YW, VZ | **J, K** |




☞ Kreise, die nicht parallel zur Hauptebene liegen, programmieren Sie auch mit der Funktion „Bearbeitungsebene schwenken“ (siehe „BEARBEITUNGSEBENE (Zyklus G80)“, Seite 392), oder mit Q-Parametern (siehe „Prinzip und Funktionsübersicht“, Seite 422).




### Drehsinn bei Kreisbewegungen

Für Kreisbewegungen ohne tangentialen Übergang zu anderen Konturelementen geben Sie den Drehsinn über folgende Funktionen ein:

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

### Radiuskorrektur

Die Radiuskorrektur muss in dem Satz stehen, mit dem Sie das erste Konturelement anfahren. Die Radiuskorrektur darf nicht in einem Satz für eine Kreisbahn begonnen werden. Programmieren Sie diese zuvor in einem Geraden-Satz (siehe „Bahnbewegungen – rechtwinklige Koordinaten", Seite 174).

### Vorpositionieren

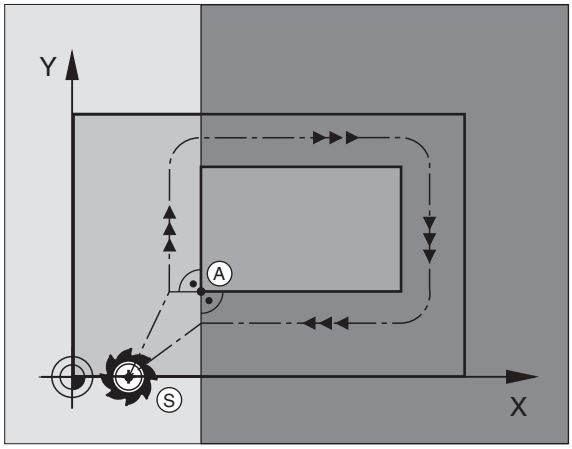
Positionieren Sie das Werkzeug zu Beginn eines Bearbeitungs-Programms so vor, dass eine Beschädigung von Werkzeug und Werkstück ausgeschlossen ist.

# 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

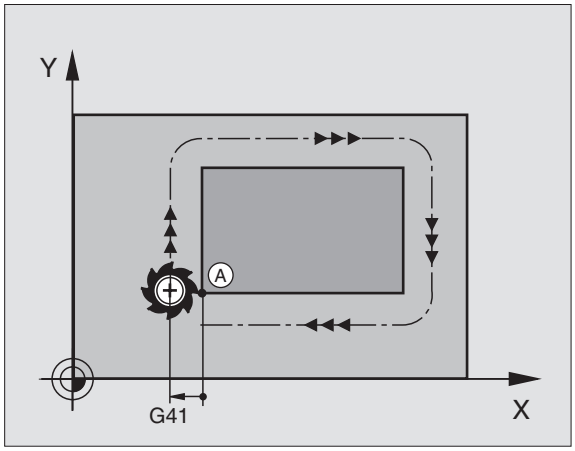



### Beispiel

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.

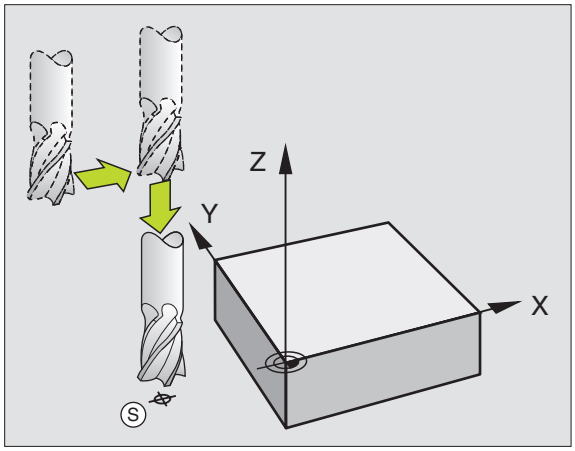



### Startpunkt in der Spindelachse anfahren

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 *
```



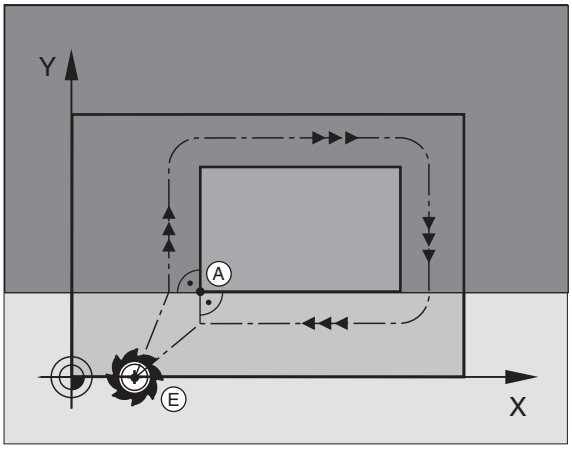
**Endpunkt**

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

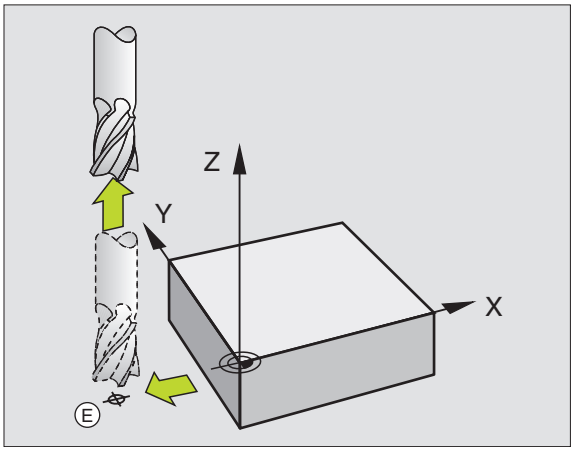
**Beispiel**

Bild rechts oben: 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 Mitte.




NC-Beispielsätze

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

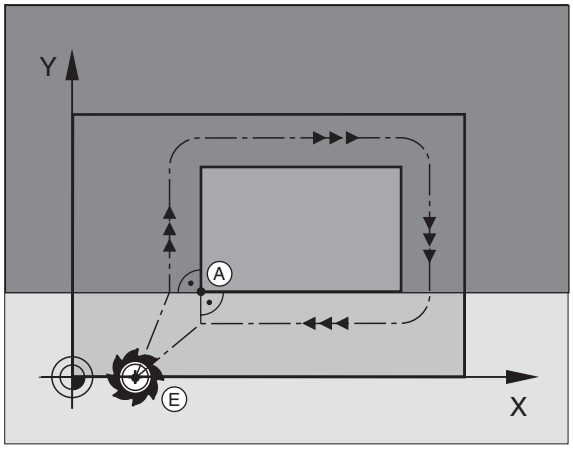
**Gemeinsamer Start- und Endpunkt**

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 Konturpunktes beschädigt.

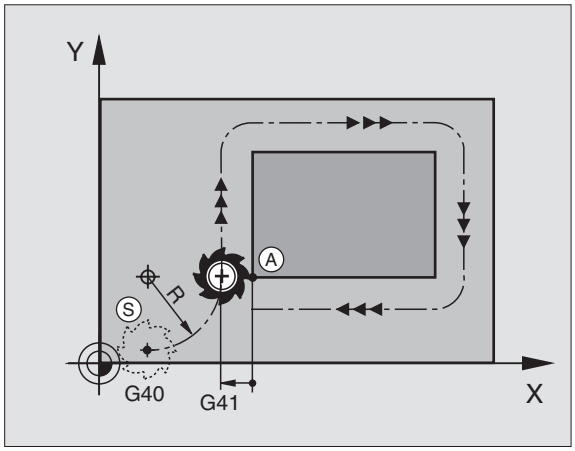



## Tangential An- und Wegfahren

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.

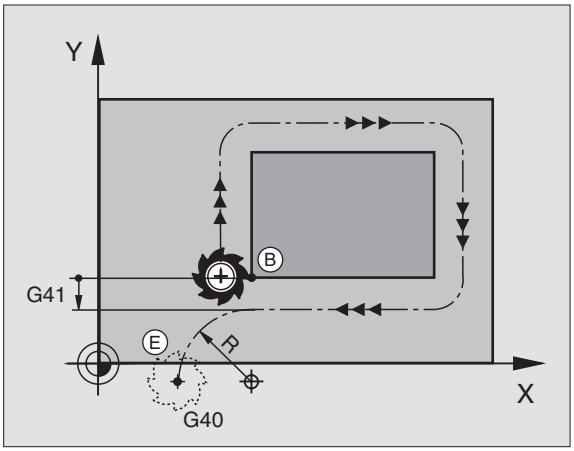



**Anfahren**

- **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** müssen Sie so wählen, dass die TNC die Kreisbahn zwischen Startpunkt und erstem Konturpunkt sowie letztem Konturpunkt und Endpunkt ausführen kann.

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

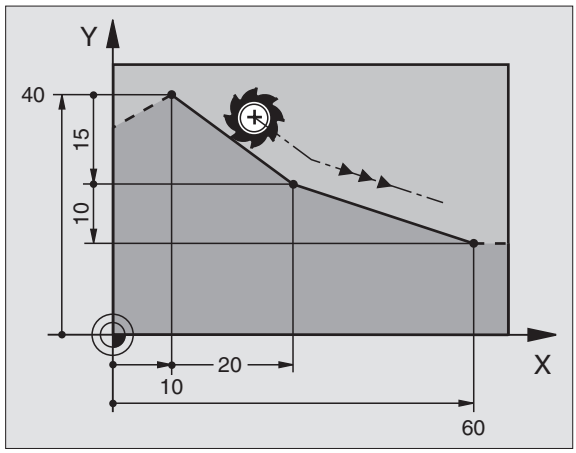
# 6.4 Bahnbewegungen – rechtwinklige Koordinaten

## Übersicht der Bahnfunktionen

| Werkzeug-Bewegung | Funktion | Erforderliche Eingaben |
|---|---|---|
| Gerade im Vorschub<br>Gerade im Eilgang | **G00**<br>**G01** | Koordinaten des Geraden-Endpunkts |
| Fase zwischen zwei Geraden | **G24** | Fasenlänge **R** |
| – | **I**, **J**, **K** | Koordinaten des Kreismittelpunkts |
| Kreisbahn im Uhrzeigersinn<br>Kreisbahn im Gegen-Uhrzeigersinn | **G02**<br>**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 vorhergehendes Konturelement | **G06** | Koordinaten des Kreis-Endpunkts |
| Kreisbahn mit tangentialem Anschluss an vorhergehendes 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 Geraden. Der Startpunkt ist der Endpunkt des vorangegangenen Satzes.




### Programmierung

G 1

- **Koordinaten** des Endpunkts der Geraden

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 *
```

### Ist-Position übernehmen

Mit der Funktion Ist-Position übernehmen können Sie eine beliebige Achsposition in einen Satz übernehmen:

- Fahren Sie das Werkzeug in der Betriebsart Manueller Betrieb auf die Position, die übernommen werden soll
- Bildschirm-Anzeige auf Programm-Einspeichern/Editieren wechseln
- Programm-Satz wählen, in den Sie eine Achsposition übernehmen wollen

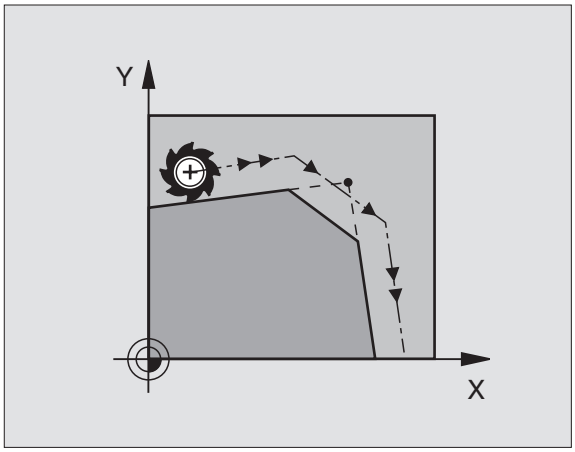
- Funktion Ist-Position übernehmen wählen: Die TNC zeigt in der Softkey-Leiste die Achsen an, deren Positionen Sie übernehmen können

- Achse wählen, z.B. X: Die TNC schreibt die aktuelle Position der gewählten Achse in das aktive Eingabefeld

## 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




### Programmierung

G 24

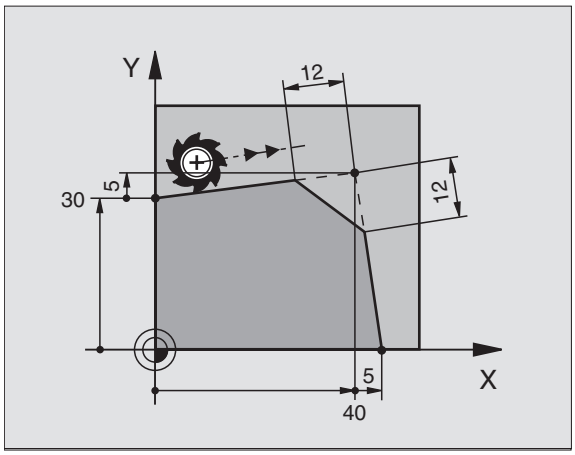
- **Fasen-Abschnitt:** Länge der Fase

Falls nötig:

- **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 F250 *
N100 G91 X+5 G90 Y+0 *
```




Eine Kontur nicht mit einem **G24**-Satz beginnen.

Eine Fase wird nur in der Bearbeitungsebene ausgeführt.

Der von der Fase abgeschnittene Eckpunkt wird nicht angefahren.

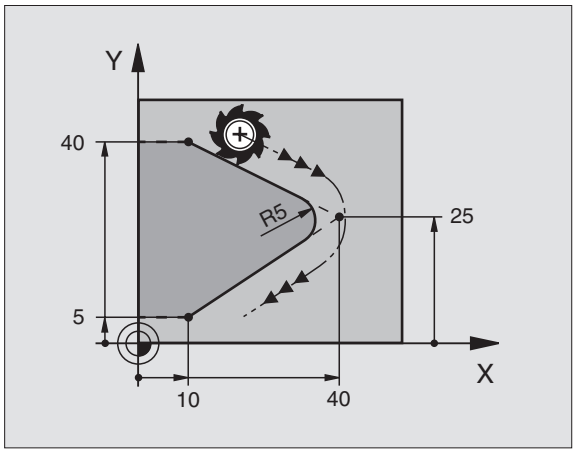
Ein im **G24**-Satz programmierter Vorschub wirkt nur in diesem **G24**-Satz. Danach ist wieder der vor dem **G24**-Satz programmierte Vorschub gültig.

## 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.




### Programmierung

G 25

- **Rundungs-Radius**: Radius des Kreisbogens

Falls nötig:

- **Vorschub F** (wirkt nur im **G25**-Satz)

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.

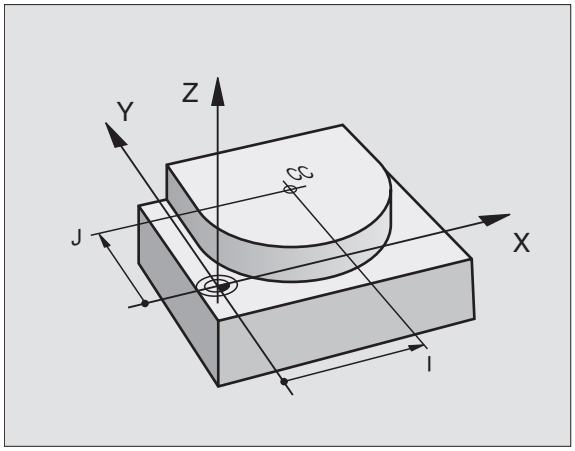
Ein im **G25**-Satz programmierter Vorschub wirkt nur in diesem **G25**-Satz. Danach ist wieder der vor dem **G25**-Satz programmierte Vorschub gültig.

Ein **G25**-Satz lässt sich auch zum weichen Anfahren an die Kontur nutzen, siehe „Tangential An- und Wegfahren", Seite 172.

## Kreismittelpunkt I, J

Den Kreismittelpunkt legen Sie für Kreisbahnen fest, die Sie mit den Funktionen G02, G03 oder G05 programmieren. Dazu

- geben Sie die rechtwinkligen Koordinaten des Kreismittelpunkts ein oder
- übernehmen Sie die zuletzt programmierte Position mit G29 oder
- übernehmen Sie die Koordinaten über die Funktion Ist-Position übernehmen




### Programmierung

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

NC-Beispielsätze

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

oder

```
N10 G00 G40 X+25 Y+25 *
N20 G29 *
```

Die Programmzeilen N10 und N20 beziehen sich nicht auf das Bild.

### Gültigkeit

Der Kreismittelpunkt bleibt solange festgelegt, bis Sie einen neuen Kreismittelpunkt programmieren. Einen Kreismittelpunkt können Sie auch für die Zusatzachsen U, V und W festlegen.

### Kreismittelpunkt I, J inkremental eingeben

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

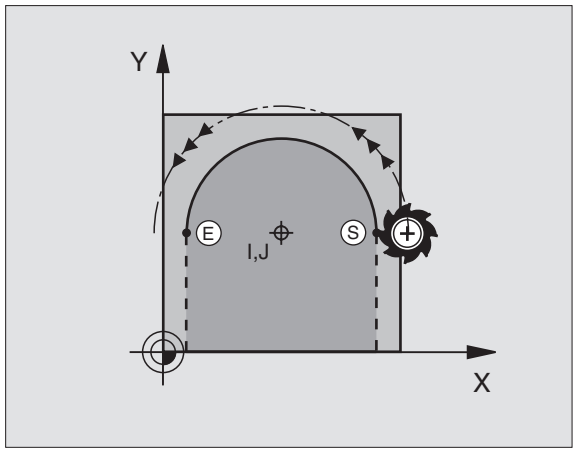
Mit **I** und **J** kennzeichnen Sie eine Position als Kreismittelpunkt: Das Werkzeug fährt nicht auf diese Position.

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

### Programmierung

▶ Werkzeug auf den Startpunkt der Kreisbahn fahren

I J ▶ Koordinaten des Kreismittelpunkts eingeben

G 3 ▶ Koordinaten des Kreisbogen-Endpunkts eingeben

Falls nötig:
▶ Vorschub F

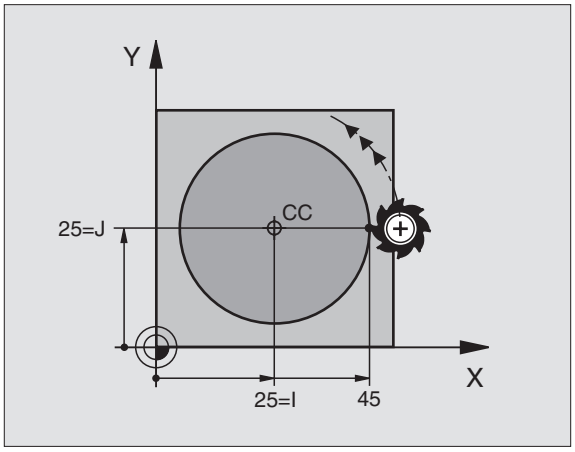
▶ Zusatz-Funktion M

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.

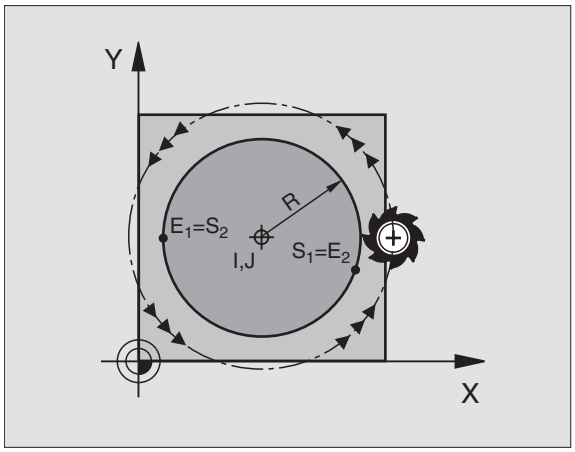



☞ Start- und Endpunkt der Kreisbewegung müssen auf der Kreisbahn liegen.

Eingabe-Toleranz: bis 0,016 mm (über MP7431 wählbar)

## 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

### Programmierung

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 CR-Sätze hintereinander:

Der Endpunkt des ersten Halbkreises ist Startpunkt des zweiten. Endpunkt des zweiten Halbkreises ist Startpunkt des ersten.

**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

```
N100 G01 G41 X+40 Y+40 F200 M3 *
N110 G02 X+70 Y+40 R+20 * (BOGEN 1)
```

oder

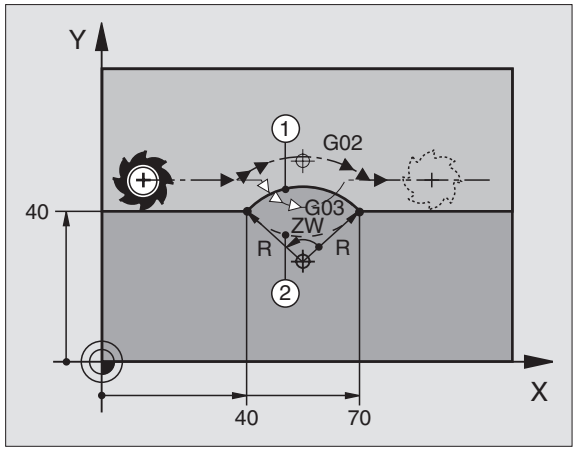
```
N110 G03 X+70 Y+40 R+20 * (BOGEN 2)
```

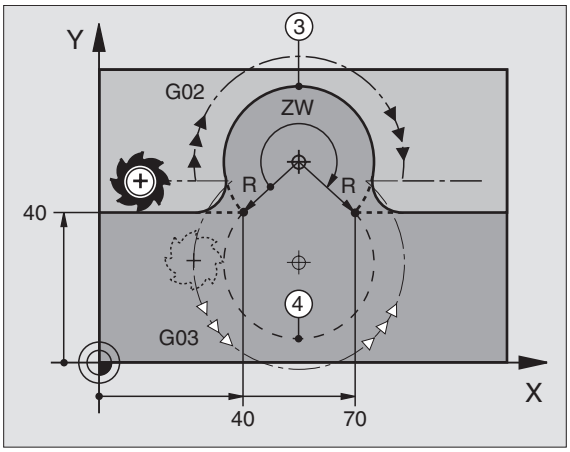
oder

```
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 99,9999 m.

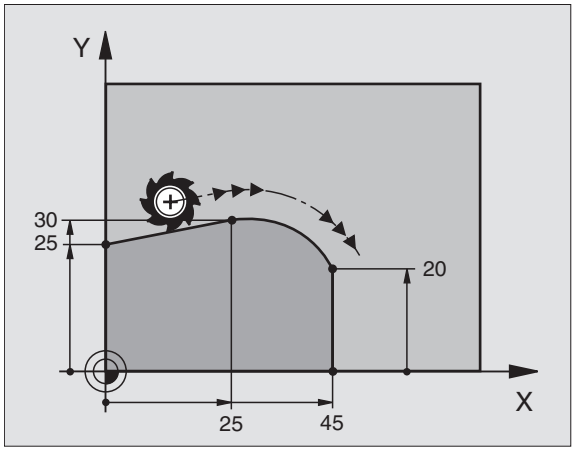
Winkelachsen A, B und C werden unterstützt.

## 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




### Programmierung

G 6

- Koordinaten des Kreisbogen-Endpunkts eingeben

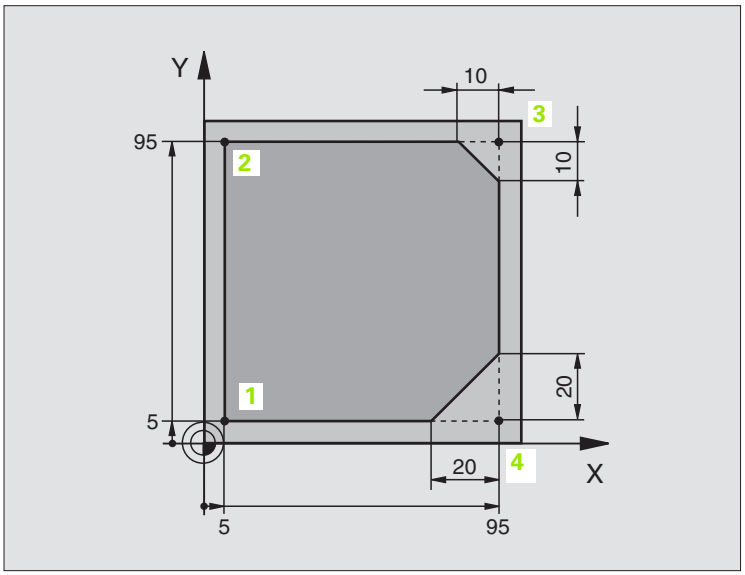
Falls nötig:
- Vorschub F
- Zusatz-Funktion M

NC-Beispielsätze

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

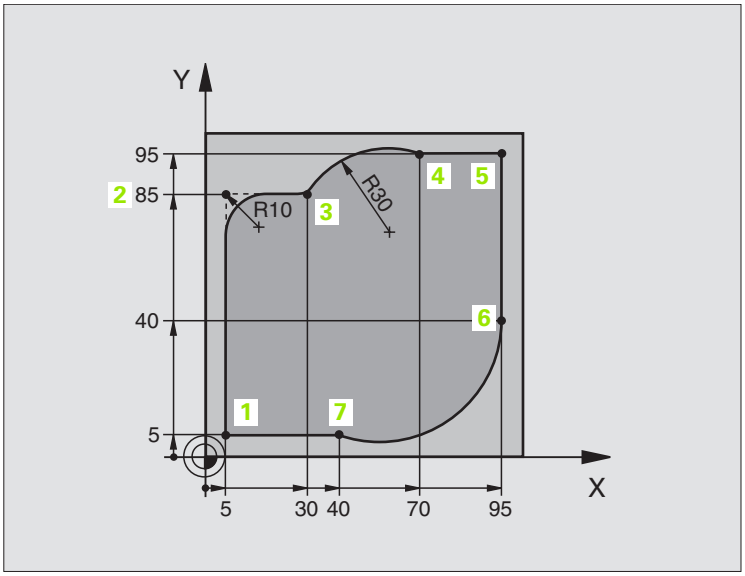
☞ Der **G06**-Satz und das zuvor programmierte Konturelement sollten beide Koordinaten der Ebene enthalten, in der der Kreisbogen ausgeführt wird!

## 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, Programm-Ende |
| N999999 %LINEAR G71 * | |

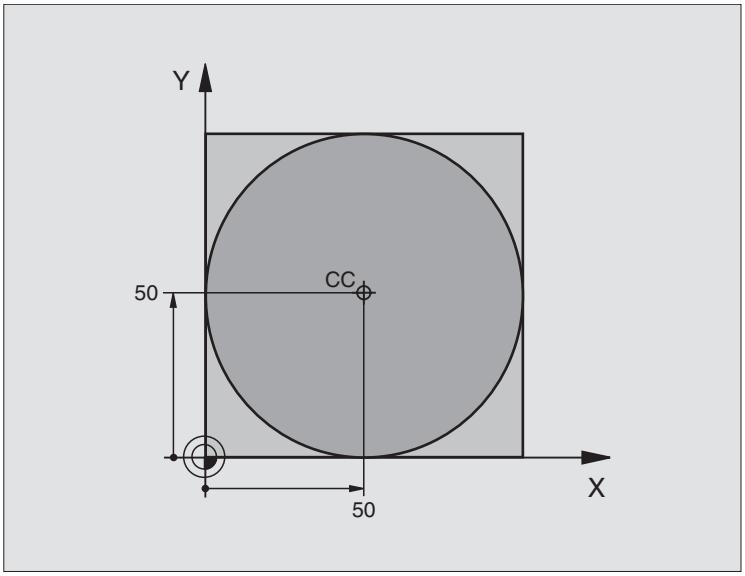
## Beispiel: Kreisbewegung kartesisch




| | |
|---|---|
| %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 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+85 * | Punkt 2: erste Gerade für Ecke 2 |
| N110 G25 R10 * | Radius mit R = 10 mm einfügen, Vorschub: 150 mm/min |
| N120 X+30 * | Punkt 3 anfahren: Startpunkt des Kreises |
| 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 tangentialem Anschluss an Punkt 6, TNC berechnet den Radius selbst |

| | |
|---|---|
| `N170 G01 X+5 *` | Letzten Konturpunkt 1 anfahren |
| `N180 G27 R5 F500 *` | Kontur verlassen auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluss |
| `N190 G40 X-20 Y-20 F1000 *` | Freifahren in der Bearbeitungsebene, Radiuskorrektur aufheben |
| `N200 G00 Z+250 M2 *` | Werkzeug freifahren in der Werkzeug-Achse, 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 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 Werkzeug-Achse, Programm-Ende |
| N999999 %C-CC G71 * | |

# 6.5 Bahnbewegungen – Polarkoordinaten

## Übersicht der Bahnfunktionen mit Polarkoordinaten

Mit Polarkoordinaten legen Sie eine Position über einen Winkel **H** und einen Abstand **R** zu einem zuvor definierten Pol **I, J** fest (siehe „Festlegen von Pol und Winkel-Bezugsachse", Seite 74).

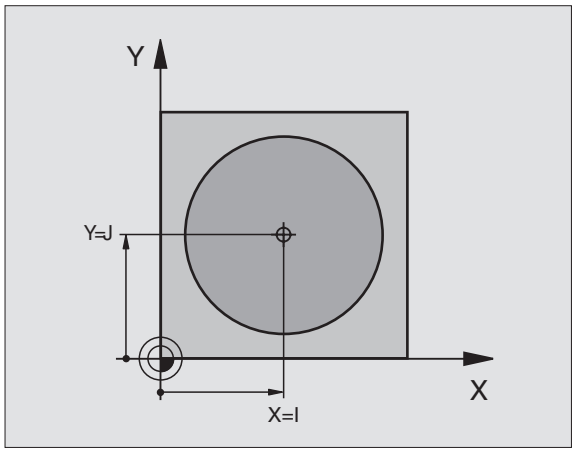
Polarkoordinaten setzen Sie vorteilhaft ein bei:

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

| Werkzeug-Bewegung | Funktion | Erforderliche Eingaben |
|---|---|---|
| Gerade im Vorschub<br>Gerade im Eilgang | **G10**<br>**G11** | Polarradius, Polarwinkel des Geraden-Endpunkts |
| Kreisbahn im Uhrzeigersinn<br>Kreisbahn im Gegen-Uhrzeigersinn | **G12**<br>**G13** | Polarwinkel des Kreisendpunkts |
| Kreisbahn entsprechend aktiver Drehrichtung | **G15** | Polarwinkel des Kreisendpunkts |
| Kreisbahn mit tangentialem Anschluss an vorhergehendes Konturelement | **G16** | Polarradius, Polarwinkel des Kreisendpunkts |

## 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.




### Programmierung

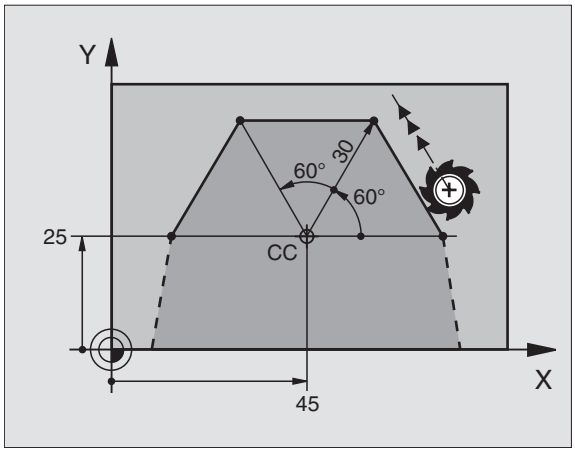
▶ Rechtwinklige Koordinaten für den Pol eingeben oder um die zuletzt programmierte Position zu übernehmen: **G29** eingeben. Den Pol festlegen, bevor Sie Polarkoordinaten programmieren. Pol nur in rechtwinkligen Koordinaten programmieren. Der Pol ist solange wirksam, bis Sie einen neuen Pol festlegen.

### NC-Beispielsätze

```
N120 I+45 J+45 *
```

## 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.




### Programmierung

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:

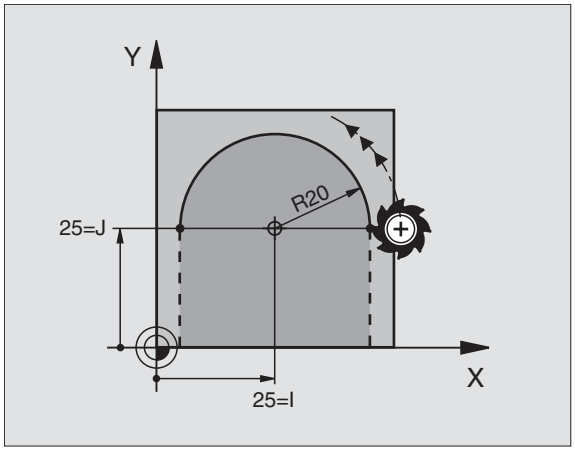
- Winkel von der Winkel-Bezugsachse zu **R** gegen den Uhrzeigersinn: **H** >0
- Winkel von der Winkel-Bezugsachse zu **R** im Uhrzeigersinn: **H**<0

NC-Beispielsätze

```
N120 I+45 J+45 *
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

### Programmierung

G 13

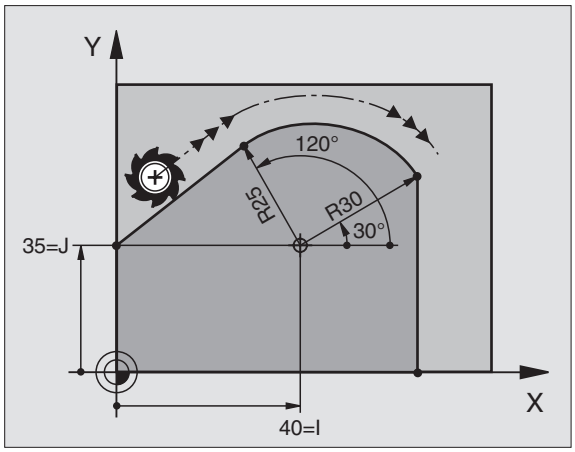
- Polarkoordinaten-Winkel **H**: Winkelposition des Kreisbahn-Endpunkts zwischen –5400° und +5400°

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.




### Programmierung

G 16

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

NC-Beispielsätze

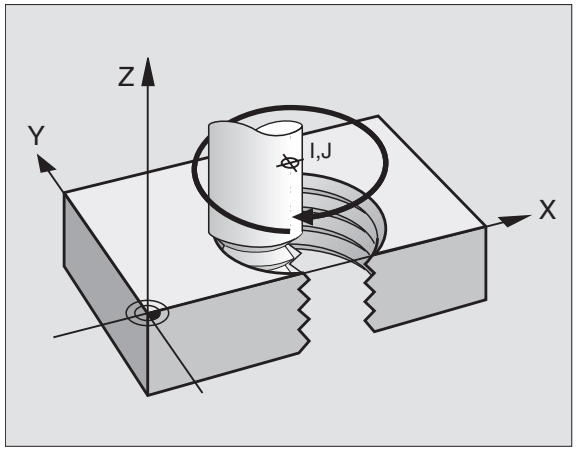
```
N120 I+40 J+35 *
N130 G01 G42 X+0 Y+35 F250 M3 *
N140 G11 R+25 H+120 *
N150 G16 R+30 H+30 *
N160 G01 Y+0 *
```

Der Pol 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 Fräsrichtung von unten nach oben gilt:

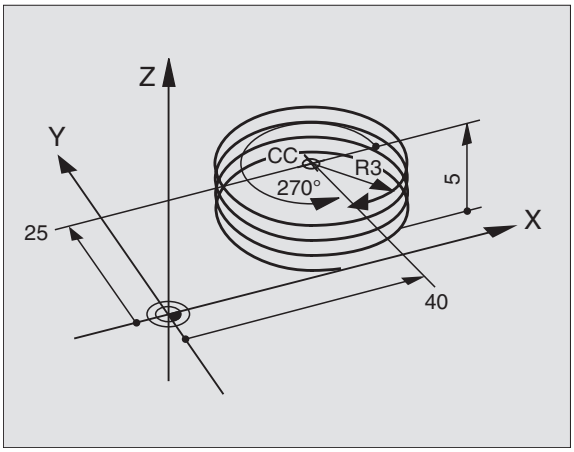
| | |
|---|---|
| Anzahl Gänge n | Gewindegänge + Gangüberlauf am Gewindeanfang und -ende |
| Gesamthöhe h | Steigung P x Anzahl der Gänge n |
| Inkrementaler Gesamtwinkel H | Anzahl der Gänge x 360° + Winkel für Gewinde-Anfang + Winkel für Gangüberlauf |
| Anfangskoordinate Z | Steigung P x (Gewindegänge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

### Form der Schraubenlinie

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

| Innengewinde | Arbeits-richtung | Drehsinn | Radius-korrektur |
|---|---|---|---|
| rechtsgängig<br>linksgängig | Z+<br>Z+ | **G13**<br>**G12** | **G41**<br>**G42** |
| rechtsgängig<br>linksgängig | Z–<br>Z– | **G12**<br>**G13** | **G42**<br>**G41** |
| **Außengewinde** | | | |
| rechtsgängig<br>linksgängig | Z+<br>Z+ | **G13**<br>**G12** | **G42**<br>**G41** |
| rechtsgängig<br>linksgängig | Z–<br>Z– | **G12**<br>**G13** | **G41**<br>**G42** |

### Schraubenlinie programmieren



Geben Sie 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 „Programmteil-Wiederholungen", Seite 408)

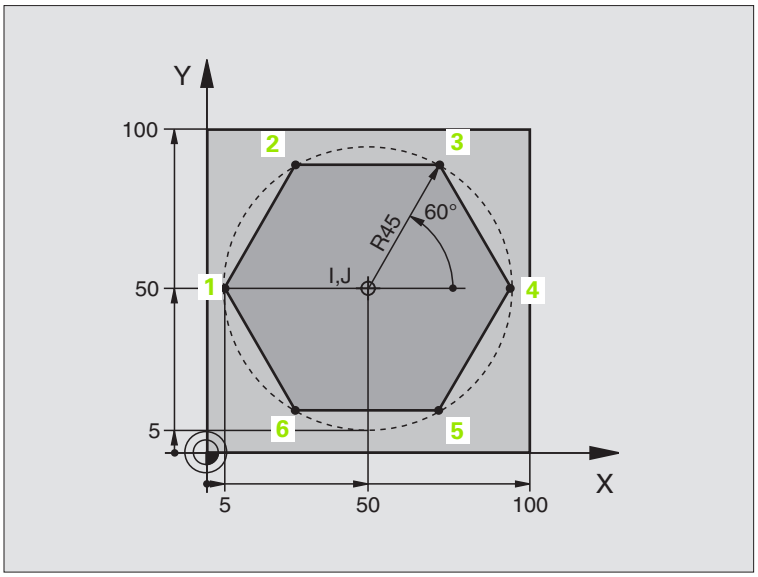
G 12

- Polarkoordinaten-Winkel H: Gesamtwinkel inkremental 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 **G41/G42** gemäß Tabelle eingeben

NC-Beispielsätze: Gewinde M6 x 1 mm mit 5 Gängen

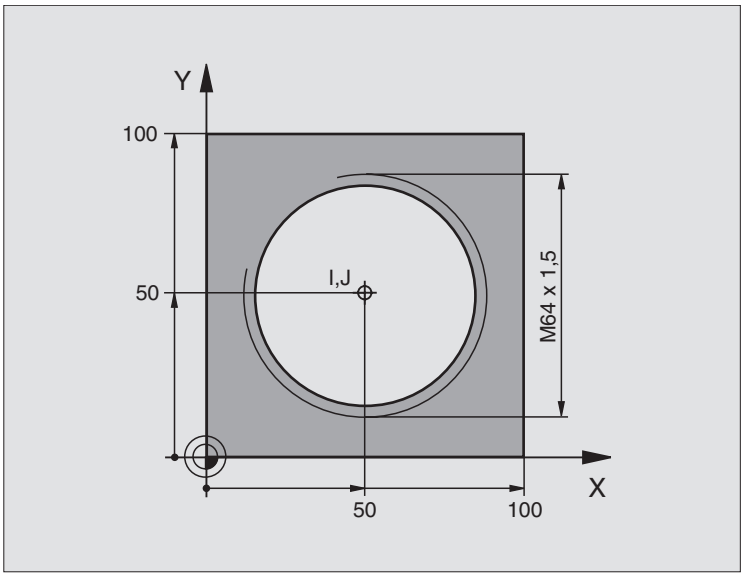
```
N120 I+40 J+25 *
N130 G01 Z+0 F100 M3 *
N140 G11 G41 R+3 H+270 *
N150 G12 G91 H-1800 Z+5 *
```

## 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 * | Bezugspunkt für Polarkoordinaten definieren |
| N60 I+50 J+50 * | Werkzeug freifahren |
| 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 * | Kontur an Punkt 1 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 * | 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 * | Anschluss |
| 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 * | Werkzeug freifahren, Programm-Ende |
| N180 G00 Z+250 M2 * | |

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 * | Tangentiales Anfahren |

| | |
|---|---|
| N110 G98 L1 * | Beginn der Programmteil-Wiederholung |
| N120 G13 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 und G38 (STOP) eingeben

## Grundlagen

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.

Sie können bis zu zwei Zusatz-Funktion M am Ende eines Positionier-Satzes eingeben. Die TNC zeigt dann den Dialog:

**Zusatz-Funktion M ?**

Gewöhnlich geben Sie nur die Nummer der Zusatz-Funktion an. Bei einigen Zusatz-Funktionen wird der Dialog fortgeführt, damit Sie Parameter zu dieser Funktion eingeben können.

In den Betriebsarten Manueller Betrieb und El. Handrad geben Sie die Zusatz-Funktionen über den Softkey M ein.

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

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

### Zusatz-Funktion im G38-Satz eingeben

Ein programmierter G38-Satz unterbricht den Programmlauf bzw. den Programm-Test, z.B. für eine Werkzeug-Überprüfung. In einem STOP-Satz können Sie eine Zusatz-Funktion M programmieren:

STOP

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

NC-Beispielsätze

```
87 G38 M6
```

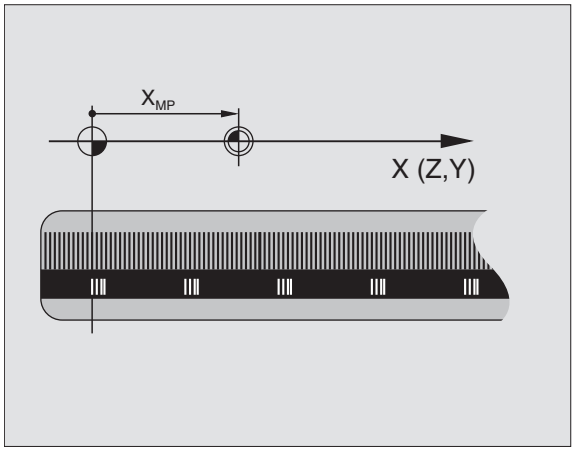
# 7.2 Zusatz-Funktionen für Programmlauf-Kontrolle, Spindel und Kühlmittel

## Übersicht

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

# 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 (ohne 3D-Tastsystem)", Seite 52.

### 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 „Status-Anzeigen", Seite 39.

### Verhalten mit M92 – Maschinen-Bezugspunkt

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

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

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

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

**Wirkung**

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

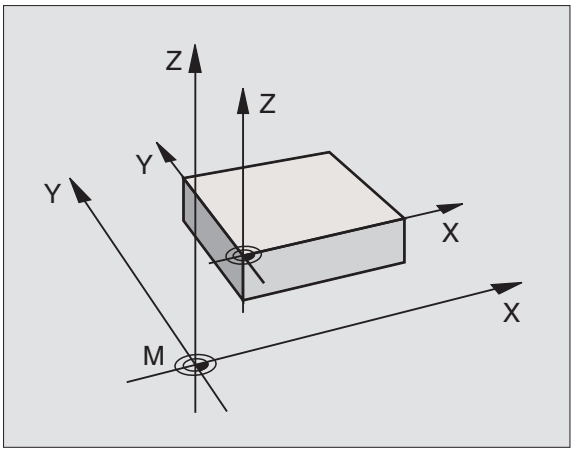
M91 und M92 werden wirksam am Satz-Anfang.

**Werkstück-Bezugspunkt**

Wenn sich Koordinaten immer auf den Maschinen-Nullpunkt beziehen sollen, dann kann das Bezugspunkt-Setzen für eine oder mehrere Achsen gesperrt werden; (siehe „Allgemeine Anwenderparameter" auf Seite 510).

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.




**M91/M92 in der Betriebsart Programm-Test**

Um M91/M92-Bewegungen auch grafisch simulieren zu können, müssen Sie die Arbeitsraum-Überwachung aktivieren und das Rohteil bezogen auf den gesetzten Bezugspunkt anzeigen lassen, siehe „Rohteil im Arbeitsraum darstellen", Seite 496.

## Zuletzt gesetzten Bezugspunkt aktivieren: M104

### Funktion

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

### 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.

Nachfolgende Positionensätze bzw. Bearbeitungszyklen werden wieder im geschwenkten Koordinaten-System ausgeführt, dies kann bei Bearbeitungszyklen mit absoluter Vorpositionierung zu Problemen führen.

Die Funktion M130 ist nur erlaubt, wenn die Funktion Bearbeitungsebene Schwenken aktiv ist.

### 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 (**G41/G42**) fügt die TNC an Außenecken automatisch einen Übergangskreis ein.

### Verhalten mit M90

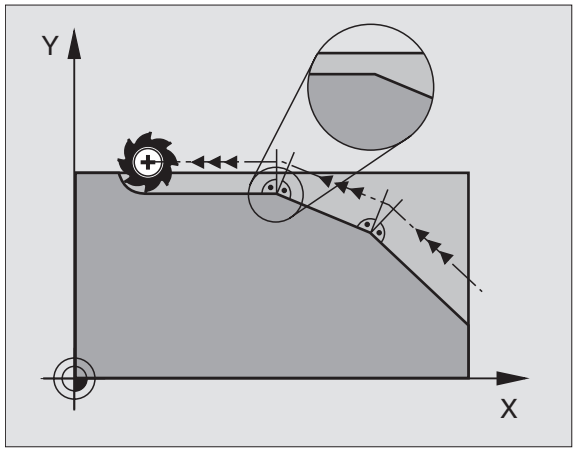
Das Werkzeug wird an eckigen Übergängen mit konstanter Bahngeschwindigkeit geführt: Die Ecken verschleifen und die Werkstück-Oberfläche wird glatter. Zusätzlich verringert sich die Bearbeitungszeit. Siehe Bild rechts Mitte.

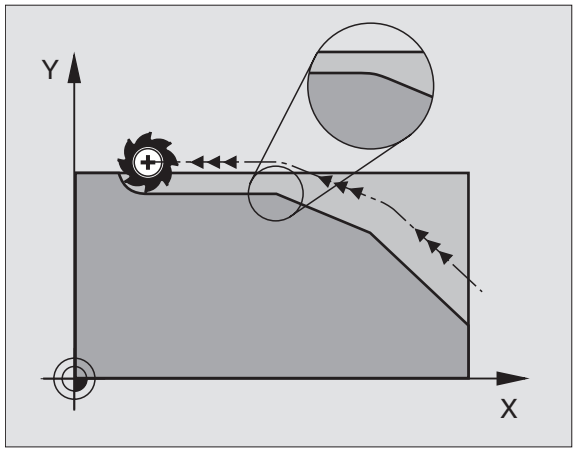
Anwendungsbeispiel: Flächen aus kurzen Geradenstücken.

### Wirkung

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

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



## Definierten Rundungskreis zwischen Geradenstücken einfügen: M112

### Kompatibilität

Aus Kompatibilitätsgründen ist die Funktion M112 in der iTNC 530 weiterhin verfügbar. Um die Toleranz beim schnellen Konturfräsen festzulegen, empfiehlt HEIDENHAIN jedoch bei diesen TNC's die Verwendung des Zyklus TOLERANZ, siehe „TOLERANZ (Zyklus G62)", Seite 402.

## Punkte beim Abarbeiten von nicht korrigierten Geradensätzen nicht berücksichtigen: M124

### Standardverhalten

Die TNC arbeitet alle Geradensätze ab, die im aktiven Programm eingegeben sind.

### Verhalten mit M124

Beim Abarbeiten von **nicht korrigierten Geradensätzen** mit sehr kleinen Punktabständen können Sie über den Parameter **E** einen minimalen Punktabstand definieren, bis zu dem die TNC Punkte beim Abarbeiten nicht berücksichtigen soll.

### Wirkung

M124 wird wirksam am Satzanfang.

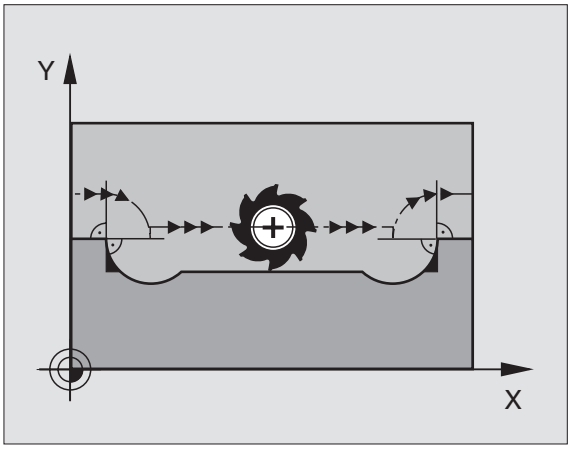
Die TNC setzt M124 automatisch zurück, wenn Sie ein neues Programm anwählen.

### M124 eingeben

Wenn Sie in einem Positionier-Satz M124 eingeben, dann führt die TNC den Dialog für diesen Satz fort und erfragt den minimalen Punktabstand **E**.

**E** können Sie auch über Q-Parameter festlegen (siehe „Programmieren: Q-Parameter" auf Seite 421).

## 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.

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

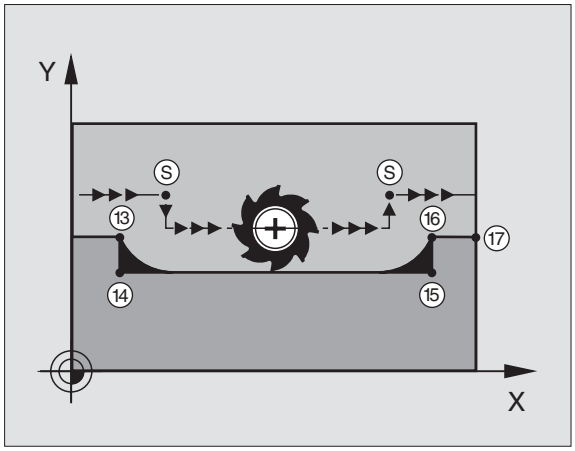
### Verhalten mit M97

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

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

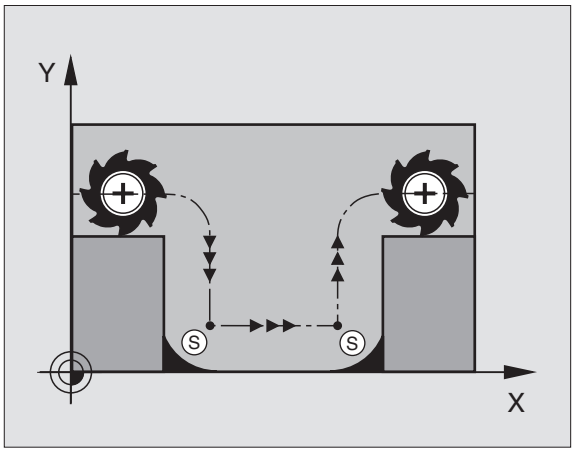
| | |
|---|---|
| `N50 G99 G01 ... R+20 *` | Großer Werkzeug-Radius |
| `...` | |
| `N130 X ... Y ... F .. M97 *` | Konturpunkt 13 anfahren |
| `N140 G91 Y–0,5 .... F.. *` | Kleine Konturstufe 13 und 14 bearbeiten |
| `N150 X+100 ... *` | Konturpunkt 15 anfahren |
| `N160 Y+0.5 ... F.. M97 *` | Kleine 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:




### Verhalten mit M98

Mit der Zusatz-Funktion M98 fährt die TNC das Werkzeug so weit, dass jeder Konturpunkt tatsächlich bearbeitet wird:

### Wirkung

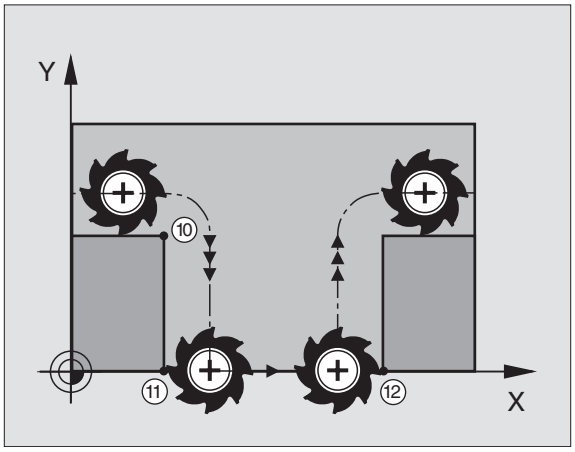
M98 wirkt nur in den Programmsätzen, in denen M98 programmiert ist.

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): |
| `N107 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 |

## Vorschub in Millimeter/Spindel-Umdrehung: M136

**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 Millimeter/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. Wenn Sie M109 bzw. M110 vor dem Aufruf eines Bearbeitungszyklus definieren, wirkt die Vorschub-Anpassung auch bei Kreisbögen innerhalb von Bearbeitungszyklen. Am Ende oder nach Abbruch eines Bearbeitungszyklus wird der Ausgangszustand wieder hergestellt.

### Wirkung

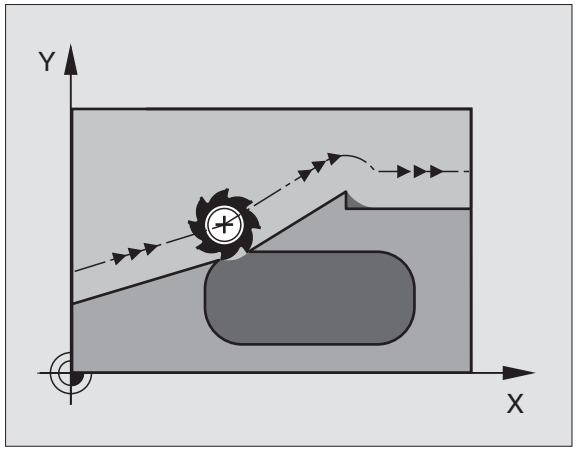
M109 und M110 werden wirksam am Satz-Anfang.
M109 und M110 setzen Sie mit M111 zurück.

## 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" auf Seite 203): M97" verhindert die Fehlermeldung, führt aber zu einer Freischneidemarkierung und verschiebt zusätzlich die Ecke.

Bei Hinterschneidungen verletzt die TNC u.U. die Kontur.




### 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 G41 oder G42 enthält. M120 wirkt ab diesem Satz bis Sie

- die Radiuskorrektur mit G40 aufheben
- M120 LA0 programmieren
- M120 ohne LA programmieren
- mit %... ein anderes Programm aufrufen

M120 wird wirksam am Satz-Anfang.

### Einschränkungen

- Den Wiedereintritt in eine Kontur nach Extern/Intern Stopp 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

### 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-Beispielsätze

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!

## Rückzug von der Kontur in Werkzeugachsen-Richtung: M140

### Standardverhalten

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

### Verhalten mit M140

Mit M140 MB (move back) können Sie einen eingebbaren Weg in Richtung der Werkzeugachse von der Kontur wegfahren.

### Eingabe

Wenn Sie in einem Positionier-Satz M140 eingeben, dann führt die TNC den Dialog fort und erfragt den Weg, den das Werkzeug von der Kontur wegfahren soll. Geben Sie den gewünschten Weg ein, den das Werkzeug von der Kontur wegfahren soll oder drücken Sie den Softkey MAX, um bis an den Rand des Verfahrbereichs zu fahren.

### Wirkung

M140 wirkt nur in dem Programmsatz, in dem M140 programmiert ist.

M140 wird wirksam am Satz-Anfang.

### NC-Beispielsätze

Satz 250: Werkzeug 50 mm von der Kontur wegfahren

Satz 251: Werkzeug bis an den Rand des Verfahrbereichs fahren

```
N45 G01 X+0 Y+38,5 F125 M140 MB 50
N55 G01 X+0 Y+38,5 F125 M140 MB MAX
```

M140 wirkt auch wenn die Funktion Bearbeitungsebene schwenken, M114 oder M128 aktiv ist. Bei Maschinen mit Schwenkköpfen verfährt die TNC das Werkzeug dann im geschwenkten System.

Mit der Funktion **FN18: SYSREAD ID230 NR6** können Sie den Abstand von der aktuellen Position zur Verfahrbereichsgrenze der positiven Werkzeugachse ermitteln.

Mit **M140 MB MAX** können Sie nur in positiver Richtung freifahren.

## Tastsystem-Überwachung unterdrücken: M141

**Standardverhalten**

Die TNC gibt bei ausgelenktem Taststift eine Fehlermeldung aus, sobald Sie eine Maschinenachse verfahren wollen.

**Verhalten mit M141**

Die TNC verfährt die Maschinenachsen auch dann, wenn das Tastsystem ausgelenkt ist. Diese Funktion ist erforderlich, wenn Sie einen eigenen Messzyklus in Verbindung mit dem Messzyklus 3 schreiben, um das Tastsystem nach dem Auslenken mit einem Positioniersatz wieder freizufahren.

Wenn Sie die Funktion M141 einsetzen, dann darauf achten, dass Sie das Tastsystem in die richtige Richtung freifahren.

M141 wirkt nur in Verfahrbewegungen mit Geraden-Sätzen.

**Wirkung**

M141 wirkt nur in dem Programmsatz, in dem M141 programmiert ist.

M141 wird wirksam am Satz-Anfang.

## Modale Programminformationen löschen: M142

**Standardverhalten**

Die TNC setzt modale Programminformationen in folgenden Situationen zurück:

- Neues Programm wählen
- Zusatzfunktionen M02, M30 oder den Satz N999999 %... ausführen (abhängig von Maschinen-Parameter 7300)
- Zyklus mit Werten für das Grundverhalten erneut definieren

**Verhalten mit M142**

Alle modalen Programminformationen bis auf die Grunddrehung, 3D-Rotation und Q-Parameter werden zurückgesetzt.

**Wirkung**

M142 wirkt nur in dem Programmsatz, in dem M142 programmiert ist.

M142 wird wirksam am Satz-Anfang.

## Grunddrehung löschen: M143

**Standardverhalten**

Die Grunddrehung bleibt solange wirksam, bis sie zurückgesetzt oder mit einen neuen Wert überschrieben wird.

**Verhalten mit M143**

Die TNC löscht eine programmierte Grunddrehung im NC-Programm.

**Wirkung**

M143 wirkt nur in dem Programmsatz, in dem M143 programmiert ist.

M143 wird wirksam am Satz-Anfang.

# 7.5 Zusatz-Funktionen für Drehachsen

## Vorschub in mm/min bei Drehachsen A, B, C: M116

### Standardverhalten

Die TNC interpretiert den programmierten Vorschub bei einer Drehachse in Grad/min. Der Bahnvorschub ist also abhängig von der Entfernung des 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 bei einer Drehachse ändert sich nicht, während der Satz abgearbeitet wird, auch wenn sich das Werkzeug auf das Drehachsen-Zentrum zubewegt.

### Wirkung

M116 wirkt in der Bearbeitungsebene
Mit M117 setzen Sie M116 zurück; am Programm-Ende wird M116 ebenfalls unwirksam.

M116 wird wirksam am Satz-Anfang.

## Drehachsen wegoptimiert fahren: M126

### Standardverhalten

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:

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

### Verhalten mit M126

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

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

### Wirkung

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

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

### Standardverhalten

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

Beispiel:

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

### Verhalten mit M94

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

NC-Beispielsätze

Anzeigewerte aller aktiven Drehachsen reduzieren:

```
N50 M94 *
```

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.

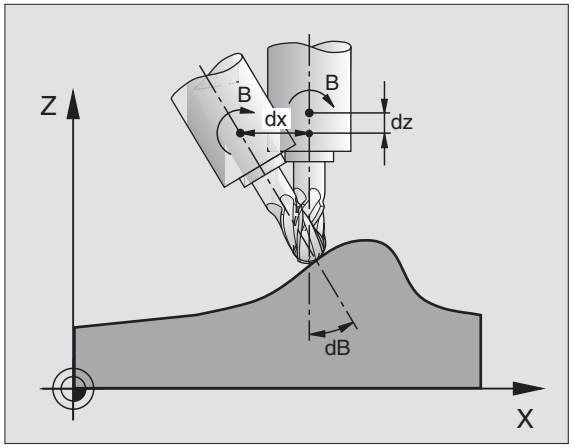
M94 wird wirksam am Satz-Anfang.

## Automatische Korrektur der Maschinengeometrie beim Arbeiten mit Schwenkachsen: M114 (Software-Option 2)

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

**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 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 G41/G42 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.

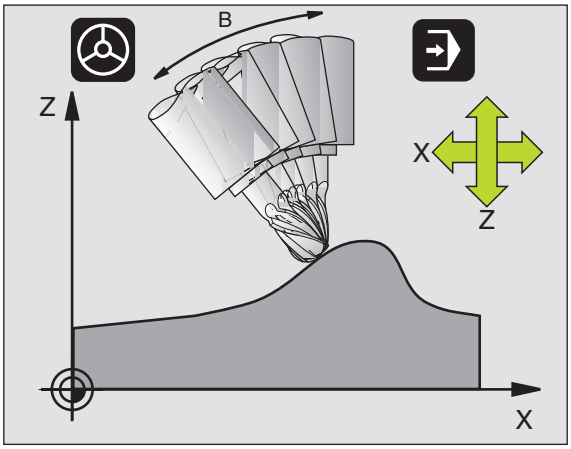
M114 setzen Sie mit M115 zurück. Am Programm-Ende wird M114 ebenfalls unwirksam.

## Position der Werkzeugspitze beim Positionieren von Schwenkachsen beibehalten (TCPM*): M128 (Software-Option 2)

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

**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 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.

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

### M128 bei Schwenktischen

Wenn Sie bei aktivem M128 eine Schwenktisch-Bewegung programmieren, dann dreht die TNC das Koordinaten-System entsprechend mit. Drehen Sie z.B. die C-Achse um 90° (durch positionieren oder durch Nullpunkt-Verschiebung) 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.

### M128 bei dreidimensionaler Werkzeug-Korrektur

Wenn Sie bei aktivem M128 und aktiver Radiuskorrektur G41/G42 eine dreidimensionale Werkzeug-Korrektur durchführen, positioniert die TNC bei bestimmten Maschinengeometrien die Drehachsen automatisch (Peripheral-Milling, siehe „Peripheral Milling: 3D-Radiuskorrektur mit Werkzeug-Orientierung", Seite 157).

### 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.

NC-Beispielsätze

Ausgleichsbewegungen mit einem Vorschub von 1000 mm/min durchführen:

```
G01 G41 X+0 Y+38,5 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, das mit Anwahl eines Programmes M134 automatisch aktiv wird, siehe „Allgemeine Anwenderparameter", Seite 510.

### 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

### 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-Beispielsätze

Für die oben aufgeführten Funktionen nur die Schwenkachse C berücksichtigen:

```
G00 G40 Z+100 M138 C *
```

## Berücksichtigung der Maschinen-Kinematik in IST/SOLL-Positionen am Satzende: M144

### 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.

### Verhalten mit M144

Die TNC berücksichtigt eine Änderung der Maschinen-Kinematik in der Positionsanzeige, wie sie z.B. durch Einwechseln einer Vorsatzspindel entsteht. Ändert sich die Position einer gesteuerten Schwenkachse, dann wird während des Schwenkvorganges auch die Position der Werkzeugspitze gegenüber dem Werkstück verändert. Der entstandene Versatz wird in der Positionsanzeige verrechnet.

Positionierungen mit M91/M92 sind bei aktivem M144 erlaubt.

Die Positionsanzeige in den Betriebsarten SATZFOLGE und EINZELSATZ ändert sich erst, nachdem die Schwenkachsen ihre Endposition erreicht haben.

### Wirkung

M144 wird wirksam am Satz-Anfang. M144 wirkt nicht in Verbindung mit M114, M128 oder Bearbeitungsebene Schwenken.

M144 heben Sie auf, indem Sie M145 programmieren.

Die Maschinengeometrie muss vom Maschinenhersteller in den Maschinen-Parametern 7502 und folgenden festgelegt sein. Der Maschinenhersteller legt die Wirkungsweise in den Automatik-Betriebsarten und manuellen Betriebsarten fest. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

# 7.6 Zusatz-Funktionen für Laser-Schneidmaschinen

## Prinzip

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

**Verhalten mit 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

**Verhalten mit 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

### Verhalten mit 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

### Verhalten mit 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

### Verhalten mit M204

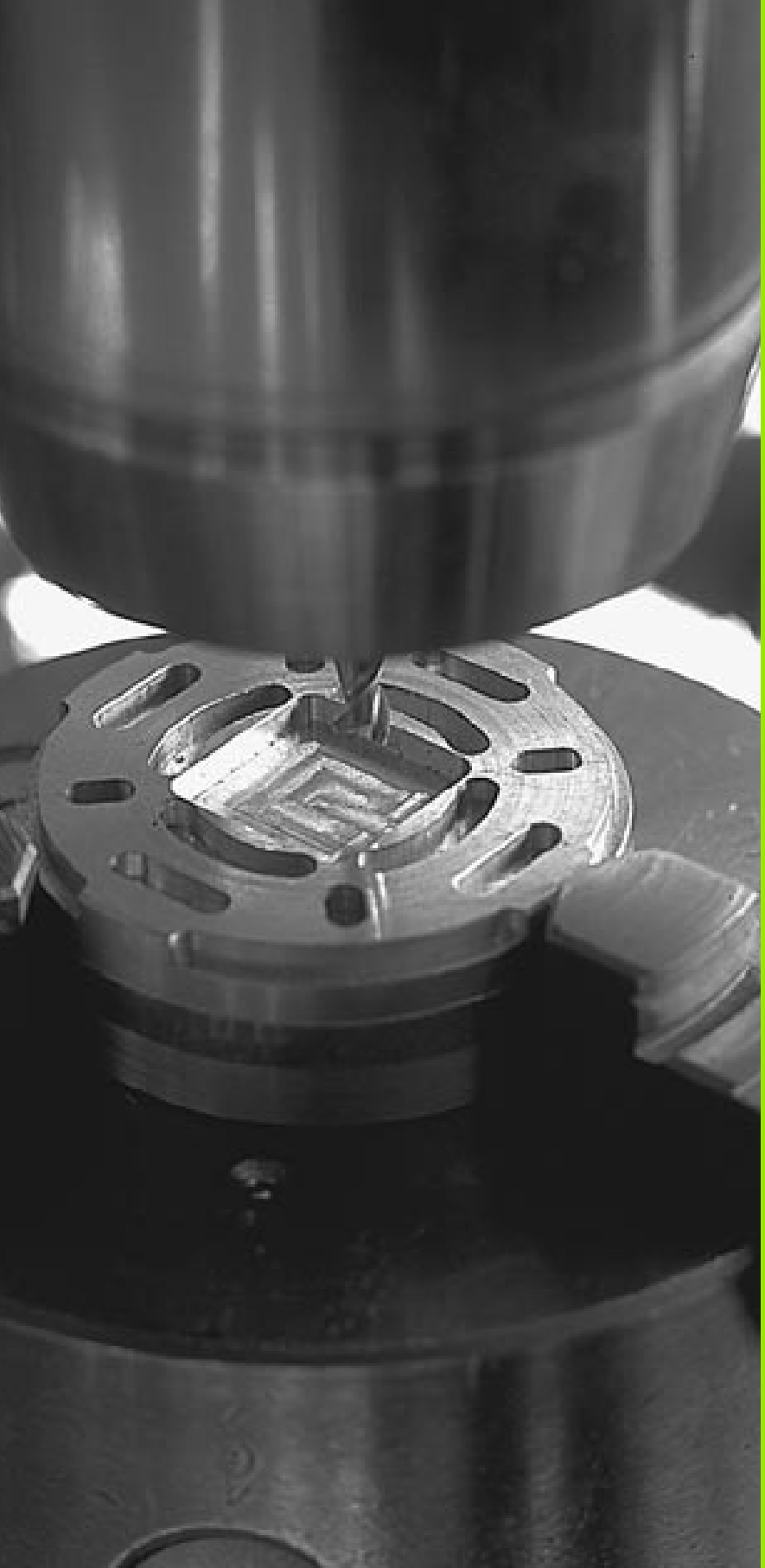
Die TNC gibt eine programmierte Spannung als Puls mit einer programmierten Dauer TIME aus.

### 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 Mit Zyklen arbeiten

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 (siehe Tabelle nächste Seite).

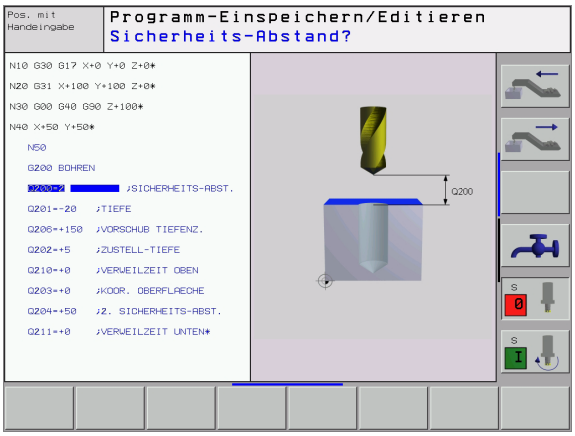
Bearbeitungs-Zyklen mit Nummern ab 200 verwenden Q-Parameter als Übergabeparameter. Parameter mit gleicher Funktion, die die TNC in verschiedenen Zyklen benötigt, haben immer dieselbe Nummer: z.B. Q200 ist immer der Sicherheits-Abstand, Q202 immer die Zustell-Tiefe usw.

Um Fehleingaben bei der Zyklus-Definition zu vermeiden, vor dem Abarbeiten einen grafischen Programm-Test durchführen (siehe „Programm-Test" auf Seite 463)!

## Zyklus definieren über Softkeys

- Die Softkey-Leiste zeigt die verschiedenen Zyklus-Gruppen

- Zyklus-Gruppe wählen, z.B. Bohrzyklen
- Zyklus wählen, z.B. BOHREN. Die TNC eröffnet einen Dialog und erfragt alle Eingabewerte; gleichzeitig blendet die TNC in der rechten Bildschirmhälfte eine Grafik ein, in der der einzugebende Parameter hell hinterlegt ist
- 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

```
N10 G200 BOHREN
     Q200=2        ;SICHERHEITS-ABST.
     Q201=3        ;TIEFE
     Q206=150      ;VORSCHUB TIEFENZ.
     Q202=5        ;ZUSTELL-TIEFE
     Q210=0        ;VERWEILZEIT OBEN
     Q203=+0       ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q204=50       ;2. SICHERHEITS-ABST.
     Q211=0.25     ;VERWEILZEIT UNTEN
```

| Zyklus-Gruppe | Softkey |
|---|---|
| Zyklen zum Tiefbohren, Reiben, Ausdrehen, Senken, Gewindebohren, Gewindeschneiden und Gewindefräsen | BOHREN/ GEWINDE |
| Zyklen zum Fräsen von Taschen, Zapfen und Nuten | TASCHEN/ ZAPFEN/ NUTEN |
| Zyklen zur Herstellung von Punktemustern, z.B. Lochkreis oder Lochfläche | PUNKTE- MUSTER |
| SL-Zyklen (Subcontur-List), mit denen aufwendigere Konturen konturparallel bearbeitet werden, die sich aus mehreren überlagerten Teilkonturen zusammensetzen, Zylindermantel-Interpolation | 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 | SONDER- ZYKLEN |

Wenn Sie bei Bearbeitungszyklen mit Nummern größer 200 indirekte Parameter-Zuweisungen (z.B. **D00 Q210 = Q1**) verwenden, wird eine Änderung des zugewiesenen Parameters (z.B. Q1) nach der Zyklus-Definition nicht wirksam. Definieren Sie in solchen Fällen den Zyklusparameter (z.B. **D00 Q210 = 5**) direkt.

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 aufrufen

**Voraussetzungen**

Vor einem Zyklus-Aufruf programmieren Sie in jedem Fall:

- G30/G31 zur grafischen Darstellung (nur für Testgrafik 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 G220 Punktemuster auf Kreis und G221 Punktemuster auf Linien
- den SL-Zyklus G14 KONTUR
- den SL-Zyklus G20 KONTUR-DATEN
- Zyklus G62 TOLERANZ
- Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung
- den Zyklus G04 VERWEILZEIT

Alle übrigen Zyklen können Sie mit den nachfolgend beschriebenen Funktionen aufrufen.

## Zyklus-Aufruf mit G79 (CYCL CALL)

Die Funktion **G79** ruft den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus einmal auf. Startpunkt des Zyklus ist die zuletzt vor dem G79-Satz programmierte Position.

CYCL CALL

- Zyklus-Aufruf programmieren: Taste CYCL CALL drücken
- Zyklus-Aufruf eingeben: Softkey CYCL CALL M drücken
- Ggf. Zusatz-Funktion M eingeben (z.B. **M3** um die Spindel einzuschalten), oder mit der Taste END den Dialog beenden

## Zyklus-Aufruf mit G79 PAT (CYCL CALL PAT)

Die Funktion **G79 PAT** ruft den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus an allen Positionen auf, die in einer Punkte-Tabelle definiert sind (siehe „Punkte-Tabellen" auf Seite 228).

## Zyklus-Aufruf mit G79:G01 (CYCL CALL POS)

Die Funktion **G79:G01** ruft den zuletzt definierten Bearbeitungs-zyklus einmal auf. Startpunkt des Zyklus ist die Position, die Sie im **G79:G01**-Satz definiert haben.

Die TNC fährt das Werkzeug zunächst auf die definierte Position und ruft anschließend den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus auf.

Der im **G79:G01**-Satz definierte Vorschub gilt nur zum Anfahren der in diesem Satz programmierten Startposition.

Die TNC fährt die im **G79:G01**-Satz definierte Position grundsätzlich mit inaktiver Radiuskorrektur (R0) an.

Wenn Sie mit **G79:G01** einen Zyklus aufrufen in dem eine Startposition definiert ist (z.B. Zyklus 212), dann verwendet die TNC grundsätzlich die im **G79:G01** definierte Position als Startposition.

## Zyklus-Aufruf mit M99/M89

Die satzweise wirksame Funktion **M99** ruft den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus einmal auf. **M99** können Sie am Ende eines Positioniersatzes programmieren, die TNC fährt dann auf diese Position und ruft anschließend den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus auf.

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

Um die Wirkung von **M89** aufzuheben, programmieren Sie

- **M99** in dem Positioniersatz, in dem Sie den letzten Startpunkt anfahren, oder
- **G79**, oder
- Sie definieren mit **CYCL DEF** einen neuen Bearbeitungszyklus

## 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

## Anwendung

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.PNT** ENT — Name und Datei-Typ der Punkte-Tabelle eingeben, mit Taste ENT bestätigen

MM — Maßeinheit wählen: Softkey MM oder INCH drücken. Die TNC wechselt ins Programm-Fenster und stellt eine leere Punkte-Tabelle dar

ZEILE EINFÜGEN — Mit Softkey ZEILE EINFÜGEN neue Zeile einfügen und die Koordinaten des gewünschten Bearbeitungsortes eingeben

Vorgang wiederholen, bis alle gewünschten Koordinaten eingegeben sind

Mit den Softkeys X AUS/EIN, Y AUS/EIN, Z AUS/EIN (zweite Softkey-Leiste) legen Sie fest, welche Koordinaten Sie in die Punkte-Tabelle eingeben können.

## Punkte-Tabelle im Programm wählen

In der Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren das Programm wählen, für das die Punkte-Tabelle aktiviert werden soll:

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 Taste END bestätigen.

**NC-Beispielsatz**

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

## Zyklus in Verbindung mit Punkte-Tabellen aufrufen

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 als sichere Höhe, an der das Werkzeug beim Zyklus-Aufruf steht. In einem Zyklus separat definierte Sichere Höhen bzw. 2. Sicherheits-Abstände dürfen nicht größer als die globale Pattern-Sicherheitshöhe sein.

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**:

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

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

Wenn Sie beim Vorpositionieren in der Spindelachse mit reduziertem Vorschub fahren wollen, verwenden Sie die Zusatz-Funktion M103 (siehe „Vorschubfaktor für Eintauchbewegungen: M103“ auf Seite 204).

### 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 G208 und G262 bis G267**

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.

**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.

**Wirkungsweise der Punkte-Tabellen mit Zyklen G251 bis G254**

Die TNC interpretiert die Punkte der Bearbeitungsebene als Koordinaten der Startposition. 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.

