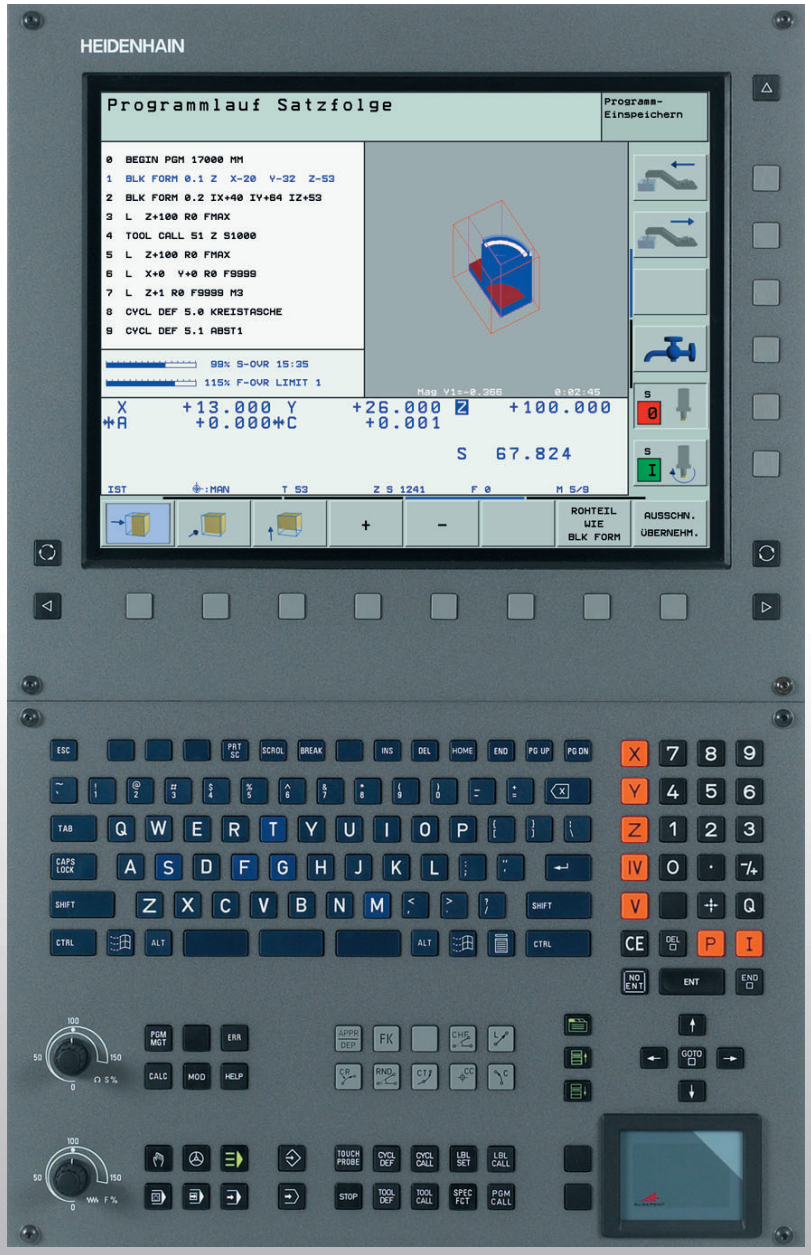
HEIDENHAIN



Benutzer-Handbuch DIN/ISO-Programmierung

iTNC 530

Software NC
340 490-xx
340 491-xx
340 492-xx
340 493-xx
340 494-xx

Deutsch (de)
8/2005

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

smarT.NC

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 — Programm-Aufruf definieren, Nullpunkt- und Punkte Tabellen wählen

MOD — MOD-Funktion wählen

HELP — Hilfstexte anzeigen bei NC-Fehlermeldungen

ERR — Alle anstehenden Fehlermeldungen anzeigen

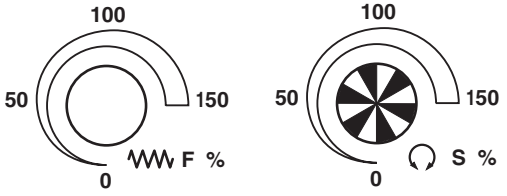
CALC — Taschenrechner einblenden

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 — RND — Fase/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-Zyklen definieren

Koordinatenachsen und Ziffern eingeben, Editieren

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

0 ... 9 — Ziffern

. — -/+ — Dezimal-Punkt/Vorzeichen umkehren

P — I — Polarkoordinaten Eingabe/ Inkremental-Werte

Q — Q-Parameter-Programmierung/Q-Parameter-Status

Ist-Position, Werte vom Taschenrechner übernehmen

NO ENT — Dialogfragen übergehen und Wörter löschen

ENT — Eingabe abschließen und Dialog fortsetzen

END — Satz abschließen, Eingabe beenden

CE — Zahlenwert-Eingaben rücksetzen oder TNC Fehlermeldung löschen

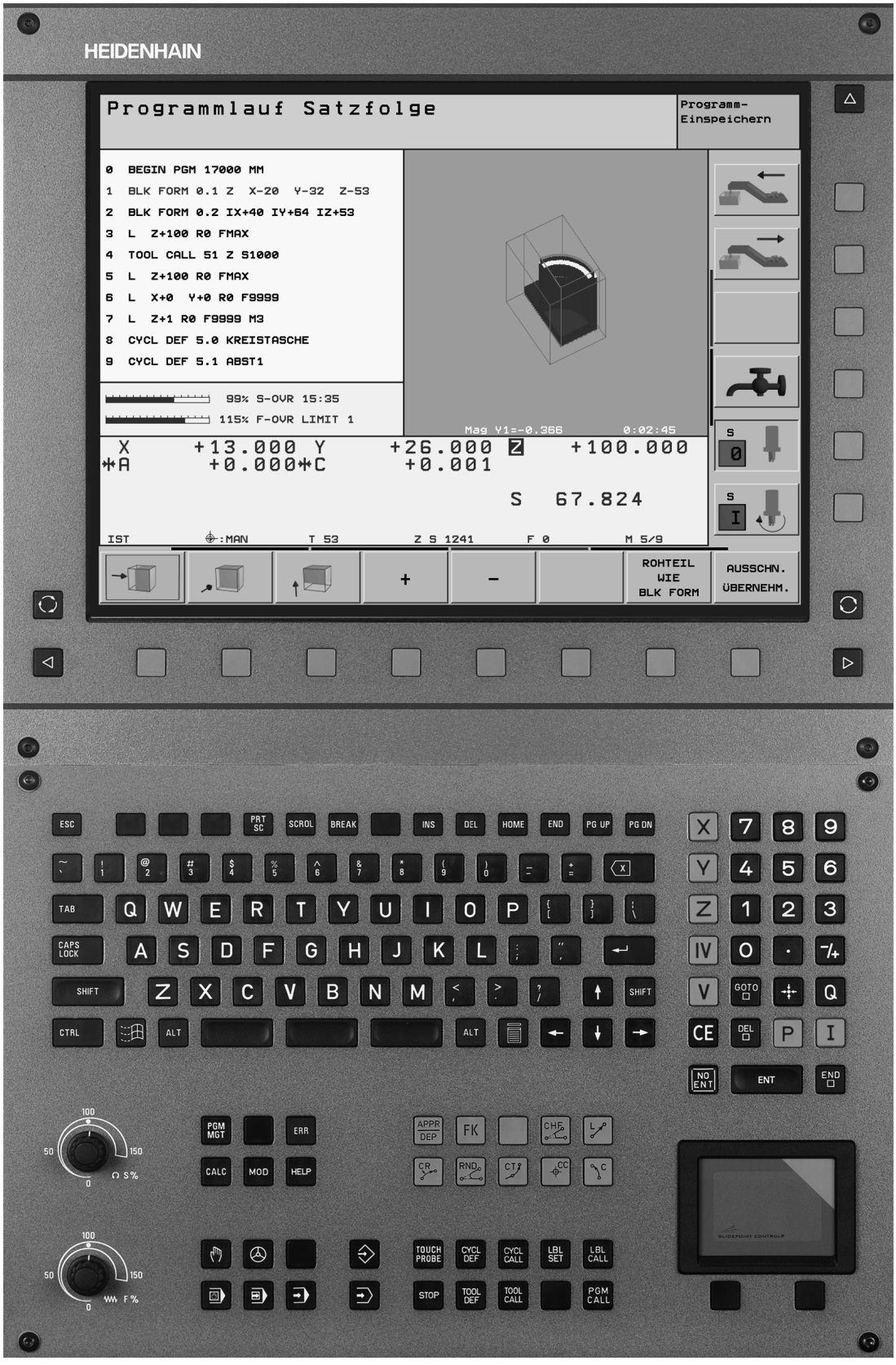
DEL — Dialog abbrechen, Programmteil löschen

Sonderfunktionen/smarT.NC

SPEC FCT — Sonderfunktionen anzeigen

smarT.NC: Nächsten Reiter im Formular wählen

smarT.NC: Erstes Eingabefeld im vorherigen/ nächsten Rahmen wählen


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.
ESC
PRT SC
SCROL
BREAK
INS
DEL
HOME
END
PG UP
PG DN
TAB
CAPS LOCK
SHIFT
CTRL
ALT
PGM MGT
ERR
CALC
MOD
HELP
APPR DEP
FK
CHF
L
CR
RND
CT
CC
C
TOUCH PROBE
CYCL DEF
CYCL CALL
LBL SET
LBL CALL
STOP
TOOL DEF
TOOL CALL
PGM CALL
GOTO
CE
DEL
NO ENT
ENT
END

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	340 490-02
iTNC 530 E	340 491-02
iTNC 530	340 492-02
iTNC 530 E	340 493-02
iTNC 530 Programmierplatz	340 494-02

Der Kennbuchstabe E kennzeichnet die Exportversion der TNC. Für die Exportversione der TNC gilt folgende Einschränkung:

- Geradenbewegungen simultan bis zu 4 Achsen

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

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

- Werkzeug-Vermessung mit dem TT

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.: 533 189-xx



Benutzer-Dokumentation:

Die neue Betriebsart smarT.NC ist in einem separaten Lotsen beschrieben. Wenden Sie sich ggf. an HEIDENHAIN, wenn Sie diesen Lotsen benötigen. Ident-Nr.: 533 191-xx.

Software-Optionen

Die iTNC 530 verfügt über verschiedene Software-Optionen, die von Ihnen oder Ihrem Maschinen-Hersteller freigeschaltet werden können. Jede Option ist separat freizuschalten und beinhaltet jeweils die nachfolgend aufgeführten Funktionen:

Software-Option 1
Zylindermantel-Interpolation (Zyklen 27, 28, 29 und 39)
Vorschub in mm/min bei Rundachsen: **M116**
Schwenken der Bearbeitungsebene (Zyklus 19, **PLANE**-Funktion 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: ■ **M114**: Automatische Korrektur der Maschinengeometrie beim Arbeiten mit Schwenkachsen ■ **M128**: Position der Werkzeugspitze beim Positionieren von Schwenkachsen beibehalten (TCPM) ■ **FUNCTION TCPM**: Position der Werkzeugspitze beim Positionieren von Schwenkachsen beibehalten (TCPM) mit Einstellmöglichkeit der Wirkungsweise ■ **M144**: Berücksichtigung der Maschinen-Kinematik in IST/SOLL-Positionen am Satzende ■ Zusätzliche Parameter **Schlichten/Schruppen** und **Toleranz für Drehachsen** im Zyklus 32 (G62) ■ **LN**-Sätze (3D-Korrektur)

Software-Option DXF-Converter	**Beschreibung**
Konturen aus DXF-Dateien (Format R12) extrahieren.	Seite 224

Software-Option DCM Collison	**Beschreibung**
Funktion, die vom Maschinenhersteller definierte Bereiche überwacht, um Kollisionen zu vermeiden.	Seite 83

Software-Option zusätzliche Dialogsprache	**Beschreibung**
Slowenisch	Seite 585

Entwicklungsstand (Upgrade-Funktionen)

Neben Software-Optionen werden wesentliche Weiterentwicklungen der TNC-Software über den sogenannten **F**eature **C**ontent **L**evel (engl. Begriff für Entwicklungsstand) verwaltet. Funktionen die dem FCL unterliegen, stehen Ihnen nicht zur Verfügung, wenn Sie an Ihrer TNC einen Software-Update erhalten. Solche Funktionen sind im Handbuch mit **FCL n** gekennzeichnet, wobei **n** die fortlaufende Nummer des Entwicklungsstandes kennzeichnet.

Sie können durch eine käuflich zu erwerbende Schlüsselzahl die FCL-Funktionen dauerhaft freischalten. Setzen Sie sich hierzu mit Ihrem Maschinenhersteller oder mit HEIDENHAIN in Verbindung.

FCL 2-Funktionen	Beschreibung
3D-Liniengrafik	Seite 131
Virtuelle Werkzeug-Achse	Seite 82
USB-Unterstützung von Block-Geräten (Speicher-Sticks, Festplatten, CD-ROM-Laufwerke)	Seite 117
Konturen filtern, die extern erstellt wurden	Benutzer-Handbuch Klartext-Dialog
Möglichkeit, jeder Teilkontur bei der Konturformel unterschiedliche Tiefen zuzuweisen	Seite 401
Dynamische IP-Adressen-Verwaltung DHCP	Seite 556
Tastsystem-Zyklus zum globalen Einstellen von Tastsystem-Parametern	Benutzer-Handbuch Tastsystem-Zyklen
smarT.NC: Satzvorlauf grafisch unterstützt	Lotse smarT.NC
smarT.NC: Koordinaten-Transformationen	Lotse smarT.NC
smarT.NC: PLANE-Funktion	Lotse smarT.NC

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 340 422-xx/ 340 423-xx

- Es wurde die neue formularbasierte Betriebsart smarT.NC eingeführt. Hierfür steht eine separate Benutzer-Dokumentation zur Verfügung. In diesem Zusammenhang wurde auch das TNC Bedienfeld erweitert. Es stehen neue Tasten zur Verfügung, mit denen innerhalb von smarT.NC schnell navigiert werden kann (siehe „Bedienfeld" auf Seite 41)
- Die Einprozessor-Version unterstützt via USB 2.0-Schnittstelle Zeigegeräte (Mäuse)
- Neuer Zyklus **ZENTRIEREN** (siehe „ZENTRIEREN (Zyklus 240)" auf Seite 276)
- Neue M-Funktion M150 zum Unterdrücken von Endschaltermeldungen (siehe „Endschaltermeldung unterdrücken: M150" auf Seite 251)
- M128 ist jetzt auch bei Satzvorlauf erlaubt (siehe „Beliebiger Einstieg ins Programm (Satzvorlauf)" auf Seite 538)
- Die Anzahl der zur Verfügung stehenden Q-Parameter wurde auf 2000 erweitert (siehe „Programmieren: Q-Parameter" auf Seite 487)
- Die Anzahl der zur Verfügung stehenden Label-Nummern wurde auf 1000 erweitert. Zusätzlich können jetzt auch Label-Namen vergeben werden (siehe „Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen kennzeichnen" auf Seite 472)
- Bei den Q-Parameter-Funktionen D9 bis D12 können als Sprungziel auch Label-Namen vergeben werden (siehe „Wenn/dann-Entscheidungen mit Q-Parametern" auf Seite 496)
- In der zusätzlichen Status-Anzeige wird jetzt auch die aktuelle Uhrzeit angezeigt (siehe „Allgemeine Programm-Information" auf Seite 46)
- Die Werkzeug-Tabelle wurde um verschiedene Spalten erweitert (siehe „Werkzeug-Tabelle: Standard Werkzeug-Daten" auf Seite 167)
- Der Programm-Test kann jetzt auch innerhalb von Bearbeitungszyklen angehalten und wieder fortgesetzt werden (siehe „Programm-Test ausführen" auf Seite 532)

Geänderte Funktionen bezogen auf die Vorgänger-Versionen 340 422-xx/340 423-xx

- Das Layout der Status-Anzeige und der zusätzlichen Status-Anzeige wurde neu gestaltet (siehe „Status-Anzeigen" auf Seite 45)
- Die Software 340 490 unterstützt keine kleine Auflösung in Verbindung mit dem Bildschirm BC 120 mehr (siehe „Bildschirm" auf Seite 39)
- Neues Tastatur-Layout der Tastatur-Einheit TE 530 B (siehe „Bedienfeld" auf Seite 41)
- In Vorbereitung auf zukünftige Funktionen wurden die zur Auswahl stehenden Werkzeugtypen in der Werkzeug-Tabelle erweitert

Neue Funktionen 340 49x-02

- DXF-Dateien können jetzt direkt auf der TNC geöffnet werden, um daraus Konturen in ein Klartext-Dialog-Programm zu extrahieren (siehe „Konturprogramme aus DXF-Daten erzeugen (Software-Option)" auf Seite 224)
- In der Betriebsart Programm-Einspeichern steht jetzt eine 3D-Liniengrafik zur Verfügung (siehe „3D-Liniengrafik (FCL 2-Funktion)" auf Seite 131)
- Die aktive Werkzeugachs-Richtung kann jetzt im manuellen Betrieb als aktive Bearbeitungsrichtung gesetzt werden (siehe „Aktuelle Werkzeugachs-Richtung als aktive Bearbeitungsrichtung setzen (FCL 2-Funktion)" auf Seite 82)
- Der Maschinenhersteller kann jetzt beliebig definierbare Bereiche der Maschine auf Kollision überwachen (siehe „Dynamische Kollisionsüberwachung (Software-Option)" auf Seite 83)
- Frei definierbare Tabellen kann die TNC jetzt in der bisherigen Tabellenansicht oder alternativ in einer Formularansicht darstellen (siehe „Wechseln zwischen Tabellen- und Formularansicht" auf Seite 192)
- Bei Konturen, die Sie über die Konturformel verknüpfen, kann jetzt für jede Teilkontur eine separate Bearbeitungstiefe eingegeben werden (siehe „SL-Zyklen mit Konturformel" auf Seite 401)
- Die Einprozessor-Version unterstützt jetzt neben Zeigegeräten (Mäuse) auch USB-Blockgeräte (Memory-Stick, Disketten-Laufwerke, Festplatten, CD-ROM-Laufwerke) (siehe „USB-Geräte an der TNC (FCL 2-Funktion)" auf Seite 117)

Geänderte Funktionen 340 49x-02

- Der Zugriff auf die Preset-Tabelle wurde vereinfacht. Desweiteren stehen auch neue Möglichkeiten zur Eingabe von Werten in die Preset-Tabelle zur Verfügung Siehe Tabelle „Bezugspunkte manuell in der Preset-Tabelle speichern“
- Die Funktion M136 in Inch-Programmen (Vorschub in 0.1 inch/U) ist nicht mehr mit der Funktion FU kombinierbar
- Die Vorschub-Potentiometer des HR 420 werden jetzt beim Anwählen des Handrades nicht mehr automatisch umgeschaltet. Die Auswahl erfolgt per Sotkey auf dem Handrad. Zusätzlich wurde das Überblendfenster bei aktivem Handrad verkleinert, um die Sicht auf die darunterliegende Anzeige zu verbessern (siehe „Potentiometer-Einstellungen“ auf Seite 62)
- Die Maximalanzahl der Konturelemenet bei SL-Zyklen wurde auf 8192 erhöht, so dass wesentlich komplexere Konturen bearbeitet werden können (siehe „SL-Zyklen“ auf Seite 370)
- **FN16: F-PRINT**: Die Maximalanzahl der ausgebbaren Q-Parameterwerte pro Zeile in der Format-Beschreibungsdatei wurde auf 32 erhöht (Benutzer-Handbuch Klartext-Dialog)
- Die Softkeys START sowie START EINZELSATZ in der Betreibsart Programm-Test wurden getauscht, damit in allen Betriebsarten (Einspeichern, SmarT.NC, Test) dieselbe Softkey-Anodnung verfügbar ist (siehe „Programm-Test ausführen“ auf Seite 532)
- Das Softkey-Design wurde komplett überarbeitet

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: Sonderfunktionen	9
Programmieren: Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen	10
Programmieren: Q-Parameter	11
Programmtest und Programmlauf	12
MOD-Funktionen	13
Tabellen und Übersichten	14
iTNC 530 mit Windows 2000 (Option)	15

1 Einführung 37

1.1 Die iTNC 530 38
Programmierung: HEIDENHAIN Klartext-Dialog, smarT.NC und DIN/ISO 38
Kompatibilität 38
1.2 Bildschirm und Bedienfeld 39
Bildschirm 39
Bildschirm-Aufteilung festlegen 40
Bedienfeld 41
1.3 Betriebsarten 42
Manueller Betrieb und El. Handrad 42
Positionieren mit Handeingabe 42
Programm-Einspeichern/Editieren 43
Programm-Test 43
Programmlauf Satzfolge und Programmlauf Einzelsatz 44
1.4 Status-Anzeigen 45
„Allgemeine“ Status-Anzeige 45
Zusätzliche Status-Anzeigen 46
1.5 Zubehör: 3D-Tastsysteme und elektronische Handräder von HEIDENHAIN 50
3D-Tastsysteme 50
Elektronische Handräder HR 51

2 Handbetrieb und Einrichten 53

2.1 Einschalten, Ausschalten 54
Einschalten 54
Ausschalten 56
2.2 Verfahren der Maschinenachsen 57
Hinweis 57
Achse mit den externen Richtungstasten verfahren 57
Schrittweises Positionieren 58
Verfahren mit dem elektronischen Handrad HR 410 59
Elektronisches Handrad HR 420 60
2.3 Spindeldrehzahl S, Vorschub F und Zusatzfunktion M 66
Anwendung 66
Werte eingeben 66
Spindeldrehzahl und Vorschub ändern 67
2.4 Bezugspunkt-Setzen (ohne 3D-Tastsystem) 68
Hinweis 68
Vorbereitung 68
Bezugspunkt setzen mit Achstasten 69
Bezugspunkt-Verwaltung mit der Preset-Tabelle 70
2.5 Bearbeitungsebene schwenken (Software-Option 1) 77
Anwendung, Arbeitsweise 77
Referenzpunkte-Anfahren bei geschwenkten Achsen 78
Bezugspunkt-Setzen im geschwenkten System 79
Bezugspunkt-Setzen bei Maschinen mit Rundtisch 79
Bezugspunkt-Setzen bei Maschinen mit Kopfwechsel-Systemen 79
Positionsanzeige im geschwenkten System 80
Einschränkungen beim Schwenken der Bearbeitungsebene 80
Manuelles Schwenken aktivieren 81
Aktuelle Werkzeugachs-Richtung als aktive Bearbeitungsrichtung setzen (FCL 2-Funktion) 82
2.6 Dynamische Kollisionsüberwachung (Software-Option) 83
Funktion 83
Kollisionsüberwachung in den manuellen Betriebsarten 83
Kollisionsüberwachung im Automatikbetrieb 85

3 Positionieren mit Handeingabe 87

3.1 Einfache Bearbeitungen programmieren und abarbeiten 88

Positionieren mit Handeingabe anwenden 88

Programme aus $MDI sichern oder löschen 91

4 Programmieren: Grundlagen, Datei-Verwaltung, Programmierhilfen, Paletten-Verwaltung 93

4.1 Grundlagen 94
Wegmessgeräte und Referenzmarken 94
Bezugssystem 94
Bezugssystem an Fräsmaschinen 95
Polarkoordinaten 96
Absolute und inkrementale Werkstück-Positionen 97
Bezugspunkt wählen 98
4.2 Datei-Verwaltung: Grundlagen 99
Dateien 99
Datensicherung 100
4.3 Arbeiten mit der Datei-Verwaltung 101
Verzeichnisse 101
Pfade 101
Übersicht: Funktionen der Datei-Verwaltung 102
Datei-Verwaltung aufrufen 103
Laufwerke, Verzeichnisse und Dateien wählen 104
Neues Verzeichnis erstellen (nur auf Laufwerk TNC:\ möglich) 106
Einzelne Datei kopieren 107
Verzeichnis kopieren 109
Eine der zuletzt gewählten Dateien auswählen 109
Datei löschen 110
Verzeichnis löschen 110
Dateien markieren 111
Datei umbenennen 112
Zusätzliche Funktionen 112
Datenübertragung zu/von einem externen Datenträger 113
Datei in ein anderes Verzeichnis kopieren 115
Die TNC am Netzwerk 116
USB-Geräte an der TNC (FCL 2-Funktion) 117
4.4 Programme eröffnen und eingeben 118
Aufbau eines NC-Programms im DIN/ISO-Format 118
Rohteil definieren: **G30/G31** 118
Neues Bearbeitungs-Programm eröffnen 119
Werkzeug-Bewegungen programmieren 121
Ist-Positionen übernehmen 122
Programm editieren 123
Die Suchfunktion der TNC 127

4.5 Programmier-Grafik 129
Programmier-Grafik mitführen/nicht mitführen 129
Programmier-Grafik für bestehendes Programm erstellen 129
Satz-Nummern ein- und ausblenden 130
Grafik löschen 130
Ausschnittsvergrößerung oder -verkleinerung 130
4.6 3D-Liniengrafik (FCL 2-Funktion) 131
Anwendung 131
Funktionen der 3D-Liniengrafik 132
NC-Sätze in der Grafik farblich hervorheben 134
Satz-Nummern ein- und ausblenden 134
Grafik löschen 134
4.7 Programme gliedern 135
Definition, Einsatzmöglichkeit 135
Gliederungs-Fenster anzeigen/Aktives Fenster wechseln 135
Gliederungs-Satz im Programm-Fenster (links) einfügen 135
Sätze im Gliederungs-Fenster wählen 135
4.8 Kommentare einfügen 136
Anwendung 136
Kommentar während der Programmeingabe 136
Kommentar nachträglich einfügen 136
Kommentar in eigenem Satz 136
Funktionen beim Editieren des Kommentars 136
4.9 Text-Dateien erstellen 137
Anwendung 137
Text-Datei öffnen und verlassen 137
Texte editieren 138
Zeichen, Wörter und Zeilen löschen und wieder einfügen 139
Textblöcke bearbeiten 140
Textteile finden 141
4.10 Der Taschenrechner 142
Bedienung 142
4.11 Direkte Hilfe bei NC-Fehlermeldungen 143
Fehlermeldungen anzeigen 143
Hilfe anzeigen 143
4.12 Liste aller anstehenden Fehlermeldungen 144
Funktion 144
Fehlerliste anzeigen 144
Fenster-Inhalt 145

4.13 Paletten-Verwaltung 146
Anwendung 146
Paletten-Tabelle wählen 148
Paletten-Datei verlassen 148
Paletten-Datei abarbeiten 149
4.14 Palettenbetrieb mit werkzeugorientierter Bearbeitung 150
Anwendung 150
Paletten-Datei wählen 154
Paletten-Datei mit Eingabeformular einrichten 155
Ablauf der werkzeugorientierten Bearbeitung 159
Paletten-Datei verlassen 160
Paletten-Datei abarbeiten 160

5 Programmieren: Werkzeuge 163

5.1 Werkzeugbezogene Eingaben 164
Vorschub F 164
Spindeldrehzahl S 164
5.2 Werkzeug-Daten 165
Voraussetzung für die Werkzeug-Korrektur 165
Werkzeug-Nummer, Werkzeug-Name 165
Werkzeug-Länge L 165
Werkzeug-Radius R 166
Delta-Werte für Längen und Radien 166
Werkzeug-Daten ins Programm eingeben 166
Werkzeug-Daten in die Tabelle eingeben 167
Einzelne Werkzeugdaten von einem externen PC aus überschreiben 174
Platz-Tabelle für Werkzeug-Wechsler 175
Werkzeug-Daten aufrufen 178
Werkzeugwechsel 179
5.3 Werkzeug-Korrektur 181
Einführung 181
Werkzeug-Längenkorrektur 181
Werkzeug-Radiuskorrektur 182
5.4 Peripheral Milling: 3D-Radiuskorrektur mit Werkzeug-Orientierung 185
Anwendung 185
5.5 Arbeiten mit Schnittdaten-Tabellen 186
Hinweis 186
Einsatzmöglichkeiten 186
Tabelle für Werkstück-Materialien 187
Tabelle für Werkzeug-Schneidstoffe 188
Tabelle für Schnittdaten 188
Erforderliche Angaben in der Werkzeug-Tabelle 189
Vorgehensweise beim Arbeiten mit automatischer Drehzahl-/Vorschub-Berechnung 190
Tabellen-Struktur verändern 191
Wechseln zwischen Tabellen- und Formularansicht 192
Datenübertragung von Schnittdaten-Tabellen 193
Konfigurations-Datei TNC.SYS 193

6 Programmieren: Konturen programmieren 195

6.1 Werkzeug-Bewegungen 196
Bahnfunktionen 196
Zusatzfunktionen M 196
Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen 196
Programmieren mit Q-Parametern 196
6.2 Grundlagen zu den Bahnfunktionen 197
Werkzeugbewegung für eine Bearbeitung programmieren 197
6.3 Kontur anfahren und verlassen 200
Start- und Endpunkt 200
Tangential An- und Wegfahren 202
6.4 Bahnbewegungen – rechtwinklige Koordinaten 204
Übersicht der Bahnfunktionen 204
Gerade im Eilgang G00
Gerade mit Vorschub G01 F. 205
Fase zwischen zwei Geraden einfügen 206
Ecken-Runden G25 207
Kreismittelpunkt I, J 208
Kreisbahn G02/G03/G05 um Kreismittelpunkt I, J 209
Kreisbahn G02/G03/G05 mit festgelegtem Radius 210
Kreisbahn G06 mit tangentialem Anschluss 212
6.5 Bahnbewegungen – Polarkoordinaten 217
Übersicht der Bahnfunktionen mit Polarkoordinaten 217
Polarkoordinaten-Ursprung: Pol I, J 217
Gerade im Eilgang G10
Gerade mit Vorschub G11 F 218
Kreisbahn G12/G13/G15 um Pol I, J 218
Kreisbahn G16 mit tangentialem Anschluss 219
Schraubenlinie (Helix) 219
6.6 Konturprogramme aus DXF-Daten erzeugen (Software-Option) 224
Anwendung 224
DXF-Datei öffnen 224
Grundeinstellungen 225
Layer einstellen 226
Bezugspunkt festlegen 227
Kontur wählen, Konturprogramm speichern 229
Zoom-Funktion 230

7 Programmieren: Zusatz-Funktionen 231

7.1 Zusatz-Funktionen M und G38 eingeben 232
Grundlagen 232
7.2 Zusatz-Funktionen für Programmlauf-Kontrolle, Spindel und Kühlmittel 233
Übersicht 233
7.3 Zusatz-Funktionen für Koordinatenangaben 234
Maschinenbezogene Koordinaten programmieren: M91/M92 234
Zuletzt gesetzten Bezugspunkt aktivieren: M104 236
Positionen im ungeschwenkten Koordinaten-System bei geschwenkter Bearbeitungsebene anfahren: M130 236
7.4 Zusatz-Funktionen für das Bahnverhalten 237
Ecken verschleifen: M90 237
Definierten Rundungskreis zwischen Geradenstücken einfügen: M112 238
Punkte beim Abarbeiten von nicht korrigierten Geradensätzen nicht berücksichtigen: M124 238
Kleine Konturstufen bearbeiten: M97 239
Offene Konturecken vollständig bearbeiten: M98 241
Vorschubfaktor für Eintauchbewegungen: M103 242
Vorschub in Millimeter/Spindel-Umdrehung: M136 243
Vorschubgeschwindigkeit bei Kreisbögen: M109/M110/M111 244
Radiuskorrigierte Kontur vorausberechnen (LOOK AHEAD): M120 244
Handrad-Positionierung während des Programmlaufs überlagern: M118 246
Rückzug von der Kontur in Werkzeugachsen-Richtung: M140 247
Tastsystem-Überwachung unterdrücken: M141 248
Modale Programminformationen löschen: M142 249
Grunddrehung löschen: M143 249
Werkzeug bei NC-Stop automatisch von der Kontur abheben: M148 250
Endschaltermeldung unterdrücken: M150 251

7.5 Zusatz-Funktionen für Drehachsen 252
Vorschub in mm/min bei Drehachsen A, B, C: M116 (Software-Option 1) 252
Drehachsen wegoptimiert fahren: M126 253
Anzeige der Drehachse auf Wert unter 360° reduzieren: M94 254
Automatische Korrektur der Maschinengeometrie beim Arbeiten mit Schwenkachsen: M114 (Software-Option 2) 255
Position der Werkzeugspitze beim Positionieren von Schwenkachsen beibehalten (TCPM): M128 (Software-Option 2) 256
Genauhalt an Ecken mit nicht tangentialen Übergängen: M134 258
Auswahl von Schwenkachsen: M138 258
Berücksichtigung der Maschinen-Kinematik in IST/SOLL-Positionen am Satzende: M144 (Software-Option 2) 259
7.6 Zusatz-Funktionen für Laser-Schneidmaschinen 260
Prinzip 260
Programmierte Spannung direkt ausgeben: M200 260
Spannung als Funktion der Strecke: M201 260
Spannung als Funktion der Geschwindigkeit: M202 261
Spannung als Funktion der Zeit ausgeben (zeitabhängige Rampe): M203 261
Spannung als Funktion der Zeit ausgeben (zeitabhängiger Puls): M204 261

8 Programmieren: Zyklen 263

8.1 Mit Zyklen arbeiten 264
Maschinenspezifische Zyklen 264
Zyklus definieren über Softkeys 265
Zyklus aufrufen 267
Zyklus-Aufruf mit G79 (CYCL CALL) 267
Zyklus-Aufruf mit G79 PAT (CYCL CALL PAT) 267
Zyklus-Aufruf mit G79:G01 (CYCL CALL POS) 268
Zyklus-Aufruf mit M99/M89 268
Arbeiten mit Zusatzachsen U/V/W 269
8.2 Punkte-Tabellen 270
Anwendung 270
Punkte-Tabelle eingeben 270
Einzelne Punkte für die Bearbeitung ausblenden 271
Punkte-Tabelle im Programm wählen 271
Zyklus in Verbindung mit Punkte-Tabellen aufrufen 272
8.3 Zyklen zum Bohren, Gewindebohren und Gewindefräsen 274
Übersicht 274
ZENTRIEREN (Zyklus 240) 276
BOHREN (Zyklus G200) 278
REIBEN (Zyklus G201) 280
AUSDREHEN (Zyklus G202) 282
UNIVERSAL-BOHREN (Zyklus G203) 284
RUECKWAERTS-SENKEN (Zyklus G204) 286
UNIVERSAL-TIEFBOHREN (Zyklus G205) 289
BOHRFRAESEN (Zyklus G208) 292
GEWINDEBOHREN NEU mit Ausgleichsfutter (Zyklus G206) 294
GEWINDEBOHREN ohne Ausgleichsfutter GS NEU (Zyklus G207) 296
GEWINDEBOHREN SPANBRUCH (Zyklus G209) 298
Grundlagen zum Gewindefräsen 300
GEWINDEFRAESEN (Zyklus G262) 302
SENKGEWINDEFRAESEN (Zyklus G263) 304
BOHRGEWINDEFRAESEN (Zyklus G264) 308
HELIX- BOHRGEWINDEFRAESEN (Zyklus G265) 312
AUSSENGEWINDE-FRAESEN (Zyklus G267) 316

8.4 Zyklen zum Fräsen von Taschen, Zapfen und Nuten 325
Übersicht 325
RECHTECKTASCHE (Zyklus G251) 327
KREISTASCHE (Zyklus G252) 332
NUTENFRAESEN (Zyklus 253) 336
RUNDE NUT (Zyklus 254) 341
TASCHE SCHLICHTEN (Zyklus G212) 346
ZAPFEN SCHLICHTEN (Zyklus G213) 348
KREISTASCHE SCHLICHTEN (Zyklus G214) 350
KREISZAPFEN SCHLICHTEN (Zyklus G215) 352
NUT (Langloch) mit pendelndem Eintauchen (Zyklus G210) 354
RUNDE NUT (Langloch) mit pendelndem Eintauchen (Zyklus G211) 357
8.5 Zyklen zum Herstellen von Punktemustern 363
Übersicht 363
PUNKTEMUSTER AUF KREIS (Zyklus G220) 364
PUNKTEMUSTER AUF LINIEN (Zyklus G221) 366
8.6 SL-Zyklen 370
Grundlagen 370
Übersicht SL-Zyklen 372
KONTUR (Zyklus G37) 373
Überlagerte Konturen 374
KONTUR-DATEN (Zyklus G120) 377
VORBOHREN (Zyklus G121) 378
RAEUMEN (Zyklus G122) 379
SCHLICHTEN TIEFE (Zyklus G123) 380
SCHLICHTEN SEITE (Zyklus G124) 381
KONTUR-ZUG (Zyklus G125) 382
ZYLINDER-MANTEL (Zyklus G127, Software-Option 1) 384
ZYLINDER-MANTEL Nutenfräsen (Zyklus G128, Software-Option 1) 386
ZYLINDER-MANTEL Stegfräsen (Zyklus G129, Software-Option 1) 388
ZYLINDER-MANTEL Außenkontur fräsen (Zyklus G139, Software-Option 1) 390
8.7 SL-Zyklen mit Konturformel 401
Grundlagen 401
Programm mit Konturdefinitionen wählen 402
Konturbeschreibungen definieren 402
Konturformel eingeben 403
Überlagerte Konturen 404
Kontur Abarbeiten mit SL-Zyklen 406

8.8 Zyklen zum Abzeilen 410
Übersicht 410
3D-DATEN ABARBEITEN (Zyklus G60) 411
ABZEILEN (Zyklus G230) 412
REGELFLAECHE (Zyklus G231) 414
PLANFRAESEN (Zyklus G232) 417
8.9 Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung 424
Übersicht 424
Wirksamkeit der Koordinaten-Umrechnungen 424
NULLPUNKT-Verschiebung (Zyklus G54) 425
NULLPUNKT-Verschiebung mit Nullpunkt-Tabellen (Zyklus G53) 426
BEZUGSPUNKT SETZEN (Zyklus G247) 430
SPIEGELN (Zyklus G28) 431
DREHUNG (Zyklus G73) 433
MASSFAKTOR (Zyklus G72) 434
BEARBEITUNGSEBENE (Zyklus G80, Software-Option 1) 435
8.10 Sonder-Zyklen 442
VERWEILZEIT (Zyklus G04) 442
PROGRAMM-AUFRUF (Zyklus G39) 443
SPINDEL-ORIENTIERUNG (Zyklus G36) 444
TOLERANZ (Zyklus G62) 445

9 Programmieren: Sonderfunktionen 447

9.1 Die PLANE-Funktion: Schwenken der Bearbeitung-sebene (Software-Option 1) 448
Einführung 448
PLANE-Funktion definieren 450
Positions-Anzeige 450
PLANE-Funktion rücksetzen 451
9.2 Bearbeitungsebene über Raumwinkel definieren: PLANE SPATIAL 452
Anwendung 452
Eingabeparameter 453
9.3 Bearbeitungsebene über Projektionswinkel definieren: PLANE PROJECTED 454
Anwendung 454
Eingabeparameter 455
9.4 Bearbeitungsebene über Eulerwinkel definieren: PLANE EULER 456
Anwendung 456
Eingabeparameter 457
9.5 Bearbeitungsebene über zwei Vektoren definieren: PLANE VECTOR 458
Anwendung 458
Eingabeparameter 459
9.6 Bearbeitungsebene über drei Punkte definieren: PLANE POINTS 460
Anwendung 460
Eingabeparameter 461
9.7 Bearbeitungsebene über einen einzelnen, inkrementalen Raumwinkel definieren: PLANE RELATIVE 462
Anwendung 462
Eingabeparameter 463
Verwendete Abkürzungen 463
9.8 Positionierverhalten der PLANE-Funktion festlegen 464
Übersicht 464
Automatisches Einschwenken: **MOVE/TURN/STAY** (Eingabe zwingend erforderlich) 465
Auswahl von alternativen Schwenk-möglichkeiten: SEQ +/– (Eingabe optional) 468
Auswahl der Transformationsart (Eingabe optional) 469
9.9 Sturzfräsen in der geschwenkten Ebene 470
Funktion 470
Sturzfräsen durch inkrementales Verfahren einer Drehachse 470

10 Programmieren: Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen 471

10.1 Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen kennzeichnen 472
Label 472
10.2 Unterprogramme 473
Arbeitsweise 473
Programmier-Hinweise 473
Unterprogramm programmieren 473
Unterprogramm aufrufen 473
10.3 Programmteil-Wiederholungen 474
Label G98 474
Arbeitsweise 474
Programmier-Hinweise 474
Programmteil-Wiederholung programmieren 474
Programmteil-Wiederholung aufrufen 474
10.4 Beliebiges Programm als Unterprogramm 475
Arbeitsweise 475
Programmier-Hinweise 475
Beliebiges Programm als Unterprogramm aufrufen 476
10.5 Verschachtelungen 477
Verschachtelungsarten 477
Verschachtelungstiefe 477
Unterprogramm im Unterprogramm 477
Programmteil-Wiederholungen wiederholen 478
Unterprogramm wiederholen 479

11 Programmieren: Q-Parameter 487

11.1 Prinzip und Funktionsübersicht 488
Programmierhinweise 489
Q-Parameter-Funktionen aufrufen 489
11.2 Teilefamilien – Q-Parameter statt Zahlenwerte 490
NC-Beispielsätze 490
Beispiel 490
11.3 Konturen durch mathematische Funktionen beschreiben 491
Anwendung 491
Übersicht 491
Grundrechenarten programmieren 492
11.4 Winkelfunktionen (Trigonometrie) 494
Definitionen 494
Winkelfunktionen programmieren 495
11.5 Wenn/dann-Entscheidungen mit Q-Parametern 496
Anwendung 496
Unbedingte Sprünge 496
Wenn/dann-Entscheidungen programmieren 496
Verwendete Abkürzungen und Begriffe 497
11.6 Q-Parameter kontrollieren und ändern 498
Vorgehensweise 498
11.7 Zusätzliche Funktionen 499
Übersicht 499
D14: ERROR: Fehlermeldungen ausgeben 500
D15: PRINT: Texte oder Q-Parameter-Werte ausgeben 502
D19: PLC: Werte an PLC übergeben 502
11.8 Formel direkt eingeben 503
Formel eingeben 503
Rechenregeln 505
Eingabe-Beispiel 506

11.9 Vorbelegte Q-Parameter 507
Werte aus der PLC: Q100 bis Q107 507
Aktiver Werkzeug-Radius: Q108 507
Werkzeugachse: Q109 507
Spindelzustand: Q110 508
Kühlmittelversorgung: Q111 508
Überlappungsfaktor: Q112 508
Maßangaben im Programm: Q113 508
Werkzeug-Länge: Q114 508
Koordinaten nach Antasten während des Programmlaufs 509
Ist-Sollwert-Abweichung bei automatischer Werkzeug-Vermessung mit dem TT 130 509
Schwenken der Bearbeitungsebene mit Werkstück-Winkeln: von der TNC berechnete Koordinaten für Drehachsen 509
Messergebnisse von Tastsystem-Zyklen (siehe auch Benutzer-Handbuch Tastsystem-Zyklen) 510

12 Programm-Test und Programmlauf 519

12.1 Grafiken 520
Anwendung 520
Übersicht: Ansichten 522
Draufsicht 522
Darstellung in 3 Ebenen 523
3D-Darstellung 524
Ausschnitts-Vergrößerung 527
Grafische Simulation wiederholen 528
Bearbeitungszeit ermitteln 529
12.2 Funktionen zur Programmanzeige 530
Übersicht 530
12.3 Programm-Test 531
Anwendung 531
12.4 Programmlauf 534
Anwendung 534
Bearbeitungs-Programm ausführen 534
Bearbeitung unterbrechen 535
Maschinenachsen während einer Unterbrechung verfahren 536
Programmlauf nach einer Unterbrechung fortsetzen 537
Beliebiger Einstieg ins Programm (Satzvorlauf) 538
Wiederanfahren an die Kontur 540
12.5 Automatischer Programmstart 541
Anwendung 541
12.6 Sätze überspringen 542
Anwendung 542
Löschen des „/"-Zeichens 542
12.7 Wahlweiser Programmlauf-Halt 543
Anwendung 543

13 MOD-Funktionen 545

13.1 MOD-Funktion wählen 546
MOD-Funktionen wählen 546
Einstellungen ändern 546
MOD-Funktionen verlassen 546
Übersicht MOD-Funktionen 547
13.2 Software- und Options-Nummern 548
Anwendung 548
13.3 Schlüssel-Zahl eingeben 549
Anwendung 549
13.4 Service-Packs laden 550
Anwendung 550
13.5 Datenschnittstellen einrichten 551
Anwendung 551
RS-232-Schnittstelle einrichten 551
RS-422-Schnittstelle einrichten 551
BETRIEBSART des externen Geräts wählen 551
BAUD-RATE einstellen 551
Zuweisung 552
Software für Datenübertragung 553
13.6 Ethernet-Schnittstelle 555
Einführung 555
Anschluss-Möglichkeiten 555
iTNC direkt mit einem Windows PC verbinden 556
TNC konfigurieren 558
13.7 PGM MGT konfigurieren 563
Anwendung 563
Einstellung PGM MGT ändern 563
Abhängige Dateien 564
13.8 Maschinenspezifische Anwenderparameter 566
Anwendung 566
13.9 Rohteil im Arbeitsraum darstellen 567
Anwendung 567
Gesamte Darstellung drehen 568
13.10 Positions-Anzeige wählen 569
Anwendung 569
13.11 Maßsystem wählen 570
Anwendung 570
13.12 Programmiersprache für $MDI wählen 571
Anwendung 571

13.13 Achsauswahl für L-Satz-Generierung 572
Anwendung 572
13.14 Verfahrbereichs-Begrenzungen eingeben, Nullpunkt-Anzeige 573
Anwendung 573
Arbeiten ohne Verfahrbereichs-Begrenzung 573
Maximalen Verfahrbereich ermitteln und eingeben 573
Bezugspunkt-Anzeige 574
13.15 HILFE-Dateien anzeigen 575
Anwendung 575
HILFE-DATEIEN wählen 575
13.16 Betriebszeiten anzeigen 576
Anwendung 576
13.17 Teleservice 577
Anwendung 577
Teleservice aufrufen/beenden 577
13.18 Externer Zugriff 578
Anwendung 578

14 Tabellen und Übersichten 579

14.1 Allgemeine Anwenderparameter 580
Eingabemöglichkeiten für Maschinen-Parameter 580
Allgemeine Anwenderparameter anwählen 580
14.2 Steckerbelegung und Anschlusskabel für Datenschnittstellen 595
Schnittstelle V.24/RS-232-C HEIDEHAIN-Geräte 595
Fremdgeräte 596
Schnittstelle V.11/RS-422 597
Ethernet-Schnittstelle RJ45-Buchse 597
14.3 Technische Information 598
14.4 Puffer-Batterie wechseln 605

15 iTNC 530 mit Windows 2000 (Option) 607

15.1 Einführung 608
Endbenutzer-Lizenzvertrag (EULA) für Windows 2000 608
Allgemeines 608
Technische Daten 609
15.2 iTNC 530-Anwendung starten 610
Windows-Anmeldung 610
Anmeldung als TNC-Bediener 610
Anmeldung als lokaler Administrator 611
15.3 iTNC 530 ausschalten 612
Grundsätzliches 612
Abmelden eines Benutzers 612
iTNC-Anwendung beenden 613
Herunterfahren von Windows 614
15.4 Netzwerk-Einstellungen 615
Voraussetzung 615
Einstellungen anpassen 615
Zugriffssteuerung 616
15.5 Besonderheiten in der Datei-Verwaltung 617
Laufwerk der iTNC 617
Daten-Übertragung zur iTNC 530 618



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 12 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, smarT.NC 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.

TNC-Neueinsteigern bietet die Betriebsart smarT.NC eine besonders komfortable Möglichkeit, schnell und ohne großen Schulungsaufwand strukturierte Klartext-Dialog-Programme zu erstellen. Für smarT.NC steht eine separate Benutzer-Dokumentation zur Verfügung.

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 (gilt nicht für smarT.NC).

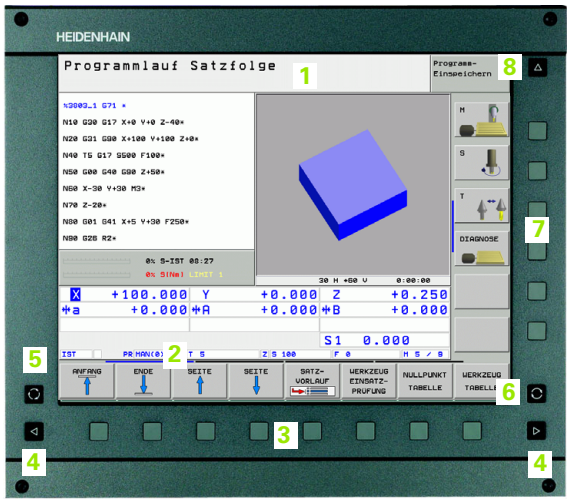
Kompatibilität

Die TNC kann Bearbeitungs-Programme abarbeiten, die an HEIDENHAIN-Bahnsteuerungen ab der TNC 150 B erstellt wurden. Sofern alte TNC-Programme Herrsteller-Zyklen enthalten, ist seitens der iTNC 530 eine Anpassung mit der PC-Software CycleDesign durchzuführen. Setzen Sie sich dazu mit Ihrem Maschinen-Hersteller oder mit HEIDENHAIN in Verbindung.

1.2 Bildschirm und Bedienfeld

Bildschirm

Die TNC wird mit dem Farb-Flachbildschirm BF 150 (TFT) geliefert (siehe Bild rechts oben).



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:

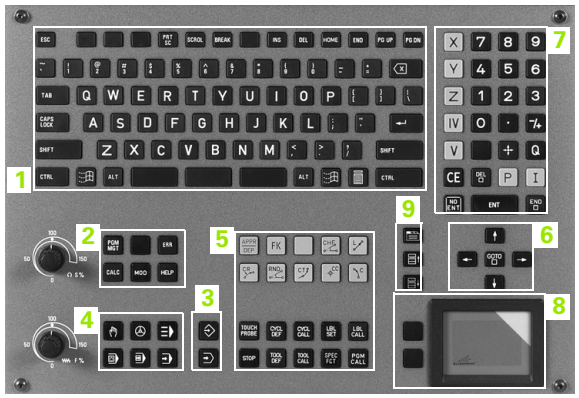


Bildschirm-Umschalttaste drücken: Die Softkey-Leiste zeigt die möglichen Bildschirm-Aufteilungen an, siehe „Betriebsarten", Seite 42



Bildschirm-Aufteilung mit Softkey wählen

Bedienfeld



Die TNC wird mit dem Bedienfeld TE 530 geliefert. Die Abbildung rechts oben 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, von Softkeys und von smarT.NC

9 smarT.NC-Navigationstasten

Die Funktionen der einzelnen Tasten sind auf der ersten Umschlagsseite zusammengefasst.

Manche Maschinenhersteller verwenden nicht das Standard-Bedienfeld von HEIDENHAIN. Beachten Sie in diesen Fällen das Maschinenhandbuch.

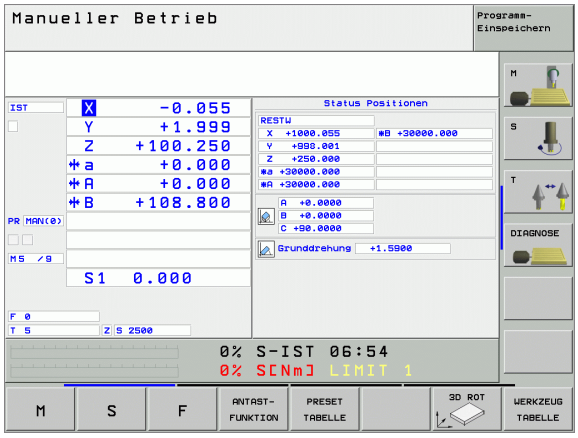
Externe Tasten, wie z.B. NC-START oder NC-STOP, sind ebenfalls im Maschinenhandbuch beschrieben.

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.

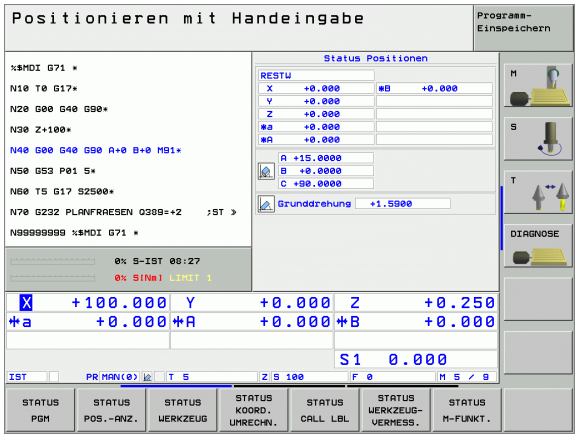


Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung (wählen wie zuvor beschrieben)

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

Positionieren mit Handeingabe

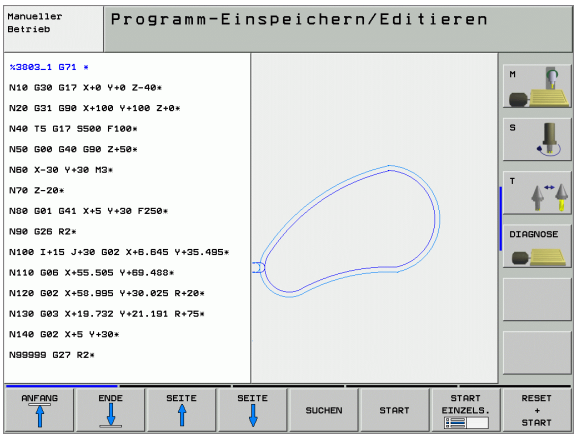
In dieser Betriebsart lassen sich einfache Verfahrbewegungen programmieren, z.B. um planzufräsen oder vorzupositionieren.



Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung

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

Programm-Einspeichern/Editieren

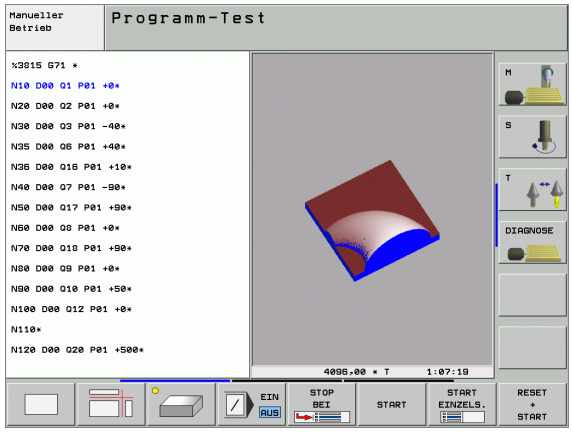


Ihre Bearbeitungs-Programme erstellen Sie in dieser Betriebsart. Vielseitige Unterstützung und Ergänzung beim Programmieren bieten die verschiedenen Zyklen und die Q-Parameter-Funktionen. Auf Wunsch zeigt die Programmier-Grafik die einzelnen Schritte an.

Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung

Fenster	Softkey
Programm	PROGRAMM
Links: Programm, rechts: Programm-Gliederung	PROGRAMM + GLIEDER.
Links: Programm, rechts: Programmier-Grafik	PROGRAMM + GRAFIK
Links: Programm, rechts: 3D-Liniengrafik	PROGRAMM + 3D-LINIEN

Programm-Test



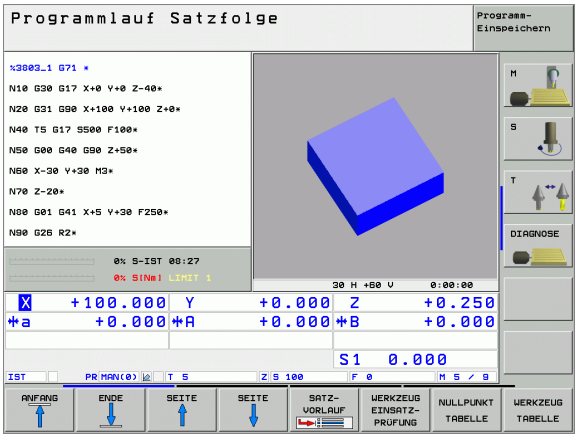
Die TNC simuliert Programme und Programmteile in der Betriebsart Programm-Test, um z.B. geometrische Unverträglichkeiten, fehlende oder falsche Angaben im Programm und Verletzungen des Arbeitsraumes herauszufinden. Die Simulation wird grafisch mit verschiedenen Ansichten unterstützt.

Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung: siehe „Programmlauf Satzfolge und Programmlauf Einzelsatz", Seite 44.

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

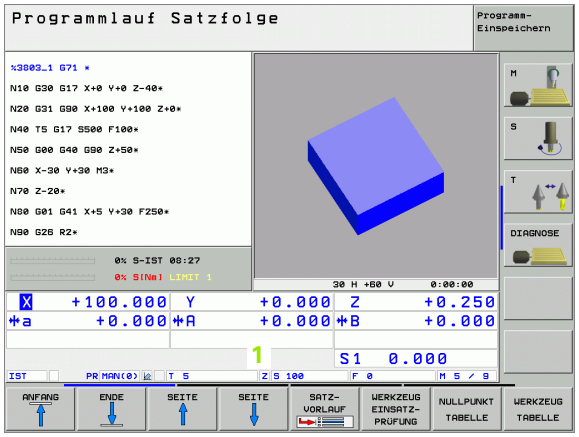
1.4 Status-Anzeigen

„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 Bearbeitungsebene verfahren
	Achsen werden unter Berücksichtigung der Grunddrehung verfahren
PR	Nummer des aktiven Bezugspunktes aus der Preset-Tabelle. Wenn der Bezugspunkt manuell gesetzt wurde, zeigt die TNC hinter dem Symbol den Text **MAN** an

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

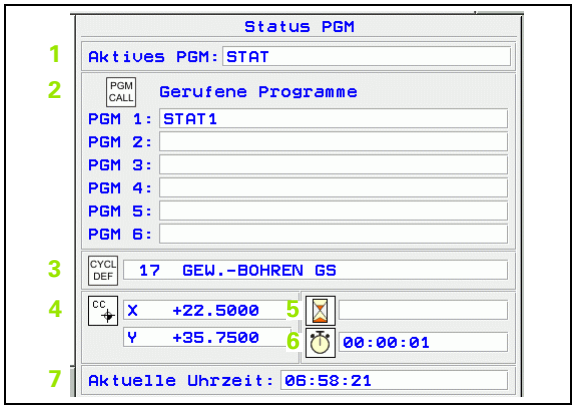
STATUS PGM

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

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

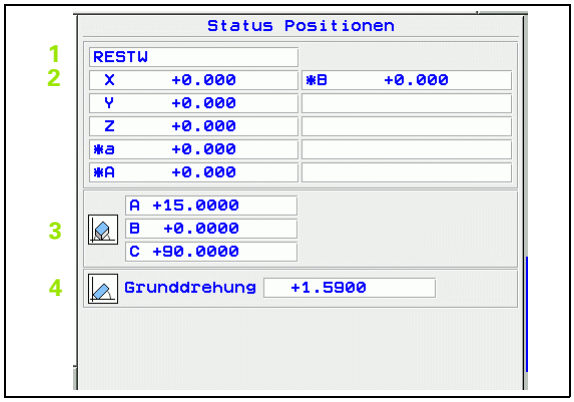
Allgemeine Programm-Information

Softkey	Zuordnung	Bedeutung
STATUS PGM	1	Name des aktiven Hauptprogrammes
	2	Aufgerufene Programme
	3	Aktiver Bearbeitungs-Zyklus
	4	Kreismittelpunkt CC (Pol)
	5	Bearbeitungszeit
	6	Zähler für Verweilzeit
	7	Aktuelle Uhrzeit



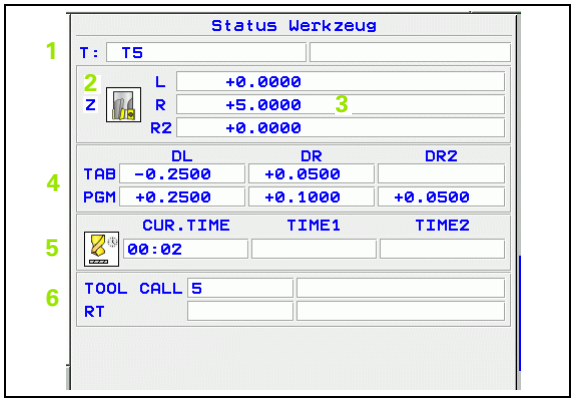
Positionen und Koordinaten

Softkey	Zuordnung	Bedeutung
STATUS POS.-ANZ.	1	Positionsanzeige
	2	Art der Positionsanzeige, z. B. Ist-Position
	3	Schwenkwinkel für die Bearbeitungsebene
	4	Winkel der Grunddrehung



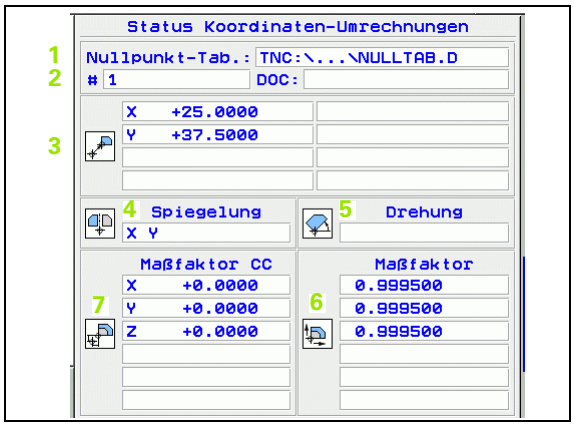
Informationen zu den Werkzeugen

Softkey	Zuordnung	Bedeutung
STATUS WERKZEUG	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



Koordinaten-Umrechnungen

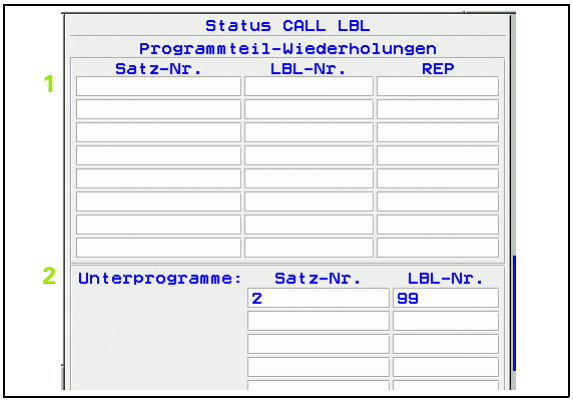
Softkey	Zuordnung	Bedeutung
STATUS KOORD. UMRECHN.	1	Name der aktiven Nullpunkt-Tabelle
	2	Aktive Nullpunkt-Nummer (**#**), Kommentar aus der aktiven Zeile der aktiven Nullpunkt-Nummer (**DOC**) aus Zyklus 7
	3	Aktive Nullpunkt-Verschiebung (Zyklus 7); Die TNC zeigt eine aktive Nullpunkt-Verschiebung in bis zu 8 Achsen an
	4	Gespiegelte Achsen (Zyklus 8)
	5	Aktiver Drehwinkel (Zyklus 10)
	6	Aktiver Maßfaktor / Maßfaktoren (Zyklen 11 / 26); Die TNC zeigt einen aktiven Maßfaktor in bis zu 6 Achsen an
	7	Mittelpunkt der zentrischen Streckung



Siehe „Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung” auf Seite 424.

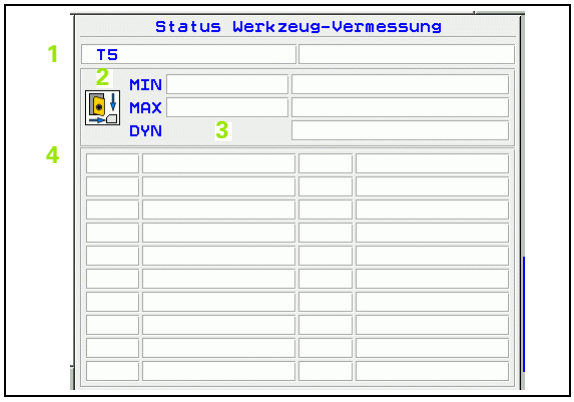
Programmteil-Wiederholung/Unterprogramme

Softkey	Zuordnung	Bedeutung
STATUS CALL LBL	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



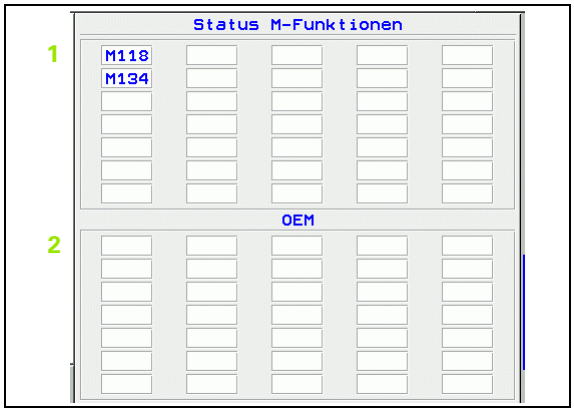
Werkzeug-Vermessung

Softkey	Zuordnung	Bedeutung
STATUS WERKZEUG-VERMESS.	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



Aktive Zusatzfunktionen M

Softkey	Zuordnung	Bedeutung
STATUS M-FUNKT.	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.: 533 189-xx.

Die schaltenden Tastsysteme TS 220 und TS 640

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 eignet sich das Tastsysteme TS 640 (siehe Bild rechts), das 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 auch die portablen Handräder HR 410 (siehe Bild Mitte) und HR 420 (siehe Bild rechts unten) an. Eine detaillierte Beschreibung des HR 420 finden Sie im Kapitel 2 (siehe „Elektronisches Handrad HR 420" auf Seite 60)







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



Wenn Ihre Maschine mit absoluten Messgeräten ausgerüstet ist, entfällt das Überfahren der Referenzmarken. Die TNC ist dann sofort nach dem Einschalten der Steuerspannungs funktionsbereit.

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 muss die Funktion „Bearbeitungsebene schwenken“ in Manueller Betrieb aktiv sein, siehe „Manuelles Schwenken aktivieren”, Seite 81. Die TNC interpoliert dann beim Betätigen einer Achsrichtungs-Taste die entsprechenden Achsen.

Beachten Sie, dass die im Menü eingetragenen Winkelwerte mit den tatsächlichen Winkeln der Schwenkachse übereinstimmen.

Sofern verfügbar, können Sie die Achsen auch in der aktuellen Werkzeugachs-Richtung verfahren (siehe „Aktuelle Werkzeugachs-Richtung als aktive Bearbeitungsrichtung setzen (FCL 2-Funktion)” auf Seite 82).

Wenn Sie diese Fuktion nutzen, dann müssen Sie bei nicht absoluten Messgeräten die Position der Drehachsen, die die TNC dann in einem Überblendfenster anzeigt, bestätigen. Die angezeigte Position entspricht der letzten, vor dem Auschalten aktiven Position der Drehachsen.

Sofern eine der Beiden zuvor aktiven Funktionen aktiv ist, hat die NC-START-Taste keine Funktion. Die TNC gibt eine entsprechende Fehlermeldung aus.

Ausschalten



iTNC 530 mit Windows 2000: Siehe „iTNC 530 ausschalten", Seite 612.

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



Externe Richtungstaste drücken und halten, solange Achse verfahren soll, oder



Achse kontinuierlich verfahren: Externe Richtungstaste gedrückt halten und externe START-Taste kurz drücken

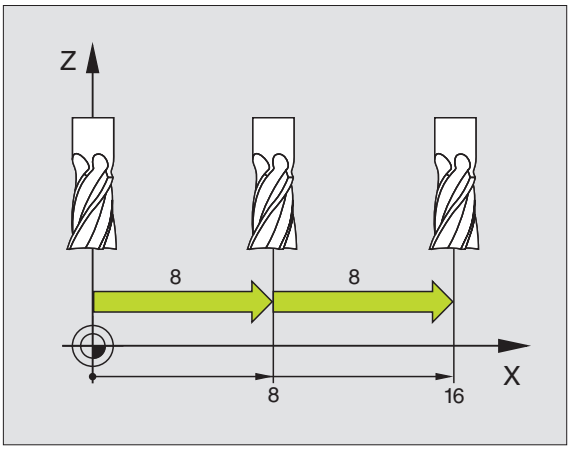


Anhalten: Externe STOP-Taste drücken

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 66.

Schrittweises Positionieren

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



Betriebsart Manuell oder El. Handrad wählen

Softkey-Leiste umschalten

Schrittweises Positionieren wählen: Softkey SCHRITTMASS auf EIN

```
ZUSTELLUNG =
```

Zustellung in mm eingeben, z.B. 8 mm

Externe Richtungstaste drücken: beliebig oft positionieren

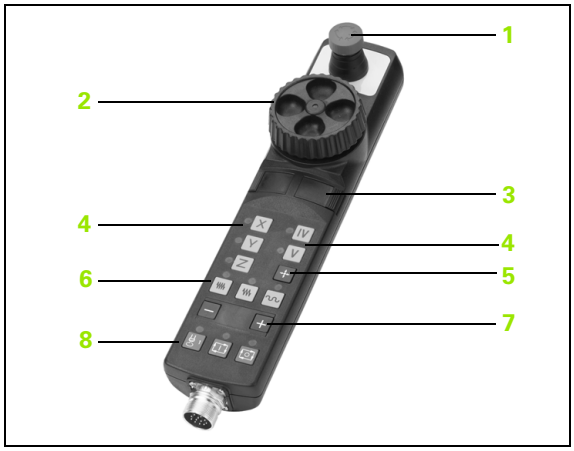
Der maximal eingebbare Wert für eine Zustellung beträgt 10 mm.

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-Taste
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 bei aktivem **M118** auch während des Programmlaufs möglich.

Verfahren


Betriebsart El. Handrad wählen


Zustimmtaste gedrückt halten


Achse wählen


Vorschub wählen


Aktive Achse in Richtung + verfahren, oder

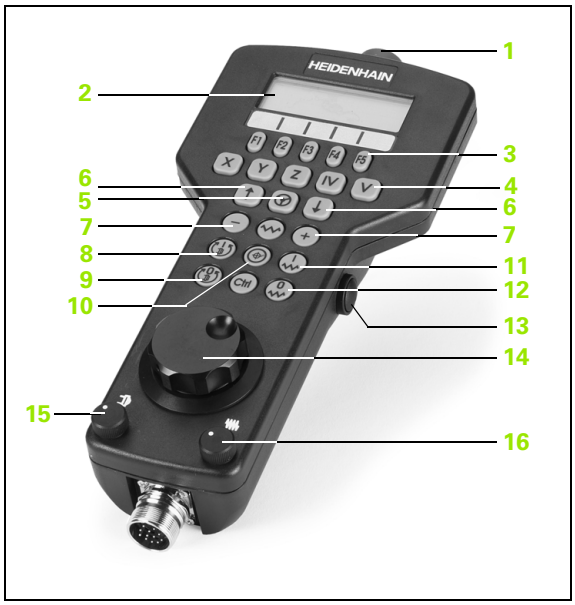

Aktive Achse in Richtung – verfahren

Elektronisches Handrad HR 420

Im Gegensatz zum HR 410 ist das tragbare Handrad HR 420 mit einem Display ausgestattet, auf dem verschiedene Informationen angezeigt werden. Darüber hinaus können Sie über die Handrad-Softkeys wichtige Einrichte-Funktionen ausführen, z.B. Bezugspunkte setzen oder M-Funktionen eingeben und abarbeiten.

Sobald Sie das Handrad über die Handrad-Aktivierungstaste aktiviert haben, ist keine Bedienung über das Bedienpult mehr möglich. Die TNC zeigt diesen Zustand am TNC-Bildschirm durch ein Überblendfenster an.

Das Handrad HR 420 verfügt über folgende Bedienelemente:



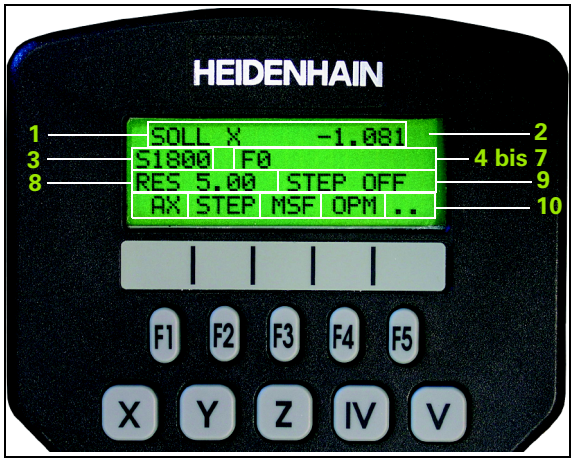
1 NOT-AUS-Taste
2 Handrad-Display zur Status-Anzeige und Auswahl von Funktionen
3 Softkeys
4 Achswahltasten
5 Handrad-Aktivierungstaste
6 Pfeiltasten zur Definition der Handrad-Empfindlichkeit
7 Richtungstaste, in die die TNC die gewählte Achse verfährt
8 Spindel einschalten (maschinenabhängige Funktion)
9 Spindel ausschalten (maschinenabhängige Funktion)
10 Taste „NC-Satz generieren“
11 NC-Start
12 NC-Stop
13 Zustimmtaste
14 Handrad
15 Spindeldrehzahl-Potentiometer
16 Vorschub-Potentiometer

Verfahren mit dem Handrad ist – bei aktivem **M118** – auch während des Programmlaufs möglich.

Ihr Maschinen-Hersteller kann zusätzliche Funktionen für das HR 420 zur Verfügung stellen. Maschinen-Handbuch beachten

Display

Das Handrad-Display (siehe Bild) besteht aus 4 Zeilen. Die TNC zeigt darin folgende Informationen an:



1 **SOLL X+1.563**: Art der Positionsanzeige und Position der gewählten Achse
2 *****: STIB (Steuerung in Betrieb)
3 **S1000**: Aktuelle Spindeldrehzahl
4 **F500**: Aktueller Vorschub, mit dem die gewählte Achse momentan verfahren wird
5 **E**: Fehler steht an
6 **3D**: Funktion Bearbeitungsebene schwenken ist aktiv
7 **2D**: Funktion Grunddrehung ist aktiv
8 **RES 5.0**: Aktive Handrad-Auflösung. Weg in mm/Umdrehung (°/Umdrehung bei Drehachsen), den die gewählte Achse bei einer Handradumdrehung verfährt
9 **STEP ON** bzw. **OFF**: Schrittweises Positionieren aktiv bzw. inaktiv. Bei aktiver Funktion zeigt die TNC zusätzlich das aktive Verfahrschritt an
10 Softkey-Leiste: Auswahl verschiedener Funktionen, Beschreibung in den nachfolgenden Abschnitten

Zu verfahrende Achse wählen

Die Hauptachsen X, Y und Z, sowie zwei weitere, vom Maschinenhersteller definierbare Achsen, können Sie direkt über die Achswahltasten aktivieren. Wenn Ihre Maschine über weitere Achsen verfügt, gehen Sie wie folgt vor:

- Handrad-Softkey F1 (**AX**) drücken: Die TNC zeigt auf dem Handrad-Display alle aktiven Achsen an. Die momentan aktive Achse blinkt
- Gewünschte Achse mit Handrad-Softkeys F1 (**->**) oder F2 (**<-**) wählen und mit Handrad-Softkey F3 (**OK**) bestätigen

Handrad-Empfindlichkeit einstellen

Die Handrad-Empfindlichkeit legt fest, welchen Weg eine Achse pro Handrad-Umdrehung verfahren soll. Die definierbaren Empfindlichkeiten sind fest eingestellt und über die Handrad-Pfeiltasten direkt wählbar (nur wenn Schrittmaß nicht aktiv ist).

Einstellbare Empfindlichkeiten: 0.01/0.02/0.05/0.1/0.2/0.5/1/2/5/10/20 [mm/Umdrehung bzw. Grad/Umdrehung]

Achsen verfahren



Handrad aktiveren: Handrad-Taste auf dem HR 420 drücken. Die TNC kann jetzt nur noch über das HR 420 bedient werden, ein Überblendfenster mit Hinweistext wird am TNC-Bildschirm angezeigt

Ggf. über Softkey OPM die gewünschte Betriebsart wählen (siehe „Betriebsarten wechseln" auf Seite 64)



Ggf. Zustimmtaste gedrückt halten



Auf dem Handrad Achse wählen die verfahren werden soll. Zusatz-Achsen über Softkeys wählen



Aktive Achse in Richtung + verfahren, oder

Aktive Achse in Richtung – verfahren



Handrad deaktiveren: Handrad-Taste auf dem HR 420 drücken. Die TNC kann jetzt wieder über das Bedienfeld bedient werden

Potentiometer-Einstellungen

Nachdem Sie das Handrad aktiviert haben, sind weiterhin die Potentiometer des Maschinen-Bedienfeldes aktiv. Wenn Sie die Potentiometer am Handrad nutzen wollen, gehen Sie wie folgt vor:

- Tasten Ctrl und Handrad am HR 420 drücken, die TNC zeigt im Handrad-Display das Softkey-Menü zur Potentiometer-Auswahl an
- Softkey HW drücken, um die Handrad-Potentiometer aktiv zu schalten

Sobald Sie die Handrad-Potentiometer aktiviert haben, müssen Sie vor der Abwahl des Handrades die Potentiometer des Maschinen-Bedienfeldes wieder aktivieren. Gehen Sie wie folgt vor:

- Tasten Ctrl und Handrad am HR 420 drücken, die TNC zeigt im Handrad-Display das Softkey-Menü zur Potentiometer-Auswahl an
- Softkey KBD drücken, um die Potentiometer auf dem Maschinen-Bedienfeld aktiv zu schalten

Schrittweise positionieren

Beim schrittweisen Positionieren verfährt die TNC die momentan aktive Handrad-Achse um ein von Ihnen festgelegtes Schrittmaß:

- Handrad-Softkey F2 (**STEP**) drücken
- Schrittweise positionieren aktivieren: Handrad-Softkey 3 (**ON**) drükken
- Gewünschtes Schrittmaß durch Drücken der Tasten F1 oder F2 wählen. Wenn Sie die jeweilige Taste gedrückt halten, erhöht die TNC den Zählschritt bei einem Zehnerwechsel jeweils um den Faktor 10. Durch zusätzliches Drücken der Taste Ctrl erhöht sich der Zählschritt auf 1. Kleinstmögliches Schrittmaß ist 0.0001 mm, größtmögliches Schrittmaß ist 10 mm
- Gewähltes Schrittmaß mit Softkey 4 (**OK**) übernehmen
- Mit Handrad-Taste + bzw. – die aktive Handrad-Achse in die entsprechende Richtung verfahren

Zusatz-Funktionen M eingeben

- Handrad-Softkey F3 (**MSF**) drücken
- Handrad-Softkey F1 (**M**) drücken
- Gewünschte M-Funktionsnummer durch Drücken der Tasten F1 oder F2 wählen
- Zusatz-Funktion M mit Taste NC-Start ausführen

Spindeldrehzahl S eingeben

- Handrad-Softkey F3 (**MSF**) drücken
- Handrad-Softkey F2 (**S**) drücken
- Gewünschte Drehzahl durch Drücken der Tasten F1 oder F2 wählen. Wenn Sie die jeweilige Taste gedrückt halten, erhöht die TNC den Zählschritt bei einem Zehnerwechsel jeweils um den Faktor 10. Durch zusätzliches Drücken der Taste Ctrl erhöht sich der Zählschritt auf 1000
- Neue Drehzahl S mit Taste NC-Start aktivieren

Vorschub F eingeben

- Handrad-Softkey F3 (**MSF**) drücken
- Handrad-Softkey F3 (**F**) drücken
- Gewünschten Vorschub durch Drücken der Tasten F1 oder F2 wählen. Wenn Sie die jeweilige Taste gedrückt halten, erhöht die TNC den Zählschritt bei einem Zehnerwechsel jeweils um den Faktor 10. Durch zusätzliches Drücken der Taste Ctrl erhöht sich der Zählschritt auf 1000
- Neuen Vorschub F mit Handrad-Softkey F3 (**OK**) übernehmen

Bezugspunkt setzen

- Handrad-Softkey F3 (**MSF**) drücken
- Handrad-Softkey F4 (**PRS**) drücken
- Ggf. Achse wählen, in der der Bezugspunkt gesetzt werden soll
- Achse mit Handrad-Softkey F3 (**OK**) abnullen, oder mit Handrad-Softkeys F1 und F2 gewünschten Wert einstellen und dann mit Handrad-Softkey F3 (**OK**) übernehmen. Durch zusätzliches Drücken der Taste Ctrl erhöht sich der Zählschritt auf 10

Betriebsarten wechseln

Über den Handrad-Softkey F4 (**OPM**) können Sie vom Handrad aus die Betriebsart umschalten, sofern der aktuelle Zustand der Steuerung ein Umschalten erlaubt.

- Handrad-Softkey F4 (**OPM**) drücken
- Über Handrad-Softkeys gewünschte Betriebsart wählen
  - MAN: Manueller Betrieb
  - MDI: Positionieren mit Handeingabe
  - SGL: Programmlauf Einzelsatz
  - RUN: Programmlauf Satzfolge

Kompletten L-Satz erzeugen



Über die MOD-Funktion die Achswerte definieren, die in einen NC-Satz übernommen werden sollen (siehe „Achsauswahl für L-Satz-Generierung" auf Seite 572).

Sind keine Achsen ausgewählt, zeigt die TNC die Fehlermeldung **Keine Achsauswahl vorhanden** an

- Betriebsart **Positionieren mit Handeingabe** wählen
- Ggf. mit den Pfeiltasten auf der TNC-Tastatur den NC-Satz wählen, hinter den Sie den neuen L-Satz einfügen wollen
- Handrad aktivieren
- Handrad-Taste „NC-Satz generieren" drücken: Die TNC fügt einen kompletten L-Satz ein, der alle über die MOD-Funktion ausgewählten Achspositionen enthält

Funktionen in den Programmlauf-Betriebsarten

In den Programmlauf-Betriebsarten können Sie folgende Funktionen ausführen:

- NC-Start (Handrad-Taste NC-Start)
- NC-Stop (Handrad-Taste NC-Stop)
- Wenn NC-Stop betätigt wurde: Interner Stop (Handrad-Softkeys **MOP** und dann **STOP**)
- Wenn NC-Stop betätigt wurde: Manuell Achsen verfahren (Handrad-Softkeys **MOP** und dann **MAN**)
- Wiederanfahren an die Kontur, nachdem Achsen während einer Programm-Unterbrechung manuell verfahren wurden (Handrad-Softkeys **MOP** und dann **REPO**). Die Bedienung erfolgt per Handrad-Softkeys, wie über die Bildschirm-Softkeys (siehe „Wiederanfahren an die Kontur" auf Seite 540)
- Ein-/Ausschalten der Funktion Bearbeitungsebene schwenken (Handrad-Softkeys **MOP** und dann **3D**)

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 I	Spindeldrehzahl eingeben und mit der externen START-Taste übernehmen

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 ausrichten
- Nullwerkzeug mit bekanntem Radius einwechseln
- Sicherstellen, dass die TNC Ist-Positionen anzeigt

Bezugspunkt setzen mit Achstasten

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)

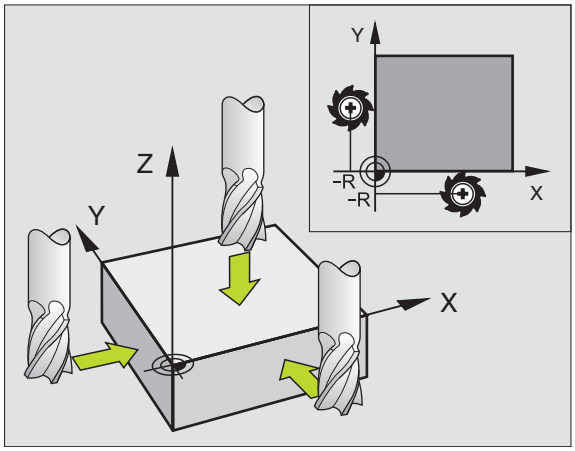
Z

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.

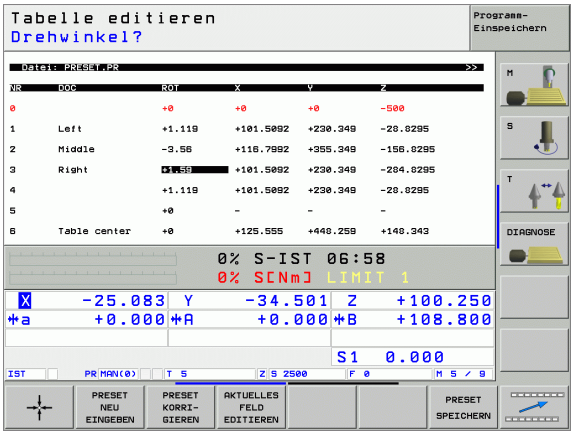
Bezugspunkt-Verwaltung mit der Preset-Tabelle

Die Preset-Tabelle 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 Werkstücke bearbeiten wollen, die mit unterschiedlicher Schieflage aufgespannt sind

Die Preset-Tabelle darf 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.

Das Kopieren der Preset-Tabelle in ein anderes Verzeichnis (zur Datensicherung) ist erlaubt. Zeilen, die von Ihrem Maschinen-Hersteller schreibgeschützt wurden, sind auch in den kopierten Tabellen grundsätzlich schreibgeschützt, können also von Ihnen nicht verändert werden.

Verändern Sie in den kopierten Tabellen die Anzahl der Zeilen grundsätzlich nicht! Dies könnte zu Problemen führen, wenn Sie die Tabelle wieder aktivieren wollen.

Um die in ein anderes Verzeichnis kopierte Preset-Tabelle zu aktivieren, müssen Sie diese wieder in das Verzeichnis **TNC:** zurückkopieren.

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)
- Manuelles eintragen (siehe nachfolgende Beschreibung)



Grunddrehungen aus der Preset-Tabelle drehen das Koordinatensystem um den Preset, der in derselben Zeile steht wie die Grunddrehung.

Die TNC prüft beim Setzten des Bezugspunktes, ob die Position der Schwenkachsen mit den entsprechenden Werten des 3D ROT-Menüs übereinstimmt (abhängig von MP-Einstellung). 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 beliebige 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).

Die Zeile 0 in der Preset-Tabelle ist grundsätzlich schreibgeschützt. Die TNC speichert in der Zeile 0 immer den Bezugspunkt, den Sie zuletzt manuell über die Achstasten oder per Softkey gesetzt haben. Ist der manuell gesetzte Bezugspunkt aktiv, zeigt die TNC in der Status-Anzeige den Text **PR MAN(0)** an

Wenn Sie mit den Tastsystem-Zyklen zum Bezugspunkt-Setzen automatisch die TNC-Anzeige setzen, dann speichert die TNC diese Werte nicht in der Zeile 0.

