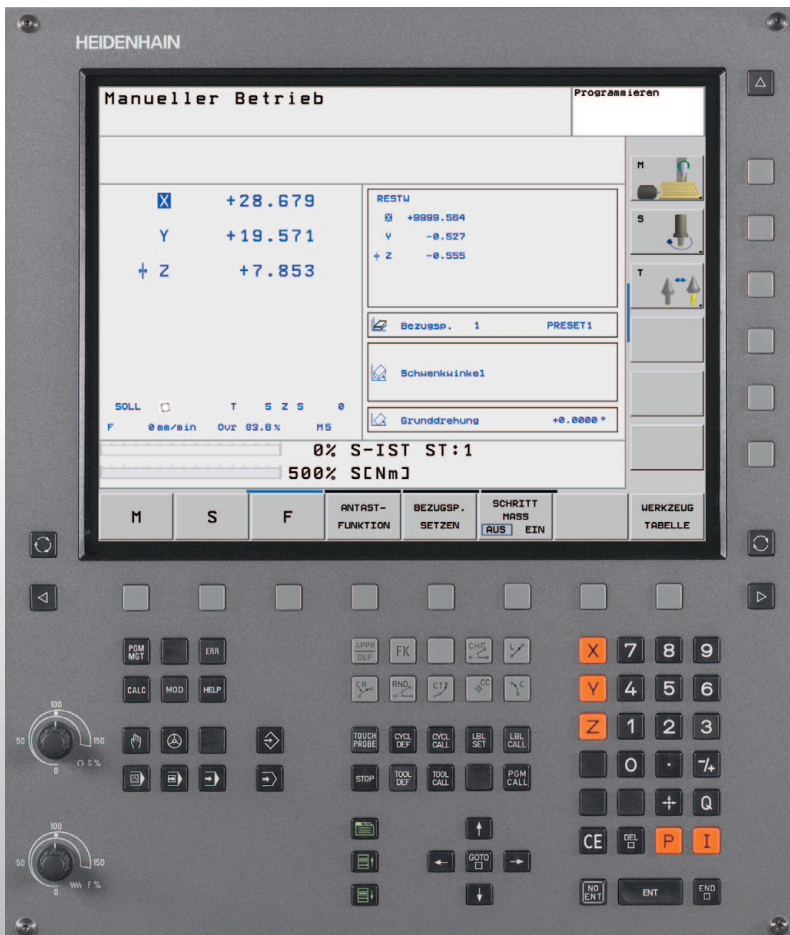




HEIDENHAIN



Benutzer-Handbuch
HEIDENHAIN-
Klartext-Dialog

TNC 320

NC-Software
340 551-02

Deutsch (de)
1/2007



Bedienelemente der Bildschirm-Einheit



Bildschirm-Aufteilung wählen



Bildschirm zwischen Maschinen- und Programmier-Betriebsart wählen



Softkeys: Funktion im Bildschirm wählen



Softkey-Leisten umschalten

Maschinen-Betriebsarten wählen



Manueller Betrieb



El. Handrad



Positionieren mit Handeingabe



Programmlauf Einzelsatz



Programmlauf Satzfolge

Programmier-Betriebsarten wählen



Programm Einspeichern/Editieren



Programm-Test

Programme/Dateien verwalten, TNC-Funktionen



Programme/Dateien wählen und löschen
Externe Datenübertragung



Programm-Aufruf definieren, Nullpunkt- und Punkte
Tabellen wählen



MOD-Funktion wählen



Hilfstexte und Hilfsbilder anzeigen



Alle anstehenden Fehlermeldungen anzeigen



Taschenrechner einblenden

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

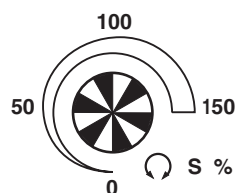
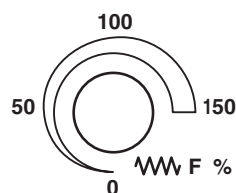


Hellfeld verschieben



Sätze, Zyklen und Parameter-Funktionen direkt wählen,
Bildschirm-Tastatur öffnen oder Drop-Down Menü öffnen