# 8.3 Zyklen zum Bohren, Gewindebohren und Gewindefräsen

## Übersicht

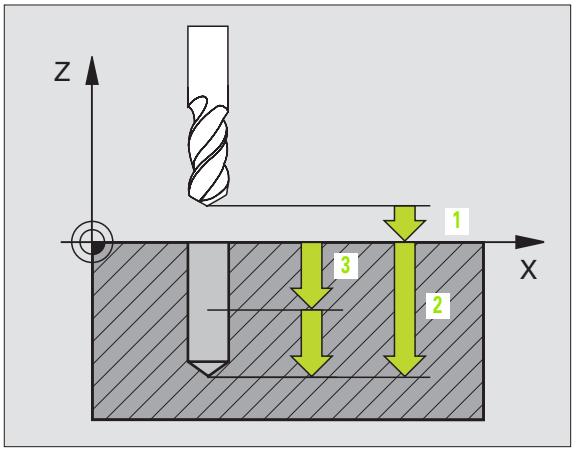
Die TNC stellt insgesamt 19 Zyklen für die verschiedensten Bohrbearbeitungen zur Verfügung:

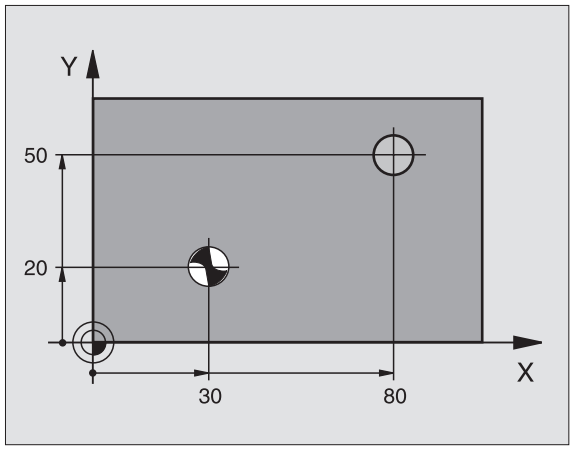
| Zyklus | Softkey |
|---|---|
| G83 TIEFBOHREN<br>Ohne automatische Vorpositionierung | |
| G200 BOHREN<br>Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand | |
| G201 REIBEN<br>Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand | |
| G202 AUSDREHEN<br>Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand | |
| G203 UNIVERSAL-BOHREN<br>Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand, Spanbruch, Degression | |
| G204 RUECKWAERTS-SENKEN<br>Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand | |
| G205 UNIVERSAL-TIEFBOHREN<br>Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand, Spanbruch, Vorhalteabstand | |
| G208 BOHRFRAESEN<br>Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand | |

| Zyklus | Softkey |
|---|---|
| G84 GEWINDEBOHREN<br>Mit Ausgleichsfutter | |
| G85 GEWINDEBOHREN GS<br>Ohne Ausgleichsfutter | |
| G86 GEWINDESCHNEIDEN<br>Zur Einbindung in Herstellerzyklen | |
| G206 GEWINDEBOHREN NEU<br>Mit Ausgleichsfutter, mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand | |
| G207 GEWINDEBOHREN GS NEU<br>Ohne Ausgleichsfutter, mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand | |
| G209 GEWINDEBOHREN SPANBRUCH<br>Ohne Ausgleichsfutter, mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand; Spanbruch | |
| G262 GEWINDEFRAESEN<br>Zyklus zum Fräsen eines Gewindes ins vorgebohrte Material | |
| G263 SENKGEWINDEFRAESEN<br>Zyklus zum Fräsen eines Gewindes ins vorgebohrte Material mit Herstellung einer Senkfase | |
| G264 BOHRGEWINDEFRAESEN<br>Zyklus zum Bohren ins volle Material und anschließendem Fräsen des Gewindes mit einem Werkzeug | |
| G265 HELIX-BOHRGEWINDEFRAESEN<br>Zyklus zum Fräsen des Gewindes ins volle Material | |
| G267 AUSSENGEWINDE FRAESEN<br>Zyklus zum Fräsen eines Aussengewindes mit Herstellung einer Senkfase | |

## 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. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

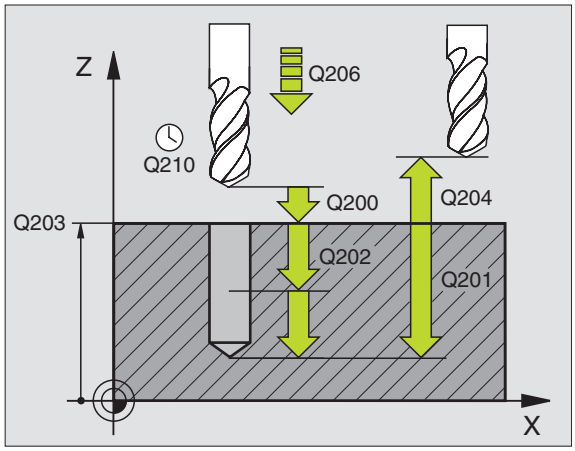
- **Sicherheits-Abstand** 1 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze (Startposition) – Werkstück-Oberfläche
- **Bohrtiefe** 2 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Bohrungsgrund (Spitze des Bohrkegels)
- **Zustell-Tiefe** 3 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Die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

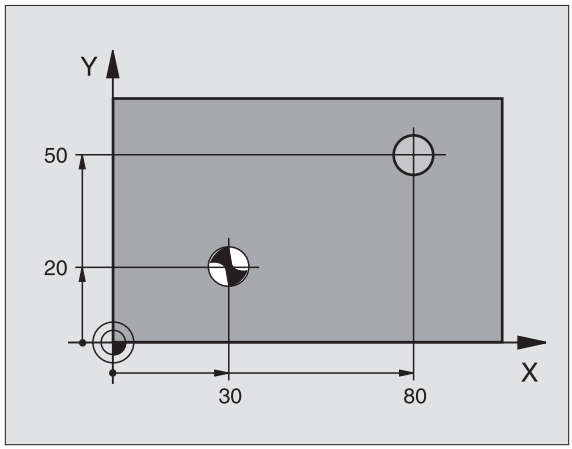
**Beispiel: NC-Satz**

```
N10 G83 P01 2  P02 -20  P03 -8  P04 0
P05 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




**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 die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

**Achtung Kollisionsgefahr!**

Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!

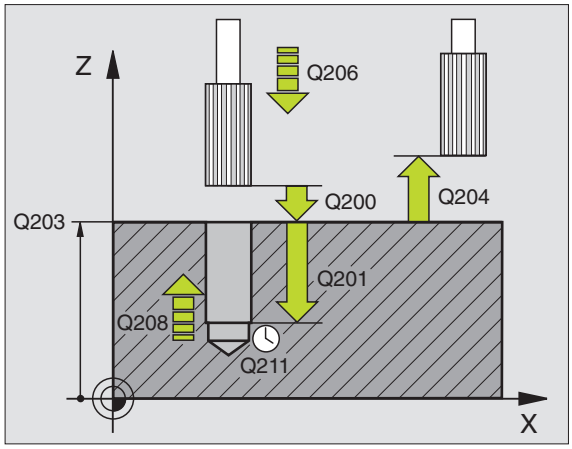
- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche; Wert positiv eingeben
- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Bohrungsgrund (Spitze des Bohrkegels)
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Bohren in mm/min
- **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Die Tiefe muss kein Vielfaches der Zustell-Tiefe sein. Die TNC fährt in einem Arbeitsgang auf die Tiefe wenn:
  - Zustell-Tiefe und Tiefe gleich sind
  - die Zustell-Tiefe größer als die Tiefe ist
- **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
- **Verweilzeit unten** Q211: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt

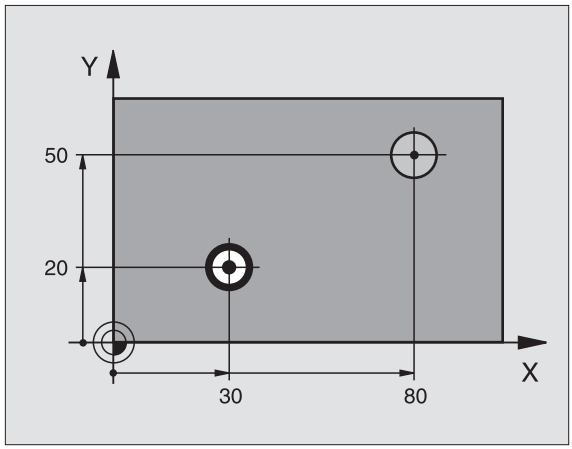
**Beispiel: NC-Sätze**

```
N100 G00 Z+100 G40
N110 G200 BOHREN
     Q200=2        ;SICHERHEITS-ABST.
     Q291=-15      ;TIEFE
     Q206=250      ;VORSCHUB TIEFENZ.
     Q202=5        ;ZUSTELL-TIEFE
     Q210=0        ;VERWEILZEIT OBEN
     Q203=+20      ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q204=100      ;2. SICHERHEITS-ABST.
     Q211=0.1      ;VERWEILZEIT UNTEN
N120 X+30 Y+20 M3 M99
N130 X+80 Y+50 M99
N140 Z+100 M2
```

## 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 Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

**Achtung Kollisionsgefahr!**

Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!

- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche
- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – 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

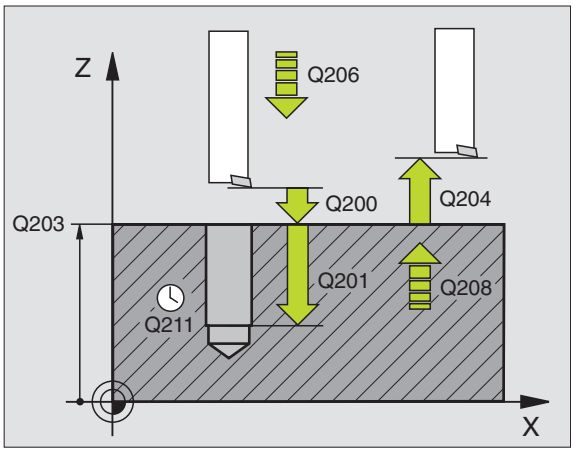
**Beispiel: NC-Sätze**

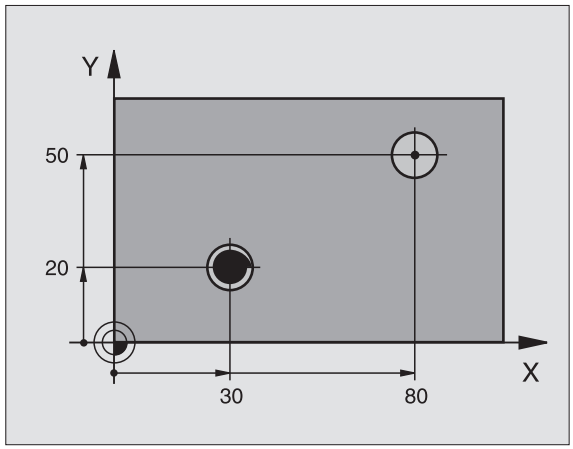
```
N100 G00 Z+100 G40
N110 G201 REIBEN
     Q200=2        ;SICHERHEITS-ABST.
     Q201=-15      ;TIEFE
     Q206=100      ;VORSCHUB TIEFENZ.
     Q211=0.5      ;VERWEILZEIT UNTEN
     Q208=250      ;VORSCHUB RUECKZUG
     Q203=+20      ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q204=100      ;2. SICHERHEITS-ABST.
N120 X+30 Y+20 M3 M99
N130 X+80 Y+50 M99
N140 G00 Z+100 M2
```

## AUSDREHEN (Zyklus G202)

Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller für den Zyklus G202 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 Position durch, die im Parameter **Q336** definiert ist
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. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

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

Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

**Achtung Kollisionsgefahr!**

Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!

- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche
- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – 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
- **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!**

Wählen Sie die Freifahr-Richtung so, dass das Werkzeug vom Bohrungsrand wegfährt.

Überprüfen Sie, wo die Werkzeug-Spitze steht, wenn Sie eine Spindel-Orientierung auf den Winkel programmieren, den Sie im Q336 eingeben (z.B. in der Betriebsart Positionieren mit Handeingabe). Wählen Sie den Winkel so, dass die Werkzeug-Spitze parallel zu einer Koordinaten-Achse steht.

Die TNC berücksichtigt beim Freifahren eine aktive Drehung des Koordinatensystems automatisch.

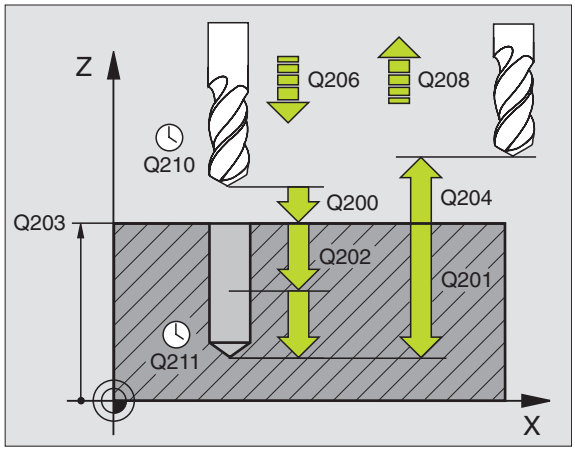
- **Winkel für Spindel-Orientierung** Q336 (absolut): Winkel, auf den die TNC das Werkzeug vor dem Freifahren positioniert

**Beispiel:**

```
N100 G00 Z+100 G40
N110 G202 AUSDREHEN
     Q200=2        ;SICHERHEITS-ABST.
     Q201=-15      ;TIEFE
     Q206=100      ;VORSCHUB TIEFENZ.
     Q211=0.5      ;VERWEILZEIT UNTEN
     Q208=250      ;VORSCHUB RUECKZUG
     Q203=+20      ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q204=100      ;2. SICHERHEITS-ABST.
     Q214=1        ;FREIFAHR-RICHTUNG
     Q336=0        ;WINKEL SPINDEL
N120 X+30 Y+20 M3
N130 G79
N140 L X+80 Y+50 FMAX M99
```

## 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 eingegebenen Rückzugswert 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 im 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




**Beispiel: NC-Sätze**

```
N110 G203 UNIVERSAL-BOHREN
     Q200=2        ;SICHERHEITS-ABST.
     Q201=-20      ;TIEFE
     Q206=150      ;VORSCHUB TIEFENZ.
     Q202=5        ;ZUSTELL-TIEFE
     Q210=0        ;VERWEILZEIT OBEN
     Q203=+20      ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q204=50       ;2. SICHERHEITS-ABST.
     Q212=0.2      ;ABNAHMEBETRAG
     Q213=3        ;SPANBRUECHE
     Q205=3        ;MIN. ZUSTELL-TIEFE
     Q211=0.25     ;VERWEILZEIT UNTEN
     Q208=500      ;VORSCHUB RUECKZUG
     Q256=0.2      ;RZ BEI SPANBRUCH
```

**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 die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

**Achtung Kollisionsgefahr!**

Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!

- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche
- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – 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 Tiefe muss kein Vielfaches der Zustell-Tiefe sein. Die TNC fährt in einem Arbeitsgang auf die Tiefe wenn:
  - Zustell-Tiefe und Tiefe gleich sind
  - die Zustell-Tiefe größer als die Tiefe ist
- **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 Q202 nach jeder Zustellung verkleinert
- **Anz. Spanbrüche bis Rückzug** Q213: Anzahl der Spanbrüche bevor die TNC das Werkzeug aus der Bohrung zum Entspanen herausfahren soll. Zum Spanbrechen zieht die TNC das Werkzeug jeweils um den Rückzugswert Q256 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 die TNC das Werkzeug mit Vorschub Q206 heraus
- **Rückzug bei Spanbruch** Q256 (inkremental): Wert, um die die TNC das Werkzeug beim Spanbrechen zurückfährt

## RUECKWAERTS-SENKEN (Zyklus G204)

Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein.

Zyklus arbeitet nur mit 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.

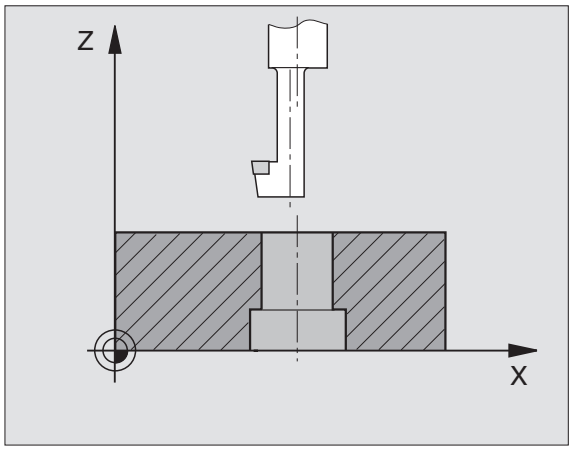
**Beachten Sie vor dem Programmieren**

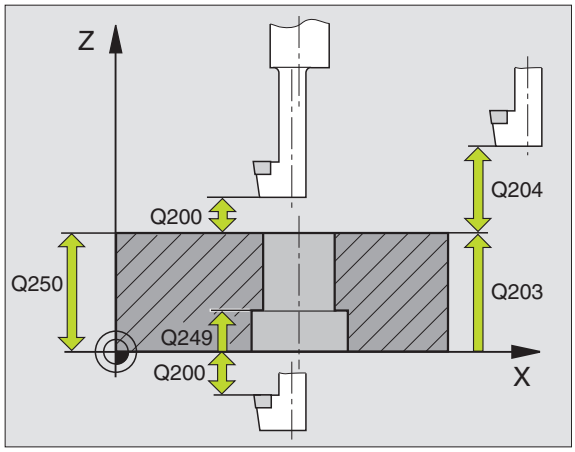
Positionier-Satz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur **G40** programmieren.

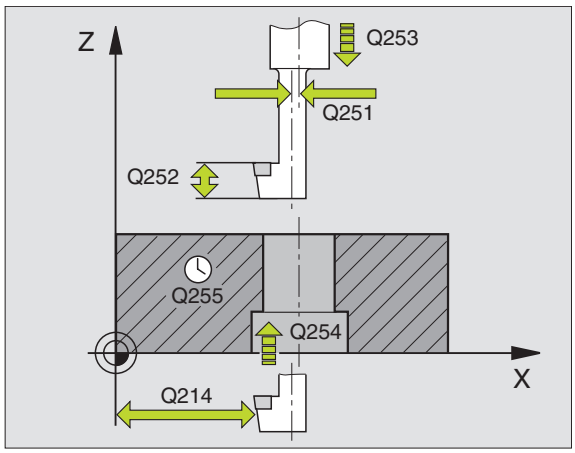
Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung beim Senken fest. Achtung: Positives Vorzeichen senkt in Richtung der positiven Spindelachse.

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 Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche
- **Tiefe Senkung** Q249 (inkremental): Abstand Werkstück-Unterkante – 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 Unterkante Bohrstange – 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 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

**Beispiel: NC-Sätze**

```
N110 G204 RUECKWAERTS-SENKEN
     Q200=2        ;SICHERHEITS-ABST.
     Q249=+5       ;TIEFE SENKUNG
     Q250=20       ;MATERIALSTAERKE
     Q251=3.5      ;EXZENTERMASS
     Q252=15       ;SCHNEIDENHOEHE
     Q253=750      ;VORSCHUB VORPOS.
     Q254=200      ;VORSCHUB SENKEN
     Q255=0        ;VERWEILZEIT
     Q203=+20      ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q204=50       ;2. SICHERHEITS-ABST.
     Q214=1        ;FREIFAHR-RICHTUNG
     Q336=0        ;WINKEL SPINDEL
```

**Kollisionsgefahr!**

Überprüfen Sie, wo die Werkzeug-Spitze steht, wenn Sie eine Spindel-Orientierung auf den Winkel programmieren, den Sie im Q336 eingeben (z.B. in der Betriebsart Positionieren mit Handeingabe). Wählen Sie den Winkel so, dass die Werkzeug-Spitze parallel zu einer Koordinaten-Achse steht. Wählen Sie die Freifahr-Richtung so, dass das Werkzeug vom Bohrungsrand wegfährt.

- **`Winkel für Spindel-Orientierung`** Q336 (absolut): Winkel, auf den die TNC das Werkzeug vor dem Eintauchen und vor dem Herausfahren aus der Bohrung positioniert

## UNIVERSAL-TIEFBOHREN (Zyklus G205)

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 Rückzugswert 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. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

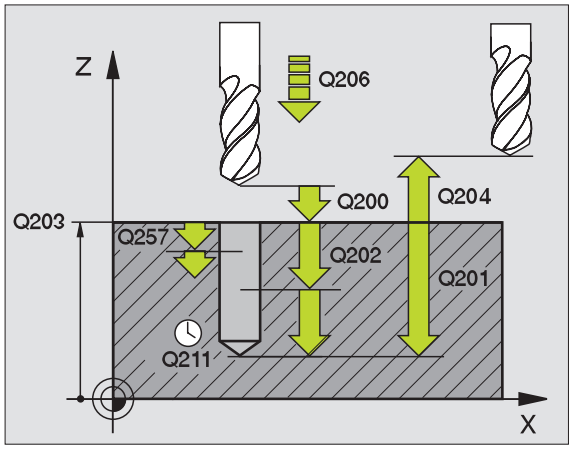
Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

**Achtung Kollisionsgefahr!**

Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!

- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche
- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – 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 Tiefe muss kein Vielfaches der Zustell-Tiefe sein. Die TNC fährt in einem Arbeitsgang auf die Tiefe wenn:
  - Zustell-Tiefe und Tiefe gleich sind
  - die Zustell-Tiefe größer als die Tiefe ist
- **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 Q202 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.




**Beispiel: NC-Sätze**

```
N110 G205 UNIVERSAL-TIEFBOHREN
     Q200=2        ;SICHERHEITS-ABST.
     Q201=-80      ;TIEFE
     Q206=150      ;VORSCHUB TIEFENZ.
     Q202=15       ;ZUSTELL-TIEFE
     Q203=+100     ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q204=50       ;2. SICHERHEITS-ABST.
     Q212=0.5      ;ABNAHEBETRAG
     Q205=3        ;MIN. ZUSTELL-TIEFE
     Q258=0.5      ;VORHALTEABSTAND OBEN
     Q259=1        ;VORHALTEABST. UNTEN
     Q257=5        ;BOHRTIEFE SPANBRUCH
     Q256=0.2      ;RZ BEI SPANBRUCH
     Q211=0.25     ;VERWEILZEIT UNTEN
     Q379=7.5      ;STARTPUNKT
     Q253=750      ;VORSCHUB VORPOS.
```

- **Bohrtiefe bis Spanbruch** Q257 (inkremental): Zustellung, nach der 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
- **Vertiefter Startpunkt** Q379 (inkremental bezogen auf die Werkstück-Oberfläche): Startpunkt der eigentlichen Bohrbearbeitung, wenn bereits mit einem kürzeren Werkzeug auf eine bestimmte Tiefe vorgebohrt wurde. Die TNC fährt im **Vorschub Vorpositionieren** vom Sicherheits-Abstand auf den vertieften Startpunkt
- **Vorschub Vorpositionieren** Q253: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Positionieren vom Sicherheits-Abstand auf einen vertieften Startpunkt in mm/min. Wirkt nur, wenn Q379 ungleich 0 eingegeben ist

Wenn Sie über Q379 einen vertieften Startpunkt eingeben, dann verändert die TNC lediglich den Startpunkt der Zustell-Bewegung. Rückzugsbewegung werden von der TNC nicht verändert, beziehen sich also auf die Koordinate der Werkstück-Oberfläche.

## BOHRFRAESEN (Zyklus G208)

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 fräst 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 im Eilgang zurück auf den Sicherheits-Abstand. Falls Sie einen 2. Sicherheits-Abstand eingegeben haben, fährt die TNC das Werkzeug im 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 die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

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

Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

**Achtung Kollisionsgefahr!**

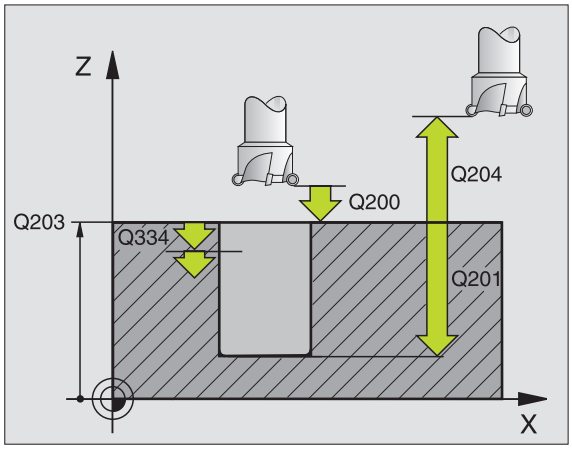
Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!

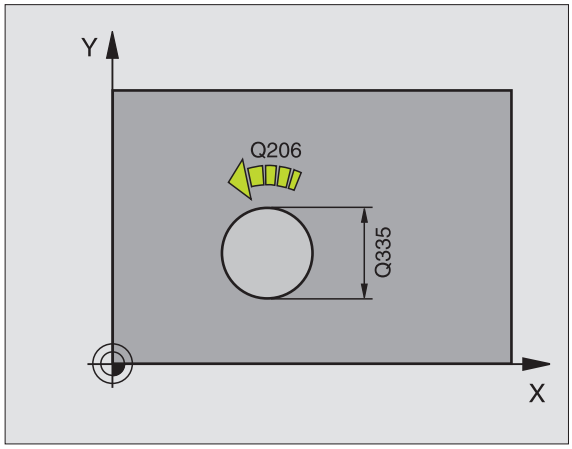
- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeug-Unterkante – Werkstück-Oberfläche
- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Bohrungsgrund
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Bohren auf der Schraubenlinie in mm/min
- **Zustellung 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 „Werkzeug-Daten", Seite 139. 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
- **Vorgebohrter Durchmesser** Q342 (absolut): Sobald Sie in Q342 einen Wert größer 0 eingeben, führt die TNC keine Überprüfung bzgl. des Durchmesser-Verhältnisses Soll- zu Werkzeug-Durchmesser mehr durch. Dadurch können Sie Bohrungen ausfräsen, deren Durchmesser mehr als doppelt so groß sind wie der Werkzeug-Durchmesser




**Beispiel: NC-Sätze**

```
N120 G208 BOHRFRAESEN
     Q200=2        ;SICHERHEITS-ABST.
     Q201=-80      ;TIEFE
     Q206=150      ;VORSCHUB TIEFENZ.
     Q334=1.5      ;ZUSTELL-TIEFE
     Q203=+100     ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q204=50       ;2. SICHERHEITS-ABST.
     Q335=25       ;SOLL-DURCHMESSER
     Q342=0        ;VORGEB. DURCHMESSER
```

## 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

**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. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

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**.

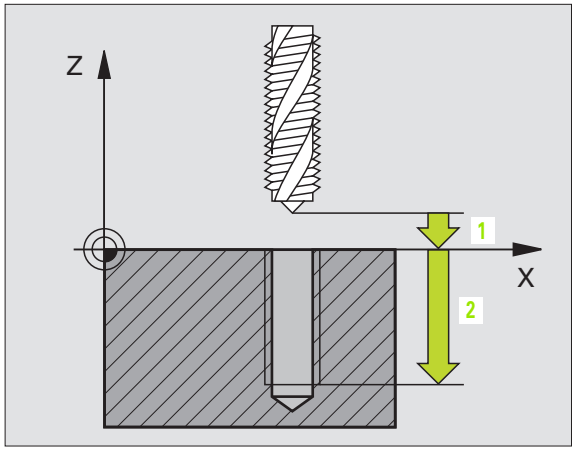
- **Sicherheits-Abstand** 1 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze (Startposition) – Werkstück-Oberfläche; Richtwert: 4x Gewindesteigung
- **Bohrtiefe** 2 (Gewindelänge, inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Gewindeende
- **Verweilzeit in Sekunden**: Wert zwischen 0 und 0,5 Sekunden eingeben, um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

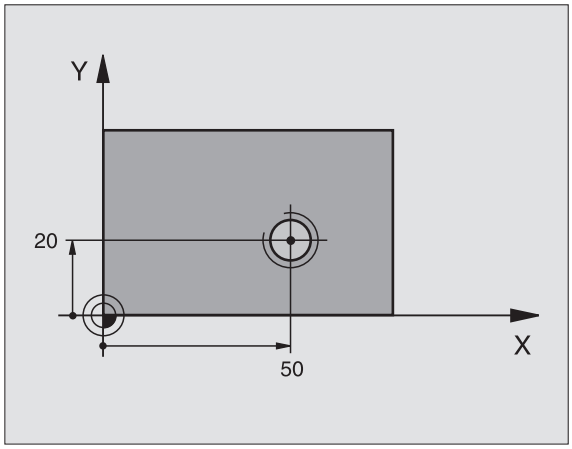
**Vorschub ermitteln: F = S x p**

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

**Freifahren bei Programm-Unterbrechung**

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




**Beispiel: NC-Satz**

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

## GEWINDEBOHREN NEU mit Ausgleichsfutter (Zyklus G206)

1 Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang 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 Eilgang 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 Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

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).

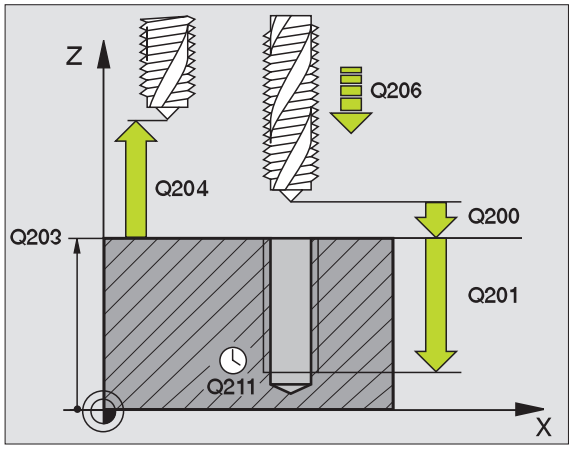
Für Rechtsgewinde Spindel mit **M3** aktivieren, für Linksgewinde mit **M4**.

Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

**Achtung Kollisionsgefahr!**

Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!

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




**Beispiel: NC-Sätze**

```
N250 G206 GEWINDEBOHREN NEU
     Q200=2        ;SICHERHEITS-ABST.
     Q201=-20      ;TIEFE
     Q206=150      ;VORSCHUB TIEFENZ.
     Q211=0.25     ;VERWEILZEIT UNTEN
     Q203=+25      ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q204=50       ;2. SICHERHEITS-ABST.
```

### Vorschub ermitteln: F = S x p

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

### Freifahren bei Programm-Unterbrechung

Wenn Sie während des Gewindebohrens die externe Stopp-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 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.

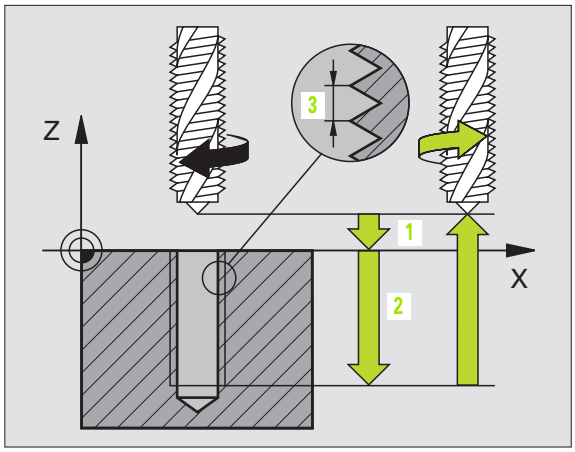
Das Vorzeichen des Parameters Bohrtiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

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.

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

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




**Beispiel: NC-Satz**

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

### Freifahren bei Programm-Unterbrechung

Wenn Sie während des Gewindebohrens die externe Stopp-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.

## GEWINDEBOHREN ohne Ausgleichsfutter GS NEU (Zyklus G207)

Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein.

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

Vorteile gegenüber dem Zyklus Gewindebohren mit Ausgleichsfutter: Siehe „GEWINDEBOHREN ohne Ausgleichsfutter GS (Zyklus G85)", Seite 254

1. Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang 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 Eilgang 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.

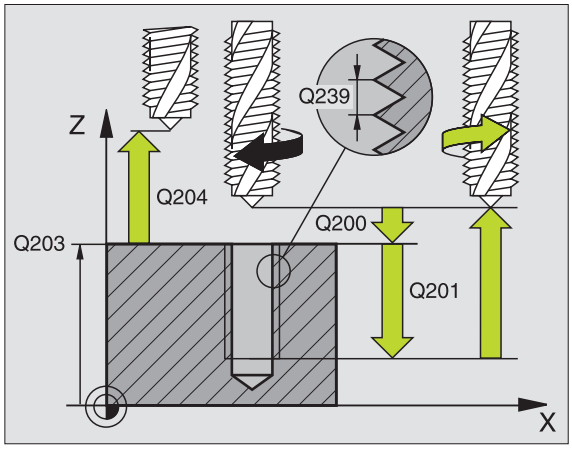
Am Zyklusende steht die Spindel. Vor der nächsten Bearbeitung Spindel mit **M3** (bzw. **M4**) wieder einschalten.

Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

**Achtung Kollisionsgefahr!**

Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!

- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze (Startposition) – Werkstück-Oberfläche
- **Bohrtiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Gewindeende
- **Gewindesteigung** Q239
  Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- oder 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 Stopp-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.

**Beispiel: NC-Sätze**

```
N26 G207
    Q200=2        ;SICHERHEITS-ABST.
    Q201=-20      ;TIEFE
    Q239=+1       ;GEWINDESTEIGUNG
    Q203=+25      ;KOOR. OBERFLAECHE
    Q204=50       ;2. SICHERHEITS-ABST.
```

## GEWINDESCHNEIDEN (Zyklus G86)

Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller 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-Stopp. 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 den Drehknopf für den Drehzahl-Override betätigen, passt die TNC der Vorschub automatisch an.

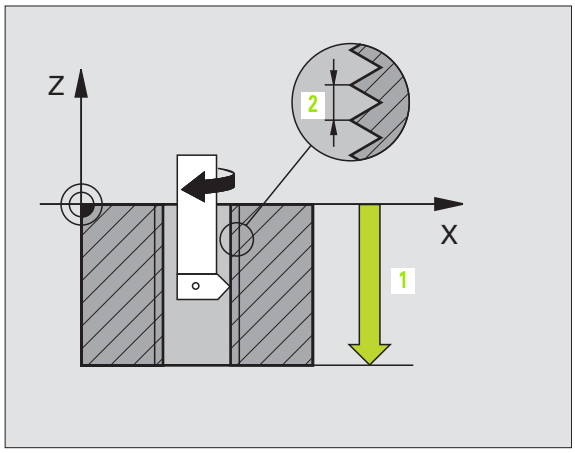
Der Drehknopf für den Vorschub-Override ist nicht aktiv.

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

- **Bohrtiefe** 1: Abstand aktuelle Werkzeug-Position – Gewindeende

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

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




**Beispiel: NC-Satz**

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

## GEWINDEBOHREN SPANBRUCH (Zyklus G209)

Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein.

Die TNC schneidet das Gewinde in mehreren Zustellungen auf die eingegebene Tiefe. Über einen Parameter können Sie festlegen, ob beim Spanbruch ganz aus der Bohrung herausgefahren werden soll oder nicht.

1. Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang auf den eingegebenen Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche und führt dort eine Spindelorientierung durch
2. Das Werkzeug fährt auf die eingegebene Zustell-Tiefe, kehrt die Spindeldrehrichtung um und fährt – je nach Definition – einen bestimmten Betrag zurück oder zum Entspanen aus der Bohrung heraus
3. Danach wird die Spindeldrehrichtung wieder umgekehrt und auf die nächste Zustelltiefe gefahren
4. Die TNC wiederholt diesen Ablauf (2 bis 3), bis die eingegebene Gewindetiefe erreicht ist
5. Danach wird das Werkzeug auf den Sicherheits-Abstand zurückgezogen. Falls Sie einen 2. Sicherheits-Abstand eingegeben haben, fährt die TNC das Werkzeug mit Eilgang dorthin
6. 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 Gewindetiefe 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.

Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

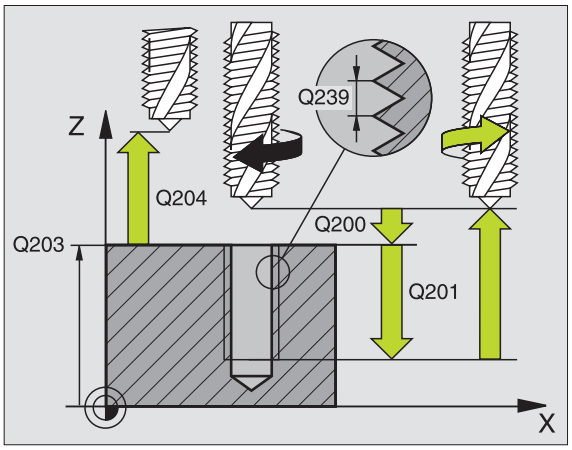
**Achtung Kollisionsgefahr!**

Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!

- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze (Startposition) – Werkstück-Oberfläche
- **Gewindetiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Gewindeende
- **Gewindesteigung** Q239
  Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- oder 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
- **Bohrtiefe bis Spanbruch** Q257 (inkremental): Zustellung, nachdem die TNC einen Spanbruch durchführt
- **Rückzug bei Spanbruch** Q256: Die TNC multipliziert die Steigung Q239 mit dem eingegebenen Wert und fährt das Werkzeug beim Spanbrechen um diesen errechneten Wert zurück. Wenn Sie Q256 = 0 eingeben, dann fährt die TNC zum Entspanen vollständig aus der Bohrung heraus (auf Sicherheits-Abstand)
- **Winkel für Spindel-Orientierung** Q336 (absolut): Winkel, auf den die TNC das Werkzeug vor dem Gewindeschneid-Vorgang positioniert. Dadurch können Sie das Gewinde ggf. nachschneiden

### Freifahren bei Programm-Unterbrechung

Wenn Sie während des Gewindeschneid-Vorgangs die externe Stopp-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.




**Beispiel: NC-Sätze**

```
N260 G207 GEW.-BOHREN GS NEU
     Q200=2          ;SICHERHEITS-ABST.
     Q201=-20        ;TIEFE
     Q239=+1         ;GEWINDESTEIGUNG
     Q203=+25        ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q204=50         ;2. SICHERHEITS-ABST.
```

## Grundlagen zum Gewindefräsen

### Voraussetzungen

- Die Maschine sollte mit einer Spindelinnenkühlung (Kühlschmiermittel min. 30 bar, Druckluft min. 6 bar) ausgerüstet sein
- Da beim Gewindefräsen in der Regel Verzerrungen am Gewindeprofil entstehen, sind in der Regel werkzeugspezifische Korrekturen erforderlich, die Sie aus dem Werkzeugkatalog entnehmen oder bei Ihrem Werkzeughersteller erfragen können. Die Korrektur erfolgt beim Werkzeug-Aufruf über den Delta-Radius DR
- Die Zyklen 262, 263, 264 und 267 sind nur mit rechtsdrehenden Werkzeugen verwendbar. Für den Zyklus 265 können Sie rechts- und linksdrehende Werkzeuge einsetzen
- Die Arbeitsrichtung ergibt sich aus folgenden Eingabeparametern: Vorzeichen der Gewindesteigung Q239 (+ = Rechtsgewinde /– = Linksgewinde) und Fräsart Q351 (+1 = Gleichlauf /–1 = Gegenlauf). Anhand nachfolgender Tabelle sehen sie die Beziehung zwischen den Eingabeparametern bei rechtsdrehenden Werkzeugen.

| Innengewinde | Steigung | Fräsart | Arbeitsrichtung |
|---|---|---|---|
| rechtsgängig | + | +1(RL) | Z+ |
| linksgängig | – | –1(RR) | Z+ |
| rechtsgängig | + | –1(RR) | Z– |
| linksgängig | – | +1(RL) | Z– |

| Außengewinde | Steigung | Fräsart | Arbeitsrichtung |
|---|---|---|---|
| rechtsgängig | + | +1(RL) | Z– |
| linksgängig | – | –1(RR) | Z– |
| rechtsgängig | + | –1(RR) | Z+ |
| linksgängig | – | +1(RL) | Z+ |

**Kollisionsgefahr!**

Programmieren Sie bei den Tiefenzustellungen immer die gleichen Vorzeichen, da die Zyklen mehrere Abläufe enthalten, die voneinander unabhängig sind. Die Rangfolge nach welcher die Arbeitsrichtung entschieden wird, ist bei den jeweiligen Zyklen beschrieben. Wollen Sie z.B. einen Zyklus nur mit dem Senkvorgang wiederholen, so geben Sie bei der Gewindetiefe 0 ein, die Arbeitsrichtung wird dann über die Senktiefe bestimmt.

**Verhalten bei Werkzeugbruch!**

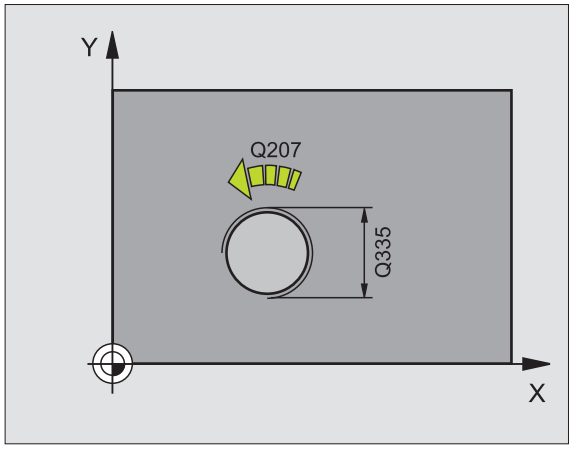
Wenn während des Gewindeschneidens ein Werkzeugbruch erfolgt, dann stoppen Sie den Programmlauf, wechseln in die Betriebsart Positionieren mit Handeingabe und fahren dort das Werkzeug in einer Linearbewegung auf die Bohrungsmitte. Anschließend können Sie das Werkzeug in der Zustellachse freifahren und auswechseln.

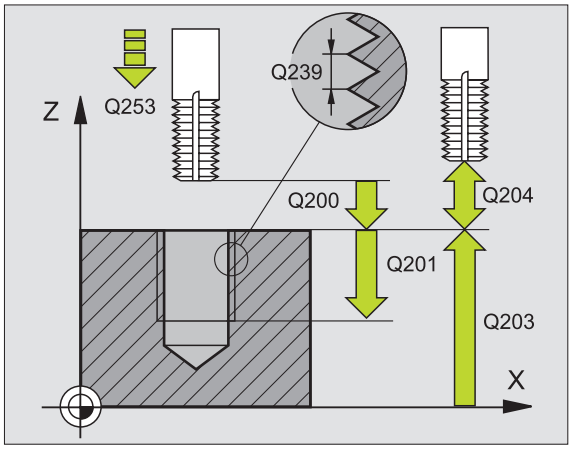
Die TNC bezieht den programmierten Vorschub beim Gewindefräsen auf die Werkzeug-Schneide. Da die TNC aber den Vorschub bezogen auf die Mittelpunktsbahn anzeigt, stimmt der angezeigte Wert nicht mit dem programmierten Wert überein.

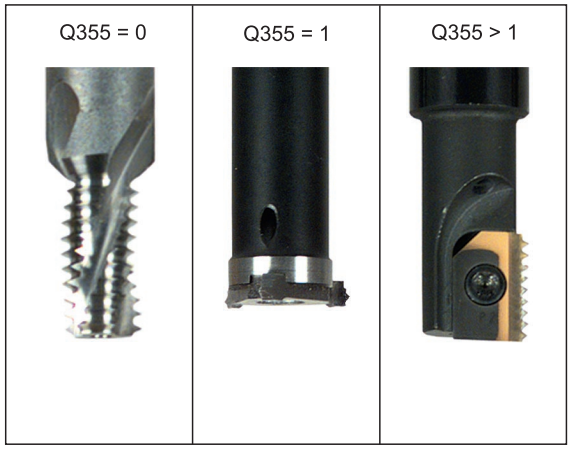
Der Umlaufsinn des Gewinde ändert sich, wenn Sie einen Gewindefräszyklus in Verbindung mit Zyklus 8 SPIEGELN in nur einer Achse abarbeiten.

## GEWINDEFRAESEN (Zyklus G262)

1 Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang auf den eingegebenen Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche
2 Das Werkzeug fährt mit dem programmierten Vorschub Vorpositionieren auf die Startebene, die sich aus dem Vorzeichen der Gewindesteigung, der Fräsart und der Anzahl der Gänge zum Nachsetzten ergibt
3 Anschließend fährt das Werkzeug tangential in einer Helix-Bewegung an den Gewindenenndurchmesser. Dabei wird vor der Helix-Anfahrbewegung noch eine Ausgleichsbewegung in der Werkzeugachse durchgeführt, um mit der Gewindebahn auf der programmierten Startebene zu beginnen
4 Abhängig vom Parameter Nachsetzen fräst das Werkzeug das Gewinde in einer, in mehreren versetzten oder in einer kontinuierlichen Schraubenlinienbewegung
5 Danach fährt das Werkzeug tangential von der Kontur zurück zum Startpunkt in der Bearbeitungsebene
6 Am Ende des Zyklus fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheits-Abstand oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand




**Beachten Sie vor dem Programmieren**

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

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Gewindetiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Gewindetiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

Die Anfahrbewegung an den Gewindenenndurchmesser erfolgt im Halbkreis von der Mitte aus. Ist der Werkzeugdurchmesser und die 4fache Steigung kleiner als der Gewindenenndurchmesser wird eine seitliche Vorpositionierung ausgeführt.

Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

**Achtung Kollisionsgefahr!**

Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!

- **Soll-Durchmesser** Q335: Gewindenenndurchmesser
- **Gewindesteigung** Q239: Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- oder Linksgewinde fest:
  **+**= Rechtsgewinde
  **–** = Linksgewinde
- **Gewindetiefe** Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewindegrund
- **Nachsetzen** Q355: Anzahl der Gewindegänge um die das Werkzeug versetzt wird, siehe Bild rechts unten
  **0** = eine 360° Schraubenlinie auf die Gewindetiefe
  **1** = kontinuierliche Schraubenlinie auf der gesamten Gewindelänge
  **>1** = mehrere Helixbahnen mit An -und Wegfahren, dazwischen versetzt die TNC das Werkzeug um Q355 mal der Steigung
- **Vorschub Vorpositionieren** Q253: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in das Werkstück bzw. beim Herausfahren aus dem Werkstück in mm/min
- **Fräsart** Q351: Art der Fräsbearbeitung bei M03
  **+1** = Gleichlauffräsen
  **–1** = Gegenlauffräsen
- **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
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min

**Beispiel: NC-Sätze**

```
N250 G262 GEWINDEFRAESEN
     Q335=10        ;SOLL-DURCHMESSER
     Q239=+1.5      ;STEIGUNG
     Q201=-20       ;GEWINDETIEFE
     Q355=0         ;NACHSETZEN
     Q253=750       ;VORSCHUB VORPOS.
     Q351=+1        ;FRAESART
     Q200=2         ;SICHERHEITS-ABST.
     Q203=+30       ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q204=50        ;2. SICHERHEITS-ABST.
     Q207=500       ;VORSCHUB FRAESEN
```

## SENKGEWINDEFRAESEN (Zyklus G263)

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

**Senken**

**2** Das Werkzeug fährt im Vorschub Vorpositionieren auf Senktiefe minus Sicherheitsabstand und anschließend im Vorschub Senken auf die Senktiefe

**3** Falls ein Sicherheits-Abstand Seite eingeben wurde, positioniert die TNC das Werkzeug gleich im Vorschub Vorpositionieren auf die Senktiefe

**4** Anschließend fährt die TNC je nach Platzverhältnissen aus der Mitte heraus oder mit seitlichem Vorpositionieren den Kerndurchmesser weich an und führt eine Kreisbewegung aus

**Stirnseitig Senken**

**5** Das Werkzeug fährt im Vorschub Vorpositionieren auf die Senktiefe Stirnseitig

**6** Die TNC positioniert das Werkzeug unkorrigiert aus der Mitte über einen Halbkreis auf den Versatz Stirnseitig und führt eine Kreisbewegung im Vorschub Senken aus

**7** Anschließend fährt die TNC das Werkzeug wieder auf einem Halbkreis in die Bohrungsmitte

**Gewindefräsen**

**8** Die TNC fährt das Werkzeug mit dem programmierten Vorschub Vorpositionieren auf die Startebene für das Gewinde, die sich aus dem Vorzeichen der Gewindesteigung und der Fräsart ergibt

**9** Anschließend fährt das Werkzeug tangential in einer Helix-Bewegung an den Gewindenenndurchmesser und fräst mit einer 360°-Schraubenlinienbewegung das Gewinde

**10** Danach fährt das Werkzeug tangential von der Kontur zurück zum Startpunkt in der Bearbeitungsebene

**11** Am Ende des Zyklus fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheits-Abstand oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand

**Beachten Sie vor dem Programmieren**

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

Die Vorzeichen der Zyklenparameter Gewindetiefe, Senktiefe bzw. Tiefe Stirnseitig legen die Arbeitsrichtung fest. Die Arbeitsrichtung wird nach folgender Reihenfolge entschieden:
1. Gewindetiefe
2. Senktiefe
3. Tiefe Stirnseitig

Falls Sie einen der Tiefenparameter mit 0 belegen, führt die TNC diesen Arbeitsschritt nicht aus.

Wenn Sie Stirnseitig senken wollen, dann den Parameter Senktiefe mit 0 definieren.

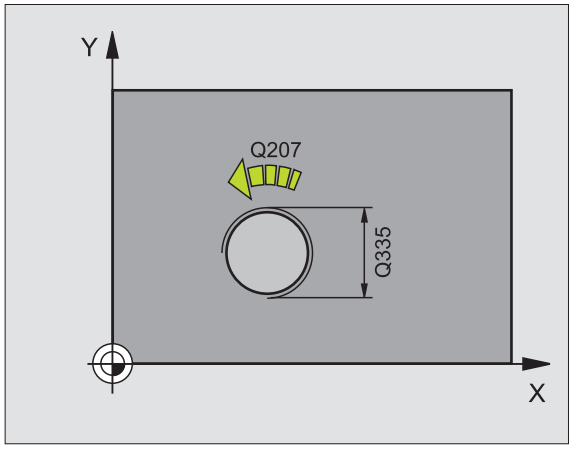
Programmieren Sie die Gewindetiefe mindestens um ein Drittel mal der Gewindesteigung kleiner als die Senktiefe.

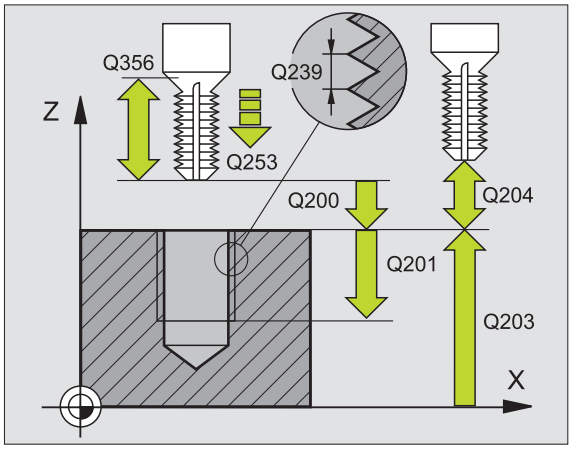
Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

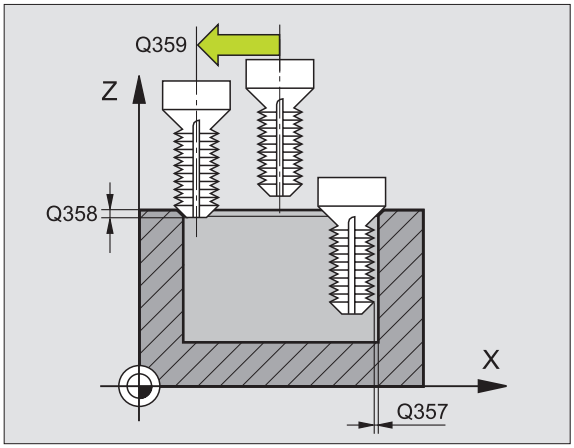
**Achtung Kollisionsgefahr!**

Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!

- **Soll-Durchmesser** Q335: Gewindenenndurchmesser
- **Gewindesteigung** Q239: Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- oder Linksgewinde fest:
  **+**= Rechtsgewinde
  **–** = Linksgewinde
- **Gewindetiefe** Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewindegrund
- **Senktiefe** Q356: (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Werkzeugspitze
- **Vorschub Vorpositionieren** Q253: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in das Werkstück bzw. beim Herausfahren aus dem Werkstück in mm/min
- **Fräsart** Q351: Art der Fräsbearbeitung bei M03
  **+1** = Gleichlauffräsen
  **–1** = Gegenlauffräsen
- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche
- **Sicherheits-Abstand Seite** Q357 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugschneide und Bohrungswand
- **Tiefe Stirnseitig** Q358 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Werkzeugspitze beim stirnseitigen Senkvorgang
- **Versatz Senken Stirnseite** Q359 (inkremental): Abstand um den die TNC die Werkzeugmitte aus der Bohrungsmitte versetzt



- **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
- **Vorschub Senken** Q254: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Senken in mm/min
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min

**Beispiel: NC-Sätze**

```
N250 G263 SENKGEWINDEFRAESEN
     Q335=10        ;SOLL-DURCHMESSER
     Q239=+1.5      ;STEIGUNG
     Q201=-16       ;GEWINDETIEFE
     Q356=-20       ;SENKTIEFE
     Q253=750       ;VORSCHUB VORPOS.
     Q351=+1        ;FRAESART
     Q200=2         ;SICHERHEITS-ABST.
     Q357=0.2       ;SI.-ABST. SEITE
     Q358=+0        ;TIEFE STIRNSEITIG
     Q359=+0        ;VERSATZ STIRNSEITIG
     Q203=+30       ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q204=50        ;2. SICHERHEITS-ABST.
     Q254=150       ;VORSCHUB SENKEN
     Q207=500       ;VORSCHUB FRAESEN
```

## BOHRGEWINDEFRAESEN (Zyklus G264)

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

**Bohren**

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

**3** Falls Spanbruch eingegeben, fährt die TNC das Werkzeug um den eingegebenen Rückzugswert 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

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

**Stirnseitig Senken**

**6** Das Werkzeug fährt im Vorschub Vorpositionieren auf die Senktiefe Stirnseitig

**7** Die TNC positioniert das Werkzeug unkorrigiert aus der Mitte über einen Halbkreis auf den Versatz Stirnseitig und führt eine Kreisbewegung im Vorschub Senken aus

**8** Anschließend fährt die TNC das Werkzeug wieder auf einem Halbkreis in die Bohrungsmitte

**Gewindefräsen**

**9** Die TNC fährt das Werkzeug mit dem programmierten Vorschub Vorpositionieren auf die Startebene für das Gewinde, die sich aus dem Vorzeichen der Gewindesteigung und der Fräsart ergibt

**10** Anschließend fährt das Werkzeug tangential in einer Helix-Bewegung an den Gewindenenndurchmesser und fräst mit einer 360°-Schraubenliniebewegung das Gewinde

**11** Danach fährt das Werkzeug tangential von der Kontur zurück zum Startpunkt in der Bearbeitungsebene

**12** Am Ende des Zyklus fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheits-Abstand oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand

**Beachten Sie vor dem Programmieren**

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

Die Vorzeichen der Zyklenparameter Gewindetiefe, Senktiefe bzw. Tiefe Stirnseitig legen die Arbeitsrichtung fest. Die Arbeitsrichtung wird nach folgender Reihenfolge entschieden:
1. Gewindetiefe
2. Bohrtiefe
3. Tiefe Stirnseitig

Falls Sie einen der Tiefenparameter mit 0 belegen, führt die TNC diesen Arbeitsschritt nicht aus.

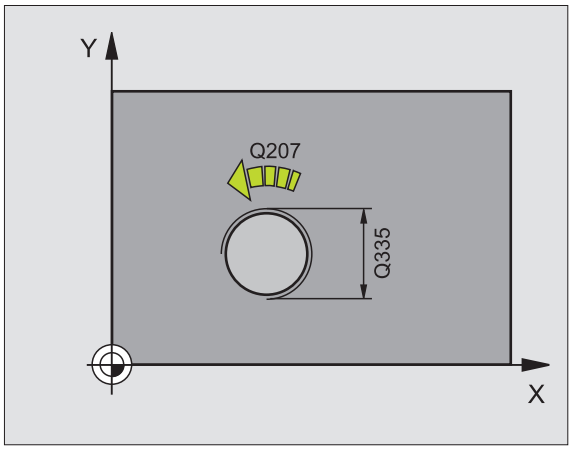
Programmieren Sie die Gewindetiefe mindestens um ein Drittel mal der Gewindesteigung kleiner als die Bohrtiefe.

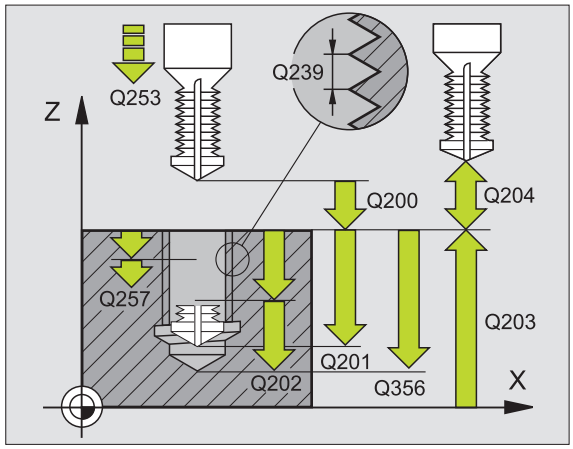
Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

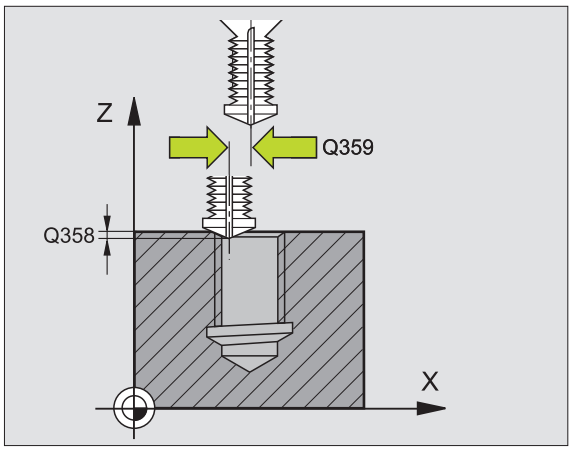
**Achtung Kollisionsgefahr!**

Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!

- **Soll-Durchmesser** Q335: Gewindenenndurchmesser
- **Gewindesteigung** Q239: Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- oder Linksgewinde fest:
  **+**= Rechtsgewinde
  **–** = Linksgewinde
- **Gewindetiefe** Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewindegrund
- **Bohrtiefe** Q356: (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Bohrungsgrund
- **Vorschub Vorpositionieren** Q253: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in das Werkstück bzw. beim Herausfahren aus dem Werkstück in mm/min
- **Fräsart** Q351: Art der Fräsbearbeitung bei M03
  **+1** = Gleichlauffräsen
  **–1** = Gegenlauffräsen
- **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Die Tiefe muss kein Vielfaches der Zustell-Tiefe sein. Die TNC fährt in einem Arbeitsgang auf die Tiefe wenn:
  - Zustell-Tiefe und Tiefe gleich sind
  - die Zustell-Tiefe größer als die Tiefe ist
- **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
- **Bohrtiefe 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
- **Tiefe Stirnseitig** Q358 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Werkzeugspitze beim stirnseitigen Senkvorgang
- **Versatz Senken Stirnseite** Q359 (inkremental): Abstand um den die TNC die Werkzeugmitte aus der Bohrungsmitte versetzt



- **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
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Bohren in mm/min
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min

**Beispiel: NC-Sätze**

```
N250 G264 BOHRGEWINDEFRAESEN
     Q335=10        ;SOLL-DURCHMESSER
     Q239=+1.5      ;STEIGUNG
     Q201=-16       ;GEWINDETIEFE
     Q356=-20       ;BOHRTIEFE
     Q253=750       ;VORSCHUB VORPOS.
     Q351=+1        ;FRAESART
     Q202=5         ;ZUSTELL-TIEFE
     Q258=0.2       ;VORHALTEABSTAND
     Q257=5         ;BOHRTIEFE SPANBRUCH
     Q256=0.2       ;RZ BEI SPANBRUCH
     Q358=+0        ;TIEFE STIRNSEITIG
     Q359=+0        ;VERSATZ STIRNSEITIG
     Q200=2         ;SICHERHEITS-ABST.
     Q203=+30       ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q204=50        ;2. SICHERHEITS-ABST.
     Q206=150       ;VORSCHUB TIEFENZ.
     Q207=500       ;VORSCHUB FRAESEN
```

## HELIX- BOHRGEWINDEFRAESEN (Zyklus G265)

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

**Stirnseitig Senken**

2 Beim Senken vor der Gewindebearbeitung fährt das Werkzeug im Vorschub Senken auf die Senktiefe Stirnseitig. Beim Senkvorgang nach der Gewindebearbeitung fährt die TNC das Werkzeug auf die Senktiefe im Vorschub Vorpositionieren

3 Die TNC positioniert das Werkzeug unkorrigiert aus der Mitte über einen Halbkreis auf den Versatz Stirnseitig und führt eine Kreisbewegung im Vorschub Senken aus

4 Anschließend fährt die TNC das Werkzeug wieder auf einem Halbkreis in die Bohrungsmitte

**Gewindefräsen**

5 Die TNC fährt das Werkzeug mit dem programmierten Vorschub Vorpositionieren auf die Startebene für das Gewinde

6 Anschließend fährt das Werkzeug tangential in einer Helix-Bewegung an den Gewindenenndurchmesser

7 Die TNC fährt das Werkzeug auf einer kontinuierlichen Schraubenlinie nach unten, bis die Gewindetiefe erreicht ist

8 Danach fährt das Werkzeug tangential von der Kontur zurück zum Startpunkt in der Bearbeitungsebene

9 Am Ende des Zyklus fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheits-Abstand oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand

**Beachten Sie vor dem Programmieren**

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

Die Vorzeichen der Zyklenparameter Gewindetiefe oder Tiefe Stirnseitig legen die Arbeitsrichtung fest. Die Arbeitsrichtung wird nach folgender Reihenfolge entschieden:
1. Gewindetiefe
2. Tiefe Stirnseitig

Falls Sie einen der Tiefenparameter mit 0 belegen, führt die TNC diesen Arbeitsschritt nicht aus.

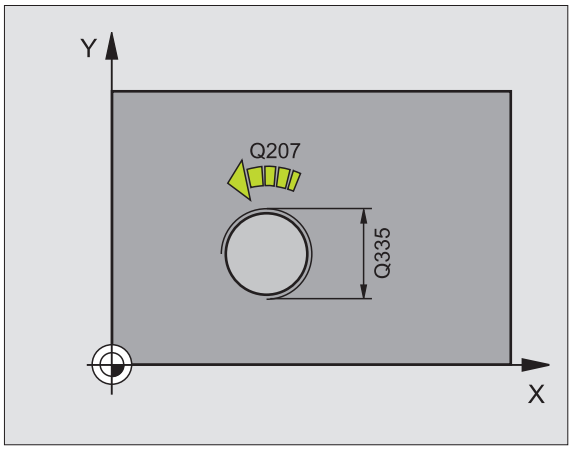
Die Fräsart (Gegen-/Gleichlauf) ist durch das Gewinde (Rechts-/Linksgewinde) und die Drehrichtung des Werkzeugs bestimmt, da nur die Arbeitsrichtung von der Werkstückoberfläche ins Teil hinein möglich ist.

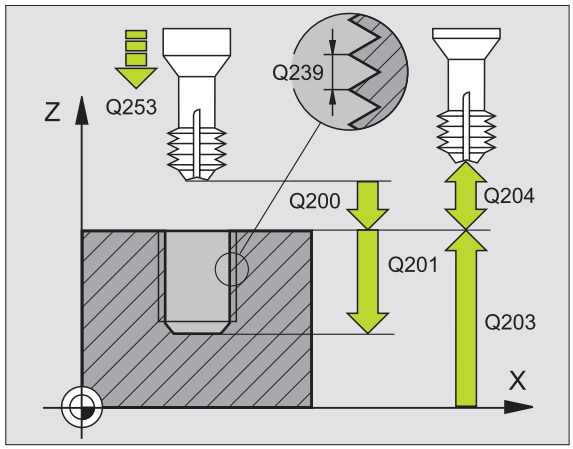
Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

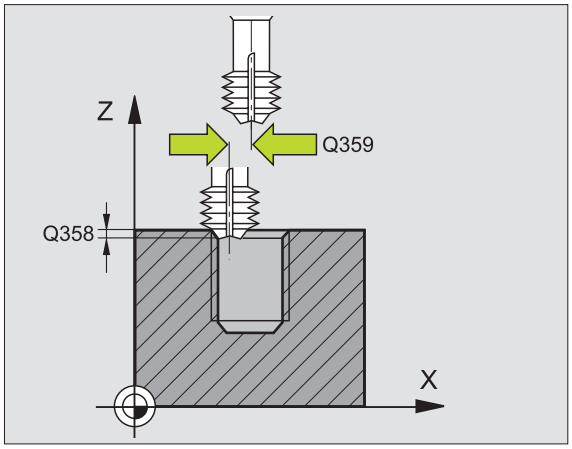
**Achtung Kollisionsgefahr!**

Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!

- **Soll-Durchmesser** Q335: Gewindenenndurchmesser
- **Gewindesteigung** Q239: Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- oder Linksgewinde fest:
  **+**= Rechtsgewinde
  **–** = Linksgewinde
- **Gewindetiefe** Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewindegrund
- **Vorschub Vorpositionieren** Q253: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in das Werkstück bzw. beim Herausfahren aus dem Werkstück in mm/min
- **Tiefe Stirnseitig** Q358 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Werkzeugspitze beim stirnseitigen Senkvorgang
- **Versatz Senken Stirnseite** Q359 (inkremental): Abstand um den die TNC die Werkzeugmitte aus der Bohrungsmitte versetzt
- **Senkvorgang** Q360: Ausführung der Fase
  **0** = vor der Gewindebearbeitung
  **1** = nach der Gewindebearbeitung
- **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
- **Vorschub Senken** Q254: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Senken in mm/min
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min

**Beispiel: NC-Sätze**

```
N250 G265 HELIX-BOHRGEWINDEFR.
     Q335=10        ;SOLL-DURCHMESSER
     Q239=+1.5      ;STEIGUNG
     Q201=-16       ;GEWINDETIEFE
     Q253=750       ;VORSCHUB VORPOS.
     Q358=+0        ;TIEFE STIRNSEITIG
     Q359=+0        ;VERSATZ STIRNSEITIG
     Q360=0         ;SENKVORGANG
     Q200=2         ;SICHERHEITS-ABST.
     Q203=+30       ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q204=50        ;2. SICHERHEITS-ABST.
     Q254=150       ;VORSCHUB SENKEN
     Q207=500       ;VORSCHUB FRAESEN
```

## AUSSENGEWINDE-FRAESEN (Zyklus G267)

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

### Stirnseitig Senken

**2** Die TNC fährt den Startpunkt für das stirnseitige Senken ausgehend von der Zapfenmitte auf der Hauptachse der Bearbeitungsebene an. Die Lage des Startpunktes ergibt sich aus Gewinderadius, Werkzeugradius und Steigung

**3** Das Werkzeug fährt im Vorschub Vorpositionieren auf die Senktiefe Stirnseitig

**4** Die TNC positioniert das Werkzeug unkorrigiert aus der Mitte über einen Halbkreis auf den Versatz Stirnseitig und führt eine Kreisbewegung im Vorschub Senken aus

**5** Anschließend fährt die TNC das Werkzeug wieder auf einem Halbkreis auf den Startpunkt

### Gewindefräsen

**6** Die TNC positioniert das Werkzeug auf den Startpunkt falls vorher nicht stirnseitig gesenkt wurde. Startpunkt Gewindefräsen = Startpunkt Stirnseitig Senken

**7** Das Werkzeug fährt mit den programmierten Vorschub Vorpositionieren auf die Startebene, die sich aus dem Vorzeichen der Gewindesteigung, der Fräsart und der Anzahl der Gänge zum Nachsetzten ergibt

**8** Anschließend fährt das Werkzeug tangential in einer Helix-Bewegung an den Gewindenenndurchmesser

**9** Abhängig vom Parameter Nachsetzen fräst das Werkzeug das Gewinde in einer, in mehreren versetzten oder in einer kontinuierlichen Schraubenlinienbewegung

**10** Danach fährt das Werkzeug tangential von der Kontur zurück zum Startpunkt in der Bearbeitungsebene

**11** Am Ende des Zyklus fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheits-Abstand oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand

**Beachten Sie vor dem Programmieren**

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

Der erforderliche Versatz für das Senken Stirnseite sollte vorab ermittelt werden. Sie müssen den Wert von Zapfenmitte bis Werkzeugmitte (unkorrigierter Wert) angeben.

Die Vorzeichen der Zyklenparameter Gewindetiefe, Senktiefe bzw. Tiefe Stirnseitig legen die Arbeitsrichtung fest. Die Arbeitsrichtung wird nach folgender Reihenfolge entschieden:
1. Gewindetiefe
2. Tiefe Stirnseitig

Falls Sie einen der Tiefenparameter mit 0 belegen, führt die TNC diesen Arbeitsschritt nicht aus.

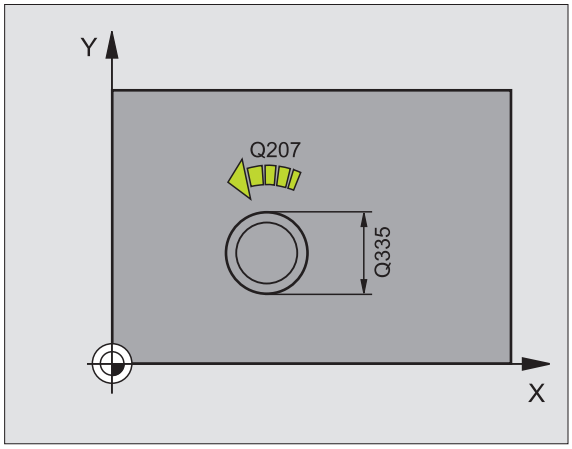
Das Vorzeichen des Zyklusparameters Gewindetiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

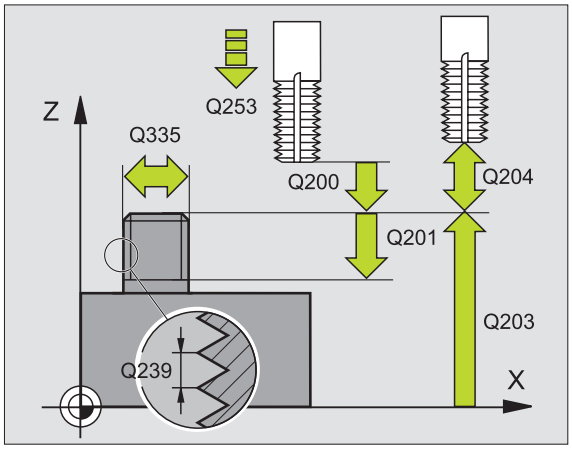
Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

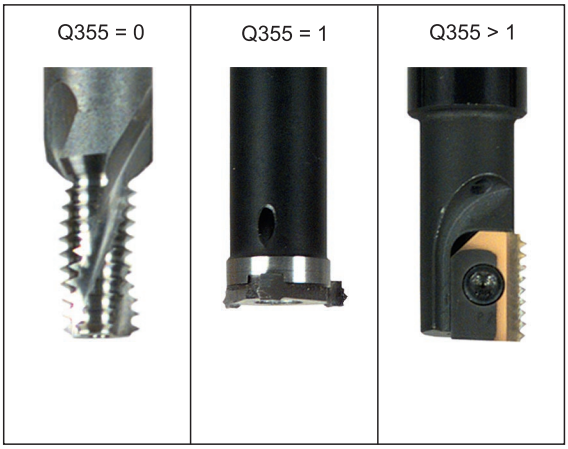
**Achtung Kollisionsgefahr!**

Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!

- **Soll-Durchmesser** Q335: Gewindenenndurchmesser
- **Gewindesteigung** Q239: Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- oder Linksgewinde fest:
  **+**= Rechtsgewinde
  **–** = Linksgewinde
- **Gewindetiefe** Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewindegrund
- **Nachsetzen** Q355: Anzahl der Gewindegänge um die das Werkzeug versetzt wird, siehe Bild rechts unten
  **0** = eine Schraubenlinie auf die Gewindetiefe
  **1** = kontinuierliche Schraubenlinie auf der gesamten Gewindelänge
  **>1** = mehrere Helixbahnen mit An- und Wegfahren, dazwischen versetzt die TNC das Werkzeug um Q355 mal der Steigung
- **Vorschub Vorpositionieren** Q253: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in das Werkstück bzw. beim Herausfahren aus dem Werkstück in mm/min
- **Fräsart** Q351: Art der Fräsbearbeitung bei M03
  **+1** = Gleichlauffräsen
  **–1** = Gegenlauffräsen



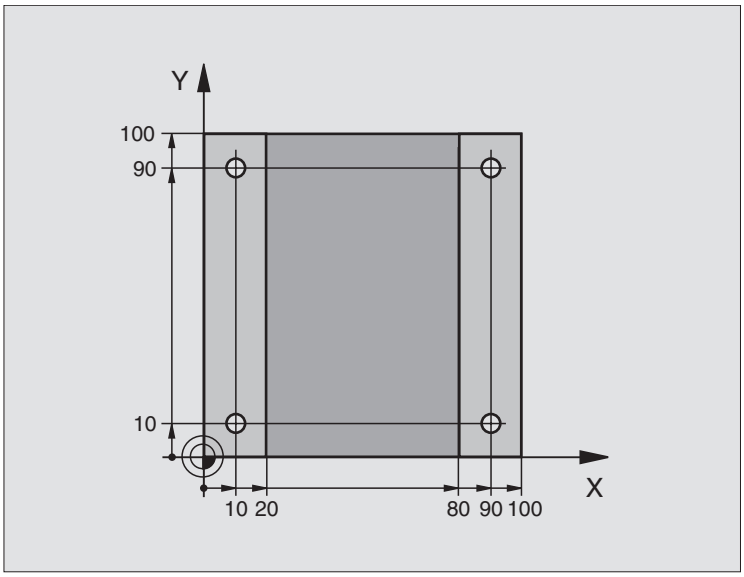



- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche
- **Tiefe Stirnseitig** Q358 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Werkzeugspitze beim stirnseitigen Senkvorgang
- **Versatz Senken Stirnseite** Q359 (inkremental): Abstand um den die TNC die Werkzeugmitte aus der Zapfenmitte versetzt
- **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
- **Vorschub Senken** Q254: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Senken in mm/min
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min

**Beispiel: NC-Sätze**

