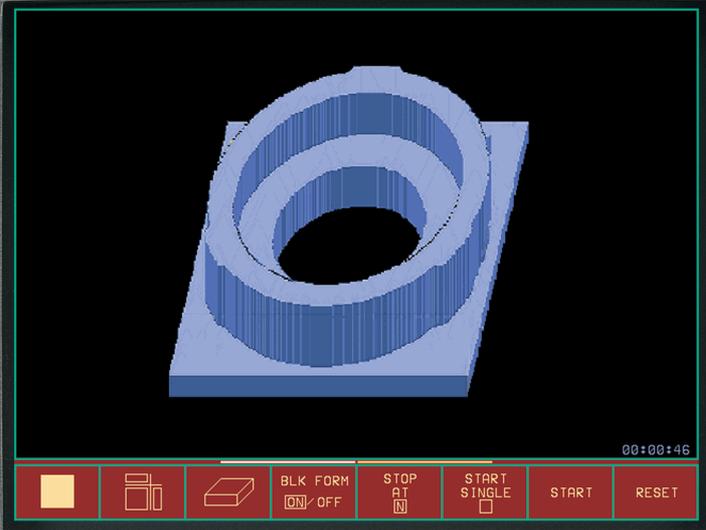


HEIDENHAIN



HEIDENHAIN



TNC 406 TNC 416

NC-Software
280 620-xx
280 621-xx
286 180-xx

Benutzer-Handbuch
HEIDENHAIN-Klartext-Dialog

Deutsch (de)
3/2001

Bedienelemente der Bildschirm-Einheit

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

Alpha-Tastatur: Buchstaben und Zeichen eingeben

- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---------------------------|
|  |  |  |  |  |  | Datei-Namen
Kommentare |
|  |  |  |  |  | | DIN/ISO-
Programme |

Maschinen-Betriebsarten wählen

-  MANUELLER BETRIEB
-  SCHRITTMASS
-  POSITIONIEREN MIT HANDEINGABE
-  PROGRAMMLAUF EINZELSATZ
-  PROGRAMMLAUF SATZFOLGE

Programmier-Betriebsarten wählen

-  PROGRAMM EINSPEICHERN/EDITIEREN
-  PROGRAMM-TEST

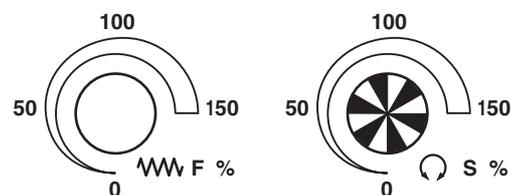
Programme/Dateien verwalten, TNC-Funktionen

-   Programme/Dateien wählen
-  Programme/Dateien löschen (nur TNC 406)
-  Externe Daten-Übertragung aktivieren (nur TNC 406)
-  Taschenrechner einblenden

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

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

Override Drehknöpfe für Vorschub/C-Achse



Bahnbewegungen programmieren

-  Gerade
-  Kreismittelpunkt/Pol für Polarkoordinaten
-  Kreisbahn um Kreismittelpunkt
-  Kreisbahn mit Radius
-  Kreisbahn mit tangentialem Anschluss
-  Ecken-Runden

Angaben zu Elektroden

-   Elektroden-Länge und -Radius eingeben und aufrufen
-   Elektrodenradius-Korrektur aktivieren

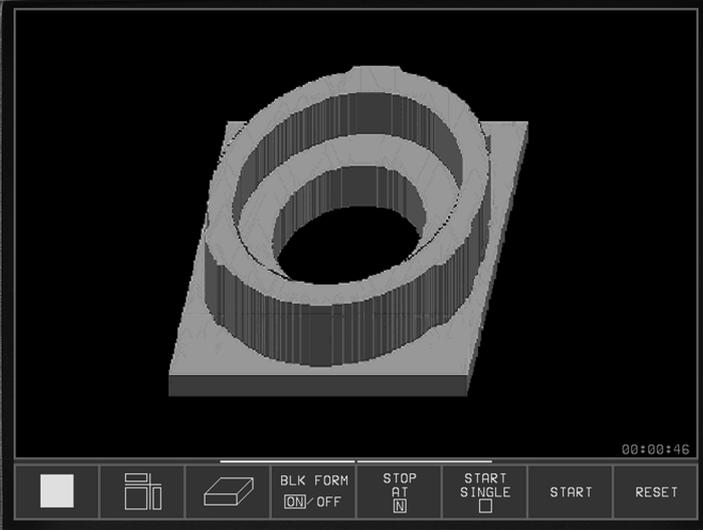
Zyklen, Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen

-   Zyklen definieren und aufrufen
-   Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen eingeben und aufrufen
-  Programm-Halt in ein Programm eingeben
-  Funktion zum Antasten in ein Programm eingeben

Koordinatenachsen und Ziffern eingeben, Editieren

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

HEIDENHAIN



TNC-Typ, Software und Funktionen

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

TNC-Typ	NC-Software-Nr.
TNC 406	280 620-12
	280 621-12
	280 622-12
TNC 416	286 180-06

Vorgesehener Einsatzort

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

Neue Funktionen der NC-Software 280 62x-xx und 280 180-xx

- Zyklus 14 KONTUR (siehe auch „Zyklus 14 KONTUR“ auf Seite 137)
- Q-Parameter für die Rauigkeit (siehe auch „Informationen aus der Erodier-Tabelle“ auf Seite 203)
- Q-Parameter für das Spaltmaß (siehe auch „Spaltmaß LS-max beim Abarbeiten des Zyklus 1 GENERATOR: Q164“ auf Seite 206)
- Nach manuellem Verfahren beziehen sich inkrementale Koordinaten immer auf die Ist-Position (siehe auch „Wiedereinstieg in ein Programm mit Taste GOTO“ auf Seite 226).
- Erweiterung der Tool-Tabelle mit Platznummer, Untermaß und Radius (siehe auch „Elektroden-Daten in die Tabelle eingeben“ auf Seite 74)
- Antastwerte können sowohl in eine Nullpunkt- als auch in eine Tool-Tabelle geschrieben werden (siehe auch „Antastwerte in Tabellen schreiben“ auf Seite 28).
- Erweiterung der Funktionen FN 14 und FN 15 (siehe auch „Q-Parameter und Meldungen ausgeben“ auf Seite 197)
- M108/M109 (siehe „Übersichtstabelle: Zusatz-Funktionen“ am Buchende)

Inhalt

Einführung	1
Handbetrieb, Einrichten und Antastfunktionen	2
Positionieren mit Handeingabe	3
Programmieren: Grundlagen, Dateien, Programmeingabe, Funkenerosion, Erodiertabelle	4
Programmieren: Werkzeuge	5
Programmieren: Konturen programmieren	6
Programmieren: Zusatz-Funktionen	7
Programmieren: Zyklen	8
Programmieren: Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen	9
Programmieren: Q-Parameter	10
Programmtest und Programmlauf	11
MOD-Funktionen	12
Tabellen und Übersichten	13

1 Einführung 1

- 1.1 Die TNC 406, die TNC 416 2
 - Steuerungen 2
 - Bildschirm-Einheit und Bedienfeld 2
 - Programmierung 2
 - Grafik 2
 - Kompatibilität 2
- 1.2 Bildschirm und Bedienfeld 3
 - Bildschirm 3
 - Bildschirm-Aufteilung festlegen 4
 - Bedienfeld 5
- 1.3 Betriebsarten 6
 - Manueller Betrieb, Schrittmaß und Positionieren mit Handeingabe 6
 - Programm-Einspeichern/Editieren 7
 - Programm-Test 7
 - Programmlauf Satzfolge und
Programmlauf Einzelsatz 8
- 1.4 Status-Anzeige 9
 - Allgemeine Status-Anzeige 9
 - Zusätzliche Status-Anzeigen 9
- 1.5 Zubehör: Elektronische Handräder von HEIDENHAIN 13
 - Elektronische Handräder HR 13

2 Handbetrieb, Einrichten und Antastfunktionen 15

- 2.1 Einschalten 16
 - Einschalten 16
- 2.2 Verfahren der Maschinenachsen 18
 - Hinweis 18
 - Achse mit den externen Richtungstasten verfahren 18
 - Verfahren mit dem elektronischen Handrad HR 410 19
 - Schrittweises Positionieren 20
 - Positionieren mit Handeingabe 20
 - Manuell Erodieren 21
- 2.3 Bezugspunkt-Setzen 22
 - Beispiel: 22
- 2.4 Kalibrieren und Einrichten 23
 - Elektrode einsetzen 23
 - Antastfunktion wählen 24
 - Antast-Elektrode kalibrieren 25
 - Werkstück-Schiefelage kompensieren 27
- 2.5 Bezugspunkt-Setzen mit einer Antast-Elektrode 28
 - Funktionen zum Bezugspunkt-Setzen 28
 - Antastwerte in Tabellen schreiben 28
 - Bezugspunkt-Setzen in einer beliebigen Achse 29
 - Manuelles Antasten 29
 - Werkstück-Mitte als Bezugspunkt 30
 - Ecke als Bezugspunkt 31
 - Kreismittelpunkt als Bezugspunkt 32
- 2.6 Messen mit der Antast-Elektrode 33
 - Einführung 33
 - Koordinate einer Position am ausgerichteten Werkstück bestimmen 33
 - Koordinaten eines Eckpunktes in der Bearbeitungsebene bestimmen 33
 - Werkstückmaße bestimmen 34
 - Winkel messen 35
- 2.7 Zusatz-Funktion M eingeben und starten 36
 - Werte eingeben 36

3 Positionieren mit Handeingabe 37

- 3.1 Positionieren mit Handeingabe 38
 - Positionieren mit Handeingabe anwenden 38
 - Programme aus \$MDI sichern oder löschen 39

4 Programmieren: Grundlagen, Dateien, Programmeingabe, Funken-erosion, Erodieretabelle 41

- 4.1 Grundlagen für Positionsangaben 42
 - Einführung 42
 - Was heißt NC? 42
 - Bearbeitungsprogramm 42
 - Programm-Eingabe 42
 - Wegmessgeräte und Referenzmarken 43
 - Bezugssystem 43
 - Bezugssystem an Erodiermaschinen 44
 - Elektrodenbewegung programmieren 44
 - Polarkoordinaten 45
 - Absolute und inkrementale Werkstück-Positionen 46
 - Bezugspunkt wählen 47
- 4.2 Dateien 48
 - Datei-Übersicht 48
 - Dateien wählen, kopieren, löschen und schützen 50
- 4.3 Programme eröffnen und eingeben 51
 - Aufbau eines NC-Programms im HEIDENHAIN-Klartext-Format 51
 - Rohteil definieren: **BLK FORM** 51
 - Neues Bearbeitungs-Programm eröffnen 52
 - Werkzeug-Bewegungen im Klartext-Dialog programmieren 54
 - Programm editieren 55
- 4.4 Automatischer Werkstückwechsel mit WP-Call 57
 - Werkstückwechsel programmieren 57
- 4.5 Grundlagen der Funkenerosion 58
- 4.6 Arbeiten mit Erodieretabellen 61
 - Erodier-Tabellen im Programm nutzen 61
 - Arbeiten ohne Erodieretabelle 61
 - Vorbereitete Erodieretabellen 61

4.7 Erodier-Parameter in der Erodier-tabelle	62
Erodier-Parameter in die Erodier-Tabelle eingeben	63
Leistungsstufe NR	64
Strom bei niedriger Spannung LV	64
Strom bei hoher Spannung HV	64
Spaltsollwert GV	64
Impulsdauer TON und Pausendauer TOF	65
Servo-Empfindlichkeit SV	65
Erodierzeit ET und Abhebeweg Erodier-timer AJD	65
Spalt-Empfindlichkeit AR	66
Polarität Elektrode P	66
Leerlaufspannung HS	66
Verschleiß WR	67
Oberflächen-Rauhigkeit RA	67
Abtrag SR	68
Diametraler Spalt 2G	68
Mindest-Untermaß UNS	69
Hilfs-Parameter AUX 1, AUX 2, ...AUX 6	69

5 Programmieren: Werkzeuge 71

5.1 Elektroden	72
Elektroden-Achse C	72
Elektroden-Daten bestimmen	72
Elektroden-Daten ins Programm eingeben	73
Elektroden-Daten in die Tabelle eingeben	74
Elektroden-Daten aufrufen	76
Folgeelektrode	77
Elektrodenwechsel	77
Elektroden-Korrektur	78
5.2 Elektroden-Korrekturwerte	79
Elektroden-Längenkorrektur	79
Elektrodenradius-Korrektur	80
Radiuskorrektur: Ecken bearbeiten	82
5.3 Elektrodenbezogene Eingaben	83
Einführung	83
Vorschub F	83
5.4 Ist-Position übernehmen	84
Anwendung	84

6 Programmieren: Konturen programmieren 85

- 6.1 Allgemeines zum Programmieren von Elektroden-Bewegungen 86
 - Bahnfunktionen 86
 - Maschinen mit 5 Achsen 86
 - Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen 86
 - Zyklen 87
 - Parameter-Programmierung 87
- 6.2 Kontur anfahren und verlassen 88
 - Start- und Endpunkt einer Bearbeitung 88
 - Weiches An- und Wegfahren 91
- 6.3 Bahnfunktionen 92
 - Allgemeines 92
 - Maschinenachsen programmgesteuert verfahren 92
- 6.4 Bahnbewegungen – rechtwinklige Koordinaten 93
 - Bahnfunktionen-Übersicht 93
 - Gerade L 94
 - Fase zwischen zwei Geraden einfügen 96
 - Ecken-Runden RND 97
 - Kreise und Kreisbögen-Allgemeines 97
 - Kreismittelpunkt CC 98
 - Kreisbahn C um Kreismittelpunkt CC 100
 - Kreisbahn CR mit festgelegtem Radius 101
 - Kreisbahn CT mit tangentialem Anschluss 103
- 6.5 Bahnbewegungen – Polarkoordinaten 109
 - Übersicht 109
 - Polarkoordinaten-Ursprung: Pol CC 109
 - Gerade LP 110
 - Kreisbahn CP um Pol CC 111
 - Kreisbahn CTP mit tangentialem Anschluss 112
 - Schraubenlinie (Helix) 113

7 Programmieren: Zusatz-Funktionen 119

- 7.1 Zusatz-Funktionen M und STOP eingeben 120
 - Grundlagen 120
- 7.2 Zusatz-Funktionen für Programmlauf-Kontrolle, Elektrode und Spülung 122
 - Übersicht 122
- 7.3 Zusatz-Funktionen für Bahnverhalten und Koordinatenangaben 123
 - Einführung 123
 - Kleine Konturstufen bearbeiten: M97 123
 - Offene Konturrecken vollständig bearbeiten: M98 124
 - Maschinenbezogene Koordinaten programmieren: M91/M92 124
 - Elektrodenrückzug am Satzende zum Satz-Anfangspunkt: M93 125
- 7.4 Freie Zusatzfunktionen 126

8 Programmieren: Zyklen 129

- 8.1 Allgemeines zu den Zyklen 130
 - Voraussetzungen 130
 - Beginn der Wirksamkeit 130
 - Maßangaben in der Elektroden-Achse 130
 - Hersteller-Zyklen 130
 - Zyklus programmieren 131
- 8.2 Zyklus 1 GENERATOR 133
 - Arbeiten mit Erodier-Tabelle 133
 - Arbeiten ohne Erodier-Tabelle 133
 - Zyklus 1.0 GENERATOR eingeben 133
 - Leistungsstufe ändern 134
- 8.3 Zyklus zur Elektroden-Definition 135
 - Zyklus 3 WERKZEUG DEF. 135
 - NC-Beispielsätze 136
- 8.4 Erodier-Zyklen 137
 - Übersicht 137
 - Zyklus 14 KONTUR 137
 - Zyklus 16 ORBIT 139
 - Zyklus 17 SCHEIBE 142
 - Zyklus 2 ZEITABH. ERODIEREN 145
 - Zyklus 4 AUSFUNKZEIT 146
- 8.5 Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung 155
 - Zyklus zur Elektroden-Definition 155
 - Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung 155
 - NULLPUNKT-Verschiebung (Zyklus 7) 156
 - Arbeiten mit Nullpunkt-Tabellen 157
 - SPIEGELN (Zyklus 8) 158
 - DREHUNG (Zyklus 10) 159
 - MASSFaktor (Zyklus 11) 160
 - BEARBEITUNGSEBENE (Zyklus 19) 161
- 8.6 Sonstige Zyklen 171
 - VERWEILZEIT (Zyklus 9) 171
 - PGM-CALL (Zyklus 12) 171

9 Programmieren: Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen 173

- 9.1 Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen kennzeichnen 174
 - Label 174
- 9.2 Unterprogramme 175
 - Arbeitsweise 175
 - Programmier-Hinweise 175
 - Unterprogramm programmieren 175
 - Unterprogramm aufrufen 175
- 9.3 Programmteil-Wiederholungen 176
 - Label LBL 176
 - Arbeitsweise 176
 - Programmier-Hinweise 176
 - Rücksetzen der Zähler nach einer Unterbrechung 176
 - Programmteil-Wiederholung programmieren 176
 - Programmteil-Wiederholung aufrufen 177
- 9.4 Beliebige Programm als Unterprogramm 178
 - Arbeitsweise 178
 - Programmier-Hinweise 178
 - Beliebige Programm als Unterprogramm aufrufen 178
- 9.5 Verschachtelungen 179
 - Verschachtelungsarten 179
 - Verschachtelungstiefe 179
 - Unterprogramm im Unterprogramm 179
 - Programmteil-Wiederholungen wiederholen 180
 - Unterprogramm wiederholen 181

10 Programmieren: Q-Parameter 185

- 10.1 Prinzip und Funktionsübersicht 186
 - Automatisches Löschen der Q-Parameter 186
- 10.2 Teilefamilien – Q-Parameter statt Zahlenwerte 187
 - NC-Beispielsätze 187
 - Beispiel 187
 - Zahlenwerte an Q-Parameter zuweisen 188
- 10.3 Konturen durch mathematische Funktionen beschreiben 189
 - Anwendung 189
 - Übersicht 189
 - Programmier-Beispiel für Grundrechenarten 190
- 10.4 Winkelfunktionen (Trigonometrie) 192
 - Definitionen 192
 - Funktions-Übersicht 193
- 10.5 Wenn/dann-Entscheidungen mit Q-Parametern 194
 - Anwendung 194
 - Unbedingte Sprünge 194
 - Wenn/dann-Entscheidungen programmieren 194
 - Verwendete Abkürzungen und Begriffe 195
- 10.6 Q-Parameter kontrollieren und ändern 196
 - Vorgehensweise 196
- 10.7 Q-Parameter und Meldungen ausgeben 197
 - Meldungen ausgeben 197
 - Ausgaben über die externe Datenschnittstelle 197
 - Indizierte Zuweisung 198
 - Werte an die PLC übergeben/von der PLC empfangen 198
- 10.8 Messen mit einer Antastelektrode während des Programmlaufs 199
 - Einführung 199
 - Antasten mit der Elektrode programmieren 200
- 10.9 Q-Parameter mit besonderen Funktionen 202
 - Freie Q-Parameter 202
 - Vorbelegte Q-Parameter 202
 - Q-Parameter mit besonderen Funktionen 202
 - Vorbelegte Q-Parameter 202
 - Q-Parameter mit besonderen Funktionen 206

11 Programm-Test und Programmlauf 215

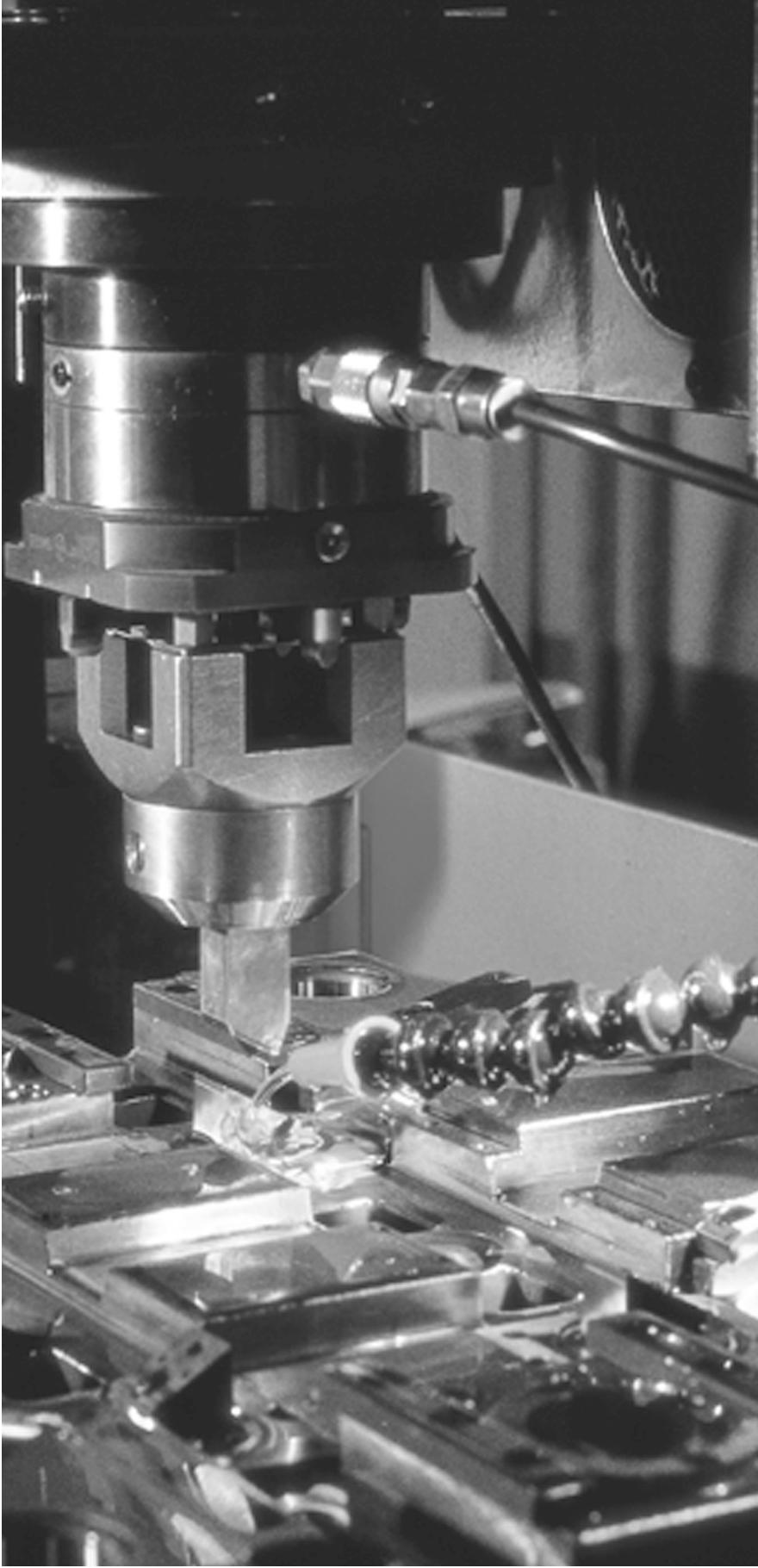
- 11.1 Grafiken 216
 - Anwendung 216
 - Übersicht: Ansichten 216
 - Draufsicht 217
 - Darstellung in 3 Ebenen 217
 - 3D-Darstellung 217
 - Ausschnitts-Vergrößerung 218
 - Grafische Simulation wiederholen 219
- 11.2 Programm-Test 220
 - Anwendung 220
 - Programm-Test ausführen 220
 - Programm-Test bis zu einem bestimmten Satz ausführen 221
 - Bearbeitungszeit 221
- 11.3 Programmlauf 222
 - Anwendung 222
 - Parallelbetrieb 222
 - Bearbeitungszeit 222
 - Erodierparameter während des Programmlaufs ändern 222
 - Bearbeitungs-Programm ausführen 223
 - Bearbeitung unterbrechen 223
 - Satzvorlauf 224
 - Fortfahren nach einer Unterbrechung 225
 - Wiederanfahren an die Unterbrechungsstelle 226
 - Wiedereinstieg in ein Programm mit Taste GOTO 226
 - Zähler rücksetzen 227
 - Zeiterfassungstabelle TIME.W 227

12 MOD-Funktionen 229

- 12.1 MOD-Funktionen 230
 - MOD-Funktion wählen, ändern und verlassen 230
 - Übersicht MOD-Funktionen 230
 - Positions-Anzeige wählen 231
 - Maßsystem wählen 231
 - System-Informationen 232
 - Externe Datenschnittstellen einrichten 232
 - BAUD-RATE 232
 - V.24-Schnittstelle 232
- 12.2 Externe Datenübertragung 233
 - Anwendungsbeispiele 233
 - LSV-2-Protokoll 233
 - Dateien schützen 233
- 12.3 Menü zur externen Datenübertragung 233
 - Externe Datenübertragung wählen 233
 - Fenster für die externe Datenübertragung 234
- 12.4 Dateien wählen und übertragen 235
 - Übertragungsfunktion auswählen 235
 - Datei wählen 235
 - Dateien übertragen 235
 - Diskette formatieren 236
 - Datei löschen 236
- 12.5 Software für Datenübertragung 237
 - Software für Datenübertragung 237
- 12.6 Verfahrbereichs-Begrenzungen eingeben 240
 - Einführung 240
- 12.7 Maschinenspezifische Anwender-Parameter 242
 - Anwendung 242
- 12.8 Schlüssel-Zahl eingeben 243
 - Anwendung 243
- 12.9 Q-Parameter Status-Anzeige 244
 - Anwendung 244

13 Tabellen und Übersichten 245

- 13.1 Allgemeine Anwender-Parameter 246
 - Eingabe von Maschinen-Parametern 246
 - Allgemeine Anwender-Parameter wählen 246
- 13.2 Steckerbelegung und Anschlusskabel für Datenschnittstellen 254
 - Schnittstelle V.24/RS-232-C HEIDENHAIN-Geräte 254
 - Schnittstelle V.11/RS-422 255
- 13.3 Geräte für Datenübertragung vorbereiten 256
 - HEIDENHAIN-Geräte 256
 - Fremdgeräte 256
- 13.4 Technische Information 257
- 13.5 TNC-Meldetexte 259
 - TNC-Meldetexte beim Programmieren 259
 - TNC-Meldetexte beim Programm-Test und Programmablauf 259



1

Einführung

1.1 Die TNC 406, die TNC 416

Steuerungen

Die TNC 406 und die TNC 416 sind werkstattprogrammierbare Bahnsteuerungen für Senkerodier-Maschinen mit bis zu fünf Achsen.

Bildschirm-Einheit und Bedienfeld

Auf dem 14-Zoll-Farbbildschirm (TNC 406), bzw. 15-Zoll-Farbbildschirm (TNC 416), werden alle Informationen übersichtlich dargestellt, die beim Einsatz der TNC benötigt werden.

Die Programm-Eingabe wird durch die Softkeys der Bildschirm-Einheit unterstützt.

Die Tasten auf dem Bedienfeld sind nach ihrer Funktion gruppiert. Das erleichtert es, Programme einzugeben und die TNC-Funktionen zu nutzen.

Programmierung

Die TNC 406/TNC 416 wird direkt an der Maschine im leicht verständlichen HEIDENHAIN Klartext-Dialog programmiert.

Grafik

Für einen Programm-Test lässt sich die Bearbeitung des Werkstücks grafisch simulieren. Dafür sind verschiedene Darstellungsarten wählbar.

Kompatibilität

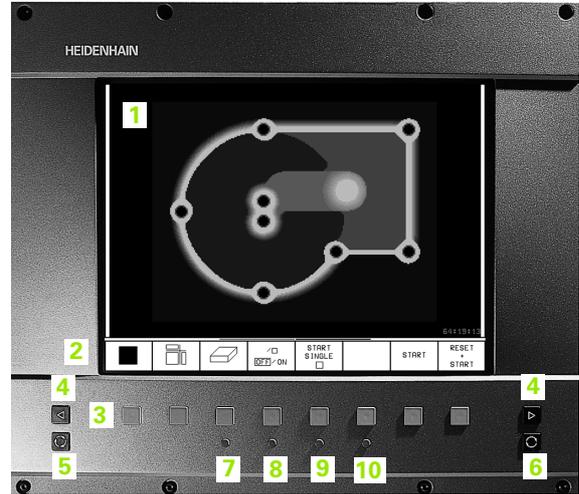
An der TNC 406/TNC 416 können Sie alle Programme nutzen, wenn die Befehle in diesen Programmen zum Befehlssatz der TNC 406/TNC 416 gehören.

1.2 Bildschirm und Bedienfeld

Bildschirm

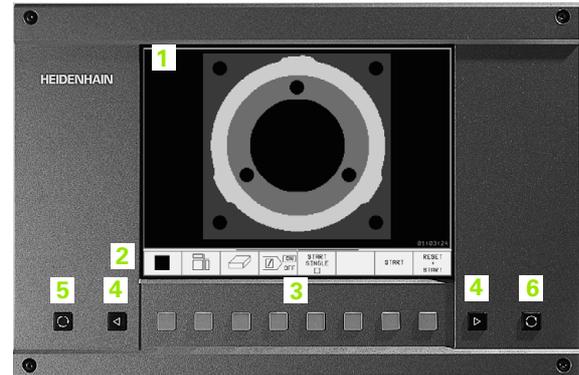
Die TNC 406 wird mit dem Farb-Bildschirm BC 110 (CRT) geliefert, die TNC 416 wahlweise mit dem Farb-Bildschirm BC 120 (CRT) oder dem Farb-Flachbildschirm BF 120 (TFT). Die Abbildung rechts oben zeigt die Bedienelemente des BC 120, die Abbildung rechts unten zeigt die Bedienelemente des BF 120.

- 1 Kopfzeile
Bei eingeschalteter TNC zeigt der Bildschirm in der Kopfzeile die angewählten Betriebsarten an.
- 2 Softkeys
In der Fußzeile zeigt die TNC weitere Funktionen in einer Softkey-Leiste an. Diese Funktionen wählen Sie über die darunterliegenden Tasten. Zur Orientierung zeigen schmale Balken direkt über der Softkey-Leiste die Anzahl der Softkey-Leisten an, die sich mit den außen angeordneten schwarzen Pfeiltasten wählen lassen. Die aktive Softkey-Leiste wird als aufgehellter Balken dargestellt.
- 3 Softkey-Wahltasten
- 4 Softkey-Leisten umschalten
- 5 Festlegen der Bildschirm-Aufteilung
- 6 Bildschirm-Umschalttaste für Maschinen- und Programmier-Betriebsarten



Zusätzliche Tasten für BC 120

- 7 Bildschirm entmagnetisieren; Hauptmenü zur Bildschirm-Einstellung verlassen
- 8 Hauptmenü zur Bildschirm-Einstellung wählen:
 - Im Hauptmenü: Hellfeld nach unten verschieben
 - Im Untermenü: Wert verkleinern; Bild nach links bzw. nach unten verschieben
- 9
 - Im Hauptmenü: Hellfeld nach oben verschieben
 - Im Untermenü: Wert vergrößern oder Bild nach rechts bzw. nach oben verschieben
- 10
 - Im Hauptmenü: Untermenü wählen
 - Im Untermenü: Untermenü verlassen



Hauptmenü-Dialog	Funktion
BRIGHTNESS	Helligkeit ändern
CONTRAST	Kontrast ändern
H-POSITION	Horizontale Bildposition ändern
V-POSITION	Vertikale Bildposition ändern

Hauptmenü-Dialog	Funktion
V-SIZE	Bildhöhe ändern
SIDE-PIN	Fassförmige Verzerrung korrigieren
TRAPEZOID	Trapezförmige Verzerrung korrigieren
ROTATION	Bildschieflage korrigieren
COLOR TEMP	Farbtemperatur ändern
R-GAIN	Farbeinstellung Rot ändern
B-GAIN	Farbeinstellung Blau ändern
RECALL	Keine Funktion

Der BC110 und der BC 120 sind gegen magnetische oder elektromagnetische Einstrahlungen empfindlich. Lage und Geometrie des Bildes können dadurch beeinträchtigt werden. Wechselfelder führen zu einer periodischen Verlagerung des Bildes oder zu einer Bildverzerrung.

Bildschirm-Aufteilung festlegen

Der Benutzer wählt die Aufteilung des Bildschirms: So kann die TNC z.B. in der Betriebsart Programmtest das Programm im linken Fenster anzeigen, während das rechte Fenster gleichzeitig z.B. eine Programmier-Grafik darstellt. Alternativ lässt sich im rechten Fenster auch der Werkzeug-Status 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 6



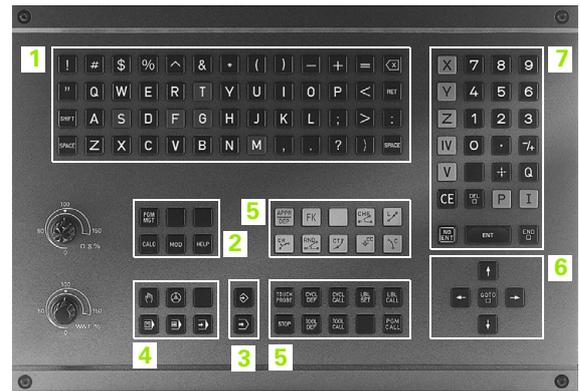
Bildschirm-Aufteilung mit Softkey wählen

Bedienfeld

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

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

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



1.3 Betriebsarten

Manueller Betrieb, Schrittmaß und Positionieren mit Handeingabe

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 Schrittmaß unterstützt das manuelle Verfahren der Maschinenachsen mit einem elektronischen Handrad HR.

In der Betriebsart Positionieren mit Handeingabe lassen sich einfache Verfahrbewegungen programmieren.

Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung (siehe „Bildschirm-Aufteilung festlegen“ auf Seite 4)

Fenster	Softkey
Positionen	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> PGM + POSITION </div>
Links: Positionen, rechts: Status-Anzeige	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> PGM POSITION STATUS </div>

MANUELLER BETRIEB

IST

X	+0.0000
Y	+0.0000
Z	+0.0000
A	+0.0000

F 0

RESTW

X	+12.3260
Y	-25.4150
Z	+100.0000
C	+0.0000

F 0
A 0

GRUNDDREHUNG +0.000

STATUS TOOL	STATUS PGM	STATUS CYCLE	STATUS POS	STATUS COORD. TRANSF.	STATUS TILT		RESET
----------------	---------------	-----------------	---------------	-----------------------------	----------------	--	-------

POSITIONIEREN MIT HANDEINGABE

```

0 BEGIN PGM $MDI MM
1 CYCL DEF 1.0 GENERATOR
2 CYCL DEF 1.1 P-TAB 1
3 CYCL DEF 1.2 MAX=3 MIN=3
4 TOOL DEF 1 L+0 R+10
5 TOOL CALL 1 Z U+1
6 L Z+100 R0 F MAX M
7 L X+10 Y+10 R0 F MAX M
                    
```

RESTW

X	+12.3260
Y	-25.4150
Z	+100.0000
C	+0.0000

F 900
A 0

GRUNDDREHUNG +0.000

IST

X	+0.0000
Z	+0.0000

Y	+0.0000
A	+0.0000

F 0

EL-CORR	M						RESET
---------	---	--	--	--	--	--	-------

Programm-Einspeichern/Editieren

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

Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung

Fenster	Softkey
Oben: Programm, unten: Positionen	PGM POSITION
Oben links: Programm, oben rechts: Status Unten: Positionen	PGM POSITION

Programm-Test

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

Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung

Fenster	Softkey
Oben: Programm, unten: Positionen	PGM POSITION
Oben Links: Programm, oben rechts: Status Unten: Positionen	PGM POSITION STATUS
Links: Programm, rechts: Status	PGM STATUS
Links: Programm, rechts: Grafik	PGM GRAPHICS
Oben Links: Programm, oben rechts: Grafik Unten: Positionen	PGM POSITION GRAPHICS
Grafik	GRAPHICS

PROGRAMM-EINSPEICHERN 7432

```

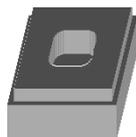
0 BEGIN PGM 7432 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 CYCL DEF 1.0 GENERATOR
4 CYCL DEF 1.1 P-TAB 800
5 CYCL DEF 1.2 MAX=3 MIN=3
6 TOOL DEF 1 L+0 R+5
7 TOOL CALL 1 Z U+1
8 L Z+100 R0 F MAX M
9 L X-10 Y-10 R F MAX M
10 L Z-10 R F MAX M
11 L X+5 Y+5 RL F M36
12 RND R10 F
13 L Y+95 R F M
    
```

PAGE ↓	PAGE ↑	EL-CORR	M	BLK FORM			
-----------	-----------	---------	---	----------	--	--	--

PROGRAMMTEST 7432

```

0 BEGIN PGM 7432 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 CYCL DEF 1.0 GENERATOR
4 CYCL DEF 1.1 P-TAB 800
5 CYCL DEF 1.2 MAX=3 MIN=3
6 TOOL DEF 1 L+0 R+5
7 TOOL CALL 1 Z U+1
8 L Z+100 R0 F MAX M
9 L X-10 Y-10 R F MAX M
10 L Z-10 R F MAX M
11 L X+5 Y+5 RL F M36
12 RND R10 F
13 L Y+95 R F M
    
```



00:00:00 0° 00:00:00

			BLK FORM (ON)/OFF	STOP AT [STOP]	START SINGLE [START]	START	RESET
--	--	--	----------------------	----------------------	----------------------------	-------	-------

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
Oben: Programm, unten: Positionen	
Oben Links: Programm, oben rechts: Status Unten: Positionen	
Oben Links: Programm, oben rechts: Grafik Unten: Positionen	

PROGRAMMLAUF SATZFOLGE 7432

```

0 BEGIN PGM 7432 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 CYCL DEF 1.0 GENERATOR
4 CYCL DEF 1.1 P-TAB 000
5 CYCL DEF 1.2 MAX=3 MIN=3
6 TOOL DEF 1 L+0 R+5
7 TOOL CALL 1 Z U+1
                                00:00:00
    
```



0° 00:00:00

IST X +12.3260 Y -25.4150
Z +100.0000 C +0.0000

800/3 900

T1 Z U+1.000





BLK FORM

ON/OFF

RESET

1.4 Status-Anzeige

Allgemeine Status-Anzeige

Die Status-Anzeige enthält außer den Koordinaten weitere Informationen:

- Art der Positionsanzeige (IST, SOLL, ...)
- Achse ist geklemmt (■ an der Achse)
- Nummer der aktuellen Elektrode T
- Elektrodenachse
- Vorschub F
- Wirksame Zusatz-Funktionen M
- TNC ist gestartet (Anzeige durch ✱)
- Name der gewählten Erodier-Tabelle
- Erlaubte Leistungsstufen (Zyklus GENERATOR)
- Aktuelle Leistungsstufe

Zusätzliche Status-Anzeigen

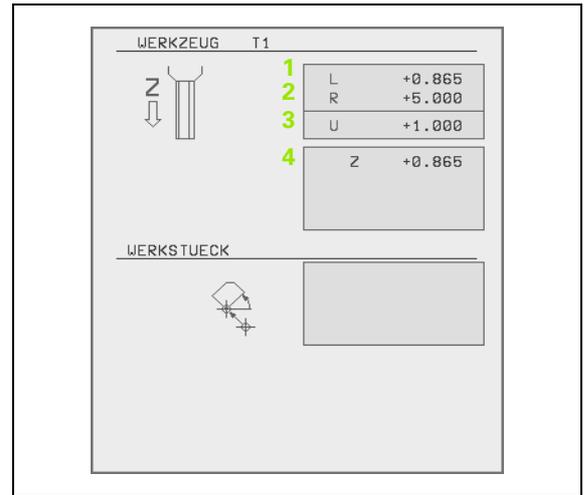
In allen Betriebsarten (Ausnahme: PROGRAMM-EINSPEICHERN) können Sie die Bildschirm-Aufteilung so festlegen, dass die TNC in der rechten Bildschirmhälfte zusätzliche Status-Informationen anzeigt:

Zusätzliche Status-Anzeige	Softkeys
Informationen zur aktiven Elektrode	STATUS TOOL
Allgemeine Programm-Informationen	STATUS PGM
Informationen zum aktiven Hersteller-Zyklus	STATUS CYCLE
Positionen und Koordinaten	STATUS POS.
Aktive Koordinaten-Umrechnungen	STATUS COORD. TRANSF.
Bearbeitungsebene schwenken	STATUS CYCLE

STATUS
TOOL

Informationen zur aktiven Elektrode

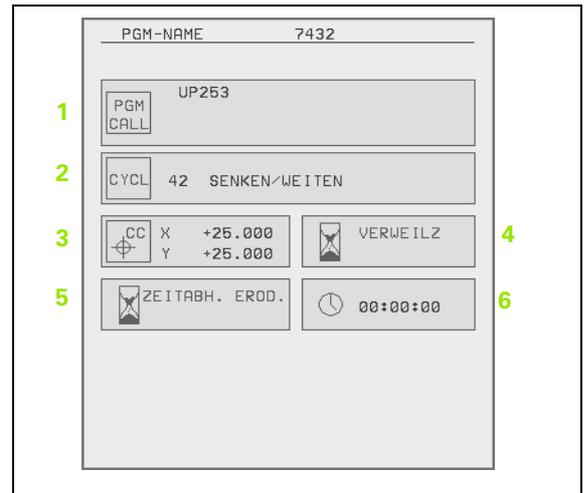
- 1 Elektroden-Länge
- 2 Elektroden-Radius
- 3 Elektroden-Untermaß
- 4 Elektroden-Achse



STATUS
PGM

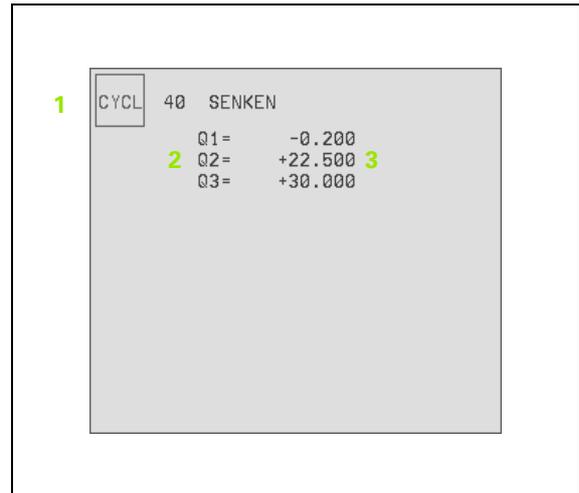
Allgemeine Programm-Informationen

- 1 Mit PGM CALL aufgerufene Programme
- 2 Aktiver Zyklus
- 3 Aktiver Kreismittelpunkt
- 4 Zähler für Verweilzeit
- 5 Status beim zeitabhängigen Erodieren
- 6 Bearbeitungszeit

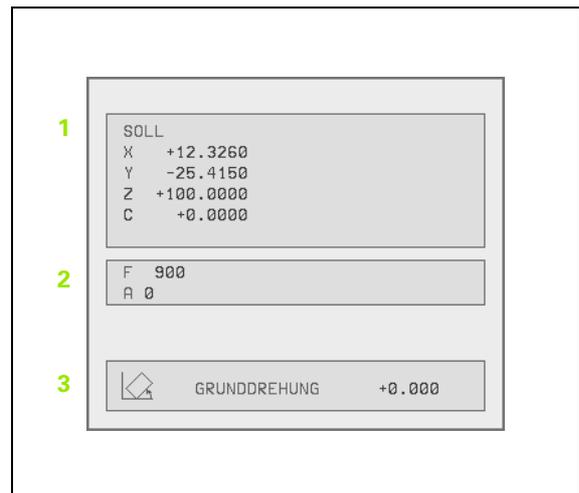


STATUS
CYCLE**Informationen zum aktiven Hersteller-Zyklus**

- 1 Aktiver Hersteller-Zyklus (Nummer und Name)
- 2 Nummer der Übergabeparameter
- 3 Inhalt des jeweiligen Übergabeparameters

STATUS
POS.**Positionen und Koordinaten**

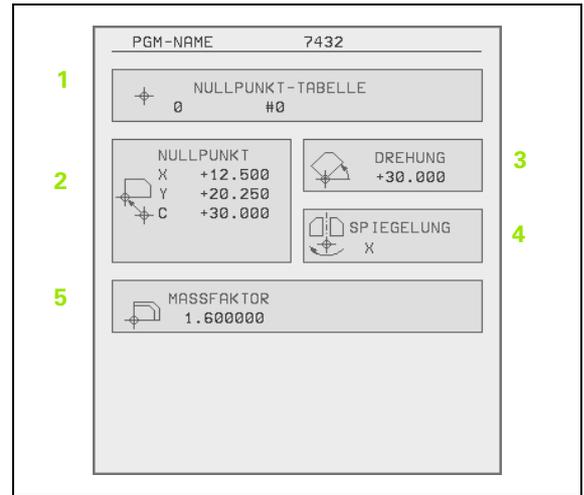
- 1 Zweite Positions-Anzeige
- 2 Vorschub und Winkellage bei Zyklus 17 SCHEIBE
- 3 Aktive Grunddrehung



STATUS
COORD.
TRANSF.

Aktive Koordinaten-Umrechnungen

- 1 Aktive Nullpunkt-Tabelle und aktive Nullpunkt-Nummer
- 2 Nullpunkt-Verschiebung
- 3 Drehung
- 4 Spiegelung
- 5 Massfaktor



STATUS
TILT

Bearbeitungsebene schwenken

- 1 Aktive Grunddrehung
- 2 Aktive Schwenkwinkel



1.5 Zubehör: Elektronische Handräder von HEIDENHAIN

Elektronische Handräder HR

Die „elektronischen Handräder“ erleichtern das präzise manuelle Verfahren der Achsschlitten.

Wie an einer konventionellen Maschine bewirkt ein Drehen am Handrad, dass sich der Maschinen-schlitten um einen bestimmten Betrag bewegt.

Der Verfahrensweg pro Umdrehung ist dabei in einem weiten Bereich wählbar.

Portable Handräder, z.B. das HR 410, werden mit einem Kabel an die TNC angeschlossen.

Einbau-Handräder, z.B. das HR 130, werden in die Maschinen-Tastatur eingebaut.

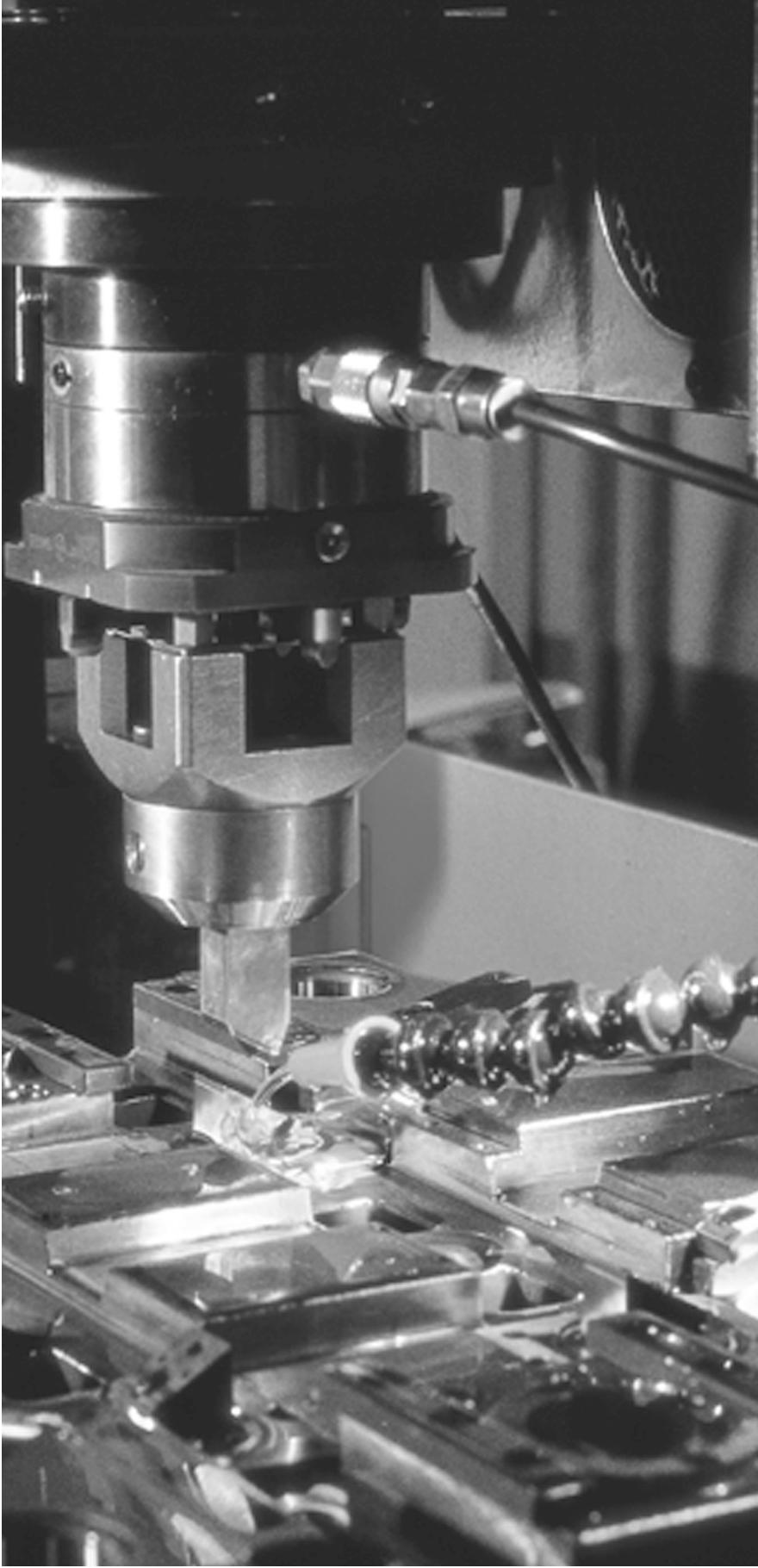
Über die Handrad-Konfiguration an Ihrer Maschine informiert Sie der Maschinen-Hersteller





2

**Handbetrieb, Einrichten und
Antastfunktionen**



2.1 Einschalten

Einschalten



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

Die Versorgungsspannung von TNC und Maschine einschalten. Danach zeigt die TNC folgenden Dialog an:

SPEICHERTEST

Speicher der TNC wird automatisch überprüft

STROMUNTERBRECHUNG



TNC-Meldung, dass Stromunterbrechung vorlag –
Meldung löschen

PLC-PROGRAMM ÜBERSETZEN

PLC-Programm der TNC wird automatisch übersetzt

STEUERSPANNUNG FÜR RELAIS FEHLT



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

MANUELLER BETRIEB REFERENZPUNKTE ÜBERFAHREN



Referenzpunkte in vorgegebener Reihenfolge über-
fahren: Für jede Achse externe START-Taste drücken,
oder



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

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



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

Um nachträglich die Referenzmarken zu überfahren, wählen Sie die Betriebsart MANUELLER BETRIEB.

2.2 Verfahren der Maschinenachsen

Hinweis



Die TNC zeigt die Position von bis zu 5 Maschinenachsen an.

Der Maschinenhersteller kann die Positionierung der 5. Achse ermöglichen, z.B. mit den externen Richtungstasten, per Schrittmaß, mit dem elektronischen Handrad oder über eine „PLC-Positionierung“.

Wenn Sie eine 5. Achse Ihrer Maschine positionieren wollen, setzen Sie sich mit Ihrem Maschinenhersteller in Verbindung.

Achse mit den externen Richtungstasten verfahren



Betriebsart Manueller Betrieb wählen



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



und

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



Achse anhalten: Externe STOP-Taste drücken

Verfahren mit dem elektronischen Handrad HR 410

Das tragbare Handrad HR 410 ist mit zwei Zustimmungstasten ausgerüstet. Die Zustimmungstasten befinden sich unterhalb des Sterngriffs.

Sie können die Maschinenachsen nur verfahren, wenn eine der Zustimmungstasten gedrückt ist (maschinenabhängige Funktion).

Das Handrad HR 410 verfügt über folgende Bedienelemente:

- 1 NOT-AUS
- 2 Handrad
- 3 Zustimmungstasten
- 4 Tasten zur Achswahl
- 5 Taste zur Übernahme der Ist-Position
- 6 Tasten zum Festlegen des Vorschubs (langsam, mittel, schnell; Vorschübe werden vom Maschinenhersteller festgelegt)
- 7 Richtung, in die die TNC die gewählte Achse verfährt
- 8 Maschinen-Funktionen (werden vom Maschinenhersteller festgelegt)



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

Verfahren mit dem Handrad ist auch während des Programmlaufs möglich.

Verfahren



Betriebsart Schrittmaß wählen



Zustimmtaste gedrückt halten



Achse wählen



Vorschub wählen



Aktive Achse in Richtung + oder – verfahren

oder





Bei aktiver Kurzschluss-Überwachung gilt: Wenn die Elektrode in den Kurzschlusskontakt kommt, stoppt die TNC die Positionierung in Richtung des Werkstücks und erlaubt nur noch ein Freifahren in entgegengesetzter Richtung. Dabei ist auch ein Achsumschalten gesperrt. Nachdem Sie mindestens 10 µm freigefahren sind, schaltet die TNC wieder zurück auf normalen Handradbetrieb. Diese Funktion ist während des Anfahrens der Referenzpunkte nicht aktiv.

Positionierungen mit dem elektronischen Handrad können auch in der Betriebsart PROGRAMM-EINSPEICHERN durchgeführt werden. Dazu muss der Maschinen-Parameter MP7655=1 gesetzt werden.

Schrittweises Positionieren

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



Der Maschinenhersteller muss das „Schrittweise Positionieren“ an Ihrer Maschine freigeben. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.



Betriebsart Schrittmaß wählen

UNTERTEILUNGSFAKTOR =

4

ENT

Unterteilungsfaktor eingeben, z.B. 4



Zu ZUSTELLUNG springen.

ZUSTELLUNG =

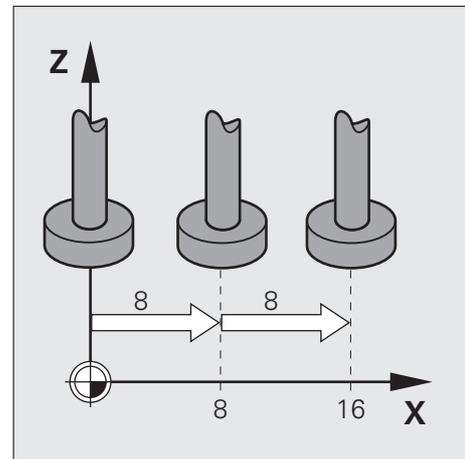
8

TVE

Zustellung in mm eingeben, z.B. 8 mm



Durch Drücken der externen Richtungstasten beliebig oft positionieren



Positionieren mit Handeingabe

Positionieren mit Handeingabe der Koordinaten, auf die das Werkzeug verfahren soll, ist in Kapitel 3 beschrieben (siehe „Positionieren mit Handeingabe“ auf Seite 38).

Manuell Erodieren

In den Betriebsarten MANUELL und SCHRITTMASS können Sie manuell mit den Achsrichtungstasten erodieren. Diese Funktion eignet sich besonders zum Anerodieren und zum Bezugspunkt-Setzen (auch in der Betriebsart SCHRITTMASS möglich). Beachten Sie beim Bezugspunkt-Setzen den aktuellen Spalt.



Voraussetzung

Zyklus 1GENERATOR muss aktiv sein

Vorgehensweise

- ▶ Betriebsart MANUELL oder SCHRITTMASS wählen
- ▶ Mit M36 den Generator einschalten
- ▶ Elektrode mit Achsrichtungstasten in der Bearbeitungsebene positionieren. Im Leerlauf ist der manuelle Vorschub wirksam
- ▶ Elektrode mit Achsrichtungstaste aufs Werkstück fahren, Spaltregelung wird bei Kontakt automatisch aktiv. Die TNC erkennt über die zuletzt gedrückte Achsrichtungstaste die Erodier-Richtung



In der Betriebsart MANUELL können Sie bis zum Endschalter Erodieren, in der Betriebsart SCHRITTMASS bis zur eingegebenen Zustellung.

Während des Erodier-Vorgangs können Sie die Elektrode in den anderen Achsen nur mit dem Handrad verfahren.

- ▶ Um den Erodier-Vorgang zu beenden, entgegengesetzte Achsrichtungstaste drücken.

2.3 Bezugspunkt-Setzen

Die Werkstück-Zeichnung gibt für die Bearbeitung ein bestimmtes Formelement des Werkstücks (meist eine Werkstück-Ecke) als „absoluten Bezugspunkt“ und eventuell ein oder mehrere Formelemente als relative Bezugspunkte vor (siehe „Bezugspunkt wählen“, Seite 47). Durch den Vorgang des Bezugspunkt-Setzens wird diesen Bezugspunkten der Ursprung des absoluten bzw. der relativen Koordinatensysteme zugeordnet:

Das Werkstück wird – zu den Maschinenachsen ausgerichtet – in eine bestimmte Position relativ zur Elektrode gebracht und die Anzeige entweder auf Null oder den entsprechenden Positionswert (z.B. um den Elektroden-Radius zu berücksichtigen) gesetzt.

Beispiel:

Koordinaten des Punktes 1:

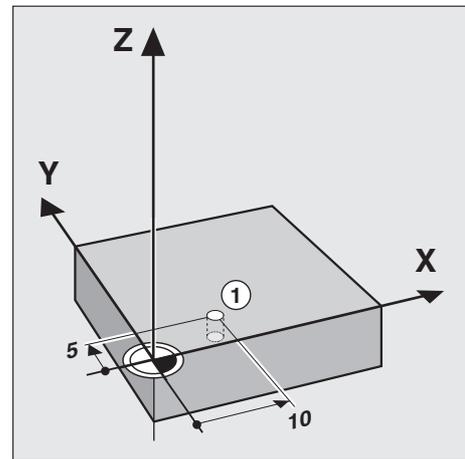
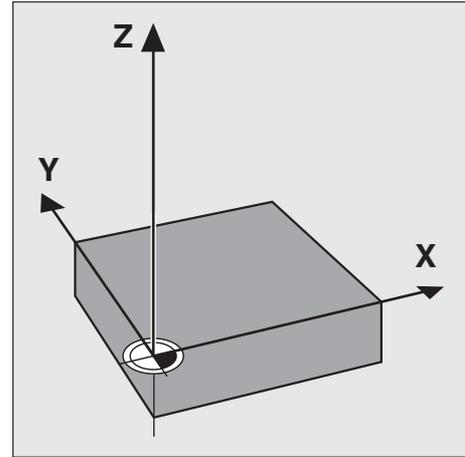
X= 10 mm

Y= 5 mm

Z= 0 mm

Der Nullpunkt des rechtwinkligen Koordinatensystems liegt auf der X-Achse 10 mm und auf der Y-Achse 5 mm in negativer Richtung von Punkt 1 entfernt.

Besonders komfortabel setzen Sie Bezugspunkte mit den Antast-Funktionen zur Bezugspunkt-Ermittlung.



2.4 Kalibrieren und Einrichten

Elektrode einsetzen

Mit einer Elektrode und den Antast-Funktionen der TNC 406 wird das Einrichten erheblich vereinfacht. Folgende Antast-Funktionen stehen an der TNC 406 zur Verfügung:

- Kompensieren einer schiefen Werkstück-Aufspannung (Grunddrehung)
- Bezugspunkt-Setzen
- Messen von
 - Längen und Positionen am Werkstück
 - Winkeln
 - Kreisradien
 - Kreismittelpunkten
- Messungen während des Programmlaufs



Der Maschinenhersteller muss die TNC für die Nutzung der Antast-Funktionen vorbereiten.

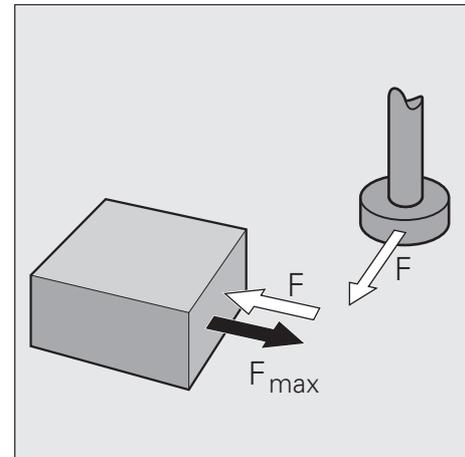
Die Elektrode verfährt in den Antastfunktionen nach Drücken der externen START-Taste. Der Maschinenhersteller legt den Vorschub F fest, mit dem sie auf das Werkstück zufährt.

Wenn die Antast-Elektrode das Werkstück berührt,

- speichert die TNC die Koordinaten der angetasteten Position
- stoppt die Antast-Elektrode
- fährt die Antast-Elektrode im Eilgang auf die Startposition des Antastvorgangs zurück



Über Maschinenparameter 6100 legen Sie fest, ob jeder Antastvorgang einmal oder mehrmals (Maximum: 5 Antastungen) durchgeführt werden soll. Falls Sie mehrmals antasten, ermittelt die TNC den Mittelwert aller Antastpunkte. Dieser Mittelwert ist dann das Antast-Ergebnis. (Siehe auch „Allgemeine Anwender-Parameter wählen“ auf Seite 246)



Antastfunktion wählen

Übersicht

In der Betriebsart Manueller Betrieb bzw. Schrittmaß stehen Ihnen folgende Antastfunktionen zur Verfügung:

Funktion	Softkey
Grunddrehung über eine Gerade ermitteln	
Manuelles Antasten	
Bezugspunkt in einer beliebigen Achse setzen	
Werkstückmitte als Bezugspunkt setzen	
Kreismittelpunkt als Bezugspunkt setzen	
Ecke als Bezugspunkt setzen	
Kalibrier-Funktion für die Elektroden-Länge wählen (2. Softkeyleiste)	
Kalibrier-Funktion für den Elektroden-Radius wählen (2. Softkeyleiste)	

Antastfunktion wählen

- ▶ Betriebsart Manueller Betrieb oder Schrittmaß wählen



- ▶ Antastfunktionen wählen: Softkey TOUCH PROBE drücken. Die TNC zeigt weitere Softkeys: Siehe Tabelle oben



- ▶ Tastsystem-Zyklus wählen: z.B. Softkey PROBING ROT drücken, die TNC zeigt am Bildschirm das entsprechende Menü an

Antast-Elektrode kalibrieren

Die Antast-Elektrode ist zu kalibrieren bei

- Inbetriebnahme
- Elektroden-Wechsel
- Änderung des Antastvorschubs
- Unregelmäßigkeiten, beispielsweise infolge Erwärmung der Maschine

Beim Kalibrieren ermittelt die TNC die „wirksame“ Länge und den „wirksamen“ Radius der Elektrode.

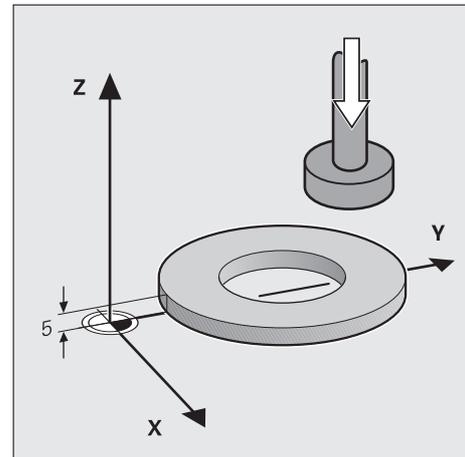
Zum Kalibrieren wird ein Einstellring mit bekannter Höhe und bekanntem Innenradius auf dem Maschinentisch aufgespannt.

Kalibrieren der wirksamen Länge

- ▶ Bezugspunkt in der Spindel-Achse so setzen, dass für den Maschinentisch gilt: $Z=0$.