Override Drehknöpfe für Vorschub/Spindeldrehzahl



Bahnbewegungen programmieren



Kontur anfahren/verlassen



Freie Konturprogrammierung FK



Gerade



Kreismittelpunkt/Pol für Polarkoordinaten



Kreisbahn um Kreismittelpunkt



Kreisbahn mit Radius



Kreisbahn mit tangentialem Anschluss



Fase/Ecken-Runden

Angaben zu Werkzeugen



Werkzeug-Länge und -Radius eingeben und aufrufen

Zyklen, Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen



Zyklen definieren und aufrufen



Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen eingeben und aufrufen



Programm-Halt in ein Programm eingeben



Tastsystem-Zyklen definieren

Koordinatenachsen und Ziffern eingeben, Editieren



Koordinatenachsen wählen bzw. ins Programm eingeben



Ziffern



Dezimal-Punkt/Vorzeichen umkehren



Polarkoordinaten Eingabe/
Inkremental-Werte



Q-Parameter-Programmierung/Q-Parameter-Status



Ist-Position, Werte vom Taschenrechner übernehmen



Dialogfragen übergehen und Wörter löschen



Eingabe abschließen und Dialog fortsetzen



Satz abschließen, Eingabe beenden



Zahlenwert-Eingaben rücksetzen oder TNC Fehlermeldung löschen



Dialog abbrechen, Programmteil löschen

Navigation in Dialogen

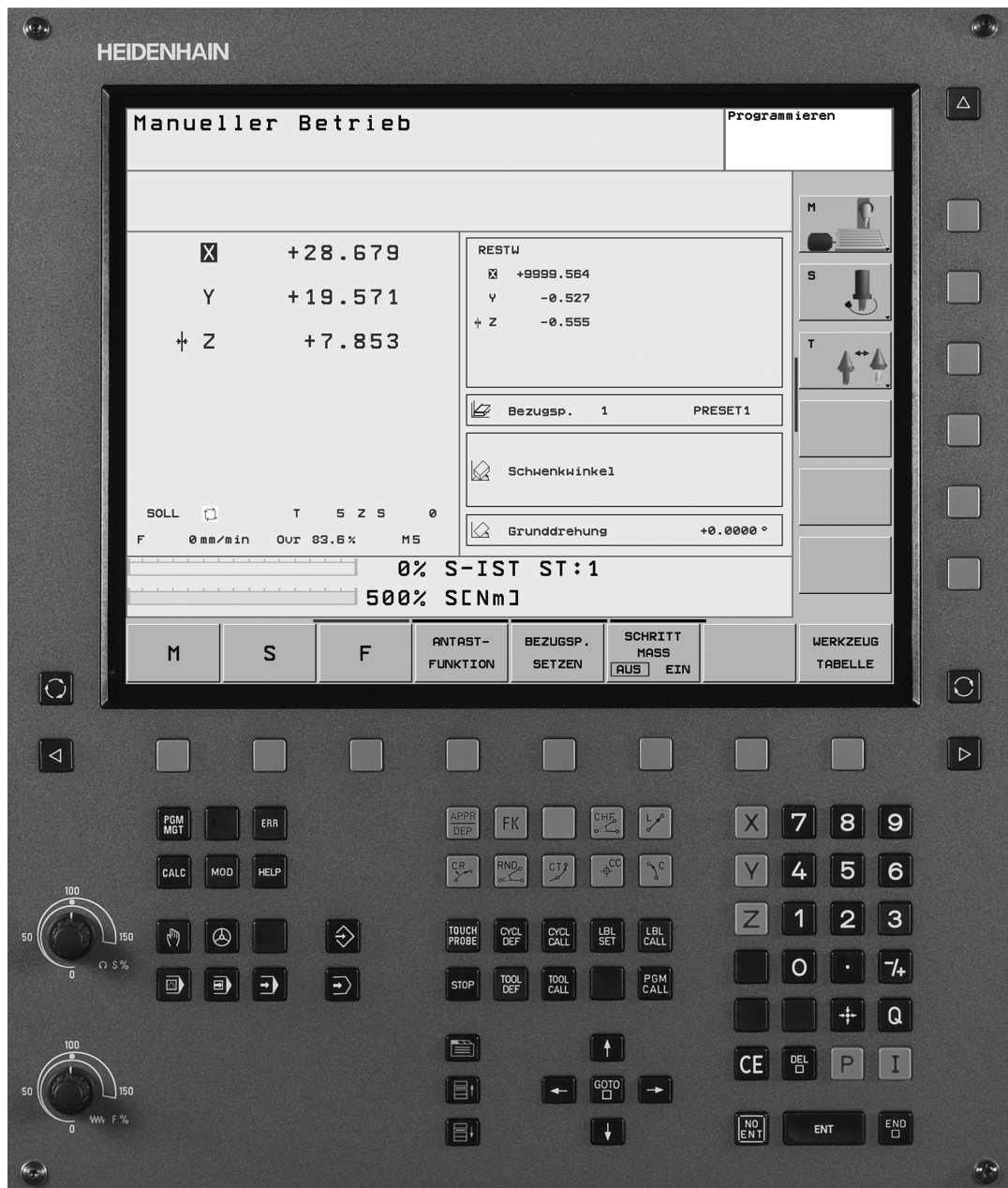


Hat z.Zt. noch keine Funktion



Dialogfeld oder Schaltfläche vor/zurück







TNC-Typ, Software und Funktionen

Dieses Handbuch beschreibt Funktionen, die in der TNC ab der folgenden NC-Software-Nummer verfügbar ist.

TNC-Typ	NC-Software-Nr.
TNC 320	340 551-xx

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

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

- Antastfunktion für das 3D-Tastsystem
- Gewindebohren ohne Ausgleichfutter
- Wiederanfahren an die Kontur nach Unterbrechungen