```
N250 G267 AUSSENGEWINDE FR.
     Q335=10        ;SOLL-DURCHMESSER
     Q239=+1.5      ;STEIGUNG
     Q201=-20       ;GEWINDETIEFE
     Q355=0         ;NACHSETZEN
     Q253=750       ;VORSCHUB VORPOS.
     Q351=+1        ;FRAESART
     Q200=2         ;SICHERHEITS-ABST.
     Q358=+0        ;TIEFE STIRNSEITIG
     Q359=+0        ;VERSATZ STIRNSEITIG
     Q203=+30       ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q204=50        ;2. SICHERHEITS-ABST.
     Q254=150       ;VORSCHUB SENKEN
     Q207=500       ;VORSCHUB FRAESEN
```

## Beispiel: Bohrzyklen



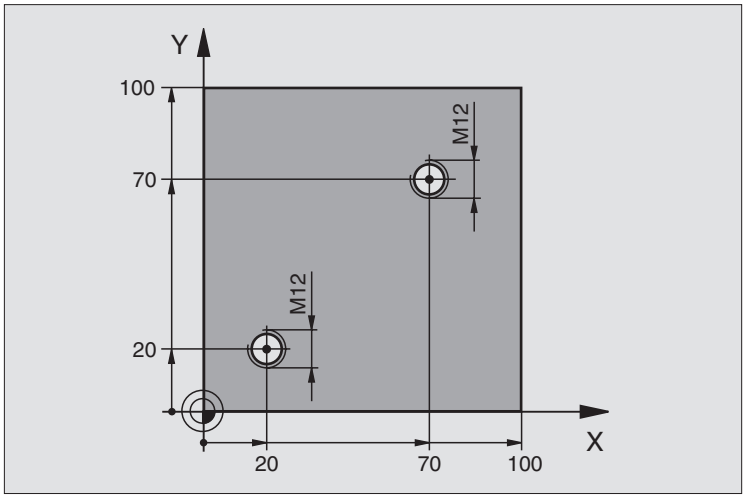

| | |
|---|---|
| %C200 G71 * | |
| N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 * | Rohteil-Definition |
| N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 * | |
| N30 G99 T1 L+0 R+3 * | Werkzeug-Definition |
| N40 T1 G17 S4500 * | Werkzeug-Aufruf |
| N50 G00 G40 G90 Z+250 * | Werkzeug freifahren |
| N60 G200 BOHREN | Zyklus-Definition |
| Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST. | |
| Q201=-15 ;TIEFE | |
| Q206=250 ;F TIEFENZUST. | |
| Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE | |
| Q210=0 ;F.-ZEIT OBEN | |
| Q203=-10 ;KOOR. OBERFL. | |
| Q204=20 ;2. S.-ABSTAND | |
| Q211=0.2 ;VERWEILZEIT UNTEN | |

| | |
|---|---|
| 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 * | Zyklus-Aufruf |

## Beispiel: Bohrzyklen

**Programm-Ablauf**

- Bohrzyklus programmieren im Hauptprogramm
- Bearbeitung programmieren im Unterprogramm, siehe „Unterprogramme", Seite 407




| | |
|---|---|
| %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 * | Spindelwinkel für Orientierung festlegen |
| N140 M19 * | Spindel orientieren (wiederholtes Schneiden möglich) |
| N150 G01 G91 X-2 F1000 * | Werkzeug versetzen für kollisionsfreies Eintauchen (abhängig |
| | vom Kerndurchmesser und Werkzeug) |
| N160 G90 Z-30 * | Auf Starttiefe fahren |
| N170 G91 X+2 * | Werkzeug wieder auf Bohrungsmitte |
| N180 G79 * | Zyklus 18 aufrufen |
| N190 G90 Z+5 * | freifahren |
| N200 G98 L0 * | Ende Unterprogramm 1 |
| N999999 %C18 G71 * | |

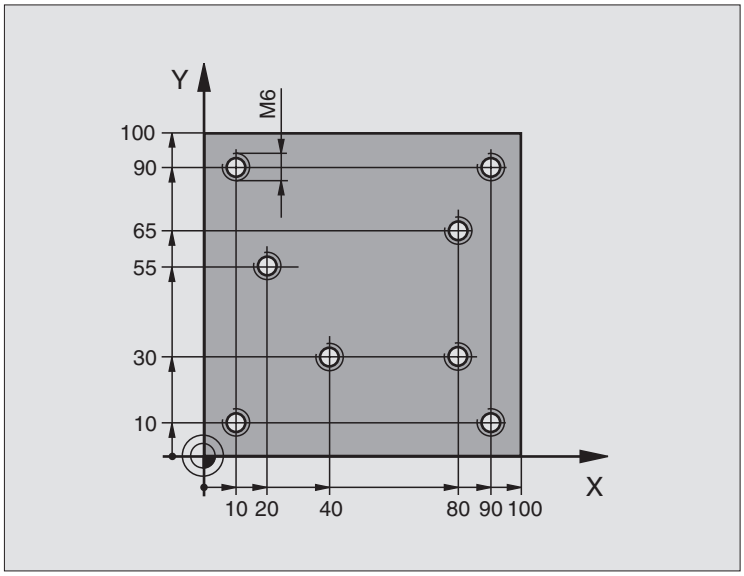
## Beispiel: Bohrzyklen in Verbindung mit Punkte-Tabelle

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

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

**Programm-Ablauf**

- Zentrieren
- Bohren
- Gewindebohren




| | |
|---|---|
| %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 BOHREN | Zyklus-Definition Zentrieren |
| Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST. | |
| Q201=-2 ;TIEFE | |
| Q206=150 ;F TIEFENZUST. | |
| Q202=2 ;ZUSTELL-TIEFE | |
| Q210=0 ;F.-ZEIT OBEN | |
| Q203=+0 ;KOOR. OBERFL. | Zwingend 0 eingeben, wirkt aus Punkte-Tabelle |
| Q204=0 ;2. S.-ABSTAND | Zwingend 0 eingeben, wirkt aus Punkte-Tabelle |
| Q211=0.2 ;VERWEILZEIT UNTEN | |

| | |
|---|---|
| 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 BOHREN | Zyklus-Definition Bohren |
| Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST. | |
| Q201=-25 ;TIEFE | |
| Q206=150 ;F TIEFENZUST. | |
| Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE | |
| Q210=0 ;F.-ZEIT OBEN | |
| Q203=+0 ;KOOR. OBERFL. | Zwingend 0 eingeben, wirkt aus Punkte-Tabelle |
| Q204=0 ;2. S.-ABSTAND | Zwingend 0 eingeben, wirkt aus Punkte-Tabelle |
| Q211=0.2 ;VERWEILZEIT UNTEN | |
| 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

## Übersicht

| Zyklus | Softkey |
|---|---|
| G251RECHTECKTASCHE<br>Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit Auswahl des Bearbeitungsumfanges und helixförmigem Eintauchen | |
| G252 KREISTASCHE<br>Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit Auswahl des Bearbeitungsumfanges und helixförmigem Eintauchen | |
| G253 NUTENFRAESEN<br>Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit Auswahl des Bearbeitungsumfanges und pendelndem/helixförmigem Eintauchen | |
| G254 RUNDE NUT<br>Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit Auswahl des Bearbeitungsumfanges und pendelndem/helixförmigem Eintauchen | |
| G75/G76 TASCHENFRAESEN (rechteckförmig)<br>Schrupp-Zyklus ohne automatische Vorpositionierung<br>G75: Im Uhrzeigersinn<br>G76: Im Gegen-Uhrzeigersinn | |
| G212 TASCHE SCHLICHTEN (rechteckförmig)<br>Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand | |
| G213 ZAPFEN SCHLICHTEN (rechteckförmig)<br>Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand | |
| G77/G78 KREISTASCHE<br>Schrupp-Zyklus ohne automatische Vorpositionierung<br>G77: Im Uhrzeigersinn<br>G78: Im Gegen-Uhrzeigersinn | |
| G214 KREISTASCHE SCHLICHTEN<br>Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand | |
| G215 KREISZAPFEN SCHLICHTEN<br>Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand | |
| G74 NUTENFRAESEN<br>Schrupp-/Schlicht-Zyklus ohne automatische Vorpositionierung, senkrechte Tiefen-Zustellung | |

| Zyklus | Softkey |
|---|---|
| G210 NUT PENDELND<br>Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpositionierung, pendelnder Eintauchbewegung | |
| G211 RUNDE NUT<br>Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit automatischerVorpositionierung, pendelnder Eintauchbewegung | |

## RECHTECKTASCHE (Zyklus G251)

Mit dem Rechtecktaschen-Zyklus G251 können Sie eine Rechtecktasche vollständig bearbeiten. In Abhängigkeit der Zyklus-Parameter stehen folgende Bearbeitungsalternativen zur Verfügung:

- Komplettbearbeitung: Schruppen, Schlichten Tiefe, Schlichten Seite
- Nur Schruppen
- Nur Schlichten Tiefe und Schlichten Seite
- Nur Schlichten Tiefe
- Nur Schlichten Seite

**Schruppen**

1. Das Werkzeug sticht in der Taschenmitte in das Werkstück ein und fährt auf die erste Zustell-Tiefe. Die Eintauchstrategie legen Sie mit dem Parameter Q366 fest
2. Die TNC räumt die Tasche von innen nach aussen unter Berücksichtigung des Überlappungsfaktors (Parameter Q370) und des Schlichtaufmaßes (Parameter Q368) aus
3. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die programmierte Taschentiefe erreicht ist

**Schlichten**

4. Sofern Schlichtaufmaße definiert sind, schlichtet die TNC zunächst den Boden der Tasche von innen nach aussen. Der Taschenboden wird dabei tangential angefahren
5. Anschließend schlichtet die TNC die Taschenwände, falls eingegeben in mehreren Zustellungen. Die Taschenwand wird dabei tangential angefahren

**Beachten Sie vor dem Programmieren**

Werkzeug auf Startposition in der Bearbeitungsebene vorpositionieren mit Radiuskorrektur R0. Parameter Q367 (Taschenlage) beachten.

Die TNC führt den Zyklus in den Achsen (Bearbeitungsebene) aus, mit denen Sie die Startposition angefahren haben. Z.B. in X und Y, wenn Sie mit `G79:G01 X... Y...` und in U und V, wenn Sie `G79:G01 U... V...` programmiert haben.

Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse automatisch vor. Parameter Q204 (2. Sicherheits-Abstand) beachten.

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

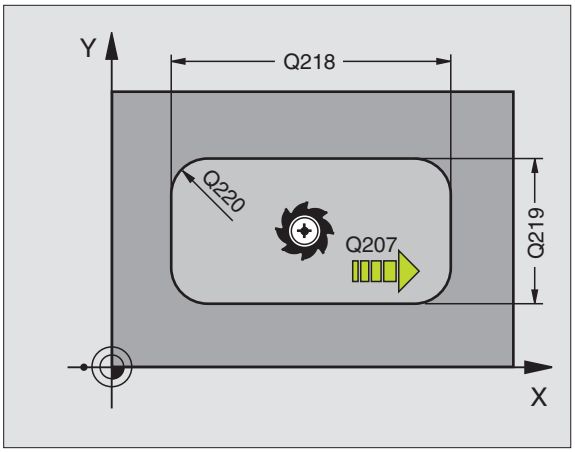
Die TNC positioniert das Werkzeug am Zyklusende wieder zurück auf die Startposition.

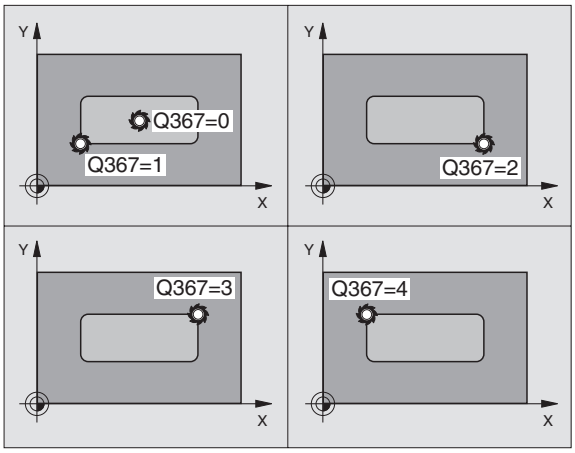
Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

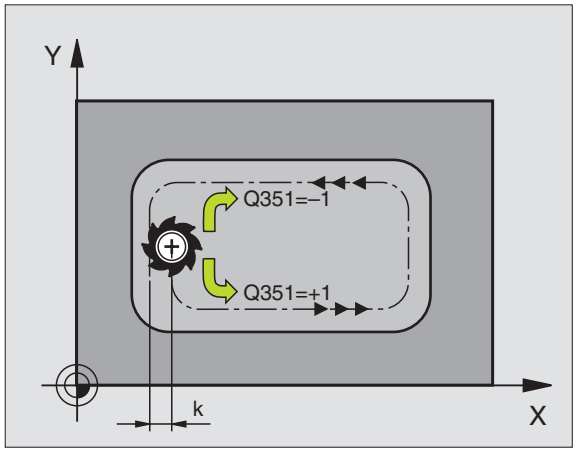
**Achtung Kollisionsgefahr!**

Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!

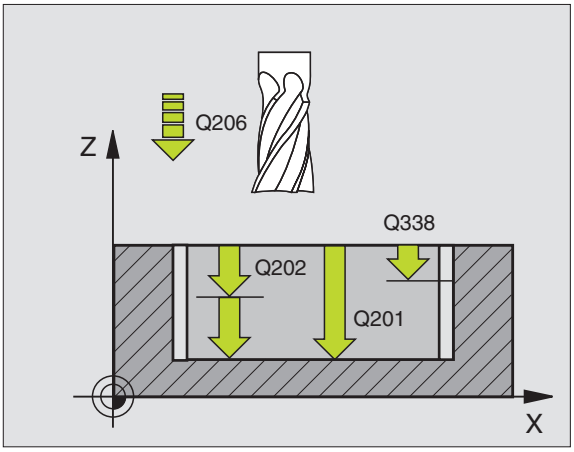
- **Bearbeitungs-Umfang (0/1/2)** Q215: Bearbeitungs-Umfang festlegen:
  **0**: Schruppen und Schlichten
  **1**: Nur Schruppen
  **2**: Nur Schlichten
  Schlichten Seite und Schlichten Tiefe werden nur ausgeführt, wenn das jeweilige Schlichtaufmaß (Q368, Q369) definiert ist
- **1. Seiten-Länge** Q218 (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
- **Schlichtaufmaß Seite** Q368 (inkremental): Schlicht-Aufmaß in der Bearbeitungs-Ebene
- **Drehlage** Q224 (absolut): Winkel, um den die gesamte Tasche gedreht wird. Das Drehzentrum liegt in der Position, auf der das Werkzeug beim Zyklus-Aufruf steht
- **Taschenlage** Q367: Lage der Tasche bezogen auf die Position des Werkzeuges beim Zyklus-Aufruf (siehe Bild rechts Mitte):
  **0**: Werkzeugposition = Taschenmitte
  **1**: Werkzeugposition = Linke untere Ecke
  **2**: Werkzeugposition = Rechte untere Ecke
  **3**: Werkzeugposition = Rechte obere Ecke
  **4**: Werkzeugposition = Linke obere Ecke
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- **Fräsart** Q351: Art der Fräsbearbeitung bei M03:
  **+1** = Gleichlauffräsen
  **–1** = Gegenlauffräsn

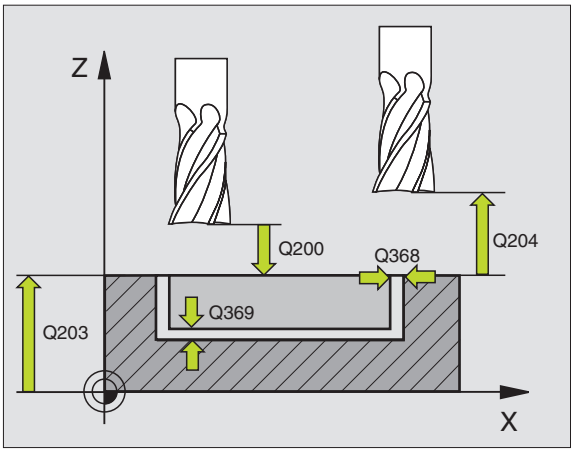


- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Taschengrund
- **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird; Wert größer 0 eingeben
- **Schlichtaufmaß Tiefe** Q369 (inkremental): Schlicht-Aufmaß für die Tiefe
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min
- **Zustellung Schlichten** Q338 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug in der Spindelachse beim Schlichten zugestellt wird. Q338=0: Schlichten in einer Zustellung
- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Werkstück-Oberfläche
- **Koordinate Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Absolute Koordinate der Werkstück-Oberfläche
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann



- **Bahn-Überlappung Faktor** Q370: Q370 x Werkzeug-Radius ergibt die seitliche Zustellung k
- **Eintauchstrategie** Q366: Art der Eintauchstrategie:
  - 0 = senkrecht eintauchen. In der Werkzeug-Tabelle muss für das aktive Werkzeug der Eintauchwinkel **ANGLE** ebenfalls mit 0 definiert sein. Ansonsten gibt die TNC eine Fehlermeldung aus
  - 1 = helixförmig eintauchen. In der Werkzeug-Tabelle muss für das aktive Werkzeug der Eintauchwinkel **ANGLE** ungleich 0 definiert sein. Ansonsten gibt die TNC eine Fehlermeldung aus

**Beispiel: NC-Sätze**

```
N80 G251 RECHTECKTASCHE
    Q215=0          ;BEARBEITUNGS-UMFANG
    Q218=80         ;1. SEITEN-LAENGE
    Q219=60         ;2. SEITEN-LAENGE
    Q220=5          ;ECKENRADIUS
    Q368=0.2        ;AUFMASS SEITE
    Q224=+0         ;DREHLAGE
    Q367=0          ;TASCHENLAGE
    Q207=500        ;VORSCHUB FRAESEN
    Q351=+1         ;FRAESART
    Q201=-20        ;TIEFE
    Q202=5          ;ZUSTELL-TIEFE
    Q369=0.1        ;AUFMASS TIEFE
    Q206=150        ;VORSCHUB TIEFENZ.
    Q338=5          ;ZUST. SCHLICHTEN
    Q200=2          ;SICHERHEITS-ABST.
    Q203=+0         ;KOOR. OBERFLAECHE
    Q204=50         ;2. SICHERHEITS-ABST.
    Q370=1          ;BAHN-UEBERLAPPUNG
    Q366=1          ;EINTAUCHEN
N90 G79:G01 X+50 Y+50 F10000 M3
```

## KREISTASCHE (Zyklus G252)

Mit dem Kreistaschen-Zyklus G252 können Sie eine Kreistasche vollständig bearbeiten. In Abhängigkeit der Zyklus-Parameter stehen folgende Bearbeitungsalternativen zur Verfügung:

- Komplettbearbeitung: Schruppen, Schlichten Tiefe, Schlichten Seite
- Nur Schruppen
- Nur Schlichten Tiefe und Schlichten Seite
- Nur Schlichten Tiefe
- Nur Schlichten Seite

**Schruppen**

1. Das Werkzeug sticht in der Taschenmitte in das Werkstück ein und fährt auf die erste Zustell-Tiefe. Die Eintauchstrategie legen Sie mit dem Parameter Q366 fest
2. Die TNC räumt die Tasche von innen nach aussen unter Berücksichtigung des Überlappungsfaktors (Parameter Q370) und des Schlichtaufmaßes (Parameter Q368) aus
3. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die programmierte Taschentiefe erreicht ist

**Schlichten**

4. Sofern Schlichtaufmaße definiert sind, schlichtet die TNC zunächst den Boden der Tasche von innen nach aussen. Der Taschenboden wird dabei tangential angefahren
5. Anschließend schlichtet die TNC die Taschenwände, falls eingegeben in mehreren Zustellungen. Die Taschenwand wird dabei tangential angefahren

**Beachten Sie vor dem Programmieren**

Werkzeug auf Startposition (Kreismitte) in der Bearbeitungsebene vorpositionieren mit Radiuskorrektur R0.

Die TNC führt den Zyklus in den Achsen (Bearbeitungsebene) aus, mit denen Sie die Startposition angefahren haben. Z.B. in X und Y, wenn Sie mit **`G79:G01 X... Y...`** und in U und V, wenn Sie **`G79:G01 U... V...`** programmiert haben.

Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse automatisch vor. Parameter Q204 (2. Sicherheits-Abstand) beachten.

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

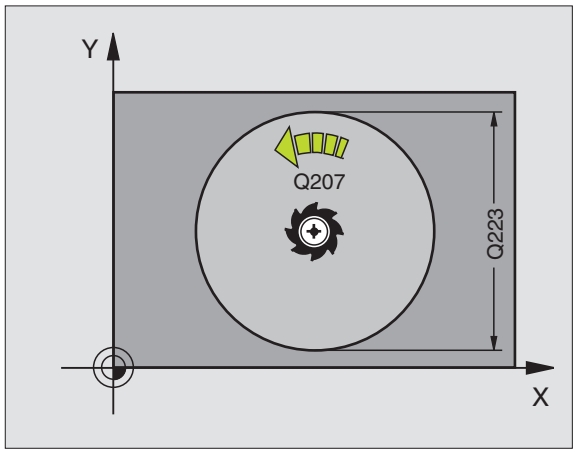
Die TNC positioniert das Werkzeug am Zyklusende wieder zurück auf die Startposition.

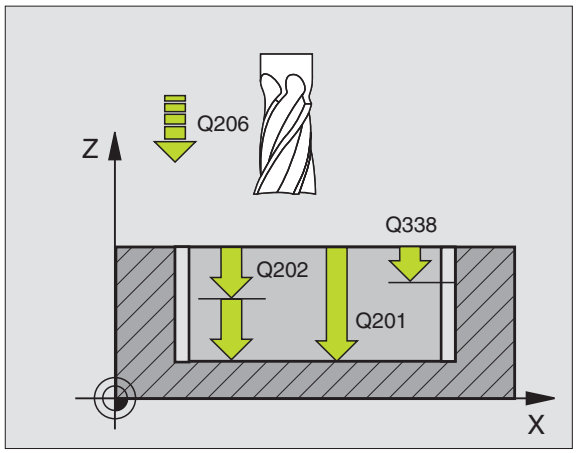
Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

**Achtung Kollisionsgefahr!**

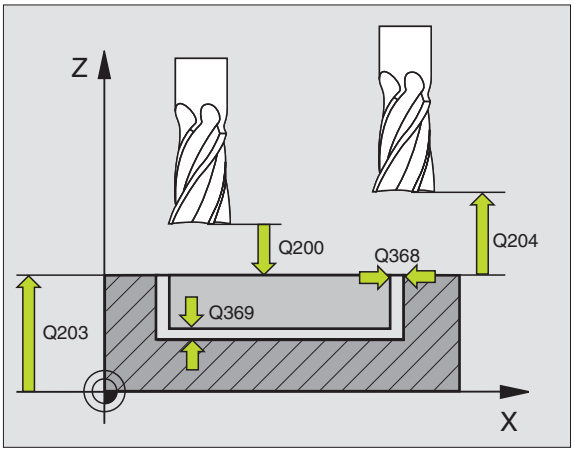
Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!

- **Bearbeitungs-Umfang (0/1/2)** Q215: Bearbeitungs-Umfang festlegen:
  **0**: Schruppen und Schlichten
  **1**: Nur Schruppen
  **2**: Nur Schlichten
  Schlichten Seite und Schlichten Tiefe werden nur ausgeführt, wenn das jeweilige Schlichtaufmaß (Q368, Q369) definiert ist
- **Kreisdurchmesser** Q223: Durchmesser der fertig bearbeiteten Tasche
- **Schlichtaufmaß Seite** Q368 (inkremental): Schlicht-Aufmaß in der Bearbeitungs-Ebene
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- **Fräsart** Q351: Art der Fräsbearbeitung bei M03:
  **+1** = Gleichlauffräsen
  **–1** = Gegenlauffräsn
- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Taschengrund
- **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird; Wert größer 0 eingeben
- **Schlichtaufmaß Tiefe** Q369 (inkremental): Schlicht-Aufmaß für die Tiefe
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min
- **Zustellung Schlichten** Q338 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug in der Spindelachse beim Schlichten zugestellt wird. Q338=0: Schlichten in einer Zustellung



- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Werkstück-Oberfläche
- **Koordinate Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Absolute Koordinate der Werkstück-Oberfläche
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- **Bahn-Überlappung Faktor** Q370: Q370 x Werkzeug-Radius ergibt die seitliche Zustellung k
- **Eintauchstrategie** Q366: Art der Eintauchstrategie:
  - 0 = senkrecht eintauchen. In der Werkzeug-Tabelle muss für das aktive Werkzeug der Eintauchwinkel **ANGLE** ebenfalls mit 0 definiert sein. Ansonsten gibt die TNC eine Fehlermeldung aus
  - 1 = helixförmig eintauchen. In der Werkzeug-Tabelle muss für das aktive Werkzeug der Eintauchwinkel **ANGLE** ungleich 0 definiert sein. Ansonsten gibt die TNC eine Fehlermeldung aus




**Beispiel: NC-Sätze**

```
N80 G252 KREISTASCHE
    Q215=0        ;BEARBEITUNGS-UMFANG
    Q223=60       ;KREISDURCHMESSER
    Q368=0.2      ;AUFMASS SEITE
    Q207=500      ;VORSCHUB FRAESEN
    Q351=+1       ;FRAESART
    Q201=-20      ;TIEFE
    Q202=5        ;ZUSTELL-TIEFE
    Q369=0.1      ;AUFMASS TIEFE
    Q206=150      ;VORSCHUB TIEFENZ.
    Q338=5        ;ZUST. SCHLICHTEN
    Q200=2        ;SICHERHEITS-ABST.
    Q203=+0       ;KOOR. OBERFLAECHE
    Q204=50       ;2. SICHERHEITS-ABST.
    Q370=1        ;BAHN-UEBERLAPPUNG
    Q366=1        ;EINTAUCHEN
N90 G79:G01 X+50 Y+50 F10000 M3
```

## NUTENFRAESEN (Zyklus G253)

Mit dem Zyklus G253 können Sie eine Nut vollständig bearbeiten. In Abhängigkeit der Zyklus-Parameter stehen folgende Bearbeitungsalternativen zur Verfügung:

- Komplettbearbeitung: Schruppen, Schlichten Tiefe, Schlichten Seite
- Nur Schruppen
- Nur Schlichten Tiefe und Schlichten Seite
- Nur Schlichten Tiefe
- Nur Schlichten Seite

**Schruppen**

1. Das Werkzeug pendelt mit dem in der Werkzeug-Tabelle definierten Eintauchwinkel auf die erste Zustell-Tiefe. Wenn es die Platzverhältnisse erlauben, taucht die TNC anstelle pendelnd helixförmig ein. Die Eintauchstrategie legen Sie mit dem Parameter Q366 fest
2. Die TNC räumt die Nut auf der aktiven Zustelltiefe aus
3. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die programmierte Nuttiefe erreicht ist

**Schlichten**

4. Sofern Schlichtaufmaße definiert sind, schlichtet die TNC zunächst den Boden der Nut. Der Nutboden wird dabei tangential angefahren
5. Anschließend schlichtet die TNC die Nutwände, falls eingegeben in mehreren Zustellungen. Die Nutwand wird dabei tangential angefahren

**Beachten Sie vor dem Programmieren**

Werkzeug auf Startposition in der Bearbeitungsebene vorpositionieren mit Radiuskorrektur R0. Parameter Q367 (Nutlage) beachten.

Die TNC führt den Zyklus in den Achsen (Bearbeitungsebene) aus, mit denen Sie die Startposition angefahren haben. Z.B. in X und Y, wenn Sie mit `G79:G01 X... Y...` und in U und V, wenn Sie `G79:G01 U... V...` programmiert haben.

Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse automatisch vor. Parameter Q204 (2. Sicherheits-Abstand) beachten.

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

Die TNC positioniert das Werkzeug am Zyklusende wieder zurück auf die Startposition.

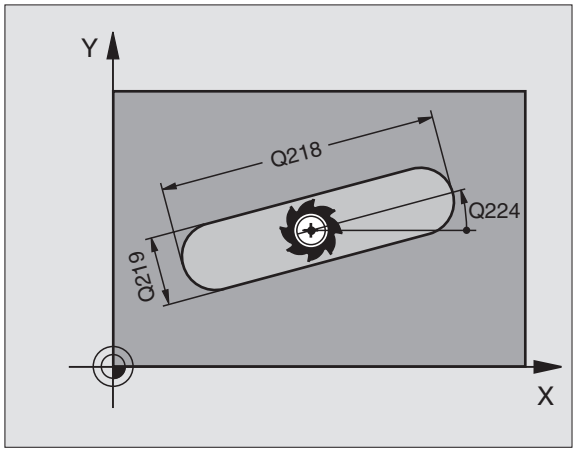
Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

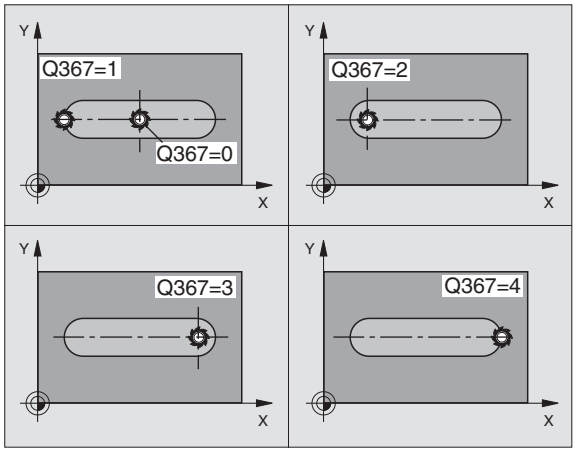
**Achtung Kollisionsgefahr!**

Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!

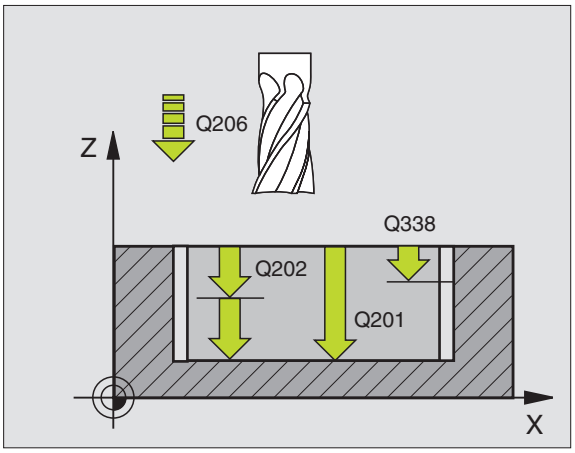
253

- **Bearbeitungs-Umfang (0/1/2)** Q215: Bearbeitungs-Umfang festlegen:
  **0**: Schruppen und Schlichten
  **1**: Nur Schruppen
  **2**: Nur Schlichten
  Schlichten Seite und Schlichten Tiefe werden nur ausgeführt, wenn das jeweilige Schlichtaufmaß (Q368, Q369) definiert ist
- **Nutlänge** Q218 (Wert parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene): Längere Seite der Nut eingeben
- **Nutlbreite** Q219 (Wert parallel zur Nebenachse der Bearbeitungsebene): Breite der Nut eingeben; wenn Nutbreite gleich Werkzeug-Durchmesser eingegeben, dann schruppt die TNC nur (Langloch fräsen)
- **Schlichtaufmaß Seite** Q368 (inkremental): Schlicht-Aufmaß in der Bearbeitungs-Ebene
- **Drehlage** Q224 (absolut): Winkel, um den die gesamte Nut gedreht wird. Das Drehzentrum liegt in der Position, auf der das Werkzeug beim Zyklus-Aufruf steht
- **Lage der Nut (0/1/2/3/4)** Q367: Lage der Nut bezogen auf die Position des Werkzeuges beim Zyklus-Aufruf (sieheBild rechts Mitte):
  **0**: Werkzeugposition = Nutmitte
  **1**: Werkzeugposition = Links Ende der Nut
  **2**: Werkzeugposition = Zentrum linker Nutkreis
  **3**: Werkzeugposition = Zentrum rechter Nutkreis
  **4**: Werkzeugposition = Rechtes Ende der Nut
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- **Fräsart** Q351: Art der Fräsbearbeitung bei M03:
  **+1** = Gleichlauffräsen
  **–1** = Gegenlauffräsn

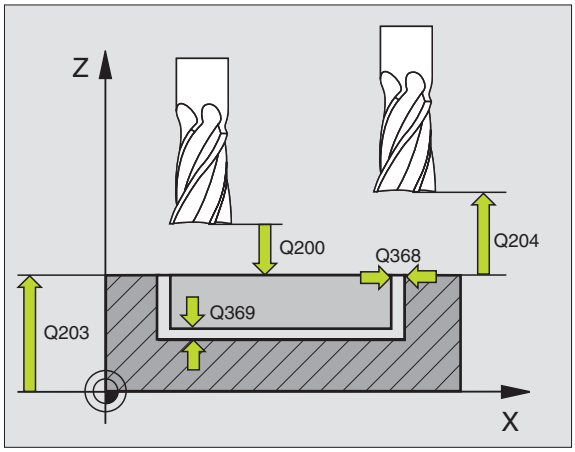


- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Nutgrund
- **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird; Wert größer 0 eingeben
- **Schlichtaufmaß Tiefe** Q369 (inkremental): Schlicht-Aufmaß für die Tiefe
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min
- **Zustellung Schlichten** Q338 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug in der Spindelachse beim Schlichten zugestellt wird. Q338=0: Schlichten in einer Zustellung



- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Werkstück-Oberfläche
- **Koordinate Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Absolute Koordinate der Werkstück-Oberfläche
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- **Eintauchstrategie** Q366: Art der Eintauchstrategie:
  - 0 = senkrecht eintauchen. In der Werkzeug-Tabelle muss für das aktive Werkzeug der Eintauchwinkel **ANGLE** ebenfalls mit 0 definiert sein. Ansonsten gibt die TNC eine Fehlermeldung aus
  - 1 = helixförmig eintauchen. In der Werkzeug-Tabelle muss für das aktive Werkzeug der Eintauchwinkel **ANGLE** ungleich 0 definiert sein. Ansonsten gibt die TNC eine Fehlermeldung aus




**Beispiel: NC-Sätze**

```
N80 G253 NUTENFRAESEN
     Q215=0          ;BEARBEITUNGS-UMFANG
     Q218=80         ;NUTLAENGE
     Q219=12         ;NUTBREITE
     Q368=0.2        ;AUFMASS SEITE
     Q224=+0         ;DREHLAGE
     Q367=0          ;NUTLAGE
     Q207=500        ;VORSCHUB FRAESEN
     Q351=+1         ;FRAESART
     Q201=-20        ;TIEFE
     Q202=5          ;ZUSTELL-TIEFE
     Q369=0.1        ;AUFMASS TIEFE
     Q206=150        ;VORSCHUB TIEFENZ.
     Q338=5          ;ZUST. SCHLICHTEN
     Q200=2          ;SICHERHEITS-ABST.
     Q203=+0         ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q204=50         ;2. SICHERHEITS-ABST.
     Q366=1          ;EINTAUCHEN
N90 G79:G01 X+50 Y+50 F10000 M3
```

## RUNDE NUT (Zyklus G254)

Mit dem Zyklus G254 können Sie eine runde Nut vollständig bearbeiten. In Abhängigkeit der Zyklus-Parameter stehen folgende Bearbeitungsalternativen zur Verfügung:

- Komplettbearbeitung: Schruppen, Schlichten Tiefe, Schlichten Seite
- Nur Schruppen
- Nur Schlichten Tiefe und Schlichten Seite
- Nur Schlichten Tiefe
- Nur Schlichten Seite

**Schruppen**

1. Das Werkzeug pendelt mit dem in der Werkzeug-Tabelle definierten Eintauchwinkel auf die erste Zustell-Tiefe. Wenn es die Platzverhältnisse erlauben, taucht die TNC anstelle pendelnd helixförmig ein. Die Eintauchstrategie legen Sie mit dem Parameter Q366 fest
2. Die TNC räumt die Nut auf der aktiven Zustelltiefe aus
3. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die programmierte Nuttiefe erreicht ist

**Schlichten**

4. Sofern Schlichtaufmaße definiert sind, schlichtet die TNC zunächst den Boden der Nut. Der Nutboden wird dabei tangential angefahren
5. Anschließend schlichtet die TNC die Nutwände, falls eingegeben in mehreren Zustellungen. Die Nutwand wird dabei tangential angefahren

**Beachten Sie vor dem Programmieren**

Werkzeug in der Bearbeitungsebene vorpositionieren mit Radiuskorrektur R0. Parameter Q367 (**Bezug für Nutlage**) entsprechend definieren.

Die TNC führt den Zyklus in den Achsen (Bearbeitungsebene) aus, mit denen Sie die Startposition angefahren haben. Z.B. in X und Y, wenn Sie mit **G79:G01 X... Y...** und in U und V, wenn Sie **G79:G01 U... V...** programmiert haben.

Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse automatisch vor. Parameter Q204 (2. Sicherheits-Abstand) beachten.

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

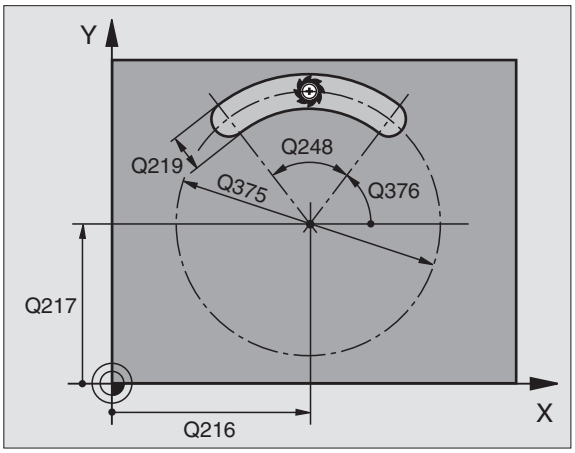
Die TNC positioniert das Werkzeug am Zyklusende wieder zurück auf die Startposition.

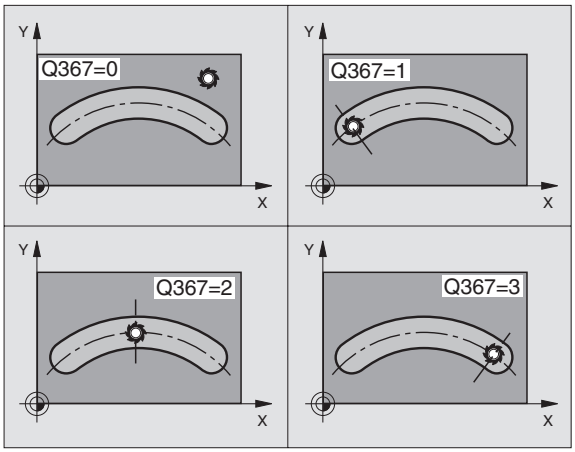
Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

**Achtung Kollisionsgefahr!**

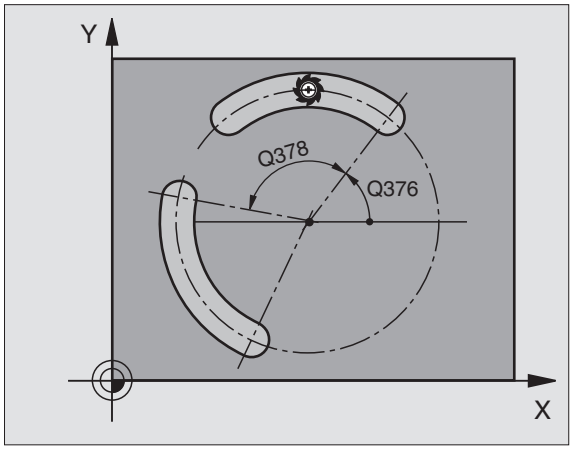
Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!

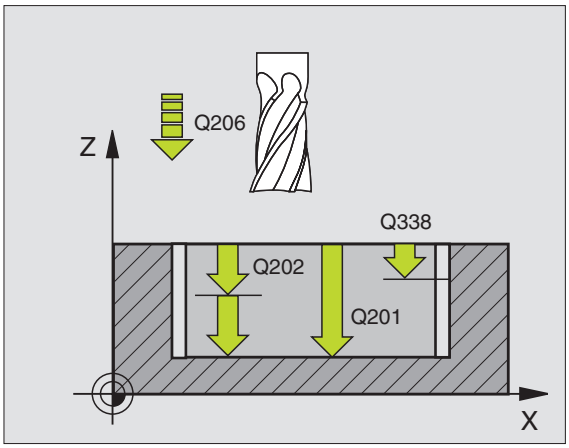
- **Bearbeitungs-Umfang (0/1/2)** Q215: Bearbeitungs-Umfang festlegen:
  **0**: Schruppen und Schlichten
  **1**: Nur Schruppen
  **2**: Nur Schlichten
  Schlichten Seite und Schlichten Tiefe werden nur ausgeführt, wenn das jeweilige Schlichtaufmaß (Q368, Q369) definiert ist
- **Nutlbreite** Q219 (Wert parallel zur Nebenachse der Bearbeitungsebene): Breite der Nut eingeben; wenn Nutbreite gleich Werkzeug-Durchmesser eingegeben, dann schruppt die TNC nur (Langloch fräsen)
- **Schlichtaufmaß Seite** Q368 (inkremental): Schlicht-Aufmaß in der Bearbeitungs-Ebene
- **Teilkreis-Durchmesser** Q375: Durchmesser des Teilkreises eingeben
- **Bezug für Nutlage (0/1/2/3)** Q367: Lage der Nut bezogen auf die Position des Werkzeuges beim Zyklus-Aufruf (sieheBild rechts Mitte):
  **0**: Werkzeugposition wird nicht berücksichtigt. Nutlage ergibt sich aus eingegebener Teilkreis-Mitte und Startwinkel
  **1**: Werkzeugposition = Zentrum linker Nutkreis. Startwinkel Q376 bezieht sich auf diese Position. Eingegebene Teilkreis-Mitte wird nicht berücksichtigt
  **2**: Werkzeugposition = Zentrum Mittelachse. Startwinkel Q376 bezieht sich auf diese Position. Eingegebene Teilkreis-Mitte wird nicht berücksichtigt
  **3**: Werkzeugposition = Zentrum rechter Nutkreis. Startwinkel Q376 bezieht sich auf diese Position. Eingegebene Teilkreis-Mitte wird nicht berücksichtigt
- **Mitte 1. Achse** Q216 (absolut): Mitte des Teilkreises in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Nur wirksam, wenn Q367 = 0
- **Mitte 2. Achse** Q217 (absolut): Mitte des Teilkreises in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Nur wirksam, wenn Q367 = 0
- **Startwinkel** Q376 (absolut): Polarwinkel des Startpunkts eingeben
- **Öffnungs-Winkel der Nut** Q248 (inkremental): Öffnungs-Winkel der Nut eingeben



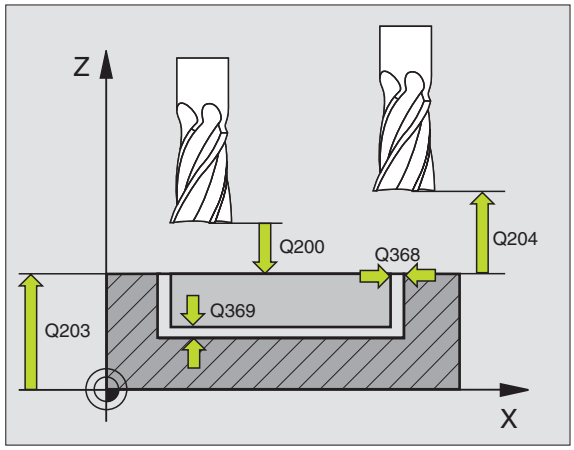



- **Winkelschritt** Q378 (inkremental): Winkel, um den die gesamte Nut gedreht wird. Das Drehzentrum liegt in der Teilkreis-Mitte
- **Anzahl Bearbeitungen** Q377: Anzahl der Bearbeitungen auf dem Teilkreis
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- **Fräsart** Q351: Art der Fräsbearbeitung bei M03:
  **+1** = Gleichlauffräsen
  **–1** = Gegenlauffräsn
- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Nutgrund
- **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird; Wert größer 0 eingeben
- **Schlichtaufmaß Tiefe** Q369 (inkremental): Schlicht-Aufmaß für die Tiefe
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min
- **Zustellung Schlichten** Q338 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug in der Spindelachse beim Schlichten zugestellt wird. Q338=0: Schlichten in einer Zustellung



- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Werkstück-Oberfläche
- **Koordinate Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Absolute Koordinate der Werkstück-Oberfläche
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- **Eintauchstrategie** Q366: Art der Eintauchstrategie:
  - 0 = senkrecht eintauchen. In der Werkzeug-Tabelle muss für das aktive Werkzeug der Eintauchwinkel **ANGLE** ebenfalls mit 0 definiert sein. Ansonsten gibt die TNC eine Fehlermeldung aus
  - 1 = helixförmig eintauchen. In der Werkzeug-Tabelle muss für das aktive Werkzeug der Eintauchwinkel **ANGLE** ungleich 0 definiert sein. Ansonsten gibt die TNC eine Fehlermeldung aus




**Beispiel: NC-Sätze**

```
N80 G254 RUNDE NUT
     Q215=0        ;BEARBEITUNGS-UMFANG
     Q219=12       ;NUTBREITE
     Q368=0.2      ;AUFMASS SEITE
     Q375=80       ;TEILKREIS-DURCHM.
     Q367=0        ;BEZUG NUTLAGE
     Q216=+50      ;MITTE 1. ACHSE
     Q217=+50      ;MITTE 2. ACHSE
     Q376=+45      ;STARTWINKEL
     Q248=90       ;OEFFNUNGSWINKEL
     Q378=0        ;WINKELSCHRITT
     Q377=1        ;ANZAHL BEARBEITUNGEN
     Q207=500      ;VORSCHUB FRAESEN
     Q351=+1       ;FRAESART
     Q201=-20      ;TIEFE
     Q202=5        ;ZUSTELL-TIEFE
     Q369=0.1      ;AUFMASS TIEFE
     Q206=150      ;VORSCHUB TIEFENZ.
     Q338=5        ;ZUST. SCHLICHTEN
     Q200=2        ;SICHERHEITS-ABST.
     Q203=+0       ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q204=50       ;2. SICHERHEITS-ABST.
     Q366=1        ;EINTAUCHEN
G90 G79:G01 X+50 Y+50 F10000 M3
```

## TASCHENFRAESEN (Zyklus 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**

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

Vorpositionieren über Taschenmitte mit Radiuskorrektur **G40**.

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

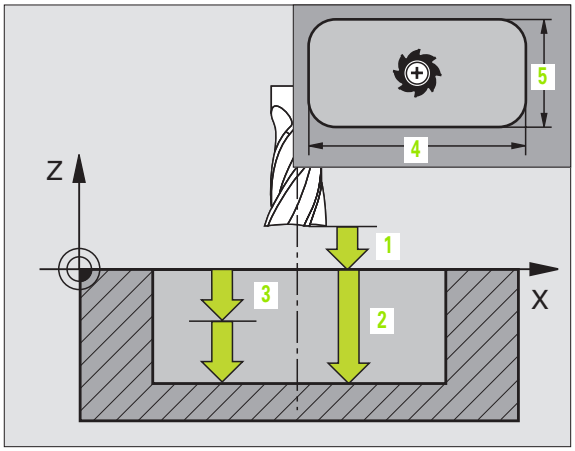
Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

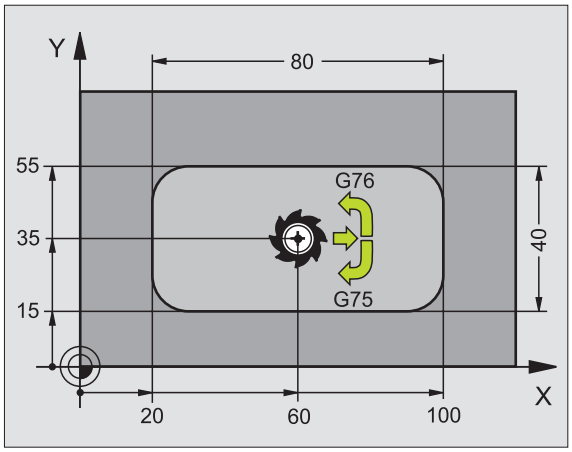
Für die 2. Seiten-Länge gilt folgende Bedingung: 2.Seiten-Länge größer als [(2 x Rundungs-Radius) + Seitliche Zustellung k].

### Drehsinn beim Ausräumen

- Im Uhrzeigersinn: G75 (DR-)
- Im Gegen-Uhrzeigersinn: G76 (DR+)

- **Sicherheits-Abstand** 1 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze (Startposition) – Werkstück-Oberfläche
- **Frästiefe** 2 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – 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




**Beispiel: NC-Sätze**

```
N27 G75 P01 2  P02 -20  P03 5  P04 100
    P05 X+80  P06 Y+40  P07 275  P08  5 *
...
N35 G76 P01 2  P02 -20  P03 5  P04 100
    P05 X+80  P06 Y+40  P07 275 P08 5 *
```

- **Rundungs-Radius**: Radius für die Taschenecken. Für Radius = 0 ist der Rundungs-Radius gleich dem Werkzeug-Radius

**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

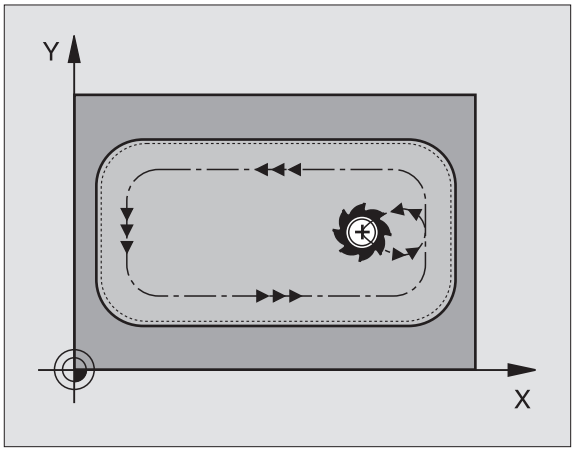
3 Falls das Werkzeug auf dem 2. Sicherheits-Abstand steht, fährt die TNC im Eilgang auf den Sicherheits-Abstand und von dort mit dem Vorschub Tiefenzustellung auf die erste Zustell-Tiefe

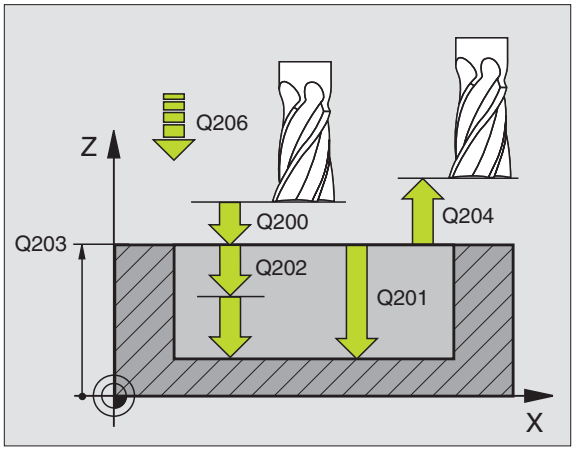
4 Anschließend fährt das Werkzeug tangential an die Fertigteilkontur und fräst im Gleichlauf einen Umlauf

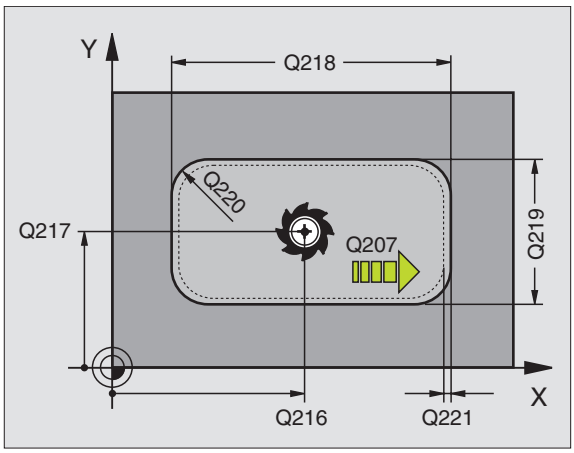
5 Danach fährt das Werkzeug tangential von der Kontur weg zurück zum Startpunkt in der Bearbeitungsebene

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**

Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse und in der Bearbeitungsebene automatisch vor.

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

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.

Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

**Achtung Kollisionsgefahr!**

Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!

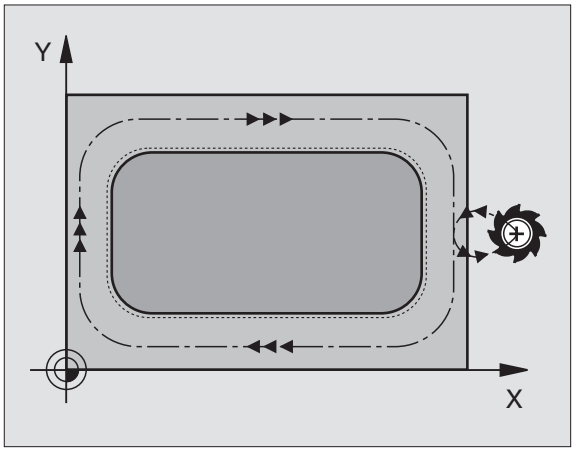
- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche
- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Taschengrund
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Wenn Sie ins Material eintauchen, dann kleineren Wert eingeben als in Q207 definiert
- **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 zur Berechnung der Vorposition in der Hauptachse der Bearbeitungsebene, bezogen auf die Länge der Tasche

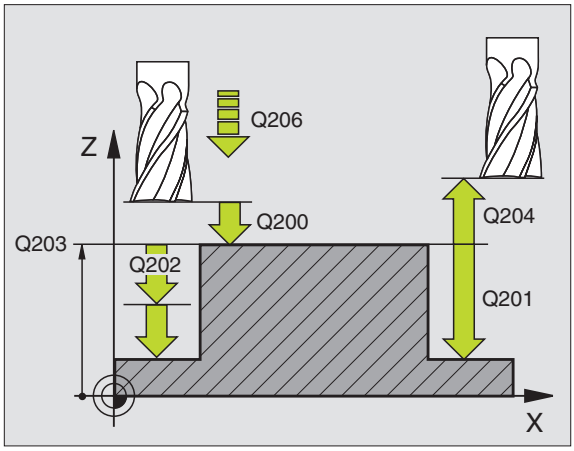
**Beispiel: NC-Sätze**

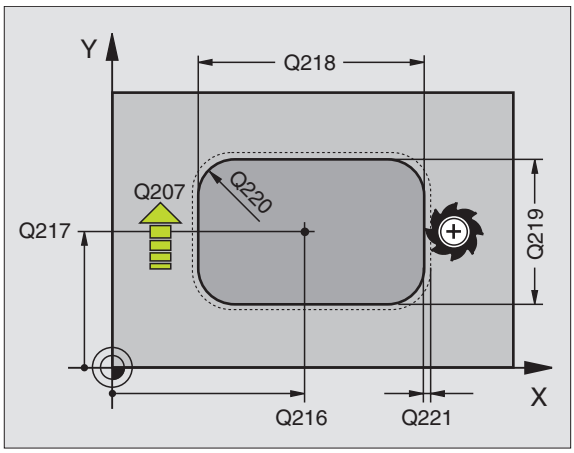
```
N350 G212 TASCHE SCHLICHTEN
     Q200=2        ;SICHERHEITS-ABST.
     Q201=-20      ;TIEFE
     Q206=150      ;VORSCHUB TIEFENZ.
     Q202=5        ;ZUSTELL-TIEFE
     Q207=500      ;VORSCHUB FRAESEN
     Q203=+30      ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q204=50       ;2. SICHERHEITS-ABST.
     Q216=+50      ;MITTE 1. ACHSE
     Q217=+50      ;MITTE 2. ACHSE
     Q218=80       ;1. SEITEN-LAENGE
     Q219=60       ;2. SEITEN-LAENGE
     Q220=5        ;ECKENRADIUS
     Q221=0        ;AUFMASS
```

## ZAPFEN SCHLICHTEN (Zyklus 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 3,5fachen 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**

Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse und in der Bearbeitungsebene automatisch vor.

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

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.

Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

**Achtung Kollisionsgefahr!**

Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!

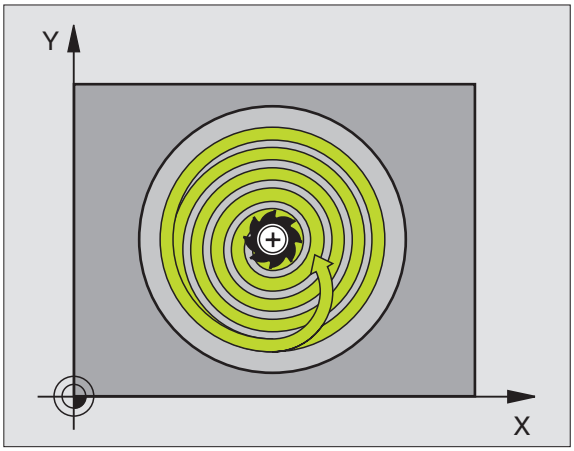
- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche
- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Zapfengrund
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Wenn Sie ins Material eintauchen, 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
- **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 (inkremental): Aufmaß zur Berechnung der Vorposition in der Hauptachse der Bearbeitungsebene, bezogen auf die Länge des Zapfens

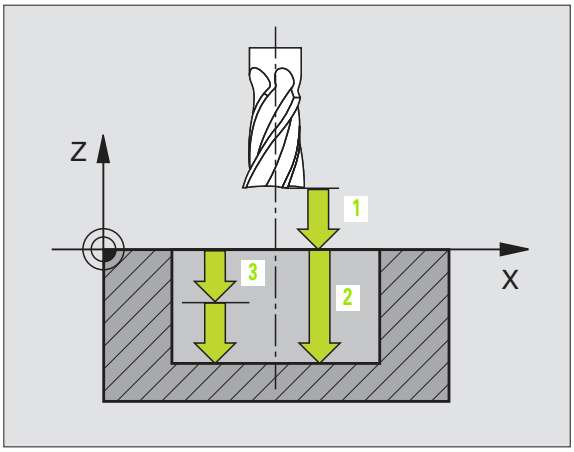
**Beispiel: NC-Sätze**

```
N350 G213 ZAPFEN SCHLICHTEN
     Q200=2        ;SICHERHEITS-ABST.
     Q291=-20      ;TIEFE
     Q206=150      ;VORSCHUB TIEFENZ.
     Q202=5        ;ZUSTELL-TIEFE
     Q207=500      ;VORSCHUB FRAESEN
     Q203=+30      ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q294=50       ;2. SICHERHEITS-ABST.
     Q216=+50      ;MITTE 1. ACHSE
     Q217=+50      ;MITTE 2. ACHSE
     Q218=80       ;1. SEITEN-LAENGE
     Q219=60       ;2. SEITEN-LAENGE
     Q220=5        ;ECKENRADIUS
     Q221=0        ;AUFMASS
```

## KREISTASCHE (Zyklus 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 „TASCHENFRAESEN (Zyklus G75, G76)", Seite 302
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**

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

Vorpositionieren über Taschenmitte mit Radiuskorrektur **G40**.

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

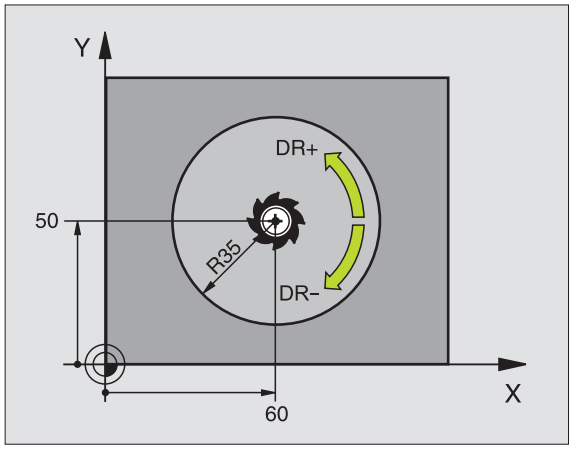
Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

### Drehsinn beim Ausräumen

- Im Uhrzeigersinn: G77 (DR-)
- Im Gegen-Uhrzeigersinn: G78 (DR+)

- **Sicherheits-Abstand** 1 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze (Startposition) – Werkstück-Oberfläche
- **Frästiefe** 2: Abstand Werkstück-Oberfläche – 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




**Beispiel: NC-Sätze**

```
N26 G77 P01 2  P02 -20  P035  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

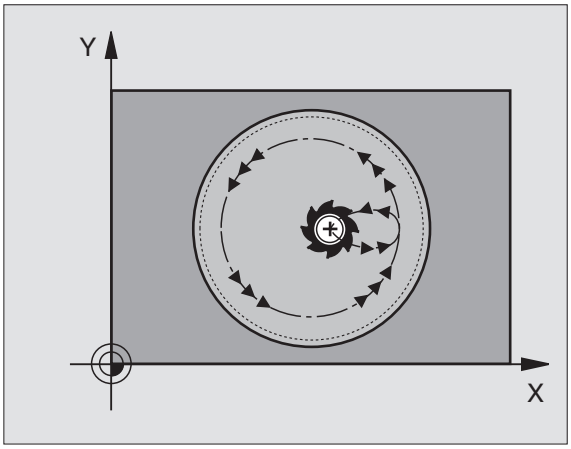
3 Falls das Werkzeug auf dem 2. Sicherheits-Abstand steht, fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheits-Abstand und von dort mit dem Vorschub Tiefenzustellung auf die erste Zustell-Tiefe

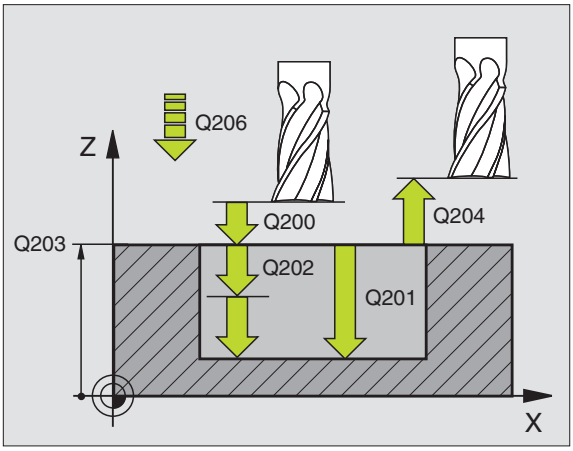
4 Anschließend fährt das Werkzeug tangential an die Fertigteilkontur und fräst im Gleichlauf einen Umlauf

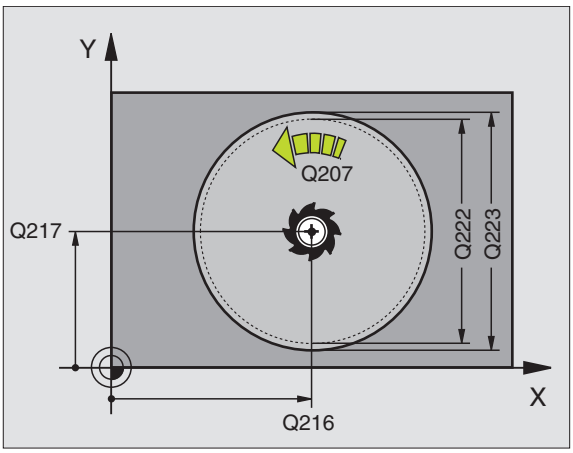
5 Danach fährt das Werkzeug tangential von der Kontur zurück zum Startpunkt in der Bearbeitungsebene

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**

Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse und in der Bearbeitungsebene automatisch vor.

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

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.

Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

**Achtung Kollisionsgefahr!**

Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!

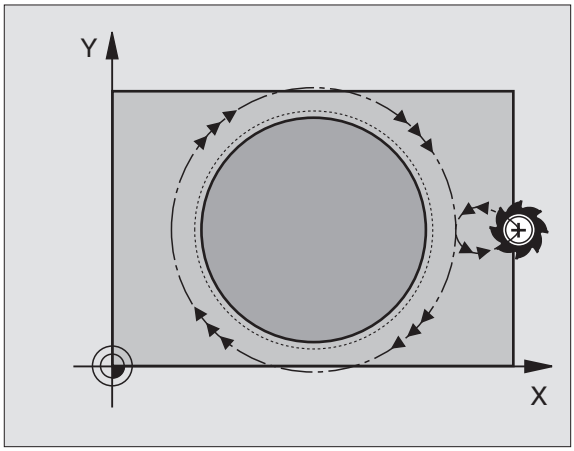
- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche
- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Taschengrund
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Wenn Sie ins Material eintauchen, dann kleineren Wert eingeben als in Q207 definiert
- **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird
- **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
- **Rohteil-Durchmesser** Q222: Durchmesser der vorbearbeiteten Tasche zur Berechnung der Vorposition; 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

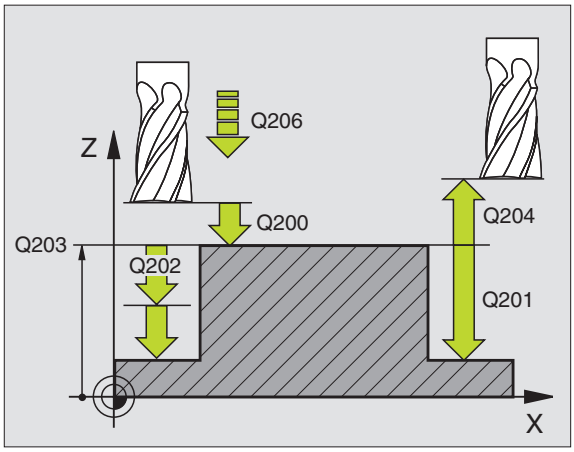
**Beispiel: NC-Sätze**

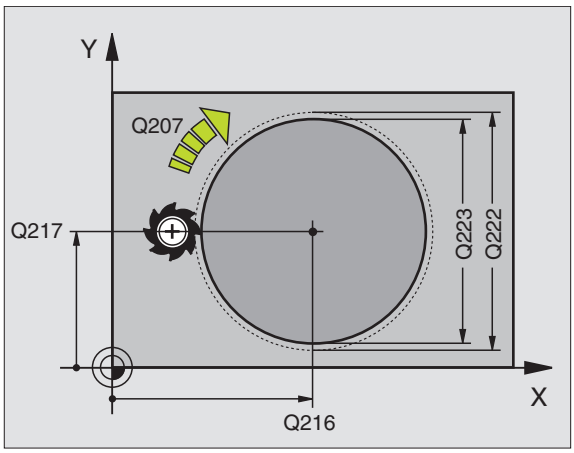
```
N420 G214 KREIST. SCHLICHTEN
     Q200=2        ;SICHERHEITS-ABST.
     Q201=-20      ;TIEFE
     Q206=150      ;VORSCHUB TIEFENZ.
     Q202=5        ;ZUSTELL-TIEFE
     Q207=500      ;VORSCHUB FRAESEN
     Q203=+30      ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q204=50       ;2. SICHERHEITS-ABST.
     Q216=+50      ;MITTE 1. ACHSE
     Q217=+50      ;MITTE 2. ACHSE
     Q222=79       ;ROHTEIL-DURCHMESSER
     Q223=80       ;FERTIGTEIL-DURCHM.
```

## 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 2-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**

Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse und in der Bearbeitungsebene automatisch vor.

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

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.

Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

**Achtung Kollisionsgefahr!**

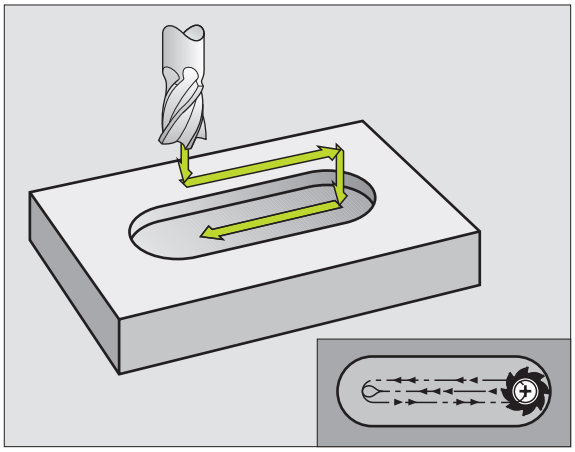
Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!

- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche
- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – 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 zur Berechnung der Vorposition; Rohteil-Durchmesser größer als Fertigteil-Durchmesser eingeben
- **Fertigteil-Durchmesser** Q223: Durchmesser des fertig bearbeiteten Zapfens; Fertigteil-Durchmesser kleiner als Rohteil-Durchmesser eingeben

**Beispiel: NC-Sätze**

```
N430 G215 KREISZ. SCHLICHTEN
     Q200=2        ;SICHERHEITS-ABST.
     Q201=-20      ;TIEFE
     Q206=150      ;VORSCHUB TIEFENZ.
     Q202=5        ;ZUSTELL-TIEFE
     Q207=500      ;VORSCHUB FRAESEN
     Q203=+30      ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q204=50       ;2. SICHERHEITS-ABST.
     Q216=+50      ;MITTE 1. ACHSE
     Q217=+50      ;MITTE 2. ACHSE
     Q222=81       ;ROHTEIL-DURCHMESSER
     Q223=80       ;FERTIGTEIL-DURCHM.
```

## NUTENFRAESEN (Zyklus 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 Fräsgrund fährt die TNC das Werkzeug auf einer Kreisbahn tangential an die Außenkontur; danach wird die Kontur im Gleichlauf (bei M3) geschlichtet

4 Abschließend fährt das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheits-Abstand zurück. Bei einer ungeraden Anzahl von Zustellungen fährt das Werkzeug im Sicherheits-Abstand zur Startposition

**Beachten Sie vor dem Programmieren**

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

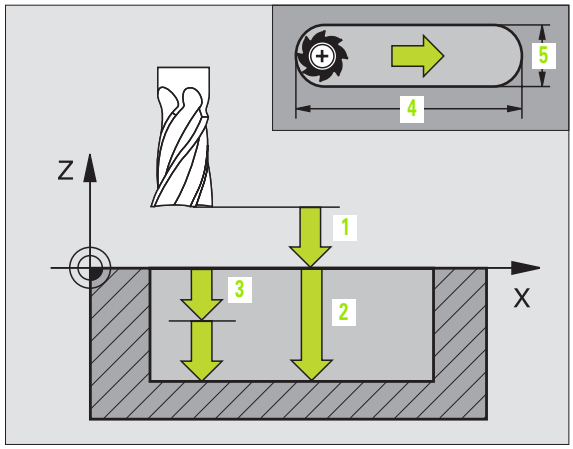
Vorpositionieren in die Mitte der Nut und um den Werkzeug-Radius versetzt in die Nut mit Radiuskorrektur **G40**.

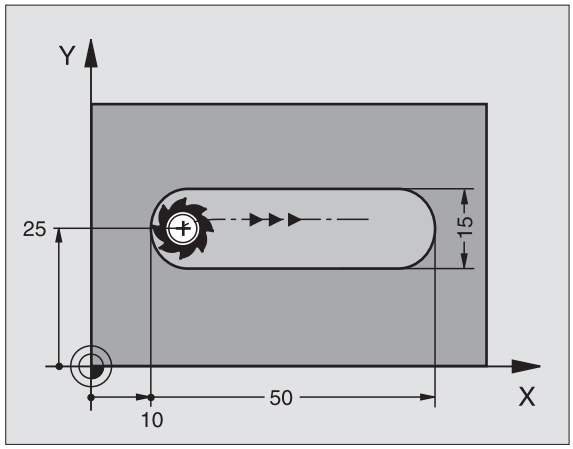
Fräserdurchmesser nicht größer als die Nutbreite und nicht kleiner als die halbe Nutbreite wählen.

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

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

- **Sicherheits-Abstand** 1 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze (Startposition) – Werkstück-Oberfläche
- **Frästiefe** 2 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – 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 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




**Beispiel: NC-Satz**

```
N44 G74 P01 2  P02 -20  P0  5  P04 100
    P05 X+80  P06 Y+12 P07 275 *
```

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

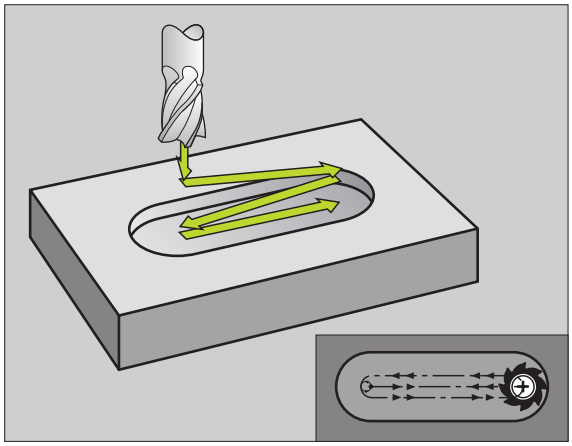
### Schruppen

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

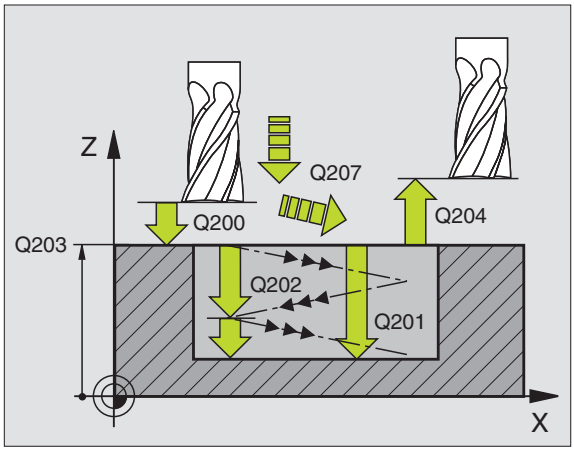


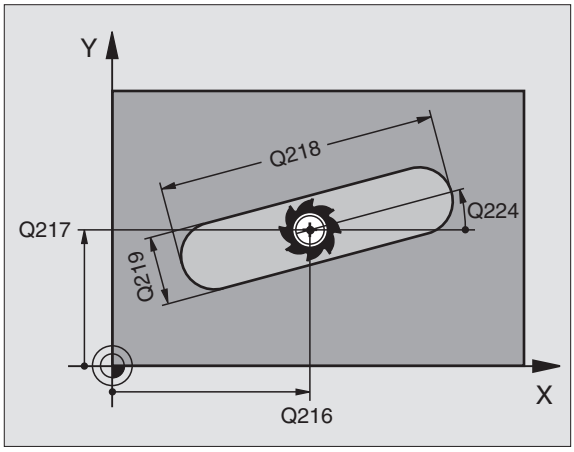
### Schlichten

5 Die TNC positioniert das Werkzeug in den Mittelpunkt des linken Nutkreises und von dort tangential an das linke Nutende; danach schlichtet die TNC die Kontur im Gleichlauf (bei M3), wenn eingegeben auch in mehreren Zustellungen

6 Am Konturende fährt das Werkzeug – tangential von der Kontur weg – in die Mitte des linken Nutkreises

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**

Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse und in der Bearbeitungsebene automatisch vor.

Beim Schruppen taucht das Werkzeug pendelnd von einem zum anderen Nutende ins Material ein. Vorbohren ist daher nicht erforderlich.

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

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.

Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

**Achtung Kollisionsgefahr!**

Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!

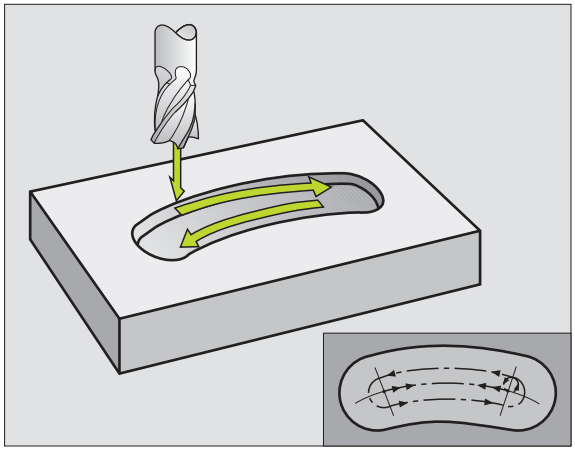
- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche
- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Nutgrund
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches 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)

**Beispiel: NC-Sätze**

```
N510 G210 NUT PENDELND
     Q200=2        ;SICHERHEITS-ABST.
     Q201=-20      ;TIEFE
     Q207=500      ;VORSCHUB FRAESEN
     Q202=5        ;ZUSTELL-TIEFE
     Q215=0        ;BEARBEITUNGS-UMFANG
     Q203=+30      ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q204=50       ;2. SICHERHEITS-ABST.
     Q216=+50      ;MITTE 1. ACHSE
     Q217=+50      ;MITTE 2. ACHSE
     Q218=80       ;1. SEITEN-LAENGE
     Q219=12       ;2. SEITEN-LAENGE
     Q224=+15      ;DREHLAGE
     Q338=5        ;ZUST. SCHLICHTEN
     Q206=150      ;VORSCHUB TIEFENZ.
```

- **Drehwinkel** Q224 (absolut): Winkel, um den die gesamte Nut gedreht wird; das Drehzentrum liegt im Zentrum der Nut
- **Zustellung Schlichten** Q338 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug in der Spindelachse beim Schlichten zugestellt wird. Q338=0: Schlichten in einer Zustellung
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Nur wirksam beim Schlichten, wenn Zustellung Schlichten eingeben ist

## 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

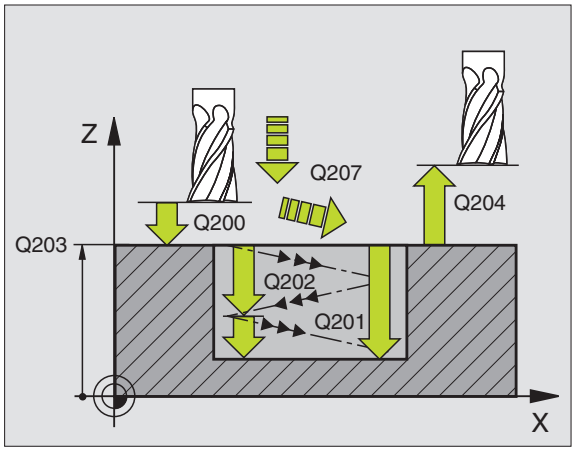
4 Auf der Frästiefe fährt die TNC das Werkzeug zum Planfräsen ans andere Ende der Nut

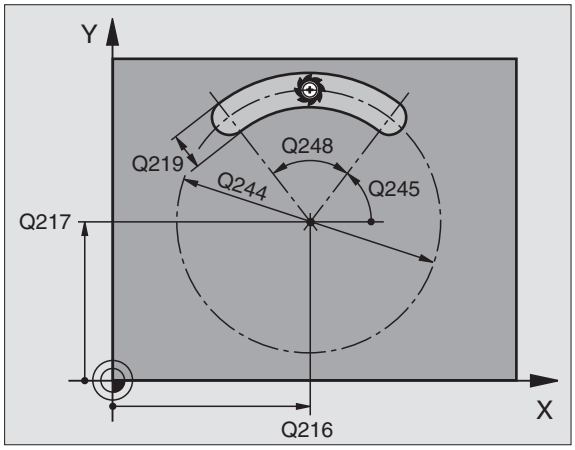
### Schlichten

5 Von der Mitte der Nut fährt die TNC das Werkzeug tangential an die Fertigkontur; danach schlichtet die TNC die Kontur im Gleichlauf (bei M3), wenn eingegeben auch in mehreren Zustellungen. 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**

Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse und in der Bearbeitungsebene automatisch vor.

Beim Schruppen taucht das Werkzeug mit einer HELIX-Bewegung pendelnd von einem zum anderen Nutende ins Material ein. Vorbohren ist daher nicht erforderlich.

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

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.

Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

**Achtung Kollisionsgefahr!**

Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!