Bezugspunkte manuell in der Preset-Tabelle speichern

Um Bezugspunkte in der Preset-Tabelle speichern zu können, gehen Sie wie folgt vor



Betriebsart **Manueller Betrieb** wählen



Werkzeug vorsichtig verfahren, bis es das Werkstück berührt (ankratzt), oder Messuhr entsprechend positionieren



Preset-Tabelle anzeigen lassen: Die TNC öffnet die Preset-Tabelle und setzt den Cursor auf die aktive Tabellenzeile



Funktionen zur Preset-Eingabe wählen: Die TNC zeigt in der Softkey-Leiste die verfügbaren Eingabemöglichkeiten an. Beschreibung der Eingabemöglichkeiten: siehe nachfolgende Tabelle



Zeile in der Preset-Tabelle wählen, die Sie ändern wollen (Zeilennummer entspricht der Preset-Nummer)



Ggf. Spalte (Achse) in der Preset-Tabelle wählen, die Sie ändern wollen



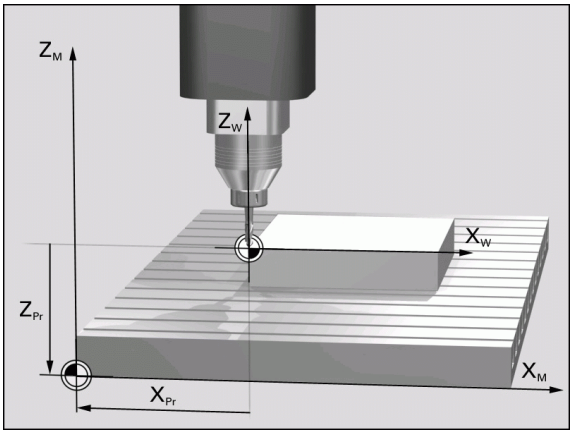
Per Softkey eine der verfügbaren Eingabemöglichkeiten wählen (siehe nachfolgende Tabelle)

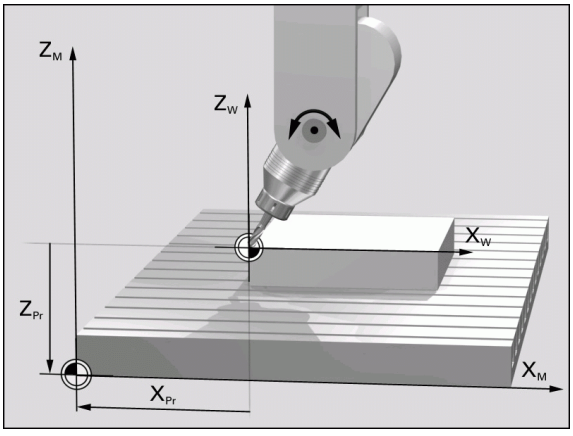
Funktion	Softkey
Die Ist-Position des Werkzeugs (der Messuhr) als neuen Bezugspunkt direkt übernehmen: Funktion speichert den Bezugspunkt nur in der Achse ab, in der das Hellfeld gerade steht	
Der Ist-Position des Werkzeugs (der Messuhr) einen beliebigen Wert zuweisen: Funktion speichert den Bezugspunkt nur in der Achse ab, in der das Hellfeld gerade steht. Gewünschten Wert im Überblendfenster eingeben	
Einen bereits in der Tabelle gespeicherten Bezugspunkt inkremental verschieben: Funktion speichert den Bezugspunkt nur in der Achse ab, in der das Hellfeld gerade steht. Gewünschten Korrekturwert vorzeichenrichtig im Überblendfenster eingeben	
Neuen Bezugspunkt ohne Verrechnung der Kinematik direkt eingeben (achsspezifisch). Diese Funktion nur dann verwenden, wenn Ihre Maschine mit einem Rundtisch ausgerüstet ist und Sie durch direkte Eingabe von 0 den Bezugspunkt in die Rundtisch-Mitte setzen wollen. Funktion speichert den Wert nur in der Achse ab, in der das Hellfeld gerade steht. Gewünschten Wert im Überblendfenster eingeben	
Den momentan aktiven Bezugspunkt in eine wählbare Tabellenzeile schreiben: Funktion speichert den Bezugspunkt in allen Achsen ab und aktiviert die jeweilige Tabellenzeile dann automatisch	

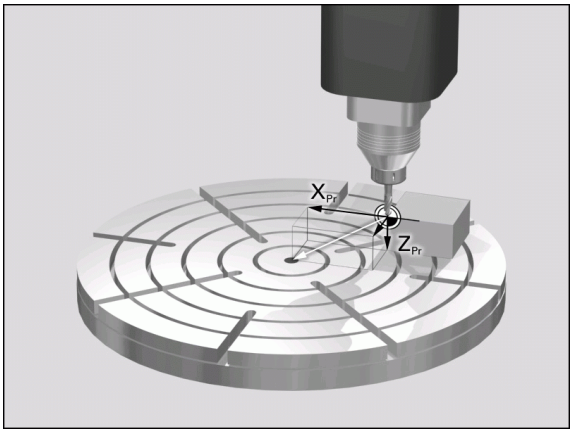
Erläuterung zu den in der Preset-Tabelle gespeicherten Werten

- Einfache Maschine mit drei Achsen ohne Schwenkvorrichtung
  Die TNC speichert in der Preset-Tabelle den Abstand vom Werkstück-Bezugspunkt zum Referenzpunkt ab (vorzeichenrichtig)
- Maschine mit Schwenkkopf
  Die TNC speichert in der Preset-Tabelle den Abstand vom Werkstück-Bezugspunkt zum Referenzpunkt ab (vorzeichenrichtig)
- Maschine mit Rundtisch
  Die TNC speichert in der Preset-Tabelle den Abstand vom Werkstück-Bezugspunkt zum Zentrum des Rundtisches ab (vorzeichenrichtig)
- Maschine mit Rundtisch und Schwenkkopf
  Die TNC speichert in der Preset-Tabelle den Abstand vom Werkstück-Bezugspunkt zum Zentrum des Rundtisches ab

Beachten Sie, dass beim Verschieben eines Teilapparates auf Ihrem Maschinentisch (realisiert durch Veränderung der Kinematik-Beschreibung) ggf. auch Presets verschoben werden, die nicht direkt mit dem Teilapparat zusammenhängen.







Preset-Tabelle editieren

Editier-Funktion im Tabellenmodus	Softkey
Tabellen-Anfang wählen	
Tabellen-Ende wählen	
Vorherige Tabellen-Seite wählen	
Nächste Tabellen-Seite wählen	
Funktionen zur Preset-Eingabe wählen	
Den Bezugspunkt der aktuell angewählten Zeile der Preset-Tabelle aktivieren	
Eingebbare Anzahl von Zeilen am Tabellenende anfügen (2. Softkey-Leiste)	
Hell hinterlegtes Feld kopieren 2. Softkey-Leiste)	
Kopiertes Feld einfügen (2. Softkey-Leiste)	
Aktuell angewählte Zeile zurücksetzen: Die TNC trägt in alle Spalten – ein (2. Softkey-Leiste)	
Einzelne Zeile am Tabellen-Ende einfügen (2. Softkey-Leiste)	
Einzelne Zeile am Tabellen-Ende löschen (2. Softkey-Leiste)	

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 7, Nullpunkt-Verschiebung
- Zyklus 8, Spiegeln
- Zyklus 10, Drehung
- Zyklus 11, Maßfaktor
- Zyklus 26, achsspezifischer Maßfaktor

Die Koordinaten-Umrechnung aus Zyklus 19, Bearbeitungsebene schwenken bleibt dagegen aktiv.

Betriebsart **Manueller Betrieb** wählen

PRESET TABELLE

Preset-Tabelle anzeigen lassen

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

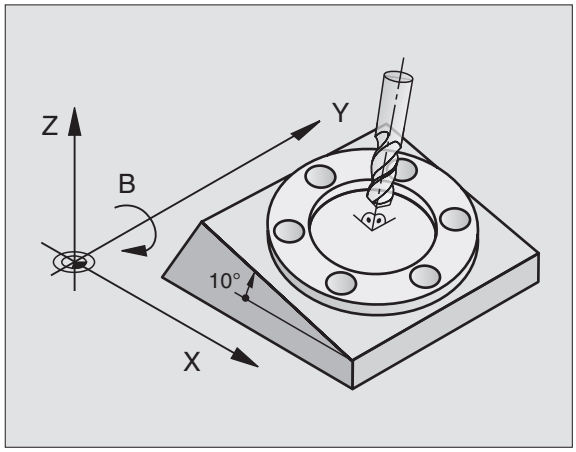
Bezugspunkt aus der Preset-Tabelle in einem NC-Programm aktivieren

Um Bezugspunkte aus der Preset-Tabelle während des Programmlaufs zu aktivieren, benutzen Sie den Zyklus 247. Im Zyklus 247 definieren Sie lediglich die Nummer des Bezugspunktes den Sie aktivieren wollen (siehe „BEZUGSPUNKT SETZEN (Zyklus G247)" auf Seite 430).

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 drei Funktionen zur Verfügung:

- Manuelles Schwenken mit dem Softkey 3D ROT in den Betriebsarten Manueller Betrieb und El. Handrad, siehe „Manuelles Schwenken aktivieren", Seite 81
- Gesteuertes Schwenken, Zyklus 19 **BEARBEITUNGSEBENE** im Bearbeitungs-Programm (siehe „BEARBEITUNGSEBENE (Zyklus G80, Software-Option 1)" auf Seite 435)
- Gesteuertes Schwenken, **PLANE**-Funktion im Bearbeitungs-Programm (siehe „Die PLANE-Funktion: Schwenken der Bearbeitungsebene (Software-Option 1)" auf Seite 448)

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

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

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

Referenzpunkte-Anfahren bei geschwenkten Achsen

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

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 der Einstellung des Maschinen-Parameters 7500 in Ihrer Kinematik-Tabelle:

- **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.



Bezugspunkt grundsätzlich immer in allen drei Hauptachsen setzen.

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 403, 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 403 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, wenn Sie in der Betriebsart Manuell die Funktion Bearbeitungsebene schwenken aktiviert haben
- PLC-Positionierungen (vom Maschinenhersteller festgelegt) sind nicht erlaubt

Manuelles Schwenken aktivieren



Manuelles Schwenken wählen: Softkey 3D ROT drücken



Hellfeld per Pfeiltaste auf Menüpunkt **Manueller Betrieb** positionieren



Manuelles Schwenken aktivieren: Softkey AKTIV drücken

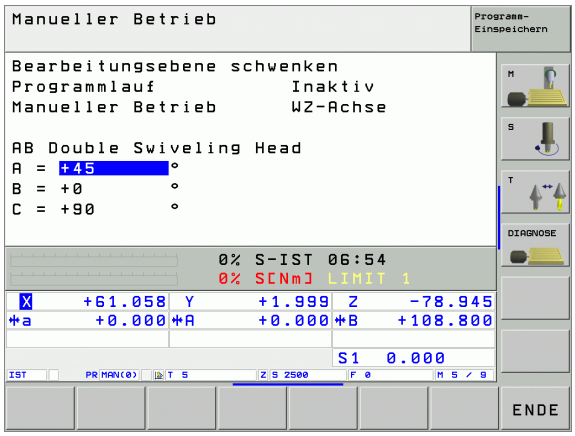


Hellfeld per Pfeiltaste auf gewünschte Drehachse positionieren

Schwenkwinkel eingeben



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.

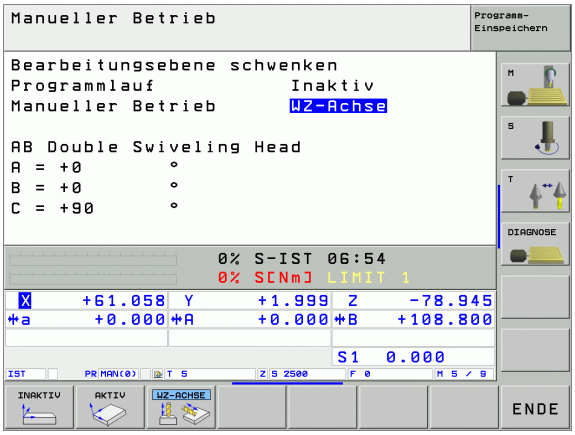
Falls Sie die Funktion Bearbeitungsebene schwenken für die Betriebsart Programmlauf auf Aktiv setzen, gilt der im Menü eingetragene Schwenkwinkel ab dem ersten Satz des abzuarbeitenden Bearbeitungs-Programms. Verwenden Sie im Bearbeitungs-Programm den Zyklus 19 **BEARBEITUNGSEBENE** oder die **PLANE**-Funktion, sind die dort definierten Winkelwerte wirksam. Im Menü eingetragene Winkelwerte werden mit den aufgerufenen Werten überschrieben.

Aktuelle Werkzeugachs-Richtung als aktive Bearbeitungsrichtung setzen (FCL 2-Funktion)

Diese Funktion muss vom Maschinenhersteller freigeschaltet werden. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Mit dieser Funktion können Sie in den Betriebsarten Manuell und El. Handrad das Werkzeug per externer Richtungstasten oder mit dem Handrad in der Richtung verfahren, in der die Werkzeugachse momentan zeigt. Diese Funktion benützen, wenn

- Sie das Werkzeug während einer Programm-Unterbrechung in einem 5-Achs-Programm in Werkzeug-Achsrichtung freifahren wollen
- Sie mit dem Handrad oder den externen Richtungstasten im Manuellen Betrieb eine Bearbeitung mit angestelltem Werkzeug durchführen wollen





Manuelles Schwenken wählen: Softkey 3D ROT drükken

Hellfeld per Pfeiltaste auf Menüpunkt **Manueller Betrieb** positionieren



Aktive Werkzeugachs-Richtung als aktive Bearbeitungsrichtung aktivieren: Softkey WZ-ACHSE drükken



Eingabe beenden: Taste END

Zum Deaktivieren setzen Sie im Menü Bearbeitungsebene schwenken den Menüpunkt **Manueller Betrieb** auf Inaktiv.

Wenn die Funktion **Verfahren in Werkzeugachs-Richtung** aktiv ist, blendet die Status-Anzeige das Symbol ein.

Die Hauptachse der aktiven Bearbeitungsebene (X bei Werkzeug-Achse Z) liegt immer in der maschinenfesten Hauptebene (Z/X bei Werkzeug-Achse Z).

Diese Funktion steht auch dann zur Verfügung, wenn Sie den Programmlauf unterbrechen und die Achsen manuell verfahren wollen.

2.6 Dynamische Kollisionsüberwachung (Software-Option)

Funktion



Die dynamische Kollisionsüberwachung **DCM** (engl.: Dynamic **C**ollision **M**onitoring) muss von Ihrem Maschinenhersteller an die TNC und an die Maschine angepasst werden. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Der Maschinenhersteller kann beliebige Objekte definieren, die von der TNC bei allen Maschinenbewegungen überwacht werden. Unterschreiten zwei kollisionsüberwachte Objekte einen bestimmten Abstand zueinander, gibt die TNC eine Fehlermeldung aus.

Die TNC überwacht auch das aktive Werkzeug mit der in der Werkzeug-Tabelle eingetragenen Länge und dem eingetragenen Radius auf Kollision (zylindrisches Werkzeug vorausgesetzt).



Beachten Sie, dass bei bestimmten Werkzeugen (z.B. bei Messerköpfen) der kollisionsverursachende Durchmesser größer sein kann als die durch die Werkzeug-Korrekturdaten definierten Abmessungen.

Die dynamische Kollisionsüberwachung ist in allen Maschinen-Betriebsarten aktiv und wird durch ein Symbol in der Betriebsartenzeile angezeigt.

Kollisionsüberwachung in den manuellen Betriebsarten

In den Betriebsarten **`Manuell`** oder **`El. Handrad`** stoppt die TNC eine Bewegung, wenn zwei kollisionsüberwachte Objekte einen bestimmten Abstand zueinander unterschreiten. Zusätzlich reduziert die TNC die Vorschubgeschwindigkeit deutlich, wenn der Abstand zum fehlerauslösenden Grenzwert kleiner als 5 mm beträgt.

Die TNC unterscheidet für die Fehlerbehandlung drei Zonen:

- Vorwarnung: Zwei kollisionsüberwachte Objekte befinden sich in einem Abstand zueinander von **kleiner 14 mm**
- Warnung: Zwei kollisionsüberwachte Objekte befinden sich in einem Abstand zueinander von **kleiner 8 mm**
- Fehler: Zwei kollisionsüberwachte Objekte befinden sich in einem Abstand zueinander von **kleiner 2 mm**

Zone Vorwarnung

Zwei kollisionsüberwachte Objekte befinden sich in einem Abstand zueinander, der **zwischen 12 und 14 mm** liegt. Die angezeigte Fehlermeldung (genauen Text legt der Maschinenhersteller fest) beginnt grundsätzlich mit der Zeichenfolge **]--[**.

- Fehlermeldung mit Taste CE quittieren
- Achsen manuell aus dem Gefahrenbereich fahren, auf Verfahrrichtung achten
- Ggf. Ursache für Kollisionsmeldung beseitigen

Zone Warnung

Zwei kollisionsüberwachte Objekte befinden sich in einem Abstand zueinander, der **zwischen 6 und 8** mm liegt. Die angezeigte Fehlermeldung (genauen Text legt der Maschinenhersteller fest) beginnt grundsätzlich mit der Zeichenfolge **]-[**.

- Fehlermeldung mit Taste CE quittieren
- Achsen manuell aus dem Gefahrenbereich fahren, auf Verfahrrichtung achten
- Ggf. Ursache für Kollisionsmeldung beseitigen

Zone Fehler

Zwei kollisionsüberwachte Objekte befinden sich in einem Abstand zueinander, der **unter 2 mm** liegt. Die angezeigte Fehlermeldung (genauen Text legt der Maschinenhersteller fest) beginnt grundsätzlich mit der Zeichenfolge **][**. In diesem Zustand können Sie die Achsen nur dann verfahren, wenn Sie die Kollisionsüberwachung deaktiviert haben:

- Menü zum Deaktivieren der Kollisionsüberwachung wählen: Softkey Kollisions-Überwachung drücken (hintere Softkey-Leiste)
- Menüpunkt **Manueller Betrieb** wählen: Pfeiltasten benützen
- Kollisionsüberwachung deaktivieren: Taste ENT drücken, das Symbol für die Kollisionsüberwachung in der Betriebsartenzeile blinkt
- Fehlermeldung mit Taste CE quittieren
- Achsen manuell aus dem Gefahrenbereich fahren, auf Verfahrrichtung achten
- Ggf. Ursache für Kollisionsmeldung beseitigen
- Kollisionsüberwachung wieder aktivieren: Taste ENT drücken, die TNC zeigt das Symbol für die Kollisionsüberwachung in der Betriebsartenzeile dauerhaft an

Kollisionsüberwachung im Automatikbetrieb



Die Funktion Handradüberlagerung mit M118 ist in Verbindung mit der Kollisionsüberwachung nicht möglich.

Die TNC überwacht Bewegungen satzweise, gibt also eine Kollisionswarnung in dem Satz aus, der eine Kollision verursachen würde und unterbricht den Programmlauf. Eine Vorschubreduzierung wie im Manuellen Betrieb findet generell nicht statt.



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

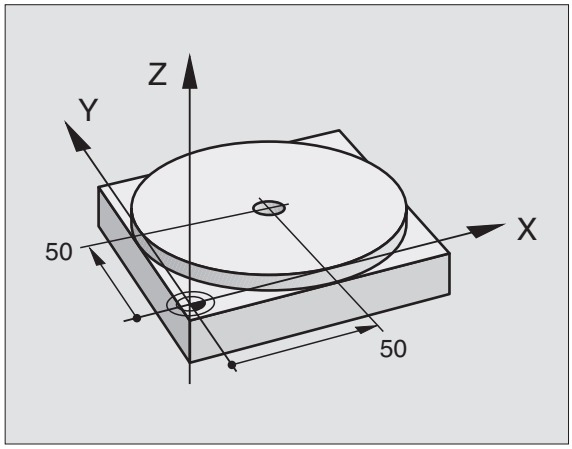
Programmlauf starten: Externe START-Taste

Einschränkung

Die Programmier-Grafik und die Programmlauf-Grafik stehen nicht zur Verfügung. Die Datei $MDI darf keinen Programm-Aufruf enthalten (%).

Beispiel 1

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



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

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

Geraden-Funktion **G00** (siehe „Gerade im Eilgang G00 Gerade mit Vorschub G01 F. . .“ auf Seite 205), Zyklus **G200** BOHREN (siehe „BOHREN (Zyklus G200)“ auf Seite 278).

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. **`G01 G40 G90 C+2.561 F50`**



Eingabe abschließen



Externe START-Taste drücken: Schieflage wird durch Drehung des Rundtischs beseitigt

Programme aus $MDI sichern oder löschen

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



Betriebsart wählen: Programm- Einspeichern/Editieren



Datei-Verwaltung aufrufen: Taste PGM MGT (Program Management)



Datei $MDI markieren



„Datei kopieren“ wählen: Softkey KOPIEREN

```
ZIEL-DATEI =
```

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



Kopieren ausführen



Datei-Verwaltung verlassen: Softkey ENDE

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



Wenn Sie $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 107.

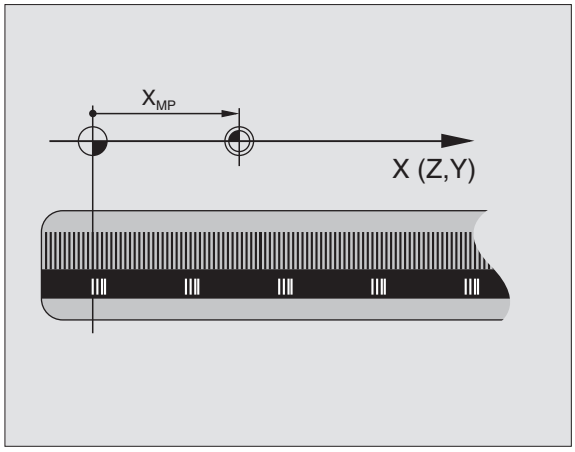


4

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

4.1 Grundlagen

Wegmessgeräte und Referenzmarken

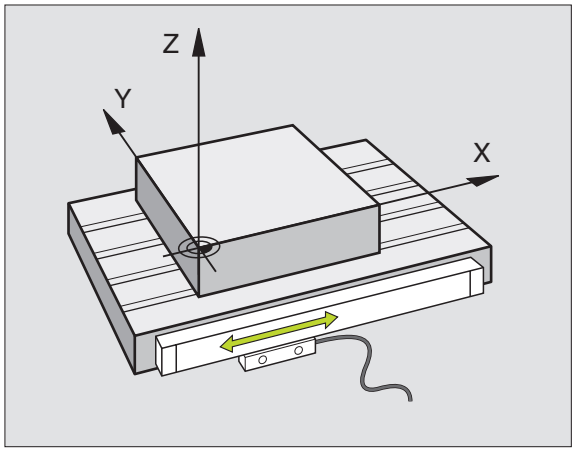


An den Maschinenachsen befinden sich Wegmessgeräte, die die Positionen des Maschinentisches bzw. des Werkzeugs erfassen. An Linearachsen sind üblicherweise Längenmessgeräte angebaut, an Rundtischen und Schwenkachsen Winkelmessgeräte.

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°.

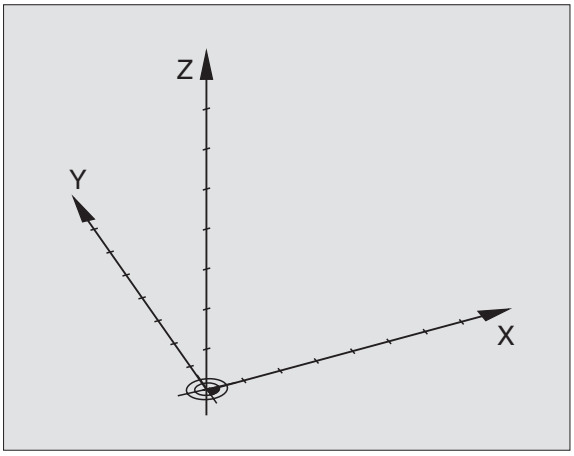
Bei absoluten Messgeräten wird nach dem Einschalten ein absoluter Positionswert zur Steuerung übertragen. Dadurch ist, ohne Verfahren der Maschinenachsen, die Zuordnung zwischen der Ist-Position und der Maschinenschlitten-Position direkt nach dem Einschalten wieder hergestellt.



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.

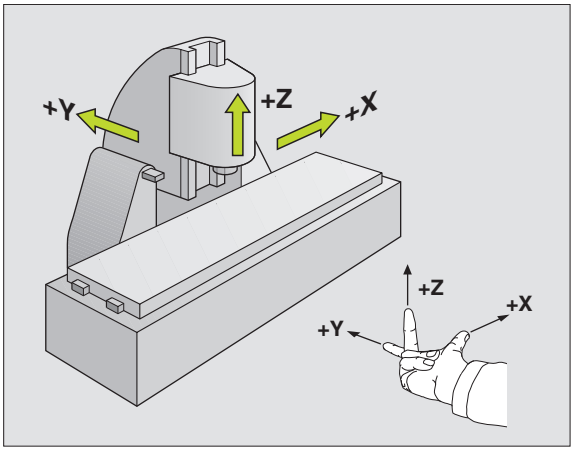


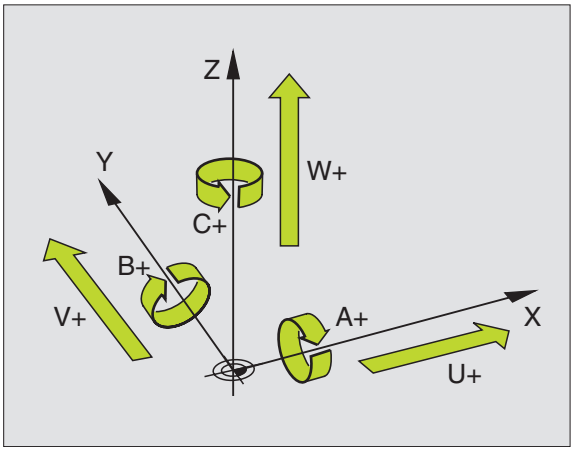
Koordinaten, die sich auf den Nullpunkt beziehen, werden als absolute Koordinaten bezeichnet. Relative Koordinaten beziehen sich auf eine beliebige andere Position (Bezugspunkt) im Koordinatensystem. Relative Koordinaten-Werte werden auch als inkrementale Koordinaten-Werte bezeichnet.

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.





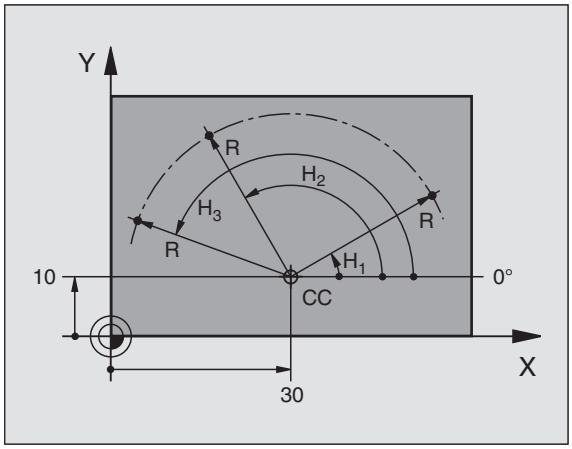
Polarkoordinaten

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 CC (CC = circle centre; engl. Kreismittelpunkt). Eine Position in einer Ebene ist so eindeutig festgelegt durch:

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

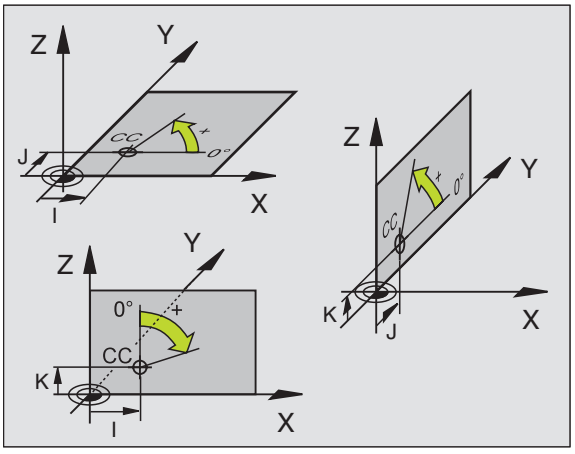
Siehe Bild rechts oben



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 PA eindeutig zugeordnet.

Pol-Koordinaten (Ebene)	Winkel-Bezugsachse
X/Y	+X
Y/Z	+Y
Z/X	+Z



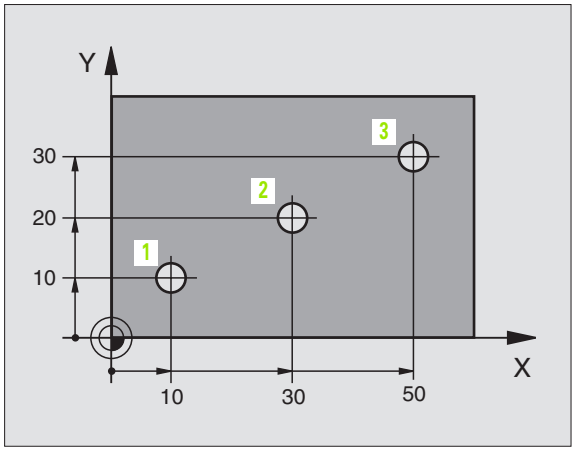
Absolute und inkrementale Werkstück-Positionen

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.

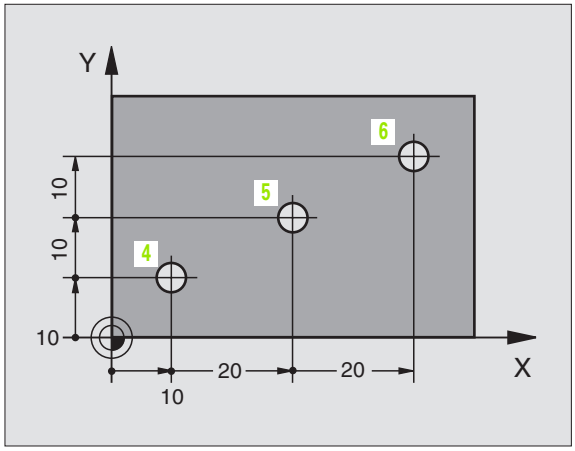
Ein Inkremental-Maß kennzeichnen Sie durch die Funktion **G91** vor der Achsbezeichnung.

Beispiel 2: Bohrungen mit inkrementalen Koordinaten

Absolute Koordinaten der Bohrung 4

X = 10 mm
Y = 10 mm

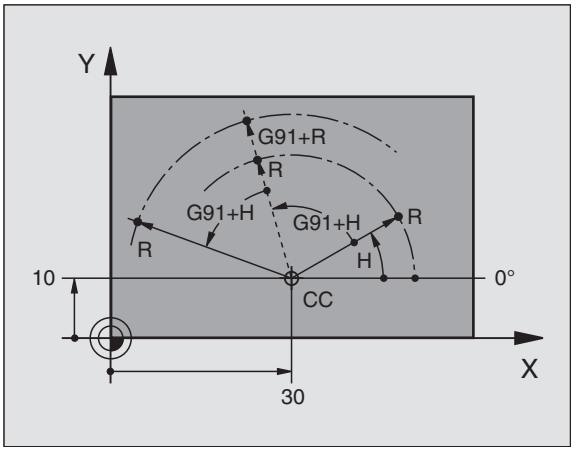
Bohrung 5, bezogen auf 4	Bohrung 6, bezogen auf 5
G91 X = 20 mm	**G91 X** = 20 mm
G91 Y = 10 mm	**G91 Y** = 10 mm



Absolute und inkrementale Polarkoordinaten

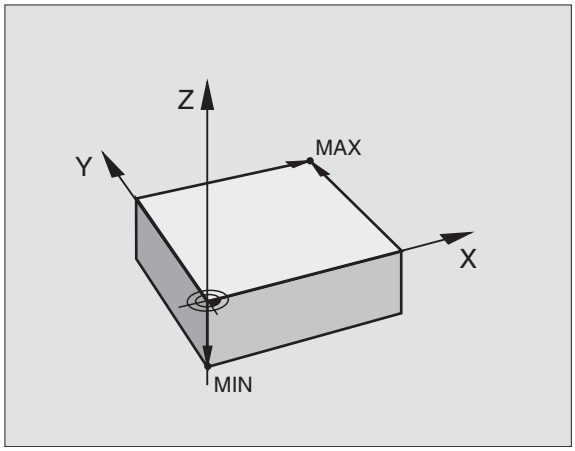
Absolute Koordinaten beziehen sich immer auf den Pol und die Winkel-Bezugsachse.

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.



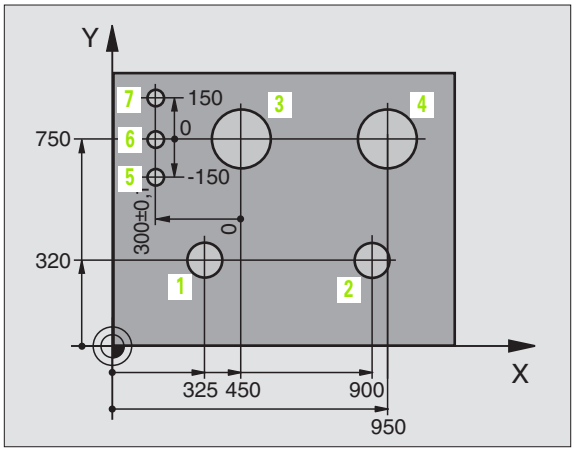
Gibt die Werkstück-Zeichnung relative Bezugspunkte vor, so nutzen Sie einfach die Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung (siehe „Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung" auf Seite 424).

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

Dateien in der TNC	Typ
Programme	
im HEIDENHAIN-Format	.H
im DIN/ISO-Format	.I
smarT.NC-Dateien	
Strukturierte Unit-Programm	.HU
Konturbeschreibungen	.HC
Punkte-Tabellen für Bearbeitungspositionen	.HP
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
Zeichnungsdaten als	
ASCII-Dateien	.DXF

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

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 **25 GByte** (2-Prozessor-Version: **13 GByte**).

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

Die Länge von Dateinamen sollte 25 Zeichen nicht überschreiten, ansonsten zeigt die TNC den Programm-Namen nicht mehr vollständig an. Die Zeichen *** \ / " ? < > .** sind in Dateinamen nicht erlaubt.

Datensicherung

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

Mit der kostenlosen Datenübertragungs-Software TNCremo NT stellt HEIDENHAIN eine einfache Möglichkeit zur Verfügung, Backups von auf der TNC gespeicherten Daten zu erstellen .

Weiterhin benötigen Sie einen Datenträger, auf dem alle maschinenspezifischen Daten (PLC-Programm, Maschinen-Parameter usw.) gesichert sind. Wenden Sie sich hierzu ggf. 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.



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 Arbeiten mit der Datei-Verwaltung

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

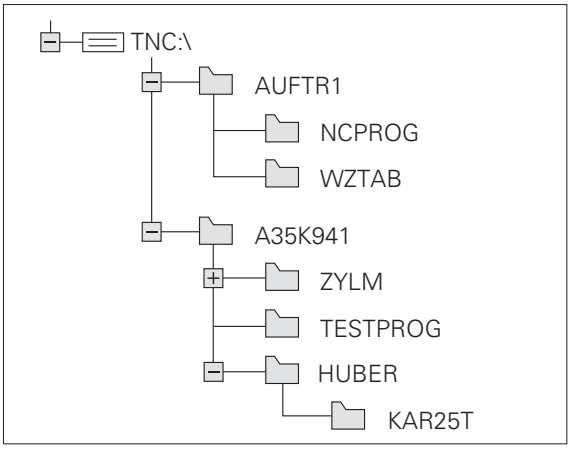
Ein Pfad gibt das Laufwerk und sämtliche Verzeichnisse bzw. Unterverzeichnisse an, in denen eine Datei gespeichert ist. Die einzelnen Angaben werden mit „\" getrennt.

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 Datei-Verwaltung

Funktion	Softkey	Seite
Einzelne Datei kopieren (und konvertieren)	KOPIEREN ABC→XYZ	Seite 107
Ziel-Verzeichnis wählen		Seite 107
Bestimmten Datei-Typ anzeigen	TYP WÄHLEN	Seite 104
Die letzten 10 gewählten Dateien anzeigen	LETZTE DATEIEN	Seite 109
Datei oder Verzeichnis löschen	LÖSCHEN	Seite 110
Datei markieren	MARKIEREN	Seite 111
Datei umbenennen	UMBENEN. ABC = XYZ	Seite 112
Datei gegen Löschen und Ändern schützen	SCHÜTZEN	Seite 112
Datei-Schutz aufheben	UNGESCH.	Seite 112
Netzlaufwerke verwalten	NETZWERK	Seite 116
Verzeichnis kopieren	KOP.VERZ.	Seite 109
Verzeichnisse eines Laufwerks anzeigen	AKT. BAUM	
Verzeichnis mit allen Unterverzeichnissen löschen	LÖSCHE ALLE	Seite 112

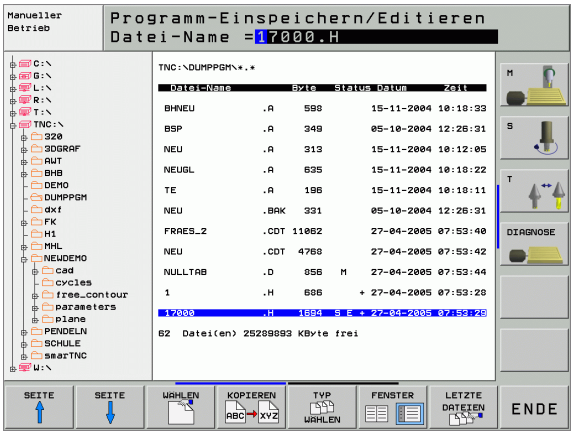
Datei-Verwaltung aufrufen

PGM MGT

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

Das linke, schmale Fenster 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 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

Schritt 1: Laufwerk wählen

Laufwerk im linken Fenster markieren:

WÄHLEN — Laufwerk wählen: Softkey WÄHLEN drücken, oder

ENT — Taste ENT drücken

Schritt 2: Verzeichnis wählen

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

Schritt 3: Datei wählen



Softkey TYP WÄHLEN drücken



Softkey des gewünschten Datei-Typs drücken, oder



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:



Softkey WÄHLEN drücken, oder



Taste ENT drücken

Die TNC aktiviert die gewählte Datei in der Betriebsart, aus der Sie die Datei-Verwaltung aufgerufen haben

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.

Der Datei-Typ der extern erstellten Tabelle sollte **.A** (ASCII) sein. In diesen Fällen kann die Tabelle dann beliebige Zeilennummern enthalten. Wenn Sie den Datei-Typ .T erstellen, dann muss die Tabelle fortlaufende, mit 0 beginnende Zeilennummern enthalten.

Beispiel

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

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

- Kopieren Sie diese Tabelle von dem externen Datenträger in ein beliebiges Verzeichnis
- Kopieren Sie die extern erstellte Tabelle mit der Dateiverwaltung der TNC über die bestehende Tabelle TOOL.T: Die TNC fragt, 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 drükken 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
- Oder drükken Sie den Softkey LEERZEILEN ERSETZEN, dann überschreibt die TNC in der Datei TOOL.T nur die Zeilen, in denen keine Daten eingetragen sind. 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.

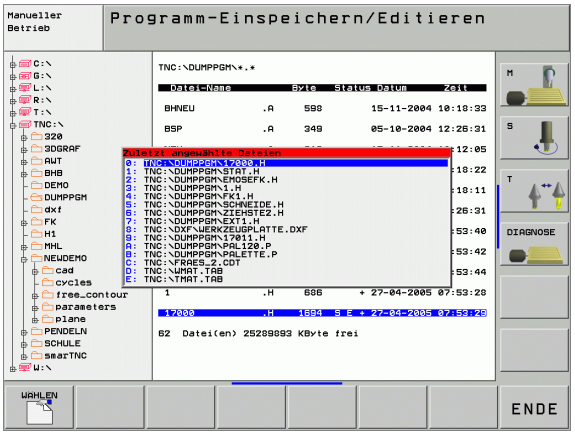
Eine der zuletzt gewählten Dateien auswählen

PGM MGT

Datei-Verwaltung aufrufen

LETZTE DATEIEN

Die letzten 15 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

WÄHLEN

Laufwerk wählen: Softkey WÄHLEN drücken, oder

ENT

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 I



- 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

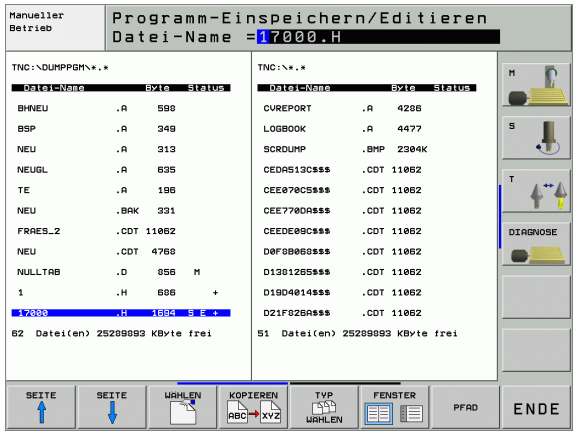
Bevor Sie Daten zu einem externen Datenträger übertragen können, müssen Sie die Datenschnittstelle einrichten (siehe „Datenschnittstellen einrichten" auf Seite 551).

PGM MGT

Datei-Verwaltung aufrufen

FENSTER

Bildschirm-Aufteilung für die Datenübertragung wählen: Softkey FENSTER drücken. Die TNC zeigt in der linken Bildschirmhälfte alle Dateien, die in der TNC gespeichert sind, in der rechten Bildschirmhälfte 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.

KOPIEREN

Einzelne Datei übertragen: Softkey KOPIEREN drükken, oder

MARKIEREN

mehrere Dateien übertragen: Softkey MARKIEREN drücken (auf der zweiten Softkey-Leiste, siehe „Dateien markieren", Seite 111), oder

KOPIEREN

alle Dateien übertragen: Softkey TNC => EXT drücken

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

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



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



Um bei der doppelten Dateifenster-Darstellung ein anderes Verzeichnis zu wählen, drücken Sie den Softkey PFAD. 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

MARKIEREN

- Funktionen zum Markieren der Dateien anzeigen

DATEI MARKIEREN

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

KOP.MARK.

- Die markierten Dateien in das Zielverzeichnis kopieren

Weitere Markierungs-Funktionen: siehe „Dateien markieren", Seite 111.

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.

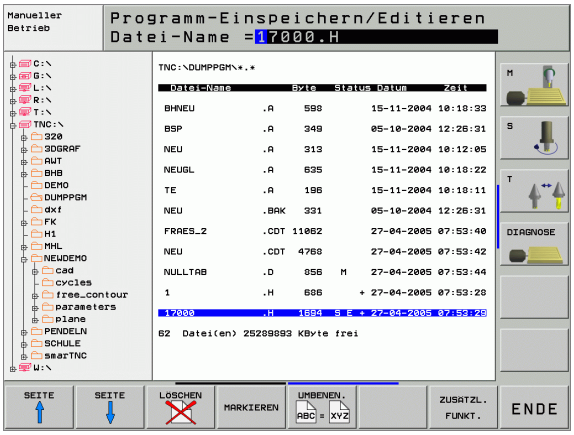
Die TNC am Netzwerk

Um die Ethernet-Karte an Ihr Netzwerk anzuschließen, siehe „Ethernet-Schnittstelle", Seite 555.

Um die iTNC mit Windows 2000 an Ihr Netzwerk anzuschließen, siehe „Netzwerk-Einstellungen", Seite 615.

Fehlermeldungen während des Netzwerk-Betriebs protokolliert die TNC (siehe „Ethernet-Schnittstelle" auf Seite 555).

Wenn die TNC an ein Netzwerk angeschlossen ist, stehen Ihnen bis zu 7 zusätzliche Laufwerke im linken Verzeichnis-Fenster zur Verfügung (siehe Bild). 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 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.

USB-Geräte an der TNC (FCL 2-Funktion)

Besonders einfach können Sie Daten über USB-Geräte sichern bzw. in die TNC einspielen. Die TNC unterstützt folgende USB-Blockgeräte:

- Disketten-Laufwerke mit Dateisystem FAT/VFAT
- Memory-Sticks mit Dateisystem FAT/VFAT
- Festplatten mit Dateisystem FAT/VFAT
- CD-ROM-Laufwerke mit Dateisystem Joliet (ISO9660)

Solche USB-Geräte erkennt die TNC beim Anstecken automatisch. USB-Geräte mit anderen Dateisystemen (z.B. NTFS) unterstützt die TNC nicht. Die TNC gibt beim Anstecken dann die Fehlermeldung **USB: TNC unterstützt Gerät nicht** aus.



Die TNC gibt die Fehlermeldung **USB: TNC unterstützt Gerät nicht** auch dann aus, wenn Sie einen USB-Hub anschließen. In diesem Fall die Meldung einfach mit der Taste CE quittieren.

Prinzipiell sollten alle USB-Geräte mit oben erwähnten Dateisystemen an die TNC anschließbar sein. Sollten dennoch Probleme auftreten, setzen Sie sich bitte mit HEIDENHAIN in Verbindung.

In der Datei-Verwaltung sehen Sie USB-Geräte als eigenes Laufwerk im Verzeichnisbaum, so dass Sie die in den vorherigen Abschnitten beschriebenen Funktionen zur Datei-Verwaltung entsprechend nutzen können.

Um ein USB-Gerät zu entfernen, müssen Sie grundsätzlich wie folgt vorgehen:



▶ Datei-Verwaltung wählen: Taste PGM MGT drücken



▶ Mit der Pfeiltaste das linke Fenster wählen



▶ Mit einer Pfeiltaste das zu trennende USB-Gerät wählen



▶ Softkey-Leiste weiterschalten



▶ Zusätzliche Funktionen wählen



▶ Funktion zum Entfernen von USB-Geräten wählen: Die TNC entfernt das USB-Geräte aus dem Verzeichnisbaum



▶ Datei-Verwaltung beenden

Umgekehrt können Sie ein zuvor entferntes USB-Gerät wieder anbinden, indem Sie folgenden Softkey betätigen:



▶ Funktion zum Wiederanbinden von USB-Geräten wählen

4.4 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.

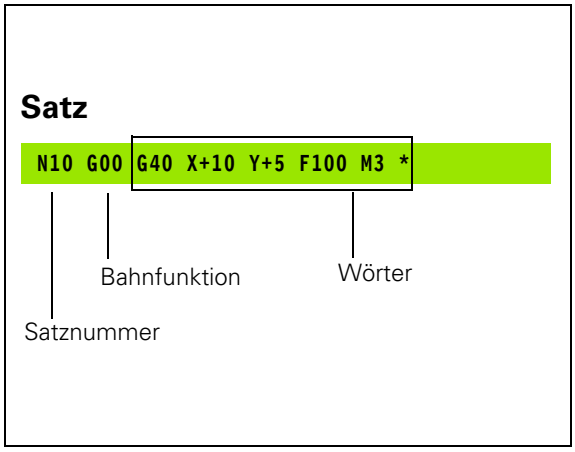
Die TNC numeriert die Sätze eines Bearbeitungs-Programms automatisch, in Abhängigkeit von MP7220. MP7220 definiert die Satznummern-Schrittweite.

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. Beispiel für eine Programm-Eröffnung:



Betriebsart **Programm-Einspeichern/Editieren** wählen



Datei-Verwaltung aufrufen: Taste PGM MGT drücken

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

```
DATEI-NAME = ALT.H
```



Neuen Programm-Namen eingeben, mit Taste ENT bestätigen



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

```
SPINDELACHSE PARALLEL X/Y/Z?
```



Spindelachse eingeben

```
DEF BLK-FORM: MIN-PUNKT?
```

0 

0 

-40 

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

```
DEF BLK-FORM: MAX-PUNKT?
```

100 

100 

0 

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

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 nach unten blättern	
Sprung zum Programm-Anfang	
Sprung zum Programm-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	 
Bestimmten Satz wählen: Taste GOTO drücken, gewünschte Satznummer eingeben, mit Taste ENT bestätigen. Oder: Satznummernschritt eingeben und die Anzahl der eingegeben Zeilen durch Druck auf Softkey N ZEILEN nach oben oder unten überspringen	

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
Zyklen und Programmteile löschen	DEL
Satz einfügen, den Sie zuletzt editiert bzw. gelöscht haben	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.



Wenn Sie in sehr langen Programmen die Suche gestartet haben, blendet die TNC ein Fenster mit Fortschritts-Anzeige ein. Zusätzlich können Sie dann per Softkey die Suche abbrechen.

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

Beliebigen Text finden

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

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 drücken. 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

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

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

WEITER

- 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 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 SÄTZE
Suchen/Ersetzen-Funktion aktivieren	SUCHEN + ERSETZEN

Suchoptionen	Softkey
Suchrichtung festlegen	AUFWÄRTS ABWÄRTS / AUFWÄRTS ABWÄRTS
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



Die Funktion Suchen/Ersetzen ist nicht möglich, wenn

- Ein Programm geschützt ist
- Wenn das Programm von der TNC gerade abgearbeitet wird

Bei der Funktion ALLES ERSETZEN darauf achten, dass Sie nicht versehentlich Textteile ersetzen, die eigentlich unverändert bleiben sollen. Ersetzte Texte sind unwiederbringlich verloren.

▶ 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

X

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

Z

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

WEITER

▶ 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 alle gefundenen Textstellen zu ersetzen: Softkey ALLES ERSETZEN drücken, oder um den Text nicht zu ersetzen und die nächste Fundstelle anzuspringen: Softkey NICHT ERSETZEN drükken

END

▶ Suchfunktion beenden

4.5 Programmier-Grafik

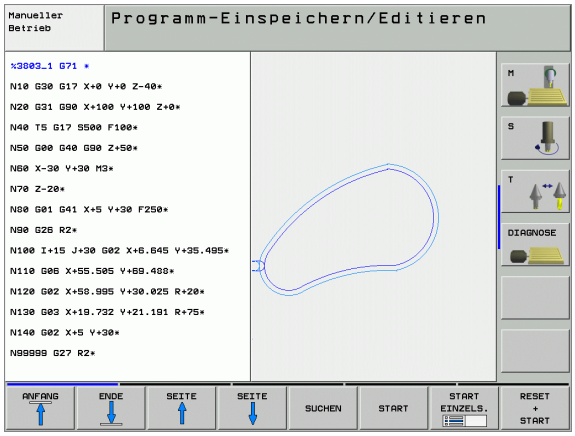
Programmier-Grafik mitführen/nicht mitführen

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

AUTOM. ZEICHNEN AUS EIN

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



Wenn die 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

RESET + START

- Grafik erstellen: Softkey RESET + START drücken

Weitere Funktionen:

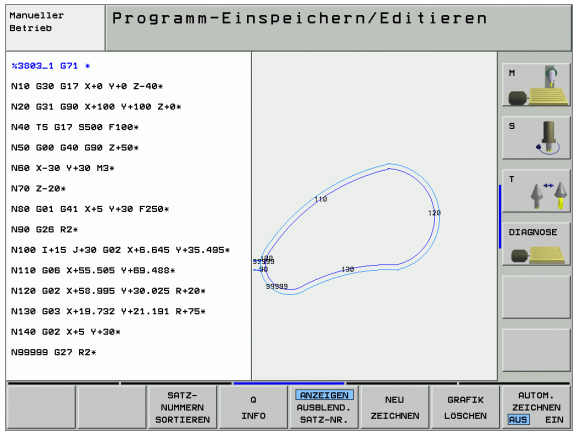
Funktion	Softkey
Programmier-Grafik vollständig erstellen	RESET + START
Programmier-Grafik satzweise erstellen	START EINZELS.
Programmier-Grafik komplett erstellen oder nach RESET + START vervollständigen	START
Programmier-Grafik anhalten. Dieser Softkey erscheint nur, während die TNC eine Programmier-Grafik erstellt	STOP
Programmier-Grafik neu zeichnen, wenn z.B. durch Überschneidungen Linien gelöscht wurden	NEU ZEICHNEN

Satz-Nummern ein- und ausblenden





- Softkey-Leiste umschalten: Siehe Bild rechts oben
- Satz-Nummern einblenden: Softkey ANZEIGEN AUSBLEND. SATZ-NR. auf ANZEIGEN setzen
- Satz-Nummern ausblenden: Softkey ANZEIGEN AUSBLEND. SATZ-NR. auf AUSBLEND. setzen



Grafik löschen





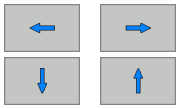
- Softkey-Leiste umschalten: Siehe Bild rechts oben
- Grafik löschen: Softkey GRAFIK LÖSCHEN drücken

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)

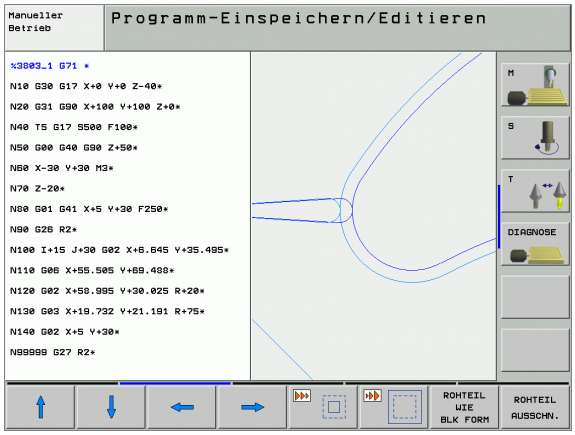
Damit stehen folgende Funktionen zur Verfügung:

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.



4.6 3D-Liniengrafik (FCL 2-Funktion)

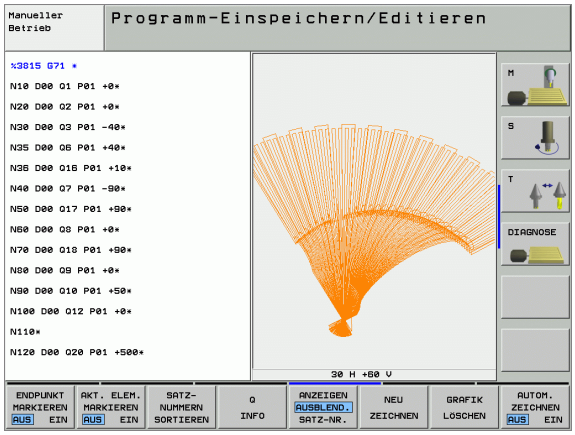
Anwendung

Mit der dreidimensionalen Liniengrafik können Sie die programmierten Verfahrwege von der TNC dreidimensional darstellen lassen. Um Details schnell erkennen zu können, steht eine leistungsfähige Zoom-Funktion zur Verfügung.

Insbesondere extern erstellte Programme können Sie mit der 3D-Liniengrafik schon vor der Bearbeitung auf Unregelmäßigkeiten prüfen, um unerwünschte Bearbeitungsmarken am Werkstück zu vermeiden. Solche Bearbeitungsmarken treten beispielsweise dann auf, wenn Punkte vom Postprozessor falsch ausgegeben wurden.

Damit Sie schnell Fehlerstellen aufspüren können, markiert die TNC den im linken Fenster aktiven Satz in der 3D-Liniengrafik andersfarbig (Grundeinstellung: Rot).

- Zur Bildschirm-Aufteilung Programm links und 3D-Linien rechts wechseln: Taste SPLIT SCREEN und Softkey PROGRAMM + 3D-LINIEN drücken



Funktionen der 3D-Liniengrafik

Funktion	Softkey
Zoom-Rahmen einblenden und nach oben verschieben. Zum Verschieben Softkey gedrückt halten	
Zoom-Rahmen einblenden und nach unten verschieben. Zum Verschieben Softkey gedrückt halten	
Zoom-Rahmen einblenden und nach links verschieben. Zum Verschieben Softkey gedrückt halten	
Zoom-Rahmen einblenden und nach rechts verschieben. Zum Verschieben Softkey gedrückt halten	
Rahmen vergrößern – zum Vergrößern Softkey gedrückt halten	
Rahmen verkleinern – zum Verkleinern Softkey gedrückt halten	
Ausschnitts-Vergrößerung zurücksetzen, so dass die TNC das Werkstück gemäß programmierter BLK-Form anzeigt	ROHTEIL WIE BLK FORM
Ausschnitt übernehmen	AUSSCHN. ÜBERNEHM.
Werkstück im Uhrzeigersinn drehen	
Werkstück im Gegen-Uhrzeigersinn drehen	
Werkstück nach hinten kippen	
Werkstück nach vorne 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	
Werkstück in Originalgröße anzeigen	
Werkstück in der zuletzt aktiven Ansicht anzeigen	LETZTE ANSICHT

Funktion	Softkey
Programmierte Endpunkte durch einen Punkt auf der Linie anzeigen/nicht anzeigen	ENDPUNKT MARKIEREN AUS EIN
Den im linken Fenster angewählten NC-Satz in der 3D-Liniengrafik farblich hervorgehoben anzeigen/nicht anzeigen	AKT. ELEM. MARKIEREN AUS EIN
Satz-Nummern anzeigen/nicht anzeigen	ANZEIGEN AUSBLEND. SATZ-NR.

Sie können die 3D-Liniengrafik auch mit der Mouse bedienen. Folgende Funktionen stehen zur Verfügung:

- Um das dargestellte Drahtmodell dreidimensional zu drehen: rechte Mouse-Taste gedrückt halten und Mouse bewegen. Die TNC zeigt ein Koordinatensystem an, das die momentan aktive Ausrichtung des Wekstückes darstellt. Nachdem Sie die rechte Mouse-Taste losgelassen haben, orientiert die TNC das Werkstück auf die definierte Ausrichtung
- Um das dargestellte Drahtmodell zu verschieben: mittlere Mouse-Taste, bzw. Mouse-Rad, gedrückt halten und Mouse bewegen. Die TNC verschiebt das Werkstück in die entsprechende Richtung. Nachdem Sie die mittlere Mouse-Taste losgelassen haben, verschiebt die TNC das Werkstück auf die definierte Position
- Um mit der Mouse einen bestimmten Bereich zu zoomen: mit gedrückter linker Mouse-Taste den rechteckigen Zoom-Bereichs markieren. Nachdem Sie die linke Mouse-Taste losgelassen haben, vergrößert die TNC das Werkstück auf den definierten Bereich
- Um mit der Mouse schnell aus- und einzuzoomen: Mouserad vor bzw. zurückdrehen

NC-Sätze in der Grafik farblich hervorheben



- Softkey-Leiste umschalten



- Im Bildschirm links angewählten NC-Satz in der 3D-Liniengrafik rechts farblich markiert anzeigen: Softkey AKT. ELEM. MARKIEREN AUS / EIN. auf EIN setzen
- Im Bildschirm links angewählten NC-Satz in der 3D-Liniengrafik rechts nicht farblich markiert anzeigen: Softkey AKT. ELEM. MARKIEREN AUS / EIN. auf AUS setzen

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

4.7 Programme gliedern

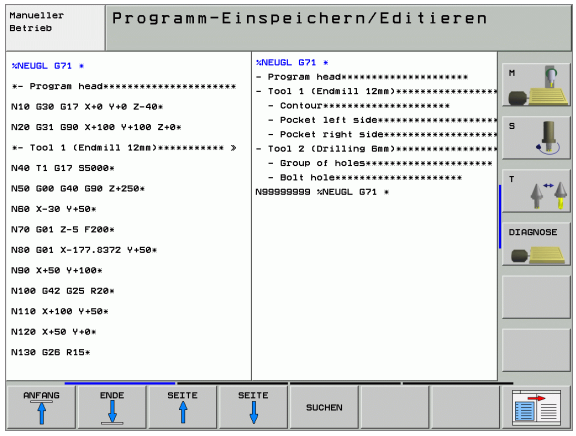
Definition, Einsatzmöglichkeit

Die TNC gibt Ihnen die Möglichkeit, die Bearbeitungs-Programme mit Gliederungs-Sätzen zu kommentieren. Gliederungs-Sätze sind kurze Texte (max. 37 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.

Die eingefügten Gliederungspunkte werden von der TNC in einer separaten Datei verwaltet (Endung .SEC.DEP). Dadurch erhöht sich die Geschwindigkeit beim Navigieren im Gliederungsfenster.



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

GLIEDE-RUNG EINFÜGEN

- Softkey GLIEDERUNG EINFÜGEN oder Taste * auf der ASCII-Tastatur drücken
- Gliederungs-Text über Alpha-Tastatur eingeben
- Ggf. Gliederungstiefe per Softkey verändern

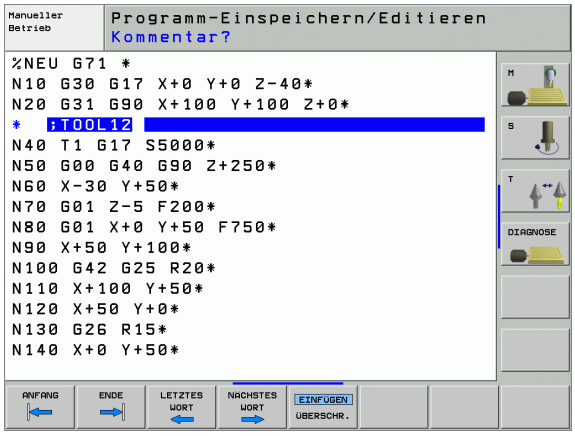
Sätze im Gliederungs-Fenster wählen

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 das letzte Wort im Satz wählen: Ein Semikolon erscheint am Satzende und die TNC zeigt die Frage **Kommentar?**
- Kommentar eingeben und den Satz mit der Taste END abschließen

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.

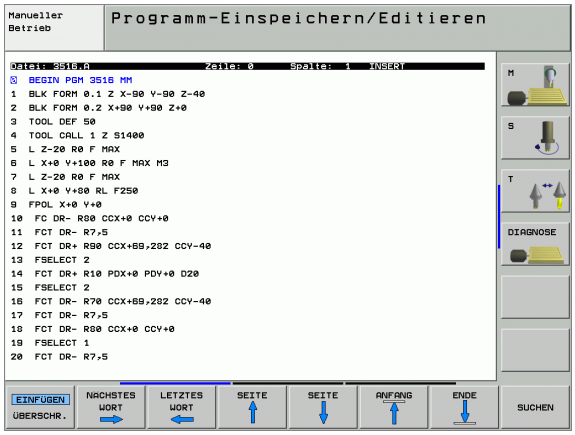
4.9 Text-Dateien erstellen

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	NÄCHSTES WORT →
Cursor ein Wort nach links	LETZTES WORT ←
Cursor auf die nächste Bildschirmseite	SEITE ↓
Cursor auf die vorherige Bildschirmseite	SEITE ↑
Cursor zum Datei-Anfang	ANFANG ↑
Cursor zum Datei-Ende	ENDE ↓

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

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

ANHÄNGEN AN DATEI

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

Andere Datei an Cursor-Position einfügen

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

EINFÜGEN VON DATEI

- Softkey EINFÜGEN VON DATEI drücken. Die TNC zeigt den Dialog **Datei-Name =**
- Pfad und Namen der Datei eingeben, die Sie einfügen wollen

Textteile finden

Die Suchfunktion des Text-Editors findet Worte oder Zeichenketten im Text. 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

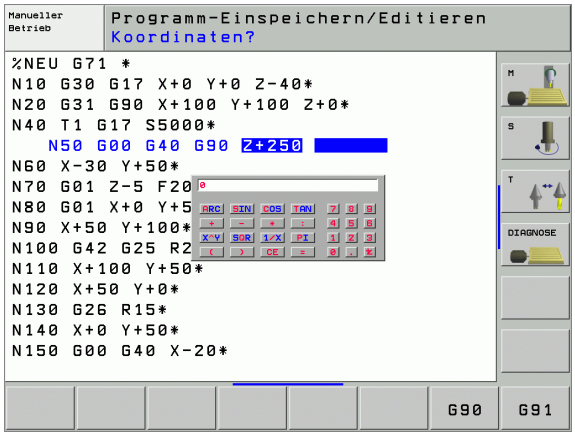
- Suchfunktion wählen: Softkey SUCHEN drücken. Die TNC zeigt den Dialog **Suche Text:**
- Gesuchten Text eingeben
- Text suchen: Softkey AUSFÜHREN drücken
- Suchfunktion verlassen Softkey ENDE drücken

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-Fehlermeldungen

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.

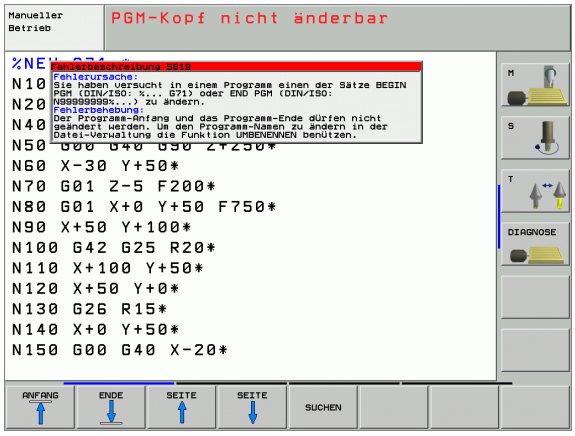
Um nähere Informationen zu einer anstehenden Fehlermeldung zu erhalten, drücken Sie die Taste HELP. Die TNC blendet dann ein Fenster ein, in dem die Fehlerursache und die Fehlerbehebung beschrieben sind.

Hilfe anzeigen

HELP

- Hilfe anzeigen: Taste HELP drücken
- Fehlerbeschreibung und die Möglichkeiten zur Fehlerbeseitigung durchlesen. Ggf. zeigt die TNC noch Zusatz-Informationen an, die bei der Fehlersuche durch HEIDENHAIN-Mitarbeiter hilfreich sind. Mit der Taste CE schließen Sie das Hilfe-Fenster und quittieren gleichzeitig die anstehende Fehlermeldung
- Fehler gemäß der Beschreibung im Hilfe-Fenster beseitigen

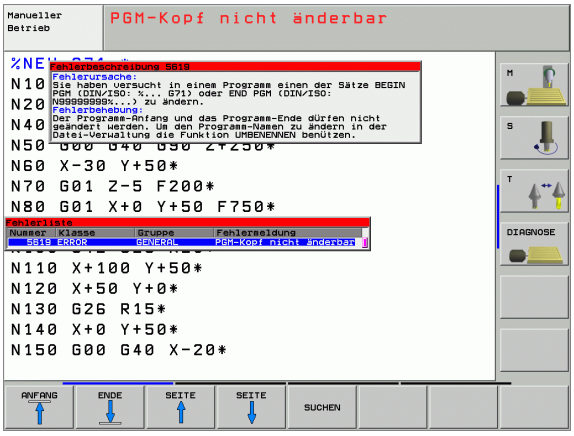
Bei blinkenden Fehlermeldungen zeigt die TNC den Hilfetext automatisch an. Nach blinkenden Fehlermeldungen müssen Sie die TNC neu starten, indem Sie die END-Taste 2 Sekunden gedrückt halten.



4.12 Liste aller anstehenden Fehlermeldungen

Funktion

Mit dieser Funktion können Sie ein Überblendfenster anzeigen lassen, in der die TNC alle anstehenden Fehlermeldungen anzeigt. Die TNC zeigt sowohl Fehler die aus der NC kommen als auch Fehler, die von Ihrem Maschinenhersteller ausgegeben werden.



Fehlerliste anzeigen

Sobald mindestens eine Fehlermeldungen ansteht können Sie die Liste anzeigen lassen:

ERR

- Liste anzeigen: Taste ERR drücken
- Mit den Pfeiltasten können Sie eine der anstehenden Fehlermeldungen anwählen
- Mit der Taste CE oder der Taste DEL löschen Sie die Fehlermeldung aus dem Überblendfenster, die momentan angwählt ist. Wenn nur eine Fehlermeldung ansteht, schließen sich gleichzeitig das Überblendfenster
- Überblendfenster schließen: Taste ERR erneut drükken. Anstehende Fehlermeldungen bleiben erhalten

Parallel zur Fehlerliste können Sie auch den jeweils zugehörigen Hilfetext in einem separaten Fenster anzeigen lassen: Taste HELP drücken.

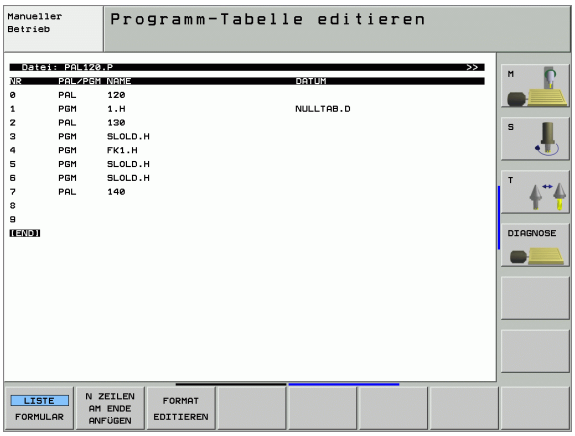
Fenster-Inhalt

Spalte	Bedeutung
Nummer	Fehlernummer (-1: Keine Fehlernummer definiert), die von HEIDENHAIN oder Ihrem Maschinenhersteller vergeben wird
Klasse	Fehlerklasse. Legt fest, wie die TNC diesen Fehler verarbeitet: ■ **ERROR** Programmlauf wird von der TNC unterbrochen (INTERNER STOP) ■ **FEED HOLD** Die Vorschub-Freigabe wird gelöscht ■ **PGM HOLD** Der Programmlauf wird unterbrochen (STIB blinkt) ■ **PGM ABORT** Der Programmlauf wird abgebrochen (INTERNER STOP) ■ **EMERG. STOP** NOT-AUS wird ausgelöst ■ **RESET** TNC führt einen Warmstart aus ■ **WARNING** Warnmeldung, Programmlauf wird fortgesetzt ■ **INFO** Info-Meldung, Programmlauf wird fortgesetzt
Gruppe	Gruppe. Legt fest, aus welchem Teil der Betriebssystem-Software die Fehlermeldung erzeugt wurde ■ **OPERATING** ■ **PROGRAMMING** ■ **PLC** ■ **GENERAL**
Fehlermeldung	Fehlertext, den die TNC jeweils anzeigt

4.13 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
- **PRESET** (Eintrag wahlweise):
  Preset-Nummer aus der Preset-Tabelle. Die hier definierte Preset-Nummer wird von der TNC entweder als Paletten-Bezugspunkt (Eintrag **PAL** in Spalte **PAL/PGM**) oder als Werkstück-Bezugspunkt (Eintrag **PGM** in Zeile **PAL/PGM**) interpretiert
- **DATUM** (Eintrag wahlweise):
  Name der Nullpunkt-Tabelle. Nullpunkt-Tabellen müssen im selben Verzeichnis gespeichert sein wie die Paletten-Tabelle, ansonsten müssen Sie den vollständigen Pfadnamen der Nullpunkt-Tabelle eingeben. Nullpunkte aus der Nullpunkt-Tabelle aktivieren Sie im NC-Programm mit dem Zyklus 7 **NULLPUNKT-VERSCHIEBUNG**

- **X, Y, Z** (Eintrag wahlweise, weitere Achsen möglich):
  Bei Paletten-Namen beziehen sich die programmierten Koordinaten auf den Maschinen-Nullpunkt. Bei NC-Programmen beziehen sich die programmierten Koordinaten auf den Paletten-Nullpunkt. Diese Einträge überschreiben den Bezugspunkt, den Sie zuletzt in der Betriebsart Manuell gesetzt haben. Mit der Zusatz-Funktion M104 können Sie den letzten gesetzten Bezugspunkt wieder aktivieren. Mit der Taste „Ist-Position übernehmen“, blendet die TNC ein Fenster ein, mit dem Sie verschiedene Punkte von der TNC als Bezugspunkt eintragen lassen können (siehe 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.

Editier-Funktion	Softkey
Tabellen-Anfang wählen	
Tabellen-Ende wählen	
Vorherige Tabellen-Seite wählen	
Nächste Tabellen-Seite wählen	
Zeile am Tabellen-Ende einfügen	

Editier-Funktion	Softkey
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

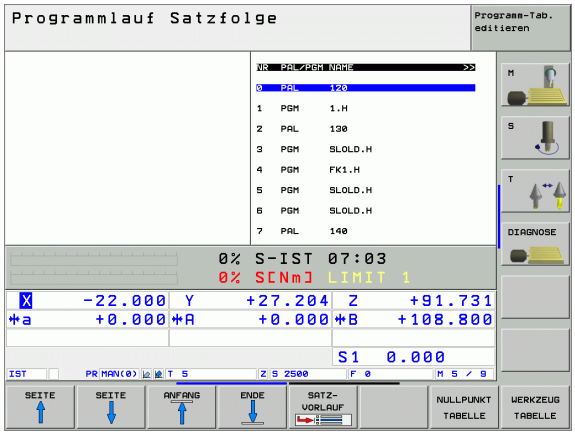
- Datei-Verwaltung wählen: Taste PGM MGT drücken
- Anderen Datei-Typ wählen: Softkey TYP WÄHLEN und Softkey für den gewünschten Datei-Typ drücken, z.B. ANZEIGEN .H
- Gewünschte Datei wählen

Paletten-Datei abarbeiten

Per Maschinen-Parameter ist festgelegt, ob die Paletten-Tabelle satzweise oder kontinuierlich abgearbeitet wird.

Sofern über den Maschinen-Parameter 7246 die Werkzeug-Einsatzprüfung aktiviert ist, können Sie die Werkzeug-Standzeit für alle in einer Palette verwendeten Werkzeuge überprüfen (siehe „Werkzeug-Einsatzprüfung" auf Seite 565).

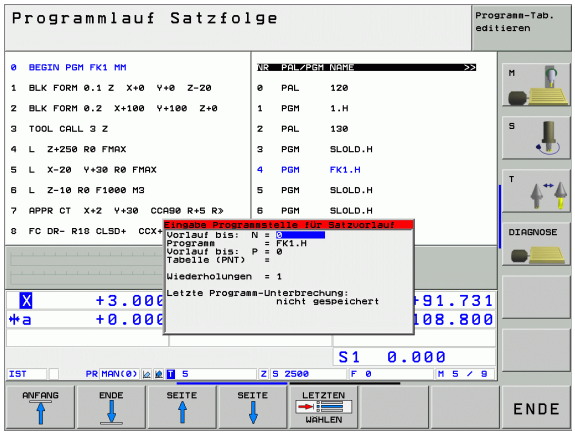
- In der Betriebsart Programmlauf Satzfolge oder Programmlauf Einzelsatz Datei-Verwaltung wählen: Taste PGM MGT drücken
- Dateien vom Typ .P anzeigen: Softkeys TYP WÄHLEN und ANZEIGEN .P drücken
- Paletten-Tabelle mit Pfeil-Tasten wählen, mit Taste ENT bestätigen
- Paletten-Tabelle abarbeiten: Taste 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:

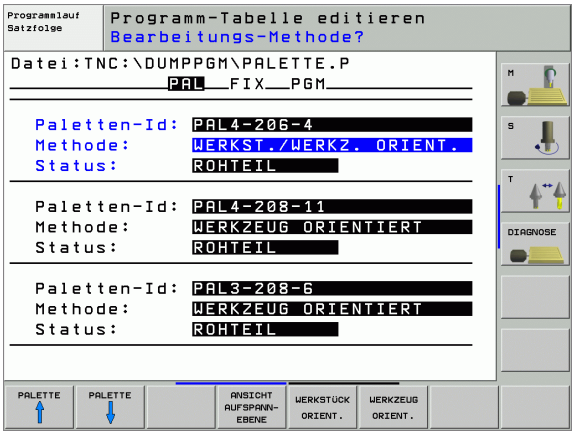
- Paletten-Tabelle wählen
- Mit Pfeiltasten Programm wählen, das Sie kontrollieren wollen
- Softkey PROGRAMM ÖFFNEN drücken: Die TNC zeigt das gewählte Programm am Bildschirm an. Mit den Pfeiltasten können Sie jetzt im Programm blättern
- Zurück zur Paletten-Tabelle: Drücken Sie den Softkey END PGM



4.14 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

- **PRESET** (Eintrag wahlweise):
  Preset-Nummer aus der Preset-Tabelle. Die hier definierte Preset-Nummer wird von der TNC entweder als Paletten-Bezugspunkt (Eintrag **PAL** in Spalte **PAL/PGM**) oder als Werkstück-Bezugspunkt (Eintrag **PGM** in Zeile **PAL/PGM**) interpretiert
- **DATUM** (Eintrag wahlweise):
  Name der Nullpunkt-Tabelle. Nullpunkt-Tabellen müssen im selben Verzeichnis gespeichert sein wie die Paletten-Tabelle, ansonsten müssen Sie den vollständigen Pfadnamen der Nullpunkt-Tabelle eingeben. Nullpunkte aus der Nullpunkt-Tabelle aktivieren Sie im NC-Programm mit dem Zyklus 7 **NULLPUNKT-VERSCHIEBUNG**
- **X, Y, Z** (Eintrag wahlweise, weitere Achsen möglich):
  Bei Paletten 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
Tabellenformat editieren	FORMAT EDITIEREN

Editier-Funktion im Formularmodus	Softkey
Vorherige Palette wählen	PALETTE
Nächste Palette wählen	PALETTE
Vorherige Aufspannung wählen	AUFSP.
Nächste Aufspannung wählen	AUFSP.

Editier-Funktion im Formularmodus	Softkey
Vorheriges Werkstück wählen	
Nächstes Werkstück wählen	
Auf Palettenebene wechseln	
Auf Aufspannungsebene wechseln	
Auf Werkstückebene wechseln	
Standardansicht Palette wählen	
Detailansicht Palette wählen	
Standardansicht Aufspannung wählen	
Detailansicht Aufspannung wählen	
Standardansicht Werkstück wählen	
Detailansicht Werkstück wählen	
Palette einfügen	
Aufspannung einfügen	
Werkstück einfügen	
Palette löschen	
Aufspannung löschen	
Werkstück löschen	
Zwischenspeicher löschen	
Werkzeugoptimierte Bearbeitung	

Editier-Funktion im Formularmodus	Softkey
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

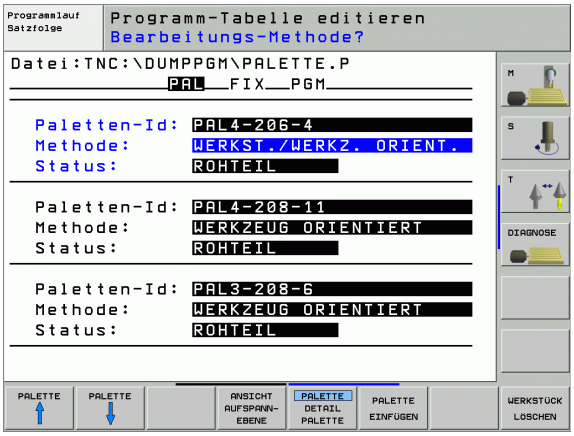
- In der Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren oder Programmlauf Datei-Verwaltung wählen: Taste PGM MGT drücken
- Dateien vom Typ .P anzeigen: Softkeys TYP WÄHLEN und ANZEIGEN .P drücken
- Paletten-Tabelle mit Pfeil-Tasten wählen oder Namen für eine neue Tabelle eingeben
- Auswahl mit Taste ENT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

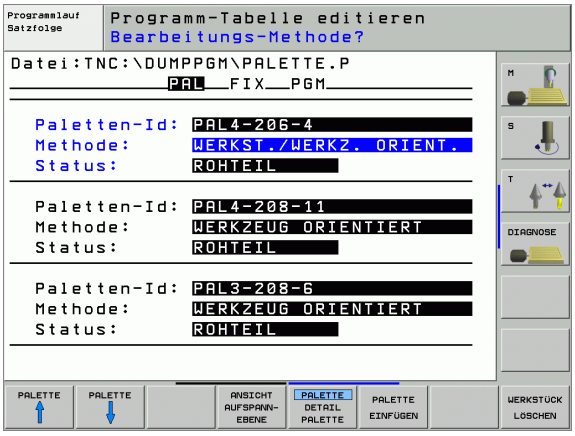


> Richten Sie die Paletten-Datei entsprechend der Maschinenkonfiguration ein. Falls Sie nur eine Aufspannvorrichtung mit mehreren Werkstücken haben, ist es ausreichend eine Aufspannung **FIX** mit Werkstücken **PGM** zu definieren. Enthält eine Palette mehrere Aufspannvorrichtungen oder wird eine Aufspannung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



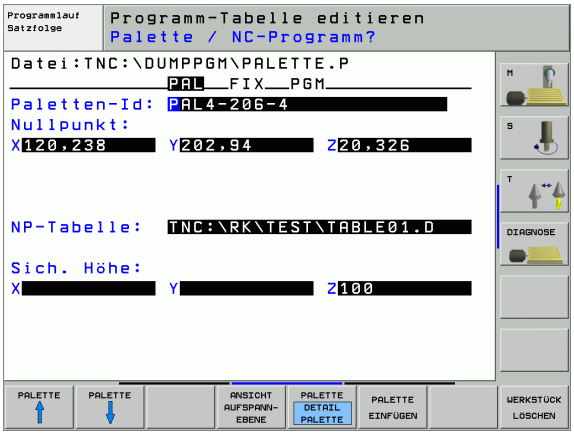
Der Eintrag TO-/WP-ORIENTED kann nicht über Softkey eingestellt werden. Dieser erscheint nur, wenn in der Werkstück- bzw. Aufspannungsebene unterschiedliche Bearbeitungsmethoden für die Werkstücke eingestellt wurden.

Wird die Bearbeitungsmethode in der Aufspannungsebene eingestellt, werden die Einträge in die Werkstückebene übernommen und eventuell vorhandene überschrieben.

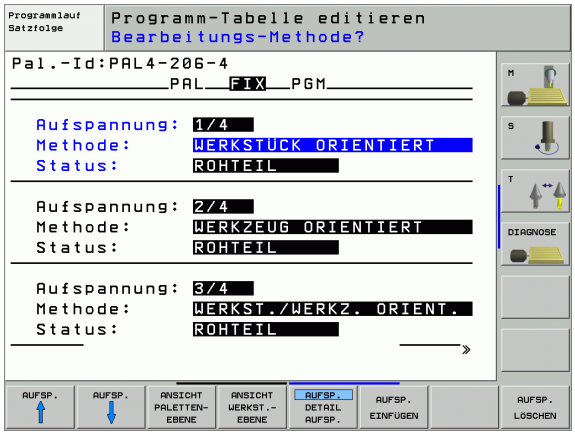
- **Status**: Der Sofkey **ROHTEIL** kennzeichnet die Palette mit den dazugehörigen Aufspannungen bzw. Werkstücken als noch nicht bearbeitet, im Feld Status wird **BLANK** eingetragen. Verwenden Sie den Softkey **FREIER PLATZ**, falls Sie die Palette bei der Bearbeitung überspringen möchten, im Feld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

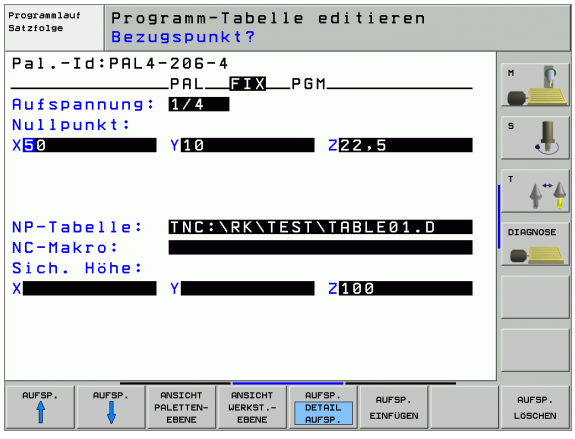


Der Eintrag TO-/WP-ORIENTATE kann nicht über Softkey eingestellt werden, der erscheint nur, wenn in der Werkstückebene unterschiedliche Bearbeitungsmethoden für die Werkstücke eingestellt wurden.

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

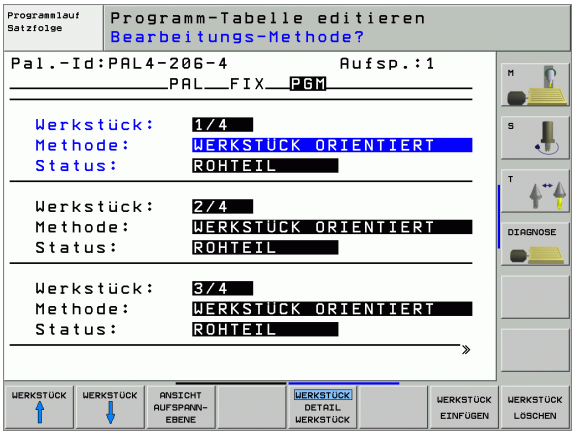


- **Aufspannung**: Die Nummer der Aufspannung wird angezeigt, nach dem Schrägstrich wird die Anzahl der Aufspannungen innerhalb dieser Ebene angezeigt
- **Nullpunkt**: Nullpunkt für Aufspannung eingeben
- **NP-Tabelle**: Tragen Sie Namen und Pfad der Nullpunkt-Tabelle ein, welche für die Bearbeitung 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



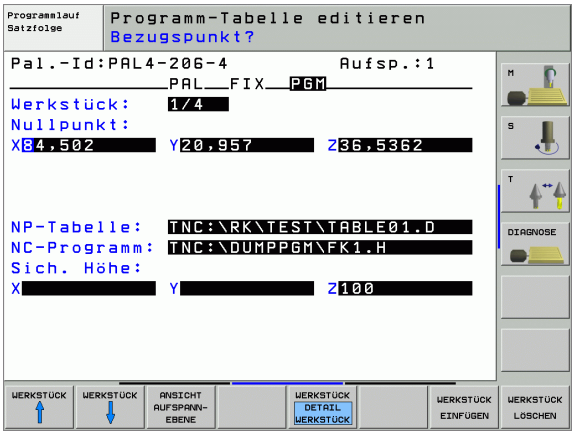
- **Werkstück**: Die Nummer des Werkstückes wird angezeigt, nach dem Schrägstrich wird die Anzahl der Werkstücke innerhalb dieser Aufspannungsebene angezeigt
- **Methode**: Sie können die Bearbeitungsmethoden WORKPIECE ORIENTET bzw. TOOL ORIENTED auswählen. In der Tabellenansicht erscheint der Eintrag 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 2 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 580).

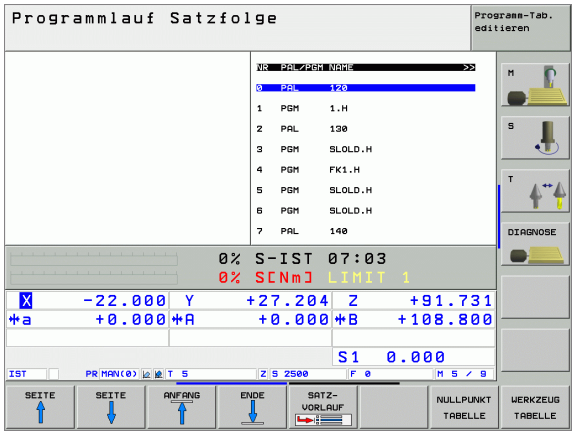
Sofern über den Maschinen-Parameter 7246 die Werkzeug-Einsatzprüfung aktiviert ist, können Sie die Werkzeug-Standzeit für alle in einer Palette verwendeten Werkzeuge überprüfen (siehe „Werkzeug-Einsatzprüfung" auf Seite 565).

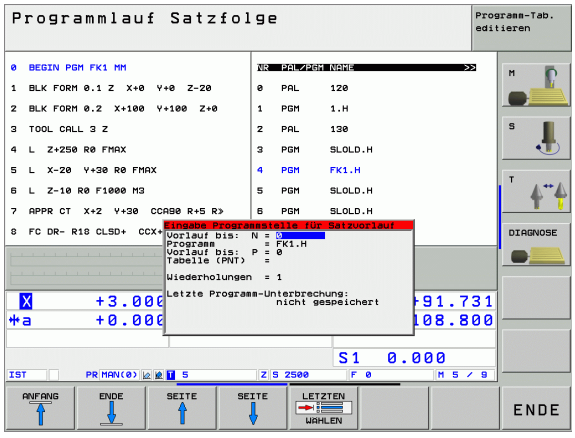
- In der Betriebsart Programmlauf Satzfolge oder Programmlauf Einzelsatz Datei-Verwaltung wählen: Taste PGM MGT drücken
- Dateien vom Typ .P anzeigen: Softkeys TYP WÄHLEN und ANZEIGEN .P drücken
- Paletten-Tabelle mit Pfeil-Tasten wählen, mit Taste ENT bestätigen
- Paletten-Tabelle abarbeiten: Taste 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







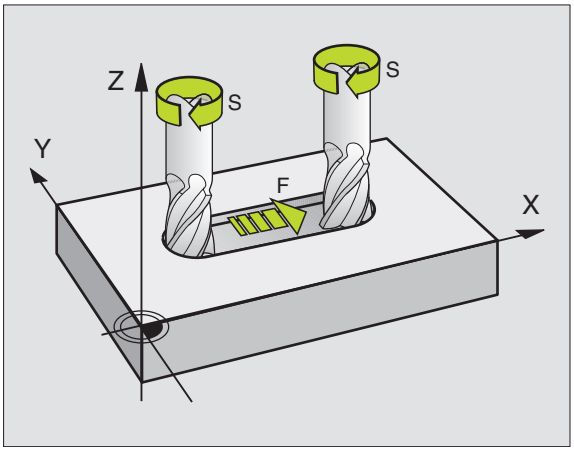
5

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 im **T**-Satz (Werkzeug-Aufruf) und in jedem Positioniersatz eingeben (siehe „Werkzeugbewegung für eine Bearbeitung programmieren" auf Seite 197). In Millimeter-Programmen geben Sie den Vorschub in der Einheit mm/min ein, in Inch-Programmen aus gründen der Auflösung in 1/10 inch/min.

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

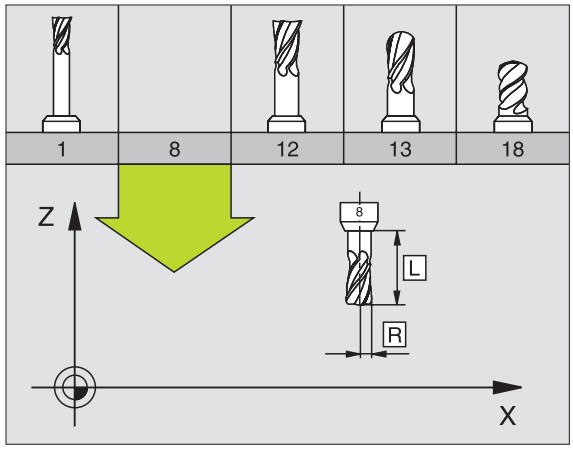
Während des Programmlaufs ändern Sie die Spindeldrehzahl mit dem Override-Drehknopf S für die Spindeldrehzahl.

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. Werkzeug-Namen dürfen maximal aus 32 Zeichen bestehehen.