Darüber hinaus besitzt die TNC 320 noch Software-Optionen, die von Ihrem Maschinen-Hersteller freigeschaltet werden können.

Software-Option
Zusatzachse für 4 Achsen und unregelmäßige Spindel
Zusatzachse für 5 Achsen und unregelmäßige Spindel
Zylindermantel-Interpolation (Zyklen 27, 28 und 29)

Setzen Sie sich bitte mit dem Maschinenhersteller in Verbindung, um den tatsächlichen Funktionsumfang Ihrer Maschine kennenzulernen.

Viele Maschinenhersteller und HEIDENHAIN bieten für die TNCs Programmier-Kurse an. Die Teilnahme an solchen Kursen ist empfehlenswert, um sich intensiv mit den TNC-Funktionen vertraut zu machen.

Vorgesehener Einsatzort

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



Inhalt

Einführung	1
Handbetrieb und Einrichten	2
Positionieren mit Handeingabe	3
Programmieren: Grundlagen Dateiverwaltung, Programmierhilfen	4
Programmieren: Werkzeuge	5
Programmieren: Konturen programmieren	6
Programmieren: Zusatz-Funktionen	7
Programmieren: Zyklen	8
Programmieren: Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen	9
Programmieren: Q-Parameter	10
Programmtest und Programmlauf	11
MOD-Funktionen	12
Tastensystem-Zyklen	13
Technische Informationen	14

1 Einführung 27

- 1.1 Die TNC 320 28
 - Programmierung: HEIDENHAIN Klartext-Dialog 28
 - Kompatibilität 28
- 1.2 Bildschirm und Bedienfeld 29
 - Bildschirm 29
 - Bildschirm-Aufteilung festlegen 29
 - Bedienfeld 30
- 1.3 Betriebsarten 31
 - Manueller Betrieb und El. Handrad 31
 - Positionieren mit Handeingabe 31
 - Programm-Einspeichern/Editieren 31
 - Programm-Test 32
 - Programmlauf Satzfolge und Programmlauf Einzelsatz 32
- 1.4 Status-Anzeigen 33
 - „Allgemeine“ Status-Anzeige 33
 - Zusätzliche Status-Anzeigen 34
- 1.5 Zubehör: 3D-Tastssysteme und elektronische Handräder von HEIDENHAIN 37
 - 3D-Tastssysteme 37
 - Elektronische Handräder HR 37