- ▶ Kalibrier-Funktion für die Elektroden-Länge wählen (2. Softkey-Leiste)
- ▶ Werkzeug-Achse eingeben (Achstaste)
- ▶ Bezugspunkt: Höhe des Einstellrings eingeben
- ▶ Antast-Elektrode dicht über die Oberfläche des Einstellrings fahren
- ▶ Wenn nötig Verfahrrichtung über Pfeiltasten ändern
- ▶ Antast-Elektrode tastet Oberfläche des Einstellrings an: Externe START-Taste drücken



Kalibrieren des wirksamen Radius

- ▶ Positionieren Sie die Antast-Elektrode in die Bohrung des Einstellrings

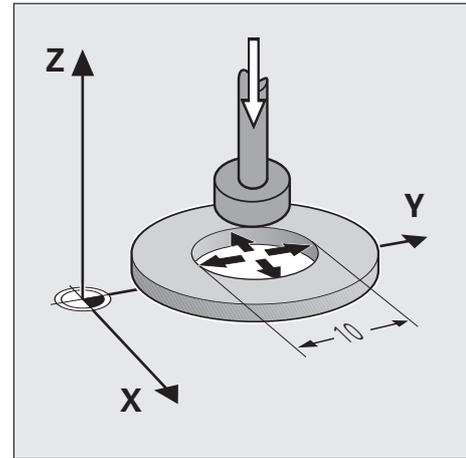
TOUCH
PROBE

- ▶ Kalibrierfunktion für den Elektroden-Radius wählen (2. Softkey-Leiste)
- ▶ Werkzeug-Achse wählen, Radius des Einstellrings eingeben
- ▶ Antasten: 4 x externe START-Taste drücken. Die Antast-Elektrode tastet in jede Achsrichtung eine Position in der Bohrung an
- ▶ Wenn Sie die Kalibrierfunktion jetzt beenden möchten, dann Softkey END drücken

Kalibrierwerte anzeigen

Die wirksame Länge und der wirksame Radius der Antast-Elektrode werden in der TNC gespeichert und bei späteren Einsätzen berücksichtigt.

Die gespeicherten Werte werden am Bildschirm angezeigt, wenn die Kalibrierfunktionen erneut gewählt werden.



Werkstück-Schiefelage kompensieren

Eine schiefe Werkstück-Aufspannung kompensiert die TNC rechnerisch durch eine „Grunddrehung“.

Dazu wird der Drehwinkel auf den Winkel gesetzt, den eine Werkstückfläche mit der Winkelbezugsachse der Bearbeitungsebene einschließen soll. Wenn Sie die Funktion Bearbeitungsebene schwenken einsetzen, dann berücksichtigt die TNC die Grunddrehung auch im geschwenkten System.

Grunddrehung ermitteln



- ▶ Antastfunktion GRUNDDREHUNG wählen
- ▶ DREHWINKEL auf Soll-Wert setzen
- ▶ Antast-Elektrode in die Nähe **A** des zweiten Antastpunkts **1** fahren
- ▶ Antastrichtung senkrecht zur Winkelbezugsachse wählen: Achse und Richtung über Softkey wählen
- ▶ Antasten: Externe START-Taste drücken
- ▶ Antast-Elektrode in die Nähe **B** des zweiten Antastpunkts **2** fahren
- ▶ Antasten: Externe START-Taste drücken

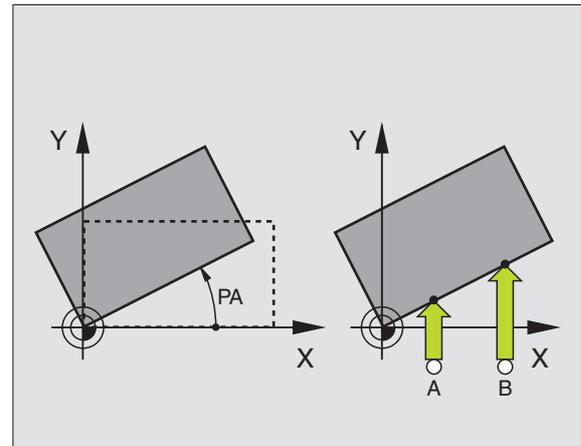
Eine Grunddrehung wird netzausfallsicher gespeichert und ist für alle nachfolgenden Programmläufe und grafischen Simulationen wirksam.

Grunddrehung anzeigen

Der Winkel der Grunddrehung steht in der Drehwinkel-Anzeige. In der zusätzlichen Status-Anzeige wird bei aktivierter Grunddrehung der Drehwinkel ebenfalls angezeigt.

Grunddrehung aufheben

- ▶ GRUNDDREHUNG erneut wählen
- ▶ Drehwinkel „0“ eingeben, mit Taste ENT übernehmen
- ▶ Antastfunktion beenden: Taste END drücken



2.5 Bezugspunkt-Setzen mit einer Antast-Elektrode

Funktionen zum Bezugspunkt-Setzen

Funktion	Softkey
Bezugspunkt in einer beliebigen Achse setzen	
Manuelles Antasten	
Werkstück-Mitte als Bezugspunkt setzen	
Kreismittelpunkt als Bezugspunkt setzen	
Ecke als Bezugspunkt setzen	

Nach dem Antasten können Sie wählen, ob Sie einen neuen Bezugspunkt setzen oder ob Sie die ermittelten Werte in eine Nullpunkt- bzw. eine Tool-Tabelle schreiben.

Antastwerte in Tabellen schreiben



Um Antastwerte in Nullpunkt-Tabellen einzutragen, müssen diese in Ihrer TNC aktiv sein (Bit 2 im Maschinen-Parameter 7224 =0)

Über den Softkey TRANSFER TO TABLE schreibt die TNC die Antastwerte in die Tabelle. Sie können sowohl eine Nullpunkt-tabelle (NAME.D) als auch eine Tool-tabelle (NAME.T) auswählen:

- ▶ Manuelles Antasten wählen: Softkey TOUCH PROBE drücken
- ▶ Name der Nullpunkt- bzw. Tool-tabelle eintragen
- ▶ Nullpunkt-Nummer bzw. Werkzeug-Nummer eingeben
- ▶ Antastfunktion auswählen und starten
- ▶ Softkey TRANSFER TO TABLE drücken: Die TNC trägt die Antastwerte in die ausgewählte Tabelle ein.

Antastwerte im Programm-lauf in die Tabelle schreiben

Sie können Antastwerte auch während des Programm-laufs in die TOOL-Tabelle schreiben. Mit der Zusatzfunktion M109 übertragen Sie die Inhalte der Q-Parameter Q81 bis Q84 in die Tabelle TOOL.T. Umgekehrt lesen Sie mit M108 die Werkzeug-Korrekturwerte aus der TOOL-Tabelle in die Parameter Q81 bis Q84 (siehe auch „Q-Parameter für die Nullpunkt-Tabelle: Q81 bis Q84“ auf Seite 206).

Bezugspunkt-Setzen in einer beliebigen Achse



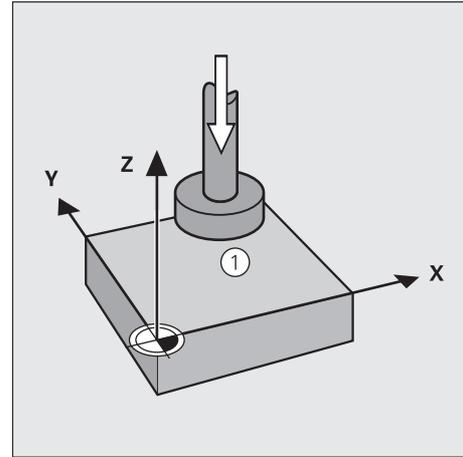
- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey PROBING POS drücken
- ▶ Tastsystem in die Nähe des Antastpunkts positionieren
- ▶ Antastrichtung und gleichzeitig Achse wählen, für die der Bezugspunkt gesetzt wird, z.B. Z in Richtung Z- antasten: Über Softkey wählen
- ▶ Antasten: Externe START-Taste drücken
- ▶ Bezugspunkt: Soll-Koordinate eingeben, mit Taste ENT übernehmen

Manuelles Antasten

Mit der Funktion PROBING DEPTH können Sie in einer wählbaren Achse das Werkstück beliebig oft antasten. Alle übrigen Achsen können Sie gleichzeitig mit dem Handrad verfahren. Diese Antastmethode eignet sich besonders zum Auffinden von Einsenkungen oder Erhebungen.

Die TNC speichert jeweils den letzten Antastpunkt, nachdem Kontakt zwischen Werkstück und Elektrode vorhanden war. Den Antastvorgang beenden Sie mit der Taste NC-STOP.

- ▶ Antastfunktion PROBING DEPTH wählen
- ▶ Antast-Elektrode in die Nähe des Antastpunkts fahren
- ▶ Wegbegrenzung, d.h. maximal erlaubten Verfahrensweg eingeben, den die Elektrode in der Antastachse zurücklegen darf, mit ENT bestätigen
- ▶ Antastrichtung und gleichzeitig Achse wählen, für die der Bezugspunkt gesetzt wird, z.B. Z in Richtung Z- antasten
- ▶ Antastvorgang starten. Die TNC fährt in der gewählten Achsrichtung auf das Werkstück zu, bis Kontakt zwischen Werkstück und Elektrode erfolgt. Diese Koordinate speichert die TNC ab. Der Antastvorgang wiederholt sich solange, bis Sie mit NC-STOP das Antasten beenden
- ▶ Verfahren Sie ggf. die übrigen Achsen mit dem Handrad, um Einsenkungen oder Erhebungen zu finden
- ▶ Soll-Koordinate des BEZUGSPUNKTs eingeben, mit ENT bestätigen

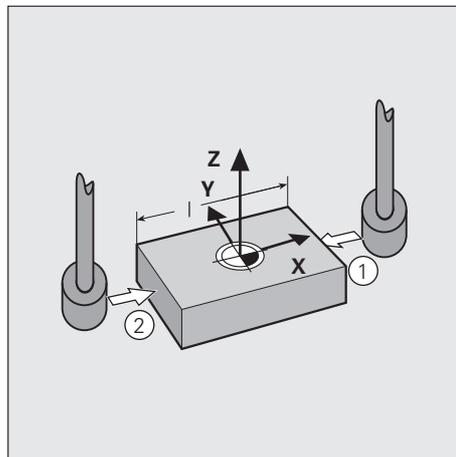


Werkstück-Mitte als Bezugspunkt

Mit der Funktion Werkstück-Mitte als Bezugspunkt können Sie den Mittelpunkt quadratischer oder rechteckiger Werkstücke bestimmen und als Bezugspunkt setzen. Das Werkstück muss dabei achsparallel ausgerichtet sein.



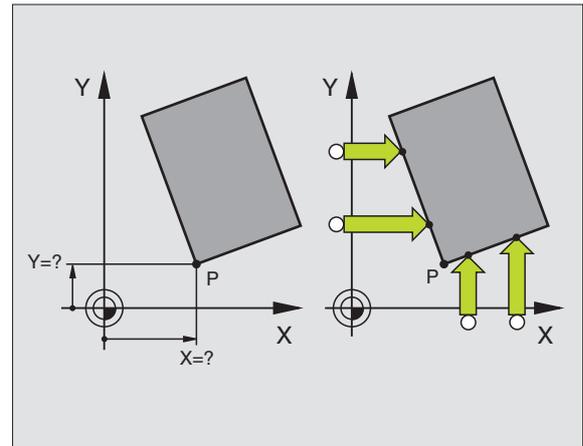
- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey PROBING CENTER drücken
- ▶ Antast-Elektrode in die Nähe des ersten Antastpunkts fahren
- ▶ Antastrichtung über Softkey wählen, z. B. X+
- ▶ Antasten: Externe START-Taste drücken
- ▶ Antast-Elektrode in die Nähe des zweiten Antastpunkts fahren
- ▶ Antasten: Externe START-Taste drücken
- ▶ Erste Koordinate des Bezugspunkts eingeben, z.B. auf der X-Achse
- ▶ Vorgang für dritten und vierten Antastpunkt wiederholen in der zweiten Achse, z.B. Y.
- ▶ Zweite Koordinate des Bezugspunkts eingeben, z.B. auf der Y-Achse
- ▶ Antastfunktion beenden



Ecke als Bezugspunkt



- ▶ Antastfunktion wählen:
Softkey PROBING P drücken
- ▶ Antast-Elektrode in die Nähe des ersten Antastpunkts verfahren
- ▶ Antastrichtung über Softkey wählen, z. B. X+
- ▶ Antasten: Externe START-Taste drücken
- ▶ Antast-Elektrode in die Nähe des zweiten Antastpunkts auf der gleichen Kante fahren
- ▶ Antasten: Externe START-Taste drücken
- ▶ Zwei Punkte auf der nächsten Kante auf die gleiche Weise antasten
- ▶ Bezugspunkt: Beide Koordinaten des Bezugspunkts im Menüfenster eingeben, mit Taste ENT übernehmen
- ▶ Antast-Funktion beenden: Taste END drücken



Kreismittelpunkt als Bezugspunkt

Mittelpunkte von Bohrungen, Kreistaschen, Vollzylindern, Zapfen, kreisförmigen Inseln usw. können Sie als Bezugspunkte setzen.

Innenkreis:

Die TNC tastet die Kreis-Innenwand in alle vier Koordinatenachsen-Richtungen an.

Bei unterbrochenen Kreisen (Kreisbögen) können Sie die Antastrichtung beliebig wählen.

- ▶ Antast-Elektrode einmal ungefähr in die Kreismitte fahren



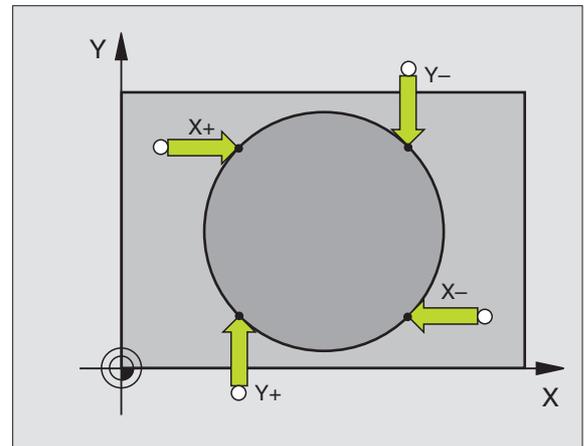
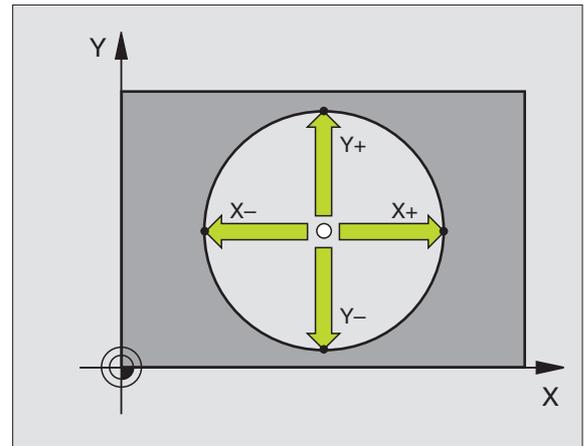
- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey PROBING CC wählen
- ▶ Antasten: Externe START-Taste viermal drücken. Das Tastsystem tastet nacheinander 4 Punkte der Kreis-Innenwand an
- ▶ Bezugspunkt: Im Menüfenster beide Koordinaten des Kreismittelpunkts eingeben, mit Taste ENT übernehmen
- ▶ Antastfunktion beenden: Taste END drücken

Außenkreis:



- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey PROBING CC wählen
- ▶ Antast-Elektrode in die Nähe des ersten Antastpunktes außerhalb des Kreises fahren
- ▶ Antastrichtung wählen: Entsprechenden Softkey wählen
- ▶ Antasten: Externe START-Taste drücken
- ▶ Antastvorgang für die übrigen 3 Punkte wiederholen. Siehe Bild rechts unten
- ▶ Koordinaten des Kreismittelpunkts eingeben

Nach dem Antasten zeigt die TNC die aktuellen Koordinaten des Kreismittelpunkts und den Kreisradius PR am Bildschirm an.



2.6 Messen mit der Antast-Elektrode

Einführung

Mit der Antast-Elektrode lassen sich bestimmen:

- Positions-Koordinaten und daraus
- Maße und Winkel am Werkstück

Koordinate einer Position am ausgerichteten Werkstück bestimmen



- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey PROBING POS drücken
- ▶ Antast-Elektrode in die Nähe des Antastpunkts fahren
- ▶ Antastrichtung und gleichzeitig Achse wählen, auf die die Koordinate sich beziehen soll: Entsprechenden Softkey wählen.
- ▶ Antastvorgang starten: Externe START-Taste drücken

Die TNC zeigt die Koordinate des Antastpunkts als Bezugspunkt an.

Koordinaten eines Eckpunktes in der Bearbeitungsebene bestimmen

Koordinaten des Eckpunkts bestimmen, wie unter „Ecke als Bezugspunkt“ beschrieben.

Die TNC zeigt die Koordinaten der angetasteten Ecke als BEZUGSPUNKT an.

Werkstückmaße bestimmen

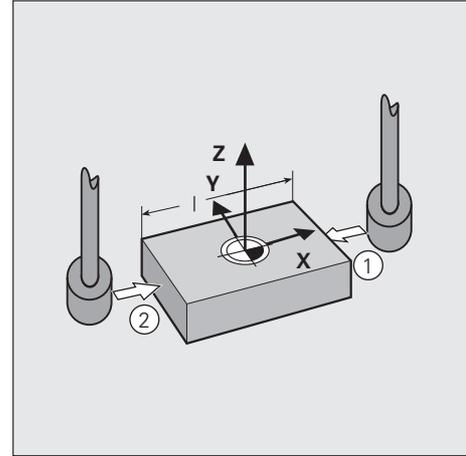


- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey PROBING POS drücken
- ▶ Antast-Elektrode in die Nähe des ersten Antastpunkts **1** fahren
- ▶ Antastrichtung über Softkey wählen
- ▶ Antasten: Externe START-Taste drücken
- ▶ Als Bezugspunkt angezeigten Wert notieren (nur, falls vorher gesetzter Bezugspunkt wirksam bleibt)
- ▶ Bezugspunkt: „0“ eingeben
- ▶ Dialog abbrechen: Taste END drücken
- ▶ Antastfunktion erneut wählen: Softkey PROBING POS drücken
- ▶ Antast-Elektrode in die Nähe des zweiten Antastpunkts **2** fahren
- ▶ Antastrichtung über Softkey wählen: Gleiche Achse, jedoch entgegengesetzte Richtung wie beim ersten Antasten.
- ▶ Antasten: Externe START-Taste drücken

In der Anzeige BEZUGSPUNKT steht der Abstand zwischen den beiden Punkten auf der Koordinatenachse.

Positionsanzeige wieder auf Werte vor der Längenmessung setzen

- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey PROBING POS drücken
- ▶ Ersten Antastpunkt erneut antasten
- ▶ BEZUGSPUNKT auf vorhin notierten Wert setzen
- ▶ Dialog abbrechen: Taste END drücken



Winkel messen

Mit der Antast-Elektrode lassen sich auch Winkel in der Bearbeitungsebene bestimmen. Gemessen wird der

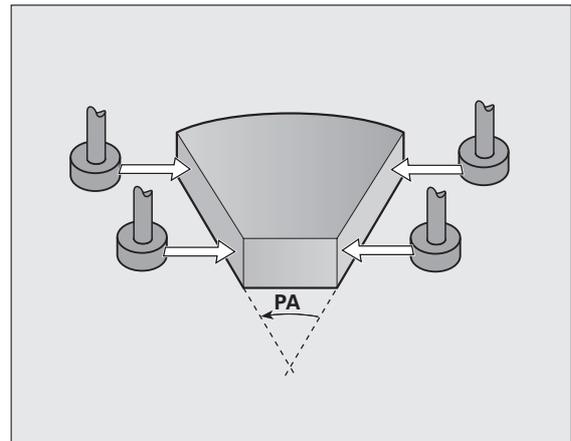
- Winkel zwischen der Winkelbezugsachse und einer Werkstück-Kante oder der
- Winkel zwischen zwei Kanten

Der gemessene Winkel wird als Wert von maximal 90° angezeigt.

Winkel zwischen der Winkelbezugsachse und einer Werkstück-Kante bestimmen

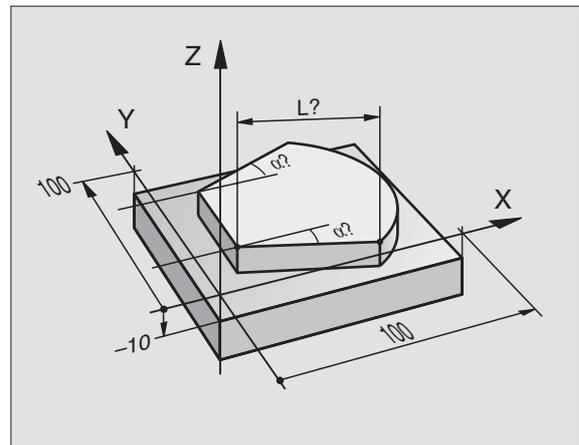


- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey PROBING ROT drücken
- ▶ Drehwinkel: Angezeigten Drehwinkel notieren, falls Sie die zuvor durchgeführte Grunddrehung später wieder herstellen möchten
- ▶ Grunddrehung mit der zu vergleichenden Seite durchführen (siehe „Werkstück-Schiefelage kompensieren“ auf Seite 27)
- ▶ Mit Softkey PROBING ROT den Winkel zwischen Winkelbezugsachse und Werkstückkante als Drehwinkel anzeigen lassen
- ▶ Grunddrehung aufheben oder ursprüngliche Grunddrehung wieder herstellen: Drehwinkel auf notierten Wert setzen



Winkel zwischen zwei Werkstück-Kanten bestimmen

- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey PROBING ROT drücken
- ▶ Drehwinkel: Angezeigten Drehwinkel notieren, falls Sie die zuvor durchgeführte Grunddrehung wieder herstellen möchten
- ▶ Grunddrehung für die erste Seite durchführen (siehe „Werkstück-Schiefelage kompensieren“ auf Seite 27)
- ▶ Zweite Seite ebenfalls wie bei einer Grunddrehung antasten, Drehwinkel hier nicht auf 0 setzen!
- ▶ Mit Softkey PROBING ROT Winkel PA zwischen den Werkstück-Kanten als Drehwinkel anzeigen lassen
- ▶ Grunddrehung aufheben oder ursprüngliche Grunddrehung wieder herstellen: Drehwinkel auf notierten Wert setzen



2.7 Zusatz-Funktion M eingeben und starten

Werte eingeben

Zusatzfunktion M

M

Eingabe für Zusatzfunktion wählen: Softkey M

ZUSATZFUNKTION M =

6



Zusatz-Funktion M eingeben, z.B. M6

I

Zusatz-Funktion M starten

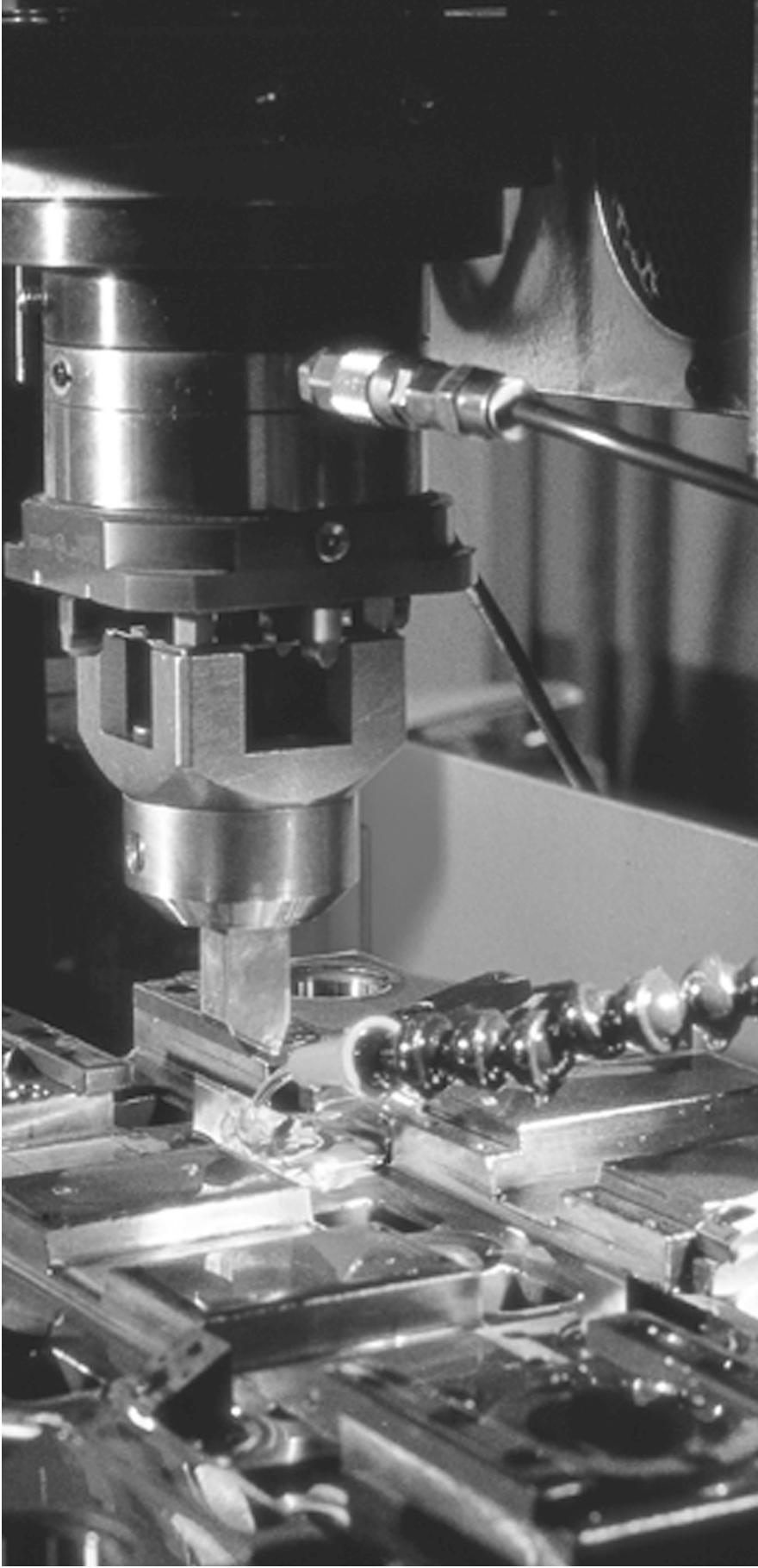


Der Maschinenhersteller legt fest, welche Zusatz-Funktionen M Sie an Ihrer TNC nutzen können und welche Funktion sie haben. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.



3

**Positionieren mit
Handeingabe**



3.1 Positionieren mit Handeingabe

Für einfache Bearbeitungen oder zum exakten Vorpositionieren der Elektrode eignet sich die Betriebsart POSITIONIEREN MIT HANDEINGABE. Hier können Sie ein Programm im Klartext-Dialog eingeben und direkt ausführen. Auch die Zyklen der TNC lassen sich definieren und aufrufen. Das Programm wird in der Datei \$MDI gespeichert.



- Beliebiges Programm aufrufen mit PGM CALL ist nicht möglich
- Unterprogramm-Aufrufe oder Programmteil-Wiederholungen mit LBL CALL sind nicht möglich
- Beim Abarbeiten eines TOOL CALL-Satzes, muss die zugehörige Werkzeug-Definition TOOL DEF innerhalb der Datei \$MDI programmiert sein
- Inkrementale Positionierungen beziehen sich immer auf die aktuelle Elektroden-Position
- Die Programmierung einer Radius-Korrektur (RL/RR) ist nicht erlaubt

Positionieren mit Handeingabe anwenden



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



Programmlauf starten: Externe START-Taste

Beispiel: Gerade programmieren und abarbeiten



Betriebsart wählen: Positionieren mit Handeingabe



Achse wählen, Koordinaten des Geraden-Endpunktes eingeben und Vorschub eingeben
z.B: **L X+125 R F100 M**



Eingabe abschließen



Positioniersatz starten

Programme aus \$MDI sichern oder löschen

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



Betriebsart wählen: Programm- Einspeichern/
Editieren



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



Datei \$MDI markieren



„Datei kopieren“ wählen: Softkey COPY drücken

ZIEL-DATEI =

74523

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



Kopiervorgang mit Taste ENT abschließen

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



Wenn Sie \$MDI löschen wollen, dann

- dürfen Sie die Betriebsart Positionieren mit Handeingabe nicht angewählt haben
- dürfen Sie die Datei \$MDI in der Betriebsart Programm Einspeichern/Editieren nicht angewählt haben



4

**Programmieren:
Grundlagen, Dateien,
Programmeingabe, Funken-
erosion, Erodieretabelle**

4.1 Grundlagen für Positionsangaben

Einführung

Dieses Kapitel behandelt folgende Punkte:

- Was heißt NC?
- Bearbeitungsprogramm
- Programm-Eingabe
- Wegmessgeräte und Referenzmarken
- Bezugssystem
- Bezugssystem an Erodiermaschinen
- Elektrodenbewegung programmieren
- Polarkoordinaten
- Absolute und inkrementale Werkstückpositionen
- Bezugspunkt wählen

Was heißt NC?

Der deutsche Begriff für „NC“ (Numerical Control) lautet numerische Steuerung, also „Steuerung mit Hilfe von Zahlen“.

Moderne Steuerungen wie die TNCs besitzen dafür einen eingebauten Computer. Sie werden deshalb auch CNC (Computerized NC) genannt.

Bearbeitungsprogramm

Im Bearbeitungsprogramm wird die Werkstück-Bearbeitung festgelegt. Im Programm stehen beispielsweise die Zielposition, auf die sich die Elektrode bewegen soll, die Elektrodenbahn – also wie die Elektrode zu einer Zielposition bewegt werden soll – und der dazugehörige Vorschub.

Auch Informationen über Radien und Längen der eingesetzten Elektroden und die Elektrodenachse müssen im Programm festgelegt sein.

Programm-Eingabe

Die Dialog-Programmierung ist eine besonders einfache Methode, um Bearbeitungsprogramme zu erstellen und einzugeben.

NCs von HEIDENHAIN waren von Anfang an für den Facharbeiter ausgelegt, der direkt an der Maschine sein Programm in die Steuerung eintippt. Deswegen heißen diese Steuerungen TNC (**Tipp-NC**).

Die Programmierung eines Arbeitsschrittes wird einfach durch einen Tastendruck eingeleitet. Danach erfragt die TNC alle Daten, die sie für diesen Arbeitsschritt benötigt.

Wegmessgeräte und Referenzmarken

An den Maschinenachsen befinden sich Wegmessgeräte, die die Positionen des Maschinentisches bzw. des Werkzeugs erfassen. 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. Damit diese Zuordnung wieder hergestellt werden kann, verfügen die Maßstäbe der 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 Maschinenschlitten-Position wieder herstellen.

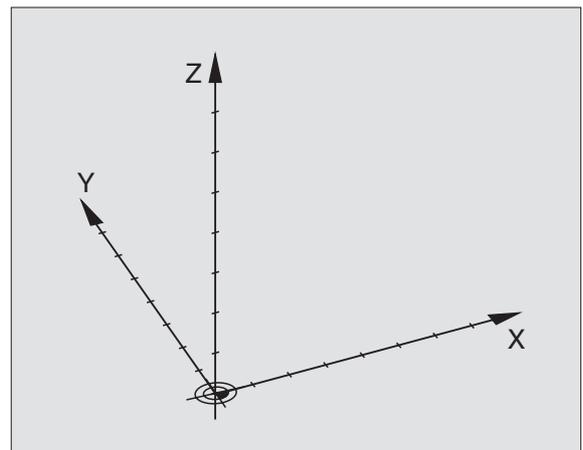
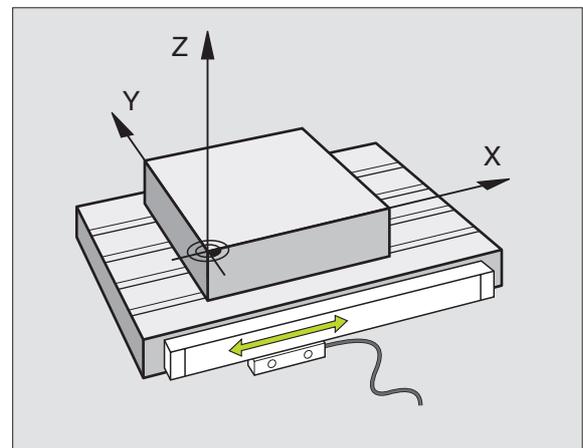
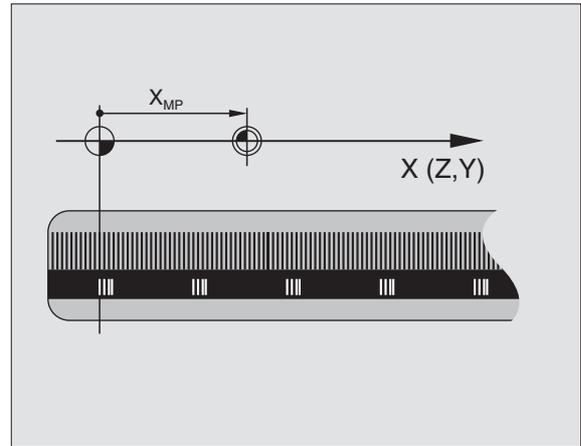
Üblicherweise sind an Linearachsen Längenmessgeräte angebaut. An Rundtischen und Schwenkachsen befinden sich Winkelmessgeräte. Um die Zuordnung zwischen Ist-Position und aktueller Maschinenschlitten-Position wieder herzustellen, müssen Sie bei Längenmessgeräten mit abstandscodierten Referenzmarken die Maschinenachsen maximal 20 mm verfahren, bei Winkelmessgeräten um maximal 20°.

Bezugssystem

Mit einem Bezugssystem legen Sie Positionen in einer Ebene oder im Raum eindeutig fest. Die Angabe einer Position bezieht sich immer auf einen festgelegten Punkt und wird durch Koordinaten beschrieben.

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

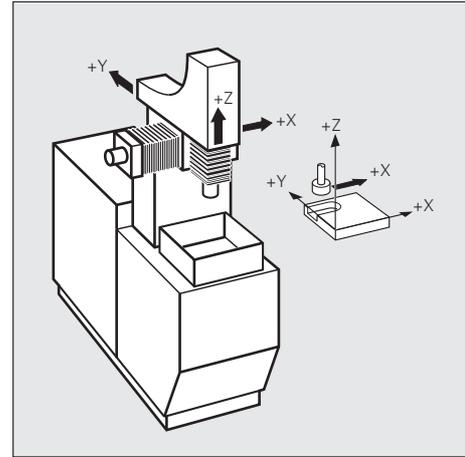
Koordinaten, die sich auf den Nullpunkt beziehen, werden als absolute Koordinaten bezeichnet. Relative Koordinaten beziehen sich auf eine beliebige andere Position (Bezugspunkt) im Koordinatensystem. Relative Koordinaten-Werte werden auch als inkrementale Koordinaten-Werte bezeichnet.



Bezugssystem an Erodiermaschinen

Bei der Bearbeitung eines Werkstücks an einer Erodiermaschine beziehen Sie sich generell auf das rechtwinklige Koordinatensystem. Die Bilder rechts zeigen, wie das rechtwinklige Koordinatensystem den Maschinenachsen zugeordnet ist. Die Drei-Finger-Regel der rechten Hand dient als Gedächtnisstütze: Wenn der Mittelfinger in Richtung der Werkzeugachse vom Werkstück zum Werkzeug zeigt, so weist er in die Richtung Z+, der Daumen in die Richtung X+ und der Zeigefinger in Richtung Y+.

Die TNC 406/TNC416 kann insgesamt maximal 5 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.



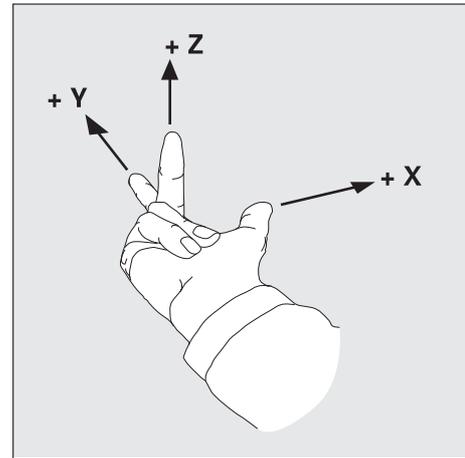
Elektrodenbewegung programmieren

Je nach Konstruktion der Maschine bewegt sich in einer Achse entweder der Maschinentisch mit dem Werkstück oder die Elektrode.



Programmiert wird grundsätzlich immer so, als ob das Werkstück stillsteht und die Elektrode alle Bewegungen ausführt.

Wenn sich für eine oder mehrere Achsen der Maschinentisch bewegt, sind die entsprechenden Achsen am Steuerpult mit einem Hochkomma (z.B. X', Y') gekennzeichnet. Die Bewegung einer solchen Achse entspricht einer Bewegung der Elektrode relativ zum Werkstück in die entgegengesetzte Richtung.



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 (siehe auch „Bahnbewegungen – Polarkoordinaten“ auf Seite 109).

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:

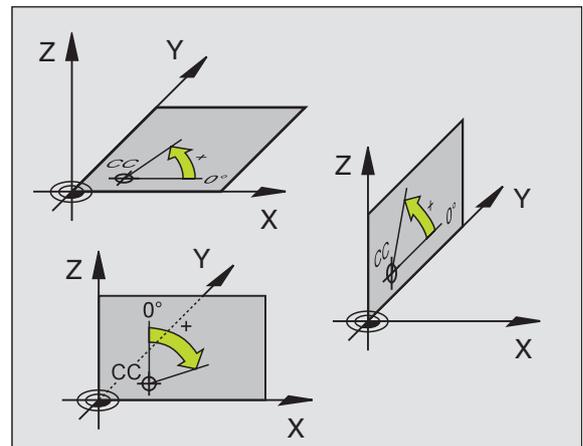
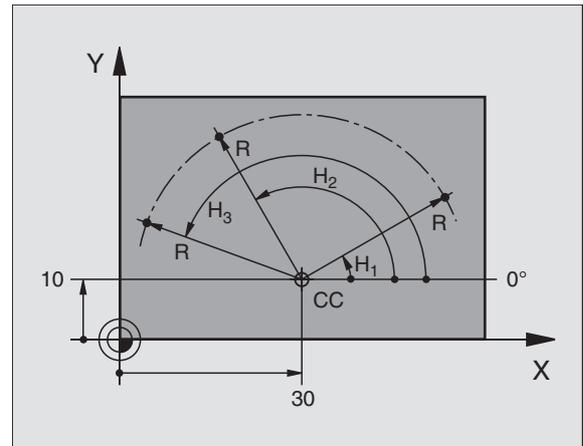
- Polarkoordinaten-Radius: der Abstand vom Pol CC zur Position
- Polarkoordinaten-Winkel: Winkel zwischen der Winkel-Bezugsachse und der Strecke, die den Pol CC mit der Position verbindet

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 relativ (gedachter) Nullpunkt dient. Inkrementale Koordinaten geben bei der Programmerstellung somit das Maß zwischen der letzten und der darauf folgenden Soll-Position an, um die das Werkzeug verfahren soll. Deshalb wird es auch als Kettenmaß bezeichnet.

Ein Inkremental-Maß kennzeichnen Sie durch ein „I“ vor der Achsbezeichnung.

Beispiel 2: Bohrungen mit inkrementalen Koordinaten

Absolute Koordinaten der Bohrung **4**

X = 10 mm
Y = 10 mm

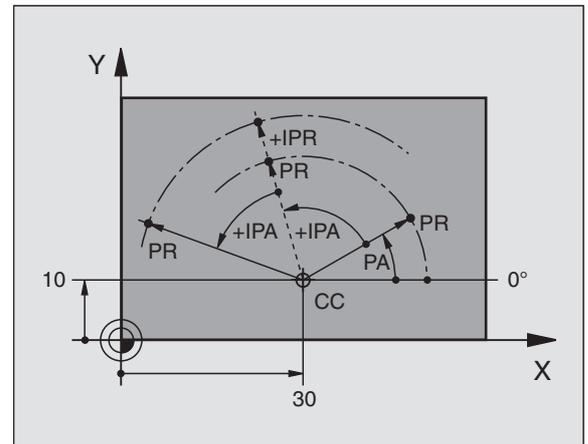
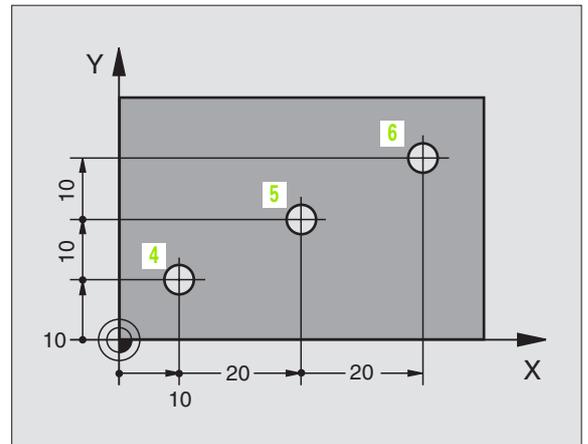
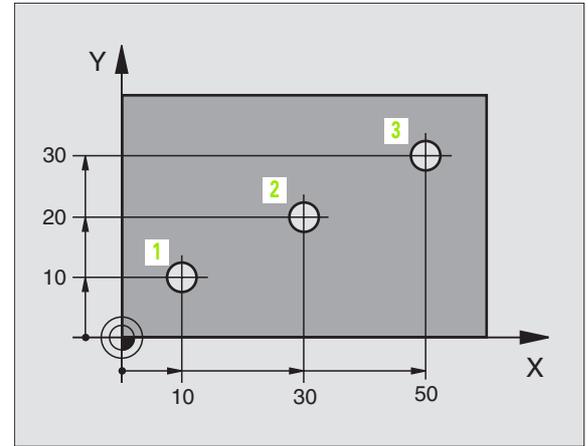
Bohrung **5**, bezogen auf **4** Bohrung **6**, bezogen auf **5**

X = 20 mm X = 20 mm
Y = 10 mm 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.

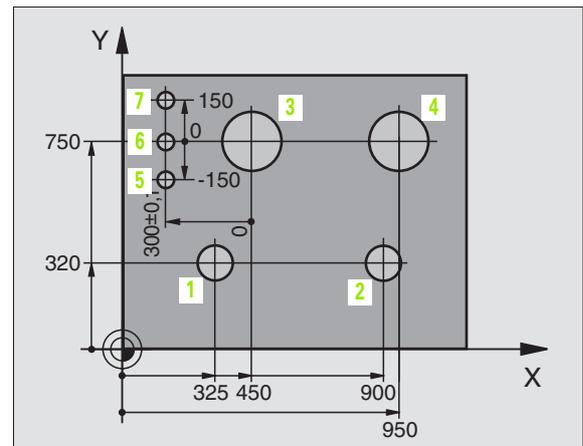
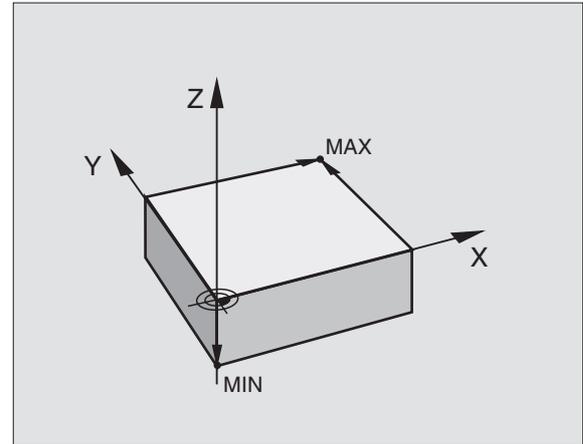


Bezugspunkt wählen

Die Werkstück-Zeichnung gibt für die Bearbeitung ein bestimmtes Formelement des Werkstücks (meist eine Werkstück-Ecke) als „absoluten Bezugspunkt“ und eventuell ein oder mehrere Formelemente als relative Bezugspunkte vor. Durch den Vorgang des Bezugspunkt-Setzens wird diesen Bezugspunkten der Ursprung des absoluten bzw. der relativen Koordinatensysteme zugeordnet: Das Werkstück wird – zu den Maschinenachsen ausgerichtet – in eine bestimmte Position relativ zur Elektrode gebracht und die Anzeige entweder auf Null oder den entsprechenden Positionswert (z.B. um den Elektroden-Radius zu berücksichtigen) gesetzt (siehe auch „Bezugspunkt-Setzen“ auf Seite 22).

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 Dateien

Die TNC 416 speichert Programme und Tabellen in Form von Dateien. Maximal kann die TNC 100 Dateien speichern. Eine Datei ist gekennzeichnet durch einen Datei-Namen und den Datei-Typ.

Der Datei-Name wird eingegeben, wenn eine neue Datei erstellt wird.

Der Datei-Typ ist durch einen Punkt vom Datei-Namen getrennt und gibt an, um was für eine Datei es sich handelt.

Dateien in der TNC	Typ
Programme im HEIDENHAIN-Format	.H
Tabellen für Erodiertabelle	.E
Nullpunkt-Tabellen	.D
Werkzeug-Tabelle	.T
Zeiterfassungstabelle	Time.W



Die Tool-Tabelle TOOL.T ist nur dann aktiv, wenn das BIT2 des MP 7224 = 0 ist.

Datei-Übersicht

Die Datei-Übersicht rufen Sie mit der Taste PGM NAME (TNC 406) bzw. PGM MGT (TNC 416) auf.

Um Dateien in der TNC zu löschen, rufen Sie bei der TNC 406 die Übersicht mit der Taste CL PGM auf.

Übersicht über die Funktionen zur Datei-Verwaltung:

Datei	Betriebsart	Datei-Übersicht aufrufen mit...
... neu erstellen		PGM NAME bzw. PGM MGT
... bearbeiten		PGM NAME bzw. PGM MGT
... löschen		CL PGM bzw. PGM MGT
... testen		PGM NAME bzw. PGM MGT
... abarbeiten		PGM NAME bzw. PGM MGT

PROGRAMM-ÜBERSICHT (RAM)			
DATEI-NAME = ██████████			
700	.E	540	
801	.E	540	
ET800	.E	540	
\$MDI	.H	162	
12345	.H	54	
7432	.H	540	RE
99999940	.H	54	
99999942	.H	54	
99999950	.H	54	
99999970	.H	54	
CYCTEST	.H	72	
HE1	.H	126	
KONTUR	.H	144	R
NEU	.H	108	
INTERNE DATEIEN: 17			

PAGE ↓	PAGE ↑	SELECT 	ROM	COPY TNC ↔ TNC	EXT 	END
-----------	-----------	------------	-----	-------------------	---------	-----

Die Datei-Übersicht enthält folgende Informationen:

Anzeige	Bedeutung
DATEI-NAME	Name mit maximal 8 Zeichen und Datei-Typ
BYTE	Dateigröße in Byte
STATUS	Eigenschaft der Datei:
R	Aktiv für Programmlauf/Programmtest
E	Aktiv für Einspeichern
P	Datei geschützt gegen Löschen und Ändern
I	Maßangaben in inch
SPEICHERORT UND ANZAHL	
INTERNE DATEIEN	Dateien im TNC-Speicher
EXTERNE DATEIEN	Dateien z.B. auf einem PC 401

Dateien im ROM

Wenn Sie den Softkey ROM drücken, zeigt die TNC Dateien an, die der Maschinenhersteller vorbereitet und im ROM der TNC gespeichert hat. Sie können diese Dateien, z.B. Erodier-Tabellen, auch editieren.

Kennzeichnung geschützter Dateien

Die TNC fügt bei geschützten Dateien in die erste und letzte Dateizeile ein „P“ ein (engl. protected: geschützt). Das „P“ steht auch in der Datei-Übersicht rechts neben dem Dateinamen.

Dateien wählen, kopieren, löschen und schützen

Aktivieren Sie die Datei-Übersicht

- ▶ Bei der TNC 416 mit der Taste PGM MGT, bei der TNC 406 mit der Taste PGM NAME. Wenn Sie bei der TNC 406 Dateien löschen wollen, müssen Sie die Datei-Übersicht mit der Taste CL PGM aktivieren.

Wählen Sie die Datei

- ▶ Geben Sie den Datei-Namen ein (nicht nach CL PGM) oder schieben Sie das Hellfeld mit den Pfeiltasten auf die gewünschte Datei.

Funktion	Softkey
Seitenweise nach unten blättern	
Seitenweise nach oben blättern	
Dateien vom ROM anzeigen	
Datei übernehmen, z.B. für einen Programm-Test	
Datei kopieren: Namen der Zieldatei eingeben	
Datei schützen	
Datei-Schutz aufheben	
Datei löschen	
Datei-Übersicht abwählen	

4.3 Programme eröffnen und eingeben

Aufbau eines NC-Programms im HEIDENHAIN-Klartext-Format

Ein Bearbeitungs-Programm besteht aus einer Reihe von Programm-Sätzen. Das Bild rechts zeigt die Elemente eines Satzes.

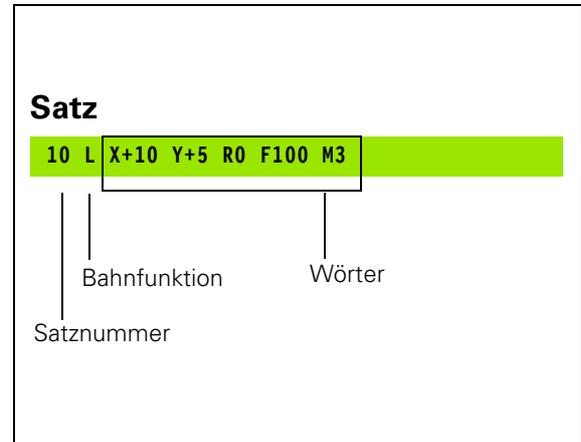
Die TNC numeriert die Sätze eines Bearbeitungs-Programms in aufsteigender Reihenfolge.

Der erste Satz eines Programms ist mit **BEGIN PGM**, dem Programm-Namen und der gültigen Maßeinheit gekennzeichnet.

Die darauffolgenden Sätze enthalten Informationen über:

- das Rohteil
- Werkzeug-Definitionen und -Aufrufe
- Vorschübe und Drehzahlen
- Bahnbewegungen, Zyklen und weitere Funktionen

Der letzte Satz eines Programms ist mit **END PGM**, dem Programm-Namen und der gültigen Maßeinheit gekennzeichnet.



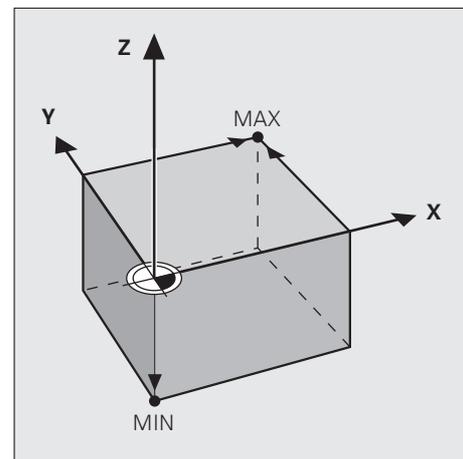
Rohteil definieren: BLK FORM

Direkt nach dem Eröffnen eines neuen Programms definieren Sie ein quaderförmiges, unbearbeitetes Werkstück. Um das Rohteil nachträglich zu definieren, drücken Sie den Softkey BLK FORM. Diese Definition benötigt die TNC für die grafischen Simulationen. Die Seiten des Quaders dürfen maximal 30 000 mm lang sein und liegen parallel zu den Achsen X,Y und Z. Dieses Rohteil ist durch zwei seiner Eckpunkte festgelegt:

- MIN-Punkt: kleinste X-,Y- und Z-Koordinate des Quaders; Absolut-Werte eingeben
- MAX-Punkt: größte X-,Y- und Z-Koordinate des Quaders; Absolut- oder Inkremental-Werte eingeben



Die 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** ein. Beispiel für eine Programm-Eröffnung:

 Betriebsart **Programm-Einspeichern** wählen

 Programm-Übersicht aufrufen: Taste drücken

DATEI-NAME = 7432

 Neuen Programm-Namen eingeben, mit Taste ENT bestätigen

 Dateityp wählen: Softkey .H, .E oder .D drücken. Die TNC wechselt ins Programm-Fenster

 BLK-FORM definieren: Softkey BLK-FORM drücken. Die TNC eröffnet den Dialog zur Definition der **BLK-FORM** (Rohteil)

SPINDELACHSE PARALLEL X/Y/Z?

Spindelachse eingeben

DEF BLK-FORM: MIN-PUNKT?

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

0 

-40 

DEF BLK-FORM: MAX-PUNKT?

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

100 

0 

```

PROGRAMM-EINSPEICHERN   NEU
DEF BLK FORM: MAX-PUNKT ?
0  BEGIN PGM NEU MM
1  BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40
2  BLK FORM 0.2 X+100
   Y+100 Z+0
3  END PGM NEU MM
    
```

Beispiel: Anzeige der BLK-Form im NC-Programm

0 BEGIN PGM NEU MM	Programm-Anfang, Name, Maßeinheit
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Spindelachse, MIN-Punkt-Koordinaten
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	MAX-Punkt-Koordinaten
3 END PGM NEU MM	Programm-Ende, Name, Maßeinheit

Die TNC erzeugt die Satz-Nummern, sowie den **BEGIN**- und **END**-Satz automatisch.



Wenn Sie keine Rohteil-Definition programmieren wollen, brechen Sie den Dialog bei **Spindelachse parallel X/Y/Z** ab mit der Taste DEL ab!

Die TNC kann die Grafik nur dann darstellen, wenn das Verhältnis kürzeste: längste Seite der **BLK FORM** kleiner als 1 : 64 ist.

Werkzeug-Bewegungen im Klartext-Dialog programmieren

Um einen Satz zu programmieren, beginnen Sie mit einer Dialogtaste. In der Kopfzeile des Bildschirms erfragt die TNC alle erforderlichen Daten.

Beispiel für einen Dialog

 Dialog eröffnen

KOORDINATEN?

 10 Zielkoordinate für X-Achse eingeben

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

RADIUSKORR.: RL/RR/KEINE KORR.:?

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

VORSCHUB ? F= / F MAX = ENT

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

ZUSATZ-FUNKTION M?

36  Zusatzfunktion **M36** „Erodieren ein“, mit Taste ENT beendet die TNC diesen Dialog

Das Programmfenster zeigt die Zeile:

3 L X+10 Y+20 R0 F100 M36

```

PROGRAMM-EINSPEICHERN   NEU
ZUSATZ-FUNKTION M ?
7  TOOL CALL 6 Z U+1.5
8  L Z+250 R0 F MAX M
9  L X+0 Y+0 R0 F MAX M
10 L Z-5 R0 F200 M
11 L X+10           Y+20
                   R0 F100   M36
12 END PGM NEU MM
    
```

Funktion	Taste
Dialog fortführen	
Dialogfrage übergehen	
Dialog vorzeitig beenden	
Dialog abrechnen und löschen	

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	
Von Satz zu Satz springen	 
Einzelne Wörter im Satz wählen	 

Funktion	Taste
Wert eines gewählten Wortes auf Null setzen	
Falschen Wert löschen	
Fehlermeldung (nicht blinkend) löschen	
Gewähltes Wort löschen	
Gewählten Satz löschen	
Zyklen und Programmteile löschen: Letzten Satz des zu löschenden Zyklus oder Programmteils wählen und mit Taste DEL löschen	

Sätze an beliebiger Stelle einfügen

- ▶ Wählen Sie den Satz, hinter dem Sie einen neuen Satz einfügen wollen und eröffnen Sie den Dialog

Wörter ändern und einfügen

- ▶ Wählen Sie in einem Satz ein Wort und überschreiben Sie es mit dem neuen Wert. Während Sie das Wort gewählt haben, steht der Klartext-Dialog zur Verfügung
- ▶ Änderung abschließen: Taste END drücken

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

Gleiche Wörter in verschiedenen Sätzen suchen



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



Satz mit Pfeiltasten wählen



Satz direkt anwählen

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

4.4 Automatischer Werkstückwechsel mit WP-Call

Den automatischen Werkstückwechsel können Sie über die Funktion WP-CALL programmieren, wenn an Ihrer Maschine ein automatisches Handhabungssystem zur Verfügung steht. WP-CALL setzt eine aktive Drehung zurück, führt anschließend ggf. eine Nullpunkt-Verschiebung aus und aktiviert ggf. die Drehung wieder. Die Werte für die Nullpunkt-Verschiebung und der Drehung werden von der PLC übergeben.



Der automatische Werkstückwechsel wird von Ihrem Maschinenhersteller an die TNC angepasst. Beachten Sie Ihr Maschinen-Handbuch.

Werkstückwechsel programmieren

- ▶ Maschinen-Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren wählen



- ▶ Softkey EL-CORR drücken
- ▶ **Werkstück-Name:** Name der Palette eingeben, z.B. 1. Sie können maximal 16 Zeichen (Buchstaben oder Zahlen) eingeben
- ▶ **Anzahl der Kippungen:** Anzahl der Kippungen eingeben (maximaler Eingabewert: 9)

NC-Beispielsatz

7 WP-CALL 1 / 1

4.5 Grundlagen der Funkenerosion

Funkenerosion lässt sich übersetzen mit „elektrothermisches Abtragen durch Funkenentladung“. Der Abtrag am Werkstück geschieht durch Verdampfen und Schmelzen der Werkstück-Oberfläche.

Zum Vergleich: Bei der spanenden Bearbeitung (z.B. Fräsen) erfolgt der Abtrag durch mechanische Einwirkung.

Auf den nächsten drei Seiten wird erklärt, welche Vorgänge während der Funkenerosion ablaufen.

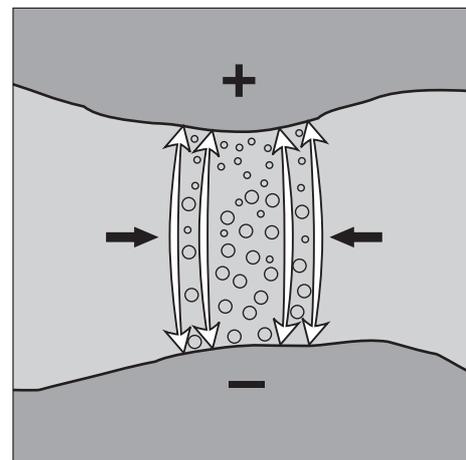
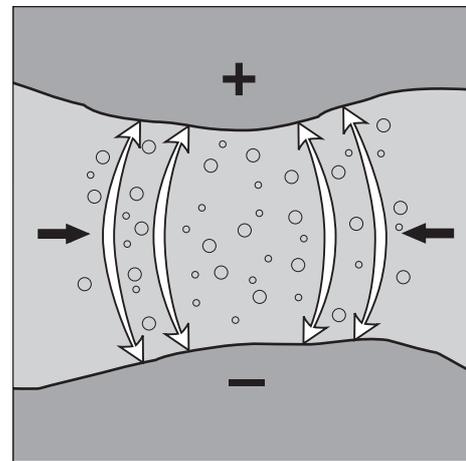
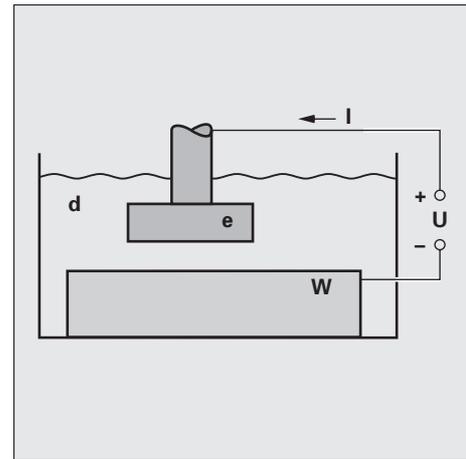
Bei der Funkenerosion befinden sich Werkzeug e und Werkstück w in einer Flüssigkeit, dem Dielektrikum d.

An Werkzeug e und Werkstück w legt der „Generator“ eine Spannung an: sie sind dann Elektroden im Dielektrikum d.

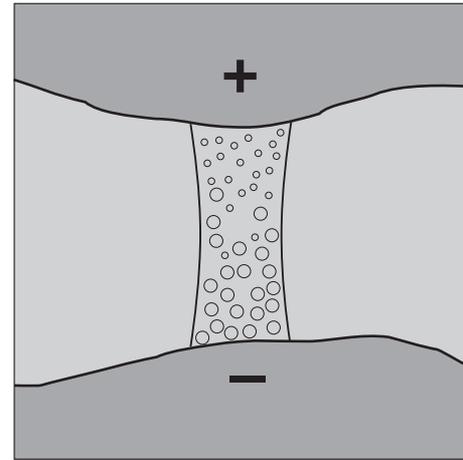
Zwischen den Elektroden e und w entsteht ein elektrisches Feld. Das elektrische Feld ist dort am größten, wo der Abstand zwischen e und w am kleinsten ist.

Die elektrisch leitenden Teilchen im Dielektrikum konzentrieren sich an dieser Stelle.

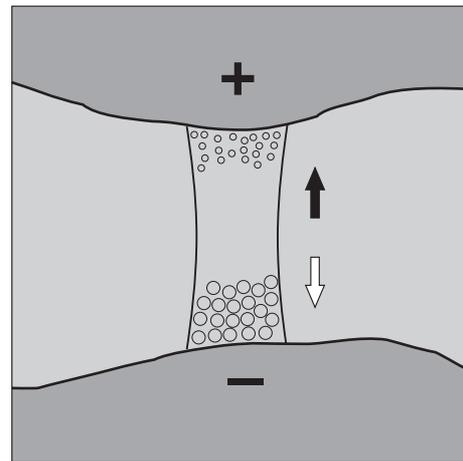
Es bildet sich eine „Brücke“ aus leitenden Teilchen zwischen Werkstück w und Werkzeuge.



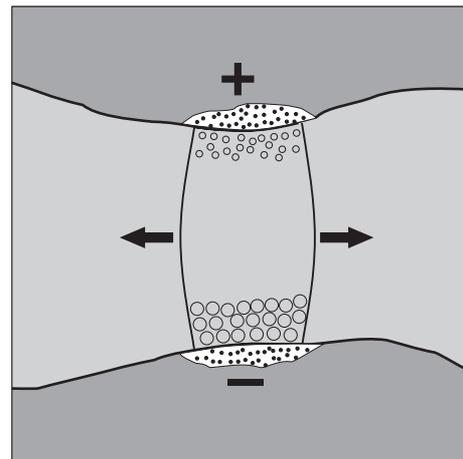
Aus der Brücke wird nach einer „Zündverzögerungszeit“ schlagartig ein „Entladungskanal“: Es fließt ein Strom zwischen den beiden Elektroden. Durch den Stromfluss steigt die Temperatur im Entladungskanal und es entstehen weitere elektrisch geladene Teilchen (Ionen): Der Strom wird größer.



Die Temperatur im Entladungskanal wird so groß, dass das Dielektrikum an dieser Stelle verdampft.



Der Entladungskanal dehnt sich aus und wird an den Elektroden zusammengeschnürt. Die Temperatur an den Elektroden steigt so weit, dass die Oberflächen der Elektroden schmelzen und ein Teil der Schmelze verdampft.

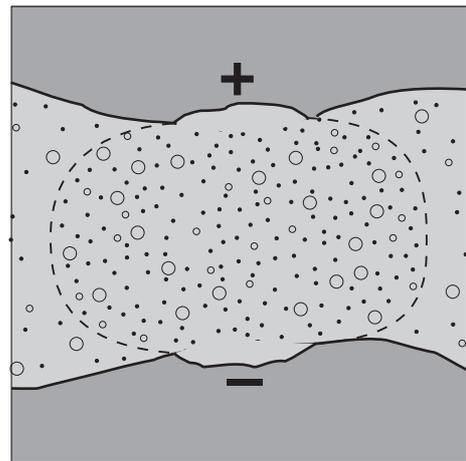
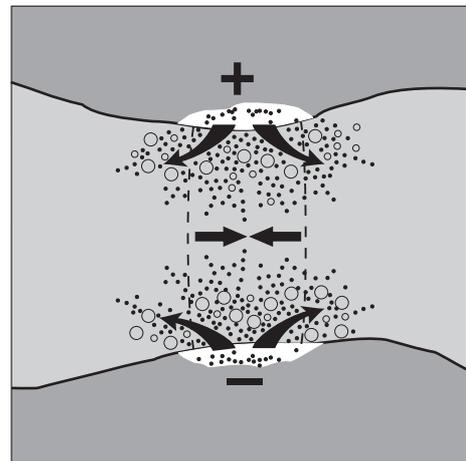
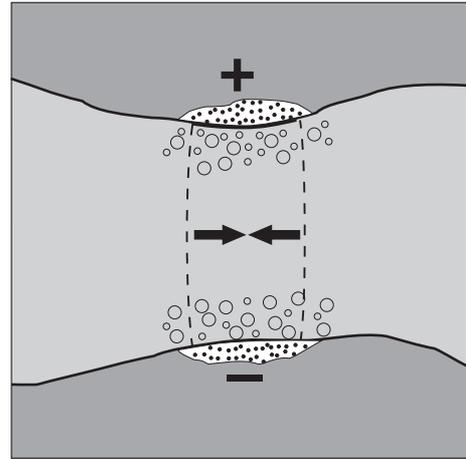


4.5 Grundlagen der Funkenerosion

Die Spannung wird abgeschaltet: der Stromfluss wird gestoppt und der Entladungskanal bricht zusammen (implodiert).