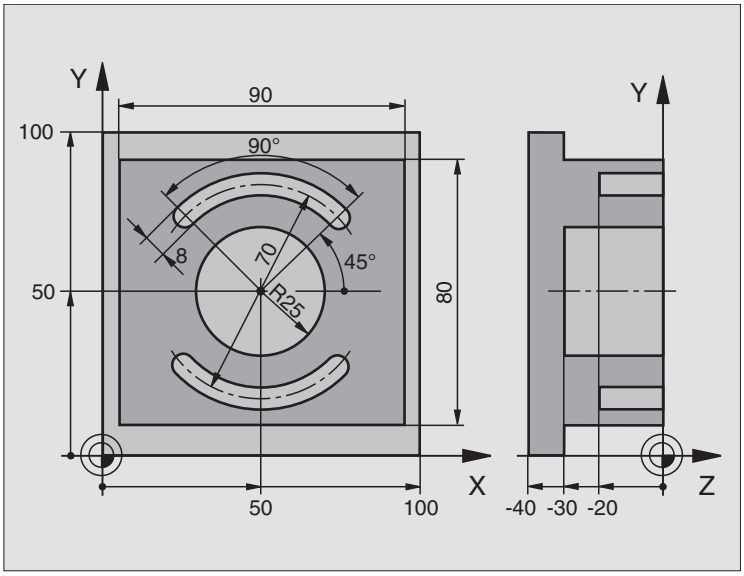
- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche
- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Nutgrund
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches 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)

**Beispiel: NC-Sätze**

```
N520 G211 RUNDE NUT
     Q200=2        ;SICHERHEITS-ABST.
     Q201=-20      ;TIEFE
     Q207=500      ;VORSCHUB FRAESEN
     Q202=5        ;ZUSTELL-TIEFE
     Q215=0        ;BEARBEITUNGS-UMFANG
     Q203=+30      ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q204=50       ;2. SICHERHEITS-ABST.
     Q216=+50      ;MITTE 1. ACHSE
     Q217=+50      ;MITTE 2. ACHSE
     Q244=80       ;TEILKREIS-DURCHM.
     Q219=12       ;2. SEITEN-LAENGE
     Q245=+45      ;STARTWINKEL
     Q248=90       ;OEFFNUNGSWINKEL
     Q338=5        ;ZUST. SCHLICHTEN
     Q206=150      ;VORSCHUB TIEFENZ.
```

- **Startwinkel** Q245 (absolut): Polarwinkel des Startpunkts eingeben
- **Öffnungs-Winkel der Nut** Q248 (inkremental): Öffnungs-Winkel der Nut eingeben
- **Zustellung Schlichten** Q338 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug in der Spindelachse beim Schlichten zugestellt wird. Q338=0: Schlichten in einer Zustellung
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Nur wirksam beim Schlichten, wenn Zustellung Schlichten eingeben ist

## 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 ZAPFEN SCHLICH. | Zyklus-Definition Außenbearbeitung |
| Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST. | |
| Q201=-30 ;TIEFE | |
| Q206=250 ;F TIEFENZUST. | |
| Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE | |
| Q207=250 ;F FRAESEN | |
| Q203=+0 ;KOOR. OBERFL. | |
| Q204=20 ;2. S.-ABSTAND | |
| Q216=+50 ;MITTE 1. ACHSE | |
| Q217=+50 ;MITTE 2. ACHSE | |
| Q218=90 ;1. SEITEN-LAENGE | |
| Q219=80 ;2. SEITEN-LAENGE | |
| Q220=0 ;ECKENRADIUS | |
| Q221=5 ;AUFMASS | |

| | |
|---|---|
| N80 G79 M03 * | Zyklus-Aufruf Außenbearbeitung |
| N90 G252 KREISTASCHE | Zyklus-Definition Kreistasche |
| Q215=0 ;BEARBEITUNGS-UMFANG | |
| Q223=50 ;KREISDURCHMESSER | |
| Q368=0.2 ;AUFMASS SEITE | |
| Q207=500 ;VORSCHUB FRAESEN | |
| Q351=+1 ;FRAESART | |
| Q201=-30 ;TIEFE | |
| Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE | |
| Q369=0.1 ;AUFMASS TIEFE | |
| Q206=150 ;VORSCHUB TIEFENZ. | |
| Q338=5 ;ZUST. SCHLICHTEN | |
| Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST. | |
| Q203=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE | |
| Q204=50 ;2. SICHERHEITS-ABST. | |
| Q370=1 ;BAHN-UEBERLAPPUNG | |
| Q366=1 ;EINTAUCHEN | |
| 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 G254 RUNDE NUT | Zyklus-Definition Nuten |
| Q215=0 ;BEARBEITUNGS-UMFANG | |
| Q219=8 ;NUTBREITE | |
| Q368=0.2 ;AUFMASS SEITE | |
| Q375=70 ;TEILKREIS-DURCHM. | |
| Q367=0 ;BEZUG NUTLAGE | Keine Vorpositionierung in X/Y erforderlich |
| Q216=+50 ;MITTE 1. ACHSE | |
| Q217=+50 ;MITTE 2. ACHSE | |
| Q376=+45 ;STARTWINKEL | |
| Q248=90 ;OEFFNUNGSWINKEL | |
| Q378=180 ;WINKELSCHRITT | Startpunkt 2. Nut |
| Q377=2 ;ANZAHL BEARBEITUNGEN | |
| Q207=500 ;VORSCHUB FRAESEN | |
| Q351=+1 ;FRAESART | |
| Q201=-20 ;TIEFE | |
| Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE | |
| Q369=0.1 ;AUFMASS TIEFE | |

| | |
|---|---|
| Q206=150 ;VORSCHUB TIEFENZ. | |
| Q338=5 ;ZUST. SCHLICHTEN | |
| Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST. | |
| Q203=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE | |
| Q204=50 ;2. SICHERHEITS-ABST. | |
| Q366=1 ;EINTAUCHEN | |
| N150 G79:G01 X+50 Y+50 F10000 M03 * | Zyklus-Aufruf Nuten |
| N160 G00 Z+250 M02 * | Werkzeug freifahren, Programm-Ende |
| N999999 %C210 G71 * | |

# 8.5 Zyklen zum Herstellen von Punktemustern

## Übersicht

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

| Zyklus | Softkey |
|---|---|
| G220 PUNKTEMUSTER AUF KREIS | |
| G221 PUNKTEMUSTER AUF LINIEN | |

Folgende Bearbeitungszyklen können Sie mit den Zyklen G220 und G221 kombinieren:

Wenn Sie unregelmäßige Punktemuster fertigen müssen, dann verwenden Sie Punkte-Tabellen mit **G79 "PAT"** (siehe „Punkte-Tabellen" auf Seite 228).

| | |
|---|---|
| Zyklus G74 | NUTENFRAESEN |
| Zyklus G75/G76 | TASCHENFRAESEN |
| Zyklus G77/G78 | KREISTASCHE |
| Zyklus G83 | TIEFBOHREN |
| Zyklus G84 | GEWINDEBOHREN mit Ausgleichsfutter |
| Zyklus G85 | GEWINDEBOHREN GS ohne Ausgleichsfutter |
| Zyklus G86 | GEWINDESCHNEIDEN |
| Zyklus G200 | BOHREN |
| Zyklus G201 | REIBEN |
| Zyklus G202 | AUSDREHEN |
| Zyklus G203 | UNIVERSAL-BOHREN |
| Zyklus G204 | RUECKWAERTS-SENKEN |
| Zyklus G205 | UNIVERSAL-TIEFBOHREN |
| Zyklus G206 | GEWINDEBOHREN NEU mit Ausgleichsfutter |
| Zyklus G207 | GEWINDEBOHREN GS NEU ohne Ausgleichsfutter |
| Zyklus G208 | BOHRFRAESEN |
| Zyklus G209 | GEWINDEBOHREN SPANBRUCH |
| Zyklus G212 | TASCHE SCHLICHTEN |
| Zyklus G213 | ZAPFEN SCHLICHTEN |
| Zyklus G214 | KREISTASCHE SCHLICHTEN |
| Zyklus G215 | KREISZAPFEN SCHLICHTEN |
| Zyklus G251 | RECHTECKTASCHE |
| Zyklus G252 | KREISTASCHE |
| Zyklus G253 | NUTENFRAESEN |
| Zyklus G254 | RUNDE NUT (nicht mit Zyklus 220 kombinierbar) |
| Zyklus G262 | GEWINDEFRAESEN |

| | |
|---|---|
| Zyklus G263 | SENKGEWINDEFRAESEN |
| Zyklus G264 | BOHRGEWINDEFRAESEN |
| Zyklus G265 | HELIX-BOHRGEWINDEFRAESEN |
| Zyklus G267 | AUSSEN-GEWINDEFRAESEN |

## PUNKTEMUSTER AUF KREIS (Zyklus G220)

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

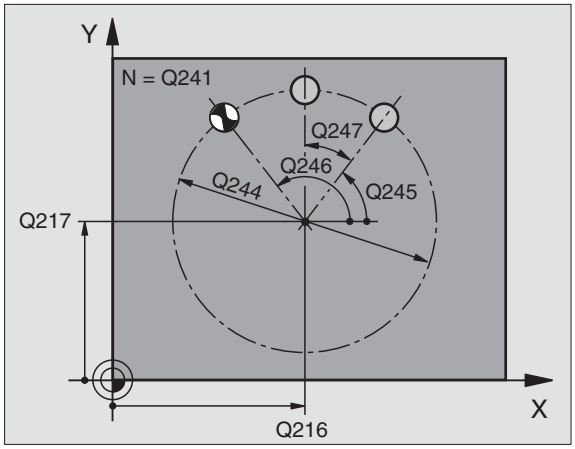
Reihenfolge:

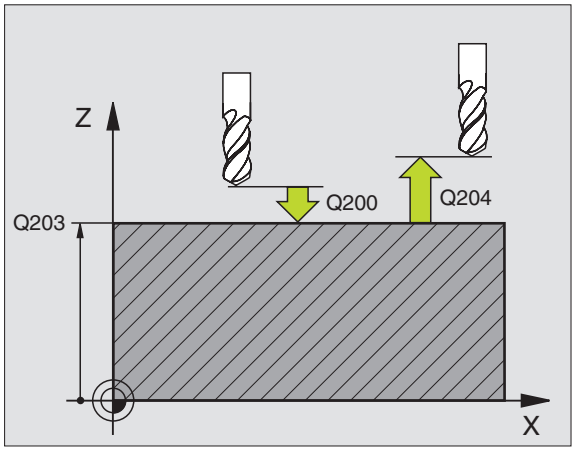
- 2. Sicherheits-Abstand anfahren (Spindelachse)
- Startpunkt in der Bearbeitungsebene anfahren
- Auf Sicherheits-Abstand über Werkstück-Oberfläche fahren (Spindelachse)

**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 G209, G212 bis G215 und G262 bis G267 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

**Beispiel: NC-Sätze**

```
N530 G220 MUSTER KREIS
     Q216=+50       ;MITTE 1. ACHSE
     Q217=+50       ;MITTE 2. ACHSE
     Q244=80        ;TEILKREIS-DURCHM.
     Q245=+0        ;STARTWINKEL
     Q246=+360      ;ENDWINKEL
     Q247=+0        ;WINKELSCHRITT
     Q241=8         ;ANZAHL BEARBEITUNGEN
     Q200=2         ;SICHERHEITS-ABST.
     Q203=+30       ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q204=50        ;2. SICHERHEITS-ABST.
     Q203=1         ;FAHREN AUF S. HOEHE
     Q365=0         ;VERFAHRART
```

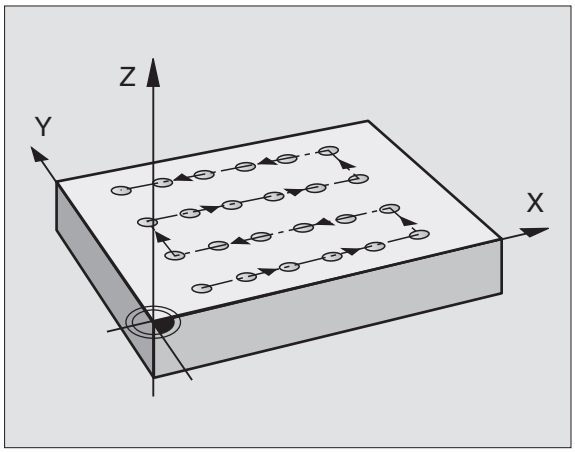
- **Winkelschritt** Q247 (inkremental): Winkel zwischen zwei Bearbeitungen auf dem Teilkreis; wenn der Winkelschritt gleich null ist, dann berechnet die TNC den Winkelschritt aus Startwinkel, Endwinkel und Anzahl Bearbeitungen; wenn ein Winkelschritt eingegeben ist, dann berücksichtigt die TNC den Endwinkel nicht; das Vorzeichen des Winkelschritts legt die Bearbeitungsrichtung fest (– = Uhrzeigersinn)
- **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
- **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
- **Verfahrart? Gerade=0/Kreis=1** Q365: Festlegen, mit welcher Bahnfunktion das Werkzeug zwischen den Bearbeitungen verfahren soll:
  **0**: Zwischen den Bearbeitungen auf einer Geraden verfahren
  **1**: Zwischen den Bearbeitungen zirkular auf dem Teilkreis-Durchmesser verfahren

## PUNKTEMUSTER AUF LINIEN (Zyklus G221)

**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 G209, G212 bis G215 und G262 bis G267 mit Zyklus G221 kombinieren, wirken der Sicherheits-Abstand, die Werkstück-Oberfläche und der 2. Sicherheits-Abstand aus Zyklus G221.




**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

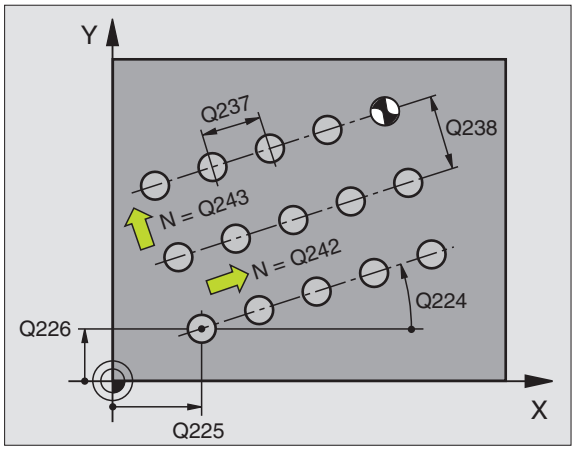
**5** Danach fährt die TNC das Werkzeug zum letzten Punkt der zweiten Zeile und führt dort die Bearbeitung durch

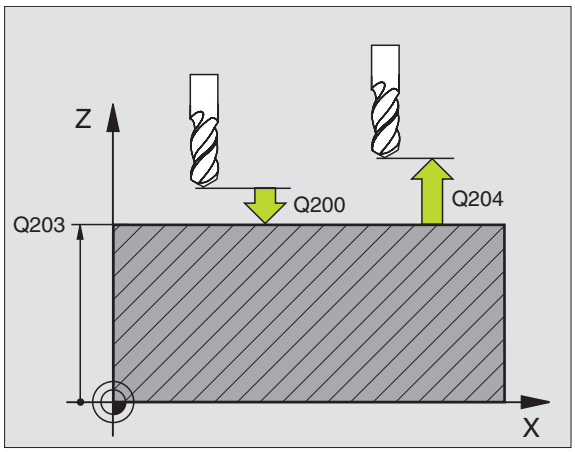
**6** Von dort aus positioniert die TNC das Werkzeug in negativer Richtung der Hauptachse auf den Startpunkt der nächsten Bearbeitung

**7** Dieser Vorgang (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



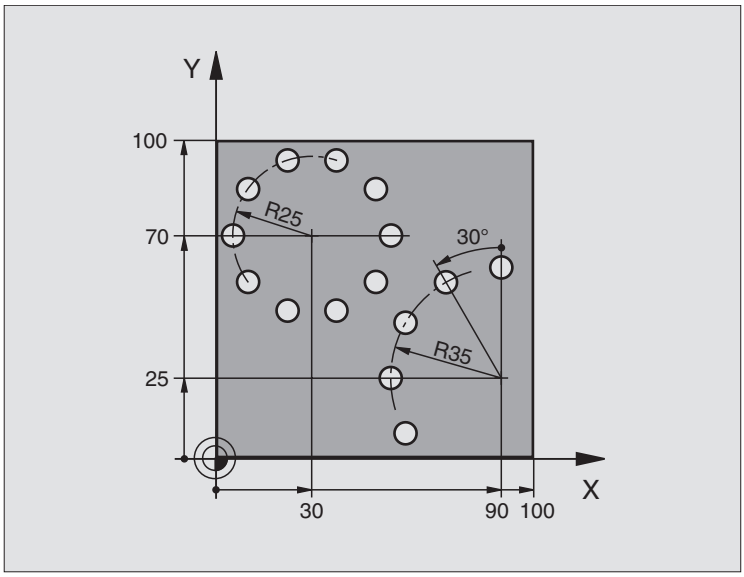



- **Startpunkt 1. Achse** Q225 (absolut): Koordinate des Startpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- **Startpunkt 2. Achse** Q226 (absolut): Koordinate des Startpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- **Abstand 1. Achse** Q237 (inkremental): Abstand der einzelnen Punkte auf der Zeile
- **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
- **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

**Beispiel: NC-Sätze**

```
N540 G221 MUSTER LINIEN
     Q225=+15      ;STARTPUNKT 1. ACHSE
     Q226=+15      ;STARTPUNKT 2. ACHSE
     Q237=+10      ;ABSTAND 1. ACHSE
     Q238=+8       ;ABSTAND 2. ACHSE
     Q242=6        ;ANZAHL SPALTEN
     Q243=4        ;ANZAHL ZEILEN
     Q224=+15      ;DREHLAGE
     Q200=2        ;SICHERHEITS-ABST.
     Q203=+30      ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q204=50       ;2. SICHERHEITS-ABST.
     Q301=1        ;FAHREN AUF S. HOEHE
```

## Beispiel: Lochkreise




| | |
|---|---|
| %BOHRB 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+3 * | Werkzeug-Definition |
| N40 T1 G17 S3500 * | Werkzeug-Aufruf |
| N50 G00 G40 G90 Z+250 M03 * | Werkzeug freifahren |
| N60 G200 BOHREN | Zyklus-Definition Bohren |
| Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST. | |
| Q201=-15 ;TIEFE | |
| Q206=250 ;F TIEFENZUST. | |
| Q202=4 ;ZUSTELL-TIEFE | |
| Q210=0 ;V.-ZEIT | |
| Q203=+0 ;KOOR. OBERFL. | |
| Q204=0 ;2. S.-ABSTAND | |
| Q211=0.25 ;VERWEILZEIT UNTEN | |

| | |
|---|---|
| N70 G220 MUSTER KREIS | Zyklus-Definition Lochkreis 1, CYCL 200 wird automatisch gerufen, |
| Q216=+30 ;MITTE 1. ACHSE | Q200, Q203 und Q204 wirken aus Zyklus 220 |
| Q217=+70 ;MITTE 2. ACHSE | |
| Q244=50 ;TEILKREIS-DURCH. | |
| Q245=+0 ;STARTWINKEL | |
| Q246=+360 ;ENDWINKEL | |
| Q247=+0 ;WINKELSCHRITT | |
| Q241=10 ;ANZAHL | |
| Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST. | |
| Q203=+0 ;KOOR. OBERFL. | |
| Q204=100 ;2. S.-ABSTAND | |
| Q301=1 ;FAHREN AUF S. HOEHE | |
| Q365=1 ;VERFAHRART | |
| N80 G220 MUSTER KREIS | Zyklus-Definition Lochkreis 2, CYCL 200 wird automatisch gerufen, |
| Q216=+90 ;MITTE 1. ACHSE | Q200, Q203 und Q204 wirken aus Zyklus 220 |
| Q217=+25 ;MITTE 2. ACHSE | |
| Q244=70 ;TEILKREIS-DURCH. | |
| Q245=+90 ;STARTWINKEL | |
| Q246=+360 ;ENDWINKEL | |
| Q247=30 ;WINKELSCHRITT | |
| Q241=5 ;ANZAHL | |
| Q200=2 ;SICHERHEITSABST. | |
| Q203=+0 ;KOOR. OBERFL. | |
| Q204=100 ;2. S.-ABSTAND | |
| Q301=1 ;FAHREN AUF S. HOEHE | |
| Q365=1 ;VERFAHRART | |
| N90 G00 G40 Z+250 M02 * | Werkzeug freifahren, Programm-Ende |
| N999999 %BOHRB G71 | |

# 8.6 SL-Zyklen Gruppe I

## Grundlagen

Mit den SL-Zyklen können Sie komplexe Konturen aus bis zu 12 Teilkonturen (Taschen oder Inseln) zusammensetzen. Die einzelnen Teilkonturen geben Sie als Unterprogramme ein. Aus der Liste der Teilkonturen (Unterprogramm-Nummern), die Sie im Zyklus **G37** KONTUR angeben, berechnet die TNC die Gesamtkontur.

> Der Speicher für einen SL-Zyklus (alle Kontur-Unterprogramme) ist auf 48 Kbyte begrenzt. Die Anzahl der möglichen Konturelemente hängt von der Konturart (Innen-/Außenkontur) und der Anzahl der Teilkonturen ab und beträgt z.B. ca. 256 Geradensätze.

### Eigenschaften der Unterprogramme

- Koordinaten-Umrechnungen sind erlaubt. Werden sie innerhalb der Teilkonturen programmiert, wirken sie auch in den nachfolgenden Unterprogrammen, müssen aber nach dem Zyklusaufruf nicht zurückgesetzt werden
- Die TNC ignoriert Vorschübe F und Zusatz-Funktionen M
- Die TNC erkennt eine Tasche, wenn Sie die Kontur innen umlaufen, z.B. Beschreibung der Kontur im Uhrzeigersinn mit Radius-Korrektur **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 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

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

**Beispiel: Schema: Abarbeiten 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 *
```

## Übersicht SL-Zyklen Gruppe I

| Zyklus | Softkey |
|---|---|
| G37 KONTUR (zwingend erforderlich) | |
| G56 VORBOHREN (wahlweise verwendbar) | |
| G57 AUSRAEUMEN (zwingend erforderlich) | |
| G58/G59 KONTURFRAESEN (wahlweise verwendbar)<br>G58: Im Uhrzeigersinn<br>G59: Im Gegen-Uhrzeigersinn | <br> |

## KONTUR (Zyklus G37)

In Zyklus G37 KONTUR listen Sie alle Unterprogramme auf, die zu einer Gesamtkontur überlagert werden sollen.

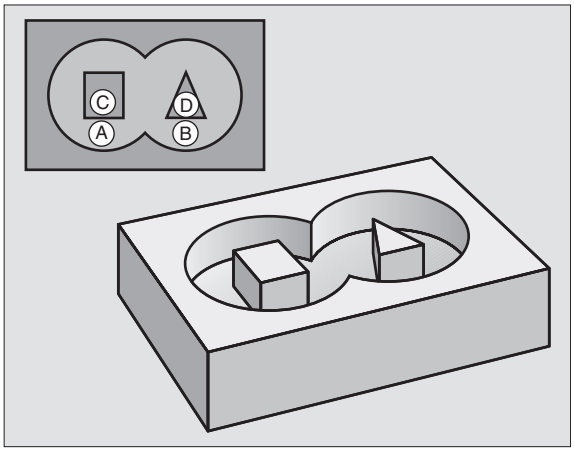
**Beachten Sie vor dem Programmieren**

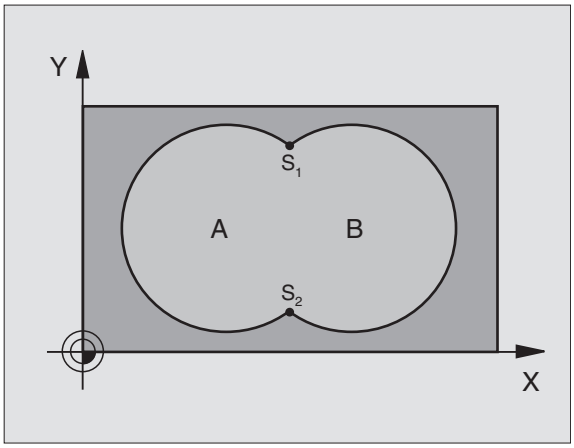
Zyklus **G37** ist DEF-Aktiv, das heißt ab seiner Definition im Programm wirksam.

In Zyklus **G37** können Sie maximal 12 Unterprogramme (Teilkonturen) auflisten.

- **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.

**Überlagerte Konturen:** (siehe „Überlagerte Konturen" auf Seite 341)



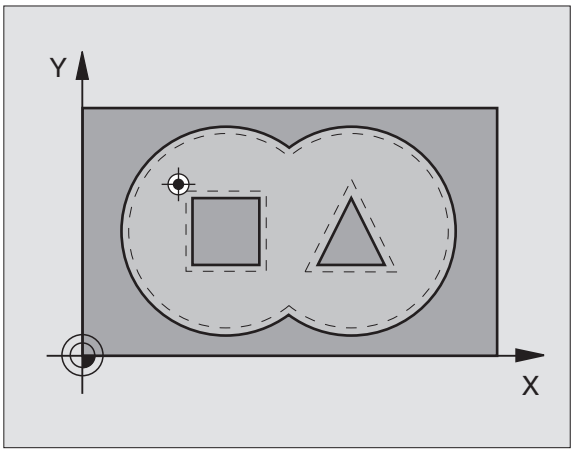

**Beispiel: NC-Sätze**

```
N54 G37 P01 1  P02 5  P03 7  P04  8 *
```

# VORBOHREN (Zyklus G56)

**Beachten Sie vor dem Programmieren**

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



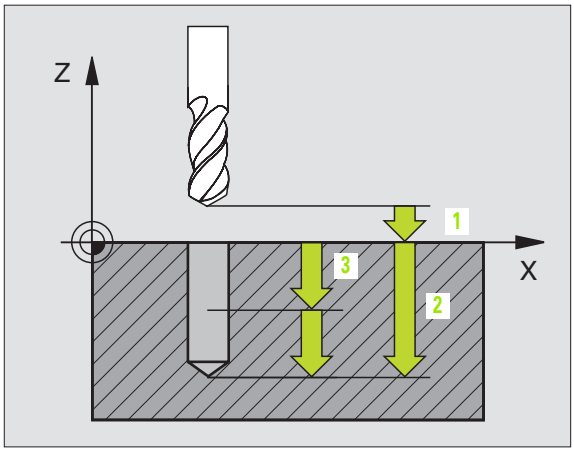

## Zyklus-Ablauf

Wie Zyklus **G83** Tiefbohren, siehe „Zyklen zum Bohren, Gewindebohren und Gewindefräsen", Seite 232.

## Einsatz

Zyklus **G56** VORBOHREN berücksichtigt für die Einstichpunkte das Schlicht-Aufmaß. Die Einstichpunkte sind gleichzeitig die Startpunkte fürs Räumen.

- **Sicherheits-Abstand** 1 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze (Startposition) – Werkstück-Oberfläche
- **Bohrtiefe** 2 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Bohrungsgrund (Spitze des Bohrkegels)
- **Zustell-Tiefe** 3 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Die Bohrtiefe muss kein Vielfaches der Zustell-Tiefe sein. Die TNC fährt in einem Arbeitsgang auf die Bohrtiefe wenn:
  - Zustell-Tiefe und Tiefe gleich sind
  - die Zustell-Tiefe größer als die Bohrtiefe ist
- **Vorschub Tiefenzustellung**: Bohrvorschub in mm/min
- **Schlicht-Aufmaß:** Aufmaß in der Bearbeitungsebene




**Beispiel: NC-Sätze**

```
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

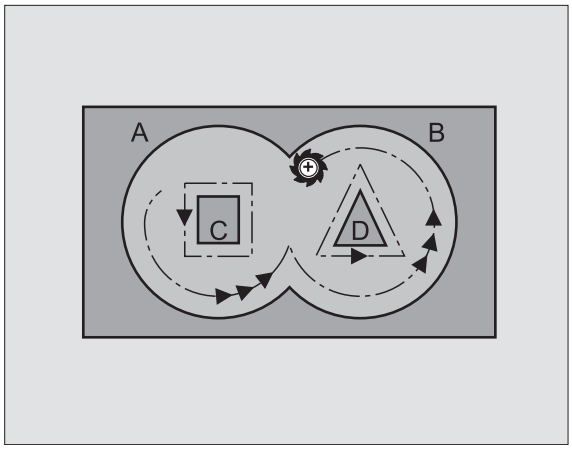
**3** Die TNC fährt das Werkzeug in der Spindelachse auf den Sicherheits-Abstand und danach über den ersten Einstichpunkt in der Bearbeitungsebene

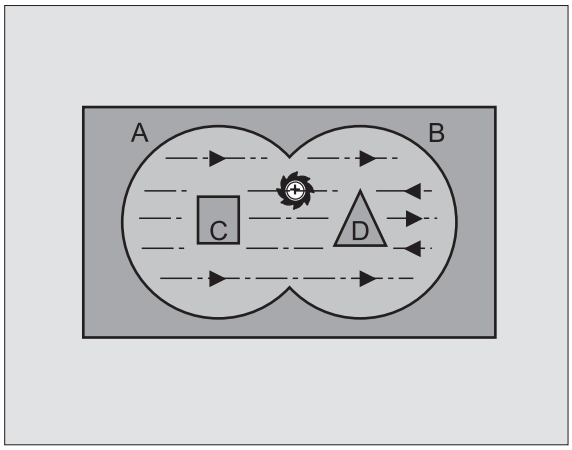
Tasche ausräumen (siehe Bild rechts Mitte):

**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



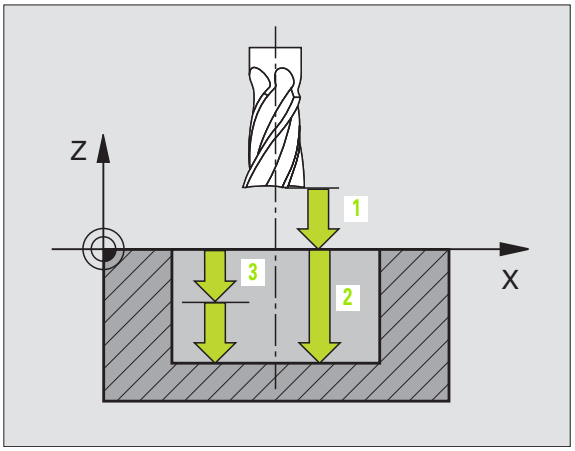
**Beachten Sie vor dem Programmieren**

Mit MP7420.0 und MP7420.1 legen Sie fest, wie die TNC die Kontur bearbeitet (siehe „Allgemeine Anwenderparameter" auf Seite 510).

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 21.

- **Sicherheits-Abstand** 1 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze (Startposition) – Werkstück-Oberfläche
- **Frästiefe** 2 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Taschengrund
- **Zustell-Tiefe** 3 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Die Frästiefe muss kein Vielfaches der Zustell-Tiefe sein. Die TNC fährt in einem Arbeitsgang auf die Tiefe wenn:
  - Zustell-Tiefe und Tiefe gleich sind
  - die Zustell-Tiefe größer als die Frästiefe ist
- **Vorschub Tiefenzustellung**: Eintauchvorschub in mm/min
- **Schlicht-Aufmaß**: Aufmaß in der Bearbeitungsebene
- Ausräum-Winkel: Richtung der Ausräum-Bewegung. Ausräum-Winkel bezieht sich auf die Hauptachse der Bearbeitungsebene. Winkel so eingeben, dass möglichst lange Schnitte entstehen
- **Vorschub**: Fräsvorschub in mm/min




**Beispiel: NC-Satz**

```
N54 G57 P01 2  P02 -15  P03 5  P04 250
    P05 +0,5  P06 +30  P07 500 *
```

## KONTURFRAESEN (Zyklus G58/G59)

**Beachten Sie vor dem Programmieren**

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

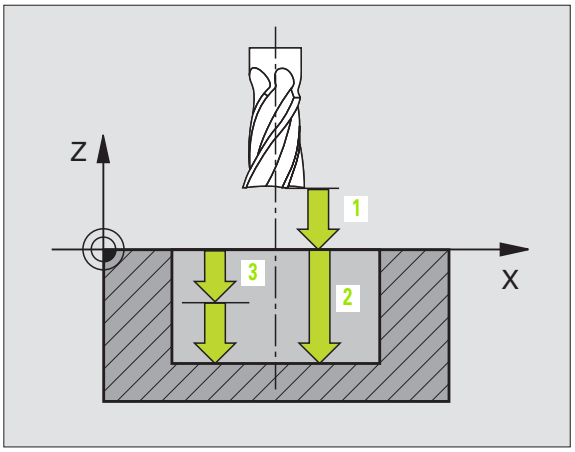
### Einsatz

Zyklus G58/G59 KONTURFRAESEN dient zum Schlichten der Konturtasche.

### Drehsinn beim Konturfräsen:

- Im Uhrzeigersinn: **G58**
- Im Gegen-Uhrzeigersinn: **G59**

- **Sicherheits-Abstand** 1 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze (Startposition) – Werkstück-Oberfläche
- **Frästiefe** 2 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Taschengrund
- **Zustell-Tiefe** 3 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Die Frästiefe muss kein Vielfaches der Zustell-Tiefe sein. Die TNC fährt in einem Arbeitsgang auf die Tiefe wenn:
  - Zustell-Tiefe und Tiefe gleich sind
  - die Zustell-Tiefe größer als die Frästiefe ist
- **Vorschub Tiefenzustellung** : Eintauchvorschub in mm/min
- **Vorschub** : Fräsvorschub in mm/min




**Beispiel: NC-Sätze**

```
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

## Grundlagen

Mit den SL-Zyklen können Sie komplexe Konturen aus bis zu 12 Teilkonturen (Taschen oder Inseln) zusammensetzen. Die einzelnen Teilkonturen geben Sie als Unterprogramme ein. Aus der Liste der Teilkonturen (Unterprogramm-Nummern), die Sie im Zyklus **G37** KONTUR angeben, berechnet die TNC die Gesamtkontur.

Der Speicher für einen SL-Zyklus (alle Kontur-Unterprogramme) ist begrenzt. Die Anzahl der möglichen Konturelemente hängt von der Konturart (Innen-/Außenkontur) und der Anzahl der Teilkonturen ab und beträgt z.B. ca. 1024 Geradensätze.

### Eigenschaften der Unterprogramme

- Koordinaten-Umrechnungen sind erlaubt. Werden sie innerhalb der Teilkonturen programmiert, wirken sie auch in den nachfolgenden Unterprogrammen, müssen aber nach dem Zyklusaufruf nicht zurückgesetzt werden
- Die TNC ignoriert Vorschübe F und Zusatz-Funktionen M
- Die TNC erkennt eine Tasche, wenn Sie die Kontur innen umlaufen, z.B. Beschreibung der Kontur im Uhrzeigersinn mit Radius-Korrektur **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 124 positioniert.

**Beispiel: Schema: Abarbeiten 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 *
```

Die Maßangaben für die Bearbeitung, wie Frästiefe, Aufmaße und Sicherheits-Abstand geben Sie zentral im Zyklus **G120** als KONTUR-DATEN ein.

## Übersicht SL-Zyklen

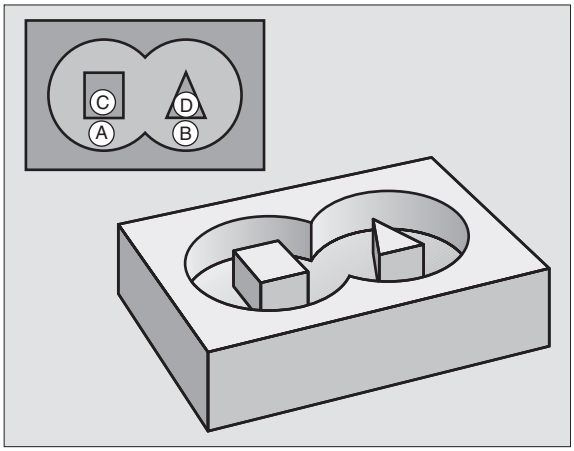
| Zyklus | Softkey |
|---|---|
| G37 KONTUR (zwingend erforderlich) | 37 LBL 1...N |
| G120 KONTUR-DATEN (zwingend erforderlich) | 120 KONTUR-DATEN |
| G121 VORBOHREN (wahlweise verwendbar) | 121 |
| G122 RAEUMEN (zwingend erforderlich) | 122 |
| G123 SCHLICHTEN TIEFE (wahlweise verwendbar) | 123 |
| G124 SCHLICHTEN SEITE (wahlweise verwendbar) | 124 |

**Erweiterte Zyklen:**

| Zyklus | Softkey |
|---|---|
| G125 KONTUR-ZUG | 125 |
| G127 ZYLINDER-MANTEL | 127 |
| G128 ZYLINDER-MANTEL Nutenfräsen | 128 |

## KONTUR (Zyklus G37)

In Zyklus **G37** KONTUR listen Sie alle Unterprogramme auf, die zu einer Gesamtkontur überlagert werden sollen.



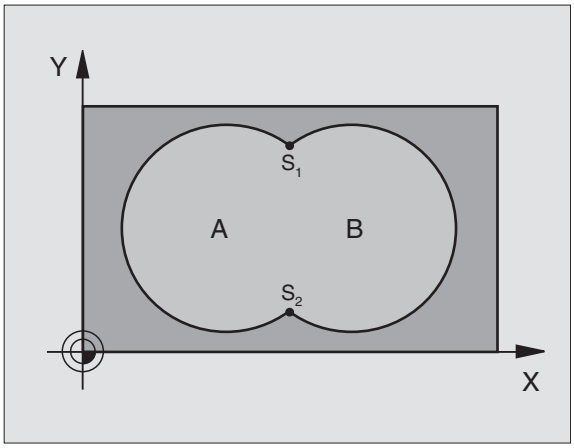

**Beachten Sie vor dem Programmieren**

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.




**Beispiel: NC-Sätze**

```
N120 G37 P01 1  P02 5  P03 7  P04 8 *
```

## 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 S1 und S2, sie müssen nicht programmiert werden.

Die Taschen sind als Vollkreise programmiert.

**Unterprogramm 1: Tasche 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 *
```

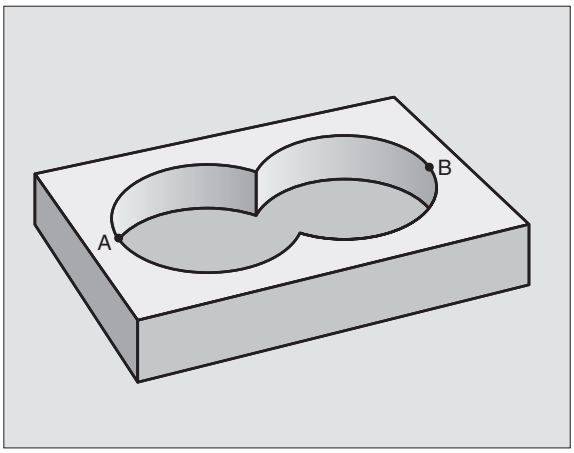
**Unterprogramm 2: Tasche B**

```
N560 G98 L2 *
N570 G01 G42 X+90 Y+50 *
N580 I+65 J+50 *
N590 G02 X+90 Y+50 *
N600 G98 L0 *
```

**„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 *
```

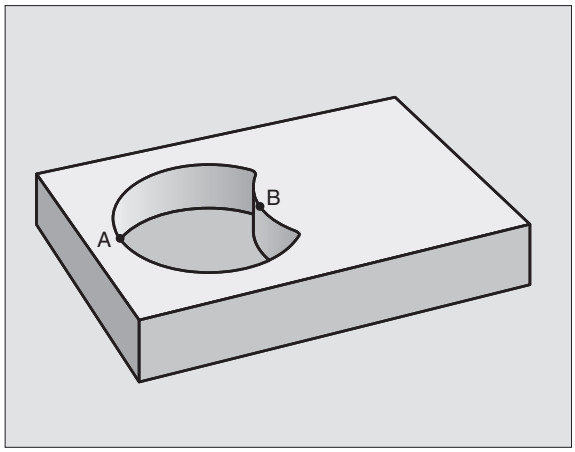
Fläche B:

```
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 *
```

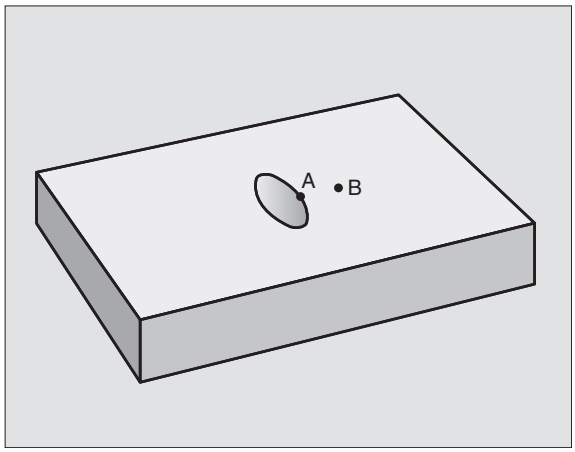
Fläche B:

```
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:

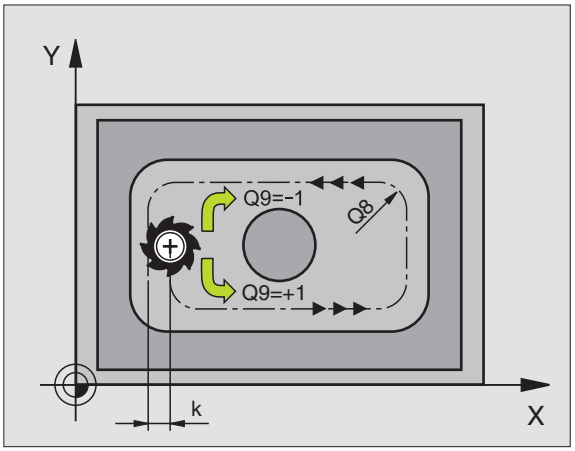
```
N510 G98 L1 *
N520 G01 G42 X+60 Y+50 *
N530 I+35 J+50 *
N540 G02 X+60 Y+50 *
N550 G98 L0 *
```

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 Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den jeweiligen Zyklus nicht aus.

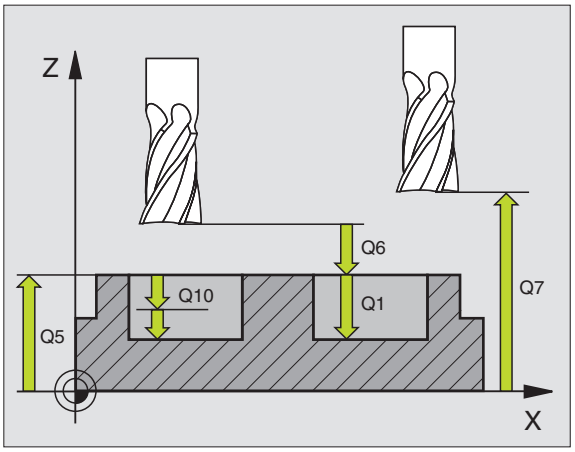
Die in Zyklus **G120** angegebenen Bearbeitungs-Informationen gelten für die Zyklen G121 bis G124.

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 Werkstückoberfläche – 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.




**Beispiel: NC-Satz**

```
N57 G120 KONTUR-DATEN
     Q1=-20          ;FRAESTIEFE
     Q2=1            ;BAHN-UEBERLAPPUNG
     Q3=+0.2         ;AUFMASS SEITE
     Q4=+0.1         ;AUFMASS TIEFE
     Q5=+30          ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q6=2            ;SICHERHEITS-ABST.
     Q7=+80          ;SICHERE HOEHE
     Q8=0.5          ;RUNDUNGSRADIUS
     Q9=+1           ;DREHSINN
```

## VORBOHREN (Zyklus G121)

Die TNC berücksichtigt einen im **T**-Satz programmierten Deltawert **DR** nicht zur Berechnung der Einstichpunkte.

An Engstellen kann die TNC ggf. nicht mit einem Werkzeug vorbohren das größer ist als das Schruppwerkzeug.

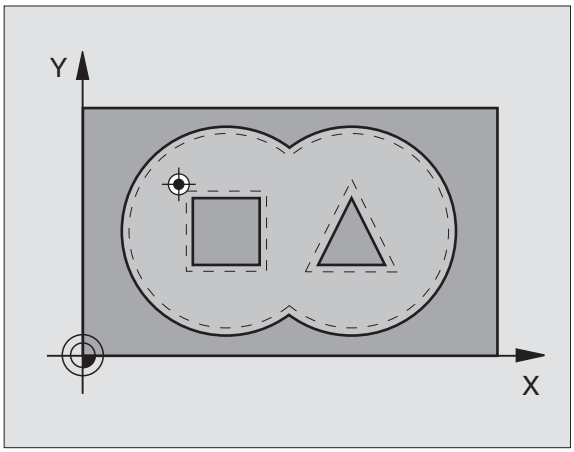
### Zyklus-Ablauf

Wie Zyklus **G83** Tiefbohren, siehe „Zyklen zum Bohren, Gewindebohren und Gewindefräsen", Seite 232.

### 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




**Beispiel: NC-Sätze**

```
N58 G121 VORBOHREN
     Q10=+5          ;ZUSTELL-TIEFE
     Q11=100         ;VORSCHUB TIEFENZ.
     Q13=1           ;AUSRAEUM-WERKZEUG
```

## RAEUMEN (Zyklus G122)

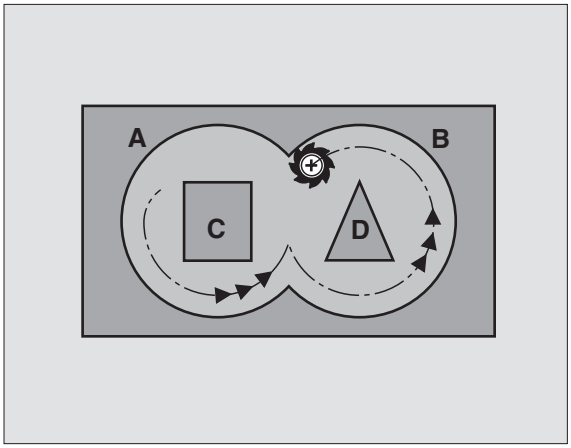
1 Die TNC positioniert das Werkzeug über den Einstichpunkt; dabei wird das Schlichtaufmaß Seite berücksichtigt
2 In der ersten Zustell-Tiefe fräst das Werkzeug mit dem Fräsvorschub Q12 die Kontur von innen nach außen
3 Dabei werden die Inselkonturen (hier: C/D) mit einer Annäherung an die Taschenkontur (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**.

Wenn Sie in der Werkzeug-Tabelle für das Ausräum-Werkzeug in der Spalte ANGLE einen Eintauchwinkel definieren, fährt die TNC in einer Helix-Bewegung auf die jeweilige Ausräumtiefe (siehe „Werkzeug-Tabelle: Standard Werkzeug-Daten" auf Seite 141)

- **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 „Werkzeug-Daten", Seite 139) 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




**Beispiel: NC-Satz**

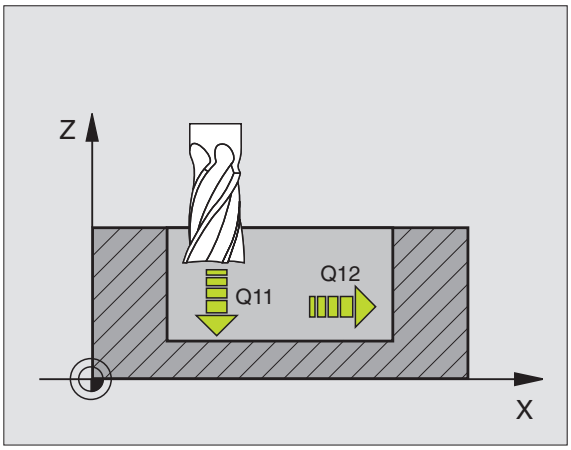
```
N59 G122 RAEUMEN
    Q10=+5          ;ZUSTELL-TIEFE
    Q11=100         ;VORSCHUB TIEFENZ.
    Q12=350         ;VORSCHUB RAEUMEN
    Q18=1           ;VORRAEUM-WERKZEUG
    Q19=150         ;VORSCHUB PENDELN
```

## 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




**Beispiel: NC-Satz**

```
N60 G123 SCHLICHTEN TIEFE
     Q11=100       ;VORSCHUB TIEFENZ.
     Q12=350       ;VORSCHUB RAEUMEN
```

## SCHLICHTEN SEITE (Zyklus G124)

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

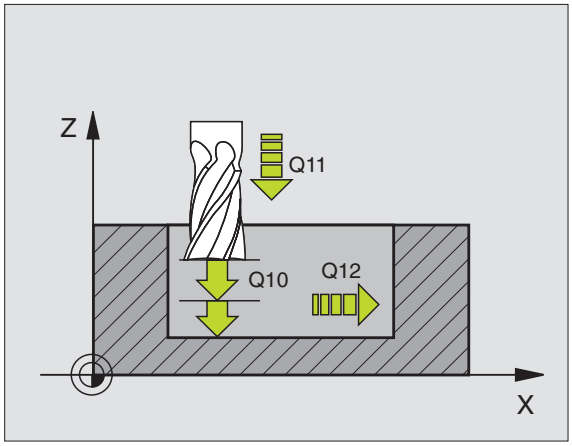
**Beachten Sie vor dem Programmieren**

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.

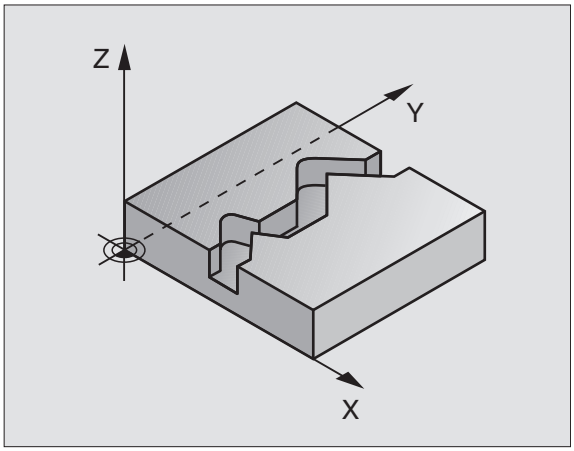
- **Drehsinn? Uhrzeigersinn = –1** Q9: Bearbeitungsrichtung:
  **+1**: Drehung im Gegen-Uhrzeigersinn
  **–1**: Drehung im Uhrzeigersinn
- **Zustell-Tiefe** Q10 (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q11: Eintauchvorschub
- **Vorschub Ausräumen** Q12: Fräsvorschub
- **Schlichtaufmaß Seite** Q14 (inkremental): Aufmaß für mehrmaliges Schlichten; der letzte Schlicht-Rest wird ausgeräumt, wenn Sie Q14 = 0 eingeben




**Beispiel: NC-Satz**

```
N61 G124 SCHLICHTEN SEITE
     Q9=+1          ;DREHSINN
     Q10=+5         ;ZUSTELL-TIEFE
     Q11=100        ;VORSCHUB TIEFENZ.
     Q12=350        ;VORSCHUB RAEUMEN
     Q14=+0         ;AUFMASS SEITE
```

## 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 Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

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 1024 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.

**Achtung Kollisionsgefahr!**

Um mögliche Kollisionen zu vermeiden:

- Direkt nach Zyklus **G125** keine Kettenmaße programmieren, da sich Kettenmaße auf die Position des Werkzeugs am Zyklus-Ende beziehen
- In allen Hauptachsen eine definierte (absolute) Position anfahren, da die Position des Werkzeugs am Zyklusende nicht mit der Position am Zyklusanfang übereinstimmt.

- **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

**Beispiel: NC-Satz**

```
N62 G125 KONTUR-ZUG
    Q1=-20        ;FRAESTIEFE
    Q3=+0         ;AUFMASS SEITE
    Q5=+0         ;KOOR. OBERFLAECHE
    Q7=+50        ;SICHERE HOEHE
    Q10=+5        ;ZUSTELL-TIEFE
    Q11=100       ;VORSCHUB TIEFENZ.
    Q12=350       ;VORSCHUB FRAESEN
    Q15=-1        ;FRAESART
```

## ZYLINDER-MANTEL (Zyklus G127, Software-Option 1)

Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein.

Mit diesem Zyklus können Sie eine auf der Abwicklung definierte Kontur auf den Mantel eines Zylinders übertragen. Verwenden Sie den Zyklus **G128**, wenn Sie Führungsnuten auf dem Zylinder fräsen wollen.

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. Spindelachse). 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).

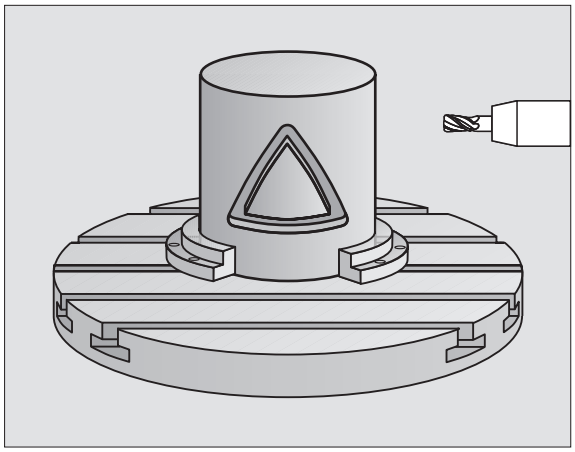
**1** Die TNC positioniert das Werkzeug über den Einstichpunkt; dabei wird das Schlichtaufmaß Seite berücksichtigt

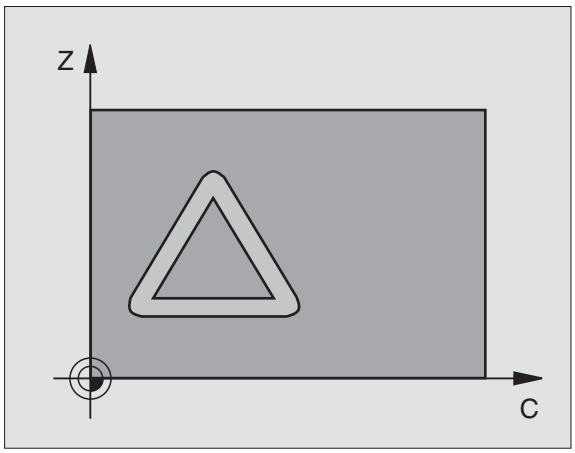
**2** In der ersten Zustell-Tiefe fräst das Werkzeug mit dem Fräsvorschub Q12 entlang der programmierten Kontur

**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 1024 Geraden-Sätze programmieren.

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

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 (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

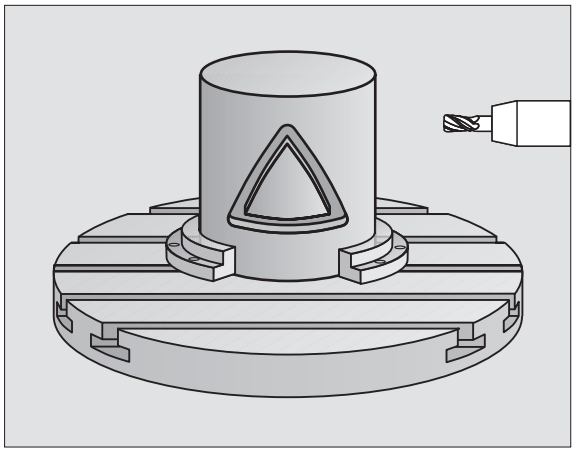
**Beispiel: NC-Satz**

```
N63 G127 ZYLINDER-MANTEL
    Q1=-8          ;FRAESTIEFE
    Q3=+0          ;AUFMASS SEITE
    Q6=+0          ;SICHERHEITS-ABST.
    Q10=+3         ;ZUSTELL-TIEFE
    Q11=100        ;VORSCHUB TIEFENZ.
    Q12=350        ;VORSCHUB FRAESEN
    Q16=25         ;RADIUS
    Q17=0          ;BEMASSUNGSART
```

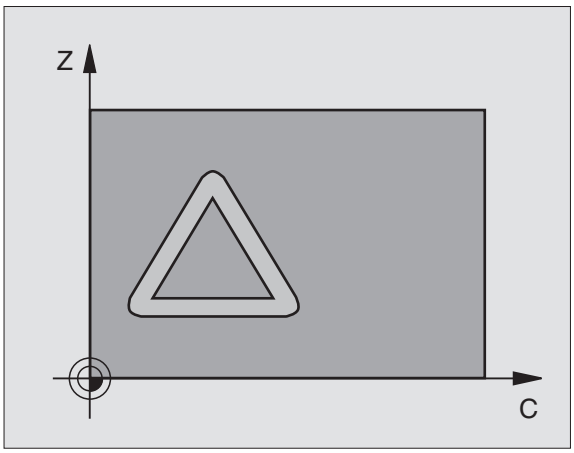
## ZYLINDER-MANTEL Nutenfräsen (Zyklus G128, Software-Option 1)

Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller 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 mit Angabe der Werkzeug-Radiuskorrektur. Über die Radiuskorrektur legen Sie fest, ob die TNC die Nut im Gleich- oder Gegenlauf herstellt:



1. Die TNC positioniert das Werkzeug über den Einstichpunkt
2. In der ersten Zustelltiefe 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 1024 Geraden-Sätze programmieren.

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

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.

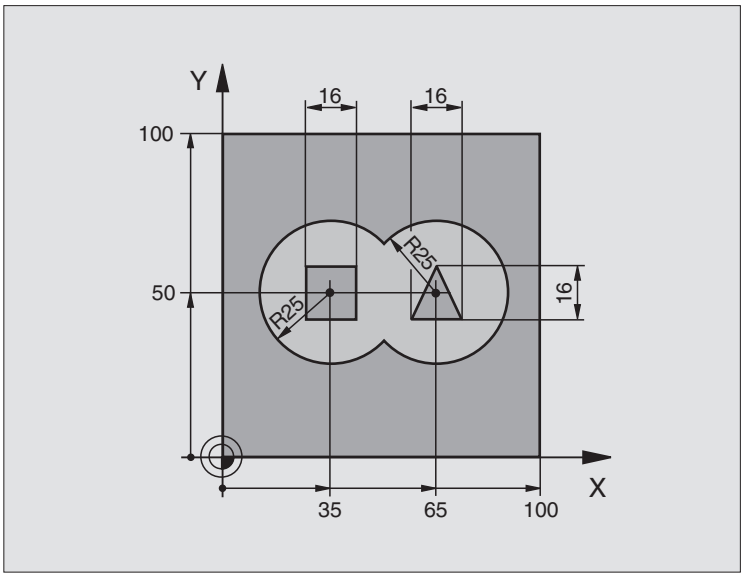
Die TNC überprüft, ob die korrigierte und unkorrigierte Bahn des Werkzeugs innerhalb des Anzeige-Bereichs der Drehachse liegt (im Maschinen-Parameter 810.x definiert ist). Bei Fehlermeldung „Kontur-Programmierfehler“ ggf. MP 810.x = 0 setzen.

- **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

**Beispiel: NC-Satz**

```
N63 G128 ZYLINDER-MANTEL
    Q1=-8          ;FRAESTIEFE
    Q3=+0          ;AUFMASS SEITE
    Q6=+0          ;SICHERHEITS-ABST.
    Q10=+3         ;ZUSTELL-TIEFE
    Q11=100        ;VORSCHUB TIEFENZ.
    Q12=350        ;VORSCHUB FRAESEN
    Q16=25         ;RADIUS
    Q17=0          ;BEMASSUNGSART
    Q20=12         ;NUTBREITE
```

## Beispiel: Überlagerte Konturen vorbohren, schruppen, schlichten

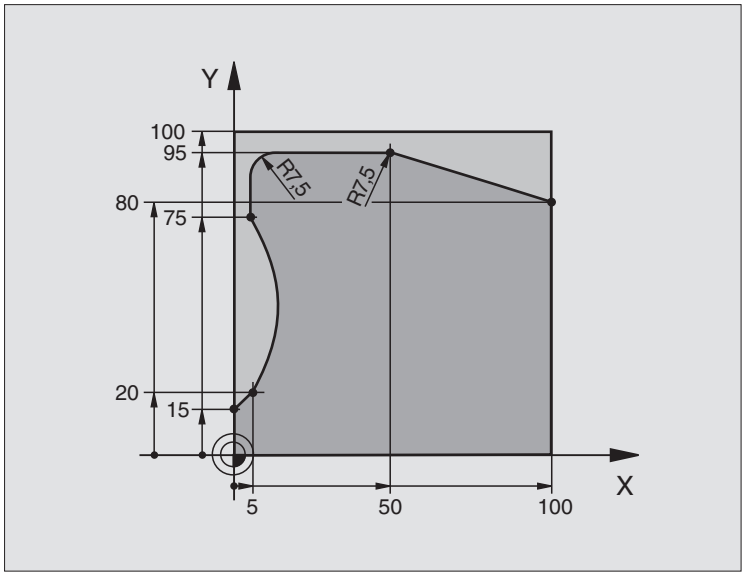



| | |
|---|---|
| %C21 G71 * | |
| N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-40 * | Rohteil-Definition |
| N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 * | |
| N30 G99 T1 L+0 R+6 * | Werkzeug-Definition Bohrer |
| N40 G99 T2 L+0 R+6 * | Werkzeug-Definition Schruppen/Schlichten |
| N50 T1 G17 S4000 * | Werkzeug-Aufruf Bohrer |
| N60 G00 G40 G90 Z+250 * | Werkzeug freifahren |
| N70 G37 P01 1 P02 2 P03 3 P04 4 * | Kontur-Unterprogramme festlegen |
| N80 G120 KONTUR-DATEN | Allgemeine Bearbeitungs-Parameter festlegen |
| Q1=-20 ;FRAESTIEFE | |
| Q2=1 ;BAHN-UEBERLAPPUNG | |
| Q3=+0 ;AUFMASS SEITE | |
| Q4=+0 ;AUFMASS TIEFE | |
| Q5=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE | |
| Q6=2 ;SICHERHEITS-ABST. | |
| Q7=+100 ;SICHERE HOEHE | |
| Q8=0.1 ;RUNDUNGSRADIUS | |
| Q9=-1 ;DREHSINN | |

| | |
|---|---|
| N90 G121 VORBOHREN | Zyklus-Definition Vorbohren |
| Q10=5 ;ZUSTELL-TIEFE | |
| Q11=250 ;VORSCHUB TIEFENZ. | |
| Q13=0 ;AUSRAEUM WERKZEUG | |
| N100 G79 M3 * | Zyklus-Aufruf Vorbohren |
| N110 Z+250 M6 * | Werkzeug-Wechsel |
| N120 T2 G17 S3000 * | Werkzeug-Aufruf Schruppen/Schlichten |
| N130 G122 RAEUMEN | Zyklus-Definition Vorräumen |
| Q10=5 ;ZUSTELL-TIEFE | |
| Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ. | |
| Q12=350 ;VORSCHUB RAEUMEN | |
| Q18=0 ;VORRAEUM-WERKZEUG | |
| Q19=150 ;VORSCHUB PENDELN | |
| N140 G79 M3 * | Zyklus-Aufruf Räumen |
| N150 G123 SCHLICHTEN TIEFE | Zyklus-Definition Schlichten Tiefe |
| Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ. | |
| Q12=200 ;VORSCHUB RAEUMEN | |
| N160 G79 * | Zyklus-Aufruf Schlichten Tiefe |
| N170 G124 SCHLICHTEN SEITE | Zyklus-Definition Schlichten Seite |
| Q9=+1 ;DREHSINN | |
| Q10=-5 ;ZUSTELL-TIEFE. | |
| Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ. | |
| Q12=400 ;VORSCHUB RAEUMEN | |
| Q14=0 ;AUFMASS SEITE | |
| 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: Insel Viereckig 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



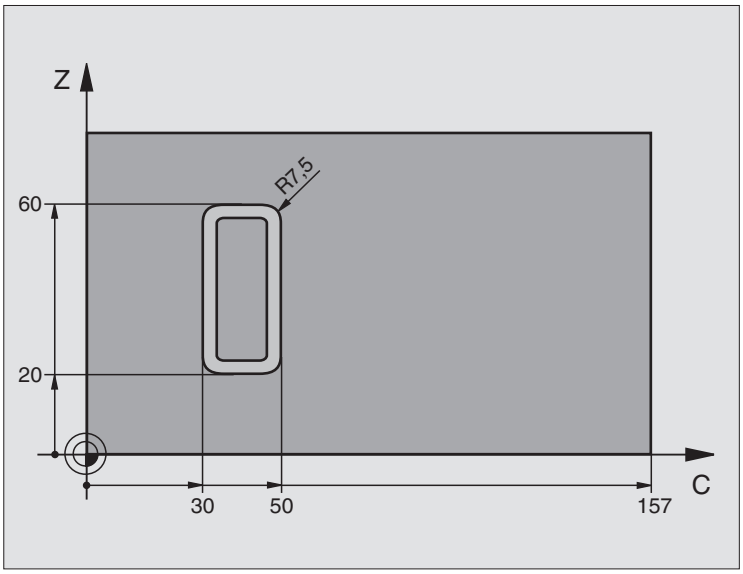

| | |
|---|---|
| %C25 G71 * | |
| N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-40 * | Rohteil-Definition |
| N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 * | |
| N30 G99 T1 L+0 R+10 * | Werkzeug-Definition |
| N50 T1 G17 S2000 * | Werkzeug-Aufruf |
| N60 G00 G40 G90 Z+250 * | Werkzeug freifahren |
| N70 G37 P01 1 * | Kontur-Unterprogramm festlegen |
| N80 G125 KONTUR-ZUG | Bearbeitungs-Parameter festlegen |
| Q1=-20 ;FRAESTIEFE | |
| Q3=+0 ;AUFMASS SEITE | |
| Q5=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE | |
| Q7=+250 ;SICHERE HOEHE | |
| Q10=5 ;ZUSTELL-TIEFE | |
| Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ. | |
| Q12=200 ;VORSCHUB FRAESEN | |
| Q15=+1 ;FRAESART | |
| 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 mit Zyklus G127

**Hinweis**:

- Zylinder mittig auf Rundtisch aufgespannt
- Bezugspunkt liegt in der Rundtisch-Mitte



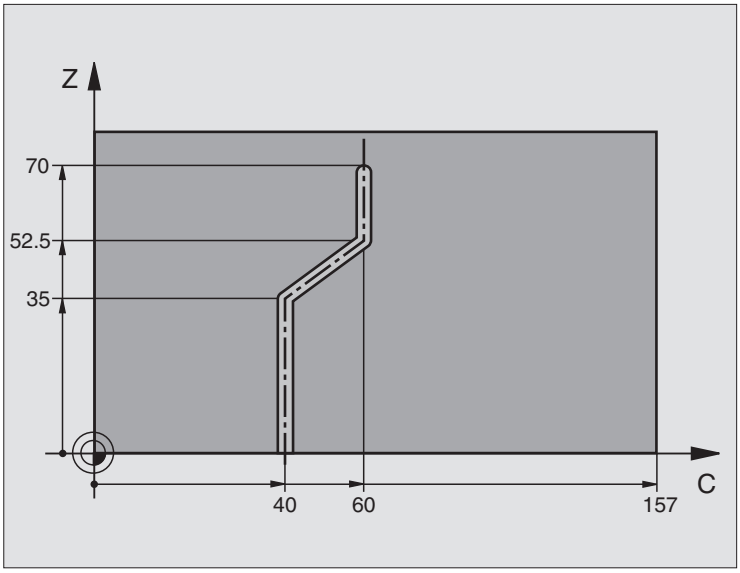

| | |
|---|---|
| %C27 G71 * | |
| N10 G99 T1 L+0 R+3,5 * | Werkzeug-Definition |
| N20 T1 G18 S2000 * | Werkzeug-Aufruf, Werkzeug-Achse Y |
| N30 G00 G40 G90 Y+250 * | Werkzeug freifahren |
| N40 G37 P01 1 * | Kontur-Unterprogramm festlegen |
| N70 G127 ZYLINDER-MANTEL | Bearbeitungs-Parameter festlegen |
| Q1=-7 ;FRAESTIEFE | |
| Q3=+0 ;AUFMASS SEITE | |
| Q6=2 ;SICHERHEITS-ABST. | |
| Q10=4 ;ZUSTELL-TIEFE | |
| Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ. | |
| Q12=250 ;VORSCHUB FRAESEN | |
| Q16=25 ;RADIUS | |
| Q17=1 ;BEMASSUNGSART | |
| 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 * | |

## Beispiel: Zylinder-Mantel mit Zyklus G128

**Hinweise**:

- Zylinder mittig auf Rundtisch aufgespannt.
- Bezugspunkt liegt in der Rundtisch-Mitte
- Beschreibung der Mittelpunktsbahn im Kontur-Unterprogramm




| | |
|---|---|
| %C28 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 X+0 * | Werkzeug auf Rundtisch-Mitte positionieren |
| N60 G128 ZYLINDER-MANTEL | Bearbeitungs-Parameter festlegen |
| Q1=-7 ;FRAESTIEFE | |
| Q3=+0 ;AUFMASS SEITE | |
| Q6=2 ;SICHERHEITS-ABST. | |
| Q10=-4 ;ZUSTELL-TIEFE | |
| Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ. | |
| Q12=250 ;VORSCHUB FRAESEN | |
| Q16=25 ;RADIUS | |
| Q17=1 ;BEMASSUNGSART | |
| Q20=10 ;NUTBREITE | |
| N70 C+0 M3 * | Rundtisch vorpositionieren |
| N80 G79 * | Zyklus-Aufruf |
| N90 G00 G40 Y+250 M2 * | Werkzeug freifahren, Programm-Ende |

| | |
|---|---|
| N100 G98 L1 * | Kontur-Unterprogramm, Beschreibung der Mittelpunktsbahn |
| N100 G01 G41 C+40 Z+0 * | Angaben in der Drehachse in mm (Q17=1) |
| N110 Z+35 * | |
| N120 C+60 Z+52,5 * | |
| N130 Z+70 * | |
| N140 G98 L0 * | |
| N999999 %C28 G71 * | |

# 8.8 SL-Zyklen mit Konturformel

## Grundlagen

Mit den SL-Zyklen und der Konturformel können Sie komplexe Konturen aus Teilkonturen (Taschen oder Inseln) zusammensetzen. Die einzelnen Teilkonturen (Geometriedaten) geben Sie als separate Programme ein. Dadurch sind alle Teilkonturen beliebig wiederverwendbar. Aus den gewählten Teilkonturen, die Sie über eine Konturformel miteinander verknüpfen, berechnet die TNC die Gesamtkontur.

Der Speicher für einen SL-Zyklus (alle Konturbeschreibungs-Programme) ist auf maximal 32 Konturen begrenzt. Die Anzahl der möglichen Konturelemente hängt von der Konturart (Innen-/Außenkontur) und der Anzahl der Konturbeschreibungen ab und beträgt z.B. ca. 1024 Geradensätze.

Die SL-Zyklen mit Konturformel setzen einen strukturierten Programmaufbau voraus und bieten die Möglichkeit, immer wiederkehrende Konturen in einzelnen Programmen abzulegen. Über die Konturformel verknüpfen Sie die Teilkonturen zu einer Gesamtkontur und legen fest, ob es sich um eine Tasche oder Insel handelt.

Die Funktion SL-Zyklen mit Konturformel ist in der Bedienoberfläche der TNC auf mehrere Bereiche verteilt und dient als Grundlage für weitergehende Entwicklungen.

### Eigenschaften der Teilkonturen

- Die TNC erkennt grundsätzlich alle Konturen als Tasche. Programmieren Sie keine Radiuskorrektur. In der Konturformel können Sie eine Tasche durch negieren in eine Insel umwandeln.
- Die TNC ignoriert Vorschübe F und Zusatz-Funktionen M
- Koordinaten-Umrechnungen sind erlaubt. Werden sie innerhalb der Teilkonturen programmiert, wirken sie auch in den nachfolgenden Unterprogrammen, müssen aber nach dem Zyklusaufruf nicht zurückgesetzt werden
- Die Unterprogramme dürfen auch Koordinaten in der Spindelachse enthalten, diese werden aber ignoriert
- 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)

**Beispiel: Schema: Abarbeiten mit SL-Zyklen und Konturformel**

```
%KONTUR G71
...
N50 %:CNT: "MODEL"
N60 G120 Q1= ...
N70 G122 Q10= ...
N80 G79
...
N120 G123 Q11= ...
N130 G79
...
N160 G124 Q9= ...
N170 G79
N180 G00 G40 G90 Z+250 M2
N99999999 %KONTUR G71
```

**Beispiel: Schema: Verrechnung der Teilkonturen mit Konturformel**

```
%MODEL G71
N10 DECLARE CONTOUR QC1 = "KREIS1"
N20 DECLARE CONTOUR QC2 = "KREIS31XY"
N30 DECLARE CONTOUR QC3 = "DREIECK"
N40 DECLARE CONTOUR QC4 = "QUADRAT"
N50 QC10 = ( QC1 | QC3 | QC4 ) \ QC2
N99999999 %MODEL G71

%KREIS1 G71
N10 I+75 J+50
N20 G11 R+45 H+0 G40
N30 G13 G91 H+360
N99999999 %KREIS1 G71

%KREIS31XY G71
...
...
```

- 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 G120 als KONTUR-DATEN ein.

## Programm mit Konturdefinitionen wählen

Mit der Funktion **%:CNT** wählen Sie ein Programm mit Kontur-Definitionen, aus denen die TNC die Konturbeschreibungen entnimmt:

- Funktionen zum Programm-Aufruf wählen: Taste PGM CALL drücken

- Softkey KONTUR WÄHLEN drücken
- Vollständigen Programmnamen des Programms mit der Kontur-Definitionen eingeben, mit Taste END bestätigen

%:CNT-Satz vor den SL-Zyklen programmieren. Zyklus 14 KONTUR ist bei der Verwendung von %:CNT nicht mehr erforderlich.

## Konturbeschreibungen definieren

Mit der Funktion **DECLARE CONTOUR** geben Sie einem Programm den Pfad für Programme an, aus denen die TNC die Konturbeschreibungen entnimmt:

- Softkey DECLARE drücken

- Softkey CONTOUR drücken
- Nummer für den Konturbezeichner **QC** eingeben, mit Taste ENT bestätigen
- Vollständigen Programmnamen des Programms mit den Kontur-Beschreibung eingeben, mit Taste END bestätigen

Mit den angegebenen Konturbezeichnern QC können Sie in der Konturformel die verschiedenen Konturen miteinander verrechnen

Mit der Funktion **DECLARE STRING** definieren Sie einen Text. Diese Funktion wird vorest noch nicht ausgewertet.

## Konturformel eingeben

Über Softkeys können Sie verschiedene Konturen in einer mathematischen Formel miteinander verknüpfen:

- Q-Parameter-Funktion wählen: Taste Q drücken (im Feld für Zahlen-Eingabe, rechts). Die Softkey-Leiste zeigt die Q-Parameter-Funktionen
- Funktion zur Eingabe der Konturformel wählen: Softkey KONTUR FORMEL drücken. Die TNC zeigt folgende Softkeys an:

| Verknüpfungs-Funktion | Softkey |
|---|---|
| **geschnitten mit**<br>z.B. `QC10 = QC1 & QC5` | |
| **vereinigt mit**<br>z.B. `QC25 = QC7 \| QC18` | |
| **vereinigt mit, aber ohne Schnitt**<br>z.B. `QC12 = QC5 ^ QC25` | |
| **geschnitten mit Komplement von**<br>z.B. `QC25 = QC1 \ QC2` | |
| **Komplement des Konturgebietes**<br>z.B. `Q12 = #Q11` | |
| **Klammer auf**<br>z.B. `QC12 = QC1 * (QC2 + QC3)` | |
| **Klammer zu**<br>z.B. `QC12 = QC1 * (QC2 + QC3)` | |

## Überlagerte Konturen

Die TNC betrachtet grundsätzlich eine programmierte Kontur als Tasche. Mit den Funktionen der Konturformel haben Sie die Möglichkeit, eine Kontur in eine Insel umzuwandeln

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 Konturbeschreibungs-Programme, die in einem Konturdefinitions-Programm definiert werden. Das Konturdefinitions-Programm wiederum wird über die Funktion `%:CNT` im eigentlichen Hauptprogramm aufgerufen.

Die Taschen A und B überlagern sich.

Die TNC berechnet die Schnittpunkte S1 und S2, sie müssen nicht programmiert werden.

Die Taschen sind als Vollkreise programmiert.

**Konturbeschreibungs-Programm 1: Tasche A**

```
%TASCHE_A G71
N10 G01 X+10 Y+50 G40
N20 I+35 J+50
N30 G02 X+10 Y+50
N999999999 %TASCHE_A G71
```

**Konturbeschreibungs-Programm 2: Tasche B**

```
%TASCHE_B G71
N10 G01 X+90 Y+50 G40
N20 I+65 J+50
N30 G02 X+90 Y+50
N999999999 %TASCHE_B G71
```

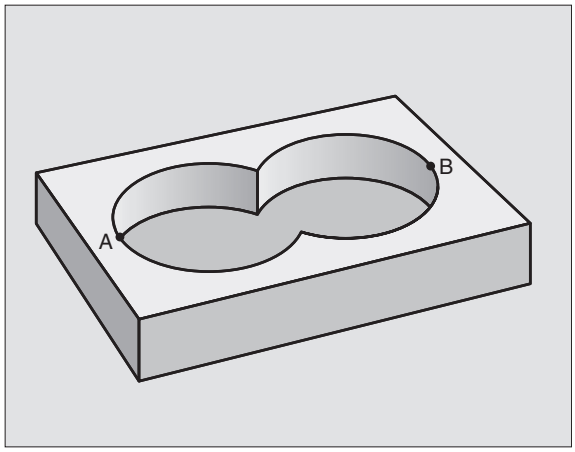
**„Summen“-Fläche**

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

- Die Flächen A und B müssen in seperaten Programmen ohne Radiuskorrektur programmiert sein
- In der Konturformel werden die Flächen A und B mit der Funktion “vereinigt mit“ verrechnet

Konturdefinitions-Programm:

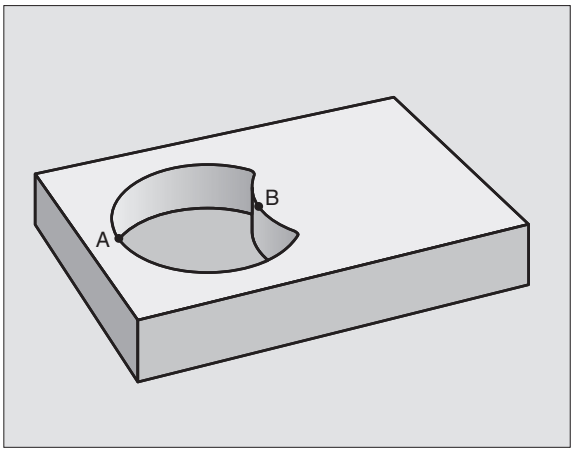
```
N50 ...
N60 ...
N70 DECLARE CONTOUR QC1 = "TASCHE_A.H"
N80 DECLARE CONTOUR QC2 = "TASCHE_B.H"
N90 QC10 = QC1 | QC2
N100 ...
N110 ...
```



**„Differenz“-Fläche**

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

- Die Flächen A und B müssen in seperaten Programmen ohne Radiuskorrektur programmiert sein
- In der Konturformel wird die Fläche B mit der Funktion “geschnitten mit Komplement von“ von der Fläche A abgezogen



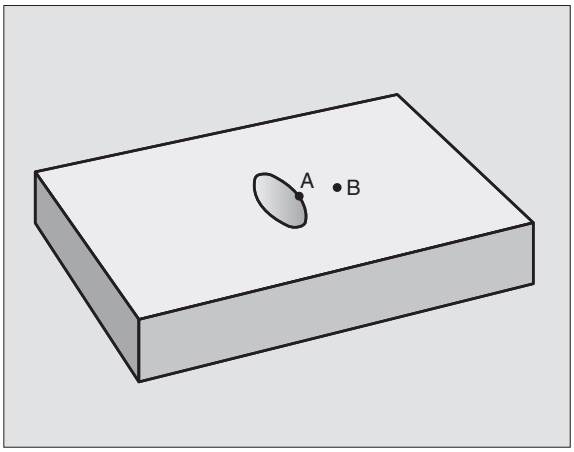

Konturdefinitions-Programm:

```
N50 ...
N60 ...
N70 DECLARE CONTOUR QC1 = "TASCHE_A.H"
N80 DECLARE CONTOUR QC2 = "TASCHE_B.H"
N90 QC10 = QC1 \ QC2
N100 ...
N110 ...
```

**„Schnitt“-Fläche**

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

- Die Flächen A und B müssen in seperaten Programmen ohne Radiuskorrektur programmiert sein
- In der Konturformel werden die Flächen A und B mit der Funktion “geschnitten mit“ verrechnet



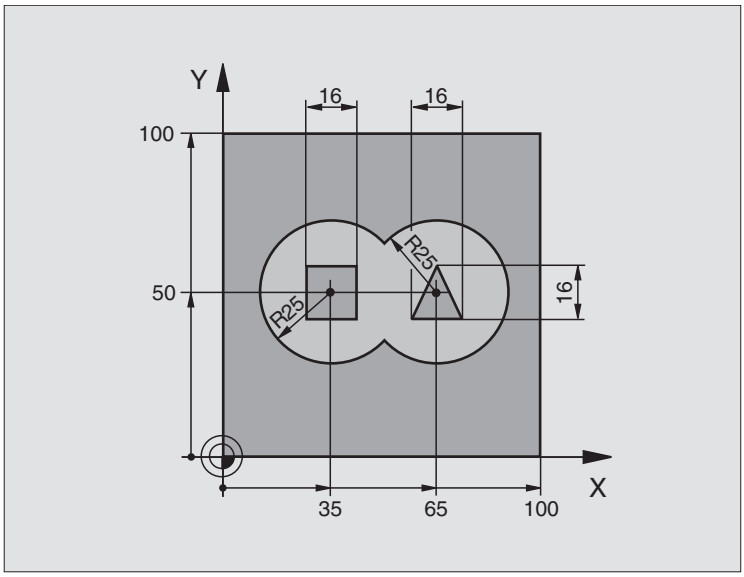

Konturdefinitions-Programm:

```
N50 ...
N60 ...
N70 DECLARE CONTOUR QC1 = "TASCHE_A.H"
N80 DECLARE CONTOUR QC2 = "TASCHE_B.H"
N90 QC10 = QC1 & QC2
N100 ...
N110 ...
```

## Kontur Abarbeiten mit SL-Zyklen

Die Bearbeitung der Gesamtkontur erfolgt mit den SL-Zyklen G120 bis G124 (siehe „SL-Zyklen Gruppe II“ auf Seite 339)

## Beispiel: Überlagerte Konturen mit Konturformel schruppen und 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+2.5 * | Werkzeug-Definition Schruppfräser |
| N40 G99 T2 L+0 R+3 * | Werkzeug-Definition Schlichtfräser |
| N50 T1 G17 S2500 * | Werkzeug-Aufruf Schruppfräser |
| N60 G00 G40 G90 Z+250 * | Werkzeug freifahren |
| N70 %:CNT: "MODEL" * | Konturdefinitions-Programm festlegen |
| N80 G120 KONTUR-DATEN | Allgemeine Bearbeitungs-Parameter festlegen |
| Q1=-20 ;FRAESTIEFE | |
| Q2=1 ;BAHN-UEBERLAPPUNG | |
| Q3=+0.5 ;AUFMASS SEITE | |
| Q4=+0.5 ;AUFMASS TIEFE | |
| Q5=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE | |
| Q6=2 ;SICHERHEITS-ABST. | |
| Q7=+100 ;SICHERE HOEHE | |
| Q8=0.1 ;RUNDUNGSRADIUS | |
| Q9=-1 ;DREHSINN | |

| | |
|---|---|
| N90 G122 RAEUMEN | Zyklus-Definition Räumen |
| Q10=5 ;ZUSTELL-TIEFE | |
| Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ. | |
| Q12=350 ;VORSCHUB RAEUMEN | |
| Q18=0 ;VORRAEUM-WERKZEUG | |
| Q19=150 ;VORSCHUB PENDELN | |
| N100 G79 M3 * | Zyklus-Aufruf Räumen |
| N110 T2 G17 S5000 * | Werkzeug-Aufruf Schlichtfräser |
| N150 G123 SCHLICHTEN TIEFE | Zyklus-Definition Schlichten Tiefe |
| Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ. | |
| Q12=200 ;VORSCHUB RAEUMEN | |
| N160 G79 * | Zyklus-Aufruf Schlichten Tiefe |
| N170 G124 SCHLICHTEN SEITE | Zyklus-Definition Schlichten Seite |
| Q9=+1 ;DREHSINN | |
| Q10=-5 ;ZUSTELL-TIEFE. | |
| Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ. | |
| Q12=400 ;VORSCHUB RAEUMEN | |
| Q14=0 ;AUFMASS SEITE | |
| N180 G79 * | Zyklus-Aufruf Schlichten Seite |
| N190 G00 Z+250 M2 * | Werkzeug freifahren, Programm-Ende |
| N999999 %C21 G71 * | |

Konturdefinitions-Programm mit Konturformel:

| | |
|---|---|
| %MODEL G71 * | Konturdefinitions-Programm |
| N10 DECLARE CONTOUR QC1 = "KREIS1" * | Definition des Konturbezeichners für das Programm “KREIS1“ |
| N20 D00 Q1 P01 +35 * | Wertzuweisung für verwendete Parameter im PGM “KREIS31XY“ |
| N30 D00 Q2 P01 +50 * | |
| N40 D00 Q3 P01 +25 * | |
| N50 DECLARE CONTOUR QC2 = "KREIS31XY" * | Definition des Konturbezeichners für das Programm “KREIS31XY“ |
| N60 DECLARE CONTOUR QC3 = "DREIECK" * | Definition des Konturbezeichners für das Programm “DREIECK“ |
| N70 DECLARE CONTOUR QC4 = "QUADRAT" * | Definition des Konturbezeichners für das Programm “QUADRAT“ |
| N80 QC10 = ( QC 1 \| QC 2 ) \ QC 3 \ QC 4 * | Konturformel |
| N99999999 %MODEL G71 * | |

Konturbeschreibungs-Programme:

| | |
|---|---|
| %KREIS1 G71 * | Konturbeschreibungs-Programm: Kreis rechts |
| N10 I+65 J+50 * | |
| N20 G11 R+25 H+0 G40 * | |
| N30 CP IPA+360 DR+ * | |
| N99999999 %KREIS1 G71 * | |

| | |
|---|---|
| %KREIS31XY G71 * | Konturbeschreibungs-Programm: Kreis links |
| N10 I+Q1 J+Q2 * | |
| N20 G11 R+Q3 H+0 G40 * | |
| N30 G13 G91H+360 * | |
| N99999999 %KREIS31XY G71 * | |

| | |
|---|---|
| %DREIECK G71 * | Konturbeschreibungs-Programm: Dreieck rechts |
| N10 G01 X+73 Y+42 G40 * | |
| N20 G01 X+65 Y+58 * | |
| N30 G01 X+42 Y+42 * | |
| N40 G01 X+73 * | |
| N99999999 %DREIECK G71 * | |

| | |
|---|---|
| %QUADRAT G71 * | Konturbeschreibungs-Programm: Quadrat links |
| N10 G01 X+27 Y+58 G40 * | |
| N20 G01 X+43 * | |
| N30 G01 Y+42 * | |
| N40 G01 X+27 * | |
| N50 G01 Y+58 * | |
| N99999999%QUADRAT G71 * | |

# 8.9 Zyklen zum Abzeilen

## Übersicht

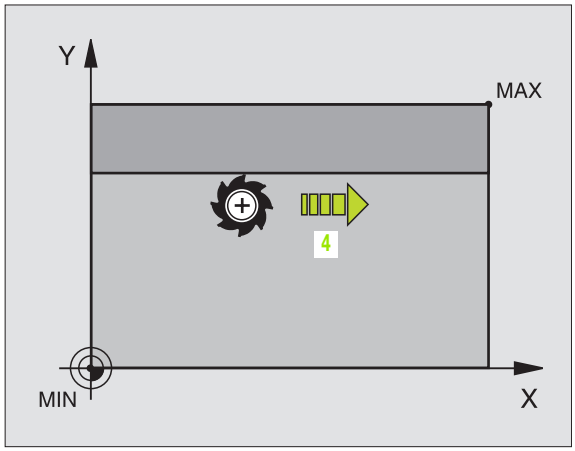
Die TNC stellt drei Zyklen zur Verfügung, mit denen Sie Flächen mit folgenden Eigenschaften bearbeiten können:

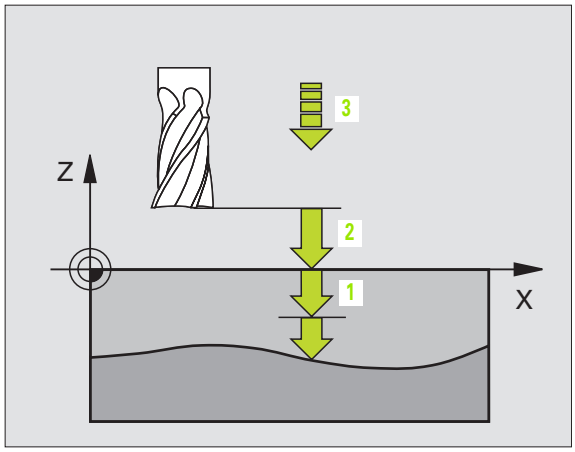
- Von einem CAD-/CAM-System erzeugt
- Eben rechteckig
- Eben schiefwinklig
- Beliebig geneigt
- In sich verwunden

| Zyklus | Softkey |
|---|---|
| G60 3D-DATEN ABARBEITEN<br>Zum Abzeilen von 3D-Daten in mehreren Zustellungen | |
| G230 ABZEILEN<br>Für ebene rechteckige Flächen | |
| G231 REGELFLAECHE<br>Für schiefwinklige, geneigte und verwundene Flächen | |

## 3D-DATEN ABARBEITEN (Zyklus G60)

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 3D-Daten-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 3D-Daten in mehreren Zustellungen abarbeiten, die von einem externen Programmiersystem erstellt wurden.

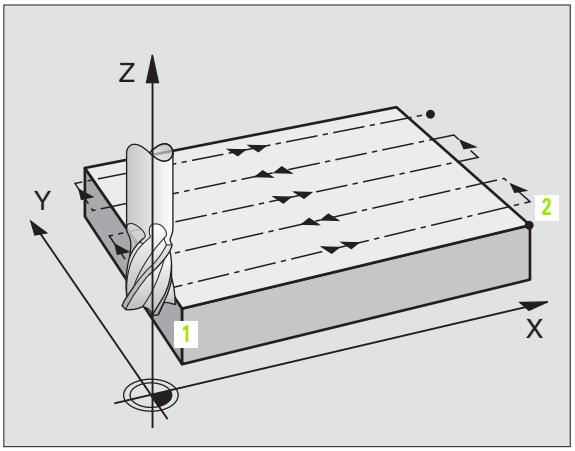
60 PNT-DATEI FRASEN

- **Datei-Name 3D-Daten**: Name der Datei eingeben, in der die zu bearbeitenden Daten gespeichert sind; wenn die Datei nicht im aktuellen Verzeichnis steht, kompletten Pfad eingeben
- **MIN-Punkt Bereich**: Minimal-Punkt (X-, Y- und Z-Koordinate) des Bereichs, in dem gefräst werden soll
- **MAX-Punkt Bereich**: Maximal-Punkt (X-, Y- und Z-Koordinate) des Bereichs, in dem gefräst werden soll
- **Sicherheits-Abstand** 1 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche bei Eilgang-Bewegungen
- **Zustell-Tiefe** 2 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird
- **Vorschub Tiefenzustellung** 3: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in mm/min
- **Vorschub Fräsen** 4: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- **Zusatz-Funktion M**: Optionale Eingabe einer Zusatz-Funktion, z.B. M13

**Beispiel: NC-Satz**

```
N64 G60 P01 BSP.I P01 X+0 P02 Y+0
    P03 Z-20 P04 X+100 P05 Y+100 P06 Z+0
    P07 2 P08 +5 P09 100 P10 350 M13 *
```

## ABZEILEN (Zyklus G230)



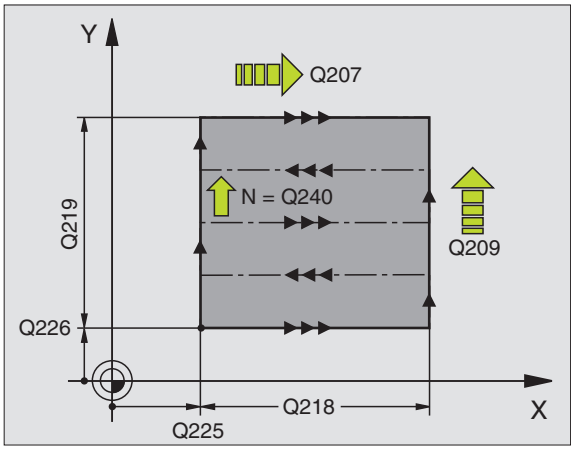

1. Die TNC positioniert das Werkzeug im Eilgang von der aktuellen Position aus in der Bearbeitungsebene auf den Startpunkt 1; die TNC versetzt das Werkzeug dabei um den Werkzeug-Radius nach links und nach oben
2. Anschließend fährt das Werkzeug mit Eilgang in der Spindelachse auf Sicherheits-Abstand 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

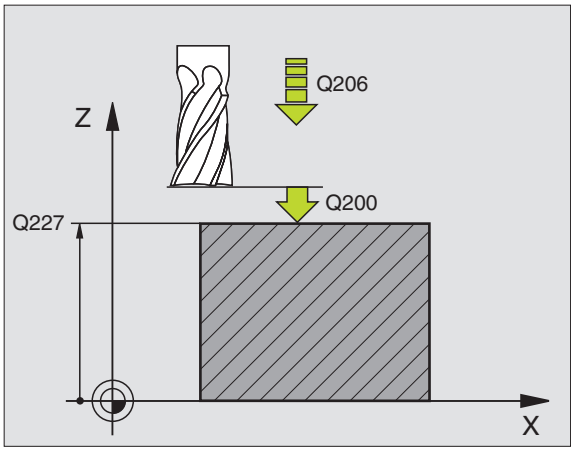
**Beachten Sie vor dem Programmieren**

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

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** 206: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



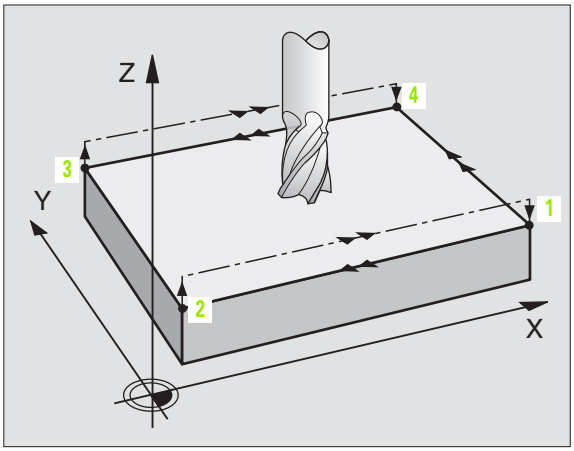



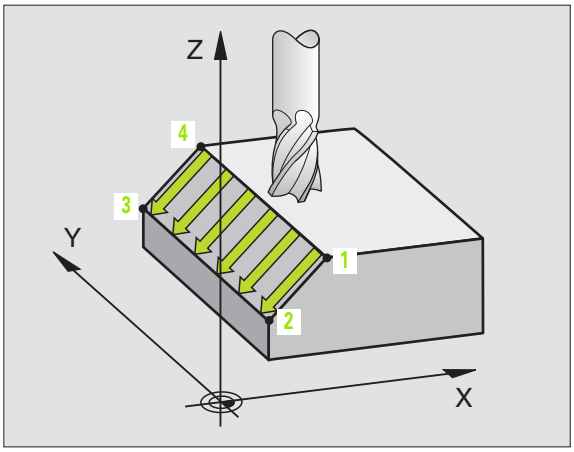

**Beispiel: NC-Satz**

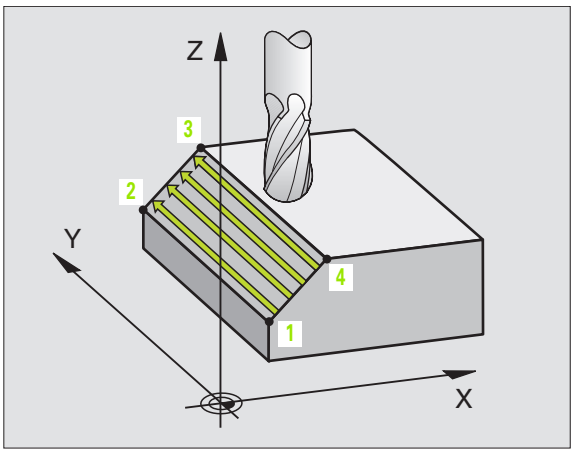
```
N71 G230 ABZEILEN
     Q225=+10       ;STARTPUNKT 1. ACHSE
     Q226=+12       ;STARTPUNKT 2. ACHSE
     Q227=+2.5      ;STARTPUNKT 3. ACHSE
     Q218=150       ;1. SEITEN-LAENGE
     Q219=75        ;2. SEITEN-LAENGE
     Q240=25        ;ANZAHL SCHNITTE
     Q206=150       ;VORSCHUB TIEFENZ.
     Q207=500       ;VORSCHUB FRAESEN
     Q209=200       ;VORSCHUB QUER
     Q200=2         ;SICHERHEITS-ABST.
```

## REGELFLAECHE (Zyklus G231)

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 nächste Zeile
6 Danach fährt die TNC das Werkzeug auf den Endpunkt dieser Zeile. Den Endpunkt berechnet die TNC aus Punkt 2 und einem Versatz in Richtung Punkt 3
7 Das Abzeilen wiederholt sich, bis die eingegebene Fläche vollständig bearbeitet ist
8 Am Ende positioniert die TNC das Werkzeug um den Werkzeug-Durchmesser über den höchsten eingegebenen Punkt in der Spindelachse




### Schnittführung

Der Startpunkt und damit die Fräsrichtung ist frei wählbar, weil die TNC die Einzelschnitte grundsätzlich von Punkt 1 nach Punkt 2 fährt und der 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

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

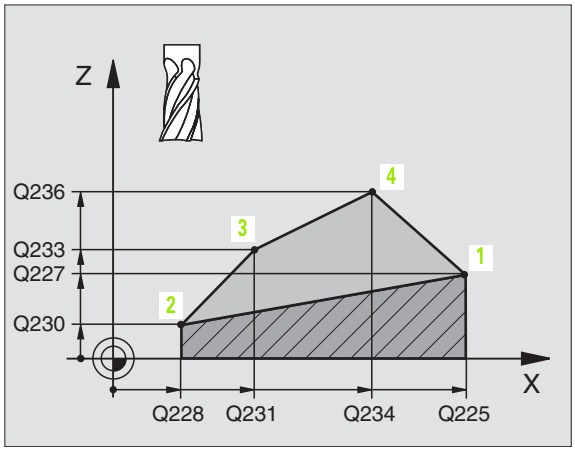
**Beachten Sie vor dem Programmieren**

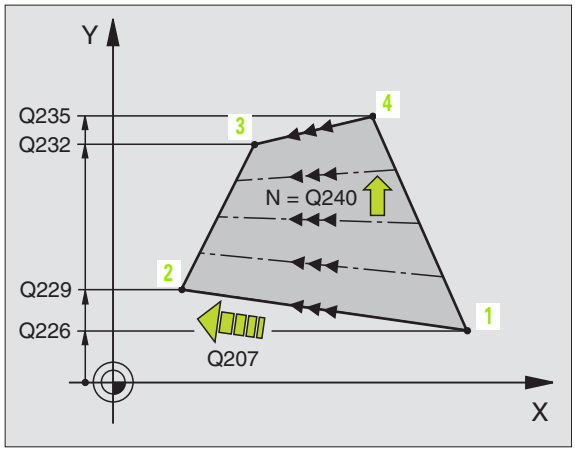
Die TNC positioniert das Werkzeug von der aktuellen Position mit einer 3D-Geradenbewegung auf den Startpunkt 1. Werkzeug so vorpositionieren, dass keine Kollision mit dem Werkstück oder Spannmitteln erfolgen kann.

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 der abzuzeilenden Fläche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- **Startpunkt 2. Achse** Q226 (absolut): Startpunkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- **Startpunkt 3. Achse** Q227 (absolut): Startpunkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Spindelachse
- **2. Punkt 1. Achse** Q228 (absolut): Endpunkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- **2. Punkt 2. Achse** Q229 (absolut): Endpunkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- **2. Punkt 3. Achse** Q230 (absolut): Endpunkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Spindelachse
- **3. Punkt 1. Achse** Q231 (absolut): Koordinate des Punktes **3** in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- **3. Punkt 2. Achse** Q232 (absolut): Koordinate des Punktes **3** in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- **3. Punkt 3. Achse** Q233 (absolut): Koordinate des Punktes **3** in der Spindelachse



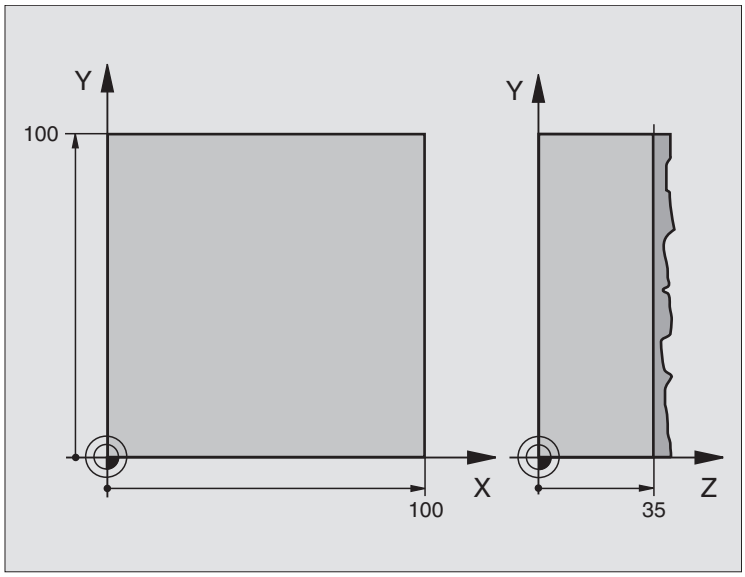



- **4. Punkt 1. Achse** Q234 (absolut): Koordinate des Punktes 4 in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- **4. Punkt 2. Achse** Q235 (absolut): Koordinate des Punktes 4 in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- **4. Punkt 3. Achse** Q236 (absolut): Koordinate des Punktes 4 in der Spindelachse
- **Anzahl Schnitte** Q240: Anzahl der Zeilen, die die TNC das Werkzeug zwischen Punkt 1 und 4, bzw. zwischen Punkt 2 und 3 verfahren soll
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/ min. Die TNC führt den ersten Schnitt mit dem halben programmierten Wert aus

**Beispiel: NC-Sätze**

```
N72 G231 REGELFLAECHE
    Q225=+0      ;STARTPUNKT 1. ACHSE
    Q226=+5      ;STARTPUNKT 2. ACHSE
    Q227=-2      ;STARTPUNKT 3. ACHSE
    Q228=+100    ;2. PUNKT 1. ACHSE
    Q229=+15     ;2. PUNKT 2. ACHSE
    Q230=+5      ;2. PUNKT 3. ACHSE
    Q231=+15     ;3. PUNKT 1. ACHSE
    Q232=+125    ;3. PUNKT 2. ACHSE
    Q233=+25     ;3. PUNKT 3. ACHSE
    Q234=+15     ;4. PUNKT 1. ACHSE
    Q235=+125    ;4. PUNKT 2. ACHSE
    Q236=+25     ;4. PUNKT 3. ACHSE
    Q240=40      ;ANZAHL SCHNITTE
    Q207=500     ;VORSCHUB FRAESEN
```

## 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 ABZEILEN | Zyklus-Definition Abzeilen |
| N60 G230 ABZEILEN | Zyklus-Definition Abzeilen |
| Q225=+0 ;STARTPUNKT 1. ACHSE | |
| Q226=+0 ;STARTPUNKT 2. ACHSE | |
| Q227=+35 ;STARTPUNKT 3. ACHSE | |
| Q218=100 ;1. SEITEN-LAENGE | |
| Q219=100 ;2. SEITEN-LAENGE | |
| Q240=25 ;ANZAHL SCHNITTE | |
| Q206=250 ;VORSCHUB TIEFENZ. | |
| Q207=400 ;VORSCHUB FRAESEN | |
| Q209=150 ;VORSCHUB QUER | |
| Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST. | |

| | |
|---|---|
| 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 * | |

# 8.10 Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung

## Übersicht

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<br>Konturen verschieben direkt im Programm oder aus Nullpunkt-Tabellen | |
| G247 BEZUGSPUNKT SETZEN<br>Bezugspunkt während des Programmlaufs setzen | |
| G28 SPIEGELN<br>Konturen spiegeln | |
| G73 DREHUNG<br>Konturen in der Bearbeitungsebene drehen | |
| G72 MASSFAKTOR<br>Konturen verkleinern oder vergrößern | |
| G80 BEARBEITUNGSEBENE<br>Bearbeitungen im geschwenkten Koordinatensystem durchführen für Maschinen mit Schwenkköpfen und/oder Drehtischen | |

## Wirksamkeit der Koordinaten-Umrechnungen

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

**Koordinaten-Umrechnung rücksetzen:**

- Zyklus mit Werten für das Grundverhalten erneut definieren, z.B. Maßfaktor 1,0
- Zusatzfunktionen M02, M30 oder den Satz N999999 %... ausführen (abhängig von Maschinen-Parameter 7300)
- Neues Programm wählen
- Zusatzfunktion M142 Modale Programminformationen löschen programmieren

## 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. Die Eingabe von Drehachsen ist auch erlaubt.

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

### Rücksetzen

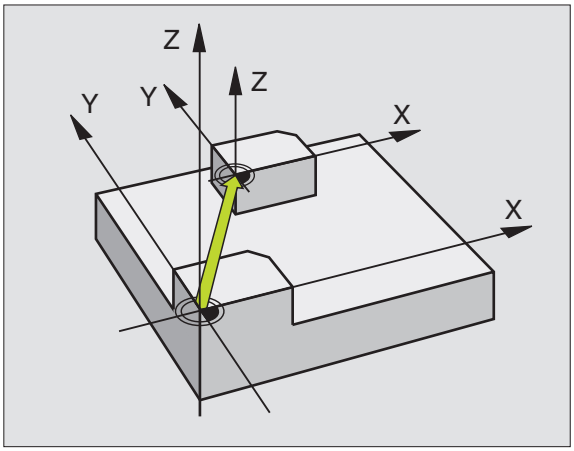
Die Nullpunkt-Verschiebung mit den Koordinatenwerten X=0, Y=0 und Z=0 hebt eine Nullpunkt-Verschiebung wieder auf.

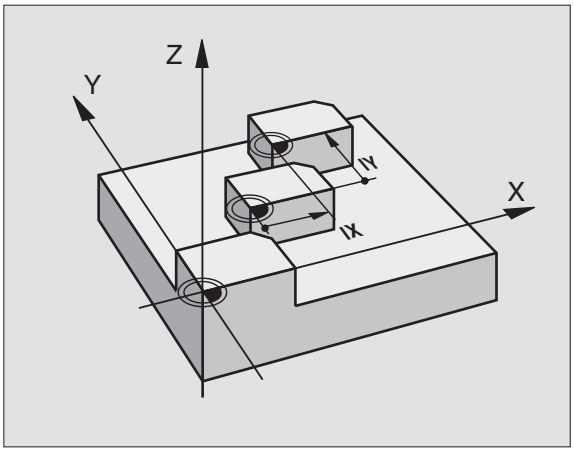
### Grafik

Wenn Sie nach einer Nullpunkt-Verschiebung eine 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 große Positions-Anzeige bezieht sich auf den aktiven (verschobenen) Nullpunkt
- Alle in der zusätzlichen Status-Anzeige angezeigte Koordinaten (Positionen, Nullpunkte) beziehen sich auf den manuell gesetzten Bezugspunkt




**Beispiel: NC-Sätze**

```
N72 G54 G90 X+25 Y-12,5 Z+100 *
...
N78 G54 G90 REF X+25 Y-12,5 Z+100 *
```

## NULLPUNKT-Verschiebung mit Nullpunkt-Tabellen (Zyklus G53)

Nullpunkte aus der Nullpunkt-Tabelle beziehen sich **immer und ausschließlich** auf den aktuellen Bezugspunkt (Preset).

Der Maschinen-Parameter 7475, mit dem früher festgelegt wurde, ob sich Nullpunkte auf den Maschinen-Nullpunkt oder den Werkstück-Nullpunkt beziehen, hat nur noch eine Sicherheits-Funktion. Ist MP7475 = 1 gesetzt gibt die TNC eine Fehlermeldung aus, wenn eine Nullpunkt-Verschiebung aus einer Nullpunkt-Tabelle aufgerufen wird.

Nullpunkt-Tabellen aus der TNC 4xx, deren Koordinaten sich auf den Maschinen-Nullpunkt bezogen (MP7475 = 1), dürfen in der iTNC 530 nicht verwendet werden.

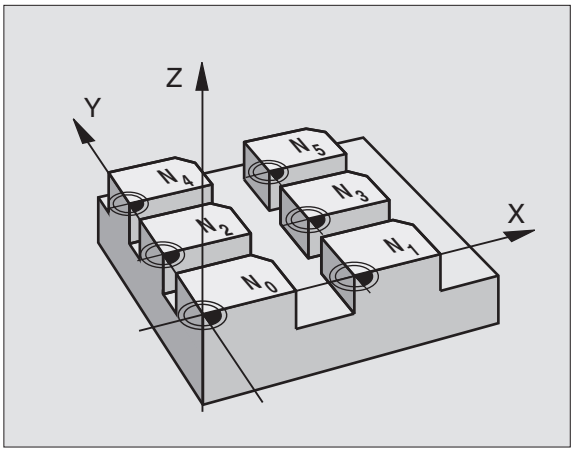
Wenn Sie Nullpunkt-Verschiebungen mit Nullpunkt-Tabellen einsetzen, dann verwenden Sie die Funktion Select Table, um die gewünschte Nullpunkt-Tabelle vom NC-Programm aus zu aktivieren.

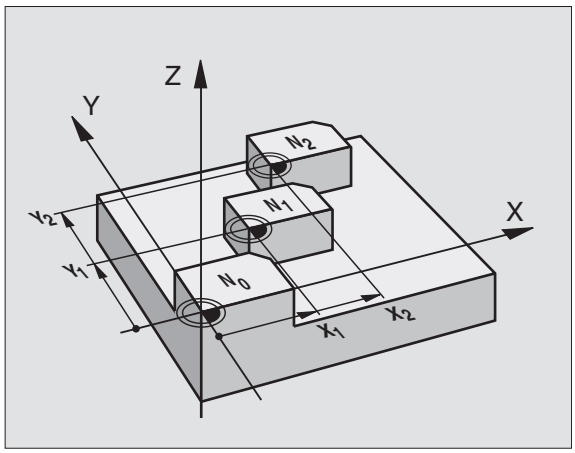
Wenn Sie ohne den Select Table-Satz **%:TAB:** arbeiten, müssen Sie die gewünschte Nullpunkt-Tabelle vor dem Programm-Test oder dem Programm-Lauf aktivieren (gilt auch für die Programmier-Grafik):

- Gewünschte Tabelle für Programm-Test in der Betriebsart **Programm-Test** über die Datei-Verwaltung wählen: Tabelle erhält den Status S
- Gewünschte Tabelle für den Programmlauf in einer Programmlauf-Betriebsart über die Datei-Verwaltung wählen: Tabelle erhält den Status M

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

Neue Zeilen können Sie nur am Tabellen-Ende einfügen




**Beispiel: NC-Sätze**

```
N72 G53 P01 12 *
```

### 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: Tabellenzeile?** P01: Nummer des Nullpunktes aus der Nullpunkt-Tabelle oder einen Q-Parameter eingeben; Wenn Sie einen Q-Parameter eingeben, dann aktiviert die TNC die Nullpunkt-Nummer, die im Q-Parameter steht

### Rücksetzen

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

### Nullpunkt-Tabelle im NC-Programm wählen

Mit der Funktion Select Table(**%:TAB:**) wählen Sie die Nullpunkt-Tabelle, aus der die TNC die Nullpunkte entnimmt:

▶ Funktionen zum Programm-Aufruf wählen: Taste PGM CALL drücken

▶ Softkey NULLPUNKT TABELLE drücken

▶ Vollständigen Pfadnamen der Nullpunkt-Tabelle eingeben, mit Taste END bestätigen

**%:TAB:**-Satz vor Zyklus **G53** Nullpunkt-Verschiebung programmieren.

Eine mit Select Table gewählte Nullpunkt-Tabelle bleibt solange aktiv, bis Sie mit **%:TAB:** oder über PGM MGT eine andere Nullpunkt-Tabelle wählen.

### Nullpunkt-Tabelle editieren

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

▶ Datei-Verwaltung aufrufen: Taste PGM MGT drücken, siehe „Datei-Verwaltung: Grundlagen", Seite 77

▶ 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 (nur möglich am Tabellen-Ende) | ZEILE EINFÜGEN |

| Funktion | Softkey |
|---|---|
| Zeile löschen | ZEILE LÖSCHEN |
| Eingegebene Zeile übernehmen und Sprung zur nächsten Zeile | NÄCHSTE ZEILE |
| Eingebbare Anzahl von Zeilen (Nullpunkten) am Tabellenende anfügen | N ZEILEN AM ENDE ANFÜGEN |
| Listenansicht (Standard) oder Formularansicht wählen | LISTE FORMULAR |

### Nullpunkt-Tabelle in einer Programmlauf-Betriebsart editieren

In einer Programmlauf-Betriebsart können Sie die jeweils aktive Nullpunkt-Tabelle wählen. Drücken Sie dazu den Softkey NULLPUNKT-TABELLE. Ihnen stehen dann die selben Editierfunktionen zur Verfügung wie in der Betriebsart **Programm-Einspeichern/Editieren**

### Istwerte in die Nullpunkt-Tabelle übernehmen

Über die Taste „Ist-Position übernehmen“ können Sie die aktuelle Werkzeug-Position oder dei zuletzt angetastete Positionen in die Nullpunkt-Tabelle übernehmen:

- Eingabefeld auf die Zeile und in die Spalte positionieren, in die eine Position übernommen werden soll

- Funktion Ist-Position übernehmen wählen: Die TNC fragt in einem Überblendfenster ab, ob Sie die aktuelle Werkzeug-Position oder zuletzt angetastete Werte übernehmen wollen
- Gewünschte Funktion mit Pfeiltasten wählen und mit Taste ENT bestätigen

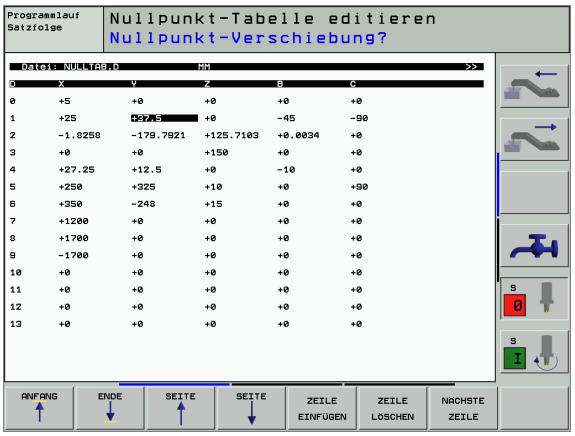
- Werte in allen Achsen übernehmen: Softkey ALLE WERTE drücken, oder

- Wert in der Achse übernehmen, auf der das Eingabefeld steht: Softkey AKTUELLEN WERT drücken

### Nullpunkt-Tabelle konfigurieren

Auf der zweiten und dritten Softkeyleiste können Sie für jede Nullpunkt-Tabelle die Achsen festlegen, für die Sie Nullpunkte definieren wollen. Standardmäßig sind alle 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.

Wenn Sie zu einer aktiven Achse keinen Nullpunkt definieren wollen, drücken Sie die Taste NO ENT. Die TNC trägt dann einen Bindestrich in die entsprechende Spalte ein.




### Nullpunkt-Tabelle verlassen

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

### Status-Anzeigen

In der zusätzlichen Status-Anzeige werden folgende Daten aus der Nullpunkt-Tabelle angezeigt (siehe „Koordinaten-Umrechnungen" auf Seite 41):

- Name und Pfad der aktiven Nullpunkt-Tabelle
- Aktive Nullpunkt-Nummer
- Kommentar aus der Spalte DOC der aktiven Nullpunkt-Nummer

## BEZUGSPUNKT SETZEN (Zyklus G247)

Mit dem Zyklus BEZUGSPUNKT SETZEN können Sie einen in einer Preset-Tabelle definierten Nullpunkt als neuen Bezugspunkt aktivieren.

### Wirkung

Nach einer Zyklus-Definition BEZUGSPUNKT SETZEN beziehen sich alle Koordinaten-Eingaben und Nullpunkt-Verschiebungen (absolute und inkrementale) auf den neuen Preset.

▶ **Nummer für Bezugspunkt?**: Nummer des Bezugspunktes aus der Preset-Tabelle angeben, der aktiviert werden soll

Beim Aktivieren eines Bezugspunktes aus der Preset-Tabelle, setzt die TNC alle aktiven Koordinaten-Umrechnungen zurück, die mit folgenden Zyklen aktiviert wurden:

- Zyklus G53/G54, Nullpunkt-Verschiebung
- Zyklus G28, Spiegeln
- Zyklus G73, Drehung
- Zyklus G72, Maßfaktor

Die Koordinaten-Umrechnung aus Zyklus G80, Bearbeitungsebene schwenken bleibt dagegen aktiv.

Die TNC setzt den Preset nur in den Achsen, die in der Preset-Tabelle mit Werten definiert sind. Der Bezugspunkt von Achsen, die mit – gekennzeichnet sind bleibt unverändert.

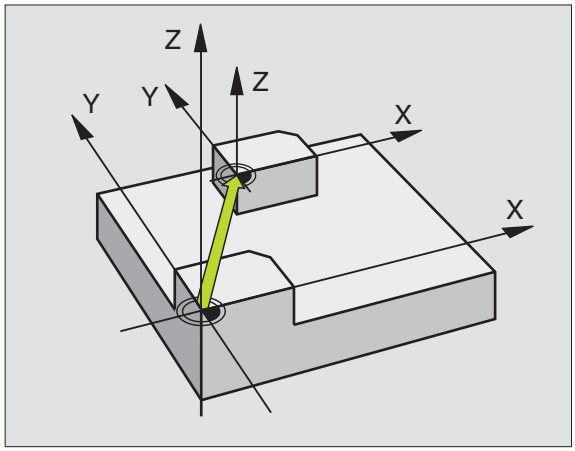
In der Betriebsart PGM-Test ist Zyklus G247 nicht wirksam.

### Status-Anzeigen

In der zusätzlichen Status-Anzeige werden folgende Daten aus der Nullpunkt-Tabelle angezeigt (siehe „Koordinaten-Umrechnungen" auf Seite 41):

- Name und Pfad der aktiven Nullpunkt-Tabelle
- Aktive Nullpunkt-Nummer
- Kommentar aus der Spalte DOC der aktiven Nullpunkt-Nummer

Zusätzlich wird im großen Statusfenster die aktive Preset-Nummer hinter dem Bezugspunkt-Symbol agezeigt.

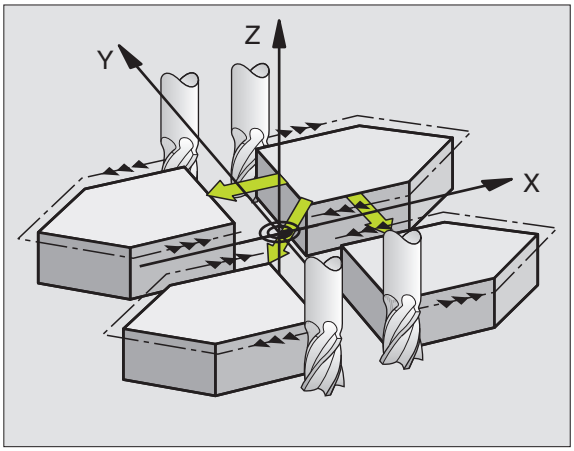



**Beispiel: NC-Satz**

```
N13 G247 BEZUGSPUNKT SETZEN
    Q339=4          ;BEZUGSPUNKT-NUMMER
```

## SPIEGELN (Zyklus G28)

Die TNC kann Bearbeitung in der Bearbeitungsebene spiegelbildlich ausführen.



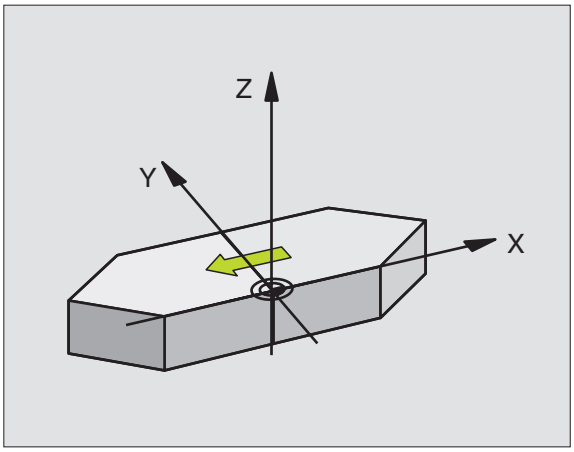

### Wirkung

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
- Nullpunkt liegt außerhalb der zu spiegelnden Kontur: Das Element verlagert sich zusätzlich

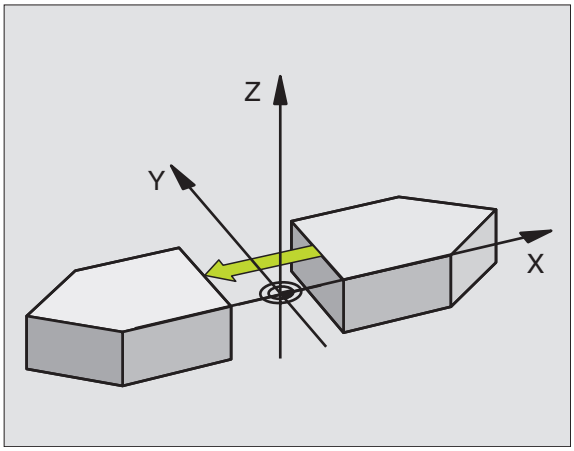


Wenn Sie nur eine Achse Spiegeln, ändert sich der Umlaufsinn bei den neuen Bearbeitungszyklen mit 200er Nummer. Bei älteren Bearbeitungszyklen, wie z.B. Zyklus G75/G76 TASCHENFRÄSEN, bleibt der Umlaufsinn gleich.

▶ **Gespiegelte Achse?**: Achsen eingeben, die gespiegelt werden sollen; Sie können alle Achsen spiegeln – incl. Drehachsen – mit Ausnahme der Spindelachse und der dazugehörigen Nebenachse. Erlaubt ist die Eingabe von maximal drei Achsen

**Rücksetzen**

Zyklus SPIEGELN mit Eingabe NO ENT erneut programmieren.

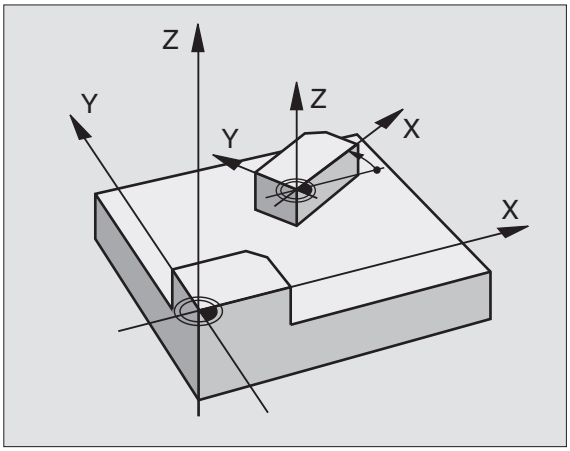



**Beispiel: NC-Satz**

```
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:

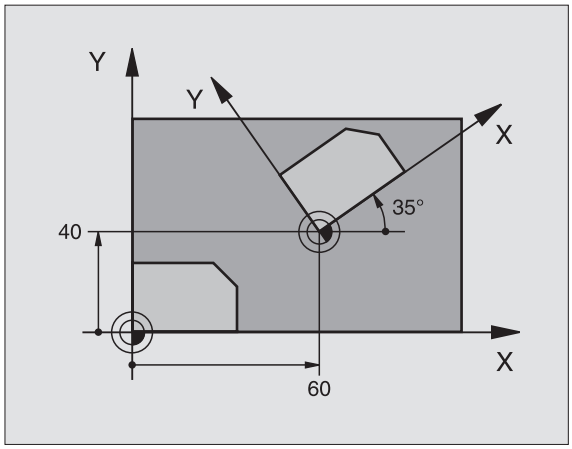
- X/Y-Ebene X-Achse
- Y/Z-Ebene Y-Achse
- Z/X-Ebene Z-Achse

**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 in Grad (°) eingeben. Eingabe-Bereich: -360° bis +360° (absolut G90 vor H oder inkremental G91 vor H)




### Rücksetzen

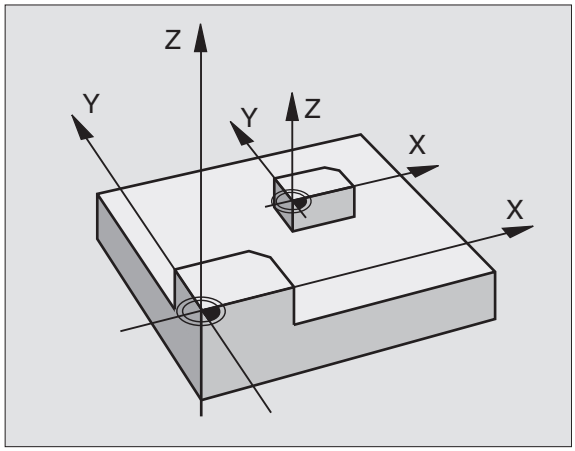
Zyklus DREHUNG mit Drehwinkel 0° erneut programmieren.

**Beispiel: NC-Satz**

```
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.

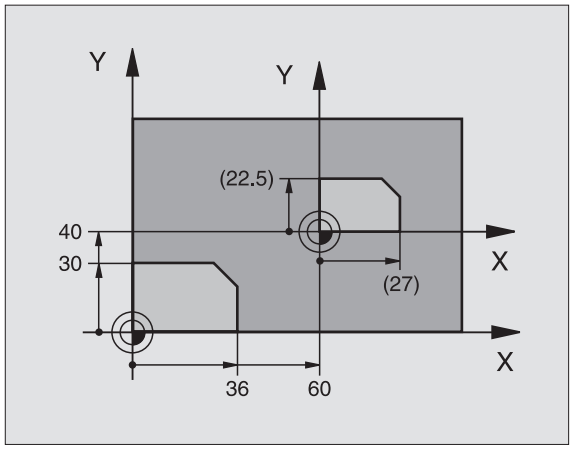
▶ **Faktor?**: Faktor F eingeben; die TNC multipliziert Koordinaten und Radien mit F (wie in „Wirkung“ beschrieben

Vergrößern: F größer als 1 bis 99,999 999

Verkleinern: F kleiner als 1 bis 0,000 001

### Rücksetzen

Zyklus MASSFAKTOR mit Faktor 1 für die entsprechende Achse erneut programmieren.




**Beispiel: NC-Sätze**

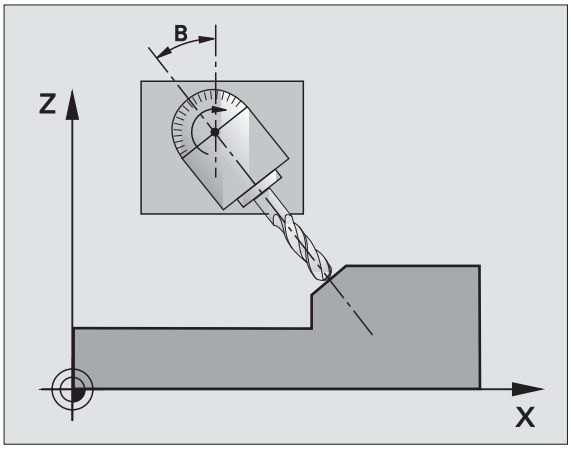
```
N72 G72 F0,750000 *
```

## BEARBEITUNGSEBENE (Zyklus G80)

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.

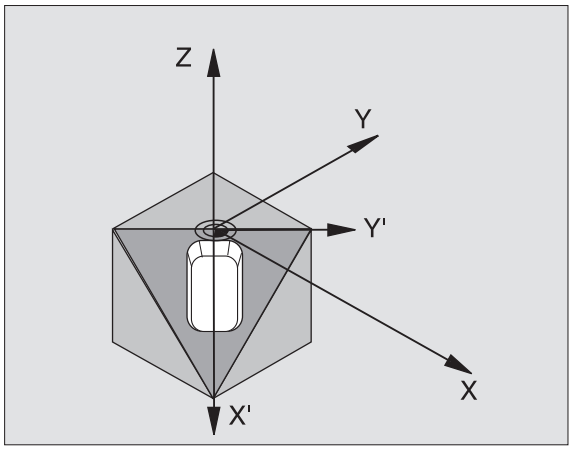
Grundlagen siehe „Bearbeitungsebene schwenken (Software Option 1)", Seite 59: Lesen Sie diesen Abschnitt vollständig durch.




### 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
- 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. Mit zwei Raumwinkeln ist bereits jede beliebige Werkzeuglage im Raum eindeutig definiert.

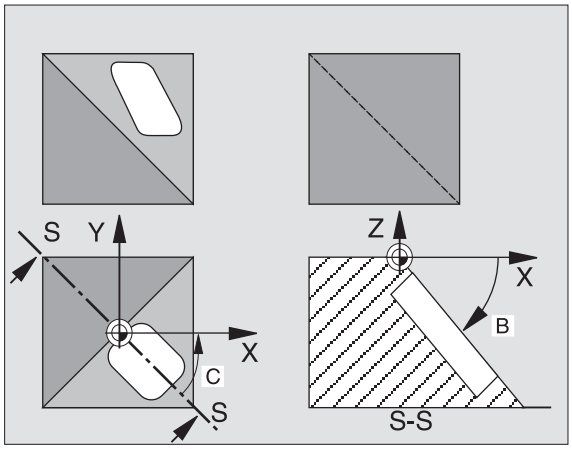



Beachten Sie, dass die Lage des geschwenkten Koordinatensystems und damit auch Verfahrbewegungen im geschwenkten System davon abhängen, wie Sie die geschwenkte Ebene beschreiben.

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



Falls Sie die Funktion SCHWENKEN Programmlauf in der Betriebsart Manuell auf AKTIV gesetzt haben (siehe „Bearbeitungsebene schwenken (Software Option 1)", Seite 59) 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 den Satz ohne Achsangabe abschließen. 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)

Wenn Zyklus **G80** die Drehachsen nicht automatisch positioniert, positionieren Sie die Drehachsen z.B. mit einem G01-Satz vor der Zyklus-Definition.

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 die TNC eine Fehlermeldung aus.

**Positionieren im geschwenkten System**

Mit der Zusatz-Funktion M130 können Sie auch im geschwenkten System Positionen anfahren, die sich auf das ungeschwenkte Koordinatensystem beziehen, siehe „Zusatz-Funktionen für Koordinatenangaben", Seite 198.

Auch Positionierungen mit Geradensätzen die sich auf das Maschinen-Koordinatensystem beziehen (Sätze mit M91 oder M92), lassen sich bei geschwenkter Bearbeitungsebene ausführen. Einschränkungen:

- Positionierung erfolgt ohne Längenkorrektur
- Positionierung erfolgt ohne Maschinengeometrie-Korrektur
- Werkzeug-Radiuskorrektur ist nicht erlaubt

**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 den Messzyklen der TNC 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 BEARBEITUNGSEBENE**

**1 Programm erstellen**

- Werkzeug definieren (entfällt, wenn TOOL.T aktiv), volle Werkzeug-Länge eingeben
- Werkzeug aufrufen
- Spindelachse so freifahren, dass beim Schwenken keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- Ggf. Drehachse(n) mit **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
- Ggf. Zyklus **G80** BEARBEITUNGSEBENE mit anderen Winkeln definieren, um die Bearbeitung in einer anderen Achsstellung auszuführen. Es ist in diesem Fall nicht erforderlich Zyklus **G80** zurückzusetzen, Sie können direkt die neuen Winkelstellungen definieren
- Zyklus **G80** BEARBEITUNGSEBENE rücksetzen; für alle Drehachsen 0° eingeben
- Funktion BEARBEITUNGSEBENE deaktivieren; Zyklus **G80** erneut definieren, Satz ohne Achsangabe abschließen

- 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 „Bezugspunkt-Setzen (ohne 3D-Tastsystem)", Seite 52
- Gesteuert mit einem HEIDENHAIN 3D-Tastsystem (siehe Benutzer-Handbuch Tastsystem-Zyklen, Kapitel 2)
- Automatisch mit einem HEIDENHAIN 3D-Tastsystem (siehe Benutzer-Handbuch Tastsystem-Zyklen, Kapitel 3)

**6 Bearbeitungsprogramm in der Betriebsart Programmlauf Satzfolge starten**

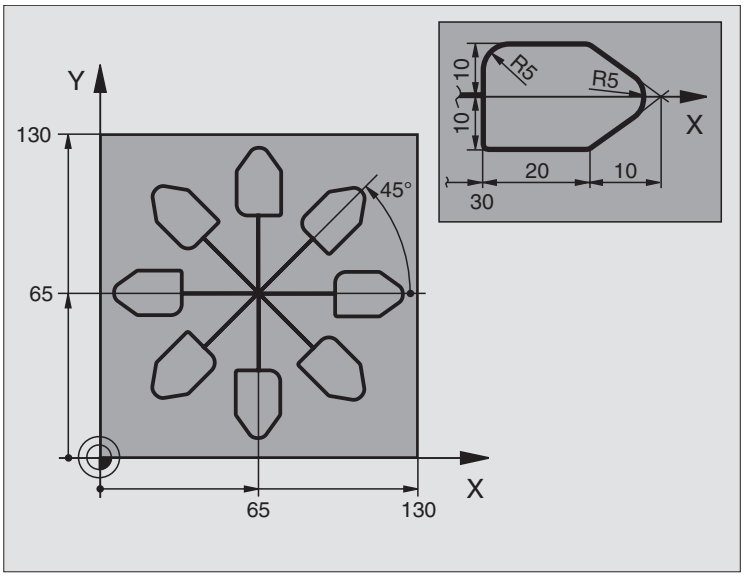
**7 Betriebsart Manueller Betrieb**

Funktion Bearbeitungsebene schwenken mit Softkey 3D-ROT auf INAKTIV setzen. Für alle Drehachsen Winkelwert 0° ins Menü eintragen, siehe „Manuelles Schwenken aktivieren", Seite 63.

## Beispiel: Koordinaten-Umrechnungszyklen

**Programm-Ablauf**

- Koordinaten-Umrechnungen im Hauptprogramm
- Bearbeitung im Unterprogramm, siehe „Unterprogramme", Seite 407




| | |
|---|---|
| %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 *
```

# 8.11 Sonder-Zyklen

## VERWEILZEIT (Zyklus G04)

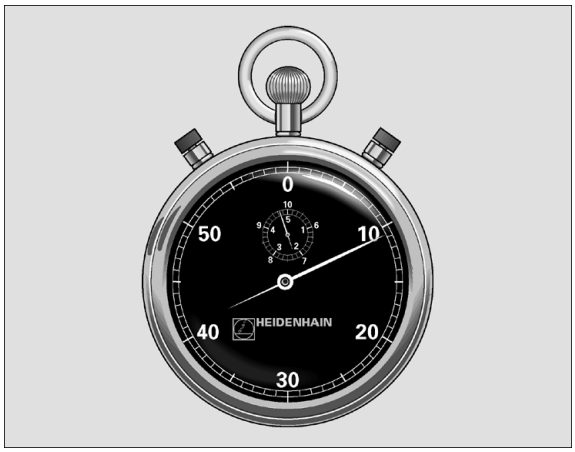
Der Programmlauf wird für die Dauer der VERWEILZEIT angehalten. Eine Verweilzeit kann beispielsweise zum Spanbrechen dienen.

### 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




**Beispiel: NC-Satz**

```
N74 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 DIN/ISO-Programm zum Zyklus deklarieren wollen, dann geben Sie den Datei-Typ .I hinter dem Programm-Namen ein.

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.TNC:\KLAR35\FK1\50.I.

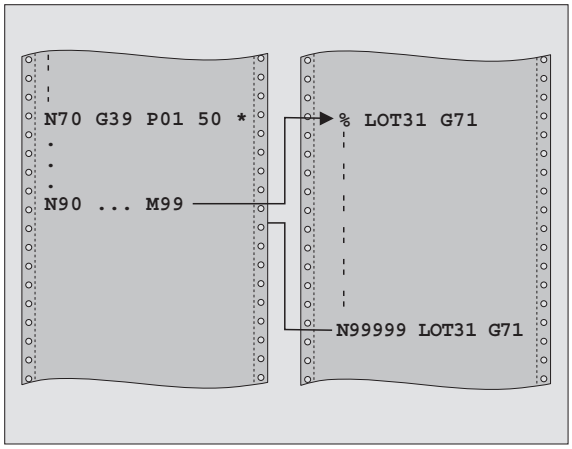
▶ **Programm-Name**: Name des aufzurufenden Programms ggf. mit Pfad, in dem das Programm steht

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.




**Beispiel: NC-Sätze**

```
N550 G39 P01 50 *
N560 G00 X+20 Y+50 M9 9*
```

## SPINDEL-ORIENTIERUNG (Zyklus G36)

Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein.

In den Bearbeitungszyklen 202, 204 und 209 wird intern Zyklus 13 verwendet. Beachten Sie in Ihrem NC-Programm, dass Sie ggf. Zyklus 13 nach einem der oben genannten Bearbeitungszyklen erneut programmieren müssen.

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

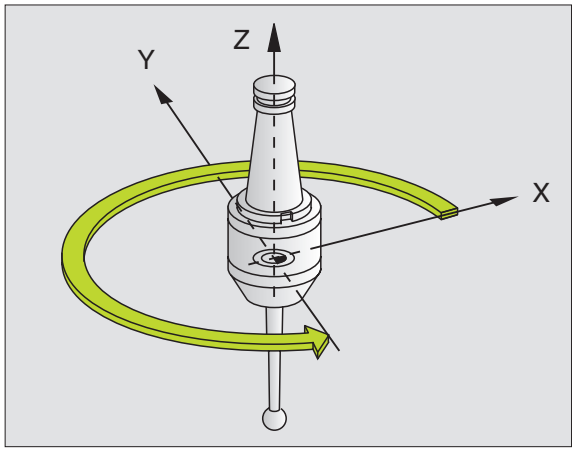
Die im Zyklus definierte Winkelstellung positioniert die TNC durch Programmieren von M19 oder M20 (maschinenabhängig).

Wenn Sie M19, bzw. M20 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).

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

  Eingabe-Bereich: 0 bis 360°

  Eingabe-Feinheit: 0,001°




**Beispiel: NC-Satz**

```
N76 G36 S25*
```

## TOLERANZ (Zyklus G62)

Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein.

Die Zyklusparameter **Schlichten/Schruppen** und **Toleranz für Drehachsen** können Sie nur eingeben, wenn an Ihrer Maschine der HSC-Filter (**Software-Option 2**) aktiv ist. Ansonsten gibt die TNC eine Fehlermeldung aus. Setzen Sie sich ggf. mit Ihrem Maschinen-Hersteller in Verbindung.

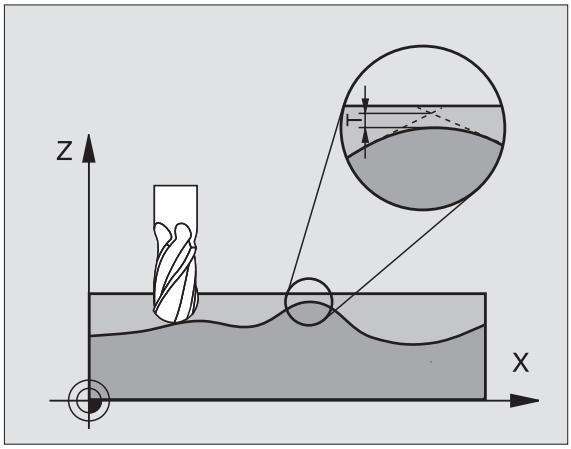
Die TNC glättet automatisch die Kontur zwischen beliebigen (unkorrigierten oder korrigierten) Konturelementen. Dadurch verfährt das Werkzeug kontinuierlich auf der Werkstück-Oberfläche. Falls erforderlich, reduziert die TNC den programmierten Vorschub automatisch, so dass das Programm immer „ruckelfrei" 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 und unterschiedliche Filtereinstellungen wählen.

**Beachten Sie vor dem Programmieren**

Zyklus **G62** ist DEF-Aktiv, das heißt ab seiner Definition im Programm wirksam.

Sie setzen Zyklus **G62** zurück, indem Sie den Zyklus **G62** erneut definieren und die Dialogfrage nach dem **Toleranzwert** mit NO ENT bestätigen. Die voreingestellte Toleranz wird durch das Rücksetzen wieder aktiv:




**Beispiel: NC-Satz**

```
N78 G62 T0,05 P01 0 P02 5*
```

- **Toleranz der Bahnabweichung**: Zulässige Konturabweichung in mm (bei Inch-Programmen in Inch)
- **Schlichten=0, Schruppen=1**: Filter aktivieren:
  - Eingabewert 0:
    **Mit höherer Konturgenauigkeit fräsen**. Die TNC verwendet die von Ihrem Maschinenhersteller definierten Schlicht-Filtereinstellungen.
  - Eingabewert 1:
    **Mit höherer Vorschub-Geschwindigkeit fräsen**. Die TNC verwendet die von Ihrem Maschinenhersteller definierten Schrupp-Filtereinstellungen
- **Toleranz für Drehachsen**: Zulässige Positionsabweichung von Drehachsen in Grad bei aktivem M128. Die TNC reduziert den Bahnvorschub immer so, dass bei mehrachsigen Bewegungen die langsamste Achse mit ihrem maximalen Vorschub verfährt. In der Regel sind Drehachsen wesentlich langsamer als Linearachsen. Durch Eingabe einer großen Toleranz (z.B. 10°), können Sie die Bearbeitungszeit bei mehrachsigen Bearbeitungs-Programmen erheblich verkürzen, da die TNC die Drehachse dann nicht immer auf die vorgegebene Soll-Position fahren muss. Die Kontur wird durch Eingabe einer Toleranz nicht verletzt. Es verändert sich lediglich die Stellung der Drehachse bezogen auf die Werkstück-Oberfläche

# 9

**Programmieren: Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen**

# 9.1 Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen kennzeichnen

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

## Label

Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen beginnen im Bearbeitungsprogramm mit der Marke **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.

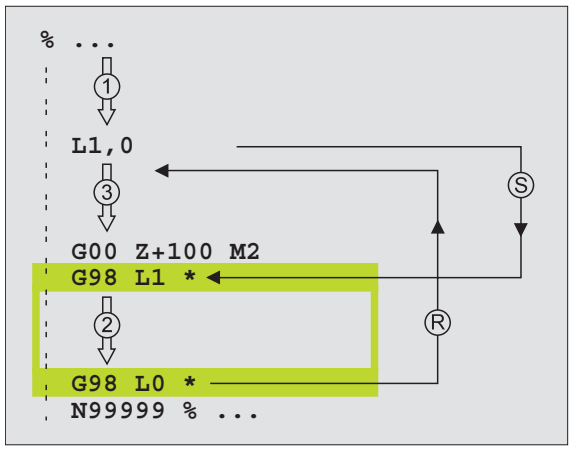
Bei sehr langen Programmen können Sie über MP7229 die Überprüfung auf eine eingebbare Anzahl von Sätzen begrenzen.

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

LBL SET

- Anfang kennzeichnen: Taste LBL SET drücken
- Unterprogramm-Nummer eingeben, mit Taste END bestätigen
- Ende kennzeichnen: Taste LBL SET drücken und Label-Nummer „0“eingeben

## Unterprogramm aufrufen

LBL CALL

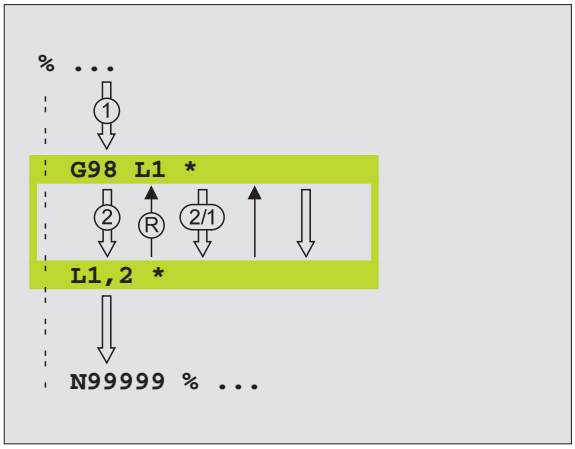
- Unterprogramm aufrufen: Taste LBL CALL drücken
- **Label-Nummer**: Label-Nummer des aufzurufenden Unterprogramms eingeben, mit Taste ENT bestätigen
- **Wiederholung REP**: „**,0**“ eingeben, mit Taste ENT bestätigen

**L0,0** ist nicht erlaubt, da es dem Aufruf eines Unterprogramm-Endes entspricht.

# 9.3 Programmteil-Wiederholungen

## Label G98

Programmteil-Wiederholungen beginnen mit der Marke **G98 L**. Eine Programmteil-Wiederholung schließt mit Ln,m ab. m ist die Anzahl der 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 **L 1,2** 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

LBL SET

- Anfang kennzeichnen: Taste LBL SET drücken, mit Taste ENT bestätigen
- Label-Nummer für den zu wiederholenden Programmteil eingeben, mit Taste ENT bestätigen

## Programmteil-Wiederholung aufrufen

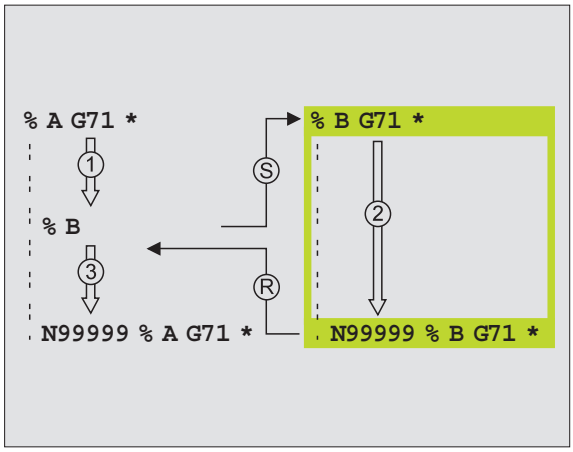
LBL CALL

- Taste LBL CALL drücken
- **Label-Nummer**: Label-Nummer des zu wiederholenden Programmteils eingeben, mit Taste ENT bestätigen
- **Wiederholung REP**: Anzahl der Wiederholung eingeben, mit Taste ENT bestätigen

# 9.4 Beliebiges Programm als Unterprogramm

## Arbeitsweise

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 Label's
- Das aufgerufene Programm darf keine Zusatz-Funktion M2 oder M30 enthalten
- Das aufgerufene Programm darf keinen Aufruf mit % ins aufrufende Programm enthalten (Endlosschleife)

## Beliebiges Programm als Unterprogramm aufrufen

▶ Funktionen zum Programm-Aufruf wählen: Taste PGM CALL drücken

▶ Softkey PROGRAMM drücken

▶ Vollständigen Pfadnamen des aufzurufenden Programms eingeben, mit Taste END bestätigen

Das aufgerufene Programm muss auf der Festplatte der TNC gespeichert sein.

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:\ZW35\SCHRUPP\PGM1.H**

Wenn Sie ein Klartext-Dialog-Programm aufrufen wollen, dann geben Sie den Datei-Typ .H hinter dem Programm-Namen ein.

Sie können ein beliebiges Programm auch über den Zyklus **G39** aufrufen.

Q-Parameter wirken bei einem **% (PGM CALL)** grundsätzlich global. Beachten Sie daher, dass Änderungen an Q-Parametern im aufgerufenen Programm sich ggf. auch auf das aufrufende Programm auswirken.

# 9.5 Verschachtelungen

## Verschachtelungsarten

- Unterprogramme im Unterprogramm
- Programmteil-Wiederholungen in Programmteil-Wiederholung
- Unterprogramme wiederholen
- Programmteil-Wiederholungen im Unterprogramm

## Verschachtelungstiefe

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 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 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 Hauptprogramm UPGMS wird bis Satz N170 ausgeführt
2 Unterprogramm 1 wird aufgerufen und bis Satz N390 ausgeführt
3 Unterprogramm 2 wird aufgerufen und bis Satz N620 ausgeführt. Ende von Unterprogramm 2 und Rücksprung zum Unterprogramm, von dem es aufgerufen wurde
4 Unterprogramm 1 wird von Satz N400 bis Satz N450 ausgeführt. Ende von Unterprogramm 1 und Rücksprung ins Hauptprogramm UPGMS
5 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 Hauptprogramm REPS wird bis Satz N270 ausgeführt
2 Programmteil zwischen Satz N270 und Satz N200 wird 2 mal wiederholt
3 Hauptprogramm REPS wird von Satz N280 bis Satz N350 ausgeführt
4 Programmteil zwischen Satz N350 und Satz N150 wird 1 mal wiederholt (beinhaltet die Programmteil-Wiederholung zwischen Satz N200 und Satz N270)
5 Hauptprogramm REPS wird von Satz N360 bis Satz N999999 ausgeführt (Programm-Ende)

## Unterprogramm wiederholen

### NC-Beispielsätze

| | |
|---|---|
| %UPGREP G71 * | |
| ... | |
| N100 G98 L1 * | Anfang der Programmteil-Wiederholung 1 |
| 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 Satz des Hauptprogramms mit M2 |
| N200 G98 L2 * | Anfang des Unterprogramms |
| ... | |
| N280 G98 L0 * | Ende des Unterprogramms |
| N999999 %UPGREP G71 * | |

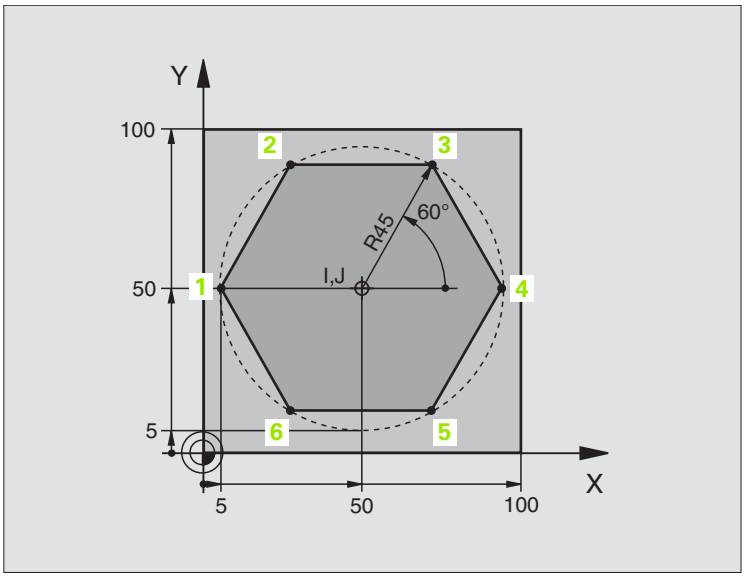
### Programm-Ausführung

1. Hauptprogramm UPGREP wird bis Satz N110 ausgeführt
2. Unterprogramm 2 wird aufgerufen und ausgeführt
3. Programmteil zwischen Satz N120 und Satz N100 wird 2 mal wiederholt: Unterprogramm 2 wird 2 mal wiederholt
4. Hauptprogramm UPGREP wird von Satz N130 bis Satz N190 einmal ausgeführt; Programm-Ende

## Beispiel: Konturfräsen in mehreren Zustellungen

Programm-Ablauf

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



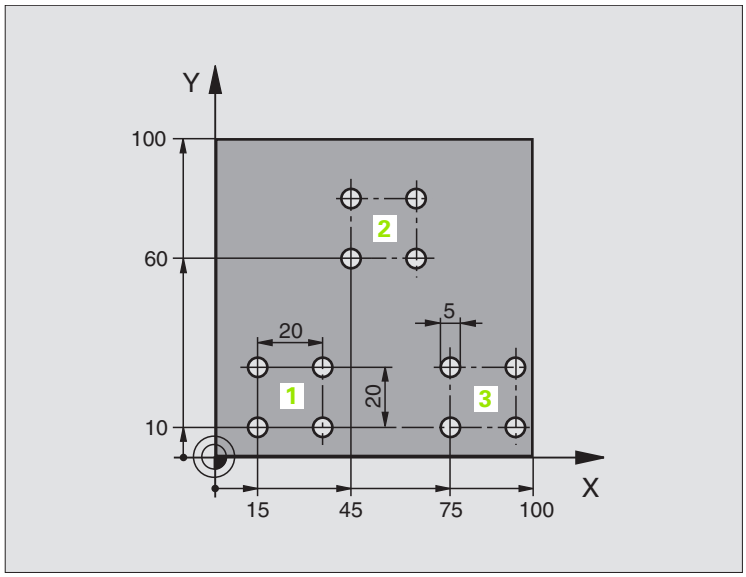

| | |
|---|---|
| `%PGMWDH G71 *` | |
| `N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-40 *` | |
| `N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *` | |
| `N30 G99 T1 L+0 R+7,5 *` | Werkzeug-Definition |
| `N40 T1 G17 S4000 *` | Werkzeug-Aufruf |
| `N50 G00 G40 G90 Z+250 *` | Werkzeug freifahren |
| `N60 I+50 J+50 *` | Pol setzen |
| `N70 G10 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-4 * | Inkrementale Tiefen-Zustellung (im Freien) |
| N110 G11 G41 G90 R+45 H+180 F250 * | Erster Konturpunkt |
| N120 G26 R5 * | Kontur anfahren |
| N130 H+120 * | |
| 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 L1,4 * | Rücksprung zu Label 1; insgesamt viermal |
| N220 G00 Z+250 M2 * | Werkzeug freifahren, Programm-Ende |
| N9999999 %PGMWDH G71 * | |

## Beispiel: Bohrungsgruppen

Programm-Ablauf

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



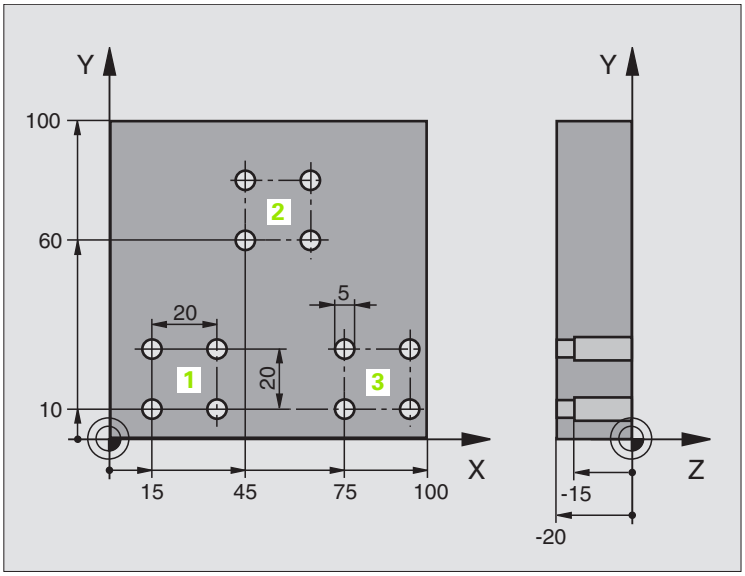

| | |
|---|---|
| %UP1 G71 * | |
| N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-40 * | |
| N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 * | |
| N30 G99 T1 L+0 R+2,5 * | Werkzeug-Definition |
| N40 T1 G17 S5000 * | Werkzeug-Aufruf |
| N50 G00 G40 G90 Z+250 * | Werkzeug freifahren |
| N60 G200 BOHREN | Zyklus-Definition Bohren |
| Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST. | |
| Q201=-30 ;TIEFE | |
| Q206=300 ;F TIEFENZUST. | |
| Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE | |
| Q210=0 ;F.-ZEIT OBEN | |
| Q203=+0 ;KOOR. OBERFL. | |
| Q204=2 ;2. S.-ABSTAND | |
| Q211=0 ;VERWEILZEIT UNTEN | |

| | |
|---|---|
| N70 X+15 Y+10 M3 * | Startpunkt Bohrungsgruppe 1 anfahren |
| 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 G79 * | Zyklus aufrufen für Bohrung 1 |
| N160 G91 X+20 M99 * | Bohrung 2 anfahren, Zyklus aufrufen |
| N170 Y+20 M99 * | Bohrung 3 anfahren, Zyklus aufrufen |
| N180 X-20 G90 M99 * | Bohrung 4 anfahren, Zyklus aufrufen |
| N190 G98 L0 * | Ende des Unterprogramms 1 |
| N9999999 %UP1 G71 * | |

## Beispiel: Bohrungsgruppe mit mehreren Werkzeugen

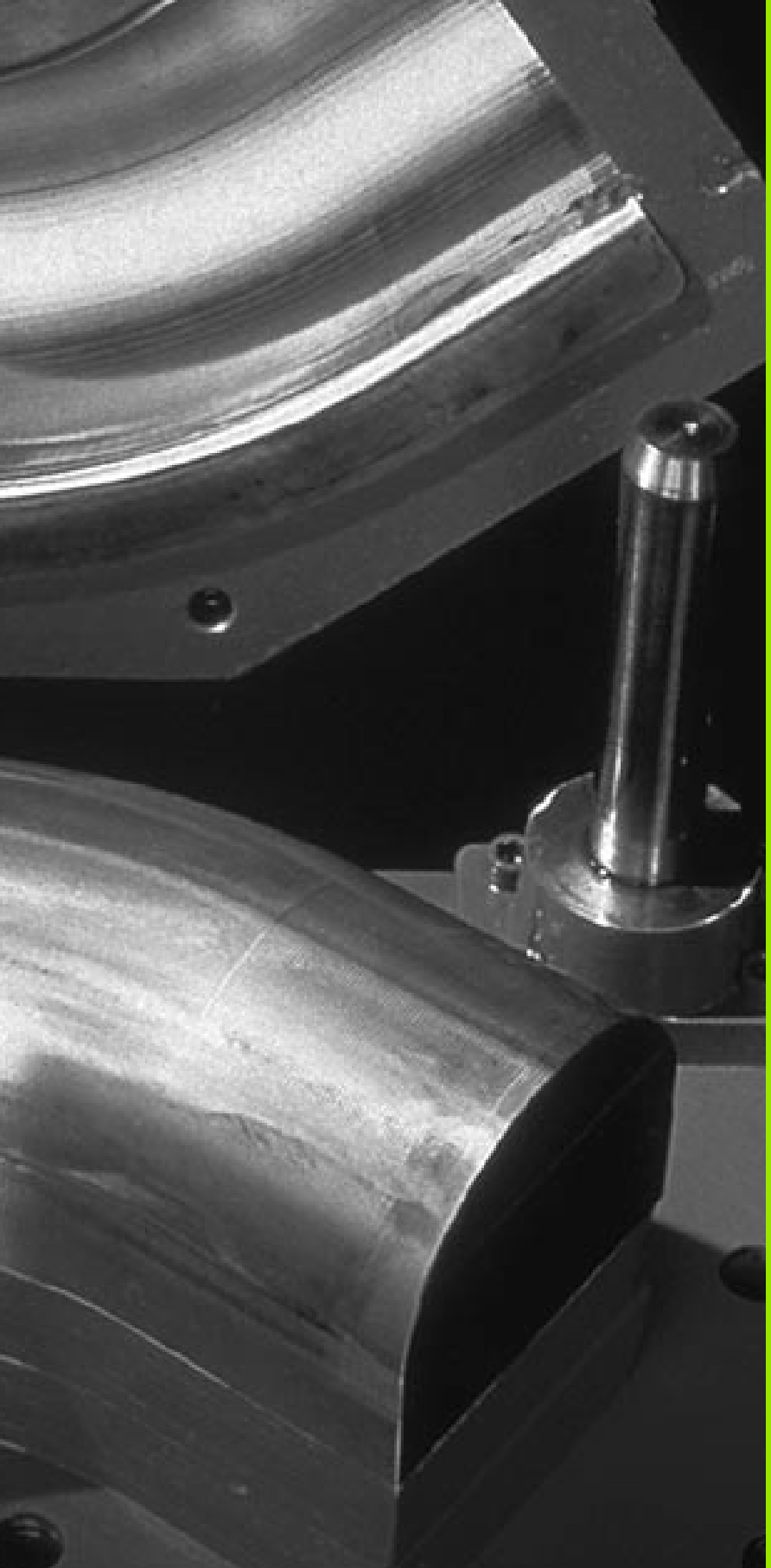
Programm-Ablauf

- 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 Reibahle |
| N60 T1 G17 S5000 * | Werkzeug-Aufruf Zentrierbohrer |
| N70 G00 G40 G90 Z+250 * | Werkzeug freifahren |
| N80 G200 BOHREN | Zyklus-Definition Zentrieren |
| Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST. | |
| Q201=-3 ;TIEFE | |
| Q206=250 ;F TIEFENZUST. | |
| Q202=3 ;ZUSTELL-TIEFE | |
| Q210=0 ;F.-ZEIT OBEN | |
| Q203=+0 ;KOOR. OBERFL. | |
| Q204=10 ;2. S.-ABSTAND | |
| Q211=0.2 ;VERWEILZEIT UNTEN | |
| N90 L1,0 * | Unterprogramm 1 für komplettes Bohrbild rufen |

| | |
|---|---|
| N100 G00 Z+250 M6 * | Werkzeug-Wechsel |
| N110 T2 G17 S4000 * | Werkzeug-Aufruf Bohrer |
| N120 D0 Q201 P01 -25 * | Neue Tiefe fürs Bohren |
| N130 D0 Q202 P01 +5 * | Neue Zustellung fürs Bohren |
| N140 L1,0 * | Unterprogramm 1 für komplettes Bohrbild rufen |
| N150 G00 Z+250 M6 * | Werkzeug-Wechsel |
| N160 T3 G17 S500 * | Werkzeug-Aufruf Reibahle |
| N80 G201 REIBEN | Zyklus-Definition Reiben |
| Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST. | |
| Q201=-15 ;TIEFE | |
| Q206=250 ;VORSCHUB TIEFENZ. | |
| Q211=0.5 ;VERWEILZEIT UNTEN | |
| Q208=400 ;VORSCHUB RUECKZUG | |
| Q203=+0 ;KOOR. OBERFL. | |
| Q204=10 ;2. S.-ABSTAND | |
| N180 L1,0 * | Unterprogramm 1 für komplettes Bohrbild rufen |
| N190 G00 Z+250 M2 * | Ende des Hauptprogramms |
| | |
| N200 G98 L1 * | Anfang des Unterprogramms 1: Komplettes Bohrbild |
| N210 G00 G40 G90 X+15 Y+10 M3 * | Startpunkt Bohrungsgruppe 1 anfahren |
| N220 L2,0 * | Unterprogramm 2 für Bohrungsgruppe rufen |
| N230 X+45 Y+60 * | Startpunkt Bohrungsgruppe 2 anfahren |
| N240 L2,0 * | Unterprogramm 2 für Bohrungsgruppe rufen |
| N250 X+75 Y+10 * | Startpunkt Bohrungsgruppe 3 anfahren |
| N260 L2,0 * | Unterprogramm 2 für Bohrungsgruppe rufen |
| N270 G98 L0 * | Ende des Unterprogramms 1 |
| | |
| N280 G98 L2 * | Anfang des Unterprogramms 2: Bohrungsgruppe |
| N290 G79 * | Zyklus aufrufen für Bohrung 1 |
| N300 G91 X+20 M99 * | Bohrung 2 anfahren, Zyklus aufrufen |
| N310 Y+20 M99 * | Bohrung 3 anfahren, Zyklus aufrufen |
| N320 X-20 G90 M99 * | Bohrung 4 anfahren, Zyklus aufrufen |
| N330 G98 L0 * | Ende des Unterprogramms 2 |
| N340 END PGM UP2 MM | |

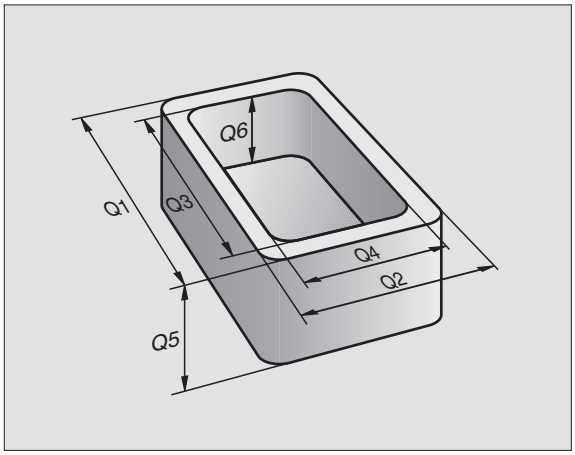


# 10

## Programmieren: Q-Parameter

# 10.1 Prinzip und Funktionsübersicht

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




Q-Parameter stehen beispielsweise für

- Koordinatenwerte
- Vorschübe
- Drehzahlen
- Zyklus-Daten

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

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

| Bedeutung | Bereich |
|---|---|
| Frei verwendbare Parameter, global für alle im TNC-Speicher befindlichen Programme wirksam | 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 |

## 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. Intern kann die TNC Zahlenwerte bis zu einer Breite von 57 Bit vor und bis zu 7 Bit nach dem Dezimalpunkt berechnen (32 bit Zahlenbreite entsprechen einem Dezimalwert von 4 294 967 296).

Die TNC weist einigen Q-Parametern selbsttätig immer die gleichen Daten zu, z.B. dem Q-Parameter Q108 den aktuellen Werkzeug-Radius, siehe „Vorbelegte Q-Parameter", Seite 441.

Wenn Sie die Parameter Q60 bis Q99 in verschlüsselten 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

Während Sie ein Bearbeitungsprogramm eingeben, drücken Sie die Taste „Q“ (im Feld für Zahlen-Eingaben und Achswahl unter –/+ -Taste). Dann zeigt die TNC folgende Softkeys:

| Funktionsgruppe | Softkey |
|---|---|
| Mathematische Grundfunktionen | GRUND-FUNKT. |
| Winkelfunktionen | WINKEL-FUNKT. |
| Wenn/dann-Entscheidungen, Sprünge | SPRÜNGE |
| Sonstige Funktionen | SONDER-FUNKT. |
| Formel direkt eingeben | FORMEL |
| Funktion zur Bearbeitung komplexer Konturen (siehe „Konturformel eingeben”, Seite 366) | KONTUR-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 dem Zahlenwert 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 |

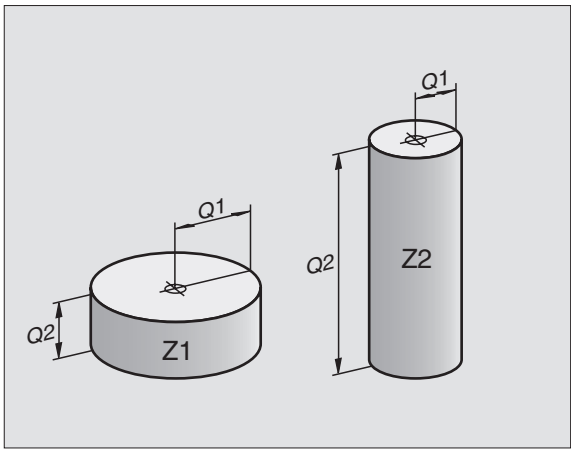
Für Teilefamilien programmieren Sie z.B. die charakteristischen Werkstück-Abmessungen als Q-Parameter.

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<br>Q2 = +10 |
| Zylinder Z2 | Q1 = +10<br>Q2 = +50 |



# 10.3 Konturen durch mathematische Funktionen beschreiben

## Anwendung

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

- Q-Parameter-Funktion wählen: Taste Q drücken (im Feld für Zahlen-Eingabe, rechts). Die Softkey-Leiste zeigt die Q-Parameter-Funktionen
- Mathematische Grundfunktionen wählen: Softkey GRUNDFUNKT. drücken. Die TNC zeigt folgende Softkeys:

## Übersicht

| Funktion | Softkey |
|---|---|
| **D00: ZUWEISUNG**<br>z.B. **D00 Q5 P01 +60 ***<br>Wert direkt zuweisen | D0<br>X = Y |
| **D01: ADDITION**<br>z.B. **D01 Q1 P01 -Q2 P02 -5 ***<br>Summe aus zwei Werten bilden und zuweisen | D1<br>X + Y |
| **D02: SUBTRAKTION**<br>z.B. **D02 Q1 P01 +10 P02 +5 ***<br>Differenz aus zwei Werten bilden und zuweisen | D2<br>X - Y |
| **D03: MULTIPLIKATION**<br>z.B. **D03 Q2 P01 +3 P02 +3 ***<br>Produkt aus zwei Werten bilden und zuweisen | D3<br>X * Y |
| **D04: DIVISION**<br>z.B. **D04 Q4 P01 +8 P02 +Q2 ***<br>Quotient aus zwei Werten bilden und zuweisen<br>Verboten: Division durch 0! | D4<br>X / Y |
| **D05: WURZEL**<br>z.B. **D05 Q50 P01 4 ***<br>Wurzel aus einer Zahl ziehen und zuweisen<br>**Verboten:** Wurzel aus negativem Wert! | D5<br>WURZEL |

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.

## Grundrechenarten programmieren

Eingabebeispiel 1:

Q — Q-Parameter-Funktionen wählen: Taste Q 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

**Beispiel: NC-Satz**