2 Handbetrieb und Einrichten 39

- 2.1 Einschalten, Ausschalten 40
 - Einschalten 40
 - Ausschalten 41
- 2.2 Verfahren der Maschinenachsen 42
 - Hinweis 42
 - Achse mit den externen Richtungstasten verfahren 42
 - Schrittweises Positionieren 43
 - Verfahren mit dem elektronischen Handrad HR 410 44
- 2.3 Spindeldrehzahl S, Vorschub F und Zusatzfunktion M 45
 - Anwendung 45
 - Werte eingeben 45
 - Spindeldrehzahl und Vorschub ändern 46
- 2.4 Bezugspunkt-Setzen (ohne 3D-Tastsystem) 47
 - Hinweis 47
 - Vorbereitung 47
 - Bezugspunkt setzen mit Achstasten 47



3 Positionieren mit Handeingabe 49

- 3.1 Einfache Bearbeitungen programmieren und abarbeiten 50
 - Positionieren mit Handeingabe anwenden 50
 - Programme aus \$MDI sichern oder löschen 52



- 4.1 Grundlagen 54
 - Wegmessgeräte und Referenzmarken 54
 - Bezugssystem 54
 - Bezugssystem an Fräsmaschinen 55
 - Polarkoordinaten 56
 - Absolute und inkrementale Werkstück-Positionen 57
 - Bezugspunkt wählen 58
- 4.2 Datei-Verwaltung: Grundlagen 59
 - Dateien 59
 - Bildschirm-Tastatur 60
 - Datensicherung 60
- 4.3 Arbeiten mit der Datei-Verwaltung 61
 - Verzeichnisse 61
 - Pfade 61
 - Übersicht: Funktionen der Datei-Verwaltung 62
 - Datei-Verwaltung aufrufen 63
 - Laufwerke, Verzeichnisse und Dateien wählen 64
 - Neues Verzeichnis erstellen 65
 - Einzelne Datei kopieren 66
 - Verzeichnis kopieren 66
 - Eine der letzten 10 gewählten Dateien auswählen 67
 - Datei löschen 67
 - Verzeichnis löschen 67
 - Dateien markieren 68
 - Datei umbenennen 69
 - Dateien sortieren 69
 - Zusätzliche Funktionen 69
 - Datenübertragung zu/von einem externen Datenträger 70
 - Datei in ein anderes Verzeichnis kopieren 72
 - Die TNC am Netzwerk 73
 - USB-Geräte an der TNC 74
- 4.4 Programme eröffnen und eingeben 75
 - Aufbau eines NC-Programms im HEIDENHAIN-Klartext-Format 75
 - Rohteil definieren: **BLK FORM** 75
 - Neues Bearbeitungs-Programm eröffnen 76
 - Werkzeug-Bewegungen im Klartext-Dialog programmieren 78
 - Ist-Positionen übernehmen 79
 - Programm editieren 80
 - Die Suchfunktion der TNC 83

4.5 Programmier-Grafik	85
Programmier-Grafik mitführen/nicht mitführen	85
Programmier-Grafik für bestehendes Programm erstellen	85
Satz-Nummern ein- und ausblenden	86
Grafik löschen	86
Ausschnittsvergrößerung oder -verkleinerung	86
4.6 Kommentare einfügen	87
Anwendung	87
Kommentarzeile einfügen	87
Funktionen beim Editieren des Kommentars	87
4.7 Der Taschenrechner	88
Bedienung	88
4.8 Die Fehlermeldungen	90
Fehler anzeigen	90
Fehlerfenster öffnen	90
Fehlerfenster schließen	90
Ausführliche Fehlermeldungen	91
Softkey INTERNE INFO	91
Fehler löschen	91
Fehler-Protokoll	92
Tasten-Protokoll	92
Hinweistexte	93
Service-Dateien speichern	93