Dabei verdampft die Schmelze an den Elektroden und Teile der Schmelze werden ins Dielektrikum geschleudert.

An den beiden Elektrodenoberflächen sind sogenannte Abtragungskrater entstanden. Die abgetragenen Elektrodenteilchen bleiben feinverteilt im Dielektrikum zurück.



4.6 Arbeiten mit Erodier tabellen



Der Maschinenhersteller kann die Erodier-Tabelle frei definieren. Er kann auch zusätzliche, in dieser Beschreibung nicht aufgeführte Parameter definieren. Beachten Sie Ihr Maschinen-Handbuch.

Bei der Funken-Erosion wird die Bearbeitung von vielen „Prozeß-Größen“ beeinflusst: den Erodier-Parametern. An der TNC 406/416 können Sie die Erodier-Parameter für eine Bearbeitung in eine „Erodier-tabelle“ eingeben.

Zum Beispiel können Sie für jede Material-Kombination Elektrode-Werkstück eine eigene Erodier-tabelle erstellen.

Alle Parameter stehen dann übersichtlich geordnet in dieser Tabelle. Die TNC kann die Tabelle lesen und für eine Bearbeitung auf die Parameter zugreifen.

Erodier-Tabellen im Programm nutzen

Wenn Sie mit Erodier tabellen arbeiten, müssen Sie den Zyklus 1 GENERATOR ins Programm schreiben (siehe „Zyklus 1 GENERATOR“ auf Seite 133). In diesem Zyklus legen Sie fest, mit welcher Erodier-tabelle Sie arbeiten.

Arbeiten ohne Erodier-tabelle

Sie können auch ohne Erodier-tabelle arbeiten. Dann speichert die NC die Erodier-Parameter in den Q-Parametern Q90 bis Q99 (siehe „Vorgelegte Q-Parameter“ auf Seite 202). Beachten Sie ggf. Ihr Maschinen-Handbuch.

Vorbereitete Erodier tabellen

Der Maschinenhersteller kann fertige Erodier tabellen im ROM der TNC speichern. Wenn Sie diese Erodier tabellen nutzen wollen:

- ▶ Drücken Sie in der Betriebsart PROGRAMM-EINSPEICHERN die Taste PGM NAME.
- ▶ Drücken Sie den Softkey ROM.

Der Maschinenhersteller gibt Ihnen weitere Informationen zu diesen Erodier tabellen.

4.7 Erodier-Parameter in der Erodierertabelle

Folgende Erodier-Parameter können Sie gemeinsam in eine Erodierertabelle eingeben:

Bedeutung	Bereich
Leistungsstufe NR	25 bis 1
Strom bei niedriger Spannung LV	0 bis 99
Strom bei hoher Spannung HV	0 bis 9
Spaltsollwert GV	0 bis 99
Impulsdauer TON	0 bis 999
Pausendauer TOF	0 bis 255
Servo-Empfindlichkeit SV	0 bis 99 %
Abhebeweg Erodier timer AJD	0 bis 99,9 mm
Erodierzeit ET	0 bis 999 s
Spalt-Empfindlichkeit AR	0 bis 99
Polarität Elektrode P	0 oder 1
Leerlauf-Spannung HS	0 bis 99
Verschleiß WR	0 bis 99 %
Oberflächen-Rauhigkeit RA	0 bis 99,9 µm
Abtrag SR	0 bis 999,999 ccm/min
Diametraler Spalt 2G	0 bis 9,999 mm
Mindest-Untermaß UNS	0 bis 9,999 mm
Hilfs-Parameter AUX 1 bis AUX 6	

Erodier-Parameter in die Erodier-Tabelle eingeben



Datei-Verwaltung aktivieren

DATEI-NAME?



Datei mit Pfeiltasten wählen

15

Datei-Namen, z.B. 15, direkt eingeben. Für eine neue ERODIER-Tabelle müssen Sie den Namen eingeben.



Gewählte Erodier-Tabelle öffnen

PROGRAMMWahl



Programm-Typ .E (Erodier-Tabelle) wählen

LEISTUNGSSTUFE NR.

1



Nummer der LEISTUNGSSTUFE eingeben, zu der die folgenden Angaben gehören. Mit ENT bestätigen

Anschließend fragt die TNC alle weiteren Erodier-Parameter ab, die in diesem Kapitel beschrieben sind.

Erodier-Parameter für zusätzliche Leistungsstufen eingeben



In der Erodier-Tabelle lassen sich mit INSERT bis zu 25 Leistungsstufen Erodier-Parameter eingeben

Eingabe beenden

Um die Eingabe zu beenden, wählen Sie wieder die Programm-Verwaltung mit der Taste PGM NAME.

Zu einer Leistungsstufe springen

Mit der Sprungfunktion GOTO springen Sie in der Erodier-Tabelle zur Leistungsstufe mit der gewählten Nummer (nicht zur Tabellenzeile).

Maßsystem in der Tabelle

Sie können über den Softkey TAB den Namen der Tabelle und auch das Maßsystem ändern. In der Erodier-Tabelle und im NC-Programm sollte einheitlich in Millimetern oder Zoll programmiert werden.

Leistungsstufe NR

Über die Leistungsstufe NR legen Sie die Bearbeitungsart fest: Schruppen, Schlichten oder Polieren.

Eingabeempfehlung

- Schruppen NR = 15 bis 10
- Schlichten NR = 10 bis 6
- Fein-Schlichten NR = 6 bis 1
- Polieren NR = 5

Eingabebereich

15 (25) bis 1 in abnehmender Reihenfolge

Leistungsstufe im Programm ändern

Der Q-Parameter Q99 ist gleich der aktuellen Leistungsstufe. Wenn Sie Q99 ändern, ändern Sie auch die Leistungsstufe.

Strom bei niedriger Spannung LV



Der Maschinenhersteller informiert Sie über diesen Erodier-Parameter. Beachten Sie Ihr Maschinen-Handbuch.

Eingabebereich

0 bis 99 in bis zu 100 Stufen

Strom bei hoher Spannung HV



Der Maschinenhersteller informiert Sie über diesen Erodier-Parameter. Beachten Sie Ihr Maschinen-Handbuch.

Eingabebereich

0 bis 9 in bis zu 10 Stufen

Spaltsollwert GV

Die TNC regelt die Breite des Spalts zwischen Elektrode und Werkstück auf den Spaltsollwert. Der Eingabewert für den Spaltsollwert GV ist sorgfältig abzuwägen.

Entscheidungshilfe

- Spaltsollwert zu groß: zu geringer Abtrag
- Spaltsollwert zu klein: Prozeßstörungen (Lichtbogen, Kurzschluss)

Impulsdauer TON und Pausendauer TOF

Die **Impulsdauer TON** ist die Zeit, während der der Generator eine Spannung an Elektrode und Werkstück anlegt. Innerhalb dieser Zeit finden die Zündung und die Entladung statt.

Die **Pausendauer TOF** ist die Zeit, während der der Generator keine Spannung liefert. Während der Pause wird der Spalt freigespült und entionisiert.

Das Verhältnis Impulsdauer TON zu Pausendauer TOF wählen Sie nach Art der Bearbeitung.

Entscheidungshilfe

- Schruppen: Lange Impulsdauer und kurze Pausendauer
- Schlichten, Polieren: Kurze Impulsdauer und lange Pausendauer

Servo-Empfindlichkeit SV



Der Maschinen-Hersteller gibt für die Servo-Empfindlichkeit eine Kennlinie vor (siehe Abb. rechts Mitte). Beachten Sie Ihr Maschinen-Handbuch.

Mit der Servo-Empfindlichkeit stellen Sie die Trägheit der Spaltregelung ein.

Entscheidungshilfe

- Hohe Servo-Empfindlichkeit: schnelle Spaltregelung
- Niedrige Servo-Empfindlichkeit: langsame Spaltregelung

Eingabebereich

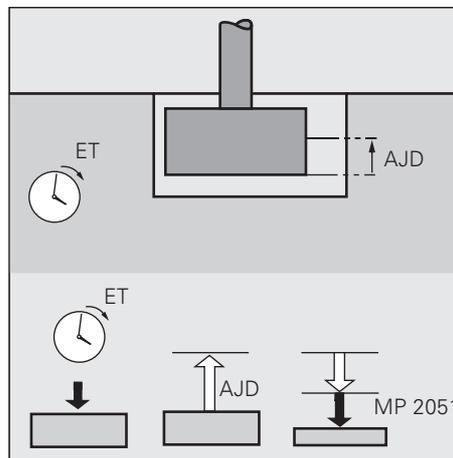
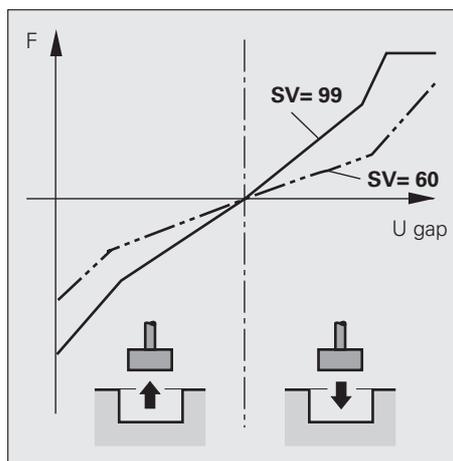
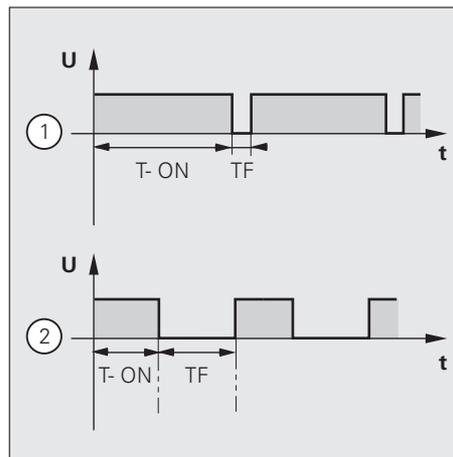
0 bis 99 %

Erodierzeit ET und Abhebeweg Erodier timer AJD

Mit der **Erodierzeit ET** bestimmen Sie, wie lange ein Bearbeitungsschritt dauern darf. Wenn die Erodierzeit abgelaufen ist, zieht die TNC die Elektrode um den **Abhebeweg Erodier timer AJD** zurück. Anschließend stellt die TNC die Elektrode wieder zu bis auf den Abstand, der im Maschinen-Parameter MP2051 eingegeben ist.

Intervallspülung

Um den Spalt besser zu entionisieren und um abgetragenes Material fortzuspülen, können Sie zusätzlich die Zusatz-Funktion M8 aktivieren (Intervallspülung EIN).



Spalt-Empfindlichkeit AR

Die Spalt-Empfindlichkeit AR beeinflusst das Spaltsignal, das der Generator zur TNC sendet. Die Kennlinie zeigt den Geschwindigkeits-Sollwert in Abhängigkeit von der Spaltspannung U_{gap} .



Der Maschinenhersteller informiert Sie über diesen Erodier-Parameter. Beachten Sie Ihr Maschinen-Handbuch.

Polarität Elektrode P

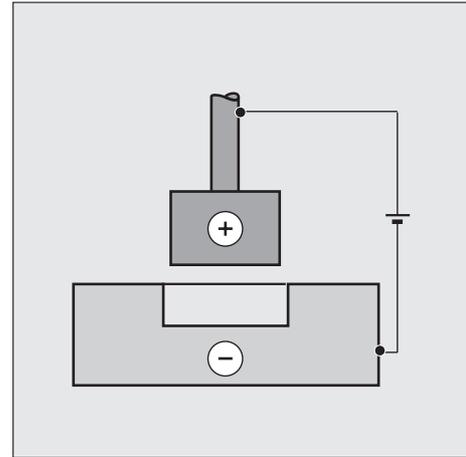
Um den Verschleiß an der Elektrode niedrig zu halten - bei gleichzeitig hohem Abtrag am Werkstück - müssen Sie die richtige Elektroden-Polarität wählen.

Eingabewert

- Elektrode positiv: Eingabewert 0
- Elektrode negativ: Eingabewert 1



Wenn Sie die Elektrode auf dem Tisch befestigen, müssen Sie die Polarität in der Erodier-Tabelle ändern. Die TNC schaltet die Polarität nicht automatisch um.

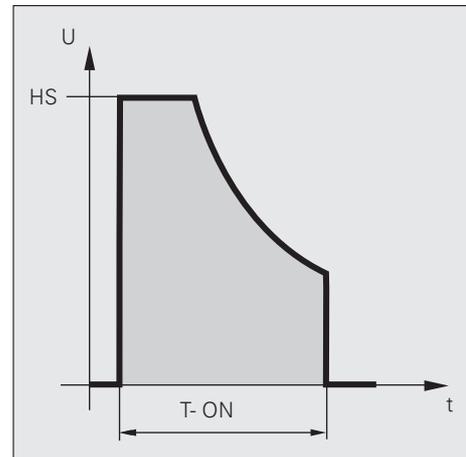


Leerlaufspannung HS

Die Leerlaufspannung HS ist die Spannung, die der Generator zwischen Elektrode und Werkstück anlegt.

Entscheidungshilfe

- Hohe Leerlaufspannung HS: bei großen Spaltbreiten und bei großem Abtrag
- Kleine Leerlaufspannung HS (mit Zündimpuls): bei kleinen Spaltbreiten und bei kleinem Abtrag
- Kleine Leerlaufspannung HS (ohne Zündimpuls): bei einigen Hartmetall-Sorten und sehr kleine Elektroden

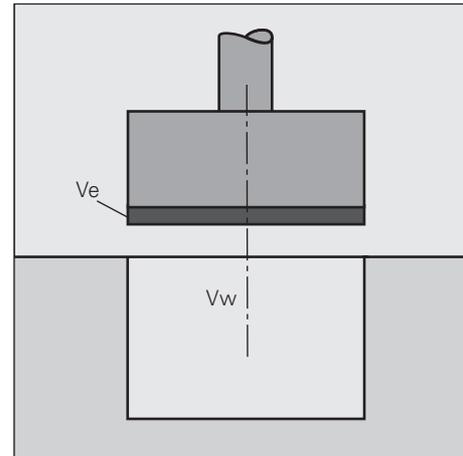


Verschleiß WR

Der Verschleiß WR ist das Verhältnis des Abtrags an der Elektrode (V_e) zum Abtrag am Werkstück (V_w).

$$WR = V_e / V_w \cdot 100 \%$$

Den Verschleiß WR an der Elektrode für Ihre Bearbeitung und Ihre Material-Kombination entnehmen Sie Ihrer Elektroden-Tabelle.



Oberflächen-Rauhigkeit RA

Die Oberflächen-Rauhigkeit RA ist ein Maß für die Güte der Bearbeitung. Eine bearbeitete Oberfläche ist nie absolut plan, sie besteht immer aus kleinen Erhebungen und Vertiefungen.

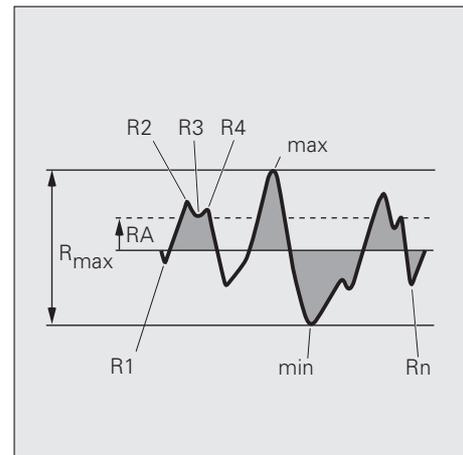
Maximale Rauhtiefe Rmax

Der „Höhenunterschied“ zwischen der höchsten Erhebung und der tiefsten Vertiefung ist die maximale Rauhtiefe R_{max} . Die maximale Rauhtiefe R_{max} ergibt sich auch aus der Breite des diametralen Spalts 2G und dem Mindest-Untermaß UNS:

$$R_{max} = 0,5 \cdot (UNS - 2G)$$

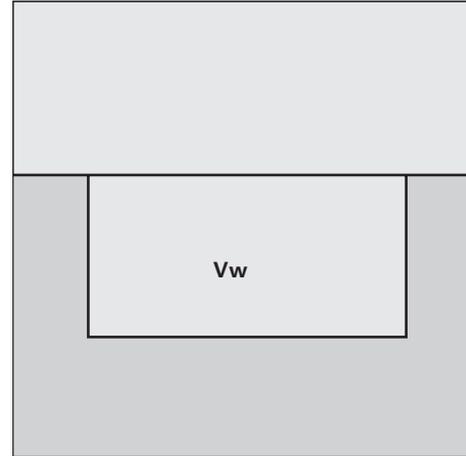
Oberflächen-Rauhigkeit RA nach VDI 3400 ermitteln

- 1 Mittellinie zu R_{max} festlegen
- 2 Alle Erhebungen und Vertiefungen von der Mittellinie aus messen
- 3 Beträge aller gemessenen Werte addieren und durch die Anzahl der Messwerte teilen. Ergebnis ist RA in [μm]



Abtrag SR

Der Abtrag SR ist das abgetragene Werkstück-Volumen V_w pro Zeitintervall.
 Einheit des Abtrags: cm^3 / min

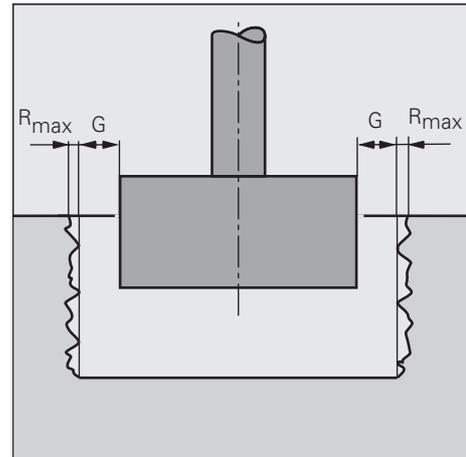


Diametraler Spalt 2G

Beim Erodieren muss zwischen Elektrode und Werkstück-Oberfläche der Spalt G freibleiben. Je größer die Stromstärke, um so größer kann und sollte der Spalt G (= radialer Spalt) gewählt werden.

Minimum für den diametralen Spalt

Der gesamte Spalt, der in einer Senkung mindestens zwischen Elektrode und Werkstück freibleiben muss, ist gleich $2 * G$ in [mm] ($2G$ = diametraler Spalt).



Mindest-Untermaß UNS

Der Elektroden-Durchmesser muss mindestens um das Mindest-Untermaß UNS kleiner sein als der Senkungs-Durchmesser.

- Schruppen
Das Mindest-Untermaß UNS ergibt sich aus dem diametralen Spalt $2G$ und der maximalen Rauhtiefe R_{max} .
- Schlichten, Polieren
Das Mindest-Untermaß UNS ist gleich dem diametralen Spalt $2G$, die maximale Rauhtiefe R_{max} ist beim Schlichten vernachlässigbar klein.

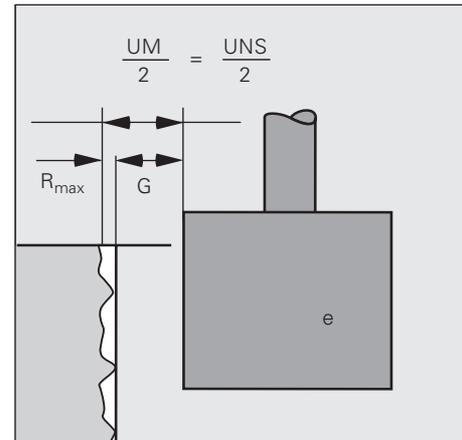
Wahl des tatsächlichen Untermaßes UM

- Einfache Senkung (Bewegung nur in Elektroden-Achse):
 $UNS = UM$
- Bahnerodieren, Erodieren mit Zyklus Scheibe
(Bewegung der Elektrode in allen Achsen): $UM \geq UNS$

Hilfs-Parameter AUX 1, AUX 2, ...AUX 6



Der Maschinenhersteller kann bis zu 6 Hilfs-Parameter (engl.: auxiliary parameters) definieren. Beachten Sie Ihr Maschinen-Handbuch.





5

Programmieren: Werkzeuge

5.1 Elektroden

Die Elektroden werden jeweils durch eine Nummer gekennzeichnet. Der Elektroden-Nummer werden die Elektroden-Daten

- Länge L
- Radius R

zugeordnet.

Die Elektroden-Daten werden zu jeder Elektrode separat mit dem Befehl TOOL DEF (tool = engl. Werkzeug) ins Programm eingegeben. Die TNC berücksichtigt die Elektroden-Daten, wenn die Elektrode mit ihrer Nummer aufgerufen wird.

Wenn Sie mit Standard-Elektroden arbeiten, können Sie auch alle Elektroden-Daten in einem eigenen Programm definieren. Im Bearbeitungsprogramm rufen Sie dann das Programm mit den Elektroden-Definitionen über den Befehl PGM CALL auf.

Elektroden-Achse C

Sie können die C-Achse als Elektroden-Achse eingeben. Die TNC verhält sich dann so, als wäre die Z-Achse Elektroden-Achse. Das gilt auch für Radiuskorrekturen und für den Zyklus DREHUNG.

Elektroden-Daten bestimmen

Elektroden-Nummer

Jede Elektrode wird durch eine eigene Nummer zwischen 0 und 99 999 999 gekennzeichnet.

Die Elektrode mit der Nummer 0 ist festgelegt mit $L = 0$ und $R = 0$, wenn die Elektroden-Daten ins Programm eingegeben werden.

Elektroden-Radius R

Der Radius der Elektrode wird direkt eingegeben.

Elektrode-Länge L

Der Korrekturwert für die Elektroden-Länge wird bestimmt

- als Längenunterschied zwischen der Elektrode und einer Null-Elektrode, oder
- mit einem Voreinstellgerät

Werden Elektroden-Längen mit einem Voreinstellgerät bestimmt, so werden sie ohne weitere Umrechnungen in die Elektroden-Definition (TOOL DEF-Satz) eingegeben.

Elektroden-Länge mit Null-Elektrode bestimmen

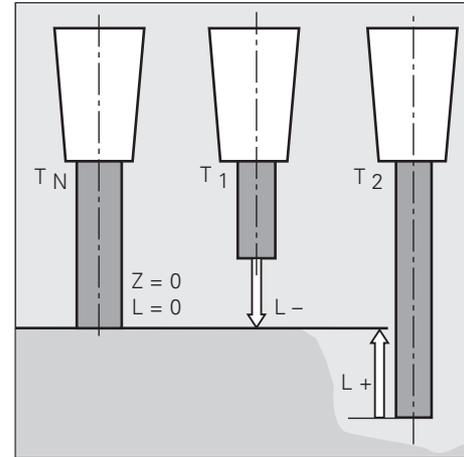
Vorzeichen der Elektroden-Länge L:

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

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

Länge bestimmen:

- ▶ Null-Elektrode auf Bezugs-Position in der Elektroden-Achse verfahren (z. B. Werkstück-Oberfläche mit $Z = 0$)
- ▶ Falls nötig: Bezugspunkt in der Elektroden-Achse auf Null setzen
- ▶ Elektrode einwechseln
- ▶ Elektrode auf gleiche Bezugs-Position wie Null-Elektrode verfahren
- ▶ Korrekturwert für die Länge L der Elektrode wird angezeigt
- ▶ Wert notieren und später eingeben oder Wert mit der TNC-Funktion „Ist-Position“ übernehmen



Elektroden-Daten ins Programm eingeben

Für jede Elektrode können einmal im Bearbeitungsprogramm die Elektroden-Daten eingegeben werden:

- Elektroden-Nummer
- Elektroden-Längen-Korrekturwert L
- Elektroden-Radius R

Elektroden-Daten in Programm-Satz eingeben

Nummer, Länge und Radius für eine bestimmte Elektrode legen Sie im Bearbeitungs-Programm einmal in einem TOOL DEF-Satz fest:

- ▶ Werkzeug-Definition wählen: Taste TOOL DEF drücken



- ▶ Werkzeug-Nummer : Elektrode mit einer Nummer kennzeichnen
- ▶ Werkzeug-Länge : Korrekturwert für die Länge
- ▶ Werkzeug-Radius : Korrekturwert für den Radius



- Die Elektroden-Länge L kann mit der Funktion „Ist-Positions-Übernahme“ (siehe „Ist-Position übernehmen“, Seite 84) direkt in die Elektroden-Definition übernommen werden.
- Zyklus 3 WERKZEUG DEF. (siehe „Zyklus 3 WERKZEUG DEF.“, Seite 135) löscht die Werkzeug-Länge aus der TOOL DEF-Definition!

Beispiel

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

Elektroden-Daten in die Tabelle eingeben

In einer Werkzeug-Tabelle können Sie bis zu 999 Werkzeuge definieren und deren Werkzeug-Daten speichern. Die Werkzeuge können Sie einer Platznummer im Werkzeugmagazin zuweisen.



Mit dem MP 7261 begrenzen Sie die Anzahl der Plätze im Werkzeugmagazin. Ist der MP 7261=0, erfolgt keine Überprüfung.
Sofern Sie den MP7265=1 setzen, verhindern Sie eine Mehrfachbelegung der Platznummer.

Werkzeug-Tabelle: Standard Werkzeug-Daten

Abk.	Eingaben	Dialog
NR	Nummer, mit der das Werkzeug im Programm aufgerufen wird (z.B. 5)	Werkzeug-Nummer?
PT	Platznummer im Werkzeugmagazin	Platz-Nummer?
U	Werkzeug-Untermaß (Diametral)	Werkzeug-Untermass? (Diametral)
X	Werkzeug-Korrekturwert für die X-Achse	Werkzeugkorrektur?
Y	Werkzeug-Korrekturwert für die Y-Achse	Werkzeugkorrektur?
Z	Werkzeug-Korrekturwert für die Z-Achse	Werkzeugkorrektur?
C	Werkzeug-Korrekturwert für die C-Achse	Werkzeugkorrektur?
R	Korrekturwert für den Werkzeugradius R	Werkzeug-Radius R?



Das Werkzeug-Untermaß aus der Tabelle ist nur dann aktiv, wenn Sie beim TOOL CALL das Untermaß nicht erneut definieren.

Werkzeug-Tabellen editieren

Die für den Programmlauf gültige Werkzeug-Tabelle hat den Datei-Namen TOOL.T und kann nur in der Betriebsart Programm-Einspeichern 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.

Beliebige andere Werkzeug-Tabelle öffnen:

- ▶ Betriebsart Programm-Einspeichern wählen



- ▶ Programmübersicht aufrufen
- ▶ Wählen Sie die gewünschte TOOL-Tabelle und bestätigen Sie mit der Taste ENT oder mit dem Softkey SELECT.

Wenn Sie eine Werkzeug-Tabelle zum Editieren geöffnet haben, dann können Sie das Helffeld in der Tabelle mit den Pfeiltasten oder mit den Softkeys auf jede beliebige Position bewegen. An einer beliebigen

WERKZEUG-TABELLE					
PLATZ-NUMMER ?					
NR	PT	U	MM	X	NR:0 >>
0	0	+0		+0	
2	2	+0		+0	
0	0	+0		+0	
0	0	+0		+0	
0	0	+0		+0	
0	0	+0		+0	
0	0	+0		+0	
0	0	+0		+0	
[END]					
INSERT	DELETE	TAB			

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. „<<“.

Werkzeug-Tabelle verlassen

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

Editierfunktionen für Werkzeug-Tabellen	Softkey
Neue Zeile oberhalb des Hellfeldes einfügen	INSERT
Zeile löschen	DELETE
Neue TOOL-Tabelle durch Eingabe eines neuen Namens erzeugen	TAB

Elektroden-Daten aufrufen

Mit TOOL CALL werden die Elektroden-Daten im Bearbeitungsprogramm aufgerufen. TOOL CALL wird programmiert mit

- Werkzeug-Nummer
- Spindel-Achse
- Untermaß
- Kennzeichnung, ob Elektrode Folgeelektrode ist

Einzelne Eingaben können Sie mit NO ENT überspringen, um zum Beispiel nur ein (neues) Untermaß einzugeben.

Elektroden-Daten aufrufen



- ▶ Werkzeug-Aufruf mit Taste TOOL CALL wählen
- ▶ **Werkzeug-Nummer:** Nummer der Elektrode eingeben, wie im „TOOL DEF“- Satz festgelegt. Mit Taste ENT bestätigen
- ▶ **Werkzeugachse parallel X/Y/Z:** Werkzeugachse eingeben, z.B. Z
- ▶ **Werkzeug-Untermaß (Diametral):** Diametrales Elektroden-Untermaß eingeben, z.B. 0,5. Mit Taste ENT bestätigen oder mit Taste NOENT die Eingabe überspringen
- ▶ **Folgeelektrode JA=ENT/NEIN=NOENT:** z.B. Elektrode als Folgeelektrode kennzeichnen



Sofern Sie beim TOOL-CALL einen Wert für das Untermaß programmieren, wird der Wert aus der TOOL-Tabelle ignoriert. Ansonsten gilt das Untermaß aus der TOOL-Tabelle.

Beispiel: Elektroden-Aufruf

Aufgerufen wird Elektrode Nummer 5 in der Werkzeugachse Z.
Das diametrale Elektroden-Untermaß beträgt +0,5 mm.

```
20 TOOL CALL 5 Z U+0,5 F
```

Folgeelektrode

Mit der Eingabe „Folgeelektrode = JA“ verhindern Sie bei Schrubbearbeitungen mit hohen Strömen, dass die Werkstück-Kontur durch zu große Konizitäten (bedingt durch schlechte Spülung oder tiefes Formnest) beschädigt wird. Die TNC multipliziert für den Spalt zwischen Elektrode und Werkstück den Mindestabstand mit Q157. Über die Eingabe „Folgeelektrode“ bestimmen Sie den Wert von Q157.

Aufruf mit Folgeelektrode: Schlicht-Bearbeitung, kleines Untermaß, (schmaler Spalt): $Q157 = 1$

Aufruf ohne Folgeelektrode: Schrubbearbeitung, großes Untermaß (breiter Spalt): $1 < Q157 < 2,5$

Elektrodenwechsel

Der Elektrodenwechsel kann automatisch oder manuell erfolgen.

Automatischer Elektrodenwechsel mit EL-CALL



Der automatische Elektrodenwechsel wird von Ihrem Maschinenhersteller an die TNC angepasst. Beachten Sie Ihr Maschinen-Handbuch.

Den automatischen Elektrodenwechsel können Sie über die Funktion EL-CALL programmieren, wenn an Ihrer Maschine ein automatisches Handhabungssystem zur Verfügung steht. EL-CALL fasst die Funktionen TOOL DEF und TOOL CALL zusammen.

► Maschinen-Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren wählen



- **Funktion EL-CALL** wählen: Softkey EL-CALL drücken
- **Elektroden-Name:** Name der Elektrode eingeben, z.B. 1. Sie können maximal 16 Zeichen (Buchstaben oder Zahlen) eingeben. Bestätigen Sie die Eingabe mit der Taste ENT
- **Werkzeugachse X/Y/Z/4:** Werkzeugachse eingeben
- **Folgeelektrode JA=ENT / NEIN=NOENT:**
z.B. Elektrode als Folgeelektrode kennzeichnen

Beispiel

4 EL-CALL 1 /ZF



Wenn von Ihnen programmierte Elektroden-Verschiebungen lagerichtig wirken sollen, müssen Sie nach dem EL-CALL-Satz einen Verfahrssatz mit L programmieren, in dem die richtigen Koordinaten der C-Achse eingegeben sind.

Manueller Elektrodenwechsel

Vor einem manuellen Elektrodenwechsel fahren Sie die Elektrode auf eine beliebige Wechsel-Position. Ablauf:

- Programmlauf unterbrechen (siehe „Bearbeitung unterbrechen“, Seite 223)
- Elektrodenwechsel-Position anfahren (eventuell in einem Programm-Satz)
- Elektrode wechseln
- Programmlauf fortsetzen (siehe „Fortfahren nach einer Unterbrechung“, Seite 225)

Elektrodenwechsel-Position

Eine Elektrodenwechsel-Position muss kollisionsfrei anfahrbar neben oder über dem Werkstück liegen.

Mit den Zusatz-Funktionen M91 und M92 lassen sich die Koordinaten der Wechsel-Position auch maschinenbezogen eingeben.

Wird vor dem ersten Elektroden-Aufruf TOOL CALL 0 programmiert, fährt die TNC den Einspannschaft in der Spindelachse auf eine Position, die von der Elektroden-Länge unabhängig ist.

Elektroden-Korrektur

Sie können die Elektroden-Daten in einem separaten Programm-Satz korrigieren.

- ▶ Maschinen-Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren wählen

EL - CORR

- ▶ **Funktion EL-CORR wählen:** Softkey EL-CORR drücken
- ▶ **Untermass-Korrektur:** Untermass-Korrektur eingeben. Bestätigen Sie die Eingabe mit der Taste ENT
- ▶ **Elektroden-Laengen-Korrektur:**
Elektroden-Laengen-Korrektur eingeben: Eingabe mit der Taste ENT bestätigen
Keine Elektroden-Laengen-Korrektur: Taste NO ENT drücken
- ▶ **Elektroden-Radius-Korrektur:**
Elektroden-Radius-Korrektur eingeben: Eingabe mit der Taste ENT bestätigen
Keine Elektroden-Radius-Korrektur: Taste NO ENT drücken

Beispiel

```
4 EL-CORR U+1 L R+0.5
```

Wirkung auf Q-Parameter

Der Satz EL CORR beeinflusst die vorgelegten Q-Parameter Q108, Q158 und Q159 (siehe auch „Elektroden-Daten: Q108, Q158 bis Q160“ auf Seite 203).

5.2 Elektroden-Korrekturwerte

Die TNC berücksichtigt für jede Elektrode den Korrekturwert für die Elektroden-Länge in der Elektrodenachse und für den Elektroden-Radius in der Bearbeitungsebene.

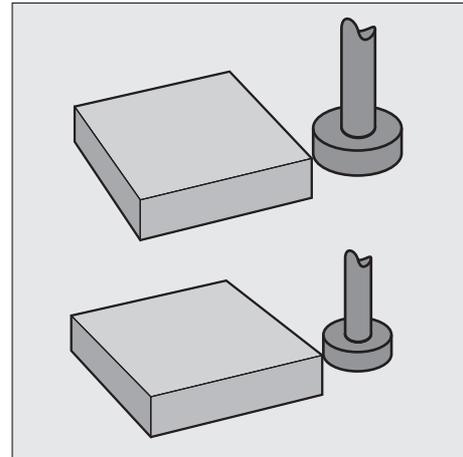
Elektroden-Längenkorrektur

Der Korrekturwert wird automatisch wirksam, sobald eine Elektrode aufgerufen und in der Spindelachse verfahren wird.

Die Längenkorrektur wird aufgehoben, indem eine Elektrode mit Länge $L = 0$ aufgerufen wird.



Falls vor TOOL CALL 0 eine positive Längenkorrektur wirkte, wird der Abstand zum Werkstück verkleinert. Bei einer inkrementalen Bewegung der Elektroden-Achse direkt nach einem TOOL CALL wird neben dem programmierten Wert auch die Längendifferenz zwischen alter und neuer Elektrode verfahren.



Elektrodenradius-Korrektur

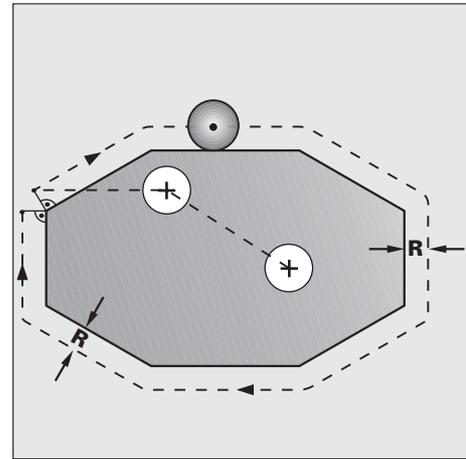
Eine Radiuskorrektur wird wirksam, sobald eine Elektrode aufgerufen und in der Bearbeitungsebene mit RL/RR verfahren wird.

Eine Radiuskorrektur wird aufgehoben, indem ein Positioniersatz mit R0 programmiert wird.

Eine Elektroden-Bewegung kann auf folgende Art programmiert werden:

- ohne Radiuskorrektur: R0
- mit Radiuskorrektur: RL oder RR
- achsparallele Verfahrbewegungen mit R+ oder R-

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

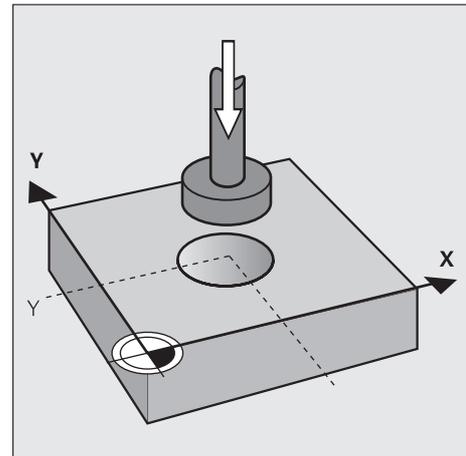


Bahnbewegungen ohne Radiuskorrektur: R0

Die Elektrode verfährt mit ihrem Mittelpunkt auf der programmierten Bahn.

Anwendungsbereiche:

- Senken
- Vorpositionieren



Bahnbewegungen mit Radiuskorrektur: RR und RL

RR Die Elektrode verfährt rechts von der Kontur

RL Die Elektrode verfährt links von der Kontur

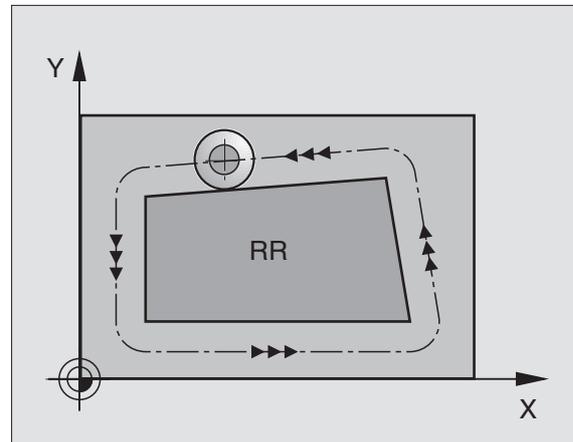
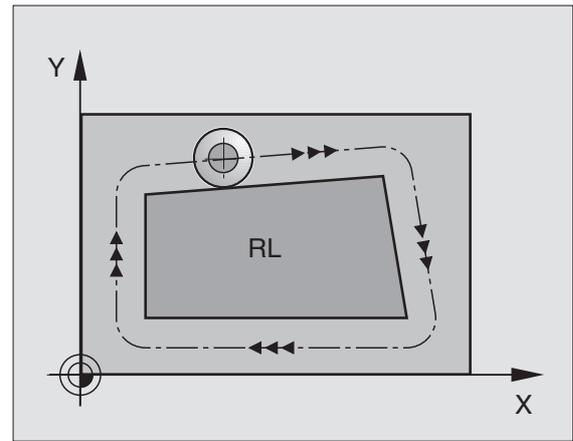
Der Elektroden-Mittelpunkt hat dabei den Abstand des Elektroden-Radius von der programmierten Kontur. „Rechts“ und „links“ bezeichnet die Lage der Elektrode in Verfahrrichtung entlang der Werkstück-Kontur. Siehe Bilder rechts.



Zwischen zwei Programm-Sätzen mit unterschiedlicher Radiuskorrektur **RR** und **RL** muss mindestens ein Verfahr-satz in der Bearbeitungsebene ohne Radiuskorrektur (also mit **R0**) stehen.

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

Die TNC positioniert die Elektrode beim Aktivieren und beim Aufheben der Radiuskorrektur immer senkrecht auf den programmierten Start- bzw. Endpunkt. Positionieren Sie die Elektrode so vor den ersten Konturpunkt (hinter den letzten Konturpunkt), dass keine Konturverletzung entsteht.



Eingabe der Radiuskorrektur

Beliebige Bahnfunktion programmieren, Koordinaten des Zielpunktes eingeben und mit Taste ENT bestätigen

RADIUSKORR.: RL/RR/KEINE KORR.?



Werkzeuggesteuerung links von der programmierten Kontur: Taste RL drücken oder



Werkzeuggesteuerung rechts von der programmierten Kontur: Taste RR drücken oder



Werkzeuggesteuerung ohne Radiuskorrektur bzw. Radiuskorrektur aufheben: Taste ENT drücken



Satz beenden: Taste END drücken

Achsparallele Verfahrenswege verkürzen oder verlängern R+, R-

Diese Radiuskorrektur wird nur für achsparallele Verfahrensbewegungen in der Bearbeitungsebene durchgeführt: Der einprogrammierte Verfahrensweg wird um den Elektrodenradius verkürzt (R-) oder verlängert (R+).

Anwendungsbereiche:

- achsparallele Bearbeitungen
- gelegentlich für Vorpositionierung der Elektrode



R+ und R- stehen zur Verfügung, wenn ein Positioniersatz mit einer orangenen Achstaste eröffnet wurde.

Radiuskorrektur: Ecken bearbeiten

■ Außenecken:

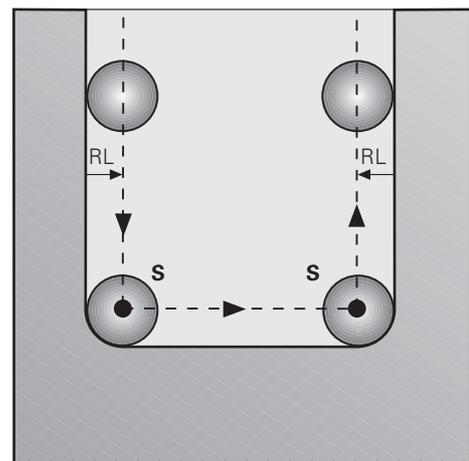
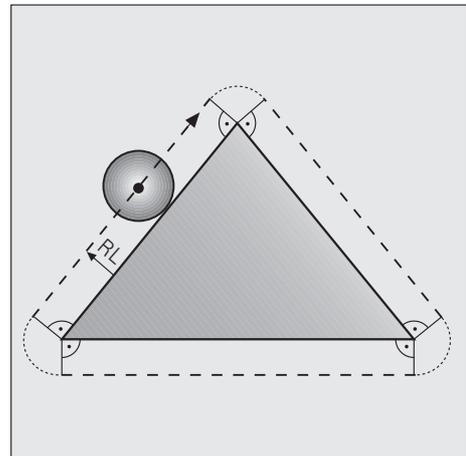
Die TNC führt die Elektrode an Außenecken auf einem Übergangskreis für die Elektroden-Bahn. Die Elektrode wälzt sich am Eckpunkt ab. Falls nötig wird der Vorschub F der Elektrode an Außenecken automatisch reduziert, zum Beispiel bei sehr großen Richtungswechseln.

■ Innenecken:

Die TNC ermittelt an Innenecken den Schnittpunkt der Elektrodenmittelpunktsbahnen. Von diesem Punkt an führt sie die Elektrode am nächsten Konturelement entlang. Auf diese Weise wird das Werkstück in den Innenecken nicht beschädigt. Der Elektrodenradius darf also nicht beliebig groß gewählt werden.



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



5.3 Elektrodenbezogene Eingaben

Einführung

Für die Elektrode werden außer den Elektroden-Daten und -Korrekturen folgende Angaben programmiert:

- Vorschub F
- Zusatz-Funktionen M

Vorschub F

Der Vorschub ist die Geschwindigkeit in mm/min (inch/min), mit der sich der Elektroden-Mittelpunkt auf seiner Bahn bewegt. Beim Erodieren ist der Vorschub durch Maschinen-Parameter festgelegt, zum Positionieren ohne Erodieren ist er wählbar.

Eingabebereich:

$F = 0$ bis 30 000 mm/min (1 181 inch/min)

Der maximale Vorschub ist für jede Maschinenachse einzeln durch Maschinen-Parameter festgelegt.

Eingabe

Dialogfrage in Positioniersatz beantworten:

VORSCHUB F = ? / F MAX = ENT

100

ENT

Vorschub F eingeben, z.B. $F = 100$ mm/min



Die Frage nach FMAX erscheint nicht immer.

Eilgang

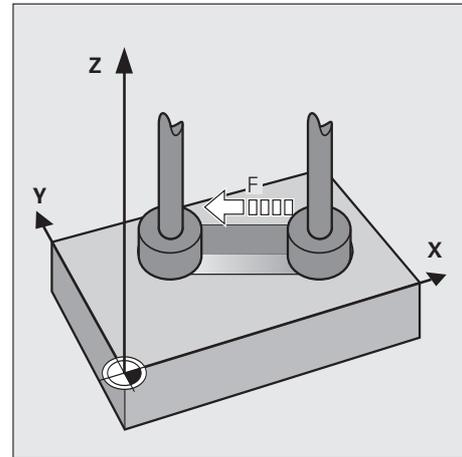
Für den Eilgang kann $F = FMAX$ eingegeben werden. Falls bekannt, kann auch der maximale Vorschub direkt programmiert werden. FMAX hat nur für den Programmsatz Gültigkeit, in dem er programmiert wurde.

Wirkungsdauer des Vorschubs F

Der mit Zahlenwert eingegebene Vorschub gilt so lange, bis beim Abarbeiten des Programms ein Satz erreicht wird, in dem ein neuer Vorschub steht. Ist der neue Vorschub FMAX, so gilt nach dem Satz mit FMAX wieder der letzte mit Zahlenwert programmierte Vorschub.

Änderung des Vorschubs F

Der Vorschub der Elektrode können Sie mit dem Drehknopf für den Vorschub-Override verändern.



5.4 Ist-Position übernehmen

Anwendung

Die Koordinaten der Elektroden-Position werden mit der Funktion „Ist-Position übernehmen“ in das Bearbeitungsprogramm aufgenommen.

Mit dieser Funktion kann auch die Elektroden-Länge direkt ins Programm aufgenommen werden (siehe auch „Elektroden-Daten in Programm-Satz eingeben“ auf Seite 73).



Wenn die TNC IST-, IST.W-, SOLL-, SOLL.W oder REF-Positionen anzeigt, übernimmt die TNC den Wert aus der Anzeige. Wenn die TNC RESTW-, oder SCHPF-Positionen anzeigt, übernimmt die TNC den zugehörigen Sollwert.

Ist-Position übernehmen



Betriebsart MANUELLER BETRIEB wählen

Elektrode auf die Position verfahren, die übernommen werden soll



Betriebsart PROGRAMM EINSPEICHERN wählen

Programmsatz wählen oder eröffnen, in den eine Koordinate der Ist-Position der Elektrode übernommen werden soll

KOORDINATEN?

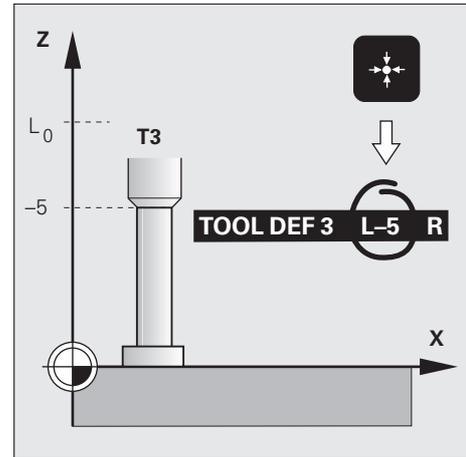


Achse wählen, zu der die Koordinate übernommen werden soll, z. B. X-Achse



Entsprechende Koordinate der Ist-Position der Elektrode übernehmen

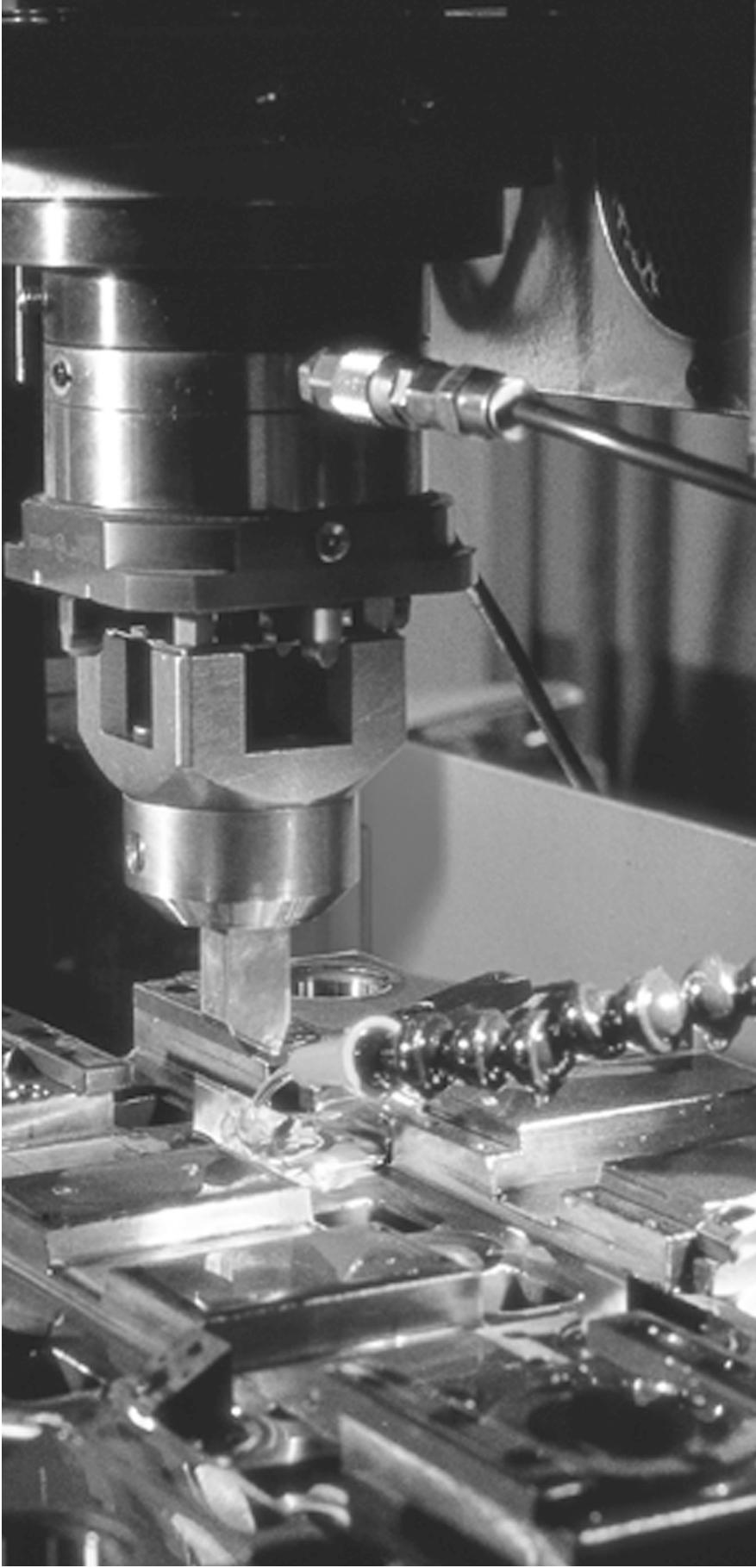
Radiuskorrektur entsprechend Elektrodenposition zum Werkstück eingeben





6

**Programmieren:
Konturen programmieren**



6.1 Allgemeines zum Programmieren von Elektroden-Bewegungen

Eine Elektroden-Bewegung wird immer so programmiert, als ob sich die Elektrode bewegt und das Werkstück stillsteht.



Die Elektrode ist zu Beginn eines Bearbeitungsprogramms stets so vorzupositionieren, dass eine Beschädigung von Elektrode und Werkstück ausgeschlossen ist.

Bahnfunktionen

Mit den Bahnfunktionen wird jedes Element der Werkstück-Kontur einzeln programmiert. Eingegeben werden

- Geraden
- Kreisbögen

Auch eine Überlagerung der beiden Konturelemente kann programmiert werden (Schraubenlinie).

Nacheinander ausgeführt ergeben die Konturelemente die Werkstück-Kontur entsprechend der Zeichnung.

Maschinen mit 5 Achsen

Eine 5. Achse lässt sich nur in den Betriebsarten MANUELLER BETRIEB oder EL. HANDRAD verfahren oder mit einer „PLC-Positionierung“.

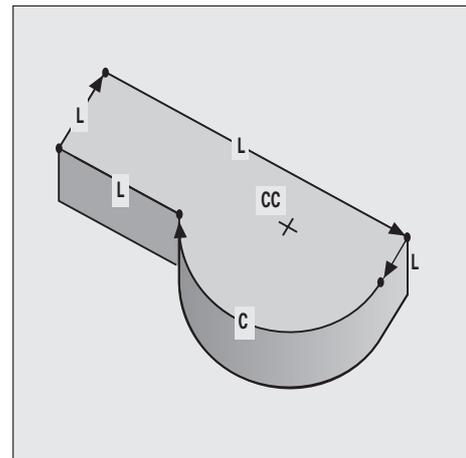
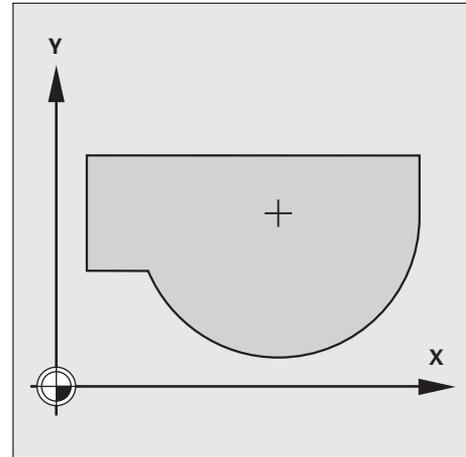
Wenn Sie eine 5. Achse positionieren wollen, setzen Sie sich mit Ihrem Maschinenhersteller in Verbindung.

Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen

Gleiche Bearbeitungsschritte am Werkstück werden als Unterprogramm oder Programmteil-Wiederholung programmiert. Programmschritte, die sich wiederholen, werden dann nur einmal eingegeben.

Möglichkeiten:

- einen Teil des Programms wiederholen (Programmteil-Wiederholung)
- einen Teil des Programms separat erstellen und bei Bedarf ausführen (Unterprogramm)
- für einen Programmlauf oder -Test ein anderes Programm zusätzlich aufrufen und ausführen (Hauptprogramm als Unterprogramm)



Zyklen

Der Erodierzyklus „ORBIT“ ist Basis für anwenderspezifische Bearbeitungen. Mit diesem Zyklus lassen sich z.B. konische und kugelförmige Senken programmieren.

Für den Zyklus „ORBIT“ lässt sich auch eine Erodierzeit festlegen.

Weitere Zyklen stehen für Koordinaten-Umrechnungen zur Verfügung. Damit lässt sich eine Bearbeitung wie folgt ausführen:

- verschoben
- gespiegelt
- gedreht
- verkleinert / vergrößert

Der Zyklus „Werkzeug-Definition“ ermöglicht, eine Korrektur für die Elektroden-Abmessungen („Werkzeug-Daten“) einzugeben.

Parameter-Programmierung

Bei der Parameter-Programmierung werden Parameter als Zahlenwerte eingesetzt und Bearbeitungen über mathematische Zusammenhänge beschrieben:

- Bedingte und unbedingte Sprünge
- Antasten und Messen mit einer Elektrode während des Programmlaufs
- Werte und Meldungen ausgeben
- Werte vom und zum Speicher übertragen

Es stehen folgende mathematische Funktionen zur Verfügung:

- Zuordnung
- Addition/Subtraktion
- Multiplikation/Division
- Winkelermittlung/Trigonometrie

6.2 Kontur anfahren und verlassen



Besonders sicher und komfortabel wird das Werkstück auf einer Kreisbahn angefahren und verlassen, die tangential an die Kontur anschließt. Benutzen Sie dazu die Funktion „Ecken-Runden“ (siehe „Ecken-Runden RND“ auf Seite 97).

Start- und Endpunkt einer Bearbeitung

Startpunkt S

Vom Startpunkt S fährt die Elektrode den ersten Konturpunkt A an. Der Startpunkt wird noch ohne Radius-Korrektur programmiert.

Anforderungen an den Startpunkt S:

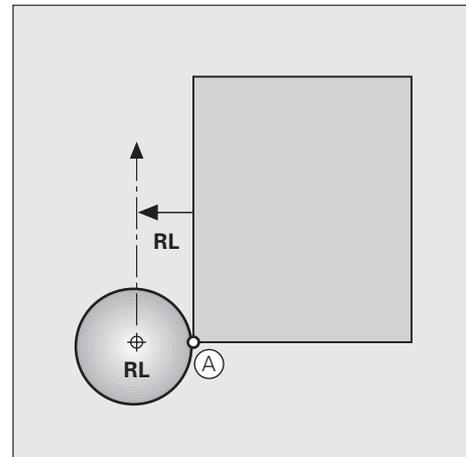
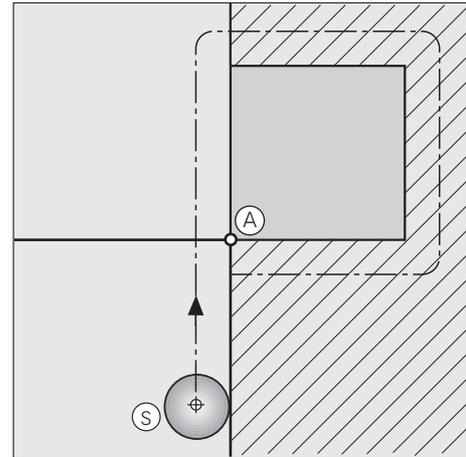
- Kollisionsfrei anfahrbar
- Nahe am ersten Konturpunkt
- Lage zum Werkstück so, dass Konturbeschädigung beim Anfahren der Kontur ausgeschlossen ist

Wird ein Startpunkt S innerhalb des schraffierten Bereichs gewählt, kommt es beim Anfahren des ersten Konturpunktes zu einer Konturbeschädigung.

Der optimale Startpunkt liegt in der Verlängerung der Elektrodenbahn für die Bearbeitung des ersten Konturelements.

Erster Konturpunkt A

Am ersten Konturpunkt A beginnt die Bearbeitung des Werkstücks. Die Elektrode wird radiuskorrigiert auf diesen Punkt verfahren.



Startpunkt S in der Spindelachse anfahren

Die Spindelachse wird beim Anfahren des Startpunkts **S** auf Arbeitstiefe gefahren.

Bei Kollisionsgefahr:
Startpunkt separat in der Spindelachse anfahren.

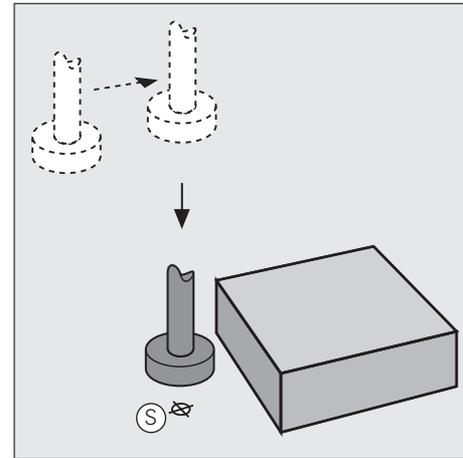
Beispiel:

L X ... Y ...

Die Elektrode behält die Z-Koordinate bei und fährt in der XY-Ebene auf die Startposition.

L Z-10

Die Elektrode wird in Z-Richtung auf die Bearbeitungstiefe positioniert.

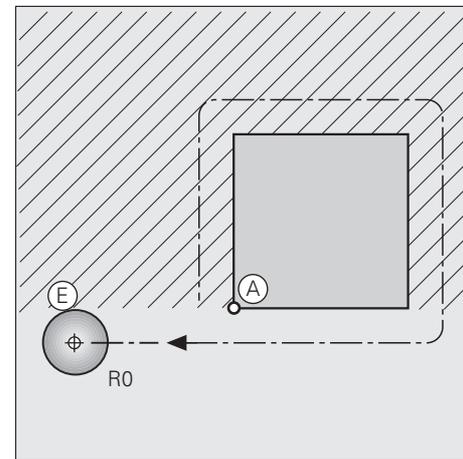


Endpunkt

Für den Endpunkt E gelten ebenfalls die Bedingungen

- Kollisionsfrei anfahrbar
- Nähe zum letzten Konturpunkt
- Vermeidung einer Beschädigung von Werkstück und Werkzeug

Der optimale Endpunkt E liegt wieder in der Verlängerung der Werkzeugbahn. Der Endpunkt darf innerhalb des nicht schraffierten Bereichs liegen und wird ohne Radiuskorrektur angefahren.



Endpunkt in der Spindelachse verlassen

Die Spindelachse wird zum Verlassen des Endpunkts separat verfahren.

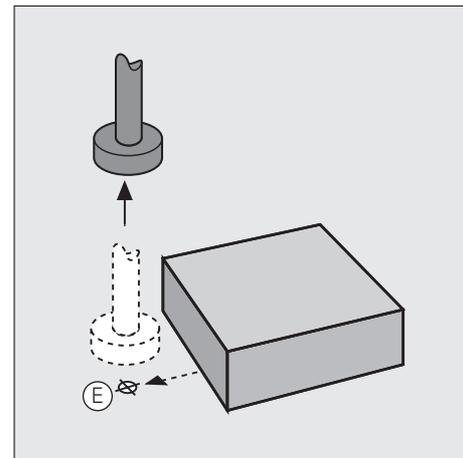
Beispiel:

L X ... Y ... R0

Die Elektrode behält die Z-Koordinate bei und fährt in der XY-Ebene auf die Endposition.

L Z+50

Die Elektrode fährt auf Sicherheitsabstand.

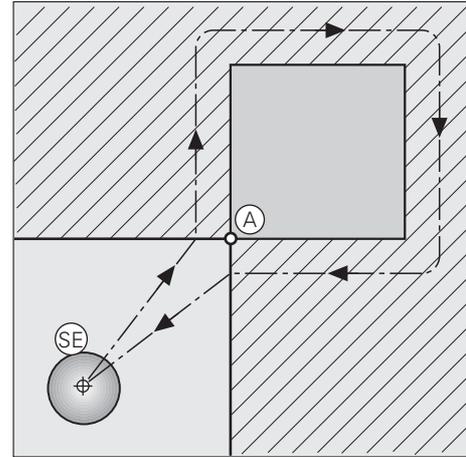


Gemeinsamer Start- und Endpunkt

Innerhalb des in den Abbildungen nicht schraffierten Bereichs kann ein gemeinsamer Start- und Endpunkt SE festgelegt werden.

Der optimale gemeinsame Start- und Endpunkt liegt genau zwischen den Verlängerungen der Werkzeugbahnen zur Bearbeitung des ersten und letzten Konturelements.

Ein gemeinsamer Start- und Endpunkt wird jeweils ohne Radiuskorrektur angefahren.



Weiches An- und Wegfahren

Start- und Endpunkt

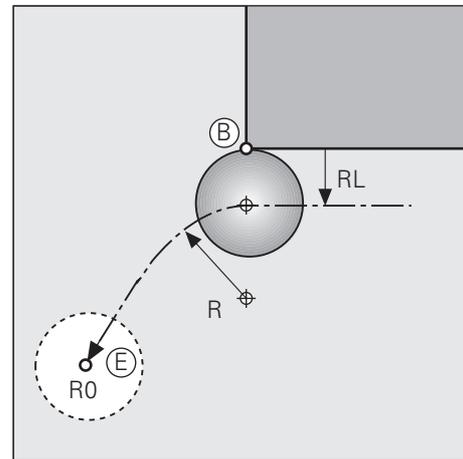
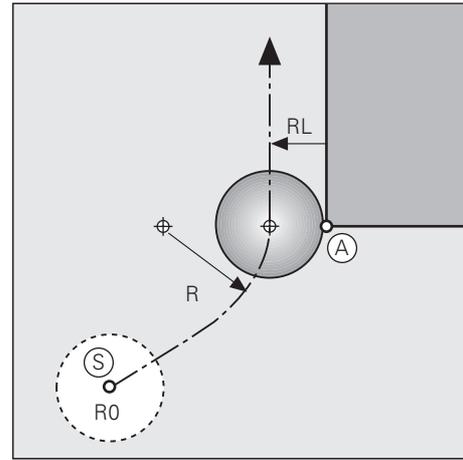
Startpunkt und Endpunkt der Bearbeitung liegen außerhalb des Werkstücks in der Nähe des ersten bzw. letzten Konturelements.