```
N16 D00 P01 +10 *
```

Eingabebeispiel 2:

| | |
|---|---|
| Q | Q-Parameter-Funktionen wählen: Taste Q 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 |
| **1. WERT ODER PARAMETER?** | |
| **Q5** ENT | Q5 als ersten Wert eingeben |
| **2. WERT ODER PARAMETER?** | |
| **7** ENT | 7 als zweiten Wert eingeben |

**Beispiel: NC-Satz**

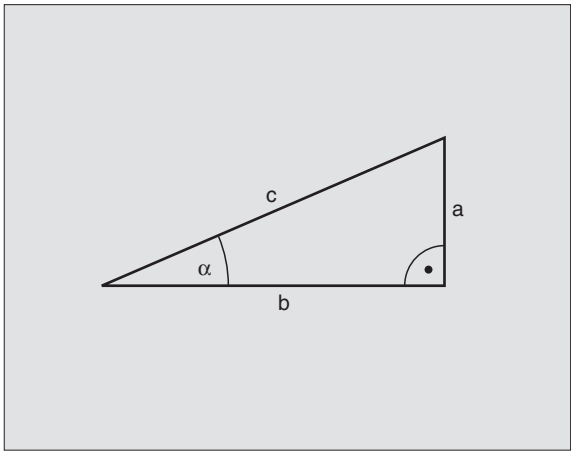
```
N17 D03 Q12 P01 +Q5 P02 +7 *
```

# 10.4 Winkelfunktionen (Trigonometrie)

## Definitionen

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

**Sinus:** $\sin \alpha = a / c$
**Cosinus:** $\cos \alpha = b / c$
**Tangens:** $\tan \alpha = a / b = \sin \alpha / \cos \alpha$




Dabei ist

- c die Seite gegenüber dem rechten Winkel
- a die Seite gegenüber dem Winkel a
- b die dritte Seite

Aus dem Tangens kann die TNC den Winkel ermitteln:

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

**Beispiel:**

a = 10 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 WINKEL-FUNKT. Die TNC zeigt die Softkeys in nachfolgender Tabelle.

Programmierung: vergleiche „Beispiel: Grundrechenarten programmieren“

| Funktion | Softkey |
|---|---|
| **D06: SINUS**<br>z.B. **D06 Q20 P01 -Q5 ***<br>Sinus eines Winkels in Grad (°) bestimmen und zuweisen | D6 SIN(X) |
| **D07: COSINUS**<br>z.B. **D07 Q21 P01 -Q5 ***<br>Cosinus eines Winkels in Grad (°) bestimmen und zuweisen | D7 COS(X) |
| **D08: WURZEL AUS QUADRATSUMME**<br>z.B. **D08 Q10 P01 +5 P02 +4 ***<br>Länge aus zwei Werten bilden und zuweisen | D8 X LEN Y |
| **D13: WINKEL**<br>z.B. **D13 Q20 P01 +10 P02 -Q1 ***<br>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

## Anwendung

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 „Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen kennzeichnen", Seite 406). 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.

D09 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**<br>z.B. **D09 P01 +Q1 P02 +Q3 P03 5 ***<br>Wenn beide Werte oder Parameter gleich, Sprung zu angegebenem Label | D9 IF X EQ Y GOTO |
| **D10: WENN UNGLEICH, SPRUNG**<br>z.B. **D10 P01 +10 P02 -Q5 P03 10 ***<br>Wenn beide Werte oder Parameter ungleich, Sprung zu angegebenem Label | D10 IF X NE Y GOTO |
| **D11: WENN GROESSER, SPRUNG**<br>z.B. **D11 P01 +Q1 P02 +10 P03 5 ***<br>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**<br>z.B. **D12 P01 +Q5 P02 +0 P03 1 ***<br>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 |

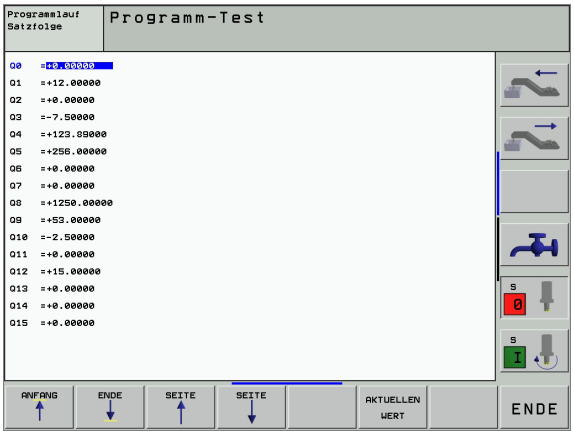
# 10.6 Q-Parameter kontrollieren und ändern

## Vorgehensweise

Sie können Q-Parameter beim Erstellen, Testen und Abarbeiten in den Betriebsarten Programm Einspeichern/Editieren, Programm Test, Programmlauf Satzfolge und Programmlauf Einzelsatz kontrollieren und auch ändern.

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

- Q-Parameter-Funktionen aufrufen: Taste Q bzw. Softkey Q INFO in der Betriebsart Programm Einspeichern/Editieren drücken
- Die TNC listet alle Parameter und die dazugehörigen aktuellen Werte auf. Wählen Sie mit den Pfeil-Tasten oder den Softkeys zum seitenweise Blättern den gewünschten Parameter an
- Wenn Sie den Wert ändern möchten, geben Sie einen neuen Wert ein, bestätigen Sie mit der Taste ENT
- Wenn Sie den Wert nicht ändern möchten, dann drücken Sie den Softkey AKTUELLEN WERT oder beenden Sie den Dialog mit der Taste END



Von der TNC verwendete Parameter (Parameter-Nummern > 100), sind mit Kommentaren versehen.

# 10.7 Zusätzliche Funktionen

## Übersicht

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

| Funktion | Softkey |
|---|---|
| **D14:ERROR**<br>Fehlermeldungen ausgeben | D14 FEHLER= |
| **D15:PRINT**<br>Texte oder Q-Parameter-Werte unformatiert ausgeben | D15 DRUCKEN |
| **D19:PLC**<br>Werte an die PLC übergeben | D19 PLC= |

## D14: ERROR: Fehlermeldungen ausgeben

### NC-Beispielsatz

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

```
N180 D14 P01 254 *
```

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 D 14 kommt, so unterbricht sie und gibt eine Meldung aus. Anschließend müssen Sie das Programm neu starten. Fehler-Nummern: siehe Tabelle unten.

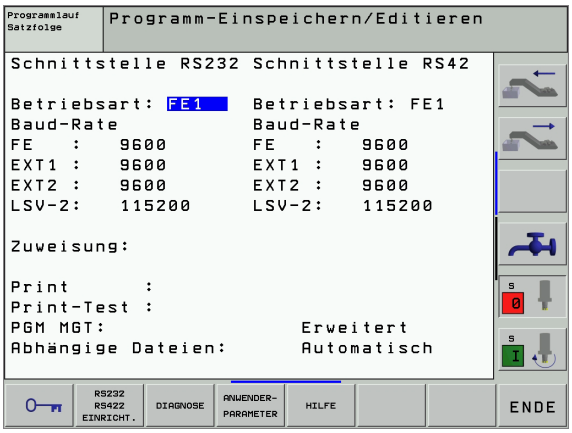
| Bereich Fehler-Nummern | Standard-Dialog |
|---|---|
| 0 ... 299 | D 14: Fehler-Nummer 0 .... 299 |
| 300 ... 999 | Maschinenabhängiger Dialog |
| 1000 ... 1099 | Interne Fehlermeldungen (siehe Tabelle rechts) |

| Fehler-Nummer | Text |
|---|---|
| 1000 | Spindel? |
| 1001 | Werkzeugachse fehlt |
| 1002 | Nutbreite zu groß |
| 1003 | Werkzeug-Radius zu groß |
| 1004 | Bereich überschritten |
| 1005 | Anfangs-Position falsch |
| 1006 | DREHUNG nicht erlaubt |
| 1007 | MASSFAKTOR nicht erlaubt |
| 1008 | SPIEGELUNG nicht erlaubt |
| 1009 | Verschiebung nicht erlaubt |
| 1010 | Vorschub fehlt |
| 1011 | Eingabewert falsch |
| 1012 | Vorzeichen falsch |
| 1013 | Winkel nicht erlaubt |
| 1014 | Antastpunkt nicht erreichbar |
| 1015 | Zu viele Punkte |
| 1016 | Eingabe widersprüchlich |
| 1017 | CYCL unvollständig |
| 1018 | Ebene falsch definiert |
| 1019 | Falsche Achse programmiert |
| 1020 | Falsche Drehzahl |
| 1021 | Radius-Korrektur undefiniert |
| 1022 | Rundung nicht definiert |
| 1023 | Rundungs-Radius zu groß |
| 1024 | Undefinierter Programmstart |
| 1025 | Zu hohe Verschachtelung |
| 1026 | Winkelbezug fehlt |
| 1027 | Kein Bearb.-Zyklus definiert |
| 1028 | Nutbreite zu klein |
| 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 |

| Fehler-Nummer | Text |
|---|---|
| 1042 | Verfahrrichtung nicht definiert |
| 1043 | Keine Nullpunkt-Tabelle aktiv |
| 1044 | Lagefehler: Mitte 1. Achse |
| 1045 | Lagefehler: Mitte 2. Achse |
| 1046 | Bohrung zu klein |
| 1047 | Bohrung zu groß |
| 1048 | Zapfen zu klein |
| 1049 | Zapfen zu groß |
| 1050 | Tasche zu klein: Nacharbeit 1.A. |
| 1051 | Tasche zu klein: Nacharbeit 2.A. |
| 1052 | Tasche zu groß: Ausschuss 1.A. |
| 1053 | Tasche zu groß: Ausschuss 2.A. |
| 1054 | Zapfen zu klein: Ausschuss 1.A. |
| 1055 | Zapfen zu klein: Ausschuss 2.A. |
| 1056 | Zapfen zu groß: Nacharbeit 1.A. |
| 1057 | Zapfen zu groß: Nacharbeit 2.A. |
| 1058 | TCHPROBE 425: Fehler Größtmaß |
| 1059 | TCHPROBE 425: Fehler Kleinstmaß |
| 1060 | TCHPROBE 426: Fehler Größtmaß |
| 1061 | TCHPROBE 426: Fehler Kleinstmaß |
| 1062 | TCHPROBE 430: Durchm. zu groß |
| 1063 | TCHPROBE 430: Durchm. zu klein |
| 1064 | Keine Messachse definiert |
| 1065 | Werkzeug-Bruchtoleranz überschr. |
| 1066 | Q247 ungleich 0 eingeben |
| 1067 | Betrag Q247 größer 5 eingeben |
| 1068 | Nullpunkt-Tabelle? |
| 1069 | Fraesart Q351 ungleich 0 eingeben |
| 1070 | Gewindetiefe verringern |
| 1071 | Kalibrierung durchführen |
| 1072 | Toleranz überschritten |
| 1073 | Satzvorlauf aktiv |
| 1074 | ORIENTIERUNG nicht erlaubt |
| 1075 | 3DROT nicht erlaubt |
| 1076 | 3DROT aktivieren |
| 1077 | Tiefe negativ eingeben |
| 1078 | Q303 im Messzyklus undefiniert! |
| 1079 | Werkzeugachse nicht erlaubt |
| 1080 | Berechnete Werte fehlerhaft |
| 1081 | Messpunkte widersprüchlich |

## D15: PRINT: Texte oder Q-Parameter-Werte ausgeben

Datenschnittstelle einrichten: Im Menüpunkt PRINT bzw. PRINT-TEST legen Sie den Pfad fest, auf dem die TNC die Texte oder Q-Parameter-Werte speichern soll, siehe „Zuweisung", Seite 483.




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 %FN 15RUN.A (Ausgabe während des Programmlaufs) oder in der Datei %FN15SIM.A (Ausgabe während des Programm-Tests). Die Ausgabe erfolgt gepuffert und wird spätestens am PGM-Ende, oder wenn das PGM angehalten wird, ausgelöst. In der BA Einzelsatz startet die Datenübertragung am Satzende.

**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

```
N67 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

```
N56 D19 P01 +10 P02 +Q3 *
```

# 10.8 Formel direkt eingeben

## Formel eingeben

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

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

| Verknüpfungs-Funktion | Softkey |
|---|---|
| **Addition**<br>z.B. `Q10 = Q1 + Q5` | + |
| **Subtraktion**<br>z.B. `Q25 = Q7 – Q108` | – |
| **Multiplikation**<br>z.B. `Q12 = 5 * Q5` | * |
| **Division**<br>z.B. `Q25 = Q1 / Q2` | / |
| **Klammer auf**<br>z.B. `Q12 = Q1 * (Q2 + Q3)` | ( |
| **Klammer zu**<br>z.B. `Q12 = Q1 * (Q2 + Q3)` | ) |
| **Wert quadrieren (engl. square)**<br>z.B. `Q15 = SQ 5` | SQ |
| **Wurzel ziehen (engl. square root)**<br>z.B. `Q22 = SQRT 25` | SQRT |
| **Sinus eines Winkels**<br>z.B. `Q44 = SIN 45` | SIN |
| **Cosinus eines Winkels**<br>z.B. `Q45 = COS 45` | COS |
| **Tangens eines Winkels**<br>z.B. `Q46 = TAN 45` | TAN |
| **Arcus-Sinus**<br>Umkehrfunktion des Sinus; Winkel bestimmen aus dem Verhältnis Gegenkathete/Hypotenuse<br>z.B. `Q10 = ASIN 0,75` | ASIN |
| **Arcus-Cosinus**<br>Umkehrfunktion des Cosinus; Winkel bestimmen aus dem Verhältnis Ankathete/Hypotenuse<br>z.B. `Q11 = ACOS Q40` | ACOS |

| Verknüpfungs-Funktion | Softkey |
|---|---|
| **Arcus-Tangens**<br>Umkehrfunktion des Tangens; Winkel bestimmen aus dem Verhältnis Gegenkathete/Ankathete<br>z.B. **Q12 = ATAN Q50** | ATAN |
| **Werte potenzieren**<br>z.B. **Q15 = 3^3** | ^ |
| **Konstante PI (3,14159)**<br>z.B. **Q15 = PI** | PI |
| **Logarithmus Naturalis (LN) einer Zahl bilden**<br>Basiszahl 2,7183<br>z.B. **Q15 = LN Q11** | LN |
| **Logarithmus einer Zahl bilden, Basiszahl 10**<br>z.B. **Q33 = LOG Q22** | LOG |
| **Exponentialfunktion, 2,7183 hoch n**<br>z.B. **Q1 = EXP Q12** | EXP |
| **Werte negieren (Multiplikation mit -1)**<br>z.B. **Q2 = NEG Q1** | NEG |
| **Nachkomma-Stellen abschneiden**<br>Integer-Zahl bilden<br>z.B. **Q3 = INT Q42** | INT |
| **Absolutwert einer Zahl bilden**<br>z.B. **Q4 = ABS Q22** | ABS |
| **Vorkomma-Stellen einer Zahl abschneiden**<br>Fraktionieren<br>z.B. **Q5 = FRAC Q23** | FRAC |
| **Vorzeichen einer Zahl prüfen**<br>z.B. **Q12 = SGN Q50**<br>Wenn Rückgabewert Q12 = 1: Q50 >= 0<br>Wenn Rückgabewert Q12 = 0: Q50 < 0 | SGN |
| **Modulowert (Divisionsrest) berechnen**<br>z.B. **Q12 = 400 % 360**<br>Ergebnis: Q12 = 40 | % |

## Rechenregeln

Für das Programmieren mathematischer Formeln gelten folgende Regeln:

**Punkt- vor Strichrechnung**

```
N112  Q1 = 5 * 3 + 2 * 10 = 35
```

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

**oder**

```
N113  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 | Q-Parameter-Funktionen wählen: Taste Q drücken |
| FORMEL | Formel-Eingaben wählen: Softkey FORMEL drücken |
| **PARAMETER-NR. FÜR ERGEBNIS?** | |
| ENT 25 | Parameter-Nummer eingeben |
| ▷ 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**

```
N37  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
- Delta-Wert DR aus dem TOOL CALL-Satz

## 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 Koordinaten beziehen sich auf den Bezugspunkt, der in der Betriebsart Manuell aktiv ist.

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

| Koordinatenachse | Parameter-Wert |
|---|---|
| X-Achse | Q115 |
| Y-Achse | Q116 |
| Z-Achse | Q117 |
| IV. Achse<br>abhängig von MP100 | Q118 |
| V. Achse<br>abhängig von MP100 | Q119 |

## Ist-Sollwert-Abweichung bei automatischer Werkzeug-Vermessung mit dem TT 130

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

## Schwenken der Bearbeitungsebene mit Werkstück-Winkeln: von der TNC berechnete Koordinaten für Drehachsen

| Koordinaten | Parameter-Wert |
|---|---|
| A-Achse | Q120 |
| B-Achse | Q121 |
| C-Achse | Q122 |

## Messergebnisse von Tastsystem-Zyklen

(siehe auch Benutzer-Handbuch Tastsystem-Zyklen)

| Gemessene Istwerte | Parameter-Wert |
|---|---|
| Winkel einer Geraden | Q150 |
| 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-Wert |
|---|---|
| Mitte in der Hauptachse | Q161 |
| Mitte in der Nebenachse | Q162 |
| Durchmesser | Q163 |
| Taschenlänge | Q164 |
| Taschenbreite | Q165 |
| Gemessene Länge | Q166 |
| Lage der Mittelachse | Q167 |

| Ermittelte Raumwinkel | Parameter-Wert |
|---|---|
| Drehung um die A-Achse | Q170 |
| Drehung um die B-Achse | Q171 |
| Drehung um die C-Achse | Q172 |

| Werkstück-Status | Parameter-Wert |
|---|---|
| Gut | Q180 |
| Nacharbeit | Q181 |
| Ausschuss | Q182 |

| Gemessene Abweichung mit Zyklus 440 | Parameter-Wert |
|---|---|
| X-Achse | Q185 |
| Y-Achse | Q186 |
| Z-Achse | Q187 |

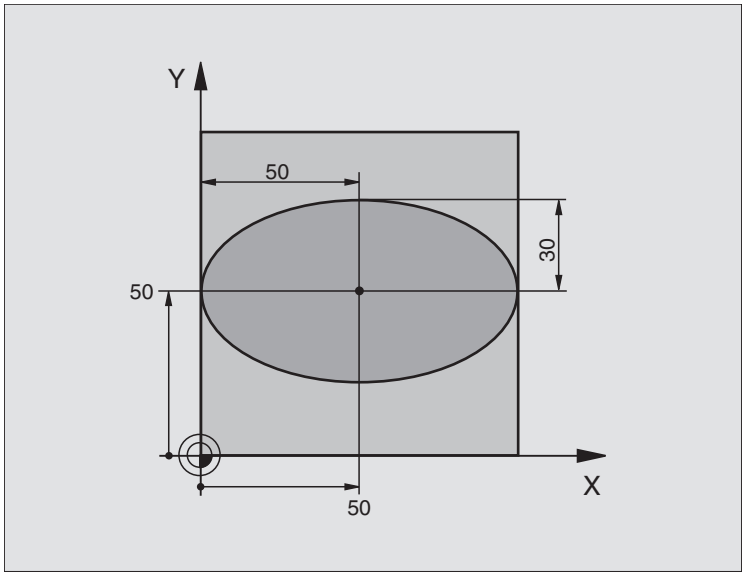
| Reserviert für interne Verwendung | Parameter-Wert |
|---|---|
| Merker für Zyklen (Bearbeitungsbilder) | Q197 |
| Nummer des aktiven Tastsystem-Zyklus | Q198 |

| Status Werkzeug-Vermessung mit TT | Parameter-Wert |
|---|---|
| Werkzeug innerhalb Toleranz | Q199 = 0,0 |
| Werkzeug ist verschlissen (LTOL/RTOL überschritten) | Q199 = 1,0 |
| Werkzeug ist gebrochen (LBREAK/RBREAK überschritten) | Q199 = 2,0 |

## Beispiel: Ellipse

Programm-Ablauf

- Die Ellipsen-Kontur wird durch viele kleineGeradenstücke 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



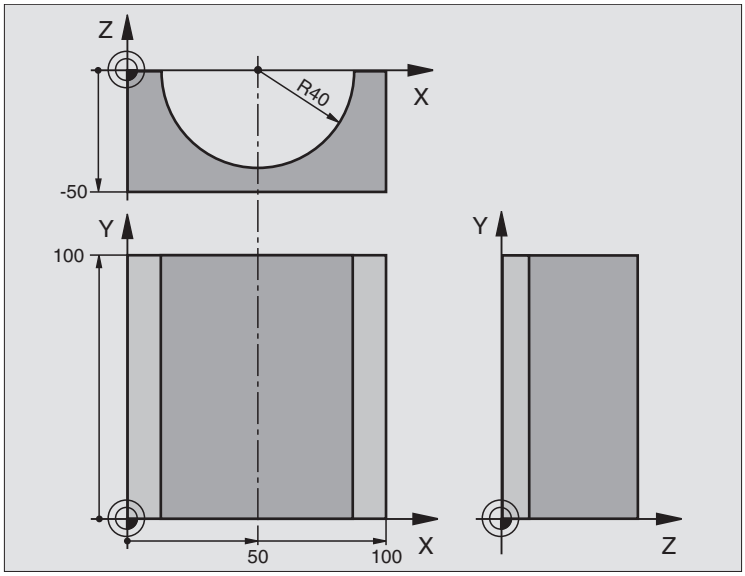

| | |
|---|---|
| %ELLIPSE G71 * | |
| N10 D00 Q1 P01 +50 * | Mitte X-Achse |
| N20 D00 Q2 P01 +50 * | Mitte Y-Achse |
| N30 D00 Q3 P01 +50 * | Halbachse X |
| N40 D00 Q4 P01 +30 * | Halbachse Y |
| N50 D00 Q5 P01 +0 * | Startwinkel in der Ebene |
| N60 D00 Q6 P01 +360 * | Endwinkel in der Ebene |
| 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



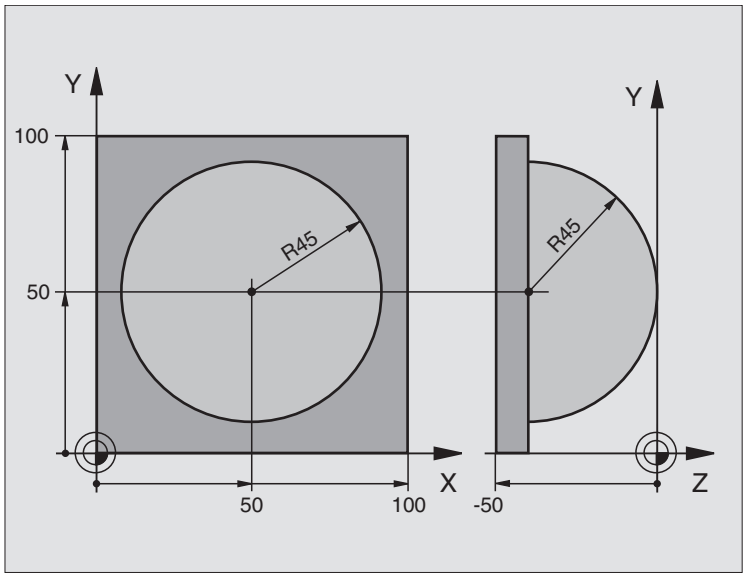

| | |
|---|---|
| `%ZYLIN G71 *` | |
| `N10 D00 Q1 P01 +50 *` | Mitte X-Achse |
| `N20 D00 Q2 P01 +0 *` | Mitte Y-Achse |
| `N30 D00 Q3 P01 +0 *` | Mitte Z-Achse |
| `N40 D00 Q4 P01 +90 *` | Startwinkel Raum (Ebene Z/X) |
| `N50 D00 Q5 P01 +270 *` | Endwinkel Raum (Ebene Z/X) |
| `N60 D00 Q6 P01 +40 *` | 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 G98 L1 * | |
| N320 I+0 K+0 * | Pol setzen in der Z/X-Ebene |
| N330 G11 R+Q16 H+Q24 FQ11 * | Startposition auf Zylinder anfahren, schräg ins Material eintauchend |
| N340 G01 G40 Y+Q7 FQ12 * | 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 FQ11 * | Angenäherten “Bogen” fahren für nächsten Längsschnitt |
| N390 G01 G40 Y+0 FQ12 * | 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 LBL 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 G98 L1 * | Vorpositionieren in der Spindelachse |
| N320 I+0 J+0 * | Pol setzen in der X/Y-Ebene für Vorpositionierung |
| N330 G11 G40 R+Q26 H+Q8 FQ12 * | Vorpositionieren in der Ebene |
| 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 LBL 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

## Anwendung

In den Programmlauf-Betriebsarten und der Betriebsart Programm-Test simuliert die TNC eine Bearbeitung grafisch. Über Softkeys wählen sie, ob als

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

Die TNC-Grafik entspricht der Darstellung eines Werkstücks, das mit einem zylinderförmigen Werkzeug bearbeitet wird. Bei aktiver Werkzeug-Tabelle können Sie die Bearbeitung mit einem Radiusfräser darstellen lassen. Geben Sie dazu in der Werkzeug-Tabelle R2 = R ein.

Die TNC zeigt keine Grafik, wenn

- das aktuelle Programm keine gültige Rohteil-Definition enthält
- kein Programm angewählt ist

Über die Maschinen-Parameter 7315 bis 7317 können Sie einstellen, dass die TNC auch dann eine Grafik anzeigt, wenn Sie keine Spindelachse definiert haben oder verfahren.

Die grafische Simulation können Sie nicht für Programmteile bzw. Programme mit Drehachsen-Bewegungen oder geschwenkter Bearbeitungsebene nutzen: In diesen Fällen gibt die TNC eine Fehlermeldung aus.

Die TNC stellt ein im **T**-Satz programmiertes Radius-Aufmaß **DR** nicht in der Grafik dar.

## Übersicht: Ansichten

In den Programmlauf-Betriebsarten und in der Betriebsart Programm-Test zeigt die TNC folgende Softkeys:

| Ansicht | Softkey |
|---|---|
| Draufsicht | |
| Darstellung in 3 Ebenen | |
| 3D-Darstellung | |

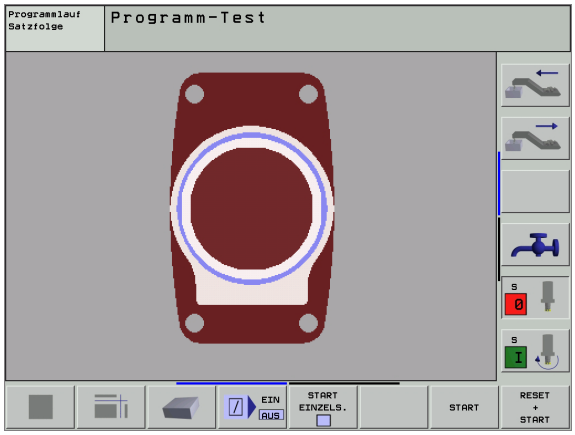
**Einschränkung während des Programmlaufs**

Die Bearbeitung läßt sich nicht gleichzeitig grafisch darstellen, wenn der Rechner der TNC durch komplizierte Bearbeitungsaufgaben oder großflächige Bearbeitungen bereits ausgelastet ist. Beispiel: Abzeilen über das ganze Rohteil mit großem Werkzeug. Die TNC führt die Grafik nicht mehr fort und blendet den Text **ERROR** im Grafik-Fenster ein. Die Bearbeitung wird jedoch weiter ausgeführt.

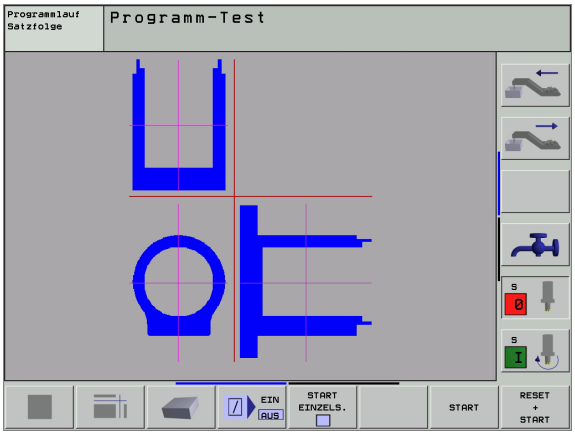
## Draufsicht

Diese grafische Simulation läuft am schnellsten ab.

- Draufsicht mit Softkey wählen
- Für die Tiefendarstellung dieser Grafik gilt: „Je tiefer, desto dunkler“



## 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, siehe „Ausschnitts-Vergrößerung", Seite 458.

Zusätzlich können Sie die Schnittebene über Softkeys verschieben:

▶ Wählen Sie den Softkey für die Darstellung des Werkstücks in 3 Ebenen

▶ Schalten Sie die Softkey-Leiste um und wählen Sie den Auswahl-Softkey für die Schnittebenen

▶ Die TNC zeigt folgende Softkeys:

| Funktion | Softkeys | |
|---|---|---|
| Vertikale Schnittebene nach rechts oder links verschieben | | |
| Vertikale Schnittebene nach vorne oder hinten verschieben | | |
| Horizontale Schnittebene nach oben oder unten verschieben | | |

Die Lage der Schnittebene ist während des Verschiebens am Bildschirm sichtbar.

### Koordinaten der Schnittlinie

Die TNC blendet die Koordinaten der Schnittlinie, bezogen auf den Werkstück-Nullpunkt unten im Grafik-Fenster ein. Angezeigt werden nur Koordinaten in der Bearbeitungsebene. Diese Funktion aktivieren Sie mit Maschinen-Parameter 7310.

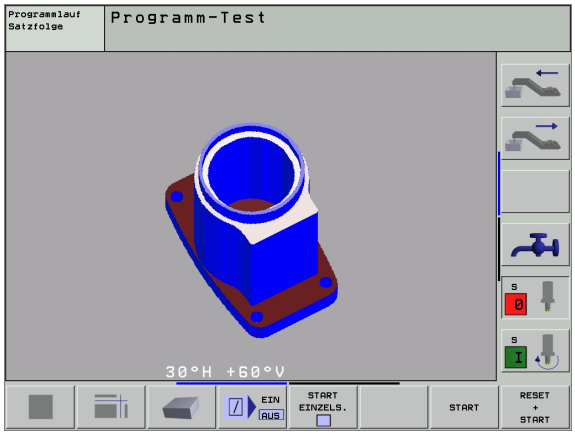
## 3D-Darstellung

Die TNC zeigt das Werkstück räumlich.

Die 3D-Darstellung können Sie um die vertikale Achse drehen und um die horizontale Achse kippen. Die Umrisse des Rohteils zu Beginn der grafischen Simulation können Sie als Rahmen anzeigen lassen.

In der Betriebsart Programm-Test stehen Funktionen zur Ausschnitts-Vergrößerung zur Verfügung, siehe „Ausschnitts-Vergrößerung", Seite 458.

▶ 3D-Darstellung mit Softkey wählen




### 3D-Darstellung drehen und vergrößern/verkleinern

▶ Softkey-Leiste umschalten, bis der Auswahl-Softkey für die Funktionen Drehen und Vergrößern/Verkleinern erscheint

▶ Funktionen zum Drehen und Vergrößern/Verkleinern wählen:

| Funktion | Softkeys |
|---|---|
| Darstellung in 5°-Schritten vertikal drehen | |
| Darstellung in 5°-Schritten horizontal kippen | |
| Darstellung schrittweise vergrößern. Ist die Darstellung vergrößert, zeigt die TNC in der Fußzeile des Grafikfensters den Buchstaben **Z** an. | |
| Darstellung schrittweise verkleinern. . Ist die Darstellung verkleinert, zeigt die TNC in der Fußzeile des Grafikfensters den Buchstaben **Z** an. | |
| Darstellung auf programmierte Größe rüchsetzen | |

### Rahmen für die Umrisse des Rohteils ein- und ausblenden

▶ Softkey-Leiste umschalten, bis der Auswahl-Softkey für die Funktionen Drehen und Vergrößern/Verkleinern erscheint

▶ Funktionen zum Drehen und Vergrößern/Verkleinern wählen:

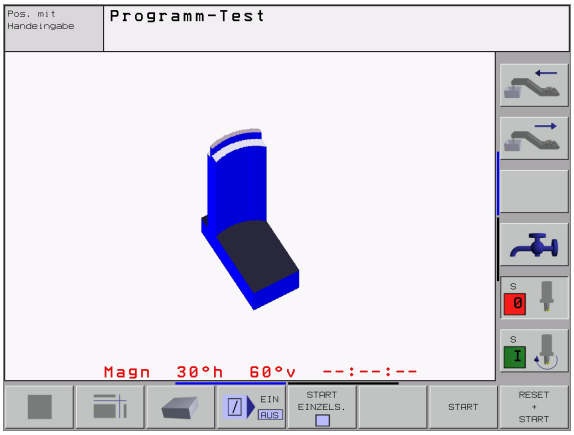
▶ Rahmen für BLK-FORM einblenden: Hellfeld im Softkey auf ANZEIGEN stellen

▶ Rahmen für BLK-FORM ausblenden: Hellfeld im Softkey auf AUSBLEND. stellen

## Ausschnitts-Vergrößerung

Den Ausschnitt können Sie in der Betriebsart Programm-Test und in einer Programmlauf-Betriebsart in allen Ansichten verändern.

Dafür muss die grafische Simulation bzw. der Programmlauf gestoppt sein. Eine Ausschnitts-Vergrößerung ist immer in allen Darstellungsarten wirksam.




### Ausschnitts-Vergrößerung ändern

Softkeys siehe Tabelle

- Falls nötig, grafische Simulation stoppen
- Softkey-Leiste in der Betriebsart Programm-Test bzw. in einer Programmlauf-Betriebsart umschalten, bis der Auswahl-Softkey für die Ausschnitt-Vergrößerung erscheint

- Funktionen zur Auschnitts-Vergrößerung wählen
- Werkstückseite mit Softkey (siehe Tabelle unten) wählen
- Rohteil verkleinern oder vergrößern: Softkey „–“ bzw. „+“ gedrückt halten
- Programm-Test oder Programmlauf neu starten mit Softkey START (RESET + START stellt das ursprüngliche Rohteil wieder her)

| 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. | |

**Cursor-Position bei der Ausschnitts-Vergrößerung**

Die TNC zeigt während einer Ausschnitts-Vergrößerung die Koordinaten der Achse an, die Sie gerade beschneiden. Die Koordinaten entsprechen dem Bereich, der für die Ausschnitts-Vergrößerung festgelegt ist. Links vom Schrägstrich zeigt die TNC die kleinste Koordinate des Bereichs (MIN-Punkt), rechts davon die größte (MAX-Punkt).

Bei einer vergrößerten Abbildung blendet die TNC unten rechts am Bildschirm **MAGN** ein.

Wenn die TNC das Rohteil nicht weiter verkleinern bzw. vergrößern kann, blendet die Steuerung eine entsprechende Fehlermeldung ins Grafik-Fenster ein. Um die Fehlermeldung zu beseitigen, vergrößern bzw. verkleinern Sie das Rohteil wieder.

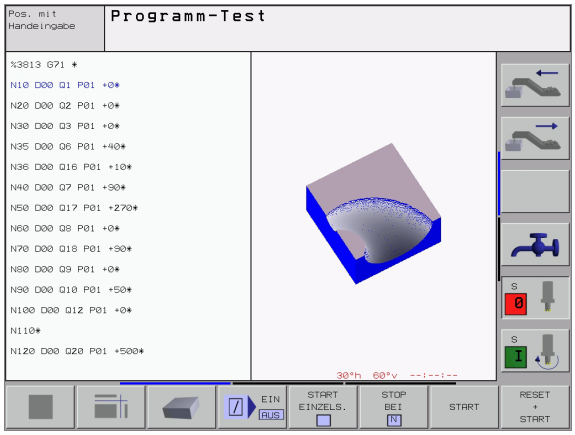
## Grafische Simulation wiederholen

Ein Bearbeitungs-Programm läßt sich beliebig oft grafisch simulieren. Dafür können Sie die Grafik wieder auf das Rohteil oder einen vergrößerten Ausschnitt aus dem Rohteil zurücksetzen.

| Funktion | Softkey |
|---|---|
| Unbearbeitetes Rohteil in der zuletzt gewählten Ausschnitts-Vergrößerung anzeigen | ROHTEIL ZURÜCK-SETZEN |
| Ausschnitts-Vergrößerung zurücksetzen, so dass die TNC das bearbeitete oder unbearbeitete Werkstück gemäß programmiertem Rohteil 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.

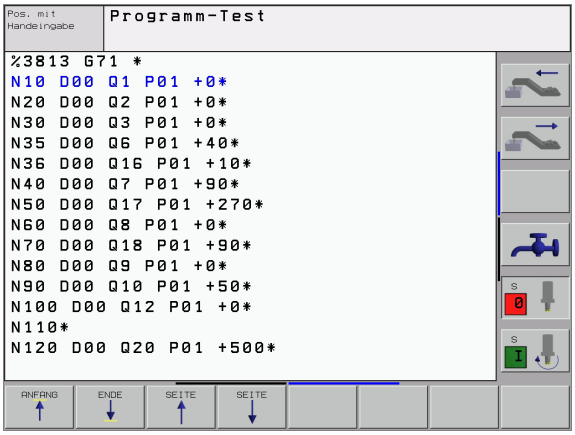
Die Zeit wird mit Eingabe einer neuen BLK-Form zurückgesetzt.

# 11.2 Funktionen zur Programmanzeige

## Übersicht

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

## Anwendung

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, siehe „Rohteil im Arbeitsraum darstellen", Seite 496.

- 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:

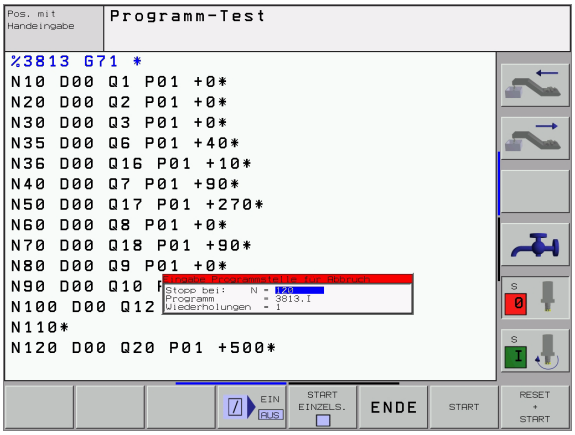
| Funktionen | Softkey |
|---|---|
| Gesamtes Programm testen | START |
| Jeden Programm-Satz einzeln testen | START EINZELS. |
| Rohteil abbilden und gesamtes Programm testen | RESET + START |
| Programm-Test anhalten | STOP |

### 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 bestimmtem Satz wählen: Softkey STOP BEI N drücken

- **Stop bei N**: Satz-Nummer eingeben, bei der der Programm-Test gestoppt werden soll
- **Programm**: Name des Programms eingeben, in dem der Satz mit der gewählten Satz-Nummer steht; die TNC zeigt den Namen des gewählten Programms an; wenn der Programm-Stopp in einem mit % aufgerufenen Programm stattfinden soll, dann diesen Namen eintragen
- **Wiederholungen**: Anzahl der Wiederholungen eingeben, die durchgeführt werden sollen, falls N innerhalb einer Programmteil-Wiederholung steht
- Programm-Abschnitt testen: Softkey START drücken; die TNC testet das Programm bis zum eingegebenen Satz



# 11.4 Programmlauf

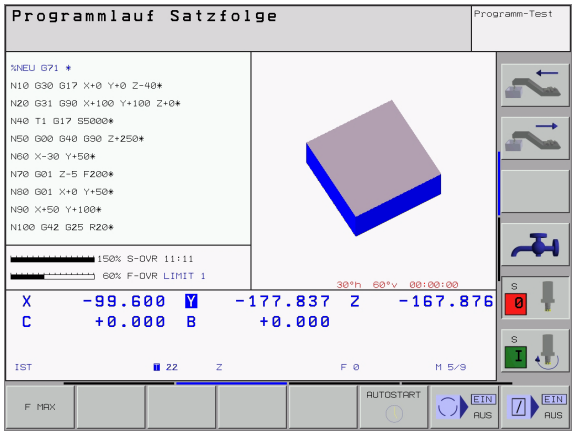
## Anwendung

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
- Funktionen für die grafische Darstellung
- Zusätzliche Status-Anzeige



## Bearbeitungs-Programm ausführen

**Vorbereitung**

1. Werkstück auf dem Maschinentisch aufspannen
2. Bezugspunkt setzen
3. Benötigte Tabellen und Paletten-Dateien wählen (Status M)
4. Bearbeitungs-Programm wählen (Status M)

Vorschub und Spindeldrehzahl können Sie mit den Override-Drehknöpfen ändern.

Über den Softkey FMAX können Sie die Eilgang-Geschwindigkeit reduzieren, wenn Sie das NC-Programm einfahren wollen. Der eingegebene Wert ist auch nach dem Aus- /Einschalten der Maschine aktiv. Um die ursprüngliche Eilgang-Geschwindigkeit wiederherzustellen, müssen Sie den entsprechenden Zahlenwert wieder eingeben.

**Programmlauf Satzfolge**

- Bearbeitungs-Programm mit externer START-Taste starten

**Programmlauf Einzelsatz**

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

## Bearbeitung unterbrechen

Sie haben verschiedene Möglichkeiten, einen Programmlauf zu unterbrechen:

- Programmierte Unterbrechungen
- Externe STOPP-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 STOPP-Taste

- Externe STOPP-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.

**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

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 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 (z.B. Nullpunkt-Verschiebung, Drehung, Spiegelung)
- die Koordinaten des zuletzt definierten Kreismittelpunkts

Beachten Sie, dass die gespeicherten Daten solange aktiv bleiben, bis Sie sie zurücksetzen (z.B. indem Sie ein neues Programm anwählen).

Die gespeicherten Daten werden für das Wiederanfahren an die Kontur nach manuellem Verfahren der Maschinenachsen während einer Unterbrechung (Softkey 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 STOPP-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.

Alle benötigten Programme, Tabellen und Paletten-Dateien müssen in einer Programmlauf-Betriebsart angewählt sein (Status M).

Enthält das Programm bis zum Ende des Satzvorlaufs eine programmierte Unterbrechung, wird dort der Satzvorlauf unterbrochen. Um den Satzvorlauf fortzusetzen, die externe START-Taste drücken.

Nach einem Satzvorlauf wird das Werkzeug mit der Funktion POSITION ANFAHREN auf die ermittelte Position gefahren.

Die Werkzeug-Längenkorrektur wird erst durch den Werkzeugaufruf und einen nachfolgenden Positioniersatz wirksam, dies gilt auch für eine geänderte Werkzeuglänge.

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.

Die Funktion M128 ist bei einem Satzvorlauf nicht erlaubt.

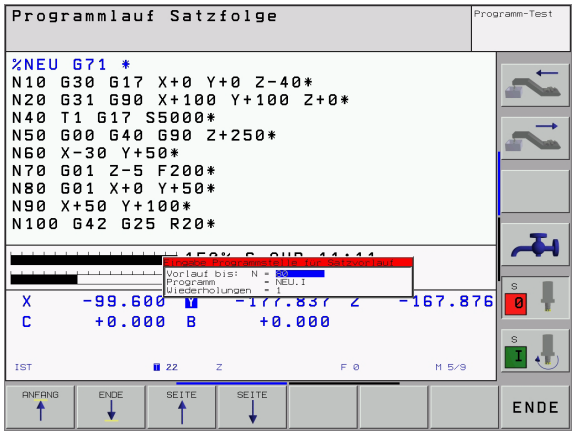
Mit dem Softkey 3D EIN/AUS legen Sie fest, ob die TNC bei geschwenkter Bearbeitungsebene im geschwenkten oder ungeschwenkten System anfahren soll.

Wenn Sie den Satzvorlauf innerhalb einer Paletten-Tabelle einsetzen wollen, dann wählen Sie zunächst mit den Pfeiltasten in der Paletten-Tabelle das Programm, in das Sie einsteigen wollen und wählen dann direkt den Softkey VORLAUF ZU SATZ N.

Alle Tastsystemzyklen und der Zyklus 247 werden bei einem Satzvorlauf von der TNC übersprungen. Ergebnisparameter, die von diesen Zyklen beschrieben werden, enthalten dann ggf. keine Werte.

- Ersten Satz des aktuellen Programms als Beginn für Vorlauf wählen: GOTO „0“ eingeben.
- Satzvorlauf wählen: Softkey VORLAUF ZU SATZ N drücken

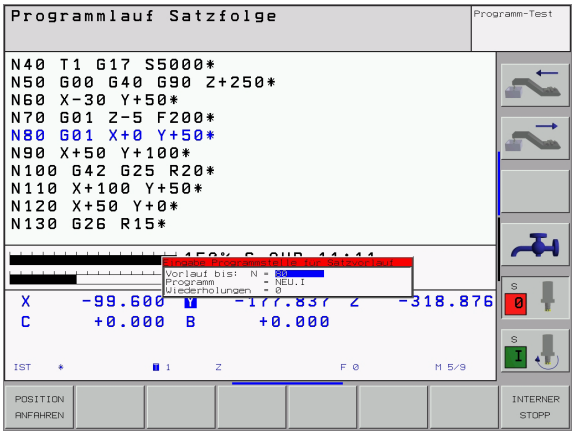
- **Vorlauf bis N**: Nummer N des Satzes eingeben, bei dem der Vorlauf enden soll
- **Programm**: Namen des Programms eingeben, in dem der Satz N steht
- **Wiederholungen:** Anzahl der Wiederholungen eingeben, die im Satz-Vorlauf berücksichtigt werden sollen, falls Satz N innerhalb einer Programmteil-Wiederholung steht
- PLC EIN/AUS: Um Werkzeug-Aufrufe und Zusatz-Funktionen M zu berücksichtigen: PLC auf EIN stellen (mit Taste ENT zwischen EIN und AUS umschalten). PLC auf AUS betrachtet ausschließlich die Geometrie des NC-Programmes, dabei muss das Werkzeug in der Spindel dem im Programm aufgerufenem Werkzeug entsprechen
- Satzvorlauf starten: Externe START-Taste drücken.
- Kontur anfahren: siehe „Wiederanfahren an die Kontur”, Seite 472



## 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
- 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

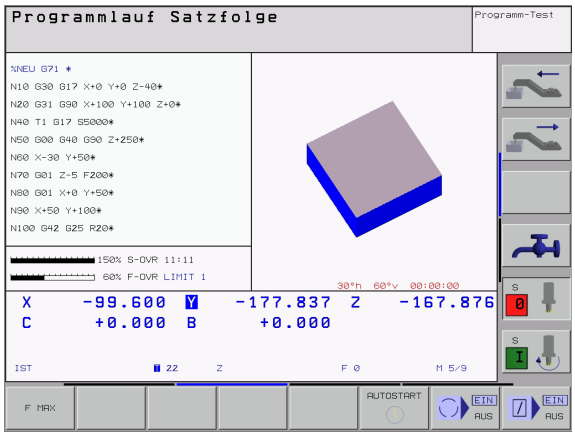
# 11.5 Automatischer Programmstart

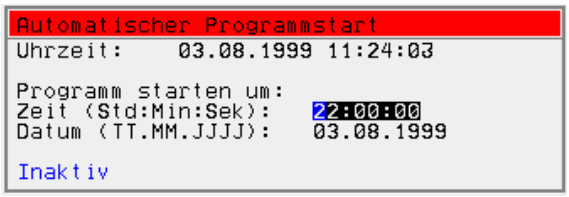
## Anwendung

Um einen automatischen Programmstart durchführen zu können, muss die TNC von Ihrem Maschinen-Hersteller vorbereitet sein, Maschinen-Handbuch beachten.

Über den Softkey AUTOSTART (siehe Bild rechts oben), können Sie in einer Programmlauf-Betriebsart zu einem eingebbaren Zeitpunkt das in der jeweiligen Betriebsart aktive Programm starten:

- Fenster zur Festlegung des Startzeitpunktes einblenden (siehe Bild rechts MItte)
- **Zeit (Std:Min:Sek):** Uhrzeit, zu der das Programm gestartet werden soll
- **Datum (TT.MM.JJJJ):** Datum, an dem das Programm gestartet werden soll
- Um den Start zu aktivieren: Softkey AUTOSTART auf EIN stellen



# 11.6 Sätze überspringen

## Anwendung

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

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

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

Diese Funktion wirkt nicht für G99-Sätze.

Die zuletzt gewählte Einstellung bleibt auch nach einer Stromunterbrechung erhalten.

## Löschen des „/“-Zeichens

- In der Betriebsart **Programm-Einspeichern/Editieren** den Satz wählen, bei dem das Ausblendzeichen gelöscht werden soll

- „/“-Zeichen löschen

# 11.7 Wahlweiser Programmlauf-Halt

## Anwendung

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

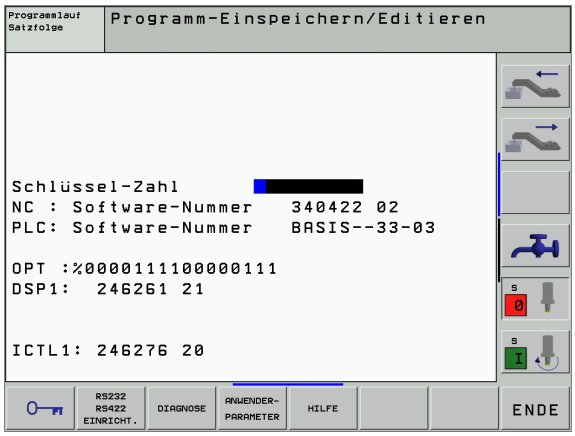
▶ Programmlauf oder Programm-Test bei Sätzen mit M01 unterbrechen: Softkey auf EIN stellen

# 12

## MOD-Funktionen

# 12.1 MOD-Funktion wählen

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

▶ Taste MOD drücken. MOD-Funktionen wählen für Programm Einspeichern/Editieren und Programm-Test. Bild rechts oben und rechts Mitte, Bild nächste Seite: MOD-Funktion in einer Maschinen-Betriebsart

## Einstellungen ändern

▶ MOD-Funktion im angezeigten Menü mit Pfeiltasten wählen

Um eine Einstellung zu ändern, stehen – abhängig von der gewählten Funktion – drei 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. 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 Drücken 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

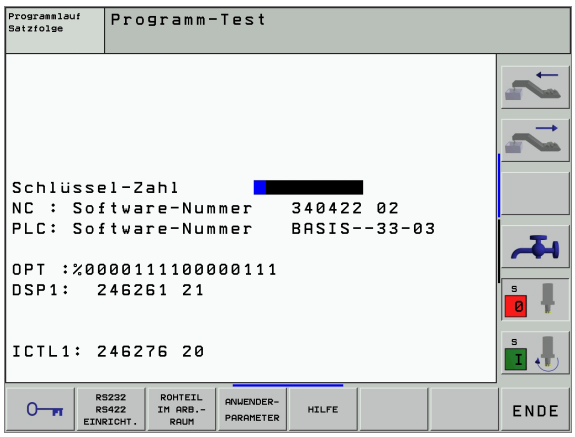
▶ MOD-Funktion beenden: Softkey ENDE oder Taste END drücken

## Übersicht MOD-Funktionen

Abhängig von der gewählten Betriebsart können Sie folgende Änderungen vornehmen:

Programm-Einspeichern/Editieren:

- Verschiedene Software-Nummern anzeigen
- Schlüsselzahl eingeben
- Schnittstelle einrichten
- Ggf. Maschinenspezifische Anwenderparameter
- Ggf. HILFE-Dateien anzeigen

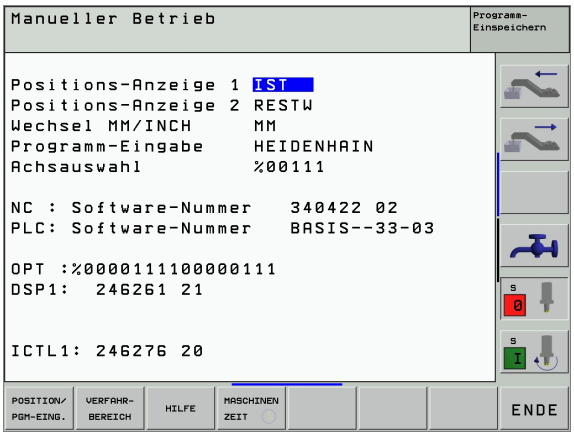


Programm-Test:

- Verschiedene Software-Nummern anzeigen
- Schlüsselzahl eingeben
- Datenschnittstelle einrichten
- Rohteil im Arbeitsraum darstellen
- Ggf. Maschinenspezifische Anwenderparameter
- Ggf. HILFE-Dateien anzeige

Alle übrigen Betriebsarten:

- Verschiedene Software-Nummern 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



# 12.2 Software- und Options-Nummern

## Anwendung

Folgende Software-Nummern stehen nach Anwahl der MOD-Funktionen im TNC-Bildschirm:

- **NC**: Nummer der NC-Software (wird von HEIDENHAIN verwaltet)
- **PLC**: Nummer oder Name der PLC-Software (wird von Ihrem Maschinen-Hersteller verwaltet)
- **SETUP**: Nummer der Zyklen-Software und der verwendeten Softkeys (wird von HEIDENHAIN verwaltet)
- **DSP1**: Nummer der Drehzahlregler-Software (wird von HEIDENHAIN verwaltet)
- **ICTL1**: Nummer der Stromregler-Software (wird von HEIDENHAIN verwaltet)

Zusätzlich sehen Sie hinter der Abkürzung **OPT** codierte Nummern für Optionen, die an Ihrer Steuerung vorhanden sind:

| | |
|---|---|
| Keine Optionen aktiv | %0000000000000000 |
| Bit 0 bis Bit 7: Zusätzliche Regelkreise | %00000000**00000011** |
| Bit 8 bis Bit 15: Software-Optionen | %**00000011**00000011 |

# 12.3 Schlüssel-Zahl eingeben

## Anwendung

Über Schlüssel-Zahlen haben Sie Zugriff auf verschiedene Funktionen, die zum normalen Betrieb der TNC nicht immer erforderlich sind.

Die TNC benötigt für die folgende Funktionen eine Schlüssel-Zahl:

| Funktion | Schlüssel-Zahl |
|---|---|
| Anwender-Parameter wählen | 123 |
| Sonder-Funktionen bei der Q-Parameter- Programmierung freigeben | 555343 |
| Ethernet-Karte konfigurieren | NET123 |

Zusätzlich können Sie über das Schlüsselwort **`version`** eine Datei erstellen, die alle aktuellen Software-Nummern Ihrer Steuerung enthält:

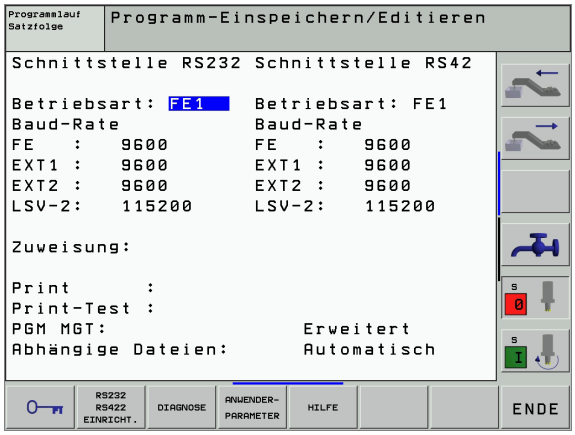
- Schlüsselwort **`version`** eingeben, mit Taste ENT bestätigen
- Die TNC zeigt am Bildschirm alle aktuellen Software-Nummern an
- Versionsübersicht beenden: Taste END drücken

Bei Bedarf können Sie die im Verzeichnis TNC: gespeicherte Datei **`version.a`** auslesen und für Diagnosezwecke Ihrem Maschinenhersteller oder HEIDENHAIN zusenden.

# 12.4 Datenschnittstellen einrichten

## Anwendung

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 |
|---|---|---|
| PC mit HEIDENHAIN-Software TNCremo zur Fernbedienung der TNC | LSV2 | |
| PC mit HEIDENHAIN Übertragungs-Software TNCremo | FE1 | |
| HEIDENHAIN Disketten-Einheiten<br>FE 401 B<br>FE 401 ab Prog.-Nr. 230 626 03 | <br>FE1<br>FE1 | |
| HEIDENHAIN Disketten-Einheit FE 401 bis einschl. Prog. Nr. 230 626 02 | FE2 | |
| Fremdgeräte, wie Drucker, Leser, Stanzer, PC ohne TNCremo | EXT1, EXT2 | |

## Zuweisung

Mit dieser Funktion legen Sie fest, wohin Daten von der TNC übertragen werden.

Anwendungen:

- Werte mit der Q-Parameter-Funktion D15 ausgeben

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 steht | leer |

Datei-Namen:

| Daten | Betriebsart | Datei-Name |
|---|---|---|
| Werte mit D15 | Programmlauf | %FN15RUN.A |
| Werte mit D15 | Programm-Test | %FN15SIM.A |

## Software für Datenübertragung

Zur Übertragung von Dateien von der TNC und zur TNC, sollten Sie eine der HEIDENHAIN-Softwaren zur Datenübertragung TNCremo oder TNCremoNT benutzen. Mit TNCremo/TNCremoNT können Sie über die serielle Schnittstelle alle HEIDENHAIN-Steuerungen ansteuern.

Setzen Sie sich bitte mit HEIDENHAIN in Verbindung, um die Datenübertragungs-Software TNCremo oder TNCremoNT zu erwerben.

System-Voraussetzungen für TNCremoNT:

- PC mit 486 Prozessor oder besser
- Betriebssystem Windows 95, Windows 98, Windows NT 4.0, Windows 2000
- 16 MByte Arbeitsspeicher
- 5 MByte frei auf Ihrer Festplatte
- Eine freie serielle Schnittstelle oder Anbindung ans TCP/IP-Netzwerk

### Installation unter Windows

- Starten Sie das Installations-Programm SETUP.EXE mit dem Datei-Manager (Explorer)
- Folgen Sie den Anweisungen des Setup-Programms

### TNCremoNT unter Windows starten

- Klicken Sie auf <Start>, <Programme>, <HEIDENHAIN Anwendungen>, <TNCremoNT>

Wenn Sie TNCremoNT das erste Mal starten, versucht TNCremoNT automatisch eine Verbindung zur TNC herzustellen.

### Datenübertragung zwischen TNC und TNCremoNT

Überprüfen Sie, ob:

- die TNC an der richtigen seriellen Schnittstelle Ihres Rechners, bzw. am Netzwerk angeschlossen ist
- die Betriebsart der Schnittstelle an der TNC auf **LSV-2** steht

Nachdem Sie die TNCremoNT gestartet haben, sehen Sie im oberen Teil des Hauptfensters **1** alle Dateien, die im aktiven Verzeichnis gespeichert sind. Über <Datei>, <Ordner wechseln> können Sie ein beliebiges Laufwerk bzw. ein anderes Verzeichnis auf Ihrem Rechner wählen.

Wenn Sie die Datenübertragung vom PC aus steuern wollen, dann bauen Sie die Verbindung auf dem PC wie folgt auf:

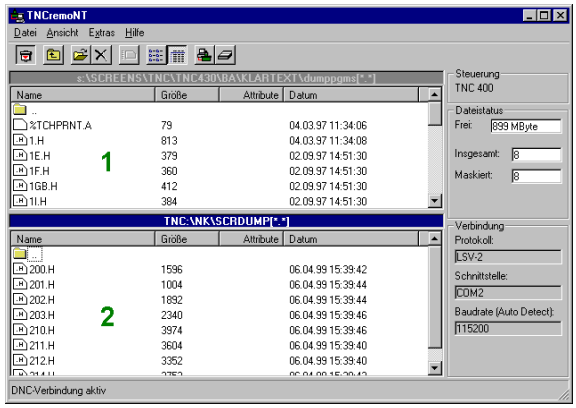
- Wählen Sie <Datei>, <Verbindung erstellen>. Die TNCremoNT empfängt nun die Datei- und Verzeichnis-Struktur von der TNC und zeigt diese im unteren Teil des Hauptfensters **2** an
- Um eine Datei von der TNC zum PC zu übertragen, wählen Sie die Datei im TNC-Fenster durch Mausklick und ziehen die markierte Datei bei gedrückter Maustaste in das PC-Fenster **1**
- Um eine Datei vom PC zur TNC zu übertragen, wählen Sie die Datei im PC-Fenster durch Mausklick und ziehen die markierte Datei bei gedrückter Maustaste in das TNC-Fenster **2**

Wenn Sie die Datenübertragung von der TNC aus steuern wollen, dann bauen Sie die Verbindung auf dem PC wie folgt auf:

- Wählen Sie <Extras>, <TNCserver>. Die TNCremoNT startet dann den Serverbetrieb und kann von der TNC Daten empfangen, bzw. an die TNC Daten senden
- Wählen Sie auf der TNC die Funktionen zur Datei-Verwaltung über die Taste PGM MGT (siehe „Datenübertragung zu/von einem externen Datenträger" auf Seite 82) und übertragen die gewünschten Dateien

### TNCremoNT beenden

Wählen Sie den Menüpunkt <Datei>, <Beenden>




> Beachten Sie auch die kontextsensitive Hilfefunktion von TNCremoNT, in der alle Funktionen erklärt sind. Der Aufruf erfolgt über die Taste F1.

# 12.5 Ethernet-Schnittstelle

## Einführung

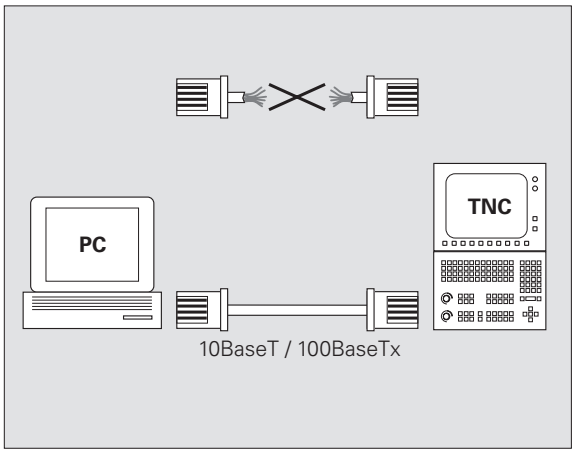
Die TNC ist standardmäßig mit einer Ethernet-Karte ausgerüstet, um die Steuerung als Client in Ihr Netzwerk einzubinden. Die TNC überträgt Daten über die Ethernet-Karte gemäß der TCP/IP-Protokoll-Familie (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) und mit Hilfe des NFS (Network File System).

## Anschluss-Möglichkeiten

Sie können die Ethernet-Karte der TNC über den RJ45-Anschluss (X26,100BaseTX bzw. 10BaseT) in Ihr Netzwerk einbinden. Der Anschluss ist galvanisch von der Steuerungselektronik getrennt.

RJ45-Anschluss X26 (100BaseTX bzw. 10BaseT)

Beim 100BaseTX bzw. 10BaseT-Anschluss verwenden Sie Twisted Pair-Kabel, um die TNC an Ihr Netzwerk anzuschließen.




Die maximale Kabellänge zwischen TNC und einem Knotenpunkt ist Abhängig von der Güteklasse des Kabels, von der Ummantelung und von der Art des Netzwerks (100BaseTX oder 10BaseT).

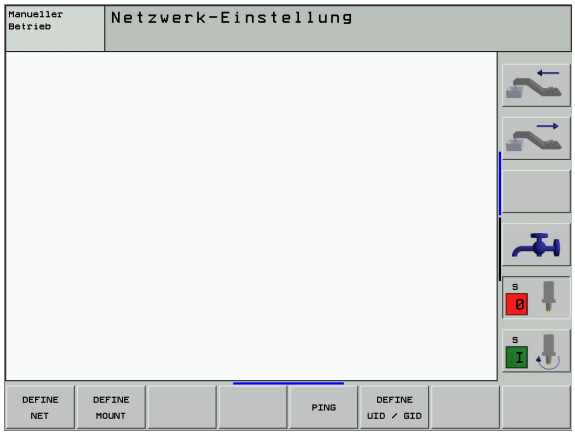
Wenn Sie die TNC direkt mit einem PC verbinden, müssen Sie ein gekreuztes Kabel verwenden.