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

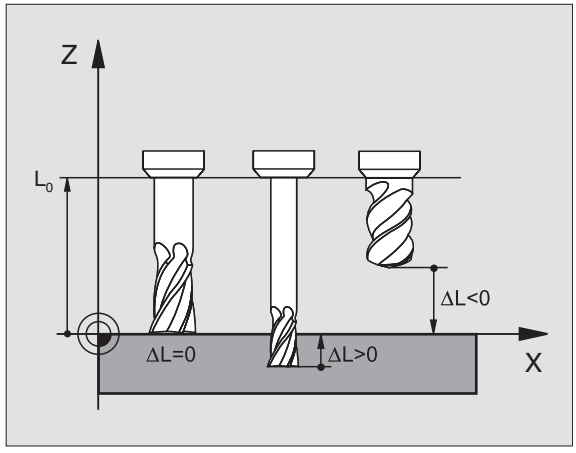
Werkzeug-Länge L

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

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

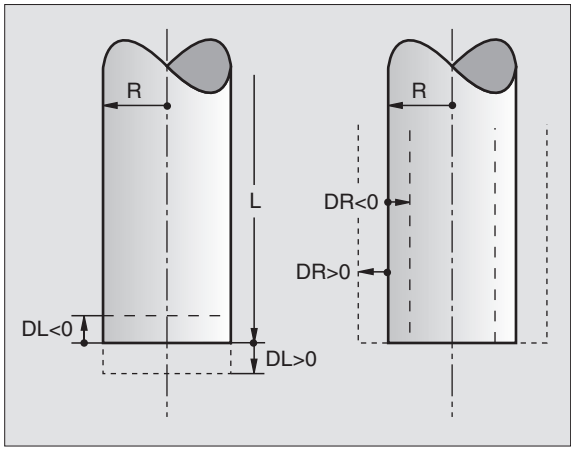
Delta-Werte bezeichnen Abweichungen für die Länge und den Radius von Werkzeugen.

Ein positiver Delta-Wert steht für ein Aufmaß (**DL**, **DR**, **DR2**>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**, **DR2**<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 **T**-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

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

Werkzeug-Daten in die Tabelle eingeben

In einer Werkzeug-Tabelle können Sie bis zu 30000 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 (Seite 172)
- 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 379)
- Sie mit den Bearbeitungs-Zyklen G251 bis G254 arbeiten wollen (siehe „RECHTECKTASCHE (Zyklus G251)" auf Seite 327)
- 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-Länge L	**Aufmaß Werkzeug-Länge?**
DR	Delta-Wert Werkzeug-Radius R	**Aufmaß Werkzeug-Radius?**
DR2	Delta-Wert Werkzeug-Radius R2	**Aufmaß Werkzeug-Radius R2?**
LCUTS	Schneidenlänge des Werkzeugs für Zyklus **G122**	**Schneidenlänge in der Wkz-Achse?**
ANGLE	Maximaler Eintauchwinkel des Werkzeug bei pendelnder Eintauchbewegung für Zyklen **G122**, **G208** und **G251** bis **G254**	**Maximaler Eintauchwinkel?**
TL	Werkzeug-Sperre setzen (**TL**: für **T**ool **L**ocked = engl. Werkzeug gesperrt)	**Wkz gesperrt? Ja = ENT / Nein = NO ENT**

Abk.	Eingaben	Dialog
RT	Nummer eines Schwester-Werkzeugs – falls vorhanden – als Ersatz-Werkzeug (**RT**: für **R**eplacement **T**ool = engl. Ersatz-Werkzeug); siehe auch **TIME2**	**Schwester-Werkzeug?**
TIME1	Maximale Standzeit des Werkzeugs in Minuten. Diese Funktion ist maschinenabhängig und ist im Maschinenhandbuch beschrieben	**Max. Standzeit?**
TIME2	Maximale Standzeit des Werkzeugs bei einem T-Aufruf in Minuten: Erreicht oder überschreitet die aktuelle Standzeit diesen Wert, so setzt die TNC beim nächsten T-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 **CUR**rent **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]?**
LIFTOFF	Festlegung, ob die TNC das Werkzeug bei einem NC-Stop in Richtung der positiven Werkzeug-Achse freifahren soll, um Freischneidemarkierungen auf der Kontur zu vermeiden. Wenn **Y** definiert ist, fährt die TNC das Werkzeug um 0.1 mm von der Kontur zurück, wenn diese Funktion im NC-Programm mit M148 aktiviert wurde (siehe „Werkzeug bei NC-Stop automatisch von der Kontur abheben: M148“ auf Seite 250)	**Werkzeug abheben Y/N ?**
P1 ... P3	Maschinenabhängige Funktion: Übergabe eines Wertes an die PLC. Maschinen-Handbuch beachten	**Wert?**
KINEMATIC	Maschinenabhängige Funktion: Kinematik-Beschreibung für Winkelfräsköpfe, die additiv zur aktiven Maschinenkinematik von der TNC verrechnet werden	**Zusätzl. Kinematikbeschreibung?**
T-ANGLE	Spitzenwinkel des Werkzeuges. Wird vom Zyklus Zentrieren (Zyklus G240) verwendet, um aus der Durchmesser-Eingabe die Zentrier-Tiefe berechnenn zu können	**Spitzenwinkel (Typ DRILL+CSINK)?**
PITCH	Gewindesteigung des Werkzeuges (Momentan noch ohne Funktion)	**Gewindesteigung (nur WZ-Typ TAP)?**

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?**
TT:L-OFFS	Radiusvermessung: zusätzlicher Versatz des Werkzeugs zu MP6530 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

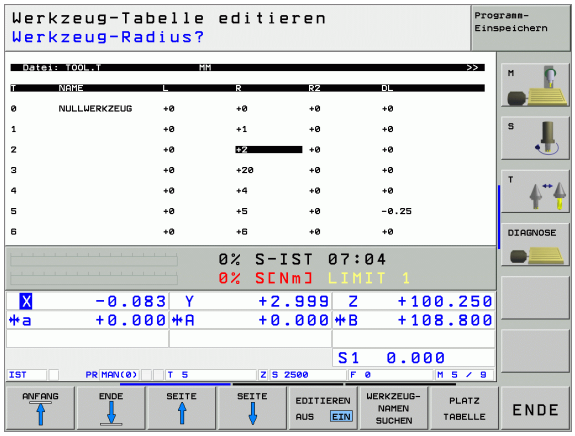
Abk.	Eingaben	Dialog
TYP	Werkzeugtyp: Softkey TYP WÄHLEN (3. Softkey-Leiste); Die TNC blendet ein Fenster ein, in dem Sie den Werkzeugtyp wählen können. Nur die Werkzeug-Typen DRILL und MILL sind momentan mit Funktionen belegt	**Werkzeugtyp?**
TMAT	Werkzeug-Schneidstoff: Softkey SCHNEIDSTOFF WÄHLEN (3. 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:

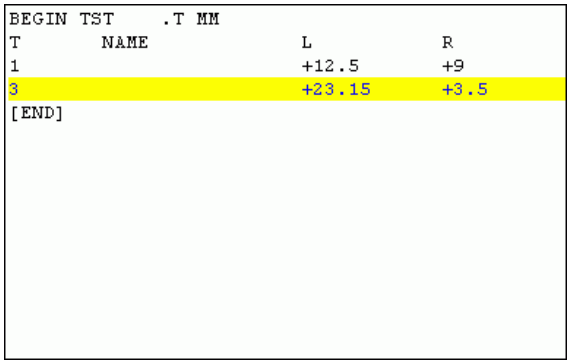
- Die Ziel-Datei muss bereits existieren
- Die zu kopierende Datei darf nur die zu ersetzenden Spalten (Zeilen) enthalten

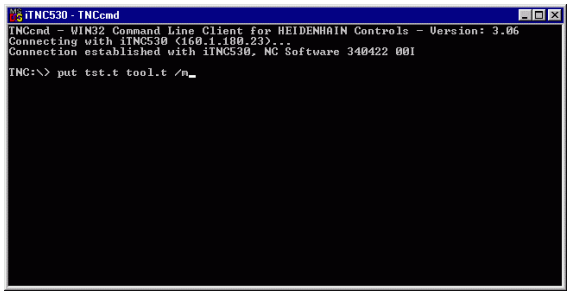
Einzelne Spalten oder Zeilen kopieren Sie mit dem Softkey FELDER ERSETZEN (siehe „Einzelne Datei kopieren" auf Seite 107).

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 TNCremoNT (siehe „Software für Datenübertragung" auf Seite 553). 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 TNCremoNT 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). 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 TNCremoNT 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):
  put tst.t tool.t /m



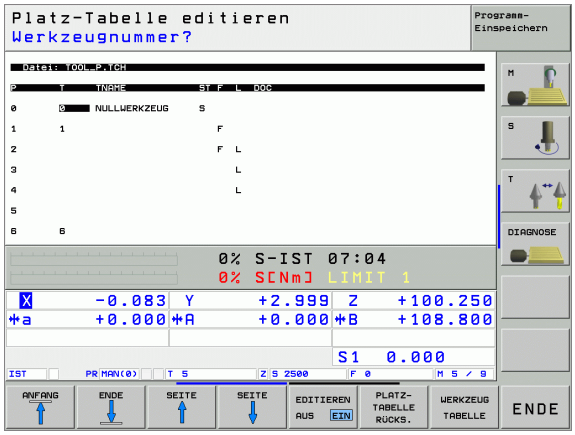


> Bei der Übrtragung werden nur die Werkzeug-Daten überschrieben, die in der Teildatei (z.B. TST.T) definiert sind. Alle anderen Werkzeug-Daten der Tabelle TOOL.T bleiben unverändert.
>
> Wie Sie Werkzeug-Tabellen über die TNC-Datei-Verwaltung kopieren können in der Datei-Verwaltung beschrieben (siehe „Tabelle kopieren" auf Seite 108).

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, wähle-n 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 FILES drücken (zweite Softkey-Leiste)
- Wählen Sie eine Datei oder geben einen neuen Dateinamen ein. Bestätigen Sie mit der Taste ENT oder mit dem Softkey WÄHLEN

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 blokkiert, 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	–
PTYP	Werkzeugtyp. Funktion wird vom Maschinenhersteller definiert. Maschinendokumentation beachten	**Werkzeugtyp für Platztabelle?**
P1 ... P5	Funktion wird vom Maschinenhersteller definiert. Maschinendokumentation beachten	**Wert?**
RSV	Platz-Reservierung für Flächenmagazin	**Platz reserv.: Ja=ENT/ Nein = NOENT**
LOCKED_ABOVE	Flächenmagazin: Platz oberhalb sperren	**Platz oben sperren?**
LOCKED_BELOW	Flächenmagazin: Platz unterhalb sperren	**Platz unten sperren?**
LOCKED_LEFT	Flächenmagazin: Platz links sperren	**Platz links sperren?**
LOCKED_RIGHT	Flächenmagazin: Platz rechts sperren	**Platz rechts sperren?**

Editierfunktionen für Platz-Tabellen	Softkey
Tabellen-Anfang wählen	
Tabellen-Ende wählen	
Vorherige Tabellen-Seite wählen	
Nächste Tabellen-Seite wählen	
Platz-Tabelle rücksetzen	
Spalte Werkzeug-Nummer T rücksetzen	
Sprung zum Anfang der nächsten Zeile	
Spalte rücksetzen in Grundzustand. Gilt nur für Spalten **RSV**, **LOCKED_ABOVE**, **LOCKED_BELOW**, **LOCKED_LEFT** und **LOCKED_RIGHT**	

Werkzeug-Daten aufrufen

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

▶ Werkzeug-Aufruf mit Taste TOOL CALL wählen

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 setzt die TNC automatisch 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 parallel X/Y/Z**: Werkzeugachse eingeben
- **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
- **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 TOOL CALL-Satz einen neuen Vorschub programmieren
- **Aufmaß Werkzeug-Länge DL**: Delta-Wert für die Werkzeug-Länge
- **Aufmaß Werkzeug-Radius DR**: Delta-Wert für den Werkzeug-Radius
- **Aufmaß Werkzeug-Radius DR2**: Delta-Wert für den Werkzeug-Radius 2

Beispiel: Werkzeug-Aufruf

Aufgerufen wird Werkzeug Nummer 5 in der Werkzeugachse Z mit der Spindeldrehzahl 2500 U/min und einem Vorschub von 350 mm/min. Das Aufmaß für die Werkzeug-Länge und den Werkzeug-Radius 2 betragen 0,2 bzw. 0,05 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 535
- Werkzeug wechseln
- Programmlauf fortsetzen, siehe „Programmlauf nach einer Unterbrechung fortsetzen“, Seite 537

Automatischer Werkzeugwechsel

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

Automatischer Werkzeugwechsel beim Überschreiten der Standzeit: M101



M101 ist eine maschinenabhängige Funktion. Maschinenhandbuch beachten!

Wenn die Standzeit eines Werkzeugs **TIME1** erreicht, wechselt die TNC automatisch ein Schwester-Werkzeug ein. Dazu aktivieren Sie am Programm-Anfang die Zusatzfunktion **M101**. Die Wirkung von **M101** können Sie mit **M102** aufheben.

Der automatische Werkzeugwechsel erfolgt

- nach dem nächsten NC-Satz nach Ablauf der Standzeit, oder
- spätestens eine Minute nach Ablauf der Standzeit (Berechnung erfolgt für 100%-Potentiometerstellung)



Läuft die Standzeit bei aktivem M120 (Look Ahead) ab, so wechselt die TNC das Werkzeug erst nach dem Satz ein, in dem Sie die Radiuskorrektur mit einem R0-Satz aufgehoben haben.

Die TNC führt einen automatischen Werkzeugwechsel auch dann aus, wenn zum Wechselzeitpunkt gerade ein Bearbeitungszyklus abgearbeitet wird.

Die TNC führt keinen automatischen Werkzeugwechsel aus, solange ein Werkzeug-Wechselprogramm abgearbeitet wird.

Voraussetzungen für Standard-NC-Sätze mit Radiuskorrektur G40, G41, G42

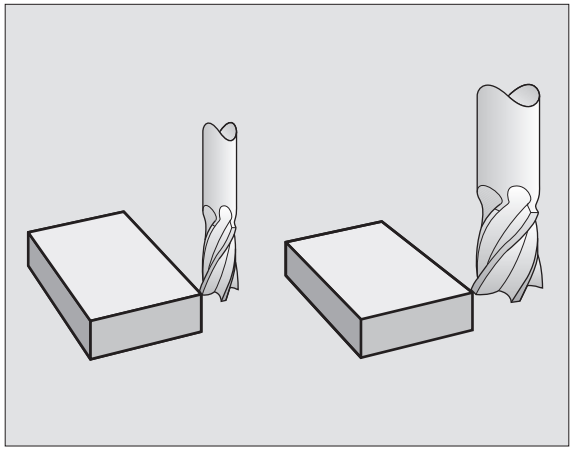
Der Radius des Schwester-Werkzeugs muss gleich dem Radius des ursprünglich eingesetzten Werkzeugs sein. Sind die Radien nicht gleich, zeigt die TNC einen Meldetext an und wechselt das Werkzeug nicht ein.

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 **TO** aufheben, verringert sich der Abstand vom Werkzeug zu Werkstück.

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

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

Korrekturwert = **L** + $\mathbf{DL}_{\text{TOOL CALL}}$ + $\mathbf{DL}_{\text{TAB}}$ mit

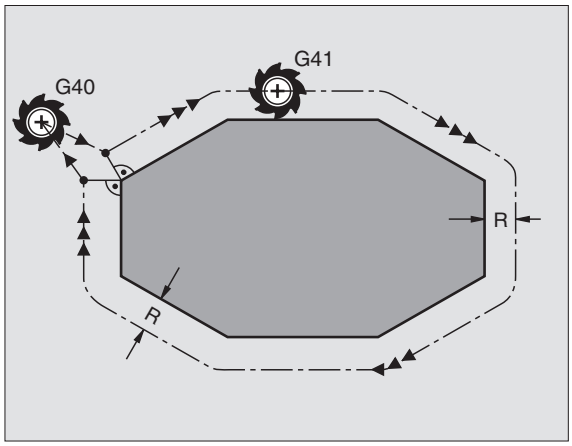
L:	Werkzeug-Länge **L** aus **G99**-Satz oder Werkzeug-Tabelle
$\mathbf{DL}_{\text{TOOL CALL}}$:	Aufmaß **DL** für Länge aus **T**-Satz (von der Positionsanzeige nicht berücksichtigt)
$\mathbf{DL}_{\text{TAB}}$:	Aufmaß **DL** für Länge aus der Werkzeug-Tabelle

Werkzeug-Radiuskorrektur

Der Programm-Satz für eine Werkzeug-Bewegung enthält

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

Die Radiuskorrektur wirkt, sobald ein Werkzeug aufgerufen und mit einem Geradensatz in der Bearbeitungsebene mit RL oder RR verfahren wird.



Die TNC hebt die Radiuskorrektur auf, wenn Sie:

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

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

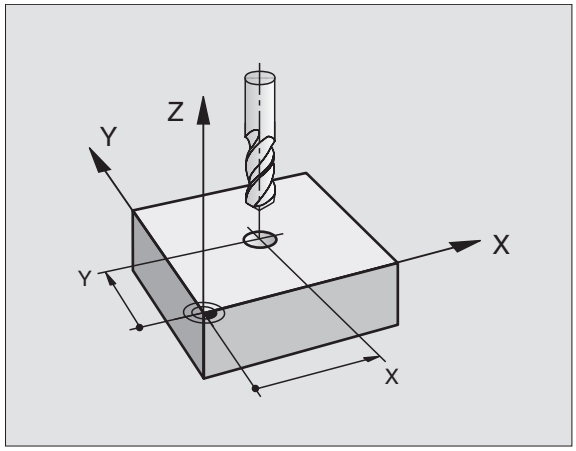
Korrekturwert = **R** + $\mathbf{DR}_{\text{TOOL CALL}}$ + $\mathbf{DR}_{\text{TAB}}$ mit

R:	Werkzeug-Radius **R** aus **TOOL DEF**-Satz oder Werkzeug-Tabelle
DR TOOL CALL:	Aufmaß **DR** für Radius aus **TOOL CALL**-Satz (von der Positionsanzeige nicht berücksichtigt)
DR TAB:	Aufmaß **DR** für Radius aus der Werkzeug-Tabelle

Bahnbewegungen ohne Radiuskorrektur: R0

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

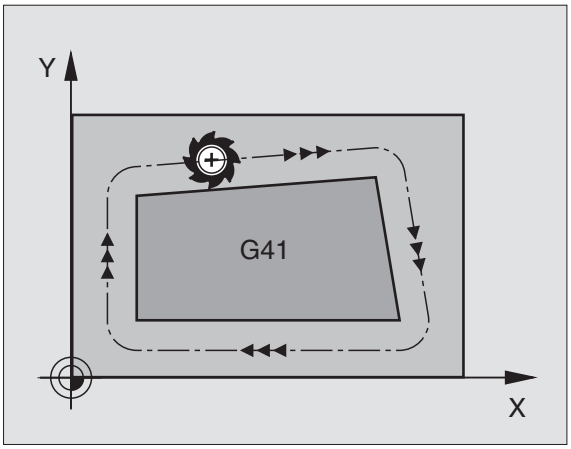
Anwendung: Bohren, Vorpositionieren.

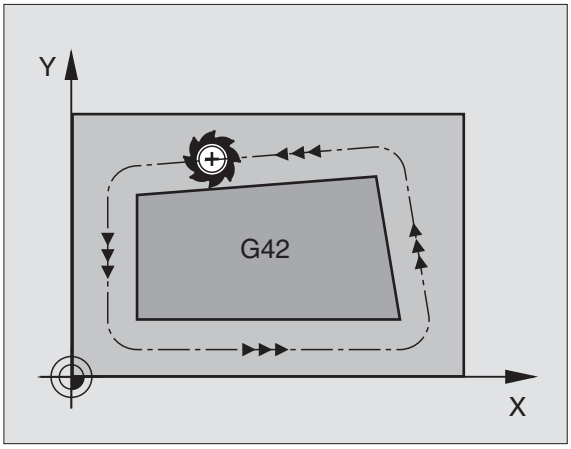


Bahnbewegungen mit Radiuskorrektur: G42 und G41

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.

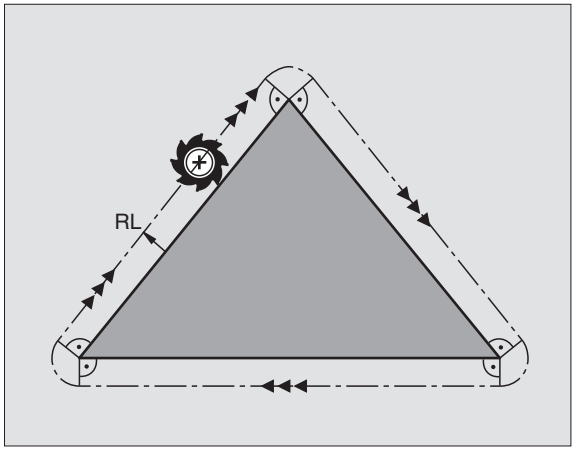
Eingabe der Radiuskorrektur

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

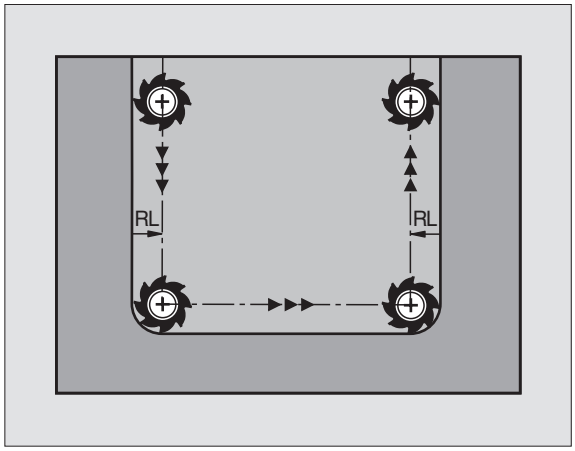
- Außenecken:
  Wenn Sie eine Radiuskorrektur programmiert haben, dann führt die TNC das Werkzeug an den Außenecken entweder auf einem Übergangskreis oder auf einem Spline (Auswahl über MP7680). Falls nötig, reduziert die TNC den Vorschub an den Außenecken, zum Beispiel bei großen Richtungswechseln.
- 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

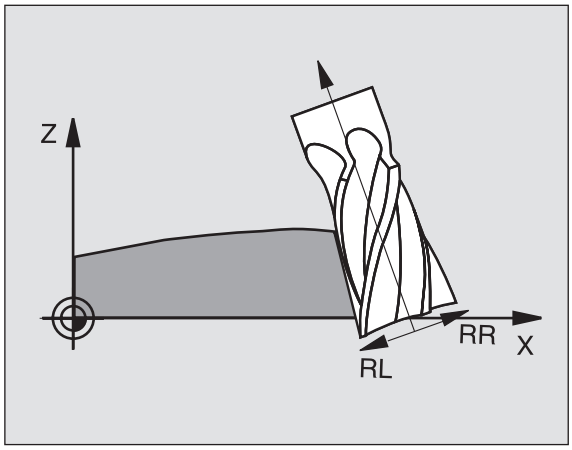
Ohne Radiuskorrektur können Sie Werkzeugbahn und Vorschub an Werkstück-Ecken mit der Zusatzfunktion **M90** beeinflussen, Siehe „Ecken verschleifen: M90“, Seite 237.



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 256) 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

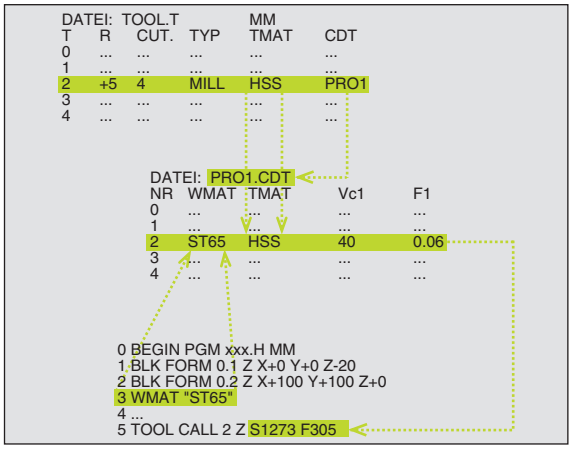
Die TNC muss vom Maschinenhersteller für das Arbeiten mit Schnittdaten-Tabellen vorbereitet sein.

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.

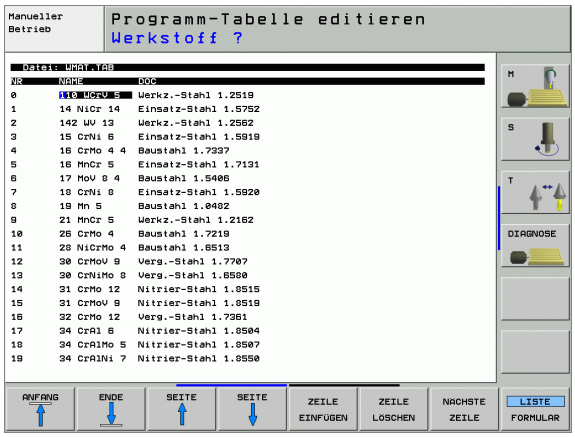
Bevor Sie Schnittdaten automatisch von der TNC berechnen lassen, müssen Sie in der Betriebsart Programm-Test die Werkzeug-Tabelle aktiviert haben (Status S), aus der die TNC die werkzeugspezifischen Daten entnehmen soll.



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). 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 193).

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:

SPEC FCT

▶ Softkey-Leiste mit Sonderfunktionen einblenden

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

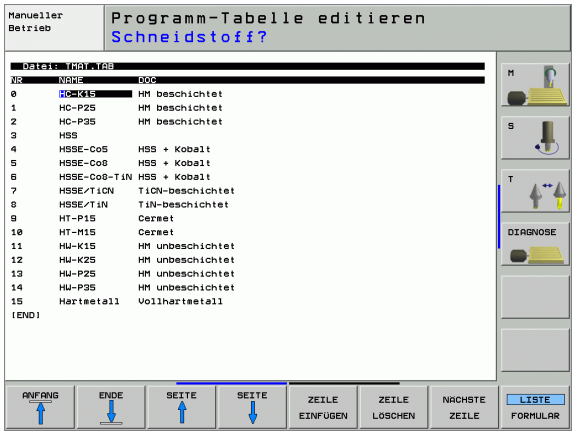
▶ Dialog beenden: Taste END drücken



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). 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.





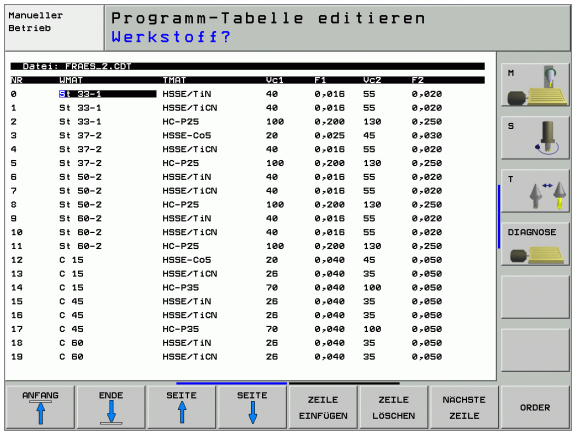
Wenn Sie die Standard Schneidstoff-Tabelle verändern, müssen Sie diese in ein anderes Verzeichnis kopieren. Ansonsten werden Ihre Änderungen bei einem Software-Update mit den HEIDENHAIN-Standarddaten überschrieben. Definieren Sie dann den Pfad in der Datei TNC.SYS mit dem Schlüsselwort TMAT= (siehe „Konfigurations-Datei TNC.SYS", Seite 193).

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). 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 193).

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 öffnet eine Standard-Schnittdaten-Tabelle oder zeigt in der rechten Bildschirmhälfte verschiedene Tabellenformate an (maschinenabhängig), die sich in der Anzahl der Schnittgeschwindigkeit/Vorschub-Kombinationen unterscheiden. Schieben Sie in diesem Fall 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

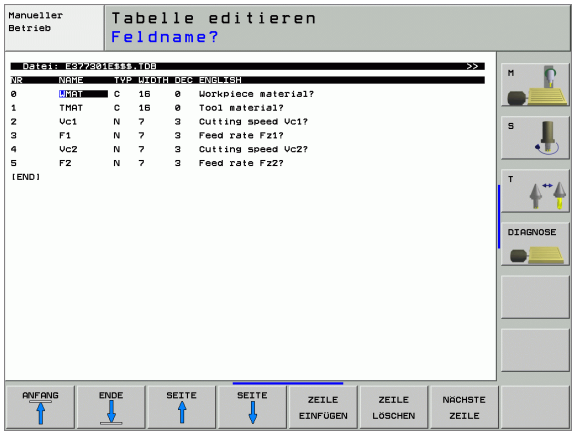
- Werkzeug-Radius – Spalte R (DR)
- Anzahl der Zähne (nur bei Fräswerkzeugen) – Spalte CUT
- Werkzeugtyp – Spalte TYP
- Der Werkzeugtyp beeinflusst die Berechnung des Bahnvorschubs:
  Fräswerkzeuge: $F = S \cdot f_Z \cdot z$
  Alle anderen Werkzeuge: $F = S \cdot f_U$
  S: Spindeldrehzahl
  f_Z: Vorschub 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 169).

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. Desweiteren können Sie zwischen einer Tabellen-Ansicht (Standard-Einstellung) und einer Formular-Ansicht wechseln.



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), 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 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)

Wechseln zwischen Tabellen- und Formularansicht

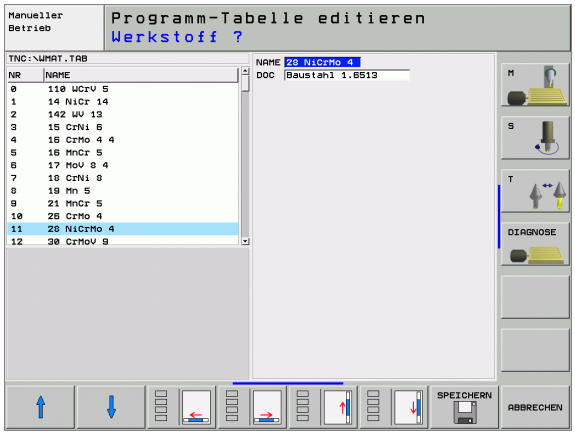
Alle Tabellen mit der Dateiendung **.TAB** können Sie sich entweder in der Listenansicht oder in der Formularansicht anzeigen lassen.

- Drücken Sie den Softkey LISTE FORMULAR. Die TNC wechselt zu der Ansicht, die im Softkey jeweils nicht hell hinterlegt ist

In der Formularansicht listet die TNC in der linken Bildschirmhälfte die Zeilennummern mit dem Inhalt der ersten Spalte.

In der rechten Bildschirmhälfte können Sie die Daten ändern.

- Drücken Sie dazu die Taste ENT oder klicken Sie mit dem Mauszeiger in ein Eingabefeld
- Um geänderte Daten zu speichern, drücken Sie die Taste END oder den Softkey SPEICHERN
- Um Änderungen zu verwerfen, drücken Sie die Taste DEL oder den Softkey ABBRECHEN



Die TNC richtet die Eingabefelder auf der rechten Seite linksbündig am längsten Dialog aus. Wenn ein Eingabefeld die maximal darstellbare Breite überschreitet, erscheint am unteren Fensterende eine Scrollbar. Die Scrollbar können Sie per Mouse oder per Softkey bedienen.

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 191). 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\
```



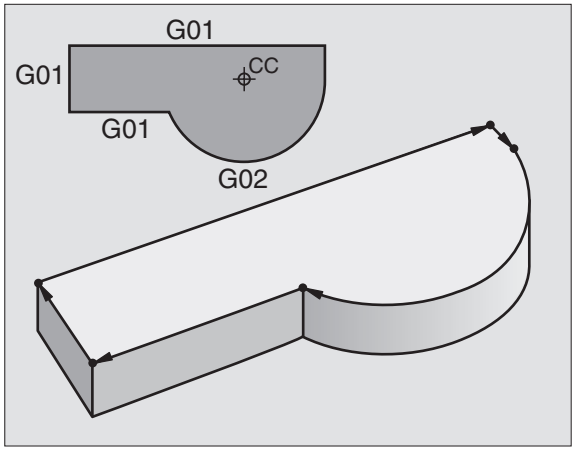
6

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

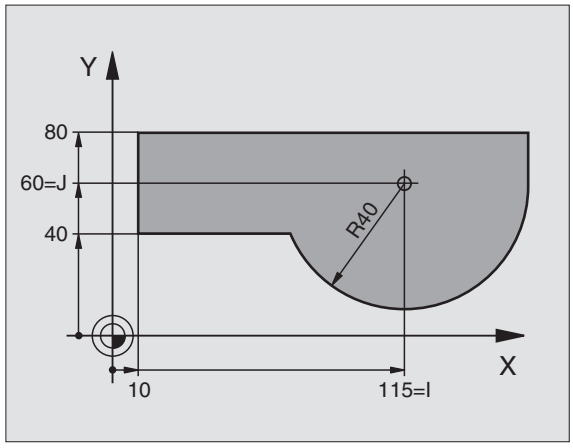
Mit den Zusatzfunktionen der TNC steuern Sie

- 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.

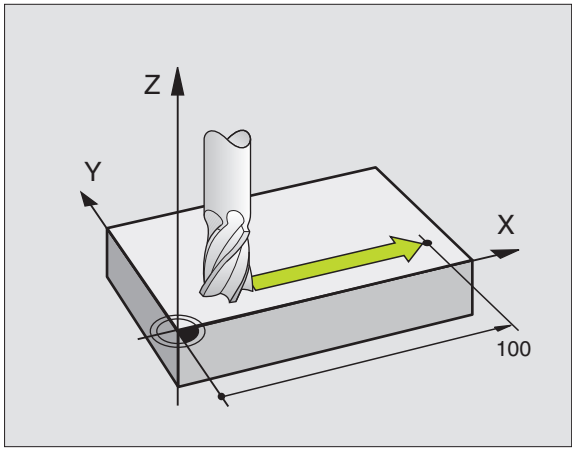
Das Programmieren mit Q-Parametern ist in Kapitel 10 beschrieben.

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.

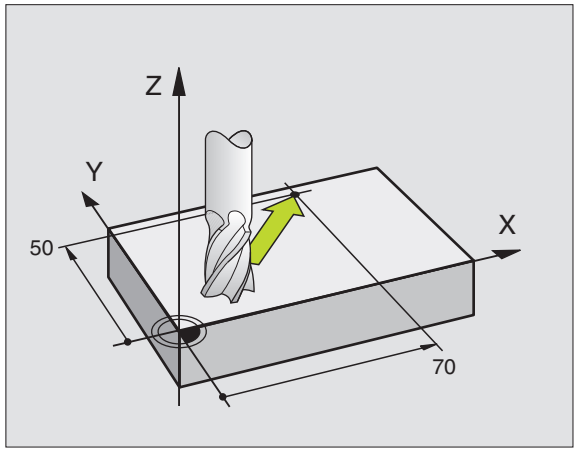
Je nach Konstruktion Ihrer Maschine bewegt sich beim Abarbeiten entweder das Werkzeug oder der Maschinentisch mit dem aufgespannten Werkstück. Beim Programmieren der Bahnbewegung tun Sie grundsätzlich so, als ob sich das Werkzeug bewegt.

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.



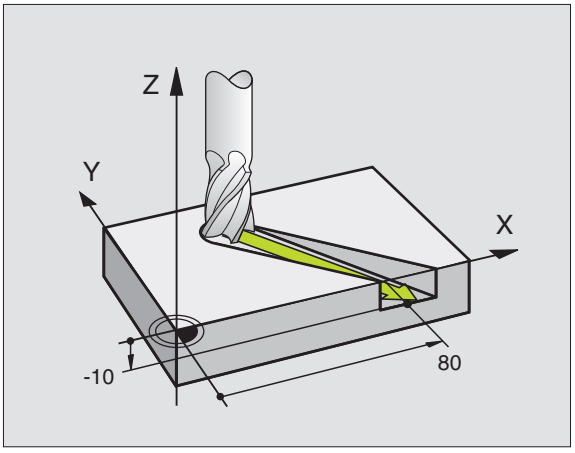
Bewegungen in den Hauptebenen

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.

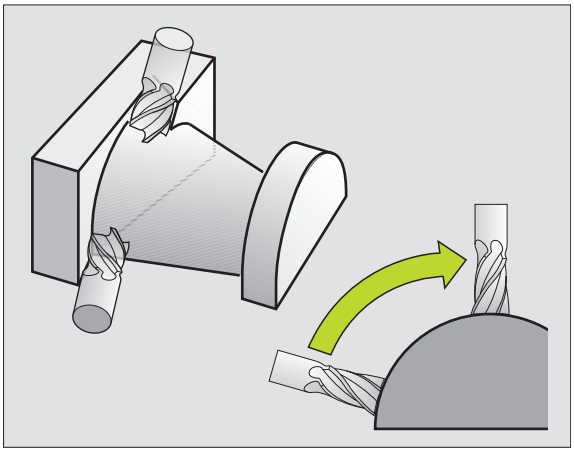
Das Bearbeitungs-Programm für eine solche Bearbeitung liefert gewöhnlich ein CAD-System und kann nicht an der Maschine erstellt werden.

Beispiel:

```
N123 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.

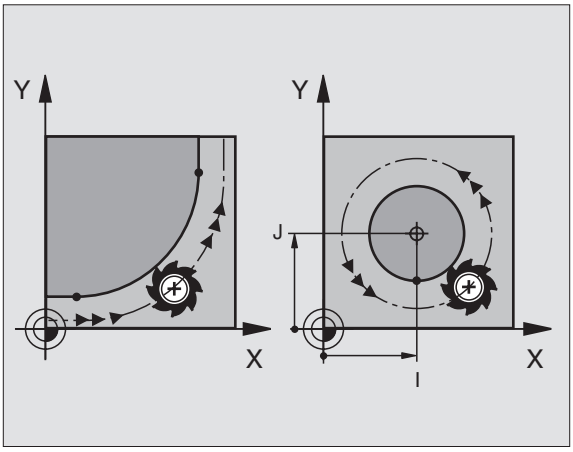


Kreise und Kreisbögen

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.

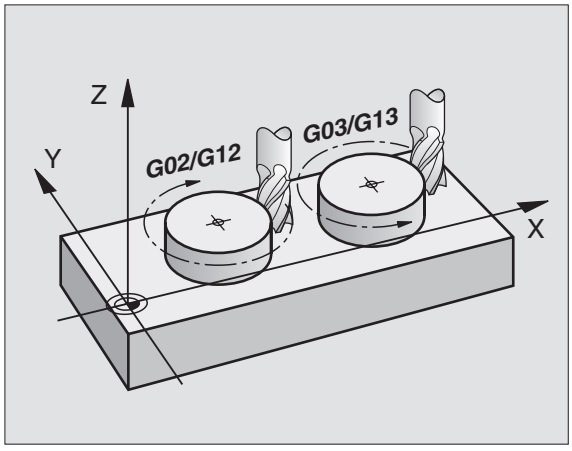
Mit den Bahnfunktionen für Kreisbögen programmieren Sie Kreise in den Hauptebenen: Die Hauptebene ist beim Werkzeug-Aufruf mit dem Festlegen der Spindelachse zu definieren:

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, Software-Option 1)”, Seite 435), oder mit Q-Parametern (siehe „Prinzip und Funktionsübersicht”, Seite 488).



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 204).

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

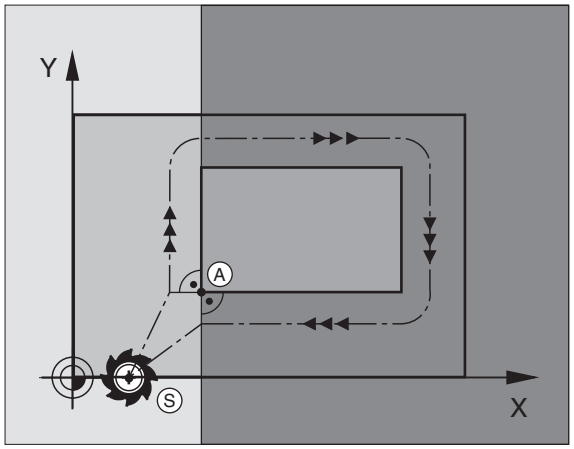
Für die Werkzeugbewegung auf den ersten Konturpunkt programmieren Sie eine Radiuskorrektur.

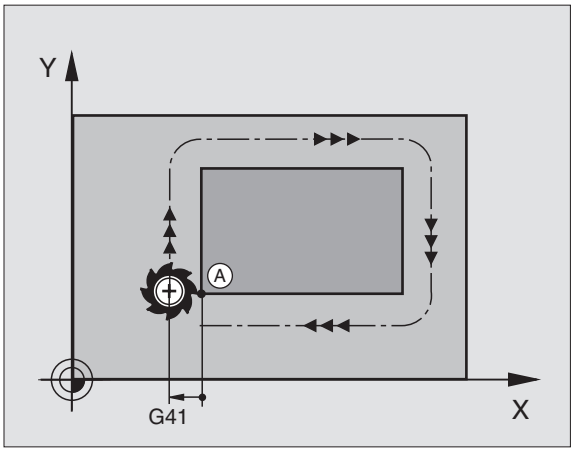
Startpunkt in der Spindelachse anfahren

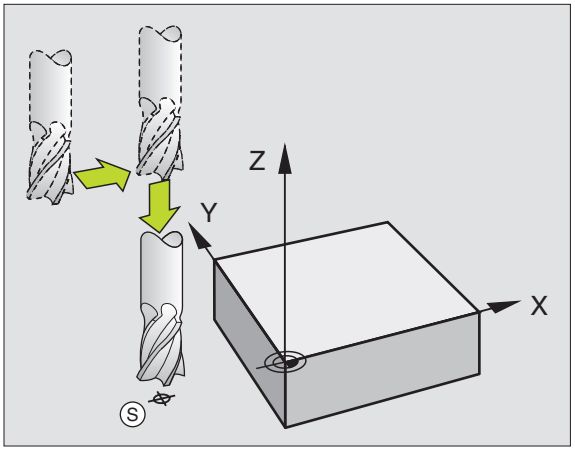
Beim Anfahren des Startpunkts muss das Werkzeug in der Spindelachse auf Arbeitstiefe fahren. Bei Kollisionsgefahr den Startpunkt in der Spindelachse separat anfahren.

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 *
```

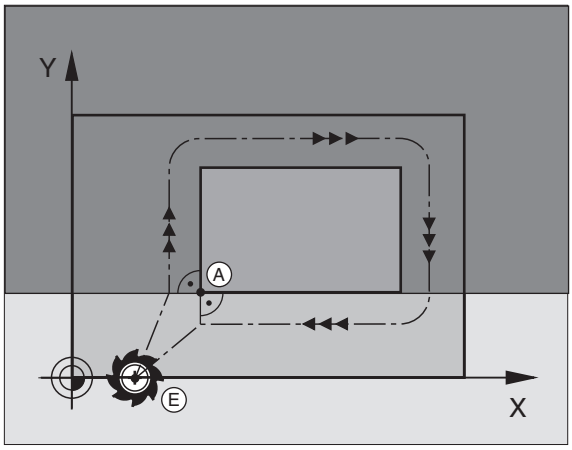
Gemeinsamer Start- und Endpunkt

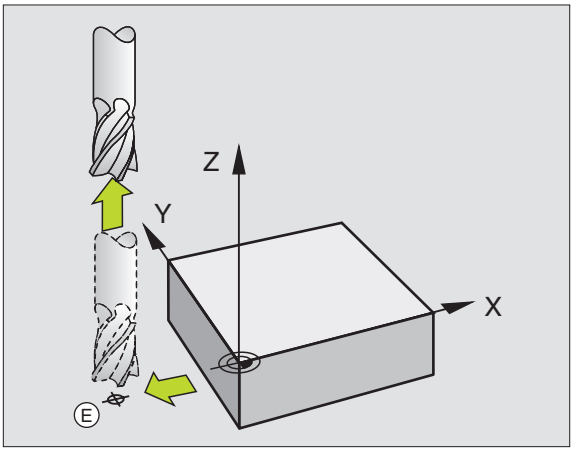
Für einen gemeinsamen Start- und Endpunkt programmieren Sie keine Radiuskorrektur.

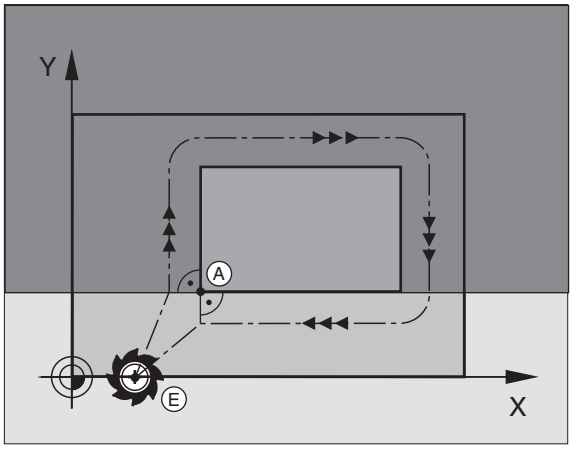
Konturbeschädigung ausschließen: Der optimale Startpunkt liegt zwischen den Verlängerungen der Werkzeugbahnen für die Bearbeitung des ersten und letzten Konturelements.

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

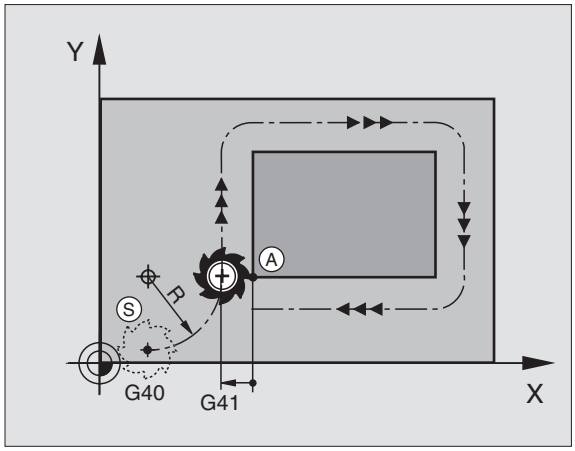
- **G26** nach dem Satz eingeben, in dem der erste Konturpunkt programmiert ist: Das ist der erste Satz mit Radiuskorrektur **G41/G42**

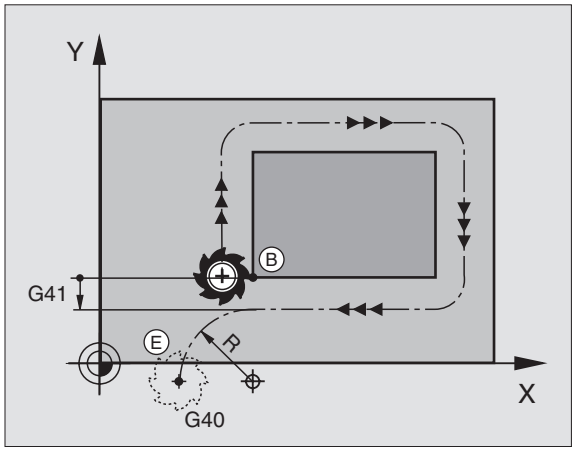
Wegfahren

- **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

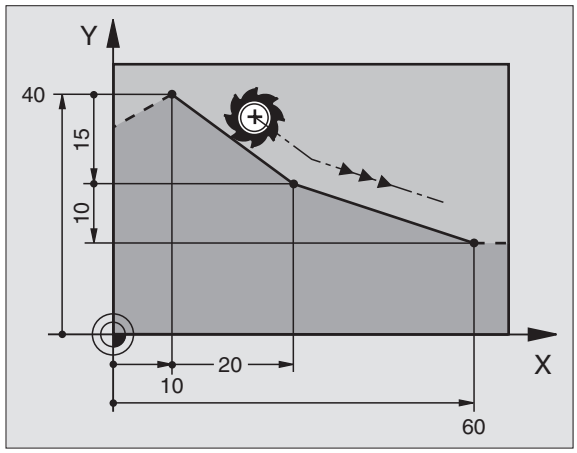
6.4 Bahnbewegungen – rechtwinklige Koordinaten

Übersicht der Bahnfunktionen

Werkzeug-Bewegung	Funktion	Erforderliche Eingaben	Seite
Gerade im Vorschub Gerade im Eilgang	**G00** **G01**	Koordinaten des Geraden-Endpunkts	Seite 205
Fase zwischen zwei Geraden	**G24**	Fasenlänge **R**	Seite 206
–	**I**, **J**, **K**	Koordinaten des Kreismittelpunkts	Seite 208
Kreisbahn im Uhrzeigersinn Kreisbahn im Gegen-Uhrzeigersinn	**G02** **G03**	Koordinaten des Kreis-Endpunkts in Verbindung mit **I**, **J**, **K** oder zusätzlich Kreisradius **R**	Seite 209
Kreisbahn entsprechend aktiver Drehrichtung	**G05**	Koordinaten des Kreis-Endpunkts und Kreisradius **R**	Seite 210
Kreisbahn mit tangentialem Anschluss an vorhergehendes Konturelement	**G06**	Koordinaten des Kreis-Endpunkts	Seite 212
Kreisbahn mit tangentialem Anschluss an vorhergehendes und nachfolgendes Konturelement	**G25**	Eckenradius **R**	Seite 207

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

Einen Geraden-Satz (G01-Satz) können Sie auch mit der Taste „IST-POSITION-ÜBERNEHMEN“ generieren:

- Fahren Sie das Werkzeug in der Betriebsart Manueller Betrieb auf die Position, die übernommen werden soll
- Bildschirm-Anzeige auf Programm-Einspeichern/Editieren wechseln
- Programm-Satz wählen, hinter dem der Satz eingefügt werden soll

- Taste „IST-POSITION-ÜBERNEHMEN“ drücken: Die TNC generiert einen G01-Satz mit den Koordinaten der Ist-Position

Die Anzahl der Achsen, die die TNC im G01-Satz speichert, legen Sie über die MOD-Funktion fest (siehe „MOD-Funktion wählen”, Seite 546).

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**

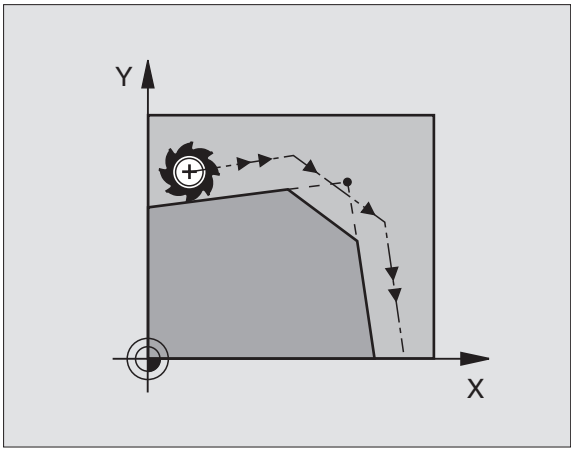
- **Fasen-Abschnitt:** Länge der Fase

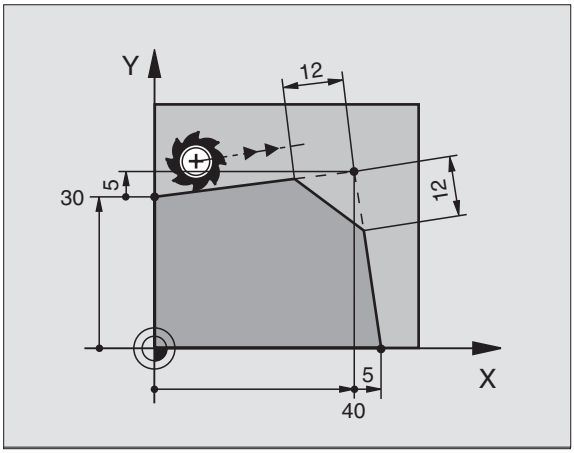
Falls nötig:

- **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.

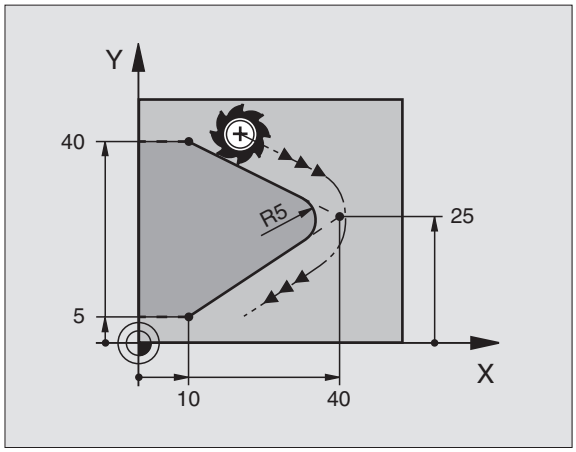
Ein im **G24**-Satz programmierter Vorschub wirkt nur in diesem **G24**-Satz. Danach ist wieder der vor dem **G24**-Satz programmierte Vorschub gültig.

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.

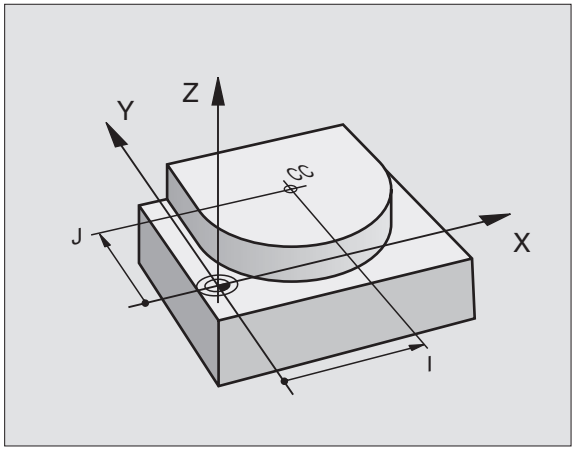
Ein im **G25**-Satz programmierter Vorschub wirkt nur in diesem **G25**-Satz. Danach ist wieder der vor dem **G25**-Satz programmierte Vorschub gültig.

Ein **G25**-Satz lässt sich auch zum weichen Anfahren an die Kontur nutzen, siehe „Tangential An- und Wegfahren", Seite 202.

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

I J

▶ 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.



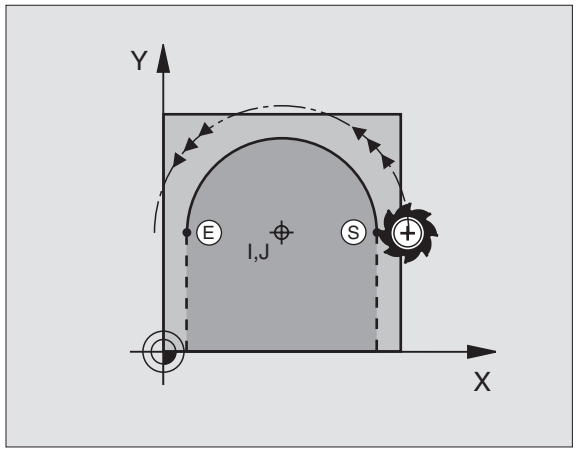
Mit **I** und **J** kennzeichnen Sie eine Position als Kreismittelpunkt: Das Werkzeug fährt nicht auf diese Position.

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

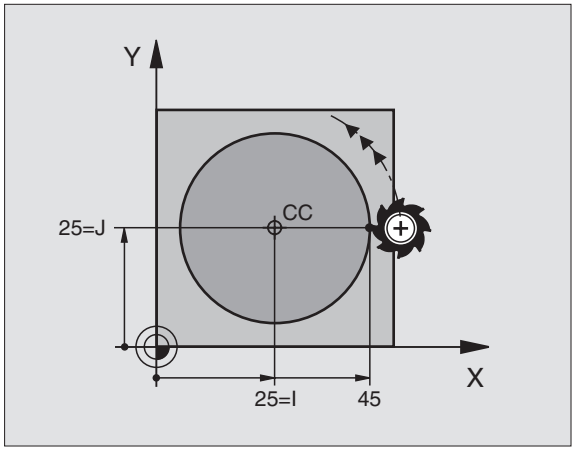
▶ Zusatz-Funktion M

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.

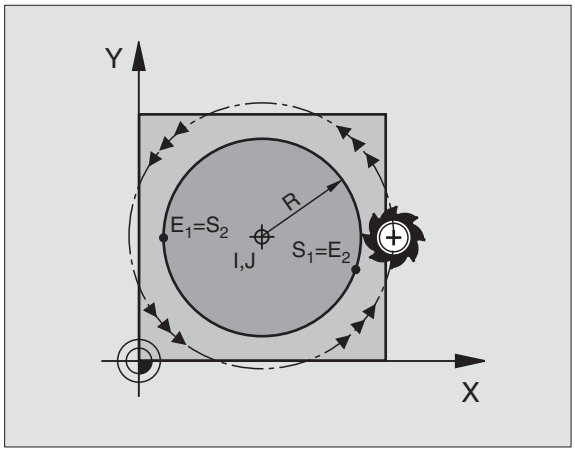


Start- und Endpunkt der Kreisbewegung müssen auf der Kreisbahn liegen.

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

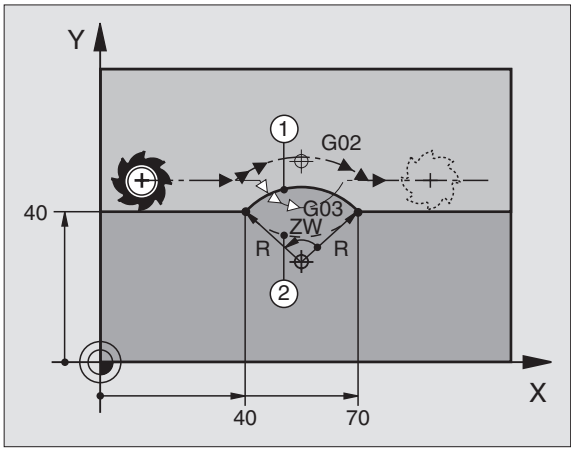
```
N110 G03 X+70 Y+40 R+20 * (BOGEN 2)
```

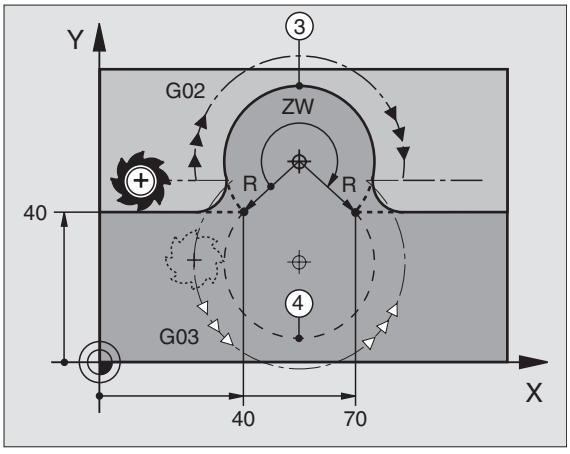
oder

```
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.

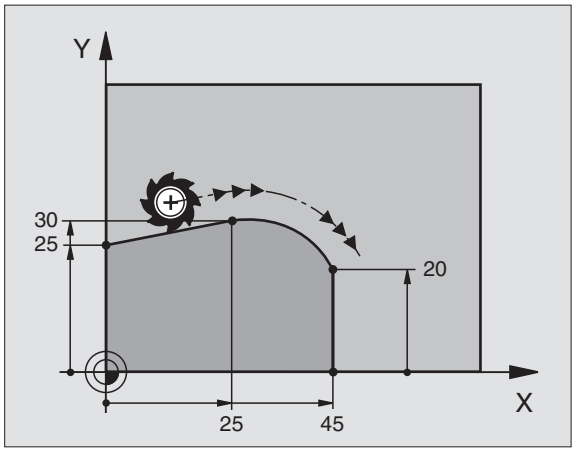
Winkelachsen A, B und C werden unterstützt.

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:

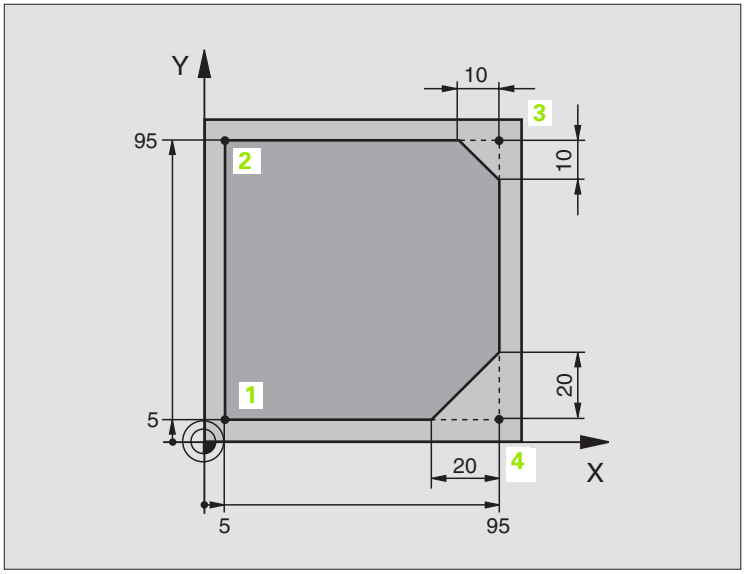
- Vorschub F
- Zusatz-Funktion M

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 *
```

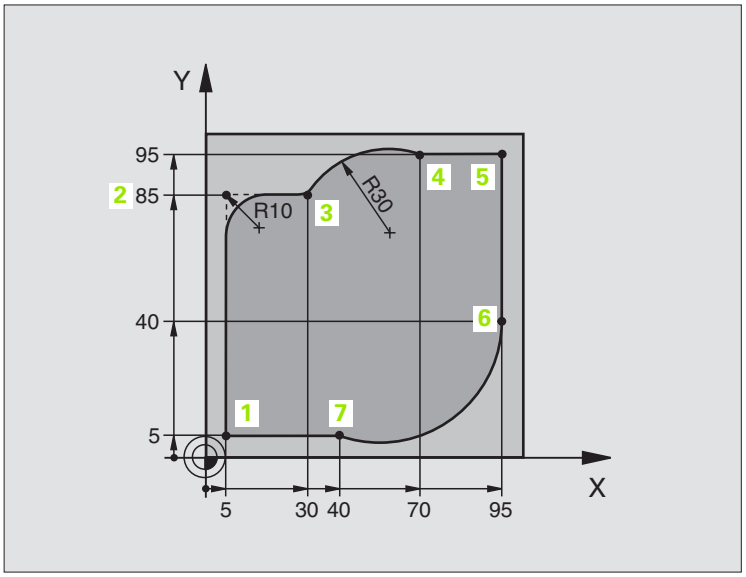
Der **G06**-Satz und das zuvor programmierte Konturelement sollten beide Koordinaten der Ebene enthalten, in der der Kreisbogen ausgeführt wird!

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
`N99999999 %LINEAR G71 *`	

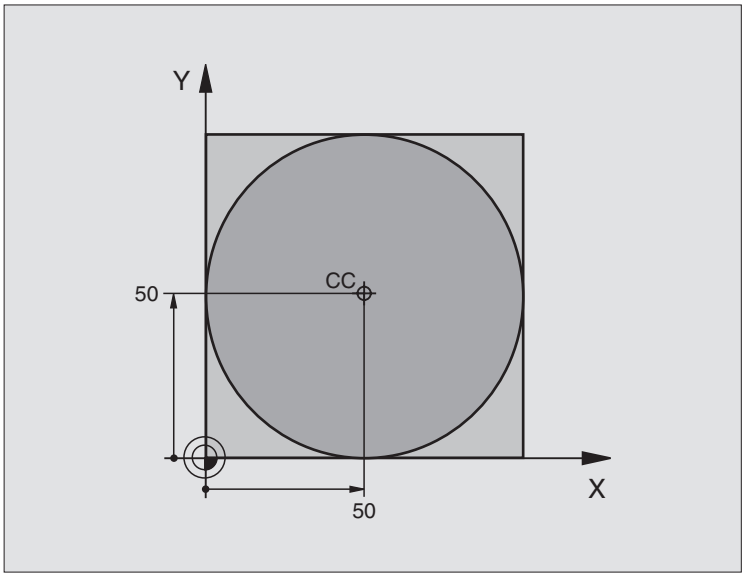
Beispiel: Kreisbewegung kartesisch



`%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 tangentia-
	lem 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
`N99999999 %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
`N99999999 %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 96).

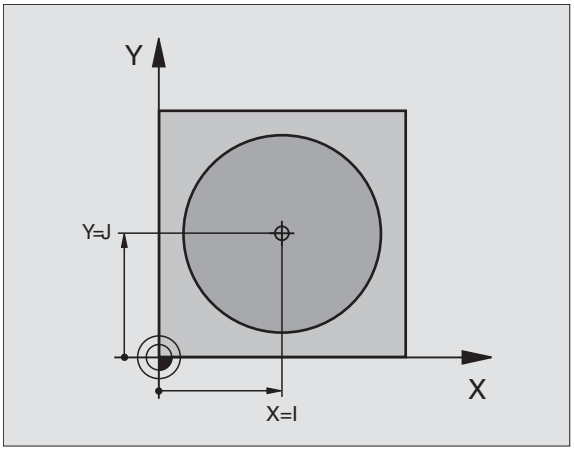
Polarkoordinaten setzen Sie vorteilhaft ein bei:

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

Werkzeug-Bewegung	Funktion	Erforderliche Eingaben	Seite
Gerade im Vorschub Gerade im Eilgang	**G10** **G11**	Polarradius, Polarwinkel des Geraden-Endpunkts	Seite 218
Kreisbahn im Uhrzeigersinn Kreisbahn im Gegen-Uhrzeigersinn	**G12** **G13**	Polarwinkel des Kreisendpunkts	Seite 218
Kreisbahn entsprechend aktiver Drehrichtung	**G15**	Polarwinkel des Kreisendpunkts	Seite 218
Kreisbahn mit tangentialem Anschluss an vorhergehendes Konturelement	**G16**	Polarradius, Polarwinkel des Kreisendpunkts	Seite 219

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

I J

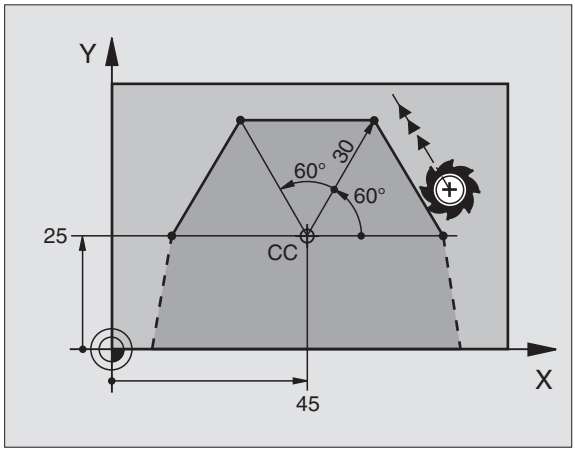
- Rechtwinklige Koordinaten für den Pol eingeben oder um die zuletzt programmierte Position zu übernehmen: **G29** eingeben. Den Pol festlegen, bevor Sie Polarkoordinaten programmieren. Pol nur in rechtwinkligen Koordinaten programmieren. Der Pol ist solange wirksam, bis Sie einen neuen Pol festlegen.

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:

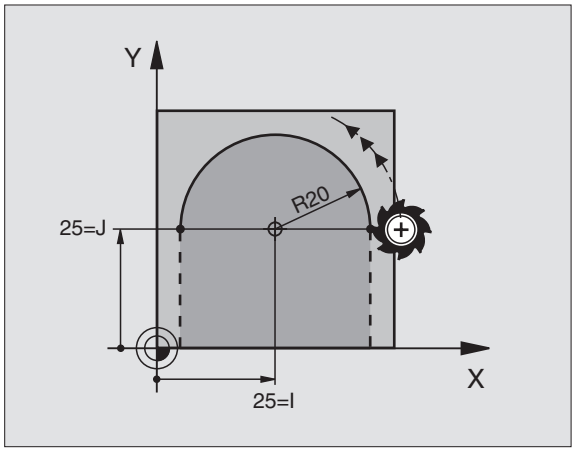
- Winkel von der Winkel-Bezugsachse zu **R** gegen den Uhrzeigersinn: **H** >0
- Winkel von der Winkel-Bezugsachse zu **R** im Uhrzeigersinn: **H**<0

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

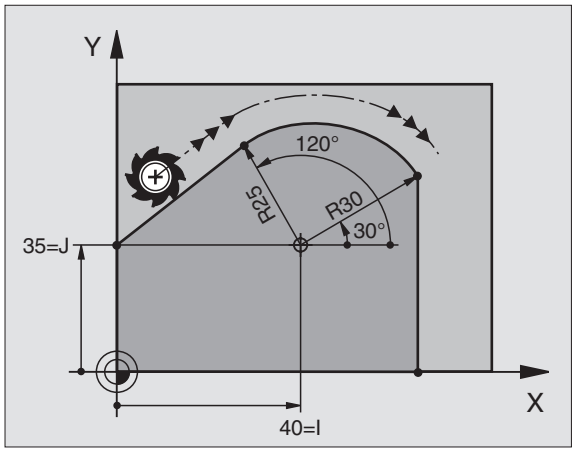
- Polarkoordinaten-Winkel **H**: Winkelposition des Kreisbahn-Endpunkts zwischen –5400° und +5400°

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

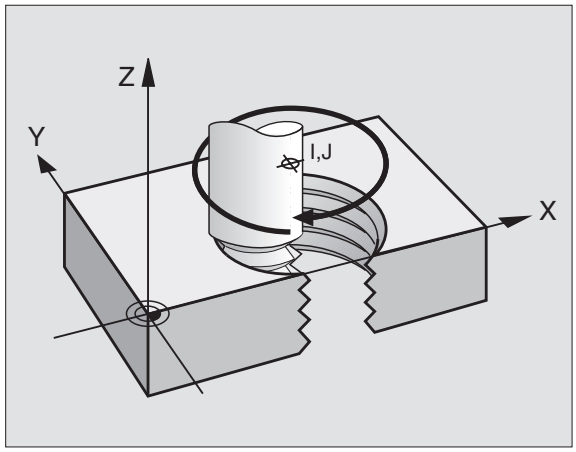
NC-Beispielsätze

```
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

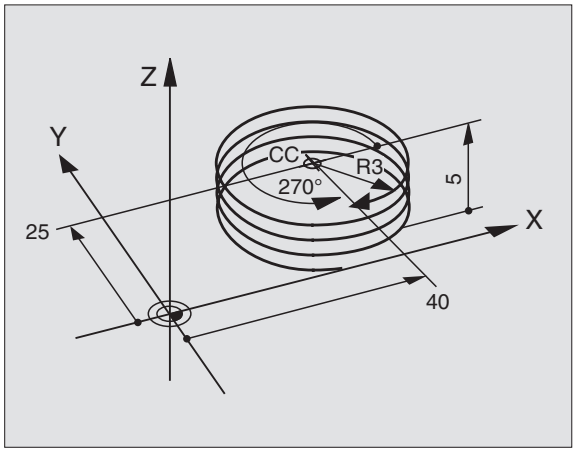
Die Tabelle zeigt die Beziehung zwischen Arbeitsrichtung, Drehsinn und Radiuskorrektur für bestimmte Bahnformen.

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

Schraubenlinie programmieren

Geben Sie 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 474)



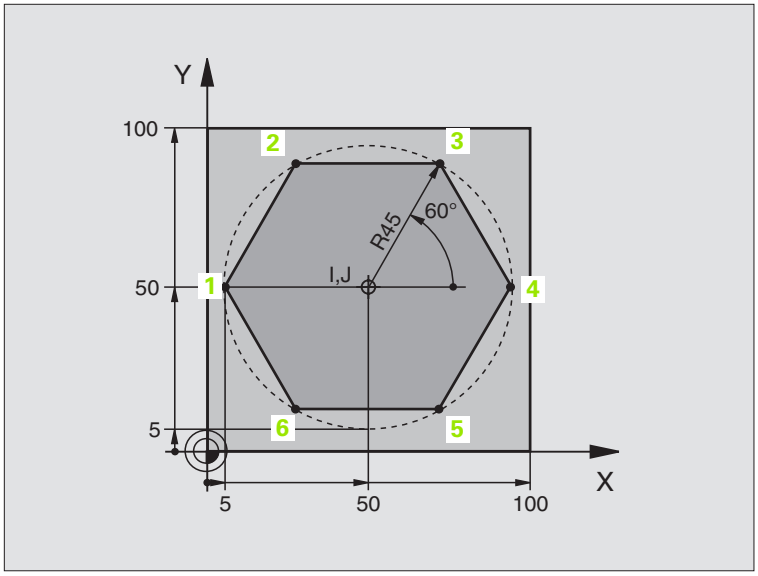
G 12

- 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

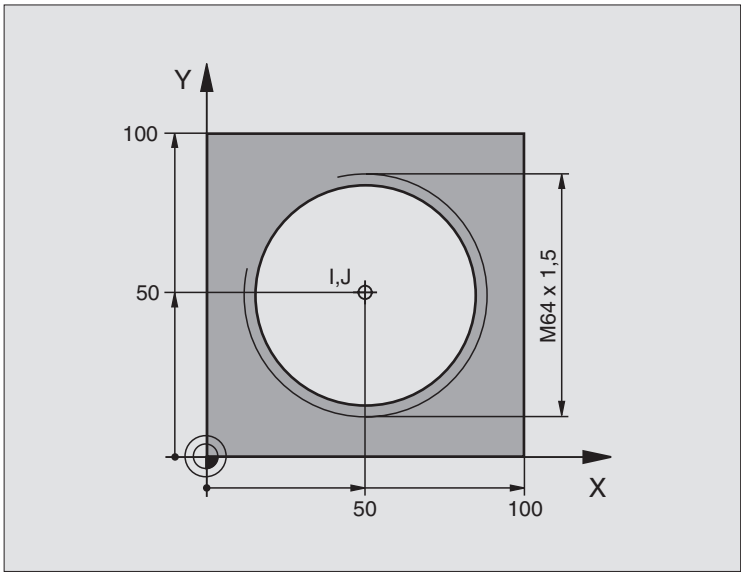
```
N120 I+40 J+25 *
N130 G01 Z+0 F100 M3 *
N140 G11 G41 R+3 H+270 *
N150 G12 G91 H-1800 Z+5 *
```

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
`N100 G26 R5 *`	Kontur an Punkt 1 anfahren
`N110 H+120 *`	Punkt 2 anfahren
`N120 H+60 *`	Punkt 3 anfahren
`N130 H+0 *`	Punkt 4 anfahren
`N140 H-60 *`	Punkt 5 anfahren
`N150 H-120 *`	Punkt 6 anfahren
`N160 H+180 *`	Punkt 1 anfahren
`N170 G27 R5 F500 *`	Tangentiales Wegfahren
`N180 G40 R+60 H+180 F1000 *`	Freifahren in der Bearbeitungsebene, Radiuskorrektur aufheben
`N190 G00 Z+250 M2 *`	Freifahren in der Spindelachse, Programm-Ende
`N99999999 %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 *`	

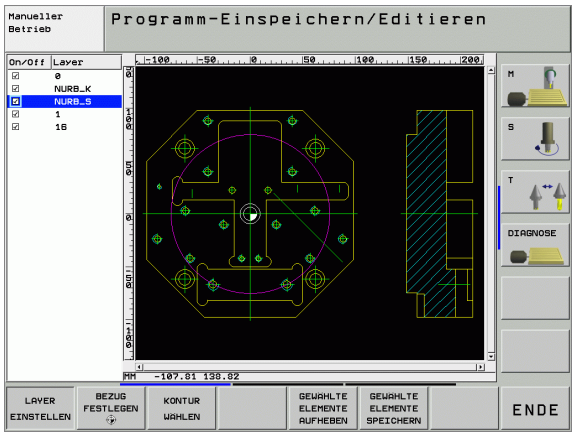
Wenn Sie mehr als 16 Gänge fertigen müssen:

`...`	
`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)
`N99999999 %HELIX G71 *`	

6.6 Konturprogramme aus DXF-Daten erzeugen (Software-Option)

Anwendung



Auf einem CAD-System erzeugte DXF-Dateien können Sie direkt auf der TNC öffnen, um daraus Konturen zu extrahieren und diese als **Klartext-Dialog-Programme** zu speichern. Die so gewonnen Klartext-Dialog-Programme können auch von älteren TNC-Steuerungen abgearbeitet werden, da die Konturprogramme nur **L**- und **CC**-/**CP**-Sätze enthalten.

Wenn Sie DXF-Dateien in der Betriebsart **Programm-Einspeichern/Editieren** verarbeiten, dann erzeugt die TNC Kontur-Programme mit der Dateiendung **.H**. Wenn Sie DXF-Dateien in der Betriebsart smarT.NC verarbeiten, dann erzeugt die TNC Kontur-Programme mit der Dateiendung **.HC**.

Die zu verarbeitende DXF-Datei muss auf der Festplatte der TNC gespeichert sein.

Die zu öffnende DXF-Datei muss mindestens einen Layer enthalten.

Die TNC unterstützt das am weitesten verbreitete DXF-Format R12 (entspricht AC1009).

Als Kontur selektierbar sind folgende DXF-Elemente:

- LINE (Gerade)
- CIRCLE (Vollkreis)
- ARC (Teilkreis)

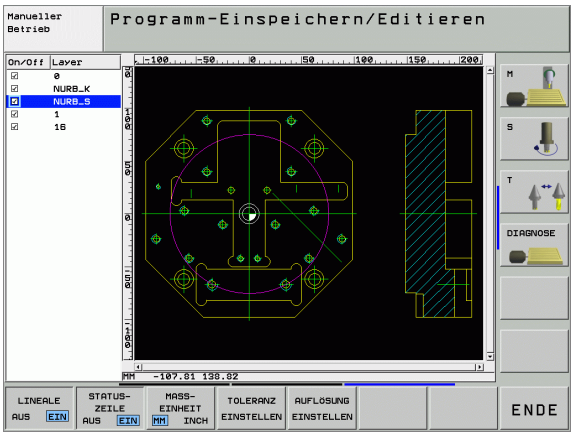
DXF-Datei öffnen

- Betriebsart Einspeichern/Editieren wählen
- Datei-Verwaltung wählen
- Softkey-Menü zur Auswahl der anzuzeigenden Datei-Typen wählen: Softkey TYP WÄHLEN drücken
- Alle DXF-Dateien anzeigen lassen: Softkey ZEIGE DXF drücken
- Verzeichnis wählen, in dem die DXF-Datei gespeichert ist
- Gewünschte DXF-Datei wählen, mit Taste ENT übernehmen: Die TNC startet den DXF-Konverter und zeigt den Inhalt der DXF-Datei am Bildschirm an. Im linken Fenster zeigt die TNC die sogenannten Layer (Ebenen) an, im rechten Fenster die Zeichnung

Grundeinstellungen

Auf der dritten Softkey-Leiste stehen verschieden Einstellmöglichkeiten zur Verfügung:

Einstellung	Softkey
Lineale anzeigen/nicht anzeigen: Die TNC zeigt die Lineale am linken und oberen Rand der Zeichnung an. Die auf dem Lineal angezeigten Werte beziehen sich auf den Zeichnungs-Nullpunkt.	LINEALE AUS EIN
Statuszeile anzeigen/nicht anzeigen: Die TNC zeigt die Statuszeile am unteren Rand der Zeichnung an. In der Stauszeile stehen folgende Informationen zur Verfügung: ■ Aktive Maßeinheit (MM oder INCH) ■ X- und Y-Koordinate der atuellen Mouse-Position	STATUS-ZEILE AUS EIN
Maßeinheit MM/INCH: Maßeinheit der DXF-Datei einstellen. In dieser Maßeinheit gibt die TNC auch das Kontur-Programm aus	MASS-EINHEIT MM INCH
Toleranz einstellen. Die Toleranz legt fest, wie weit benachbarte Konturelemente voneinder entfernt sein dürfen. Mit der Toleranz können Sie Ungenauigkeiten ausgleichen, die bei der Zeichnungserstellung gemacht wurden. Grundeinstellung: 0.1 mm	TOLERANZ EINSTELLEN
Auflösung einstellen. Die Auflösung legt fest, mit wieviel Nachkommastellen die TNC das Kontur-Programm erzeugen soll. Grundeinstellung: 4 Nachkommastellen (entspricht 0.1 µm Auflösung)	AUFLOSUNG EINSTELLEN



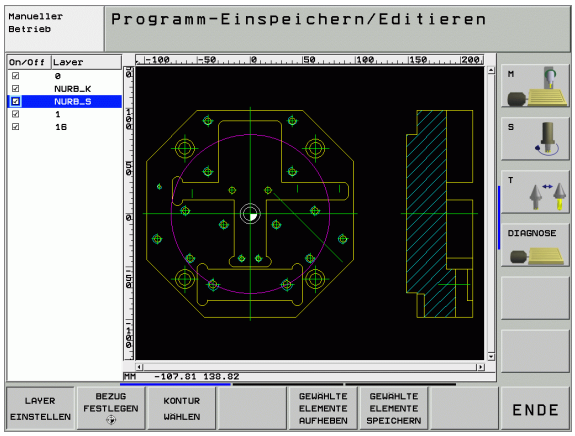
Beachten Sie, dass Sie die richtige Maßeinheit einstellen müssen, da in der DXF-Datei diesbezüglich keine Informationen enthalten sind.

Wenn Sie Programme für ältere TNC-Steuerungen erzeugen wollen, müssen Sie die Auflösung auf 3 Nachkommastellen begrenzen. Zusätzlich müssen Sie die Kommentare entfernen, die der DXF-Konverter mit in das Konturprogramm ausgibt.

Layer einstellen

DXF-Dateien enthalten in der Regel mehrere Layer (Ebenen), mit denen der Konstrukteur seine Zeichnung organisieren kann. Mit Hilfe der Layertechnik gruppiert der Konstrukteur verschiedenartige Elemente, z.B. die eigentliche Werkstück-Kontur, Bemassungen, Hilfs- und Konstruktionslinien, Schraffuren und Texte.

Um bei der Konturauswahl möglichst wenig überflüssige Informationen am Bildschirm zu haben, können Sie alle überflüssigen, in der DXF-Datei enthaltenen Layer ausblenden.



Die zu verarbeitende DXF-Datei muss mindestens einen Layer enthalten.

Sie können eine Kontur auch dann selektieren, wenn der Konstrukteur diese auf unterschiedlichen Layern gespeichert hat.

LAYER EINSTELLEN

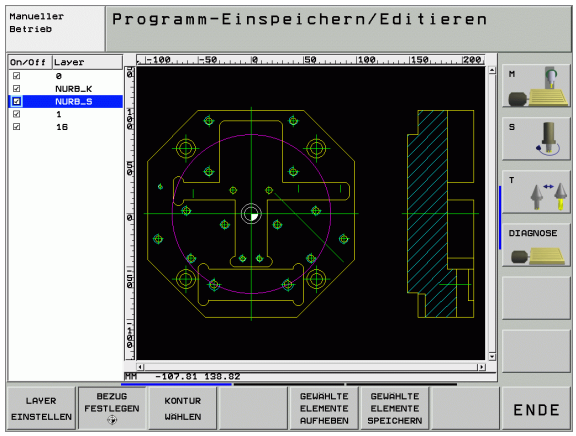
- Wenn nicht schon aktiv, den Modus zum Einstellen der Layer wählen: Die TNC zeigt im linken Fenster alle Layer an, die in der aktiven DXF-Datei enthalten sind
- Um einen Layer auszublenden: Mit der linken Mouse-Taste den gewünschten Layer wählen und durch Klicken auf das Kontrollkästchen ausblenden
- Um einen Layer einzublenden: Mit der linken Mouse-Taste den gewünschten Layer wählen und durch Klicken auf das Kontrollkästchen wieder einblenden

Bezugspunkt festlegen

Der Zeichnungs-Nullpunkt der DXF-Datei liegt nicht immer so, dass Sie diesen direkt als Werkstück-Bezugspunkt verwenden können. Die TNC stellt daher eine Funktion zur Verfügung, mit der Sie den Zeichnungs-Nullpunkt durch Anklicken eines Elementes an eine sinnvolle Stelle verschieben können.

An folgenden Stellen können Sie den Bezugspunkt definieren:

- Am Anfangs-, Endpunkt oder in der Mitte einer Geraden
- Am Anfangs- oder Endpunkt eines Kreisbogens
- Jeweils am Quadrantenübergang oder in der Mitte eines Vollkreises
- Im Schnittpunkt von
  - Gerade – Gerade, auch wenn der Schnittpunkt in der Verlängerung der jeweiligen Geraden liegt
  - Gerade – Kreisbogen
  - Gerade – Vollkreis



Um einen Bezugspunkt festlegen zu können, müssen Sie das Touch-Pad auf der TNC-Tastatur oder eine über USB angeschlossene Mouse verwenden.

Sie können den Bezugspunkt auch noch verändern, wenn Sie die Kontur bereits gewählt haben. Die TNC berechnet die tatsächlichen Konturdaten erst, wenn Sie die gewählte Kontur in ein Konturprogramm speichern.

Bezugspunkt auf einzelnem Element wählen

BEZUG FESTLEGEN

- Modus zum Festlegen des Bezugspunktes wählen
- Mit der linken Mouse-Taste das gewünschte Element anklicken auf das Sie den Bezugspunkt legen wollen: Die TNC zeigt per Stern wählbare Bezugspunkte an, die auf dem selektierten Element liegen
- Auf den Stern klicken, den Sie als Bezugspunkt wählen wollen: Die TNC setzt das Bezugspunkt-Symbol auf die gewählte Stelle. Ggf. Zoom-Funktion verwenden, wenn das gewählte Element zu klein

Bezugspunkt als Schnittpunkt zweier Elemente wählen

BEZUG FESTLEGEN

- Modus zum Festlegen des Bezugspunktes wählen
- Mit der linken Mouse-Taste das erste Element (Gerade, Vollkreis oder Kreisbogen) anklicken: Die TNC zeigt per Stern wählbare Bezugspunkte an, die auf dem selektierten Element liegen
- Mit der linken Mouse-Taste das zweite Element (Gerade, Vollkreis oder Kreisbogen) anklicken: Die TNC setzt das Bezugspunkt-Symbol auf den Schnittpunkt



Die TNC berechnet den Schnittpunkt zweier Elemente auch dann, wenn dieser in der Verlängerung eines Elementes liegt.

Wenn die TNC mehrere Schnittpunkte berechnen kann, dann wählt die Steuerung den Schnittpunkt, der dem Mouseklick des zweiten Elementes am nächsten liegt.

Wenn die TNC keinen Schnittpunkt berechnen kann, dann hebt sie ein bereits markiertes Element wieder auf.

Kontur wählen, Konturprogramm speichern

Um eine Kontur wählen zu können, müssen Sie das Touch-Pad auf der TNC-Tastatur oder eine über USB angeschlossene Mouse verwenden.

Wenn Sie das Kontur-Programm nicht in der Betriebsart **smarT.NC** verwenden, dann müssen Sie die Umlaufrichtung bei der Konturauswahl so festlegen, dass sie mit der gewünschten Bearbeitungsrichtung übereinstimmt.

Wählen Sie das erste Konturelement so aus, dass ein kollisionsfreies Anfahren möglich ist.

Sollten die Konturelemente sehr dicht aufeinander liegen, Zoom-Funktion nutzen

KONTUR WÄHLEN

- Modus zum Selektieren der Kontur wählen: Die TNC blendet die im linken Fenster angezeigten Layer aus und das rechte Fenster ist für die Konturauswahl aktiv
- Um ein Konturelement zu wählen: Mit der linken Mouse-Taste auf das gewünschten Konturelement klicken. Die TNC stellt das ausgewählte Konturelement blau dar. Gleichzeitig zeigt die TNC das gewählte Element mit einem Symbol (Kreis oder Gerade) im linken Fenster an
- Um das nächste Konturelement zu wählen: Mit der linken Mouse-Taste auf das gewünschte Konturelement klicken. Die TNC stellt das ausgewählte Konturelement blau dar. Wenn weitere Koturelemente in der gewählten Umlaufrichtung eindeutig selektierbar sind, dann kennzeichnet die TNC diese Elemente grün. Durch Klicken auf das letzte grüne Element übernehmen Sie alle Elemente in das Kontur-Programm. Im linken Fenster zeigt die TNC alle selektierten Konturelemente an

GEWÄHLTE ELEMENTE SPEICHERN

- Gewählte Konturelemente in einem Klartext-Dialog-Programm speichen: Die TNC zeigt ein Überblendfenster, in dem Sie einen beliebigen Dateinamen eingeben können. Grundeinstellung: Name der DXF-Datei

ENT

- Eingabe bestätigen: Die TNC speichert das Kontur-Programm in dem Verzeichnis, in dem auch die DXF-Datei gespeichert ist

GEWÄHLTE ELEMENTE AUFHEBEN

- Wenn Sie noch weiter Konturen wählen wollen: Softkey GEWÄHLTE ELEMENTE AUFHEBEN drücken und nächste Kontur wie zuvor beschrieben wählen

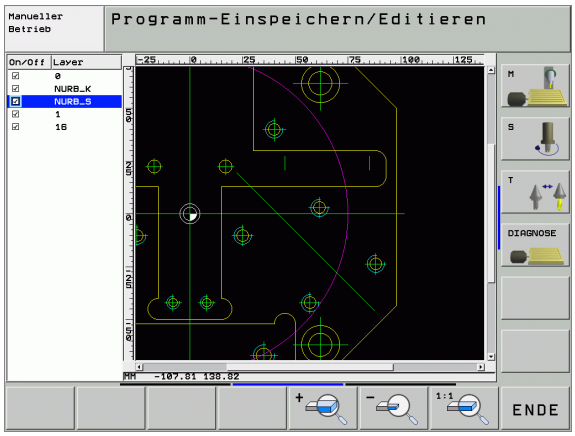
Die TNC gibt die Rohteil-Definition (**BLK FORM**) mit ins Kontur-Programm aus.