5.1 Werkzeugbezogene Eingaben	96
Vorschub F	96
Spindeldrehzahl S	97
5.2 Werkzeug-Daten	98
Voraussetzung für die Werkzeug-Korrektur	98
Werkzeug-Nummer, Werkzeug-Name	98
Werkzeug-Länge L	98
Werkzeug-Radius R	99
Delta-Werte für Längen und Radien	99
Werkzeug-Daten ins Programm eingeben	99
Werkzeug-Daten in die Tabelle eingeben	100
Platz-Tabelle für Werkzeug-Wechsler	104
Werkzeug-Daten aufrufen	107
Werkzeugwechsel	108
5.3 Werkzeug-Korrektur	110
Einführung	110
Werkzeug-Längenkorrektur	110
Werkzeug-Radiuskorrektur	111

6 Programmieren: Konturen programmieren 115

- 6.1 Werkzeug-Bewegungen 116
 - Bahnfunktionen 116
 - Freie Kontur-Programmierung FK 116
 - Zusatzfunktionen M 116
 - Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen 116
 - Programmieren mit Q-Parametern 116
- 6.2 Grundlagen zu den Bahnfunktionen 117
 - Werkzeugbewegung für eine Bearbeitung programmieren 117
- 6.3 Kontur anfahren und verlassen 121
 - Übersicht: Bahnformen zum Anfahren und Verlassen der Kontur 121
 - Wichtige Positionen beim An- und Wegfahren 121
 - Anfahren auf einer Geraden mit tangentialem Anschluss: APPR LT 123
 - Anfahren auf einer Geraden senkrecht zum ersten Konturpunkt: APPR LN 123
 - Anfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluss: APPR CT 124
 - Anfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluss an die Kontur und Geradenstück: APPR LCT 125
 - Wegfahren auf einer Geraden mit tangentialem Anschluss: DEP LT 125
 - Wegfahren auf einer Geraden senkrecht zum letzten Konturpunkt: DEP LN 126
 - Wegfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluss: DEP CT 126
 - Wegfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluss an Kontur und Geradenstück: DEP LCT 127
- 6.4 Bahnbewegungen – rechtwinklige Koordinaten 128
 - Übersicht der Bahnfunktionen 128
 - Gerade L 128
 - Fase CHF zwischen zwei Geraden einfügen 129
 - Ecken-Runden RND 130
 - Kreismittelpunkt CC 131
 - Kreisbahn C um Kreismittelpunkt CC 132
 - Kreisbahn CR mit festgelegtem Radius 132
 - Kreisbahn CT mit tangentialem Anschluss 134
- 6.5 Bahnbewegungen – Polarkoordinaten 139
 - Übersicht 139
 - Polarkoordinaten-Ursprung: Pol CC 139
 - Gerade LP 140
 - Kreisbahn CP um Pol CC 140
 - Kreisbahn CTP mit tangentialem Anschluss 141
 - Schraubenlinie (Helix) 141