Die Werkzeugbahn zum Start- und Endpunkt wird ohne Radiuskorrektur programmiert.

Eingabe

Die Funktion RND wird an folgenden Stellen im Programm eingegeben:

- Beim Anfahren hinter dem Satz, in dem der erste Konturpunkt programmiert ist. Das ist der erste Satz mit Radiuskorrektur RL/RR.
- Beim Wegfahren hinter dem Satz, in dem der letzte Konturpunkt programmiert ist. Das ist der letzte Satz mit Radiuskorrektur RL/RR.



NC-Beispielsätze

...	
7 L X ... Y ... R0	Startpunkt S
8 L X ... Y ... RL	Erster Konturpunkt A
9 RND R	Weiches Anfahren
...	
KONTUR-ELEMENTE	
...	
52 L X ... Y ... RL	Letzter Konturpunkt B
53 RND R	Weiches Wegfahren
54 L X ... Y ... R0	Endpunkt E
...	



Der Radius in der Funktion RND muss so gewählt werden, dass die Kreisbahn zwischen Start- bzw. Endpunkt und den Konturpunkten ausgeführt werden kann.

6.3 Bahnfunktionen

Allgemeines

Eingabe in das Bearbeitungsprogramm

Die Konturelemente werden maßgetreu ins Bearbeitungsprogramm eingegeben. Koordinaten werden als Absolut- oder als Relativwerte (Inkremental) programmiert.

Es werden die Koordinaten des Endpunktes eines Konturelements einprogrammiert.

Den Verfahrensweg der Elektrode ermittelt die TNC aus den Elektroden-Daten und der Radiuskorrektur selbsttätig.

Maschinenachsen programmgesteuert verfahren

Die TNC verfährt alle Maschinenachsen gleichzeitig, die in einem NC-Satz programmiert sind.

Achsparallele Bewegungen

Die Elektrode wird auf einer Geraden parallel zur programmierten Maschinenachse verfahren.

Anzahl der im NC-Satz programmierten Achsen: 1

Bewegungen in den Hauptebenen

Die Elektrode wird in der Ebene auf einer Geraden oder einer Kreisbahn auf die programmierte Position verfahren.

Anzahl der im NC-Satz programmierten Achsen: 2

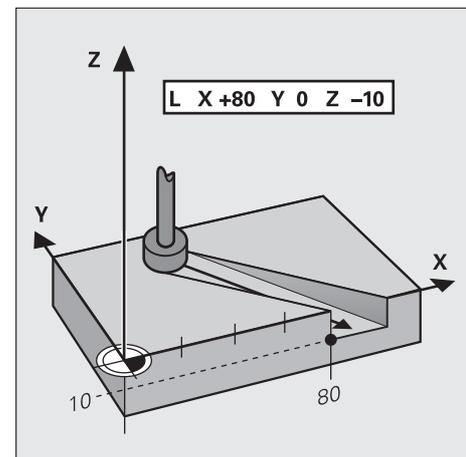
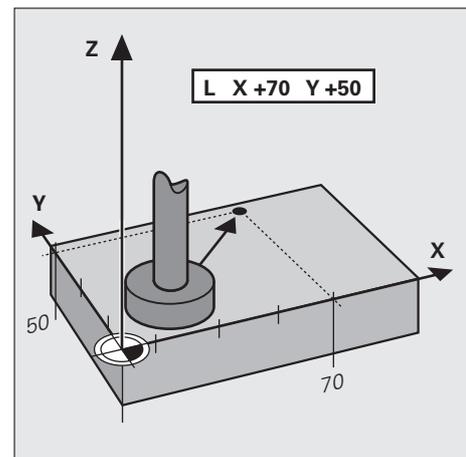
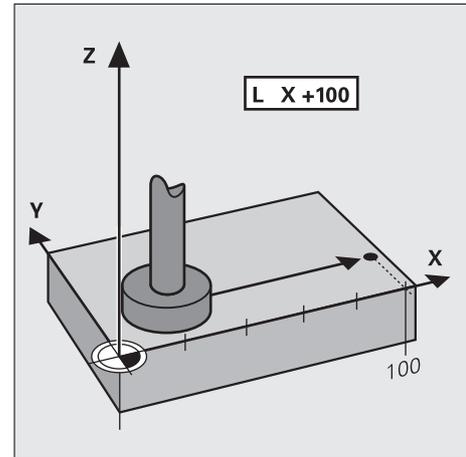
Bewegung von drei Maschinenachsen (3D-Bewegung)

Die Elektrode wird auf einer Geraden auf die programmierte Position gefahren.

Anzahl der im NC-Satz programmierten Achsen: 3

Sonderfall:

Bei einer Schraubenlinie wird einer Kreisbewegung in der Ebene eine Geradenbewegung senkrecht überlagert.



6.4 Bahnbewegungen – rechtwinklige Koordinaten

Bahnfunktions-Übersicht

Mit den Bahnfunktionstasten wird die Form des Konturelements festgelegt und der Klartext-Dialog eröffnet.

Funktion	Bahnfunktionstaste	Werkzeug-Bewegung	Erforderliche Eingaben
Gerade L engl.: Line		Gerade	Koordinaten des Geraden-Endpunkts
Kreismittelpunkt CC ; engl.: Circle Center		Keine	Koordinaten des Kreismittelpunkts bzw. Pols
Kreisbogen C engl.: Circle		Kreisbahn um Kreismittelpunkt CC zum Kreisbogen-Endpunkt	Koordinaten des Kreis-Endpunkts, Drehrichtung
Kreisbogen CR engl.: Circle by Radius		Kreisbahn mit bestimmten Radius	Koordinaten des Kreis-Endpunkts, Kreisradius, Drehrichtung
Kreisbogen CT engl.: Circle Tangential		Kreisbahn mit tangenialem Anschluss an vorheriges und nachfolgendes Konturelement	Koordinaten des Kreis-Endpunkts
Ecken-Runden RND engl.: Rounding of Corner		Kreisbahn mit tangenialem Anschluss an vorheriges und nachfolgendes Konturelement	Eckenradius R

Gerade L

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



- ▶ **Koordinaten** des Endpunkts der Geraden

Falls nötig:

- ▶ **Radiuskorrektur** RL/RR/RO
- ▶ **Vorschub** F
- ▶ **Zusatz-Funktion** M

NC-Beispielsätze

7 L X+10 Y+40 RL F M

8 L IX+20 IY-15 R F M

9 L X+60 IY-10 R F M

Ist-Position übernehmen

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

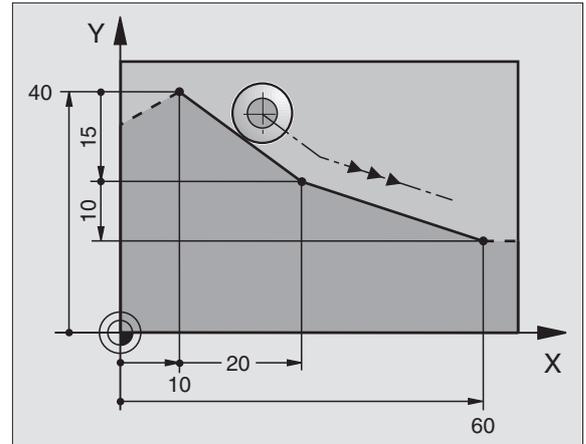
- ▶ Fahren Sie das Werkzeug in der Betriebsart Manueller Betrieb auf die Position, die übernommen werden soll
- ▶ Bildschirm-Anzeige auf Programm-Einspeichern/Editieren wechseln
- ▶ Programm-Satz wählen, hinter dem der L-Satz eingefügt werden soll



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



Die Anzahl der Achsen, die die TNC im L-Satz speichert, legen Sie über die MOD-Funktion fest.



Gerade programmieren

Beispiel – Programmieren einer Geraden.



Programmier-Dialog eröffnen: z.B. Gerade

KOORDINATEN?

10

Koordinaten des Geraden-Endpunkts eingeben



5

**RADIUSKORR.: RL/RR/KEINE KORR.?**

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



Elektrode direkt auf der Geraden zum Endpunkt verfahren

VORSCHUB F=? / F MAX = ENT

100

ENT

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



Vorschub der Elektrode im Eilgang wählen,
F = F MAX

ZUSATZ-FUNKTION M?

37

ENT

Zusatz-Funktion eingeben, z.B. M37 (Erodieren AUS)

Zeile im Bearbeitungsprogramm

L X+10 Y+5 RL F MAX M37

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 Fasen-Satz programmieren Sie jeweils beide Koordinaten der Ebene, in der die Fase ausgeführt wird
- Die Radiuskorrektur vor und nach dem Fasen-Satz muss gleich sein
- Die Fase muss mit dem aktuellen Werkzeug ausführbar sein (Im Bild rechts unten ist der Werkzeugradius zu groß)



► **Fasen-Abschnitt:** Eingabe der Länge L des Fasenabschnitts ohne Angabe einer Achsbezeichnung

NC-Beispielsätze

7 L X+0 Y+30 RL F M

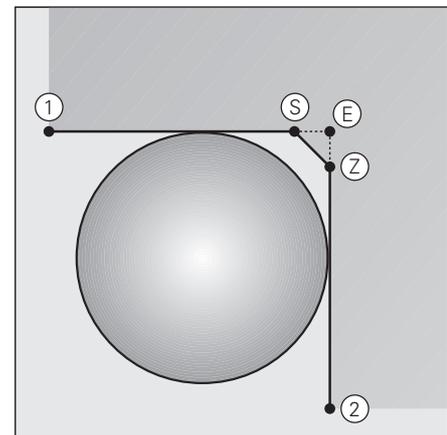
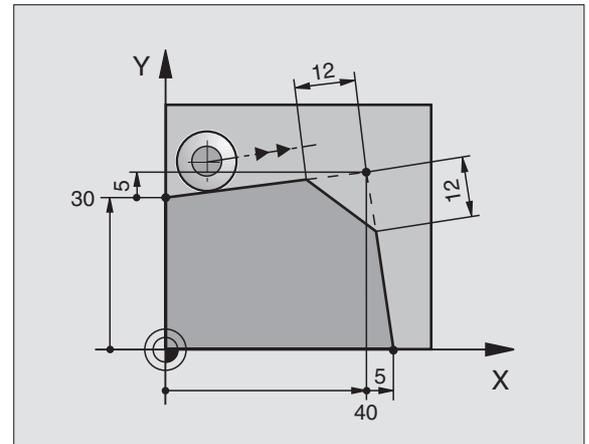
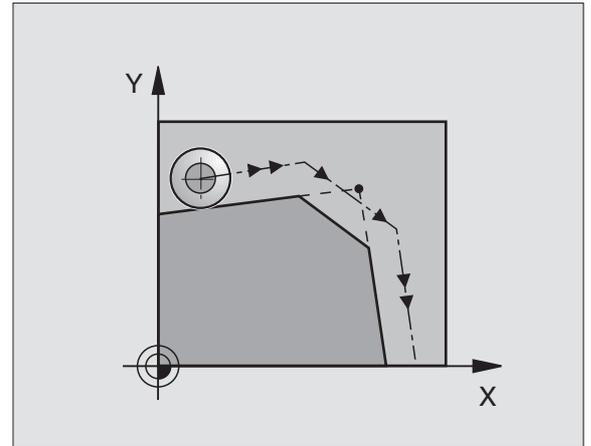
8 L X+40 IY+5 R F M

9 L 12

10 L IX+5 Y+0 R F M



- Eine Kontur nicht mit einem Fasen-Satz beginnen.
- Eine Fase wird nur in der Bearbeitungsebene ausgeführt.
- Der Vorschub beim Fasen ist gleich dem davor programmierten Vorschub.
- Der von der Fase abgeschnittene Eckpunkt E wird nicht angefahren.



Ecken-Runden RND

Die Funktion RND rundet Kontur-Ecken ab.

Das Werkzeug fährt auf einer Kreisbahn, die sowohl an das vorhergehende als auch an das nachfolgende Konturelement tangential anschließt.

Der Rundungskreis muss mit dem aufgerufenen Werkzeug ausführbar sein.



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

Falls nötig:

► **Vorschub F** (wirkt nur im RND-Satz)

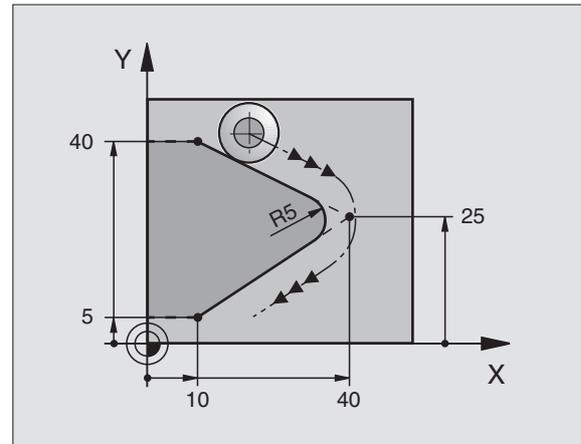
NC-Beispielsätze

5 L X+10 Y+40 RL F M

6 L X+40 Y+25 R F M

7 RND R5 R F M

8 L X+10 Y+5



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

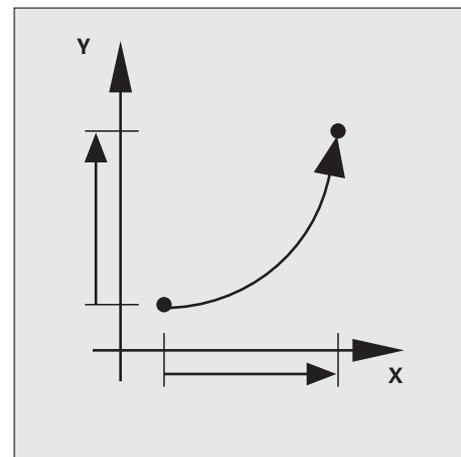
Der Eckpunkt wird nicht angefahren.

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

Ein RND-Satz lässt sich auch zum weichen Anfahren an die Kontur nutzen.

Kreise und Kreisbögen-Allgemeines

Für Kreisbewegungen verfährt die TNC gleichzeitig zwei Maschinenachsen (dies können auch Zusatz-Achsen U,V oder W sein) so, dass die Elektrode sich relativ zum Werkstück auf einer Kreisbahn bewegt.



Kreismittelpunkt CC

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

- geben Sie die rechtwinkligen Koordinaten des Kreismittelpunkts ein oder
- übernehmen die zuletzt programmierte Position oder
- übernehmen die Koordinaten mit der Taste „IST-POSITIONEN-ÜBERNEHMEN“



- ▶ **Koordinaten CC:** Koordinaten für den Kreismittelpunkt eingeben oder
Um die zuletzt programmierte Position zu übernehmen: Keine Koordinaten eingeben

NC-Beispielsätze

5 CC X+25 Y+25

oder

10 L X+25 Y+25

11 CC

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

Gültigkeit

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

Kreismittelpunkt CC inkremental eingeben

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



- Mit CC kennzeichnen Sie eine Position als Kreismittelpunkt: Das Werkzeug fährt nicht auf diese Position.
- Der Kreismittelpunkt ist gleichzeitig Pol für Polarkoordinaten.

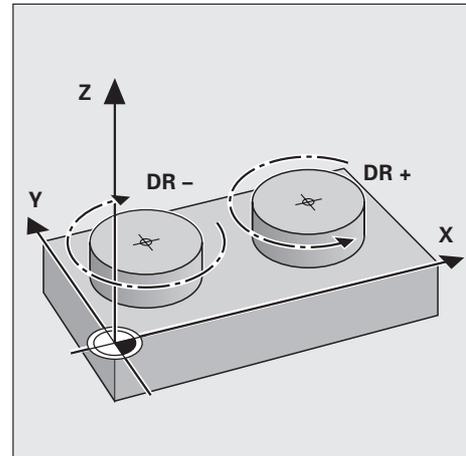
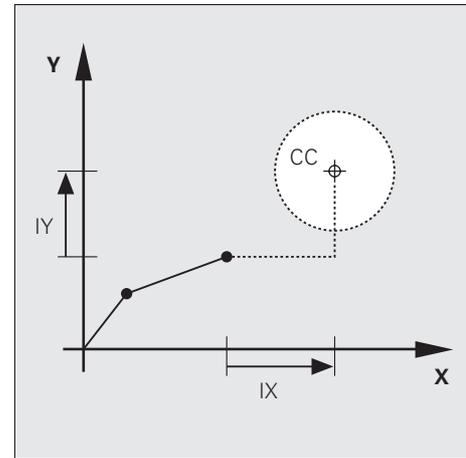
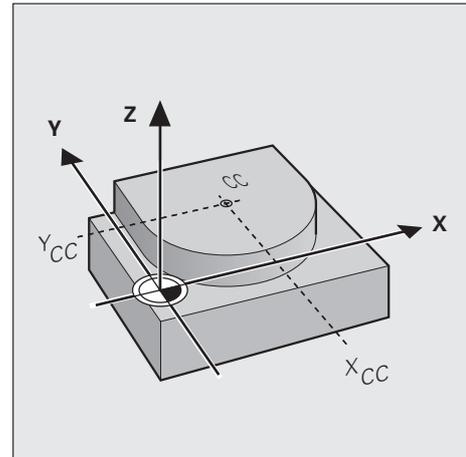
Drehsinn DR

Für Kreisbewegungen ohne tangentialen Übergang zu anderen Konturelementen wird der mathematische Drehsinn DR der Kreisbewegung eingegeben:

- Drehung im Uhrzeigersinn: negativer Drehsinn (DR-)
- Drehung gegen den Uhrzeigersinn: positiver Drehsinn (DR+)

Radiuskorrektur bei Kreisbahnen

Die Radiuskorrektur darf nicht in einem Satz für eine Kreisbahn begonnen werden. Sie muss zuvor in einem Geraden-Satz (L-Satz) aktiviert werden.



Kreise in den Hauptebenen

Mit den Kreisbahn-Funktionen werden Kreise in den Hauptebenen direkt programmiert. Die Hauptebene ist durch die Festlegung der Elektrodenachse beim Elektroden-Aufruf (TOOL CALL) definiert.

Spindelachse	Hauptebene
Z	XY , auch UV, XV, UY
Y	ZX , auch WU, ZU, WX
X	YZ , auch VW, YW, VZ



Kreise, die nicht parallel zu einer Hauptebene liegen, werden mit Q-Parametern programmiert.

Kreisbahn C um Kreismittelpunkt CC

Legen Sie den Kreismittelpunkt CC fest, bevor Sie die Kreisbahn C programmieren. Die zuletzt programmierte Werkzeug-Position vor dem C-Satz ist der Startpunkt der Kreisbahn.



Wenn Sie eine Elektrode mit Werkzeugkorrektur in der X/Y-Ebene verwenden, müssen Sie die Elektrode bei Kreisbögen winkelsynchron mitdrehen. Für einen Halbkreis müssen Sie z. B. die C-Achse inkremental um 180° drehen.

▶ Werkzeug auf den Startpunkt der Kreisbahn fahren



▶ **Koordinaten** des Kreismittelpunkts



▶ **Koordinaten des Kreisbogen-Endpunkts**

▶ **Drehsinn DR**

Falls nötig:

▶ **Lineare Koordinate**

▶ **Vorschub F**

▶ **Zusatz-Funktion M**

NC-Beispielsätze

5 CC X+25 Y+25

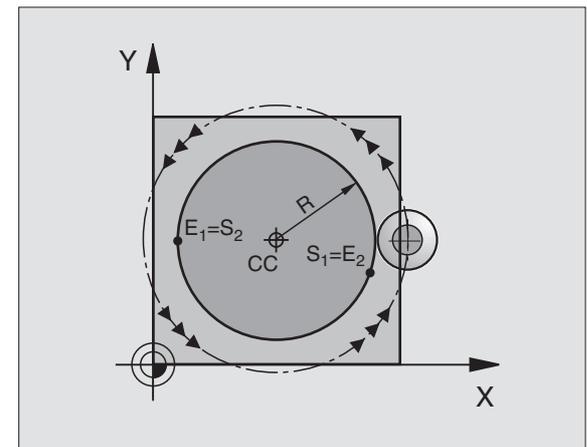
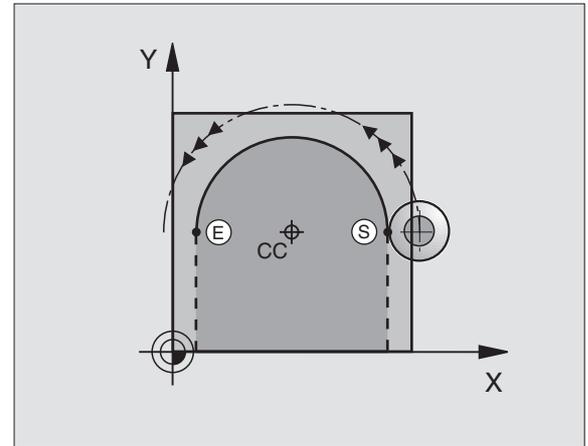
6 L X+45 Y+25 RR F M

7 C X+5 Y+25 IC +180 DR+ R F M

Vollkreis

Für einen Vollkreis programmieren Sie zwei C-Sätze hintereinander: Der Endpunkt des ersten Halbkreises ist Startpunkt des zweiten. Endpunkt des zweiten Halbkreises ist Startpunkt des ersten.

Die einfachste Methode zum Programmieren eines Vollkreises ist auf Seite 111 beschrieben.



Kreisbahn CR mit festgelegtem Radius

Die Elektrode fährt auf einer Kreisbahn mit dem Radius R.



- ▶ **Koordinaten** des Kreisbogen-Endpunkts
 - ▶ **Radius R**
Achtung: Das Vorzeichen legt die Größe des Kreisbogens fest!
 - ▶ **Drehsinn DR**
Achtung: Das Vorzeichen legt konkave oder konvexe Wölbung fest!
- Falls nötig:
- ▶ **Zusatz-Funktion M**
 - ▶ **Vorschub F**

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.

Die einfachste Methode zum Programmieren eines Vollkreises ist auf Seite 111 beschrieben.

Zentriwinkel CCA und Kreisbogen-Radius R

Startpunkt und Endpunkt auf der Kontur lassen sich durch vier verschiedene Kreisbögen mit gleichem Radius miteinander verbinden:

Kleinerer Kreisbogen: $CCA < 180^\circ$
Radius hat positives Vorzeichen $R > 0$

Größerer Kreisbogen: $CCA > 180^\circ$
Radius hat negatives Vorzeichen $R < 0$

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

Konvex: Drehsinn DR- (mit Radiuskorrektur RL)

Konkav: Drehsinn DR+ (mit Radiuskorrektur RL)

NC-Beispielsätze

10 L X+40 Y+40 RL F M36

11 CR X+70 Y+40 R+20 DR- (BOGEN 1)

oder

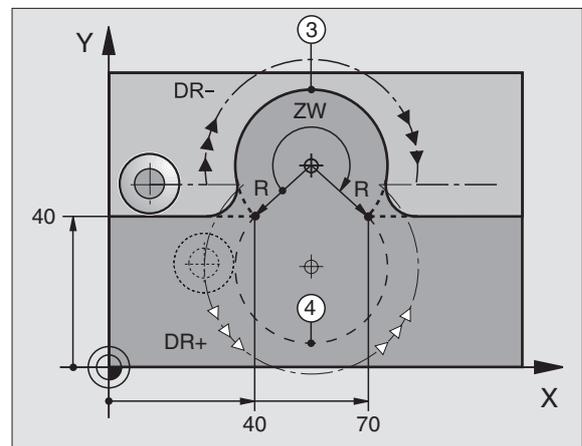
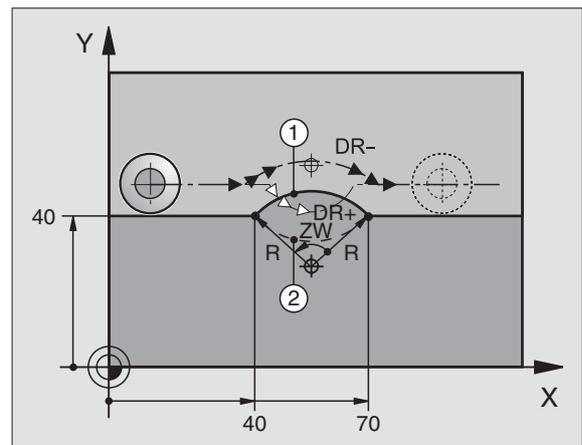
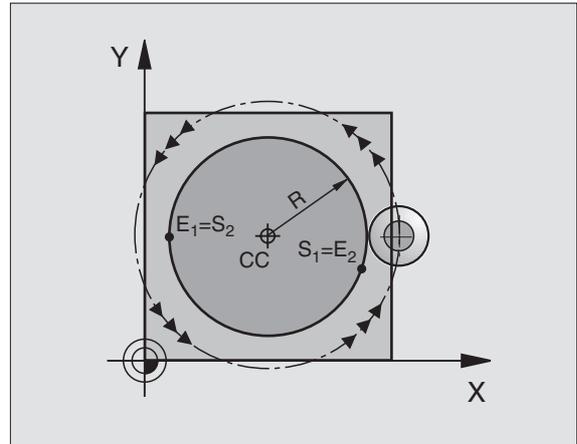
11 CR X+70 Y+40 R+20 DR+ (BOGEN 2)

oder

11 CR X+70 Y+40 R-20 DR- (BOGEN 3)

oder

11 CR X+70 Y+40 R-20 DR+ (BOGEN 4)





- Für einen Vollkreis müssen zwei CR-Sätze hintereinander programmiert werden.
- Der Abstand von Start- und Endpunkt des Kreisdurchmessers darf nicht größer als der Kreisdurchmesser sein.
- Der maximale Radius beträgt 30 m.
- Winkelachsen A, B, C werden **nicht** unterstützt

Kreisbahn CT mit tangenalem Anschluss

Die Elektrode fährt auf einem Kreisbogen, der tangential an das zuvor programmierte Konturelement anschließt.

Ein Übergang ist „tangential“, wenn am Schnittpunkt der Konturelemente kein Knick- oder Eckpunkt entsteht, die Konturelemente also stetig ineinander übergehen.

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



Wenn Sie eine Elektrode mit Werkzeugkorrektur in der X/Y-Ebene verwenden, müssen Sie die Elektrode bei Kreisbögen winkelsynchron mitdrehen. Für einen Halbkreis müssen Sie z. B. die C-Achse inkremental um 180° drehen.



► **Koordinaten** des Kreisbogen-Endpunkts

Falls nötig:

► **Vorschub F**

► **Zusatz-Funktion M**

NC-Beispielsätze

```
7 L X+0 Y+25 RL F M36
```

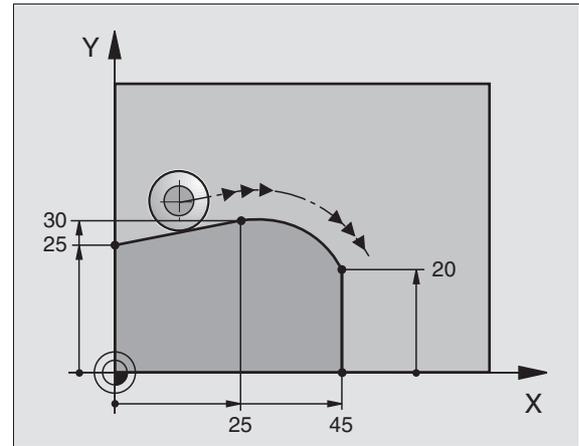
```
8 L X+25 Y+30 R F M
```

```
9 CT X+45 Y+20 R F M
```

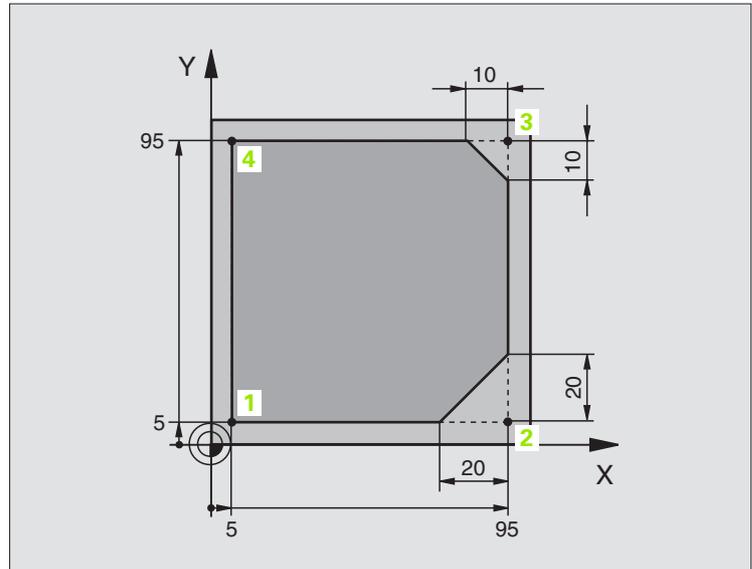
```
10 L Y+0 R F M
```



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



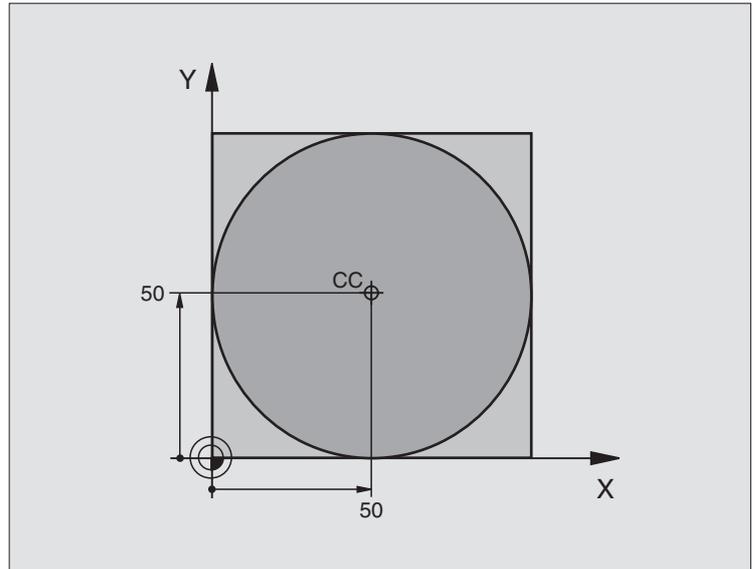
Beispiel: Geradenbewegung und Fasen kartesisch



0	BEGIN PGM FASEN MM	Programm-Beginn, Programm-Name FASEN, Maßangaben in MM
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition für grafische Simulation der Bearbeitung
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3	CYCLE DEF 1.0 GENERATOR	Zyklus GENERATOR (siehe „Zyklus 1 GENERATOR“, Seite 133)
4	CYCL DEF 1.1 P-TAB CUST	Gewünschte Erodier-Tabelle, z.B. Tabelle CUST
5	CYCL DEF 1.2 MAX=3 MIN=3	eine Leistungsstufe festlegen, z.B. 3
6	TOOL DEF 1 L+0 R+15	Elektroden-Definition im Programm
7	TOOL CALL 1 Z U+1	Elektroden-Aufruf in Zustellachse Z; Untermaß 1 mm
8	L Z+100 C+0 R0 F MAX M	Freifahren in der Zustellachse; Elektrode orientieren; Eilgang
9	L X-10 Y-10 R F MAX M	Vorpositionieren in X und Y; Eilgang
10	L Z-10 R F MAX M	Auf Arbeitstiefe fahren
11	LX+5 Y+5 RL F M36	Kontur an Punkt 1 mit Radiuskorrektur anfahren; Erodieren EIN
13	L Y+95 R F M	Punkt 2 anfahren
14	L X+95 R F M	Punkt 3: erste Gerade für Ecke 3
15	L 10	Fase mit Länge 10 mm programmieren

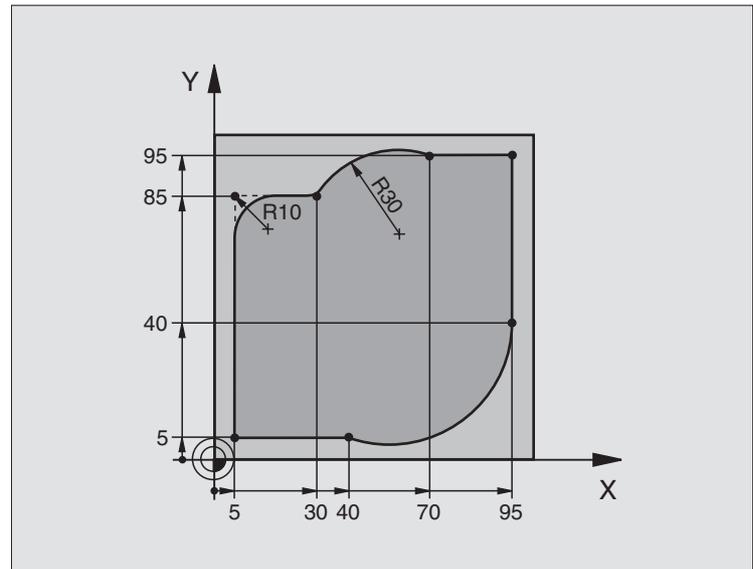
16	L Y+5 R F M	Punkt 4: zweite Gerade für Ecke 3, erste Gerade für Ecke 4
17	L 20	Fase mit Länge 20 mm programmieren
18	L X+5 R F M	Letzten Konturpunkt 1 anfahren, zweite Gerade für Ecke 4
21	L X-10 Y-10 R0 F M37	Freifahren in der Bearbeitungsebene; Erodieren AUS
20	L Z+100 F MAX	Elektrode auf Sicherheitsabstand fahren; Eilgang
21	END PGM FASEN MM	Programm-Ende

Beispiel: Vollkreis kartesisch



0	BEGIN PGM KREIS MM	Programm-Beginn
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3	CYCL DEF 1.0 GENERATOR	Zyklus GENERATOR (siehe „Zyklus 1 GENERATOR“, Seite 133)
4	CYCL DEF 1.1 P-TAB HDH700	Gewünschte Erodier-Tabelle, z.B. Tabelle HDH700
5	CYCL DEF 1.2 MAX=6 MIN=6	eine Leistungsstufe festlegen, z.B. 6
3	TOOL DEF 6 L+0 R+15	Elektroden-Definition im Programm
4	TOOL CALL 6 Z U+1,5	Elektroden-Aufruf in Zustellachse Z; Untermaß 1,5 mm
5	L Z+250 C+0 R0 F MAX M37	Sicherheitsabstand; Elektrode orientieren; Erodieren AUS
6	CC X+50 Y+50	Kreismittelpunkt definieren
7	L X-40 Y+50 R0 F MAX M	Werkzeug vorpositionieren
8	L Z-5 R0 F MAX M	Auf Bearbeitungstiefe fahren
9	L X+0 Y+50 RL M36	Ersten Konturpunkt mit Radiuskorrektur anfahren; Erodieren EIN
10	C X+100 Y+50 DR- R F M	Kreisendpunkt des ersten Halbkreises; Drehung im Uhrzeigersinn
11	C X+0 Y+50 DR- R F M	Kreisendpunkt des zweiten Halbkreises; Drehung im Uhrzeigersinn
12	X-40 Y+50 R0 F MAX M37	Freifahren in der Bearbeitungsebene; Erodieren AUS
13	L Z+250 F MAX	Elektrode auf Sicherheitsabstand fahren; Eilgang
14	END PGM KREIS MM	Programm-Ende

Beispiel: Kreisbewegung kartesisch



0	BEGIN PGM CIRCULAR MM	
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition für grafische Simulation der Bearbeitung
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3	CYCL DEF 1.0 GENERATOR	Zyklus GENERATOR (siehe „Zyklus 1 GENERATOR“, Seite 133)
4	CYCL DEF 1.1 P-TAB CUST1	Gewünschte Erodier-Tabelle, z.B. Tabelle CUST1
5	CYCL DEF 1.2 MAX=6 MIN=6	eine Leistungsstufe festlegen, z.B. 6
6	TOOL DEF 6 L+0 R+10	Elektroden-Definition im Programm
7	TOOL CALL 6 Z U+1,5	Elektroden-Aufruf in Zustellachse Z; Untermaß 1,5 mm
8	L Z+100 C+0 R0 F MAX M37	Freifahren in der Zustellachse; Elektrode orientieren; Erodieren AUS
9	L X-10 Y-10 R F MAX	Vorpositionieren in X und Y; Eilgang
10	L Z-5 R0 F MAX M	Auf Arbeitstiefe fahren
11	L X+5 Y+5 RL F M36	Kontur an Punkt 1 mit Radiuskorrektur anfahren; Erodieren ein
12	L X+5 Y+85 R F M	Punkt 2: erste Gerade für Ecke 2
13	RND R10 F	Radius mit R = 10 mm einfügen
14	L X+30 Y+85 R F M	Punkt 3 anfahren: Startpunkt des Kreises mit CR
15	CR X+70 Y+95 R+30 DR-	Punkt 4 anfahren: Endpunkt des Kreises mit CR, Radius 30 mm
16	L X+95 R F M	Punkt 5 anfahren
17	L X+95 Y+40 R F M	Punkt 6 anfahren
18	CT X+40 Y+5 R F M	Punkt 7 anfahren: Endpunkt des Kreises, Kreisbogen mit tangentialem Anschluss an Punkt 6, TNC berechnet den Radius selbst

6.4 Bahnbewegungen – rechtwinklige Koordinaten

19	L X+5 R F M	Letzten Konturpunkt 1 anfahren
20	L X-10 Y-10 R F M37	Freifahren in der Bearbeitungsebene; Erodieren AUS
21	L Z+100 R0 F MAX	Elektrode auf Sicherheitsabstand fahren; Eilgang
22	END PGM CIRCULAR MM	

6.5 Bahnbewegungen – Polarkoordinaten

Übersicht

Mit Polarkoordinaten legen Sie eine Position über einen Winkel PA und einen Abstand PR zu einem zuvor definierten Pol CC fest (siehe „Polarkoordinaten“, Seite 45).

Polarkoordinaten setzen Sie vorteilhaft ein bei:

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

Polarkoordinaten-Angaben sind mit einem P gekennzeichnet.

Übersicht der Bahnfunktion mit Polarkoordinaten

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

Polarkoordinaten-Ursprung: Pol CC

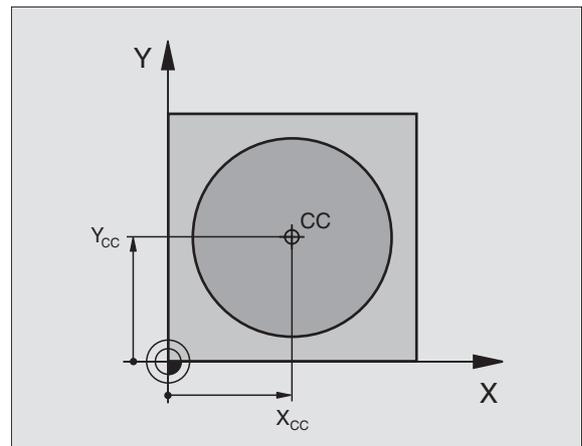
Den Pol CC können Sie an beliebigen Stellen im Bearbeitungs-Programm festlegen, bevor Sie Positionen durch Polarkoordinaten angeben. Gehen Sie beim Festlegen des Pols vor, wie beim Programmieren des Kreismittelpunkts CC.



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

NC-Beispielsätze

12 CC X+45 Y+25



Gerade LP

Die Elektrode fährt auf einer Geraden von ihrer aktuellen Position zum Endpunkt der Geraden. Der Startpunkt ist der Endpunkt des vorangehenden Satzes.



- ▶ **Polarkoordinaten-Radius PR**: Abstand des Geraden-Endpunkts zum Pol CC eingeben
- ▶ **Polarkoordinaten-Winkel PA**: Winkelposition des Geraden-Endpunkts zwischen -360° und $+360^\circ$

Das Vorzeichen von PA ist durch die Winkel-Bezugsachse festgelegt:

- Winkel von der Winkel-Bezugsachse zu PR gegen den Uhrzeigersinn: $PA > 0$
- Winkel von der Winkel-Bezugsachse zu PR im Uhrzeigersinn: $PA < 0$

NC-Beispielsätze

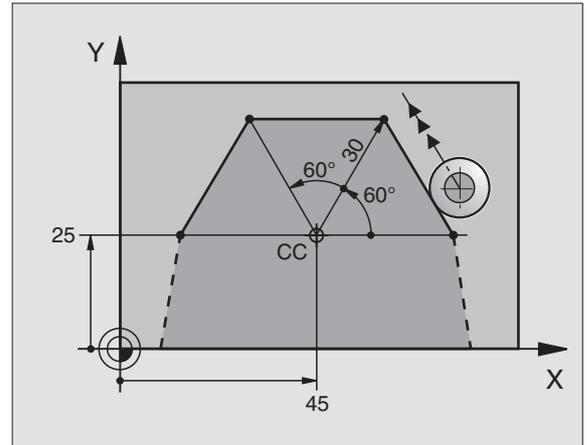
12 CC X+45 Y+25

13 LP PR+30 PA+0 RR F M

14 LP PR PA+60 R F M

15 LP PR IPA+60 R F M

16 LP PR PA+180 R F M



Kreisbahn CP um Pol CC

Der Polarkoordinaten-Radius PR ist gleichzeitig Radius des Kreisbogens. PR ist durch den Abstand des Startpunkts zum Pol CC festgelegt. Die zuletzt programmierte Elektroden-Position vor dem CP-Satz ist der Startpunkt der Kreisbahn.



Wenn Sie eine Elektrode mit Werkzeugkorrektur in der X/Y-Ebene verwenden, müssen Sie die Elektrode bei Kreisbögen winkelsynchron mitdrehen. Für einen Halbkreis müssen Sie z. B. die C-Achse inkremental um 180° drehen.



► **Polarkoordinaten-Winkel PA:** Winkelposition des Kreisbahn-Endpunkts

► **Drehsinn DR**

NC-Beispielsätze

18 CC X+25 Y+25

19 LP PR+20 PA+0 RR F M

20 CP PA+180 DR+ R F M



- Bei inkrementalen Koordinaten gleiches Vorzeichen für DR und PA eingeben.
- Für PA können Werte zwischen -5400 und +5400 eingegeben werden.
- Der Kreisendpunkt darf **nicht** mit dem Kreisanfängspunkt identisch sein

Vollkreis

Für einen Vollkreis programmieren Sie den inkrementalen Polarkoordinaten-Winkel IPA mit 360°. Ausgehend vom Startpunkt bewegt sich die Elektrode um den Kreismittelpunkt CC.

Die lineare Koordinate IC +360 dreht die Elektrode winkelsynchron auf der Kreisbahn.



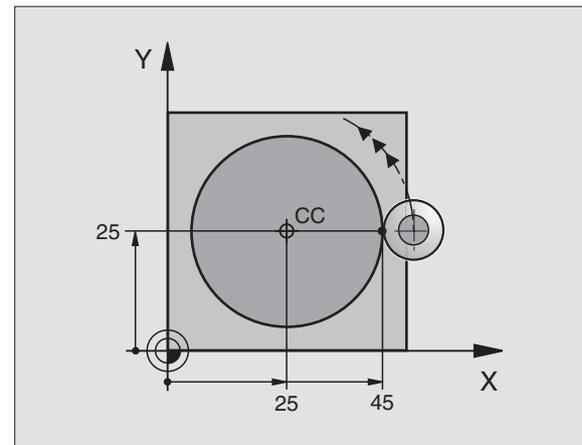
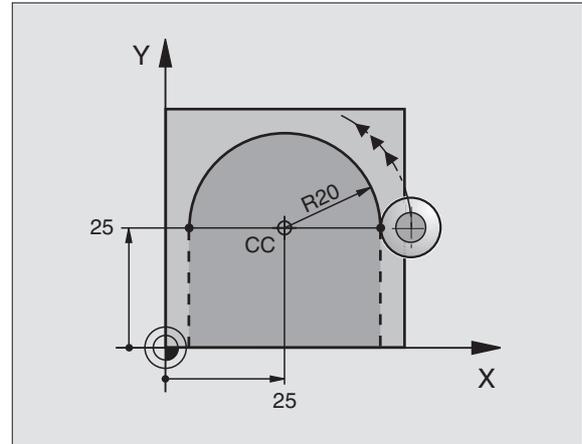
Einen Vollkreis können Sie nur mit einem inkrementalen Polarkoordinaten-Winkel IPA programmieren.

NC-Beispielsätze

5 CC X+25 Y+25

6 L X+45 Y+25 RR F M

7 CP IPA +360 IC+360 DR+ R F M



Kreisbahn CTP mit tangenalem Anschluss

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



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

NC-Beispielsätze

12 CC X+40 Y+35

13 L X+0 Y+35 RL F M

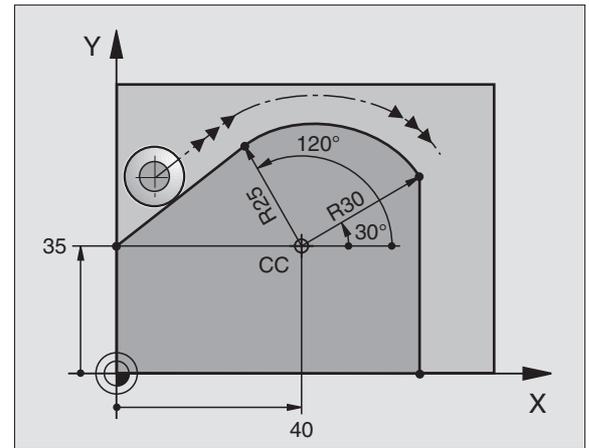
14 LP PR+25 PA+120 R F M

15 CTP PR+30 PA+30 R F M

16 L Y+0 R F M



Der Pol CC ist **nicht** Mittelpunkt des Konturkreises!



Schraubenlinie (Helix)

Eine Schraubenlinie entsteht aus der Überlagerung einer Kreisbewegung und einer Geradenbewegung senkrecht dazu. Die Kreisbahn programmieren Sie in einer Hauptebene.

Die Bahnbewegungen für die Schraubenlinie können Sie nur in Polarkoordinaten programmieren.

Einsatz

- Innen- und Außengewinde mit größeren Durchmessern
- Schmiernuten

Berechnung der Schraubenlinie

Zum Programmieren benötigen Sie die inkrementale Angabe des Gesamtwinkels, den das Werkzeug auf der Schraubenlinie fährt und die Gesamthöhe der Schraubenlinie.

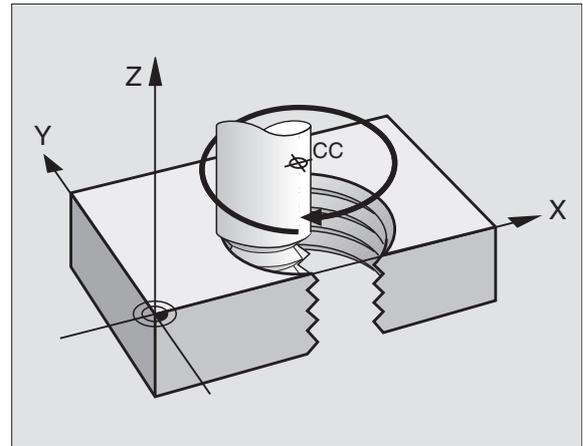
Für die Berechnung in Fräsrichtung von unten nach oben gilt:

Anzahl Gänge n	Gewindgänge + Gangüberlauf am Gewindeanfang und -ende
Gesamthöhe h	Steigung P x Anzahl der Gänge n
Inkrementaler Gesamtwinkel IPA	Anzahl der Gänge x 360° + Winkel für Gewinde-Anfang + Winkel für Gangüberlauf
Anfangsordinate Z	Steigung P x (Gewindgänge + Gangüberlauf am Gewinde-Anfang)

Form der Schraubenlinie

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

Innengewinde	Arbeitsrichtung	Drehsinn	Radiuskorrektur
rechtsgängig	Z+	DR+	RL
linksgängig	Z+	DR-	RR
rechtsgängig	Z-	DR-	RR
linksgängig	Z-	DR+	RL
Außengewinde			
rechtsgängig	Z+	DR+	RR
linksgängig	Z+	DR-	RL
rechtsgängig	Z-	DR-	RL
linksgängig	Z-	DR+	RR



Schraubenlinie programmieren



- Geben Sie Drehsinn DR und den inkrementalen Gesamtwinkel IPA mit gleichem Vorzeichen ein, sonst kann das Werkzeug in einer falschen Bahn fahren.
- Für den Gesamtwinkel IPA können Sie Werte von -5400° bis $+5400^\circ$ eingeben. Wenn das Gewinde mehr als 15 Gänge hat, dann programmieren Sie die Schraubenlinie in einer Programmteil-Wiederholung (siehe „Programmteil-Wiederholungen“, Seite 176)
- Wenn Sie eine Elektrode mit Werkzeugkorrektur in der X/Y-Ebene verwenden, müssen Sie die Elektrode bei Kreisbögen winkelsynchron mitdrehen. Für die C-Achse geben Sie inkremental den gleichen Winkel ein, wie für den Gesamtwinkel.



- ▶ **Polarkoordinaten-Winkel:** Gesamtwinkel inkremental eingeben, den das Werkzeug auf der Schraubenlinie fährt. **Nach der Eingabe des Winkels wählen Sie die Werkzeug-Achse mit einer Achswahltaaste.**
- ▶ **Koordinate** für die Höhe der Schraubenlinie inkremental eingeben
- ▶ Koordinate für die winkelsynchrone Drehung der Elektrode inkremental eingeben, z. B. IC-1800
- ▶ **Drehsinn DR**
Schraubenlinie im Uhrzeigersinn: DR-
Schraubenlinie gegen den Uhrzeigersinn: DR+
- ▶ **Radiuskorrektur RL/RR/RO**
Radiuskorrektur nach Tabelle eingeben

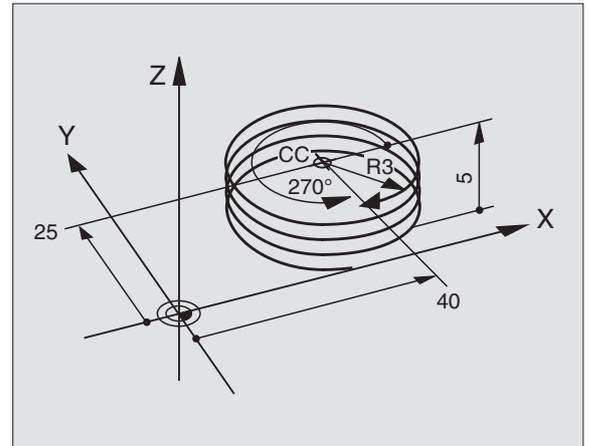
NC-Beispielsätze: Gewinde M6 x 1 mm mit 5 Gängen

12 CC X+40 Y+25

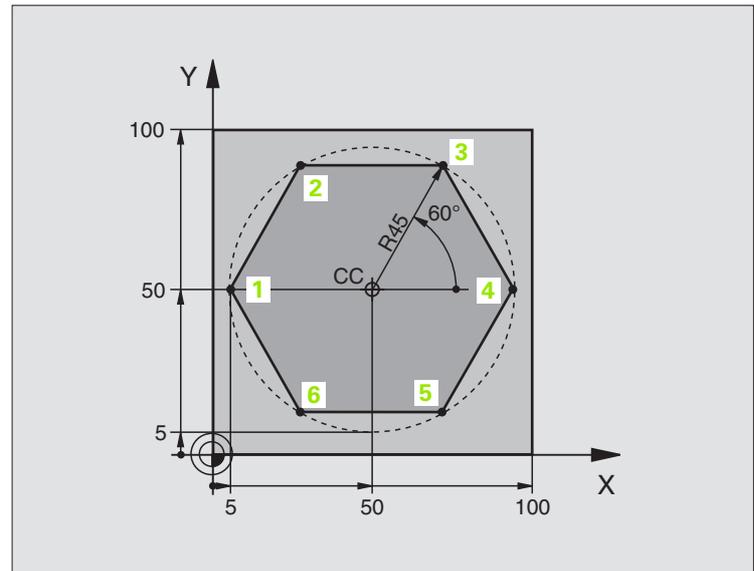
13 L Z+0 R F M37

14 LP PR+3 PA+270 RL F M

15 CP IPA-1800 IZ+5 IC-1800 DR- R F M



Beispiel: Geradenbewegung polar



0	BEGIN PGM SECHSECK MM	
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3	CYCL DEF 1.0 GENERATOR	Zyklus GENERATOR (siehe „Zyklus 1 GENERATOR“, Seite 133)
4	CYCL DEF 1.1 P-TAB CUST1	Gewünschte Erodier-Tabelle, z.B. Tabelle CUST1
5	CYCL DEF 1.2 MAX=6 MIN=6	eine Leistungsstufe festlegen
6	TOOL DEF 6 L+0 R+15	Elektroden-Definition im Programm
7	TOOL CALL 6 Z U+1,5	Elektroden-Aufruf in Zustellachse, Untermaß 1,5 mm
8	CC X+50 Y+50	Bezugspunkt für Polarkoordinaten definieren
9	L Z+100 C+0 RO F MAX M37	Freifahren in der Zustellachse; Elektrode orientieren; Erodieren AUS
10	LP PR+80 PA-190 RO F MAX	Vorpositionieren in X und Y; Eilgang
11	L Z-10 RO F M	Auf Bearbeitungstiefe fahren
12	LP PR+45 PA+180 RL M36	Kontur an Punkt 1 mit Radiuskorrektur anfahren; Erodieren EIN
13	LP PR PA+120 R F M	Punkt 2 anfahren
14	LP PR PA+60 R F M	Punkt 3 anfahren
15	LP PR PA+0 R F M	Punkt 4 anfahren
16	LP PR PA-60 R F M	Punkt 5 anfahren
17	LP PR PA-120 R F M	Punkt 6 anfahren
18	LP PR PA+180 R F M	Punkt 1 anfahren
19	LP PR+80 PA+170 RO F MAX M37	Freifahren in der Bearbeitungsebene; Erodieren AUS

6.5 Bahnbewegungen – Polarkoordinaten

```
20 L Z+100 R0 F MAX M
```

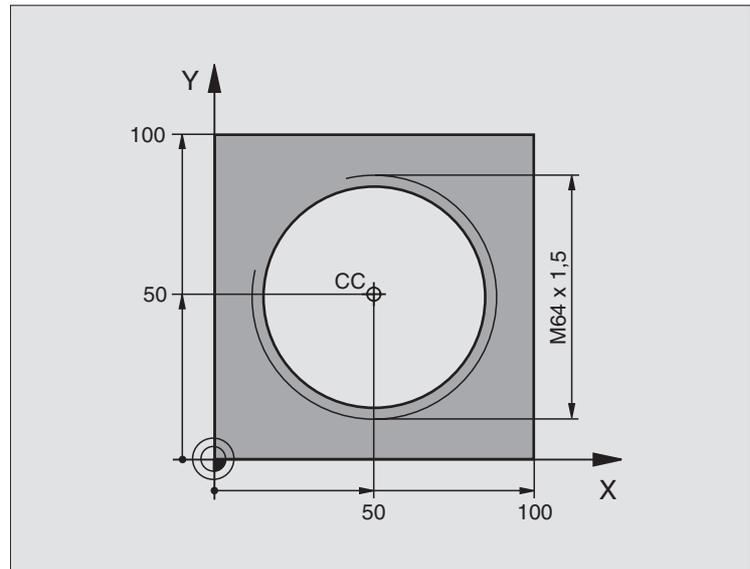
Elektrode auf Sicherheitsabstand fahren; Eilgang

```
21 END PGM SECHSECK MM
```

Beispiel: Helix

Rechtsgängiges Innengewinde M64 x 1,5 mit Anfangswinkel 0° , Endwinkel 360° und 8 Gewindegängen n_G . Der Gewindeüberlauf beträgt am Gewinde-Anfang n_S und -Ende n_E jeweils 0,5.

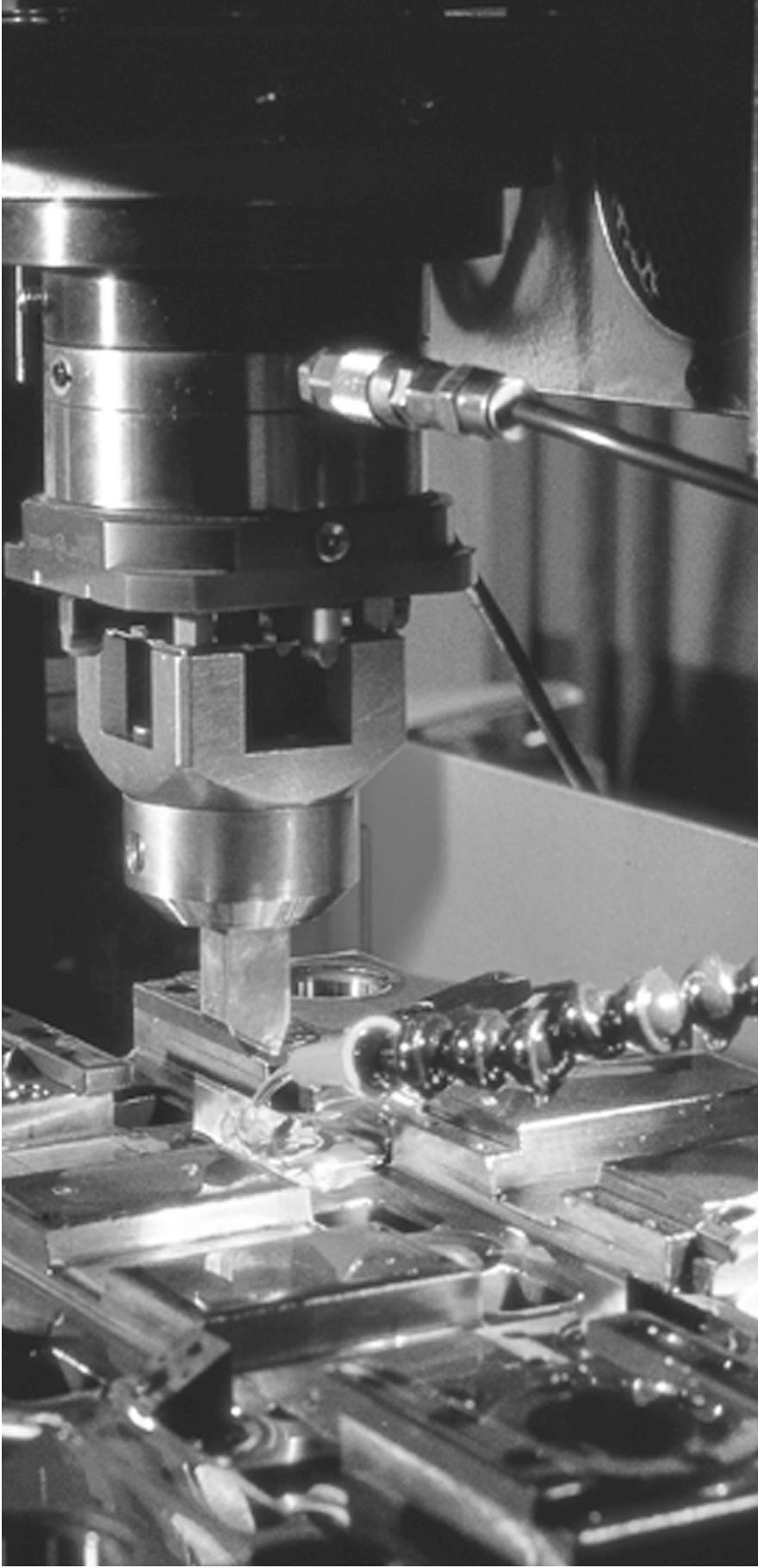
Die Berechnung der Eingabewerte wird im Abschnitt „Berechnung der Schraubenlinie“ Seite 113 erläutert.



0	BEGIN PGM HELIX MM	
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3	CYCL DEF 1.0 GENERATOR	Zyklus GENERATOR (siehe „Zyklus 1 GENERATOR“, Seite 133)
4	CYCL DEF 1.1 P-TAB HDH700	Gewünschte Erodier-Tabelle, z.B. Tabelle HDH700
5	CYCL DEF 1.2 MAX=6 MIN=6	eine Leistungsstufe festlegen
6	TOOL DEF 6 L+0 R+5	Elektroden-Definition im Programm
7	TOOL CALL 6 Z U+1,5	Elektroden-Aufruf in Zustellachse Z; Untermaß 1,5 mm
8	L Z+100 C0 R0 F MAX M	Freifahren in der Zustellachse; Elektrode positionieren
9	L X+50 Y+50 R0 F MAX M	Vorpositionieren in X und Y; Eilgang
10	CC	Letzte programmierte Position als Pol übernehmen
11	L Z-12,75 R F MAX M	Auf Bearbeitungstiefe fahren
12	LP PR+32 PA-180 RL F M36	Ersten Konturpunkt mit Radiuskorrektur anfahren; Erodieren EIN
13	CP IPA+3240 IZ+13,5 IC+3240 DR+ R F M	Fahren der Schraubenlinie; Elektrode winkelsynchron mitdrehen
14	L X+50 Y+50 R0 F MAX M37	Freifahren in der Bearbeitungsebene; Erodieren AUS
15	L Z+100 F MAX	Elektrode auf Sicherheitsabstand fahren; Eilgang
16	END PGM HELIX MM	

Wenn Sie mehr als 16 Gänge fertigen müssen:

...	
11 L Z-12.75 R0 F M	
12 LP PR+32 PA-180 RL M36	
13 LBL 1	Beginn der Programmteil-Wiederholung
14 CP IPA+360 IZ+1,5 IC+360 DR+ R F M	Steigung direkt als IZ-Wert eingeben
15 CALL LBL 1 REP 24	Anzahl der Wiederholungen (Gänge)
16 L X+50 Y+50 R0 F MAX M37	



7

**Programmieren:
Zusatz-Funktionen**

7.1 Zusatz-Funktionen M und STOP eingeben

Grundlagen

Mit den Zusatz-Funktionen der TNC – auch M-Funktionen genannt – steuern Sie

- den Programmlauf
- die Maschinenfunktionen
- das Elektrodenverhalten

Die letzte Umschlagseite zeigt eine Übersicht, wie die Zusatz-Funktionen in der TNC festgelegt sind. In dieser Tabelle ist angegeben, ob eine Funktion zu Beginn oder am Ende des Satzes wirksam wird, in dem sie programmiert wurde.

Dialogfrage im Positioniersatz beantworten

M

Eingabe für Zusatzfunktion wählen: Softkey M

ZUSATZ-FUNKTION M?

38

ENT

ZUSATZ-FUNKTION eingeben, z. B. M38

M-Funktion im STOP-Satz eingeben

ZUSATZ-FUNKTION M?

39

ENT

ZUSATZ-FUNKTION eingeben, z. B. M39

NC-Beispielsatz

7 STOP M39

Wenn die Zusatz-Funktion im STOP-Satz programmiert wurde, wird der Programmlauf bei Erreichen des Satzes unterbrochen.



Bei einigen Maschinen sind einzelne Zusatz-Funktionen nicht wirksam. Es können auch zusätzliche, vom Maschinen-Hersteller definierte, Zusatz-Funktionen zur Verfügung stehen.

Der Programmlauf oder Programm-Test wird angehalten, wenn ein NC-Satz erreicht wird, der die Funktion STOP enthält. In einem STOP-Satz kann eine Zusatz-Funktion programmiert werden.

Soll der Programmlauf für eine festgelegte Zeit unterbrochen werden, wird der Zyklus 9: VERWEILZEIT (siehe auch „VERWEILZEIT (Zyklus 9)“ auf Seite 171) verwendet.

STOP-Funktion eingeben

 STOP-Funktion wählen

ZUSATZ-FUNKTION M?

6  Falls gewünscht: Zusatz-Funktion eingeben, z. B. M6 (Elektrodenwechsel)

NC-Beispielsatz

7 **STOP M6**

7.2 Zusatz-Funktionen für Programmlauf-Kontrolle, Elektrode und Spülung

Übersicht

M	Wirkung	Wirkung am Satz -	Anfang	Ende
M00	Programmlauf HALT			■
M02	Programmlauf HALT Rücksprung zu Satz 1 Löschen der Status-Anzeige (abhängig von Maschinen-Parameter 7300)			■
M03	Freies Drehen der C-Achse, Maschinenhersteller legt Drehsinn fest		■	
M04	Freies Drehen der C-Achse, Maschinenhersteller legt Drehsinn fest		■	
M05	Freies Drehen der C-Achse stoppen			■
M06	Elektrodenwechsel Programmlauf HALT (abhängig von Maschinen-Parameter 7440)			■
M08	Spülung EIN		■	
M09	Spülung AUS			■
M13	Funktionalität von M03 + M08		■	
M14	Funktionalität von M04 + M08		■	
M30	Funktionalität wie M02			■

7.3 Zusatz-Funktionen für Bahnverhalten und Koordinatenangaben

Einführung

Mit den folgenden Zusatz-Funktionen kann das Standard-Verhalten der TNC bei bestimmten Bearbeitungs-Situationen gewollt geändert werden:

- Kleine Konturstufen bearbeiten
- Offene Konturrecken bearbeiten
- Maschinenbezogene Koordinaten eingeben
- Rückzug der Elektrode am Satzende auf den Satz-Anfangspunkt

Kleine Konturstufen bearbeiten: M97

Standardverhalten-ohne M97

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 Programmablauf und gibt die Fehlermeldung „Werkzeug-Radius zu groß“ aus.