Die TNC speichert nur die Elemente, die tatsächlich auch selektiert sind (blaue markierte Elemente).

Zoom-Funktion

Um bei der Konturauswahl auch kleine Details leicht erkennen zu können, stellt die TNC eine leistungsfähige Zoom-Funktion zur Verfügung:

Funktion	Softkey
Werkstück vergrößern. Die TNC vergrößert grundsätzlich so, dass die Mitte des momentan dargestellten Ausschnittes jeweils vergrößert wird. Ggf. mit den Bildlaufleisten die Zeichnung so im Fenster positionieren, dass das gewünschte Detail nach Betätigung des Softkeys direkt sichtbar ist.	
Werkstück verkleinern	
Werkstück in Originalgröße anzeigen	





7

Programmieren: Zusatz-Funktionen

7.1 Zusatz-Funktionen M und G38 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-Funktionen M am Ende eines Positionier-Satzes oder auch in einem separaten Satz eingeben. Die TNC zeigt dann den Dialog: **Zusatz-Funktion M ?**

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

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



Beachten Sie, dass einige Zusatz-Funktionen zu Beginn eines Positionier-Satzes wirksam werden, andere am Ende, unabhängig von der Reihenfolge, in der sie im jeweilgen NC-Satz stehen.

Die Zusatz-Funktionen wirken ab dem Satz, in dem sie aufgerufen werden.

Einige Zusatz-Funktionen gelten nur in dem Satz, in dem sie programmiert sind. Wenn die Zusatz-Funktion nicht nur satzweise wirksam ist, müssen Sie diese in einem nachfolgenden Satz mit einer separaten M-Funktion wieder aufheben, oder Sie wird automatisch von der TNC am Programm-Ende aufgehoben.

Zusatz-Funktion im STOP-Satz eingeben

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

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 Spindel HALT Kühlmittel AUS		■
M01	Wahlweiser Programmlauf HALT		■
M02	Programmlauf HALT Spindel HALT Kühlmittel aus Rücksprung zu Satz 1 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 Spindel HALT Programmlauf HALT (abhängig von Maschinen-Parameter 7440)		■
M08	Kühlmittel EIN	■	
M09	Kühlmittel AUS		■
M13	Spindel EIN im Uhrzeigersinn Kühlmittel EIN	■	
M14	Spindel EIN gegen den Uhrzeigersinn Kühlmittel ein	■	
M30	wie M02		■

7.3 Zusatz-Funktionen für Koordinatenangaben

Maschinenbezogene Koordinaten programmieren: M91/M92

Maßstab-Nullpunkt

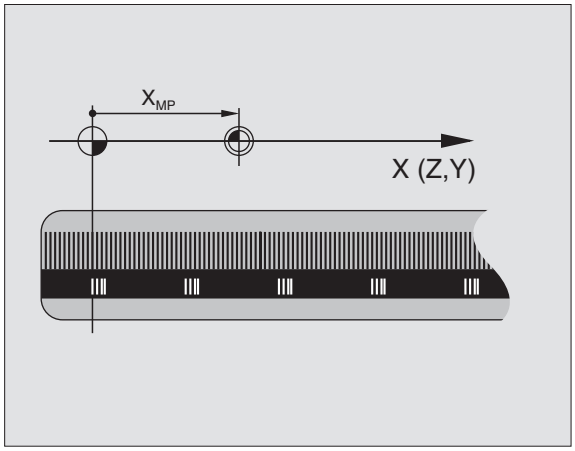
Auf dem Maßstab legt eine Referenzmarke die Position des Maßstab-Nullpunkts fest.

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 68.

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.



Wenn Sie in einem M91-Satz inkrementale Koordinaten programmieren, dann beziehen sich diese Koordinaten auf die letzte programmierte M91-Position. Ist im aktiven NC-Programm keine M91-Position programmiert, dann beziehen sich die Koordinaten auf die aktuelle Werkzeug-Position.

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 45.

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.

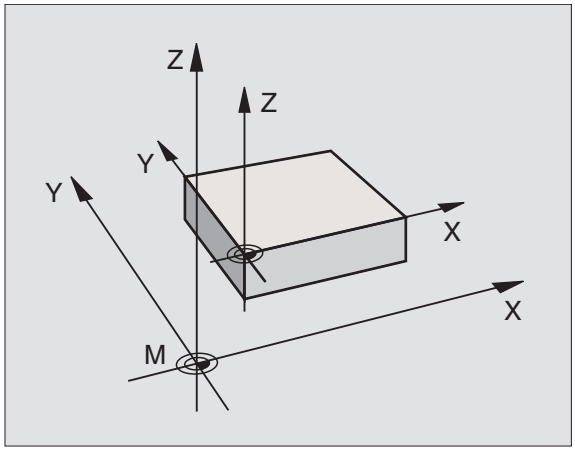
M91 und M92 werden wirksam am Satz-Anfang.

Werkstück-Bezugspunkt

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

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 567.

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 ist satzweise wirksam in Geraden-Sätzen ohne Werkzeug-Radiuskorrektur.

7.4 Zusatz-Funktionen für das Bahnverhalten

Ecken verschleifen: M90

Standardverhalten

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

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

Verhalten mit M90

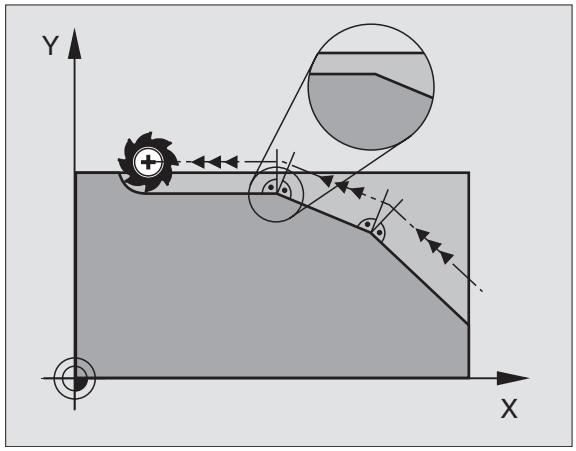
Das Werkzeug wird an eckigen Übergängen mit konstanter Bahngeschwindigkeit geführt: Die Ecken verschleifen und die Werkstück-Oberfläche wird glatter. Zusätzlich verringert sich die Bearbeitungszeit. Siehe Bild rechts Mitte.

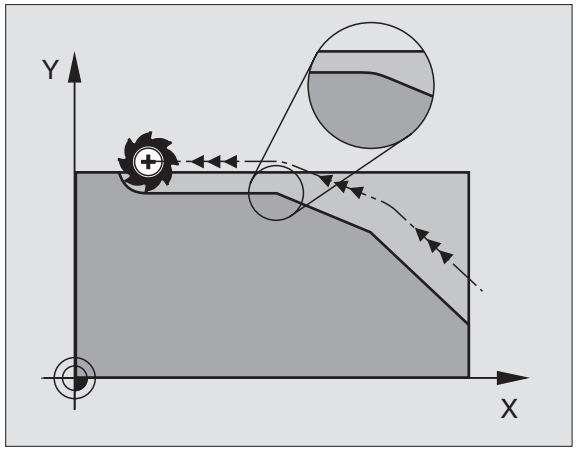
Anwendungsbeispiel: Flächen aus kurzen Geradenstücken.

Wirkung

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

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





Definierten Rundungskreis zwischen Geradenstücken einfügen: M112

Kompatibilität

Aus Kompatibilitätsgründen ist die Funktion M112 weiterhin verfügbar. Um die Toleranz beim schnellen Konturfräsen festzulegen, empfiehlt HEIDENHAIN jedoch die Verwendung des Zyklus TOLERANZ, siehe „Sonder-Zyklen", Seite 442.

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 **T** 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 **T**.

T können Sie auch über Q-Parameter festlegen (siehe „Prinzip und Funktionsübersicht" auf Seite 488).

Kleine Konturstufen bearbeiten: M97

Standardverhalten

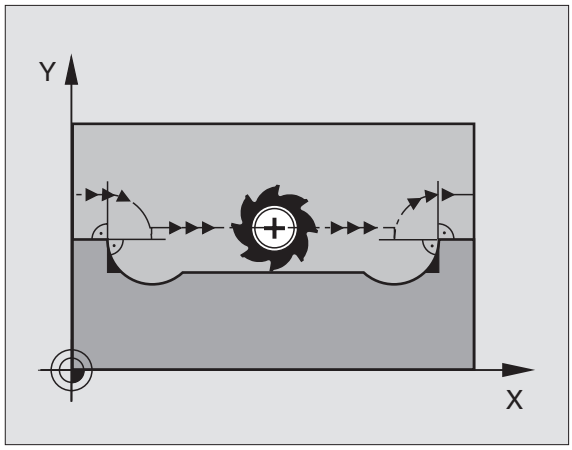
Die TNC fügt an der Außenecke einen Übergangskreis ein. Bei sehr kleinen Konturstufen würde das Werkzeug dadurch die Kontur beschädigen.

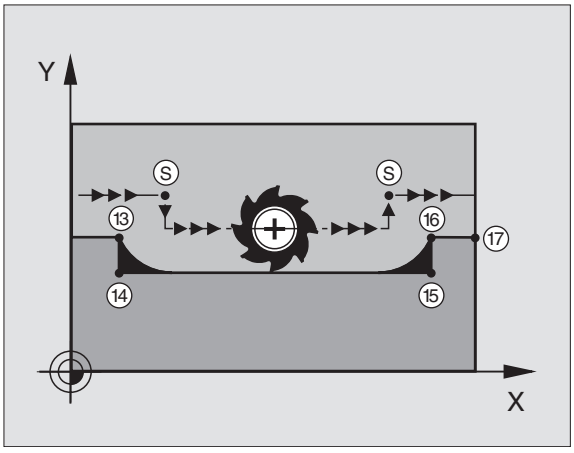
Die TNC unterbricht an solchen Stellen den Programmlauf und gibt die Fehlermeldung „Werkzeug-Radius zu groß“ aus.

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.





Anstelle **M97** sollten Sie die wesentlich leistungsfähigere Funktion **M120 LA** verwenden (siehe „Radiuskorrigierte Kontur vorausberechnen (LOOK AHEAD): M120“ auf Seite 244)!

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

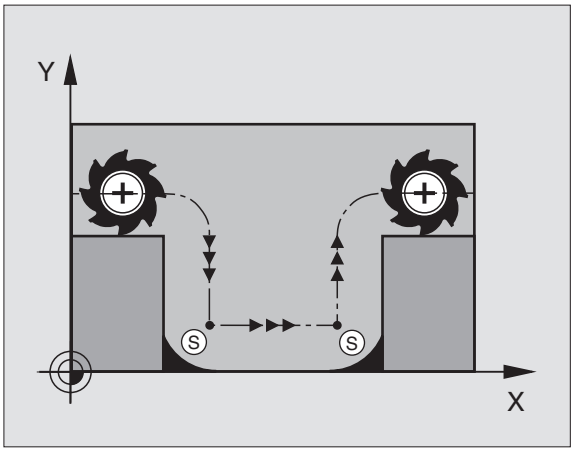
`N50 G99 G01 ... R+20 *`	Großer Werkzeug-Radius
`...`	
`N130 X ... Y ... F ... M97 *`	Konturpunkt 13 anfahren
`N140 G91 Y-0,5 ... F ... *`	Kleine Konturstufe 13 und 14 bearbeiten
`N150 X+100 ... *`	Konturpunkt 15 anfahren
`N160 Y+0,5 ... F ... M97 *`	Kleine Konturstufe 15 und 16 bearbeiten
`N170 G90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

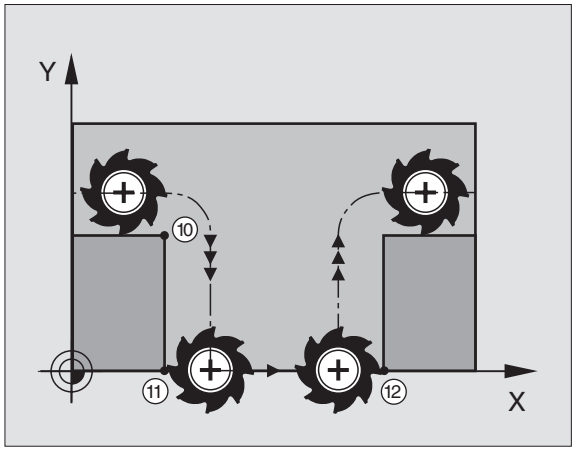
M98 wirkt nur in den Programmsätzen, in denen M98 programmiert ist.

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



M103 wirkt auch bei aktiver geschwenkter Bearbeitungsebene. Die Vorschubreduzierung wirkt dann beim Verfahren in negativer Richtung der **geschwenkten** Werkzeugachse.

NC-Beispielsätze

Vorschub beim Eintauchen beträgt 20% des Ebenenvorschubs.

`...`	Tatsächlicher Bahnvorschub (mm/min):
`N170 G01 G41 X+20 Y+20 F500 M103 F20 *`	500
`N180 Y+50 *`	500
`N190 G91 Z-2,5 *`	100
`N200 Y+5 Z-5 *`	141
`N210 X+50 *`	500
`N220 G90 Z+5 *`	500

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

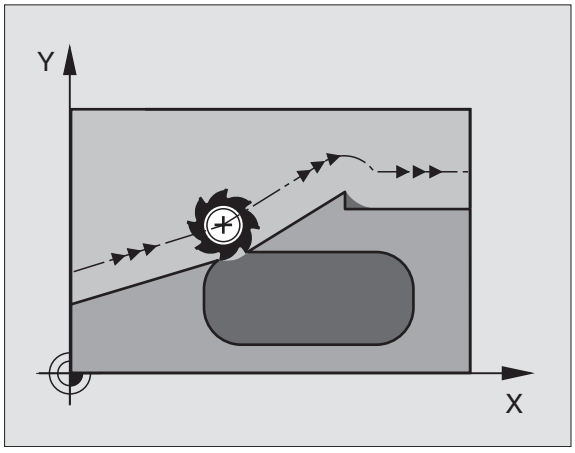
M109 und M110 werden wirksam am Satz-Anfang.
M109 und M110 setzen Sie mit M111 zurück.

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 239) 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 RL oder RR enthält. M120 wirkt ab diesem Satz bis Sie

- die Radiuskorrektur mit R0 aufheben
- M120 LA0 programmieren
- M120 ohne LA programmieren
- mit PGM CALL ein anderes Programm aufrufen
- mit Zyklus G80 oder mit der PLANE-Funktion die Bearbeitungsebene schwenken

M120 wird wirksam am Satz-Anfang.

Einschränkungen

- Den Wiedereintritt in eine Kontur mit M120 nach Extern/Intern Stop dürfen Sie nur mit der Funktion VORLAUF ZU SATZ N durchführen
- Wenn Sie die Bahnfunktionen G25 und G24 verwenden, dürfen die Sätze vor und hinter G25 bzw. G26 nur Koordinaten der Bearbeitungsebene enthalten
- Vor Verwendung der nachfolgend aufgeführte Funktionen müssen Sie M120 und die Radiuskorrektur aufheben:
  - Zyklus G60 Toleranz
  - Zyklus G80 Bearbeitungsebene
  - M114
  - M128
  - M138
  - M144
  - PLANE-Funktion
  - FUNCTION TCPM (nur Klartext-Dialog)
  - WRITE TO KINEMATIC (nur Klartext-Dialog)

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 (Linearachse oder Drehachse) in mm ein.

Eingabe

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 Koordinaten-Eingabe 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 und in der Drehachse B um ±5° vom programmierten Wert verfahren werden können:

```
N250 G01 G41 X+0 Y+38.5 F125 M118 X1 Y1 B5 *
```



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.

Zusätzlich ist ein Vorschub programmierbar, mit dem das Werkzeug den eingegebenen Weg verfährt. Wenn Sie keinen Vorschub eingeben, verfährt die TNC den programmierten Weg im Eilgang.

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 MB50 *
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.



Die Funktion **M142** ist bei einem Satzvorlauf nicht erlaubt.

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.



Die Funktion **M143** ist bei einem Satzvorlauf nicht erlaubt.

Wirkung

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

M143 wird wirksam am Satz-Anfang.

Werkzeug bei NC-Stop automatisch von der Kontur abheben: M148

Standardverhalten

Die TNC stoppt bei einem NC-Stop alle Verfahrbewegungen. Das Werkzeug bleibt am Unterbrechungspunkt stehen.

Verhalten mit M148



Die Funktion M148 muss vom Maschinenhersteller freigegeben sein.

Die TNC fährt das Werkzeug um 0.1 mm in Richtung der Werkzeug-Achse von der Kontur zurück, wenn Sie in der Werkzeug-Tabelle in der Spalte **LIFTOFF** für das aktive Werkzeug den Parameter **Y** gesetzt haben (siehe „Werkzeug-Tabelle: Standard Werkzeug-Daten" auf Seite 167).



Beachten Sie, dass beim Wiederanfahren an die Kontur insbesondere bei gekrümmten Flächen Konturverletzungen entstehen können. Werkzeug vor dem Wiederanfahren freifahren!

Wirkung

M148 wirkt solange, bis die Funktion mit M149 deaktiviert wird.

M148 wird wirksam am Satz-Anfang, M149 am Satz-Ende.

Endschaltermeldung unterdrücken: M150

Standardverhalten

Die TNC stoppt den Programmlauf mit einer Fehlermeldung, wenn das Werkzeug in einem Positioniersatz den aktiven Arbeitsraum verlassen würde. Die Fehlermeldung wird ausgegeben, bevor der Positioniersatz ausgeführt wird.

Verhalten mit M150

Liegt der Endpunkt eines Positioniersatzes mit M150 ausserhalb des aktiven Arbeitsraumes, dann verfährt die TNC das Werkzeug bis an die Grenze des Arbeitsraumes und setzt den Programmlauf dann ohne Fehlermeldung fort.



Kollisionsgefahr!

Beachten Sie, dass sich der Anfahrweg auf die nach dem M150-Statz programmierte Position ggf. erheblich verändern kann!

M150 wirkt auch auf Verfahrbereichsgrenzen, die Sie über die MOD-Funktion definiert haben.

Wirkung

M150 wirkt nur in dem Programmsatz, in dem M150 programmiert ist.

M150 wird wirksam am Satz-Anfang.

7.5 Zusatz-Funktionen für Drehachsen

Vorschub in mm/min bei Drehachsen A, B, C: M116 (Software-Option 1)

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.

M116 wirkt nur bei Rund- und Drehtischen. Bei Schwenkköpfen kann M116 nicht verwendet werden. Sollte Ihre Maschine mit einer Tisch-/Kopf-Kombination ausgerüstet sein, ignoriert die TNC Schwenkkopf-Drehachsen.

M116 wirkt auch bei aktiver geschwenkter Bearbeitungsebene.

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

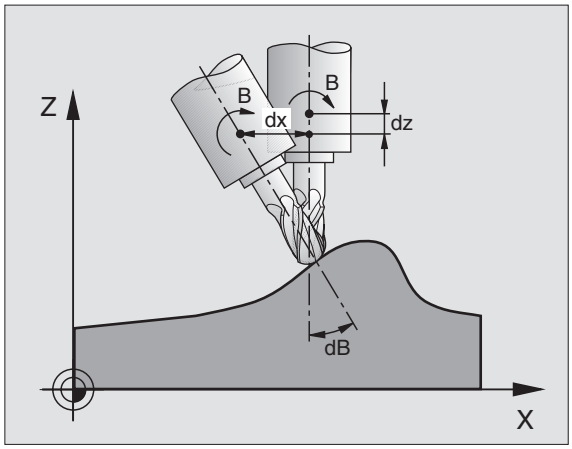
M94 wirkt nur in dem Programmsatz, in dem M94 programmiert ist.

M94 wird wirksam am Satz-Anfang.

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

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

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

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

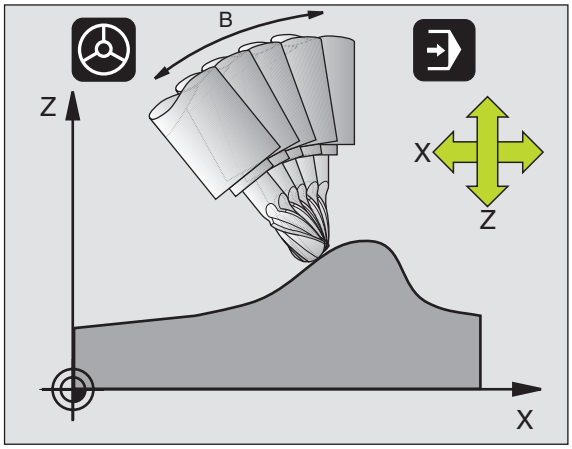
M114 wird wirksam am Satz-Anfang, M115 am Satz-Ende. M114 wirkt nicht bei aktiver Werkzeug-Radiuskorrektur.

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)

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 (TCPM: Tool Center Point Management)

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

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 **TOOL CALL**: **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.

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:

```
N50 G01 G41 X+0 Y+38.5 IB-15 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 580.

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:

```
N50 G00 Z+100 R0 M138 C *
```

Berücksichtigung der Maschinen-Kinematik in IST/SOLL-Positionen am Satzende: M144 (Software-Option 2)

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

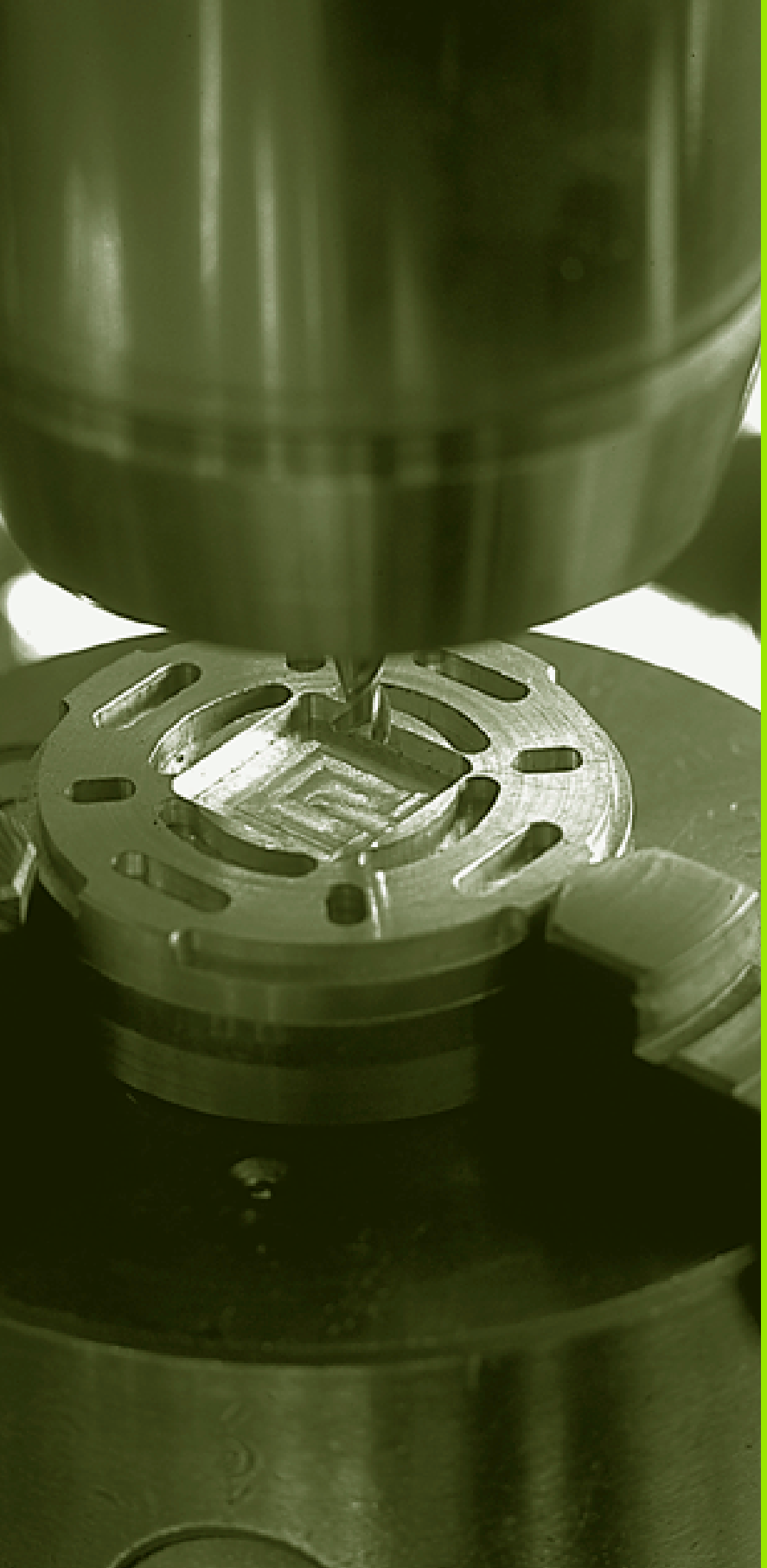
Die TNC gibt eine programmierte Spannung als Puls mit einer programmierten Dauer TIME aus.

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 531)!

Maschinenspezifische Zyklen

An vielen Maschinen stehen Zyklen zur Verfügung, die von Ihrem Maschinenhersteller zusätzlich zu den HEIDENHAIN-Zyklen in die TNC implementiert werden. Hierfür steht ein separater Zyklen-Nummernkreis zur Verfügung:

- Zyklen G300 bis G399
  Maschinensprezifische Zyklen, die über die Taste CYCLE DEF zu definieren sind
- Zyklen G500 bis G599
  Maschinenspezifische Tastsystem-Zyklen, die über die Taste TOUCH PROBE zu definieren sind



Beachten Sie hierzu die jeweilige Funktionsbeschreibung im Maschinenhandbuch.

Unter Umständen werden bei maschinenspezifischen Zyklen auch Übergabe-Parameter verwendet, die HEIDENHAIN bereits in Standard-Zyklen verwendet hat. Um bei der gleichzeitigen Verwendung von DEF-aktiven Zyklen (Zyklen, die die TNC automatisch bei der Zyklus-Definition abarbeitet, siehe auch „Zyklus aufrufen" auf Seite 267) und CALL-aktiven Zyklen (Zyklen, die Sie zur Ausführung aufrufen müssen, siehe auch „Zyklus aufrufen" auf Seite 267) Probleme hinsichtlich des Überschreibens von mehrfach verwendetenÜbergabe-Parametern zu vermeiden, folgende Vorgehensweise beachten:

- Grundsätzlich DEF-aktive Zyklen vor CALL-aktiven Zyklen programmieren
- Zwischen der Definition eines CALL-aktiven Zyklus und dem jeweiligen Zyklus-Aufruf einen DEF-aktiven Zyklus nur dann programmieren, wenn keine Überschneidungen bei den Übergabeparametern dieser beiden Zyklen auftreten

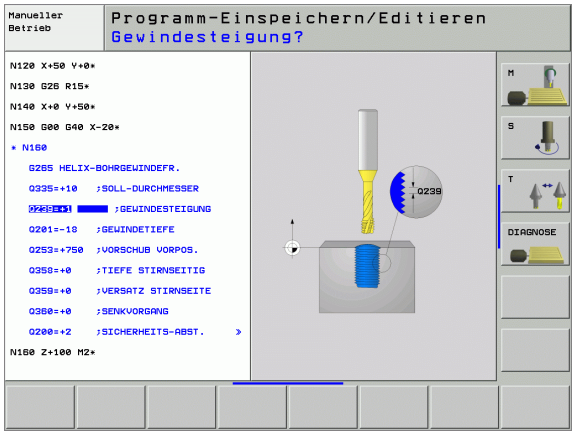
Zyklus definieren über Softkeys

CYCL DEF

BOHREN/ GEWINDE

200

- 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	Seite
Zyklen zum Tiefbohren, Reiben, Ausdrehen, Senken, Gewindebohren, Gewindeschneiden und Gewindefräsen	BOHREN/ GEWINDE	Seite 274
Zyklen zum Fräsen von Taschen, Zapfen und Nuten	TASCHEN/ ZAPFEN/ NUTEN	Seite 325
Zyklen zur Herstellung von Punktemustern, z.B. Lochkreis oder Lochfläche	PUNKTE-MUSTER	Seite 363
SL-Zyklen (Subcontur-List), mit denen aufwendigere Konturen konturparallel bearbeitet werden, die sich aus mehreren überlagerten Teilkonturen zusammensetzen, Zylindermantel-Interpolation	SL-ZYKLEN	Seite 370
Zyklen zum Abzeilen ebener oder in sich verwundener Flächen	ABZEILEN	Seite 410
Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung, mit denen beliebige Konturen verschoben, gedreht, gespiegelt, vergrößert und verkleinert werden	KOORD.-UMRECHN.	Seite 424
Sonder-Zyklen Verweilzeit, Programm-Aufruf, Spindel-Orientierung, Toleranz	SONDER-ZYKLEN	Seite 442

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 270).

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

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

Die TNC fährt die im **CYCL CALL POS**-Satz angegebene Position mit Positionierlogik an:

- Ist die aktuelle Werkzeugposition in der Werkzeugachse größer als die Oberkante des Werkstücks (Q203), dann positioniert die TNC zuerst in der Bearbeitungsebene auf die programmierte Position und anschließend in der Werkzeugachse
- Liegt die aktuelle Werkzeugposition in der Werkzeugachse unterhalb der Oberkante des Werkstücks (Q203), dann positioniert die TNC zuerst in Werkzeugachse auf die Sichere Höhe und anschließend in der Bearbeitungsebene auf die prorammierte Position



Im **G79:G01**-Satz müssen immer drei Koordinatenachsen programmiert sein. Über die Koordinate in der Werkzeug-Achse können Sie auf einfache Weise die Startposition verändern. Sie wirkt wie eine zusätzliche Nullpunkt-Verschiebung.

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 wirkt die im Zyklus definierte Position wie eine zusätzliche Verschiebung auf die im **G79:G01**-Satz definierte Position. Sie sollten daher die im Zyklus festzulegende Startposition immer mit 0 definieren.

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
- Bei den Zyklen G77/G78 (KREISTASCHE), G251 (RECHTECKTASCHE), G252 (KREISTASCHE), G253 (NUT) und G254 (RUNDE NUT) arbeitet die TNC den Zyklus in den Achsen ab, die Sie im letzten Positioniersatz vor dem jeweiligen Zyklus-Aufruf programmiert haben. Bei aktiver Werkzeugachse Z sind folgende Kombinationen zulässig:
  - X/Y
  - X/V
  - U/Y
  - U/V

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.

Einzelne Punkte für die Bearbeitung ausblenden

In der Punkte-Tabelle können Sie über die Spalte **FADE** den in der jeweiligen Zeile definierten Punkt so kennzeichnen, das dieser für die Bearbeitung wahlweise ausgeblendet wird (siehe „Sätze überspringen" auf Seite 542).



Punkt in der Tabelle wählen, der ausgeblendet werden soll



Spalte FADE wählen



Ausblenden aktivieren, oder



Ausblenden deaktivieren

Punkte-Tabelle im Programm wählen

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



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



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 242).

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 Zyklus-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 16 Zyklen für die verschiedensten Bohrbearbeitungen zur Verfügung:

Zyklus	Softkey	Seite
G240 ZENTRIEREN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand, wahlweise Eingabe Zentrierdurchmesser/Zentriertiefe		Seite 276
G200 BOHREN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand		Seite 278
G201 REIBEN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand		Seite 280
G202 AUSDREHEN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand		Seite 282
G203 UNIVERSAL-BOHREN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand, Spanbruch, Degression		Seite 284
G204 RUECKWAERTS-SENKEN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand		Seite 286
G205 UNIVERSAL-TIEFBOHREN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand, Spanbruch, Vorhalteabstand		Seite 289
G208 BOHRFRAESEN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand		Seite 292
G206 GEWINDEBOHREN NEU Mit Ausgleichsfutter, mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand		Seite 294
G207 GEWINDEBOHREN GS NEU Ohne Ausgleichsfutter, mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand		Seite 296

Zyklus	Softkey	Seite
G209 GEWINDEBOHREN SPANBRUCH Ohne Ausgleichsfutter, mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand; Spanbruch		Seite 298
G262 GEWINDEFRAESEN Zyklus zum Fräsen eines Gewindes ins vorgebohrte Material		Seite 302
G263 SENKGEWINDEFRAESEN Zyklus zum Fräsen eines Gewindes ins vorgebohrte Material mit Herstellung einer Senkfase		Seite 304
G264 BOHRGEWINDEFRAESEN Zyklus zum Bohren ins volle Material und anschließendem Fräsen des Gewindes mit einem Werkzeug		Seite 308
G265 HELIX-BOHRGEWINDEFRAESEN Zyklus zum Fräsen des Gewindes ins volle Material		Seite 312
G267 AUSSENGEWINDE FRAESEN Zyklus zum Fräsen eines Aussengewindes mit Herstellung einer Senkfase		Seite 316

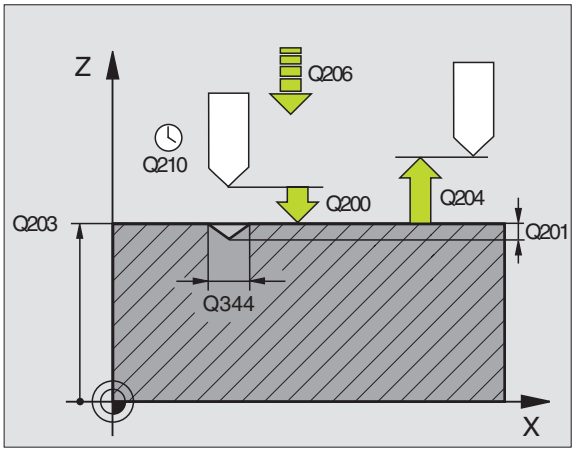
ZENTRIEREN (Zyklus 240)

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

2 Das Werkzeug zentriert mit dem programmierten Vorschub F bis auf den eingegebenen Zentrierdurchmesser, bzw. auf die eingegebene Zentriertiefe

3 Falls definiert, verweilt das Werkzeug am Zentriergrund

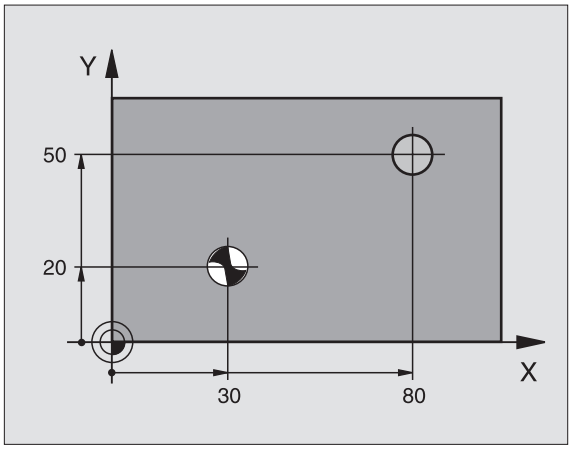
4 Abschließend fährt das Werkzeug mit FMAX auf Sicherheits-Abstand oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand



Beachten Sie vor dem Programmieren

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

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Q344 (Durchmesser, bzw. Q201 (Tiefe) legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie den Durchmesser oder 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 eingegebenem Durchmesser bzw. 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!



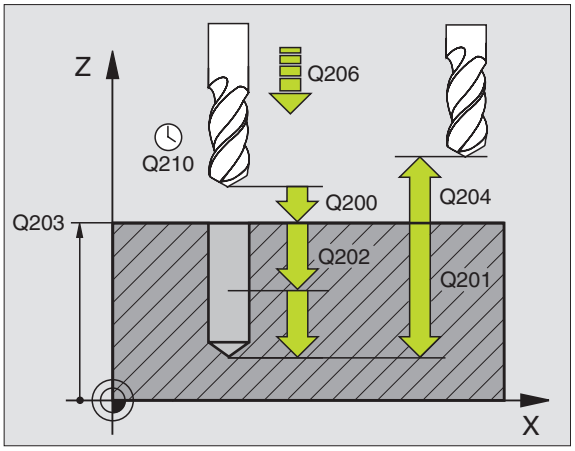
- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche; Wert positiv eingeben
- **Auswahl Tiefe/Durchmesser (0/1)** Q343: Auswahl, ob auf eingegebenen Durchmesser oder auf eingegebene Tiefe zentriert werden soll. Wenn auf eingegebenen Durchmesser zentriert werden soll, müssen Sie den Spitzenwinkel des Werkzeugs in der Spalte **CUT**. der Werkzeug-Tabelle TOOL.T definieren
- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Zentriergrund (Spitze des Zentrierkegels). Nur wirksam, wenn Q343=0 definiert ist
- **Durchmesser (Vorzeichen)** Q344: Zentrierdurchmesser. Nur wirksam, wenn Q343=1 definiert ist
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Zentrieren in mm/min
- **Verweilzeit unten** Q211: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt
- **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

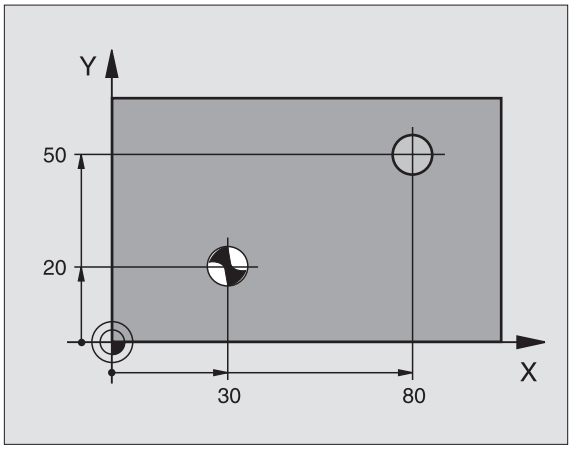
Beispiel: NC-Sätze

```
N100 G00 Z+100 G40
N110 G240 ZENTRIEREN
     Q200=2        ;SICHERHEITS-ABST.
     Q343=1        ;AUSWAHL TIEFE/DURCHM.
     Q201=+0       ;TIEFE
     Q344=-9       ;DURCHMESSER
     Q206=250      ;VORSCHUB TIEFENZ.
     Q211=0.1      ;VERWEILZEIT UNTEN
     Q203=+20      ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q204=100      ;2. SICHERHEITS-ABST.
N120 X+30 Y+20 M3 M99
N130 X+80 Y+50 M99
N140 Z+100 M2
```

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
```

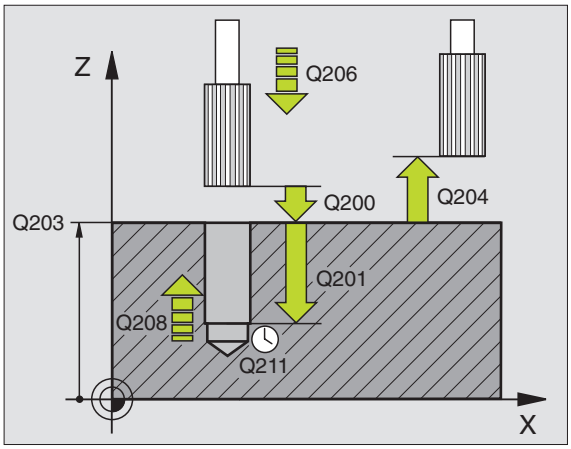
REIBEN (Zyklus G201)

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

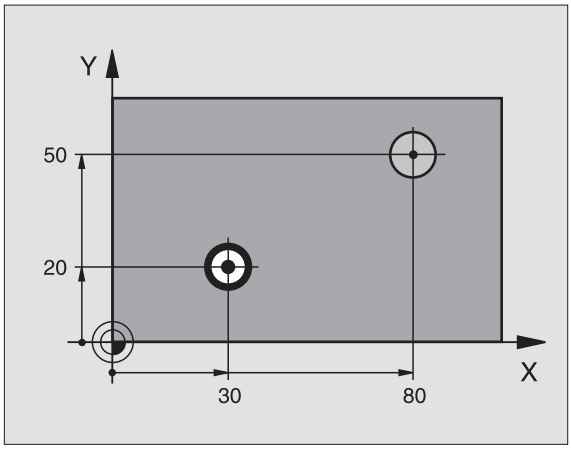
4 Anschließend fährt die TNC das Werkzeug im Vorschub F zurück auf den Sicherheits-Abstand und von dort – falls eingegeben – mit Eilgang auf den 2. Sicherheits-Abstand



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

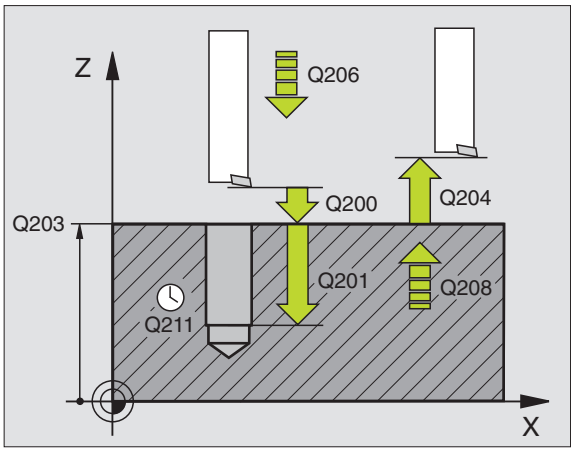
Beispiel: NC-Sätze

```
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

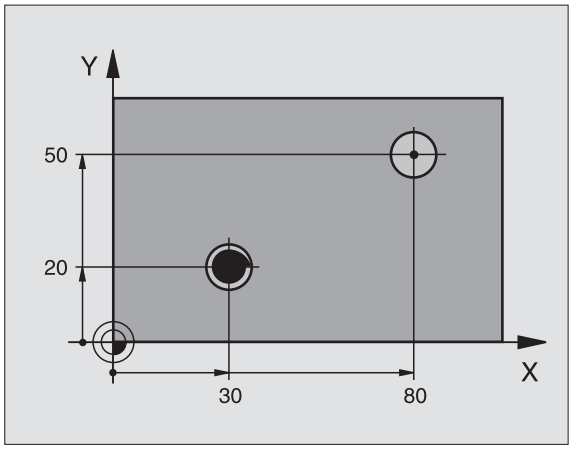


Beachten Sie vor dem Programmieren

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 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

Beachten Sie vor dem Programmieren

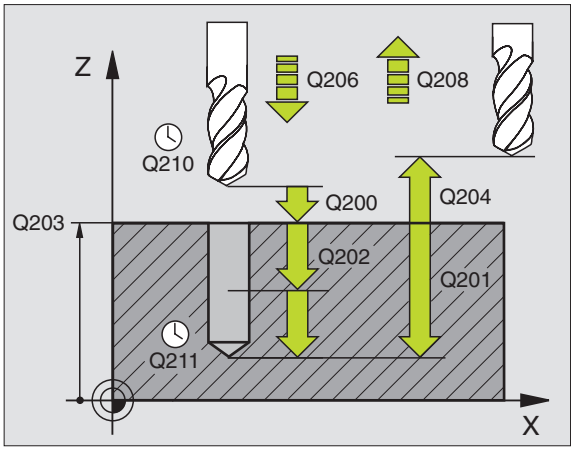
Positionier-Satz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur **G40** programmieren.

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!



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
```



- **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.

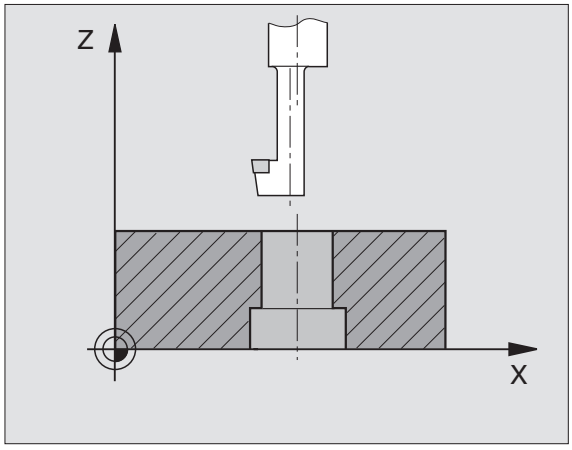
Beachten Sie vor dem Programmieren

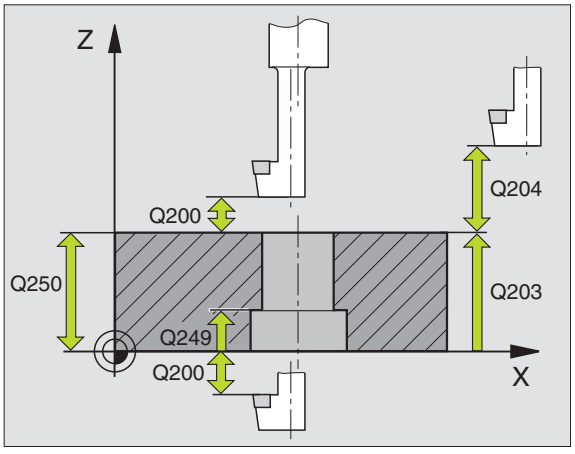
Positionier-Satz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur **G40** programmieren.

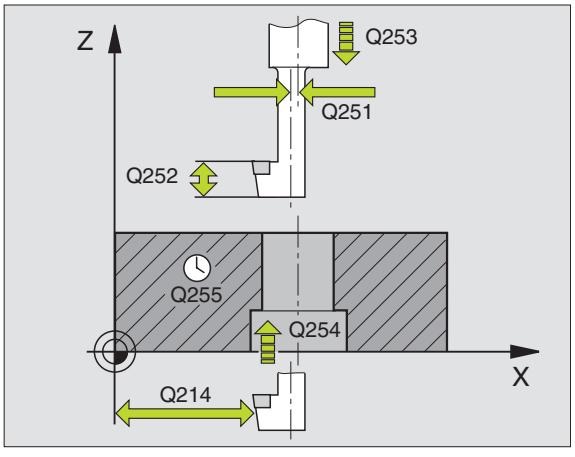
Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung beim Senken fest. Achtung: Positives Vorzeichen senkt in Richtung der positiven Spindelachse.

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).

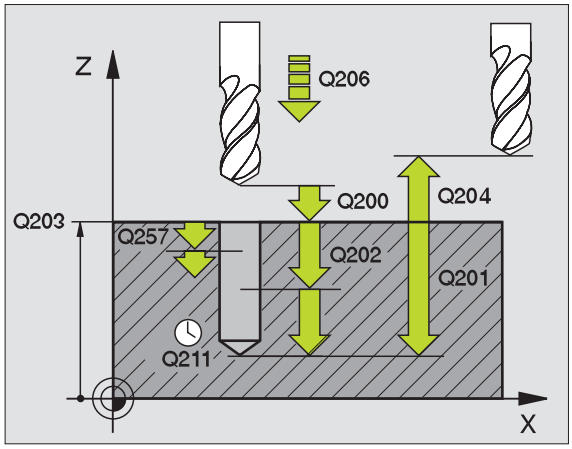
Achtung Kollisionsgefahr!

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!



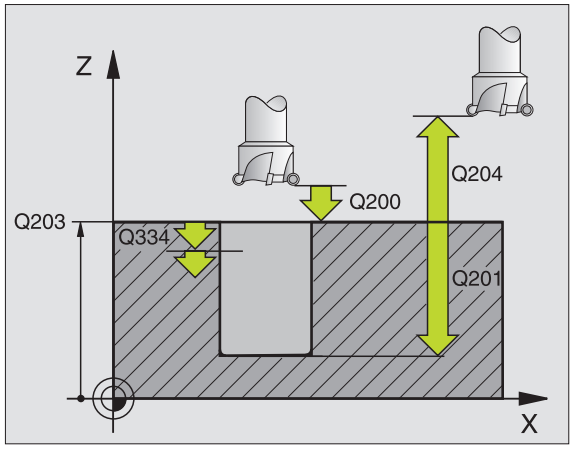
- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeug-Unterkante – Werkstück-Oberfläche
- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Bohrungsgrund
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Bohren auf der Schraubenlinie in mm/min
- **Zustellung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

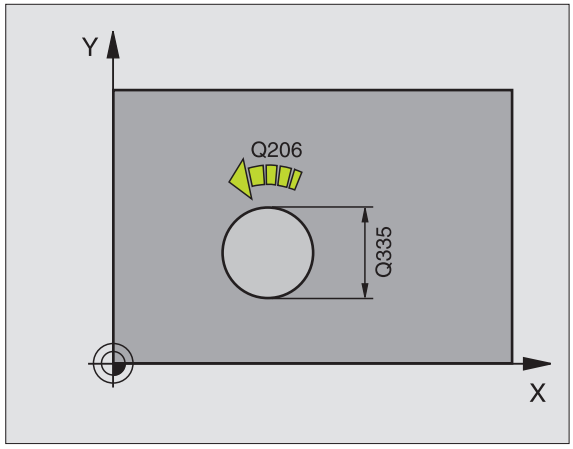


Beachten Sie, dass Ihr Werkzeug bei zu großer Zustellung sowohl sich selbst als auch das Werkstück beschädigt.

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 165. 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 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!



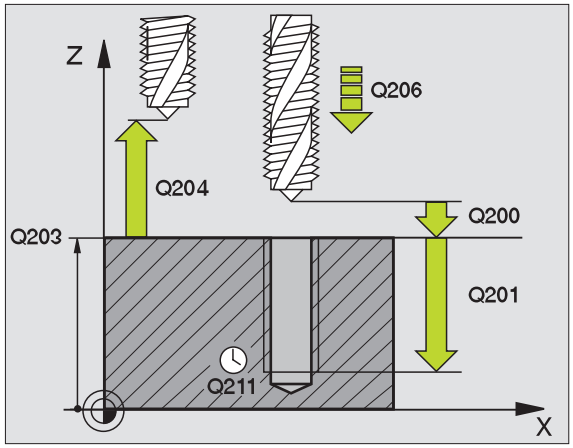
- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze (Startposition) – Werkstück-Oberfläche; Richtwert: 4x Gewindesteigung
- **Bohrtiefe** Q201 (Gewindelänge, inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Gewindeende
- **Vorschub F** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Gewindebohren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

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-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.
```

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.

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!

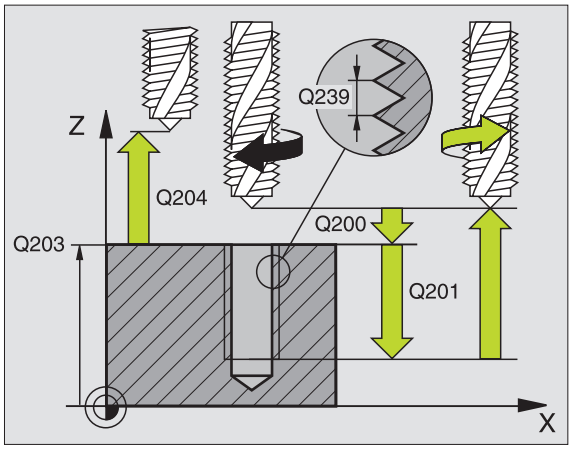
Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!



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

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!

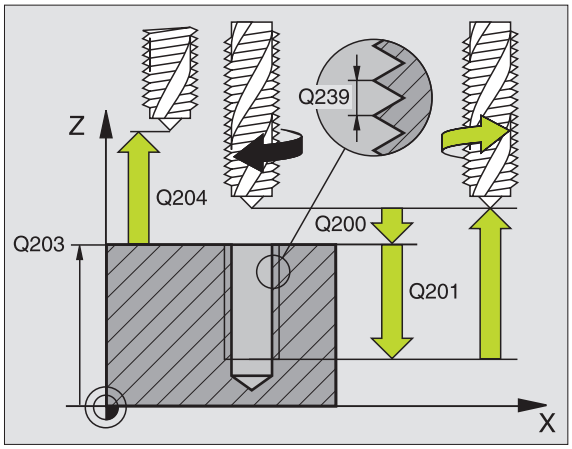
Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!



- **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 SPANBR.
     Q200=2          ;SICHERHEITS-ABST.
     Q201=-20        ;GEWINDETIEFE
     Q239=+1         ;GEWINDESTEIGUNG
     Q203=+25        ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q204=50         ;2. SICHERHEITS-ABST.
     Q257=5          ;BOHRTIEFE SPANBRUCH
     Q256=1          ;RZ BEI SPANBRUCH
     Q336=+0         ;WINKEL SPINDEL
```

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!

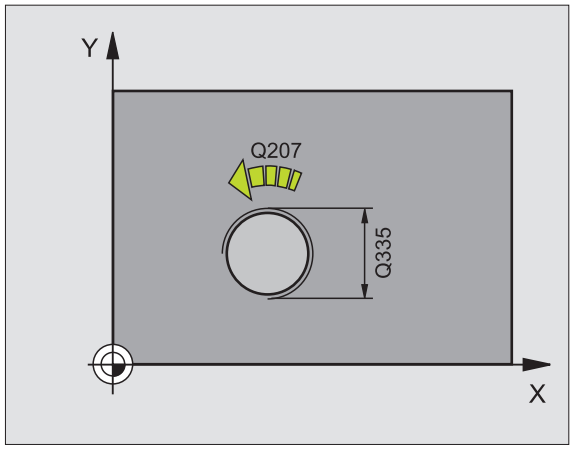
Wenn während des Gewindeschneidens ein Werkzeugbruch erfolgt, dann stoppen Sie den Programmlauf, wechseln in die Betriebsart Positionieren mit Handeingabe und fahren dort das Werkzeug in einer Linearbewegung auf die Bohrungsmitte. Anschließend können Sie das Werkzeug in der Zustellachse freifahren und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

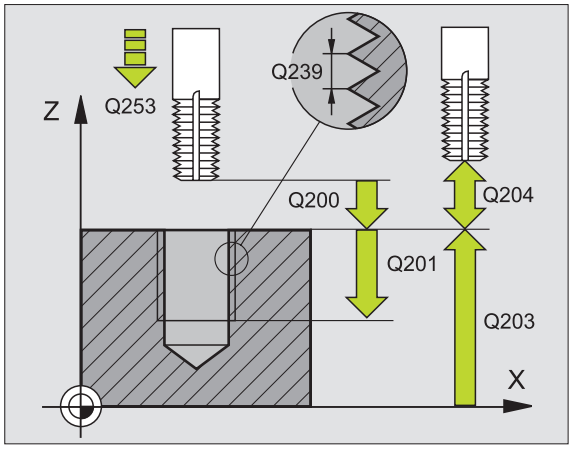


Beachten Sie vor dem Programmieren

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.

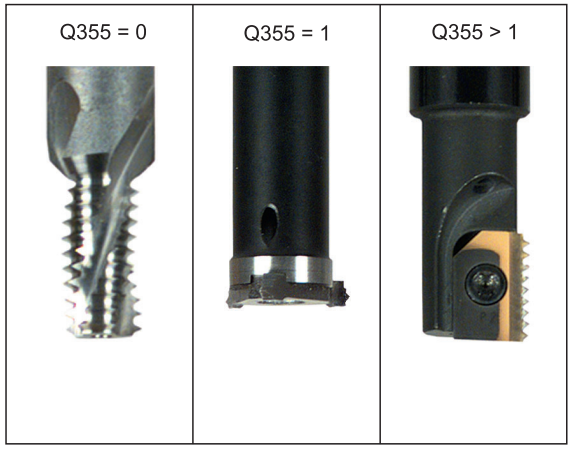
Die Anfahrbewegung an den Gewindenenndurchmesser erfolgt im Halbkreis von der Mitte aus. Ist der Werkzeugdurchmesser und die 4fache Steigung kleiner als der Gewindenenndurchmesser wird eine seitliche Vorpositionierung ausgeführt.



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.

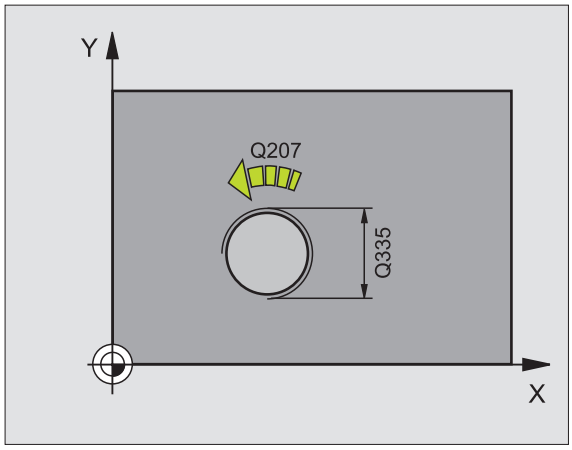
Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

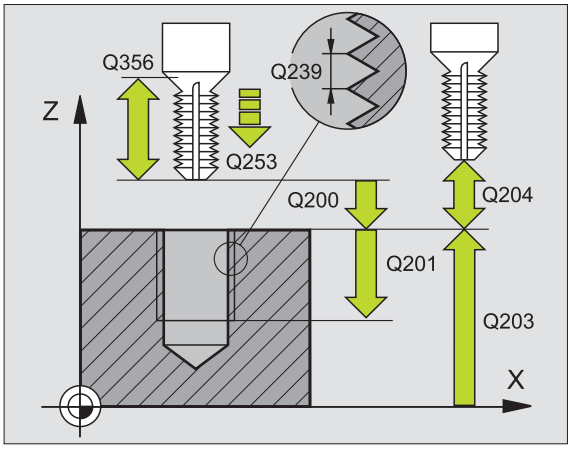
Achtung Kollisionsgefahr!

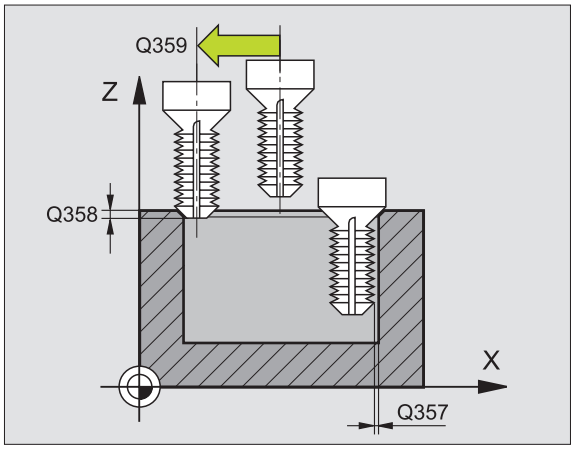
Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!



- **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.

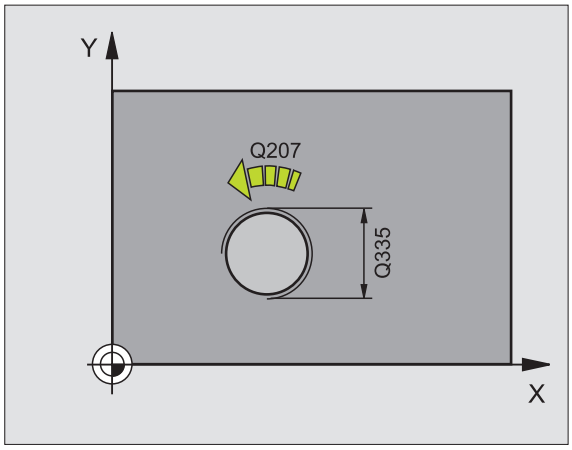
Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

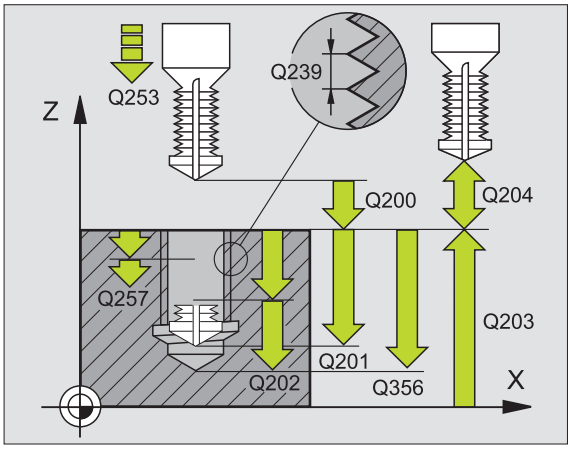
Achtung Kollisionsgefahr!

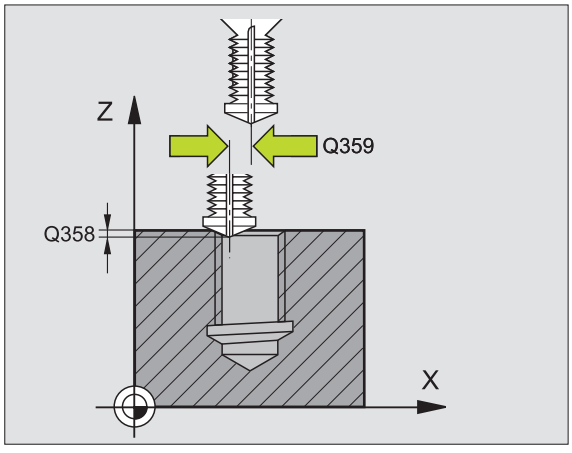
Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!



- **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.

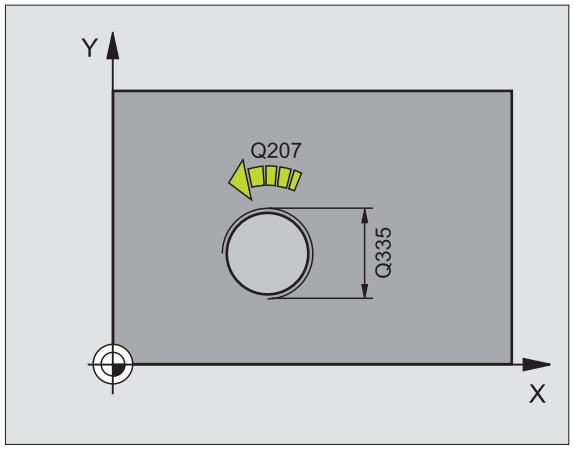
Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

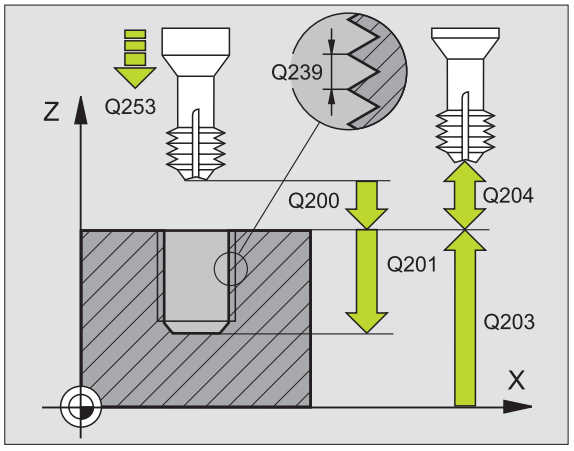
Achtung Kollisionsgefahr!

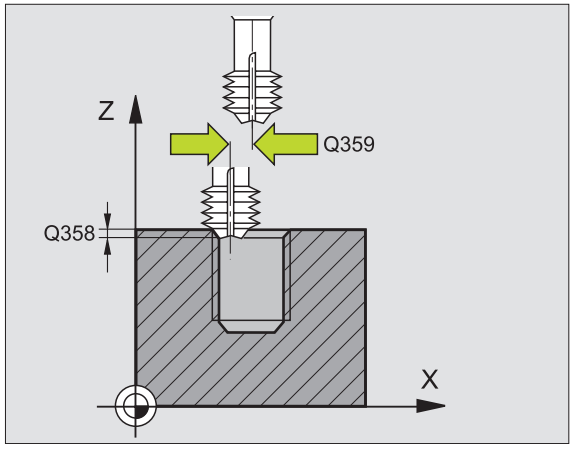
Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!



- **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.

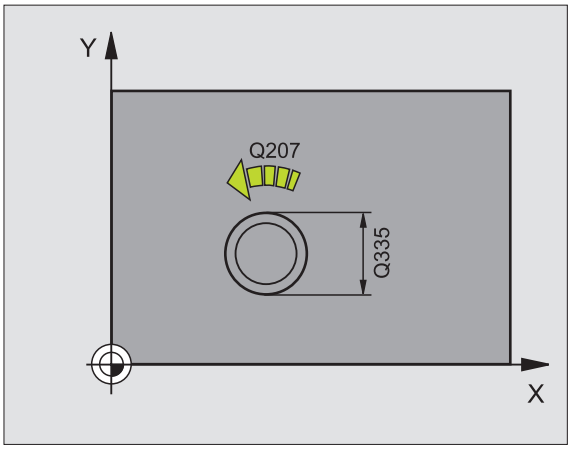
Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

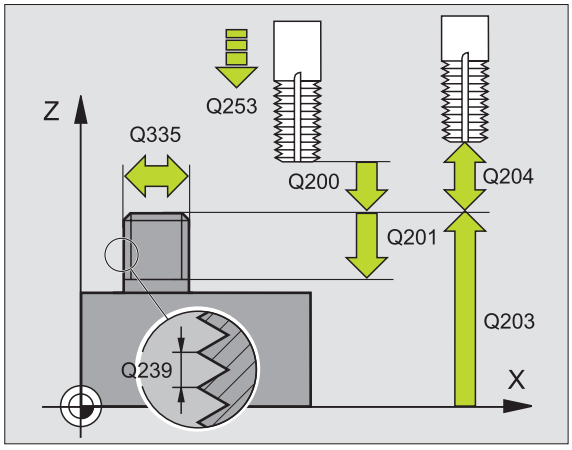
Achtung Kollisionsgefahr!

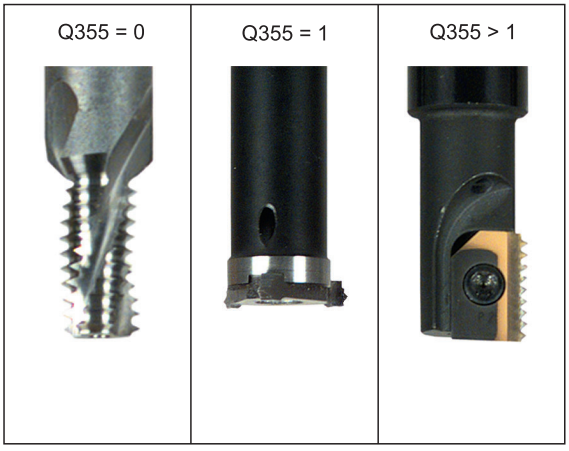
Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!



- **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





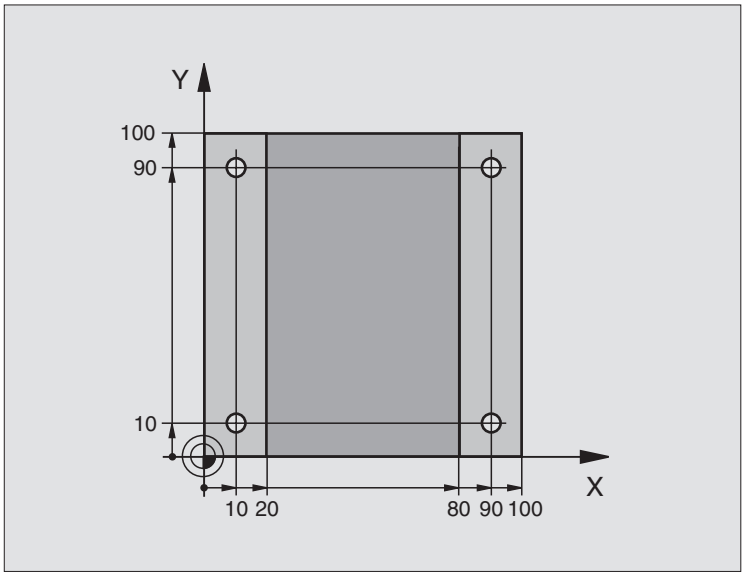


- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche
- **Tiefe Stirnseitig** Q358 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Werkzeugspitze beim stirnseitigen Senkvorgang
- **Versatz Senken Stirnseite** Q359 (inkremental): Abstand um den 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



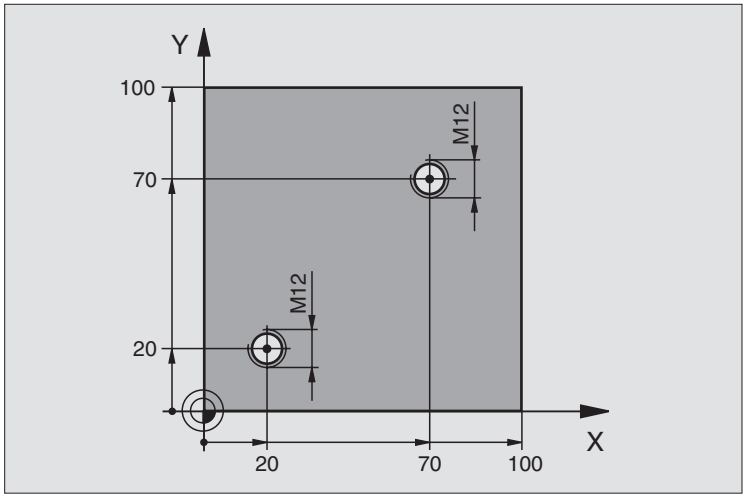
%C200 G71 *	
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *	Rohteil-Definition
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *	
N30 G99 T1 L+0 R+3 *	Werkzeug-Definition
N40 T1 G17 S4500 *	Werkzeug-Aufruf
N50 G00 G40 G90 Z+250 *	Werkzeug freifahren
N60 G200 BOHREN	Zyklus-Definition
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-15 ;TIEFE	
Q206=250 ;F TIEFENZUST.	
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
`N99999999 %C200 G71 *`	Zyklus-Aufruf

Beispiel: Bohrzyklen

Programm-Ablauf

- Bohrzyklus programmieren im Hauptprogramm
- Bearbeitung programmieren im Unterprogramm, siehe „Unterprogramme", Seite 473



`%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+3 *`	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
`N99999999 %C18 G71 *`	

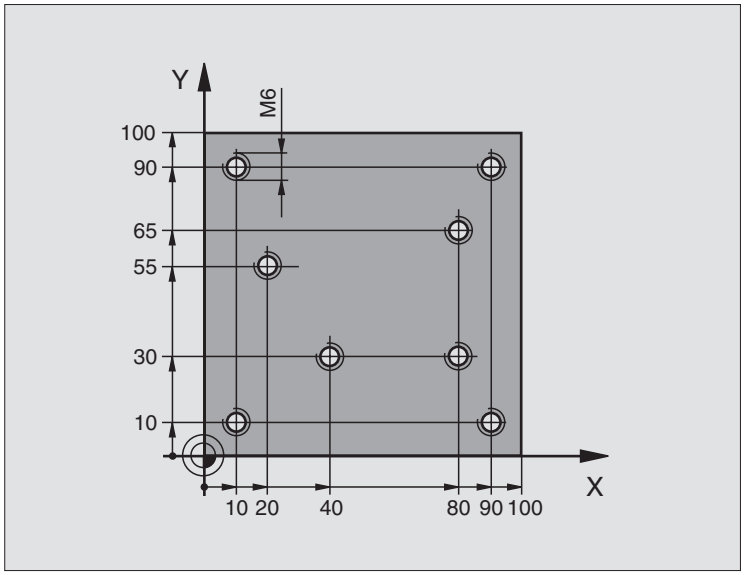
Beispiel: Bohrzyklen in Verbindung mit Punkte-Tabelle

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 G90 X+100 Y+100 Z+0 *`	
`N30 G99 T1 L+0 R+4 *`	Werkzeug-Definition Zentrierer
`N40 G99 T2 L+0 R+2,4 *`	Werkzeug-Definition Bohrer
`N50 G99 T3 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 P03 0 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
N99999999 %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	Seite
G251RECHTECKTASCHE Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit Auswahl des Bearbei-tungsumfanges und helix-förmigem Eintauchen		Seite 327
G252 KREISTASCHE Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit Auswahl des Bearbeitungsumfanges und helixför-migem Eintauchen		Seite 332
G253 NUTENFRAESEN Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit Auswahl des Bearbei-tungsumfanges und pen-delndem/helixförmigem Ein-tauchen		Seite 336
G254 RUNDE NUT Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit Auswahl des Bearbeitungsumfanges und pen-delndem/helixförmigem Ein-tauchen		Seite 341
G212 TASCHE SCHLICHTEN (rechteck-förmig) Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpo-sitionierung, 2. Sicherheits-Abstand		Seite 346
G213 ZAPFEN SCHLICHTEN (rechteck-förmig) Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpo-sitionierung, 2. Sicherheits-Abstand		Seite 348
G214 KREISTASCHE SCHLICHTEN Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpo-sitionierung, 2. Sicherheits-Abstand		Seite 350

Zyklus	Softkey	Seite
G215 KREISZAPFEN SCHLICHTEN Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand		Seite 352
G210 NUT PENDELND Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpositionierung, pendelnder Eintauchbewegung		Seite 354
G211 RUNDE NUT Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit automatischerVorpositionierung, pendelnder Eintauchbewegung		Seite 357

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



Bei inaktiver Werkzeug-Tabelle müssen Sie immer senkrecht eintauchen (Q366=0), da sie keinen Eintauchwinkel definieren können.

Schruppen

1. Das Werkzeug taucht 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 der Schlichtaufmaße (Parameter Q368 und Q369) aus
3. Am Ende des Ausräumvorgangs fährt die TNC das Werkzeug tangential von der Taschenwand weg, fährt um den Sicherheits-Abstand über die aktuelle Zustell-Tiefe und von dort aus im Eilgang zurück zur Taschenmitte
4. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die programmierte Taschentiefe erreicht ist

Schlichten

5 Sofern Schlichtaufmaße definiert sind, schlichtet die TNC zunächst die Taschenwände, falls eingegeben in mehreren Zustellungen. Die Taschenwand wird dabei tangential angefahren

6 Anschließend schlichtet die TNC den Boden der Tasche von innen nach aussen. Der Taschenboden 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.

Die TNC positioniert das Werkzeug am Ende eines Ausräum-Vorgangs im Eilgang zurück zur Taschenmitte. Das Werkzeug steht dabei um den Sicherheits-Abstand über der aktuellen Zustell-Tiefe. Sicherheits-Abstand so eingeben, dass das Werkzeug beim Verfahren nicht mit abgetragenen Spänen verklemmen kann.



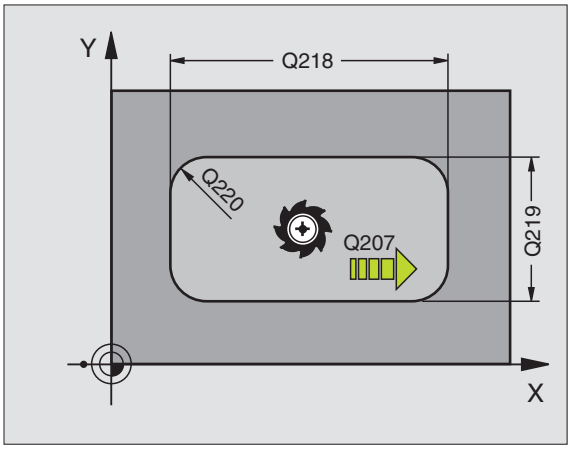
Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

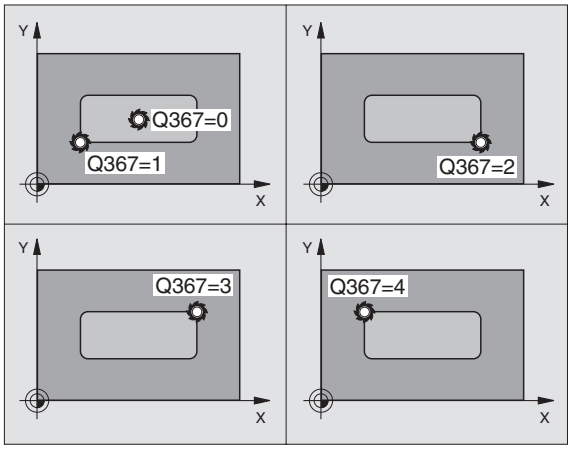
Achtung Kollisionsgefahr!

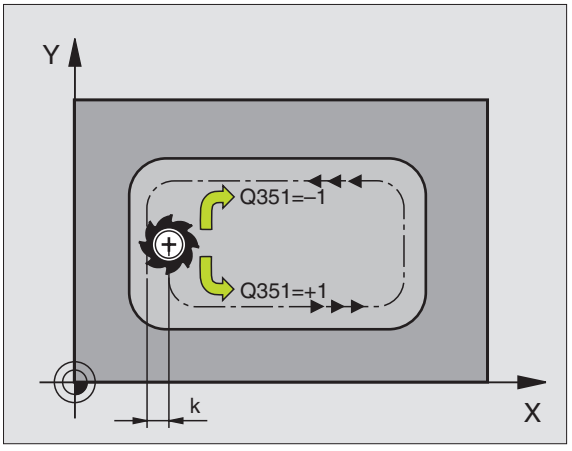
Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!



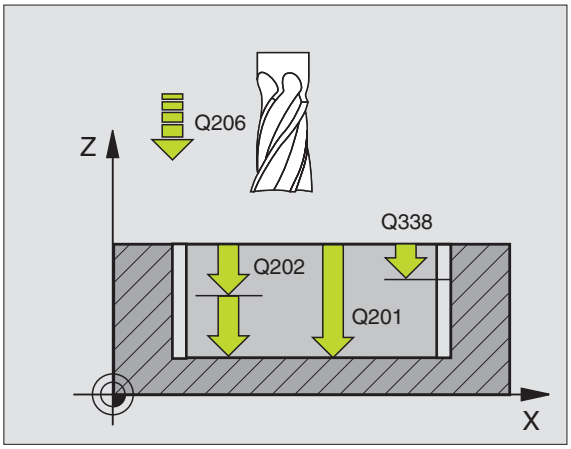
- **Bearbeitungs-Umfang (0/1/2)** Q215: Bearbeitungs-Umfang festlegen:
  0: Schruppen und Schlichten
  1: Nur Schruppen
  2: Nur Schlichten
  Schlichten Seite und Schlichten Tiefe werden nur ausgeführt, wenn das jeweilige Schlichtaufmaß (Q368, Q369) definiert ist
- **1. Seiten-Länge** Q218 (inkremental): 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 = Gegenlauffräsen

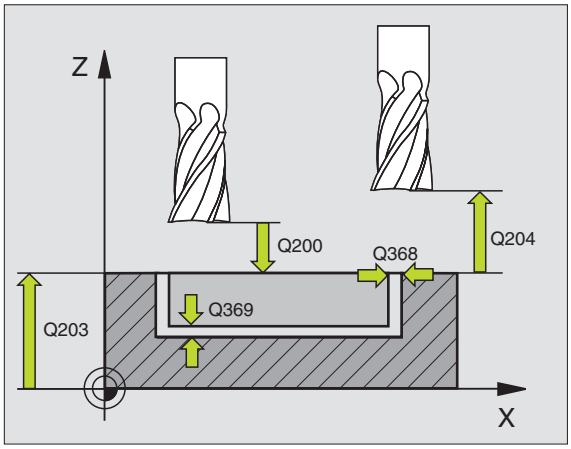






- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Taschengrund
- **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird; Wert größer 0 eingeben
- **Schlichtaufmaß Tiefe** Q369 (inkremental): Schlicht-Aufmaß für die Tiefe
- **Vorschub Tiefenzustellung** 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. Unabhängig vom in der Werkzeug-Tabelle definierten Eintauchwinkel **ANGLE** taucht die TNC senkrecht ein
  - 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
  - 2 = pendelnd eintauchen. In der Werkzeug-Tabelle muss für das aktive Werkzeug der Eintauchwinkel **ANGLE** ungleich 0 definiert sein. Ansonsten gibt die TNC eine Fehlermeldung aus. Die Pendellänge ist abhängig vom Eintauchwinkel, als Minimalwert verwendet die TNC den doppelten Werkzeug-Durchmesser
- **Vorschub Schlichten** Q385: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Seiten- und Tiefenschlichten in mm/min

Beispiel: NC-Sätze

```
N10 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
     Q385=500        ;VORSCHUB SCHLICHTEN
N20 G79:G01 X+50 Y+50 Z+0 F15000 M3
```

KREISTASCHE (Zyklus G252)

Mit dem Kreistaschen-Zyklus 252 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



Bei inaktiver Werkzeug-Tabelle müssen Sie immer senkrecht eintauchen (Q366=0), da sie keinen Eintauchwinkel definieren können.

Schruppen

1. Das Werkzeug taucht 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 der Schlichtaufmaße (Parameter Q368 und Q369) aus
3. Am Ende des Ausräumvorgangs fährt die TNC das Werkzeug tangential von der Taschenwand weg, fährt um den Sicherheits-Abstand über die aktuelle Zustell-Tiefe und von dort aus im Eilgang zurück zur Taschenmitte
4. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die programmierte Taschentiefe erreicht ist

Schlichten

5 Sofern Schlichtaufmaße definiert sind, schlichtet die TNC zunächst die Taschenwände, falls eingegeben in mehreren Zustellungen. Die Taschenwand wird dabei tangential angefahren

6 Anschließend schlichtet die TNC den Boden der Tasche von innen nach aussen. Der Taschenboden 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.

Die TNC positioniert das Werkzeug am Ende eines Ausräum-Vorgangs im Eilgang zurück zur Taschenmitte. Das Werkzeug steht dabei um den Sicherheits-Abstand über der aktuellen Zustell-Tiefe. Sicherheits-Abstand so eingeben, dass das Werkzeug beim Verfahren nicht mit abgetragenen Spänen verklemmen kann.

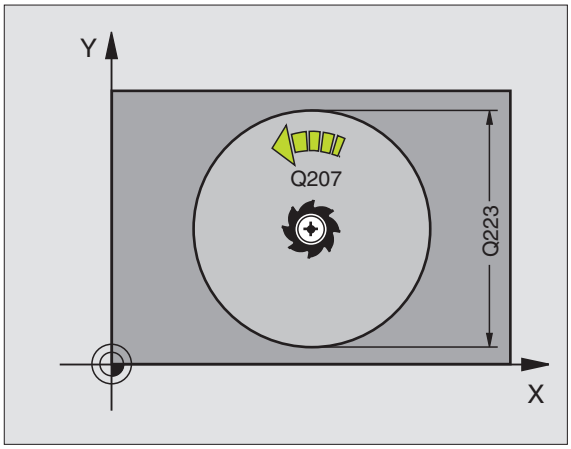
Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

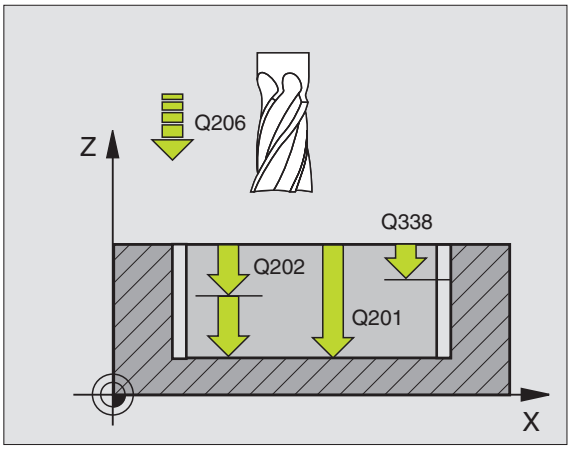
Achtung Kollisionsgefahr!

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!

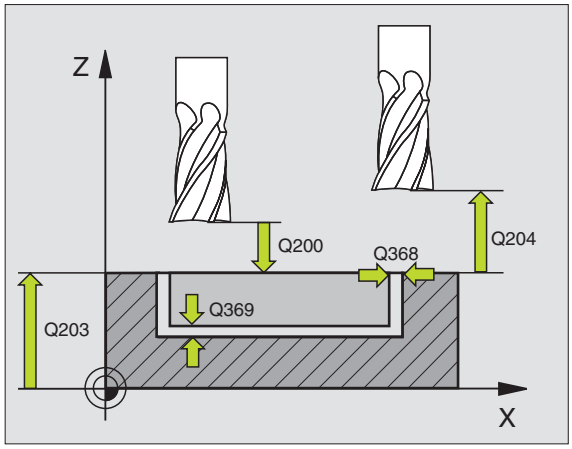


- **Bearbeitungs-Umfang (0/1/2)** Q215: Bearbeitungs-Umfang festlegen:
  0: Schruppen und Schlichten
  1: Nur Schruppen
  2: Nur Schlichten
  Schlichten Seite und Schlichten Tiefe werden nur ausgeführt, wenn das jeweilige Schlichtaufmaß (Q368, Q369) definiert ist
- **Kreisdurchmesser** Q223: Durchmesser 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. Unabhängig vom in der Werkzeug-Tabelle definierten Eintauchwinkel **ANGLE** taucht die TNC senkrecht ein
  - 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
- **Vorschub Schlichten** Q385: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Seiten- und Tiefenschlichten in mm/min



Beispiel: NC-Sätze

```
N10 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
     Q385=500        ;VORSCHUB SCHLICHTEN
N20 G79:G01 X+50 Y+50 Z+0 F15000 M3
```

NUTENFRAESEN (Zyklus 253)

Mit dem Zyklus 253 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



Bei inaktiver Werkzeug-Tabelle müssen Sie immer senkrecht eintauchen (Q366=0), da sie keinen Eintauchwinkel definieren können.

Schruppen

1. Das Werkzeug pendelt ausgehend vom linken Nutkreis-Mittelpunkt mit dem in der Werkzeug-Tabelle definierten Eintauchwinkel auf die erste Zustell-Tiefe. Die Eintauchstrategie legen Sie mit dem Parameter Q366 fest
2. Die TNC räumt die Nut von innen nach aussen unter Berücksichtigung der Schlichtaufmaße (Parameter Q368 und Q369) aus
3. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die programmierte Nuttiefe erreicht ist

Schlichten

4 Sofern Schlichtaufmaße definiert sind, schlichtet die TNC zunächst die Nutwände, falls eingegeben in mehreren Zustellungen. Die Nutwand wird dabei tangential im rechten Nutkreis angefahren

5 Anschließend schlichtet die TNC den Boden der Nut von innen nach aussen. Der Nutboden 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.

Ist die Nutbreite größer als der doppelte Werkzeug-Durchmesser, dann räumt die TNC die Nut von innen nach aussen entsprechend aus. Sie können also auch mit kleinen Werkzeugen beliebige Nuten fräsen.



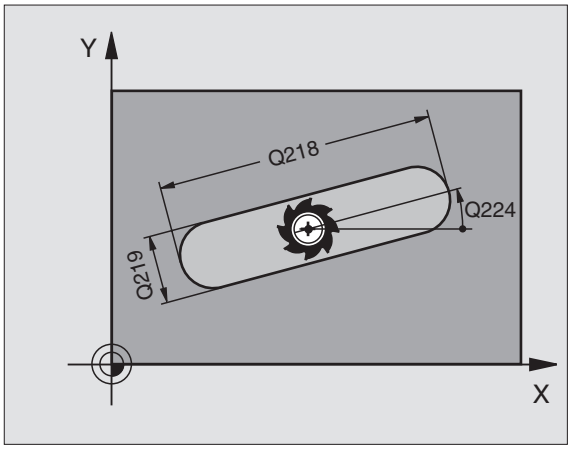
Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

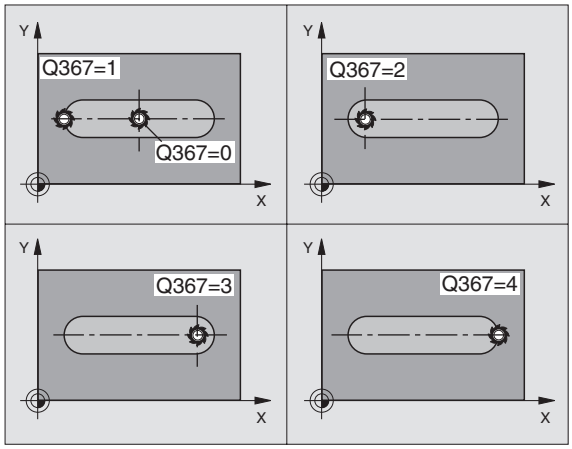
Achtung Kollisionsgefahr!

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!