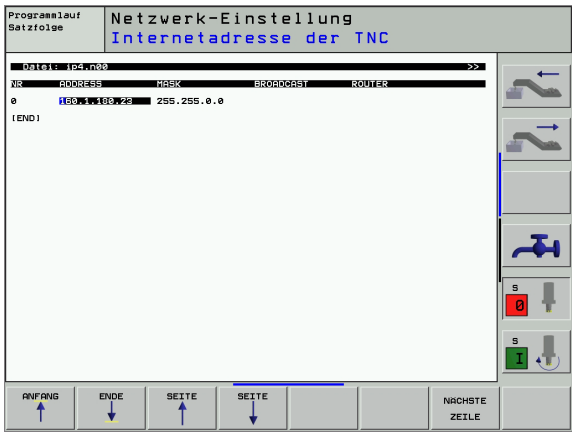
## iTNC direkt mit einem Windows PC verbinden

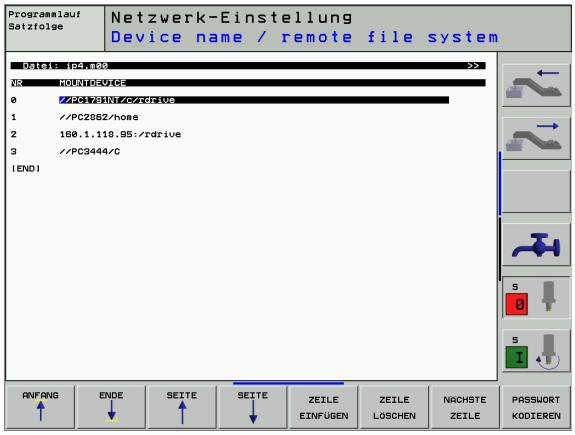
Sie können ohne großen Aufwand und ohne Netzwerk-Kenntnisse die iTNC 530 direkt mit einem PC verbinden, der mit einer Ethernet-Karte ausgerüstet ist.Dazu müssen Sie lediglich einige Einstellungen auf der TNC und die dazu passenden Einstellungen auf dem PC durchführen.

### Einstellungen auf der iTNC

- Verbinden Sie die iTNC (Anschluss X26) und den PC mit einem gekreuzten Ethernet-Kabel (Handelsbezeichnung: Patchkabel gekreuzt oder STP-Kabel gekreuzt)
- Drücken Sie in der Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren die Taste MOD. Geben Sie die Schlüsselzahl NET123 ein, die iTNC zeigt den Hauptbildschirm zur Netzwerk-Konfiguration (siehe Bild rechts oben)
- Drücken Sie den Softkey DEFINE NET zur Eingabe der allgemeinen Netzwerk-Einstellungen (siehe Bild rechts Mitte)
- Geben Sie eine beliebige Netzwerk-Adresse ein. Netzwerk-Adressen setzen sich aus vier durch einen Punkt getrennte Zahlenwerten zusammen, z.B. **160.1.180.23**
- Wählen Sie mit der Pfeiltaste nach rechts die nächste Spalte und geben die Subnet-Mask ein. Die Subnet-Mask setzt sich ebenfalls aus vier durch einen Punkt getrennte Zahlenwerten zusammen, z.B. **255.255.0.0**
- Drücken Sie die Taste END, um die allgemeinen Netzwerk-Einstellungen zu verlassen
- Drücken Sie den Softkey DEFINE MOUNT zur Eingabe der PC-spezifischen Netzwerk-Einstellungen (siehe Bild rechts unten)
- Definieren Sie den PC-Namen und das Laufwerk des PC's auf das Sie zugreifen wollen, beginnend mit zwei Schrägstrichen, z.B. **// PC3444/C**
- Wählen Sie mit der Pfeiltaste nach rechts die nächste Spalte und geben den Namen ein, unter dem der PC in der Datei-Verwaltung der iTNC angezeigt werden soll, z.B. **PC3444:**
- Wählen Sie mit der Pfeiltaste nach rechts die nächste Spalte und geben den Dateisystem Typ **smb** ein
- Wählen Sie mit der Pfeiltaste nach rechts die nächste Spalte und geben folgende Informationen ein, die vom Betriebssystem des PC's abhängen:
  **ip=160.1.180.1,username=abcd,workgroup=SALES,password=uvwx**
- Beenden Sie die Netzwerk-Konfiguration: Taste END zwei Mal betätigen, die iTNC startet automatisch neu



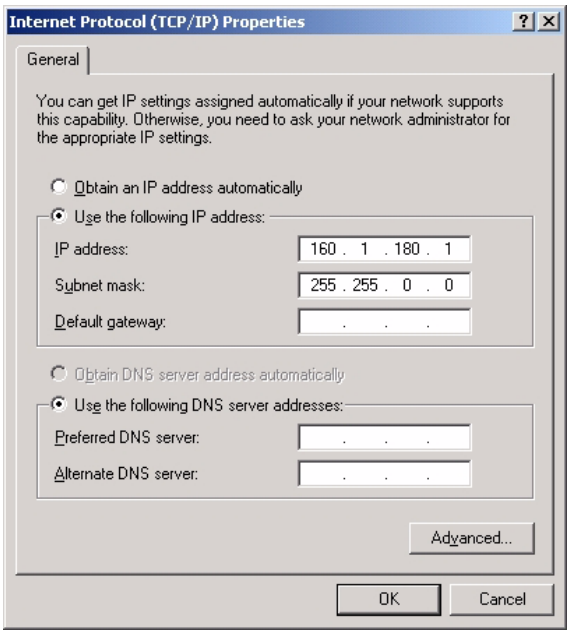

Die Parameter **username**, **workgroup** und **password** müssen nicht in allen Windows Betriebssystemen angegeben werden.

### Einstellungen auf einem PC mit Windows 2000

**Voraussetzung:**

Die Netzwerkkarte muss auf dem PC bereits installiert und funktionsfähig sein.

Wenn Sie den PC, mit dem Sie die iTNC verbinden wollen, bereits in ihr Firmennetz eingebunden haben, sollten Sie die PC-Netzwerk-Adresse beibehalten und die Netzwerk-Adresse der TNC anpassen.

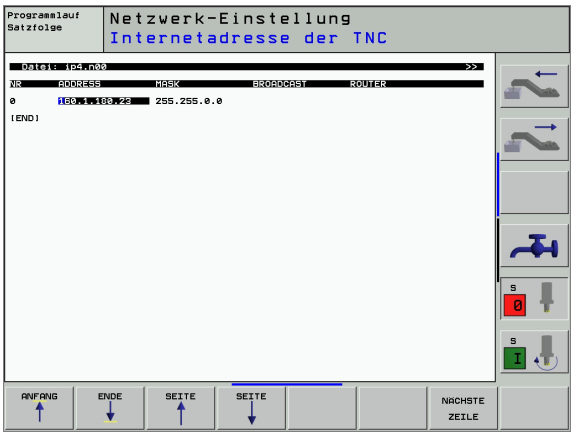



- Wählen Sie die Netzwerkeinstellungen über <Start>, <Einstellungen>, <Netzwerk- und DFÜ-Verbindungen>
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Symbol <LAN-Verbindung> und anschließend im angezeigten Menü auf <Eigenschaften>
- Doppelklicken Sie auf <Internetprotokoll (TCP/IP)> um die IP-Einstellungen (siehe Bild rechts oben) zu ändern
- Falls noch nicht aktiv, wählen Sie die Option <Folgende IP-Adresse verwenden>
- Geben Sie im Eingabefeld <IP-Adresse> dieselbe IP-Adresse ein, die Sie in der iTNC unter den PC-spezifischen Netzwerk-Einstellungen festgelegt haben, z.B. 160.1.180.1
- Geben Sie im Eingabefeld <Subnet Mask> 255.255.0.0 ein
- Bestätigen Sie die Einstellungen mit <OK>
- Speichern Sie die Netzwerk-Konfiguration mit <OK>, ggf. müssen Sie Windows jetzt neu starten

## 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

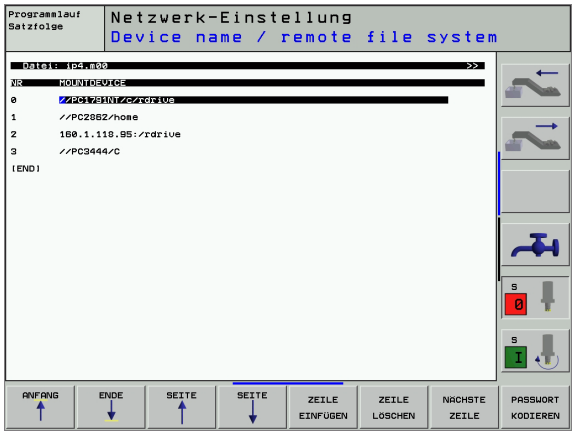
- Drücken Sie den Softkey DEFINE NET zur Eingabe der allgemeinen Netzwerk-Einstellungen und geben Sie folgende Informationen ein:

| Einstellung | Bedeutung |
|---|---|
| ADDRESS | Adresse, die Ihr Netzwerk-Spezialist für die TNC vergeben muss. Eingabe: Vier durch Punkt getrennte Zahlenwerte, z.B. 160.1.180.20 |
| MASK | Die SUBNET MASK dient zur Unterscheidung der Netz- und Host-ID des Netzwerks. Eingabe: Vier durch Punkt getrennte Zahlenwerte, Wert beim Netzwerk-Spezialisten erfragen, z.B. 255.255.0.0 |
| BROADCAST | Die Broadcastadresse der Steuerung wird nur benötigt, wenn sie von der Standardeinstellung abweicht. Die Standardeinstellung wird gebildet aus Netz-ID und Host-ID, bei der alle Bits auf 1 gesetzt sind, z.B. 160.1.255.255 |
| ROUTER | Internet-Adresse Ihres Default-Routers. Nur eingeben, wenn Ihr Netzwerk aus mehreren Teilnetzen besteht. Eingabe: Vier durch Punkt getrennte Zahlenwerte, Wert beim Netzwerk-Spezialisten erfragen, z.B. 160.1.0.2 |
| HOST | Name, mit dem sich die TNC im Netzwerk meldet |
| DOMAIN | Domainname der Steuerung (wird vorerst noch nicht ausgewertet) |
| NAMESERVER | Netzwerkadresse des Domainservers (wird vorerst noch nicht ausgewertet) |

Die Angabe über das Protokoll entfällt bei der iTNC 530, es wird das Übertragungsprotokoll gemäß RFC 894 verwendet.

### Gerätespezifische Netzwerk-Einstellungen

▶ Drücken Sie den Softkey DEFINE MOUNT zur Eingabe der gerätespezifischen Netzwerk-Einstellungen. Sie können beliebig viele Netzwerk-Einstellungen festlegen, jedoch nur maximal 7 gleichzeitig verwalten




| Einstellung | Bedeutung |
|---|---|
| MOUNTDEVICE | ■ Anbindung über NFS:<br>Name des Verzeichnisses das angemeldet werden soll. Dieser wird gebildet durch die Netzwerkadresse des Servers, einem Doppelpunkt und dem Namen des zu mountenden Verzeichnisses. Eingabe: Vier durch Punkt getrennte Zahlenwerte, Wert beim Netzwerk-Spezialisten erfragen, z.B. 160.1.13.4. Verzeichnis des NFS-Servers, das Sie mit der TNC verbinden wollen. Achten Sie bei der Pfadangabe auf die Groß-Kleinschreibung<br>■ Anbindung an einzelnen Windows-Rechner:<br>Netzwerkname und Freigabename des Rechners eingeben, z.B. //PC1791NT/C |
| MOUNTPOINT | Name, den die TNC in der Datei-Verwaltung anzeigt, wenn die TNC mit dem Gerät verbunden ist. Beachten Sie, der Name muß mit einem Doppelpunkt enden |
| FILESYSTEMTYPE | Dateisystemtyp.<br>**nfs**: Network File System<br>**smb**: Windows-Netzwerk |
| OPTIONS bei FILESYSTEMTYPE=nfs | Angaben ohne Leerzeichen, durch Komma getrennt und hintereinander geschrieben. Groß- / Kleinschreibung beachten.<br>**rsize=**: Paketgröße für Datenempfang in Byte. Eingabebereich: 512 bis 8 192<br>**wsize=**: Paketgröße für Datenversand in Byte. Eingabebereich: 512 bis 8 192<br>**time0=**: Zeit in Zehntel-Sekunden, nach der die TNC einen vom Server nicht beantworteten Remote Procedure Call wiederholt. Eingabebereich: 0 bis 100 000. Wenn kein Eintrag erfolgt, wird der Standardwert 7 verwendet. Höhere Werte nur verwenden, wenn die TNC über mehrere Router mit dem Server kommunizieren muss. Wert beim Netzwerk-Spezialisten erfragen<br>**soft=**: Definition, ob die TNC den Remote Procedure Call solange wiederholen soll, bis der NFS-Server antwortet.<br>soft eingetragen: Remote Procedure Call nicht wiederholen<br>soft nicht eingetragen: Remote Procedure Call immer wiederholen |

| Einstellung | Bedeutung |
|---|---|
| OPTIONS bei FILESYSTEM-TYPE=smb zur direkten Anbindung an Windows-Netzwerke | Angaben ohne Leerzeichen, durch Komma getrennt und hintereinander geschrieben. Groß- / Kleinschreibung beachten.<br>**ip=**: ip-Adresse des PC's, mit dem die TNC verbunden werden soll<br>**username=**: Benutzername mit dem sich die TNC anmeldem soll<br>**workgroup=**: Arbeitsgruppe unter der sich die TNC anmelden soll<br>**password=**: Passwort mit dem sich die TNC anmelden soll (maximal 80 Zeichen) |
| AM | Definition, ob sich die TNC beim Einschalten automatisch mit dem Netzlaufwerk verbinden soll.<br>0: Nicht automatisch verbinden<br>1: Automatisch verbinden |

Die Einträge **username**, **workgroup** und **password** in der Spaltze OPTIONS können bei Windows 95- und Windows 98-Netzwerken evtl. entfallen.

Über den Softkey PASSWORT KODIEREN können Sie das unter OPTIONS definierte Passwort verschlüsseln.

**Netzwerk-Identifikation definieren**

- Drücken Sie den Softkey DEFINE UID / GID zur Eingabe der Netzwerk-Identifikation

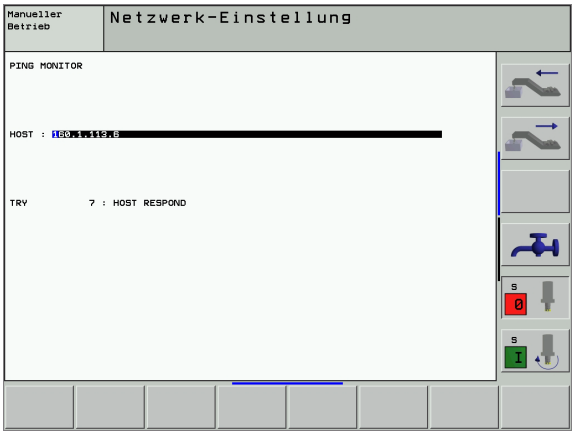
| Einstellung | Bedeutung |
|---|---|
| TNC USER ID | Definition, mit welcher User-Identifikation der Endanwender im Netzwerk auf Dateien zugreift. Wert beim Netzwerk-Spezialisten erfragen |
| OEM USER ID | Definition, mit welcher User-Identifikation der Maschinenhersteller im Netzwerk auf Dateien zugreift. Wert beim Netzwerk-Spezialisten erfragen |
| TNC GROUP ID | Definition, mit welcher Gruppen-Identifikation Sie im Netzwerk auf Dateien zugreifen. Wert beim Netzwerk-Spezialisten erfragen. Die Gruppen-Identifikation ist für Endanwender und Maschinenhersteller gleich |
| UID for mount | Definition, mit welcher User-Identifikation der Anmeldevorgang ausgeführt wird.<br>**USER**: Die Anmeldung erfolgt mit der USER-Identifikation<br>**ROOT**: Die Anmeldung erfolgt mit der Identifikation des ROOT-Users, Wert = 0 |

### Netzwerk-Verbindung prüfen

- Softkey PING drücken
- Im Eingabefeld **HOST** die Internet-Adresse des Gerätes eingeben, zu dem Sie die Netzwerk-Verbindung prüfen wollen
- Mit Taste ENT bestätigen. 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 |



# 12.6 PGM MGT konfigurieren

## Anwendung

Über die MOD-Funktion legen Sie fest, welche Verzeichnisse bzw. Dateien von der TNC angezeigtwerden sollen:

- Einstellung **PGM MGT**: Vereinfachte Datei-Verwaltung ohne Verzeichnis-Anzeige oder erweiterte Datei-Verwaltung mit Verzeichnis-Anzeige
- Einstellung **Abhängige Dateien**: Definieren, ob abhängige Dateien angezeigt werden sollen oder nicht

Beachten Sie: siehe „Standard-Datei-Verwaltung", Seite 79, und siehe „Erweiterte Datei-Verwaltung", Seite 86.

## Einstellung PGM MGT 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

## Einstellung abhängige Dateien ändern

Abhängige Dateien haben zusätzlich zur Dateikennung **.H** die Endung **.SEC.DEP** (**SEC**tion = engl. Gliederung, **DEP**endent = engl. abhängig) oder **.T.DEP**.

Dateien mit der Endung **.SEC.DEP** erzeugt die TNC, wenn Sie mit der Gliederungsfunktion arbeiten. In der Datei stehen Informationen, die die TNC benötigt, um schneller von einem Gliederungspunkt auf den nächsten zu springen.

Dateien mit der Endung **.T.DEP** erzeugt die TNC, sobald Sie ein Programm in der Betriebsart **Programm-Test** abgearbeitet haben. In dieser Datei speichert die TNC alle im Programm verwendeten Werkzeuge (Werkzeug-Nummern, -Radien und -Standzeiten) sowie vorkommende Programm-Aufrufe.

- Datei-Verwaltung in der Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren wählen: Taste PGM MGT drücken
- MOD-Funktion wählen: Taste MOD drücken
- Einstellung Abhängige Dateien wählen: Hellfeld mit Pfeiltasten auf Einstellung **Abhängige Dateien** schieben, mit Taste ENT zwischen **AUTOMATISCH** und **MANUELL** umschalten

Abhängige Dateien sind in der Datei-Verwaltung nur sichtbar, wenn Sie die Einstellung MANUELL gewählt haben.

Existieren zu einer Datei abhängige Dateien, dann zeigt die TNC in der Status-Spalte der Datei-Verwaltung ein **+**-Zeichen an.

# 12.7 Maschinenspezifische Anwenderparameter

## Anwendung

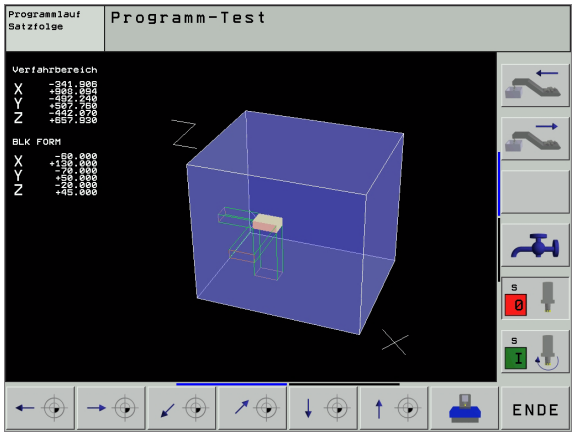
Um die Einstellung maschinenspezifischer Funktionen für den Anwender zu ermöglichen, kann Ihr Maschinenhersteller bis zu 16 Maschinen-Parameter als Anwender-Parameter definieren.

Diese Funktion steht nicht bei allen TNC's zur Verfügung. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

# 12.8 Rohteil im Arbeitsraum darstellen

## Anwendung

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 für den Arbeitsraum dar, dessen Maße im Fenster „Verfahrbereich“ 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 () stellt das Rohteil dar, dessen Abmaße () 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 nachfolgende Tabelle, letzte Zeile).

| Funktion | Softkey |
|---|---|
| Rohteil nach links verschieben | |
| Rohteil nach rechts verschieben | |
| Rohteil nach vorne verschieben | |
| Rohteil nach hinten verschieben | |

| Funktion | Softkey |
|---|---|
| Rohteil nach oben verschieben | |
| Rohteil nach unten verschieben | |
| 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 |

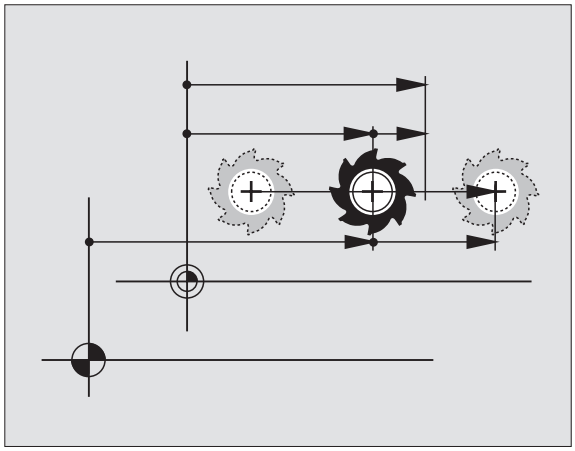
# 12.9 Positions-Anzeige wählen

## Anwendung

Für den Manuellen Betrieb und die Programmlauf-Betriebsarten können Sie die Anzeige der Koordinaten beeinflussen:

Das Bild rechts zeigt verschiedene Positionen des Werkzeugs

- Ausgangs-Position
- Ziel-Position des Werkzeugs
- Werkstück-Nullpunkt
- Maschinen-Nullpunkt



Für die Positions-Anzeigen der TNC können Sie folgende Koordinaten wählen:

| Funktion | Anzeige |
|---|---|
| Soll-Position; von der TNC aktuell vorgegebener Wert | **SOLL** |
| Ist-Position; momentane Werkzeug-Position | **IST** |
| Referenz-Position; Ist-Position bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt | **REF** |
| Restweg zur programmierten Position; Differenz zwischen Ist- und Ziel-Position | **RESTW** |
| Schleppfehler; Differenz zwischen Soll und Ist-Position | **SCHPF** |
| Auslenkung des messenden Tastsystems | **AUSL.** |
| Verfahrwege, die mit der Funktion Handrad-Überlagerung (M118) ausgeführt wurden (Nur Positions-Anzeige 2) | **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.

# 12.10 Maßsystem wählen

## Anwendung

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

Wenn Sie die Inch-Anzeige aktiv haben, zeigt die TNC auch den Vorschub in inch/min an. In einem Inch-Programm müssen Sie den Vorschub mit einem Faktor 10 größer eingeben.

# 12.11 Programmiersprache für $MDI wählen

## Anwendung

Mit der MOD-Funktion Programm-Eingabe schalten Sie der Programmierung der Datei $MDI um.

- $MDI.H im Klartext-Dialog programmieren:
  Programm-Eingabe: HEIDENHAIN
- $MDI.I gemäß DIN/ISO programmieren:
  Programm-Eingabe: ISO

# 12.12 Achsauswahl für L-Satz-Generierung

## Anwendung

Diese Funktion steht nur bei der Klartext-Dialogprogrammierung zur Verfügung.

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 %11111X, Y, Z, IV., V. Achse übernehmen

Achsauswahl %01111X, Y, Z, IV. Achse übernehmen

Achsauswahl %00111X, Y, Z Achse übernehmen

Achsauswahl %00011X, Y Achse übernehmen

Achsauswahl %00001X Achse übernehmen

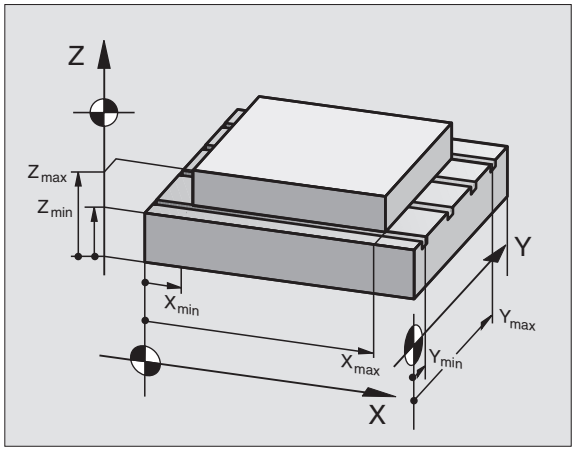
# 12.13 Verfahrbereichs-Begrenzungen eingeben, Nullpunkt-Anzeige

## Anwendung

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 VERFAHRBEREICH 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 VERFAHRBEREICH (1) bis VERFAHRBEREICH (3)).




## Arbeiten ohne Verfahrbereichs-Begrenzung

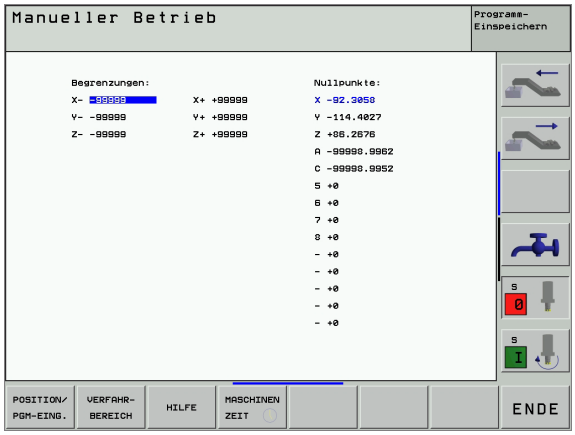
Für Koordinatenachsen, die ohne Verfahrbereichs-Begrenzungen verfahren werden sollen, geben Sie den maximalen Verfahrweg der TNC (+/- 99999 mm) als VERFAHRBEREICH ein.

## 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

VERFAHR-BEREICH

- Verfahrbereichs-Begrenzung eingeben: Softkey VERFAHRBEREICH drücken. Notierte Werte für die Achsen als Begrenzungen eingeben
- MOD-Funktion verlassen: Softkey ENDE drücken




Aktive Werkzeug-Radiuskorrekturen werden bei Verfahrbereichs-Begrenzungen nicht berücksichtigt.

Verfahrbereichs-Begrenzungen und Software-Endschalter werden berücksichtigt, nachdem die Referenz-Punkte überfahren sind.

## Bezugspunkt-Anzeige

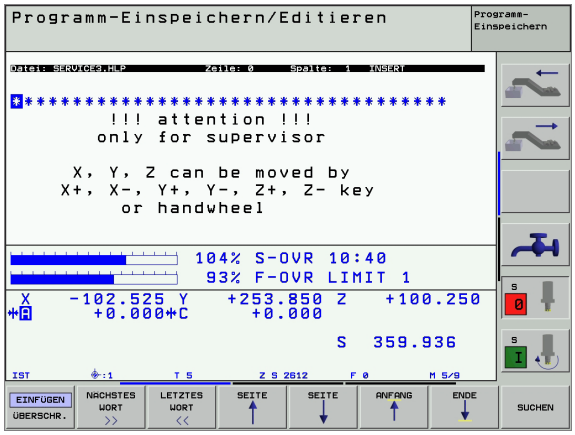
Die im Bildschirm rechts oben angezeigten Werte definieren den momentan aktiven Bezugspunkt. Der Bezugspunkt kann manuell gesetzt oder aus der Preset-Tabelle aktiviert worden sein. Sie können den Bezugspunkt im Bildschirm-Menü nicht verändern.

Die angezeigten Werte sind abhängig von Ihrer Maschinen-Konfiguration. Beachten Sie die Hinweise in Kapitel 2 (siehe „Erläuterung zu den in der Preset-Tabelle gespeicherten Werten“ auf Seite 55)

# 12.14 HILFE-Dateien anzeigen

## Anwendung

Hilfe-Dateien sollen den Bediener in Situationen unterstützen, in denen festgelegte Handlungsweisen, z.B. das Freifahren der Maschine nach einer Stromunterbrechung, erforderlich sind. Auch Zusatz-Funktionen lassen sich in einer HILFE-Datei dokumentieren. Das Bild rechts zeigt die Anzeige einer HILFE-Datei.



Die HILFE-Dateien sind nicht an jeder Maschine verfügbar. Nähere Informationen erteilt Ihr Maschinenhersteller.

## HILFE-DATEIEN wählen

▶ MOD-Funktion wählen: Taste MOD drücken

▶ Wählen der zuletzt aktiven HILFE-Datei: Softkey HILFE drücken

▶ Falls nötig, Datei Verwaltung aufrufen (Taste PGM MGT) und andere Hilfe-Datei wählen

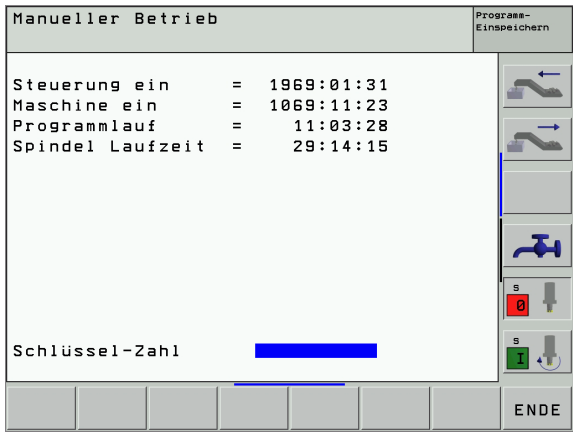
# 12.15 Betriebszeiten anzeigen

## Anwendung

Der Maschinenhersteller kann noch zusätzliche Zeiten anzeigen lassen. Maschinenhandbuch beachten!

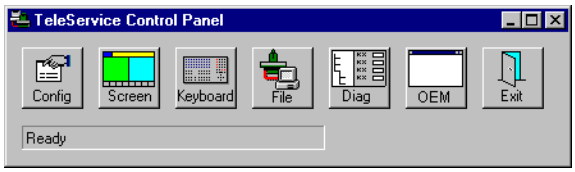
Über den Softkey MASCHINEN ZEIT können Sie sich verschiedene Betriebszeiten anzeigen lassen:

| 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 |



# 12.16 Teleservice

## Anwendung




Die Funktionen zum Teleservice werden vom Maschinen-Hersteller freigegeben und festgelegt. Maschinenhandbuch beachten!
Die TNC stellt zwei Softkeys für den Teleservice zur Verfügung, damit zwei verschiedene Servicestellen eingerichten werden können.

Die TNC verfügt über die Möglichkeit, Teleservice durchführen zu können. Dazu sollte Ihre TNC mit einer Ethernet-Karte ausgerüstet sein, mit der sich eine höhere Datenübertragungs-Geschwindigkeit erreichen lässt als über die serielle Schnittstelle RS-232-C.

Mit der HEIDENHAIN TeleService-Software, kann Ihr Maschinen-Hersteller dann zu Diagnosezwecken über ein ISDN- Modem eine Verbindung zur TNC aufbauen. Folgende Funktionen stehen zur Verfügung:

- Online-Bildschirmübertragung
- Abfragen von Maschinenzuständen
- Übertragung von Dateien
- Fernsteuerung der TNC

## Teleservice aufrufen/beenden

- Beliebige Maschinenbetriebsart wählen
- MOD-Funktion wählen: Taste MOD drücken

- Verbindung zur Servicestelle aufbauen: Softkey SERVICE bzw. SUPPORT auf EIN stellen. Die TNC beendet die Verbindung automatisch, wenn für eine vom Maschinen-Hersteller festgelegte Zeit (Standard: 15 min) keine Datenübertragung durchgeführt wurde
- Verbindung zur Servicestelle lösen: Softkey SERVICE bzw. SUPPORT auf AUS stellen. Die TNC beendet die Verbindung nach ca. einer Minute

# 12.17 Externer Zugriff

## Anwendung

Der Maschinenhersteller kann die externen Zugriffsmöglichkeiten über die LSV-2 Schnittstelle konfigurieren. Maschinenhandbuch beachten!

Mit dem Softkey EXTERNER ZUGRIFF können Sie den Zugriff über die LSV-2 Schnittstelle freigeben oder sperren.

Durch einen Eintrag in der Konfigurationsdatei TNC.SYS können Sie ein Verzeichnis einschließlich vorhandener Unterverzeichnisse mit einem Passwort schützen. Bei einem Zugriff über die LSV-2 Schnittstelle auf die Daten aus diesem Verzeichnis wird das Passwort abgefragt. Legen Sie in der Konfigurationsdatei TNC.SYS den Pfad und das Passwort für den externen Zugriff fest.

Die Datei TNC.SYS muss im Root-Verzeichnis TNC:\ gespeichert sein.

Wenn Sie nur einen Eintrag für das Passwort vergeben, wird das ganze Laufwerk TNC:\ geschützt.

Verwenden Sie für die Datenübertragung die aktualisierten Versionen der HEIDENHAIN-Software TNCremo oder TNCremoNT.

| Einträge in TNC.SYS | Bedeutung |
|---|---|
| REMOTE.TNCPASSWORD= | Passwort für LSV-2 Zugriff |
| REMOTE.TNCPRIVATEPATH= | Pfad der geschützt werden soll |

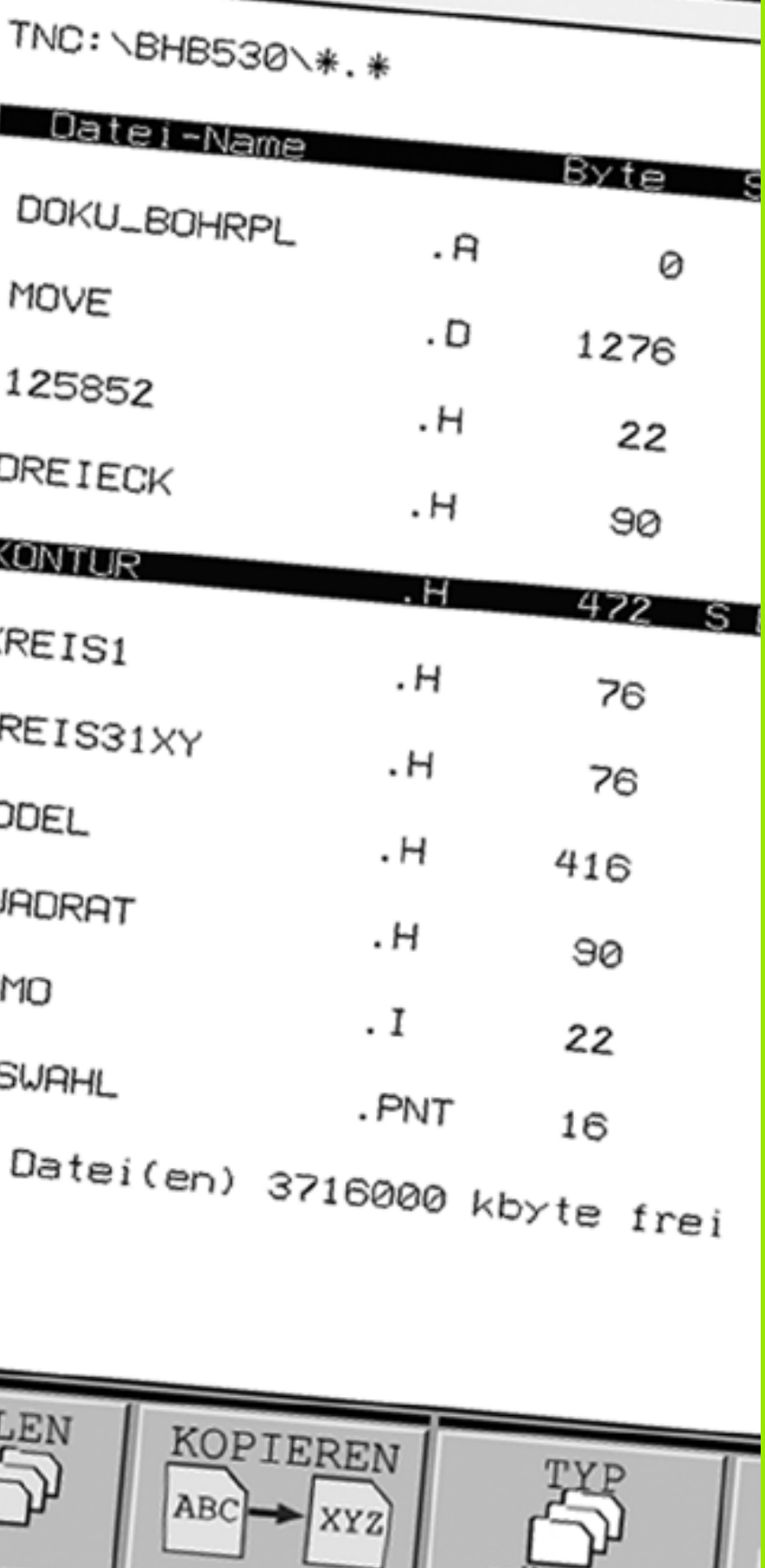
### Beispiel für TNC.SYS

```
REMOTE.TNCPASSWORD=KR1402
REMOTE.TNCPRIVATEPATH=TNC:\RK
```

### Externen Zugriff erlauben/sperren

- Beliebige Maschinenbetriebsart wählen
- MOD-Funktion wählen: Taste MOD drücken

- Verbindung zur TNC erlauben: Softkey EXTERNER ZUGRIFF auf EIN stellen. Die TNC lässt den Zugriff auf Daten über die LSV-2 Schnittstelle zu. Bei einem Zugriff auf ein Verzeichnis, welches in der Konfigurationsdatei TNC.SYS angegeben wurde, wird das Passwort abgefragt
- Verbindung zur TNC sperren: Softkey EXTERNER ZUGRIFF auf AUS stellen. Die TNC sperrt den Zugriff über die LSV-2 Schnittstelle




# 13

**Tabellen und Übersichten**

# 13.1 Allgemeine Anwenderparameter

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

Typische Anwenderparameter sind z.B.

- die Dialogsprache
- das Schnittstellen-Verhalten
- Verfahrgeschwindigkeiten
- Bearbeitungsabläufe
- die Wirkung der Override

## 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 Anwenderparameter anwählen

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

In den MOD-Funktionen stehen auch maschinenspezifische Anwenderparameter zur Verfügung.

| Externe Datenübertragung | |
|---|---|
| **TNC-Schnittstellen EXT1 (5020.0) und EXT2 (5020.1) an externes Gerät anpassen** | **MP5020.x**<br>7 Datenbit (ASCII-Code, 8.bit = Parität): **+0**<br>8 Datenbit (ASCII-Code, 9.bit = Parität): **+1**<br><br>Block-Check-Charakter (BCC) beliebig:**+0**<br>Block-Check-Charakter (BCC) Steuerzeichen nicht erlaubt: **+2**<br><br>Übertragungs-Stopp durch RTS aktiv: **+4**<br>Übertragungs-Stopp durch RTS nicht aktiv: **+0**<br><br>Übertragungs-Stopp durch DC3 aktiv: **+8**<br>Übertragungs-Stopp durch DC3 nicht aktiv: **+0**<br><br>Zeichenparität geradzahlig: **+0**<br>Zeichenparität ungeradzahlig: **+16**<br><br>Zeichenparität unerwünscht: **+0**<br>Zeichenparität erwünscht: **+32**<br><br>11/2 Stoppbit: **+0**<br>2 Stoppbit: **+64**<br><br>1 Stoppbit: **+128**<br>1 Stoppbit: **+192**<br><br>Beispiel:<br><br>TNC-Schnittstelle EXT2 (MP 5020.1) auf externes Fremdgerät mit folgender Einstellung anpassen:<br><br>8 Datenbit, BCC beliebig, Übertragungs-Stopp durch DC3, geradzahlige Zeichenparität, Zeichenparität erwünscht, 2 Stoppbit<br><br>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**<br>Standard-Übertragung: **0**<br>Schnittstelle für blockweises Übertragen: **1** |

| 3D-Tastsysteme und Digitalisieren | |
|---|---|
| **Übertragungsart wählen** | **MP6010**<br>Tastsystem mit Kabel-Übertragung: **0**<br>Tastsystem mit Infrarot-Übertragung: **1** |
| **Antastvorschub für schaltendes Tastsystem** | **MP6120**<br>**1** bis **3 000** [mm/min] |
| **Maximaler Verfahrweg zum Antastpunkt** | **MP6130**<br>**0,001** bis **99 999,9999** [mm] |
| **Sicherheitsabstand zum Antastpunkt bei automatischem Messen** | **MP6140**<br>**0,001** bis **99 999,9999** [mm] |
| **Eilgang zum Antasten für schaltendes Tastsystem** | **MP6150**<br>**1** bis **300 000** [mm/min] |

| 3D-Tastsysteme und Digitalisieren | |
|---|---|
| **Tastsystem-Mittenversatz messen beim Kalibrieren des schaltenden Tastsystems** | **MP6160**<br>Keine 180°-Drehung des 3D-Tastsystems beim Kalibrieren: **0**<br>M-Funktion für 180°-Drehung des Tastsystems beim Kalibrieren: **1** bis **999** |
| **M-Funktion um Infrarottaster vor jedem Messvorgang zu orientieren** | **MP6161**<br>Funktion inaktiv: **0**<br>Orientierung direkt über die NC: **-1**<br>M-Funktion für Orientierung des Tastsystems: **1** bis **999** |
| **Orientierungswinkel für den Infrarottaster** | **MP6162**<br>**0** bis **359,9999** [°] |
| **Differenz zwischen aktuellem Orientierungswinkel und Orientierungswinkel aus MP 6162 ab dem eine Spindelorientierung durchgeführt werden soll** | **MP6163**<br>**0** bis **3,0000** [°] |
| **Infrarottaster vor dem Antasten automatisch auf die programmierte Antastrichtung orientieren** | **MP6165**<br>Funktion inaktiv: **0**<br>Infrarottaster orientieren: **1** |
| **Mehrfachmessung für programmierbare Antastfunktion** | **MP6170**<br>**1** bis **3** |
| **Vertrauensbereich für Mehrfachmessung** | **MP6171**<br>**0,001** bis **0,999** [mm] |
| **Automatischer Kalibrierzyklus: Mitte des Kalibrierrings in der X-Achse bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt** | **MP6180.0 (Verfahrbereich 1) bis MP6180.2 (Verfahrbereich3)**<br>**0** bis **99 999,9999** [mm] |
| **Automatischer Kalibrierzyklus: Mitte des Kalibrierrings in der Y-Achse bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt** | **MP6181.0 (Verfahrbereich 1) bis MP6181.2 (Verfahrbereich3)**<br>**0** bis **99 999,9999** [mm] |
| **Automatischer Kalibrierzyklus: Oberkante des Kalibrierrings in der Z-Achse bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt** | **MP6182.0 (Verfahrbereich 1) bis MP6182.2 (Verfahrbereich3)**<br>**0** bis **99 999,9999** [mm] |
| **Automatischer Kalibrierzyklus: Abstand unterhalb der Ringoberkante, an der die TNC die Kalibrierung durchführt** | **MP6185.0 (Verfahrbereich 1) bis MP6185.2 (Verfahrbereich3)**<br>**0,1** bis **99 999,9999** [mm] |
| **Radiusvermessung mit TT 130: Antastrichtung** | **MP6505.0 (Verfahrbereich 1) bis 6505.2 (Verfahrbereich 3)**<br>Positive Antastrichtung in der Winkel-Bezugsachse (0°-Achse): **0**<br>Positive Antastrichtung in der +90°-Achse: **1**<br>Negative Antastrichtung in der Winkel-Bezugsachse (0°-Achse): **2**<br>Negative Antastrichtung in der +90°-Achse: **3** |
| **Antastvorschub für zweite Messung mit TT 120, Stylus-Form, Korrekturen in TOOL.T** | **MP6507**<br>Antastvorschub für zweite Messung mit TT 130 berechnen, mit konstanter Toleranz: **+0**<br>Antastvorschub für zweite Messung mit TT 130 berechnen, mit variabler Toleranz: **+1**<br>Konstanter Antastvorschub für zweite Messung mit TT 130: **+2** |

| 3D-Tastsysteme und Digitalisieren | |
|---|---|
| **Maximal zulässiger Messfehler mit TT 130 bei der Messung mit rotierendem Werkzeug**<br>Notwendig für die Berechnung des Antastvorschubs in Verbindung mit MP6570 | **MP6510.0**<br>**0,001** bis **0,999** [mm] (Empfehlung: 0,005 mm)<br>**MP6510.1**<br>**0,001** bis **0,999** [mm] (Empfehlung: 0,01 mm) |
| **Antastvorschub für TT 130 bei stehendem Werkzeug** | **MP6520**<br>**1** bis **3 000** [mm/min] |
| **Radius-Vermessung mit TT 130: Abstand Werkzeug-Unterkante zu Stylus-Oberkante** | **MP6530.0 (Verfahrbereich 1) bis MP6530.2 (Verfahrbereich 3)**<br>**0,001** bis **99,9999** [mm] |
| **Sicherheits-Abstand in der Spindelachse über dem Stylus des TT 130 bei Vorpositionierung** | **MP6540.0**<br>**0,001** bis **30 000,000** [mm] |
| **Sicherheitszone in der Bearbeitungsebene um den Stylus des TT 130 bei Vorpositionierung** | **MP6540.1**<br>**0,001** bis **30 000,000** [mm] |
| **Eilgang im Antastzyklus für TT 130** | **MP6550**<br>**10** bis **10 000** [mm/min] |
| **M-Funktion für Spindel-Orientierung bei Einzelschneiden-Vermessung** | **MP6560**<br>**0** bis **999** |
| **Messung mit rotierendem Werkzeug: Zulässige Umlaufgeschwindigkeit am Fräserumfang**<br>Notwendig für die Berechnung von Drehzahl und Antastvorschub | **MP6570**<br>**1,000** bis **120,000** [m/min] |
| **Messung mit rotierendem Werkzeug: Maximal zulässige Drehzahl** | **MP6572**<br>**0,000** bis **1 000,000** [U/min]<br>Bei Eingabe 0 wird die Drehzahl auf 1000 U/min begrenzt |

| 3D-Tastsysteme und Digitalisieren | |
|---|---|
| **Koordinaten des TT-120-Stylus Mittelpunkts bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt** | **MP6580.0 (Verfahrbereich 1)**<br>X-Achse<br><br>**MP6580.1 (Verfahrbereich 1)**<br>Y-Achse<br><br>**MP6580.2 (Verfahrbereich 1)**<br>Z-Achse<br><br>**MP6581.0 (Verfahrbereich 2)**<br>X-Achse<br><br>**MP6581.1 (Verfahrbereich 2)**<br>Y-Achse<br><br>**MP6581.2 (Verfahrbereich 2)**<br>Z-Achse<br><br>**MP6582.0 (Verfahrbereich 3)**<br>X-Achse<br><br>**MP6582.1 (Verfahrbereich 3)**<br>Y-Achse<br><br>**MP6582.2 (Verfahrbereich 3)**<br>Z-Achse |
| **Überwachung der Stellung von Dreh- und Parallelachsen** | **MP6585**<br>Funktion inaktiv: **0**<br>Achsstellung überwachen: **1** |
| **Dreh- und Parallelachsen definieren, die überwacht werden sollen** | **MP6586.0**<br>Stellung der A-Achse nicht überwachen: **0**<br>Stellung der A-Achse überwachen: **1**<br><br>**MP6586.1**<br>Stellung der B-Achse nicht überwachen: **0**<br>Stellung der B-Achse überwachen: **1**<br><br>**MP6586.2**<br>Stellung der C-Achse nicht überwachen: **0**<br>Stellung der C-Achse überwachen: **1**<br><br>**MP6586.3**<br>Stellung der U-Achse nicht überwachen: **0**<br>Stellung der U-Achse überwachen: **1**<br><br>**MP6586.4**<br>Stellung der V-Achse nicht überwachen: **0**<br>Stellung der V-Achse überwachen: **1**<br><br>**MP6586.5**<br>Stellung der W-Achse nicht überwachen: **0**<br>Stellung der W-Achse überwachen: **1** |

| TNC-Anzeigen, TNC-Editor | |
|---|---|
| **Zyklus 17, 18 und 207: Spindelorientierung am Zyklus-Anfang** | **MP7160**<br>Spindelorientierung durchführen: **0**<br>Keine Spindelorientierung durchführen: **1**<br><br>Bit 1 bis Bit 3: Funktion |
| **Programmierplatz einrichten** | **MP7210**<br>TNC mit Maschine: **0**<br>TNC als Programmierplatz mit aktiver PLC: **1**<br>TNC als Programmierplatz mit nicht aktiver PLC: **2** |
| **Dialog Stromunterbrechung nach dem Einschalten quittieren** | **MP7212**<br>Mit Taste quittieren: **0**<br>Automatisch quittieren: **1** |
| **DIN/ISO-Programmierung: Satznummern-Schrittweite festlegen** | **MP7220**<br>**0** bis **150** |
| **Anwahl von Datei-Typen sperren** | **MP7224.0**<br>Alle Datei-Typen über Softkey anwählbar: **+0**<br>Anwahl von HEIDENHAIN-Programme sperren (Softkey ZEIGE .H): **+1**<br>Anwahl von DIN/ISO-Programme sperren (Softkey ZEIGE .I): **+2**<br>Anwahl von Werkzeug-Tabellen sperren (Softkey ZEIGE .T): **+4**<br>Anwahl von Nullpunkt-Tabellen sperren (Softkey ZEIGE .D): **+8**<br>Anwahl von Paletten-Tabellen sperren (Softkey ZEIGE .P): **+16**<br>Anwahl von Text-Dateien sperren (Softkey ZEIGE .A): **+32**<br>Anwahl von Punkte-Tabellen sperren (Softkey ZEIGE .PNT): **+64** |
| **Editieren von Datei-Typen sperren**<br><br>**Hinweis:**<br><br>Falls Sie Datei-Typen sperren, löscht die TNC alle Dateien dieses Typs. | **MP7224.1**<br>Editor nicht sperren: **+0**<br>Editor sperren für<br>■ HEIDENHAIN-Programme: **+1**<br>■ DIN/ISO-Programme: **+2**<br>■ Werkzeug-Tabellen: **+4**<br>■ Nullpunkt-Tabellen: **+8**<br>■ Paletten-Tabellen: **+16**<br>■ Text-Dateien: **+32**<br>■ Punkte-Tabellen: **+64** |
| **Paletten-Tabellen konfigurieren** | **MP7226.0**<br>Paletten-Tabelle nicht aktiv: **0**<br>Anzahl der Paletten pro Paletten-Tabelle: **1** bis **255** |
| **Nullpunkt-Dateien konfigurieren** | **MP7226.1**<br>Nullpunkt-Tabelle nicht aktiv: **0**<br>Anzahl der Nullpunkte pro Nullpunkt-Tabelle: **1** bis **255** |
| **Programmlänge zur Programmüberprüfung** | **MP7229.0**<br>Sätze **100** bis **9 999** |
| **Programmlänge, bis zu der FK-Sätze erlaubt sind** | **MP7229.1**<br>Sätze **100** bis **9 999** |

| TNC-Anzeigen, TNC-Editor | |
|---|---|
| **Dialogsprache festlegen** | **MP7230.0 bis MP7230.3**<br>Englisch: **0**<br>Deutsch: **1**<br>Tschechisch: **2**<br>Französisch: **3**<br>Italienisch: **4**<br>Spanisch: **5**<br>Portugiesisch: **6**<br>Schwedisch: **7**<br>Dänisch: **8**<br>Finnisch: **9**<br>Niederländisch: **10**<br>Polnisch: **11**<br>Ungarisch: **12**<br>reserviert: **13**<br>Russisch: **14** |
| **Interne Uhrzeit der TNC einstellen** | **MP7235**<br>Weltzeit (Greenwich time): **0**<br>Mitteleuropäische Zeit (MEZ): **1**<br>Mitteleuropäische Sommerzeit: **2**<br>Zeit-Unterschied zur Weltzeit: **-23** bis **+23** [Stunden] |
| **Werkzeug-Tabelle konfigurieren** | **MP7260**<br>Nicht aktiv: **0**<br>Anzahl der Werkzeuge, die die TNC beim Öffnen einer neuen Werkzeug-Tabelle generiert: **1** bis **30000** |
| **Werkzeug-Platztabelle konfigurieren** | **MP7261.0 (Magazin 1)**<br>**MP7261.1 (Magazin 2)**<br>**MP7261.2 (Magazin 3)**<br>**MP7261.3 (Magazin 4)**<br>Nicht aktiv: **0**<br>Anzahl der Plätze im Werkzeug-Magazin: **1** bis **254**<br>Wird in MP 7261.1 bis MP7261.3 der Wert 0 eingetragen, wird nur ein Werkzeug-Magazin verwendet. |
| **Werkzeug-Nummern indizieren, um zu einer Werkzeug-Nummer mehrere Korrekturdaten abzulegen** | **MP7262**<br>Nicht indizieren: **0**<br>Anzahl der erlaubten Indizierung: **1** bis **9** |
| **Softkey PLATZ TABELLE** | **MP7263**<br>Softkey PLATZ TABELLE in der Werkzeug-Tabelle anzeigen: **0**<br>Softkey PLATZ TABELLE in der Werkzeug-Tabelle nicht anzeigen: **1** |

| | |
|---|---|
| **Werkzeug-Tabelle konfigurieren (nicht aufführen: 0); Spalten-Nummer in der Werkzeug-Tabelle** | **MP7266.0**<br>Werkzeug-Name – NAME: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 16 Zeichen<br>**MP7266.1**<br>Werkzeug-Länge – L: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 11 Zeichen<br>**MP7266.2**<br>Werkzeug-Radius – R: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 11 Zeichen<br>**MP7266.3**<br>Werkzeug-Radius 2 – R2: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 11 Zeichen<br>**MP7266.4**<br>Aufmaß Länge – DL: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 8 Zeichen<br>**MP7266.5**<br>Aufmaß Radius – DR: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 8 Zeichen<br>**MP7266.6**<br>Aufmaß Radius 2 – DR2: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 8 Zeichen<br>**MP7266.7**<br>Werkzeug gesperrt – TL: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 2 Zeichen<br>**MP7266.8**<br>Schwester-Werkzeug – RT: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 3 Zeichen<br>**MP7266.9**<br>Maximale Standzeit – TIME1: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 5 Zeichen<br>**MP7266.10**<br>Max. Standzeit bei TOOL CALL – TIME2: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 5 Zeichen<br>**MP7266.11**<br>Aktuelle Standzeit – CUR. TIME: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 8 Zeichen<br>**MP7266.12**<br>Werkzeug-Kommentar – DOC: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 16 Zeichen<br>**MP7266.13**<br>Anzahl der Schneiden – CUT.: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 4 Zeichen<br>**MP7266.14**<br>Toleranz für Verschleiß-Erkennung Werkzeug-Länge – LTOL: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 6 Zeichen<br>**MP7266.15**<br>Toleranz für Verschleiß-Erkennung Werkzeug-Radius – RTOL: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 6 Zeichen<br>**MP7266.16**<br>Schneid-Richtung – DIRECT.: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 7 Zeichen<br>**MP7266.17**<br>PLC-Status – PLC: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 9 Zeichen<br>**MP7266.18**<br>Zusätzlicher Versatz des Werkzeugs in der Werkzeugachse zu MP6530 – TT:L-OFFS: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 11 Zeichen<br>**MP7266.19**<br>Versatz des Werkzeugs zwischen Stylus-Mitte und Werkzeug-Mitte – TT:R-OFFS: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 11 Zeichen<br>**MP7266.20**<br>Toleranz für Bruch-Erkennung Werkzeug-Länge – LBREAK.: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 6 Zeichen<br>**MP7266.21**<br>Toleranz für Bruch-Erkennung Werkzeug-Radius – RBREAK: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 6 Zeichen<br>**MP7266.22**<br>Schneidenlänge (Zyklus 22) – LCUTS: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 11 Zeichen<br>**MP7266.23**<br>Maximaler Eintauchwinkel (Zyklus 22) – ANGLE.: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 7 Zeichen<br>**MP7266.24**<br>Werkzeug-Typ –TYP: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 5 Zeichen<br>**MP7266.25**<br>Werkzeug-Schneidstoff – TMAT: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 16 Zeichen<br>**MP7266.26**<br>Schnittdaten-Tabelle – CDT: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 16 Zeichen |

| TNC-Anzeigen, TNC-Editor | |
|---|---|
| **Werkzeug-Tabelle konfigurieren (nicht aufführen: 0); Spalten-Nummer in der Werkzeug-Tabelle** | **MP7266.27**<br>PLC-Wert – PLC-VAL: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 11 Zeichen<br>**MP7266.28**<br>Taster-Mittenversatz Hauptachse – CAL-OFF1: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 11 Zeichen<br>**MP7266.29**<br>Taster-Mittenversatz Nebenachse – CALL-OFF2: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 11 Zeichen<br>**MP7266.30**<br>Spindelwinkel beim Kalibrieren – CALL-ANG: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 11 Zeichen<br>**MP7266.31**<br>Werkzeug-Typ für die Platz-Tabelle – PTYP: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 2 Zeichen |
| **Werkzeug-Platztabelle konfigurieren; Spalten-Nummer in der Platz-Tabelle (nicht aufführen: 0)** | **MP7267.0**<br>Werkzeugnummer – T: **0** bis **18**<br>**MP7267.1**<br>Sonderwerkzeug – ST: **0** bis **18**<br>**MP7267.2**<br>Festplatz – F: **0** bis **18**<br>**MP7267.3**<br>Platz gesperrt – L: **0** bis **18**<br>**MP7267.4**<br>PLC – Status – PLC: **0** bis **18**<br>**MP7267.5**<br>Werkzeugname aus der Werkzeug-Tabelle – TNAME: **0** bis **18**<br>**MP7267.6**<br>Kommentar aus der Werkzeug-Tabelle – DOC: **0** bis **18** |
| **Werkzeug-Platztabelle konfigurieren; Spalten-Nummer in der Platz-Tabelle bei Verwendung eines Flächenmagazins (nicht aufführen: 0)** | **MP7267.7 bis MP7267.17**<br>Werden von der PLC ausgewertet: **0** bis **18** |
| **Betriebsart Manueller Betrieb:** Anzeige des Vorschubs | **MP7270**<br>Vorschub F nur anzeigen, wenn Achsrichtungs-Taste gedrückt wird: **0**<br>Vorschub F anzeigen, auch wenn keine Achsrichtungs-Taste gedrückt wird (Vorschub, der über Softkey F definiert wurde oder Vorschub der „langsamsten“ Achse): **1** |
| **Dezimalzeichen festlegen** | **MP7280**<br>Komma als Dezimalzeichen anzeigen: **0**<br>Punkt als Dezimalzeichen anzeigen: **1** |
| **Anzeigemodus festlegen** | **MP7281.0 Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren**<br>**MP7281.1 Betriebsarten Abarbeiten**<br>Mehrzeilige Sätze immer vollständig darstellen: **0**<br>Mehrzeilige Sätze vollständig darstellen, wenn mehrzeiliger Satz = aktiver Satz ist: **1**<br>Mehrzeilige Sätze vollständig darstellen, wenn mehrzeiliger Satz editiert wird: **2** |
| **Positions-Anzeige in der Werkzeugachse** | **MP7285**<br>Anzeige bezieht sich auf den Werkzeug-Bezugspunkt: **0**<br>Anzeige in der Werkzeugachse bezieht sich auf die Werkzeug-Stirnfläche: **1** |

| TNC-Anzeigen, TNC-Editor | |
|---|---|
| **Anzeigeschritt für die Spindelposition** | **MP7289**<br>0,1 °: **0**<br>0,05 °: **1**<br>0,01 °: **2**<br>0,005 °: **3**<br>0,001 °: **4**<br>0,0005 °: **5**<br>0,0001 °: **6** |
| **Anzeigeschritt** | **MP7290.0 (X-Achse) bis MP7290.8 (9. Achse)**<br>0,1 mm: **0**<br>0,05 mm: **1**<br>0,01 mm: **2**<br>0,005 mm: **3**<br>0,001 mm: **4**<br>0,0005 mm: **5**<br>0,0001 mm: **6** |
| **Bezugspunkt-Setzen sperren** | **MP7295**<br>Bezugspunkt-Setzen nicht sperren: **+0**<br>Bezugspunkt-Setzen in der X-Achse sperren: **+1**<br>Bezugspunkt-Setzen in der Y-Achse sperren: **+2**<br>Bezugspunkt-Setzen in der Z-Achse sperren: **+4**<br>Bezugspunkt-Setzen in der IV. Achse sperren: **+8**<br>Bezugspunkt-Setzen in der V. Achse sperren: **+16**<br>Bezugspunkt-Setzen in der 6. Achse sperren: **+32**<br>Bezugspunkt-Setzen in der 7. Achse sperren: **+64**<br>Bezugspunkt-Setzen in der 8. Achse sperren: **+128**<br>Bezugspunkt-Setzen in der 9. Achse sperren: **+256** |
| **Bezugspunkt-Setzen mit orangenen Achstasten sperren** | **MP7296**<br>Bezugspunkt-Setzen nicht sperren: **0**<br>Bezugspunkt-Setzen über orangefarbige Achstasten sperren: **1** |
| **Status-Anzeige, Q-Parameter und Werkzeugdaten rücksetzen** | **MP7300**<br>Alles rücksetzen, wenn Programm angewählt wird: **0**<br>Alles rücksetzen, wenn Programm angewählt wird und bei M02, M30, END PGM: **1**<br>Nur Status-Anzeige und Werkzeugdaten rücksetzen, wenn Programm angewählt wird: **2**<br>Nur Status-Anzeige und Werkzeugdaten rücksetzen, wenn Programm angewählt wird und bei M02, M30, END PGM: **3**<br>Status-Anzeige und Q-Parameter rücksetzen, wenn Programm angewählt wird: **4**<br>Status-Anzeige und Q-Parameter rücksetzen, wenn Programm angewählt wird und bei M02, M30, END PGM: **5**<br>Status-Anzeige rücksetzen, wenn Programm angewählt wird: **6**<br>Status-Anzeige rücksetzen, wenn Programm angewählt wird und bei M02, M30, END PGM: **7** |
| **Festlegungen für Grafik-Darstellung** | **MP7310**<br>Grafische Darstellung in drei Ebenen nach DIN 6, Teil 1, Projektionsmethode 1: **+0**<br>Grafische Darstellung in drei Ebenen nach DIN 6, Teil 1, Projektionsmethode 2: **+1**<br>Koordinatensystem für grafische Darstellung nicht drehen: **+0**<br>Koordinatensystem für grafische Darstellung um 90° drehen: **+2**<br>Neue BLK FORM bei Zykl. 7 NULLPUNKT bezogen auf den alten Nullpunkt anzeigen: **+0**<br>Neue BLK FORM bei Zykl. 7 NULLPUNKT bezogen auf den neuen Nullpunkt anzeigen: **+4**<br>Cursorposition bei der Darstellung in drei Ebenen nicht anzeigen: **+0**<br>Cursorposition bei der Darstellung in drei Ebenen anzeigen: **+8** |

| TNC-Anzeigen, TNC-Editor | |
|---|---|
| **Grafische Simulation ohne programmierte Spindelachse: Werkzeug-Radius** | **MP7315**<br>**0** bis **99 999,9999** [mm] |
| **Grafische Simulation ohne programmierte Spindelachse: Eindringtiefe** | **MP7316**<br>**0** bis **99 999,9999** [mm] |
| **Grafische Simulation ohne programmierte Spindelachse: M-Funktion für Start** | **MP7317.0**<br>**0** bis **88** (0: Funktion nicht aktiv) |
| **Grafische Simulation ohne programmierte Spindelachse: M-Funktion für Ende** | **MP7317.1**<br>**0** bis **88** (0: Funktion nicht aktiv) |
| **Bildschirmschoner einstellen**<br>Geben Sie die Zeit ein, nach der die TNC den Bildschirmschoner aktivieren soll | **MP7392**<br>**0** bis **99** [min] (0: Funktion nicht aktiv) |

| Bearbeitung und Programmlauf | |
|---|---|
| **Wirksamkeit Zyklus 11 MASSFAKTOR** | **MP7410**<br>MASSFAKTOR wirkt in 3 Achsen: **0**<br>MASSFAKTOR wirkt nur in der Bearbeitungsebene: **1** |
| **Werkzeugdaten/Kalibrierdaten verwalten** | **MP7411**<br>Aktuelle Werkzeugdaten mit Kalibrierdaten des 3D-Tastsystems überschreiben: **+0**<br>Aktuelle Werkzeugdaten bleiben erhalten: **+1**<br>Kalibrierdaten im Kalibriermenü verwalten: **+0**<br>Kalibrierdaten in der Werkzeug-Tabelle verwalten: **+2** |

| Bearbeitung und Programmlauf | |
|---|---|
| **SL-Zyklen** | **MP7420**<br>Kanal um die Kontur fräsen im Uhrzeigersinn für Inseln und im Gegen-Uhrzeigersinn für Taschen: **+0**<br>Kanal um die Kontur fräsen im Uhrzeigersinn für Taschen und im Gegen-Uhrzeigersinn für Inseln: **+1**<br>Konturkanal vor dem Ausräumen fräsen: **+0**<br>Konturkanal nach dem Ausräumen fräsen: **+2**<br>Korrigierte Konturen vereinigen: **+0**<br>Unkorrigierte Konturen vereinigen: **+4**<br>Ausräumen jeweils bis zur Taschentiefe: **+0**<br>Tasche vor jeder weiteren Zustellung vollständig umfräsen und ausräumen: **+8**<br><br>Für die Zyklen G56, G57, G58, G59, G121, G122, G123, G124 gilt:<br>Werkzeug am Zyklusende auf die letzte vor dem Zyklus-Aufruf programmierte Position fahren: **+0**<br>Werkzeug zum Zyklus-Ende nur in der Spinddelachse freifahren: **+16** |
| **Zyklus 4 TASCHENFRAESEN und Zyklus 5 KREISTASCHE: Überlappungsfaktor** | **MP7430**<br>**0,1** bis **1,414** |
| **Zulässige Abweichung des Kreisradius am Kreis-Endpunkt im Vergleich zum Kreis-Anfangspunkt** | **MP7431**<br>**0,0001** bis **0,016** [mm] |
| **Wirkungsweise verschiedener Zusatz-Funktionen M**<br><br>**Hinweis:**<br><br>Die $k_V$-Faktoren werden vom Maschinenhersteller festgelegt. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch. | **MP7440**<br>Programmlauf-Halt bei M06: **+0**<br>Kein Programmlauf-Halt bei M06: **+1**<br>Kein Zyklus-Aufruf mit M89: **+0**<br>Zyklus-Aufruf mit M89: **+2**<br>Programmlauf-Halt bei M-Funktionen: **+0**<br>Kein Programmlauf-Halt bei M-Funktionen: **+4**<br>$k_V$-Faktoren über M105 und M106 nicht umschaltbar: **+0**<br>$k_V$-Faktoren über M105 und M106 umschaltbar: **+8**<br>Vorschub in der Werkzeugachse mit M103 F..<br>Reduzieren nicht aktiv: **+0**<br>Vorschub in der Werkzeugachse mit M103 F..<br>Reduzieren aktiv: **+16**<br>Genauhalt bei Positionierungen mit Drehachsen nicht aktiv: **+0**<br>Genauhalt bei Positionierungen mit Drehachsen aktiv: **+64** |
| **Fehlermeldung bei Zyklusaufruf** | **MP7441**<br>Fehlermeldung ausgeben, wenn kein M3/M4 aktiv: **0**<br>Fehlermeldung unterdrücken, wenn kein M3/M4 aktiv: **+1**<br>reserviert: **+2**<br>Fehlermeldung unterdrücken, wenn Tiefe positiv programmiert: **+0**<br>Fehlermeldung ausgeben, wenn Tiefe positiv programmiert: **+4** |
| **M-Funktion für Spindel-Orientierung in den Bearbeitungszyklen** | **MP7442**<br>Funktion inaktiv: **0**<br>Orientierung direkt über die NC: **-1**<br>M-Funktion für die Spindel-Orientierung: **1 bis 999** |

| Bearbeitung und Programmlauf | |
|---|---|
| **Maximale Bahngeschwindigkeit bei Vorschub-Override 100% in den Programmlauf-Betriebsarten** | **MP7470**<br>**0** bis **99 999** [mm/min] |
| **Vorschub für Ausgleichsbewegungen von Drehachsen** | **MP7471**<br>**0** bis **99 999** [mm/min] |
| **Kompatibilitäts-Maschinen-Parameter für Nullpunkt-Tabellen** | **MP7475**<br>Nullpunkt-Verschiebungen beziehen sich auf den Werkstück-Nullpunkt: **0**<br>Bei Eingabe von **1** in älteren TNC-Steuerungen und in der Software 340 420-xx bezogen sich Nullpunkt-Verschiebungen auf den Maschinen-Nullpunkt. Diese Funktion steht jetzt nicht mehr zur Verfügung. Anstelle REF-bezogener Nullpunkt-Tabellen ist jetzt die Preset-Tabelle zu verwenden (siehe „Bezugspunkt-Verwaltung mit der Preset-Tabelle" auf Seite 54) |

# 13.2 Steckerbelegung und Anschlusskabel für Datenschnittstellen

## Schnittstelle V.24/RS-232-C HEIDEHAIN-Geräte

Die Schnittstelle erfüllt EN 50 178 „Sichere Trennung vom Netz“.

Bei Verwendung des 25-poligen Adapterblocks:

| TNC | | Adapterblock 310 085-01 | | | VB 365 725-xx | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Stift** | **Belegung** | **Buchse** | **Farbe** | **Buchse** | **Stift** | **Buchse** | **Stift** | **Farbe** | **Buchse** |
| 1 | nicht belegen | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | weiß/braun | 1 |
| 2 | RXD | 2 | gelb | 3 | 3 | 3 | 3 | gelb | 2 |
| 3 | TXD | 3 | grün | 2 | 2 | 2 | 2 | grün | 3 |
| 4 | DTR | 4 | braun | 20 | 20 | 20 | 20 | braun | 8 |
| 5 | Signal GND | 5 | rot | 7 | 7 | 7 | 7 | rot | 7 |
| 6 | DSR | 6 | blau | 6 | 6 | 6 | 6 | | 6 |
| 7 | RTS | 7 | grau | 4 | 4 | 4 | 4 | grau | 5 |
| 8 | CTR | 8 | rosa | 5 | 5 | 5 | 5 | rosa | 4 |
| 9 | nicht belegen | 9 | | | | | 8 | violett | 20 |
| Geh. | Außenschirm | Geh. | Außenschirm | Geh. | Geh. | Geh. | Geh. | Außenschirm | Geh. |

Bei Verwendung des 9-poligen Adapterblocks:

| TNC | | VB 355 484-xx | | | Adapterblock 363 987-02 | | VB 366 964-xx | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Stift** | **Belegung** | **Buchse** | **Farbe** | **Stift** | **Buchse** | **Stift** | **Buchse** | **Farbe** | **Buchse** |
| 1 | nicht belegen | 1 | rot | 1 | 1 | 1 | 1 | rot | 1 |
| 2 | RXD | 2 | gelb | 2 | 2 | 2 | 2 | gelb | 3 |
| 3 | TXD | 3 | weiß | 3 | 3 | 3 | 3 | weiß | 2 |
| 4 | DTR | 4 | braun | 4 | 4 | 4 | 4 | braun | 6 |
| 5 | Signal GND | 5 | schwarz | 5 | 5 | 5 | 5 | schwarz | 5 |
| 6 | DSR | 6 | violett | 6 | 6 | 6 | 6 | violett | 4 |
| 7 | RTS | 7 | grau | 7 | 7 | 7 | 7 | grau | 8 |
| 8 | CTR | 8 | weiß/grün | 8 | 8 | 8 | 8 | weiß/grün | 7 |
| 9 | nicht belegen | 9 | grün | 9 | 9 | 9 | 9 | grün | 9 |
| Geh. | Außenschirm | Geh. | Außenschirm | Geh. | Geh. | Geh. | Geh. | Außenschirm | Geh. |

## 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 Tabelle.

| **Adapterblock 363 987-02** | | **VB 366 964-xx** | | |
|---|---|---|---|---|
| **Buchse** | **Stift** | **Buchse** | **Farbe** | **Buchse** |
| 1 | 1 | 1 | rot | 1 |
| 2 | 2 | 2 | gelb | 3 |
| 3 | 3 | 3 | weiß | 2 |
| 4 | 4 | 4 | braun | 6 |
| 5 | 5 | 5 | schwarz | 5 |
| 6 | 6 | 6 | violett | 4 |
| 7 | 7 | 7 | grau | 8 |
| 8 | 8 | 8 | weiß/grün | 7 |
| 9 | 9 | 9 | grün | 9 |
| Geh. | Geh. | Geh. | Außen-schirm | Geh. |

## Schnittstelle V.11/RS-422

An der V.11-Schnittstelle werden nur Fremdgeräte angeschlossen.

Die Schnittstelle erfüllt EN 50 178 „Sichere Trennung vom Netz“.