Verhalten mit M97

Die TNC ermittelt einen Bahnschnittpunkt (siehe Abb. rechts unten) für die Konturelemente – wie bei Innenecken – und fährt das Werkzeug über diesen Punkt.

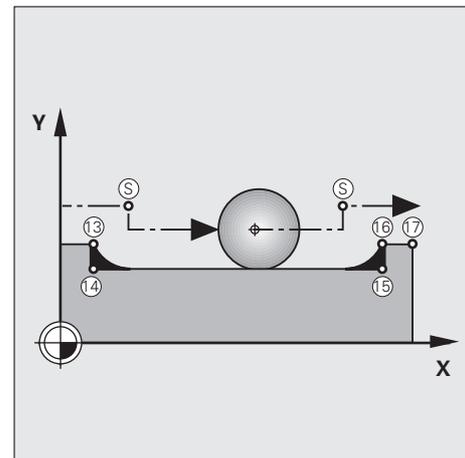
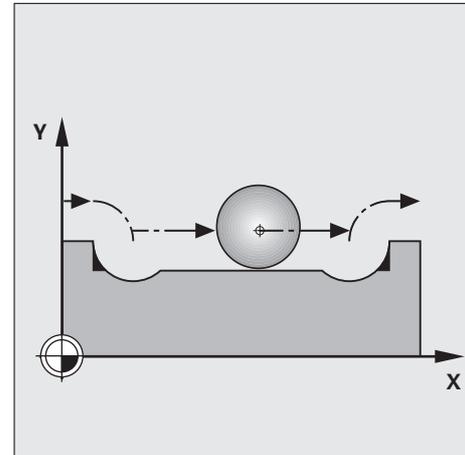
Programmieren Sie M97 in dem Satz, in dem der Außeneckpunkt festgelegt ist.

Wirkung

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



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



NC-Beispielsätze

5 TOOL DEF L ... R+20	Großer Werkzeug-Radius
...	
13 L X ... Y ... R.. F.. M97	Konturpunkt 13 anfahren
14 L IY-0,5 ... R .. F..	Kleine Konturstufe 13 und 14 bearbeiten
15 L IX+100 ...	Konturpunkt 15 anfahren
16 L IY+0,5 ... R .. F.. M97	Kleine Konturstufe 15 und 16 bearbeiten
17 L X .. Y ...	Konturpunkt 17 anfahren

Offene Konturrecken vollständig bearbeiten: M98

Standardverhalten-ohne M98

Die TNC ermittelt an Innenecken den Schnittpunkt S der Elektrodenbahnen 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:

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

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

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

Maschinenbezogene Koordinaten programmieren: M91/M92

Maßstab-Nullpunkt

Auf den Maßstäben sind eine oder mehrere Referenzmarken angebracht. Eine Referenzmarke legt die Position des Maßstab-Nullpunkts fest.

Besitzt der Maßstab nur eine Referenzmarke, dann ist sie der Maßstab-Nullpunkt. Besitzt der Maßstab mehrere - abstandscodierte - Referenzmarken, dann wird der Maßstab-Nullpunkt durch die linke äußerste Referenzmarke (Beginn des Messwegs) festgelegt.

Maschinen-Nullpunkt

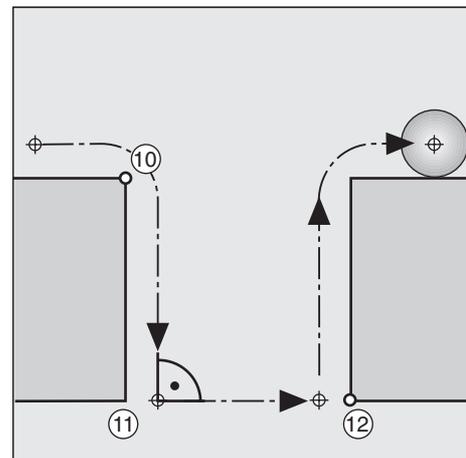
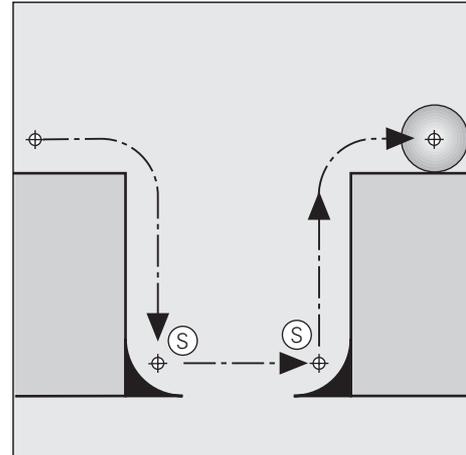
Den Maschinen-Nullpunkt benötigen Sie, um

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

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

Standardverhalten

Koordinaten bezieht die TNC auf den Werkstück-Nullpunkt.



Verhalten mit M91 – Maschinen-Nullpunkt

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

Die TNC zeigt die Koordinatenwerte bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt an. In der Status-Anzeige schalten Sie die Koordinaten-Anzeige auf REF, (siehe auch „Status-Anzeige“ auf Seite 9).

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

Die Position des Bezugspunkts für die Werkstück-Koordinaten wird in der Betriebsart MANUELLER BETRIEB festgelegt (siehe auch „Bezugspunkt-Setzen“ auf Seite 22). Dabei werden direkt die Koordinaten des Bezugspunkts für die Bearbeitung eingegeben.

Elektrodenrückzug am Satzende zum Satz-Anfangspunkt: M93

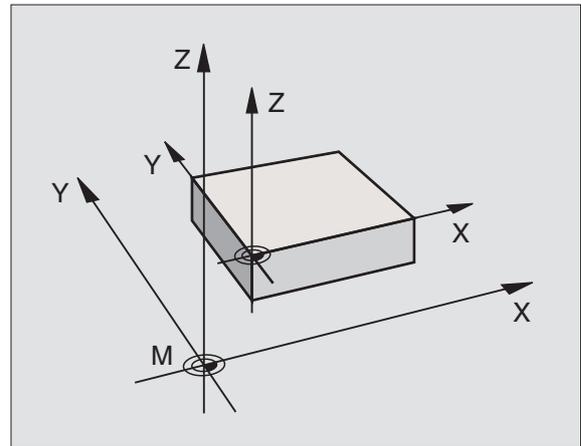
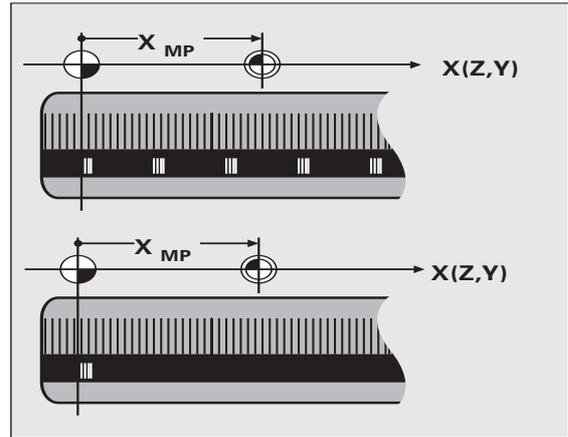
Standardverhalten

Die TNC arbeitet die NC-Sätze ab wie programmiert.

Verhalten mit M93

Die TNC zieht die Elektrode am Ende eines Satzes wieder zurück auf den Startpunkt des jeweiligen Satzes. Dies gilt sowohl für Geradenbewegungen als auch für Kreis- und Helix-Bewegungen.

M93 wirkt nur satzweise und nur wenn M36 (Erodieren ein) aktiv ist.



7.4 Freie Zusatzfunktionen

Freie Zusatz-Funktionen werden vom Maschinenhersteller bestimmt.
Sie sind im Maschinen-Handbuch beschrieben.

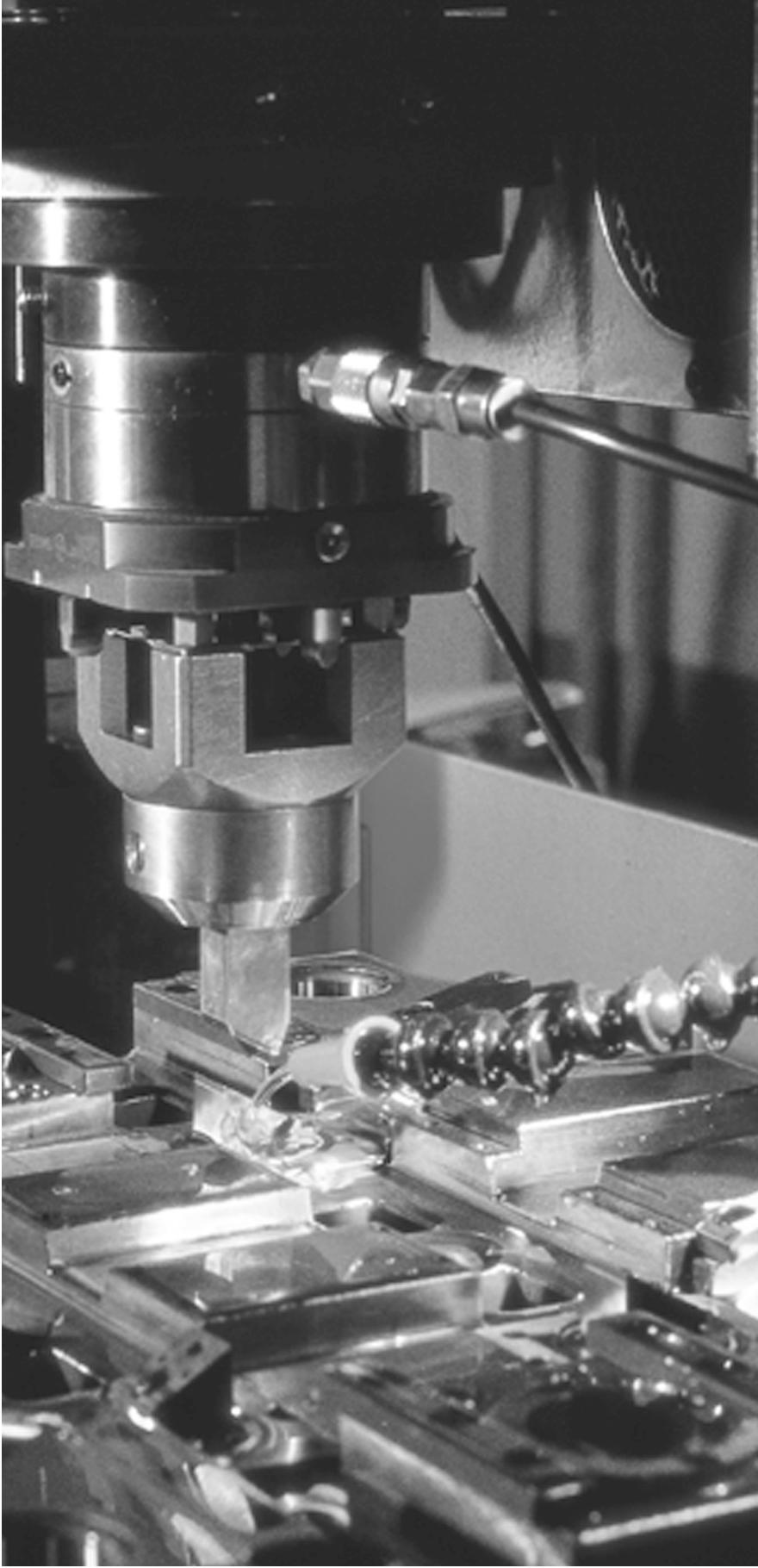
M	Funktion	Wirksam am Satz- Anfang	Wirksam am Satz- Ende	M	Funktion	Wirksam am Satz- Anfang	Wirksam am Satz- Ende
M01			■	M52			■
M07		■		M53			■
M10			■	M54			■
M11		■		M55		■	
M12			■	M56		■	
M15		■		M57		■	
M16		■		M58		■	
M17		■		M59		■	
M18		■		M60			■
M19			■	M61		■	
M20		■		M62		■	
M21		■		M63			■
M22		■		M64			■
M23		■		M65			■
M24		■		M66			■
M25		■		M67			■
M26		■		M68			■
M27		■		M69			■
M28		■		M70			■
M29		■		M71		■	
M31		■		M72		■	
M32			■	M73		■	
M33			■	M74		■	
M34			■	M75		■	
M35			■	M76		■	
M40		■		M77		■	

M	Funktion	Wirksam am Satz- Anfang	Wirksam am Satz- Ende	M	Funktion	Wirksam am Satz- Anfang	Wirksam am Satz- Ende
M41		■		M78		■	
M42		■		M79		■	
M43		■		M80		■	
M44		■		M81		■	
M45		■		M82		■	
M46		■		M83		■	
M47		■		M84		■	
M48		■		M85		■	
M49		■		M86		■	
M50		■		M87		■	
M51		■		M88		■	



8

Programmieren: Zyklen



8.1 Allgemeines zu den Zyklen

Zyklen in der TNC sind Gruppen von Eingaben und Arbeitsschritten, die sinngemäß zusammengehören. Die TNC fragt mit den Zyklen alle Eingaben zu einem Thema nacheinander ab.

Die Zyklen sind wie folgt unterteilt:

- Der Zyklus **GENERATOR**, in den die grundlegenden Angaben zum Erodier-Prozess eingegeben werden.
- Mit dem Zyklus **KONTUR** können Sie eine geschlossene Kontur bearbeiten
- Der Zyklus **SCHEIBE**, mit dem Sie viele verschiedene Bearbeitungen komfortabel durchführen können und der Zyklus **ZEITABH. ERODIEREN**, der vom Zyklus SCHEIBE abhängig ist.
- Der Zyklus **WERKZEUG DEF**, mit dem Sie Elektroden mit Korrekturwerten definieren können.
- **Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung**, mit denen Konturen verschoben, gedreht, gespiegelt, vergrößert und verkleinert werden.
- **Sonder-Zyklen** Verweilzeit und Programm-Aufruf.

Voraussetzungen

Vor einem Zyklus-Aufruf müssen bereits programmiert sein:

- BLK FORM zur grafischen Darstellung
- Elektroden-Aufruf
- Positioniersatz zur Start-Position X, Y
- Positioniersatz zur Start-Position Z (Sicherheits-Abstand)

Beginn der Wirksamkeit

Alle Zyklen außer dem Zyklus PGM CALL sind ab ihrer Definition im Bearbeitungs-Programm wirksam. Der Zyklus PGM CALL muss „aufgerufen“ werden.

Maßangaben in der Elektroden-Achse

Die Zustellungen in der Elektroden-Achse beziehen sich in der Regel auf die Position der Elektrode zum Zeitpunkt des Zyklus-Aufrufs; die TNC interpretiert die Koordinaten inkremental. Die I-Taste muss dazu nicht gedrückt werden.

Hersteller-Zyklen



Der Maschinenhersteller kann zusätzliche Zyklen in der TNC speichern. Diese Zyklen können unter den Zyklus-Nummern 30 bis 99 aufgerufen werden. Beachten Sie Ihr Maschinen-Handbuch.
Mit Softkey GOTO OEM CYCLE springt die Steuerung zum ersten vorhandenen OEM-Zyklus.

Zyklus programmieren

Mit der Taste CYCL DEF wird zuerst die Zyklus-Übersicht aktiviert. Danach wird der gewünschte Zyklus gewählt und im Klartext-Dialog definiert. Das folgende Beispiel zeigt, wie der Zyklus SCHEIBE definiert wird.

 Zyklus-Übersicht aktivieren

CYCL DEF 1 GENERATOR

  Mit vertikalen Pfeiltasten z.B. Zyklus 17 wählen

 Mit Softkey GOTO OEM CYCLE springt die Steuerung zum ersten vorhandenen OEM-Zyklus

 **17** Mit GOTO-Taste gewünschten Zyklus direkt wählen

 Eingabe mit Taste ENT bestätigen

CYCL DEF 17 SCHEIBE

 Gewählten Zyklus übernehmen

ERODIERACHSE UND TIEFE ?

-5 Erodierachse und -tiefe eingeben, z.B. Z = - 5 mm

 Eingabe mit Taste ENT bestätigen

ZUSATZ-FUNKTION M ?

36  Zusatz-Funktion M eingeben, z.B. M36 (Erodieren EIN)

AUFWEITRADIUS ?

75  Aufweitradius eingeben, z. B. 75mm

AUFWEITMODUS ?

0

ENT

Aufweitmodus eingeben, z. B. 0

NC-Beispielsätze

17.0 SCHEIBE

17.1 Z-5, M36

17.2 RAD=75, MOD=0

8.2 Zyklus 1 GENERATOR

Arbeiten mit Erodier-Tabelle



Wenn Sie mit Erodier-Tabellen arbeiten, müssen Sie den Zyklus 1.0 GENERATOR ins Programm eingeben.

In diesem Zyklus programmieren Sie:

- mit welcher Erodier-Tabelle P-TAB Sie arbeiten
- die maximale Leistungsstufe MAX für die folgende Bearbeitung
- die minimale Leistungsstufe MIN für die folgende Bearbeitung

Die TNC zeigt in einer Programmlauf-Betriebsart die höchste und niedrigste Leistungsstufe an, nachdem der Zyklus 1.0 GENERATOR abgearbeitet ist.

Arbeiten ohne Erodier-Tabelle

Wenn Sie ohne Erodier-Tabelle arbeiten, dürfen Sie den Zyklus 1.0 GENERATOR nicht programmieren. Die Erodier-Parameter geben Sie dann in die Q-Parameter Q90 bis Q99 ein.

Zyklus 1.0 GENERATOR eingeben

CYCL DEF Zyklus-Übersicht aktivieren

CYCL DEF 1 GENERATOR

ENT Gewählten Zyklus übernehmen

ERODIERTABELLE ?

5 **ENT** Name der Erodier-Tabelle eingeben, z.B. 5

LEISTUNGSSTUFE MAX. ?

15 **ENT** Höchste Leistungsstufe für die Bearbeitung eingeben, z. B. 15

LEISTUNGSSTUFE MIN. ?

2 **ENT** Niedrigste Leistungsstufe für die Bearbeitung eingeben, z. B. 2

NC-Beispielsätze

1.0 GENERATOR

1.1 P-TAB 5

1.2 MAX=15, MIN=2

Leistungsstufe ändern

Die TNC speichert die aktuelle Leistungsstufe im Q-Parameter Q99. Wenn Sie die Leistungsstufe ändern wollen, weisen Sie Q99 den Wert der neuen Leistungsstufe zu.

NC-Beispielsatz

Gewünschte Leistungsstufe = 12

FN 0: Q99 = 12

8.3 Zyklus zur Elektroden-Definition

Zyklus 3 WERKZEUG DEF.

Im Zyklus 3 WERKZEUG DEF. kann genauso wie im NC-Satz TOOL DEF Nummer und Radius einer Elektrode definiert werden. Zusätzlich lässt sich im Zyklus 3 WERKZEUG DEF. eine Werkzeug-Korrektur eingeben.

In den Zyklus 3 WERKZEUG DEF. geben Sie ein

- Werkzeug-Nummer T zwischen 1 und 9 999
- Werkzeug-Radius R in mm ($R > 0$)
- Werkzeug-Korrektur für bis zu vier Achsen in mm

Vorzeichen bei Werkzeug-Korrekturen

- Werkzeug vom Werkzeug-Bezugspunkt in Richtung der positiven Koordinatenachse korrigieren: Korrekturwert > 0
- Werkzeug vom Werkzeug-Bezugspunkt in Richtung der negativen Koordinatenachse korrigieren: Korrekturwert < 0



Ermitteln Sie die Korrekturen für Zyklus 3 WERKZEUG DEF. bei 0°-Winkellage. Dadurch werden die Korrekturen automatisch in der Bearbeitungsebene gedreht wirksam, wenn die C-Achse positioniert wird.

Zyklus 3 WERKZEUG DEF. eingeben



Zyklus-Übersicht aktivieren

CYCL DEF 1 GENERATOR



3

Zyklus 3.0 WERKZEUG DEF. wählen

ENT

Eingabe mit Taste ENT bestätigen

CYCL DEF 3 WERKZEUG DEF.

ENT

Zyklus 3.0 WERKZEUG DEF. übernehmen

WERKZEUG-NUMMER ?

5

ENT

Werkzeug-Nummer eingeben, z.B. T = 5

8.4 Erodier-Zyklen

Übersicht

Die TNC stellt fünf Erodier-Zyklen zur Verfügung:

- Zyklus 14 KONTUR
- Zyklus 16 ORBIT
- Zyklus 17 SCHEIBE
- Zyklus 2 ZEITABH. ERODIEREN
- Zyklus 4 AUSFUNKZEIT

Zyklus 14 KONTUR

Zyklus 14 KONTUR ist ein Bearbeitungszyklus, mit dem Sie in der Bearbeitungsebene eine geschlossene Kontur zyklisch im programmierten Vorschub erodieren können. Die Spaltregelung erfolgt in der Erodierachse, die Sie im Zyklus definiert haben. Die zu erodierende Kontur definieren Sie in einem separaten Programm. Nachdem die programmierte Erodieriefe erreicht ist und die definierte Ausfunktänge verfahren wurde, beendet die TNC den Erodierzyklus. Ein Rückzug auf die Startposition erfolgt nicht automatisch.

In den Zyklus 14 KONTUR geben Sie ein:

- Erodierachse
- Erodieriefe
- Zusatzfunktion M
- Konturprogramm PGM
- Prozentuale Ausfunktänge PRC

Bei Bedarf können Sie für die Erodieriefe und die prozentuale Ausfunktänge auch Q-Parameter für die Zyklus-Definition verwenden.

Erodierachse und -iefe

Mit der Erodierachse legen Sie fest, zu welcher Koordinatenachse parallel in die „Tiefe“ erodiert wird.

Das Vorzeichen der Erodieriefe legt fest, ob die Arbeitsrichtung die Richtung der positiven Koordinatenachse (Tiefe +) oder negativen Koordinatenachse (Tiefe -) ist.

Die Erodieriefe können Sie absolut oder inkremental eingeben.

Zusatzfunktion M

Im Zyklus 14 KONTUR können Sie eine Zusatzfunktion eingeben, z.B. M36 (Erodieren EIN).

Konturprogramm PGM

Mit dem Zyklusparameter PGM legen Sie das Konturprogramm fest, das von der TNC verwendet werden soll.



Voraussetzungen für das Konturprogramm:

- Die im Konturprogramm programmierte Kontur muss geschlossen sein (z.B. ein Rechteck).
- Der Konturbeginn sollte in der Mitte liegen. Damit ist die Kontur mit Zyklus 11 skalierbar.
- Im Konturprogramm dürfen keine Koordinaten der Erodierachse programmiert sein. Die Erodierachse und Erodieriefe sind im Zyklus 14 festgelegt.
- Im Konturprogramm dürfen keine M-Funktionen programmiert sein, die einen Geometriereset verursachen, z.B. M02 oder M30.

Prozentuale Ausfunklänge PRC

Mit diesem Parameter legen Sie fest, wie weit die TNC nach dem Erreichen der Erodieriefe zum Ausfunken verfahren soll. Einzugeben ist ein prozentualer Wert bezogen auf die Gesamtlänge der Kontur.

Zyklus 16 ORBIT

Zyklus 16 ORBIT ist ein Bearbeitungszyklus, mit dem sich das Ausfunktverhalten und die Fahrbewegung der Elektrode komfortabel programmieren lassen.

In den Zyklus 16 ORBIT geben Sie ein:

- Erodierachse
- Erodieriefe
- Zusatzfunktion M
- Aufweitradius RAD
- Drehrichtung DIR
- Aufweitmodus PAT
- Ausfunktstrategie SPO

Bei Bedarf können Sie auch Q-Parameter für die Zyklus-Definition verwenden.

Erodierachse und -tiefe

Mit der Erodierachse legen Sie fest, parallel zu welcher Koordinatenachse in die „Tiefe“ erodiert wird.

Das **Vorzeichen** der Erodieriefe legt fest, ob die Arbeitsrichtung die Richtung der positiven Koordinatenachse (Tiefe +) oder negativen Koordinatenachse (Tiefe -) ist.

Die Erodieriefe können Sie **absolut** oder **inkremental** eingeben.

Zusatzfunktion M

Im Zyklus 16 ORBIT können Sie eine Zusatzfunktion eingeben, z.B. M36 (Erodieren EIN).

Aufweitradius RAD

Die TNC stellt die Elektrode in radialer Richtung (senkrecht zur Erodieriefe) um den Aufweitradius zu.



Der Elektrodenradius Re muss größer sein als der Aufweitradius RAD , sonst wird die Tasche (Scheibe) nicht vollständig erodiert.

Aufweitradius RAD berechnen

Wenn der Durchmesser D bekannt ist, können Sie den Aufweitradius RAD aus folgenden Größen leicht berechnen:

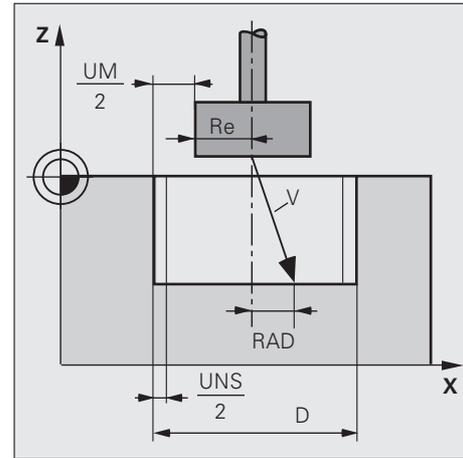
- Durchmesser D
- Elektroden-Untermaß UM
- Elektroden-Mindestuntermaß UNS
- Elektrodenradius Re

$$RAD = 0,5 \cdot (UM - UNS) = 0,5 \cdot D - Re - 0,5 \cdot UNS$$

Drehrichtung DIR

Erodierbewegung entgegen dem Uhrzeigersinn: $DIR = 0$

Erodierbewegung im Uhrzeigersinn: $DIR = 1$



Aufweitmodus PA

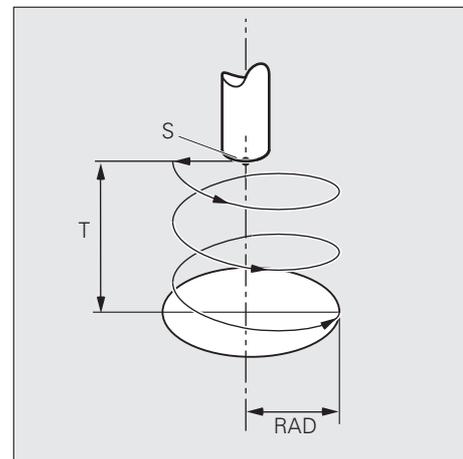
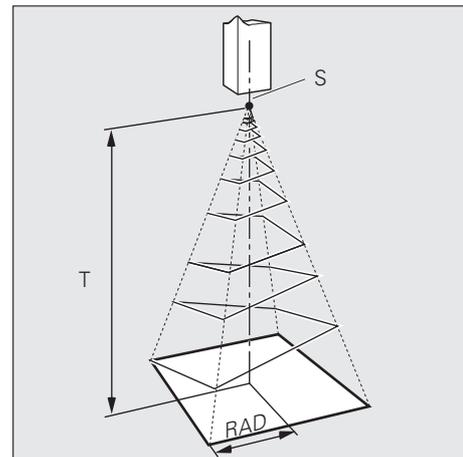
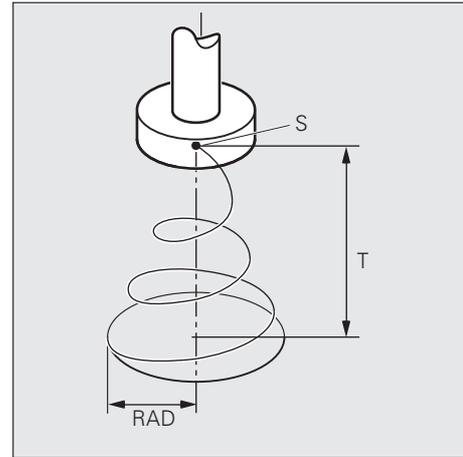
Der Aufweitmodus PAT bestimmt die Bewegung der Elektrode beim Erodieren.

- **PAT = 0: Kreisförmig Aufweiten (Bild oben)**
 Die Elektrode fährt vom Startpunkt S auf der Oberfläche eines Kreiskegels, bis die Erodieriefe T und der Aufweitradius RAD erreicht sind. Die Spaltregelung erfolgt entlang eines schrägen Vektors, der Rückzug erfolgt schräg zurück auf den Startpunkt.
- **PAT = 1: Quadratisch Aufweiten (Bild mitte)**
 Wie bei PAT = 0, jedoch anstelle des kreisförmigen Aufweitens quadratisches Aufweiten.
- **PAT = 2 Planetär Senken kreisförmig (Bild unten)**
 Die Elektrode fährt vom Startpunkt S um den Aufweitradius RAD in radialer Richtung. Anschließend fährt sie auf einer kreisförmigen Bahn, bis die Erodieriefe T erreicht ist. Die Spaltregelung erfolgt nur in der Erodierachse, der Rückzug erfolgt schräg zurück auf den Startpunkt.
- **PAT = 3 Planetär Senken quadratisch**
 Wie bei PAT = 2, jedoch anstelle des kreisförmigen Senkens quadratisches Senken.
- **PAT = 4 Kreisförmiges Aufweiten in zwei Phasen**
 1.)Die Elektrode fährt vom Startpunkt S auf der Oberfläche eines Kreiskegels (0°-Richtung), bis die Erodieriefe T und der Aufweitradius RAD erreicht sind. Die Spaltregelung erfolgt entlang eines schrägen Vektors.
 2.)Auf der Erodieriefe T erfolgt Aufweiten auf einer Kreisbahn mit Radius = eingegebenem Endradius. Die Spaltregelung erfolgt entlang der Kreisbahn, der Rückzug erfolgt zunächst entlang der Erodierbahn und anschließend schräg zurück zum Startpunkt.
- **PAT = 5: Quadratisch Aufweiten in zwei Phasen**
 Wie bei PAT = 4, jedoch anstelle des kreisförmigen Aufweitens quadratisches Aufweiten.
- **PAT = 6: Kreisförmiges Aufweiten in zwei Phasen**
 1.)Die Elektrode fährt vom Startpunkt S auf der Oberfläche eines Kreiskegels (0°-Richtung), bis die Erodieriefe T und der Aufweitradius RAD erreicht sind. Die Spaltregelung erfolgt entlang eines schrägen Vektors.
 2.)Auf der Erodieriefe T erfolgt Aufweiten auf einer Kreisbahn mit Radius = eingegebenem Endradius. Die Spaltregelung erfolgt entlang der Kreisbahn, der Rückzug erfolgt schräg zurück auf den Startpunkt.
- **PAT = 7: Quadratisch Aufweiten in zwei Phasen**
 Wie bei PAT = 6, jedoch anstelle des kreisförmigen Aufweitens quadratisches Aufweiten.



Erfolgt der Rückzug zum Startpunkt auf einem schrägen Vektor, so besteht Kollisionsgefahr.

Wählen Sie bei den entsprechenden Aufweitmodi den Elektrodenradius R_e größer als den Aufweitradius RAD.



Ausfunkmodus SPO

Der Ausfunkmodus SPO bestimmt die Art und Dauer des Ausfunkenens.

■ SPO = 0: Schnelles Ausfunken

Ausfunken abhängig vom Endradius und Maschinen-Parameter MP2110 oder, wenn Zyklus 4 Ausfunken definiert ist, abhängig von den Angaben im Zyklus 4.

■ SPO = 1: Ausfunken

Ausfunken starten wenn Endradius erreicht ist und kontinuierlicher Leerlauf über 1,25 Umdrehungen anliegt.

Vorschübe beim Erodieren mit Zyklus 14 ORBIT

Der **Vorschub für die Drehbewegung** ist gleich dem zuletzt programmierten Vorschub. Er wird begrenzt durch die Anwender-Parameter MP1092 bis MP1097.

Der **Vorschub in Richtung der Werkzeugachse** wird von der Spaltüberwachung bestimmt.

Standardverhalten bei Kurzschluss

Bei einem Kurzschluss wird die Elektrode gestoppt und längs des Zustellvektors zurückgezogen.

Wenn der Kurzschluss abgebaut ist, fährt die TNC die Elektrode auf dem gleichen Weg wieder an das Werkstück heran. Dabei hält die TNC zu der Stelle, an der der Kurzschluss auftrat, den Abstand ein, der im Anwender-Parameter MP2050 festgelegt ist.



Der Maschinenhersteller kann das Rückzugsverhalten bei Kurzschluss anders festlegen, als hier mit „Standardverhalten“ beschrieben.
Beachten Sie Ihr Maschinen-Handbuch.

Zyklus 17 SCHEIBE

Zyklus 17 SCHEIBE ist ein Bearbeitungszyklus, mit dem sich das Ausfunkenverhalten und die Fahrbewegung der Elektrode komfortabel programmieren lassen.

Aus dem Zyklus 17 SCHEIBE lassen sich Bearbeitungen wie konische Senkungen entwickeln (siehe Kapitel 7).

In den Zyklus 17 SCHEIBE geben Sie ein:

- Erodierachse
- Erodieriefe
- Zusatzfunktion M
- Aufweitradius RAD
- Aufweitmodus MOD

Bei Bedarf können Sie auch Q-Parameter für die Zyklus-Definition verwenden.

Erodierachse und -tiefe

Mit der Erodierachse legen Sie fest, parallel zu welcher Koordinatenachse in die „Tiefe“ erodiert wird.

Das **Vorzeichen** der Erodieriefe legt fest, ob die Arbeitsrichtung die Richtung der positiven Koordinatenachse (Tiefe +) oder negativen Koordinatenachse (Tiefe -) ist.

Die Erodieriefe können Sie **absolut** oder **inkremental** eingeben.

Zusatzfunktion M

Im Zyklus 17 SCHEIBE können Sie eine Zusatzfunktion eingeben, z.B. M36 (Erodieren EIN).

Aufweitradius RAD

Die TNC stellt die Elektrode in radialer Richtung (senkrecht zur Erodieriefe) um den Aufweitradius zu.



Der Elektrodenradius Re muss größer sein als der Aufweitradius RAD , sonst wird die Tasche (Scheibe) nicht vollständig erodiert.

Aufweitradius RAD berechnen

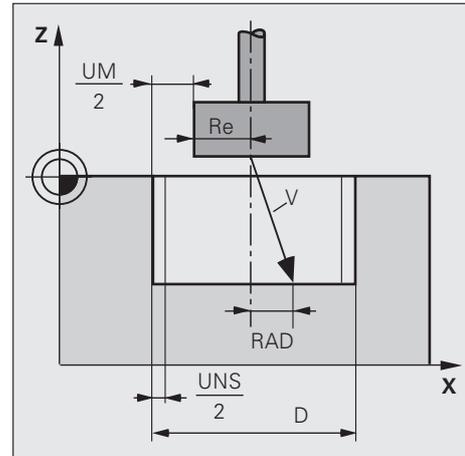
Wenn der Durchmesser D bekannt ist, können Sie den Aufweitradius RAD aus folgenden Größen leicht berechnen:

- Durchmesser D
- Elektroden-Untermaß UM
- Elektroden-Mindestuntermaß UNS
- Elektrodenradius Re

$$RAD = 0,5 \cdot (UM - UNS) = 0,5 \cdot D - Re - 0,5 \cdot UNS$$

Aufweitmodus MOD

Der Aufweitmodus MOD bestimmt die Bewegung der Elektrode beim Erodieren. Auch das Ausfunken und die Rückzugbewegung werden über den Aufweitmodus MOD beeinflusst.



Unterschiede beim Ausfunken

■ **Schnelles Ausfunken (MOD = 0 bis 3)**

Die TNC beendet den Zyklus, wenn der Endvektor V erreicht ist und die Elektrode einen vollen Umlauf in der Endtiefe erodiert hat.

■ **Komplettes Ausfunken (MOD = 4 bis 7)**

Die TNC beendet den Zyklus, wenn der Endvektor V erreicht ist und die Elektrode eineinviertel Umläufe in der Endtiefe erodiert hat.

Unterschiede in der Elektroden-Bewegung

■ **Kreisförmig Aufweiten (MOD = 0 und 4)**

Die Elektrode fährt vom Startpunkt S auf der Oberfläche eines Kreiskegels, bis die Erodierentiefe T und der Aufweiterradius RAD erreicht sind (siehe Abb. oben).

■ **Quadratisch Aufweiten (MOD = 1 und 5)**

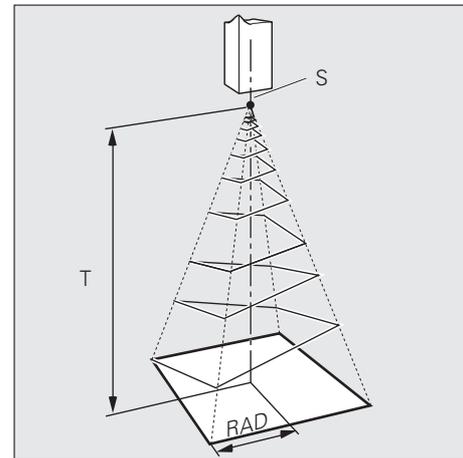
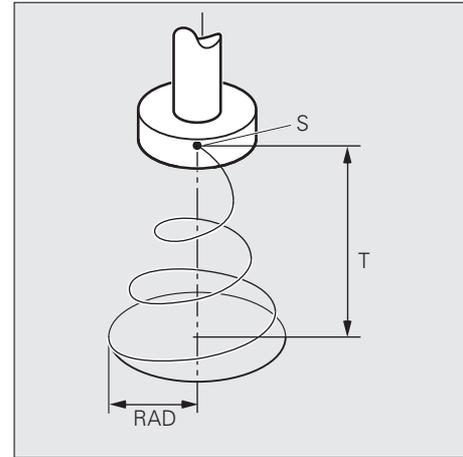
Die Elektrode fährt vom Startpunkt S auf der Oberfläche einer Pyramide mit quadratischer Grundfläche, bis die Erodierentiefe T und der Aufweiterradius RAD erreicht sind (siehe Abb. mitte).

■ **Planetär Senken (MOD = 2 und 6)**

Die Elektrode fährt vom Startpunkt S um den Aufweiterradius RAD in radialer Richtung. Anschließend fährt sie auf einer radialen Bahn, bis die Erodierentiefe T erreicht ist (siehe Abb. 9.4). Nach erreichter Erodierentiefe zieht die TNC die Elektrode schräg zurück auf den Startpunkt S.

■ **Planetär Senken (MOD = 3 und 7)**

Die Elektrode fährt vom Startpunkt S um den Aufweiterradius RAD in radialer Richtung. Anschließend fährt sie auf einer radialen Bahn, bis die Erodierentiefe T erreicht ist (siehe Abb. unten). Nach erreichter Erodierentiefe zieht die TNC die Elektrode schräg zurück auf den Startpunkt S.



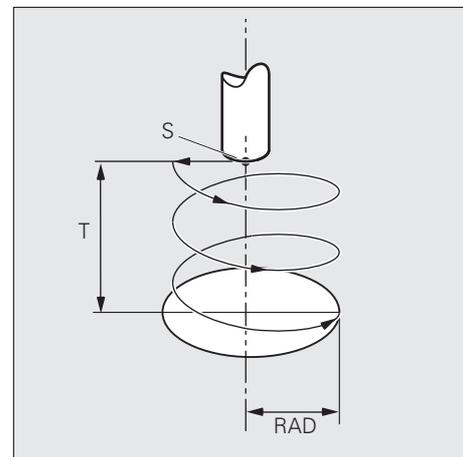
Übersicht über die Aufweitmodi

Fahrbewegung	Ausfunken	Modus
Kreiskegel-Oberfläche	schnell komplett	0 4
Pyramiden-Oberfläche	schnell komplett	1 5
Planetär Senken	schnell, schräger Rückzug komplett, senkrechter Rückzug	2 6
Planetär Senken	schnell, schräger Rückzug komplett, senkrechter Rückzug	3 7

Vorschübe beim Erodieren mit Zyklus 17 SCHEIBE

Der **Vorschub für die Drehbewegung** ist gleich dem zuletzt programmierten Vorschub. Er wird begrenzt durch die Anwender-Parameter MP1092 bis MP1097.

Der **Vorschub in Richtung der Werkzeugachse** wird von der Spaltüberwachung bestimmt.



Standardverhalten bei Kurzschluss

Bei einem Kurzschluss wird die Elektrode gestoppt und längs des Zustellvektors zurückgezogen.

Wenn der Kurzschluss abgebaut ist, fährt die TNC die Elektrode auf dem gleichen Weg wieder an das Werkstück heran. Dabei hält die TNC zu der Stelle, an der der Kurzschluss auftrat, den Abstand ein, der im Anwender-Parameter MP2050 festgelegt ist.



Der Maschinenhersteller kann das Rückzugsverhalten bei Kurzschluss anders festlegen, als hier mit „Standardverhalten“ beschrieben.

Beachten Sie Ihr Maschinen-Handbuch.

Zyklus 2 ZEITABH. ERODIEREN

Mit dem Zyklus 2 ZEITABH. ERODIEREN wird festgelegt, wie lange das Erodieren mit

- dem Zyklus 16 ORBIT
- dem Zyklus 17 SCHEIBE
- der Zusatz-Funktion M93

maximal dauern darf.

Wenn beim Erodieren die Erodierzeit überschritten wird, bricht die TNC die Bearbeitung ab.

In den Zyklus 2 ZEITABH. ERODIEREN geben Sie die Erodierzeit T in Minuten ein.



- Der Zyklus 2 ZEITABH. ERODIEREN muss im Programm vor dem ZYKLUS 17 SCHEIBE, bzw. vor dem Zyklus 16 ORBIT, bzw. vor dem Positioniersatz mit M93 stehen.
- Zyklus 2 ZEITABH. ERODIEREN beeinflusst den Q-Parameter Q153.

Zyklus 2 ZEITABH. ERODIEREN eingeben

CYCL
DEF

Zyklus-Übersicht aktivieren

CYCL DEF 1 GENERATOR



ENT

Zyklus 2.0 ZEITABH. ERODIEREN wählen

ERODIERZEIT IN MIN ?

15

ENT

Erodierzeit T eingeben, z.B. T=15min

NC-Beispielsätze

2.0 CYCL DEF ZEITABH. EORD.

2.1 CYCL DEF T=15

Zyklus 4 AUSFUNKZEIT

Mit dem Zyklus 4 AUSFUNKZEIT können Sie festgelegt, wie lange das Ausfunken generell dauern soll.



Die eingegebene Ausfunkzeit ist solange wirksam, bis ein neuer Zyklus 4 eingegeben, oder in einer Programmlauf-Betriebsart ein neues Programm gewählt wird. Dann wirkt wieder die in Maschinen-Parameter MP2110 festgelegte Ausfunkzeit.

Zyklus 4 AUSFUNKZEIT eingeben



Zyklus-Übersicht aktivieren

CYCL DEF 1 GENERATOR



ENT

Zyklus 4.0 AUSFUNKZEIT wählen

ERODIERZEIT IN MIN ?

5

ENT

Ausfunkzeit T in Sekunden eingeben, z.B. T=5 Sekunden

NC-Beispielsätze

4.0 CYCL DEF AUSFUNKZEIT

4.1 CYCL DEF T=5

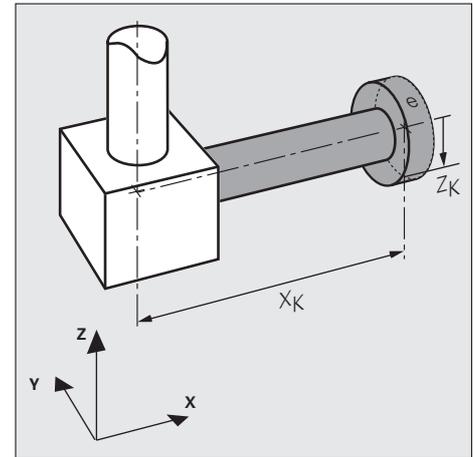
Beispiel zum Zyklus 3 WERKZEUG DEF

Mit der Elektrode aus der Abbildung rechts wird eine Senkung erodiert.

Koordinaten der Senkung $X = Y = 50$ mm
Tiefe der Senkung $Z = -5$ mm

Werkzeugkorrekturen für $X_k = -10$ mm
 $Z_k = +5$ mm

Die TNC berücksichtigt die Korrekturwerte im Programm automatisch. Sie brauchen nur noch die tatsächlichen Koordinaten für die Position der Senkung und die Erodiertiefe eingeben.



Programmteil:

.	
.	
.	
11 CYCL DEF 3.1 WERKZEUG DEF	Zyklus 3 WERKZEUG DEF.
12 CYCL DEF 3.1 T1 R+0	Werkzeug-Nummer, Werkzeug-Radius
13 CYCL DEF 3.2 X-10 Z+5	Korrekturwerte
14 TOOL CALL 1 Z U+0,1	Werkzeug-Aufruf
15 L X+50 Y+50 Z+2	Vorpositionieren
16 L Z-5 M36	Erodieren
.	
.	
.	

Beispiel zum Zyklus 14 KONTUR

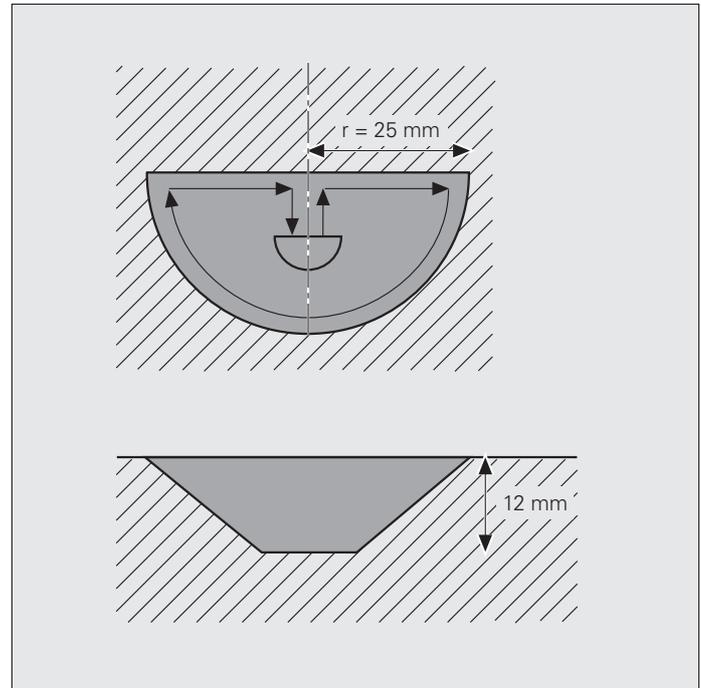
Die Geometrie der Kontur beschreibt das Programm GEOMETR.

Der Aufruf des Programms erfolgt durch den Zyklus 14 KONTUR

Die Form-Elektrode fährt gemäß des Zählparameters Q5 schrittweise ins Material.

Nach jeder Zustellung wird der Skalierungsfaktor verkleinert und es entsteht die schräge Seitenwand.

Der Maschinenparameter **MP7410=1**, d.h. der Skalierungsfaktor gilt nicht für die Z-Achse



Hauptprogramm:

0 BEGIN PGM TASCHE MM	Programm-Beginn
1 BLK FORM 0.1 Z X-50 Y-50 Z-30	Rohteil-Definition
2 BLK FORM 0.2 X+50 Y+50 Z+0	
3 CYCL DEF 1.0 GENERATOR	Zyklus GENERATOR (siehe „Zyklus 1 GENERATOR“ auf Seite 133)
4 CYCL DEF 1.1 P-TAB HDH700	Gewünschte Erodier-Tabelle wählen, z.B. HDH700
5 CYCL DEF 1.2 MAX=13 MIN=13	Leistungsstufe 13 wählen
6 TOOL DEF 1 L+0 R+3	Werkzeug-Definition
7 TOOL CALL 1 Z U+0	Werkzeug-Aufruf
8 L Z+50 C+0 R F M37	Sichere Höhe, orientieren der Elektrode, Erodieren AUS
9 L X+0 Y+0 Z+1 R F M	Vorpositionierung
10 FN 0: Q5 = +8	Zähl-Parameter
11 FN 0: Q1 = +1	Skalierungs-Faktor
12 FN 0: Q10= +25	Radius der Kontur (Halbkreis)
13 FN 4: Q12= +Q10 DIV +2	Hilfsparameter zur Vorpositionierung in Y-Richtung
14 FN 0: Q4 = +80	Parameter für die prozentuale Ausfunktstrecke

15 FN 16: Q11 = Q200(Q99)	Q11 wird der diametrale Spalt gemäß der aktuellen Leistungsstufe zugewiesen (siehe „Indizierte Zuweisung“ auf Seite 198)
16 FN3 Q11 = Q11 * 0,8	Berechnung des vertikalen Spalts
17 L Z+Q11 R0 F M36	Vorpositionierung mit vertikalem Spaltabstand; Erodieren EIN
18 LBL 1	Label-Nummer
19 CYCL DEF 11.0 MASSFAKTOR	Zyklus MASSFAKTOR
20 CYCL DEF 11.1 SCL Q1	(siehe „MASSFAKTOR (Zyklus 11)“ auf Seite 160)
21 L IY+Q12 R F M	Vorpositionierung
22 CYCL DEF 14.0 KONTUR	Zyklus 14 Kontur (siehe „Zyklus 14 KONTUR“ auf Seite 137)
23 CYCL DEF 14.1 IZ-1,5 M36	Inkrementale Erodieretiefe, Erodieren EIN
24 CYCL DEF 14.2 PGM GEOMETR	Name des Kontur-Programms
25 CYCL DEF 14.3 PRC=Q4	Prozentuale Ausfunklänge
26 L IY-Q12 R F M37	Freifahren, Erodieren AUS
27 FN 2: Q1 = +Q1 - +0.1	Neuer Maßfaktor
28 FN 2: Q5 = +Q5 - +1	Zähler erniedrigen
29 IF +Q5 NE +0 GOTO LBL 1	Sprung zu LBL1, solange Zähler ungleich Null
30 L Z+50 R0 FMAX M37	Sichere Höhe, Erodieren AUS
31 END PGM TASCHE MM	Programm-Ende

Konturprogramm:

0 BEGIN PGM GEOMETR MM	
1 CC IX+0 IY+0	Aktuelle Position als Kreismittelpunkt
2 FN 3: Q11= +Q10 * +2	Durchmesser berechnen
3 L IX+Q10 IY+0 R F M	Kontur abfahren (Satz 3 bis 5)
4 C IX-Q11 IY+0 DR- R F M	
5 L IX+Q10 R F M	
6 END PGM GEOMETR MM	

Übungsbeispiele: Erodieren mit Zyklus 16 ORBIT

Werkstück-Geometrie

Senkungsdurchmesser $D = 24 \text{ mm}$
 Erodierertiefe $T = -10 \text{ mm}$

Elektroden-Daten

Zylindrische Elektrode
 Elektrodenradius $R_e = 9,9 \text{ mm}$
 Elektrodenuntermaß $U = 4,2 \text{ mm}$
 Ermittlung des Erodierspalts B durch indizierte Zuweisung

Berechnung des Aufweit-Radius

Aufweitradius für den Zyklus 16 ORBIT

$$\text{RAD} = 0,5 \cdot (\text{UM} - \text{UNS})$$

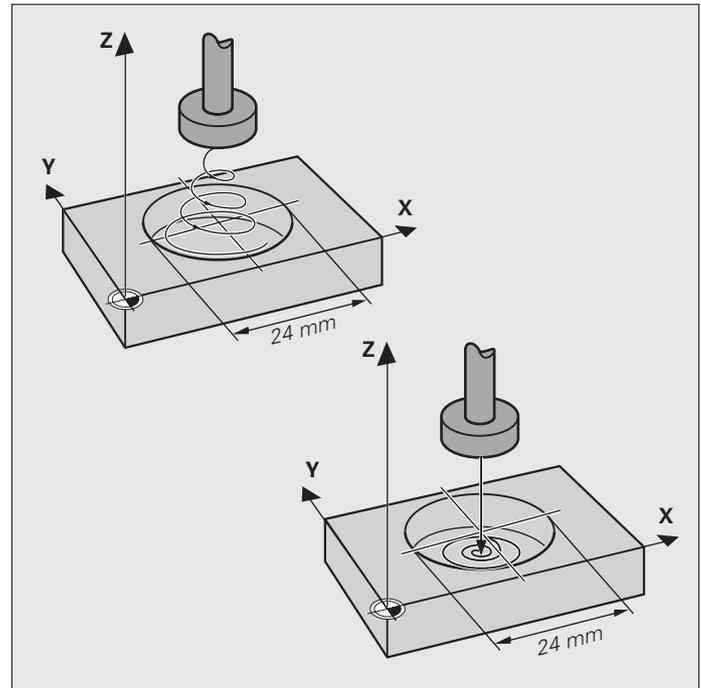
$$\text{RAD} = 0,5 \cdot D - R_e - 0,5 \cdot \text{UNS}$$

Beispiel 1, Abbildung oben:

Vorpositionieren über Werkstück-Oberfläche,
 kreisförmiges Aufweiten

Beispiel 2, Abbildung unten:

Erodieren auf Tiefe -10 mm , kreisförmiges Aufweiten ohne Tiefenzustellung



Zyklus 16 ORBIT im Bearbeitungsprogramm, Beispiel 1

0 BEGIN PGM BSP1 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 CYCL DEF 1.0 GENERATOR	Zyklus GENERATOR (siehe „Zyklus 1 GENERATOR“ auf Seite 133)
4 CYCL DEF 1.1 P-TAB CUST1	Gewünschte Erodier-Tabelle
5 CYCL DEF 1.2 MAX=10 MIN=5	Maximale Leistungsstufe = 10, minimale Leistungsstufe = 5
6 TOOL DEF 1 L+0 R+9,9	Elektrodenradius
7 TOOL CALL 1 Z U+4,2	Untermaß
8 L Z+50 C+0 RO F MAX M37	Vorpositionieren auf sichere Höhe, Erodieren AUS
9 L X+50 Y+50 Z+1 R F MAX	Vorpositionieren über Werkstück-Oberfläche
10 FN 0: Q1 = +11	Inkrementale Tiefe Q1 zuweisen
11 LBL1	Label-Nummer
12 FN16: Q10 = Q200(Q99)	Q10 wird der diametrale Spalt gemäß der aktuellen Leistungsstufe zugewiesen (siehe „Indizierte Zuweisung“ auf Seite 198)
13 FN2: Q9 = +Q158 - +Q10	Elektroden-Untermaß UM minus Elektroden-Mindestuntermaß UNS

14 FN4: Q8 = +Q9 DIV +2	Berechnung des Aufweitradius RAD
15 FN3: Q7 = +Q10 * +0.8	Berechnung des vertikalen Spaltmaßes
16 FN2: Q6 = +Q1 - +Q7	Inkrementale Tiefe um das vertikale Spaltmaß vermindern
17 CYCL DEF 16.0 ORBIT	Zyklus ORBIT (siehe „Zyklus 16 ORBIT“ auf Seite 139)
18 CYCL DEF 16.1 IZ-Q6 M36	Inkrementale Erodieretiefe IZ=-Q6, Erodieren EIN
19 CYCL DEF 16.2 RAD=Q8 DIR=0	Aufweitradius RAD=Q8, Erodierbewegung gegen den Uhrzeigersinn DIR=0
20 CYCL DEF 16.3 PAT=0 SPO=0	Kreisförmig aufweiten PAT=0, Ausfunkmodus SPO=0
21 IF +Q99 EQU +Q151 GOTO LBL 99	Abfrage, ob minimale Leistungsstufe erreicht ist
22 FN 2: Q99= +Q99 - +1	Aktuelle Leistungsstufe um 1 erniedrigen
23 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 1	Sprung zu LBL1, erneute Bearbeitung mit niedrigerer Leistungsstufe
24 LBL 99	LBL 99 wird erreicht, wenn die Bearbeitung mit niedrigsten Leistungsstufe abgeschlossen ist
25 L Z+50 R0 F MAX M37	Rückzug auf sichere Höhe, Erodieren AUS
26 END PGM BSP1 MM	

Zyklus 16 SCHEIBE im Bearbeitungsprogramm, Beispiel 2

0 BEGIN PGM BSP2 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 CYCL DEF 1.0 GENERATOR	Zyklus GENERATOR (siehe „Zyklus 1 GENERATOR“ auf Seite 133)
4 CYCL DEF 1.1 P-TAB CUST1	Gewünschte Erodier-Tabelle
5 CYCL DEF 1.2 MAX=10 MIN=5	Maximale Leistungsstufe = 10, minimale Leistungsstufe = 5
6 TOOL DEF 1 L+0 R+9,9	Elektrodenradius
7 TOOL CALL 1 Z U+4,2	Untermaß
8 L Z+50 C+0 R0 F MAX M37	Vorpositionieren auf sichere Höhe, Erodieren AUS
9 L X+50 Y+50 Z+1 R F MAX	Vorpositionieren über Werkstück-Oberfläche
10 FN 0: Q1 = +11	Inkrementale Tiefe Q1 zuweisen
11 LBL1	Label-Nummer
12 FN16: Q10 = Q200(Q99)	Q10 wird der diametrale Spalt gemäß der aktuellen Leistungsstufe zugewiesen (siehe „Indizierte Zuweisung“ auf Seite 198)
13 FN2: Q9 = +Q158 - +Q10	Elektroden-Untermaß UM minus Elektroden-Mindestuntermaß UNS
14 FN4: Q8 = +Q9 DIV +2	Berechnung des Aufweitradius RAD
15 FN3: Q7 = +Q10 * +0.8	Berechnung des vertikalen Spaltmaßes
16 FN2: Q6 = +Q1 - +Q7	Inkrementale Tiefe um das vertikale Spaltmaß vermindern
17 L IZ - +Q6 R0 F M36	Erodieren auf Endtiefe, Erodieren EIN
18 CYCL DEF 16.0 ORBIT	Zyklus ORBIT (siehe „Zyklus 16 ORBIT“ auf Seite 139)
19 CYCL DEF 16.1 IZ+0 M36	Erodieren auf Endtiefe, Erodieren EIN

8.4 Erodier-Zyklen

20 CYCL DEF 16.2 RAD=Q8 DIR=0	Aufweitradius RAD=Q8, Erodierbewegung gegen den
	Uhrzeigersinn DIR=0
21 CYCL DEF 16.3 PAT=0 SPO=0	Kreisförmig aufweiten PAT=0, Ausfunkmodus SPO=0
22 IF +Q99 EQU +Q151 GOTO LBL 99	Abfrage, ob minimale Leistungsstufe erreicht ist
23 FN 2: Q99= +Q99 - +1	Aktuelle Leistungsstufe um 1 erniedrigen
24 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 1	Sprung zu LBL1, erneute Bearbeitung mit niedrigerer Leistungsstufe
25 LBL 99	LBL 99 wird erreicht, wenn die Bearbeitung mit der niedrigsten
	Leistungsstufe abgeschlossen ist
26 L Z+50 R0 F MAX M37	Rückzug auf sichere Höhe, Erodieren AUS
27 END PGM BSP2 MM	

Übungsbeispiele: Erodieren mit Zyklus 17 SCHEIBE

Werkstück-Geometrie

Senkungsdurchmesser $D = 24 \text{ mm}$
 Erodiertiefe $T = -10 \text{ mm}$

Elektroden-Daten

Zylindrische Elektrode
 Elektrodenradius $R_e = 9,9 \text{ mm}$
 Elektrodenuntermaß $U = 4,2 \text{ mm}$
 Breite des Erodier spalts $B = 0,1 \text{ mm}$

Berechnung des Aufweit-Radius

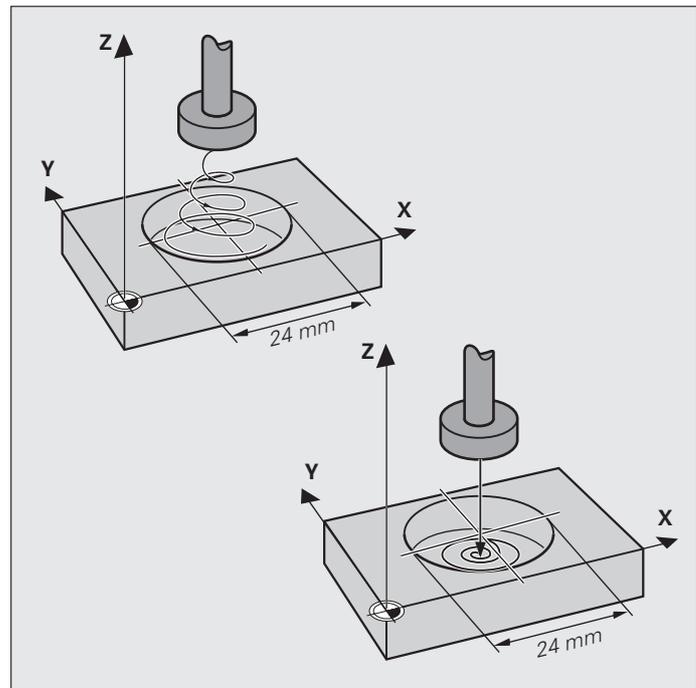
Aufweitradius für den Zyklus 17 SCHEIBE
 $RAD = (0,5 \cdot 4,2 \text{ mm}) - 0,1 \text{ mm} = 2 \text{ mm}$

Beispiel 1, Abbildung oben:

Vorpositionieren über Werkstück-Oberfläche,
 kreisförmiges Aufweiten

Beispiel 2, Abbildung unten:

Erodieren auf Tiefe -10 mm , kreisförmiges Auf-
 weiten ohne Tiefenzustellung



Zyklus 17 SCHEIBE im Bearbeitungsprogramm, Beispiel 1

0 BEGIN PGM BSPSCH1 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 CYCL DEF 1.0 GENERATOR	Zyklus GENERATOR (siehe „Zyklus 1 GENERATOR“ auf Seite 133)
4 CYCL DEF 1.1 P-TAB CUST1	Gewünschte Erodier-Tabelle
5 CYCL DEF 1.2 MAX=8 MIN=8	Leistungsstufe auswählen
6 TOOL DEF 1 L+0 R+9,9	Elektrodenlänge, Elektrodenradius
7 TOOL CALL 1 Z U+4,2	Untermaß
8 L X+50 Y+50 Z+1 R0 F MAX	Vorpositionierung
9 CYCL DEF 17.0 SCHEIBE	Zyklus 17 SCHEIBE (siehe „Zyklus 17 SCHEIBE“ auf Seite 142)
10 CYCL DEF 17.1 Z-10 R F M36	Erodier tiefe $Z = -10 \text{ mm}$, Erodieren EIN
11 CYCL DEF 17.2 RAD=2 MOD=0	Aufweitradius $RAD = 2 \text{ mm}$, kreisförmig Aufweiten
13 L Z+100 R F MAX M37	Rückzug auf sichere Höhe, Erodieren AUS
14 END PGM BSPSCH1 MM	

Zyklus 17 SCHEIBE im Bearbeitungsprogramm, Beispiel 2

0 BEGIN PGM BSPSCH2 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 CYCL DEF 1.0 GENERATOR	Zyklus GENERATOR (siehe „Zyklus 1 GENERATOR“ auf Seite 133)
4 CYCL DEF 1.1 P-TAB 20	Gewünschte Erodier-Tabelle
5 CYCL DEF 1.2 MAX=8 MIN=8	Leistungsstufe auswählen
6 TOOL DEF 1 L+0 R+9,9	Elektrodenlänge, Elektrodenradius
7 TOOL CALL 1 Z U+4,2	Untermaß
8 L X+50 Y+50 Z+1 RO F MAX M	Vorpositionieren über Werkstück-Oberfläche
9 L Z-10 R F M36	Erodieren auf Endtiefe, Erodieren EIN
9 CYCL DEF 17.0 SCHEIBE	Zyklus 17 SCHEIBE
10 CYCL DEF 17.1 IZ+0 M36	Inkrementale Erodiertiefe, Erodieren EIN
11 CYCL DEF 17.2 RAD=2 MOD=0	Aufweitradius RAD=2 mm, kreisförmig Aufweiten
13 L Z+100 R F MAX M37	Rückzug auf sichere Höhe, Erodieren AUS
14 END PGM BSPSCH2 MM	

8.5 Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung

Zyklus zur Elektroden-Definition

Mit dem Zyklus zur Elektroden-Definition können Sie ähnlich wie mit der NC-Funktion TOOL DEF Elektroden-Daten eingeben. Zusätzlich lässt sich im Zyklus eine Elektroden-Korrektur in bis zu vier Achsen programmieren.

Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung

Mit Koordinaten-Umrechnungen kann eine einmal programmierte Kontur an verschiedenen Stellen des Werkstücks mit veränderter Lage und Größe ausgeführt werden.

So lässt sich beispielsweise eine Kontur

- verschieben (Zyklus 7 NULLPUNKT)
- spiegeln (Zyklus 8 SPIEGELN)
- drehen (Zyklus 10 DREHUNG)
- verkleinern oder vergrößern (Zyklus 11 MASSFAKTOR)

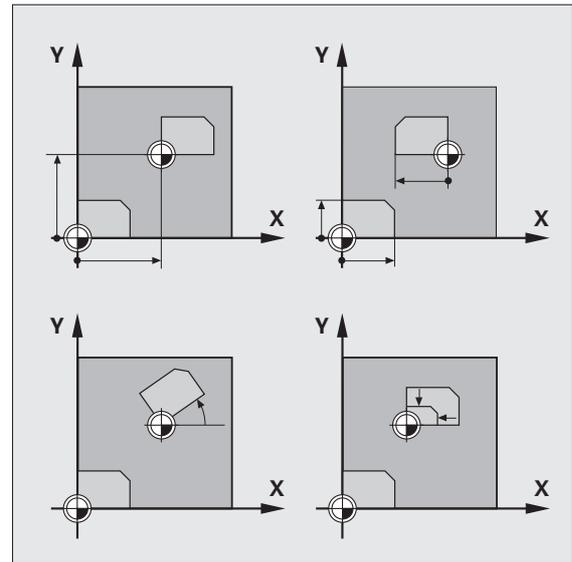
Die ursprüngliche Kontur – das Original – muss als Unterprogramm oder Programmteil im Hauptprogramm stehen.

Darüber hinaus steht noch die Funktion Bearbeitungsebene schwenken zur Verfügung, mit der Sie den Zyklus 16 ORBIT, Zyklus 17 SCHEIBE oder einen Hersteller-Zyklus in einer geschwenkten Bearbeitungsebene ausführen können.

Rücksetzen der Koordinaten-Umrechnungen

Sie haben folgende Möglichkeiten, die Koordinaten-Umrechnungen rückzusetzen:

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



NULLPUNKT-Verschiebung (Zyklus 7)

Anwendung

Bearbeitungen können mit der Nullpunkt-Verschiebung an beliebigen Stellen des Werkstücks wiederholt werden.

Wirkung

Nach einer Zyklus-Definition NULLPUNKT-Verschiebung beziehen sich alle Koordinaten-Eingaben auf den neuen Nullpunkt. Die Verschiebung wird in der Status-Anzeige durch den Index T an verschobenen Achsen angezeigt.

Eingaben

Eingegeben werden die Koordinaten des neuen Nullpunkts in bis zu 5 Achsen. Absolutwerte beziehen sich auf den Nullpunkt, der durch das Bezugspunkt-Setzen festgelegt ist. Inkrementalwerte beziehen sich auf den zuletzt gültigen Nullpunkt; dieser kann bereits verschoben sein.

Wenn Sie mit der Nullpunkt-Tabelle arbeiten, geben Sie die Nummer des Nullpunkts aus der Tabelle ein (mit der Taste #) und dann anschließend den Namen der Nullpunkt-Tabelle, aus der die TNC die Nullpunkt-Verschiebung aktivieren soll. Wenn Sie keinen Namen eingeben, verwendet die TNC automatisch die Nullpunkt-Tabelle 0.D. Eine selektierte Nullpunkt-Tabelle bleibt solange aktiv, bis Sie im weiteren Programmablauf eine andere Tabelle wählen.

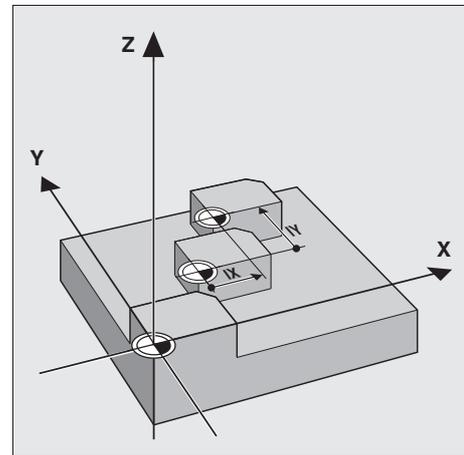
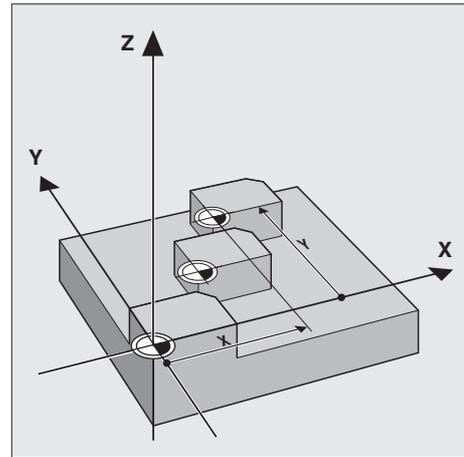
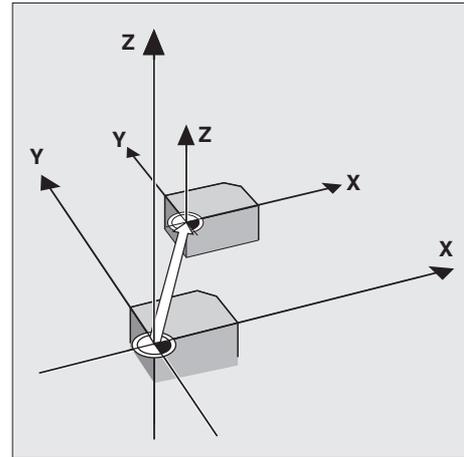
In der Status-Anzeige STATUS COORD. TRANSF. zeigt die TNC an, welche Nullpunkt-Tabelle und welche Nullpunkt-Nummer aktiv ist.

Rücksetzen

Eine Nullpunkt-Verschiebung auf die jeweiligen Koordinatenwerten 0 bzw. mit der Nummer #0, heben eine Nullpunkt-Verschiebung wieder auf.



Werden Koordinaten-Umrechnungen kombiniert, Nullpunkt-Verschiebung zuerst durchführen.



Arbeiten mit Nullpunkt-Tabellen

In der TNC können Sie mehrere Nullpunkt-Tabellen speichern. Abhängig von der Maschinenkonfiguration enthält eine neue Nullpunkt-Tabelle vier oder fünf Achsen.

Nullpunkt-Tabelle editieren:

- ▶ Drücken Sie in der Betriebsart PROGRAMM EINSPEICHERN die Taste PGM NAME bzw. PGM MGT.
- ▶ Geben Sie die den Namen der Nullpunkt-Tabelle ein. Am Bildschirm erscheint die gewählte Nullpunkt-Tabelle. Sie können die Koordinaten für bis zu 999 Nullpunkte speichern. Vergrößern Sie dafür falls nötig die Tabelle mit dem Softkey INSERT und tragen in der Spalte D die gewünschte Nullpunkt-Nummer ein.

Die TNC schreibt die Nullpunkt-Nummer und die Koordinaten in die Q-Parameter Q80 bis Q85.

Über die Zusatz-Funktionen M38 und M39 können Sie Koordinaten in die aktive Nullpunkt-Tabelle schreiben und aus ihr lesen. Mit M38 und M39 können Sie beliebige Positionen als „Nullpunkte“ in der Tabelle 0.D speichern (siehe auch „Q-Parameter für die Nullpunkt-Tabelle: Q81 bis Q84“ auf Seite 206).

Abhängig vom Anwender-Parameter 7411 bewirkt die Nullpunkt-Verschiebung in der 4.Achse auch eine Drehung (siehe auch „Allgemeine Anwender-Parameter wählen“ auf Seite 246).

Wenn die Werkzeug-Achse ungleich der Z Achse ist, bewirkt C aus der Nullpunkt-Tabelle nur eine Verschiebung, keine Drehung.

SPIEGELN (Zyklus 8)

Anwendung

Eine Bearbeitung kann in der Bearbeitungsebene spiegelbildlich ausgeführt werden.

Eingabe

Eingegeben wird die Achse, die gespiegelt wird.
Die Werkzeugachse kann nicht gespiegelt werden.

Rücksetzen

SPIEGELN mit Eingabe von NO ENT auf die Dialog-Frage setzt den Zyklus zurück.

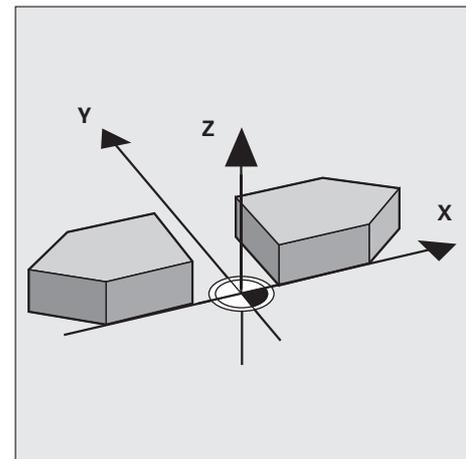
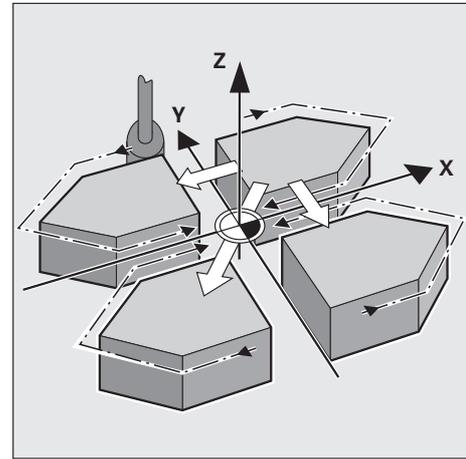
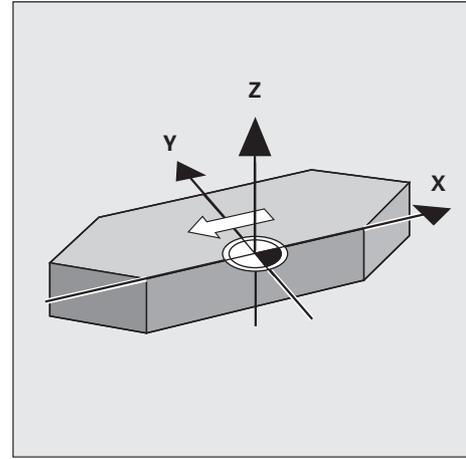
Wirkung

Die Spiegelung wirkt ab ihrer Definition im Programm. Eine Spiegelung wird in der Status-Anzeige durch den Index S an den gespiegelten Achsen angezeigt.

- Wenn eine Achse gespiegelt wird, ändert sich der Umlaufsinn der Elektrode.
- Wenn **zwei** Achsen gespiegelt werden, bleibt der Umlaufsinn erhalten. Dies gilt nicht bei Bearbeitungszyklen.

Die Spiegelung hängt von der Lage des Nullpunkts ab:

- Nullpunkt liegt **auf** der zu spiegelnden Kontur: Das Teil klappt um die Achse (siehe Abb. oben).
- Nullpunkt liegt **außerhalb** der zu spiegelnden Kontur: Das Teil verlagert sich zusätzlich (siehe Abb. unten).



DREHUNG (Zyklus 10)

Anwendung

Innerhalb eines Programms kann das Koordinatensystem in der Bearbeitungsebene um den aktuellen Nullpunkt gedreht werden.

Wirkung

Die Drehung wird ab ihrer Definition im Programm wirksam. Zyklus 10 DREHUNG hebt die Radiuskorrektur RR/RL auf.

Bezugsachse für den Drehwinkel:

- X/Y-Ebene X-Achse
- Y/Z-Ebene Y-Achse
- Z/X-Ebene Z-Achse

Der aktive Drehwinkel wird in der Statusanzeige durch ROT angezeigt.

Definition der Drehebene

Wenn der Zyklus DREHUNG das erste Mal aktiviert wird, ist die Drehebene senkrecht zur Werkzeug-Achse, die im TOOL CALL-Satz definiert ist.

Wenn später erneut ein TOOL CALL mit anderer Werkzeug-Achse abgearbeitet wird, ändert sich die Drehebene nicht.

Eingaben

Der Drehwinkel wird in Grad (°) eingegeben.
Eingabe-Bereich: -360° bis $+360^\circ$ (absolut oder inkremental)

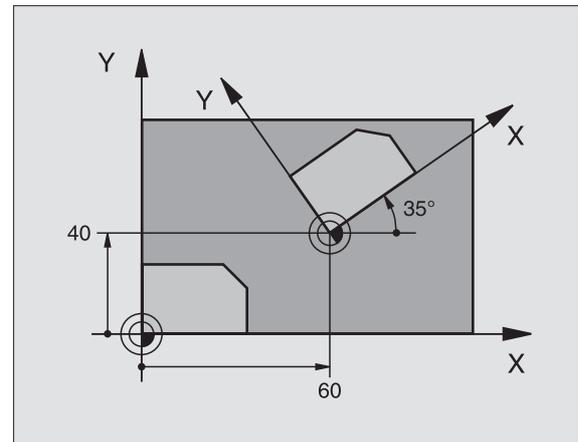
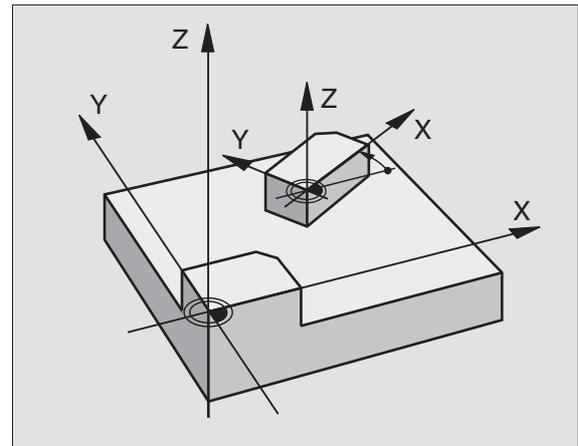
Wirkung auf Q-Parameter

Die Drehebene beeinflusst den Q-Parameter Q112:

- X/Y-Ebene Q112 = 2
- Y/Z-Ebene Q112 = 0
- Z/X-Ebene Q112 = 1
- keine Ebene definiert Q112 = -1

Rücksetzen

Eine Drehung wird mit dem Drehwinkel 0° aufgehoben.



Beispiel: NC-Sätze

```

12 CALL LBL1
13 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT
14 CYCL DEF 7.1 X+60
15 CYCL DEF 7.2 Y+40
16 CYCL DEF 10.0 DREHUNG
17 CYCL DEF 10.1 ROT+35
18 CALL LBL1

```

MASSFAKTOR (Zyklus 11)

Anwendung

Innerhalb eines Programms können Konturen vergrößert oder verkleinert werden. So lassen sich beispielsweise Schrumpf- und Aufmaßfaktoren berücksichtigen.

Wirkung

Der Maßfaktor ist ab der Zyklus-Definition wirksam.

- in der Bearbeitungsebene, oder auf alle drei Koordinatenachsen gleichzeitig (abhängig von MP7410)
- auf Maßangaben in Zyklen
- auch auf Parallelachsen U,V,W

Der Maßfaktor wird in der Status-Anzeige unter SCL angezeigt.

Eingabe

Eingegeben wird der Faktor SCL (engl.: scaling). Die TNC multipliziert Koordinaten und Radien mit SCL (wie in „Wirkung“ beschrieben).

Vergrößerung: SCL größer als 1 bis 99,999 999

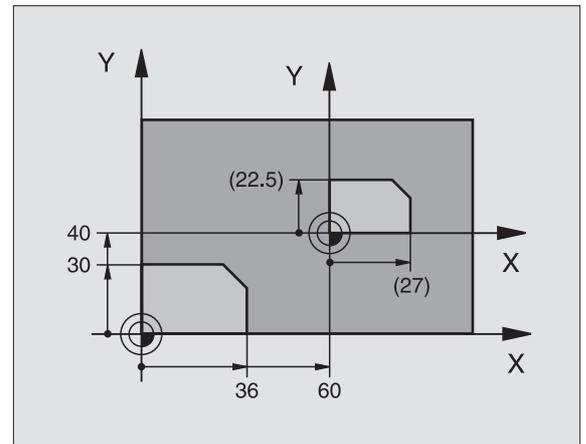
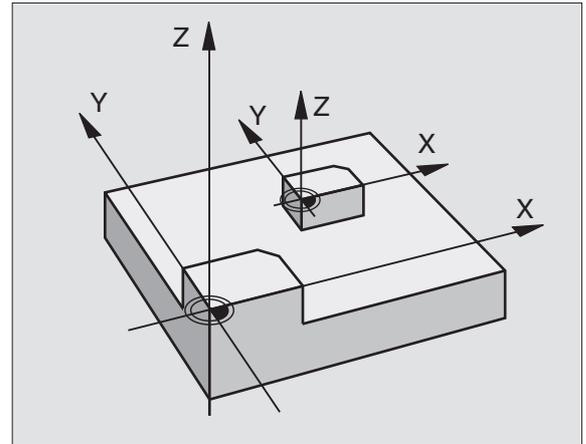
Verkleinerung: SCL kleiner als 1 bis 0,000 001

Rücksetzen

Ein Maßfaktor wird durch den Maßfaktor 1 aufgehoben.

Voraussetzung

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



Beispiel: NC-Sätze

11 CALL LBL1

12 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT

13 CYCL DEF 7.1 X+60

14 CYCL DEF 7.2 Y+40

15 CYCL DEF 11.0 MASSFAKTOR

16 CYCL DEF 11.1 SCL 0.75

17 CALL LBL1

BEARBEITUNGSEBENE (Zyklus 19)

Anwendung

Mit dem Zyklus 19 können Lineare Verfahrbewegungen und Bearbeitungen mit dem Zyklus 16 ORBIT, dem Zyklus 17 SCHEIBE oder mit einem Hersteller-Zyklus beliebig dreidimensional geschwenkt werden. Dadurch lassen sich auf einfache Weise schräge Erodierarbeiten ausführen.

Wirkung

Nach einer Zyklus-Definition BEARBEITUNGSEBENE schwenkt die TNC die nachfolgende Bearbeitung um den aktiven Bezugspunkt, der zuletzt in der Betriebsart MANUELL gesetzt wurde.

Eingaben

Eingegeben werden:

- Schwenkwinkel A, entspricht einer Drehung um die X-Achse. Programmierung im Zyklus mit orangener Taste X
- Schwenkwinkel B, entspricht einer Drehung um die Y-Achse. Programmierung im Zyklus mit orangener Taste Y
- Schwenkwinkel C, entspricht einer Drehung um die Z-Achse. Programmierung im Zyklus mit orangener Taste Z

In der Status-Anzeige STATUS TILT zeigt die TNC an, welche Schwenkwinkel aktiv sind.

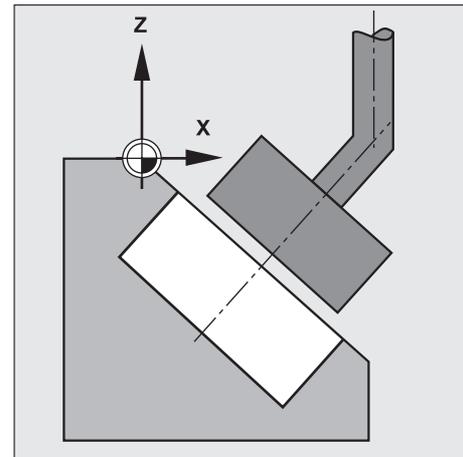
Eingabebereich: -360° bis $+360^\circ$ (nur Absolutwerte möglich).

Rücksetzen

Zyklus BEARBEITUNGSEBENE erneut definieren und Schwenkwinkel in der zuvor geschwenkten Achse = 0° eingeben, oder Programm neu anwählen.



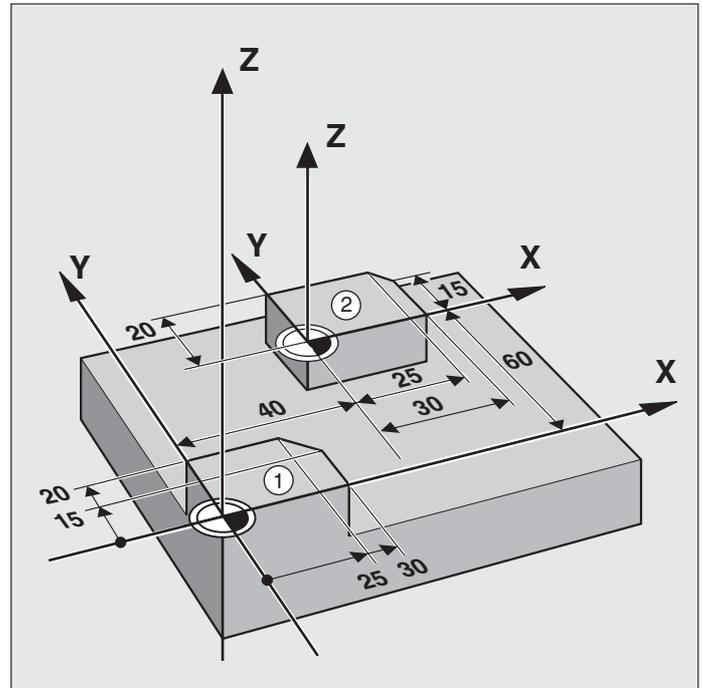
- Koordinaten-Umrechnungen, z.B. eine Nullpunkt-Verschiebung, wirken auch bei aktiver geschwenkter Bearbeitungsebene immer im Maschinen-Koordinatensystem.
- Eine aktive Grunddrehung wird verrechnet wie ein Schwenken der Bearbeitungsebene um die Achse C.
- Beim Erstellen von Hersteller-Zyklen darauf achten, dass Sie innerhalb des Zyklus Verfahrbewegungen nur mit L-Sätzen programmieren.



Übungsbeispiel: Nullpunkt verschieben

Ein als Unterprogramm geschriebener Fertigungsablauf soll

- bezogen auf den gesetzten Nullpunkt 1 $X+0/Y+0$ und
- zusätzlich bezogen auf den verschobenen Nullpunkt 2 $X+40/Y+60$ ausgeführt werden.



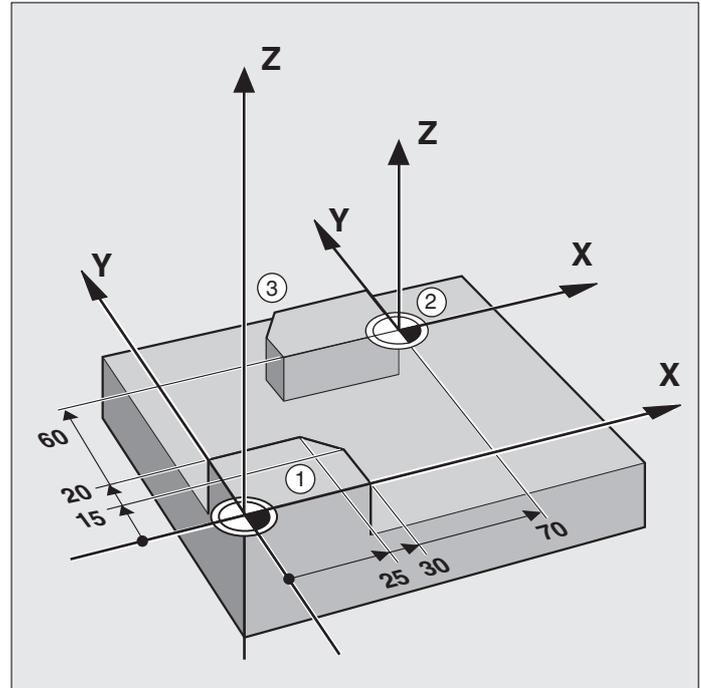
Zyklus im Bearbeitungsprogramm:

0 BEGIN PGM NULL MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 CYCL DEF 1.0 GENERATOR	Zyklus GENERATOR (siehe „Zyklus 1 GENERATOR“ auf Seite 133)
4 CYCL DEF 1.1 P-TAB HDH700	Gewünschte Erodier-Tabelle wählen, z.B. HDH700
5 CYCL DEF 1.2 MAX=5 MIN=5	Leistungsstufe wählen
6 TOOL DEF 1 L+0 R+4	Werkzeug-Definition
7 TOOL CALL 1 Z U+0,05	Werkzeug-Aufruf
8 L Z+100 R0 F MAX M	
9 CALL LBL 1	ohne Nullpunkt-Verschiebung
10 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	Nullpunkt-Verschiebung in der X/Y-Ebene
11 CYCL DEF 7.1 X+40	
12 CYCL DEF 7.2 Y+60	
13 CALL LBL 1	mit Nullpunkt-Verschiebung
14 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	Nullpunkt-Verschiebung rücksetzen
15 CYCL DEF 7.1 X+0	

16 CYCL DEF 7.2 Y+0	
17 L Z+100 R0 F MAX M2	Ende des Hauptprogramms
18 LBL 1	Beginn des Unterprogramms für die Geometrie der Originalkontur
19 L X-10 Y-10 R0 F MAX M	Vorpositionierung in X/Y-Ebene
20 L Z+2 R FMAX M	Vorpositionierung in Z-Ebene
21 L Z-5 R F M36	Fahren auf Erodieretiefe, Erodieren EIN
22 L X+0 Y+0 RL F M	Anfahren des ersten Konturpunkts
23 L Y+20 R F M	
24 L X+25 R F M	
25 L X+30 Y+15 R F M	
26 L Y+0 R F M	
27 L X+0 R F M	
28 L X-10 Y-10 R0 F MAX M37	Freifahren in der X/Y-Ebene, Erodieren AUS
29 L Z+2 R F MAX M	Freifahren in Z-Richtung
30 LBL 0	Ende des Unterprogramms
31 END PGM NULL MM	

Übungsbeispiel: Spiegeln

Eine Bearbeitung (Unterprogramm 1) soll einmal – wie als Original programmiert – an Position X+0/Y+0 Z 1 und einmal an Position X+70/Y+60 Z 2 in X gespiegelt 3 ausgeführt werden.



Zyklus SPIEGELN im Bearbeitungsprogramm:

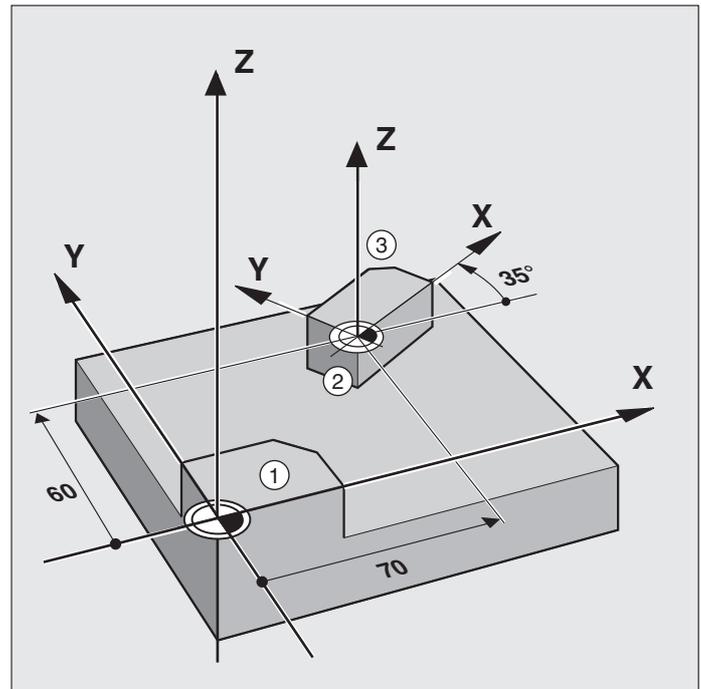
0 PGM SPIEGEL MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 CYCL DEF 1.0 GENERATOR	Zyklus GENERATOR (siehe „Zyklus 1 GENERATOR“ auf Seite 133)
4 CYCL DEF 1.1 P-TAB CUST1	Gewünschte Erodier-Tabelle wählen, z. B. CUST1
5 CYCL DEF 1.2 MAX=12 MIN=12	Leistungsstufe wählen
6 TOOL DEF 1 L+0 R+3	Werkzeug-Definition
7 TOOL CALL 1 Z U+0	Werkzeug-Aufruf
8 L Z+100 R0 F MAX M	
9 CALL LBL 1	ungespiegelt 1; Gespiegelte Ausführung
10 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	1. Nullpunkt verschieben 2
11 CYCL DEF 7.1 X+70	
12 CYCL DEF 7.2 Y+60	
13 CYCL DEF 8.0 SPIEGELN	2. Spiegeln 3
14 CYCL DEF 8.1 X	
15 CALL LBL 1	3. Unterprogramm-Aufruf

16 CYCL DEF 8.0 SPIEGELN	Spiegeln rücksetzen
17 CYCL DEF 8.1	
18 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	Nullpunkt-Verschiebung rücksetzen
19 CYCL DEF 7.1 X+0	
20 CYCL DEF 7.2 Y+0	
21 L Z+100 RO F MAX M2	Ende des Hauptprogramms
22 LBL 1	Beginn des Unterprogramms für die Geometrie der Originalkontur.
23 L X-10 Y-10 RO F MAX M	Vorpositionierung in X/Y-Ebene
24 L Z+2 R F MAX M	
25 L Z-5 R F M36	Fahren auf Erodieretiefe, Erodieren EIN
26 L X+0 Y+0 RL F M	Anfahren des ersten Konturpunkts
27 L Y+20 R F M	
28 L X+25 R F M	
29 L X+30 Y+15 R F M	
30 L Y+0 R F M	
31 L X+0 R F M	
32 L X-10 Y-10 RO F MAX M37	Freifahren in X/Y-Ebene, Erodieren AUS
33 L Z+2 R F MAX M	
34 LBL 0	Ende des Unterprogramms
35 END PGM SPIEGEL MM	

Übungsbeispiel: Drehen

Eine Kontur (Unterprogramm 1) soll einmal – wie als Original programmiert – bezogen auf Nullpunkt X+0/Y+0 und einmal bezogen auf Nullpunkt X+70 Y+60 um 35° gedreht ausgeführt werden.

Wenn die Werkzeug-Achse parallel zur 4. Achse ist (z.B. Z und C) führt der Zyklus DREHUNG zu einer Verschiebung in der 4. Achse um den gleichen Winkel wie im Zyklus DREHUNG programmiert.



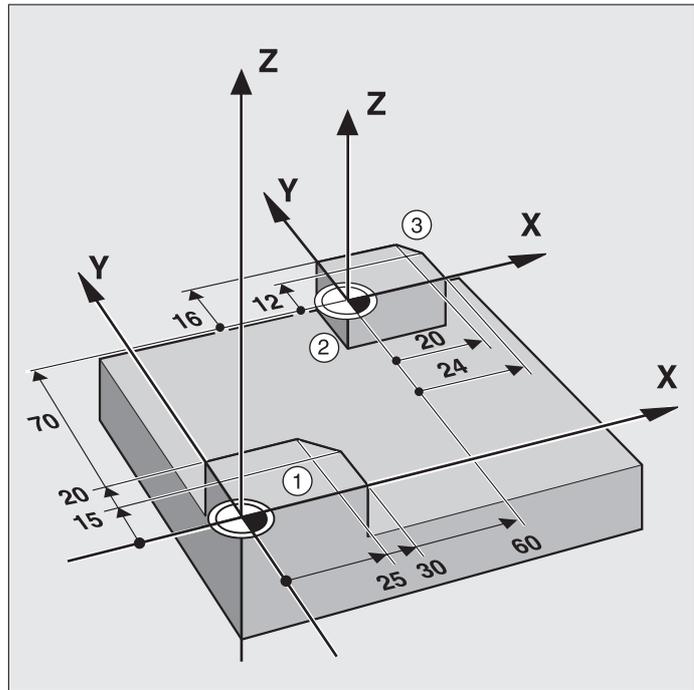
Zyklus im Bearbeitungsprogramm:

0 BEGIN PGM DREH MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 CYCL DEF 1.0 GENERATOR	Zyklus GENERATOR (siehe „Zyklus 1 GENERATOR“ auf Seite 133)
4 CYCL DEF 1.1 P-TAB 75	Gewünschte Erodier-Tabelle
5 CYCL DEF 1.2 MAX=7 MIN=7	Leistungsstufe wählen
6 TOOL DEF 1 L+0 R+5,5	
7 TOOL CALL 1 Z U+1	
8 L Z+100 RO F MAX M	
9 CALL LBL 1	Ungedrehte Ausführung 1
10 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	Gedrehte Ausführung. Reihenfolge
11 CYCL DEF 7.1 X+70	
12 CYCL DEF 7.2 Y+60	1. Nullpunkt verschieben 2
13 CYCL DEF 10.0 DREHUNG	2. Drehen 3
14 CYCL DEF 10.1 ROT +35	
15 CALL LBL 1	3. Unterprogramm-Aufruf

16 CYCL DEF 10.0 DREHUNG	Drehung rücksetzen
17 CYCL DEF 10.1 ROT 0	
18 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	Nullpunkt-Verschiebung aufheben
19 CYCL DEF 7.1 X+0	
20 CYCL DEF 7.2 Y+0	
21 L Z+100 RO F MAX M2	Ende des Hauptprogramms
22 LBL 1	Beginn des Unterprogramms für die Geometrie der Originalkontur.
.	
.	
.	
LBL 0	Ende des Unterprogramms
END PGM DREH MM	

Übungsbeispiel: Maßfaktor

Eine Kontur (Unterprogramm 1) soll einmal – wie als Original programmiert – bezogen auf den ursprünglich gesetzten Nullpunkt $X+0/Y+0$ und einmal bei auf $X+60/Y+70$ mit Maßfaktor 0,8 verkleinert ausgeführt werden.



Zyklus MASSFAKTOR im Bearbeitungsprogramm:

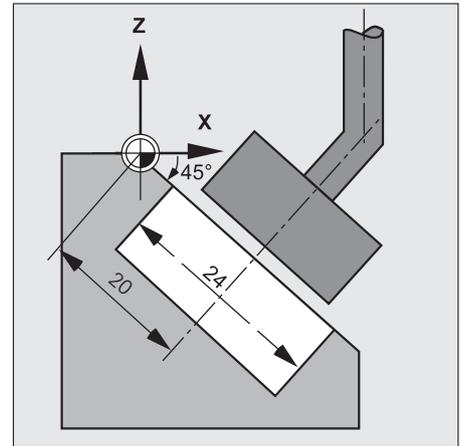
0 BEGIN PGM MASSE MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 CYCL DEF 1.0 GENERATOR	Zyklus GENERATOR (siehe „Zyklus 1 GENERATOR“ auf Seite 133)
4 CYCL DEF 1.1 P-TAB 100	Gewünschte Erodier-Tabelle
5 CYCL DEF 1.2 MAX=7 MIN=7	Leistungsstufe wählen
6 TOOL DEF 1 L+0 R+3	Werkzeug-Definition
7 TOOL CALL 1 Z U+0,2	Werkzeug-Aufruf
8 L Z+100 R0 F MAX M	
9 CALL LBL 1	Ausführung in Originalgröße 1
10 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	Ausführung mit Maßfaktor. Reihenfolge
11 CYCL DEF 7.1 X+60	
12 CYCL DEF 7.2 Y+70	1. Nullpunkt verschieben 2
13 CYCL DEF 11.0 MASSFAKTOR	2. Maßfaktor festlegen 3
14 CYCL DEF 11.1 SCL 0.8	
15 CALL LBL 1	3. Unterprogramm aufrufen (Maßfaktor wirkt)

16 CYCL DEF 11.0 MASSFAKTOR	Umrechnungen rücksetzen
17 CYCL DEF 11.1 SCL 1	
18 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	Nullpunkt-Verschiebung rücksetzen
19 CYCL DEF 7.1 X+0	
20 CYCL DEF 7.2 Y+0	
21 L Z+100 RO F MAX M2	Ende des Hauptprogramms
22 LBL 1	Beginn des Unterprogramms für die Geometrie der Originalkontur.
23 L X-10 Y-10 RO F MAX M	Vorpositionierung in der X/Y-Ebene
24 L Z+2 R F MAX M	
25 L Z-5 R F M36	Fahren auf Erodieretiefe, Erodieren EIN
26 L X+0 Y+0 RL F M	
27 L Y+20 R F M	
28 L X+25 R F M	
29 L X+30 Y+15 R F M	
30 L Y+0 R F M	
31 L X+0 R F M	
32 L X-10 Y-10 RO F MAX M37	Freifahren in X/Y-Ebene, Erodieren AUS
33 L Z+2 R F MAX M	
34 LBL 0	
35 END PGM MASSE MM	

Übungsbeispiel: Bearbeitungsebene schwenken mit Zyklus 17 SCHEIBE

Zyklus Scheibe unter 45° in der B-Achse geschwenkt abarbeiten, Tiefe = 10 mm.

Berechnung der Zyklusparameter SCHEIBE:
Siehe Beispiel Zyklus SCHEIBE



Zyklus BEARBEITUNGSEBENE im Bearbeitungsprogramm:

0 BEGIN PGM CYC19 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 CYCL DEF 1.0 GENERATOR	Zyklus GENERATOR (siehe „Zyklus 1 GENERATOR“ auf Seite 133)
4 CYCL DEF 1.1 P-TAB 100	Gewünschte Erodier-Tabelle
5 CYCL DEF 1.2 MAX=7 MIN=7	Leistungsstufe wählen
6 TOOL DEF 1 L+0 R+9,9	Werkzeug-Definition
7 TOOL CALL 1 Z U+4,2	Werkzeug-Aufruf
8 L Z+100 R0 F MAX	Vorpositionieren auf Sichere Höhe
9 CYCL DEF 19.0 BEARBEITUNGSEBENE	Zyklus 19 BEARBEITUNGSEBENE definieren
10 CYCL DEF 19.1 B+45	Bearbeitung schwenken um die B-Achse
11 L X+20 Y+20 R0 F MAX M	Vorpositionieren Mitte Scheibe
12 L Z+1 R0 F MAX M	Vorpositionieren über Werkstück-Oberfläche
13 CYCL DEF 17.0 SCHEIBE	Zyklus 17 SCHEIBE definieren
14 CYCL DEF 17.1 Z-10 M36	Erodiertiefe Z=-10 mm, Erodieren EIN
15 CYCL DEF 17.2 RAD=2 MOD=0	Aufweitradius RAD=2 mm, kreisförmig Aufweiten
16 L Z+50 F MAX M37 M	Schräger Rückzug auf sichere Höhe, Erodieren AUS
17 CYCL DEF 19.0 BEARBEITUNGSEBENE	Zyklus 19 BEARBEITUNGSEBENE rücksetzen
18 CYCL DEF 19.1 B+0	
19 L R F M2	
20 END PGM CYC19 MM	

8.6 Sonstige Zyklen

VERWEILZEIT (Zyklus 9)

Anwendung

In einem laufenden Programm wird der nachfolgende Satz erst nach der programmierten Verweilzeit abgearbeitet.

Wirkung

Der Zyklus wirkt ab der Definition. Modal wirkende (bleibende) Zustände werden dadurch nicht beeinflusst.

Eingabe

Die Verweilzeit wird in Sekunden angegeben.
Eingabebereich 0 bis 30 000 s (etwa 8,3 Stunden) in 0,001 s-Schritten.

PGM-CALL (Zyklus 12)

Anwendung und Wirkung

Bearbeitungs-Programme, wie z. B. spezielle Erodierzyklen, Kurven und Geometrie-Module, können als Hauptprogramme erstellt und einem Bearbeitungs-Zyklus gleichgestellt werden.

Dieses Hauptprogramm kann dann wie ein Zyklus aufgerufen werden.

Eingabe

Eingegeben wird der Name des aufzurufenden Programms

Zyklus 12 PGM CALL aufrufen

Das Programm wird aufgerufen mit

- CYCL CALL (separater Satz) oder
- M99 (satzweise) oder
- M89 (wird - maschinenparameterabhängig - nach jedem Positioniersatz ausgeführt).

Zyklus-Aufruf rücksetzen

Die Funktion von M89 (Zyklus-Aufruf nach jedem Satz), können Sie wie folgt rücksetzen:

- M99 (das Programm wird noch ein Mal aufgerufen)
- CYCL CALL (das Programm wird noch ein Mal aufgerufen)
- Neu-Definition von Zyklus 12

8.6 Sonstige Zyklen

Beispiel: Programm-Aufruf

Aus einem Programm soll ein über Zyklus-Aufruf rufbares Programm 50 gerufen werden.

Bearbeitungsprogramm:

...	
...	
11 CYCL DEF 12.0 PGM CALL	Festlegung
12 CYCL DEF 12.1 PGM 50	„Programm 50 ist ein Zyklus“
13 L X+20 Y+50 R FMAX M99	Aufruf von Programm 50
...	
...	



9

**Programmieren:
Unterprogramme und Pro-
grammteil-Wiederholungen**

9.1 Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen kennzeichnen

Einmal programmierte Bearbeitungsschritte können Sie mit Unterprogrammen und Programmteil-Wiederholungen wiederholt ausführen lassen.

Label

Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen beginnen im Bearbeitungsprogramm mit der Marke LBL, eine Abkürzung für LABEL (engl. für Marke, Kennzeichnung).

LABEL erhalten eine Nummer zwischen 1 und 254. Jede LABEL-Nummer dürfen Sie im Programm nur einmal vergeben mit LABEL SET.



Wenn Sie eine LABEL-Nummer mehrmals vergeben, gibt die TNC beim Beenden des LBL SET-Satzes eine Fehlermeldung aus.

LABEL 0 (LBL 0) kennzeichnet ein Unterprogramm-Ende und darf deshalb beliebig oft verwendet werden.

Zur besseren Übersicht im Programm-Fenster, werden LBL-Sätze und CALL LBL-Sätze um ein Zeichen nach links vorgerückt.

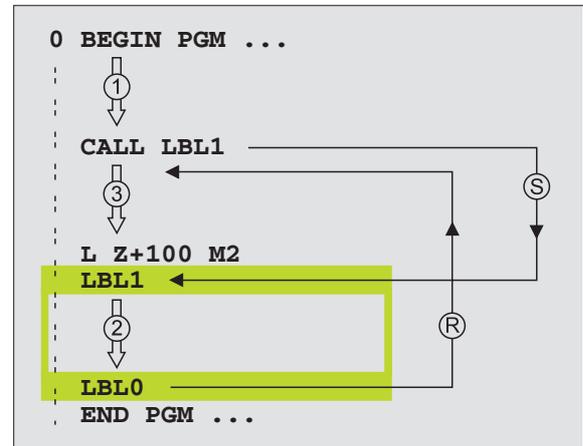
9.2 Unterprogramme

Arbeitsweise

- 1 Die TNC führt das Bearbeitungs-Programm bis zu einem Unterprogramm-Aufruf CALL LBL aus
- 2 Ab dieser Stelle arbeitet die TNC das aufgerufene Unterprogramm bis zum Unterprogramm-Ende LBL 0 ab
- 3 Danach führt die TNC das Bearbeitungs-Programm mit dem Satz fort, der auf den Unterprogramm-Aufruf CALL LBL folgt

Programmier-Hinweise

- Ein Hauptprogramm kann bis zu 254 Unterprogramme enthalten
- Sie können Unterprogramme in beliebiger Reihenfolge beliebig oft aufrufen
- Ein Unterprogramm darf sich nicht selbst aufrufen
- Unterprogramme ans Ende des Hauptprogramms (hinter dem Satz mit M2 bzw. M30) programmieren
- Wenn Unterprogramme im Bearbeitungs-Programm vor dem Satz mit M02 oder M30 stehen, dann werden sie ohne Aufruf mindestens einmal abgearbeitet



Unterprogramm programmieren



- ▶ Anfang kennzeichnen: Taste LBL SET drücken und eine Label-Nummer eingeben
- ▶ Unterprogramm-Nummer eingeben
- ▶ Ende kennzeichnen: Taste LBL SET drücken und Label-Nummer „0“ eingeben

Unterprogramm aufrufen



- ▶ Unterprogramm aufrufen: Taste LBL CALL drücken
- ▶ **Label1-Nummer:** Label-Nummer des aufzurufenden Unterprogramms eingeben
- ▶ **Wiederholungen REP:** Dialog mit Taste NO ENT übergehen. Wiederholungen REP nur bei Programmteil-Wiederholungen einsetzen



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

9.3 Programmteil-Wiederholungen

Label LBL

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

Arbeitsweise

- 1 Die TNC führt das Bearbeitungs-Programm bis zum Ende des Programmteils (CALL LBL /REP) aus
- 2 Anschließend wiederholt die TNC den Programmteil zwischen dem aufgerufenen LABEL und dem Label-Aufruf CALL LBL /REP so oft, wie Sie unter REP angegeben haben
- 3 Danach arbeitet die TNC das Bearbeitungs-Programm weiter ab

Programmier-Hinweise

- Sie können einen Programmteil bis zu 65 534 mal hintereinander wiederholen
- Die TNC führt rechts vom Schrägstrich hinter REP einen Zähler für die Programmteil-Wiederholungen mit, die noch durchzuführen sind
- Programmteile werden von der TNC immer einmal häufiger ausgeführt, als Wiederholungen programmiert sind

Rücksetzen der Zähler nach einer Unterbrechung

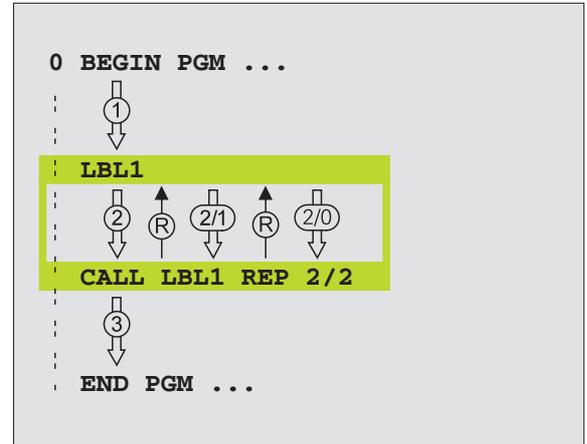
Die TNC setzt die Zähler für die Programmteil-Wiederholung wie folgt zurück, wenn Sie während Programmteil-Wiederholungen unterbrechen und anschließend wieder fortfahren:

- Wenn Sie ein neues Programm wählen, setzt die TNC alle Zähler zurück.
- Wenn Sie das gleiche Programm mit GOTO 0 erneut starten, setzt die TNC die Zähler des aktuellen Programms zurück.
- Wenn Sie nicht zum Programm-Anfang zurückspringen (GOTO > 0), lässt die TNC die Zähler unverändert.

Programmteil-Wiederholung programmieren



- ▶ Anfang kennzeichnen: Taste LBL SET drücken und LABEL-Nummer für den zu wiederholenden Programmteil eingeben
- ▶ Programmteil eingeben



Programmteil-Wiederholung aufrufen



- ▶ Taste LBL CALL drücken, Label-Nummer des zu wiederholenden Programmteils und Anzahl der Wiederholungen REP eingeben

9.4 Beliebiges Programm als Unterprogramm

Arbeitsweise

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

Programmier-Hinweise

- Werden Programme aufgerufen, die auf einem externen Datenträger gespeichert sind, dürfen sie keine Unterprogramme oder Programmteil-Wiederholungen enthalten.
- Um ein beliebiges Programm als Unterprogramm zu verwenden, benötigt die TNC keine LABELS
- Das aufgerufene Programm darf keine Zusatz-Funktion M2 oder M30 enthalten
- Das aufgerufene Programm darf keinen Aufruf CALL PGM ins aufrufende Programm enthalten (Endlosschleife)

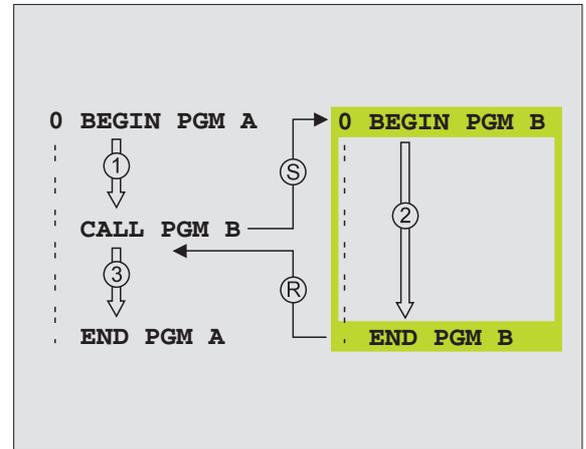
Beliebiges Programm als Unterprogramm aufrufen



- ▶ Funktionen zum Programm-Aufruf wählen: Taste PGM CALL drücken
- ▶ **Programm-Name:** Namen des aufzurufenden Programms eingeben



Ein beliebiges Programm kann auch mit dem Zyklus 12 PGM CALL aufgerufen werden (siehe auch „Zyklus 12 PGM CALL aufrufen“ auf Seite 171).



9.5 Verschachtelungen

Verschachtelungsarten

- Unterprogramme im Unterprogramm
- Programmteil-Wiederholungen in Programmteil-Wiederholung
- Unterprogramme wiederholen
- Programmteil-Wiederholungen im Unterprogramm

Verschachtelungstiefe

Die Verschachtelungs-Tiefe legt fest, wie oft Programmteile oder Unterprogramme weitere Unterprogramme oder Programmteil-Wiederholungen enthalten dürfen.

- Maximale Verschachtelungstiefe für Unterprogramme: 8
- Maximale Verschachtelungstiefe für Hauptprogramm-Aufrufe: 4

Unterprogramm im Unterprogramm

NC-Beispielsätze

0 BEGIN PGM UPGMS MM	
...	
17 CALL LBL 1	Unterprogramm bei LBL 1 aufrufen
...	
35 L Z+100 R0 FMAX M2	Letzter Programmsatz des Hauptprogramms (mit M2)
36 LBL 1	Anfang von Unterprogramm 1
...	
39 CALL LBL 2	Unterprogramm bei LBL2 wird aufgerufen
...	
45 LBL 0	Ende von Unterprogramm 1
46 LBL 2	Anfang von Unterprogramm 2
...	
62 LBL 0	Ende von Unterprogramm 2
63 END PGM UPGMS MM	

Programm-Ausführung

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

Ein mit LBL 0 abgeschlossenes Unterprogramm darf nicht innerhalb eines anderen Unterprogramms stehen.

Programmteil-Wiederholungen wiederholen

NC-Beispielsätze

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

Programm-Ausführung

- 1 Hauptprogramm REPS wird bis Satz 27 ausgeführt
- 2 Programmteil zwischen Satz 27 und Satz 20 wird 2 mal wiederholt
- 3 Hauptprogramm REPS wird von Satz 28 bis Satz 35 ausgeführt
- 4 Programmteil zwischen Satz 35 und Satz 15 wird 1 mal wiederholt (beinhaltet die Programmteil-Wiederholung zwischen Satz 20 und Satz 27)
- 5 Hauptprogramm REPS wird von Satz 36 bis Satz 50 ausgeführt (Programm-Ende)

Unterprogramm wiederholen

NC-Beispielsätze

0 BEGIN PGM UPGREP MM	
...	
10 LBL 1	Anfang der Programmteil-Wiederholung 1
11 CALL LBL 2	Unterprogramm-Aufruf
12 CALL LBL 1 REP 2/2	Programmteil zwischen diesem Satz und LBL 1
...	(Satz 10) wird 2 mal wiederholt
19 L Z+100 R0 FMAX M2	Letzter Programmsatz des Hauptprogramms mit M2
20 LBL 2	Anfang des Unterprogramms
...	
28 LBL 0	Ende des Unterprogramms
29 END PGM UPGREP MM	

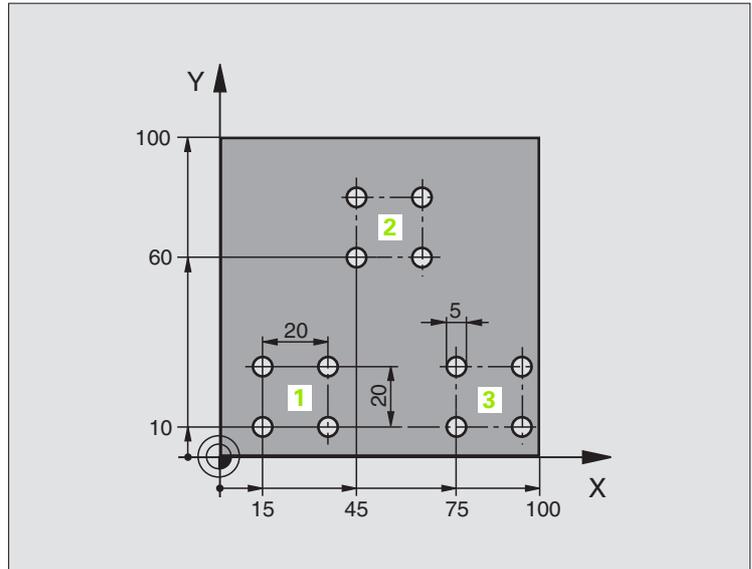
Programm-Ausführung

- 1** Hauptprogramm UPGREP wird bis Satz 11 ausgeführt
- 2** Unterprogramm 2 wird aufgerufen und ausgeführt
- 3** Programmteil zwischen Satz 12 und Satz 10 wird 2 mal wiederholt:
Unterprogramm 2 wird 2 mal wiederholt
- 4** Hauptprogramm UPGREP wird von Satz 13 bis Satz 19 einmal ausgeführt; Programm-Ende

Beispiel: Senkungsgruppen

Programm-Ablauf

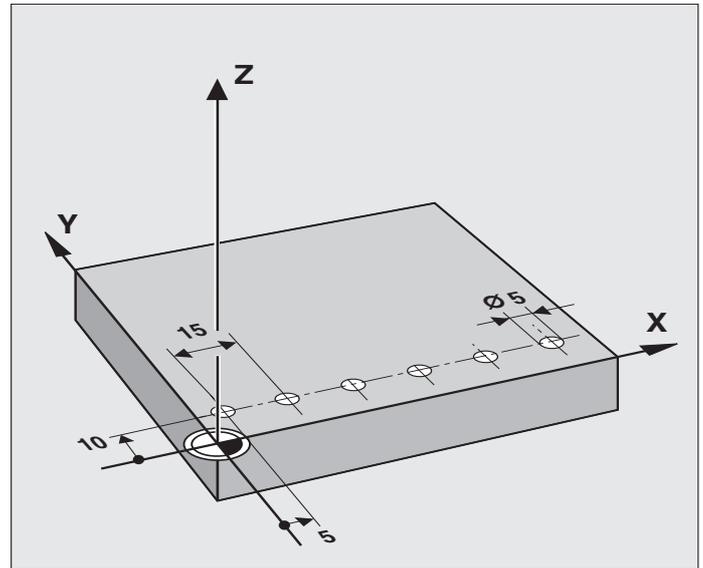
- Senkungsgruppen anfahren im Hauptprogramm
- Senkungsgruppe aufrufen (Unterprogramm 1)
- Senkungsgruppe nur einmal im Unterprogramm 1 programmieren



0 BEGIN PGM Gruppen MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil definieren
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 CYCLE DEF 1.0 GENERATOR	Zyklus GENERATOR (siehe „Zyklus 1 GENERATOR“ auf Seite 133)
4 CYCL DEF 1.1 P-TAB 10	Gewünschte Erodier-Tabelle, z.B. Tabelle 10
5 CYCL DEF 1.2 MAX=10 MIN=10	eine Leistungsstufe festlegen, z.B. 10
6 TOOL DEF 1 L+0 R+2,4	Elektroden-Definition im Programm
7 TOOL CALL 1 Z U+0,2	Elektroden-Aufruf in Zustellachse Z; Untermaß 0,2 mm
8 L Z+100 R0 F MAX M	Freifahren in der Zustellachse; Eilgang; Elektrode einwechseln
9 L X+15 Y+10 R0 F MAX M	Senkungsgruppe 1 anfahren; Eilgang
10 L Z+2 R FMAX M	Vorpositionieren in Zustellachse
11 CALL LBL 1	Unterprogramm-Aufruf (mit Satz 11 wird einmal das Unterprogramm 1 ausgeführt)
12 L X+45 Y+60 R F MAX M	Senkungsgruppe 2 anfahren
13 CALL LBL 1	Unterprogramm 1 aufrufen
14 L X+75 Y+10 R0 F MAX M	Senkungsgruppe 3 anfahren
15 CALL LBL 1	Unterprogramm 1 aufrufen
16 L Z+100 R F MAX M2	Elektrode freifahren; Ende des Hauptprogramms (M2); Hinter M2 werden die Unterprogramme eingegeben
17 LBL 1	Anfang von Unterprogramm 1

18 CALL LBL 2	Unterprogramm 2 aufrufen
19 L IX+20 R F MAX M	Zweite Senkung anfahren
20 CALL LBL 2	Unterprogramm 2 aufrufen
21 L IY+20 R F MAX M	Dritte Senkung anfahren
22 CALL LBL 2	Unterprogramm 2 aufrufen
23 L IX-20 R F MAX M	Vierte Senkung anfahren
24 CALL LBL 2	Unterprogramm 2 aufrufen
25 LBL 0	Ende von Unterprogramm 1
26 LBL 2	Anfang von Unterprogramm 2
27 L Z-10 R F M36	Senken; Erodieren EIN
28 L Z+2 F MAX M37	Elektrode freifahren; Erodieren AUS
29 LBL 0	Ende von Unterprogramm 2
30 END PGM Gruppen MM	

Beispiel: Senkungsreihe parallel zur X-Achse



0 BEGIN PGM REIHE MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	Rohteil definieren
3 CYCLE DEF 1.0 GENERATOR	Zyklus GENERATOR (siehe „Zyklus 1 GENERATOR“ auf Seite 133)
4 CYCL DEF 1.1 P-TAB 10	Gewünschte Erodier-Tabelle, z.B. Tabelle 10
5 CYCL DEF 1.2 MAX=8 MIN=8	Eine Leistungsstufe festlegen, z.B. 8
6 TOOL DEF 1 L+0 R+2,4	Elektroden-Definition im Programm
7 TOOL CALL 1 Z U+0,1	Elektroden-Aufruf in Zustellachse Z; Untermaß 0,1 mm
8 L Z+100 R0 F MAX	Freifahren in der Zustellachse; Eilgang; Elektrode einwechseln
9 L X-10 Y+10 Z+2 F MAX M3	Vorpositionierung um Senkungsabstand in negative X-Richtung
10 LBL 1	Beginn des Programmteils, das wiederholt wird
11 L IX+15 F MAX	Über der Senkung positionieren; Eilgang
12 L Z-10 M36	Senken; Erodieren EIN
13 L Z+2 F MAX M37	Elektrode freifahren; Eilgang; Erodieren AUS
14 CALL LBL 1 REP 5/5	Aufruf des LABELs 1; Programmteil zwischen Satz 10 und Satz 14 wird fünfmal wiederholt (für 6 Senkungen!)
15 L Z+100 R0 F MAX	Elektrode freifahren
16 END PGM REIHE MM	Unterprogramm 1 für komplettes Bohrbild rufen



10

Programmieren: Q-Parameter

10.1 Prinzip und Funktionsübersicht

Mit Q-Parametern können Sie mit einem Bearbeitungs-Programm eine ganze Teilefamilie definieren. Dazu geben Sie anstelle von Zahlenwerten Platzhalter ein: die Q-Parameter.

Q-Parameter stehen beispielsweise für

- Koordinatenwerte
- Elektroden-Daten
- Zyklus-Daten

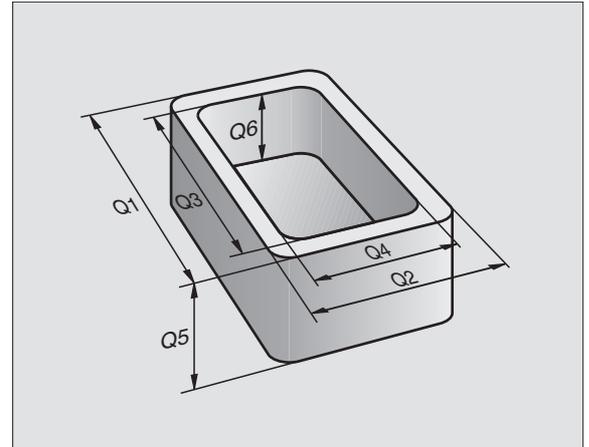
Ein Q-Parameter ist durch den Buchstaben Q und eine Nummer zwischen 0 und 255 gekennzeichnet.

Weiterhin werden mit Q-Parametern **Konturen** bearbeitet, die **über mathematische Funktionen** bestimmt sind.

Mit Q-Parametern lässt sich auch die Ausführung von Bearbeitungsschritten von **logischen Bedingungen** abhängig machen. **Q-Parameter und Zahlenwerte** dürfen in ein Programm **gemischt** eingegeben werden.



Die TNC weist einigen Q-Parametern selbsttätig immer die gleichen Daten zu, z.B. dem Q-Parameter Q108 den aktuellen Elektroden-Radius (siehe „Vorbelegte Q-Parameter“ auf Seite 202).



Automatisches Löschen der Q-Parameter

Die TNC löscht Q-Parameter (und die Status-Anzeige), wenn der Anwender-Parameter 7300=1 ist und im Programm die Zusatz-Funktion M00, M02 oder M30 oder der Satz END abgearbeitet wird.

10.2 Teilefamilien – Q-Parameter statt Zahlenwerte

Mit der Q-Parameter-Funktion FN0: ZUWEISUNG können Sie Q-Parametern Zahlenwerte zuweisen. Dann setzen Sie im Bearbeitungs-Programm statt dem Zahlenwert einen Q-Parameter ein.

NC-Beispielsätze

15 FN0: Q10=25	Zuweisung
...	Q10 erhält den Wert 25
25 L X +Q10	entspricht L X +25

Für Teilefamilien programmieren Sie z.B. die charakteristischen Werkstück-Abmessungen als Q-Parameter.

Für die Bearbeitung der einzelnen Teile weisen Sie dann jedem dieser Parameter einen entsprechenden Zahlenwert zu.

Beispiel

Zylinder mit Q-Parametern

Zylinder-Radius

$$R = Q1$$

Zylinder-Höhe

$$H = Q2$$

Zylinder Z1

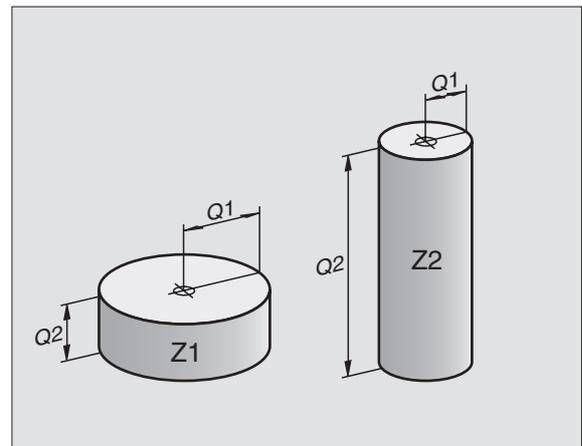
$$Q1 = +30$$

$$Q2 = +10$$

Zylinder Z2

$$Q1 = +10$$

$$Q2 = +50$$



Zahlenwerte an Q-Parameter zuweisen

Beispiel:

Q

Q-Parameter-Funktionen wählen: Taste Q drücken

FN0: ZUWEISUNG

ENT

Funktion FN 0: ZUWEISUNG übernehmen

PARAMETER-NR. FÜR ERGEBNIS?

5

ENT

Nummer des Q- Parameters eingeben: 5

1. WERT ODER PARAMETER?

10

ENT

Q5 den Zahlenwert 10 zuweisen

NC-Beispielsatz

FN0: Q5 = 10

Die TNC weist dem Q-Parameter links vom „="-Zeichen den Zahlenwert rechts davon zu.