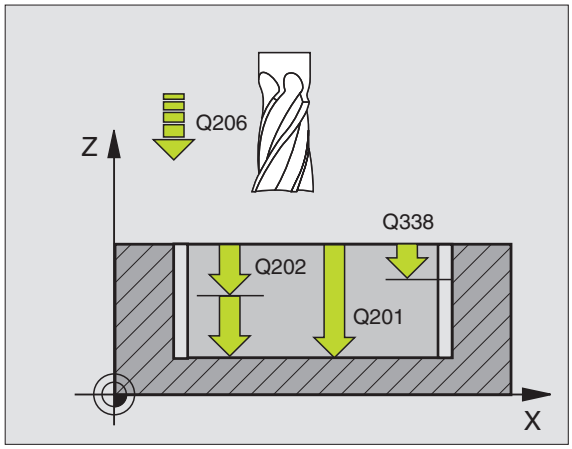


- **Bearbeitungs-Umfang (0/1/2)** Q215: Bearbeitungs-Umfang festlegen:
  0: Schruppen und Schlichten
  1: Nur Schruppen
  2: Nur Schlichten
  Schlichten Seite und Schlichten Tiefe werden nur ausgeführt, wenn das jeweilige Schlichtaufmaß (Q368, Q369) definiert ist
- **Nutlänge** Q218 (Wert parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene): Längere Seite der Nut eingeben
- **Nutbreite** Q219 (Wert parallel zur Nebenachse der Bearbeitungsebene): Breite der Nut eingeben; wenn Nutbreite gleich Werkzeug-Durchmesser eingegeben, dann schruppt die TNC nur (Langloch fräsen). Maximale Nutbreite beim Schruppen: Doppelter Werkzeug-Durchmesser
- **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 (siehe Bild rechts Mitte):
  0: Werkzeugposition = Nutmitte
  1: Werkzeugposition = Linkes 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

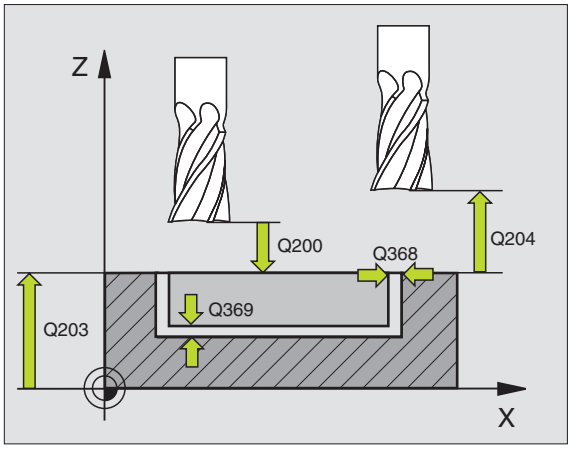




- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Nutgrund
- **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird; Wert größer 0 eingeben
- **Schlichtaufmaß Tiefe** Q369 (inkremental): Schlicht-Aufmaß für die Tiefe
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: 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. Unabhängig vom in der Werkzeug-Tabelle definierten Eintauchwinkel **ANGLE** taucht die TNC senkrecht ein
  - 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. Nur helixförmig eintauchen, wenn genügend Platz vorhanden ist
  - 2 = pendelnd eintauchen. In der Werkzeug-Tabelle muss für das aktive Werkzeug der Eintauchwinkel **ANGLE** ungleich 0 definiert sein. Ansonsten gibt die TNC eine Fehlermeldung aus
- **Vorschub Schlichten** Q385: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Seiten- und Tiefenschlichten in mm/min



Beispiel: NC-Sätze

```
N10 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
     Q385=500        ;VORSCHUB SCHLICHTEN
N20 G79:G01 X+50 Y+50 Z+0 F15000 M3
```

RUNDE NUT (Zyklus 254)

Mit dem Zyklus 254 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



Bei inaktiver Werkzeug-Tabelle müssen Sie immer senkrecht eintauchen (Q366=0), da sie keinen Eintauchwinkel definieren können.

Schruppen

1. Das Werkzeug pendelt im Nutzentrum mit dem in der Werkzeug-Tabelle definierten Eintauchwinkel auf die erste Zustell-Tiefe. Die Eintauchstrategie legen Sie mit dem Parameter Q366 fest
2. Die TNC räumt die Nut von innen nach aussen unter Berücksichtigung der Schlichtaufmaße (Parameter Q368 und Q369) aus
3. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die programmierte Nuttiefe erreicht ist

Schlichten

4 Sofern Schlichtaufmaße definiert sind, schlichtet die TNC zunächst die Nutwände, falls eingegeben in mehreren Zustellungen. Die Nutwand wird dabei tangential angefahren

5 Anschließend schlichtet die TNC den Boden der Nut von innen nach aussen. Der Nutboden 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.

Ist die Nutbreite größer als der doppelte Werkzeug-Durchmesser, dann räumt die TNC die Nut von innen nach aussen entsprechend aus. Sie können also auch mit kleinen Werkzeugen beliebige Nuten fräsen.



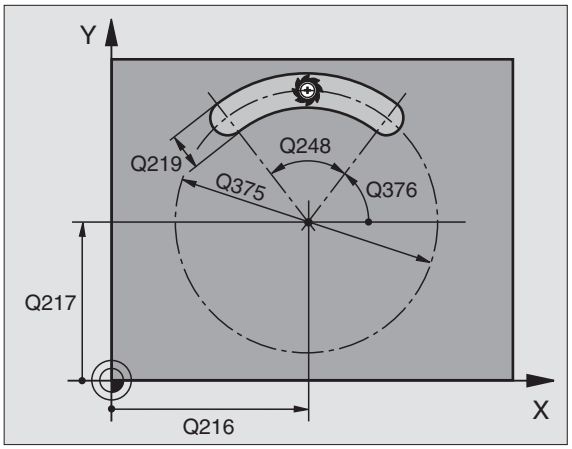
Mit Maschinen-Parameter 7441 Bit 2 stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (Bit 2=1) oder nicht (Bit 2=0).

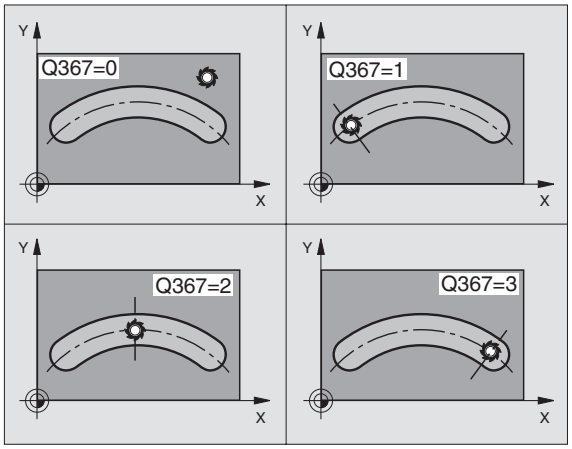
Achtung Kollisionsgefahr!

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!

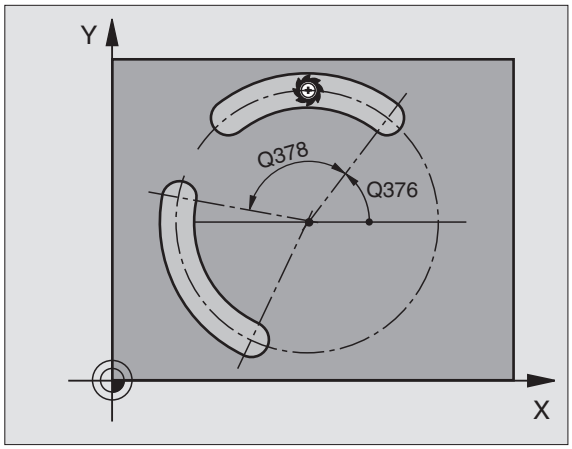


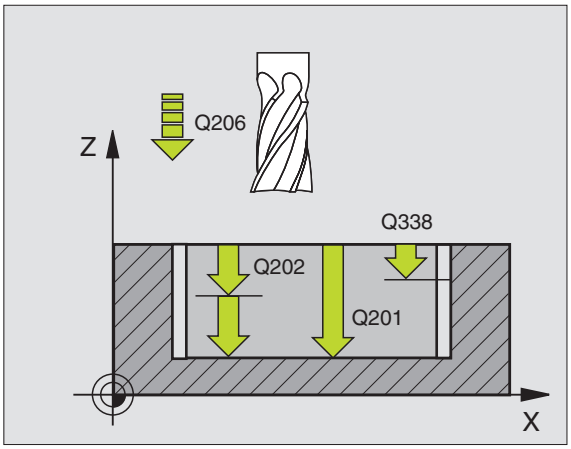
- **Bearbeitungs-Umfang (0/1/2)** Q215: Bearbeitungs-Umfang festlegen:
  0: Schruppen und Schlichten
  1: Nur Schruppen
  2: Nur Schlichten
  Schlichten Seite und Schlichten Tiefe werden nur ausgeführt, wenn das jeweilige Schlichtaufmaß (Q368, Q369) definiert ist
- **Nutbreite** Q219 (Wert parallel zur Nebenachse der Bearbeitungsebene): Breite der Nut eingeben; wenn Nutbreite gleich Werkzeug-Durchmesser eingegeben, dann schruppt die TNC nur (Langloch fräsen). Maximale Nutbreite beim Schruppen: Doppelter Werkzeug-Durchmesser
- **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 (siehe Bild 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



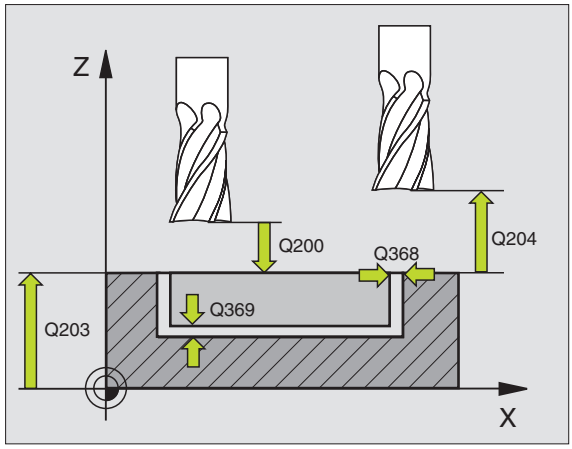


- **Winkelschritt** Q378 (inkremental): Winkel, um den die gesamte Nut gedreht wird. Das Drehzentrum liegt in der Teilkreis-Mitte
- **Anzahl Bearbeitungen** Q377: Anzahl der Bearbeitungen auf dem Teilkreis
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- **Fräsart** Q351: Art der Fräsbearbeitung bei M03:
  +1 = Gleichlauffräsen
  –1 = Gegenlauffräsen
- **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. Unabhängig vom in der Werkzeug-Tabelle definierten Eintauchwinkel **ANGLE** taucht die TNC senkrecht ein
  - 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. Nur helixförmig eintauchen, wenn genügend Platz vorhanden ist
  - 2 = pendelnd eintauchen. In der Werkzeug-Tabelle muss für das aktive Werkzeug der Eintauchwinkel **ANGLE** ungleich 0 definiert sein. Ansonsten gibt die TNC eine Fehlermeldung aus
- **Vorschub Schlichten** Q385: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Seiten- und Tiefenschlichten in mm/min

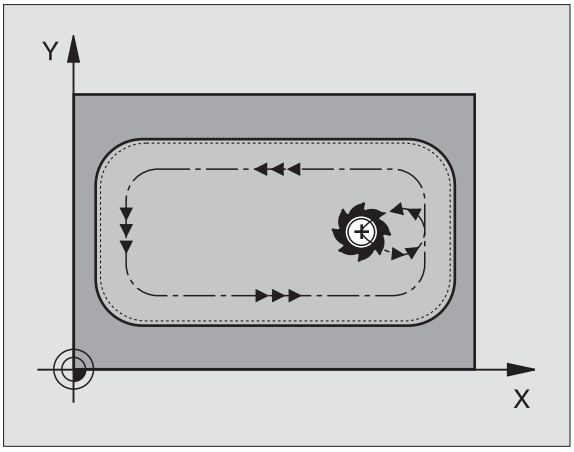


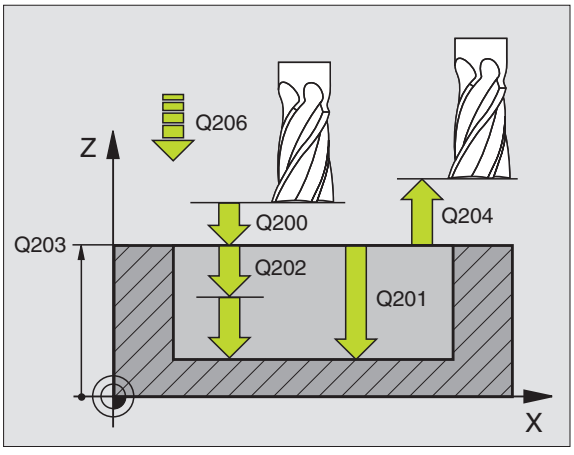
Beispiel: NC-Sätze

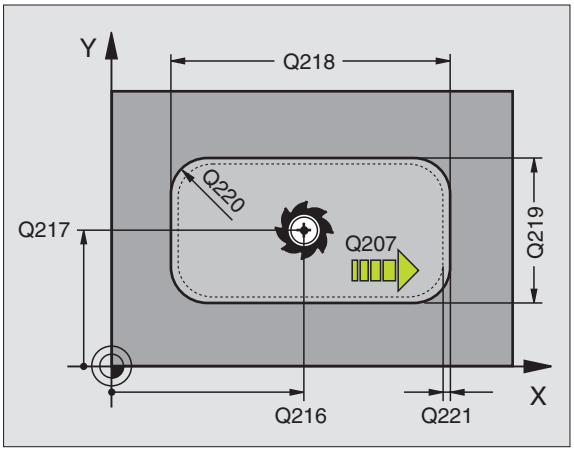
```
N10 G254 RUNDE NUT
     Q215=0          ;BEARBEITUNGS-UMFANG
     Q219=12         ;NUTBREITE
     Q368=0.2        ;AUFMASS SEITE
     Q375=80         ;TEILKREIS-DURCHM.
     Q367=0          ;BEZUG NUTLAGE
     Q216=+50        ;MITTE 1. ACHSE
     Q217=+50        ;MITTE 2. ACHSE
     Q376=+45        ;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
     Q385=500        ;VORSCHUB SCHLICHTEN
N20 G79:G01 X+50 Y+50 Z+0 F15000 M3
```

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!



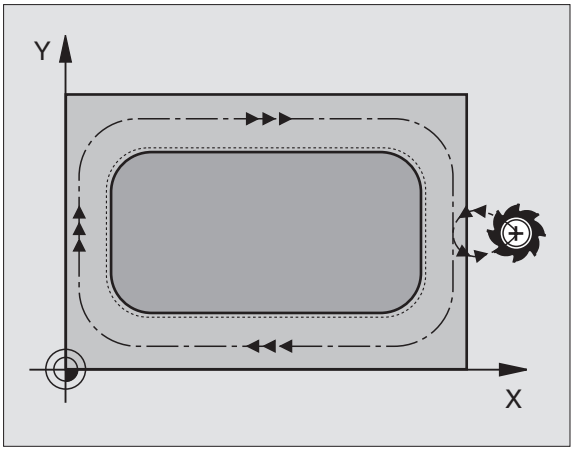
- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche
- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Taschengrund
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Wenn Sie ins Material eintauchen, 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)

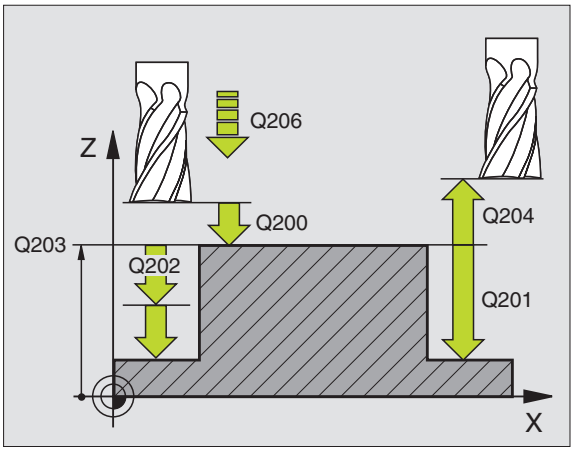


Beachten Sie vor dem Programmieren

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.

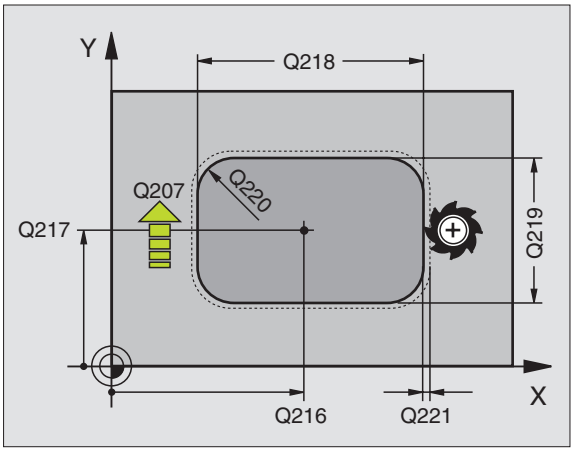
Wenn Sie den Zapfen aus dem Vollen heraus umfräsen wollen, dann verwenden Sie einen Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn (DIN 844). Geben Sie dann für den Vorschub Tiefenzustellung einen kleinen Wert ein.



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!





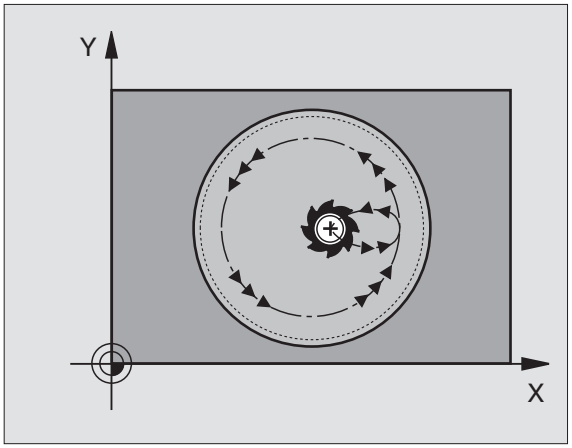
- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche
- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Zapfengrund
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Wenn Sie ins Material eintauchen, 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

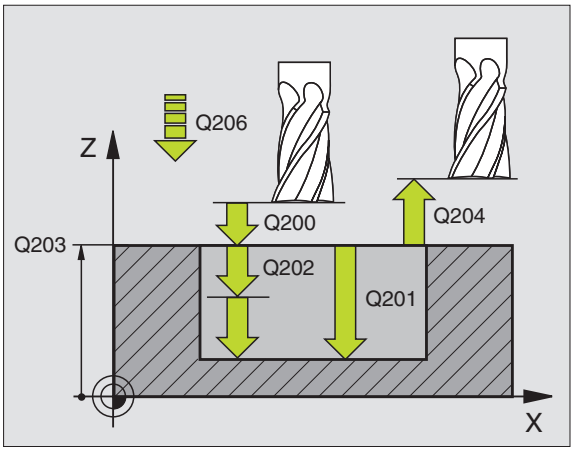
Beispiel: NC-Sätze

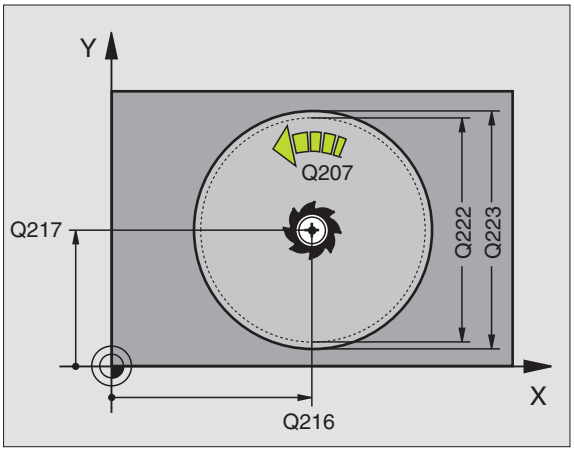
```
N350 G213 ZAPFEN SCHLICHTEN
     Q200=2          ;SICHERHEITS-ABST.
     Q291=-20        ;TIEFE
     Q206=150        ;VORSCHUB TIEFENZ.
     Q202=5          ;ZUSTELL-TIEFE
     Q207=500        ;VORSCHUB FRAESEN
     Q203=+30        ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q294=50         ;2. SICHERHEITS-ABST.
     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 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!



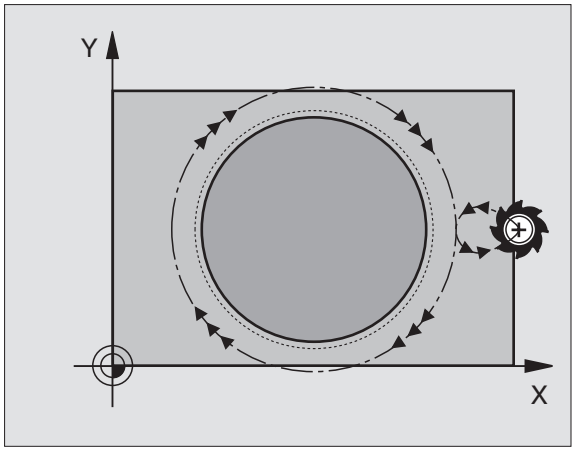
- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche
- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Taschengrund
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Wenn Sie ins Material eintauchen, 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

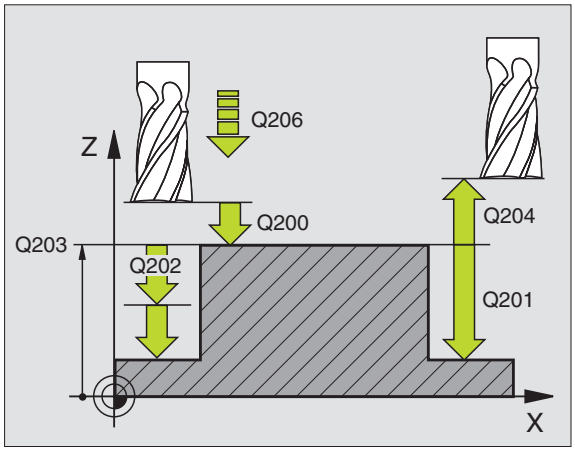
Beispiel: NC-Sätze

```
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. 2fachen 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)



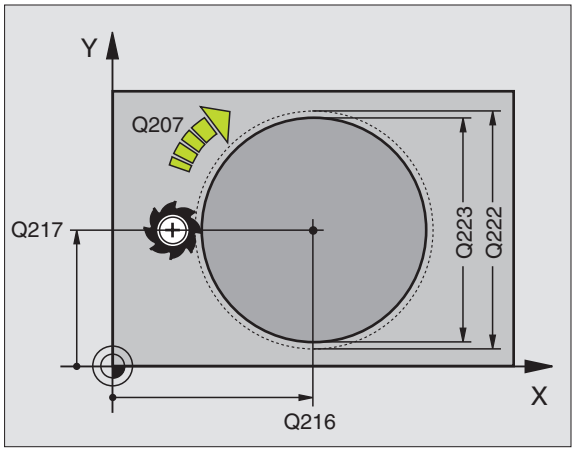


Beachten Sie vor dem Programmieren

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.
```

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

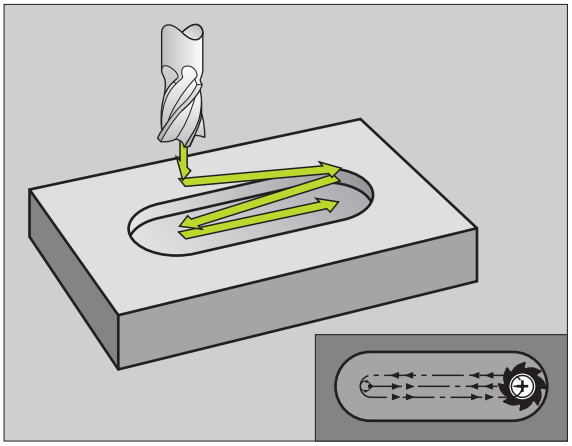
Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse und in der Bearbeitungsebene automatisch vor.

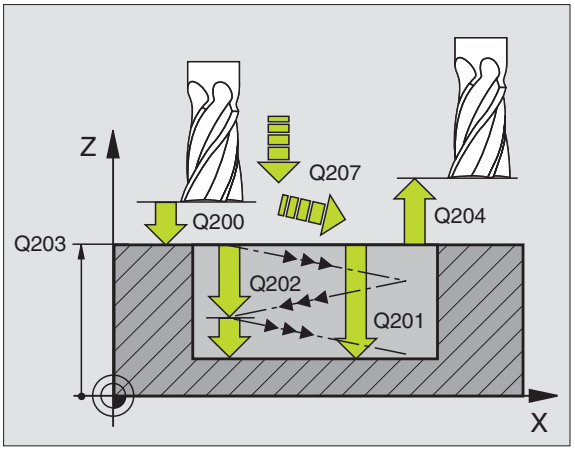
Beim Schruppen taucht das Werkzeug pendelnd von einem zum anderen Nutende ins Material ein. Vorbohren ist daher nicht erforderlich.

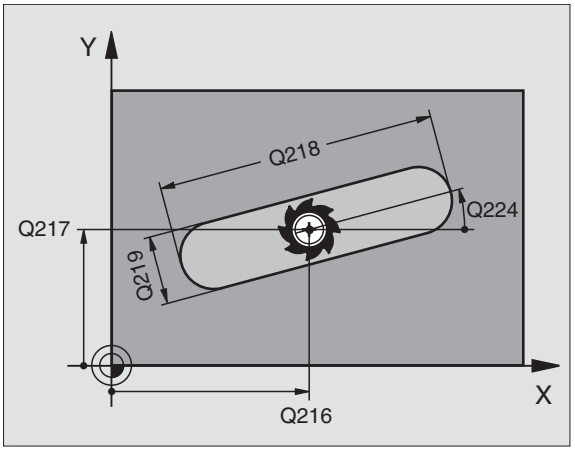
Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

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

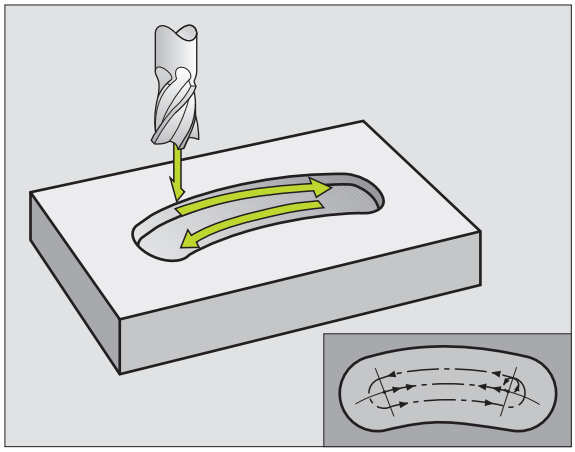
Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse und in der Bearbeitungsebene automatisch vor.

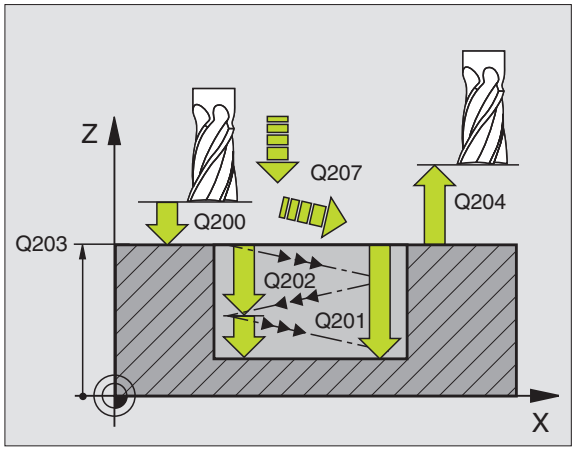
Beim Schruppen taucht das Werkzeug mit einer HELIX-Bewegung pendelnd von einem zum anderen Nutende ins Material ein. Vorbohren ist daher nicht erforderlich.

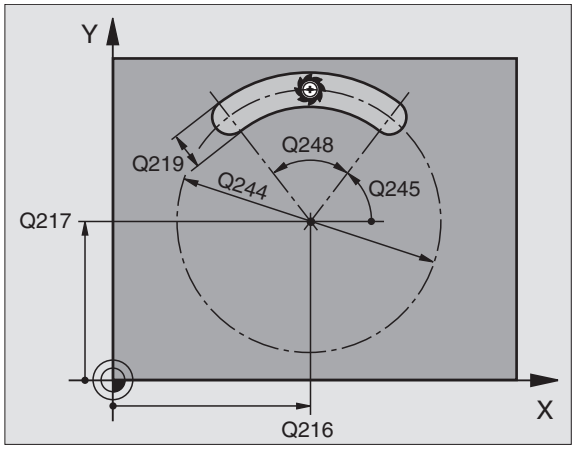
Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

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!



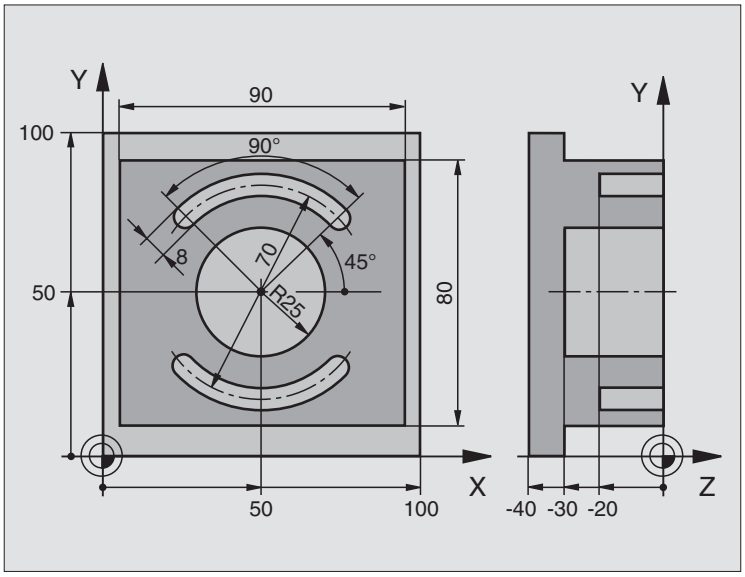
- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche
- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Nutgrund
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches 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	
Q385=750 ;VORSCHUB SCHLICHTEN	
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	
Q385=750 ;VORSCHUB SCHLICHTEN	
N150 G01 X+50 Y+50 F10000 M03 G79 *	Zyklus-Aufruf Nuten
N160 G00 Z+250 M02 *	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
N99999999 %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	Seite
G220 PUNKTEMUSTER AUF KREIS		Seite 364
G221 PUNKTEMUSTER AUF LINIEN		Seite 366

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 270).

Zyklus G240 ZENTRIEREN
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.

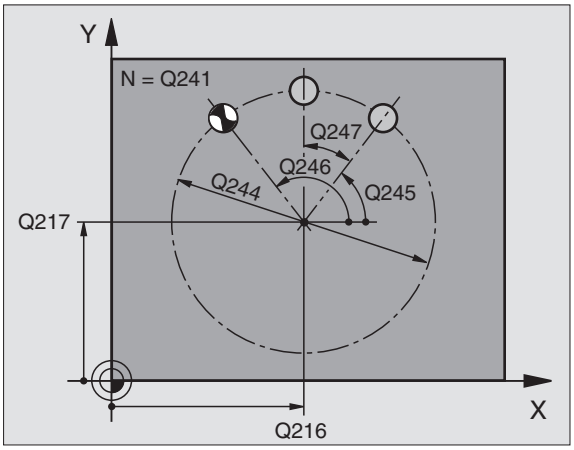
Reihenfolge:

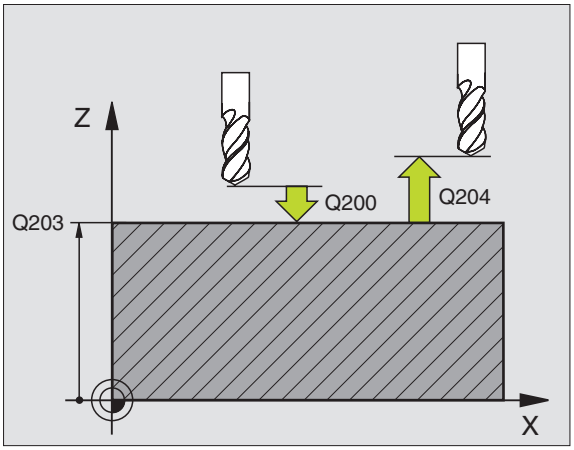
- 2. Sicherheits-Abstand anfahren (Spindelachse)
- Startpunkt in der Bearbeitungsebene anfahren
- Auf Sicherheits-Abstand über Werkstück-Oberfläche fahren (Spindelachse)

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

- **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

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
```

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

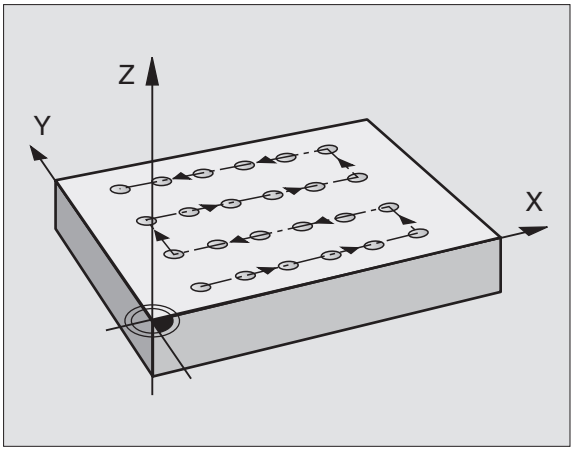
5 Danach fährt die TNC das Werkzeug zum letzten Punkt der zweiten Zeile und führt dort die Bearbeitung durch

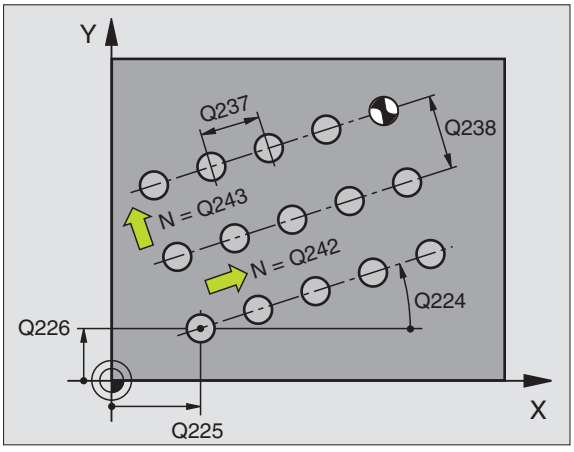
6 Von dort aus positioniert die TNC das Werkzeug in negativer Richtung der Hauptachse auf den Startpunkt der nächsten Bearbeitung

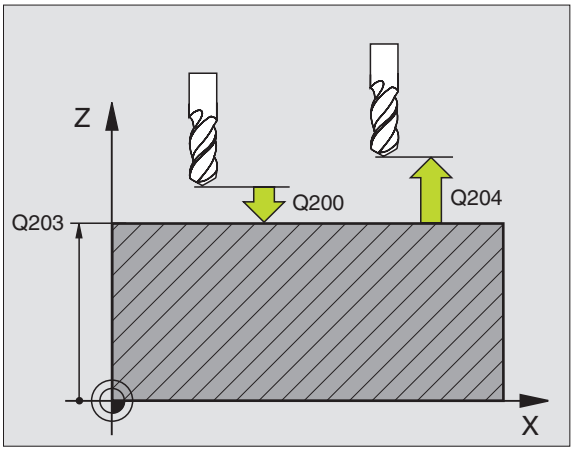
7 Dieser Vorgang (6) wiederholt sich, bis alle Bearbeitungen der zweiten Zeile ausgeführt sind

8 Anschließend fährt die TNC das Werkzeug auf den Startpunkt der nächsten Zeile

9 In einer Pendelbewegung werden alle weiteren Zeilen abgearbeitet







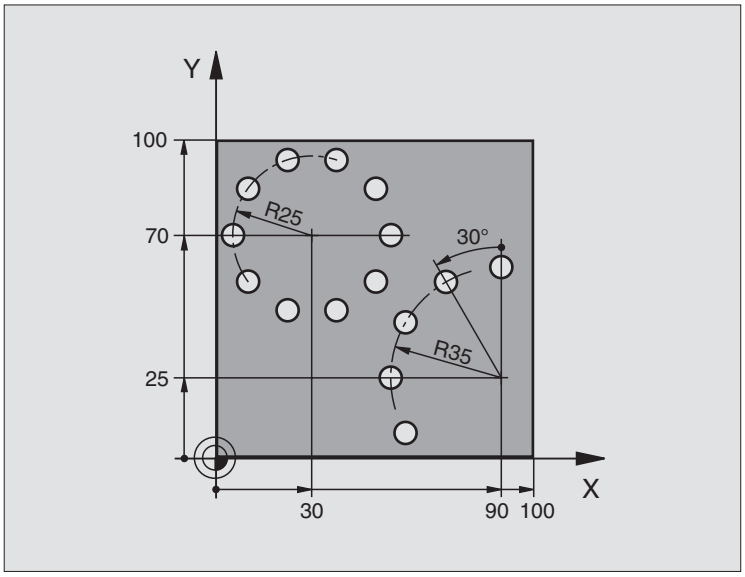


- **Startpunkt 1. Achse** Q225 (absolut): Koordinate des Startpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- **Startpunkt 2. Achse** Q226 (absolut): Koordinate des Startpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- **Abstand 1. Achse** Q237 (inkremental): Abstand der einzelnen Punkte auf der Zeile
- **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
N99999999 %BOHRB G71 *	

8.6 SL-Zyklen

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. 8192 Geradensätze.

SL-Zyklen führen intern umfangreiche und komplexe Berechnungen und daraus resultierende Bearbeitungen durch. Aus Sicherheitsgründen in jedem Fall vor dem Abarbeiten einen grafischen Programm-Test durchführen! Dadurch können Sie auf einfache Weise feststellen, ob die von der TNC ermittelte Bearbeitung richtig abläuft.

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
- Wenn Sie Q-Parameter verwenden, dann die jeweiligen Berechnungen und Zuweisungen nur innerhalb des jeweiligen Kontur-Unterprogrammes durchführen

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 *
...
N99999999 %SL2 G71 *
```

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.

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	Seite
G37 KONTUR (zwingend erforderlich)		Seite 373
G120 KONTUR-DATEN (zwingend erforderlich)		Seite 377
G121 VORBOHREN (wahlweise verwendbar)		Seite 378
G122 RAEUMEN (zwingend erforderlich)		Seite 379
G123 SCHLICHTEN TIEFE (wahlweise verwendbar)		Seite 380
G124 SCHLICHTEN SEITE (wahlweise verwendbar)		Seite 381

Erweiterte Zyklen:

Zyklus	Softkey	Seite
G125 KONTUR-ZUG		Seite 382
G127 ZYLINDER-MANTEL		Seite 384
G128 ZYLINDER-MANTEL Nutenfräsen		Seite 386
G129 ZYLINDER-MANTEL Stegfräsen		Seite 388
G139 ZYLINDER-MANTEL Außenkontur fräsen		Seite 390

KONTUR (Zyklus G37)

In Zyklus **G37** KONTUR listen Sie alle Unterprogramme auf, die zu einer Gesamtkontur überlagert werden sollen.

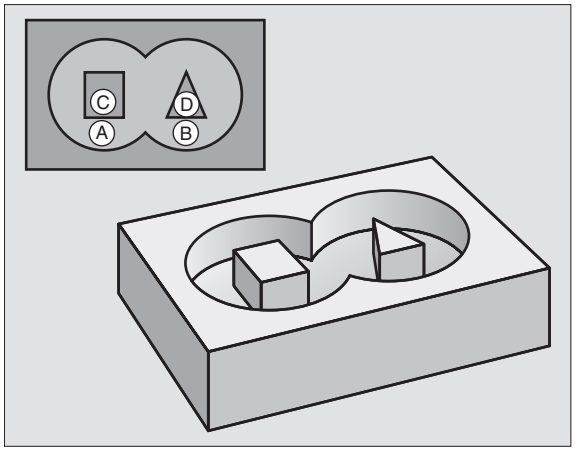
Beachten Sie vor dem Programmieren

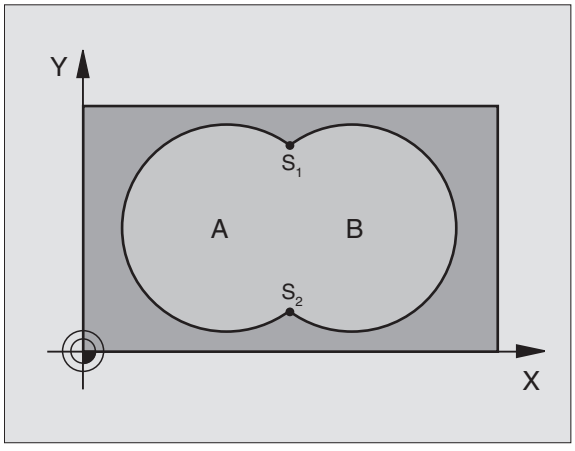
Zyklus **G37** ist DEF-Aktiv, das heißt ab seiner Definition im Programm wirksam.

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 Y+10 Y+50 *
N530 I+35 J+50 *
N540 G02 X+10 Y+50 *
N550 G98 L0 *
```

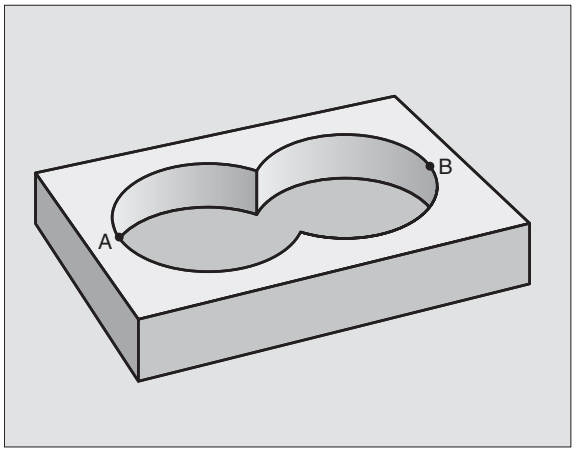
Unterprogramm 2: Tasche B

```
N560 G98 L2 *
N570 G01 G42 X+90 Y+50 *
N580 I+65 J+50 *
N590 G02 X+90 Y+50 *
N600 G90 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 *
```

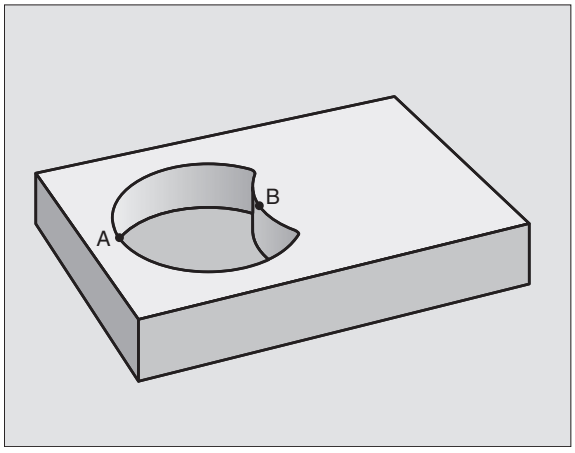
Fläche B:

```
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 *
```

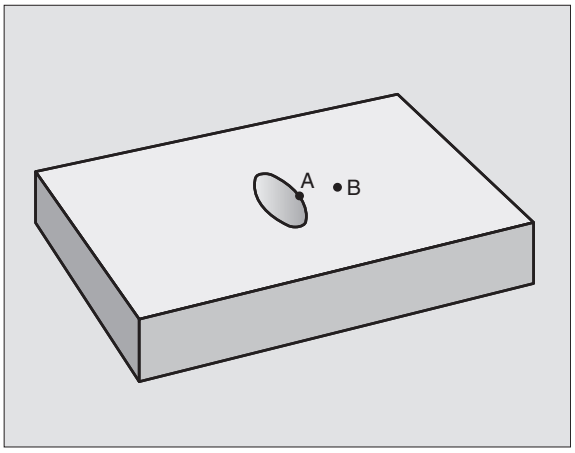
Fläche B:

```
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.

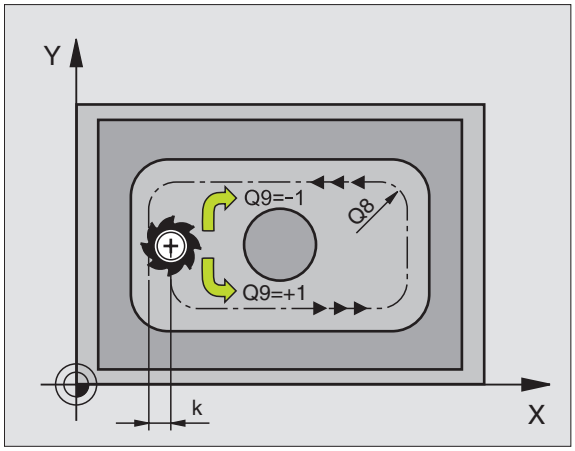
Die in Zyklus **G120** angegebenen Bearbeitungs-Informationen gelten für die Zyklen G121 bis G124.

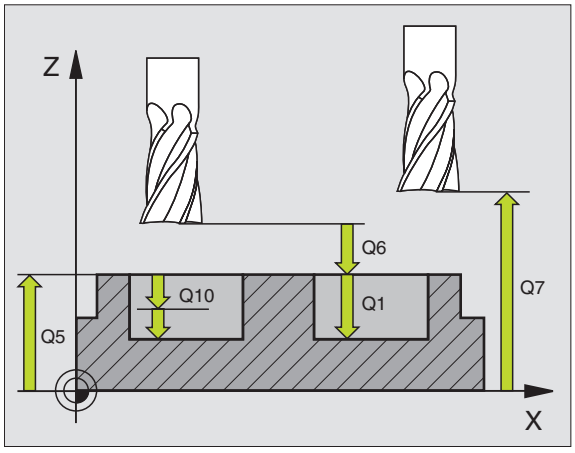
Wenn Sie SL-Zyklen in Q-Parameter-Programmen anwenden, dann dürfen Sie die Parameter Q1 bis Q19 nicht als Programm-Parameter benutzen.

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

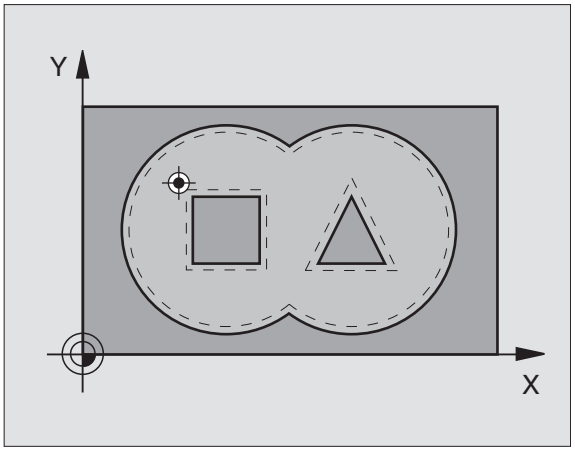
Wie Zyklus **G83** Tiefbohren, siehe „Zyklen zum Bohren, Gewindebohren und Gewindefräsen", Seite 274.

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

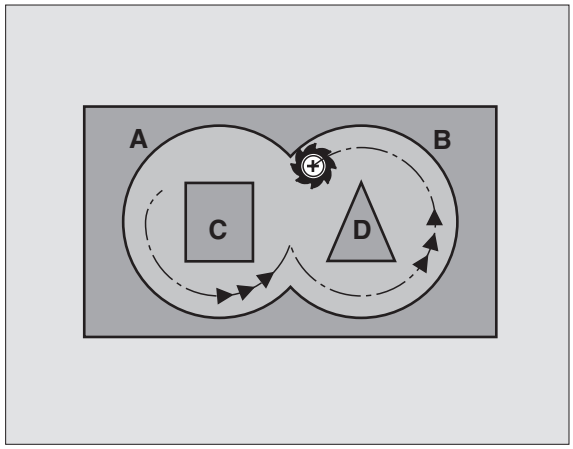
4 Anschließend fährt die TNC die Taschenkontur fertig und das Werkzeug auf die Sichere Höhe zurück

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 167)

- **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 165) 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
- **Vorschub Rückzug** Q208: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Herausfahren nach der Bearbeitung in mm/min. Wenn Sie Q208=0 eingeben, dann fährt die TNC das Werkzeug mit Vorschub Q12 heraus



Beispiel: NC-Satz

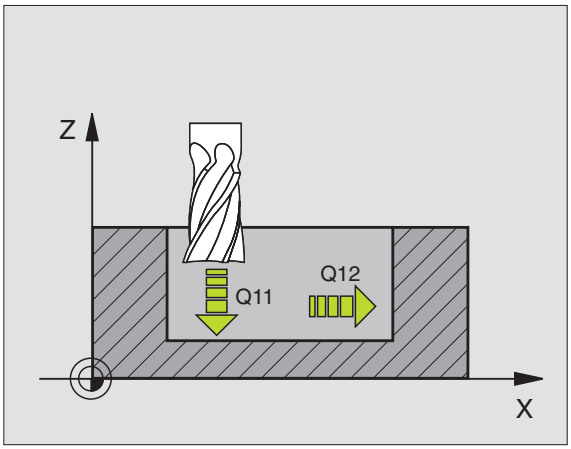
```
N59 G122 RAEUMEN
     Q10=+5          ;ZUSTELL-TIEFE
     Q11=100         ;VORSCHUB TIEFENZ.
     Q12=350         ;VORSCHUB RAEUMEN
     Q18=1           ;VORRAEUM-WERKZEUG
     Q19=150         ;VORSCHUB PENDELN
     Q208=99999      ;VORSCHUB RUECKZUG
```

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.

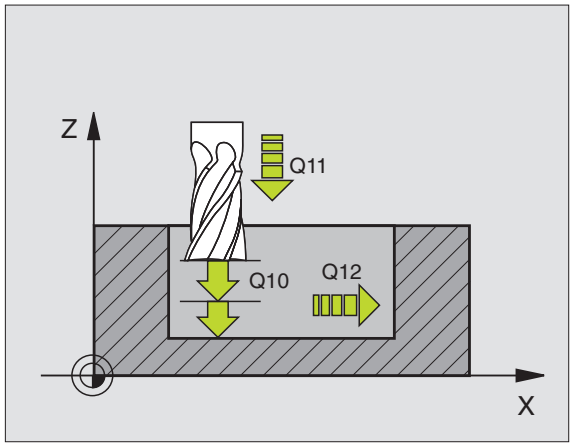
Wenn Sie Zyklus **G124** abarbeiten ohne zuvor mit Zyklus **G122** ausgeräumt zu haben, gilt oben aufgestellte Berechnung ebenso; der Radius des Räum-Werkzeugs hat dann den Wert „0“.

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

Sie können Zyklus **G124** auch zum Konturfräsen verwenden. Sie müssen dann

- die zu fräsende Kontur als einzelne Insel definieren (ohne Taschenbegrenzung) und
- im Zyklus G120 das Schlichtaufmaß (Q3) größer eingeben, als die Summe aus Schlichtaufmaß Q14 + Radius des verwendeten Werkzeugs

Die TNC ermittelt den Startpunkt fürs Schlichten selbständig. Der Startpunkt ist abhängig von den Platzverhältnissen in der Tasche und dem im Zyklus G120 programmierten Aufmaß.



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
```

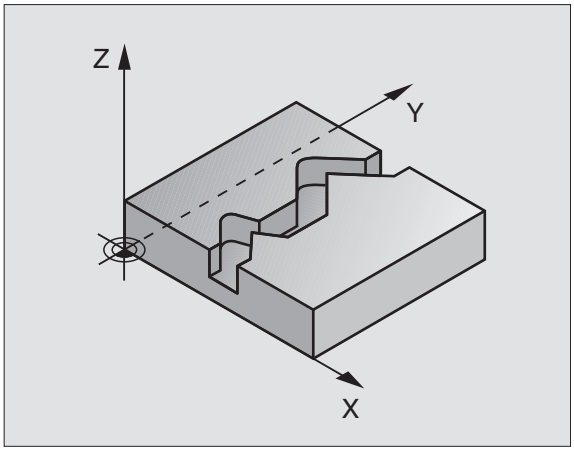
- **Drehsinn? Uhrzeigersinn = –1** Q9: Bearbeitungsrichtung:
  +1: Drehung im Gegen-Uhrzeigersinn
  –1: Drehung im Uhrzeigersinn
- **Zustell-Tiefe** Q10 (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q11: Eintauchvorschub
- **Vorschub Ausräumen** Q12: Fräsvorschub
- **Schlichtaufmaß Seite** Q14 (inkremental): Aufmaß für mehrmaliges Schlichten; der letzte Schlicht-Rest wird ausgeräumt, wenn Sie Q14 = 0 eingeben

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).

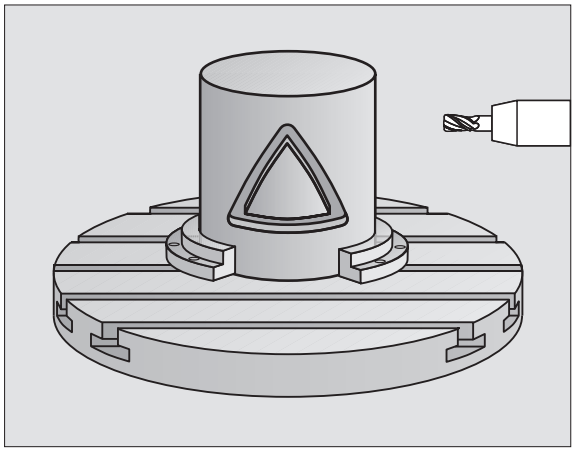
1 Die TNC positioniert das Werkzeug über den Einstichpunkt; dabei wird das Schlichtaufmaß Seite berücksichtigt

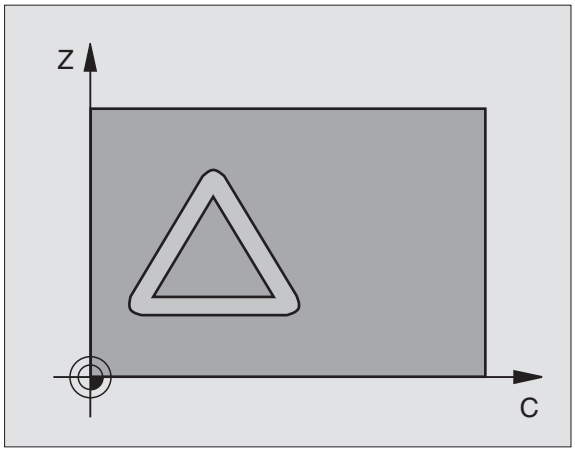
2 In der ersten Zustell-Tiefe fräst das Werkzeug mit dem Fräsvorschub Q12 entlang der programmierten Kontur

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

Im ersten NC-Satz des Kontur-Unterprogramms immer beide Zylindermantel-Koordinaten 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

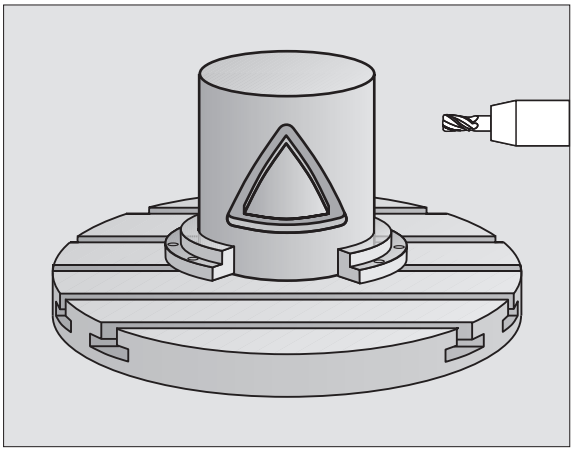
```
N63 G127 ZYLINDER-MANTEL
     Q1=-8          ;FRAESTIEFE
     Q3=+0          ;AUFMASS SEITE
     Q6=+0          ;SICHERHEITS-ABST.
     Q10=+3         ;ZUSTELL-TIEFE
     Q11=100        ;VORSCHUB TIEFENZ.
     Q12=350        ;VORSCHUB FRAESEN
     Q16=25         ;RADIUS
     Q17=0          ;BEMASSUNGSART
```

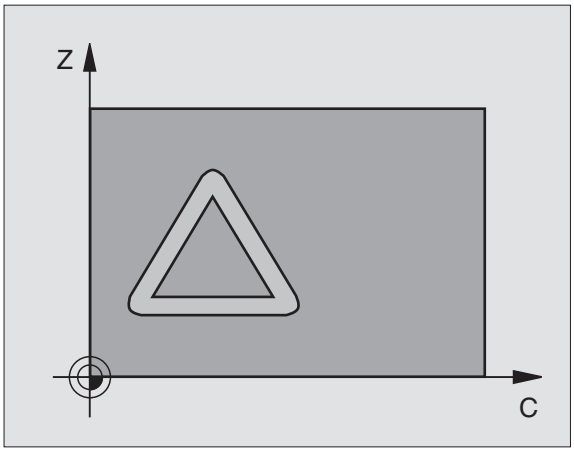
ZYLINDER-MANTEL Nutenfräsen (Zyklus G128, Software-Option 1)

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

Im ersten NC-Satz des Kontur-Unterprogramms immer beide Zylindermantel-Koordinaten 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
- **Toleranz?** Q21: Wenn Sie ein Werkzeug verwenden, das kleiner ist als die programmierte Nutbreite Q20, entstehen verfahrensbedingt Verrzerrungen an der Nutwand bei Kreisen und schrägen Geraden. Wenn Sie die Toleranz Q21 definieren, dann nähert die TNC die Nut in einem nachgeschalteten Fräsvorgang so an, als ob Sie die Nut mit einem Werkzeug gefräst hätten, das exakt so groß ist wie die Nutbreite. Mit Q21 definieren Sie die erlaubte Abweichung von dieser idealen Nut. Die Anzahl der Nachbearbeitungsschritte hängt ab vom Zylinderradius, dem verwendeten Werkzeug und der Nuttiefe. Je kleiner die Toleranz definiert ist, desto exakter wird die Nut, desto länger dauert aber auch die Nachbearbeitung.
  Empfehlung: Toleranz von 0.02 mm verwenden.
  0: Funktion inaktiv

Beispiel: NC-Satz

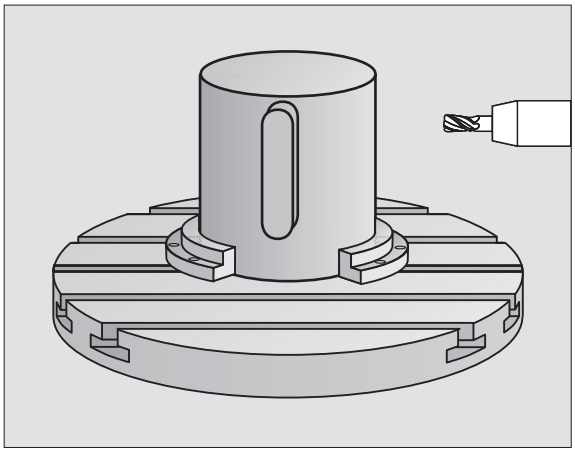
```
N63 G128 ZYLINDER-MANTEL
     Q1=-8          ;FRAESTIEFE
     Q3=+0          ;AUFMASS SEITE
     Q6=+0          ;SICHERHEITS-ABST.
     Q10=+3         ;ZUSTELL-TIEFE
     Q11=100        ;VORSCHUB TIEFENZ.
     Q12=350        ;VORSCHUB FRAESEN
     Q16=25         ;RADIUS
     Q17=0          ;BEMASSUNGSART
     Q20=12         ;NUTBREITE
     Q21=0          ;TOLERANZ
```

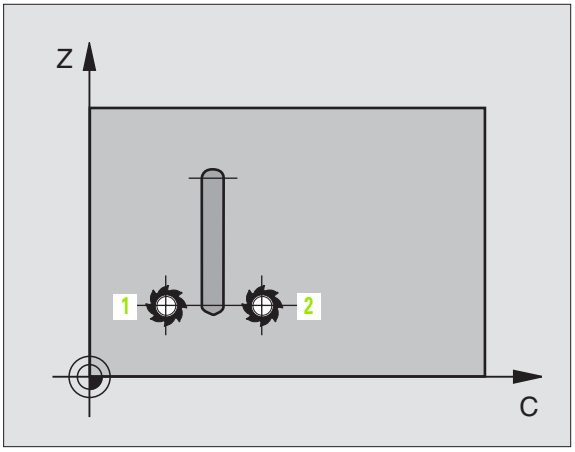
ZYLINDER-MANTEL Stegfräsen (Zyklus G129, Software-Option 1)

Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein.

Mit diesem Zyklus können Sie einen auf der Abwicklung definierten Steg auf den Mantel eines Zylinders übertragen. Die TNC stellt das Werkzeug bei diesem Zyklus so an, dass die Wände bei aktiver Radiuskorrektur immer parallel zueinander verlaufen. Programmieren Sie die Mittelpunktsbahn des Steges mit Angabe der Werkzeug-Radiuskorrektur. Über die Radiuskorrektur legen Sie fest, ob die TNC den Steg im Gleich- oder Gegenlauf herstellt.

An den Stegenden fügt die TNC grundsätzlich immer einen Halbkreis an, dessen Radius der halben Stegbreite entspricht.





1 Die TNC positioniert das Werkzeug über den Startpunkt der Bearbeitung. Den Startpunkt berechnet die TNC aus der Stegbreite und dem Werkzeug-Durchmesser. Er liegt um die halbe Stegbreite und dem Werkzeug-Durchmesser versetzt neben dem ersten im Kontur-Unterprogramm definierten Punkt. Die Radius-Korrektur bestimmt, ob links (**1**, RL=Gleichlauf) oder rechts vom Steg (**2**, RR=Gegenlauf) gestartet wird (siehe Bild rechts Mitte)

2 Nachdem die TNC auf die erste Zustelltiefe positioniert hat, fährt das Werkzeug auf einem Kreisbogen mit Fräsvorschub Q12 tangential an die Stegwand an. Ggf. wird das Schlichtaufmaß Seite berücksichtigt

3 Auf der ersten Zustelltiefe fräst das Werkzeug mit dem Fräsvorschub Q12 entlang der Stegwand, bis der Zapfen vollständig hergestellt ist

4 Anschließend fährt das Werkzeug tangential von der Stegwand weg zurück zum Startpunkt der Bearbeitung

5 Die Schritte 2 bis 4 wiederholen sich, bis die programmierte Frästiefe Q1 erreicht ist

6 Abschließend fährt das Werkzeug in der Werkzeug-Achse zurück auf die sichere Höhe oder auf die zuletzt vor dem Zyklus programmierte Position (abhängig von Maschinen-Parameter 7420)

Beachten Sie vor dem Programmieren

Im ersten NC-Satz des Kontur-Unterprogramms immer beide Zylindermantel-Koordinaten programmieren.

Achten Sie darauf, dass das Werkzeug für die An- und Wegfahrbewegung seitlich genügend Platz hat.

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.

Der Zylinder muss mittig auf dem Rundtisch aufgespannt sein.

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

Diesen Zyklus können Sie auch bei geschwenkter Bearbeitungsebene ausführen.

Die TNC überprüft, ob die korrigierte und unkorrigierte Bahn des Werkzeugs innerhalb des Anzeige-Bereichs der Drehachse liegt (ist in Maschinen-Parameter 810.x definiert). Bei Fehlermeldung „Kontur-Programmierfehler" ggf. MP 810.x = 0 setzen.



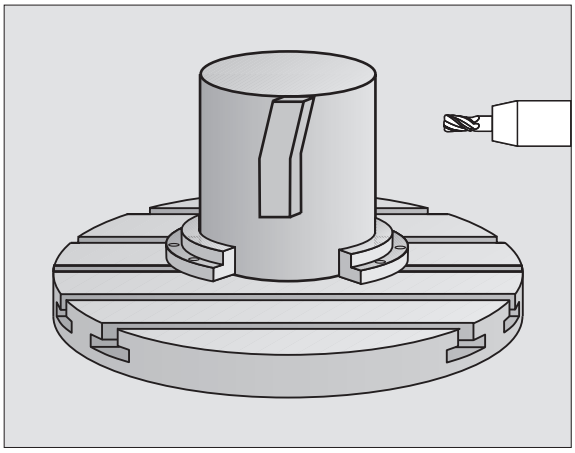
- **Frästiefe** Q1 (inkremental): Abstand zwischen Zylinder-Mantel und Konturgrund
- **Schlichtaufmaß Seite** Q3 (inkremental): Schlichtaufmaß an der Stegwand. Das Schlichtaufmaß vergrößert die Stegbreite um den zweifachen eingegebenen Wert
- **Sicherheits-Abstand** Q6 (inkremental): Abstand zwischen 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
- **Zylinder-Radius** 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
- **Stegbreite** Q20: Breite des herzustellenden Steges

Beispiel: NC-Sätze

```
N50 G129 ZYLINDER-MANTEL STEG
     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         ;STEGBREITE
```

ZYLINDER-MANTEL Außenkontur fräsen (Zyklus G139, Software-Option 1)

Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein.



Mit diesem Zyklus können Sie eine auf der Abwicklung definierte offene Kontur auf den Mantel eines Zylinders übertragen. Die TNC stellt das Werkzeug bei diesem Zyklus so an, dass die Wand der gefrästen Kontur bei aktiver Radiuskorrektur parallel zur Zylinderachse verläuft.

Im Gegensatz zu den Zyklen 28 und 29 definieren Sie im Kontur-Unterprogramm die tatsächlich herzustellende Kontur.

1. Die TNC positioniert das Werkzeug über den Startpunkt der Bearbeitung. Den Startpunkt legt die TNC um dem Werkzeug-Durchmesser versetzt neben dem ersten im Kontur-Unterprogramm definierten Punkt
2. Nachdem die TNC auf die erste Zustelltiefe positioniert hat, fährt das Werkzeug auf einem Kreisbogen mit Fräsvorschub Q12 tangential an die Kontur an. Ggf. wird das Schlichtaufmaß Seite berücksichtigt
3. Auf der ersten Zustelltiefe fräst das Werkzeug mit dem Fräsvorschub Q12 entlang der Kontur, bis der definierte Konturzug vollständig hergestellt ist
4. Anschließend fährt das Werkzeug tangential von der Stegwand weg zurück zum Startpunkt der Bearbeitung
5. Die Schritte 2 bis 4 wiederholen sich, bis die programmierte Frästiefe Q1 erreicht ist
6. Abschließend fährt das Werkzeug in der Werkzeug-Achse zurück auf die sichere Höhe oder auf die zuletzt vor dem Zyklus programmierte Position (abhängig von Maschinen-Parameter 7420)

Beachten Sie vor dem Programmieren

Achten Sie darauf, dass das Werkzeug für die An- und Wegfahrbewegung seitlich genügend Platz hat.

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.

Der Zylinder muss mittig auf dem Rundtisch aufgespannt sein.

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

Diesen Zyklus können Sie auch bei geschwenkter Bearbeitungsebene ausführen.

Die TNC überprüft, ob die korrigierte und unkorrigierte Bahn des Werkzeugs innerhalb des Anzeige-Bereichs der Drehachse liegt (ist in Maschinen-Parameter 810.x definiert). Bei Fehlermeldung „Kontur-Programmierfehler" ggf. MP 810.x = 0 setzen.

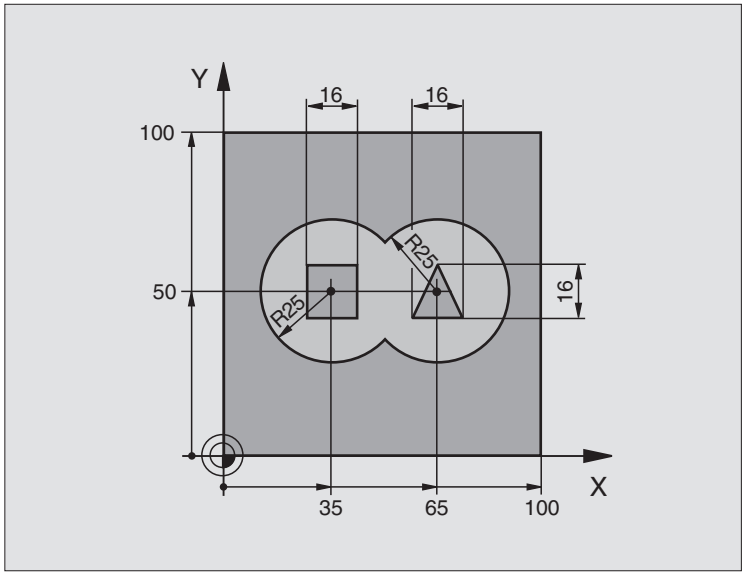


- **Frästiefe** Q1 (inkremental): Abstand zwischen Zylinder-Mantel und Konturgrund
- **Schlichtaufmaß Seite** Q3 (inkremental): Schlichtaufmaß an der Konturwand
- **Sicherheits-Abstand** Q6 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Zylinder Mantelfläche
- **Zustell-Tiefe** Q10 (inkremental): 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
- **Zylinder-Radius** 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-Sätze

```
N50 G139 ZYLINDER-MAN. KONTUR
     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
```

Beispiel: Überlagerte Konturen vorbohren, schruppen, schlichten

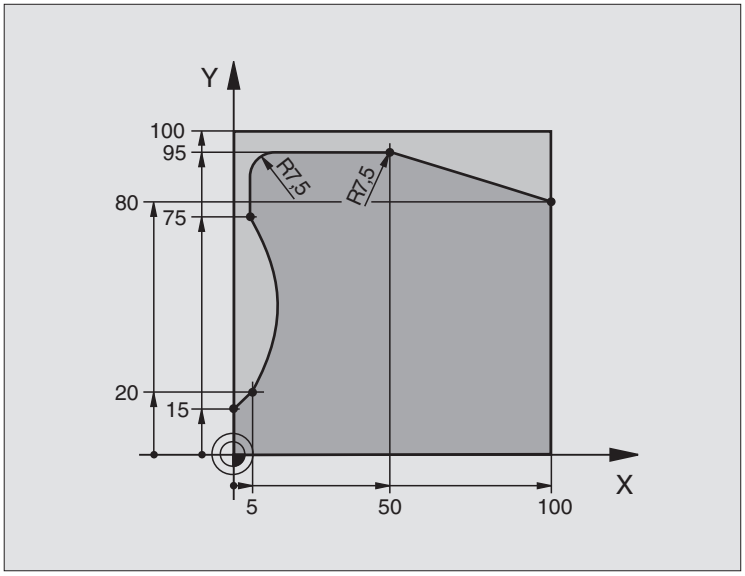


%C21 G71 *	
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-40 *	Rohteil-Definition
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *	
N30 G99 T1 L+0 R+6 *	Werkzeug-Definition Bohrer
N40 G99 T2 L+0 R+6 *	Werkzeug-Definition Schruppen/Schlichten
N50 T1 G17 S4000 *	Werkzeug-Aufruf Bohrer
N60 G00 G40 G90 Z+250 *	Werkzeug freifahren
N70 G37 P01 1 P02 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	
Q208=2000 ;VORSCHUB RUECKZUG	
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+25 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 L0 *	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 *	
N99999999 %C21 G71 *	

Beispiel: Kontur-Zug



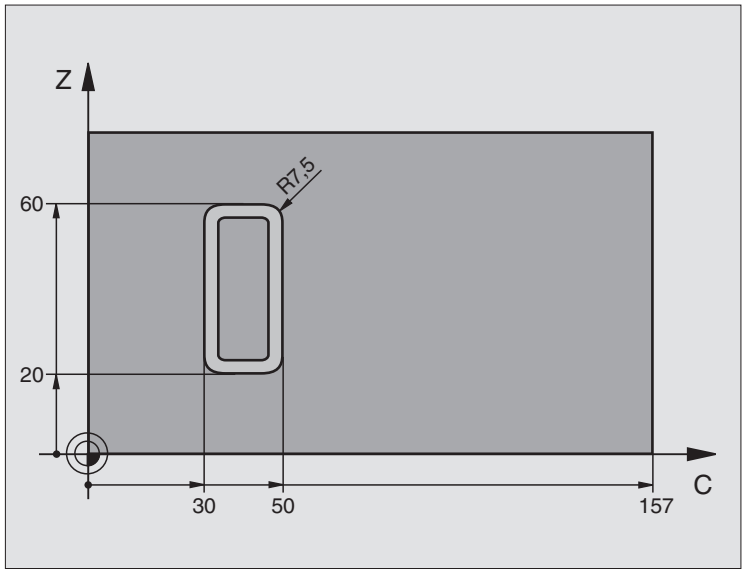
%C25 G71 *	
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-40 *	Rohteil-Definition
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *	
N30 G99 T1 L+0 R+10 *	Werkzeug-Definition
N40 T1 G17 S2000 *	Werkzeug-Aufruf
N50 G00 G40 G90 Z+250 *	Werkzeug freifahren
N60 G37 P01 1 *	Kontur-Unterprogramm festlegen
N70 G125 KONTUR-ZUG	Bearbeitungs-Parameter festlegen
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	
N80 G79 M3 *	Zyklus-Aufruf
N90 G00 G90 Z+250 M2 *	Werkzeug freifahren, Programm-Ende

N100 G98 L1 *	Kontur-Unterprogramm
N110 G01 G41 X+0 Y+15 *	
N120 X+5 Y+20 *	
N130 G06 X+5 Y+75 *	
N140 G01 Y+95 *	
N150 G25 R7,5 *	
N160 X+50 *	
N170 G25 R7,5 *	
N180 X+100 Y+80 *	
N190 G98 L0 *	
N99999999 %C25 G71 *	

Beispiel: Zylinder-Mantel mit Zyklus G127

Hinweis:

- Zylinder mittig auf Rundtisch aufgespannt
- Bezugspunkt liegt in der Rundtisch-Mitte



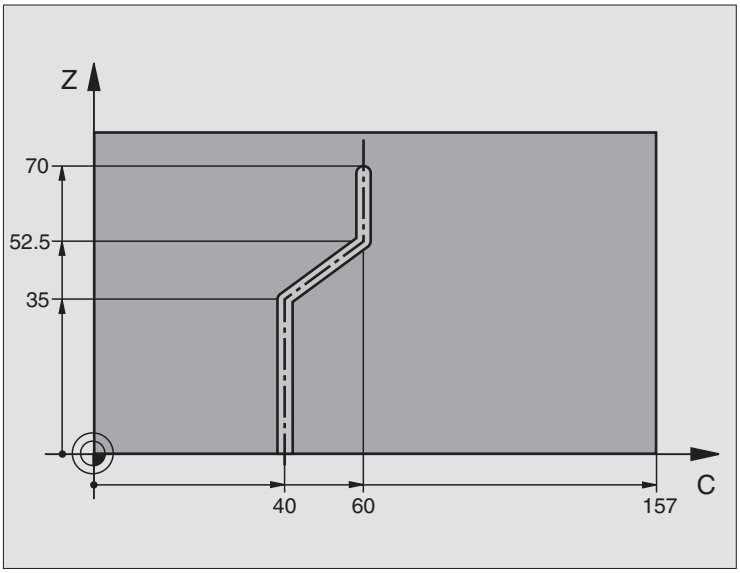
%C27 G71 *	
N10 G99 T1 L+0 R3,5 *	Werkzeug-Definition
N20 T1 G18 S2000 *	Werkzeug-Aufruf, Werkzeug-Achse Y
N30 G00 G40 G90 Y+250 *	Werkzeug freifahren
N40 G37 P01 1 *	Kontur-Unterprogramm festlegen
N70 G127 ZYLINDER-MANTEL	Bearbeitungs-Parameter festlegen
Q1=-7 ;FRAESTIEFE	
Q3=+0 ;AUFMASS SEITE	
Q6=2 ;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 Z+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 *`	
`N99999999 %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 R3,5 *	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	
Q21=0.02 ;TOLERANZ	
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
`N110 G01 G41 C+40 Z+0 *`	Angaben in der Drehachse in mm (Q17=1)
`N120 Z+35 *`	
`N130 C+60 Z+52,5 *`	
`N140 Z+70 *`	
`N150 G98 L0 *`	
`N99999999 %C28 G71 *`	

8.7 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 **128 Konturen** begrenzt. Die Anzahl der möglichen Konturelemente hängt von der Konturart (Innen-/Außenkontur) und der Anzahl der Konturbeschreibungen ab und beträgt maximal **16384** Konturelementee.

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:

PGM CALL

- Funktionen zum Programm-Aufruf wählen: Taste PGM CALL drücken

KONTUR WÄHLEN

- 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:

DECLARE

- Softkey DECLARE drücken

CONTOUR

- 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 z.B. `QC10 = QC1 & QC5`	
vereinigt mit z.B. `QC25 = QC7 | QC18`	
vereinigt mit, aber ohne Schnitt z.B. `QC12 = QC5 ^ QC25`	
geschnitten mit Komplement von z.B. `QC25 = QC1 \ QC2`	
Komplement des Konturgebietes z.B. `Q12 = #Q11`	
Klammer auf z.B. `QC12 = QC1 * (QC2 + QC3)`	
Klammer zu z.B. `QC12 = QC1 * (QC2 + QC3)`	
Einzelne Kontur definieren z.B. `QC12 = QC1`	

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 *
N99999999 %TASCHE_A G71 *
```

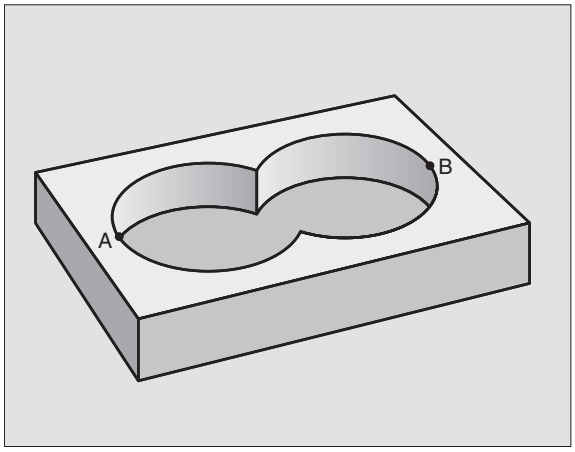
Konturbeschreibungs-Programm 2: Tasche B

```
%TASCHE_B G71 *
N10 G01 X+90 Y+50 G40 *
N20 I+65 J+50 *
N30 G02 X+90 Y+50 *
N99999999 %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 separaten Programmen ohne Radiuskorrektur programmiert sein
- In der Konturformel werden die Flächen A und B mit der Funktion “vereinigt mit“ verrechnet



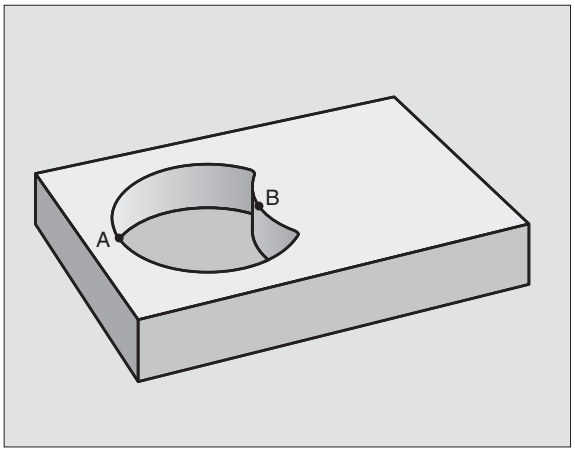
Konturdefinitions-Programm:

```
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 separaten Programmen ohne Radiuskorrektur programmiert sein
- In der Konturformel wird die Fläche B mit der Funktion “geschnitten mit Komplement von“ von der Fläche A abgezogen



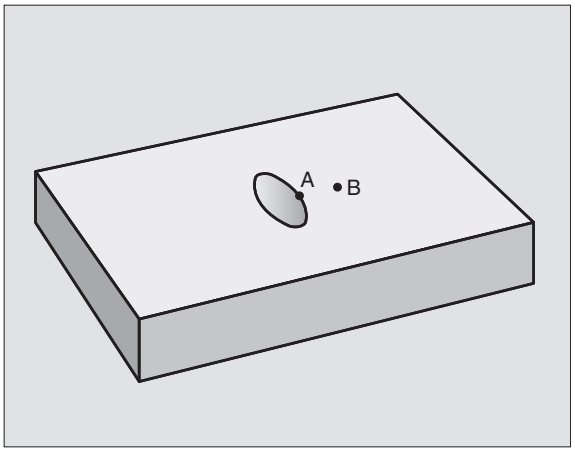
Konturdefinitions-Programm:

```
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 separaten Programmen ohne Radiuskorrektur programmiert sein
- In der Konturformel werden die Flächen A und B mit der Funktion “geschnitten mit“ verrechnet



Konturdefinitions-Programm:

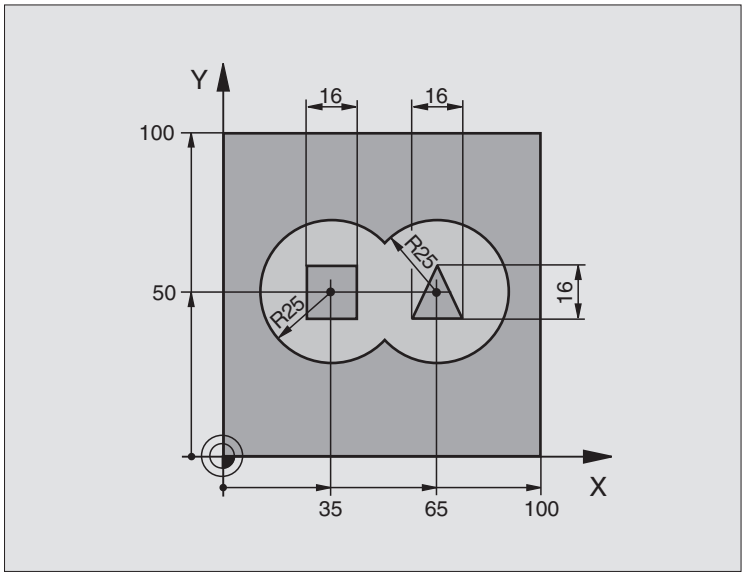
```
N50 ...
N60 ...
N70 DECLARE CONTOUR QC1 = "TASCHE_A.H" *
N80 DECLARE CONTOUR QC2 = "TASCHE_B.H" *
N90 QC10 = QC1 & QC2 *
N100 ...
N110 ...
```

Kontur Abarbeiten mit SL-Zyklen



Die Bearbeitung der Gesamtkontur erfolgt mit den SL-Zyklen G120 bis G124 (siehe „SL-Zyklen“ auf Seite 370)

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	
Q208=750 ;VORSCHUB RUECKZUG	
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
N99999999 %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 QC1 = "QUADRAT" *	Definition des Konturbezeichners für das Programm “QUADRAT“
N80 QC10 = (QC1 | QC2) \ QC3 \ QC4 *	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 *`	
`%KREOS31XY G71 *`	Konturbeschreibungs-Programm: Kreis links
`N10 I+Q1 J+Q2 *`	
`N20 G11 R+Q3 H+0 G40 *`	
`N30 G13 G91 H+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 *`	
`N49 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 *`	

8.8 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	Seite
G60 3D-DATEN ABARBEITEN Zum Abzeilen von 3D-Daten in mehreren Zustellungen		Seite 411
G230 ABZEILEN Für ebene rechteckige Flächen		Seite 412
G231 REGELFLAECHE Für schiefwinklige, geneigte und verwundene Flächen		Seite 414
G232 PLANFRAESEN Für ebene rechteckige Flächen, mit Aufmaß-Angabe und mehreren Zustellungen		Seite 417

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

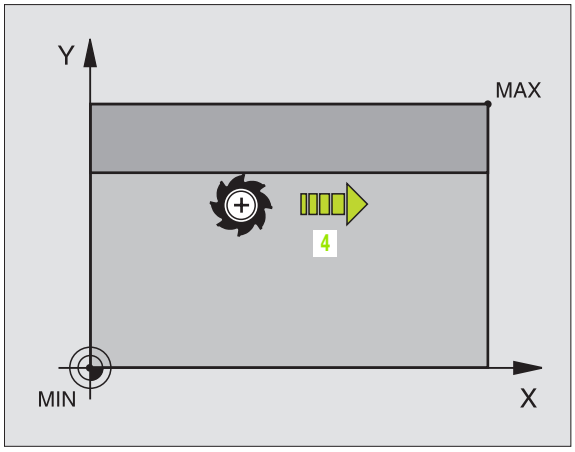
5 Am Ende fährt die TNC das Werkzeug mit Eilgang zurück auf den Sicherheits-Abstand

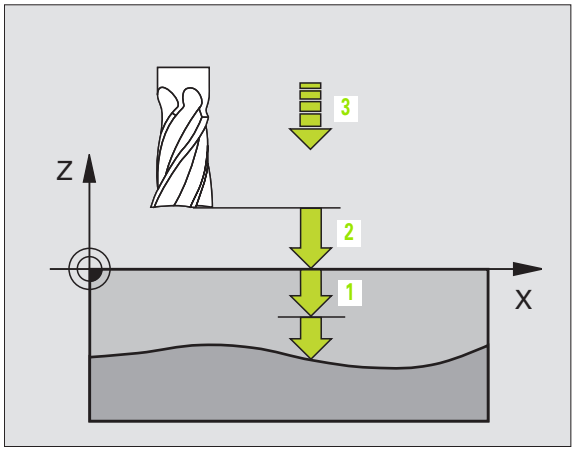
Beachten Sie vor dem Programmieren

Mit Zyklus G60 können Sie 3D-Daten in mehreren Zustellungen abarbeiten, die von einem externen Programmiersystem erstellt wurden.