6.6 Bahnbewegungen – Freie Kontur-Programmierung FK 146

Grundlagen 146

Grafik der FK-Programmierung 147

FK-Dialog eröffnen 149

Pol für FK-Programmierung 149

Geraden frei programmieren 150

Kreisbahnen frei programmieren 150

Eingabemöglichkeiten 151

Hilfspunkte 154

Relativ-Bezüge 155



7 Programmieren: Zusatz-Funktionen 163

- 7.1 Zusatz-Funktionen M und STOP eingeben 164
 - Grundlagen 164
- 7.2 Zusatz-Funktionen für Programmlauf-Kontrolle, Spindel und Kühlmittel 166
 - Übersicht 166
- 7.3 Maschinenbezogene Koordinaten programmieren: M91/M92 167
 - Maschinenbezogene Koordinaten programmieren: M91/M92 167
- 7.4 Zusatz-Funktionen für das Bahnverhalten 169
 - Kleine Konturstufen bearbeiten: M97 169
 - Offene Konturecken vollständig bearbeiten: M98 171
 - Vorschubgeschwindigkeit bei Kreisbögen: M109/M110/M111 171
 - Radiuskorrigierte Kontur vorausberechnen (LOOK AHEAD): M120 172
 - Handrad-Positionierung während des Programmlaufs überlagern: M118 173
 - Rückzug von der Kontur in Werkzeugachsen-Richtung: M140 174
 - Tastsystem-Überwachung unterdrücken: M141 175
 - Grunddrehung löschen: M143 175
 - Werkzeug bei NC-Stop automatisch von der Kontur abheben: M148 176
- 7.5 Zusatz-Funktionen für Drehachsen 177
 - Vorschub in mm/min bei Drehachsen A, B, C: M116 177
 - Drehachsen wegoptimiert fahren: M126 178
 - Anzeige der Drehachse auf Wert unter 360° reduzieren: M94 179



8 Programmieren: Zyklen 181

- 8.1 Mit Zyklen arbeiten 182
 - Maschinenspezifische Zyklen 182
 - Zyklus definieren über Softkeys 183
 - Zyklus definieren über GOTO-Funktion 183
 - Zyklen aufrufen 185
- 8.2 Zyklen zum Bohren, Gewindebohren und Gewindefräsen 186
 - Übersicht 186
 - BOHREN (Zyklus 200) 188
 - REIBEN (Zyklus 201) 190
 - AUSDREHEN (Zyklus 202) 192
 - UNIVERSAL-BOHREN (Zyklus 203) 194
 - RUECKWAERTS-SENKEN (Zyklus 204) 196
 - UNIVERSAL-TIEFBOHREN (Zyklus 205) 199
 - BOHRFRAESEN (Zyklus 208) 202
 - GEWINDEBOHREN NEU mit Ausgleichsfutter (Zyklus 206) 204
 - GEWINDEBOHREN ohne Ausgleichsfutter GS NEU (Zyklus 207) 206
 - GEWINDEBOHREN SPANBRUCH (Zyklus 209) 208
 - Grundlagen zum Gewindefräsen 210
 - GEWINDEFRAESEN (Zyklus 262) 212
 - SENKGEWINDEFRAESEN (Zyklus 263) 214
 - BOHRGEWINDEFRAESEN (Zyklus 264) 218
 - HELIX- BOHRGEWINDEFRAESEN (Zyklus 265) 222
 - AUSSENGEWINDE-FRAESEN (Zyklus 267) 226
- 8.3 Zyklen zum Fräsen von Taschen, Zapfen und Nuten 232
 - Übersicht 232
 - TASCHENFRAESEN (Zyklus 4) 233
 - TASCHE SCHLICHTEN (Zyklus 212) 235
 - ZAPFEN SCHLICHTEN (Zyklus 213) 237
 - KREISTASCHE (Zyklus 5) 239
 - KREISTASCHE SCHLICHTEN (Zyklus 214) 241
 - KREISZAPFEN SCHLICHTEN (Zyklus 215) 243
 - NUT (Langloch) mit pendelndem Eintauchen (Zyklus 210) 245
 - RUNDE NUT (Langloch) mit pendelndem Eintauchen (Zyklus 211) 248
- 8.4 Zyklen zum Herstellen von Punktemustern 254
 - Übersicht 254
 - PUNKTEMUSTER AUF KREIS (Zyklus 220) 255
 - PUNKTEMUSTER AUF LINIEN (Zyklus 221) 257