Die Steckerbelegungen von TNC-Logikeinheit (X28) und Adapter-Block sind identisch.

| TNC | | VB 355 484-xx | | | Adapterblock 363 987-01 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Buchse** | **Belegung** | **Stift** | **Farbe** | **Buchse** | **Stift** | **Buchse** |
| 1 | RTS | 1 | rot | 1 | 1 | 1 |
| 2 | DTR | 2 | gelb | 2 | 2 | 2 |
| 3 | $\overline{\text{RXD}}$ | 3 | weiß | 3 | 3 | 3 |
| 4 | $\overline{\text{TXD}}$ | 4 | braun | 4 | 4 | 4 |
| 5 | Signal GND | 5 | schwarz | 5 | 5 | 5 |
| 6 | CTS | 6 | violett | 6 | 6 | 6 |
| 7 | DSR | 7 | grau | 7 | 7 | 7 |
| 8 | RXD | 8 | weiß/ grün | 8 | 8 | 8 |
| 9 | TXD | 9 | grün | 9 | 9 | 9 |
| Geh. | Außenschirm | Geh. | Aussen-schirm | Geh. | Geh. | Geh. |

## Ethernet-Schnittstelle RJ45-Buchse

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 | |

# 13.3 Technische Information



**Symbolerklärung**

■ Standard
● Achs-Option
❍ Software-Option 1
□ Software-Option 2

| Benutzer-Funktionen | |
|---|---|
| **Kurzbeschreibung** | ■ Grundausführung: 3 Achsen plus Spindel<br>● 4. NC-Achse plus Hilfsachse<br>oder<br>● 8 weitere Achsen oder 7 weitere Achsen plus 2. Spindel<br>■ Digitale Strom- und Drehzahl-Regelung |
| **Programm-Eingabe** | Im HEIDENHAIN-Klartext und nach DIN/ISO |
| **Positions-Angaben** | ■ Soll-Positionen für Geraden und Kreise in rechtwinkligen Koordinaten oder Polarkoordinaten<br>■ Maßangaben absolut oder inkremental<br>■ Anzeige und Eingabe in mm oder inch<br>■ Anzeige des Handrad-Wegs bei der Bearbeitung mit Handrad-Überlagerung |
| **Werkzeug-Korrekturen** | ■ Werkzeug-Radius in der Bearbeitungsebene und Werkzeug-Länge<br>■ Radiuskorrigierte Kontur bis zu 99 Sätze vorausberechnen (M120)<br>■ Dreidimensionale Werkzeug-Radiuskorrektur zur nachträglichen Änderung von Werkzeugdaten, ohne das Programm erneut berechnen zu müssen |
| **Werkzeug-Tabellen** | Mehrere Werkzeug-Tabellen mit beliebig vielen Werkzeugen |
| **Schnittdaten-Tabellen** | Schnittdaten-Tabellen zur automatischen Berechnung von Spindel-Drehzahl und Vorschub aus werkzeugspezifischen Daten (Schnittgeschwindigkeit, Vorschub pro Zahn) |
| **Konstante Bahngeschwindigkeit** | ■ Bezogen auf die Werkzeug-Mittelpunktsbahn<br>■ Bezogen auf die Werkzeugschneide |
| **Parallelbetrieb** | Programm mit grafischer Unterstützung erstellen, während ein anderes Programm abgearbeitet wird |
| **3D-Bearbeitung (Software-Option 2)** | □ Besonders ruckfreie Bewegungsführung<br>□ 3D-Werkzeug-Korrektur über Flächennormalen-Vektor<br>□ Ändern der Schwenkkopfstellung mit dem elektronischen Handrad während des Programmlaufs; Position der Werkzeugspitze bleibt unverändert (TCPM = **T**ool **C**enter **P**oint **M**anagement)<br>□ Werkzeug senkrecht auf der Kontur halten<br>□ Werkzeug-Radiuskorrektur senkrecht zur Bewegungs- und Werkzeugrichtung<br>□ Spline-Interpolation |
| **Rundtisch-Bearbeitung (Software-Option 1)** | ❍ Programmieren von Konturen auf der Abwicklung eines Zylinders<br>❍ Vorschub in mm/min |

| Benutzer-Funktionen | |
|---|---|
| **Konturelemente** | ■ Gerade<br>■ Fase<br>■ Kreisbahn<br>■ Kreismittelpunkt<br>■ Kreisradius<br>■ Tangential anschließende Kreisbahn<br>■ Ecken-Runden |
| **Anfahren und Verlassen der Kontur** | ■ Über Gerade: tangential oder senkrecht<br>■ Über Kreis |
| **Freie Konturprogrammierung FK** | ■ Freie Konturprogrammierung FK im HEIDENHAIN-Klartext mit grafischer Unterstützung für nicht NC-gerecht bemaßte Werkstücke |
| **Programmsprünge** | ■ Unterprogramme<br>■ Programmteil-Wiederholung<br>■ Beliebiges Programm als Unterprogramm |
| **Bearbeitungs-Zyklen** | ■ Bohrzyklen zum Bohren, Tiefbohren, Reiben, Ausdrehen, Senken Gewindebohren mit und ohne Ausgleichsfutter<br>■ Zyklen zum Fräsen von Innen- und Außengewinden<br>■ Rechteck- und Kreistasche schruppen und schlichten<br>■ Zyklen zum Abzeilen ebener und schiefwinkliger Flächen<br>■ Zyklen zum Fräsen gerader und kreisförmiger Nuten<br>■ Punktemuster auf Kreis und Linien<br>■ Konturtasche – auch konturparallel<br>■ Konturzug<br>■ Zusätzlich können Herstellerzyklen – spezielle vom Maschinenhersteller erstellte Bearbeitungszyklen – integriert werden |
| **Koordinaten-Umrechnung** | ■ Verschieben, Drehen, Spiegeln<br>■ Maßfaktor (achsspezifisch)<br>❍ Schwenken der Bearbeitungsebene (Software-Option 1) |
| **Q-Parameter**<br>Programmieren mit Variablen | ■ Mathematische Funktionen =, +, –, *, /, sin $\alpha$ , cos $\alpha$ , Winkel $\alpha$ aus sin $\alpha$ und cos $\alpha$, $\sqrt{a^2 + b^2}$ $\sqrt{a}$<br>■ Logische Verknüpfungen (=, =/, <, >)<br>■ Klammerrechnung<br>■ tan $\alpha$ , arcus sin, arcus cos, arcus tan, $a^n$, $e^n$, ln, log, Absolutwert einer Zahl, Konstante $\pi$ , Negieren, Nachkommastellen oder Vorkommastellen abschneiden<br>■ Funktionen zur Kreisberechnung |
| **Programmierhilfen** | ■ Taschenrechner<br>■ Kontextsensitive Hilfe-Funktion bei Fehlermeldungen<br>■ Grafische Unterstützung beim Programmieren von Zyklen<br>■ Kommentar-Sätze im NC-Programm |
| **Teach-In** | ■ Ist-Postitionen werden direkt ins NC-Programm übernommen |

| Benutzer-Funktionen | |
|---|---|
| **Test-Grafik**<br>Darstellungsarten | Grafische Simulation des Bearbeitungsablaufs auch wenn ein anderes Programm abgearbeitet wird<br>■ Draufsicht / Darstellung in 3 Ebenen / 3D-Darstellung<br>■ Ausschnitt-Vergrößerung |
| **Programmier-Grafik** | ■ In der Betriebsart „Programm-Einspeichern" werden die eingegebenen NC-Sätze mitgezeichnet (2D-Strich-Grafik) auch wenn ein anderes Programm abgearbeitet wird |
| **Bearbeitungs-Grafik**<br>Darstellungsarten | ■ Grafische Darstellung des abgearbeiteten Programms in Draufsicht / Darstellung in 3 Ebenen / 3D-Darstellung |
| **Bearbeitungszeit** | ■ Berechnen der Bearbeitungszeit in der Betriebsart „Programm-Test"<br>■ Anzeige der aktuellen Bearbeitungszeit in den Programmlauf-Betriebsarten |
| **Wiederanfahren an die Kontur** | ■ Satzvorlauf zu einem beliebigen Satz im Programm und Anfahren der errechneten Soll-Position zum Fortführen der Bearbeitung<br>■ Programm unterbrechen, Kontur verlassen und wieder anfahren |
| **Nullpunkt-Tabellen** | ■ Mehrere Nullpunkt-Tabellen |
| **Paletten-Tabellen** | ■ Paletten-Tabellen mit beliebig vielen Einträge zur Auswahl von Paletten, NC-Programmen und Nulllpunkten können werkstück- oder werkzeugorientiert abgearbeitet werden |
| **Tastsystem-Zyklen** | ■ Tastsystem kalibrieren<br>■ Werkstück-Schieflage manuell und automatisch kompensieren<br>■ Bezugspunkt manuell und automatisch setzen<br>■ Werkstücke automatisch vermessen<br>■ Zyklen zur automatischen Werkzeugvermessung |

| Technische-Daten | |
|---|---|
| **Komponenten** | ■ Hauptrechner MC 422<br>■ Regler-Einheit CC 422<br>■ Bedienfeld<br>■ TFT-Farb-Flachbildschirm mit Softkeys 10,4 Zoll oder 15,1 Zoll |
| **Programm-Speicher** | ■ Festplatte mit mindestens 2 GByte für NC-Programme |
| **Eingabefeinheit und Anzeigeschritt** | ■ bis 0,1 µm bei Linearachsen<br>■ bis 0,000 1° bei Winkelachsen |
| **Eingabebereich** | ■ Maximum 99 999,999 mm (3.937 Zoll) bzw. 99 999,999° |

| Technische-Daten | |
|---|---|
| **Interpolation** | ■ Gerade in 4 Achsen<br>□ Gerade in 5 Achsen (Export genehmigungspflichtig, Software-Option 1)<br>■ Kreis in 2 Achsen<br>○ Kreis in 3 Achsen bei geschwenkter Bearbeitungsebene (Software-Option 1)<br>■ Schraubenlinie:<br>Überlagerung von Kreisbahn und Gerade<br>■ Spline:<br>Abarbeiten von Splines (Polynom 3. Grades) |
| **Satzverarbeitungszeit**<br>3D-Gerade ohne Radiuskorrektur | ■ 3,6 ms<br>□ 0,5 ms (Software-Option 2) |
| **Achsregelung** | ■ Lageregelfeinheit: Signalperiode des Positionsmessgeräts/1024<br>■ Zykluszeit Lageregler:1,8 ms<br>■ Zykluszeit Drehzahlregler: 600 µs<br>■ Zykluszeit Stromregler: minimal 100 µs |
| **Verfahrweg** | ■ Maximal 100 m (3 937 Zoll) |
| **Spindeldrehzahl** | ■ Maximal 40 000 U/min (bei 2 Polpaaren) |
| **Fehler-Kompensation** | ■ Lineare und nichtlineare Achsfehler, Lose, Umkehrspitzen bei Kreisbewegungen, Wärmeausdehnung<br>■ Haftreibung |
| **Datenschnittstellen** | ■ je eine V.24 / RS-232-C und V.11 / RS-422 max. 115 kBaud<br>■ Erweiterte Datenschnittstelle mit LSV-2-Protokoll zum externenBedienen der TNC über die Datenschnittstelle mit HEIDENHAIN-Software TNCremo<br>■ Ethernet-Schnittstelle 100 Base T<br>ca. 2 bis 5 MBaud (abhängig vom Dateityp und der Netzauslastung) |
| **Umgebungstemperatur** | ■ Betrieb: 0°C bis +45°C<br>■ Lagerung:–30°C bis +70°C |

| Zubehör | |
|---|---|
| **Elektronische Handräder** | ■ ein **HR 410**: tragbares Handrad oder<br>■ ein **HR 130**: Einbau-Handrad oder<br>■ bis zu drei **HR 150**: Einbau-Handräder über Handrad-Adapter HRA 110 |
| **Tastsysteme** | ■ **TS 220**: schaltendes 3D-Tastsystem mit Kabelanschluss oder<br>■ **TS 632**: schaltendes 3D-Tastsystem mit Infrarot-Übertragung<br>■ **TT 130**: schaltendes 3D-Tastsystem zur Werkzeug-Vermessung |

| Software-Option 1 | |
|---|---|
| **Rundtisch-Bearbeitung** | ❍Programmieren von Konturen auf der Abwicklung eines Zylinders<br>❍Vorschub in mm/min |
| **Koordinaten-Umrechnungen** | ❍Schwenken der Bearbeitungsebene |
| **Interpolation** | ❍Kreis in 3 Achsen bei geschwenkter Bearbeitungsebene |

| Software-Option 2 | |
|---|---|
| **3D-Bearbeitung** | ☐Besonders ruckfreie Bewegungsführung<br>☐3D-Werkzeug-Korrektur über Flächennormalen-Vektor<br>☐Ändern der Schwenkkopfstellung mit dem elektronischen Handrad während des Programmlaufs; Position der Werkzeugspitze bleibt unverändert (TCPM = **T**ool **C**enter **P**oint **M**anagement)<br>☐Werkzeug senkrecht auf der Kontur halten<br>☐Werkzeug-Radiuskorrektur senkrecht zur Bewegungs- und Werkzeugrichtung<br>☐Spline-Interpolation |
| **Interpolation** | ☐Gerade in 5 Achsen (Export genehmigungspflichtig) |
| **Satzverarbeitungszeit** | ☐0,5 ms |

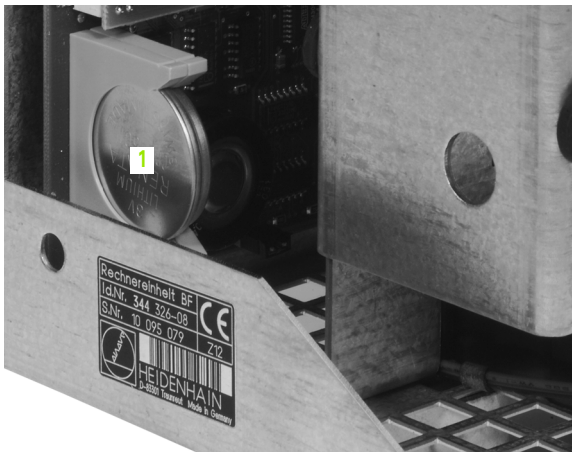
| Eingabe-Formate und Einheiten von TNC-Funktionen | |
|---|---|
| **Positionen, Koordinaten, Kreisradien, Fasenlängen** | -99 999.9999 bis +99 999.9999<br>(5,4: Vorkommastellen,Nachkommastellen) [mm] |
| **Werkzeug-Nummern** | 0 bis 32 767,9 (5,1) |
| **Werkzeug-Namen** | 16 Zeichen, bei TOOL CALL zwischen “ “ geschrieben. Erlaubte Sonderzeichen: #, $, %, &, - |
| **Delta-Werte für Werkzeug-Korrekturen** | -99,9999 bis +99,9999 (2,4) [mm] |
| **Spindeldrehzahlen** | 0 bis 99 999,999 (5,3) [U/min] |
| **Vorschübe** | 0 bis 99 999,999 (5,3) [mm/min] oder [mm/U] |
| **Verweilzeit in Zyklus 9** | 0 bis 3 600,000 (4,3) [s] |
| **Gewindesteigung in diversen Zyklen** | -99,9999 bis +99,9999 (2,4) [mm] |
| **Winkel für Spindel-Orientierung** | 0 bis 360,0000 (3,4) [°] |
| **Winkel für Polar-Koordinaten, Rotation, Ebene schwenken** | -360,0000 bis 360,0000 (3,4) [°] |
| **Polarkoordinaten-Winkel für Schraubenlinien-Interpolation (CP)** | -5 400,0000 bis 5 400,0000 (4,4) [°] |
| **Nullpunkt-Nummern in Zyklus 7** | 0 bis 2 999 (4,0) |
| **Maßfaktor in Zyklen 11 und 26** | 0,000001 bis 99,999999 (2,6) |
| **Zusatz-Funktionen M** | 0 bis 999 (1,0) |
| **Q-Parameter-Nummern** | 0 bis 399 (1,0) |
| **Q-Parameter-Werte** | -99 999,9999 bis +99 999,9999 (5,4) |
| **Marken (LBL) für Programm-Sprünge** | 0 bis 254 (3,0) |
| **Anzahl von Programmteil-Wiederholungen REP** | 1 bis 65 534 (5,0) |
| **Fehler-Nummer bei Q-Parameter-Funktion FN14** | 0 bis 1 099 (4,0) |
| **Spline-Parameter K** | -9,99999999 bis +9,99999999 (1,8) |
| **Exponent für Spline-Parameter** | -255 bis 255 (3,0) |
| **Normalenvektoren N und T bei 3D-Korrektur** | -9,99999999 bis +9,99999999 (1,8) |

# 13.4 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 die Batterien ausgetauscht werden:

> ☞ Zum Wechseln der Puffer-Batterie Maschine und TNC ausschalten!
>
> Die Puffer-Batterie darf nur von entsprechend geschultem Personal gewechselt werden!




Batterie-Typ:1 Lithium-Batterie, Typ CR 2450N (Renata) Id.-Nr. 315 878-01

**1** Die Puffer-Batterie befindet sich an der Rückseite der MC 422 (siehe **1**, Bild rechts oben)

**2** Batterie wechseln; neue Batterie kann nur in der richtigen Lage eingesetzt werden

# 13.5 DIN/ISO-Adressbuchstaben

## G-Funktionen

| Gruppe | G | Funktion | Satzweise wirksam | Hinweis |
|---|---|---|---|---|
| Positioniervorgänge | 00 | Geraden-Interpolation, kartesisch im Eilgang | | Seite 175 |
| | 01 | Geraden-Interpolation, kartesisch | | Seite 175 |
| | 02 | Kreis-Interpolation, kartesisch, im Uhrzeigersinnn | ■ (mit R) | Seite 179 |
| | 03 | Kreis-Interpolation, kartesisch, im Gegen-Uhrzeigersinnn | ■ (mit R) | Seite 179 |
| | 05 | Kreis-Interpolation, kartesisch, ohne Drehrichtungsangabe | | Seite 179 |
| | 06 | Kreis-Interpolation, kartesisch, tangentialer Konturanschluss | | Seite 182 |
| | 07 | Achsparalleler Positionier-Satz | ■ | |
| | 10 | Geraden-Interpolation, polar, im Eilgang | | Seite 188 |
| | 11 | Geraden-Interpolation, polar | | Seite 188 |
| | 12 | Kreis-Interpolation, polar, im Uhrzeigersinn | | Seite 188 |
| | 13 | Kreis-Interpolation, polar, im Gegen-Uhrzeigersinn | | Seite 188 |
| | 15 | Kreis-Interpolation, polar, ohne Drehrichtungsangabe | | Seite 188 |
| | 16 | Kreis-Interpolation, polar, tangentialer Konturanschluss | | Seite 189 |
| Konturbearbeitung, Anfahren/Wegfahren | 24 | Fase mit Fasenlänge R | | Seite 176 |
| | 25 | Ecken-Runden mit Radius R | | Seite 177 |
| | 26 | Tangentiales Anfahren einer Kontur mit R | | Seite 172 |
| | 27 | Tangentiales Verlassen einer Kontur mit R | | Seite 172 |
| Zyklen zum Bohren und Gewindefräsen | 83 | Tiefbohren | | Seite 234 |
| | 84 | Gewindebohren mit Ausgleichsfutter | | Seite 251 |
| | 85 | Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter | | Seite 254 |
| | 86 | Gewindeschneiden | | Seite 257 |
| | 200 | Bohren | | Seite 235 |
| | 201 | Reiben | | Seite 237 |
| | 202 | Ausdrehen | | Seite 239 |
| | 203 | Universal-Bohren | | Seite 241 |
| | 204 | Rückwärts-Senken | | Seite 243 |
| | 205 | Universal-Tiefbohren | | Seite 246 |
| | 206 | Gewindebohren mit Ausgleichsfutter | | Seite 252 |
| | 207 | Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter | | Seite 255 |
| | 208 | Bohrfräsen | | Seite 249 |
| | 209 | Gewindebohren Spanbruch | | Seite 258 |
| | 262 | Gewindefräsen | | Seite 262 |
| | 263 | Senkgewindefräsen | | Seite 264 |
| | 264 | Bohrgewindefräsen | | Seite 267 |
| | 265 | Helix-Bohrgewindefräsen | | Seite 271 |
| | 267 | Aussengewindefräsen | | Seite 274 |

| Gruppe | G | Funktion | Satzweise wirksam | Hinweis |
|---|---|---|---|---|
| Zyklen zum Fräsen von Taschen, Zapfen und Nuten | 74 | Nutenfräsen | | Seite 314 |
| | 75 | Rechtecktasche-Fräsen im Uhrzeigersinn | | Seite 302 |
| | 76 | Rechtecktasche-Fräsen im Gegen-Uhrzeigersinn | | Seite 302 |
| | 77 | Kreistasche-Fräsen im Uhrzeigersinn | | Seite 308 |
| | 78 | Kreistasche-Fräsen im Gegen-Uhrzeigersinn | | Seite 308 |
| | 210 | Nutenfräsen mit pendelndem Eintaucher | | Seite 316 |
| | 211 | Runde Nut mit pendelndem Eintaucher | | Seite 319 |
| | 212 | Rechtecktasche schlichten | | Seite 304 |
| | 213 | Rechteckzapfen schlichten | | Seite 306 |
| | 214 | Kreistasche schlichten | | Seite 310 |
| | 215 | Kreiszapfen schlichten | | Seite 312 |
| | 251 | Rechtecktasche | | Seite 285 |
| | 252 | Kreistasche | | Seite 290 |
| | 253 | Nutenfräsen | | Seite 293 |
| | 254 | Runde Nut | | Seite 297 |
| Zyklen zur Herstellung von Punktemustern | 220 | Punktemuster auf Kreis | | Seite 327 |
| | 221 | Punktemuster auf Linien | | Seite 329 |
| Zyklen zur Herstellung aufwendiger Konturen | 37 | Definition der Taschenkontur | | Seite 335 |
| | 56 | Vorbohren der Kontur-Tasche (mit G37) SLI | | Seite 336 |
| | 57 | Ausräumen der Kontur-Tasche (mit G37) SLI | | Seite 337 |
| | 58 | Konturfräsen im Uhrzeigersinn (mit G37) SLI | | Seite 338 |
| | 59 | Konturfräsen im Gegen-Uhrzeigersinn (mit G37) SLI | | Seite 338 |
| | 37 | Definition der Taschenkontur | | Seite 339 |
| | 120 | Kontur-Daten | | Seite 344 |
| | 121 | Vorbohren (mit G37) SLII | | Seite 345 |
| | 122 | Räumen (mit G37) SLII | | Seite 346 |
| | 123 | Schlichten Tiefe (mit G37) SLII | | Seite 347 |
| | 124 | Schlichten Seite (mit G37) SLII | | Seite 348 |
| | 125 | Kontur-Zug (mit G37) | | Seite 349 |
| | 127 | Zylinder-Mantel (mit G37) | | Seite 351 |
| | 128 | Zylinder-Mantel Nutenfräsen (mit G37) | | Seite 353 |
| Zyklen zum Abzeilen | 60 | 3D-Daten abarbeiten | | Seite 373 |
| | 230 | Abzeilen ebener Flächen | | Seite 374 |
| | 231 | Abzeilen von beliebig geneigten Flächen | | Seite 376 |
| Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung | 28 | Spiegeln | | Seite 388 |
| | 53 | Nullpunkt-Verschiebung in einer Nullpunkt-Tabelle | | Seite 383 |
| | 54 | Nullpunkt-Verschiebung im Programm | | Seite 382 |
| | 72 | Maßfaktor | | Seite 391 |
| | 73 | Drehung des Koordinatensystems | | Seite 390 |
| | 80 | Bearbeitungsebene | | Seite 392 |
| Sonder-Zyklen | 04 | Verweilzeit | ■ | Seite 399 |
| | 36 | Spindel-Orientierung | | Seite 401 |
| | 39 | Zyklus Programm-Aufruf, Zyklus-Aufruf über G79 | ■ | Seite 400 |
| | 62 | Toleranzabweichung für schnelles Konturfräsen | | Seite 402 |

| Gruppe | G | Funktion | Satzweise wirksam | Hinweis |
|---|---|---|---|---|
| Zyklen zum erfassen einer Werkstück-Schieflage | 400 | Grunddrehung über zwei Punkte | ■ | Siehe Benutzer-Handbuch TS-Zyklen |
| | 401 | Grunddrehung über zwei Bohrungen | ■ | |
| | 402 | Grunddrehung über zwei Zapfen | ■ | |
| | 403 | Schieflage über Drehachse kompensieren | ■ | |
| | 404 | Grunddrehung direkt setzen | ■ | |
| | 405 | Schieflage über C-Achse kompensieren | ■ | |
| Zyklen zum automatischen Setzen eines Bezugspunktes | 410 | Bezugspunkt in der Mitte einer Rechtecktasche | ■ | Siehe Benutzer-Handbuch TS-Zyklen |
| | 411 | Bezugspunkt in der Mitte eines Rechteckzapfens | ■ | |
| | 412 | Bezugspunkt in der Mitte einer Kreistasche/Bohrung | ■ | |
| | 413 | Bezugspunkt in der Mitte eines Kreiszapfens | ■ | |
| | 414 | Bezugspunkt Ecke innen | ■ | |
| | 415 | Bezugspunkt Ecke aussen | ■ | |
| | 416 | Bezugspunkt in der Mitte eines Lochkreises | ■ | |
| | 417 | Bezugspunkt in der Tastsystemachse | ■ | |
| | 418 | Bezugspunkt im Schnittpunkt der Verbindungslinie von jeweils zwei Bohrungen | ■ | |
| | 419 | Bezugspunkt Einzelne Achse | ■ | |
| Zyklen zur automatischen Werkstück-Vermessung | 55 | Beliebige Koordinate in beliebiger Achse messen | ■ | Siehe Benutzer-Handbuch TS-Zyklen |
| | 420 | Winkel messen | ■ | |
| | 421 | Lage und Durchmesser einer Kreistasche/Bohrung messen | ■ | |
| | 422 | Lage und Durchmesser eines Kreiszapfens messen | ■ | |
| | 423 | Lage und Durchmesser einer Rechtecktasche messen | ■ | |
| | 424 | Lage und Durchmesser eines Rechteckzapfens messen | ■ | |
| | 425 | Nutbreite messen | ■ | |
| | 426 | Steg messen | ■ | |
| | 427 | Beliebige Koordinate in beliebiger Achse messen | ■ | |
| | 430 | Lage und Durchmesser eines Lochkreises messen | ■ | |
| | 431 | Messen einer Ebene | ■ | |
| Zyklen zur automatischen Werkzeug-Vermessung | 480 | TT kalibrieren | ■ | Siehe Benutzer-Handbuch TS-Zyklen |
| | 481 | Werkzeug-Länge messen | ■ | |
| | 482 | Werkzeug-Radius messen | ■ | |
| | 483 | Werkzeug-Länge und -Radius messen | ■ | |
| Zyklen allgemein | 79 | Zyklus-Aufruf | ■ | Seite 226 |
| Auswahl der Bearbeitungsebene | 17 | Ebenenauswahl XY, Werkzeug-Achse Z | | Seite 150 |
| | 18 | Ebenenauswahl ZX, Werkzeug-Achse Y | | |
| | 19 | Ebenenauswahl YZ, Werkzeug-Achse X | | |
| | 20 | Werkzeug-Achse IV | | |
| Koordinaten-Übernahme | 29 | Übernahme des letzten Positions-Sollwertes als Pol | | Seite 178 |
| Rohteil-Definition | 30 | Rohteil-Definition für Grafik, Min.-Punkt | | Seite 100 |
| | 31 | Rohteil-Definition für Grafik, Max.-Punkt | | |
| Programm-Beeinflussung | 38 | Programmlauf-STOPP | | |

| Gruppe | G | Funktion | Satzweise wirksam | Hinweis |
|---|---|---|---|---|
| | 40<br>41<br>42<br>43<br>44 | Keine Werkzeug-Korrektur (R0)<br>Werkzeug-Bahnkorrektur, links von der Kontur (RL)<br>Werkzeug-Bahnkorrektur, rechts von der Kontur (RR)<br>Achsparallele Korrektur, Verlängerung (R+)<br>Achsparallele Korrektur, Verkürzung (R–) | | Seite 155 |
| Werkzeuge | 51<br><br>99 | Nächste Werkzeug-Nummer (bei aktivem zentralen Werkzeugspeicher)<br>Werkzeug-Definition | ■<br><br>■ | Seite 151<br><br>Seite 140 |
| Maßeinheit | 70<br>71 | Maßeinheit: Inch (zu Programm-Beginn)<br>Maßeinheit: Millimeter (zu Programm-Beginn) | | Seite 101 |
| Maßangaben | 90<br>91 | Absolute Maßangaben<br>Inkrementale Maßangaben | | Seite 75<br>Seite 75 |
| Unterprogramme | 98 | Setzen einer Label-Nummer | ■ | |

## Belegte Adressbuchstaben

| Adressbuchstabe | Funktion |
|---|---|
| % | Programm-Anfang bzw. Programm-Aufruf |
| # | Nullpunkt-Nummer mit Zyklus G53 |
| A<br>B<br>C | Drehbewegung um X-Achse<br>Drehbewegung um Y-Achse<br>Drehbewegung um Z-Achse |
| D | Parameter-Definition (Programm-Parameter Q) |
| DL<br>DR | Verschleiß-Korrektur Länge mit Werkzeug-Aufruf<br>Verschleiß-Korrektur Radius mit Werkzeug-Aufruf |
| E | Toleranz für M112 und M124 |
| F<br>F<br>F<br>F | Vorschub<br>Verweilzeit mit G04<br>Maßfaktor mit G72<br>Faktor für Vorschub-Reduzierung mit M103 |
| G | Wegbedingung, Zyklusdefinition |
| H<br>H<br>H | Polarkoordinaten-Winkel im Kettenmaß/Absolutmaß<br>Drehwinkel mit G73<br>Grenzwinkel für M112 |
| I<br>J<br>K | X-Koordinate des Kreismittelpunkts/Pols<br>Y-Koordinate des Kreismittelpunkts/Pols<br>Z-Koordinate des Kreismittelpunkts/Pols |
| L<br>L<br>L | Setzen einer Label-Nummer mit G98<br>Sprung auf eine Label-Nummer<br>Werkzeug-Länge mit G99 |

| Adressbuchstabe | Funktion |
|---|---|
| LA | Anzahl der Sätze für Vorausrechnung mit M120 |
| M | Zusatz-Funktionen |
| N | Satznummer |
| P<br>P | Zyklus-Parameter in Bearbeitungszyklen<br>Parameter in Parameter-Definitionen |
| Q | Programm-Parameter/Zyklus-Parameter |
| R<br>R<br>R<br>R<br>R | Polarkoordinaten-Radius<br>Kreis-Radius mit G02/G03/G05<br>Rundungs-Radius mit G25/G26/G27<br>Fasen-Abschnitt mit G24<br>Werkzeug-Radius mit G99 |
| S<br>S | Spindeldrehzahl<br>Spindel-Orientierung mit G36 |
| T<br>T | Werkzeug-Definition mit G99<br>Werkzeug-Aufruf |
| U<br>V<br>W | Linearbewegung parallel zur X-Achse<br>Linearbewegung parallel zur Y-Achse<br>Linearbewegung parallel zur Z-Achse |
| X<br>Y<br>Z | X-Achse<br>Y-Achse<br>Z-Achse |
| * | Satzendezeichen |

## Parameter-Funktionen

| Parameter-Definition | Funktion | Hinweis |
|---|---|---|
| D00 | Zuweisung | Seite 425 |
| D01<br>D02<br>D03<br>D04 | Addition<br>Subtraktion<br>Multiplikation<br>Division | Seite 425<br>Seite 425<br>Seite 425<br>Seite 425 |
| D05 | Wurzel | Seite 425 |
| D06<br>D07 | Sinus<br>Cosinus | Seite 428<br>Seite 428 |
| D08 | Wurzel aus Quadratsumme | Seite 428 |
| D09<br>D10<br>D11<br>D12 | Wenn gleich. dann Sprung<br>Wenn ungleich. dann Sprung<br>Wenn größer. dann Sprung<br>Wenn kleiner. dann Sprung | Seite 430<br>Seite 430<br>Seite 430<br>Seite 430 |

| Parameter-Definition | Funktion | Hinweis |
|---|---|---|
| **D13** | Winkel (Winkel aus c . sin a und c . cos a) | Seite 428 |
| **D14** | Fehler-Nummer | Seite 434 |
| **D15** | Print | Seite 436 |
| **D19** | Übergabe von Werten an die PLC | Seite 436 |

# 14

## iTNC 530 mit Windows 2000 (Option)

# 14.1 Einführung

## Allgemeines

In diesem Kapitel sind die Besonderheiten der iTNC 530 mit Windows 2000 beschreiben. Alle Systemfunktionen von Windows 2000 sind in der Windows-Dokumentation nachzulesen.

Die TNC-Steuerungen von HEIDENHAIN waren immer schon anwenderfreundlich: einfache Programmierung im HEIDENHAIN-Klartext-Dialog, praxisgerechte Zyklen, eindeutige Funktionstasten, und anschauliche Grafikfunktionen machen sie zu den beliebten werkstattprogrammierbaren Steuerungen.

Jetzt steht dem Anwender auch das Standard-Windows-Betriebssystem als Benutzer-Schnittstelle zur Verfügung. Die neue leistungsstarke HEIDENHAIN-Hardware mit zwei Prozessoren bildet dabei die Basis für die iTNC 530 mit Windows 2000.

Ein Prozessor kümmert sich um die Echtzeitaufgaben und das HEIDENHAIN-Betriebssystem, während der zweite Prozessor ausschließlich dem Standard-Windows-Betriebssystem zur Verfügung steht und so dem Anwender die Welt der Informations-Technologie öffnet.

Auch hier steht der Bedienkomfort an erster Stelle:

- In das Bedienfeld ist eine komplette PC-Tastatur mit Touchpad integriert
- Der hochauflösende 15-Zoll-Farb-Flachbildschirm zeigt sowohl die iTNC-Oberfläche als auch die Windows-Anwendungen
- Über die USB-Schnittstellen können PC-Standard-Geräte wie beispielsweise Maus, Laufwerke usw. einfach an die Steuerung angeschlossen werden

## Technische Daten

| Technische Daten | iTNC 530 mit Windows 2000 |
|---|---|
| Ausführung | Zwei-Prozessor-Steuerung mit<br>■ Echtzeit-Betriebssystem HEROS zur Maschinensteuerung<br>■ PC-Betriebssystem Windows 2000 als Benutzerschnittstelle |
| Speicher | ■ RAM-Speicher:<br>■ 64 MByte für Steuerungs-Anwendungen<br>■ 128 MByte für Windows-Anwendungen<br>■ Festplatte<br>■ 2.63 GByte für TNC-Dateien<br>■ 9 GByte für Windows-Daten, davon sind ca. 7.7 GByte für Anwendungen verfügbar |
| Datenschittstellen | ■ Ethernet 10/100 BaseT (bis 100 MBit/s; abhängig von der Netzauslastung)<br>■ V.24-RS232C (max. 115 200 Bit/s)<br>■ V.11-RS422 (max. 115 200 Bit/s)<br>■ 2 x USB<br>■ 2 x PS/2 |

# 14.2 iTNC 530-Anwendung starten

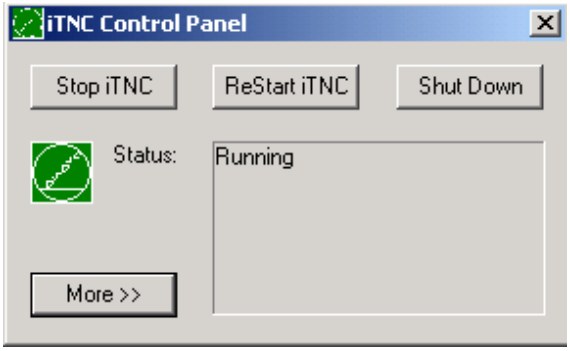
## Windows-Anmeldung

Nachdem Sie die Stromversorgung eingeschaltet haben, bootet die iTNC 530 automatisch. Wenn der Eingabedialog zur Windows-Anmeldung erscheint, stehen zwei Möglichkeiten der Anmeldung zur Verfügung:

- Anmeldung als TNC-Bediener
- Anmeldung als lokaler Administrator

## Anmeldung als TNC-Bediener

- Im Eingabefeld **User name** den Benutzernamen „TNC“ eingeben, im Eingabefeld **Password** nichts eingeben, mit Button OK bestätigen
- Die TNC-Software wird automatisch gestartet, im iTNC Control Panel erscheint die Statusmeldung Starting, **PLEASE WAIT...** .




Solange das iTNC Control Panel angezeigt wird (siehe Bild rechts), noch keine anderen Windows-Programme starten bzw. bedienen. Wenn die iTNC-Software erfolgreich gestartet ist, minimiert sich das Control Panel zu einem HEIDENHAIN Symbol in der Task-Leiste.

Diese Benutzer-Kennung erlaubt nur sehr eingeschränkten Zugriff im Windows-Betriebssystem. Sie dürfen weder Netzwerk-Einstellungen ändern, noch neue Software installieren.

## Anmeldung als lokaler Administrator

Setzen Sie sich mit Ihrem Maschinenhersteller in Verbindung, um den Benutzernamen und das Passwort zu erfragen.

Als lokaler Administrator dürfen Sie Software-Installationen und Netzwerk-Einstellungen vornehmen.

HEIDENHAIN leistet keine Unterstützung bei der Installation von Windows-Anwendungen und übernimmt keine Gewähr für die Funktion der von Ihnen installierten Anwendungen.

HEIDENHAIN haftet nicht für fehlerhafte Festplatteninhalte, die durch Installation von Updates von Fremdsoftware oder zusätzlicher Anwendungssoftware entstehen.

Sind nach Änderungen an Programmen oder Daten Service-Einsätze von HEIDENHAIN erforderlich, dann stellt HEIDENHAIN die angefallenen Service-Kosten in Rechnung.

Um die einwandfreie Funktion der iTNC-Anwendung zu gewährleisten, muss das Windows 2000 System zu jedem Zeitpunkt genügend

- CPU-Leistung
- freien Festplattenspeicher auf dem Laufwerk C
- Arbeitsspeicher
- Bandbreite des Festplatten-Interfaces

zur Verfügung haben.

Die Steuerung gleicht kurze Einbrüche (bis zu einer Sekunde bei einer Blockzykluszeit von 0,5ms) in der Datenübertragung vom Windowsrechner durch eine umfangreiche Pufferung der TNC-Daten aus. Bricht jedoch die Datenübertragung vom Windows-System über einen längeren Zeitraum erheblich ein, kann es zu Vorschubeinbrüchen beim Programmlauf und dadurch zur Beschädigung des Werkstücks kommen.

**Folgende Voraussetzungen bei Software-Installationen beachten:**

Das zu installierende Programm darf den Windows-Rechner nicht bis an seine Leistungsgrenze beanspruchen (128 MByte RAM, 266 MHz Taktfrequenz).

Programme, die unter Windows in den Prioritätsstufen **höher als normal** (above normal), **hoch** (high) oder **Echtzeit** (real time) ausgeführt werden (z.B. Spiele), dürfen nicht installiert werden.

# 14.3 iTNC 530 ausschalten

## Grundsätzliches

Um Datenverluste beim Ausschalten zu vermeiden, müssen Sie die iTNC 530 gezielt herunterfahren. Dafür stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung, die in den folgenden Abschnitten beschrieben sind.

Willkürliches Ausschalten der iTNC 530 kann zu Datenverlust führen.

Bevor Sie Windows beenden, sollten Sie die iTNC 530-Anwendung beenden.

## Abmelden eines Benutzers

Sie können Sich jederzeit von Windows abmelden, ohne dass die iTNC-Software davon beeinträchtigt wird. Während des Abmeldevorganges ist jedoch der iTNC-Bildschirm nicht mehr sichtbar und Sie können keine Eingaben mehr machen.

Beachten Sie, dass maschinenspezifische Tasten (z.B. NC-Start oder die Achsrichtungstasten) aktiv bleiben.

Nachdem sich ein neuer Benutzer angemeldet hat, ist der iTNC-Bildschirm wieder sichtbar.

## iTNC-Anwendung beenden

**Achtung!**

Bevor Sie die iTNC-Anwendung beenden, unbedingt die Not-Aus-Taste betätigen. Ansonsten könnte Datenverlust entstehen oder die Maschine könnte beschädigt werden.

Zum Beenden der iTNC-Anwendung stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

- Internes Beenden über die Betriebsart Manuell: beendet gleichzeitig Windows
- Externes Beenden über das iTNC-ControlPanel: beendet nur die iTNC-Anwendung

### Internes Beenden über die Betriebsart Manuell

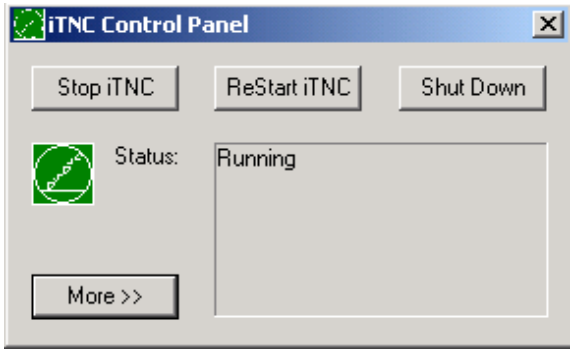
- Betriebsart Manuell wählen
- Softkey-Leiste weiterschalten, bis Softkey zum Herunterfahren der iTNC-Anwendung angezeigt wird

- Funktion zum Herunterfahren wählen, anschließende Dialogfrage nochmals mit Softkey JA bestätigen
- Wenn auf dem iTNC-Bildschirm die Meldung **`It's now safe to turn off your computer`**, dann dürfen Sie die Versorgungsspannung zur iTNC 530 unterbrechen

### Externes Beenden über das iTNC-ControlPanel

- Auf der ASCII-Tastatur die Windows-Taste betätigen: Die iTNC-Anwendung wird minimiert und die Task-Leiste angezeigt
- Auf das grüne HEIDENHAIN-Symbol rechts unten in der Task-Leiste doppelklicken: Das iTNC-ControlPanel erscheint (siehe Bild rechts oben)

- Funktion zum Beenden der iTNC 530-Anwendung wählen: Schaltfläche **Stop iTNC** drücken
- Nachdem Sie die Not-Aus-Taste betätigt haben iTNC-Meldung mit Schaltfläche **Yes** bestätigen: Die iTNC-Anwendung wird gestoppt
- Das iTNC-ControlPanel bleibt aktiv. Über die Schaltfläche **Restart iTNC** könen Sie die iTNC 530 wieder neu starten




Um Windows zu beenden wählen Sie

- die Schaltfläche **Start**
- den Menüpunkt **Shut down...**
- erneut den Menüpunkt **Shut down**
- und bestätigen mit **OK**

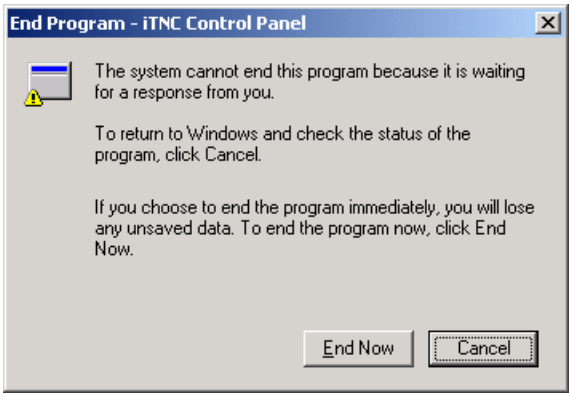
## Herunterfahren von Windows

Wenn Sie versuchen, Windows herunterzufahren während die iTNC-Software noch aktiv ist, gibt die Steuerung eine Warnung aus (siehe Bild rechts oben).

**Achtung!**

Bevor Sie mit OK bestätigen, unbedingt die Not-Aus-Taste betätigen. Ansonsten könnte Datenverlust entstehen oder die Maschine könnte beschädigt werden.

Falls Sie mit OK bestätigen, wird die iTNC-Software heruntergefahren und anschließend Windows beendet.




**Achtung!**

Windows blendet nach einigen Sekunden eine eigene Warnung ein (siehe Bild rechts Mitte), die die TNC-Warnung überdeckt. Warnung niemals mit End Now bestätigen, ansonsten könnte Datenverlust entstehen oder die Maschine könnte beschädigt werden.

# 14.4 Netzwerk-Einstellungen

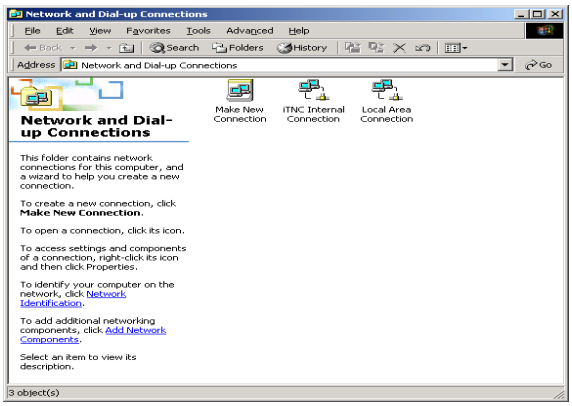
## Voraussetzung

Um Netzwerk-Einstellungen vornehmen zu können müssen Sie sich als lokaler Administrator anmelden. Setzen Sie sich mit Ihrem Maschinenhersteller in Verbindung, um den dafür erforderlichen Benutzernamen und das Passwort zu erfragen.

Einstellungen sollten nur von einem Netzwerk-Spezialisten vorgenommen werden.

## Einstellungen anpassen

Im Auslieferungszustand enthält die iTNC 530 zwei Netzwerk-Verbindungen, die **Local Area Connection** und die **iTNC Internal Connection** (siehe Bild rechts).




Die **Local Area Connection** ist die Verbindung der iTNC an Ihr Netzwerk. Alle von Windows 2000 her bekannten Einstellungen dürfen Sie an Ihr Netzwerk anpassen (siehe hierzu auch die Windows 2000 Netzwerk-Beschreibung).

Die **iTNC Internal Connection** ist eine interne iTNC-Verbindung. Änderungen an den Einstellungen dieser Verbindung sind nicht erlaubt und können zur Funktionsunfähigkeit der iTNC führen.

Diese interne Netzwerk-Adresse ist voreingestellt auf **`192.168.254.253`** und darf nicht mit Ihrem Firmennetzwerk kolidieren, Das Subnet **`192.168.254.xxx`** darf also nicht vorhanden sein.

Die Option **`Obtain IP adress automatically`** (Netzwerkadresse automatisch beziehen) darf nicht aktiv sein.

## Zugriffssteuerung

Administratoren haben Zugriff auf die TNC-Laufwerke D, E und F. Beachten Sie, dass die Daten auf diesen Partitionen teilweise binär codiert sind und schreibende Zugriffe zu undefiniertem Verhalten der iTNC führen können.

Die Partitionen D, E und F haben Zugriffsrechte für die Benutzergruppen **SYSTEM** und **Administrators**. Durch die Gruppe **SYSTEM** wird sichergestellt, dass der Windows-Service, der die Steuerung startet, Zugriff erhält. Durch die Gruppe **Administrators** wird erreicht, dass der Echtzeitrechner der iTNC über die **iTNC Internal Connection** Netzwerkverbindung erhält.

Sie dürfen weder den Zugriff für diese Gruppen einschränken, noch andere Gruppen hinzufügen und in diesen Gruppen bestimmte Zugriffe verbieten (Zugriffsbeschränkungen haben unter Windows Vorrang gegenüber Zugriffsberechtigungen).

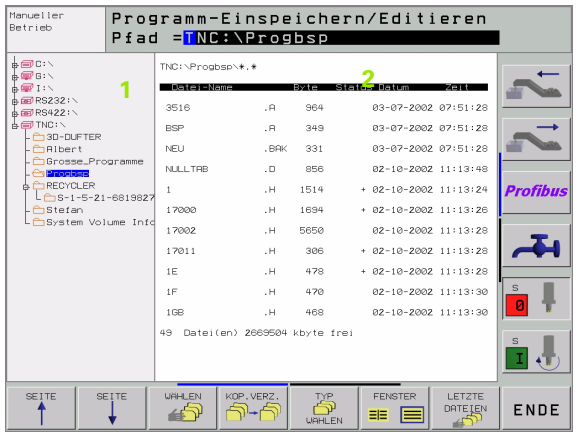
# 14.5 Besonderheiten in der Datei-Verwaltung

## Laufwerk der iTNC

Wenn Sie die Datei-Verwaltung der iTNC aufrufen, erhalten Sie im linken Fenster eine Auflistung aller verfügbaren Laufwerke, z.B.

- **C:**: Windows-Partition der eingebauten Festplatte
- **RS232:**: Serielle Schnittstelle 1
- **RS422:**: Serielle Schnittstelle 2
- **TNC:**: Daten-Partition der iTNC

Zusätzlich können noch weitere Netzlaufwerke vorhanden sein, die Sie über den Windows-Explorer angebunden haben.



Beachten Sie, dass das Daten-Laufwerk der iTNC unter dem Namen **TNC:** in der Datei-Verwaltung erscheint. Dieses Laufwerk (Partition) besitzt im Windows-Explorer den Namen **D**.

Unterverzeichnisse auf dem TNC-Laufwerk (z.B. **RECYCLER** und **System Volume Identifier**) werden von Windows 2000 angelegt und dürfen von Ihnen nicht gelöscht werden.

Wenn Sie im Windows-Explorer ein neues Netzlaufwerk angebunden haben, müssen Sie ggf. die iTNC-Anzeige der verfügbaren Laufwerke aktualisieren:

- Datei-Verwaltung aufrufen: Taste PGM MGT drücken
- Hellfeld nach links ins Laufwerk-Fenster setzen
- Softkey-Leiste auf die zweite Ebene umschalten
- Laufwerk-Ansicht aktualisieren: Softkey AKT. BAUM drücken

## Daten-Übertragung zur iTNC 530

Bevor Sie von der iTNC aus eine Daten-Übertragung starten können, müssen Sie das entsprechende Netzlaufwerk über den Windows-Explorer angebunden haben. Der Zugriff auf sogenannte UNC-Netzwerknamen (z.B. \\PC0815\DIR1) ist nicht möglich.

### TNC-spezifische Dateien

Nachdem Sie die iTNC 530 in Ihr Netzwerk eingebunden haben, können Sie von der iTNC aus auf einen beliebigen Rechner zugreifen und Dateien übertragen. Sie dürfen bestimmte Datei-Typen jedoch nur durch eine Daten-Übertragung von der iTNC aus starten. Grund dafür ist, dass bei der Daten-Übertragung zur iTNC die Dateien in ein Binärformat gewandelt werden müssen.

Kopieren der nachfolgend aufgeführten Datei-Typen über den Windows-Explorer auf das Daten-Laufwerk D ist nicht erlaubt!

Datei-Typen, die nicht über den Windows-Explorer kopiert werden dürfen:

- Klartext-Dialog-Programme (Endung .H)
- DIN/ISO-Prgramme (Endung .I)
- Werkzeug-Tabellen (Endung .T)
- Werkzeug-Platztabellen (Endung .TCH)
- Paletten-Tabellen (Endung .P)
- Nullpunkt-Tabellen (Endung .D)
- Punkte-Tabellen (Endung .PNT)
- Schnittdaten-Tabellen (Endung .CDT)
- Frei definierbare Tabellen (Endung .TAB)

Vorgehensweise bei der Daten-Übertragung: (siehe „Datenübertragung zu/von einem externen Datenträger" auf Seite 96).

### ASCII-Dateien

ASCII-Dateien (Dateien mit der Endung .A), können Sie ohne Einschränkung direkt über den Explorer kopieren.

Beachten Sie, dass alle Dateien, die Sie auf der TNC bearbeiten wollen, auf dem Laufwerk D gespeichert sein müssen.

## SYMBOLE


3D-Darstellung ... 457
3D-Daten abarbeiten ... 373
3D-Korrektur
  Peripheral Milling ... 157


## A


Abhängige Dateien ... 494
Antastzyklen: Siehe Benutzer-Handbuch Tastsystem-Zyklen
Anwender-Parameter ... 510
Anwenderparameter
  allgemeine
    für 3D-Tastsysteme und Digitalisieren ... 511
    für Bearbeitung und Programmlauf ... 520
    für externe Datenübertragung ... 511
    für TNC-Anzeigen, TNC-Editor ... 515
  maschinenspezifische ... 495
Arbeitsraum-Überwachung ... 463, 496
ASCII-Dateien ... 115
Ausdrehen ... 239
Ausräumen: Siehe SL-Zyklen, Räumen
Ausschalten ... 47
Automatische Schnittdaten-Berechnung ... 143, 158
Automatische Werkzeug-Vermessung ... 142
Automatischer Programmstart ... 473


## B


Bahnbewegungen
  Polarkoordinaten
    Gerade ... 188
    Kreisbahn mit tangetialem Anschluß ... 189
    Kreisbahn um Pol CC ... 188
  rechtwinklige Koordinaten
    Gerade ... 175
    Kreisbahn mit festgelegtem Radius ... 180
    Kreisbahn mit tangentialem Anschluß ... 182
    Kreisbahn um Kreismittelpunkt CC ... 179
    Übersicht ... 174, 187


## B


Bahnfunktionen
  Grundlagen ... 166
    Kreise und Kreisbögen ... 168
    Vorpositionieren ... 169
BAUD-Rate einstellen ... 482
Bearbeitung unterbrechen ... 467
Bearbeitungsebene
  schwenken ... 59, 392
    Leitfaden ... 395
    manuell ... 59
    Zyklus ... 392
Bearbeitungszeit ermitteln ... 461
Bedienfeld ... 35
Betriebsarten ... 36
Betriebszeiten ... 505
Bezugspunkt setzen ... 52
  ohne 3D-Tastsystem ... 52
Bezugspunkt wählen ... 76
Bezugspunkte verwalten ... 54
Bezugssystem ... 73
Bildschirm ... 33
Bildschirm-Aufteilung ... 34
Bohren ... 235, 241, 246
  Vertiefter Startpunkt ... 248
Bohrfräsen ... 249
Bohrgewindefräsen ... 267
Bohrzyklen ... 232


## D


Darstellung in 3 Ebenen ... 456
Datei-Status ... 79, 88
Datei-Verwaltung
  Abhängige Dateien ... 494
  aufrufen ... 79, 88
  Datei kopieren ... 81, 91
  Datei löschen ... 80, 93
  Datei schützen ... 85, 95
  Datei umbenennen ... 84, 95
  Datei wählen ... 80, 89
  Dateien markieren ... 94
  Dateien überschreiben ... 98
  Datei-Name ... 77
  Datei-Typ ... 77
  erweiterte ... 86
    Übersicht ... 87
  externe Datenübertragung ... 82, 96
  konigurieren über MOD ... 493
  Standard ... 79
  Tabellen kopieren ... 92
  Verzeichnisse ... 86
    erstellen ... 90
    kopieren ... 92


## D


Datenschnittstelle
  einrichten ... 482
  Steckerbelegungen ... 523
  zuweisen ... 483
Datensicherung ... 78
Datenübertragungs-Geschwindigkeit ... 482
Datenübertragungs-Software ... 484
Dialog ... 103
Draufsicht ... 455
Drehachse
  Anzeige reduzieren: M94 ... 214
  wegoptimiert verfahren: M126 ... 213
Drehung ... 390


## E


Ecken-Runden ... 177
Eilgang ... 138
Einschalten ... 46
Ellipse ... 446
Ersetzen von Texten ... 110
Ethernet-Schnittstelle
  Anschluss-Möglichkeiten ... 486
  Einführung ... 486
  konfigurieren ... 489
  Netzlaufwerke verbinden und lösen ... 99
Externe Datenübertragung
  iTNC 530 mit Windows 2000 ... 551
Externer Zugriff ... 507


## F


Fase ... 176
Fehlermeldungen ... 120
  ausgeben ... 434
  Hilfe bei ... 120
Festplatte ... 77
FN xx: Siehe Q-Parameter-Programmierung
Formatinformationen ... 532

**G**
Gerade ... 175, 188
Gewindebohren
mit Ausgleichsfutter ... 251, 252
ohne Ausgleichsfutter ... 254, 255, 258
Gewindefräsen außen ... 274
Gewindefräsen Grundlagen ... 260
Gewindefräsen innen ... 262
Gewindeschneiden ... 257
Gliedern von Programmen ... 113
Grafiken
Ansichten ... 454
Ausschnitts-Vergrößerung ... 458
beim Programmieren ... 111
Ausschnittsvergrößerung ... 112
Grafische Simulation ... 460
Groß-/Kleinschreibung umschalten ... 116
Grundlagen ... 72

**H**
Handrad-Positionierungen überlagern: M118 ... 208
Hauptachsen ... 73
Helix-Bohrgewindefräsen ... 271
Helix-Interpolation ... 189
Help-Dateien anzeigen ... 504
Hilfe bei Fehlermeldungen ... 120

**I**
Indizierte Werkzeuge ... 145
Ist-Position übernehmen ... 104
iTNC 530 ... 32
mit Windows 2000 ... 542

**K**
Klammerrechnung ... 437
Klartext-Dialog ... 103
Kommentare einfügen ... 114
Konstante Bahngeschwindigkeit: M90 ... 201
Kontur anfahren ... 170
Kontur verlassen ... 170
Kontur-Zug ... 349
Koordinaten-Umrechnung ... 381
Kopieren von Programmteilen ... 107
Kreisbahn ... 179, 180, 182, 188, 189
Kreismittelpunkt ... 178

**K**
Kreistasche
schlichten ... 310
schruppen ... 308
Schruppen+Schlichten ... 290
Kreiszapfen schlichten ... 312
Kugel ... 450

**L**
Langloch fräsen ... 316
Laserschneiden, Zusatz-Funktionen ... 220
Lochkreis ... 327
Look ahead ... 207
L-Satz-Generierung ... 501

**M**
Maschinenachsen verfahren ... 48
mit dem elektronischen Handrad ... 49
mit externen Richtungstasten ... 48
schrittweise ... 50
Maschinenfeste Koordinaten: M91, M92 ... 198
Maschinen-Parameter
für 3D-Tastsysteme ... 511
für Bearbeitung und Programmlauf ... 520
für externe Datenübertragung ... 511
für TNC-Anzeigen und den TNC-Editor ... 515
Maßeinheit wählen ... 101
Maßfaktor ... 391
M-Funktionen: Siehe Zusatz-Funktionen
MOD-Funktion
Übersicht ... 478
verlassen ... 478
wählen ... 478

**N**
NC-Fehlermledungen ... 120
Netzwerk-Anschluß ... 99
Netzwerk-Einstellungen ... 489
iTNC 530 mit Windows 2000 ... 549
Netzwerk-Verbindung prüfen ... 492
Nullpunkt-Verschiebung
im Programm ... 382
mit Nullpunkt-Tabellen ... 383
Nutenfräsen ... 314
pendelnd ... 316
Schruppen+Schlichten ... 293

**O**
Offene Konturecken: M98 ... 204
Options-Nummer ... 480

**P**
Paletten-Tabelle
abarbeiten ... 123, 135
Anwendung ... 121, 125
Übernehmen von Koordinaten ... 121, 126
wählen und verlassen ... 123, 130
Parameter-Programmierung: Siehe Q-Parameter-Programmierung
Pfad ... 86
Ping ... 492
Platz-Tabelle ... 148
Polarkoordinaten
Grundlagen ... 74
Programmieren ... 187
Positionieren
bei geschwenkter Bearbeitungsebene ... 200, 219
mit Handeingabe ... 66
Preset-Tabelle ... 54
Programm
-Aufbau ... 100
editieren ... 105
gliedern ... 113
neues eröffnen ... 101
Programm-Aufruf
Beliebiges Programm als Unterprogramm ... 409
über Zyklus ... 400
Programmlauf
ausführen ... 466
fortsetzen nach Unterbrechung ... 469
Sätze überspringen ... 474
Satzvorlauf ... 470
Übersicht ... 465
unterbrechen ... 467
Programm-Name: Siehe Datei-Verwaltung, Datei-Name
Programmteile kopieren ... 107
Programmteil-Wiederholung ... 408
Programm-Test
ausführen ... 463
bis zu einem bestimmten Satz ... 464
Übersicht ... 462

**P**
Programm-Verwaltung: Siehe Datei-Verwaltung
Puffer-Batterie wechseln ... 533
Punktemuster
auf Kreis ... 327
auf Linien ... 329
Übersicht ... 325
Punkte-Tabellen ... 228

**Q**
Q-Parameter
kontrollieren ... 432
unformatiert ausgeben ... 436
vorbelegte ... 441
Werte an PLC übergeben ... 436
Q-Parameter-Programmierung ... 422
Mathematische Grundfunktionen ... 425
Programmierhinweise ... 422
Wenn/dann-Entscheidungen ... 430
Winkelfunktionen ... 428
Zusätzliche Funktionen ... 433

**R**
Radiuskorrektur ... 154
Außenecken, Innenecken ... 156
Eingabe ... 155
Rechtecktasche
Schlichten ... 304
Schruppen ... 302
Schruppen+Schlichten ... 285
Rechteckzapfen schlichten ... 306
Referenzpunkte überfahren ... 46
Regelfläche ... 376
Reiben ... 237
Rohteil definieren ... 101
Rückwärts-Senken ... 243
Rückzug von der Kontur ... 209
Runde Nut
Schruppen+Schlichten ... 297
Runde Nut fräsen ... 319

**S**
Satz
einfügen, ändern ... 106
löschen ... 105
Satznummerierung ändern ... 108
Satzvorlauf ... 470
Schlüssel-Zahlen ... 481
Schnittdaten-Berechnung ... 158
Schnittdaten-Tabelle ... 158
Schraubenlinie ... 189
Schwenkachsen ... 215, 216
Schwenken der Bearbeitungsebene ... 59, 392
Seitenschlichten ... 348
Senkgewindefräsen ... 264
SL-Zyklen
Ausräumen ... 337, 346
Grundlagen ... 333, 339, 364
Kontur-Daten ... 344
Kontur-Zug ... 349
Schlichten Seite ... 348
Schlichten Tiefe ... 347
Überlagerte Konturen ... 341, 366
Vorbohren ... 336, 338, 345
Zyklus Kontur ... 335, 341
SL-Zyklen mit Konturformel
Software-Nummer ... 480
Software-Optionen ... 531
Spiegeln ... 388
Spindeldrehzahl ändern ... 51
Spindeldrehzahl eingeben ... 150
Spindel-Orientierung ... 401
Status-Anzeige ... 39
allgemeine ... 39
zusätzliche ... 40
Steckerbelegung Datenschnittstellen ... 523
Suchfunktion ... 109

**T**
Taschenrechner ... 119
Tastsystem-Überwachung ... 210
Teach In ... 104, 175
Technische Daten ... 527
iTNC 530 mit Windows 2000 ... 543
Teilefamilien ... 424
Teleservice ... 506
Text-Datei
Editier-Funktionen ... 116
Lösch-Funktionen ... 117
öffnen und verlassen ... 115
Textteile finden ... 118
Tiefbohren ... 234, 246
Vertiefter Startpunkt ... 248
Tiefenschlichten ... 347
TNCremo ... 484
TNCremoNT ... 484
Trigonometrie ... 428

**U**
Universal-Bohren ... 241, 246
Unterprogramm ... 407
USB-Schnittstelle ... 542

**V**
Verschachtelungen ... 411
Vertiefter Startpunkt beim Bohren ... 248
Verweilzeit ... 399
Verzeichnis ... 86, 90
erstellen ... 90
kopieren ... 92
löschen ... 93
Vollkreis ... 179
Vorschub ... 51
ändern ... 51
bei Drehachsen, M116 ... 212
Vorschub in Millimeter/Spindel-Umdrehung: M136 ... 205
Vorschubfaktor für Eintauchbewegungen: M103 ... 204

## W

Werkstück-Material festlegen ... 159
Werkstück-Positionen
absolute ... 75
inkrementale ... 75
Werkzeug-Bewegungen
programmieren ... 103
Werkzeug-Daten
aufrufen ... 150
Delta-Werte ... 140
in die Tabelle eingeben ... 141
indizieren ... 145
ins Programm eingeben ... 140
Werkzeug-Korrektur
Länge ... 153
Radius ... 154
Werkzeug-Länge ... 139
Werkzeug-Name ... 139
Werkzeug-Nummer ... 139
Werkzeug-Radius ... 140
Werkzeug-Schneidstoff ... 143, 160
Werkzeug-Tabelle
editieren, verlassen ... 144
Editierfunktionen ... 144
Eingabemöglichkeiten ... 141
Werkzeugtyp wählen ... 143
Werkzeug-Vermessung ... 142
Werkzeugwechsel ... 151
Wiederanfahren an die Kontur ... 472
Windows 2000 ... 542
Windows-Anmeldung ... 544
Winkelfunktionen ... 428
WMAT.TAB ... 159

## Z

Zubehör ... 43
Zusatzachsen ... 73
Zusatz-Funktionen
eingeben ... 196
für das Bahnverhalten ... 201
für Drehachsen ... 212
für Koordinatenangaben ... 198
für Laser-Schneidmaschinen ... 220
für Programmlauf-Kontrolle ... 197
für Spindel und Kühlmittel ... 197
Zyklen und Punkte-Tabellen ... 230
Zyklus
aufrufen ... 226
definieren ... 224
Gruppen ... 225
Zylinder ... 448
Zylinder-Mantel ... 351, 353

# Übersichtstabelle: Zusatz-Funktionen

| M | Wirkung | Wirkung am Satz - Anfang | Ende | Seite |
|---|---|---|---|---|
| **M00** | Programmlauf HALT/Spindel HALT/Kühlmittel AUS | | ■ | Seite 197 |
| **M01** | Wahlweiser Programmlauf HALT | | ■ | Seite 475 |
| **M02** | Programmlauf HALT/Spindel HALT/Kühlmittel AUS/ggf. Löschen der Status-Anzeige (abhängig von Maschinen-Parameter)/Rücksprung zu Satz 1 | | ■ | Seite 197 |
| **M03** | Spindel EIN im Uhrzeigersinn | ■ | | Seite 197 |
| M04 | Spindel EIN gegen den Uhrzeigersinn | ■ | | |
| M05 | Spindel HALT | | ■ | |
| **M06** | Werkzeugwechsel/Programmlauf HALT (abhängig von Maschinen-Parameter)/Spindel HALT | | ■ | Seite 197 |
| **M08** | Kühlmittel EIN | ■ | | Seite 197 |
| M09 | Kühlmittel AUS | | ■ | |
| **M13** | Spindel EIN im Uhrzeigersinn/Kühlmittel EIN | ■ | | Seite 197 |
| M14 | Spindel EIN gegen den Uhrzeigersinn/Kühlmittel ein | ■ | | |
| **M30** | Gleiche Funktion wie M02 | | ■ | Seite 197 |
| **M89** | Freie Zusatz-Funktion **oder** | ■ | | Seite 226 |
| | Zyklus-Aufruf, modal wirksam (abhängig von Maschinen-Parameter)n | | ■ | |
| **M90** | Nur im geschleppten Betrieb: konstante Bahngeschwindigkeit an Ecken | | ■ | Seite 201 |
| **M91** | Im Positioniersatz: Koordinaten beziehen sich auf den Maschinen-Nullpunkt | ■ | | Seite 198 |
| **M92** | Im Positioniersatz: Koordinaten beziehen sich auf eine vom Maschinenhersteller definierte Position, z.B. auf die Werkzeugwechsel-Position | ■ | | Seite 198 |
| **M94** | Anzeige der Drehachse reduzieren auf einen Wert unter 360° | ■ | | Seite 214 |
| **M97** | Kleine Konturstufen bearbeiten | | ■ | Seite 203 |
| **M98** | Offene Konturen vollständig bearbeiten | | ■ | Seite 204 |
| **M99** | Satzweiser Zyklus-Aufruf | | ■ | Seite 226 |

| M | Wirkung | Wirkung am Satz - Anfang | Ende | Seite |
|---|---|---|---|---|
| **M101** | Automatischer Werkzeugwechsel mit Schwesterwerkzeug, bei abgelaufener Standzeit | ■ | | Seite 151 |
| M102 | rücksetzen | | ■ | |
| **M103** | Vorschub beim Eintauchen reduzieren auf Faktor F (prozentualer Wert) | ■ | | Seite 204 |
| **M104** | Zuletzt gesetzten Bezugspunkt wieder aktivieren | ■ | | Seite 200 |
| **M105** | Bearbeitung mit zweitem kv-Faktor durchführen | ■ | | Seite 521 |
| M106 | Bearbeitung mit erstem kv-Faktor durchführen | ■ | | |
| **M107** | Fehlermeldung bei Schwesterwerkzeugen mit Aufmaß unterdrücken | ■ | | Seite 151 |
| M108 | M107 rücksetzen | | ■ | |
| **M109** | Konstante Bahngeschwindigkeit an der Werkzeug-Schneide (Vorschub-Erhöhung und -Reduzierung) | ■ | | Seite 206 |
| M110 | Konstante Bahngeschwindigkeit an der Werkzeug-Schneide (nur Vorschub--Reduzierung) | ■ | | |
| M111 | M109/M110 rücksetzen | | ■ | |
| **M114** | Automatische Korrektur der Maschinengeometrie beim Arbeiten mit Schwenkachsen | ■ | | Seite 215 |
| M115 | M114 rücksetzen | | ■ | |
| **M116** | Vorschub bei Winkelachsen in mm/min | ■ | | Seite 212 |
| M117 | M116 rücksetzen | | ■ | |
| **M118** | Handrad-Positionierung während des Programmlaufs überlager | ■ | | Seite 208 |
| **M120** | Radiuskorrigierte Kontur vorausberechnen (LOOK AHEAD) | ■ | | Seite 207 |
| **M124** | Punkte beim Abarbeiten von nicht korrigierten Geradensätzen nicht berücksichtigen | ■ | | Seite 202 |
| **M126** | Drehachsen wegoptimiert verfahren | ■ | | Seite 213 |
| M127 | M126 rücksetzen | | ■ | |
| **M128** | Position der Werkzeugspitze beim Positionieren von Schwenkachsen beibehalten (TCPM) | ■ | | Seite 216 |
| M129 | M128 rücksetzen | | ■ | |
| **M130** | Im Positioniersatz: Punkte beziehen sich auf das ungeschwenkte Koordinatensystem | ■ | | Seite 200 |
| **M134** | Genauhalt an nicht tangentialen Konturübergängen bei Positionierungen mit Drehachsen | ■ | | Seite 218 |
| M135 | M134 rücksetzen | | ■ | |
| **M136** | Vorschub F in Millimeter pro Spindel-Umdrehung | ■ | | Seite 205 |
| M137 | M136 rücksetzen | | ■ | |
| **M138** | Auswahl von Schwenkachsen | ■ | | Seite 218 |
| **M142** | Modale Programminformationen löschen | ■ | | Seite 211 |
| **M143** | Grunddrehung löschen | ■ | | Seite 211 |

# Funktionsübersicht DIN/ISO

## iTNC 530

| M-Funktionen | |
|---|---|
| M00 | Programmlauf HALT/Spindel HALT/Kühlmittel AUS |
| M01 | Wahlweiser Programmlauf HALT |
| M02 | Programmlauf HALT/Spindel HALT/Kühlmittel AUS/ ggf. Löschen der Status-Anzeige (abhängig von Maschinen-Parameter)/Rücksprung zu Satz 1 |
| M03 | Spindel EIN im Uhrzeigersinn |
| M04 | Spindel EIN gegen den Uhrzeigersinn |
| M05 | Spindel HALT |
| M06 | Werkzeugwechsel/Programmlauf HALT (abhängig von Maschinen-Parameter)/Spindel HALT |
| M08 | Kühlmittel EIN |
| M09 | Kühlmittel AUS |
| M13 | Spindel EIN im Uhrzeigersinn/Kühlmittel EIN |
| M14 | Spindel EIN gegen den Uhrzeigersinn/Kühlmittel ein |
| M30 | Gleiche Funktion wie M02 |
| M89 | Freie Zusatz-Funktion oder Zyklus-Aufruf, modal wirksam (abhängig von Maschinen-Parameter) |
| M90 | Nur im geschleppten Betrieb: konstante Bahngeschwindigkeit an Ecken |
| M99 | Satzweiser Zyklus-Aufruf |
| M91 | Im Positioniersatz: Koordinaten beziehen sich auf den Maschinen-Nullpunkt |
| M92 | Im Positioniersatz: Koordinaten beziehen sich auf eine vom Maschinenhersteller definierte Position, z.B. auf die Werkzeugwechsel-Position |
| M94 | Anzeige der Drehachse reduzieren auf einen Wert unter 360° |
| M97 | Kleine Konturstufen bearbeiten |
| M98 | Offene Konturen vollständig bearbeiten |
| M101 | Automatischer Werkzeugwechsel mit Schwesterwerkzeug, bei abgelaufener Standzeit |
| M102 | M101 rücksetzen |
| M103 | Vorschub beim Eintauchen reduzieren auf Faktor F (prozentualer Wert) |
| M104 | Zuletzt gesetzten Bezugspunkt wieder aktivieren |
| M105 | Bearbeitung mit zweitem kv-Faktor durchführen |
| M106 | Bearbeitung mit erstem kv-Faktor durchführen |
| M107 | Fehlermeldung bei Schwesterwerkzeugen mit Aufmaß unterdrücken |
| M108 | M107 rücksetzen |

| M-Funktionen | |
|---|---|
| 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 |
| M114 | Autom. Korrektur der Maschinengeometrie beim Arbeiten mit Schwenkachsen |
| M115 | M114 rücksetzen |
| M116 | Vorschub bei Winkelachsen in mm/minn |
| M117 | M116 rücksetzen |
| M118 | Handrad-Positionierung während des Programmlaufs überlagern |
| M120 | Radiuskorrigierte Kontur vorausberechnen (LOOK AHEAD) |
| M124 | Punkte beim Abarbeiten von nicht korrigierten Geradensätzen nicht berücksichtigen |
| M126 | Drehachsen wegoptimiert verfahren |
| M127 | M126 rücksetzen |
| M128 | Position der Werkzeugspitze beim Positionieren von Schwenkachsen beibehalten (TCPM) |
| M129 | M128 rücksetzen |
| M130 | Im Positioniersatz: Punkte beziehen sich auf das ungeschwenkte Koordinatensystem |
| M134 | Genauhalt an nicht tangentialen Konturübergängen bei Positionierungen mit Drehachsen |
| M135 | M134 rücksetzen |
| M136 | Vorschub F in Millimeter pro Spindel-Umdrehung |
| M137 | M136 rücksetzen |
| M138 | Auswahl von Schwenkachsen |
| M142 | Modale Programminformationen löschen |
| M143 | Grunddrehung löschen |
| M144 | Berücksichtigung der Maschinen-Kinematik in IST/ SOLL-Positionen am Satzende |
| M145 | M144 rücksetzen |
| 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) |

## G-Funktionen

### Werkzeug-Bewegungen

| | |
|---|---|
| G00 | Geraden-Interpolation, kartesisch, im Eilgang |
| G01 | Geraden-Interpolation, kartesisch |
| G02 | Kreis-Interpolation, kartesisch, imUhrzeigersinn |
| G03 | Kreis-Interpolation, kartesisch, im Gegenuhrzeiger-sinn |
| G05 | Kreis-Interpolation, kartesisch, ohne Drehrichtungs-angabe |
| 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 bzw. 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-NummerT, 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 zur Herstellung von Bohrungen und Gewinden

| | |
|---|---|
| G83 | Tiefbohren |
| G84 | Gewindebohren mit Ausgleichsfutter |
| G85 | Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter |
| G86 | Gewindeschneiden |
| G200 | Bohren |
| G201 | Reiben |
| G202 | Ausdrehen |
| G203 | Universal-Bohren |
| G204 | Rückwärts-Senken |
| G205 | Universal-Tiefbohren |
| G206 | Gewindebohren mit Ausgleichsfutter |
| G207 | Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter |
| G208 | Bohrfräsen |
| G209 | Gewindebohren mit Spanbruch |

## G-Funktionen

### Zyklen zur Herstellung von Bohrungen und Gewinden

| | |
|---|---|
| G262 | Gewindefräsen |
| G263 | Senkgewindefräsen |
| G264 | Bohrgewindefräsen |
| G265 | Helix-Bohrgewindefräsen |
| G267 | Aussengewinde Fräsen |

### 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

| | |
|---|---|
| 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 |
| G128 | Zylinder-Mantel Nutenfräsen |

### 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 |
| G247 | Bezugspunkt Setzen |

### Zyklen zum Abzeilen

| | |
|---|---|
| G60 | 3D-Daten abarbeiten |
| G230 | Abzeilen ebener Flächen |
| G231 | Abzeilen von beliebig geneigten Flächen |

*) Satzweise wirksame Funktion

## G-Funktionen

### Tastsystem-Zyklen zur Erfassung einer Schieflage

| | |
|---|---|
| G400 | Grunddrehung über zwei Punkte |
| G401 | Grunddrehung über zwei Bohrungen |
| G402 | Grunddrehung über zwei Zapfen |
| G403 | Grunddrehung über eine Drehachse kompensieren |
| G404 | Grunddrehung setzen |
| G405 | Schieflage über C-Achse kompensieren |

### Tastsystem-Zyklen zum Bezugspunkt-Setzen

| | |
|---|---|
| G410 | Bezugspunkt Rechteck innen |
| G411 | Bezugspunkt Rechteck aussen |
| G412 | Bezugspunkt Kreis innen |
| G413 | Bezugspunkt Kreis aussen |
| G414 | Bezugspunkt Ecke aussen |
| G415 | Bezugspunkt Ecke innen |
| G416 | Bezugspunkt Lockreis-Mitte |
| G417 | Bezugspunkt in der Tastystem-Achse |
| G418 | Bezugspunkt in der Mitte von 4 Bohrungen |

### Tastsystem-Zyklen zur Werkstück-Vermessung

| | |
|---|---|
| G55 | Messen beliebige Koordinate |
| G420 | Messen beliebiger Winkel |
| G421 | Messen Bohrung |
| G422 | Messen Kreiszapfen |
| G423 | Messen Rechtecktasche |
| G424 | Messen Rechteckzapfen |
| G425 | Messen Nut |
| G426 | Messen Stegbreite |
| G427 | Messen beliebige Koordinate |
| G430 | Messen Lockreis-Mitte |
| G431 | Messen beliebige Ebene |

### Tastsystem-Zyklen zur Werkzeug-Vermessung

| | |
|---|---|
| G480 | TT kalibrieren |
| G481 | Messen Werkzeug-Länge |
| G482 | Messen Werkzeug-Radius |
| G483 | Messen Werkzeug-Länge und -Radius |

### Sonder-Zyklen

| | |
|---|---|
| G04* | Verweilzeit mit F Sekunden |
| G36 | Spindel-Orientierung |
| G39* | Programm-Aufruf |
| G62 | Toleranzabweichung für schnelles Konturfräsen |
| G440 | Achsverschiebung messen |

### 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 |

## G-Funktionen

### 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) |
| G79* | Zyklus-Aufruf |
| G98* | Label-Nummer setzen |

*) Satzweise wirksame Funktion

## Adressen

| | |
|---|---|
| % | 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-Korrektur Länge mit T |
| DR | Verschleiß-Korrektur Radius mit T |
| E | Toleranz mit M112 und M124 |
| F | Vorschub |
| F | Verweilzeit mit G04 |
| F | Maßfaktor mit G72 |
| F | Faktor F-Reduzierung 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 |
| M | M-Funktionen |
| N | Satznummer |
| P | Zyklus-Parameter in Bearbeitungszyklen |
| P | Wert oder Q-Parameter in Q-Parameter-Definition |
| Q | Parameter Q |

| Adressen | |
|---|---|
| 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 |

## Konturzyklen

| Programm-Aufbau bei Bearbeitung mit mehreren Werkzeugen | |
|---|---|
| Liste der Kontur-Unterprogramme | G37 P01 ... |
| **Kontur-Daten** definieren | G120 Q1 ... |
| **Bohrer** definieren/aufrufen<br>Konturzyklus: Vorbohren<br>Zyklus-Aufruf | G121 Q10 ... |
| **Schruppfräser** definieren/aufrufen<br>Konturzyklus: Ausräumen<br>Zyklus-Aufruf | G122 Q10 ... |
| **Schlichtfräser** definieren/aufrufen<br>Konturzyklus: Schlichten Tiefe<br>Zyklus-Aufruf | G123 Q11 ... |
| **Schlichtfräser** definieren/aufrufen<br>Konturzyklus: Schlichten Seite<br>Zyklus-Aufruf | G124 Q11 ... |
| Ende des Haupt-Programmes, Rücksprung | **M02** |
| Kontur-Unterprogramme | G98 ...<br>G98 L0 |

## Radiuskorrektur der Kontur-Unterprogramme

| Kontur | Programmierreihenfolge der Konturelemente | Radius-Korrektur |
|---|---|---|
| Innen (Tasche) | im Uhrzeigersinn (CW)<br>Im Gegenuhrzeigersinn (CCW) | G42 (RR)<br>G41 (RL) |
| Außen (Insel) | im Uhrzeigersinn (CW)<br>Im Gegenuhrzeigersinn (CCW) | G41 (RL)<br>G42 (RR) |

## Koordinaten-Umrechnungen

| Koordinaten-Umrechnung | Aktivieren | Aufheben |
|---|---|---|
| Nullpunkt-Verschiebung | G54 X+20 Y+30 Z+10 | G54 X0 Y0 Z0 |
| Spiegeln | G28 X | G28 |
| Drehung | G73 H+45 | G73 H+0 |
| Maßfaktor | G72 F 0,8 | G72 F1 |
| Bearbeitungs-ebene | G80 A+10 B+10 C+15 | G80 |

## Q-Parameter-Definitionen

| D | Funktion |
|---|---|
| 00 | Zuweisung |
| 01 | Addition |
| 02 | Subtraktion |
| 03 | Multiplikation |
| 04 | Division |
| 05 | Wurzel |
| 06 | Sinus |
| 07 | Cosinus |
| 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 |

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

# 3D-Tastsysteme von HEIDENHAIN

## helfen Ihnen, Nebenzeiten zu reduzieren:

Zum Beispiel

- Werkstücke ausrichten
- Bezugspunkte setzen
- Werkstücke vermessen
- 3D-Formen digitalisieren

mit den Werkstück-Tastsystemen
**TS 220** mit Kabel
**TS 640** mit Infrarot-Übertragung

- Werkzeuge vermessen
- Verschleiß überwachen
- Werkzeugbruch erfassen

mit dem Werkzeug-Tastsystem
**TT 130**

Ve 00
389 512-10 · SW04 · 10 · 2/2005 · F&W · Printed in Germany · Änderungen vorbehalten