10.3 Konturen durch mathematische Funktionen beschreiben

Anwendung

Mit Q-Parametern können Sie mathematische Grundfunktionen im Bearbeitungsprogramm programmieren:

- ▶ Q-Parameter-Funktion wählen: Taste Q drücken (im Feld für Zahlen-Eingabe, rechts). Es erscheint der Dialog: **FN 0: Zuweisung**
- ▶ Funktion direkt anwählen: Taste GOTO drücken, Funktionsnummer eingeben und mit Taste ENT übernehmen oder
- ▶ Funktion mit Pfeiltasten anwählen: Mit den Pfeiltasten die gewünschte Funktion anwählen und mit Taste ENT bestätigen

Übersicht

Funktion

FN0: ZUWEISUNG

z.B. **FN0: Q5 = +60**
Wert direkt zuweisen

FN1: ADDITION

z.B. **FN1: Q1 = -Q2 + -5**
Summe aus zwei Werten bilden und zuweisen

FN2: SUBTRAKTION

z.B. **FN2: Q1 = +10 - +5**
Differenz aus zwei Werten bilden und zuweisen

FN3: MULTIPLIKATION

z.B. **FN3: Q2 = +3 * +3**
Produkt aus zwei Werten bilden und zuweisen

FN4: DIVISION

z.B. **FN4: Q4 = +8 DIV +Q2**
Quotient aus zwei Werten bilden und zuweisen
Verboten: Division durch 0!

FN5: WURZEL

z.B. **FN5: Q20 = SQRT 4**
Wurzel aus einer Zahl ziehen und zuweisen
Verboten: Wurzel aus negativem Wert!

Rechts vom „=“-Zeichen dürfen Sie eingeben:

- zwei Zahlen
- zwei Q-Parameter
- eine Zahl und einen Q-Parameter

Die Q-Parameter und Zahlenwerte in den Gleichungen können Sie beliebig mit Vorzeichen versehen.

Programmier-Beispiel für Grundrechenarten

Parameter Q5 den Wert 10 zuweisen:

Q Q-Parameter-Funktionen wählen: Taste Q drücken

FN 0: ZUWEISUNG

ENT Q-Parameter-Funktion FN0 wählen:
Taste ENT 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: Programmsätze in der TNC

16 FN0: Q5 = +10

17 FN3: Q12 = +Q5 * +7

Parameter Q12 Produkt aus Q5 und Q7 zuweisen:

Q Q-Parameter-Funktionen wählen: Taste Q drücken

FN 0: ZUWEISUNG

GOTO **3** Funktion direkt anwählen: Taste GOTO drücken und Nummer der Funktion eingeben, z.B. FN 3 oder

↑ **↓** Funktion mit Pfeiltasten anwählen

FN 3: MULTIPLIKATION

ENT Funktion FN 3: MULTIPLIKATION übernehmen

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?

Q7 **ENT** 7 als zweiten Wert eingeben

10.4 Winkelfunktionen (Trigonometrie)

Definitionen

Sinus, Cosinus und Tangens entsprechen den Seitenverhältnissen eines rechtwinkligen Dreiecks. Dabei entspricht

Sinus: $\sin \alpha = a / c$

Cosinus: $\cos \alpha = b / c$

Tangens: $\tan \alpha = a / b = \sin \alpha / \cos \alpha$

Dabei ist

- c die Seite gegenüber dem rechten Winkel
- a die Seite gegenüber dem Winkel α
- b die dritte Seite

Aus dem Tangens kann die TNC den Winkel ermitteln:

$$\alpha = \arctan \alpha = \arctan (a / b) = \arctan (\sin \alpha / \cos \alpha)$$

Beispiel:

$$a = 10 \text{ mm}$$

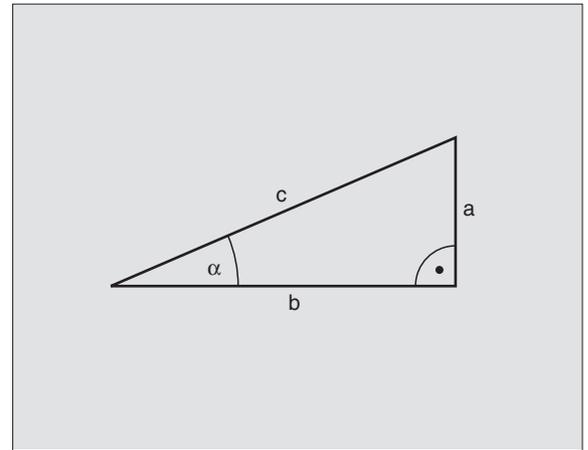
$$b = 10 \text{ mm}$$

$$\alpha = \arctan (a / b) = \arctan 1 = 45^\circ$$

Zusätzlich gilt:

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

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



Funktions-Übersicht

Funktion

FN6: SINUS

z.B. **FN6: Q20 = SIN-Q5**

Sinus eines Winkels in Grad (°) bestimmen und zuweisen

FN7: COSINUS

z.B. **FN7: Q21 = COS-Q5**

Cosinus eines Winkels in Grad (°) bestimmen und zuweisen

FN8: WURZEL AUS QUADRATSUMME

z.B. **FN8: Q10 = +5 LEN +4**

Länge aus zwei Werten bilden und zuweisen

FN13: WINKEL

z.B. **FN13: Q20 = +10 ANG-Q1**

Winkel mit arctan aus zwei Seiten oder sin und cos des Winkels ($0 < \text{Winkel} < 360^\circ$) bestimmen und zuweisen

10.5 Wenn/dann-Entscheidungen mit Q-Parametern

Anwendung

Bei Wenn/Dann-Entscheidungen vergleicht die TNC einen Q-Parameter mit einem anderen Q-Parameter oder einem Zahlenwert. Wenn die Bedingung erfüllt ist, dann setzt die TNC das Bearbeitungs-Programm an dem LABEL fort, der hinter der Bedingung programmiert ist (siehe auch „Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen kennzeichnen“ auf Seite 174). Wenn die Bedingung nicht erfüllt ist, dann führt die TNC den nächsten Satz aus.

Wenn Sie ein anderes Programm als Unterprogramm aufrufen möchten, dann programmieren Sie hinter dem LABEL ein PGM CALL.

Unbedingte Sprünge

Unbedingte Sprünge sind Sprünge, deren Bedingung immer (=unbedingt) erfüllt ist, z.B.

FN9: IF+10 EQU+10 GOTO LBL1

Wenn/dann-Entscheidungen programmieren

Die Wenn/dann-Entscheidungen erscheinen mit Druck auf Funktionstaste Q und der Anwahl über die GOTO Taste oder der Pfeiltasten. Die TNC zeigt folgende Dialoge:

Funktion

FN9: WENN GLEICH, SPRUNG

z.B. FN9: IF +Q1 EQU +Q3 GOTO LBL 5

Wenn beide Werte oder Parameter gleich, Sprung zu angegebenem Label

FN10: WENN UNGLEICH, SPRUNG

z.B. FN10: IF +10 NE -Q5 GOTO LBL 10

Wenn beide Werte oder Parameter ungleich, Sprung zu angegebenem Label

FN11: WENN GROESSER, SPRUNG

z.B. FN11: IF+Q1 GT+10 GOTO LBL 5

Wenn erster Wert oder Parameter größer als zweiter Wert oder Parameter, Sprung zu angegebenem Label

FN12: WENN KLEINER, SPRUNG

z.B. FN12: IF+Q5 LT+0 GOTO LBL 1

Wenn erster Wert oder Parameter kleiner als zweiter Wert oder Parameter, Sprung zu angegebenem Label

Verwendete Abkürzungen und Begriffe

IF	(engl.):	Wenn
EQU	(engl. equal):	Gleich
NE	(engl. not equal):	Nicht gleich
GT	(engl. greater than):	Größer als
LT	(engl. less than):	Kleiner als
GOTO	(engl. go to):	Gehe zu

10.6 Q-Parameter kontrollieren und ändern

Vorgehensweise

Q-Parameter lassen sich während eines Programmlaufs oder Programm-Tests kontrollieren. Um Q-Parameter zu ändern, müssen Sie den Programmlauf bzw. den Programm-Test unterbrechen.



Zusatzbetriebsart MOD wählen



Softkey Status Q-Parameter wählen: Die TNC zeigt am Bildschirm eine Liste der ersten 15 Parameter an.

Um Q-Parameter mit höheren Nummern anzuzeigen, benutzen Sie die Taste GOTO und geben die entsprechende Q-Parameter-Nummer ein, oder halten Sie die Pfeiltaste nach unten gedrückt.

0

ENT

Um Q-Parameter zu ändern, müssen Sie den Programmlauf bzw. den Programm-Test gestoppt haben. Geben Sie den neuen Wert ein, z.B. 0 und bestätigen mit ENT.



Zurückschalten auf die zuletzt aktive Betriebsart.

MOD-FUNKTIONEN	
Q0	= +15
Q1	= +0
Q2	= +0
Q3	= +0
Q4	= +0
Q5	= +0
Q6	= +0
Q7	= +0
Q8	= +0.055
Q9	= +0
Q10	= +1.253
Q11	= +0
Q12	= +0
Q13	= +0
Q14	= +0

0-π							EXT	END
-----	--	--	--	--	--	--	-----	-----

10.7 Q-Parameter und Meldungen ausgeben

Meldungen ausgeben

Mit der Funktion FN14:ERROR werden vorprogrammierte Meldungen des Maschinenherstellers aufgerufen.

Kommt die TNC im Programmablauf oder Programm-Test zu einem Satz mit FN 14, so unterbricht sie und gibt eine Meldung aus. Anschließend muss das Programm neu gestartet werden.

Eingabe:

z.B. FN 14: ERROR = 254

Die TNC gibt dann den unter Fehler-Nummer 254 gespeicherten Text am Bildschirm aus.

Bereich Fehler-Nummern	Standard-Dialog
0 ... 299	FN 14: Fehler-Nummer 0 299
300 ... 799	PLC Dialoge von 0...499

NC-Beispielsatz

```
180 FN14: ERROR = 254
```



Der Maschinenhersteller kann einen Dialog eingeben, der vom Standarddialog abweicht.

Ausgaben über die externe Datenschnittstelle

Mit der Funktion FN 15: PRINT werden Werte von Q-Parametern und Fehlermeldungen über die Datenschnittstelle ausgegeben, zum Beispiel an einen Drucker oder in die Datei %FN15RUN.A.

- FN 15: PRINT mit Zahlenwerten von 0 bis 499 werden auf die PLC-Dialoge 0 bis 499 zugegriffen
z. B. FN 15: PRINT 20
Die Fehlermeldung wird ausgegeben (siehe Übersicht bei FN 14).
- FN 15: PRINT mit Zahlenwert 200
z. B. FN 15: PRINT 200
ETX-Zeichen (end of text) ausgeben
- FN 15: PRINT mit Q-Parameter Q1 bis Q255
z. B. FN 15: PRINT Q20
Der Wert des Q-Parameters wird ausgegeben.

Es lassen sich bis zu sechs Q-Parameter und Zahlenwerte gleichzeitig ausgeben. Die TNC trennt sie mit Schrägstrichen.

NC-Beispielsatz

```
23 FN 15: PRINT 1/Q1/2/Q2
```

Indizierte Zuweisung

Mit der Funktion FN16: INDIZ. DATENZUWEISUNG wird auf einen Q-Parameter zugegriffen, der in einer vorher erstellten Liste steht. Eine Liste kann beispielsweise diametrale Spaltwerte enthalten. Im folgenden Beispiel ist Q55 der „**Zeiger-Parameter**“, der auf einen Q-Parameter in einer Liste zeigt; Q200 ist der „**Basis-Parameter**“, der den Anfang der Liste kennzeichnet.

Beispiel:

```
12 FN 0: Q55 = 5
```

```
...
```

```
23 FN 16: Q20 = Q200 (Q55)
```

```
...
```

Die TNC ordnet dem Q-Parameter Q20 den Wert zu, der in der Liste ab Q200 an fünfter Stelle steht.

Werte an die PLC übergeben/von der PLC empfangen

Mit der Funktion FN 19: PLC können Sie Daten an die PLC senden bzw. Daten von der PLC empfangen.

Beispiel:

```
22 FN 19: PLC + 11/+Q13/Q77
```

Der Wert 11 wird ins Wort D280 übertragen.
Der Inhalt des Q-Parameters Q13 wird ins Wort D284 übertragen (optional eingebbar, ggf mit NO ENT übergehen).
Der Wert aus dem Wort D512 wird von der PLC in den Q-Parameter Q77 übertragen und kann somit im nachfolgenden NC-Teil ausgewertet werden.

```
Q200<-- Q20
Q201 = 0,04
Q202 = 0,08
Q203 = 0,12
Q204 = 0,16
Q205 = 0,20<-- Q55
Q206 = 0,24
Q207 = 0,28
.....
```

10.8 Messen mit einer Antastelektrode während des Programmlaufs

Einführung

Mit einer Antastelektrode lassen sich auch während eines Programmlaufs Positionen am Werkstück erfassen.

Anwendungen:

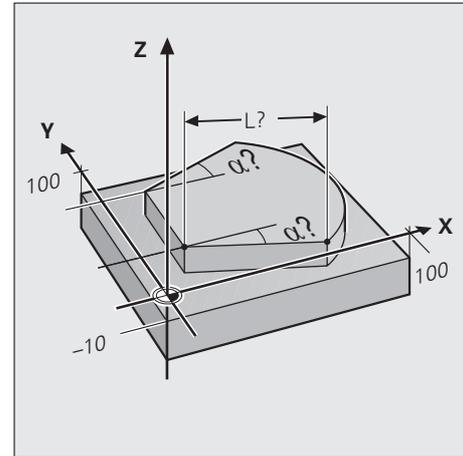
- Höhenunterschiede bei Gussflächen ermitteln
- Toleranzabfragen während der Bearbeitung

Das Antasten wird mit TOUCH PROBE ins Programm einprogrammiert.

Die Elektrode wird vorpositioniert und tastet automatisch die vorgegebene Position an. Die für den Antastpunkt ermittelte Koordinate wird in einem Q-Parameter abgelegt.

Der Antastvorgang wird abgebrochen, wenn die Elektrode innerhalb eines bestimmten Bereichs (über MP 6130 wählbar) das Werkstück nicht berührt.

Als Elektroden-Achse können Sie auch die C-Achse eingeben!



Antasten mit der Elektrode programmieren

TOUCH
PROBE

Antast-Funktion aufrufen: Taste TOUCH PROBE drücken

TCH PROBE 0: BEZUGSEBENE

ENT

Antast-Funktion wählen

PARAMETER-NR. FÜR ERGEBNIS?

5

ENT

Nummer des Q-Parameters eingeben, dem die Koordinate zugewiesen werden soll, z. B. Q5

ANTAST-ACHSE/ANTAST-RICHTUNG?

X

Antast-Achse eingeben, ihre Koordinate wird Q5 zugewiesen, z. B. X

-/+

ENT

Antast-Richtung wählen und übernehmen

POSITIONS-SOLLWERT?

X

5

Alle Koordinaten für die Vorposition der Elektrode eingeben, z. B. X = 5 mm, Y = 1, Z = -5 mm

Y

1

-/+

5

ENT

Eingaben abschließen

NC-Beispielsätze

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

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

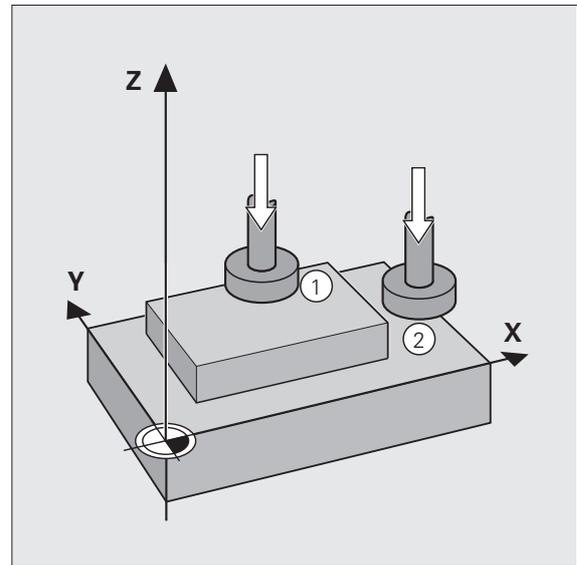


- Die Elektrode manuell so vorpositionieren, dass eine Kollision beim Anfahren der programmierten Vorposition vermieden wird.
- Die programmierbare Antastfunktion können Sie auch einsetzen, wenn die Funktion Bearbeitungsebene schwenken aktiv ist. Die TNC liefert dann die Koordinate des Antastpunktes im geschwenkten System zurück.

Beispiel: Höhe einer Insel auf dem Werkstück bestimmen

Programm-Ablauf

- Koordinaten für die Vorpositionierung der Antastelektrode in Q-Parametern speichern
- Antastpunkt 1 antasten
- Antastpunkt 2 antasten
- Höhe aus Differenz der Z-Werte ermitteln



0	BEGIN PGM ANTASTEN MM	
1	FN 0: Q11 = +20	Parameter-Koordinate für Antastpunkt 1 in der X-Achse
2	FN 0: Q12 = +50	Parameter-Koordinate für Antastpunkt 1 in der Y-Achse
3	FN 0: Q13 = +10	Parameter-Koordinate für Antastpunkt 1 in der Z-Achse
4	FN 0: Q21 = +50	Parameter-Koordinate für Antastpunkt 2 in der X-Achse
5	FN 0: Q22 = +10	Parameter-Koordinate für Antastpunkt 2 in der Y-Achse
6	FN 0: Q23 = +0	Parameter-Koordinate für Antastpunkt 2 in der Z-Achse
7	TOOL CALL 0 Z	Antastelektrode einwechseln
8	L Z+100 R0 F MAX M	Positionieren auf sichere Höhe
9	TCH PROBE 0.0 BEZUGSEBENE Q10 Z-	In negative Richtung anzutastende Z-Koordinate Q10 zuweisen
10	TCH PROBE 0.1 X+Q11 Y+Q12 Z+Q13	Touchprobe gilt für Punkt 1
11	L X+Q21 Y+Q22	Hilfspot für zweite Vorpositionierung
12	TCH PROBE 0.0 BEZUGSEBENE Q20 Z-	In negative Richtung anzutastende Z-Koordinate Q20 zuweisen
13	TCH PROBE 0.1 X+Q21 Y+Q22 Z+Q23	Touchprobe gilt für Punkt 2
14	FN2: Q1 = Q10-Q20	Höhe der Insel ermitteln und Q1 zuweisen
15	STOP	Nach Anhalten des Programmlaufs kann Q1 kontrolliert werden
16	L Z+100 R0 F MAX M2	Antastelektrode freifahren und Programm beenden
17	END PGM ANTASTEN MM	Programmende

10.9 Q-Parameter mit besonderen Funktionen

Freie Q-Parameter

Die Q-Parameter Q0 bis Q79 sind frei verwendbar: Die TNC verwendet für diese Q-Parameter immer den Zahlenwert, den Sie ihnen zuletzt zugewiesen haben (siehe Kapitel 8).

Wenn Sie Teilefamilien mit Q-Parametern programmieren, sollte Sie nur „freie“ Q-Parameter verwenden. So stellen Sie sicher, dass die TNC nicht einen der im Programm verwendeten Parameter überschreibt.

Vorbelegte Q-Parameter

Die TNC belegt die folgenden Q-Parameter immer mit den gleichen Werten, z.B. mit dem Elektroden-Radius oder der Leistungsstufe des Generators.

Q-Parameter mit besonderen Funktionen

Einige Q-Parameter haben besondere Funktionen, z.B. tauscht die TNC mit diesen Parametern Werte zwischen dem Programm und der Nullpunkt-Tabelle aus:
Q80 bis Q84

Vorbelegte Q-Parameter

Zusätzliche Erodier-Parameter: Q96, Q97, Q98

Wenn Sie mit Erodier-Tabellen arbeiten, kann der Maschinenhersteller zusätzliche Erodier-Parameter festlegen in den Q-Parametern Q96, Q97 und Q98.

Der Maschinenhersteller gibt zu diesen Q-Parametern nähere Informationen.

Informationen aus der Erodier-Tabelle

Wenn Sie mit einer Erodier-Tabelle arbeiten, stehen folgende Erodier-Parameter, auch in Q-Parametern zur Verfügung.

Erodier-Parameter	Parameter
Aktuelle Leistungsstufe LS	Q99
Oberflächen-Rauhigkeit [μm]	Q148
Höchste Leistungsstufe	Q150
Niedrigste Leistungsstufe	Q151
Nummer der aktiven Erodier-Tabelle	Q152
Mindest-Untermaß UNS der niedrigsten Leistungsstufe [mm]	Q154
Diametraler Spalt 2G der niedrigsten Leistungsstufe [mm]	Q155
Diametraler Spalt 2G der höchsten Leistungsstufe [mm]	Q156
Diametraler Spalt 2G von der niedrigsten bis zur höchsten Leistungsstufe [mm]	Q201 bis Q225
Mindest-Untermaß UNS von der niedrigsten bis zur höchsten Leistungsstufe [mm]	Q231 bis Q255

Q-Parameter, wenn ohne Erodier-Tabelle gearbeitet wird: Q90 bis Q99

Wenn Sie ohne Erodier-Tabellen arbeiten, müssen Sie die Q-Parameter zum Erodieren (Q90 bis Q99) verwenden.

Der Maschinenhersteller gibt zu diesen Q-Parametern nähere Informationen.

Elektroden-Daten: Q108, Q158 bis Q160

Die TNC weist die Elektroden-Daten, die Sie im TOOL DEF-, TOOL CALL und EL-CORR-Satz eingeben, folgenden Q-Parametern zu:

Angabe	Parameter
Elektroden-Radius aus TOOL DEF	Q108
Elektroden-Untermaß aus TOOL CALL	Q158
Elektroden-Länge aus TOOL DEF	Q159
Elektroden-Nummer aus TOOL CALL	Q160

Elektroden-Achse Q109

Der Wert des Parameters Q109 hängt von der aktuellen Elektroden-Achse ab:

Werkzeug-Achse	Parameter-Wert
Keine Werkzeug-Achse definiert	Q109 = -1
Z-Achse	Q109 = 2
Y-Achse	Q109 = 1
X-Achse	Q109 = 0

Zusatz-Funktionen für das freie Drehen der C-Achse: Q110

Der Wert des Parameters Q110 hängt von der zuletzt programmierten M-Funktion für das Drehen der C-Achse ab:

Definition von Zusatz-Funktionen	Parameter-Wert
Kein M3, M4 oder M5 definiert	Q110 = -1
M03: Freies Drehen C-Achse EIN	Q110 = 0
M04: freies Drehen C-Achse AUS	Q110 = 1
M05 aktiv	Q110 = 2

Spülung: Q111

M-Funktion	Parameter-Wert
Direkt nach Programm-Anwahl	Q111 = -1
Spülung AUS (M09 aktiv)	Q111 = 0
Spülung EIN (M08 aktiv)	Q111 = 1

Drehebene beim Zyklus DREHUNG: Q112

Drehebene	Parameter-Wert
keine Ebene definiert	Q112 = -1
Y/Z-Ebene	Q112 = 0
Z/X-Ebene	Q112 = 1
X/Y-Ebene	Q112 = 2

Maßangaben des Hauptprogramms: Q113

Maßangaben des Hauptprogramms	Parameter-Wert
Direkt nach Programm-Anwahl	Q113 = -1
Metrisches System (mm)	Q113 = 0
Zoll-System (inch)	Q113 = 1

Maßangaben der Erodier­tabelle: Q114

Maßangaben der Erodier­tabelle	Parameter-Wert
Direkt nach Tabellen-Anwahl	Q114 = -1
Metrisches System (mm)	Q114 = 0
Zoll-System (inch)	Q114 = 1

Koordinaten nach Antasten während des Programmlaufs: Q115 bis Q119

Die Parameter Q115 bis Q119 enthalten nach einer programmierten Messung mit der Antast-Elektrode die Koordinaten der Spindelposition im **Maschinen-System** zum Antast-Zeitpunkt.

Länge und Radius der Antast-Elektrode werden bei diesen Koordinaten nicht berücksichtigt:

Koordinatenachse	Parameter
X-Achse	Q115
Y-Achse	Q116
Z-Achse	Q117
IV.-Achse	Q118
V.-Achse	Q119

Koordinaten nach Antasten während des Programmlaufs: Q120 bis Q124

Die Parameter Q120 bis Q124 enthalten nach einer programmierten Messung mit der Antast-Elektrode die Koordinaten der Spindelposition im **Werkstück-System** zum Antast-Zeitpunkt.

Länge und Radius der Antast-Elektrode werden bei diesen Koordinaten nicht berücksichtigt:

Koordinatenachse	Parameter
X-Achse	Q120
Y-Achse	Q121
Z-Achse	Q122
IV.-Achse	Q123
V.-Achse	Q124

Information beim zeitabhängigen Erodieren: Q153

Die TNC weist dem Q-Parameter Q153 Werte zu, wenn Sie mit dem Zyklus 2 ZEITABH. ERODIEREN arbeiten:

Information	Parameter-Wert
Rücksprung in das Hautprogramm, z.B. aus Unterprogramm	Q153 = 0
Zeit beim Erodieren überschritten und Zyklus 17 SCHEIBE abgebrochen	Q153 = 1
Zyklus 2 ZEITABH. ERODIEREN abgearbeitet	Q153 = 2

Information über Folgeelektrode: Q157

Angabe	Parameter-Wert
Folgeelektrode = JA	Q157 = 1
Folgeelektrode = NEIN	Q157 = MP2040

Nummer des Zyklus der mit CYCL CALL gerufen wird: Q162

Angabe	Parameter
Zyklus-Nummer	Q162

Spaltmaß LS-max beim Abarbeiten des Zyklus 1 GENERATOR: Q164

Angabe	Parameter
Spaltmaß	Q164

Q-Parameter mit besonderen Funktionen

Die TNC nutzt einige Q-Parameter, um z.B. Koordinaten zwischen der Nullpunkt-Tabelle oder der integrierten PLC und dem Programm auszutauschen.

Q-Parameter für die Nullpunkt-Tabelle: Q81 bis Q84

Die TNC tauscht mit den folgenden Q-Parametern Koordinaten zwischen der Nullpunkt-Tabelle und dem Bearbeitungs-Programm aus:

Nullpunkt-Koordinaten	Parameter
Nummer des Nullpunkts in der Tabelle	Q80
X-Koordinate	Q81
Y-Koordinate	Q82
Z-Koordinate	Q83
C-Koordinate	Q84
Koordinate der 5. Achse	Q85

Q-Parameter von der PLC: Q100 bis Q107

Die TNC kann vorgelegte Q-Parameter von der integrierten PLC übernehmen (Q100 bis Q107).

Der Maschinenhersteller gibt zu diesen Q-Parametern nähere Informationen.

Bearbeitungszeit: Q161

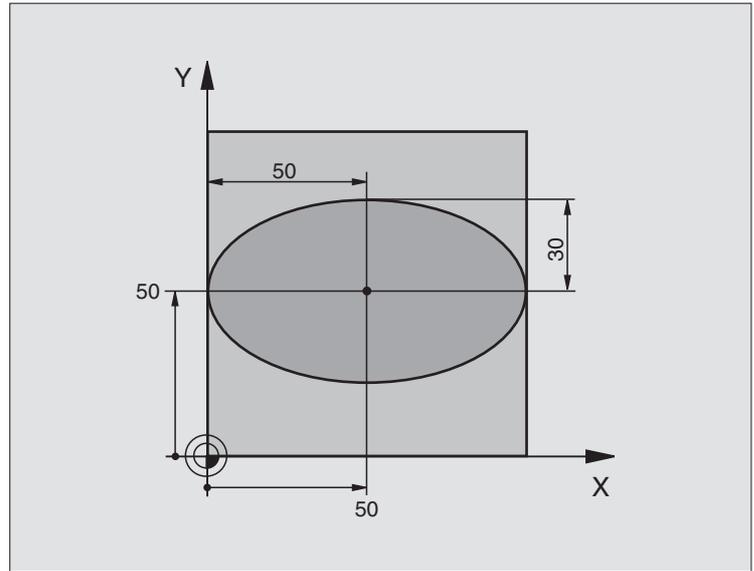
Die TNC speichert die Bearbeitungszeit im Q-Parameter Q161.

Format: hh:mm:ss

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



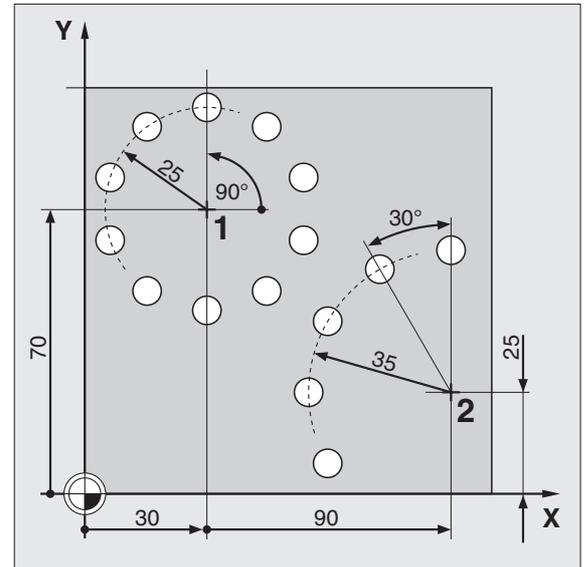
0	BEGIN PGM ELLIPSE MM	
1	FN 0: Q1 = +50	Mitte X-Achse
2	FN 0: Q2 = +50	Mitte Y-Achse
3	FN 0: Q3 = +50	Halbachse X
4	FN 0: Q4 = +30	Halbachse Y
5	FN 0: Q5 = +0	Startwinkel in der Ebene
6	FN 0: Q6 = +360	Endwinkel in der Ebene
7	FN 0: Q7 = +40	Anzahl der Berechnungs-Schritte
8	FN 0: Q8 = +0	Drehlage der Ellipse
9	FN 0: Q9 = +5	Frästiefe
10	FN 0: Q10 = +100	Tiefenvorschub
11	FN 0: Q11 = +350	Fräsvorschub
12	FN 0: Q12 = +2	Sicherheits-Abstand für Vorpositionierung
13	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition
14	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
15	CYCL DEF 1.0 GENERATOR	Zyklus GENERATOR (siehe „Zyklus 1 GENERATOR“ auf Seite 133)
16	CYCL DEF 1.1 P-TAB 300	Gewünschte Erodier-Tabelle, z.B. Tabelle 300
17	CYCL DEF 1.2 MAX=12 MIN=8	Leistungsstufen, z.B. zwischen 8 und 12
18	TOOL DEF 1 L+0 R+5	Elektroden-Definition im Programm
19	TOOL CALL 1 U+1	Elektroden-Aufruf in Zustellachse Z; Untermaß 1 mm

20	L Z+250 R0 F MAX M	Elektrode freifahren
21	CALL LBL 10	Bearbeitung aufrufen
22	L Z+100 R0 F MAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
23	LBL 10	Unterprogramm 10: Bearbeitung
24	CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	Nullpunkt ins Zentrum der Ellipse verschieben
25	CYCL DEF 7.1 X+Q1	
26	CYCL DEF 7.2 Y+Q2	
27	CYCL DEF 10.0 DREHUNG	Drehlage in der Ebene verrechnen
28	CYCL DEF 10.1 ROT+Q8	
29	FN2 Q35 = Q6 - Q5	Endwinkel - Startwinkel
30	FN4 Q35 = Q35 DIV Q7	Winkelschritt berechnen
31	FN0 Q37 = 0	Schnitzzähler setzen
32	FN7 Q36 = COS Q5	
33	FN3 Q21 = Q3 * Q36	X-Koordinate des Startpunkts berechnen
34	FN7 Q36 = SIN Q5	
35	FN3 Q22 = Q4 * Q36	Y-Koordinate des Startpunkts berechnen
36	L X+Q21 Y+Q22 R0 F MAX M36	Startpunkt anfahren in der Ebene; Erodieren EIN
37	L Z+Q12 R0 F MAX M	Vorpositionieren auf Sicherheits-Abstand in der Spindelachse
38	L Z-Q9 R0 FQ10 M	Auf Bearbeitungstiefe fahren
39	LBL 1	
40	FN1 Q36 = Q5 + Q35	Winkel aktualisieren
41	FN1 Q37 = Q37 + 1	Schnitzzähler aktualisieren
42	FN7 Q38 = COS Q36	
43	FN3 Q21 = Q3 * Q38	Aktuelle X-Koordinate berechnen
44	FN6 Q38 = SIN Q36	
45	FN3 Q22 = Q4 * Q38	Aktuelle Y-Koordinate berechnen
46	L X+Q21 Y+Q22 R0 FQ11 M	Nächsten Punkt anfahren
47	FN 12: IF +Q37 LT +Q7 GOTO LBL 1	Abfrage ob unfertig, wenn ja dann Rücksprung zu LBL 1
48	CYCL DEF 10.0 DREHUNG	Drehung rücksetzen
49	CYCL DEF 10.1 ROT+0	
50	CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	Nullpunkt-Verschiebung rücksetzen
51	CYCL DEF 7.1 X+0	
52	CYCL DEF 7.2 Y+0	
53	L Z+Q12 R0 F MAX M37	Auf Sicherheits-Abstand fahren; Erodieren AUS
54	LBL 0	Unterprogramm-Ende
55	END PGM ELLIPSE MM	

Beispiel: Lochkreise

Programm-Ablauf

- Parameter-Koordinaten für den Vollkreis definieren
- Parameter-Koordinaten für den Teilkreis definieren
- Die Positionen zum Senken werden jeweils im Unterprogramm LBL1 durch Bewegungen in der Ebene mittels Polarkoordinaten angefahren



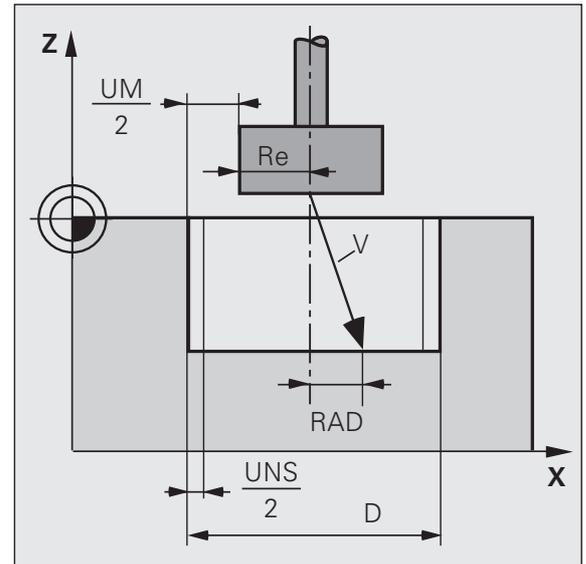
0	BEGIN PGM LOECHER MM	
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition: MIN-Punkt
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	Rohteil-Definition: MAX-Punkt
3	CYCL DEF 1.0 GENERATOR	Zyklus GENERATOR (siehe „Zyklus 1 GENERATOR“ auf Seite 133)
4	CYCL DEF 1.1 P-TAB 300	Gewünschte Erodier-Tabelle, z.B. Tabelle 300
5	CYCL DEF 1.2 MAX=12 MIN =12	eine Leistungsstufe festlegen, z.B. 12
6	TOOL DEF 1 L+0 R+5	Elektroden-Definition im Programm
7	TOOL CALL 1 Z U+1	Elektroden-Aufruf in Zustellachse Z; Untermaß 1 mm
8	L Z+100 R0 F MAX M	Freifahren in der Zustellachse; Eilgang; Elektrode einwechsel
9	FN 0: Q1 = +30	Vollkreis 1: Mitte X
10	FN 0: Q2 = +70	Vollkreis 1: Mitte Y
11	FN 0: Q3 = +10	Vollkreis 1: Anzahl der Senkungen
12	FN 0: Q4 = +25	Vollkreis 1: Radius
13	FN 0: Q5 = +90	1 und 2: Start-Winkel
14	FN 0: Q6 = +0	Vollkreis 1: Fortschalt-Winkel (Eingabewert 0: Vollkreis)
15	FN 0: Q7 = +2	1 und 2: Sicherheits-Abstand
16	FN 0: Q8 = -15	1 und 2: Erodier-tiefe
17	CALL LBL 1	Aufruf Unterprogramm 1 für Vollkreis

18	FN 0: Q1 = +90	Kreis-Segment 2: Mitte X
19	FN 0: Q2 = +25	Kreis-Segment 2: Mitte Y
20	FN 0: Q3 = +5	Kreis-Segment 2: Anzahl der Senkungen
21	FN 0: Q4 = +35	Kreis-Segment 2: Radius
22	FN 0: Q6 = +30	Kreis-Segment 2: Fortschalt-Winkel
23	CALL LBL 1	Aufruf Unterprogramm 1 für Teilkreis
24	LBL 1	Unterprogramm 1
25	FN 0: Q10 = +0	Zähler für fertige Senkungen rücksetzen
26	FN 10: IF +Q6 NE +0 GOTO LBL 10	Wenn Fortschalt-Winkel ungleich 0, dann Sprung auf LBL 10
27	FN 4: Q6 = +360 DIV +Q3	Fortschaltwinkel für Vollkreis berechnen
28	LBL 10	
29	FN 1: Q11 = +Q5 + +Q6	Winkel für zweite Senkposition
30	CC X+Q1 Y+Q2	Pol ins Zentrum legen
31	LP PR+Q4 PA+Q5 RO F MAX M3	Drehlage in der Ebene verrechnen
32	L Z+Q7 RO F MAX M	Elektrode vorpositionieren im Sicherheits-Abstand
33	L Z+Q8 R F M36	Erste Senkung; Erodieren EIN
34	L Z+Q7 R F MAX M37	Elektrode zurückziehen; Erodieren AUS
35	FN 1: Q10 = +Q10 + +1	Zähler für fertige Senkungen erhöhen
36	FN 9: IF +Q10 EQU +Q3 GOTO LBL 99	Wenn fertig, dann Sprung auf LBL 99
37	LBL 2	
38	LP PR+Q4 PA+Q11 RO F MAX M	Nächste Senkung anfahren
39	L Z+Q8 R F M36	Erodieren
40	L Z+Q7 R F MAX M37	Elektrode freifahren; Erodieren AUS
41	FN 1: Q10 = +Q10 + +1	Zähler für fertige Senkungen erhöhen
42	FN 1: Q11 = +Q11 + +Q6	Winkel für nächste Senkung berechnen
43	FN 12: IF +Q10 LT +Q3 GOTO LBL 2	Wenn noch nicht fertig, dann Sprung auf LBL 2
44	LBL 99	
45	L Z+200 R F MAX M	Elektrode freifahren
46	LBL 0	Unterprogramm-Ende
47	END PGM LOECHER MM	

Beispiel: Senkung mit Zyklus Scheibe

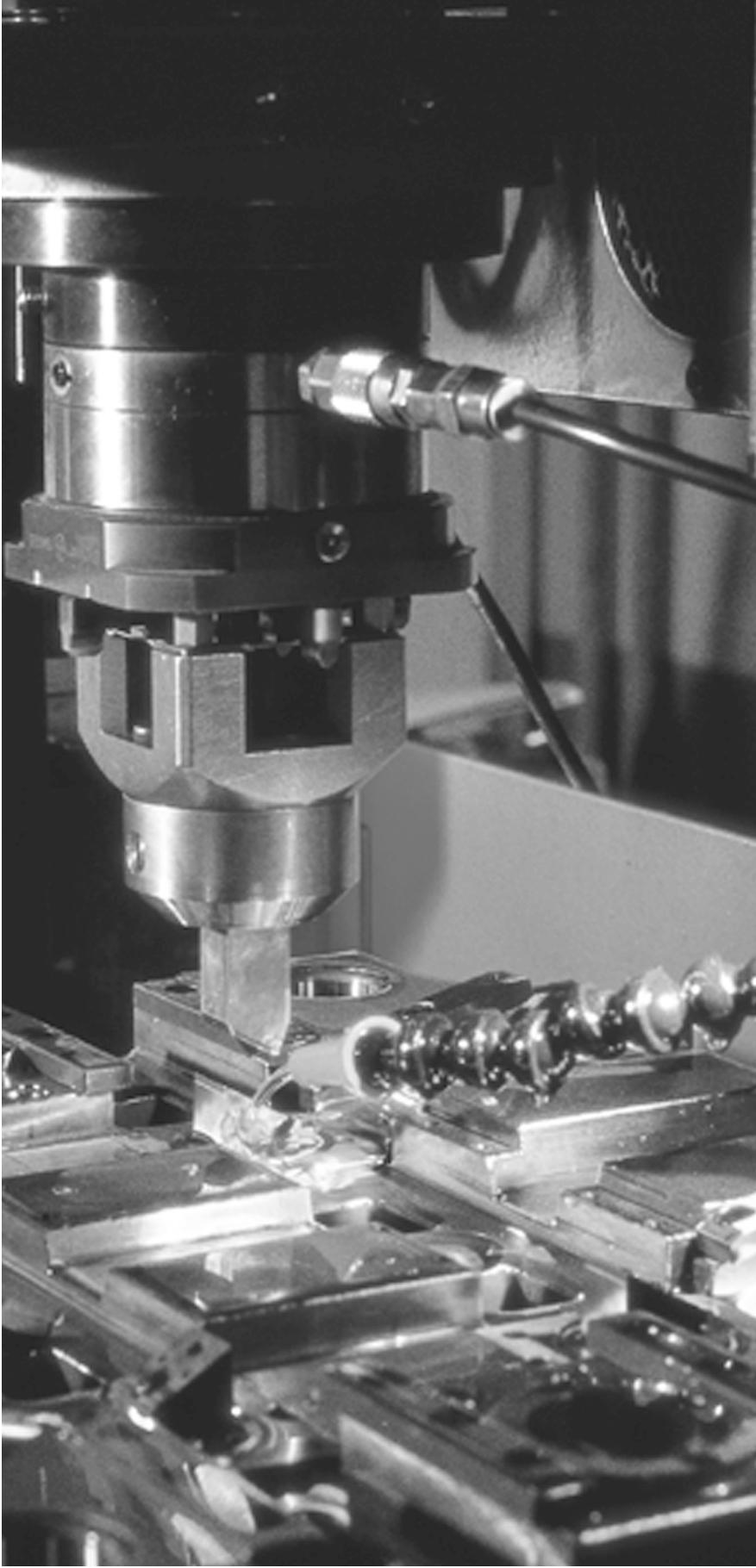
Programm-Ablauf

- Das Programm greift mit indizierter Datenzuweisung über die Leistungsstufe auf das Mindest-Untermaß UNS zu.
- Das Mindest-Untermaß UNS steht in der Erodier-Tabelle.
- Berechnungen im Programm:
 Untermaß $UM = D - 2 \cdot R$
 Aufweitradius $RAD = 0,5 \cdot (UM - UNS)$
- Die Tiefe der Senkung T wird verringert um UNS im Zyklus SCHEIBE programmiert. Der Elektroden-Radius muss größer sein als der Radius der Senkung ($= 0,5 \cdot D=20 \text{ mm}$)



0	BEGIN PGM QSCH MM	
1	FN 0: Q1 = - 10	Tiefe der Senkung T
2	FN 0: Q2 = + 40	Durchmesser der Senkung D
3	FN 0: Q99 = 6	Leistungsstufe
4	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition: MIN-Punkt
5	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	Rohteil-Definition: MAX-Punkt
6	CYCL DEF 1.0 GENERATOR	Zyklus GENERATOR (siehe „Zyklus 1 GENERATOR“ auf Seite 133)
7	CYCL DEF 1.1 P-TAB 100	Gewünschte Erodier-Tabelle, z.B. Tabelle 100
8	CYCL DEF 1.2 MAX=6 MIN =6	Leistungsstufen festlegen
9	TOOL DEF 1 L+0 R+12	Elektroden-Definition im Programm
10	TOOL CALL 1 Z U+1	Elektroden-Aufruf in Zustellachse Z; Untermaß 1 mm
11	L Z+100 RO F MAX M	Freifahren in der Zustellachse; Eilgang; Elektrode einwechseln
12	L X+50 Y+50 Z+2 RO FMAX M	Startposition
13	FN 3: Q10 = +2 * +Q108	Elektroden-durchmesser berechnen
14	FN 2: Q10 = +Q2 - +Q10	Untermaß UM berechnen
15	TOOL CALL 1 Z UM +Q10	Werkzeug-Aufruf mit UM
16	FN 16: Q11 = Q231 (Q99)	UNS ermitteln
17	FN 2: Q12 = +Q10 - +Q11	Aufweitradius RAD berechnen

18	FN 4: Q12 = +Q12 DIV +2	
19	FN 1: Q13 = +Q1 + +Q11	T-UNS berechnen
20	CYCL DEF 17.0 SCHEIBE	
21	CYCL DEF 17.1 Z+Q13 M36	Zyklus SCHEIBE (siehe „Zyklus 17 SCHEIBE“ auf Seite 142), Tiefe T-UNS; Erodieren EIN
22	CYCL DEF 17.2 RAD=Q12 MOD=0	Aufweitradius Q12; kreisförmig aufweiten
23	L Z+100 R0 FMAX M37	Elektrode freifahren; Erodieren AUS
24	END PGM QSCH MM	



11

**Programm-Test
und Programmlauf**

11.1 Grafiken

Anwendung

In den Programmlauf-Betriebsarten und der Betriebsart Programm-Test simuliert die TNC eine Bearbeitung grafisch. Über Softkey BLK FORM ON/OFF legen Sie fest, ob die Grafik angezeigt werden soll oder nicht. Über Softkeys wählen Sie auch, in welcher Darstellung die TNC das Werkstück darstellen soll. Folgende Möglichkeiten stehen zur Verfügung:

- Draufsicht
- Darstellung in 3 Ebenen
- 3D-Darstellung

Die TNC zeigt keine Grafik, wenn

- das aktuelle Programm keine gültige Rohteil-Definition enthält
- kein Programm angewählt ist



Die grafische Simulation können Sie nicht für Programmteile bzw. Programme mit Drehachsen-Bewegungen oder geschwenkter Bearbeitungsebene nutzen: In diesen Fällen gibt die TNC eine Fehlermeldung aus.

Die TNC stellt ein im TOOL CALL-Satz programmiertes Radius-Aufmaß DR nicht in der Grafik dar.

Die TNC kann die Grafik nur dann darstellen, wenn das Verhältnis kürzeste: längste Seite der **BLK FORM** kleiner als 1 : 64 ist.

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	

Draufsicht



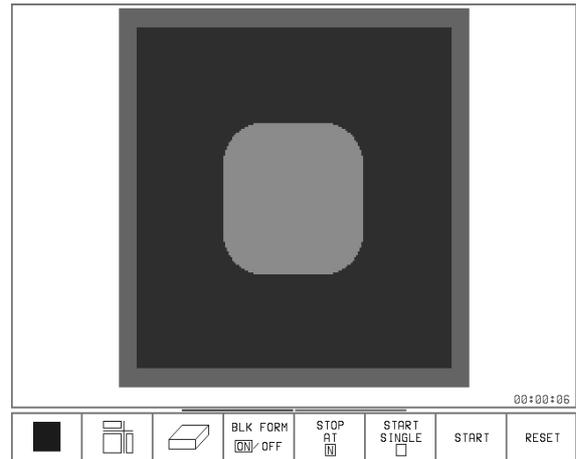
► Draufsicht mit Softkey wählen



► Anzahl der Tiefenniveaus mit Softkey wählen (Leiste umschalten): Umschalten zwischen 16 oder 32 Tiefenniveaus; für die Tiefendarstellung dieser Grafik gilt:

„Je tiefer, desto dunkler“

Diese grafische Simulation läuft am schnellsten ab.



Darstellung in 3 Ebenen

Die Darstellung zeigt eine Draufsicht mit 2 Schnitten, ähnlich einer technischen Zeichnung. Ein Symbol links unter der Grafik gibt an, ob die Darstellung der Projektionsmethode 1 oder der Projektionsmethode 2 nach DIN 6, Teil 1 entspricht (über MP7310 wählbar).

Bei der Darstellung in 3 Ebenen stehen Funktionen zur Ausschnittsvergrößerung zur Verfügung.

Zusätzlich können Sie die Schnittebene über Softkeys verschieben:



► Darstellung in 3 Ebenen mit Softkey wählen

► Schalten Sie die Softkey-Leiste um, bis die TNC folgende Softkeys zeigt:

Funktion	Softkeys	
Vertikale Schnittebene nach rechts oder links verschieben		
Horizontale Schnittebene nach oben oder unten verschieben		

Die Lage der Schnittebene ist während des Verschiebens am Bildschirm sichtbar.

3D-Darstellung

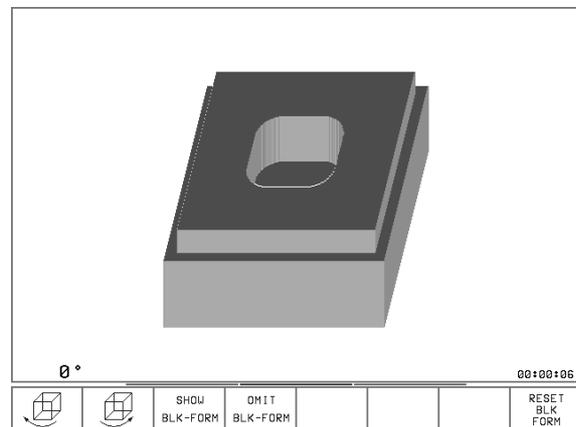
Die TNC zeigt das Werkstück räumlich.

Die 3D-Darstellung können Sie um die vertikale Achse drehen. Die Umrisse des Rohteils zu Beginn der grafischen Simulation können Sie als Rahmen anzeigen lassen.

In der Betriebsart Programm-Test stehen Funktionen zur Ausschnittsvergrößerung zur Verfügung.



► 3D-Darstellung mit Softkey wählen



3D-Darstellung drehen

Softkey-Leiste umschalten, bis folgende Softkeys erscheinen:

Funktion	Softkeys
Darstellung in 27°-Schritten vertikal drehen	 

Der aktuelle Drehwinkel der Darstellung steht links unter der Grafik.

Rahmen für die Umrisse des Rohteils ein- und ausblenden

	▶ Rahmen einblenden: Softkey SHOW BLK-FORM
	▶ Rahmen ausblenden: Softkey OMIT BLK-FORM

Ausschnitts-Vergrößerung

Den Ausschnitt können Sie in der Betriebsart Programm-Test ändern, für

- Darstellung in 3 Ebenen und die
- 3D-Darstellung

Dafür muss die grafische Simulation gestoppt sein. Eine Ausschnitts-Vergrößerung ist immer in allen Darstellungsarten wirksam.

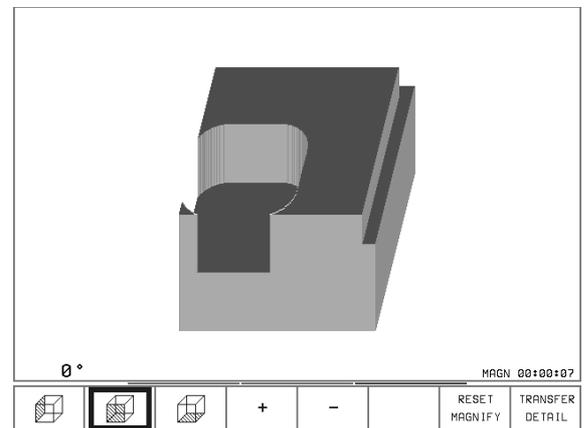
Softkey-Leiste in der Betriebsart Programm-Test umschalten, bis folgende Softkeys erscheinen:

Funktion	Softkeys
Linke/rechte Werkstückseite wählen	 
Vordere/hintere Werkstückseite wählen	 
Obere/untere Werkstückseite wählen	 
Schnittfläche zum Verkleinern oder Vergrößern des Rohteils verschieben	 
Ausschnitt übernehmen	

Ausschnitts-Vergrößerung ändern

Softkeys siehe Tabelle

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



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
Rohteil wieder abbilden wie zuletzt dargestellt	
Rohteil nach Ausschnitts-Vergrößerung mit TRANSFER DETAIL wieder gemäß programmierter BLK FORM abbilden	



Mit dem Softkey RESET MAGNIFY zeigt die TNC – auch nach einem Ausschnitt ohne TRANSFER DETAIL – das Rohteil wieder in programmierter Größe an.

11.2 Programm-Test

Anwendung

In der Betriebsart PROGRAMM-TEST überprüft die TNC Programme und Programmteile auf folgende Fehler, ohne die Maschinenachsen zu verfahren:

- geometrischen Unverträglichkeiten
- fehlenden Angaben
- nicht ausführbaren Sprüngen

Die folgenden TNC-Funktionen können in der Betriebsart PROGRAMM-TEST genutzt werden:

- Programm-Test satzweise
- Sätze überspringen
- Funktionen für die grafische Darstellung

Programm-Test ausführen



- ▶ Betriebsart Programm-Test wählen
- ▶ Programm wählen das Sie testen wollen
- ▶ Drücken Sie den Softkey START, die TNC testet das Programm bis zum Ende oder bis zur nächsten programmierten Unterbrechung

Die TNC zeigt folgende Softkeys:

Funktionen	Softkey
Programm, Status und Rohteil rücksetzen	RESET
Gesamtes Programm testen	START
Programm-Test anhalten	STOP
Jeden Programm-Satz einzeln testen	START SINGLE □
Programm-Test bis zu einem bestimmten Satz ausführen	STOP AT □
Programm-Test mit (ON umrahmt) oder ohne (OFF umrahmt) Grafik durchführen	BLK-FORM ON / OFF

Programm-Test bis zu einem bestimmten Satz ausführen

Wenn Sie das Programm nur bis zu einem bestimmten Programm-Satz testen wollen:

- ▶ Programm wählen das Sie testen wollen



- ▶ Drücken Sie den Softkey STOP AT N
- ▶ Geben Sie die Satznummer ein, bis zu der die TNC das Programm testen soll
- ▶ Wenn der Satz in einem anderen Programm steht, geben Sie das PROGRAMM ein
- ▶ Wenn der Satz in einem anderen Programm steht, geben Sie das PROGRAMM ein
- ▶ Wenn die Satznummer innerhalb einer Programmteil-Wiederholung liegt, geben Sie die WIEDERHOLUNGEN ein
- ▶ Starten Sie den Programm-Test mit START

Bearbeitungszeit

Die TNC zeigt die Simulationszeit zwischen den Programm-Sätzen und der Status-Anzeige an.

11.3 Programmmlauf

Anwendung

In der Betriebsart PROGRAMMLAUF SATZFOLGE führt die TNC ein Bearbeitungsprogramm kontinuierlich bis zum Programmende oder bis zu einer Unterbrechung aus.

In der Betriebsart PROGRAMMLAUF EINZELSATZ wird jeder Satz nach Drücken der externen START-Taste einzeln ausgeführt.

Die folgenden TNC-Funktionen können für einen Programmmlauf genutzt werden:

- Programmmlauf unterbrechen
- Q-Parameter kontrollieren und ändern
- Funktionen für die grafische Darstellung

Parallelbetrieb

Aus dem Programmmlauf können Sie in die Betriebsart PROGRAMM EINSPEICHERN umschalten, um z.B. ein anderes Programm während der Bearbeitung einzugeben.

Bearbeitungszeit

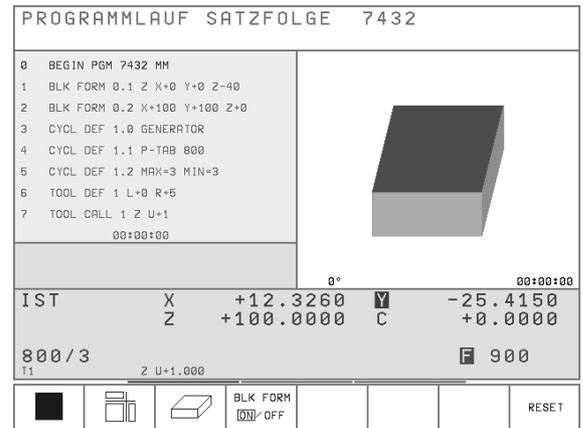
Die TNC zeigt die berechnete Bearbeitungszeit zwischen Programm-Sätzen und Status-Anzeige an. Die TNC löscht den Zähler für die Bearbeitungszeit, wenn Sie ein neues Programm wählen.

Erodierparameter während des Programmmlaufs ändern

Die TNC zeigt die Erodierparameter der aktiven Leistungsstufe in einer Zeile am Bildschirm an. Mit den waagrechten Pfeiltasten können Sie jeden Erodierparameter anwählen. Mit den senkrechten Pfeiltasten können Sie die Parameter-Einstellung während des Programmmlaufs verändern. Wenn Sie Parameter-Einstellungen ändern, werden diese nicht in die Erodier-Tabelle zurückgeschrieben.



Ihr Maschinenhersteller kann das Ändern von einzelnen Erodierparametern sperren. Beachten Sie Ihr Maschinen-Handbuch.



Bearbeitungs-Programm ausführen

Vorbereitung

- 1 Werkstück auf dem Maschinentisch aufspannen
- 2 Bezugspunkt setzen

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 selbsttätig.

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
- Zusatzfunktion M0, M2 oder M30
- Zusatzfunktion M6 (wird vom Maschinenhersteller festgelegt)

Bearbeitung durch Tastendruck unterbrechen

Der Satz, den die TNC zum Zeitpunkt des Tastendrucks abarbeitet, wird nicht vollständig ausgeführt.



Bearbeitung anhalten

* in der Status-Anzeige blinkt.
Nachdem Sie den Softkey „Hand“ gedrückt haben, können die Achsen mit den Achsrichtungstasten manuell verfahren werden. Um den Unterbrechungspunkt wieder anzufahren, benutzen Sie die Funktion Wiederanfahren an die Kontur (siehe „Fortfahren nach einer Unterbrechung“ auf Seite 225).

Wenn Sie die Bearbeitung abbrechen wollen, drücken Sie die Taste STOP.



Bearbeitung abbrechen

* in der Status-Anzeige erlischt.

Bearbeitung unterbrechen durch Umschalten auf Betriebsart PROGRAMMLAUF EINZELSATZ

Die Bearbeitung wird unterbrochen, nachdem der aktuelle Bearbeitungsschritt ausgeführt ist.



PROGRAMMLAUF EINZELSATZ wählen

Satzvorlauf

Wenn Sie die Bearbeitung nicht mit dem ersten Programmsatz beginnen wollen:

- ▶ Testen Sie das Programm in der Betriebsart PROGRAMMTEST bis zu einem beliebigen Satz.
- ▶ Schalten Sie in die Betriebsart PROGRAMMLAUF.
- ▶ Starten Sie den Programmlauf mit dem aktuellen Satz.

Die TNC fährt die Achsen in einer festgelegten Reihenfolge (Positionierlogik) an die Kontur. Während die TNC die Achsen verfährt, zeigt sie die Meldung „Wiederanfahren aktiv“ an. Auf diese Weise können Sie beliebig oft zwischen PROGRAMMTEST und PROGRAMMLAUF umschalten.

Fortfahren nach einer Unterbrechung

Nach einer Unterbrechung können Sie mit dem Satzvorlauf wieder zu der Stelle im Programm gehen, an der unterbrochen wurde. M-Funktionen, die nicht von der NC ausgewertet werden, müssen Sie manuell aktivieren, bevor Sie mit der Bearbeitung fortfahren.



Wird ein Programmlauf während eines Bearbeitungszyklus unterbrochen, so muss mit dem Zyklusanfang fortgefahren werden. Bereits ausgeführte Bearbeitungsschritte werden dann erneut abgefahren.

Wenn Sie den Programmlauf in einem aufgerufenem Programm unterbrochen haben, bietet die TNC nach Druck auf die Taste PGM NAME (bzw. PGM MGT) automatisch das Hauptprogramm an.

Programmlauf mit **START-Taste** fortsetzen

Durch Drücken auf die externe START-Taste wird der Programmlauf fortgesetzt, wenn das Programm auf folgende Art angehalten wurde:

- 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:

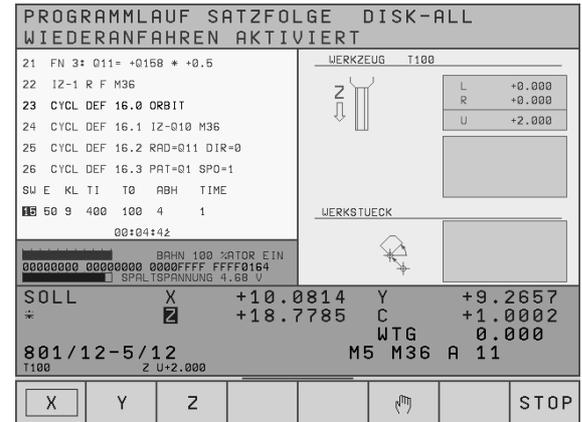
- ▶ TNC und Maschine abschalten
- ▶ Fehlerursache beseitigen
- ▶ Neustart

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

Wiederanfahren an die Unterbrechungsstelle

Nachdem Sie mit der Taste NC-Stop die Bearbeitung unterbrochen haben, können Sie mit dem Softkey „Hand“ die Maschinenachsen wie im MANUELLEN BETRIEB verfahren, um z.B. die Elektrode auf Beschädigungen zu prüfen. Anschließend können Sie die Elektrode von der TNC wieder an die Unterbrechungsstelle positionieren lassen:

- ▶ Programmablauf unterbrechen: Taste NC-Stop drücken, der * in der Status-Anzeige blinkt.
- ▶ Softkey „Hand“ drücken, um die Maschinenachsen verfahren zu können.
- ▶ Elektrode mit den Achsrichtungstasten auf eine beliebige Position verfahren.
- ▶ Um die Unterbrechungsstelle wieder anzufahren: Softkey RESTORE POSITION drücken, die TNC aktiviert die Funktion Wiederanfahren (siehe Bild rechts oben).
- ▶ Per Softkey Achse wählen, die positioniert werden soll und anschließend NC-Start drücken.
- ▶ Auf diese Weise alle Achsen an die Unterbrechungsstelle positionieren.
- ▶ Mit NC-Start das Bearbeitungsprogramm fortsetzen.



Wiedereinstieg in ein Programm mit Taste GOTO

Sie können die Werkstück-Bearbeitung (PROGRAMMLAUF SATZFOLGE) unterbrechen und die Maschinenachsen manuell verfahren.



- Nach dem Wiedereinstieg in ein Programm mit der Taste GOTO werden Programm-Sätze, die vor der angewählten Satznummer stehen, nicht berücksichtigt!
- Nach manuellem Verfahren positioniert die TNC inkrementale Koordinaten bezogen auf die Ist-Position der Elektrode und **nicht** auf die zuletzt programmierte.

Zähler rücksetzen

Wenn Sie die Zähler von Programmteil-Wiederholungen nach dem Wiedereinstieg ins Programm rücksetzen wollen:

- ▶ Springen Sie mit GOTO 0 zurück zum Programm-Anfang.

Wenn Sie die Zähler **nicht** rücksetzen wollen:

- ▶ Springen Sie mit GOTO > 0 zu einem Programm-Satz.

Zeiterfassungstabelle TIME.W

Die Zeiterfassungstabelle TIME.W in der TNC enthält folgende Spalten:

- PS: Nummer der Leistungsstufe
- ETABLE: Name der Erodierstabelle
- TOOL: Werkzeug-Nummer
- REL.: Erodierzeit pro Leistungsstufe
- ABS.: Gesamte Erodierzeit
- DATUM: Name der Nullpunkt-Tabelle
- NR: Nullpunkt-Nummer
- PROGRAM: Programm-Name
- BLOCK: Satznummer

Die TNC trägt die oben aufgeführten Informationen automatisch in die Datei TIME.W ein, wenn während des Programmlaufs eine neue Generatoreinstellung an die PLC übertragen wird. Für jede Leistungsstufe erzeugt die TNC also eine Zeile in der Zeiterfassungstabelle.

TIME.W anzeigen

- ▶ Wählen Sie die Betriebsart PROGRAMM-EINSPEICHERN.
- ▶ Drücken Sie die Taste PGM NAME.
- ▶ Geben Sie TIME ein.

TIME.W rücksetzen

Die TNC überschreibt TIME.W automatisch, wenn Sie in einer Programmlauf-Betriebsart ein neues Programm wählen oder den Softkey RESET drücken.