60 3D-DATEN FRÄSEN

- **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

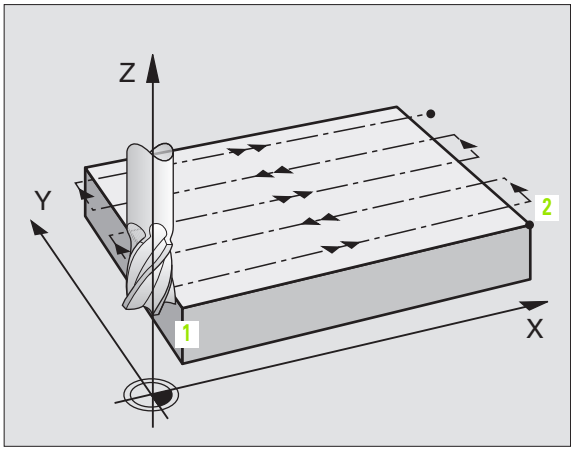




Beispiel: NC-Satz

```
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)



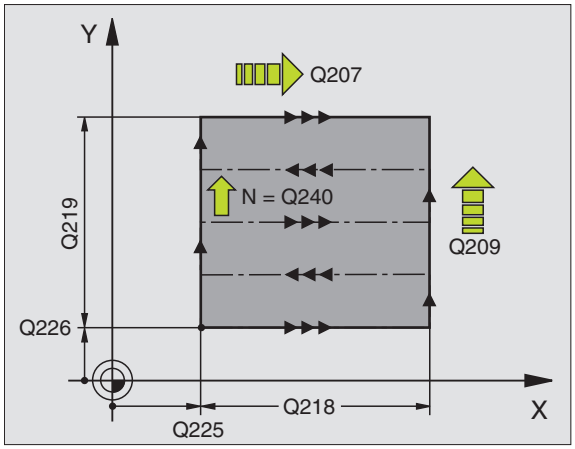
1. Die TNC positioniert das Werkzeug im Eilgang von der aktuellen Position aus in der Bearbeitungsebene auf den Startpunkt **1**; die TNC versetzt das Werkzeug dabei um den Werkzeug-Radius nach links und nach oben
2. Anschließend fährt das Werkzeug mit Eilgang in der Spindelachse auf Sicherheits-Abstand 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

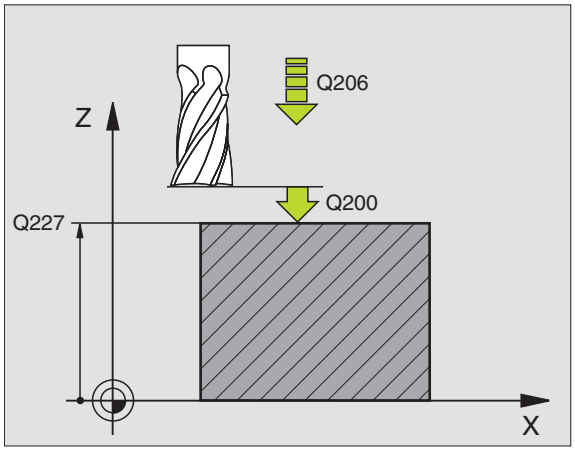
Beachten Sie vor dem Programmieren

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**

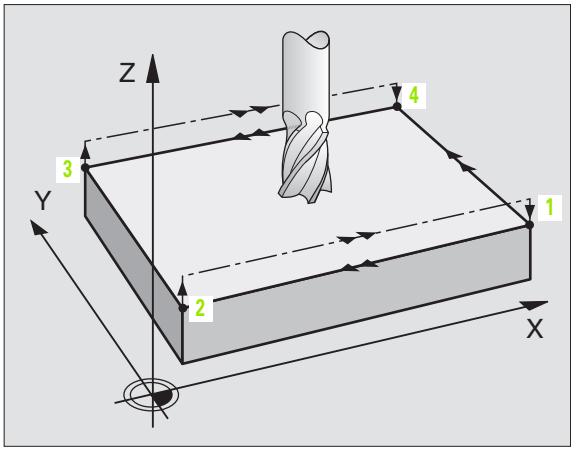
4 Am Startpunkt **1** fährt die TNC das Werkzeug wieder auf den zuletzt gefahrenen Z-Wert

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

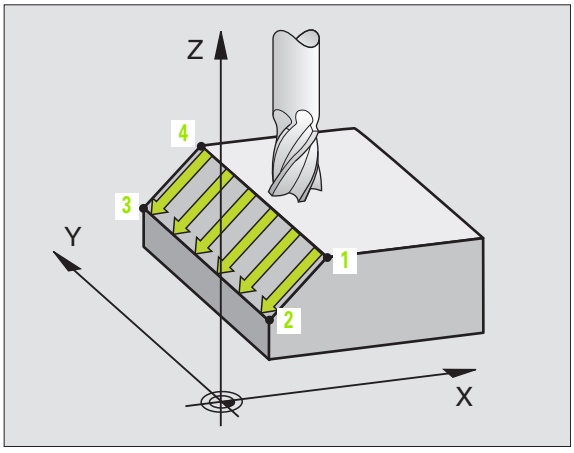


Schnittführung

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.

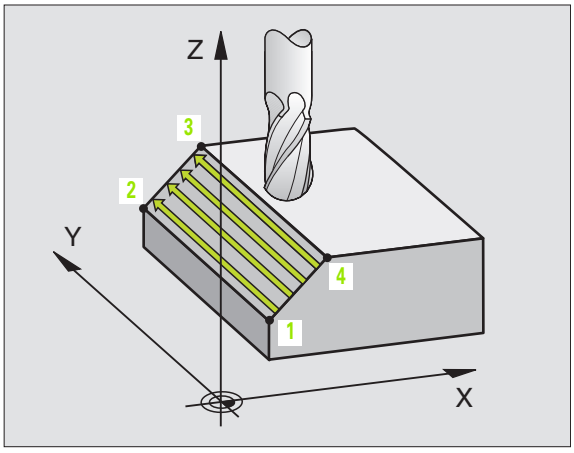
Die Oberflächengüte beim Einsatz von Schaftfräsern können Sie optimieren:

- 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

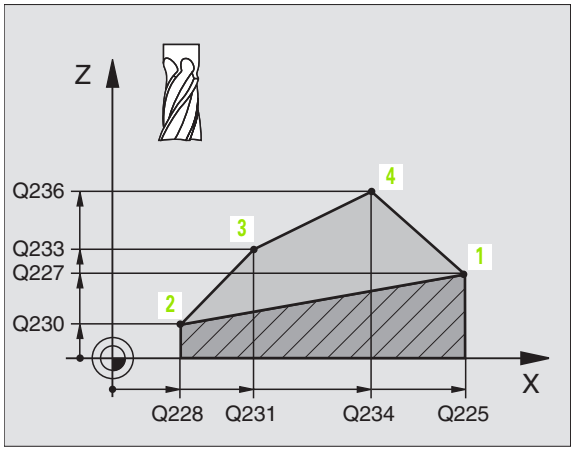
Die TNC positioniert das Werkzeug von der aktuellen Position mit einer 3D-Geradenbewegung auf den Startpunkt **1**. Werkzeug so vorpositionieren, dass keine Kollision mit dem Werkstück oder Spannmitteln erfolgen kann.

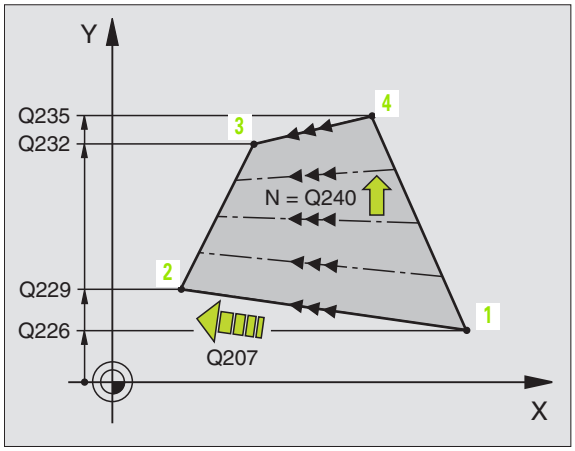
Die TNC fährt das Werkzeug mit Radiuskorrektur **G40** zwischen den eingegebenen Positionen.

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
```

PLANFRAESEN (Zyklus G232)

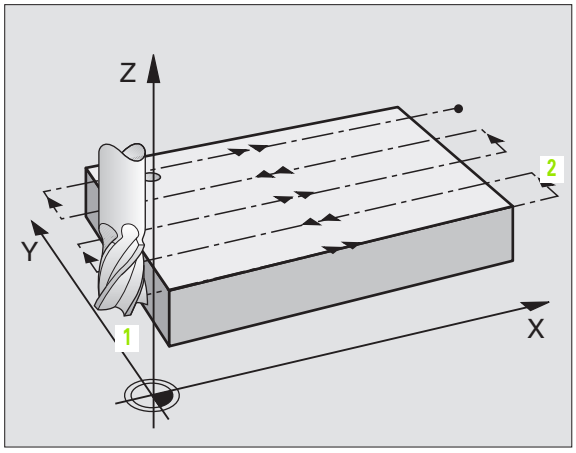
Mit dem Zyklus G232 können Sie eine ebene Fläche in mehreren Zustellungen und unter Berücksichtigung eines Schlicht-Aufmaßes planfräsen. Dabei stehen drei Bearbeitungsstrategien zur Verfügung:

- **Strategie Q389=0**: Mäanderförmig bearbeiten, seitliche Zustellung ausserhalb der zu bearbeitenden Fläche
- **Strategie Q389=1**: Mäanderförmig bearbeiten, seitliche Zustellung innerhalb der zu bearbeitenden Fläche
- **Strategie Q389=2**: Zeilenweise bearbeiten, Rückzug und seitliche Zustellung im Positionier-Vorschub

1 Die TNC positioniert das Werkzeug im Eilgang von der aktuellen Position aus mit Positionier-Logik auf den Startpunkt **1**: Ist die aktuelle Position in der Spindelachse größer als der 2. Sicherheits-Abstand, dann fährt die TNC das Werkzeug zunächst in der Bearbeitungsebene und dann in der Spindelachse, ansonsten zuerst auf den 2. Sicherheits-Abstand und dann in der Bearbeitungsebene. Der Startpunkt in der Bearbeitungsebene liegt um den Werkzeug-Radius und um den seitlichen Sicherheits-Abstand versetzt neben dem Werkstück

2 Anschließend fährt das Werkzeug mit Positionier-Vorschub in der Spindelachse auf die von der TNC berechnete erste Zustell-Tiefe

Strategie Q389=0



3 Danach fährt das Werkzeug mit dem programmierten Vorschub Fräsen auf den Endpunkt **2**. Der Endpunkt liegt **außerhalb** der Fläche, die TNC berechnet ihn aus dem programmierten Startpunkt, der programmierten Länge, dem programmierten seitlichen Sicherheits-Abstand und dem Werkzeug-Radius

4 Die TNC versetzt das Werkzeug mit Vorschub Vorpositionieren quer auf den Startpunkt der nächsten Zeile; die TNC berechnet den Versatz aus der programmierten Breite, dem Werkzeug-Radius und dem maximalen Bahn-Überlappungs-Faktor

5 Danach fährt das Werkzeug wieder zurück in Richtung des Startpunktes **1**

6 Der Vorgang wiederholt sich, bis die eingegebene Fläche vollständig bearbeitet ist. Am Ende der letzten Bahn erfolgt die Zustellung auf die nächste Bearbeitungstiefe

7 Um Leerwege zu vermeiden, wird die Fläche anschließend in umgekehrter Reihenfolge bearbeitet

8 Der Vorgang wiederholt sich, bis alle Zustellungen ausgeführt sind. Bei der letzten Zustellung wird lediglich das eingegebene Schlichtaufmaß im Vorschub Schlichten abgefräst

9 Am Ende fährt die TNC das Werkzeug mit Eilgang zurück auf den 2. Sicherheits-Abstand

Strategie Q389=1

3 Danach fährt das Werkzeug mit dem programmierten Vorschub Fräsen auf den Endpunkt **2**. Der Endpunkt liegt **innerhalb** der Fläche, die TNC berechnet ihn aus dem programmierten Startpunkt, der programmierten Länge und dem Werkzeug-Radius

4 Die TNC versetzt das Werkzeug mit Vorschub Vorpositionieren quer auf den Startpunkt der nächsten Zeile; die TNC berechnet den Versatz aus der programmierten Breite, dem Werkzeug-Radius und dem maximalen Bahn-Überlappungs-Faktor

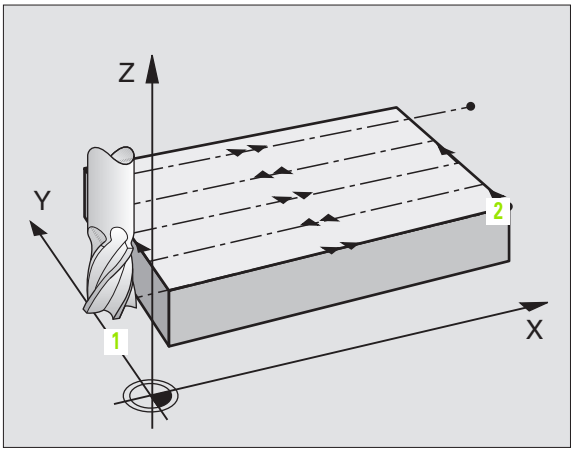
5 Danach fährt das Werkzeug wieder zurück in Richtung des Startpunktes **1**. Der Versatz auf die nächste Zeile erfolgt wieder innerhalb des Werkstückes

6 Der Vorgang wiederholt sich, bis die eingegebene Fläche vollständig bearbeitet ist. Am Ende der letzten Bahn erfolgt die Zustellung auf die nächste Bearbeitungstiefe

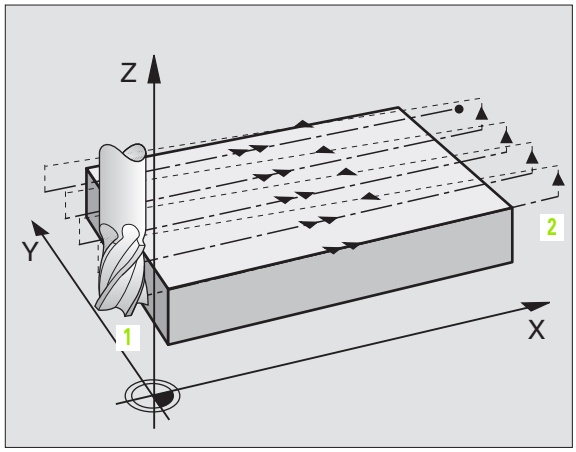
7 Um Leerwege zu vermeiden, wird die Fläche anschließend in umgekehrter Reihenfolge bearbeitet

8 Der Vorgang wiederholt sich, bis alle Zustellungen ausgeführt sind. Bei der letzten Zustellung wird lediglich das eingegebene Schlichtaufmaß im Vorschub Schlichten abgefräst

9 Am Ende fährt die TNC das Werkzeug mit Eilgang zurück auf den 2. Sicherheits-Abstand



Strategie Q389=2



3 Danach fährt das Werkzeug mit dem programmierten Vorschub Fräsen auf den Endpunkt **2**. Der Endpunkt liegt ausserhalb der Fläche, die TNC berechnet ihn aus dem programmierten Startpunkt, der programmierten Länge, dem programmierten seitlichen Sicherheits-Abstand und dem Werkzeug-Radius

4 Die TNC fährt das Werkzeug in der Spindelachse auf Sicherheits-Abstand über die aktuelle Zustell-Tiefe und fährt im Vorschub Vorpositionieren direkt zurück auf den Startpunkt der nächsten Zeile. Die TNC berechnet den Versatz aus der programmierten Breite, dem Werkzeug-Radius und dem maximalen Bahn-Überlappungs-Faktor

5 Danach fährt das Werkzeug wieder auf die aktuelle Zustell-Tiefe und anschließend wieder in Richtung des Endpunktes **2**

6 Der Abzeil-Vorgang wiederholt sich, bis die eingegebene Fläche vollständig bearbeitet ist. Am Ende der letzten Bahn erfolgt die Zustellung auf die nächste Bearbeitungstiefe

7 Um Leerwege zu vermeiden, wird die Fläche anschließend in umgekehrter Reihenfolge bearbeitet

8 Der Vorgang wiederholt sich, bis alle Zustellungen ausgeführt sind. Bei der letzten Zustellung wird lediglich das eingegebene Schlichtaufmaß im Vorschub Schlichten abgefräst

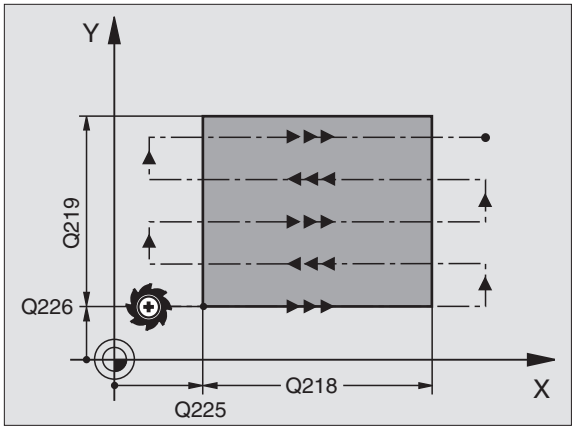
9 Am Ende fährt die TNC das Werkzeug mit Eilgang zurück auf den 2. Sicherheits-Abstand

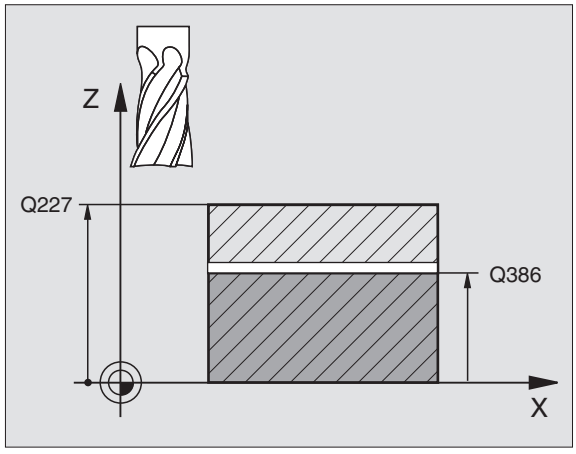
Beachten Sie vor dem Programmieren

2. Sicherheits-Abstand Q204 so eingeben, dass keine Kollision mit dem Werkstück oder Spannmitteln erfolgen kann.

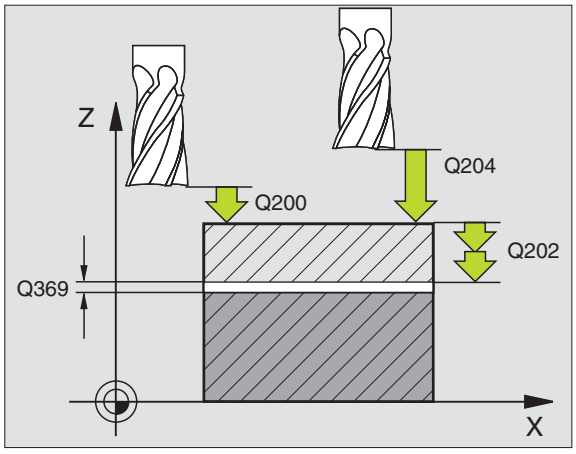


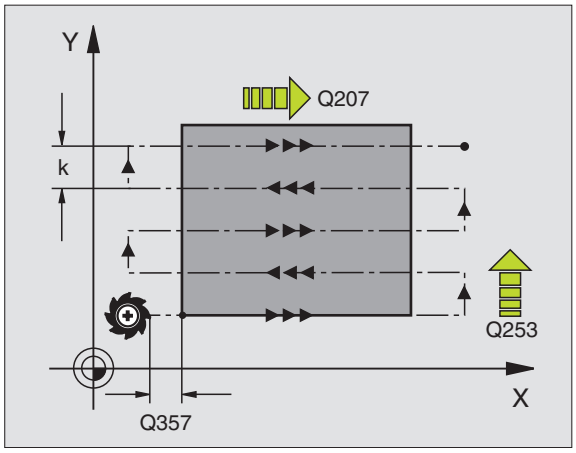
- **Bearbeitungsstrategie (0/1/2)** Q389: Festlegen, wie die TNC die Fläche bearbeiten soll:
  0: Mäanderförmig bearbeiten, seitliche Zustellung im Positionier-Vorschub ausserhalb der zu bearbeitenden Fläche
  1: Mäanderförmig bearbeiten, seitliche Zustellung im Fräsvorschub innerhalb der zu bearbeitenden Fläche
  2: Zeilenweise bearbeiten, Rückzug und seitliche Zustellung im Positionier-Vorschub
- **Startpunkt 1. Achse** Q225 (absolut): Startpunkt-Koordinate der zu bearbeitenden 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): Koordinate Werkstück-Oberfläche, von der aus die Zustellungen berechnet werden
- **Endpunkt 3. Achse** Q386 (absolut): Koordinate in der Spindelachse, auf die die Fläche plangefräst werden soll
- **1. Seiten-Länge** Q218 (inkremental): Länge der zu bearbeitenden Fläche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Über das Vorzeichen können Sie die Richtung der ersten Fräsbahn bezogen auf den **Startpunkt 1. Achse** festlegen
- **2. Seiten-Länge** Q219 (inkremental): Länge der zu bearbeitenden Fläche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Über das Vorzeichen können Sie die Richtung der ersten Querzustellung bezogen auf den **Startpunkt 2. Achse** festlegen





- **Maximale Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils **maximal** zugestellt wird. Die TNC berechnet die tatsächliche Zustell-Tiefe aus der Differenz zwischen Endpunkt und Startpunkt in der Werkzeugachse – unter Berücksichtigung des Schlichtaufmaßes – so, dass jeweils mit gleichen Zustell-Tiefen bearbeitet wird
- **Schlichtaufmaß Tiefe** Q369 (inkremental): Wert, mit dem die letzte Zustellung verfahren werden soll
- **Max. Bahn-Überlappung Faktor** Q370: **Maximale** seitliche Zustellung k. Die TNC berechnet die tatsächliche seitliche Zustellung aus der 2. Seitenlänge (Q219) und dem Werkzeug-Radius so, dass jeweils mit konstanter seitlicher Zustellung bearbeitet wird. Wenn Sie in der Werkzeug-Tabelle einen Radius R2 eingetragen haben (z.B. Plattenradius bei Verwendung eines Messerkopfes), verringert die TNC die seitlichen Zustellung entsprechend
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- **Vorschub Schlichten** Q385: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen der letzten Zustellung in mm/min
- **Vorschub Vorpositionieren** Q253: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Anfahren der Startposition und beim Fahren auf die nächste Zeile in mm/min; wenn Sie im Material quer fahren (Q389=1), dann fährt die TNC die Querzustellung mit Fräsvorschub Q207



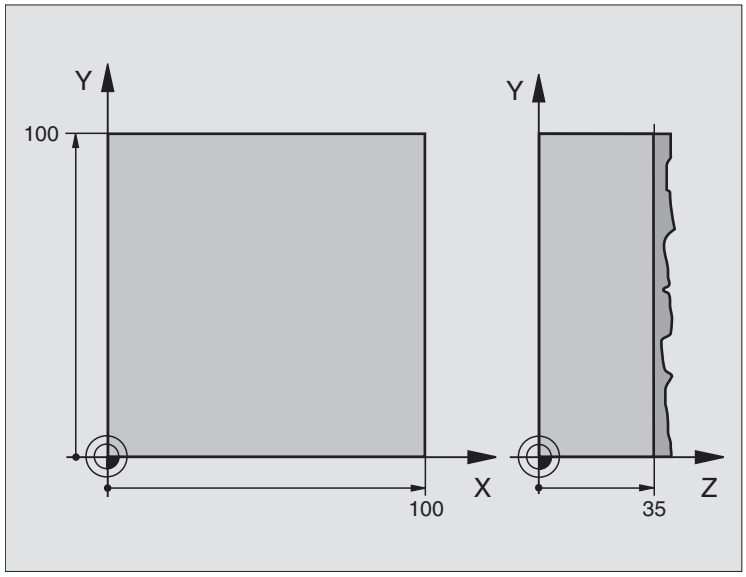


- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Startposition in der Werkzeugachse. Wenn Sie mit Bearbeitungsstrategie Q389=2 fräsen, fährt die TNC im Sicherheits-Abstand über der aktuellen Zustell-Tiefe den Startpunkt auf der nächsten Zeile an
- **Sicherheits-Abstand Seite** Q357 (inkremental): Seitlicher Abstand des Werkzeuges vom Werkstück beim Anfahren der ersten Zustell-Tiefe und Abstand, auf dem die seitliche Zustellung bei Bearbeitungsstrategie Q389=0 und Q389=2 verfahren wird
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann

Beispiel: NC-Sätze

```
N70 G232 PLANFRAESEN
     Q389=2          ;STRATEGIE
     Q225=+10        ;STARTPUNKT 1. ACHSE
     Q226=+12        ;STARTPUNKT 2. ACHSE
     Q227=+2.5       ;STARTPUNKT 3. ACHSE
     Q386=-3         ;ENDPUNKT 3. ACHSE
     Q218=150        ;1. SEITEN-LAENGE
     Q219=75         ;2. SEITEN-LAENGE
     Q202=2          ;MAX. ZUSTELL-TIEFE
     Q369=0.5        ;AUFMASS TIEFE
     Q370=1          ;MAX. UEBERLAPPUNG
     Q207=500        ;VORSCHUB FRAESEN
     Q385=800        ;VORSCHUB SCHLICHTEN
     Q253=2000       ;VORSCHUB VORPOS.
     Q200=2          ;SICHERHEITS-ABST.
     Q357=2          ;SI.-ABSTAND SEITE
     Q204=2          ;2. SICHERHEITS-ABST.
```

Beispiel: Abzeilen



%C230 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+5 *	Werkzeug-Definition
N40 T1 G17 S3500 *	Werkzeug-Aufruf
N50 G00 G40 G90 Z+250 *	Werkzeug freifahren
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
N99999999 %C230 G71 *	

8.9 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	Seite
G54 NULLPUNKT Konturen verschieben direkt im Programm		Seite 425
G53 NULLPUNKT aus Nullpunkt-Tabelle		Seite 426
G247 BEZUGSPUNKT SETZEN Bezugspunkt während des Programmlaufs setzen		Seite 430
G28 SPIEGELN Konturen spiegeln		Seite 431
G73 DREHUNG Konturen in der Bearbeitungsebene drehen		Seite 433
G72 MASSFAKTOR Konturen verkleinern oder vergrößern		Seite 434
G80 BEARBEITUNGSEBENE Bearbeitungen im geschwenkten Koordinatensystem durchführen für Maschinen mit Schwenkköpfen und/oder Drehtischen		Seite 435

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

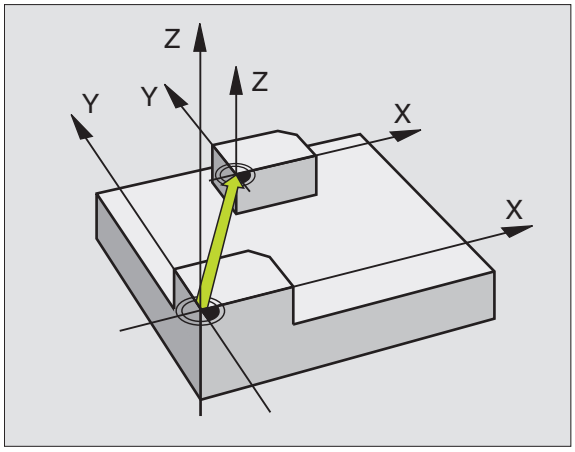
Die Nullpunkt-Verschiebung mit den Koordinatenwerten X=0, Y=0 und Z=0 hebt eine Nullpunkt-Verschiebung wieder auf.

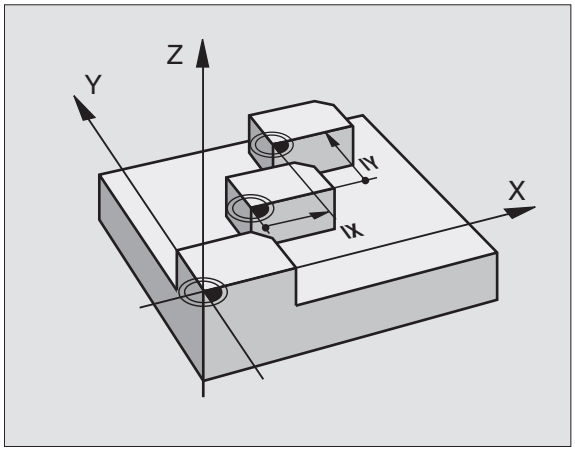
Grafik

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.

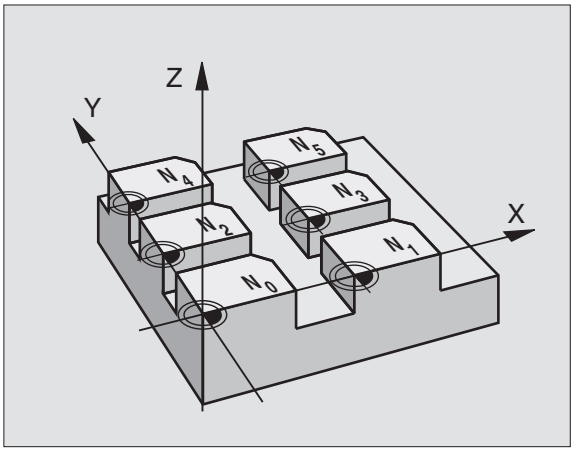
Wenn Sie Nullpunkt-Verschiebungen mit Nullpunkt-Tabellen einsetzen, dann verwenden Sie die Funktion Select Table, um die gewünschte Nullpunkt-Tabelle vom NC-Programm aus zu aktivieren.

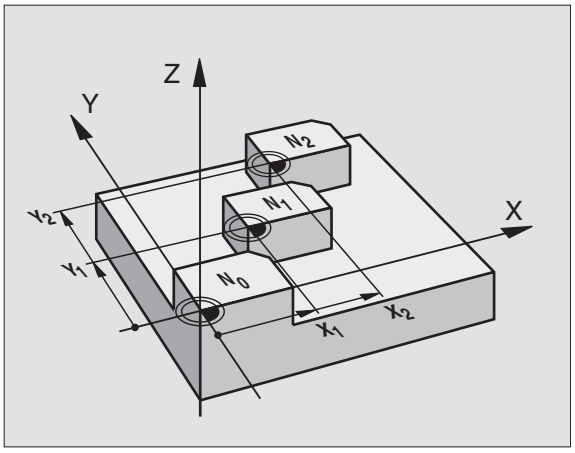
Wenn Sie ohne den Select Table-Satz **%:TAB:** arbeiten, müssen Sie die gewünschte Nullpunkt-Tabelle vor dem Programm-Test oder dem Programm-Lauf aktivieren (gilt auch für die Programmier-Grafik):

- 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:

PGM CALL

- Funktionen zum Programm-Aufruf wählen: Taste PGM CALL drücken

NULLPUNKT TABELLE

- 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**

PGM MGT

- Datei-Verwaltung aufrufen: Taste PGM MGT drücken, siehe „Datei-Verwaltung: Grundlagen", Seite 99
- 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

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

ALLE WERTE

- Werte in allen Achsen übernehmen: Softkey ALLE WERTE drücken, oder

AKTUELLEN WERT

- 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.

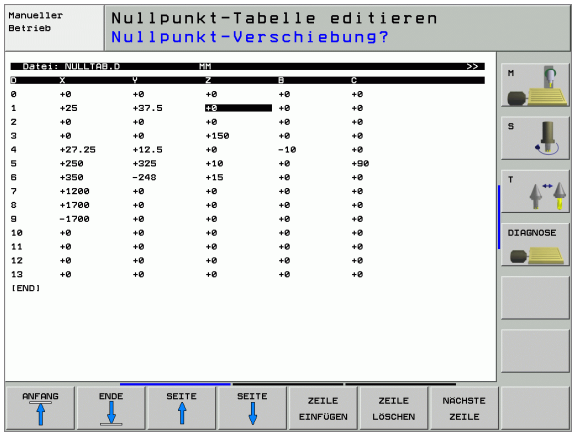
Nullpunkt-Tabelle verlassen

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 48):

- 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 eine aktive Nullpunkt-Verschiebung zurück. Folgende Koordinaten-Umrechnungen bleiben aktiv:

- Zyklus G80 Bearbeitungsebene Schwenken
- Zyklus G28, Spiegeln
- Zyklus G73, Drehung
- Zyklus G72, Maßfaktor

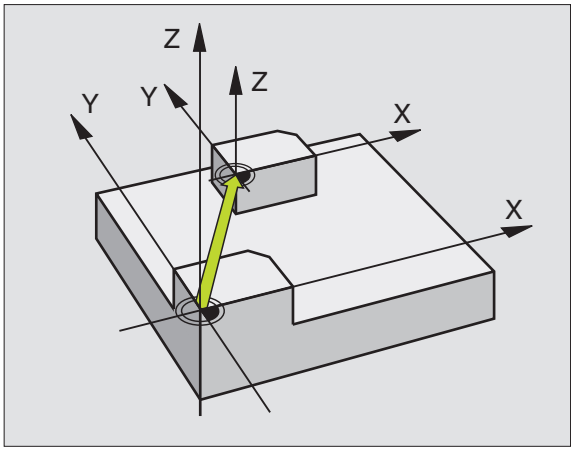
Die TNC setzt den Preset nur in den Achsen, die in der Preset-Tabelle mit Werten definiert sind. Der Bezugspunkt von Achsen, die mit – gekennzeichnet sind bleibt unverändert.

Wenn Sie den Preset Nummer 0 (Zeile 0) aktivieren, dann aktivieren Sie den Bezugspunkt, den Sie zuletzt in einer manuellen Betriebsart per Achstasten gesetzt haben.

In der Betriebsart PGM-Test ist Zyklus G247 nicht wirksam.

Status-Anzeigen

In der Status-Anzeige zeigt die TNC die aktive Preset-Nummer hinter dem Bezugspunkt-Symbol an

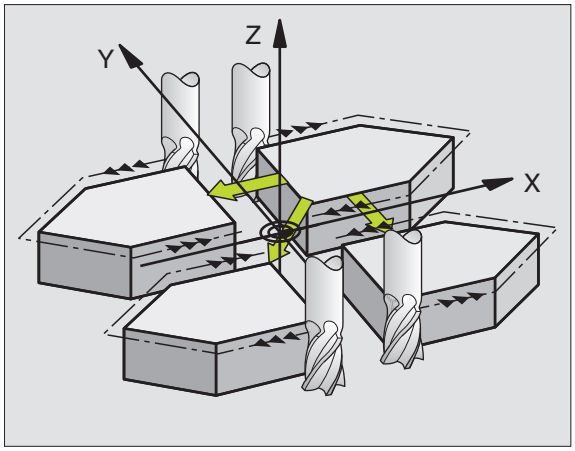


Beispiel: NC-Satz

```
N13 G247 BEZUGSPUNKT SETZEN
     Q339=4          ;BEZUGSPUNKT-NUMMER
```

SPIEGELN (Zyklus G28)

Die TNC kann Bearbeitung in der Bearbeitungsebene spiegelbildlich ausführen.



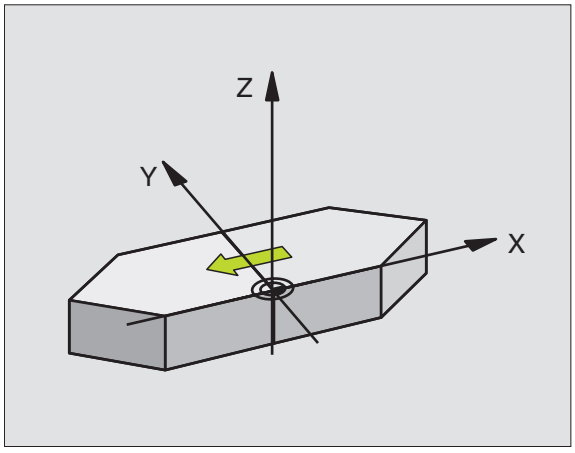
Wirkung

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





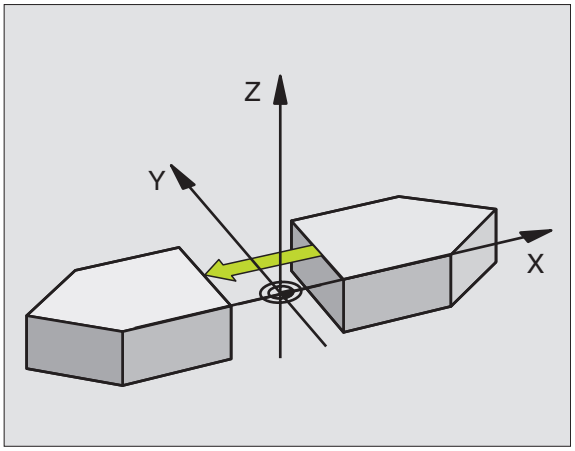
Wenn Sie nur eine Achse Spiegeln, ändert sich der Umlaufsinn bei den neuen Bearbeitungszyklen mit 200er Nummer. Bei älteren Bearbeitungszyklen, wie z.B. Zyklus G75/G76 TASCHENFRÄSEN, bleibt der Umlaufsinn gleich.



- **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.

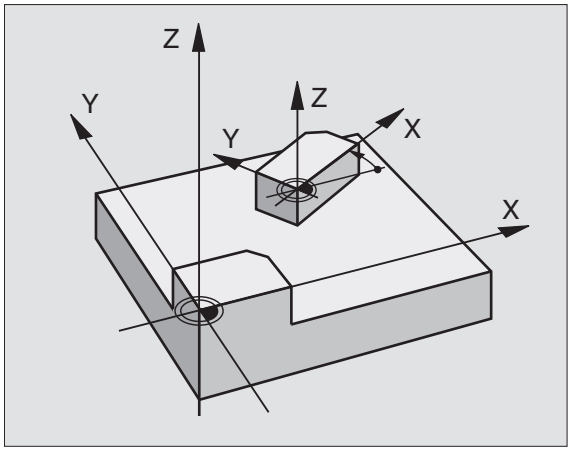
Nachdem Sie Zyklus **G73** definiert haben, verfahren Sie beide Achsen der Bearbeitungsebene, um die Drehung zu aktivieren.

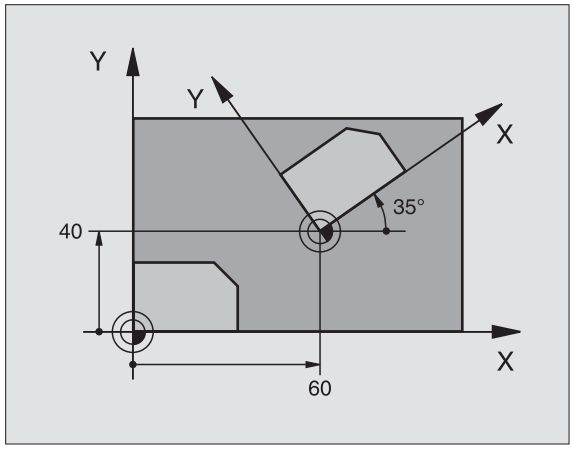


- **Drehung**: Drehwinkel in Grad (°) eingeben. Eingabe-Bereich: -360° bis +360° (absolut G90 vor H oder inkremental G91 vor H)

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.



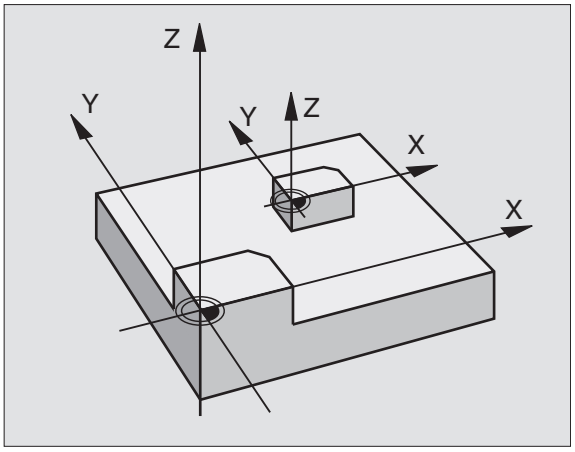
▶ **Faktor?**: Faktor F eingeben; die TNC multipliziert Koordinaten und Radien mit F (wie in „Wirkung“ beschrieben

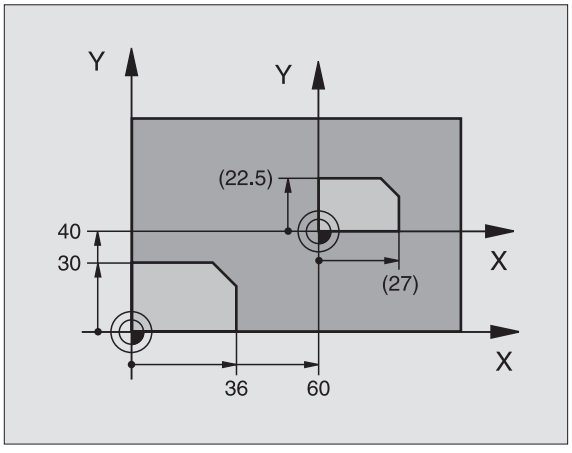
Vergrößern: F größer als 1 bis 99,999 999

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 *
```

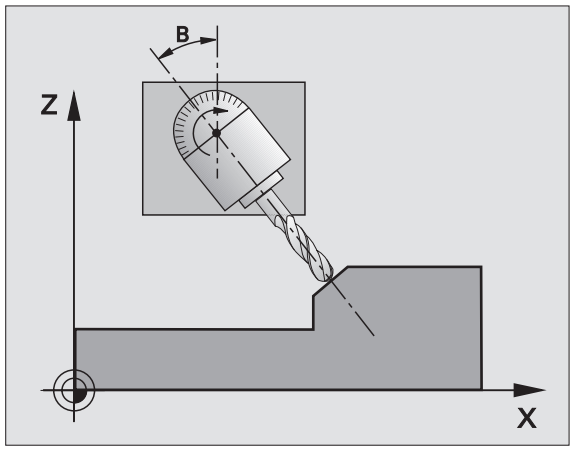
BEARBEITUNGSEBENE (Zyklus G80, Software-Option 1)

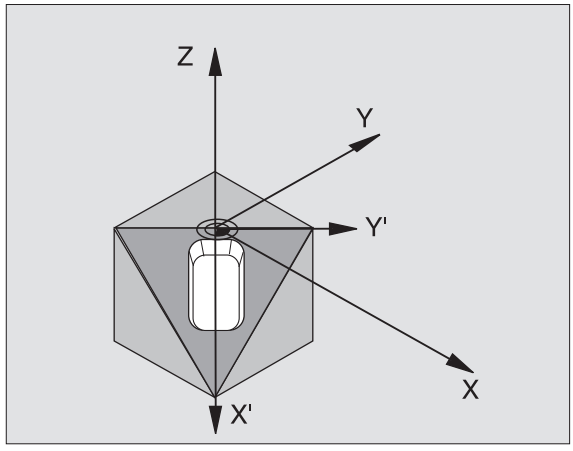
Die Funktionen zum Schwenken der Bearbeitungsebene werden vom Maschinenhersteller an TNC und Maschine angepasst. Bei bestimmten Schwenkköpfen (Schwenktischen) legt der Maschinenhersteller fest, ob die im Zyklus programmierten Winkel von der TNC als Koordinaten der Drehachsen oder als mathematische Winkel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

Das Schwenken der Bearbeitungsebene erfolgt immer um den aktiven Nullpunkt.

Wenn Sie den Zyklus 19 bei aktivem M120 verwenden, dann hebt die TNC die Radius-Korrektur und damit auch die Funktion M120 automatisch auf.

Grundlagen siehe „Bearbeitungsebene schwenken (Software-Option 1)", Seite 77: Lesen Sie diesen Abschnitt vollständig durch.



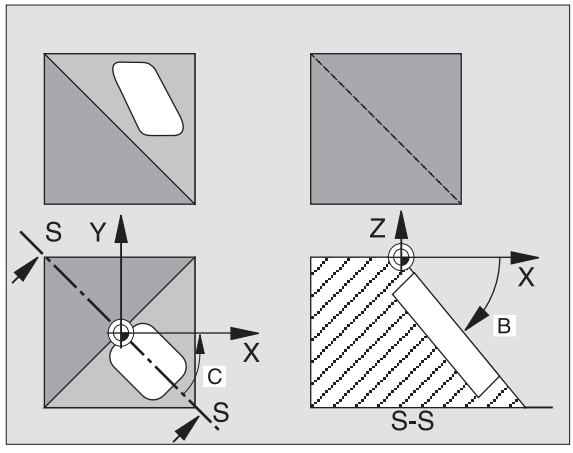


Wirkung

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 77) 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 GG40 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 234.

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 68
- 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

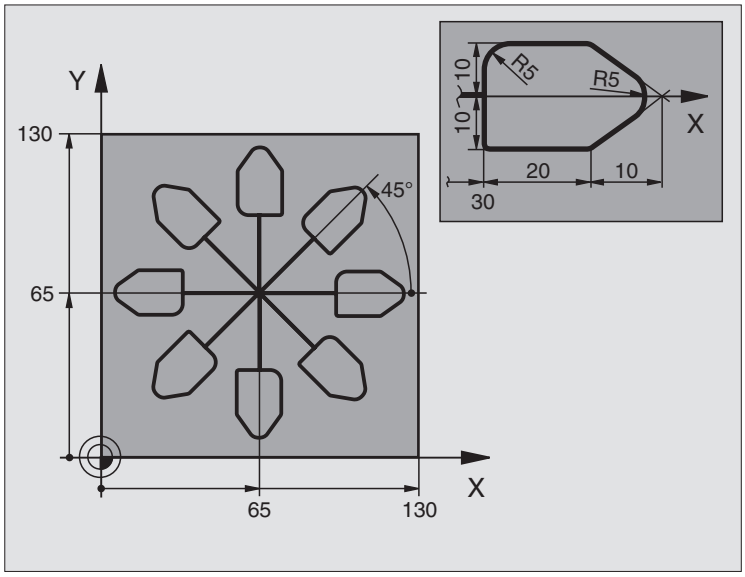
7 Betriebsart Manueller Betrieb

Funktion Bearbeitungsebene schwenken mit Softkey 3D-ROT auf INAKTIV setzen. Für alle Drehachsen Winkelwert 0° ins Menü eintragen, siehe „Manuelles Schwenken aktivieren", Seite 81.

Beispiel: Koordinaten-Umrechnungszyklen

Programm-Ablauf

- Koordinaten-Umrechnungen im Hauptprogramm
- Bearbeitung im Unterprogramm, siehe „Unterprogramme", Seite 473



`%KOUMR G71 *`	
`N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-40 *`	Rohteil-Definition
`N20 G31 G90 X+130 Y+130 Z+0 *`	
`N30 G99 T1 L+0 R+1 *`	Werkzeug-Definition
`N40 T1 G17 S3500 *`	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 *
N99999999 %KOUMR G71 *
```

8.10 Sonder-Zyklen

VERWEILZEIT (Zyklus G04)

Der Programmlauf wird für die Dauer der VERWEILZEIT angehalten. Eine Verweilzeit kann beispielsweise zum Spanbrechen dienen.

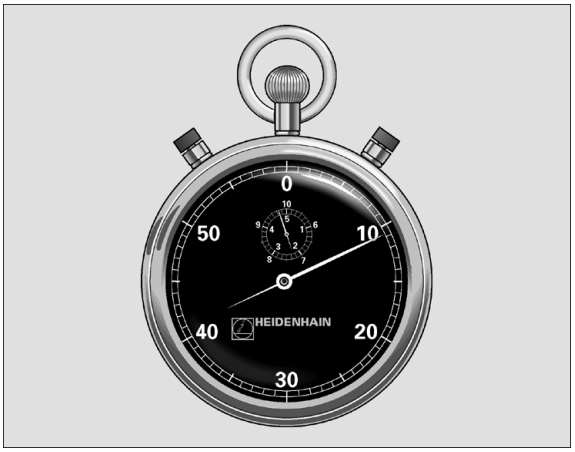
Wirkung

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.

39 PGM CALL

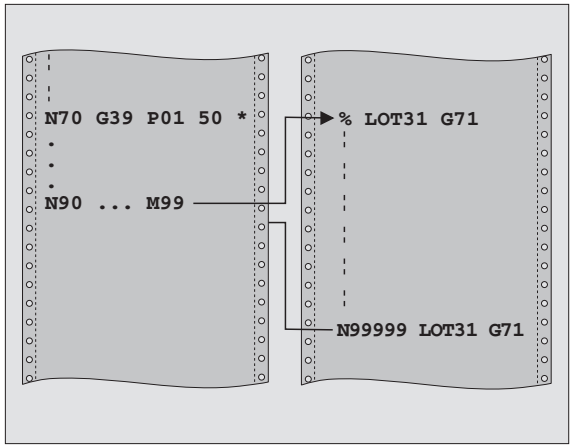
- **Programm-Name**: Name des aufzurufenden Programms ggf. mit Pfad, in dem das Programm steht

Das Programm rufen Sie auf mit

- **G79** (separater Satz) oder
- **M99** (satzweise) oder
- **M89** (wird nach jedem Positionier-Satz ausgeführt)

Beispiel: Programm-Aufruf

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



Beispiel: NC-Sätze

```
N550 G39 P01 50 *
N560 G00 X+20 Y+50 M99 *
```

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).

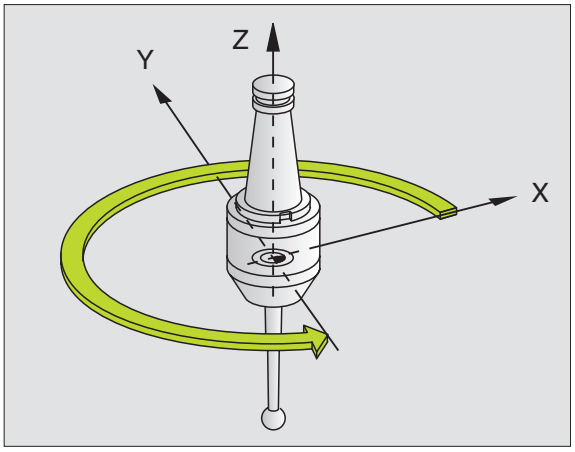
Wenn Sie M19, bzw. M20 programmieren, ohne zuvor den Zyklus G36 definiert zu haben, dann positioniert die TNC die Hauptspindel auf einen Winkelwert, der in einem Maschinen-Parameter festgelegt ist (siehe Maschinenhandbuch).



- **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 TNC glättet automatisch die Kontur zwischen beliebigen (unkorrigierten oder korrigierten) Konturelementen. Dadurch verfährt das Werkzeug kontinuierlich auf der Werkstück-Oberfläche. Zusätzlich wirkt die Toleranz auch bei Verfahrbewegungen auf Kreisbögen. 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 definierte Toleranz wird von der TNC immer eingehalten, so dass die Oberflächengüte erhöht und die Maschinenmechanik geschont wird.

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

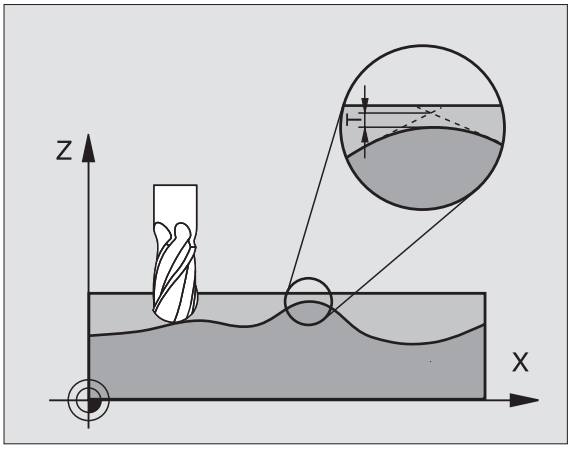
Zyklus **G62** ist DEF-Aktiv, das heißt ab seiner Definition im Programm wirksam.

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.

Der eingegebene Toleranzwert T wird von der TNC im MM-Programm in der Maßeinheit mm und in einem Inch-Programm in der Maßeinheit Inch interpretiert.

Wenn Sie ein Programm mit Zyklus 32 einlesen, dass als Zyklusparameter nur den **Toleranzwert** T beinhaltet, fügt die TNC ggf. die beiden restlichen Parameter mit dem Wert 0 ein.

Je größer Sie die Toleranz eingeben, desto mehr verkleinert sich bei Kreisbewegungen im Regelfall der Kreisdurchmesser. Wenn an Ihrer Maschine der HSC-Filter aktiv ist (ggf. beim Maschinenhersteller nachfragen), kann der Kreis auch größer werden.



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:
Sonderfunktionen

9.1 Die PLANE-Funktion: Schwenken der Bearbeitung-sebene (Software-Option 1)

Einführung



Die Funktionen zum Schwenken der Bearbeitungsebene müssen von Ihrem Maschinenhersteller freigegeben sein!

Die PLANE-Funktion können Sie grundsätzlich nur an Maschinen einsetzen, die über mindestens zwei Schwenkachsen (Tisch oder/und Kopf) verfügen.

Mit der PLANE-Funktion (engl. plane = Ebene) steht Ihnen eine leistungsfähige Funktion zur Verfügung, mit der Sie auf unterschiedliche Weisen geschwenkte Bearbeitungsebenen definieren können.

Alle in der TNC verfügbaren **PLANE**-Funktionen beschreiben die gewünschte Bearbeitungsebene unabhängig von den Drehachsen, die tatsächlich an Ihrer Maschine vorhanden sind. Folgende Möglichkeiten stehen zur Verfügung:

Funktion	Erforderliche Parameter	Softkey	Seite
SPATIAL	Drei Raumwinkel **SPA**, **SPB**, **SPC**		Seite 452
PROJECTED	Zwei Projektionswinkel **PROPR** und **PROMIN** sowie ein Rotationswinkel **ROT**		Seite 454
EULER	Drei Eulerwinkel Präzession (**EULPR**), Nutation (**EULNU**) und Rotation (**EULROT**),		Seite 456
VECTOR	Normalenvektor zur Definition der Ebene und Basisvektor zur Definition der Richtung der geschwenkten X-Achse		Seite 458
POINTS	Koordinaten von drei beliebigen Punkten der zu schwenkenden Ebene		Seite 460
RELATIV	Einzelner, inkremental wirkender Raumwinkel		Seite 462
RESET	PLANE-Funktion rücksetzen		Seite 451

Verwenden Sie die Funktion **PLANE SPATIAL**, wenn an Ihrer Maschine rechtwinklige Drehachsen verfügbar sind. **SPA** entspricht dann der Drehung der A-Achse, **SPB** der B-Achse und **SPC** der C-Achse. Da Sie immer alle drei Winkel eingeben müssen, definieren Sie die Winkel der Achsen, die an Ihrer Maschine nicht vorhanden sind, mit 0.

Um die Unterschiede zwischen den einzelnen Definitionsmöglichkeiten bereits vor der Funktionsauswahl zu verdeutlichen, können Sie per Softkey eine Animation starten.

Die Parameter-Definition der **PLANE**-Funktion ist in zwei Teile gegliedert:

- Die geometrische Definition der Ebene, die für jede der verfügbaren **PLANE**-Funktionen unterschiedlich ist
- Das Positionierverhalten der **PLANE**-Funktion, das unabhängig von der Ebenendefinition zu sehen ist und für alle **PLANE**-Funktionen identisch ist (siehe „Positionierverhalten der PLANE-Funktion festlegen” auf Seite 464)

Die Funktion Ist-Position übernehmen ist bei aktiver geschwenkter Bearbeitungsebene nicht möglich.

Wenn Sie die **PLANE**-Funktion bei aktivem M120 verwenden, dann hebt die TNC die Radius-Korrektur und damit auch die Funktion M120 automatisch auf.

PLANE-Funktion definieren

SPEC FCT

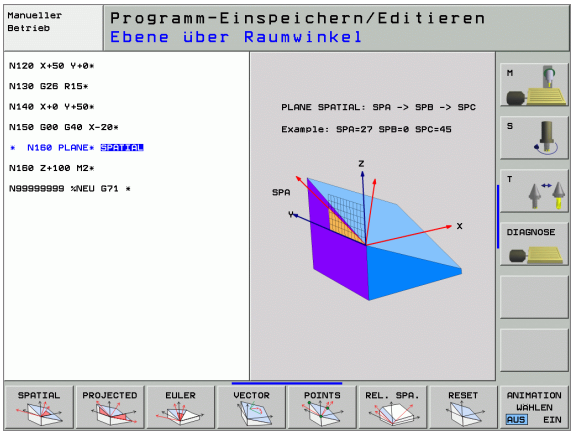
- Softkey-Leiste mit Sonderfunktionen einblenden

SPEZIELLE TNC FUNKT.

- TNC Sonderfunktionen wählen: Softkey SPEZIELLE TNC FUNKT. drücken

BEARB.-EBENE SCHWENKEN

- **PLANE**-Funktion wählen: Softkey BEARB.-EBENE SCHWENKEN drücken: Die TNC zeigt in der Softkey-Leiste die zur Verfügung stehenden Definitionsmöglichkeiten an



Funktion wählen bei aktiver Animation

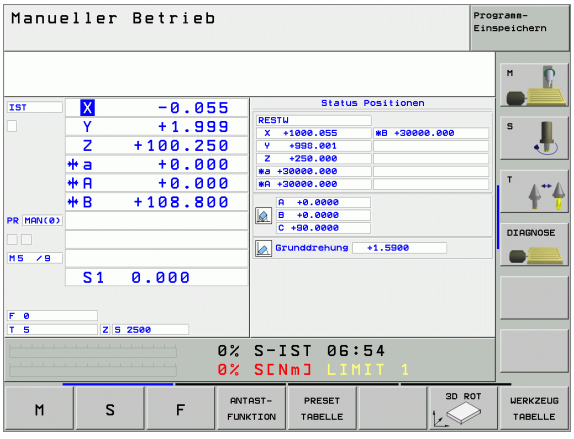
- Animation einschalten: Softkey ANIMATION WÄHLEN EIN/AUS auf EIN stellen
- Animation für die verschiedenen Definitionsmöglichkeiten starten: Einen der zur Verfügung stehenden Softkeys drücken, die TNC hinterlegt den gedrückten Softkey andersfarbig und startet die zugehörige Animation
- Um die momentan aktive Funktion zu übernehmen: Taste ENT drücken oder Softkey der aktiven Funktion erneut drücken: Die TNC führt den Dialog fort und fragt die erforderlichen Parameter ab

Funktion wählen bei inaktiver Animation

- Gewünschte Funktion per Softkey direkt wählen: Die TNC führt den Dialog fort und fragt die erforderlichen Parameter ab

Positions-Anzeige

Sobald eine beliebige **PLANE**-Funktion aktiv ist, zeigt die TNC in der zusätzlichen Status-Anzeige den berechneten Raumwinkel an (siehe Bild). Grundsätzlich rechnet die TNC – unabhängig von der verwendeten **PLANE**-Funktion – intern immer zurück auf Raumwinkel.



PLANE-Funktion rücksetzen

SPEC FCT

▶ Softkey-Leiste mit Sonderfunktionen einblenden

SPEZIELLE TNC FUNKT.

▶ TNC Sonderfunktionen wählen: Softkey SPEZIELLE TNC FUNKT. drücken

BEARB.-EBENE SCHWENKEN

▶ PLANE-Funktion wählen: Softkey BEARB.-EBENE SCHWENKEN drücken: Die TNC zeigt in der Softkey-Leiste die zur Verfügung stehenden Definitionsmöglichkeiten an

RESET

▶ Funktion zum Rücksetzen wählen: Damit ist die **PLANE**-Funktion intern zurückgesetzt, an den aktuellen Achspositionen ändert sich dadurch nichts

MOVE

▶ Festlegen, ob die TNC die Schwenkachsen automatisch in Grundstellung fahren soll (**MOVE** oder **TURN**) oder nicht (**STAY**), (siehe „Automatisches Einschwenken: MOVE/TURN/STAY (Eingabe zwingend erforderlich)" auf Seite 465)

END

▶ Eingabe beenden: Taste END drücken



Die Funktion **PLANE RESET** setzt die aktive **PLANE**-Funktion – oder einen aktiven Zyklus 19 – vollständig zurück (Winkel = 0 und Funktion inaktiv). Eine Mehrfachdefinition ist nicht erforderlich.

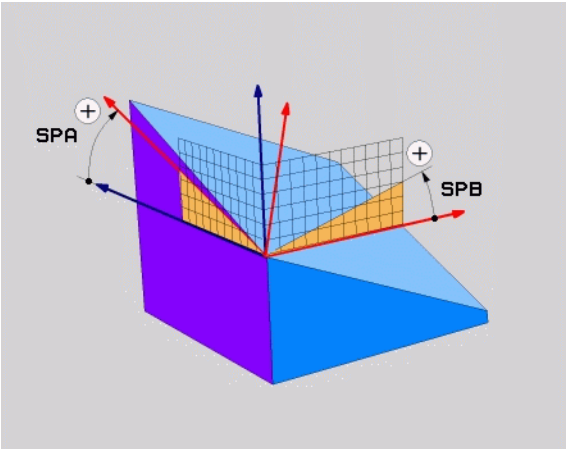
Beispiel: NC-Satz

```
N25 PLANE RESET MOVE ABST50 F1000 *
```

9.2 Bearbeitungsebene über Raumwinkel definieren: PLANE SPATIAL

Anwendung

Raumwinkel definieren eine Bearbeitungsebene durch bis zu drei **Drehungen um das maschinenfesten Koordinatensystems**. Die Reihenfolge der Drehungen ist fest eingestellt und erfolgt zunächst um die Achse A, dann um B, dann um C (die Funktionsweise entspricht der des Zyklus 19, sofern die Eingaben im Zyklus 19 auf Raumwinkel gestellt waren).



Beachten Sie vor dem Programmieren

Sie müssen immer alle drei Raumwinkel **SPA**, **SPB** und **SPC** definieren, auch wenn einer der Winkel 0 ist.

Die zuvor beschriebene Reihenfolge der Drehungen gilt unabhängig von der aktiven Werkzeug-Achse.

Parameterbeschreibung für das Positionierverhalten: Siehe „Positionierverhalten der PLANE-Funktion festlegen", Seite 464.

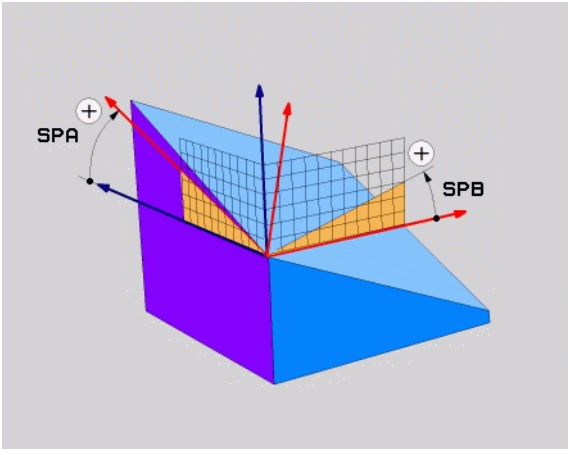
Eingabeparameter

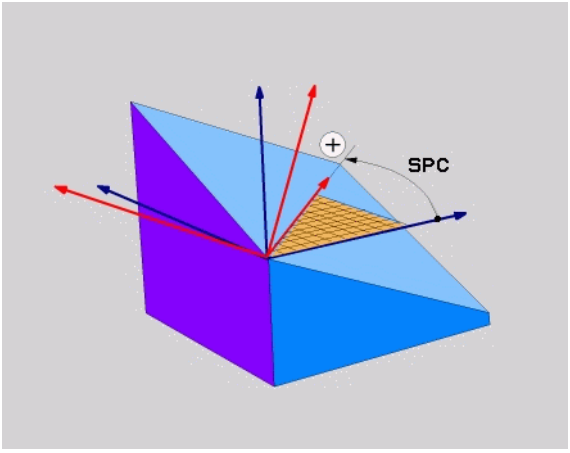


- **Raumwinkel A?**: Drehwinkel **SPA** um die maschinenfeste Achse X (siehe Bild rechts oben). Eingabebereich von -359.9999° bis +359.9999°
- **Raumwinkel B?**: Drehwinkel **SPB** um die maschinenfeste Achse Y (siehe Bild rechts oben). Eingabebereich von -359.9999° bis +359.9999°
- **Raumwinkel C?**: Drehwinkel **SPC** um die maschinenfeste Achse Z (siehe Bild rechts Mitte). Eingabebereich von -359.9999° bis +359.9999°
- Weiter mit den Positioniereigenschaften (siehe „Positionierverhalten der PLANE-Funktion festlegen" auf Seite 464)

Verwendete Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
SPATIAL	Engl. **spatial** = räumlich
SPA	**sp**atial **A**: Drehung um X-Achse
SPB	**sp**atial **B**: Drehung um Y-Achse
SPC	**sp**atial **C**: Drehung um Z-Achse





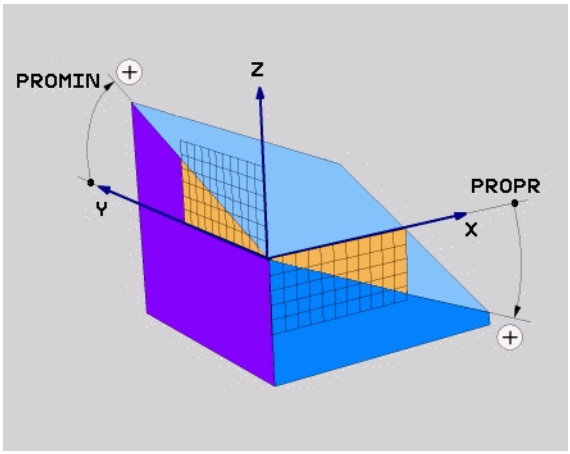
Beispiel: NC-Satz

```
N50 PLANE SPATIAL SPA+27 SPB+0 SPC+45 ...
```

9.3 Bearbeitungsebene über Projektionswinkel definieren: PLANE PROJECTED

Anwendung

Projektionswinkel definieren eine Bearbeitungsebene durch die Angabe von zwei Winkeln, die Sie durch Projektion der 1. Koordinatenebene (Z/X bei Werkzeugachse Z) und der 2. Koordinatenebene (Y/Z bei Werkzeugachse Z) in die zu definierende Bearbeitungsebene ermitteln können.



Beachten Sie vor dem Programmieren

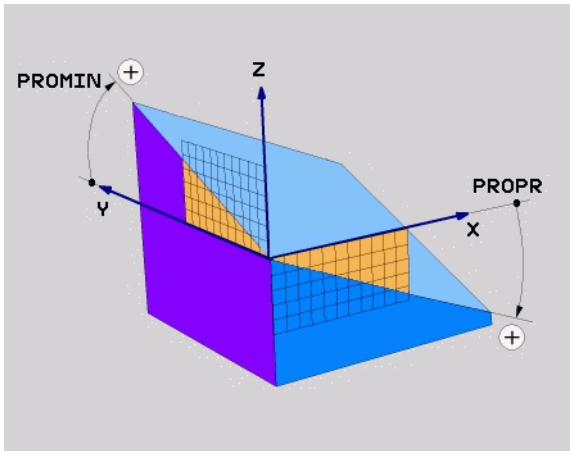
Projektionswinkel können Sie nur dann verwenden, wenn ein rechtwinkliger Quader bearbeitet werden soll. Ansonsten entstehen Verzerrungen am Werkstück.

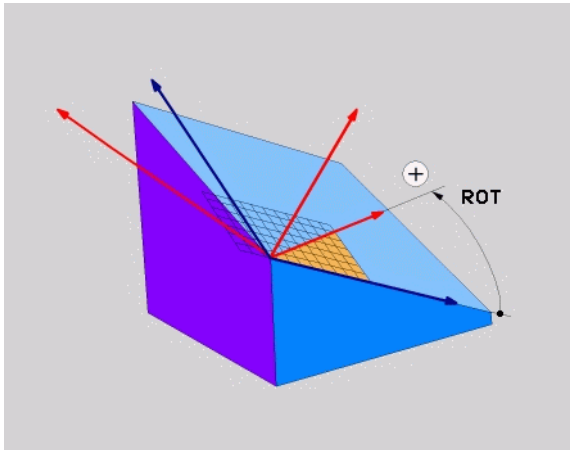
Parameterbeschreibung für das Positionierverhalten: Siehe „Positionierverhalten der PLANE-Funktion festlegen", Seite 464.

Eingabeparameter



- **Proj.-Winkel 1. Koordinatenebene?**: Projizierter Winkel der geschwenkten Bearbeitungsebene in die 1. Koordinatenebene des maschinenfesten Koordinatensystems (Z/X bei Werkzeugachse Z, siehe Bild rechts oben). Eingabebereich von -89.9999° bis +89.9999°. 0°-Achse ist die Hauptachse der aktiven Bearbeitungsebene (X bei Werkzeugachse Z, positive Richtung siehe Bild rechts oben)
- **Proj.-Winkel 2. Koordinatenebene?**: Projizierter Winkel in die 2. Koordinatenebene des maschinenfesten Koordinatensystems (Y/Z bei Werkzeugachse Z, siehe Bild rechts oben). Eingabebereich von -89.9999° bis +89.9999°. 0°-Achse ist die Nebenachse der aktiven Bearbeitungsebene (Y bei Werkzeugachse Z)
- **ROT-Winkel der geschw. Ebene?**: Drehung des geschwenkten Koordinatensystems um die geschwenkte Werkzeug-Achse (entspricht sinngemäß einer Rotation mit Zyklus 10 DREHUNG). Mit dem Rotations-Winkel können Sie auf einfache Weise die Richtung der Hauptachse der Bearbeitungsebene (X bei Werkzeug-Achse Z, Z bei Werkzeug-Achse Y, siehe Bild rechts Mitte) bestimmen. Eingabebereich von 0° bis +360°
- Weiter mit den Positioniereigenschaften (siehe „Positionierverhalten der PLANE-Funktion festlegen" auf Seite 464)





Verwendete Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
PROJECTED	Engl. **projected** = projiziert
PROPR	**pr**inciple plane: Hauptebene
PROMIN	**min**or plane: Nebenebene
PROROT	Engl. **rot**ation: Rotation

Beispiel: NC-Satz

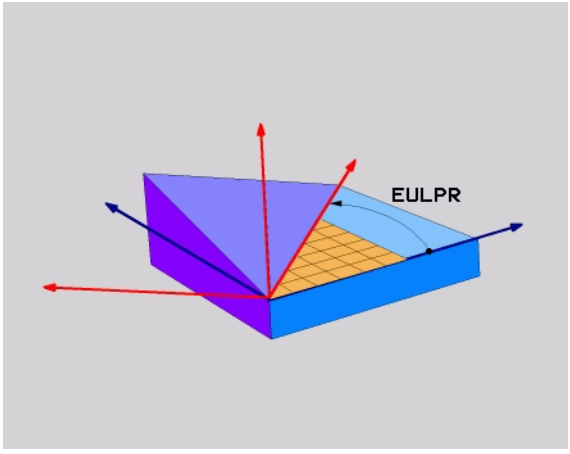
```
N50 PLANE PROJECTED PROPR+24 PROMIN+24 PRO
ROT+30 ...
```

9.4 Bearbeitungsebene über Eulerwinkel definieren: PLANE EULER

Anwendung

Eulerwinkel definieren eine Bearbeitungsebene durch bis zu drei **Drehungen um das jeweils geschwenkte Koordinatensystem**. Die drei Eulerwinkel wurden vom Schweizer Mathematiker Euler definiert. Übertragen auf das Maschinen-Koordinatensystem ergeben sich folgende Bedeutungen:

Präzessionswinkel **EULPR**	Drehung des Koordinatensystems um die Z-Achse
Nutationswinkel **EULNU**	Drehung des Koordinatensystems um die durch den Präzessionswinkel verdrehte X-Achse
Rotationswinkel **EULROT**	Drehung der geschwenkten Bearbeitungsebene um die geschwenkte Z-Achse



Beachten Sie vor dem Programmieren

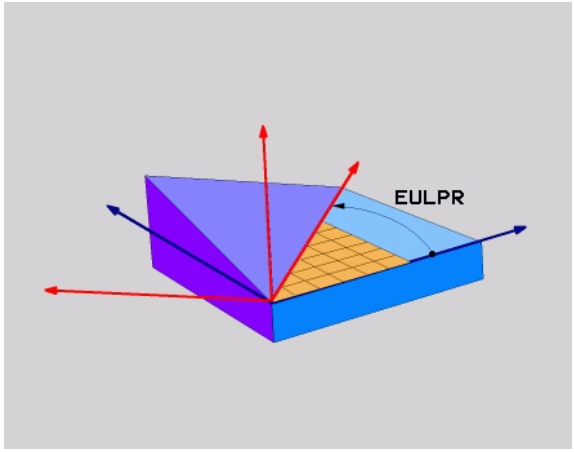
Die zuvor beschriebene Reihenfolge der Drehungen gilt unabhängig von der aktiven Werkzeug-Achse.

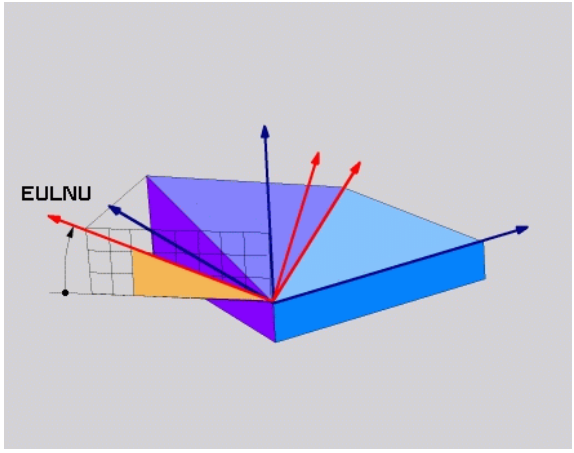
Parameterbeschreibung für das Positionierverhalten: Siehe „Positionierverhalten der PLANE-Funktion festlegen”, Seite 464.

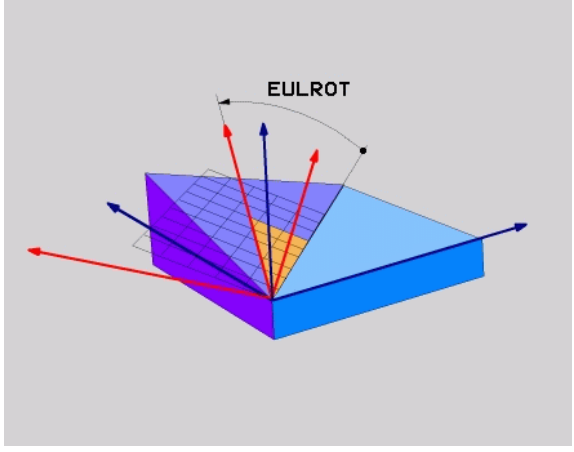
Eingabeparameter



- **Drehw. Haupt-Koordinatenebene?**: Drehwinkel **EULPR** um die Z-Achse (siehe Bild rechts oben). Beachten Sie:
  - Eingabebereich ist -180.0000° bis 180.0000°
  - 0°-Achse ist die X-Achse
- **Schwenkwinkel Werkzeug-Achse?**: Schwenkwinkel **EULNUT** des Koordinatensystems um die durch den Präzessionswinkel verdrehte X-Achse (siehe Bild rechts Mitte). Beachten Sie:
  - Eingabebereich ist 0° bis 180.0000°
  - 0°-Achse ist die Z-Achse
- **ROT-Winkel der geschw. Ebene?**: Drehung **EULROT** des geschwenkten Koordinatensystems um die geschwenkte Z-Achse (entspricht sinngemäß einer Rotation mit Zyklus 10 DREHUNG). Mit dem Rotations-Winkel können Sie auf einfache Weise die Richtung der X-Achse in der geschwenkten Bearbeitungsebene bestimmen (siehe Bild rechts unten). Beachten Sie:
  - Eingabebereich ist 0° bis 360.0000°
  - 0°-Achse ist die X-Achse
- Weiter mit den Positioniereigenschaften (siehe „Positionierverhalten der PLANE-Funktion festlegen" auf Seite 464)







NC-Satz

```
N50 PLANE EULER EULPR45 EULNU20 EULROT22 ...
```

Verwendete Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
EULER	Schweizer Mathematiker, der die sogenannten Euler-Winkel definierte
EULPR	**Pr**äzessions-Winkel: Winkel, der die Drehung des Koordinatensystems um die Z-Achse beschreibt
EULNU	**Nu**tationswinkel: Winkel, der die Drehung des Koordinatensystems um die durch den Präzessionswinkel verdrehte X-Achse beschreibt
EULROT	**Rot**ations-Winkel: Winkel, der die Drehung der geschwenkten Bearbeitungsebene um die geschwenkte Z-Achse beschreibt

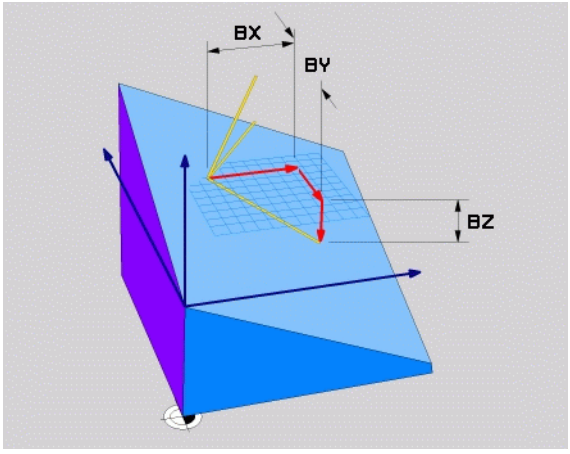
9.5 Bearbeitungsebene über zwei Vektoren definieren: PLANE VECTOR

Anwendung

Die Definition einer Bearbeitungsebene über **zwei Vektoren** können Sie dann verwenden, wenn Ihr CAD-System den Basisvektor und den Normalenvektor der geschwenkten Bearbeitungsebene berechnen kann. Eine normierte Eingabe ist nicht erforderlich. Die TNC berechnet die Normierung intern, so dass Sie Werte zwischen -99.999999 und +99.999999 eingeben können.

Der für die Definition der Bearbeitungsebene erforderliche Basisvektor ist durch die Komponenten **BX**, **BY** und **BZ** definiert (siehe Bild rechts oben). Der Normalenvektor ist durch die Komponenten **NX**, **NY** und **NZ** definiert.

Der Basisvektor definiert die Richtung der X-Achse in der geschwenkten Bearbeitunsebene, der Normalenvektor bestimmt die Richtung der Bearbeitungsebene und steht senkrecht darauf.



Beachten Sie vor dem Programmieren

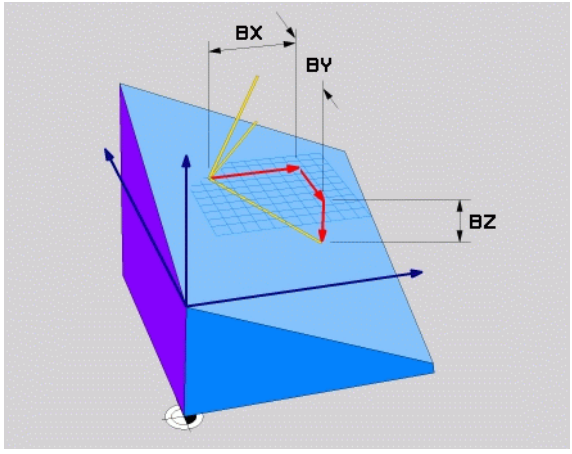
Die TNC berechnet intern aus den von Ihnen eingegebenen Werten jeweils normierte Vektoren.

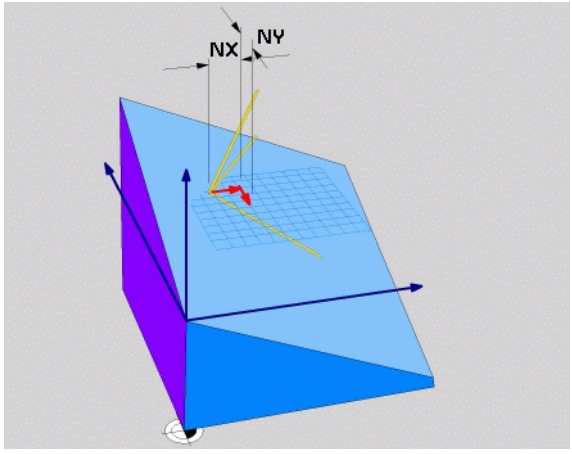
Parameterbeschreibung für das Positionierverhalten: Siehe „Positionierverhalten der PLANE-Funktion festlegen", Seite 464.

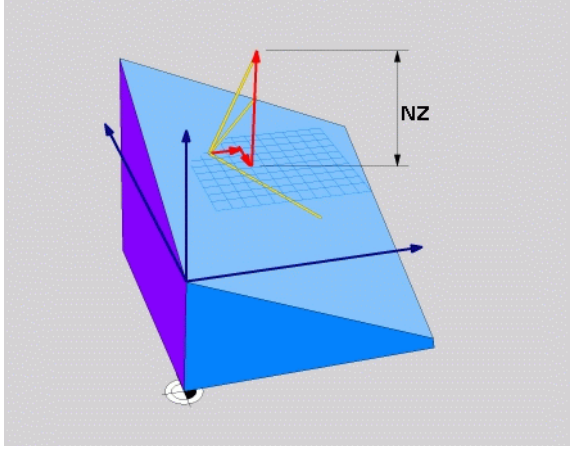
Eingabeparameter



- **X-Komponente Basisvektor?**: X-Komponente **BX** des Basisvektors B (siehe Bild rechts oben). Eingabebereich: -99.9999999 bis +99.9999999
- **Y-Komponente Basisvektor?**: Y-Komponente **BY** des Basisvektors B (siehe Bild rechts oben). Eingabebereich: -99.9999999 bis +99.9999999
- **Z-Komponente Basisvektor?**: Z-Komponente **BZ** des Basisvektors B (siehe Bild rechts oben). Eingabebereich: -99.9999999 bis +99.9999999
- **X-Komponente Normalenvektor?**: X-Komponente **NX** des Normalenvektors N (siehe Bild rechts Mitte). Eingabebereich: -99.9999999 bis +99.9999999
- **Y-Komponente Normalenvektor?**: Y-Komponente **NY** des Normalenvektors N (siehe Bild rechts Mitte). Eingabebereich: -99.9999999 bis +99.9999999
- **Z-Komponente Normalenvektor?**: Z-Komponente **NZ** des Normalenvektors N (siehe Bild rechts unten). Eingabebereich: -99.9999999 bis +99.9999999
- Weiter mit den Positioniereigenschaften (siehe „Positionierverhalten der PLANE-Funktion festlegen" auf Seite 464)







NC-Satz

```
N50 PLANE VECTOR BX0.8 BY-0.4 BZ-
0.4472 NX0.2 NY0.2 NZ0.9592 ...
```

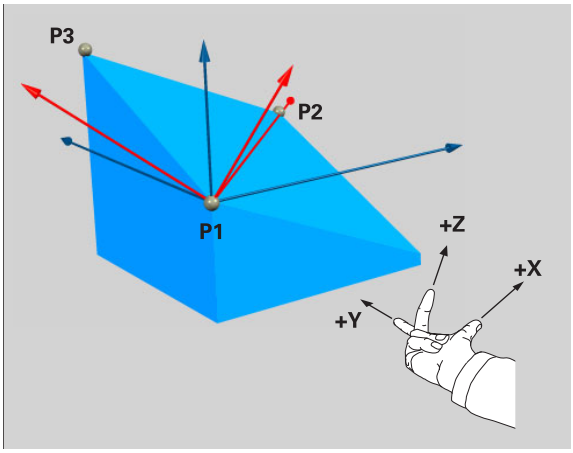
Verwendete Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
VECTOR	Englisch vector = Vektor
BX, BY, BZ	**B**asisvektor: **X**-, **Y**- und **Z**-Komponente
NX, NY, NZ	**N**ormalenvektor: **X**-, **Y**- und **Z**-Komponente

9.6 Bearbeitungsebene über drei Punkte definieren: PLANE POINTS

Anwendung

Eine Bearbeitungsebene lässt sich eindeutig definieren durch die Angabe **dreier beliebiger Punkte P1 bis P3 dieser Ebene**. Diese Möglichkeit ist in der Funktion **PLANE POINTS** realisiert.



Beachten Sie vor dem Programmieren

Die Verbindung von Punkt 1 zu Punkt 2 legt die Richtung der geschwenkten Hauptachse fest (X bei Werkzeugachse Z).

Die Richtung der geschwenkten Werkzeugachse bestimmen Sie durch die Lage des 3. Punktes bezogen auf die Verbindungslinie zwischen Punkt 1und Punkt 2. Mit Hilfe der Rechte-Hand-Regel (Daumen = X-Achse, Zeigefinger = Y-Achse, Mittelfinger = Z-Achse, siehe Bild rechts oben), gilt: Daumen (X-Achse) zeigt von Punkt 1 nach Punkt 2, Zeigefinger (Y-Achse) zeigt parallel zur geschwenkten Y-Achse in Richtung Punkt 3. Dann zeigt der Mittelfinger in Richtung der geschwenkten Werkzeug-Achse.

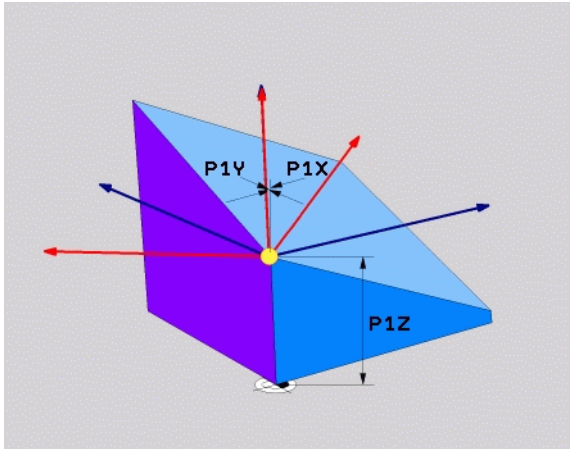
Die drei Punkte definieren die Neigung der Ebene. Die Lage des aktiven Nullpunkts wird von der TNC nicht verändert.

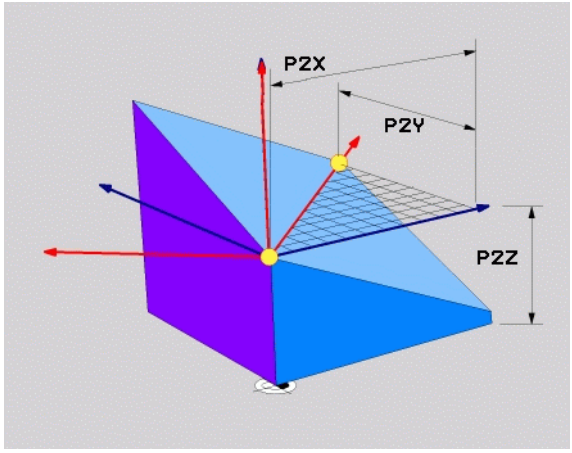
Parameterbeschreibung für das Positionierverhalten: Siehe „Positionierverhalten der PLANE-Funktion festlegen", Seite 464.

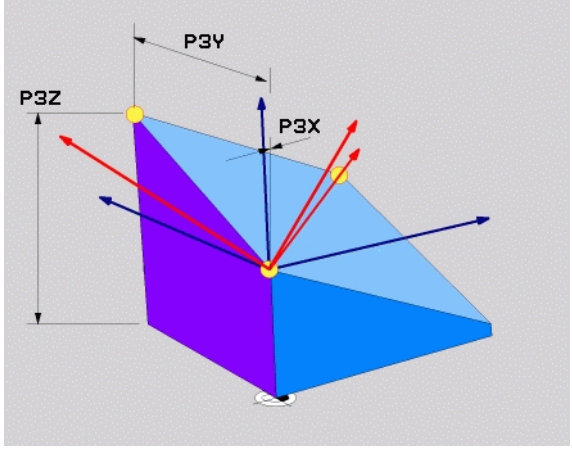
Eingabeparameter



- **X-Koordinate 1. Ebenenpunkt?**: X-Koordinate **P1X** des 1. Ebenenpunktes (siehe Bild rechts oben)
- **Y-Koordinate 1. Ebenenpunkt?**: Y-Koordinate **P1Y** des 1. Ebenenpunktes (siehe Bild rechts oben)
- **Z-Koordinate 1. Ebenenpunkt?**: Z-Koordinate **P1Z** des 1. Ebenenpunktes (siehe Bild rechts oben)
- **X-Koordinate 2. Ebenenpunkt?**: X-Koordinate **P2X** des 2. Ebenenpunktes (siehe Bild rechts Mitte)
- **Y-Koordinate 2. Ebenenpunkt?**: Y-Koordinate **P2Y** des 2. Ebenenpunktes (siehe Bild rechts Mitte)
- **Z-Koordinate 2. Ebenenpunkt?**: Z-Koordinate **P2Z** des 2. Ebenenpunktes (siehe Bild rechts Mitte)
- **X-Koordinate 3. Ebenenpunkt?**: X-Koordinate **P3X** des 3. Ebenenpunktes (siehe Bild rechts unten)
- **Y-Koordinate 3. Ebenenpunkt?**: Y-Koordinate **P3Y** des 3. Ebenenpunktes (siehe Bild rechts unten)
- **Z-Koordinate 3. Ebenenpunkt?**: Z-Koordinate **P3Z** des 3. Ebenenpunktes (siehe Bild rechts unten)
- Weiter mit den Positioniereigenschaften (siehe „Positionierverhalten der PLANE-Funktion festlegen" auf Seite 464)







NC-Satz

```
N50 PLANE POINTS P1X+0 P1Y+0 P1Z+20 P2X+30 P2Y+31 P2Z+20
P3X+0 P3Y+41 P3Z+32.5 ...
```

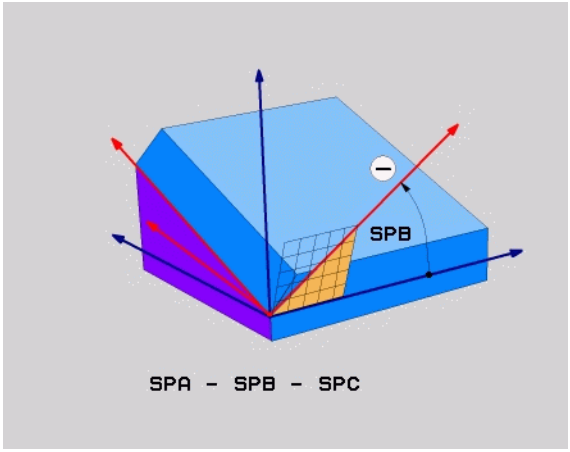
Verwendete Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
POINTS	Englisch **points** = Punkte

9.7 Bearbeitungsebene über einen einzelnen, inkrementalen Raumwinkel definieren: PLANE RELATIVE

Anwendung

Den inkrementalen Raumwinkel verwenden Sie dann, wenn eine bereits aktive geschwenkte Bearbeitungsebene durch **eine weitere Drehung** geschwenkt werden soll. Beispiel 45° Fase an einer geschwenkten Ebene anbringen.





Beachten Sie vor dem Programmieren

Der definierte Winkel wirkt immer bezogen auf die aktive Bearbeitungsebene, ganz gleich mit welcher Funktion Sie diese aktiviert haben.

Sie können beliebig viele **PLANE RELATIVE**-Funktionen nacheinander programmieren.

Wollen Sie wieder auf die Bearbeitungsebene zurück, die vor der **PLANE RELATIVE** Funktion aktive war, dann definieren Sie **PLANE RELATIVE** mit dem gleichen Winkel, jedoch mit dem entgegengesetzen Vorzeichen.

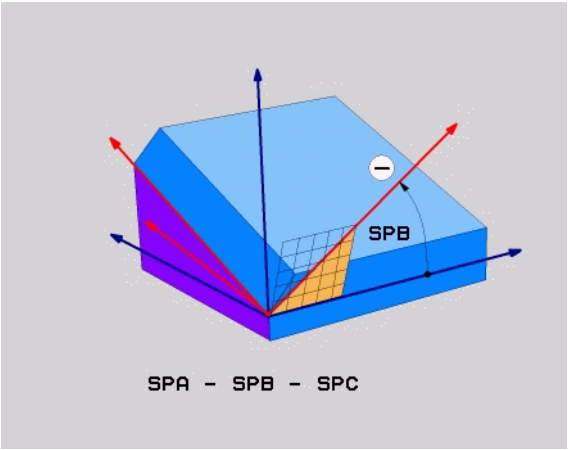
Wenn Sie **PLANE RELATIVE** auf eine ungeschwenkte Bearbeitungsebene anwenden, dann drehen Sie die ungeschwenkte Ebene einfach um den in der **PLANE**-Funktion definierten Raumwinkel.

Parameterbeschreibung für das Positionierverhalten: Siehe „Positionierverhalten der PLANE-Funktion festlegen”, Seite 464.

Eingabeparameter



- **Inkrementaler Winkel?**: Raumwinkel, um den die aktive BearbeitungsebEne weitergeschwenkt werden soll (siehe Bild rechts oben). Achse um die geschwenkt werden soll per Softkey wählen. Eingabebereich: -359.9999° bis +359.9999°
- Weiter mit den Positioniereigenschaften (siehe „Positionierverhalten der PLANE-Funktion festlegen" auf Seite 464)



Beispiel: NC-Satz

```
N50 PLANE RELATIV SPB-45 ...
```

Verwendete Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
RELATIV	Englisch **relative** = bezogen auf

9.8 Positionierverhalten der PLANE-Funktion festlegen

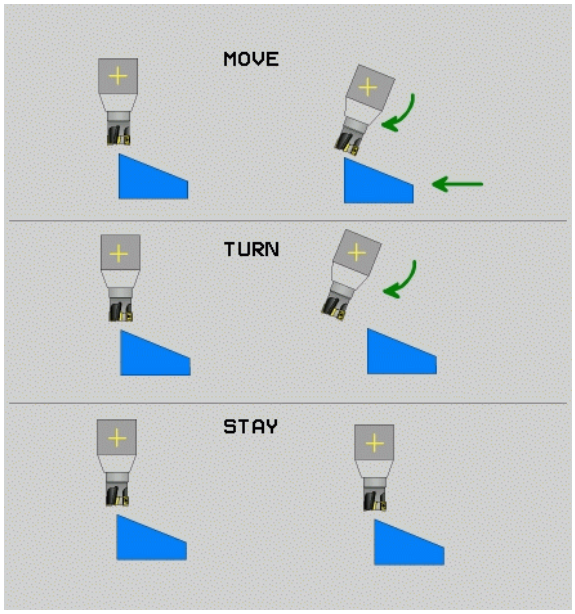
Übersicht

Unabhängig davon, welche PLANE-Funktion Sie verwenden um die geschwenkte Bearbeitungsebene zu definieren, stehen folgende Funktionen zum Positionierverhalten immer zur Verfügung:

- Automatisches Einschwenken
- Auswahl von alternativen Schwenkmöglichkeiten
- Auswahl der Transformationsart

Automatisches Einschwenken: MOVE/TURN/STAY (Eingabe zwingend erforderlich)

Nachdem Sie alle Parameter zur Ebenendefinition eingegeben haben, müssen Sie festlegen, wie die Drehachsen auf die berechneten Achswerte eingeschwenkt werden sollen:



MOVE

- Die PLANE-Funktion soll die Drehachsen automatisch auf die berechneten Achswerte einschwenken, wobei sich die Relativposition zwischen Werkstück und Werkzeug nicht verändert. Die TNC führt eine Ausgleichsbewegung in den Linearachsen aus

STAY

- Die PLANE-Funktion soll die Drehachsen automatisch auf die berechneten Achswerte einschwenken, wobei nur die Drehachsen positioniert werden. Die TNC führt **keine** Ausgleichsbewegung in den Linearachsen aus

TURN

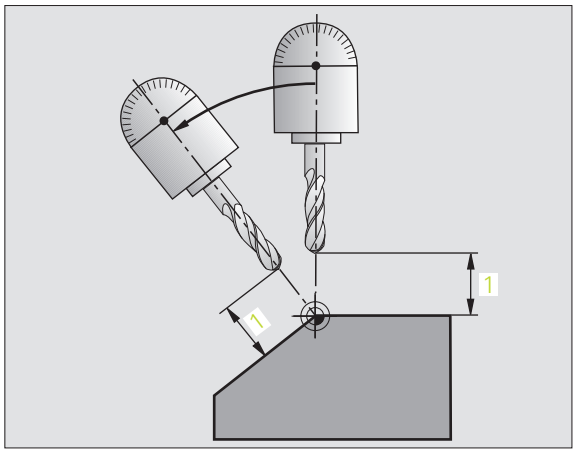
- Sie schwenken die Drehachsen in einem nachfolgenden, separaten Positioniersatz ein

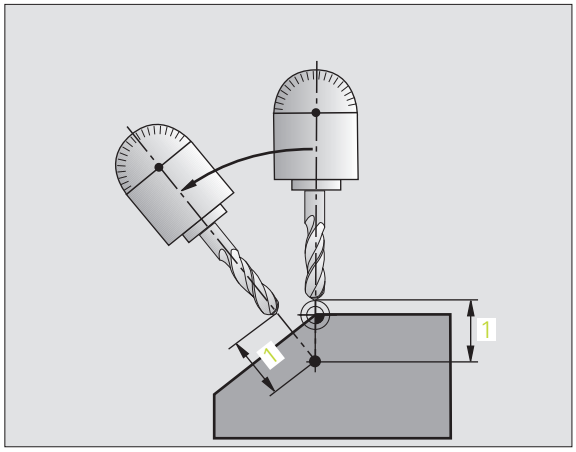
Wenn Sie die Option **MOVE** (**PLANE**-Funktion soll automatisch mit Ausgleichsbewegung einschwenken) gewählt haben, sind noch die zwei nachfolgend erklärten Parameter **Abstand Drehpunkt von WZ-Spitze** und **Vorschub? F=** zu definieren. Wenn Sie die Option **TURN** (**PLANE**-Funktion soll automatisch ohne Ausgleichsbewegung einschwenken) gewählt haben, ist noch der nachfolgend erklärte Parameter **Vorschub? F=** zu definieren.

- **Abstand Drehpunkt von WZ-Spitze** (inkremental): Die TNC schwenkt das Werkzeug (den Tisch) um die Werkzeugspitze ein. Über den Parameter **ABST** verlagern Sie den Drehpunkt der Einschwenkbewegung bezogen auf die aktuelle Position der Werkzeugspitze.

Beachten Sie!

- Wenn das Werkzeug vor dem Einschwenken auf dem angegebenen Abstand zum Werkstück steht, dann steht das Werkzeug auch nach dem Einschwenken relativ gesehen auf der gleichen Position (siehe Bild rechts Mitte, **1** = ABST)
- Wenn das Werkzeug vor dem Einschwenken nicht auf dem angegebenen Abstand zum Werkstück steht, dann steht das Werkzeug nach dem Einschwenken relativ gesehen versetzt zur ursprünglichen Position (siehe Bild rechts unten, **1** = ABST)





- **Vorschub? F=**: Bahngeschwindigkeit, mit der das Werkzeug einschwenken soll

Drehachsen in einem separaten Satz einschwenken

Wenn Sie die Drehachsen in einem separaten Positioniersatz einschwenken wollen (Option **STAY** gewählt), gehen Sie wie folgt vor:



Werkzeug so vorpositionieren, dass beim Einschwenken keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann.

- Beliebige **PLANE**-Funkion wählen, automatisches Einschwenken mit **STAY** definieren. Beim Abarbeiten berechnet die TNC die Positionswerte der an Ihrer Maschine vorhandenen Drehachsen und legt diese in den Systemparametern Q120 (A-Achse), Q121 (B-Achse) und Q122 (C-Achse) ab
- Positioniersatz definieren mit den von der TNC berechneten Winkelwerten

NC-Beispielsätze: Maschine mit C-Rundtisch und A-Schwenktisch auf einen Raumwinkel B+45° einschwenken.

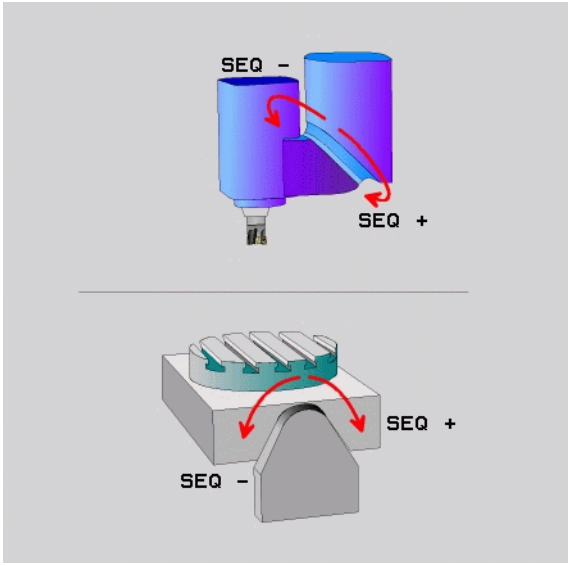
`...`	
`N120 G00 G40 Z+250 *`	Auf sichere Höhe positionieren
`N130 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+45 SPC+0 STAY *`	PLANE-Funktion definieren und aktivieren
`N140 G01 F2000 A+Q120 C+Q122 *`	Drehachse positionieren mit den von der TNC berechneten Werten
`...`	Bearbeitung in der geschwenkten Ebene definieren

Auswahl von alternativen Schwenkmöglichkeiten: SEQ +/– (Eingabe optional)

Aus der von Ihnen definierten Lage der Bearbeitungsebene muss die TNC die dazu passende Stellung der an Ihrer Maschine vorhandenen Drehachsen berechnen. In der Regel ergeben sich immer zwei Lösungsmöglichkeiten.

Über den Schalter **SEQ** stellen Sie ein, welche Lösungsmöglichkeit die TNC verwenden soll:

- **SEQ+** positioniert die Masterachse so, dass sie einen positiven Winkel einnimmt. Die Masterachse ist die 2. Drehachse ausgehend vom Tisch oder die 1. Drehachse ausgehend vom Werkzeug (abhängig von der Maschinenkonfiguration, siehe auch Bild rechts oben)
- **SEQ–** positioniert die Masterachse so, dass sie einen negativen Winkel einnimmt



Liegt die von Ihnen über **SEQ** gewählte Lösung nicht im Verfahrbereich der Maschine, gibt die TNC die Fehlermeldung **Winkel nicht erlaubt** aus.

Wenn Sie **SEQ** nicht definieren, ermittelt die TNC die Lösung wie folgt:

1. Die TNC prüft zunächst, ob beide Lösungsmöglichkeiten im Verfahrbereich der Drehachsen liegen
2. Trifft dies zu, wählt die TNC die Lösung, die auf dem kürzesten Weg zu erreichen ist
3. Liegt nur eine Lösung im Verfahrbereich, dann verwendet die TNC diese Lösung
4. Liegt keine Lösung im Verfahrbereich, dann gibt die TNC die Fehlermeldung **Winkel nicht erlaubt** aus

Beispiel für eine Maschine mit C-Rundtisch und A-Schwenktisch.
Programmierte Funktion: **PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+45 SPC+0**

Endschalter	Startposition	SEQ	Ergebnis Achsstellung
Keine	A+0, C+0	nicht progr.	A+45, C+90
Keine	A+0, C+0	+	A+45, C+90
Keine	A+0, C+0	–	A–45, C–90
Keine	A+0, C–105	nicht progr.	A–45, C–90
Keine	A+0, C–105	+	A+45, C+90
Keine	A+0, C–105	–	A–45, C–90
–90 < A < +10	A+0, C+0	nicht progr.	A–45, C–90
–90 < A < +10	A+0, C+0	+	Fehlermeldung
Keine	A+0, C–135	+	A+45, C+90

Auswahl der Transformationsart (Eingabe optional)

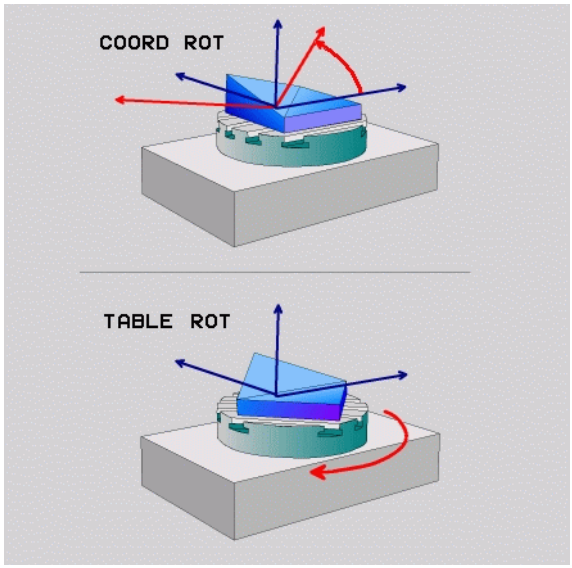
Für Maschinen die einen C-Rundtisch haben, steht eine Funktion zur Verfügung, mit der Sie die Art der Transformation festlegen können:



- **COORD ROT** legt fest, dass die PLANE-Funktion nur das Koordinatensystem auf den definierten Schwenkwinkel drehen soll. Der Rundtisch wird nicht bewegt, die Kompensation der Drehung erfolgt rechnerisch



- **TABLE ROT** legt fest, dass die PLANE-Funktion den Rundtisch auf den definierten Schwenkwinkel positionieren soll. Die Kompensation erfolgt durch eine Werkstück-Drehung

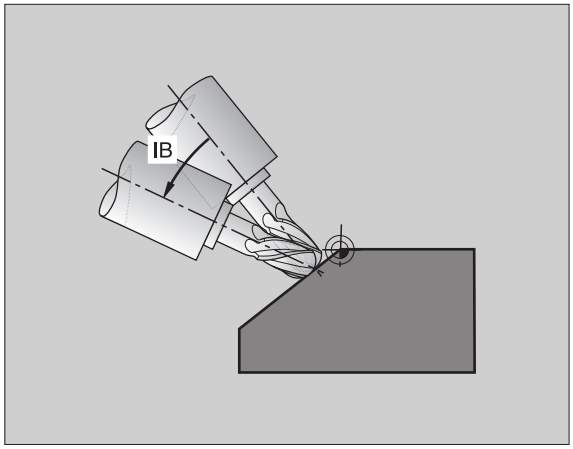


9.9 Sturzfräsen in der geschwenkten Ebene

Funktion

In Verbindung mit den neuen **PLANE**-Funktionen und M128 können Sie in einer geschwenkten Bearbeitungsebene **sturzfräsen**. Hierfür stehen zwei Definitionsmöglichkeiten zur Verfügung:

- Sturzfräsen durch inkrementales Verfahren einer Drehachse
- Sturzfräsen über Normalenvektoren (nur Klartext-Dialog)



Sturzfräsen in der geschwenkten Ebene funktioniert nur mit Radiusfräsern.

Bei 45°-Schwenkköpfen/Schwenktischen, können Sie den Sturzwinkel auch als Raumwinkel definieren. Verwenden Sie dazu **FUNCTION TCPM** (nur Klartext-Dialog).

Sturzfräsen durch inkrementales Verfahren einer Drehachse

- Werkzeug freifahren
- M128 aktivieren
- Beliebige PLANE-Funktion definieren, Positionierverhalten beachten
- Über einen L-Satz den gewünschten Sturzwinkel in der entsprechenden Achse inkremental verfahren

NC-Beispielsätze:

`...`	
`N120 G00 G40 Z+50 M128 *`	Auf sichere Höhe positionieren, M128 aktivieren
`N130 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB-45 SPC+0 MOVE ABST50 F1000 *`	PLANE-Funktion definieren und aktivieren
`N140 G01 G91 F1000 B-17 *`	Sturzwinkel einstellen
`...`	Bearbeitung in der geschwenkten Ebene definieren



10

Programmieren: Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen

10.1 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 999 oder einen von Ihnen definierbaren Namen. Jede LABEL-Nummer, bzw. jeden LABEL-Namen, dürfen Sie im Programm nur einmal vergeben mit **G98**. Die Anzahl von eingebbaren Label-Namen ist lediglich durch den internen Speicher begrenzt.



Wenn Sie eine Label-Nummer bzw. einen Label-Namen 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.

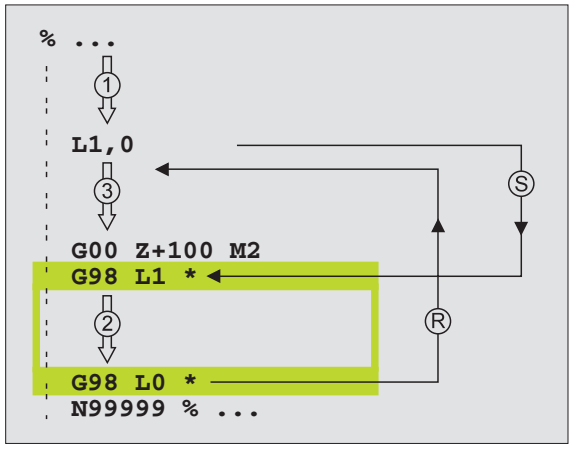
10.2 Unterprogramme

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. Wenn Sie LABEL-Namen verwenden wollen: Taste " drücken, um zur Texteingabe zu wechseln
- Ende kennzeichnen: Taste LBL SET drücken und Label-Nummer „0"eingeben

Unterprogramm aufrufen

LBL CALL

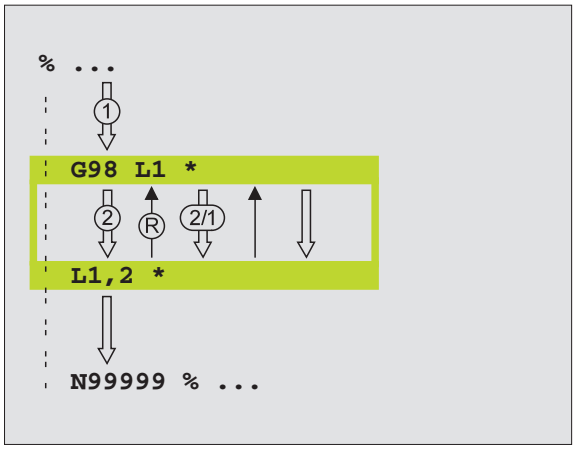
- Unterprogramm aufrufen: Taste LBL CALL drücken
- **Label-Nummer**: Label-Nummer des aufzurufenden Unterprogramms eingeben, mit Taste ENT bestätigen. Wenn Sie LABEL-Namen verwenden wollen: Taste " drücken, um zur Texteingabe zu wechseln
- **Wiederholung REP**: „**0**" eingeben, mit Taste ENT bestätigen

L0,0 ist nicht erlaubt, da es dem Aufruf eines Unterprogramm-Endes entspricht.

10.3 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. Wenn Sie LABEL-Namen verwenden wollen: Taste " drücken, um zur Texteingabe zu wechseln

Programmteil-Wiederholung aufrufen

LBL CALL

- Taste LBL CALL drücken
- **Label-Nummer**: Label-Nummer des zu wiederholenden Programmteils eingeben, mit Taste ENT bestätigen. Wenn Sie LABEL-Namen verwenden wollen: Taste " drücken, um zur Texteingabe zu wechseln
- **Wiederholung REP**: Anzahl der Wiederholung eingeben, mit Taste ENT bestätigen

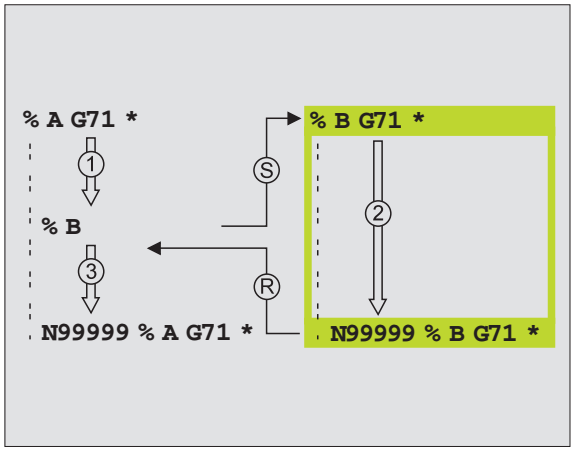
10.4 Beliebiges Programm als Unterprogramm

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.

10.5 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)
`N260 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
`N99999999 %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
`N99999999 %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
`N99999999 %UPGREP G71 *`	

Programm-Ausführung

1 Hauptprogramm UPGREP wird bis Satz N110 ausgeführt

2 Unterprogramm 2 wird aufgerufen und ausgeführt

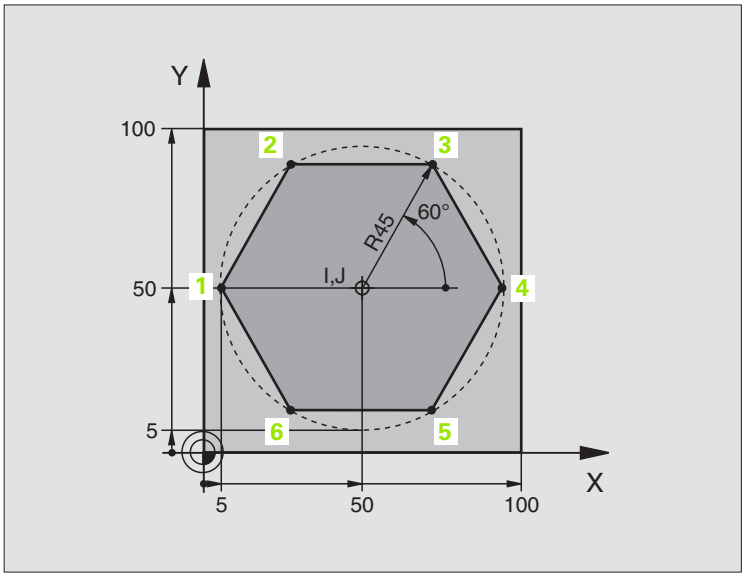
3 Programmteil zwischen Satz N120 und Satz N100 wird 2 mal wiederholt: Unterprogramm 2 wird 2 mal wiederholt

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



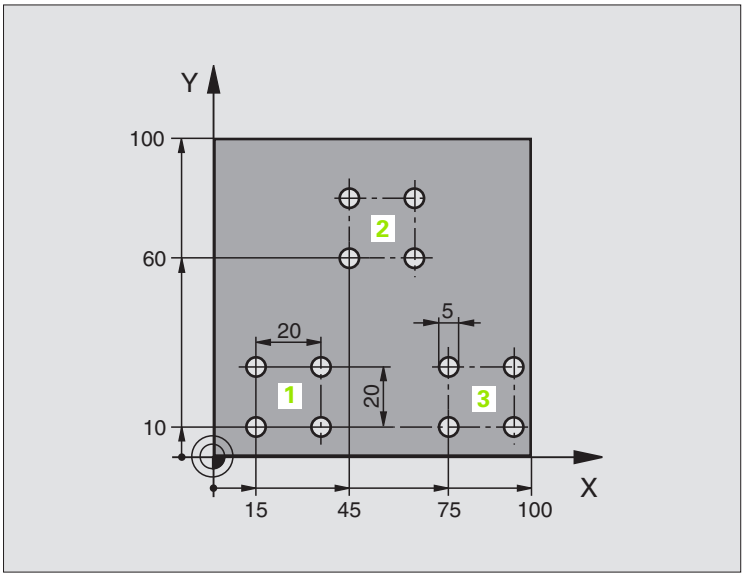
`%PGMWDH G71 *`	
`N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-40 *`	
`N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *`	
`N30 G99 T1 L+0 R+7,5 *`	Werkzeug-Definition
`N40 T1 G17 S3500 *`	Werkzeug-Aufruf
`N50 G00 G40 G90 Z+250 *`	Werkzeug freifahren
`N60 I+50 J+50 *`	Pol setzen
`N70 G10 R+60 H+180 *`	Vorpositionieren Bearbeitungsebene
`N80 G01 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
`N99999999 %PGMWDH G71 *`	

Beispiel: Bohrungsgruppen

Programm-Ablauf

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



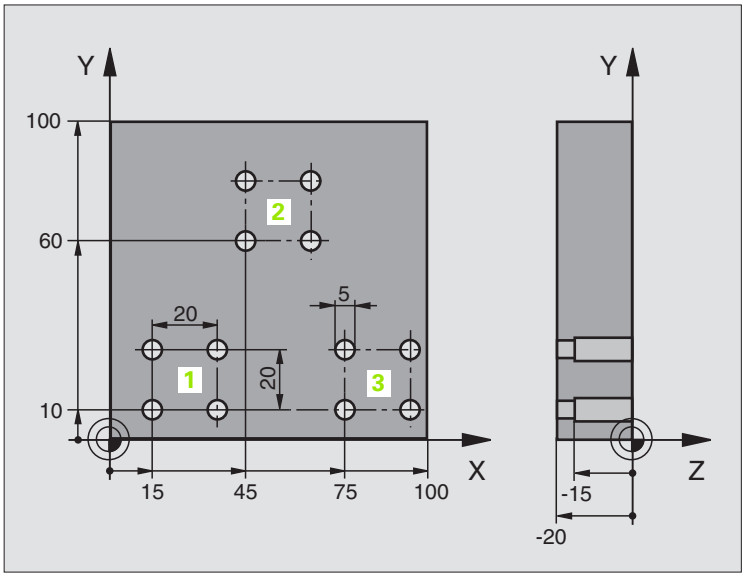

```
%UP1 G71 *
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-40 *
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *
N30 G99 T1 L+0 R+2,5 *                  Werkzeug-Definition
N40 T1 G17 S3500 *                      Werkzeug-Aufruf
N50 G00 G40 G90 Z+250 *                 Werkzeug freifahren
N60 G200 BOHREN                         Zyklus-Definition 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
N99999999 %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 %UP2 G71 *	

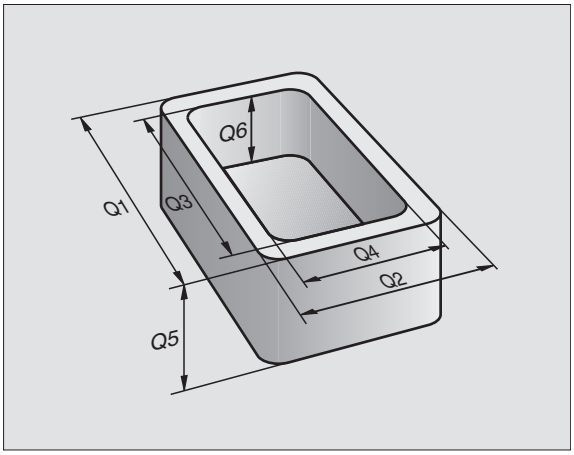


11

Programmieren: Q-Parameter

11.1 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 1999 gekennzeichnet. Die Q-Parameter sind in verschiedene Bereiche unterteilt:

Bedeutung	Bereich
Frei verwendbare Parameter, global für alle im TNC-Speicher befindlichen Programme wirksam	Q1600 bis Q1999
Frei verwendbare Parameter, sofern keine Überschneidungen mit SL-Zyklen auftreten können, 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 Q1399
Parameter, die bevorzugt für Call-Aktive Hersteller-Zyklen verwendet werden, global für alle im TNC-Speicher befindlichen Programme wirksam	Q1400 bis Q1499
Parameter, die bevorzugt für Def-Aktive Hersteller-Zyklen verwendet werden, global für alle im TNC-Speicher befindlichen Programme wirksam	Q1500 bis Q1599

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 507.

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	Seite
Mathematische Grundfunktionen	GRUND-FUNKT.	Seite 491
Winkelfunktionen	WINKEL-FUNKT.	Seite 494
Wenn/dann-Entscheidungen, Sprünge	SPRÜNGE	Seite 496
Sonstige Funktionen	SONDER-FUNKT.	Seite 499
Formel direkt eingeben	FORMEL	Seite 503
Funktion zur Bearbeitung komplexer Konturen	KONTUR-FORMEL	Seite 401

11.2 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

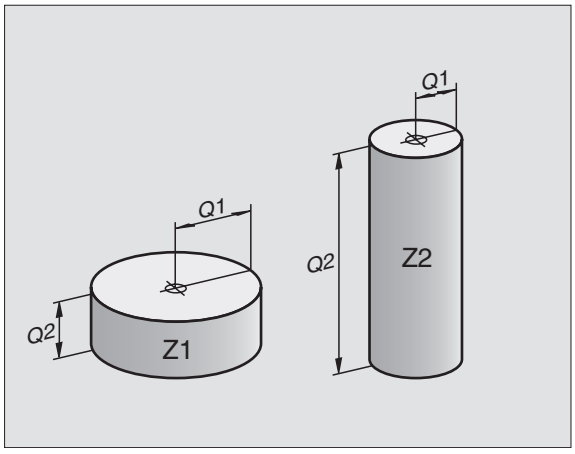
Für Teilefamilien programmieren Sie z.B. die charakteristischen Werkstück-Abmessungen als Q-Parameter.

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 Q2 = +10
Zylinder Z2	Q1 = +10 Q2 = +50



11.3 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 z.B. **D00 Q5 P01 +60 *** Wert direkt zuweisen	D0 X = Y
D01: ADDITION z.B. **D01 Q1 P01 -Q2 P02 -5 *** Summe aus zwei Werten bilden und zuweisen	D1 X + Y
D02: SUBTRAKTION z.B. **D02 Q1 P01 +10 P02 +5 *** Differenz aus zwei Werten bilden und zuweisen	D2 X - Y
D03: MULTIPLIKATION z.B. **D03 Q2 P01 +3 P02 +3 *** Produkt aus zwei Werten bilden und zuweisen	D3 X * Y
D04: DIVISION z.B. **D04 Q4 P01 +8 P02 +Q2 *** Quotient aus zwei Werten bilden und zuweisen Verboten: Division durch 0!	D4 X / Y
D05: WURZEL z.B. **D05 Q50 P01 4 *** Wurzel aus einer Zahl ziehen und zuweisen **Verboten:** Wurzel aus negativem Wert!	D5 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

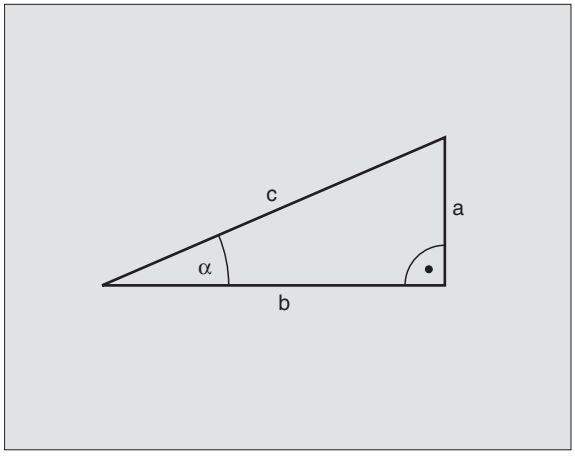
```
N17 D03 Q12 P01 +Q5 P02 +7 *
```

11.4 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 z.B. **D06 Q20 P01 -Q5 *** Sinus eines Winkels in Grad (°) bestimmen und zuweisen	
D07: COSINUS z.B. **D07 Q21 P01 -Q5 *** Cosinus eines Winkels in Grad (°) bestimmen und zuweisen	
D08: WURZEL AUS QUADRATSUMME z.B. **D08 Q10 P01 +5 P02 +4 *** Länge aus zwei Werten bilden und zuweisen	
D13: WINKEL z.B. **D13 Q20 P01 +10 P02 -Q1 *** Winkel mit arctan aus zwei Seiten oder sin und cos des Winkels (0 < Winkel < 360°) bestimmen und zuweisen	

11.5 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 472). 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 z.B. **D09 P01 +Q1 P02 +Q3 P03 "UPCAN25" *** Wenn beide Werte oder Parameter gleich, Sprung zu angegebenem Label	
D10: WENN UNGLEICH, SPRUNG z.B. **D10 P01 +10 P02 -Q5 P03 10 *** Wenn beide Werte oder Parameter ungleich, Sprung zu angegebenem Label	
D11: WENN GROESSER, SPRUNG z.B. **D11 P01 +Q1 P02 +10 P03 5 *** Wenn erster Wert oder Parameter größer als zweiter Wert oder Parameter, Sprung zu angegebenem Label	
D12: WENN KLEINER, SPRUNG z.B. **D12 P01 +Q5 P02 +0 P03 "ANYNAME" *** Wenn erster Wert oder Parameter kleiner als zweiter Wert oder Parameter, Sprung zu angegebenem Label	

Verwendete Abkürzungen und Begriffe

IF	(engl.):	Wenn
EQU	(engl. equal):	Gleich
NE	(engl. not equal):	Nicht gleich
GT	(engl. greater than):	Größer als
LT	(engl. less than):	Kleiner als
GOTO	(engl. go to):	Gehe zu

11.6 Q-Parameter kontrollieren und ändern

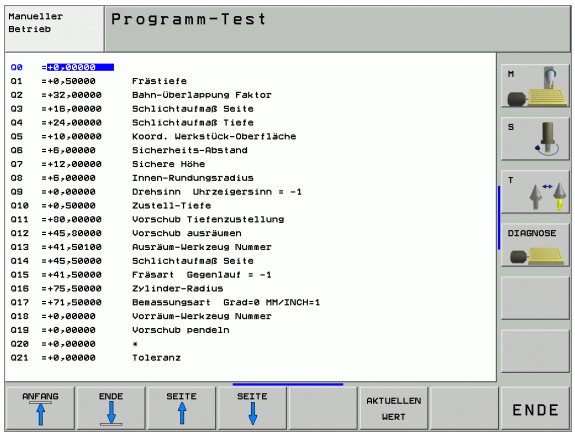
Vorgehensweise

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

- 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, sind mit Kommentaren versehen.

11.7 Zusätzliche Funktionen

Übersicht

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

Funktion	Softkey	Seite
D14:ERROR Fehlermeldungen ausgeben	D14 FEHLER=	Seite 500
D15:PRINT Texte oder Q-Parameter-Werte unformatiert ausgeben	D15 DRUCKEN	Seite 502
FD19:PLC Werte an die PLC übergeben	D19 PLC=	Seite 502

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.

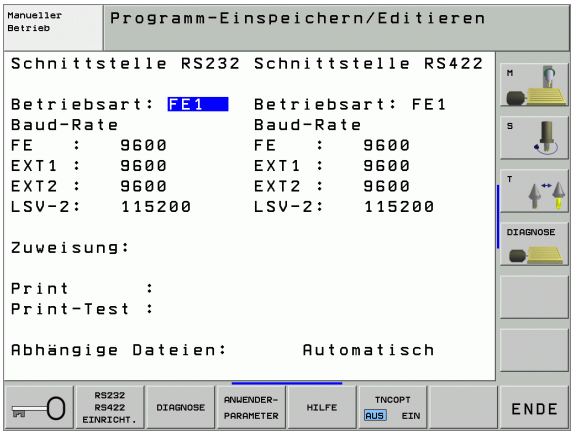
Bereich Fehler-Nummern	Standard-Dialog
0 ... 299	D 14: Fehler-Nummer 0 299
300 ... 999	Maschinenabhängiger Dialog
1000 ... 1099	Interne Fehlermeldungen (siehe Tabelle rechts)

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
1087	Messpunkte widersprüchlich
1082	Sichere Höhe falsch eingegeben
1083	Eintauchart widersprüchlich
1084	Bearbeitungszyklus nicht erlaubt
1085	Zeile ist schreibgeschützt
1086	Aufmaß größer als Tiefe
1087	Kein Spitzenwinkel definiert

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 552.



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 *
```

11.8 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 z.B. **Q10 = Q1 + Q5**	+
Subtraktion z.B. **Q25 = Q7 – Q108**	-
Multiplikation z.B. **Q12 = 5 * Q5**	*
Division z.B. **Q25 = Q1 / Q2**	/
Klammer auf z.B. **Q12 = Q1 * (Q2 + Q3)**	(
Klammer zu z.B. **Q12 = Q1 * (Q2 + Q3)**	)
Wert quadrieren (engl. square) z.B. **Q15 = SQ 5**	SQ
Wurzel ziehen (engl. square root) z.B. **Q22 = SQRT 25**	SQRT
Sinus eines Winkels z.B. **Q44 = SIN 45**	SIN
Cosinus eines Winkels z.B. **Q45 = COS 45**	COS
Tangens eines Winkels z.B. **Q46 = TAN 45**	TAN
Arcus-Sinus Umkehrfunktion des Sinus; Winkel bestimmen aus dem Verhältnis Gegenkathete/Hypotenuse z.B. **Q10 = ASIN 0,75**	ASIN
Arcus-Cosinus Umkehrfunktion des Cosinus; Winkel bestimmen aus dem Verhältnis Ankathete/Hypotenuse z.B. **Q11 = ACOS Q40**	ACOS

Verknüpfungs-Funktion	Softkey
Arcus-Tangens Umkehrfunktion des Tangens; Winkel bestimmen aus dem Verhältnis Gegenkathete/Ankathete z.B. **Q12 = ATAN Q50**	ATAN
Werte potenzieren z.B. **Q15 = 3^3**	^
Konstante PI (3,14159) z.B. **Q15 = PI**	PI
Logarithmus Naturalis (LN) einer Zahl bilden Basiszahl 2,7183 z.B. **Q15 = LN Q11**	LN
Logarithmus einer Zahl bilden, Basiszahl 10 z.B. **Q33 = LOG Q22**	LOG
Exponentialfunktion, 2,7183 hoch n z.B. **Q1 = EXP Q12**	EXP
Werte negieren (Multiplikation mit -1) z.B. **Q2 = NEG Q1**	NEG
Nachkomma-Stellen abschneiden Integer-Zahl bilden z.B. **Q3 = INT Q42**	INT
Absolutwert einer Zahl bilden z.B. **Q4 = ABS Q22**	ABS
Vorkomma-Stellen einer Zahl abschneiden Fraktionieren z.B. **Q5 = FRAC Q23**	FRAC
Vorzeichen einer Zahl prüfen z.B. **Q12 = SGN Q50** Wenn Rückgabewert Q12 = 1, dann Q50 >= 0 Wenn Rückgabewert Q12 = -1, dann Q50 < 0	SGN
Modulowert (Divisionsrest) berechnen z.B. **Q12 = 400 % 360** 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

```
N30  Q25 = ATAN (Q12/Q13) *
```

11.9 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 abhängig von MP100	Q118
V. Achse 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

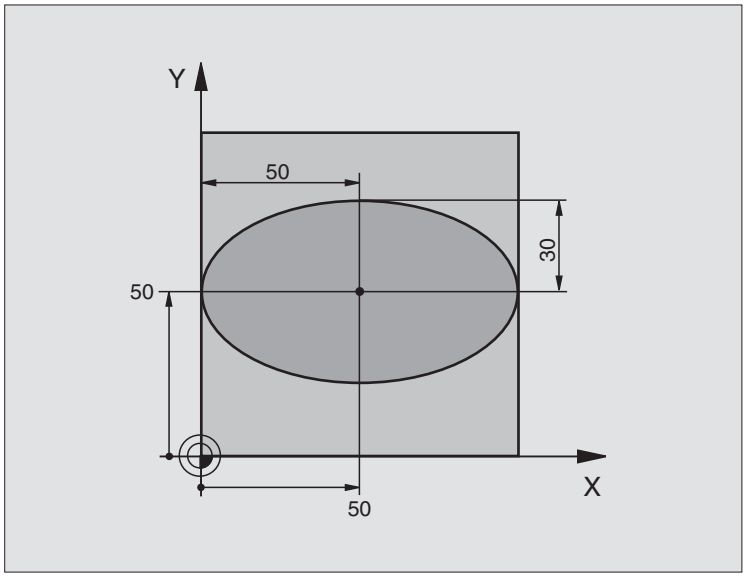
Reserviert für interne Verwendung	Parameter-Wert
Merker für Zyklen (Bearbeitungsbilder)	Q197
Nummer des aktiven Tastsystem-Zyklus	Q198

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



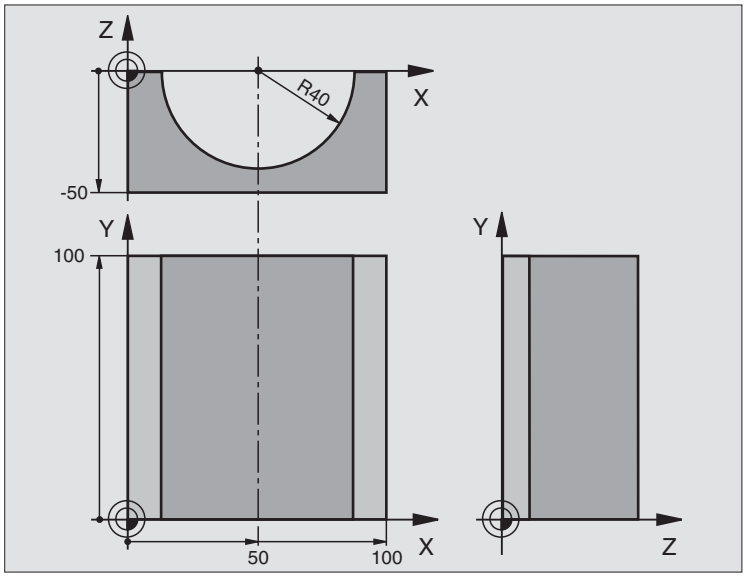
`%ELLIPSE G71 *`	
`N10 D00 Q1 P01 +50 *`	Mitte X-Achse
`N20 D00 Q2 P01 +50 *`	Mitte Y-Achse
`N30 D00 Q3 P01 +50 *`	Halbachse X
`N40 D00 Q4 P01 +30 *`	Halbachse Y
`N50 D00 Q5 P01 +0 *`	Startwinkel in der Ebene
`N60 D00 Q6 P01 +360 *`	Endwinkel in der Ebene
`N70 D00 Q7 P01 +40 *`	Anzahl der Berechnungs-Schritte
`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
N99999999 %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



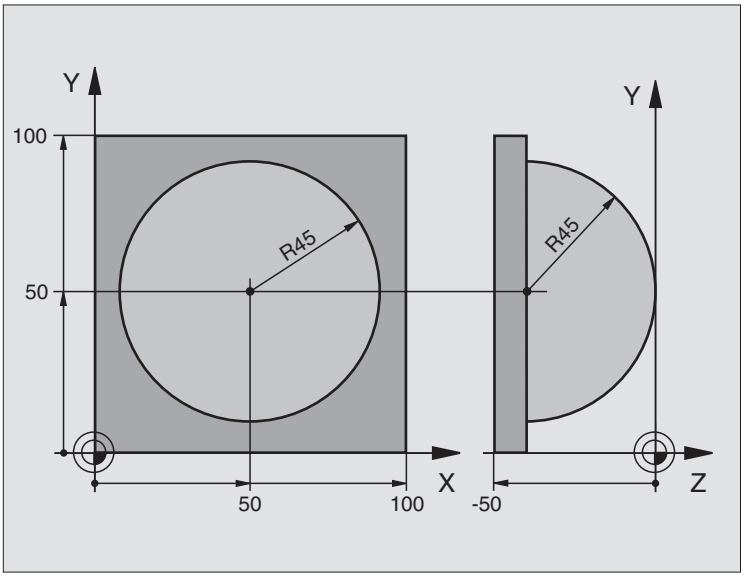
`%ZYLIN G71 *`	
`N10 D00 Q1 P01 +50 *`	Mitte X-Achse
`N20 D00 Q2 P01 +0 *`	Mitte Y-Achse
`N30 D00 Q3 P01 +0 *`	Mitte Z-Achse
`N40 D00 Q4 P01 +90 *`	Startwinkel Raum (Ebene Z/X)
`N50 D00 Q5 P01 +270 *`	Endwinkel Raum (Ebene Z/X)
`N60 D00 Q6 P01 +40 *`	Zylinderradius
`N70 D00 Q7 P01 +100 *`	Länge des Zylinders
`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
N99999999 %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
N99999999 %KUGEL G71 *	



12

Programm-Test und Programmlauf

12.1 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.



Mit der neuen 3D-Grafik können Sie auch Bearbeitungen in der geschwenkten Bearbeitungsebene und Mehrseiten-Bearbeitungen grafisch darstellen, nachdem Sie das Programm in einer anderen Ansicht simuliert haben. Um diese Funktion nutzen zu können, benötigen Sie die Hardware MC 422 B. Um bei älteren Hardware-Versionen die Geschwindigkeit der Test-Grafik zu beschleunigen, sollten Sie das Bit 5 des Maschinen-Parameters 7310 = 1 setzen. Dadurch werden Funktionen, die speziell für die neue 3D-Grafik implementiert wurden, deaktiviert.

Die TNC stellt ein im TOOL CALL-Satz programmiertes Radius-Aufmaß DR nicht in der Grafik dar.

Geschwindigkeit des Programm-Tests einstellen



Die Geschwindigkeit beim Programm-Test können Sie nur dann einstellen, wenn Sie die Funktion „Bearbeitungszeit anzeigen“ aktiv haben (siehe „Stoppuhr-Funktion anwählen” auf Seite 529). Ansonsten führt die TNC den Programm-Test immer mit maximal möglicher Geschwindigkeit aus.

Die zuletzt eingestellte Geschwindigkeit bleibt so lange aktiv (auch über eine Stromunterbrechung hinaus), bis Sie diese erneut verstellen

Nachdem Sie ein Programm gestartet haben, zeigt die TNC folgende Softkeys, mit der Sie die Simulations-Geschwindigkeit einstellen können:

Funktionen	Softkey
Programm mit der Geschwindigkeiten testen, mit der es auch abgearbeitet wird (programmierte Vorschübe werden berücksichtigt)	
Testgeschwindigkeit schrittweise erhöhen	
Testgeschwindigkeit schrittweise verkleinern	
Programm mit maximal möglicher Geschwindigkeit testen (Grundeinstellung)	

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

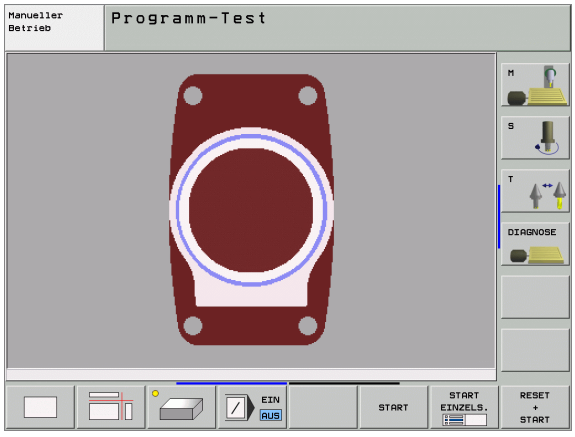
Sofern Sie eine Mouse an Ihrer Maschine verfügbar haben, können Sie durch Positionieren des Mousezeigers über eine beliebige Stelle des Werkstücks, die Tiefe an dieser Stelle in der Statuszeile ablesen.

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 527.

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:

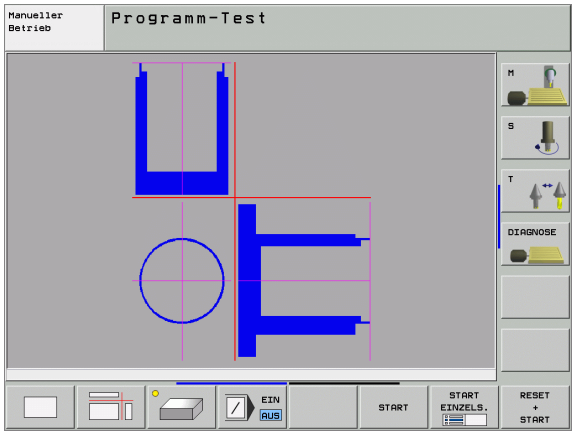
Funktion	Softkeys	
Vertikale Schnittebene nach rechts oder links verschieben		
Vertikale Schnittebene nach vorne oder hinten verschieben		
Horizontale Schnittebene nach oben oder unten verschieben		

Die Lage der Schnittebene ist während des Verschiebens am Bildschirm sichtbar.

Die Grundeinstellung der Schnittebene ist so gewählt, dass sie in der Bearbeitungsebene in der Werkstück-Mitte liegt und in der Werkzeug-Achse auf der Werkstück-Oberkante.

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

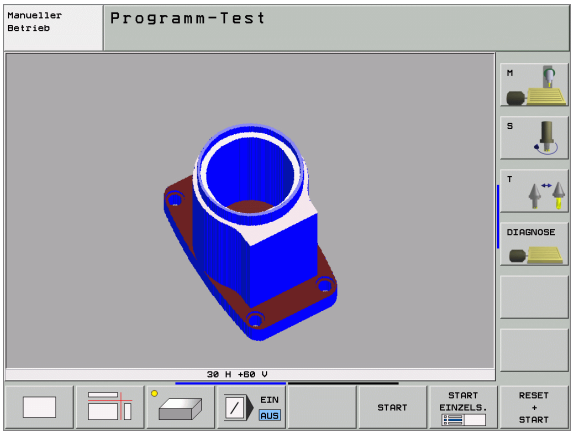
Die TNC zeigt das Werkstück räumlich. Wenn Sie über eine entsprechende Hardware verfügen, dann stellt die TNC in der hochauflösenden 3D-Grafik auch Bearbeitungen in der geschwenkten Bearbeitungsebene und Mehrseitenbearbeitungen grafisch dar.

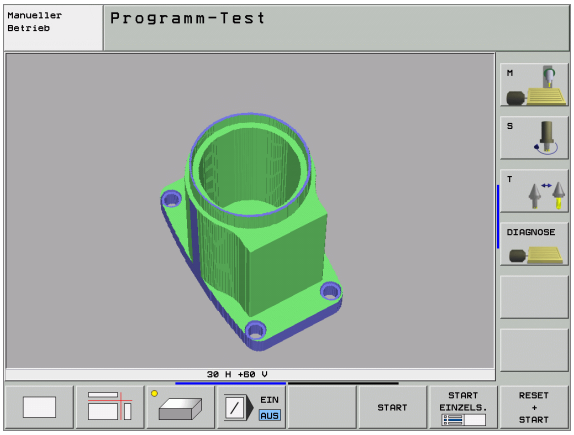
Die 3D-Darstellung können Sie um die vertikale Achse drehen und um die horizontale Achse kippen. Die Umrisse des Rohteils zu Beginn der grafischen Simulation können Sie als Rahmen anzeigen lassen.

In der Betriebsart Programm-Test stehen Funktionen zur Ausschnitts-Vergrößerung zur Verfügung, siehe „Ausschnitts-Vergrößerung", Seite 527.



- 3D-Darstellung mit Softkey wählen. Durch zweimaliges Drücken des Softkeys schalten Sie um auf die hochauflösende 3D-Grafik. Die Umschaltung ist nur möglich, wenn die Simulation bereits beendet ist. Die hochauflösende Grafik zeigt auch Bearbeitungen in der geschwenkten Bearbeitungsebene







Die Geschwindigkeit der hochauflösenden 3D-Grafik hängt von der Schneidlänge (Spalte LCUTS in der Werkzeug-Tabelle) ab. Ist LCUTS mit 0 definiert (Grundeinstellung), dann rechnet die Simulation mit einer unendlich langen Schneidlänge, was zu hohen Rechenzeit führt. Sofern Sie kein LCUTS definieren wollen, können Sie den Maschinen-Parameter 7312 auf einen Wert zwischen 5 und 10 setzen. Dadurch begrenzt die TNC intern die Schneidlänge auf einen Wert, der sich errechnet aus MP7312 mal Werkzeug-Durchmesser.

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 rücksetzen	

Sofern Sie eine Mouse an ihre TNC angeschlossen haben, können Sie die zuvor beschriebenen Funktionen auch mit der Mouse durchführen:

- Um die dargestellte Grafik dreidimensional zu drehen: rechte Mouse-Taste gedrückt halten und Mouse bewegen. Bei der hochauflösenden 3D-Grafik zeigt die TNC ein Koordinatensystem an, das die momentan aktive Ausrichtung des Wekstückes darstellt, bei der normalen 3D-Darstellung dreht sich das Werkstück komplett mit. Nachdem Sie die rechte Mouse-Taste losgelassen haben, orientiert die TNC das Werkstück auf die definierte Ausrichtung
- Um die dargestellte Grafik zu verschieben: mittlere Mouse-Taste, bzw. Mouse-Rad, gedrückt halten und Mouse bewegen. Die TNC verschiebt das Werkstück in die entsprechende Richtung. Nachdem Sie die mittlere Mouse-Taste losgelassen haben, verschiebt die TNC das Werkstück auf die definierte Position
- Um mit der Mouse einen bestimmten Bereich zu zoomen: mit gedrückter linker Mouse-Taste den rechteckigen Zoom-Bereichs markieren. Nachdem Sie die linke Mouse-Taste losgelassen haben, vergrößert die TNC das Werkstück auf den definierten Bereich
- Um mit der Mouse schnell aus- und einzuzoomen: Mouserad vor bzw. zurückdrehen

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

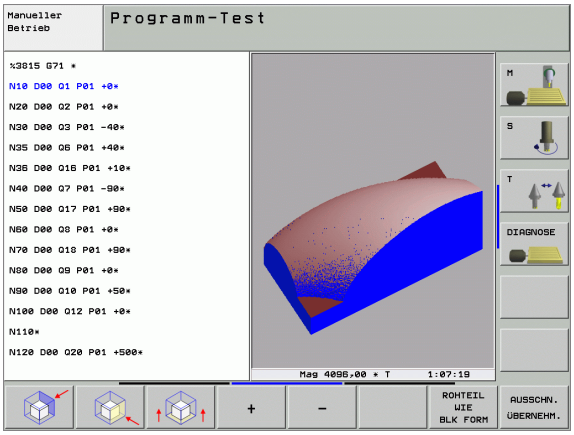


- Rahmen für BLK-FORM ausblenden: Hellfeld im Softkey auf AUSBLEND. stellen

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 programmierter BLK-Form anzeigt	ROHTEIL WIE BLK FORM

Mit dem Softkey ROHTEIL WIE BLK FORM zeigt die TNC – auch nach einem Ausschnitt ohne AUSSCHN. ÜBERNEHM. – das Rohteil wieder in programmierter Größe an.

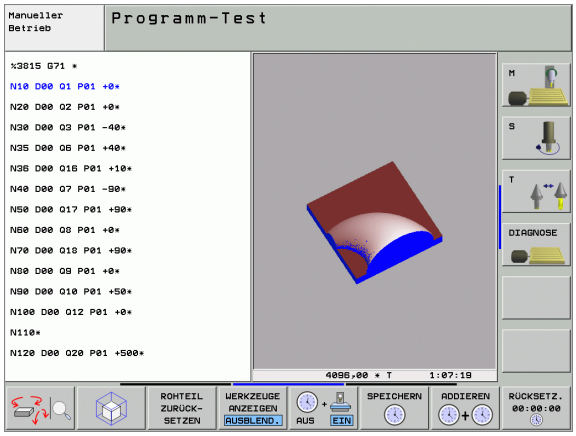
Bearbeitungszeit ermitteln

Programmlauf-Betriebsarten

Anzeige der Zeit vom Programm-Start bis zum Programm-Ende. Bei Unterbrechungen wird die Zeit angehalten.

Programm-Test

Anzeige der Zeit, die die TNC für die Dauer der Werkzeug-Bewegungen, die mit Vorschub ausgeführt werden, errechnet. Die von der TNC ermittelte Zeit eignet sich nur bedingt zur Kalkulation der Fertigungszeit, da die TNC keine maschinenabhängigen Zeiten (z.B. für Werkzeug-Wechsel) berücksichtigt. Wenn Sie Bearbeitungszeit ermitteln auf ein gestellt haben, können Sie sich eine Datei erzeugen lassen, in der die Einsatzzeiten aller in einem Programm verwendeten Werkzeuge aufgeführt sind (siehe „Abhängige Dateien" auf Seite 564).



Stoppuhr-Funktion anwählen

Softkey-Leiste umschalten, bis die TNC folgende Softkeys mit den Stoppuhr-Funktionen zeigt:

Stoppuhr-Funktionen	Softkey
Funktion Bearbeitungszeit ermitteln einschalten (EIN)/ ausschalten (AUS)	AUS EIN
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.

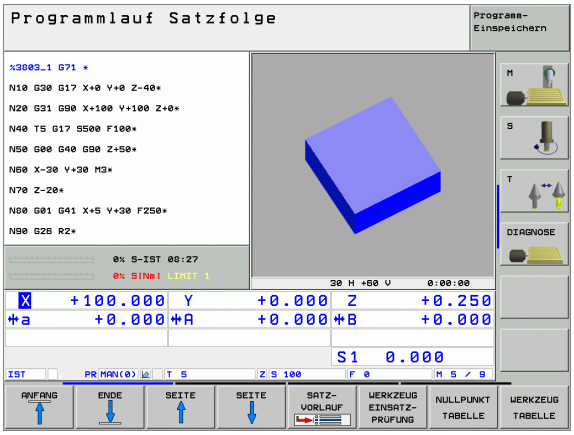
Die TNC setzt während des Programm-Tests die Bearbeitungszeit zurück, sobald eine neue **BLK-FORM** abgearbeitet wird.

12.2 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 ↓



12.3 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



Die TNC kann bei der grafischen Simulation nicht alle tatsächlich von der Maschine ausgeführten Verfahrbewegungen simulieren, z.B.

- Verfahrbewegungen beim Werkzeugwechsel, die der Maschinenhersteller in einem Werkzeugwechsel-Macro oder über die PLC definiert hat
- Positionierungen, die der Maschinenhersteller in einem M-Funktions-Macro definiert hat
- Positionierungen, die der Maschinenhersteller über die PLC ausführt
- Positionierungen, die einen Palettenwechsel durchführen

HEIDENHAIN empfiehlt daher jedes Programm mit entsprechender Vorsicht einzufahren, auch wenn der Programm-Test zu keiner Fehlermeldung und zu keinen sichtbaren Beschädigungen des Werkstücks geführt hat.

Beachten Sie, dass der Programm-Test grundsätzlich davon ausgeht, dass das Werkzeug auf Sicherheitshöhe über dem Werkstück steht. Am Programm-Anfang sollten Sie daher grundsätzlich eine Position anfahren, von der aus die TNC kollisionsfrei zur Bearbeitung positionieren kann.

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 567.



- 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
Rohteil rücksetzen und gesamtes Programm testen	RESET + START
Gesamtes Programm testen	START
Jeden Programm-Satz einzeln testen	START EINZELS.
Programm-Test anhalten (Softkey erscheint nur, wenn Sie den Programm-Test gestartet haben)	STOP

Sie können den Programm-Test zu jeder Zeit – auch innerhalb von Bearbeitungs-Zyklen – unterbrechen und wieder fortsetzen. Um den Test wieder fortsetzen zu können dürfen Sie folgende Aktionen nicht durchführen:

- mit der Taste GOTO einen anderen Satz wählen
- Änderungen am Programm durchführen
- die Betriebsart wechseln
- ein neues Programm wählen

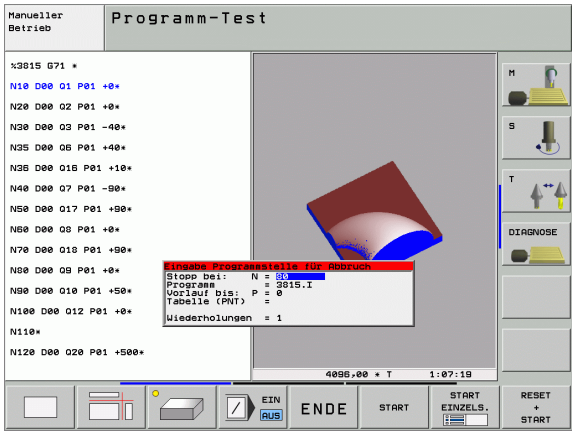
Programm-Test bis zu einem bestimmten Satz ausführen

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-Stop in einem mit PGM CALL aufgerufenen Programm stattfinden soll, dann diesen Namen eintragen
- **Wiederholungen**: Anzahl der Wiederholungen eingeben, die durchgeführt werden sollen, falls N innerhalb einer Programmteil-Wiederholung steht
- Programm-Abschnitt testen: Softkey START drücken; die TNC testet das Programm bis zum eingegebenen Satz



12.4 Programmlauf

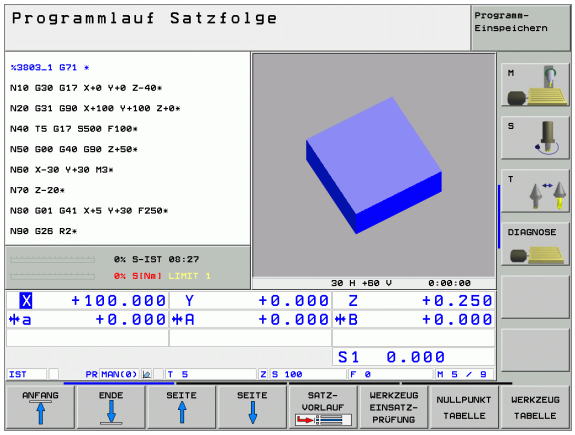
Anwendung

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 STOP-Taste
- Umschalten auf Programmlauf Einzelsatz

Registriert die TNC während eines Programmlaufs einen Fehler, so unterbricht sie die Bearbeitung automatisch.

Programmierte Unterbrechungen

Unterbrechungen können Sie direkt im Bearbeitungs-Programm festlegen. Die TNC unterbricht den Programmlauf, sobald das Bearbeitungs-Programm bis zu dem Satz ausgeführt ist, der eine der folgenden Eingaben enthält:

- STOP (mit und ohne Zusatzfunktion)
- Zusatzfunktion M0, M2 oder M30
- Zusatzfunktion M6 (wird vom Maschinenhersteller festgelegt)

Unterbrechung durch externe STOP-Taste

- Externe STOP-Taste drücken: Der Satz, den die TNC zum Zeitpunkt des Tastendrucks abarbeitet, wird nicht vollständig ausgeführt; in der Status-Anzeige blinkt das „*“-Symbol
- Wenn Sie die Bearbeitung nicht fortführen wollen, dann die TNC mit dem Softkey INTERNER STOP zurücksetzen: das „*“-Symbol in der Status-Anzeige erlischt. Programm in diesem Fall vom Programm-Anfang aus erneut starten

Bearbeitung unterbrechen durch Umschalten auf Betriebsart Programmlauf Einzelsatz

Während ein Bearbeitungs-Programm in der Betriebsart Programmlauf Satzfolge abgearbeitet wird, Programmlauf Einzelsatz wählen. Die TNC unterbricht die Bearbeitung, nachdem der aktuelle Bearbeitungsschritt ausgeführt wurde.

Maschinenachsen während einer Unterbrechung verfahren

Sie können die Maschinenachsen während einer Unterbrechung wie in der Betriebsart Manueller Betrieb verfahren.



Kollisionsgefahr!

Wenn sie bei geschwenkter Bearbeitungsebene den Programmlauf unterbrechen, können Sie mit dem Softkey 3D ROT das Koordinatensystem zwischen geschwenkt/ungeschwenkt und aktive Werkzeugachs-Richtung 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 STOP-Taste gedrückt
- Programmierte Unterbrechung

Programmlauf nach einem Fehler fortsetzen

Bei nichtblinkender Fehlermeldung:

- Fehlerursache beseitigen
- Fehlermeldung am Bildschirm löschen: Taste CE drücken
- Neustart oder Programmlauf fortsetzen an der Stelle, an der unterbrochen wurde

Bei blinkender Fehlermeldung:

- Taste END zwei Sekunden gedrückt halten, TNC führt einen Warmstart aus
- Fehlerursache beseitigen
- Neustart

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

Beliebiger Einstieg ins Programm (Satzvorlauf)

Die Funktion VORLAUF ZU SATZ N muss vom Maschinenhersteller freigegeben und angepasst werden. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

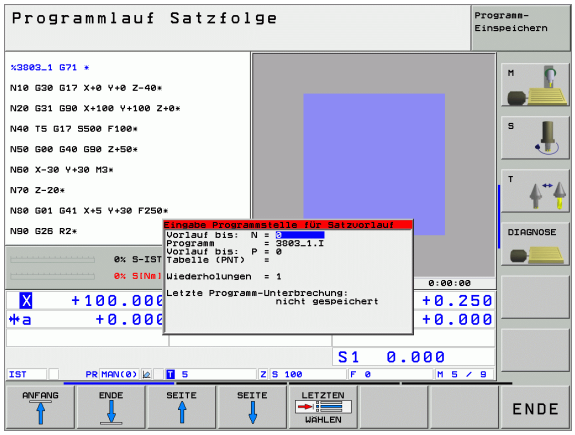
Mit der Funktion VORLAUF ZU SATZ N (Satzvorlauf) können Sie ein Bearbeitungs-Programm ab einem frei wählbaren Satz N abarbeiten. Die Werkstück-Bearbeitung bis zu diesem Satz wird von der TNC rechnerisch berücksichtigt. Sie kann von der TNC grafisch dargestellt werden.

Wenn Sie ein Programm mit einem INTERNEN STOP abgebrochen haben, dann bietet die TNC automatisch den Satz N zum Einstieg an, in dem Sie das Programm abgebrochen haben.

Sofern das Programm durch einen der nachfolgend aufgeführten Umstände unterbrochen wurde, speichert die TNC diesen Unterbrechungspunkt:

- Durch einen NOT-AUS
- Durch einen Stromausfall
- Durch einen Steuerungsabsturz

Nachdem Sie die Funktion Satzvorlauf aufgerufen haben, können Sie über den Softkey LETZTEN N WÄHLEN den Unterbrechungspunkt wieder aktivieren und per NC-Start anfahren. Die TNC zeigt dann nach dem Einschalten die Meldung **NC-Programm wurde abgebrochen**.



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 Werkzeug-Aufruf und einen nachfolgenden Positioniersatz wirksam. Das gilt auch dann, wenn Sie nur die Werkzeuglänge geänderte haben.

Über Maschinen-Parameter 7680 wird festgelegt, ob der Satzvorlauf bei verschachtelten Programmen im Satz 0 des Hauptprogramms oder im Satz 0 des Programms beginnt, in dem der Programmlauf zuletzt unterbrochen wurde.

Mit dem Softkey 3D EIN/AUS legen Sie fest, ob die TNC bei geschwenkter Bearbeitungsebene im geschwenkten oder ungeschwenkten System anfahren soll.

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 werden bei einem Satzvorlauf von der TNC übersprungen. Ergebnisparameter, die von diesen Zyklen beschrieben werden, enthalten dann ggf. keine Werte.

Wenn Sie einen Satzvorlauf in einem Programm ausführen, das M128 enthält, führt die TNC ggf. Ausgleichsbewegungen durch. Die Ausgleichsbewegungen werden der Anfahrbewegung überlagert.

- Ersten Satz des aktuellen Programms als Beginn für Vorlauf wählen: GOTO „0“ eingeben.

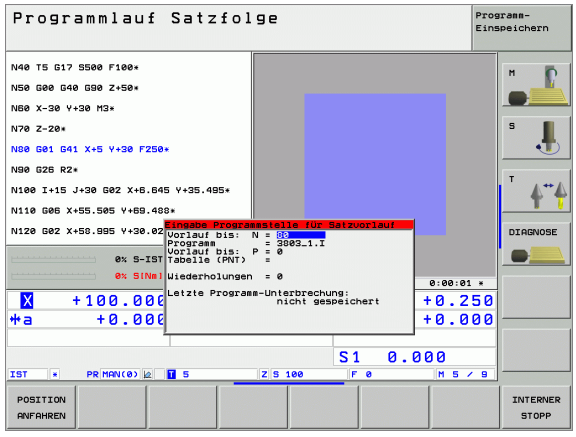


- Satzvorlauf wählen: Softkey SATZVORLAUF drücken
- **Vorlauf bis N**: Nummer N des Satzes eingeben, bei dem der Vorlauf enden soll
- **Programm**: Namen des Programms eingeben, in dem der Satz N steht
- **Wiederholungen**: Anzahl der Wiederholungen eingeben, die im Satz-Vorlauf berücksichtigt werden sollen, falls Satz N innerhalb einer Programmteil-Wiederholung steht
- Satzvorlauf starten: Externe START-Taste drücken
- Kontur anfahren (siehe filgenden Abschnitt)

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
- Ggf. Maschinenstatus wiederherstellen
- 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

12.5 Automatischer Programmstart

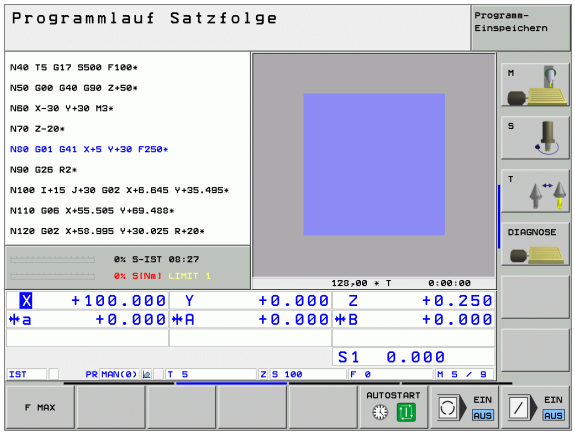
Anwendung

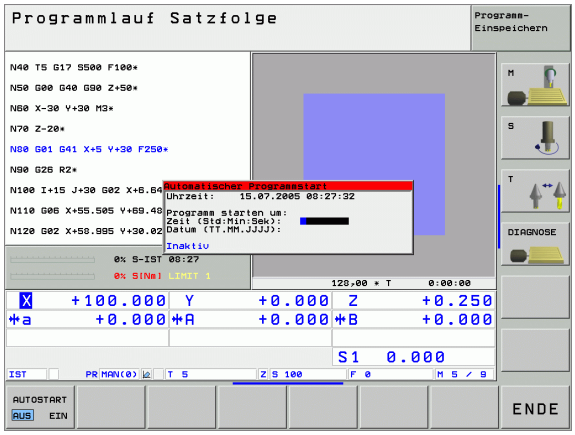
Um einen automatischen Programmstart durchführen zu können, muss die TNC von Ihrem Maschinen-Hersteller vorbereitet sein, Maschinen-Handbuch beachten.

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:

AUTOSTART

- 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





12.6 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

12.7 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



13

MOD-Funktionen

13.1 MOD-Funktion wählen

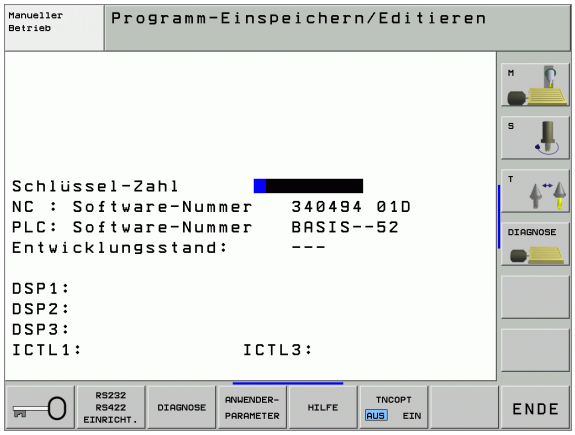
Über die MOD-Funktionen können Sie zusätzliche Anzeigen und Eingabemöglichkeiten wählen. Welche MOD-Funktionen zur Verfügung stehen, hängt von der gewählten Betriebsart ab.

MOD-Funktionen wählen

Betriebsart wählen, in der Sie MOD-Funktionen ändern möchten.

MOD

▶ MOD-Funktionen wählen: Taste MOD drücken. Die Bilder rechts zeigen typische Bildschirm-Menüs für Programm-Einspeichern/Editieren (Bild rechts oben), Programm-Test (Bild rechts unten) und in einer Maschinen-Betriebsart (Bild nächste Seite)



Einstellungen ändern

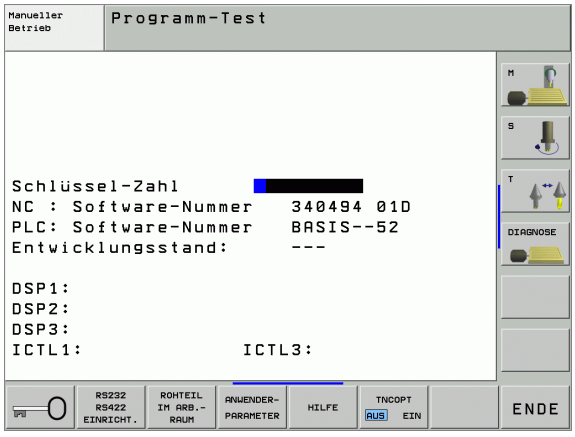
▶ MOD-Funktion im angezeigten Menü mit Pfeiltasten wählen

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:

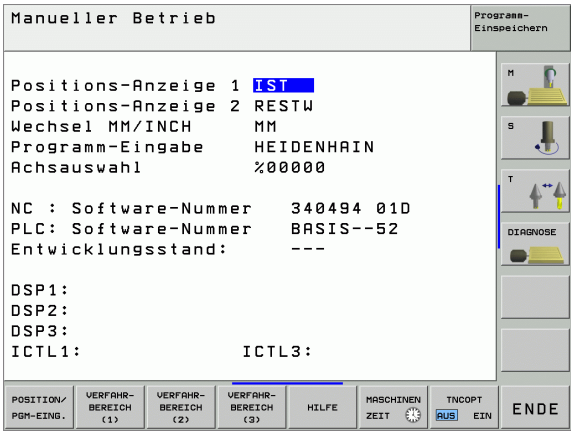
- Verschiedene Software-Nummern anzeigen
- Schlüsselzahl eingeben
- Schnittstelle einrichten
- Ggf. Maschinenspezifische Anwenderparameter
- Ggf. HILFE-Dateien anzeigen
- Laden von Service-Packs

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
- Bezugspunkte anzeigen
- Betriebszeiten anzeigen
- Ggf. HILFE-Dateien anzeigen



13.2 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)
- **Entwicklungsstand (FCL=Feature Content Level):** Auf der Steuerung installierter Entwicklungsstand (siehe „Entwicklungsstand (Upgrade-Funktionen)" auf Seite 7)
- **DSP1** bis **DSP3**: Nummer der Drehzahlregler-Software (wird von HEIDENHAIN verwaltet)
- **ICTL1** und **ICTL3**: 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

13.3 Schlüssel-Zahl eingeben

Anwendung

Die TNC benötigt für folgende Funktionen eine Schlüssel-Zahl:

Funktion	Schlüssel-Zahl
Anwender-Parameter wählen	123
Ethernet-Karte konfigurieren (nicht iTNC 530 mit Windows 2000)	NET123
Sonder-Funktionen bei der Q-Parameter- Programmierung freigeben	555343

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.

13.4 Service-Packs laden

Anwendung



Setzen Sie sich unbedingt mit Ihrem Maschinenhersteller in Verbindung, bevor Sie ein Service-Pack installieren.

Die TNC führt nach Beendigung des Installations-Vorgangs einen Warmstart aus. Maschine vor dem Laden des Service-Packs in den NOT-AUS-Zustand bringen.

Falls noch nicht durchgeführt: Netzlaufwerk verbinden, von dem aus Sie das Service-Pack einspielen wollen.

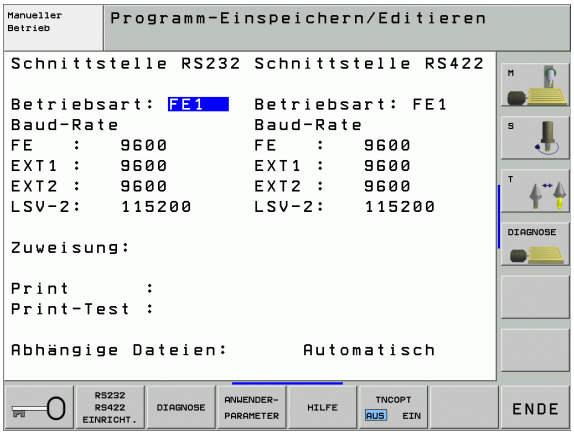
Mit dieser Funktion können Sie auf einfache Weise an Ihrer TNC ein Software-Update durchführen

- Betriebsart **Programm-Einspeichern/Editieren** wählen
- Taste MOD drücken
- Software-Update starten: Softkey „Service-Pack laden“ drücken, die TNC zeigt ein Überblendfenster zur Auswahl des Update-Files
- Mit den Pfeiltasten das Verzeichnis wählen, in dem das Service-Pack gespeichert ist. Die Taste ENT klappt die jeweilige Unter-Verzeichnisstruktur auf
- Datei wählen: Taste ENT auf dem gewählten Verzeichnis zweimal drücken. Die TNC wechselt vom Verzeichnisfenster ins Dateifenster
- Update-Vorgang starten: Datei mit Taste ENT wählen: Die TNC entpackt alle erforderlichen Dateien und startet anschließend die Steuerung neu. Dieser Vorgang kann einige Minuten in Anspruch nehmen

13.5 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 FE 401 B FE 401 ab Prog.-Nr. 230 626 03	 FE1 FE1	
HEIDENHAIN Disketten-Einheit FE 401 bis einschl. Prog. Nr. 230 626 02	FE2	
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 FN15 ausgeben
- Werte mit der Q-Parameter-Funktion FN16 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 FN15/FN16 steht	leer

Datei-Namen:

Daten	Betriebsart	Datei-Name
Werte mit FN15	Programmlauf	%FN15RUN.A
Werte mit FN15	Programm-Test	%FN15SIM.A
Werte mit FN16	Programmlauf	%FN16RUN.A
Werte mit FN16	Programm-Test	%FN16SIM.A

Software für Datenübertragung

Zur Übertragung von Dateien von der TNC und zur TNC, sollten Sie die HEIDENHAIN-Software zur Datenübertragung TNCremoNT benutzen. Mit TNCremoNT können Sie über die serielle Schnittstelle oder über die Ethernet-Schnitstelle alle HEIDENHAIN-Steuerungen ansteuern.



Die aktuelle Version von TNCremo NT können Sie kostenlos von der HEIDENHAIN Filebase herunterladen (www.heidenhain.de, <Service>, <Download-Bereich>, <TNCremo NT>).

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.

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**

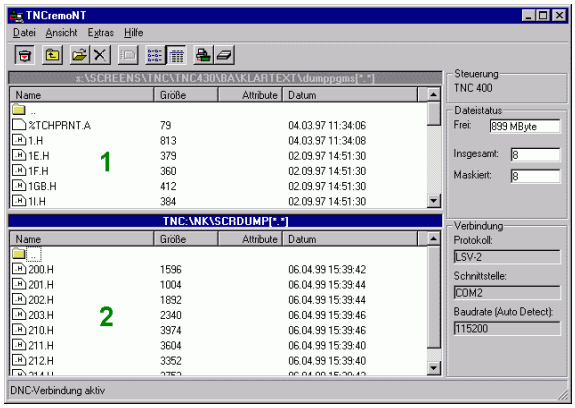
Wenn Sie die Datenübertragung von der TNC aus steuern wollen, dann bauen Sie die Verbindung auf dem PC wie folgt auf:

- 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 113) 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.



13.6 Ethernet-Schnittstelle

Einführung

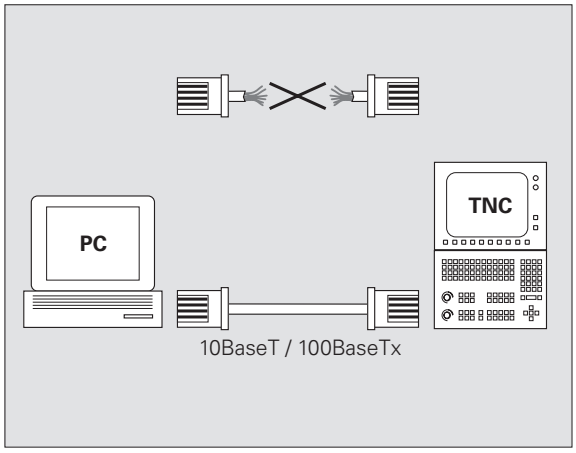
Die TNC ist standardmäßig mit einer Ethernet-Karte ausgerüstet, um die Steuerung als Client in Ihr Netzwerk einzubinden. Die TNC überträgt Daten über die Ethernet-Karte mit

- dem **smb**-Protokoll (**s**erver **m**essage **b**lock) für Windows-Betriebssysteme, oder
- 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 oder direkt mit einem PC verbinden. Der Anschluss ist galvanisch von der Steuerungselektronik getrennt.

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).

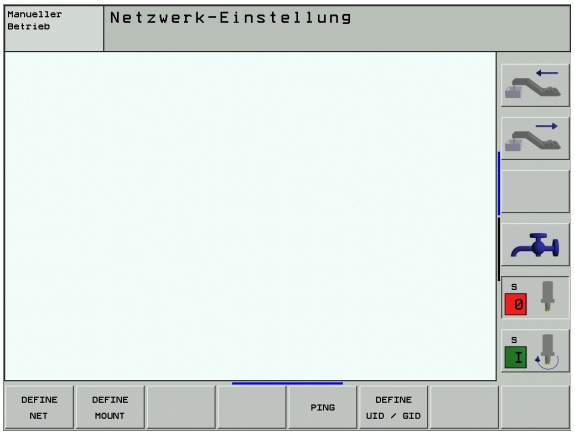
Wenn Sie die TNC direkt mit einem PC verbinden, müssen Sie ein gekreuztes Kabel verwenden.

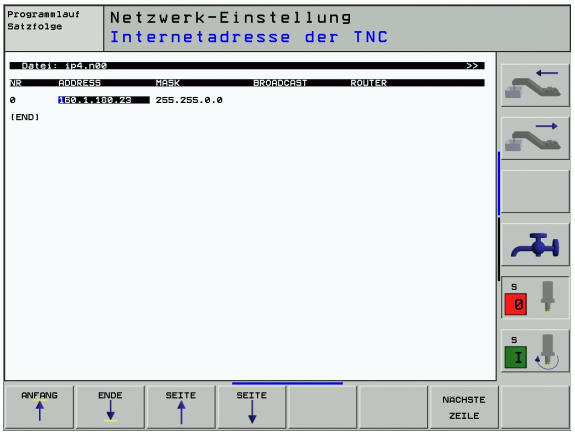
iTNC direkt mit einem Windows PC verbinden

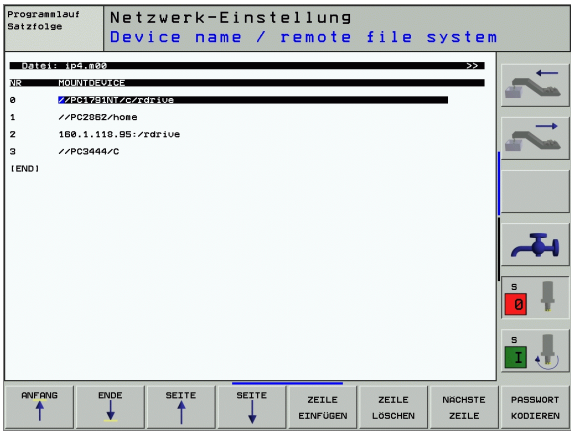
Sie können ohne großen Aufwand und ohne Netzwerk-Kenntnisse die iTNC 530 direkt mit einem PC verbinden, der mit einer Ethernet-Karte ausgerüstet ist. Dazu müssen Sie lediglich einige Einstellungen auf der TNC und die dazu passenden Einstellungen auf dem PC durchführen.

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







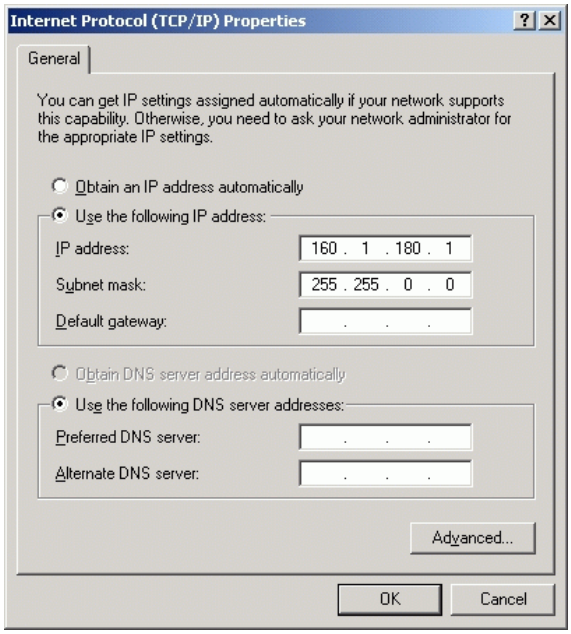
Die Parameter **username**, **workgroup** und **password** müssen nicht in allen Windows Betriebssystemen angegeben werden.

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 ihrem 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

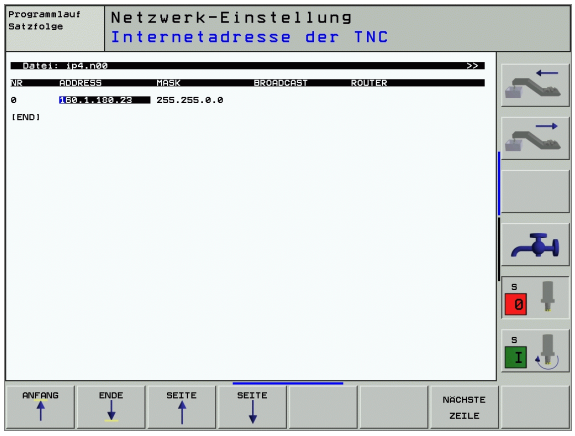
TNC konfigurieren

Konfiguration der Zwei-Prozessor-Version: Siehe „Netzwerk-Einstellungen", Seite 615.

Lassen Sie die TNC von einem Netzwerk-Spezialisten konfigurieren.

Beschten Sie, dass die TNC einen autamtischen Warmstart durchführt, wenn Sie die IP-Adresse der TNC ändern.

- 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:

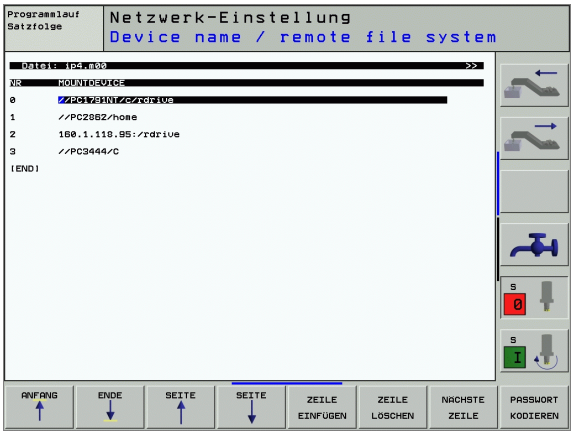
Einstellung	Bedeutung
ADDRESS	Adresse, die Ihr Netzwerk-Spezialist für die TNC vergeben muss. Eingabe: Vier durch Punkt getrennte Zahlenwerte, z.B. 160.1.180.20. Alternativ kann die TNC die IP-Adresse auch dynamisch von einem DHCP-Server beziehen. In diesem Fall **DHCP** eintragen. Anmerkung: Die DHCP-Anbindung ist eine FCL 2-Funktion.
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	Name einer Domäne Ihres Firmennetzwerkes

Einstellung	Bedeutung
NAMESERVER	Netzwerkadresse des Domainservers. Sind DOMAIN und NAMESERVER definiert, können Sie in der Mount-Tabelle die symbolischen Rechnernamen verwenden, so dass die Eingabe der IP-Adresse entfällt. Alternativ können Sie auch DHCP für die dynamische Verwaltung zuweisen

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: 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 ■ Anbindung über smb: 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. **NFS**: **N**etwork **F**ile **S**ystem **SMB**: **S**erver **M**essage **B**lock (Windows-Protokoll)

Einstellung	Bedeutung
OPTIONS bei FILESYSTEM-TYPE=nfs	Angaben ohne Leerzeichen, durch Komma getrennt und hintereinander geschrieben. Groß- / Kleinschreibung beachten. **RSIZE=**: Paketgröße für Datenempfang in Byte. Eingabebereich: 512 bis 8 192 **WSIZE=**: Paketgröße für Datenversand in Byte. Eingabebereich: 512 bis 8 192 **TIMEO=**: 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 **SOFT=**: Definition, ob die TNC den Remote Procedure Call solange wiederholen soll, bis der NFS-Server antwortet. soft eingetragen: Remote Procedure Call nicht wiederholen soft nicht eingetragen: Remote Procedure Call immer wiederholen
OPTIONS bei FILESYSTEM-TYPE=smb zur direkten Anbindung an Windows-Netzwerke	Angaben ohne Leerzeichen, durch Komma getrennt und hintereinander geschrieben. Groß- / Kleinschreibung beachten. **IP=**: ip-Adresse des PC's, mit dem die TNC verbunden werden soll **USERNAME=**: Benutzername mit dem sich die TNC anmeldem soll **WORKGROUP=**: Arbeitsgruppe unter der sich die TNC anmelden soll **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. 0: Nicht automatisch verbinden 1: Automatisch verbinden



Die Einträge **USERNAME**, **WORKGROUP** und **PASSWORD** in der Spalte OPTIONS können bei Windows 95- und Windows 98-Netzwerken evtl. entfallen.

Über den Softkey PASSWORT KODIEREN können Sie das unter OPTIONS definierte Passwort verschlüsseln.

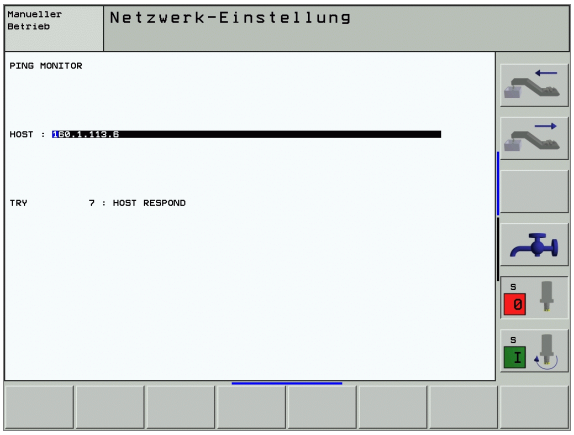
Netzwerk-Identifikation definieren

- Softkey DEFINE UID / GID zur Eingabe der Netzwerk-Identifikation drücken

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. **USER**: Die Anmeldung erfolgt mit der USER-Identifikation **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

13.7 PGM MGT konfigurieren

Anwendung

Über die MOD-Funktion legen Sie fest, welche Verzeichnisse bzw. Dateien von der TNC angezeigt werden 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 „Arbeiten mit der Datei-Verwaltung", Seite 101.