12

MOD-Funktionen

12.1 MOD-Funktionen

MOD-Funktion wählen, ändern und verlassen



▶ Drücken Sie die Taste

- ▶ Wählen Sie über Softkey die entsprechende MOD-Funktion
- ▶ Ändern Sie die Einstellung durch betätigen der Pfeiltasten nach links/rechts, oder geben Sie einen Wert ein
- ▶ Drücken Sie die Taste END um eine MOD-Funktionen zu verlassen



▶ Drücken Sie die Taste um in die Betriebsart zurückzukommen, aus der Sie MOD aufgerufen haben

Übersicht MOD-Funktionen

Über die MOD-Funktionen stehen zusätzliche Anzeigen und Eingabemöglichkeiten zur Verfügung. Die verschiedenen MOD-Funktionen wählen Sie über Softkeys aus. Folgende Funktionen stehen zur Verfügung:

- Positions-Anzeige wählen
- Maß-Einheit (mm/inch) festlegen
- System-Informationen (NC-, PLC-Software-Nummer)
- Schnittstelle einrichten
- Verfahrbereichs-Begrenzung setzen
- Maschinenspezifische Anwenderparameter
- Schlüsselzahl eingeben
- Q-Parameter-Status im Programm-Test und in einer Programmlauf-Betriebsart

Positions-Anzeige wählen

In der Abbildung sind folgende Positionen gekennzeichnet:

- Ausgangs-Position **A**
- Ziel-Position des Werkzeugs **Z**
- Werkstück-Nullpunkt **W**
- Maßstab-Nullpunkt **M**

Die TNC-Positions-Anzeigen können folgende Koordinaten enthalten:

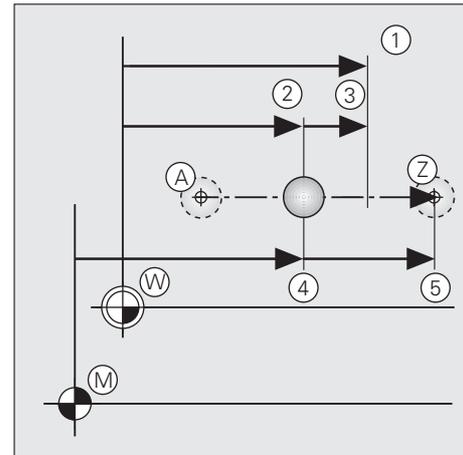
Funktion	Anzeige
Soll-Position; von der TNC momentan vorgegebener Wert 1	SOLL
Ist-Position; auf der sich das Werkzeug gerade befindet 2	IST
Schleppfehler; Differenz zwischen Soll und Ist-Position 3	SCHPF
Referenz-Position; Ist-Position bezogen auf den Maßstab-Nullpunkt 4	REF
Restweg zur programmierten Position; Differenz zwischen Ist- und Ziel-Position 5	RESTW
Soll-Position bezogen auf das transformierte Koordinatensystem, z.B. nach einer Nullpunkt-Verschiebung	SOLL.W
Ist-Position bezogen auf das transformierte Koordinatensystem, z.B. nach einer Nullpunkt-Verschiebung	IST.W

Die gewünschte Anzeige wird mit **waagerechten Pfeiltasten** gewählt und sofort im Statusfeld eingeblendet.

Maßsystem wählen

Diese MOD-Funktion legt fest, ob Koordinaten in mm oder inch (Zoll-System) angezeigt werden.

- Metrisches Maßsystem: z. B. $X = 15,789$ (mm)
MOD-Funktion WECHSEL MM/INCH
Anzeige mit 3 Stellen nach dem Komma
- Zoll-System: z. B. $X = 0,6216$ (inch)
MOD-Funktion WECHSEL MM/INCH
Anzeige mit 4 Stellen nach dem Komma



System-Informationen

Die Software-Nummern der NC- und PLC-Software stehen direkt nach Anwahl der MOD-Funktion im TNC-Bildschirm. Darunter zeigt die TNC den freien Speicher in Byte an.

Externe Datenschnittstellen einrichten

Zum Einrichten der externen Daten-Schnittstellen stehen zwei Funktionen zur Verfügung:

- BAUD-RATE
- V.24-SCHNITTSTELLE

Die Funktionen werden als MOD-Funktionen mit vertikalen Pfeiltasten gewählt.

BAUD-RATE

Einstellung der Datenübertragungs-Geschwindigkeit.

Mögliche Baud-Raten:

110, 150, 300, 600, 1 200, 2 400, 4 800, 9 600, 19 200, 38 400 Baud

Baud-Rate umschalten:

Pfeiltaste rechts oder Pfeiltaste links drücken

V.24-Schnittstelle

Einstellung abhängig vom angeschlossenen Gerät

Auswahl der Einstellung mit der Taste ENT

Externes Gerät	V.24-SCHNITTST.
HEIDENHAIN Disketten-Einheiten FE 401 und FE 401 B	FE 1
HEIDENHAIN Magnetband-Einheit ME 101 Fremdgeräte, wie Drucker, Leser, Stanzer, PC ohne TNC.EXE	EXT

MOD-FUNKTIONEN							
SCHNITTSTELLE		RS232					
BETRIEBSART :		EXT					
BAUD-RATE :		38400					
←							END

12.2 Externe Datenübertragung

Für die Datenübertragung zwischen der TNC und anderen Geräten stehen zwei Datenschnittstellen zur Verfügung.

Anwendungsbeispiele

- Dateien in die TNC einlesen
- Dateien aus der TNC auf externen Speicher übertragen
- Dateien ausdrucken
- Fernbedienung der TNC

Hierzu verwenden Sie die Schnittstelle V.24/RS-232-C.

LSV-2-Protokoll

Die TNC unterstützt das LSV-2-Protokoll. Damit lässt sich beispielsweise der Datentransfer oder auch der Programmablauf steuern.

Dateien schützen

Bei der externen Datenübertragung stehen Ihnen die Funktionen PROTECT (schützen) und UNPROTECT (Schutz aufheben) zur Verfügung (siehe Kapitel 1).

12.3 Menü zur externen Datenübertragung

Externe Datenübertragung wählen



Taste EXT drücken oder



Taste PGM MGT drücken



Softkey EXT drücken: Am Bildschirm erscheinen die gewählte Schnittstellen-Betriebsart und die gewählte Baud-Rate.

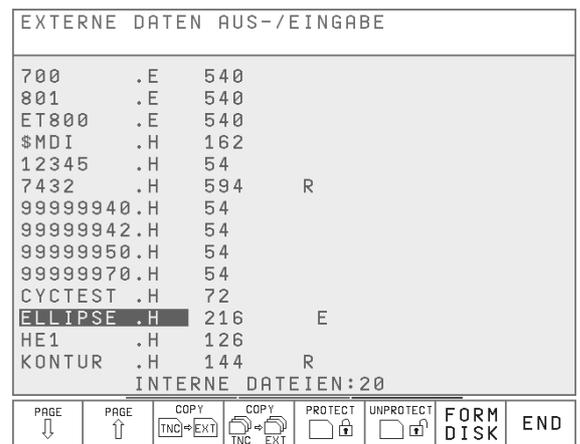
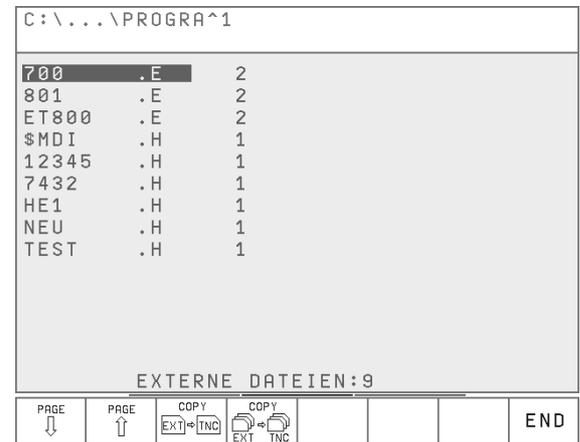
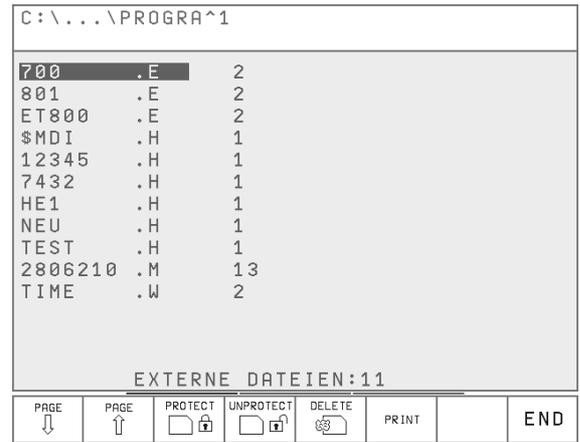
Fenster für die externe Datenübertragung

Die TNC zeigt die Dateien in drei Fenstern am Bildschirm an. Zwischen den Fenstern schalten Sie mit den Umschalttasten rechts und links der Softkey-Leiste um.

- Oberes Fenster:** Alle Dateien auf dem externen Speicher
- Mittleres Fenster:** NC-Programme und Erodier-Tabellen auf dem externen Speicher (Voreinstellung)
- Unteres Fenster:** Alle Dateien im TNC-Speicher

Unter den Dateien zeigt die TNC an, ob es sich um Dateien im TNC-Speicher handelt (**INTERNE-Dateien**) oder ob die Dateien extern gespeichert sind (**EXTERNE-Dateien**).

Dahinter steht die Anzahl der Dateien in der angezeigten Übersicht.



12.4 Dateien wählen und übertragen

Übertragungsfunktion auswählen

Die Funktionen für die Datenübertragung werden in der Softkey-Leiste gewählt.

Datei wählen

Eine Datei wird mit Pfeiltasten gewählt.
Mit den PAGE-Softkeys wird das Datei-Verzeichnis wie in der Datei-Verwaltung seitenweise angezeigt.

Dateien übertragen

Dateien von der TNC zu externem Gerät übertragen

Das Hellfeld steht auf einer Datei, die in der TNC gespeichert ist.

Funktion	Softkey
Gewählte Datei übertragen	
Alle Dateien übertragen	

Dateien von externem Gerät zur TNC übertragen

Das Hellfeld mit Cursor-Taste auf eine Datei setzen, die auf dem externen Datenträger gespeichert ist.

Funktion	Softkey
Gewählte Datei übertragen	
Alle Dateien übertragen	

Übertragung abbrechen

Eine Datenübertragung wird mit der Taste oder dem Softkey END abgebrochen.

Dateien über den Ausgang PRT der FE 401 ausgeben

Sie können Dateien auch über den Ausgang PRT der FE 401 ausgeben, z.B. zu einem Drucker:

- ▶ Wählen Sie die Datei und drücken Sie den Softkey PRINT.



In den Betriebsarten FE2 und EXT können Sie die Funktionen „alle Programme einlesen“, „angebotenes Programm einlesen“ und „Verzeichnis einlesen“ nicht nutzen.

Diskette formatieren

Wenn Sie Dateien extern auf einer Diskette speichern wollen, muss die Diskette „formatiert“ sein. Sie können von der TNC aus das Formatieren einer Diskette in der FE 401 starten:

- ▶ Drücken Sie den Softkey FORM DISK.
- ▶ Geben Sie einen Namen für die Diskette ein.
- ▶ Drücken Sie ENT.
Die TNC formatiert jetzt die Diskette.

Datei löschen

Wenn Sie extern gespeicherte Dateien löschen wollen:

- ▶ Wählen Sie die Datei mit den Pfeiltasten.
- ▶ Drücken Sie den Softkey DELETE.

12.5 Software für Datenübertragung

Software für Datenübertragung

Zur Übertragung von Dateien von der TNC und zur TNC, sollten Sie eine der HEIDENHAIN-Softwares zur Datenübertragung TNCremo oder TNCremoNT benutzen. Mit TNCremo/TNCremoNT können Sie über die serielle Schnittstelle alle HEIDENHAIN-Steuerungen ansteuern.



Setzen Sie sich bitte mit HEIDENHAIN in Verbindung, um gegen eine Schutzgebühr die Datenübertragungs-Software TNCremo oder TNCremoNT zu erhalten.

System-Voraussetzungen für TNCremo:

- Personalcomputer AT oder kompatibles System
- Betriebssystem MS-DOS/PC-DOS 3.00 oder höher, Windows 3.1, Windows for Workgroups 3.11, Windows NT 3.51, OS/2
- 640 kB Arbeitsspeicher
- 1 MByte frei auf Ihrer Festplatte
- Eine freie serielle Schnittstelle
- Für komfortables Arbeiten eine Microsoft (TM) kompatible Maus (nicht zwingend erforderlich)

System-Voraussetzungen für TNCremoNT:

- PC mit 486 Prozessor oder besser
- Betriebssystem Windows 95, Windows 98, Windows NT 4.0
- 16 MByte Arbeitsspeicher
- 5 MByte frei auf Ihrer Festplatte
- Eine freie serielle Schnittstelle oder Anbindung ans TCP/IP-Netzwerk bei TNC mit Ethernet-Karte

Installation unter Windows

- ▶ Starten Sie das Installations-Programm SETUP.EXE mit dem Dateimanager (Explorer)
- ▶ Folgen Sie den Anweisungen des Setup-Programms

TNCremo unter Windows 3.1, 3.11 und NT 3.51 starten

Windows 3.1, 3.11, NT 3.51:

- ▶ Doppelklicken Sie auf das Icon in der Programmgruppe HEIDENHAIN Anwendungen

Wenn Sie TNCremo das erste Mal starten, werden Sie nach der angeschlossenen Steuerung, der Schnittstelle (COM1 oder COM2) und nach der Datenübertragungs-Geschwindigkeit gefragt. Geben Sie die gewünschten Informationen ein.

TNCremoNT unter Windows 95, Windows 98 und NT 4.0 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 TNCremo

Überprüfen Sie, ob:

- die TNC an der richtigen seriellen Schnittstelle Ihres Rechners angeschlossen ist
- die Datenübertragungs-Geschwindigkeit an der TNC und in der TNCremo übereinstimmen

Nachdem Sie die TNCremo gestartet haben, sehen Sie im linken Teil des Hauptfensters **1** alle Dateien, die im aktiven Verzeichnis gespeichert sind. Über <Verzeichnis>, <Wechseln> können Sie ein beliebiges Laufwerk bzw. ein anderes Verzeichnis auf Ihrem Rechner wählen.

Wenn Sie die Datenübertragung vom PC aus steuern wollen, dann bauen Sie die Verbindung auf dem PC wie folgt auf:

- ▶ Wählen Sie <Verbindung>, <Verbindung (LSV2)>. Die TNCremo 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 Mausclick hell hinterlegen) und aktivieren die Funktion <Datei> <Übertragen>
- ▶ Um eine Datei vom PC zur TNC zu übertragen, wählen Sie die Datei im PC-Fenster (durch Mausclick hell hinterlegen) und aktivieren die Funktion <Datei> <Übertragen>

Wenn Sie die Datenübertragung von der TNC aus steuern wollen, dann bauen Sie die Verbindung auf dem PC wie folgt auf:

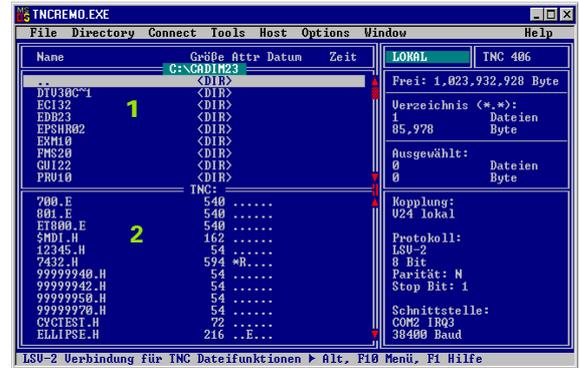
- ▶ Wählen Sie <Verbindung>, <Dateiserver (FE)>. Die TNCremo befindet sich jetzt im Serverbetrieb und kann von der TNC Daten empfangen, bzw. an die TNC Daten senden
- ▶ Wählen Sie auf der TNC die Funktionen zur Datei-Verwaltung über die Taste PGM MGT und übertragen die gewünschten Dateien

TNCremo beenden

Wählen Sie den Menüpunkt <Datei>, <Beenden>, oder drücken Sie die Tastenkombination ALT+X



Beachten Sie auch die Hilfefunktion der TNCremo, in der alle Funktionen erklärt sind



Datenübertragung zwischen TNC und TNCremoNT

Überprüfen Sie, ob:

- die TNC an der richtigen seriellen Schnittstelle Ihres Rechners angeschlossen ist
- der Protokolltyp an der TNCremoNT auf LSV2 eingestellt ist
- die Datenübertragungs-Geschwindigkeit an der TNC und in der TNCremoNT übereinstimmen

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:

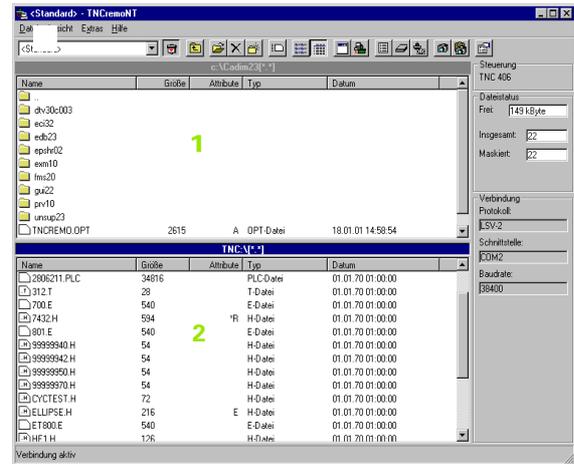
- ▶ Wählen Sie <Extras>, <TNCserver>. Die TNCremoNT startet dann den Serverbetrieb und kann von der TNC Daten empfangen, bzw. an die TNC Daten senden
- ▶ Wählen Sie auf der TNC die Funktionen zur Datei-Verwaltung über die Taste PGM MGT und übertragen die gewünschten Dateien

TNCremoNT beenden

Wählen Sie den Menüpunkt <Datei>, <Beenden>



Beachten Sie auch die Hilfefunktion der TNCremo, in der alle Funktionen erklärt sind



12.6 Verfahrbereichs-Begrenzungen eingeben

Einführung

Innerhalb des maximalen Verfahrbereichs kann der tatsächlich nutzbare Verfahrweg für die Koordinatenachsen zusätzlich eingeschränkt werden.

Anwendungsbeispiel:

Teilapparat gegen Kollisionen sichern.

Der maximale Verfahrbereich ist durch Software-Endschalter begrenzt. Der tatsächlich nutzbare Verfahrweg kann mit MOD/AXIS LIMIT alternativ zu den Maschinenparametern beschränkt werden. Dabei werden die Maximalwerte in positiver und negativer Richtung der Achsen bezogen auf den Maßstab-Nullpunkt eingegeben.

Arbeiten ohne Verfahrbereichs-Begrenzung

Für Koordinatenachsen, die ohne Verfahrbereichs-Begrenzungen verfahren werden sollen, wird der maximale Verfahrweg der TNC (+/- 30 000 mm) als BEGRENZUNG eingegeben.

Maximalen Verfahrbereich ermitteln und eingeben

POSITIONS-ANZEIGE REF wählen

Gewünschte positive und negative End-Positionen der X-, Y- und Z-Achse anfahren

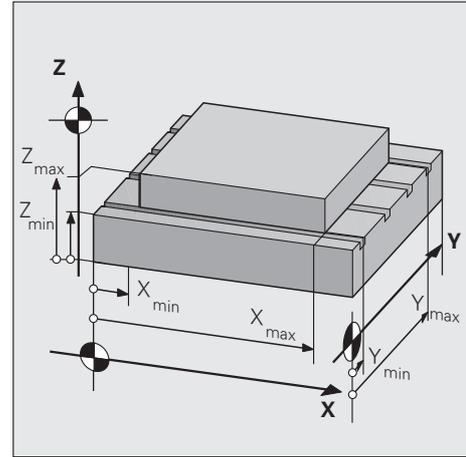
Werte mit Vorzeichen notieren

 MOD-Funktion wählen

 Softkey AXIS LIMIT betätigen

Notierte Werte für die Achsen als BEGRENZUNGEN eingeben

 MOD-Funktion verlassen





- Werkzeug-Radius-Korrekturen werden bei Verfahrbereichs-Begrenzungen nicht berücksichtigt.
- Verfahrbereichs-Begrenzungen und Software-Endschalter werden berücksichtigt, nachdem die Referenzpunkte überfahren sind.
- Die TNC überprüft für jede Achse, ob die negative Begrenzung kleiner ist als die positive.
- Die Referenz-Positionen können Sie auch mit der Funktion „Ist-Position übernehmen“ direkt übernehmen.
- Mit der Taste NO ENT können Sie den zuletzt gespeicherten Wert wieder herstellen.
- Die Verfahrbereichs-Begrenzung gemäß der Maschinenparameter-Einstellungen können Sie mit Hilfe des Softkeys TRANSFER FROM MP wieder herstellen.

12.7 Maschinenspezifische Anwender-Parameter

Anwendung

Der Maschinen-Hersteller kann bis zu 16 USER PARAMETER mit Funktionen belegen. Beachten Sie Ihr Maschinen-Handbuch.

12.8 Schlüssel-Zahl eingeben

Anwendung

Wenn Sie die Anwender-Parameter ändern wollen, müssen Sie vorher die Schlüsselzahl 123 eingeben (siehe „Allgemeine Anwender-Parameter“ auf Seite 246).

Die Schlüsselzahl geben Sie nach Anwahl der entsprechenden MOD-Funktion ins Dialogfeld ein. Die TNC zeigt für jede eingegebene Zahl ein Sternchen im Eingabefeld an.

12.9 Q-Parameter Status-Anzeige

Anwendung

Über den Softkey Q-PAR können Sie parallel zum Programm-Test bzw. Programmlauf den aktuellen Wert der einzelnen Q-Parameter anzeigen und ggf. ändern (siehe „Q-Parameter kontrollieren und ändern“ auf Seite 196).



13

Tabellen und Übersichten

13.1 Allgemeine Anwender-Parameter

Allgemeine Anwender-Parametern sind Maschinen-Parameter, die das Verhalten der TNC beeinflussen. Eingestellt werden beispielsweise

- Dialogsprache
- Schnittstellen-Verhalten
- Verfahrgeschwindigkeiten
- Wirkung der Overrides

Eingabe von Maschinen-Parametern

Maschinen-Parameter lassen sich als Dezimal-Zahlen programmieren.

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

Allgemeine Anwender-Parameter wählen

Allgemeine Anwender-Parameter werden mit der Schlüssel-Zahl 123 in den MOD-Funktionen angewählt.



In den MOD-Funktionen stehen auch maschinenspezifische Anwender-Parameter (USER PARAMETER) zur Verfügung.

Bahnvorschub

Bahnvorschub, wenn kein Vorschub im Programm angegeben ist **MP1090**
0 bis 30 000 [mm/min]

Maximale Kreisbahngeschwindigkeit beim Zyklus 17 SCHEIBE	Modi	Betriebsart	Wert
MP1092	0 und 4	Erodieren	0 bis 30 000 [mm/min]
MP1093	0 und 4	Freilauf	0 bis 30 000 [mm/min]
MP1094	1 und 5	Erodieren	0 bis 30 000 [mm/min]
MP1095	1 und 5	Freilauf	0 bis 30 000 [mm/min]
MP1096	2 und 6	Erodieren	0 bis 30 000 [mm/min]
MP1097	2 und 6	Freilauf	0 bis 30 000 [mm/min]

Erodieren	
Faktor, der beim Abarbeiten von TOOL CALL oder EL CALL nach Q157 übertragen wird	MP2040 0,1 bis 10
Vorhalteabstand nach Kurzschluss oder NC-STOP	MP2050 0 bis 2 [mm]
Nach einem Kurzschluss oder einem NC-STOP fährt die TNC die Elektrode wieder an das Werkstück heran. Dabei hält sie den im Parameter 2050 eingegebenen Abstand zum Werkstück ein.	
Vorhalteabstand nach Spülung	MP2051 0 bis 2 [mm]
Nach einem Freispülen des Erodierpalts fährt die TNC die Elektrode wieder an das Werkstück heran. Dabei hält sie den im Parameter 2051 eingegebenen Abstand zum Werkstück ein.	
Vorhalteabstand für Oszillatorsignal	MP2052 0 bis 2 [mm]
Nach dem Timen fährt die TNC die Elektrode wieder an das Werkstück heran. Dabei schaltet die TNC das Oszillatorsignal des Generators wieder ein, wenn sie den im Parameter 2052 eingegebenen Abstand zum Werkstück erreicht hat. Dadurch erhält die TNC beim Übergang vom Positionieren zur Spaltregelung ein korrektes Analog-Spaltsignal.	
Drehzahl der C-Achse bei M3/M4	MP2090 0 bis 100 [U/min]
Wenn im Programm die Zusatz-Funktion M3 oder M4 programmiert ist, dreht sich die C-Achse mit der Drehzahl, die in diesem Anwender-Parameter steht.	
Dauer des Freilaufsignals nach Erodieren	MP2110 0,1 bis 99,9 [s]
Die Dauer des Freilaufsignals, wenn der programmierte Erodierschritt beendet ist, wird in diesem Anwender-Parameter festgelegt.	
Lichtbogenerkennung	MP2120 1 bis 99,9 [s]
Die TNC erkennt einen Lichtbogen, der mindestens solange besteht, wie in diesem Anwender-Parameter festgelegt.	
Vorschub bei Leerlauf (nur bei Spaltregelung über Abstandssignal)	MP2141 0 bis 3000 [mm/min]
Falls die Spannung am Analogeingang größer ist als die Schwelle für den Leerlaufvorschub, positioniert die TNC mit dem Wert aus diesem Maschinen-Parameter.	

Erodieren**Vorschub bei Spaltregelung (nur bei Spaltregelung über Abstandssignal)****MP2142**
1 bis **99,9** [mm/min]

Falls die Spannung am Analogeingang kleiner ist als die Schwelle für den Leerlaufvorschub, positioniert die TNC mit dem Wert aus diesem Maschinen-Parameter multipliziert mit einem Faktor aus der PLC.

Externe Datenübertragung**Steuerzeichen für Datei-Ende****MP5010**
Datei-Ende-Zeichen z.B. MP 5010=3: EXT): **ASCII-Zeichen**
Kein Datei-Ende-Zeichen ausgeben: **0****Steuerzeichen für Abbruch der Übertragung****MP5011**
Datei-Ende-Zeichen z.B. MP 5011=4: EOT): **ASCII-Zeichen**
Kein Datei-Ende-Zeichen ausgeben: **0****TNC-Schnittstellen an externes Gerät anpassen**

MP5020
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**

2 Stoppbits: **+64**
1 Stoppbit: **+128**

Beispiel:

TNC-Schnittstelle an externes Fremdgerät mit folgender Einstellung anpassen:

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

Eingabewert:

 $1+0+8+0+32+64 = 105$ für MP 5020 eingeben
Parity-Festlegung für LSV2-Protokoll**MP5100**
ohne Parity: **0**
gerade (even) Parity: **1**
ungerade (odd) Parity: **2**

Externe Datenübertragung

Baudrate für RS422-Schnittstelle der PLC **MP5200**
 9600: **0**
 38400: **1**

Reihenfolge der Sätze bei externer Datenübertragung prüfen **MP5990**
 Reihenfolge der Sätze bei externer Datenübertragung prüfen: **0**
 Keine Überprüfung: **1**

Antasten mit der Funktion TCH PROBE

Anzahl der Antastvorgänge beim Mehrfachantasten **MP6100**
0 bis 5

Maximale Differenz zwischen Ergebnissen beim Mehrfachantasten **MP6110**
0 bis 2 [mm]

Die TNC bricht das Antasten ab und gibt eine Fehlermeldung aus, wenn die Ergebnisse zu stark voneinander abweichen.

Vorschub beim Antasten **MP6120**
80 bis 3 000 [mm/min]

Maximaler Verfahrensweg zum Antastpunkt **MP6130**
0 bis 30 000 [mm]

Die TNC bricht das Antasten ab und gibt eine Fehlermeldung aus, wenn das Werkstück innerhalb des Messwegs nicht erreicht wurde.

Begrenzung des Rückzugswegs beim manuellen Antasten **MP6140**
0 bis 30 000 [mm]

Wenn 0 eingegeben, Rückzug immer bis zum Startpunkt.

Begrenzung der Rückzugzeit nach Ende des Elektrodenkontakts beim manuellen Antasten **MP6141**
10 bis 400 [ms]

Eilgang beim Antasten **MP6150**
1 bis 30 000 [mm/min]

Die TNC zieht die Antast-Elektrode nach dem Antasten mit dem Vorschub zurück, der in diesem Anwender-Parameter steht.

TNC-Anzeigen, TNC-Editor

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

TNC-Anzeigen, TNC-Editor	
<p>Dateitypen sperren</p> <p>Der MP7224 ist bitcodiert. Ist Bit 2 gesetzt, wird das Erzeugen einer neuen Tool-Tabelle unterbunden. Vorhandene Tool-Tabellen sind weiterhin editierbar, finden im Programmablauf jedoch keine Berücksichtigung.</p>	<p>MP7224 nicht gesperrt: 0 Dateityp gesperrt gesperrt für</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Bit 0 frei ■ Bit 1 frei ■ Bit 2 Tool-Tabelle: 4 ■ Alle weiteren Bits sind frei
<p>Umschalten der Dialogsprache</p>	<p>MP7230</p> <p>Eingabewert: 0 bis 3 Sprachen für Software 280620</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Englisch = 0 ■ Deutsch = 1 ■ Französisch = 2 ■ Italienisch = 3 <p>Sprachen für Software 280621</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Englisch = 0 ■ Deutsch = 1 ■ Schwedisch = 2 ■ Finnisch = 3 <p>Sprachen für Software 280622</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Englisch = 0 ■ Deutsch = 1 ■ Tschechisch = 2 ■ Reserviert = 3
<p>Hersteller-Zyklen im TNC-Programmspeicher schützen</p>	<p>MP7240 Hersteller-Zyklen schützen: 0 Hersteller-Zyklen nicht schützen: 1</p>
<p>Softkeys EL-CALL und WP-CALL sperren</p>	<p>MP7241 Softkeys werden nicht angezeigt: 0 Softkeys werden angezeigt: 1</p>
<p>Anzahl der Plätze im Werkzeugmagazin</p>	<p>MP7261 0 bis 999</p>
<p>Mehrfachbelegung von Platznummern</p> <p>Für die Platznummern kann eine Mehrfachbelegung mit Ausnahme der Platznummer 0 verhindert werden.</p>	<p>MP7265</p> <p>Platznummer nur einmal vergeben: 1 Platznummer mehrfach vergeben: 0</p>
<p>Anzeige des Vorschubs</p>	<p>MP7271 Vorschub F anzeigen: 0 Vorschub F nicht anzeigen: 1</p>

TNC-Anzeigen, TNC-Editor	
Anzeige von Programmsätzen während eines Programm-Tests	MP7273 Programm-Sätze nicht anzeigen: 0 Programm-Sätze anzeigen: 1
Dezimalzeichen festlegen	MP7280 Komma als Dezimalzeichen anzeigen: 0 Punkt als Dezimalzeichen anzeigen: 1
Anzeigeschritt für die X-Achse	MP7290.0 0,0001 mm, 0,00001 inch: 0 0,0005 mm, 0,00002 inch: 1 0,001 mm, 0,0001 inch: 2 0,005 mm, 0,0002 inch: 3 0,01 mm, 0,001 inch: 4 0,05 mm, 0,002 inch: 5 0,1 mm, 0,01 inch: 6
Anzeigeschritt für die Y-Achse	MP7290.1 Eingabebereich siehe MP7190.0
Anzeigeschritt für die Z-Achse	MP7290.2 Eingabebereich siehe MP7190.0
Anzeigeschritt für die IV-Achse	MP7290.3 Eingabebereich siehe MP7190.0
Anzeigeschritt für die 5.Achse	MP7290.4 Eingabebereich siehe MP7190.0
Q-Parameter und Status-Anzeige rücksetzen	MP7300 nicht rücksetzen: +0 rücksetzen bei M02, M30 und END PGM: +1 Q-Parameter bei Programm-Anwahl und RESET-Softkey nicht löschen: +2 Werkzeug-Daten bei Programm-Anwahl und RESET-Softkey nicht löschen: +4
Festlegungen für Grafik-Darstellung	MP7310 Grafische Darstellung in drei Ebenen nach DIN 6, Teil 1, Projektionsmethode 1: +0 Grafische Darstellung in drei Ebenen nach DIN 6, Teil 1, Projektionsmethode 2: +1 Koordinatensystem für grafische Darstellung nicht drehen: +0 Koordinatensystem für grafische Darstellung um 90° drehen: +2
Grafische Simulation ohne programmiertes Werkzeug: Werkzeug-Radius	MP7315 0,0000 bis 9 999,999 [mm]
Grafische Simulation ohne programmiertes Werkzeug: Eindringtiefe	MP7316 0,0000 bis 9 999,999 [mm]
Wirksamkeit Zyklus 11 MASSFAKTOR	MP7410 MASSFAKTOR wirkt in 3 Achsen: 0 MASSFAKTOR wirkt nur in der Bearbeitungsebene: 1

TNC-Anzeigen, TNC-Editor	
Wirkung einer IV. Achse in der Nullpunkt-Tabelle	<p>MP7411 IV. Koordinate bei Nullpunkt aus Tabelle dreht Koordinatensystem und verschiebt in C: 0 IV. Koordinate bei Nullpunkt aus Tabelle ist Verschiebung in C (keine Drehung): 1</p>
Wirksamkeit von CYCL CALL nach CYCL DEF 12 PGM CALL	<p>MP7412 Zum Zyklus deklariertes Programm wird abgearbeitet ohne dass die NC-Sätze angezeigt werden, lokale Q-Parameter werden gesichert: 0 Zum Zyklus deklariertes Programm wird abgearbeitet mit Anzeige der NC-Sätze, lokale Q-Parameter werden nicht gesichert: 1 weggefallen ab NC 28612x-04/28062x-10</p>
Wirkungsweise verschiedener Zusatz-Funktionen M	<p>MP7440 Programmlauf-Halt bei M06: +0 Kein Programmlauf-Halt bei M06: +1</p> <hr/> <p>Kein Zyklus-Aufruf mit M89: +0 Modaler Zyklus-Aufruf mit M89: +1</p>
Winkel der Richtungsänderung, der noch mit konstanter Bahngeschwindigkeit gefahren wird (Ecke mit R0, „Innen-Ecke“ auch radiuskorrigiert)	<p>MP7460 0,0000 bis 179,999 [°]</p>
Endschalter-Überwachung in der Betriebsart PROGRAMM-TEST	<p>MP7491 Endschalter-Überwachung aktiv: 0 Endschalter-Überwachung nicht aktiv: 1</p>
Override-Verhalten	
Override einstellen	<p>MP7620 Vorschub-Override, wenn Eilgang-Taste in Programmlauf-Betriebsart gedrückt Override wirksam: +1 Override nicht wirksam: +0</p> <hr/> <p>Stufen für Overrides 2%-Stufen: +0 1%-Stufen: +2</p> <hr/> <p>Vorschub-Override, wenn Eilgang- und externe Richtungstaste Override wirksam: +4 Override nicht wirksam: +0</p>
Elektronisches Handrad	
Unterteilungsfaktor einstellen	<p>MP7670.0 Handrad-Unterteilungsfaktor langsam: 0...10 MP7670.1 Handrad-Unterteilungsfaktor mittel: 0...10 MP7670.2 Handrad-Unterteilungsfaktor schnell: 0...10</p>

Elektronisches Handrad

Vorschub der Richtungstasten auf dem Handrad in Prozent zum Vorschub der Achsrichtungstasten auf dem Bedienfeld

MP7671.0

Langsamer Vorschub: **0...10**

MP7671.1

Mittlerer Vorschub: **0...10**

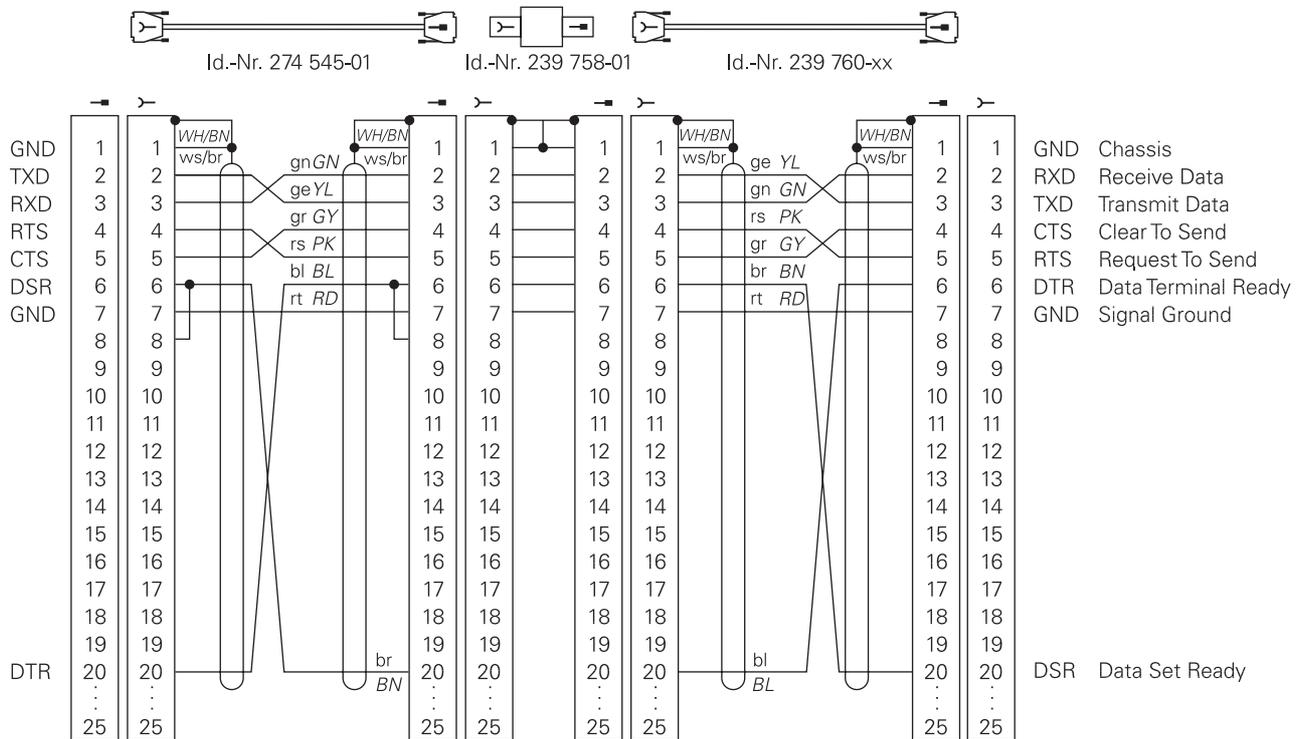
MP7671.2

Schneller Vorschub/*: **0...10**

13.2 Steckerbelegung und Anschlusskabel für Datenschnittstellen

Schnittstelle V.24/RS-232-C HEIDENHAIN-Geräte

Externes Gerät HEIDENHAIN Standard-Kabel 1 m V.24-Adapter-Block HEIDENHAIN Verbindungs-Kabel max. 17 m X21 TNC



- Die Stecker-Belegungen an der TNC-Logikeinheit (X21) und am Adapter-Block sind verschieden.
- 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 die Steckerbelegung des Adapter-Blocks bitte obiger Abbildung.

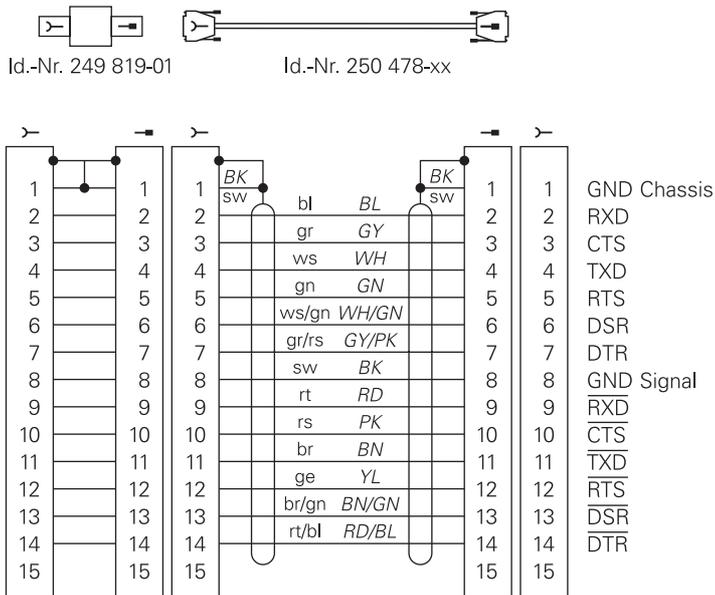
Schnittstelle V.11/RS-422

An der V.11-Schnittstelle werden nur Fremdgeräte angeschlossen.



Die Steckerbelegungen von TNC-Logikeinheit (X22) und Adapter-Block sind identisch.

Externes V.24-Adapter-Gerät **V.24-Adapter-Block** **HEIDENHAIN Verbindungs-Kabel max. 1000 m** **X22 TNC**



13.3 Geräte für Datenübertragung vorbereiten

HEIDENHAIN-Geräte

HEIDENHAIN Geräte (Disketten-Einheit FE und Magnetband-Einheit ME) sind an die TNC angepasst. Sie können direkt zur Datenübertragung genutzt werden.

Beispiel: Disketten-Einheit FE 401:

- ▶ Netzkabel der FE anschließen.
- ▶ FE und TNC mit Übertragungs-Kabel verbinden.
- ▶ FE einschalten.
- ▶ Diskette in oberes Laufwerk einlegen.
- ▶ Falls nötig: Diskette formatieren.
- ▶ Schnittstelle einrichten (siehe „Externe Datenschnittstellen einrichten“ auf Seite 232).
- ▶ Daten übertragen.



- Der Speicherplatz auf Disketten wird in Sektoren angegeben.
- An der Disketten-Einheit FE 401 kann die Baud-Rate umgeschaltet werden.

Fremdgeräte

Die TNC und Fremdgeräte müssen aneinander angepasst werden.

Fremdgerät an TNC anpassen:

- ▶ PC: Software anpassen.
- ▶ Drucker: Schalter einstellen (DIP-Schalter).

TNC an Fremdgerät anpassen

Anwenderparameter einstellen:

- 5010 bis 5020 für EXT.

13.4 Technische Information

Die TNC 406/416

Kurzbeschreibung	Bahnsteuerung für Senkerodier-Maschinen mit bis zu 5 Achsen
Komponenten	<ul style="list-style-type: none"> ■ Logik-Einheit ■ Bedienfeld ■ Kathodenstrahl-Bildschirm ■ Flachbildschirm (nur TNC 416)
Datenschnittstellen	<ul style="list-style-type: none"> ■ V.24 / RS-232-C ■ V.11 / RS-422 ■ Erweiterte Datenschnittstelle mit LSV-2-Protokoll zum externen Bedienen der TNC über die Datenschnittstelle mit HEIDENHAIN-Software TNCremo
Gleichzeitig verfahrenende Achsen bei Kontur- elementen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Geraden bis zu 3 Achsen ■ Kreise bis zu 2 Achsen ■ Schraubenlinie mit Interpolation der C-Achse
Parallelbetrieb	Editieren, während die TNC ein Bearbeitungs-Programm ausführt
Grafische Darstellungen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Test-Grafik
Datei-Typen	<ul style="list-style-type: none"> ■ HEIDENHAIN-Klartext-Dialog-Programme ■ Erodier-Tabellen ■ Werkzeug-Tabellen ■ Nullpunkt-Tabellen
Programm-Speicher	Batterie-gepuffert für bis zu 100 Dateien Größe ca. 10 000 Sätze (TNC 406) bzw. 20 000 Sätze (TNC 416)
TNC-Daten	
Satz-Verarbeitungszeit	15 ms/Satz (4 000 Sätze/min)
Regelkreis-Zykluszeit	■ TNC 406/416 umschaltbar (2 ms oder 4 ms; MP 1700)
Datenübertragungs-Geschwindigkeit	Maximal 38 400 Baud
Umgebungstemperatur	<ul style="list-style-type: none"> ■ Betrieb: 0°C bis +45°C ■ Lagerung: -30°C bis +70°C
Verfahrweg	Maximal ± 30 m (1 181 Zoll)
Verfahrgeschwindigkeit	Maximal 30 m/min (1 181 Zoll/min)
Eingabebereich	bis 1 µm (0,000 1 Zoll) bzw. 0,001°
Regelgenauigkeit	1/16 µm

Programmierbare Funktionen	
Konturelemente	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gerade ■ Fase ■ Kreisbahn ■ Kreismittelpunkt ■ Kreisradius ■ Tangential anschließende Kreisbahn ■ Ecken-Runden ■ Geraden und Kreisbahnen zum Anfahren und Verlassen der Kontur
Programmsprünge	<ul style="list-style-type: none"> ■ Unterprogramm ■ Programmteil-Wiederholung ■ Beliebiges Programm als Unterprogramm
Bearbeitungs-Zyklen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Zyklus GENERATOR ■ Erodier-Zyklen
Koordinaten-Umrechnungen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Nullpunkt-Verschiebung ■ Spiegeln ■ Drehung ■ Maßfaktor
Antast-Funktion	Antastfunktionen zum Bezugspunkt-Setzen und zur automatischen Werkstück-Vermessung
Mathematische Funktionen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Grundrechenarten +, -, x und / ■ Dreiecksberechnungen sin, cos, tan, arcsin, arccos, arctan ■ Wurzel aus Werten und Quadratsummen ■ Vergleiche größer, kleiner, gleich, ungleich
Elektronische Handräder	
HR 130	Einbauversion
HR 410	mobile Version, Übertragung über Kabel. Ausgerüstet mit achswahl-tasten, Taste zur Übernahme der Ist-Position, 3 Tasten zur Auswahl der Verfahr-Geschwindigkeit, Richtungstasten, Maschinen-Funktionen, Eil-gangtaste, Sicherheitsschalter, NOT-AUS-Taste

13.5 TNC-Meldetexte

Die TNC erzeugt die Meldetexte automatisch. Sie stehen unter anderem zur Verfügung bei

- falschen Eingaben
- logischen Fehlern im Programm
- nicht ausführbaren Konturelementen

Einige besonders häufig vorkommende TNC-Meldetexte stehen in der folgenden Übersicht.

Ein Meldetext, der die Nummer eines Programmsatzes enthält, wurde durch diesen Satz oder einen vorhergegangenen verursacht.

TNC-Meldetexte werden mit der Taste CE gelöscht, nachdem ihre Ursache beseitigt ist.

Meldetexte die in der Bildschirm-Mitte erscheinen, werden von der TNC ausgegeben. Meldetexte die im Betriebsartenfenster (oben am Bildschirm) erscheinen, werden vom Maschinen-Hersteller festgelegt. Beachten Sie Ihr Maschinen-Handbuch.

TNC-Meldetexte beim Programmieren

TNC-Meldetexte	Vorgehensweise
Eingabe weiterer Programme unmöglich	Alte Dateien löschen, um weitere eingeben zu können
Eingabewert falsch	<ul style="list-style-type: none"> ■ LBL-Nummer korrekt eingeben ■ Richtige Taste drücken
Ext. Aus/Eingabe nicht bereit	Verbindung zu externem Gerät korrekt herstellen
Label-Nummer belegt	Label-Nummer nur jeweils einmal vergeben
Sprung auf Label 0 nicht erlaubt	CALL LBL 0 nicht programmieren

TNC-Meldetexte beim Programm-Test und Programmablauf

TNC-Meldetexte	Vorgehensweise
Aktueller Satz nicht angewählt	Vor Programm-Test oder Programmablauf Programm-Anfang mit GOTO 0 wählen
Antastwert ungenau	Beim Mehrfachantasten wurde die maximal zulässige Differenz der Einzelmessungen aus MP6110 überschritten
Arithmetikfehler	<p>Berechnungen mit nicht erlaubten Werten</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Werte innerhalb der Bereichsgrenzen definieren ■ Antast-Positionen für die Antast-Elektrode eindeutig auseinanderliegend wählen ■ Berechnungen müssen mathematisch korrekt durchführbar sein

TNC-Meldetexte	Vorgehensweise
Bahn-Korr. Falsch beendet	Elektroden-Radius-Korrektur nicht in einem Satz mit Kreisbahn-Position aufheben
Bahn-Korr. Falsch begonnen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gleiche Radius-Korrektur vor und nach einem RND- und CHF-Satz eingeben ■ Elektroden-Radius-Korrektur nicht in einem Satz mit Kreisbahn-Position beginnen
CYCL unvollständig	<ul style="list-style-type: none"> ■ Zyklen mit allen Angaben in der festgelegten Reihenfolge definieren ■ Umrechnungszyklen nicht aufrufen ■ Vor Zyklus-Aufruf den Zyklus 12 PGM CALL definieren
Definition BLK FORM fehlerhaft	<ul style="list-style-type: none"> ■ MIN- und MAX-Punkt entsprechend Vorschrift programmieren ■ Seitenverhältnis kleiner 64:1 wählen ■ BLK FORM beim Programmieren mit PGM CALL ins Hauptprogramm schreiben
Doppel-Progr. einer Achse	Für Positionierungen Koordinaten jeder Achse nur einmal eingeben
Ebene falsch definiert	<ul style="list-style-type: none"> ■ Elektroden-Achse bei aktiver Grunddrehung nicht ändern ■ Hauptachsen für Kreisbahn korrekt definieren ■ Beide Hauptachsen für CC definieren
Falsche Achse programmiert	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gesperrte Achsen nicht programmieren ■ Drehachsen nicht spiegeln ■ Fasenlänge positiv eingeben
Fase nicht erlaubt	Fase zwischen zwei Geradensätze mit gleicher Radius-Korrektur einfügen
Keine Änderung am laufenden PGM	Programm nicht editieren, während es übertragen oder ausgeführt wird
Grober Positionierfehler	Die TNC überwacht Positionen und Bewegungen. Weicht die Ist-Position zu stark von der Soll-Position ab, wird diese Fehlermeldung blinkend ausgegeben. Zur Behebung des Fehlers END-Taste einige Sekunden gedrückt halten (Warmstart)
Kreis-Endpunkt falsch	<ul style="list-style-type: none"> ■ Anschlusskreis vollständig eingeben ■ Bahn-Endpunkte auf Kreisbahn liegend programmieren
Label-Nr. nicht vorhanden	Nur gesetzte Label-Nummern aufrufen
PGM-Abschnitt nicht darstellbar	<ul style="list-style-type: none"> ■ Elektrodenradius kleiner wählen ■ Bewegungen mit einer Dreh-Achse werden nicht grafisch simuliert ■ Elektroden-Achse für Simulation gleich der Werkzeug-Achse in der BLK-FORM eingeben
Rundung nicht definiert	Tangential anschließende Kreise und Rundungs-Kreise korrekt eingeben
Rundungs-Radius zu groß	Rundungs-Kreise müssen zwischen Kontur-Elemente passen
Taste ohne Funktion	Diese Meldung kommt immer dann, wenn eine Taste betätigt wird, die für den aktuellen Dialog nicht benötigt wird

TNC-Meldetexte	Vorgehensweise
Undefinierter Programmstart	<ul style="list-style-type: none">■ Im Programm nur mit TOOL DEF-Satz beginnen■ Programm nach Unterbrechung nicht mit anschließender Kreisbahn oder Pol-Übernahme neu starten
Werkzeug-Radius zu groß	Elektroden-Radius so wählen, dass <ul style="list-style-type: none">■ er innerhalb der vorgegebenen Grenzen liegt■ Konturelemente sich berechnen und ausführen lassen
Winkel-Bezug fehlt	<ul style="list-style-type: none">■ Kreisbahnen und -Endpunkte eindeutig definieren■ Bei Polarkoordinaten-Angaben Polarkoordinaten-Winkel korrekt definieren
Zu hohe Verschachtelung	<ul style="list-style-type: none">■ Unterprogramme mit LBL0 abschließen■ CALL LBL für Unterprogramme ohne REP setzen■ CALL LBL für Programmteil-Wiederholungen mit Wiederholungen (REP) setzen■ Unterprogramme dürfen sich nicht selbst aufrufen■ Unterprogramme maximal 8fach verschachteln■ Hauptprogramme als Unterprogramme maximal 4fach verschachteln

Symbole

3D-Darstellung ... 217

A

Anwenderparameter

allgemeine ... 246

für Antasten ... 249

für Bahnvorschub ... 246

für Elektronisches Handrad ... 252

für Erodieren ... 247

für externe

Datenübertragung ... 248

für Override-Verhalten ... 252

für TNC-Anzeige, TNC-Editor ... 249

B

Bahnbewegungen

Polarkoordinaten

Gerade ... 110

Kreisbahn mit tangetialem

Anschluß ... 112

Kreisbahn um Pol CC ... 111

Übersicht ... 109

Vollkreis ... 111

rechtwinklige Koordinaten

Gerade ... 94

Kreisbahn mit festgelegtem

Radius ... 101

Kreisbahn mit tangenialem

Anschluß ... 103

Kreisbahn um

Kreismittelpunkt CC ... 100

Übersicht ... 93

Vollkreis ... 100, 101

Bahnfunktionen

Grundlagen ... 86, 92

Bearbeitung unterbrechen ... 223

Bedienfeld ... 5

Betriebsarten ... 6

Bezugspunkt wählen ... 47

Bezugspunkt-Setzen ... 22

Ecke als Bezugspunkt ... 31

In einer beliebigen Achse ... 29

Kreis-Mittelpunkt (Bohrung) als

Bezugspunkt ... 32

Manuelles Antasten ... 29

Mitte als Bezugspunkt ... 30

Bezugssystem ... 44

Bildschirm ... 3

Bildschirm-Aufteilung ... 4

D

Darstellung in 3 Ebenen ... 217

Dateien

Datei-Typ ... 48

Datei-Übersicht ... 48

Datenschnittstelle

einrichten ... 232

Steckerbelegungen ... 254

Datenübertragungs-Software ... 237

Dialog ... 54

Diskette formatieren ... 236

Draufsicht ... 217

E

Ecken-Runden ... 97

Einschalten ... 16

Elektroden-Daten

aufrufen ... 76

bestimmen ... 72

in Programm-Satz eingeben ... 73

in separaten Programmsatz

eingeben ... 78

in Tabelle eingeben ... 74

Elektroden-Korrekturwerte ... 79

Länge ... 79

Radius ... 80

Elektrodenradius ... 80

Elektrodenwechsel ... 77

automatisch ... 77

manuell ... 78

Ellipse ... 208

Erodier ... 63

Erodieren

manuell ... 21

Erodier-Tabelle

Arbeiten mit Erodier-Tabelle ... 133

Arbeiten ohne Erodier-Tabelle ... 133

Erodiertabellen ... 61

Arbeiten mit Erodiertabellen ... 61

Erodier-Parameter ... 62

Erodier-Zyklen

siehe Zyklen

Externe Datenübertragung

Datei löschen ... 236

Dateien übertragen ... 235

Diskette formatieren ... 236

wählen ... 233

F

Fase ... 96

FN xx: Siehe Q-Parameter-
 Programmierung

Funkenerosion ... 58

G

Gerade ... 94, 95, 110

Grafiken

Ansichten ... 216

Ausschnitts-Vergrößerung ... 218

Grafische Simulation ... 219

Grunddrehung ermitteln ... 27

Grundlagen

der Funkenerosion ... 58

für Positionsangaben ... 42

H

Hauptachsen ... 44

Helix-Interpolation ... 113

I

Indizierte Zuweisung ... 198

Ist-Position übernehmen ... 84, 94

K

Kalibrieren und Einrichten ... 23

Antast-Elektrode kalibrieren ... 25

Antastfunktion wählen ... 24

Antastwerte in Tabellen

schreiben ... 28

Elektrode einsetzen ... 23

Grunddrehung ermitteln ... 27

Klartext-Dialog ... 54

Kontur anfahren und verlassen ... 88

Endpunkt ... 89

Startpunkt ... 88

weiches An- und Wegfahren ... 91

Koordinaten-Transformation

siehe Zyklen

Kreise und Kreisbögen

Allgemeines ... 97

Kreisbahn ... 100, 101, 103, 111, 112

Kreismittelpunkt ... 98

Vollkreis ... 101, 111

L

Lochkreise ... 210

M

- Maschinenachsen verfahren ... 18
 - mit dem elektronischen Handrad ... 19
 - mit externen Richtungstasten ... 18
 - schrittweise ... 20
- Maschinenfeste Koordinaten:
 - M91, M92 ... 124
- Maschinen-Parameter
 - für Antasten ... 249
 - für Bahnvorschub ... 246
 - für Elektronisches Handrad ... 252
 - für Erodieren ... 247
 - für externe
 - Datenübertragung ... 248
 - für Override-Verhalten ... 252
 - fürTNC-Anzeigen, TNC-Editor ... 249
- Meldetexte ... 259
 - beim Programmieren ... 259
 - beim Programm-Test und
 - Programmmlauf ... 259
- Messen mit der Antast-Elektrode ... 33
 - Eckpunkt bestimmen ... 33
 - Position bestimmen ... 33
 - Werkstückmaße bestimmen ... 34
 - Winkel messen ... 35
- Messen mit der Antastelektrode
 - Antasten mit der Elektrode ... 200
 - Einführung ... 199
 - Höhe messen ... 201
- M-Funktionen: Siehe Zusatz-Funktionen
- MOD-Funktion
 - ändern ... 230
 - Datenschnittstelle einrichten ... 232
 - Maßsystem wählen ... 231
 - Positions-Anzeige wählen ... 231
 - System-Information ... 232
 - Übersicht ... 230
 - verlassen ... 230
 - wählen ... 230

O

- Offene Konturecken: M98 ... 124

P

- Parameter-Programmierung:
 - Siehe Q-Parameter-Programmierung
- Polarkoordinaten
 - Grundlagen ... 45
 - Programmieren ... 109
- Positionieren
 - mit Handeingabe ... 20, 38
 - schrittweise ... 20
- Programm
 - Aufbau ... 51
 - editieren ... 55
 - neues eröffnen ... 52
- Programm-Aufruf
 - Beliebiges Programm als
 - Unterprogramm ... 178
- Programmmlauf
 - ausführen ... 223
 - Fortfahren nach
 - Unterbrechung ... 225
 - Übersicht ... 222
 - unterbrechen ... 223
 - Wiederanfahren an die
 - Unterbrechungsstelle ... 226
 - Wiedereinstieg ins Programm mit
 - Taste GOTO ... 226
- Programmteil-Wiederholung ... 176
- Programm-Test
 - ausführen ... 220
 - bis zu einem bestimmten
 - Satz ... 221

Q

- Q-Parameter
 - kontrollieren ... 196
 - mit besonderen Funktionen ... 202
- Q-Parameter und Meldungen
 - ausgeben ... 197
 - vorbelegte ... 202
 - Werte an PLC übergeben ... 198
- Q-Parameter-Programmierung ... 186
 - Mathematische
 - Grundfunktionen ... 189
 - Wenn/dann-Entscheidungen ... 194
 - Winkelfunktionen ... 192

R

- Radiuskorrektur ... 80
 - Außenecken, Innenecken ... 82
 - bei Bahnbewegungen ... 81
- Referenzpunkte überfahren ... 16
- Rohteil definieren ... 52

S

- Satz
 - einfügen, ändern ... 56
 - löschen ... 55
- Satzvorlauf ... 224
- Schraubenlinie ... 113
- Senkung ... 212
- Status ... 9
 - Status-Anzeige
 - allgemeine ... 9
 - zusätzliche ... 9
- Steckerbelegung
 - Datenschnittstellen ... 254

T

- Tech In ... 94
- Teilefamilien ... 187
- TNC 426, TNC 430 ... 2
- TNCremo ... 237, 238
- TNCremoNT ... 237, 238
- Trigonometrie ... 192

U

- Unterprogramm ... 175

V

- Verfahrbereich ... 240
- Verschachtelungen ... 179
- Vorschub ... 83

W

- Werkstück-Positionen
 - absolute ... 46
 - inkrementale ... 46
- Werkstückwechsel
 - programmieren ... 57
- Werkzeug-Bewegungen
 - programmieren ... 54
- Werkzeug-Korrektur ... 79
- Werkzeug-Tabelle
 - editieren ... 74
 - Editierfunktionen ... 75
 - verlassen ... 75
- Winkelfunktionen ... 192

Z

- Zähler rücksetzen ... 227
- Zeiterfassungstabelle ... 227
- Zubehör ... 13, 237
- Zusatzachsen ... 44
- Zusatz-Funktionen
 - eingeben ... 120
 - freie Zusatzfunktionen ... 126
 - für das Bahnverhalten ... 123
 - Elektrodenrückzug M93 ... 125
 - Kleine Konturstufen bearbeiten M97 ... 123
 - Maschinenbezogene
 - Koordinaten M91/M92 ... 124
 - Offene Konturecken M98 ... 124
 - für Elektrode und Spülung ... 122
 - für Programmablauf-Kontrolle ... 122
 - Übersicht ... 122
- Zusatzfunktionen eingeben ... 36
- Zusätzliche ... 9
- Zyklen
 - Allgemeines ... 130
 - Erodier-Zyklen
 - Zyklus 14 KONTUR ... 137
 - Zyklus 16 ORBIT ... 139
 - Zyklus 17 SCHEIBE ... 142
 - Programmierung ... 131
 - Sonstige Zyklen
 - Zyklus 12 PGM-CALL ... 171
 - Zyklus 9 VERWEILZEIT ... 171
 - Zur Koordinaten-Umrechnung
 - Zyklus 10 DREHUNG ... 159
 - Zyklus 11 MASSFAKTOR ... 160
 - Zyklus 19
 - BEARBEITUNGSEBENE ... 161
 - Zyklus 7 NULLPUNKT-Verschiebung ... 156
 - Zyklus 8 SPIEGELN ... 158
 - Zyklus 1 GENERATOR ... 133
 - Zyklus 2 ZEITABH.ERODIEREN ... 145
 - Zyklus 3 WERKZEUG DEF. ... 135
 - Zyklus 4 AUSFUNKZEIT ... 146
 - Zyklus ... 133

Übersichtstabelle: Zusatz-Funktionen

Zusatzfunktionen mit festgelegter Wirkung:



Der Maschinenhersteller legt fest, welche Zusatz-Funktionen M Sie an Ihrer TNC nutzen können und welche Funktion sie haben. Beachten Sie Ihr Maschinen-Handbuch.

M	Wirkung	Wirkung am Satz - Anfang	Ende	Seite
M00	Programmlauf HALT		■	Seite 122
M02	Programmlauf HALT/ggf. Löschen der Status-Anzeige (abhängig von Maschinen-Parameter)/Rücksprung zu Satz 1		■	Seite 122
M03	Freies Drehen der C-Achse, Maschinenhersteller legt Drehsinn fest	■		Seite 122
M04	Freies Drehen der C-Achse, Maschinenhersteller legt Drehsinn fest	■		
M05	Freies Drehen der C-Achse stoppen		■	
M06	Elektrodenwechsel/Programmlauf HALT (abhängig von Maschinen-Parameter)		■	Seite 122
M08	Spülung EIN	■		Seite 122
M09	Spülung AUS		■	
M13	Funktionalität von M03 + M08	■		Seite 122
M14	Funktionalität von M04 + M08	■		
M30	Gleiche Funktion wie M02		■	Seite 122
M36	Erodieren EIN/Spaltregelung EIN	■		Seite 122
M37	Erodieren AUS/Spaltregelung AUS	■		
M38	Koordinaten aus der Nullpunkt-Tabelle 0.D in NC-Programm übertragen	■		Seite 157
M39	Q-Parameter aus einem NC-Programm in die Nullpunkt-Tabelle 0.D übertragen	■		
M89	Freie Zusatz-Funktion oder Zyklus-Aufruf, modal wirksam (abhängig von Maschinen-Parameter MP 7440)	■		
M90	reserviert		■	
M91	Im Positioniersatz: Koordinaten beziehen sich auf den Maschinen-Nullpunkt	■		Seite 125
M92	Im Positioniersatz: Koordinaten beziehen sich auf eine vom Maschinenhersteller definierte Position, z.B. auf die Elektrodenwechsel-Position	■		Seite 125
M93	Im Erodiersatz: Rückzug nach Abarbeiten des Satzes auf den Anfangspunkt der Bearbeitung	■		Seite 125
M94	reserviert	■		
M95	reserviert		■	
M96	reserviert		■	
M97	Kleine Konturstufen bearbeiten		■	Seite 123
M98	Offene Konturen vollständig bearbeiten		■	Seite 124

M	Wirkung	Wirkung am Satz - Anfang Ende Seite
M99	Satzweiser Zyklus-Aufruf	■
M108	Koordinaten aus der Werkzeug-Tabelle TOOL.T in NC-Programm übertragen	■
M109	Q-Parameter aus einem NC-Programm in die Werkzeug-Tabelle TOOL.T übertragen	■

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