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

Abhängige Dateien

Abhängige Dateien haben zusätzlich zur Dateikennung die Endung **.SEC.DEP** (**SEC**tion = engl. Gliederung, **DEP**endent = engl. abhängig). Folgende unterschiedliche Typen stehen zur Verfügung:

- **.H.SEC.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
- **.T.SEC.DEP**: Werkzeug-Einsatzdatei für einzelne Klartext-Dialog-Programme
  Dateien mit der Endung **.T.DEP** erzeugt die TNC, wenn
  - Bit2 des Maschinen-Parameters 7246=1 gesetzt ist
  - Bearbeitungszeit ermitteln in der Betriebsart **Programm-Test** aktiv ist
  - ein Klartext-Dialog-Programm in der Betriebsart **Programm-Test** abgearbeitet wird
- **.P.T.SEC.DEP**: Werkzeug-Einsatzdatei für eine komplette Palette
  Dateien mit der Endung **.P.T.DEP** erzeugt die TNC, wenn Sie in einer Programmlauf-Betriebsart die Werkzeug-Einsatzprüfung (siehe „Werkzeug-Einsatzprüfung" auf Seite 565) für einen Paletteneintrag der aktiven Paletten-Datei durchführen. In dieser Datei ist dann die Summe aller Werkzeug-Einsatzzeiten aufgeführt, also die Einsatzzeiten aller Werkzeuge, die Sie innerhalb der Palette verwenden

In einer Werkzeug-Einsatzdatei speichert die TNC folgende Informationen:

Spalte	Bedeutung
TOKEN	■ **TOOL**: Werkzeug-Einsatzzeit pro **TOOL CALL**. Die Einträge sind in chronologischer Reihenfolge aufgelistet ■ **TTOTAL**: Gesamte Einsatzzeit eines Werkzeugs ■ **STOTAL**: Aufruf eines Unterprogramms (einschließlich Zyklen); die Einträge sind in chronologischer Reihenfolge aufgelistet
TNR	Werkzeug-Nummer (**–1**: noch kein Werkzeug eingewechselt)
IDX	Werkzeug-Index
NAME	Werkzeug-Name aus der Werkzeug-Tabelle
TIME	Werkzeugeinsatz-Zeit in Sekunden
RAD	**Werkzeug-Radius R** + **Aufmaß Werkzeug-Radius DR** aus der Werkzeug-Tabelle. Einheit ist 0.1 µm

Spalte	Bedeutung
BLOCK	Satznummer, in dem der **TOOL CALL**-Satz programmiert wurde
PATH	■ **TOKEN** = **TOOL**: Pfadname des aktiven Haupt- bzw. Unterprogramms ■ TOKEN = **STOTAL**: Pfadname des Unterprogramms

Werkzeug-Einsatzprüfung

Über den Softkey WERKZEUG EINSATZ PRÜFUNG können sie vor dem Start eines Programmes in der Betriebsart Abarbeiten prüfen, ob die verwendeten Werkzeuge noch über genügend Reststandzeit verfügen. Die TNC vergleicht hierbei die Standzeit-Istwerte aus der Werkzeug-Tabelle, mit den Sollwerten aus der Werkzeug-Einsatzdatei.

Die TNC zeigt ggf. in einem Überblendfenster an, wenn die Reststandzeit eines Werkzeuges zu klein ist.

Bei der Werkzeug-Einsatzprüfung einer Paletten-Datei stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

- Hellfeld steht in der Paletten-Datei auf einem Paletten-Eintrag: Die TNC führt für die Werkzeug-Einsatzprüfung für die komplette Palette durch
- Hellfeld steht in der Paletten-Datei auf einem Programm-Eintrag: Die TNC führt nur für das angewählte Programm die Werkzeug-Einsatzprüfung durch

MOD-Einstellung Abhängige Dateien ändern

- 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 (nur wenn **Abhängige Dateien** auf **AUTOMATISCH** gestellt ist).

13.8 Maschinenspezifische Anwenderparameter

Anwendung

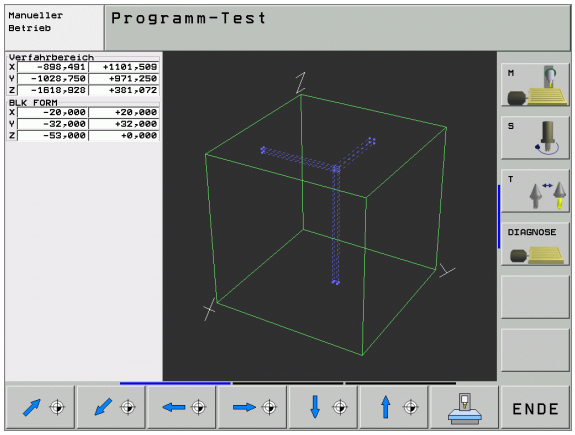
Um die Einstellung maschinenspezifischer Funktionen für den Anwender zu ermöglichen, kann Ihr Maschinenhersteller bis zu 16 Maschinen-Parameter als Anwender-Parameter definieren.



Diese Funktion steht nicht bei allen TNC's zur Verfügung. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

13.9 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.

Die TNC stellt einen transparenten Quader als Arbeitsraum dar, dessen Maße in der Tabelle **Verfahrbereich** aufgeführt sind (Standardfarbe: Grün). 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 (Standardfarbe: Weiß).

Ein weiterer transparenter Quader stellt das Rohteil dar, dessen Abmaße in der Tabelle **BLK FORM** aufgeführt sind (Standardfarbe: Blau). Die Abmaße übernimmt die TNC aus der Rohteil-Definition des angewählten Programms. Der Rohteil-Quader definiert das Eingabe-Koordinatensystem, dessen Nullpunkt innerhalb des Verfahrbereichs-Quaders liegt. Die Lage des aktiven Nullpunkts innerhalb des Verfahrbereiches 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 nachfolgenden Tabelle 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	
Rohteil nach oben verschieben	

Funktion	Softkey
Rohteil nach unten verschieben	
Rohteil bezogen auf den gesetzten Bezugspunkt anzeigen	
Gesamten Verfahrbereich bezogen auf das dargestellte Rohteil anzeigen	
Maschinen-Nullpunkt im Arbeitsraum anzeigen	
Vom Maschinenhersteller festgelegte Position (z.B. Werkzeug- Wechselpunkt) im Arbeitsraum anzeigen	
Werkstück-Nullpunkt im Arbeitsraum anzeigen	
Arbeitsraum-Überwachung beim Programm-Test einschalten (EIN)/ ausschalten (AUS)	

Gesamte Darstellung drehen

Auf der dritten Softkey-Leiste stehen Ihnen Funktionen zur Verfügung, mit denen Sie die Gesamtdarstellung drehen und kippen können:

Funktion	Softkeys
Darstellung vertikal drehen	
Darstellung horizontal kippen	

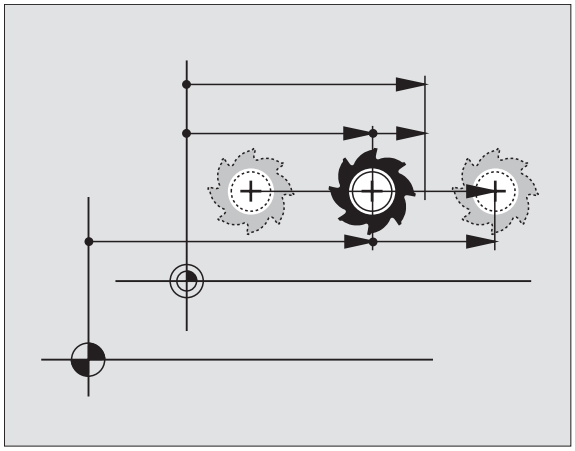
13.10 Positions-Anzeige wählen

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.

13.11 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.

13.12 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

13.13 Achsauswahl für L-Satz-Generierung

Anwendung

Im Eingabe-Feld für die Achsauswahl legen Sie fest, welche Koordinaten der aktuellen Werkzeug-Position in einen L-Satz übernommen werden. Die Generierung eines separaten L-Satzes erfolgt mit der Taste „Ist-Position übernehmen“. Die Auswahl der Achsen erfolgt wie bei Maschinen-Parametern bitorientiert:

Achsauswahl %11111: X, Y, Z, IV., V. Achse übernehmen

Achsauswahl %01111: X, Y, Z, IV. Achse übernehmen

Achsauswahl %00111: X, Y, Z Achse übernehmen

Achsauswahl %00011: X, Y Achse übernehmen

Achsauswahl %00001: X Achse übernehmen

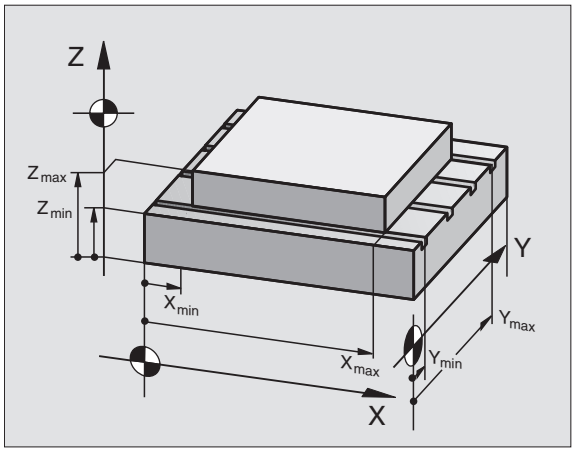
13.14 Verfahrbereichs-Begrenzungen eingeben, Nullpunkt-Anzeige

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

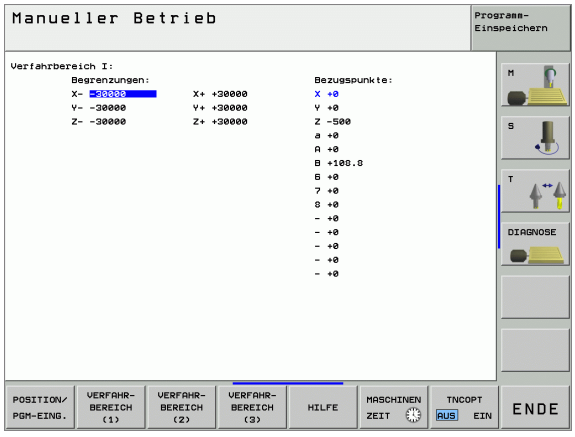
Für Koordinatenachsen, die ohne Verfahrbereichs-Begrenzungen verfahren werden sollen, geben Sie den maximalen Verfahrweg der TNC (+/- 99999 mm) als VERFAHRBEREICH ein.

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.

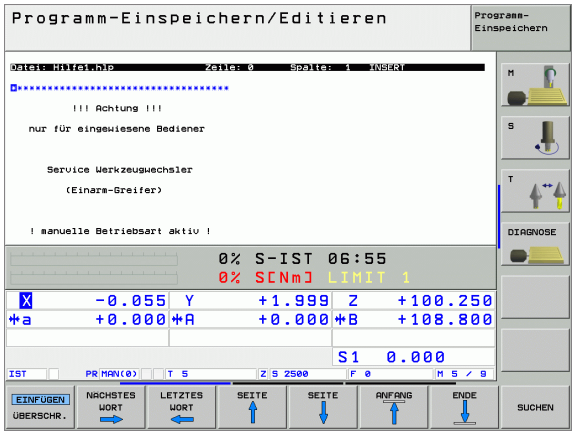


Die angezeigten Werte sind abhängig von Ihrer Maschinen-Konfiguration. Beachten Sie die Hinweise in Kapitel 2 (siehe „Erläuterung zu den in der Preset-Tabelle gespeicherten Werten" auf Seite 74)

13.15 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

HILFE

- Wählen der zuletzt aktiven HILFE-Datei: Softkey HILFE drücken
- Falls nötig, Datei Verwaltung aufrufen (Taste PGM MGT) und andere Hilfe-Datei wählen

13.16 Betriebszeiten anzeigen

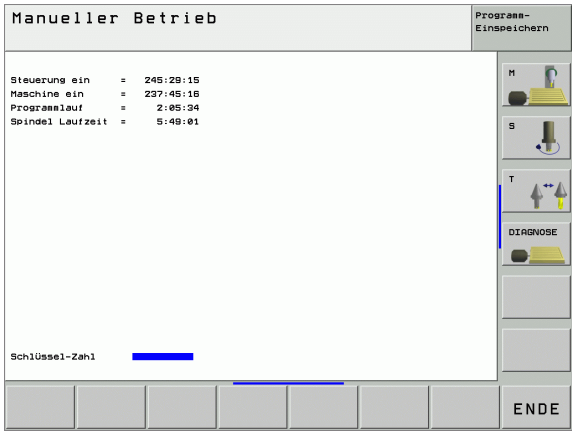
Anwendung



Der Maschinenhersteller kann noch zusätzliche Zeiten anzeigen lassen. Maschinenhandbuch beachten!

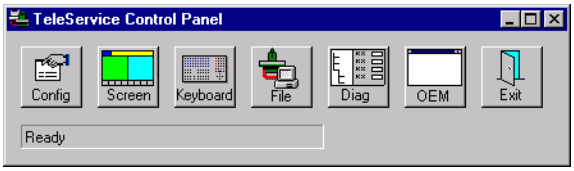
Über den Softkey MASCHINEN ZEIT können Sie sich verschiedene Betriebszeiten anzeigen lassen:

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



13.17 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

13.18 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

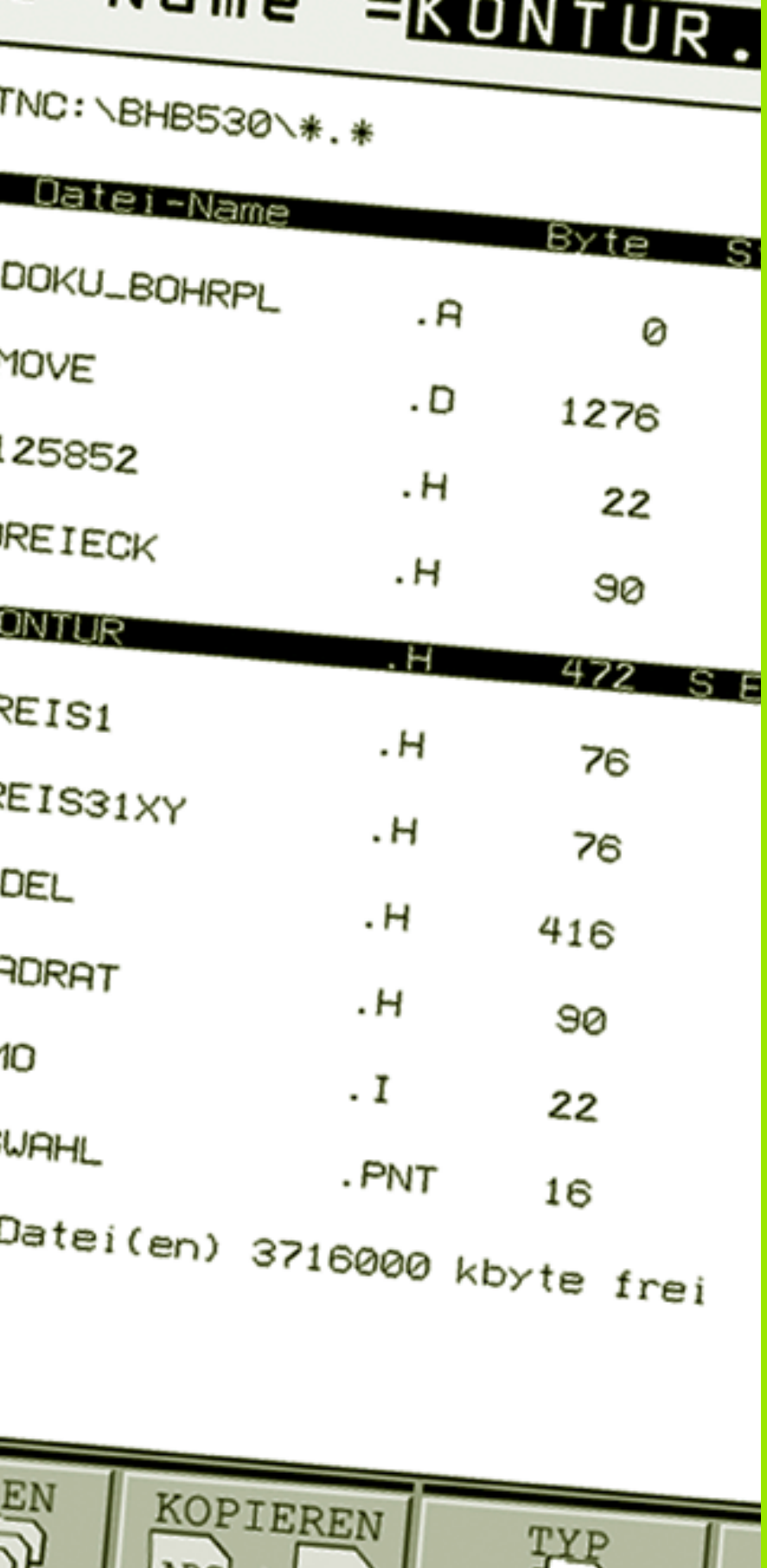
```
REMOTE.TNCPASSWORD=KR1402
REMOTE.TNCPRIVATEPATH=TNC:\RK
```

Externen Zugriff erlauben/sperren

- Beliebige Maschinenbetriebsart wählen
- MOD-Funktion wählen: Taste MOD drücken

EXTERNER ZUGRIFF AUS EIN

- 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



14

Tabellen und Übersichten

14.1 Allgemeine Anwenderparameter

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

Typische Anwenderparameter sind z.B.

- die Dialogsprache
- das Schnittstellen-Verhalten
- 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** 7 Datenbit (ASCII-Code, 8.bit = Parität): **+0** 8 Datenbit (ASCII-Code, 9.bit = Parität): **+1** Block-Check-Charakter (BCC) beliebig:**+0** Block-Check-Charakter (BCC) Steuerzeichen nicht erlaubt: **+2** Übertragungs-Stop durch RTS aktiv: **+4** Übertragungs-Stop durch RTS nicht aktiv: **+0** Übertragungs-Stop durch DC3 aktiv: **+8** Übertragungs-Stop durch DC3 nicht aktiv: **+0** Zeichenparität geradzahlig: **+0** Zeichenparität ungeradzahlig: **+16** Zeichenparität unerwünscht: **+0** Zeichenparität erwünscht: **+32** Anzahl der Stopp-Bits, die am Ende eines Zeichens gesendet werden: 1 Stoppbit: **+0** 2 Stoppbits: **+64** 1 Stoppbit: **+128** 1 Stoppbit: **+192** Beispiel: TNC-Schnittstelle EXT2 (MP 5020.1) auf externes Fremdgerät mit folgender Einstellung anpassen: 8 Datenbit, BCC beliebig, Übertragungs-Stop durch DC3, geradzahlige Zeichenparität, Zeichenparität erwünscht, 2 Stoppbit Eingabe für **MP 5020.1**: 1+0+8+0+32+64 = **105**
Schnittstellen-Typ für EXT1 (5030.0) und EXT2 (5030.1) festlegen	**MP5030.x** Standard-Übertragung: **0** Schnittstelle für blockweises Übertragen: **1**

3D-Tastsysteme	
Übertragungsart wählen	**MP6010** Tastsystem mit Kabel-Übertragung: **0** Tastsystem mit Infrarot-Übertragung: **1**
Antastvorschub für schaltendes Tastsystem	**MP6120** **1** bis **3 000** [mm/min]
Maximaler Verfahrweg zum Antastpunkt	**MP6130** **0,001** bis **99 999,9999** [mm]
Sicherheitsabstand zum Antastpunkt bei automatischem Messen	**MP6140** **0,001** bis **99 999,9999** [mm]
Eilgang zum Antasten für schaltendes Tastsystem	**MP6150** **1** bis **300 000** [mm/min]

3D-Tastsysteme	
Vorpositionieren mit Maschinen-Eilgang	**MP6151** Vorpositionieren mit Geschwindigkeit aus **MP6150**: **0** Vorpositionieren mit Maschinen-Eilgang: **1**
Tastsystem-Mittenversatz messen beim Kalibrieren des schaltenden Tastsystems	**MP6160** Keine 180°-Drehung des 3D-Tastsystems beim Kalibrieren: **0** M-Funktion für 180°-Drehung des Tastsystems beim Kalibrieren: **1** bis **999**
M-Funktion um Infrarottaster vor jedem Messvorgang zu orientieren	**MP6161** Funktion inaktiv: **0** Orientierung direkt über die NC: **-1** M-Funktion für Orientierung des Tastsystems: **1 bis 999**
Orientierungswinkel für den Infrarottaster	**MP6162** **0** bis **359,9999** [°]
Differenz zwischen aktuellem Orientierungswinkel und Orientierungswinkel aus MP 6162 ab dem eine Spindelorientierung durchgeführt werden soll	**MP6163** **0** bis **3,0000** [°]
Automatik-Betrieb: Infrarottaster vor dem Antasten automatisch auf die programmierte Antastrichtung orientieren	**MP6165** Funktion inaktiv: **0** Infrarottaster orientieren: **1**
Manueller Betrieb: Antast-Richtung unter Berücksichtigung einer aktiven Grunddreung korrigieren	**MP6166** Funktion inaktiv: **0** Grunddrehung berücksichtigen: **1**
Mehrfachmessung für programmierbare Antastfunktion	**MP6170** **1** bis **3**
Vertrauensbereich für Mehrfachmessung	**MP6171** **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)** **0** bis **99 999,9999** [mm]
Automatischer Kalibrierzyklus: Mitte des Kalibrierrings in der Y-Achse bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt	**MP6181.x (Verfahrbereich 1) bis MP6181.2 (Verfahrbereich3)** **0** bis **99 999,9999** [mm]
Automatischer Kalibrierzyklus: Oberkante des Kalibrierrings in der Z-Achse bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt	**MP6182.x (Verfahrbereich 1) bis MP6182.2 (Verfahrbereich3)** **0** bis **99 999,9999** [mm]
Automatischer Kalibrierzyklus: Abstand unterhalb der Ringoberkante, an der die TNC die Kalibrierung durchführt	**MP6185.x (Verfahrbereich 1) bis MP6185.2 (Verfahrbereich3)** **0,1** bis **99 999,9999** [mm]
Radiusvermessung mit TT 130: Antastrichtung	**MP6505.0 (Verfahrbereich 1) bis 6505.2 (Verfahrbereich 3)** Positive Antastrichtung in der Winkel-Bezugsachse (0°-Achse): **0** Positive Antastrichtung in der +90°-Achse: **1** Negative Antastrichtung in der Winkel-Bezugsachse (0°-Achse): **2** Negative Antastrichtung in der +90°-Achse: **3**

3D-Tastsysteme	
Antastvorschub für zweite Messung mit TT 120, Stylus-Form, Korrekturen in TOOL.T	**MP6507** Antastvorschub für zweite Messung mit TT 130 berechnen, mit konstanter Toleranz: **+0** Antastvorschub für zweite Messung mit TT 130 berechnen, mit variabler Toleranz: **+1** Konstanter Antastvorschub für zweite Messung mit TT 130: **+2**
Maximal zulässiger Messfehler mit TT 130 bei der Messung mit rotierendem Werkzeug Notwendig für die Berechnung des Antastvorschubs in Verbindung mit MP6570	**MP6510.0** **0,001** bis **0,999** [mm] (Empfehlung: 0,005 mm) **MP6510.1** **0,001** bis **0,999** [mm] (Empfehlung: 0,01 mm)
Antastvorschub für TT 130 bei stehendem Werkzeug	**MP6520** **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)** **0,001** bis **99,9999** [mm]
Sicherheits-Abstand in der Spindelachse über dem Stylus des TT 130 bei Vorpositionierung	**MP6540.0** **0,001** bis **30 000,000** [mm]
Sicherheitszone in der Bearbeitungsebene um den Stylus des TT 130 bei Vorpositionierung	**MP6540.1** **0,001** bis **30 000,000** [mm]
Eilgang im Antastzyklus für TT 130	**MP6550** **10** bis **10 000** [mm/min]
M-Funktion für Spindel-Orientierung bei Einzelschneiden-Vermessung	**MP6560** **0** bis **999** **-1**: Funktion inaktiv
Messung mit rotierendem Werkzeug: Zulässige Umlaufgeschwindigkeit am Fräserumfang Notwendig für die Berechnung von Drehzahl und Antastvorschub	**MP6570** **1,000** bis **120,000** [m/min]
Messung mit rotierendem Werkzeug: Maximal zulässige Drehzahl	**MP6572** **0,000** bis **1 000,000** [U/min] Bei Eingabe 0 wird die Drehzahl auf 1000 U/min begrenzt

3D-Tastsysteme	
Koordinaten des TT-120-Stylus Mittelpunkts bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt	**MP6580.0 (Verfahrbereich 1)** X-Achse **MP6580.1 (Verfahrbereich 1)** Y-Achse **MP6580.2 (Verfahrbereich 1)** Z-Achse **MP6581.0 (Verfahrbereich 2)** X-Achse **MP6581.1 (Verfahrbereich 2)** Y-Achse **MP6581.2 (Verfahrbereich 2)** Z-Achse **MP6582.0 (Verfahrbereich 3)** X-Achse **MP6582.1 (Verfahrbereich 3)** Y-Achse **MP6582.2 (Verfahrbereich 3)** Z-Achse
Überwachung der Stellung von Dreh- und Parallelachsen	**MP6585** Funktion inaktiv: **0** Achsstellung überwachen: **1**
Dreh- und Parallelachsen definieren, die überwacht werden sollen	**MP6586.0** Stellung der A-Achse nicht überwachen: **0** Stellung der A-Achse überwachen: **1** **MP6586.1** Stellung der B-Achse nicht überwachen: **0** Stellung der B-Achse überwachen: **1** **MP6586.2** Stellung der C-Achse nicht überwachen: **0** Stellung der C-Achse überwachen: **1** **MP6586.3** Stellung der U-Achse nicht überwachen: **0** Stellung der U-Achse überwachen: **1** **MP6586.4** Stellung der V-Achse nicht überwachen: **0** Stellung der V-Achse überwachen: **1** **MP6586.5** Stellung der W-Achse nicht überwachen: **0** Stellung der W-Achse überwachen: **1**

TNC-Anzeigen, TNC-Editor	
Zyklus 17, 18 und 207: Spindelorientierung am Zyklus-Anfang	**MP7160** Spindelorientierung durchführen: **0** Keine Spindelorientierung durchführen: **1**
Programmierplatz einrichten	**MP7210** TNC mit Maschine: **0** TNC als Programmierplatz mit aktiver PLC: **1** TNC als Programmierplatz mit nicht aktiver PLC: **2**
Dialog Stromunterbrechung nach dem Einschalten quittieren	**MP7212** Mit Taste quittieren: **0** Automatisch quittieren: **1**
DIN/ISO-Programmierung: Satznummern-Schrittweite festlegen	**MP7220** **0** bis **150**
Anwahl von Datei-Typen sperren	**MP7224.0** Alle Datei-Typen über Softkey anwählbar: **+0** Anwahl von HEIDENHAIN-Programme sperren (Softkey ZEIGE .H): **+1** Anwahl von DIN/ISO-Programme sperren (Softkey ZEIGE .I): **+2** Anwahl von Werkzeug-Tabellen sperren (Softkey ZEIGE .T): **+4** Anwahl von Nullpunkt-Tabellen sperren (Softkey ZEIGE .D): **+8** Anwahl von Paletten-Tabellen sperren (Softkey ZEIGE .P): **+16** Anwahl von Text-Dateien sperren (Softkey ZEIGE .A): **+32** Anwahl von Punkte-Tabellen sperren (Softkey ZEIGE .PNT): **+64**
Editieren von Datei-Typen sperren **Hinweis:** Falls Sie Datei-Typen sperren, löscht die TNC alle Dateien dieses Typs.	**MP7224.1** Editor nicht sperren: **+0** Editor sperren für ■ HEIDENHAIN-Programme: **+1** ■ DIN/ISO-Programme: **+2** ■ Werkzeug-Tabellen: **+4** ■ Nullpunkt-Tabellen: **+8** ■ Paletten-Tabellen: **+16** ■ Text-Dateien: **+32** ■ Punkte-Tabellen: **+64**
Paletten-Tabellen konfigurieren	**MP7226.0** Paletten-Tabelle nicht aktiv: **0** Anzahl der Paletten pro Paletten-Tabelle: **1** bis **255**
Nullpunkt-Dateien konfigurieren	**MP7226.1** Nullpunkt-Tabelle nicht aktiv: **0** Anzahl der Nullpunkte pro Nullpunkt-Tabelle: **1** bis **255**
Programmlänge zur Programmüberprüfung	**MP7229.0** Sätze **100** bis **9 999**
Programmlänge, bis zu der FK-Sätze erlaubt sind	**MP7229.1** Sätze **100** bis **9 999**

TNC-Anzeigen, TNC-Editor	
Dialogsprache festlegen	**MP7230** Englisch: **0** Deutsch: **1** Tschechisch: **2** Französisch: **3** Italienisch: **4** Spanisch: **5** Portugiesisch: **6** Schwedisch: **7** Dänisch: **8** Finnisch: **9** Niederländisch: **10** Polnisch: **11** Ungarisch: **12** reserviert: **13** Russisch (kyrillischer Zeichensatz): **14** (nur möglich bei MC 422 B) Chinesisch (simplified): **15** (nur möglich bei MC 422 B) Chinesisch (traditional): **16** (nur möglich bei MC 422 B) Slowenisch: **17** (nur möglich bei MC 422 B, **Software-Option**)
Interne Uhrzeit der TNC einstellen	**MP7235** Weltzeit (Greenwich time): **0** Mitteleuropäische Zeit (MEZ): **1** Mitteleuropäische Sommerzeit: **2** Zeit-Unterschied zur Weltzeit: **-23** bis **+23** [Stunden]
Werkzeug-Tabelle konfigurieren	**MP7260** Nicht aktiv: **0** Anzahl der Werkzeuge, die die TNC beim Öffnen einer neuen Werkzeug-Tabelle generiert: **1** bis **254** Wenn Sie mehr als 254 Werkzeuge benötigen, können Sie die Werkzeug-Tabelle erweitern mit der Funktion N ZEILEN AM ENDE ANFÜGEN, siehe „Werkzeug-Daten", Seite 165
Werkzeug-Platztabelle konfigurieren	**MP7261.0 (Magazin 1)** **MP7261.1 (Magazin 2)** **MP7261.2 (Magazin 3)** **MP7261.3 (Magazin 4)** Nicht aktiv: **0** Anzahl der Plätze im Werkzeug-Magazin: **1** bis **254** 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 Korrektur-daten abzulegen	**MP7262** Nicht indizieren: **0** Anzahl der erlaubten Indizierung: **1** bis **9**
Softkey Platztabelle	**MP7263** Softkey PLATZ TABELLE in der Werkzeug-Tabelle anzeigen: **0** Softkey PLATZ TABELLE in der Werkzeug-Tabelle nicht anzeigen: **1**

TNC-Anzeigen, TNC-Editor

Werkzeug-Tabelle konfigurieren (Nicht aufführen: 0); Spalten-Nummer in der Werkzeug-Tabelle für	**MP7266.0** Werkzeug-Name – NAME: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 16 Zeichen **MP7266.1** Werkzeug-Länge – L: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 11 Zeichen **MP7266.2** Werkzeug-Radius – R: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 11 Zeichen **MP7266.3** Werkzeug-Radius 2 – R2: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 11 Zeichen **MP7266.4** Aufmaß Länge – DL: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 8 Zeichen **MP7266.5** Aufmaß Radius – DR: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 8 Zeichen **MP7266.6** Aufmaß Radius 2 – DR2: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 8 Zeichen **MP7266.7** Werkzeug gesperrt – TL: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 2 Zeichen **MP7266.8** Schwester-Werkzeug – RT: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 3 Zeichen **MP7266.9** Maximale Standzeit – TIME1: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 5 Zeichen **MP7266.10** Max. Standzeit bei TOOL CALL – TIME2: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 5 Zeichen **MP7266.11** Aktuelle Standzeit – CUR. TIME: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 8 Zeichen **MP7266.12** Werkzeug-Kommentar – DOC: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 16 Zeichen **MP7266.13** Anzahl der Schneiden – CUT.: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 4 Zeichen **MP7266.14** Toleranz für Verschleiß-Erkennung Werkzeug-Länge – LTOL: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 6 Zeichen **MP7266.15** Toleranz für Verschleiß-Erkennung Werkzeug-Radius – RTOL: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 6 Zeichen

TNC-Anzeigen, TNC-Editor

Werkzeug-Tabelle konfigurieren (Nicht aufführen: 0); Spalten-Nummer in der Werkzeug-Tabelle für

MP7266.16
Schneid-Richtung – DIRECT.: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 7 Zeichen
MP7266.17
PLC-Status – PLC: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 9 Zeichen
MP7266.18
Zusätzlicher Versatz des Werkzeugs in der Werkzeugachse zu MP6530 – TT:L-OFFS: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 11 Zeichen
MP7266.19
Versatz des Werkzeugs zwischen Stylus-Mitte und Werkzeug-Mitte – TT:R-OFFS: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 11 Zeichen
MP7266.20
Toleranz für Bruch-Erkennung Werkzeug-Länge – LBREAK.: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 6 Zeichen
MP7266.21
Toleranz für Bruch-Erkennung Werkzeug-Radius – RBREAK: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 6 Zeichen
MP7266.22
Schneidenlänge (Zyklus 22) – LCUTS: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 11 Zeichen
MP7266.23
Maximaler Eintauchwinkel (Zyklus 22) – ANGLE.: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 7 Zeichen
MP7266.24
Werkzeug-Typ –TYP: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 5 Zeichen
MP7266.25
Werkzeug-Schneidstoff – TMAT: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 16 Zeichen
MP7266.26
Schnittdaten-Tabelle – CDT: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 16 Zeichen
MP7266.27
PLC-Wert – PLC-VAL: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 11 Zeichen
MP7266.28
Taster-Mittenversatz Hauptachse – CAL-OFF1: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 11 Zeichen
MP7266.29
Taster-Mittenversatz Nebenachse – CALL-OFF2: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 11 Zeichen
MP7266.30
Spindelwinkel beim Kalibrieren – CALL-ANG: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 11 Zeichen
MP7266.31
Werkzeug-Typ für die Platz-Tabelle – PTYP: **0** bis **32**; Spaltenbreite: 2 Zeichen
MP7266.32
Begrenzung Spindeldrehzahl – NMAX: **–** bis **999999**; Spaltenbreite: 6 Zeichen
MP7266.33
Freifahren bei NC-Stop – LIFTOFF: **Y** / **N**; Spaltenbreite: 1 Zeichen
MP7266.34
Maschinenabhängige Funktion – P1: **-99999.9999** bis **+99999.9999**; Spaltenbreite: 10 Zeichen
MP7266.35
Maschinenabhängige Funktion – P2: **-99999.9999** bis **+99999.9999**; Spaltenbreite: 10 Zeichen
MP7266.36
Maschinenabhängige Funktion – P3: **-99999.9999** bis **+99999.9999**; Spaltenbreite: 10 Zeichen
MP7266.37
Werkzeugspezifische Kinematikbeschreibung – KINEMATIC: **Name der Kinematik-Beschreibung**; Spaltenbreite: 16 Zeichen
MP7266.38
Spitzenwinkel T_ANGLE: **0** bis **180**; Spaltenbreite: 9 Zeichen
MP7266.39
Gewindesteigung PITCH: **0** bis **99999.9999**; Spaltenbreite: 10 Zeichen

TNC-Anzeigen, TNC-Editor

Werkzeug-Platztabelle konfigurieren (nicht aufführen: 0); Spalten-Nummer in der Platz-Tabelle für	**MP7267.0** Werkzeugnummer – T: **0** bis **7** **MP7267.1** Sonderwerkzeug – ST: **0** bis **7** **MP7267.2** Festplatz – F: **0** bis **7** **MP7267.3** Platz gesperrt – L: **0** bis **7** **MP7267.4** PLC – Status – PLC: **0** bis **7** **MP7267.5** Werkzeugname aus der Werkzeug-Tabelle – TNAME: **0** bis **7** **MP7267.6** Kommentar aus der Werkzeug-Tabelle – DOC: **0** bis **77** **MP7267.7** Werkzeugtyp – PTYP: **0** bis **99** **MP7267.8** Wert für PLC – P1: **-99999.9999** bis **+99999.9999** **MP7267.9** Wert für PLC – P2: **-99999.9999** bis **+99999.9999** **MP7267.10** Wert für PLC – P3: **-99999.9999** bis **+99999.9999** **MP7267.11** Wert für PLC – P4: **-99999.9999** bis **+99999.9999** **MP7267.12** Wert für PLC – P5: **-99999.9999** bis **+99999.9999** **MP7267.13** Reservierter Platz – RSV: **0** bis **1** **MP7267.14** Platz oben sperren – LOCKED_ABOVE: **0** bis **65535** **MP7267.15** Platz unten sperren – LOCKED_BELOW: **0** bis **65535** **MP7267.16** Platz links sperren – LOCKED_LEFT: **0** bis **65535** **MP7267.17** Platz rechts sperren – LOCKED_RIGHT: **0** bis **65535**
Betriebsart Manueller Betrieb: Anzeige des Vorschubs	**MP7270** Vorschub F nur anzeigen, wenn Achsrichtungs-Taste gedrückt wird: **0** Vorschub F anzeigen, auch wenn keine Achsrichtungs-Taste gedrückt wird (Vorschub, der über Softkey F definiert wurde oder Vorschub der „langsamsten“ Achse): **1**
Dezimalzeichen festlegen	**MP7280** Komma als Dezimalzeichen anzeigen: **0** Punkt als Dezimalzeichen anzeigen: **1**
Positions-Anzeige in der Werkzeugachse	**MP7285** Anzeige bezieht sich auf den Werkzeug-Bezugspunkt: **0** Anzeige in der Werkzeugachse bezieht sich auf die Werkzeug-Stirnfläche: **1**

TNC-Anzeigen, TNC-Editor	
Anzeigeschritt für die Spindelposition	**MP7289** 0,1 °: **0** 0,05 °: **1** 0,01 °: **2** 0,005 °: **3** 0,001 °: **4** 0,0005 °: **5** 0,0001 °: **6**
Anzeigeschritt	**MP7290.0 (X-Achse) bis MP7290.13 (14. Achse)** 0,1 mm: **0** 0,05 mm: **1** 0,01 mm: **2** 0,005 mm: **3** 0,001 mm: **4** 0,0005 mm: **5** 0,0001 mm: **6**
Bezugspunkt-Setzen in der Preset-Tabelle sperren	**MP7294** Bezugspunkt-Setzen nicht sperren: **+0** Bezugspunkt-Setzen in der X-Achse sperren: **+1** Bezugspunkt-Setzen in der Y-Achse sperren: **+2** Bezugspunkt-Setzen in der Z-Achse sperren: **+4** Bezugspunkt-Setzen in der IV. Achse sperren: **+8** Bezugspunkt-Setzen in der V. Achse sperren: **+16** Bezugspunkt-Setzen in der 6. Achse sperren: **+32** Bezugspunkt-Setzen in der 7. Achse sperren: **+64** Bezugspunkt-Setzen in der 8. Achse sperren: **+128** Bezugspunkt-Setzen in der 9. Achse sperren: **+256** Bezugspunkt-Setzen in der 10. Achse sperren: **+512** Bezugspunkt-Setzen in der 11. Achse sperren: **+1024** Bezugspunkt-Setzen in der 12. Achse sperren: **+2048** Bezugspunkt-Setzen in der 13. Achse sperren: **+4096** Bezugspunkt-Setzen in der 14. Achse sperren: **+8192**
Bezugspunkt-Setzen sperren	**MP7295** Bezugspunkt-Setzen nicht sperren: **+0** Bezugspunkt-Setzen in der X-Achse sperren: **+1** Bezugspunkt-Setzen in der Y-Achse sperren: **+2** Bezugspunkt-Setzen in der Z-Achse sperren: **+4** Bezugspunkt-Setzen in der IV. Achse sperren: **+8** Bezugspunkt-Setzen in der V. Achse sperren: **+16** Bezugspunkt-Setzen in der 6. Achse sperren: **+32** Bezugspunkt-Setzen in der 7. Achse sperren: **+64** Bezugspunkt-Setzen in der 8. Achse sperren: **+128** Bezugspunkt-Setzen in der 9. Achse sperren: **+256** Bezugspunkt-Setzen in der 10. Achse sperren: **+512** Bezugspunkt-Setzen in der 11. Achse sperren: **+1024** Bezugspunkt-Setzen in der 12. Achse sperren: **+2048** Bezugspunkt-Setzen in der 13. Achse sperren: **+4096** Bezugspunkt-Setzen in der 14. Achse sperren: **+8192**
Bezugspunkt-Setzen mit orangenen Achstasten sperren	**MP7296** Bezugspunkt-Setzen nicht sperren: **0** Bezugspunkt-Setzen über orangefarbige Achstasten sperren: **1**

TNC-Anzeigen, TNC-Editor	
Status-Anzeige, Q-Parameter, Werkzeugdaten und Bearbeitungszeit rücksetzen	**MP7300** Alles rücksetzen, wenn Programm angewählt wird: **0** Alles rücksetzen, wenn Programm angewählt wird und bei M02, M30, END PGM: **1** Nur Status-Anzeige, Bearbeitungszeit und Werkzeugdaten rücksetzen, wenn Programm angewählt wird: **2** Nur Status-Anzeige, Bearbeitungszeit und Werkzeugdaten rücksetzen, wenn Programm angewählt wird und bei M02, M30, END PGM: **3** Status-Anzeige, Bearbeitungszeit und Q-Parameter rücksetzen, wenn Programm angewählt wird: **4** Status-Anzeige, Bearbeitungszeit und Q-Parameter rücksetzen, wenn Programm angewählt wird und bei M02, M30, END PGM: **5** Status-Anzeige und Bearbeitungszeit rücksetzen, wenn Programm angewählt wird: **6** Status-Anzeige und Bearbeitungszeit rücksetzen, wenn Programm angewählt wird und bei M02, M30, END PGM: **7**
Festlegungen für Grafik-Darstellung	**MP7310** Grafische Darstellung in drei Ebenen nach DIN 6, Teil 1, Projektionsmethode 1: **+0** Grafische Darstellung in drei Ebenen nach DIN 6, Teil 1, Projektionsmethode 2: **+1** Neue BLK FORM bei Zykl. 7 NULLPUNKT bezogen auf den alten Nullpunkt anzeigen: **+0** Neue BLK FORM bei Zykl. 7 NULLPUNKT bezogen auf den neuen Nullpunkt anzeigen: **+4** Cursorposition bei der Darstellung in drei Ebenen nicht anzeigen: **+0** Cursorposition bei der Darstellung in drei Ebenen anzeigen: **+8** Software-Funktionen der neuen 3D-Grafik aktiv: **+0** Software-Funktionen der neuen 3D-Grafik inaktiv: **+16**
Begrenzung der zu simulierenden Schneidlänge eines Werkzeuges. Nur wirksam, wenn kein LCUTS definiert ist	**MP7312** **0** bis **99 999,9999** [mm] Faktor mit dem der Werkzeug-Durchmesser multipliziert wird, um die Simulationsgeschwindigkeit zu erhöhen. Bei Eingabe von 0 nimmt die TNC eine unendlich lange Schneidlänge an, was die Simulationsgeschwindigkeit erhöht.
Grafische Simulation ohne programmierte Spindelachse: Werkzeug-Radius	**MP7315** **0** bis **99 999,9999** [mm]
Grafische Simulation ohne programmierte Spindelachse: Eindringtiefe	**MP7316** **0** bis **99 999,9999** [mm]
Grafische Simulation ohne programmierte Spindelachse: M-Funktion für Start	**MP7317.0** **0** bis **88** (0: Funktion nicht aktiv)

TNC-Anzeigen, TNC-Editor	
Grafische Simulation ohne programmierte Spindelachse: M-Funktion für Ende	**MP7317.1** **0** bis **88** (0: Funktion nicht aktiv)
Bildschirmschoner einstellen Geben Sie die Zeit ein, nach der die TNC den Bildschirmschoner aktivieren soll	**MP7392** **0** bis **99** [min] (0: Funktion nicht aktiv)

Bearbeitung und Programmlauf	
Wirksamkeit Zyklus 11 MASSFAKTOR	**MP7410** MASSFAKTOR wirkt in 3 Achsen: **0** MASSFAKTOR wirkt nur in der Bearbeitungsebene: **1**
Werkzeugdaten/Kalibrierdaten verwalten	**MP7411** Die TNC speichert die Kalibrierdaten für das 3D-Tastsystem intern: **+0** Die TNC verwendet als Kalibrierdaten für das 3D-Tastsystem die Korrekturwerte des Tastsystems aus der Werkzeug-Tabelle: **+1**
SL-Zyklen	**MP7420** Kanal um die Kontur fräsen im Uhrzeigersinn für Inseln und im Gegen-Uhrzeigersinn für Taschen: **+0** Kanal um die Kontur fräsen im Uhrzeigersinn für Taschen und im Gegen-Uhrzeigersinn für Inseln: **+1** Konturkanal vor dem Ausräumen fräsen: **+0** Konturkanal nach dem Ausräumen fräsen: **+2** Korrigierte Konturen vereinigen: **+0** Unkorrigierte Konturen vereinigen: **+4** Ausräumen jeweils bis zur Taschentiefe: **+0** Tasche vor jeder weiteren Zustellung vollständig umfräsen und ausräumen: **+8** Für die Zyklen 6, 15, 16, 21, 22, 23, 24 gilt: Werkzeug am Zyklusende auf die letzte vor dem Zyklus-Aufruf programmierte Position fahren: **+0** Werkzeug zum Zyklus-Ende nur in der Spinddelachse freifahren: **+16**
Zyklus 4 TASCHENFRAESEN, Zyklus 5 KREISTASCHE, Zyklus 6 AUSRÄUMEN: Überlappungsfaktor	**MP7430** **0,1** bis **1,414**
Zulässige Abweichung des Kreisradius am Kreis-Endpunkt im Vergleich zum Kreis-Anfangspunkt	**MP7431** **0,0001** bis **0,016** [mm]
Wirkungsweise verschiedener Zusatz-Funktionen M **Hinweis:** Die k_V-Faktoren werden vom Maschinenhersteller festgelegt. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.	**MP7440** Programmlauf-Halt bei M06: **+0** Kein Programmlauf-Halt bei M06: **+1** Kein Zyklus-Aufruf mit M89: **+0** Zyklus-Aufruf mit M89: **+2** Programmlauf-Halt bei M-Funktionen: **+0** Kein Programmlauf-Halt bei M-Funktionen: **+4** k_V-Faktoren über M105 und M106 nicht umschaltbar: **+0** k_V-Faktoren über M105 und M106 umschaltbar: **+8** Vorschub in der Werkzeugachse mit M103 F.. Reduzieren nicht aktiv: **+0** Vorschub in der Werkzeugachse mit M103 F.. Reduzieren aktiv: **+16** Genauhalt bei Positionierungen mit Drehachsen nicht aktiv: **+0** Genauhalt bei Positionierungen mit Drehachsen aktiv: **+64**

Bearbeitung und Programmlauf	
Fehlermeldung bei Zyklusaufruf	**MP7441** Fehlermeldung ausgeben, wenn kein M3/M4 aktiv: **0** Fehlermeldung unterdrücken, wenn kein M3/M4 aktiv: **+1** reserviert: **+2** Fehlermeldung unterdrücken, wenn Tiefe positiv programmiert: **+0** Fehlermeldung ausgeben, wenn Tiefe positiv programmiert: **+4**
M-Funktion für Spindel-Orientierung in den Bearbeitungszyklen	**MP7442** Funktion inaktiv: **0** Orientierung direkt über die NC: **-1** M-Funktion für die Spindel-Orientierung: **1 bis 999**
Maximale Bahngeschwindigkeit bei Vorschub-Override 100% in den Programmlauf-Betriebsarten	**MP7470** **0** bis **99 999** [mm/min]
Vorschub für Ausgleichsbewegungen von Drehachsen	**MP7471** **0** bis **99 999** [mm/min]
Kompatibilitäts-Maschinen-Parameter für Nullpunkt-Tabellen	**MP7475** Nullpunkt-Verschiebungen beziehen sich auf den Werkstück-Nullpunkt: **0** 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 70)

14.2 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		VB 365 725-xx			Adapterblock 310 085-01		VB 274 545-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	

14.3 Technische Information

Symbolerklärung

- Standard
- Achs-Option
- Software-Option 1
- Software-Option 2

Benutzer-Funktionen	
Kurzbeschreibung	■ Grundausführung: 3 Achsen plus Spindel ■ Vierte NC-Achse plus Hilfsachse oder ■ 8 weitere Achsen oder 7 weitere Achsen plus 2. Spindel ■ Digitale Strom- und Drehzahl-Regelung
Programm-Eingabe	Im HEIDENHAIN-Klartext-Dialog, mit smarT.NC und nach DIN/ISO
Positions-Angaben	■ Soll-Positionen für Geraden und Kreise in rechtwinkligen Koordinaten oder Polarkoordinaten ■ Maßangaben absolut oder inkremental ■ Anzeige und Eingabe in mm oder inch ■ Anzeige des Handrad-Wegs bei der Bearbeitung mit Handrad-Überlagerung
Werkzeug-Korrekturen	■ Werkzeug-Radius in der Bearbeitungsebene und Werkzeug-Länge ■ Radiuskorrigierte Kontur bis zu 99 Sätze vorausberechnen (M120) ■ 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 ■ Bezogen auf die Werkzeugschneide
Parallelbetrieb	Programm mit grafischer Unterstützung erstellen, während ein anderes Programm abgearbeitet wird
3D-Bearbeitung (Software-Option 2)	■ Besonders ruckfreie Bewegungsführung ■ 3D-Werkzeug-Korrektur über Flächennormalen-Vektor ■ Ändern der Schwenkkopfstellung mit dem elektronischen Handrad während des Programmlaufs; Position der Werkzeugspitze bleibt unverändert (TCPM = **T**ool **C**enter **P**oint **M**anagement) ■ Werkzeug senkrecht auf der Kontur halten ■ Werkzeug-Radiuskorrektur senkrecht zur Bewegungs- und Werkzeugrichtung ■ Spline-Interpolation
Rundtisch-Bearbeitung (Software-Option 1)	■ Programmieren von Konturen auf der Abwicklung eines Zylinders ■ Vorschub in mm/min

Benutzer-Funktionen	
Konturelemente	■ Gerade ■ Fase ■ Kreisbahn ■ Kreismittelpunkt ■ Kreisradius ■ Tangential anschließende Kreisbahn ■ Ecken-Runden
Anfahren und Verlassen der Kontur	■ Über Gerade: tangential oder senkrecht ■ Über Kreis
Freie Konturprogrammierung FK	■ Freie Konturprogrammierung FK im HEIDENHAIN-Klartext mit grafischer Unterstützung für nicht NC-gerecht bemaßte Werkstücke
Programmsprünge	■ Unterprogramme ■ Programmteil-Wiederholung ■ Beliebiges Programm als Unterprogramm
Bearbeitungs-Zyklen	■ Bohrzyklen zum Bohren, Tiefbohren, Reiben, Ausdrehen, Senken Gewindebohren mit und ohne Ausgleichsfutter ■ Zyklen zum Fräsen von Innen- und Außengewinden ■ Rechteck- und Kreistasche schruppen und schlichten ■ Zyklen zum Abzeilen ebener und schiefwinkliger Flächen ■ Zyklen zum Fräsen gerader und kreisförmiger Nuten ■ Punktemuster auf Kreis und Linien ■ Konturtasche – auch konturparallel ■ Konturzug ■ Zusätzlich können Herstellerzyklen – spezielle vom Maschinenhersteller erstellte Bearbeitungszyklen – integriert werden
Koordinaten-Umrechnung	■ Verschieben, Drehen, Spiegeln ■ Maßfaktor (achsspezifisch) ■ Schwenken der Bearbeitungsebene (Software-Option 1)
Q-Parameter Programmieren mit Variablen	■ Mathematische Funktionen =, +, –, *, /, sin α , cos α ■ Logische Verknüpfungen (=, =/, <, >) ■ Klammerrechnung ■ tan α , arcus sin, arcus cos, arcus tan, a^n, e^n, ln, log, Absolutwert einer Zahl, Konstante π , Negieren, Nachkommastellen oder Vorkommastellen abschneiden ■ Funktionen zur Kreisberechnung
Programmierhilfen	■ Taschenrechner ■ Kontextsensitive Hilfe-Funktion bei Fehlermeldungen ■ Grafische Unterstützung beim Programmieren von Zyklen ■ Kommentar-Sätze im NC-Programm
Teach-In	■ Ist-Postitionen werden direkt ins NC-Programm übernommen

Benutzer-Funktionen	
Test-Grafik Darstellungsarten	Grafische Simulation des Bearbeitungsablaufs auch wenn ein anderes Programm abgearbeitet wird ■ Draufsicht / Darstellung in 3 Ebenen / 3D-Darstellung ■ 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 Darstellungsarten	■ Grafische Darstellung des abgearbeiteten Programms in Draufsicht / Darstellung in 3 Ebenen / 3D-Darstellung
Bearbeitungszeit	■ Berechnen der Bearbeitungszeit in der Betriebsart „Programm-Test" ■ 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 ■ 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 ■ Werkstück-Schieflage manuell und automatisch kompensieren ■ Bezugspunkt manuell und automatisch setzen ■ Werkstücke automatisch vermessen ■ Zyklen zur automatischen Werkzeugvermessung

Technische-Daten	
Komponenten	■ Hauptrechner MC 422 B ■ Regler-Einheit CC 422 oder CC 424 ■ Bedienfeld ■ TFT-Farb-Flachbildschirm mit Softkeys 15,1 Zoll
Programm-Speicher	
Eingabefeinheit und Anzeigeschritt	■ bis 0,1 µm bei Linearachsen ■ 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 ■ Gerade in 5 Achsen (Export genehmigungspflichtig, Software-Option 1) ■ Kreis in 2 Achsen ■ Kreis in 3 Achsen bei geschwenkter Bearbeitungsebene (Software-Option 1) ■ Schraubenlinie: Überlagerung von Kreisbahn und Gerade ■ Spline: Abarbeiten von Splines (Polynom 3. Grades)
Satzverarbeitungszeit 3D-Gerade ohne Radiuskorrektur	■ 3,6 ms ■ 0,5 ms (Software-Option 2)
Achsregelung	■ Lageregelfeinheit: Signalperiode des Positionsmessgeräts/1024 ■ Zykluszeit Lageregler:1,8 ms ■ Zykluszeit Drehzahlregler: 600 µs ■ 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 ■ Haftreibung
Datenschnittstellen	■ je eine V.24 / RS-232-C und V.11 / RS-422 max. 115 kBaud ■ Erweiterte Datenschnittstelle mit LSV-2-Protokoll zum externenBedienen der TNC über die Datenschnittstelle mit HEIDENHAIN-Software TNCremo ■ Ethernet-Schnittstelle 100 Base T ca. 2 bis 5 MBaud (abhängig vom Dateityp und der Netzauslastung) ■ USB 2.0-Schnittstelle Zum Anschluss von Zeigegeräten (Maus)
Umgebungstemperatur	■ Betrieb: 0°C bis +45°C ■ Lagerung:–30°C bis +70°C

Zubehör	
Elektronische Handräder	■ ein **HR 420** tragbares Handrad mit Display oder ■ ein **HR 410** tragbares Handrad oder ■ ein **HR 130** Einbau-Handrad oder ■ bis zu drei **HR 150** Einbau-Handräder über Handrad-Adapter HRA 110
Tastsysteme	■ **TS 220**: schaltendes 3D-Tastsystem mit Kabelanschluss oder ■ **TS 640**: schaltendes 3D-Tastsystem mit Infrarot-Übertragung ■ **TT 130**: schaltendes 3D-Tastsystem zur Werkzeug-Vermessung

Software-Option 1	
Rundtisch-Bearbeitung	■ Programmieren von Konturen auf der Abwicklung eines Zylinders ■ 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 ■ 3D-Werkzeug-Korrektur über Flächennormalen-Vektor ■ Ändern der Schwenkkopfstellung mit dem elektronischen Handrad während des Programmlaufs; Position der Werkzeugspitze bleibt unverändert (TCPM = **T**ool **C**enter **P**oint **M**anagement) ■ Werkzeug senkrecht auf der Kontur halten ■ Werkzeug-Radiuskorrektur senkrecht zur Bewegungs- und Werkzeugrichtung ■ Spline-Interpolation
Interpolation	■ Gerade in 5 Achsen (Export genehmigungspflichtig)
Satzverarbeitungszeit	■ 0,5 ms

Option DXF-Konverter	
Aus DXF-Daten Kontur-Programme extrahieren	■ Unterstütztes Format: AC1009 (AutoCAD R12) ■ Für Klartext-Dialog- und smarT.NC-Konturprogramme ■ Komfortable Bezugspunkt-Festlegung

Option dynamische Kollisions-Überwachung (DCM)	
Kollisions-Überwachung in allen Maschinen-Betriebsarten	■ Maschinen-Hersteller definiert zu überwachende Objekte ■ Dreistufige Warnung im Manuellen Betrieb ■ Programm-Unterbrechung im Automatik-Betrieb ■ Überwachung auch von 5-Achs-Bewegungen

Option zusätzliche Dialogsprache	
Zusätzliche Dialogsprache	■ Slowenisch

Option Entwicklungsstand 2 (FCL 2)	
Freischaltung von wesentlichen Weiterentwicklungen	■ Virtuelle Werkzeugachse ■ Antast-Zyklus 441, schnelles Antasten ■ CAD offline Punktefilter ■ 3D-Liniengrafik ■ Konturtasche: Jeder Teilkontur separate Tiefe zuweisen ■ smarT.NC: Koordinaten-Transformationen ■ smarT.NC: PLANE-Funktion ■ smarT.NC: Grafisch unterstützter Satzvorlauf ■ Erweiterte USB-Funktionalität ■ Netzwerk-Einbindung über DHCP und DNS

Eingabe-Formate und Einheiten von TNC-Funktionen	
Positionen, Koordinaten, Kreisradien, Fasenlängen	-99 999.9999 bis +99 999.9999 (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/Zahn] 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 (3,0)
Q-Parameter-Nummern	0 bis 1999 (4,0)
Q-Parameter-Werte	-99 999,9999 bis +99 999,9999 (5,4)
Marken (LBL) für Programm-Sprünge	0 bis 999 (3,0)
Marken (LBL) für Programm-Sprünge	Beliebiger Textstring zwischen Hochkommas ("")
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	-9,9999999 bis +9,9999999 (1,7)
Exponent für Spline-Parameter	-255 bis 255 (3,0)
Normalenvektoren N und T bei 3D-Korrektur	-9,9999999 bis +9,9999999 (1,7)

14.4 Puffer-Batterie wechseln

Wenn die Steuerung ausgeschaltet ist, versorgt eine Puffer-Batterie die TNC mit Strom, um Daten im RAM-Speicher nicht zu verlieren.

Wenn die TNC die Meldung **Puffer-Batterie wechseln** anzeigt, müssen die Batterien ausgetauscht werden:



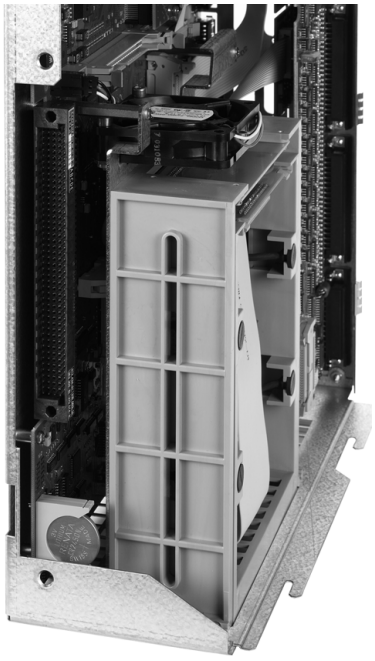
Zum Wechseln der Puffer-Batterie Maschine und TNC ausschalten!

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 B

2 Batterie wechseln; neue Batterie kann nur in der richtigen Lage eingesetzt werden





15

iTNC 530 mit Windows 2000 (Option)

15.1 Einführung

Endbenutzer-Lizenzvertrag (EULA) für Windows 2000



Beachten Sie bitte den Microsoft Endbenutzer-Lizenzvertrag (EULA), der Ihrer Maschinen-Dokumentation beiliegt.

Sie finden die EULA auch auf den Internetseiten der Fa. HEIDENHAIN unter **www.heidenhain.de**, >**Service**, >**Download-Bereich**, >**Lizenzbestimmungen**.

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 ■ Echtzeit-Betriebssystem HEROS zur Maschinensteuerung ■ PC-Betriebssystem Windows 2000 als Benutzerschnittstelle
Speicher	■ RAM-Speicher: ■ 128 MByte für Steuerungs-Anwendungen ■ 128 MByte für Windows-Anwendungen ■ Festplatte ■ 13 GByte für TNC-Dateien ■ 13 GByte für Windows-Daten, davon sind ca. 13 GByte für Anwendungen verfügbar
Datenschittstellen	■ Ethernet 10/100 BaseT (bis 100 MBit/s; abhängig von der Netzauslastung) ■ V.24-RS232C (max. 115 200 Bit/s) ■ V.11-RS422 (max. 115 200 Bit/s) ■ 2 x USB ■ 2 x PS/2

15.2 iTNC 530-Anwendung starten

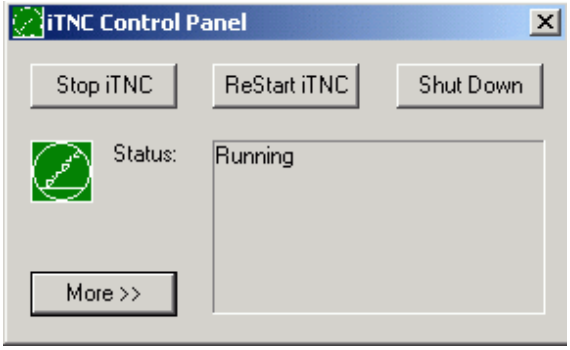
Windows-Anmeldung

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), 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.

15.3 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



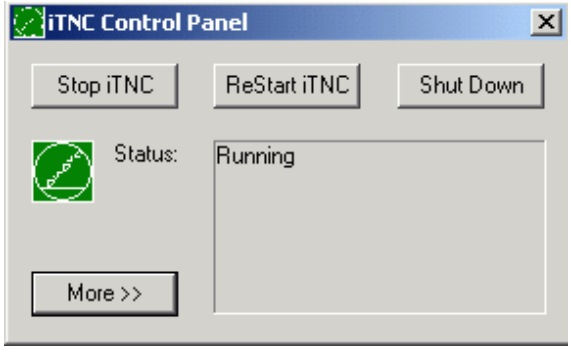
- Funktion zum Herunterfahren wählen, anschließende Dialogfrage nochmals mit Softkey JA bestätigen
- Wenn auf dem iTNC-Bildschirm die Meldung **`It's now safe to turn off your computer`** erscheint, dann dürfen Sie die Versorgungsspannung zur iTNC 530 unterbrechen

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)



- 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

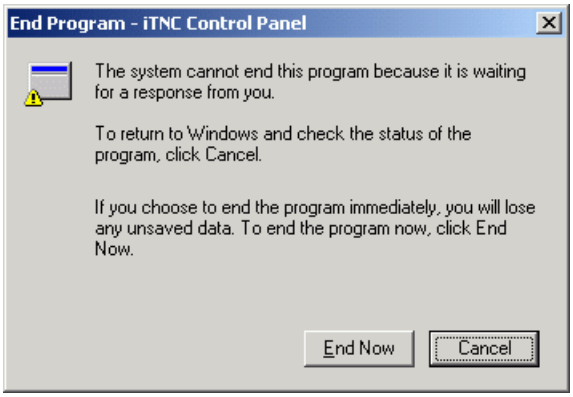
Wenn Sie versuchen, Windows herunterzufahren während die iTNC-Software noch aktiv ist, gibt die Steuerung eine Warnung aus (siehe Bild).



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), die die TNC-Warnung überdeckt. Warnung niemals mit End Now bestätigen, ansonsten könnte Datenverlust entstehen oder die Maschine könnte beschädigt werden.

15.4 Netzwerk-Einstellungen

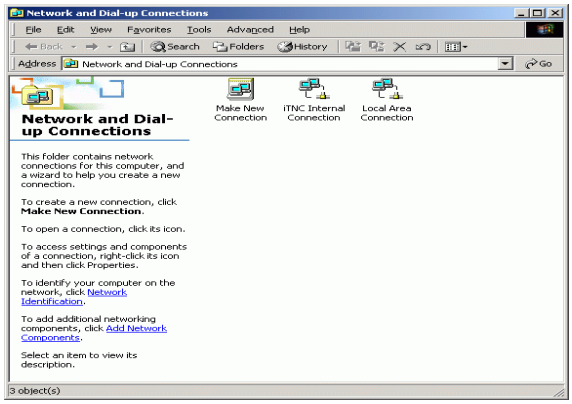
Voraussetzung

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).



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 kollidieren, 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).

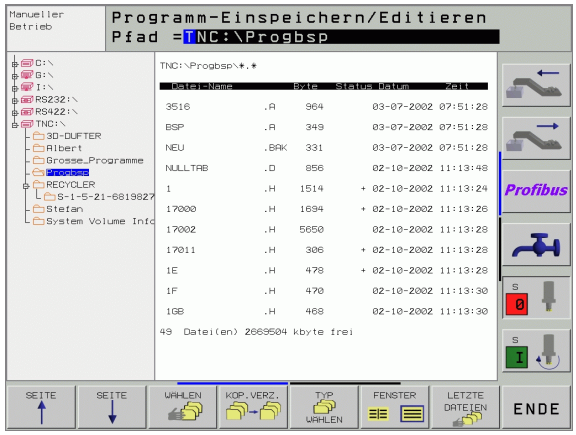
15.5 Besonderheiten in der Datei-Verwaltung

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.

Über den Maschinen-Parameter 7225 können Sie Laufwerksbuchstaben definieren, die in der Datei-Verwaltung der TNC nicht angezeigt werden sollen.

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)
- smarT.NC Unit-Programme (Endung .HU)
- smarT.NC Kontur-Programme (Endung .HC)
- DIN/ISO-Programme (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", Seite 113.

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 ... 524
3D-Daten abarbeiten ... 411
3D-Korrektur
Peripheral Milling ... 185

A
Abhängige Dateien ... 564
Anbohren ... 276
Animation PLANE-Funktion ... 450
Antastzyklen: Siehe Benutzer-Handbuch Tastsystem-Zyklen
Anwender-Parameter ... 580
Anwenderparameter
allgemeine
für 3D-Tastsysteme ... 581
für Bearbeitung und Programmlauf ... 593
für externe Datenübertragung ... 581
für TNC-Anzeigen, TNC-Editor ... 585
maschinenspezifische ... 566
Arbeitsraum-Überwachung ... 532, 567
ASCII-Dateien ... 137
Ausdrehen ... 282
Ausräumen: Siehe SL-Zyklen, Räumen
Ausschalten ... 56
Automatische Schnittdaten-Berechnung ... 169, 186
Automatische Werkzeug-Vermessung ... 169
Automatischer Programmstart ... 541

B
Bahnbewegungen
Polarkoordinaten
Gerade ... 218
Kreisbahn mit tangetialem Anschluß ... 219
Kreisbahn um Pol CC ... 218
rechtwinklige Koordinaten
Gerade ... 205
Kreisbahn mit festgelegtem Radius ... 210
Kreisbahn mit tangentialem Anschluß ... 212
Kreisbahn um Kreismittelpunkt CC ... 209
Übersicht ... 204, 217

B
Bahnfunktionen
Grundlagen ... 196
Kreise und Kreisbögen ... 198
Vorpositionieren ... 199
BAUD-Rate einstellen ... 551
Bearbeitung unterbrechen ... 535
Bearbeitungsebene
schwenken ... 77, 435
Leitfaden ... 438
manuell ... 77
Zyklus ... 435
Bearbeitungszeit ermitteln ... 529
Bedienfeld ... 41
Betriebsarten ... 42
Betriebszeiten ... 576
Bezugspunkt setzen ... 68
ohne 3D-Tastsystem ... 68
Bezugspunkt wählen ... 98
Bezugspunkte verwalten ... 70
Bezugssystem ... 95
Bildschirm ... 39
Bildschirm-Aufteilung ... 40
Bohren ... 278, 284, 289
Vertiefter Startpunkt ... 291
Bohrfräsen ... 292
Bohrgewindefräsen ... 308
Bohrzyklen ... 274

D
Darstellung in 3 Ebenen ... 523
Datei-Status ... 103
Datei-Verwaltung ... 101
Abhängige Dateien ... 564
aufrufen ... 103
Datei kopieren ... 107
Datei löschen ... 110
Datei schützen ... 112
Datei umbenennen ... 112
Datei wählen ... 104
Dateien markieren ... 111
Dateien überschreiben ... 115
Datei-Name ... 99
Datei-Typ ... 99
externe Datenübertragung ... 113
Funktions-Übersicht ... 102
konigurieren über MOD ... 563
Tabellen kopieren ... 108
Verzeichnisse ... 101
erstellen ... 106
kopieren ... 109

D
Datenschnittstelle
einrichten ... 551
Steckerbelegungen ... 595
zuweisen ... 552
Datensicherung ... 100
Datenübertragungs-Geschwindigkeit ... 551
Datenübertragungs-Software ... 553
Dialog ... 121
Draufsicht ... 522
Drehachse
Anzeige reduzieren: M94 ... 254
wegoptimiert verfahren: M126 ... 253
Drehung ... 433
DXF-Daren verarbeiten ... 224

E
Ecken-Runden ... 207
Eilgang ... 164
Einschalten ... 54
Ellipse ... 512
Entwicklungsstand ... 7
Ersetzen von Texten ... 128
Ethernet-Schnittstelle
Anschluss-Möglichkeiten ... 555
Einführung ... 555
konfigurieren ... 558
Netzlaufwerke verbinden und lösen ... 116
Externe Datenübertragung
iTNC 530 ... 113
iTNC 530 mit Windows 2000 ... 617
Externer Zugriff ... 578

F
Fase ... 206
FCL ... 548
FCL-Funktion ... 7
Fehlerliste ... 144
Fehlermeldungen ... 143, 144
ausgeben ... 500
Hilfe bei ... 143
Festplatte ... 99
FN xx: Siehe Q-Parameter-Programmierung
Formatinformationen ... 604
Formularansicht ... 192

G
Gerade ... 205, 218
Gewindebohren
mit Ausgleichsfutter ... 294
ohne Ausgleichsfutter ... 296, 298
Gewindefräsen außen ... 316
Gewindefräsen Grundlagen ... 300
Gewindefräsen innen ... 302
Gliedern von Programmen ... 135
Grafiken
Ansichten ... 522
Ausschnitts-Vergrößerung ... 527
beim Programmieren ... 129, 131
Ausschnittsvergrößerung ... 130
Grafische Simulation ... 528
Groß-/Kleinschreibung umschalten ... 138
Grundlagen ... 94

H
Handrad-Positionierungen überlagern: M118 ... 246
Hauptachsen ... 95
Helix-Bohrgewindefräsen ... 312
Helix-Interpolation ... 219
Help-Dateien anzeigen ... 575
Hilfe bei Fehlermeldungen ... 143

I
Indizierte Werkzeuge ... 172
Ist-Position übernehmen ... 122
iTNC 530 ... 38
mit Windows 2000 ... 608

K
Klammerrechnung ... 503
Klartext-Dialog ... 121
Kollisionsüberwachung ... 83
Kommentare einfügen ... 136
Konstante Bahngeschwindigkeit: M90 ... 237
Kontur anfahren ... 200
Kontur verlassen ... 200
Kontur wählen aus DXF ... 229
Kontur-Zug ... 382
Koordinaten-Umrechnung ... 424
Kopieren von Programmteilen ... 126
Kreisbahn ... 209, 210, 212, 218, 219
Kreismittelpunkt ... 208

K
Kreistasche
schlichten ... 350
Schruppen+Schlichten ... 332
Kreiszapfen schlichten ... 352
Kugel ... 516

L
Langloch fräsen ... 354
Laserschneiden, Zusatz-Funktionen ... 260
Liste von Fehlermeldungen ... 144
Lochkreis ... 364
Look ahead ... 244
L-Satz-Generierung ... 572

M
Maschinenachsen verfahren ... 57
mit dem elektronischen Handrad ... 59, 60
mit externen Richtungstasten ... 57
schrittweise ... 58
Maschinenfeste Koordinaten: M91, M92 ... 234
Maschinen-Parameter
für 3D-Tastsysteme ... 581
für Bearbeitung und Programmlauf ... 593
für externe Datenübertragung ... 581
für TNC-Anzeigen und den TNC-Editor ... 585
Maßeinheit wählen ... 119
Maßfaktor ... 434
M-Funktionen: Siehe Zusatz-Funktionen
MOD-Funktion
Übersicht ... 547
verlassen ... 546
wählen ... 546

N
NC-Fehlermeldungen ... 143, 144
Netzwerk-Anschluß ... 116
Netzwerk-Einstellungen ... 558
iTNC 530 mit Windows 2000 ... 615
Netzwerk-Verbindung prüfen ... 562
Nullpunkt-Verschiebung
im Programm ... 425
mit Nullpunkt-Tabellen ... 426
Nutenfräsen
pendelnd ... 354
Schruppen+Schlichten ... 336

O
Offene Konturecken: M98 ... 241
Options-Nummer ... 548

P
Paletten-Tabelle
abarbeiten ... 149, 160
Anwendung ... 146, 150
Übernehmen von Koordinaten ... 147, 151
wählen und verlassen ... 148, 154
Parameter-Programmierung: Siehe Q-Parameter-Programmierung
Pfad ... 101
Ping ... 562
PLANE-Funktion ... 448
Animation ... 450
Auswahl möglicher Lösungen ... 468
Automatisches Einschwenken ... 465
Eulerwinkel-Definition ... 456
Inkrementale Definition ... 462
Positionierverhalten ... 464
Projektionswinkel-Definition ... 454
Punkte-Definition ... 460
Raumwinkel-Definition ... 452
Sturzfräsen ... 470
Vektor-Definition ... 458
Zurücksetzen ... 451
Planfräsen ... 417
Platz-Tabelle ... 175
Polarkoordinaten
Grundlagen ... 96
Programmieren ... 217
Positionieren
bei geschwenkter Bearbeitungsebene ... 236, 259
mit Handeingabe ... 88
Preset-Tabelle ... 70
Programm
-Aufbau ... 118
editieren ... 123
gliedern ... 135
neues eröffnen ... 119
Programm-Aufruf
Beliebiges Programm als Unterprogramm ... 475
über Zyklus ... 443

P
Programmlauf
ausführen ... 534
fortsetzen nach Unterbrechung ... 537
Sätze überspringen ... 542
Satzvorlauf ... 538
Übersicht ... 534
unterbrechen ... 535
Programm-Name: Siehe Datei-Verwaltung, Datei-Name
Programmteile kopieren ... 126
Programmteil-Wiederholung ... 474
Programm-Test
ausführen ... 532
bis zu einem bestimmten Satz ... 533
Geschwindigkeit einstellen ... 521
Übersicht ... 530
Programm-Verwaltung: Siehe Datei-Verwaltung
Puffer-Batterie wechseln ... 605
Punktemuster
auf Kreis ... 364
auf Linien ... 366
Übersicht ... 363
Punkte-Tabellen ... 270

Q
Q-Parameter
kontrollieren ... 498
unformatiert ausgeben ... 502
vorbelegte ... 507
Werte an PLC übergeben ... 502
Q-Parameter-Programmierung ... 488
Mathematische Grundfunktionen ... 491
Programmierhinweise ... 489
Wenn/dann-Entscheidungen ... 496
Winkelfunktionen ... 494
Zusätzliche Funktionen ... 499

R
Radiuskorrektur ... 182
Außenecken, Innenecken ... 184
Eingabe ... 183
Rechtecktasche
Schlichten ... 346
Schruppen+Schlichten ... 327
Rechteckzapfen schlichten ... 348
Referenzpunkte überfahren ... 54
Regelfläche ... 414
Reiben ... 280
Rohteil definieren ... 119
Rückwärts-Senken ... 286
Rückzug von der Kontur ... 247
Runde Nut
Schruppen+Schlichten ... 341
Runde Nut fräsen ... 357

S
Satz
einfügen, ändern ... 124
löschen ... 124
Satzvorlauf ... 538
nach Stromausfall ... 538
Schlüssel-Zahlen ... 549
Schnittdaten-Berechnung ... 186
Schnittdaten-Tabelle ... 186
Schraubenlinie ... 219
Schwenkachsen ... 255, 256
Schwenken der Bearbeitungsebene ... 77, 435, 448
Seitenschlichten ... 381
Senkgewindefräsen ... 304
Service-Pack installieren ... 550
SL-Zyklen
Ausräumen ... 379
Grundlagen ... 370, 401
Kontur-Daten ... 377
Kontur-Zug ... 382
Schlichten Seite ... 381
Schlichten Tiefe ... 380
Überlagerte Konturen ... 374, 404
Vorbohren ... 378
Zyklus Kontur ... 373

S
SL-Zyklen mit Konturformel
Software-Nummer ... 548
Software-Optionen ... 602
Software-Update durchführen ... 550
Spiegeln ... 431
Spindeldrehzahl ändern ... 67
Spindeldrehzahl eingeben ... 178
Spindel-Orientierung ... 444
Status-Anzeige ... 45
allgemeine ... 45
zusätzliche ... 46
Steckerbelegung Datenschnittstellen ... 595
Sturzfräsen in geschwenkter Ebene ... 470
Suchfunktion ... 127

T
Taschenrechner ... 142
Tastsystem-Überwachung ... 248
Teach In ... 122, 205
Technische Daten ... 598
iTNC 530 mit Windows 2000 ... 609
Teilefamilien ... 490
Teleservice ... 577
Text-Datei
Editier-Funktionen ... 138
Lösch-Funktionen ... 139
öffnen und verlassen ... 137
Textteile finden ... 141
Tiefbohren ... 289
Vertiefter Startpunkt ... 291
Tiefenschlichten ... 380
TNCremo ... 553
TNCremoNT ... 553
TNC-Software updaten ... 550
Trigonometrie ... 494

U
Überwachung
Kollision ... 83
Universal-Bohren ... 284, 289
Unterprogramm ... 473
USB-Geräte anschließen/entfernen ... 117
USB-Schnittstelle ... 608

V

Verschachtelungen ... 477
Versionsnummern ... 549
Vertiefter Startpunkt beim Bohren ... 291
Verweilzeit ... 442
Verzeichnis ... 101, 106
  erstellen ... 106
  kopieren ... 109
  löschen ... 110
Vollkreis ... 209
Vorschub ... 66
  ändern ... 67
  bei Drehachsen, M116 ... 252
Vorschub in Millimeter/Spindel-Umdrehung: M136 ... 243
Vorschubfaktor für Eintauchbewegungen: M103 ... 242

W

Werkstück-Material festlegen ... 187
Werkstück-Positionen
  absolute ... 97
  inkrementale ... 97
Werkzeug-Bewegungen programmieren ... 121
Werkzeug-Daten
  aufrufen ... 178
  Delta-Werte ... 166
  in die Tabelle eingeben ... 167
  indizieren ... 172
  ins Programm eingeben ... 166
Werkzeug-Einsatz-Datei ... 565
Werkzeug-Einsatzprüfung ... 565
Werkzeug-Korrektur
  Länge ... 181
  Radius ... 182
Werkzeug-Länge ... 165
Werkzeug-Name ... 165
Werkzeug-Nummer ... 165
Werkzeug-Radius ... 166
Werkzeug-Schneidstoff ... 169, 188

W

Werkzeug-Tabelle
  editieren, verlassen ... 171
  Editierfunktionen ... 171
  Eingabemöglichkeiten ... 167
Werkzeugtyp wählen ... 169
Werkzeug-Vermessung ... 169
Werkzeugwechsel ... 179
Wiederanfahren an die Kontur ... 540
Windows 2000 ... 608
Windows-Anmeldung ... 610
Winkelfunktionen ... 494
WMAT.TAB ... 187

Z

Zentrieren ... 276
Zubehör ... 50
Zusatzachsen ... 95
Zusatz-Funktionen
  eingeben ... 232
  für das Bahnverhalten ... 237
  für Drehachsen ... 252
  für Koordinatenangaben ... 234
  für Laser-Schneidmaschinen ... 260
  für Programmlauf-Kontrolle ... 233
  für Spindel und Kühlmittel ... 233
Zyklen und Punkte-Tabellen ... 272
Zyklus
  aufrufen ... 267
  definieren ... 265
  Gruppen ... 266
Zylinder ... 514
Zylinder-Mantel ... 384, 386
  Konturfräsen ... 390
  Steg bearbeiten ... 388

Übersichtstabelle: Zusatz-Funktionen

M	Wirkung	Wirkung am Satz - Anfang	Ende	Seite
M00	Programmlauf HALT/Spindel HALT/Kühlmittel AUS		■	Seite 233
M01	Wahlweiser Programmlauf HALT		■	Seite 543
M02	Programmlauf HALT/Spindel HALT/Kühlmittel AUS/ggf. Löschen der Status-Anzeige (abhängig von Maschinen-Parameter)/Rücksprung zu Satz 1		■	Seite 233
M03	Spindel EIN im Uhrzeigersinn	■		Seite 233
M04	Spindel EIN gegen den Uhrzeigersinn	■		
M05	Spindel HALT		■	
M06	Werkzeugwechsel/Programmlauf HALT (abhängig von Maschinen-Parameter)/Spindel HALT		■	Seite 233
M08	Kühlmittel EIN	■		Seite 233
M09	Kühlmittel AUS		■	
M13	Spindel EIN im Uhrzeigersinn/Kühlmittel EIN	■		Seite 233
M14	Spindel EIN gegen den Uhrzeigersinn/Kühlmittel ein	■		
M30	Gleiche Funktion wie M02		■	Seite 233
M89	Freie Zusatz-Funktion **oder**	■		Seite 267
	Zyklus-Aufruf, modal wirksam (abhängig von Maschinen-Parameter)		■	
M90	Nur im geschleppten Betrieb: konstante Bahngeschwindigkeit an Ecken		■	Seite 237
M91	Im Positioniersatz: Koordinaten beziehen sich auf den Maschinen-Nullpunkt	■		Seite 234
M92	Im Positioniersatz: Koordinaten beziehen sich auf eine vom Maschinenhersteller definierte Position, z.B. auf die Werkzeugwechsel-Position	■		Seite 234
M94	Anzeige der Drehachse reduzieren auf einen Wert unter 360°	■		Seite 254
M97	Kleine Konturstufen bearbeiten		■	Seite 239
M98	Offene Konturen vollständig bearbeiten		■	Seite 241
M99	Satzweiser Zyklus-Aufruf		■	Seite 267
M101	Automatischer Werkzeugwechsel mit Schwesterwerkzeug, bei abgelaufener Standzeit	■		Seite 180
M102	M101 rücksetzen		■	
M103	Vorschub beim Eintauchen reduzieren auf Faktor F (prozentualer Wert)	■		Seite 242
M104	Zuletzt gesetzten Bezugspunkt wieder aktivieren	■		Seite 236
M105	Bearbeitung mit zweitem k_V-Faktor durchführen	■		Seite 593
M106	Bearbeitung mit erstem k_V-Faktor durchführen	■		
M107	Fehlermeldung bei Schwesterwerkzeugen mit Aufmaß unterdrücken	■		Seite 179
M108	M107 rücksetzen		■	

M	Wirkung	Wirkung am Satz - Anfang	Ende	Seite
M109	Konstante Bahngeschwindigkeit an der Werkzeug-Schneide (Vorschub-Erhöhung und -Reduzierung)	■		Seite 244
M110	Konstante Bahngeschwindigkeit an der Werkzeug-Schneide (nur Vorschub-Reduzierung)	■		
M111	M109/M110 rücksetzen		■	
M114	Autom. Korrektur der Maschinengeometrie beim Arbeiten mit Schwenkachsen	■		Seite 255
M115	M114 rücksetzen		■	
M116	Vorschub bei Winkelachsen in mm/min	■		Seite 252
M117	M116 rücksetzen		■	
M118	Handrad-Positionierung während des Programmlaufs überlagern	■		Seite 246
M120	Radiuskorrigierte Kontur vorausberechnen (LOOK AHEAD)	■		Seite 244
M124	Punkte beim Abarbeiten von nicht korrigierten Geradensätzen nicht berücksichtigen	■		Seite 238
M126	Drehachsen wegoptimiert verfahren	■		Seite 253
M127	M126 rücksetzen		■	
M128	Position der Werkzeugspitze beim Positionieren von Schwenkachsen beibehalten (TCPM)	■		Seite 256
M129	M128 rücksetzen		■	
M130	Im Positioniersatz: Punkte beziehen sich auf das ungeschwenkte Koordinatensystem	■		Seite 236
M134	Genauhalt an nicht tangentialen Konturübergängen bei Positionierungen mit Drehachsen	■		Seite 258
M135	M134 rücksetzen		■	
M136	Vorschub F in Millimeter pro Spindel-Umdrehung	■		Seite 243
M137	M136 rücksetzen		■	
M138	Auswahl von Schwenkachsen	■		Seite 258
M140	Rückzug von der Kontur in Werkzeugachsen-Richtung	■		Seite 247
M141	Tastsystem-Überwachung unterdrücken	■		Seite 248
M142	Modale Programminformationen löschen	■		Seite 249
M143	Grunddrehung löschen	■		Seite 249
M144	Berücksichtigung der Machinen-Kinematik in IST/SOLL-Positionen am Satzende	■		Seite 259
M145	M144 zurücksetzen		■	
M148	Werkzeug bei NC-Stopp automatisch von der Kontur abheben	■		Seite 250
M149	M148 zurücksetzen		■	
M150	Endschaltermeldung unterdrücken (satzweise wirksame Funktion)	■		Seite 251
M200	Laserschneiden: Programmierte Spannung direkt ausgeben	■		Seite 260
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)	■		

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
M150	Endschaltermeldung unterdrücken
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, im Uhrzeigersinn
G03	Kreis-Interpolation, kartesisch, im Gegenuhrzeigersinn
G05	Kreis-Interpolation, kartesisch, ohne Drehrichtungsangabe
G06	Kreis-Interpolation, kartesisch, tangentialer Konturanschluss
G07*	Achsparalleler Positionier-Satz
G10	Geraden-Interpolation, polar, im Eilgang
G11	Geraden-Interpolation, polar
G12	Kreis-Interpolation, polar, im Uhrzeigersinn
G13	Kreis-Interpolation, polar, im Gegenuhrzeigersinn
G15	Kreis-Interpolation, polar, ohne Drehrichtungsangabe
G16	Kreis-Interpolation, polar, tangentialer Konturanschluss

Fase/Rundung/Kontur anfahren 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

G240	Zentrieren
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

G210	Nutenfräsen mit pendelndem Eintauchen
G211	Runde Nut mit pendelndem Eintauchen
G212	Rechtecktasche schlichten
G213	Rechteckzapfen schlichten
G214	Kreistasche schlichten
G215	Kreiszapfen schlichten
G251	Rechtecktasche
G252	Kreistasche
G253	Nut
G254	Runde Nut

Zyklen zur Herstellung von Punktemuster

G220	Punktemuster auf Kreis
G221	Punktemuster auf Linien

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

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

G-Funktionen

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
G441	Schnelles Antasten

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 Konturzyklus: Vorbohren Zyklus-Aufruf	G121 Q10 ...
Schruppfräser definieren/aufrufen Konturzyklus: Ausräumen Zyklus-Aufruf	G122 Q10 ...
Schlichtfräser definieren/aufrufen Konturzyklus: Schlichten Tiefe Zyklus-Aufruf	G123 Q11 ...
Schlichtfräser definieren/aufrufen Konturzyklus: Schlichten Seite Zyklus-Aufruf	G124 Q11 ...
Ende des Haupt-Programmes, Rücksprung	**M02**
Kontur-Unterprogramme	G98 ... G98 L0

Radiuskorrektur der Kontur-Unterprogramme

Kontur	Programmierreihenfolge der Konturelemente	Radius-Korrektur
Innen (Tasche)	im Uhrzeigersinn (CW) Im Gegenuhrzeigersinn (CCW)	G42 (RR) G41 (RL)
Außen (Insel)	im Uhrzeigersinn (CW) Im Gegenuhrzeigersinn (CCW)	G41 (RL) G42 (RR)

Koordinaten-Umrechnungen

Koordinaten-Umrechnung	Aktivieren	Aufheben
Nullpunkt-Verschiebung	G54 X+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
Bearbeitungs-ebene	PLANE ...	PLANE RESET

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 01
533 188-11 · SW02 · 15 · 8/2005 · F&W · Printed in Germany · Änderungen vorbehalten