8.5 SL-Zyklen	261
Grundlagen	261
Übersicht SL-Zyklen	263
KONTUR (Zyklus 14)	264
Überlagerte Konturen	265
KONTUR-DATEN (Zyklus 20)	268
VORBOHREN (Zyklus 21)	269
RAEUMEN (Zyklus 22)	270
SCHLICHTEN TIEFE (Zyklus 23)	271
SCHLICHTEN SEITE (Zyklus 24)	272
KONTUR-ZUG (Zyklus 25)	273
ZYLINDER-MANTEL (Zyklus 27, Software-Option 1)	275
ZYLINDER-MANTEL Nutenfräsen (Zyklus 28, Software-Option 1)	277
ZYLINDER-MANTEL Stegfräsen (Zyklus 29, Software-Option 1)	280
8.6 Zyklen zum Abzeilen	291
Übersicht	291
ABZEILEN (Zyklus 230)	291
REGELFLAECHE (Zyklus 231)	294
PLANFRAESEN (Zyklus 232)	297
8.7 Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung	305
Übersicht	305
Wirksamkeit der Koordinaten-Umrechnungen	305
NULLPUNKT-Verschiebung (Zyklus 7)	306
NULLPUNKT-Verschiebung mit Nullpunkt-Tabellen (Zyklus 7)	307
SPIEGELN (Zyklus 8)	310
DREHUNG (Zyklus 10)	312
MASSFAKTOR (Zyklus 11)	313
MASSFAKTOR ACHSSP. (Zyklus 26)	314
8.8 Sonder-Zyklen	317
VERWEILZEIT (Zyklus 9)	317
PROGRAMM-AUFRUF (Zyklus 12)	318
SPINDEL-ORIENTIERUNG (Zyklus 13)	319



9 Programmieren: Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen 321

- 9.1 Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen kennzeichnen 322
 - Label 322
- 9.2 Unterprogramme 323
 - Arbeitsweise 323
 - Programmier-Hinweise 323
 - Unterprogramm programmieren 323
 - Unterprogramm aufrufen 323
- 9.3 Programmteil-Wiederholungen 324
 - Label LBL 324
 - Arbeitsweise 324
 - Programmier-Hinweise 324
 - Programmteil-Wiederholung programmieren 324
 - Programmteil-Wiederholung aufrufen 324
- 9.4 Beliebiges Programm als Unterprogramm 325
 - Arbeitsweise 325
 - Programmier-Hinweise 325
 - Beliebiges Programm als Unterprogramm aufrufen 326
- 9.5 Verschachtelungen 327
 - Verschachtelungsarten 327
 - Verschachtelungstiefe 327
 - Unterprogramm im Unterprogramm 327
 - Programmteil-Wiederholungen wiederholen 328
 - Unterprogramm wiederholen 329
- 9.6 Programmier-Beispiele 330



10 Programmieren: Q-Parameter 337

- 10.1 Prinzip und Funktionsübersicht 338
 - Programmierhinweise 339
 - Q-Parameter-Funktionen aufrufen 339
- 10.2 Teilefamilien – Q-Parameter statt Zahlenwerte 340
 - NC-Beispielsätze 340
 - Beispiel 340
- 10.3 Konturen durch mathematische Funktionen beschreiben 341
 - Anwendung 341
 - Übersicht 341
 - Grundrechenarten programmieren 342
- 10.4 Winkelfunktionen (Trigonometrie) 343
 - Definitionen 343
 - Winkelfunktionen programmieren 344
- 10.5 Kreisberechnungen 345
 - Anwendung 345
- 10.6 Wenn/dann-Entscheidungen mit Q-Parametern 346
 - Anwendung 346
 - Unbedingte Sprünge 346
 - Wenn/dann-Entscheidungen programmieren 346
 - Verwendete Abkürzungen und Begriffe 347
- 10.7 Q-Parameter kontrollieren und ändern 348
 - Vorgehensweise 348
- 10.8 Zusätzliche Funktionen 349
 - Übersicht 349
 - FN14: ERROR: Fehlermeldungen ausgeben 350
 - FN16: F-PRINT: Texte und Q-Parameter-Werte formatiert ausgeben 352
 - FN18: SYS-DATUM READ: Systemdaten lesen 355
 - FN19: PLC: Werte an PLC übergeben 363
 - FN20: WAIT FOR: NC und PLC synchronisieren 364
 - FN29: PLC: Werte an PLC übergeben 366
 - FN37: EXPORT 367
- 10.9 Tabellenzugriffe mit SQL-Anweisungen 368
 - Einführung 368
 - Eine Transaktion 369
 - SQL-Anweisungen programmieren 371
 - Übersicht der Softkeys 371
 - SQL BIND 372
 - SQL SELECT 373
 - SQL FETCH 376
 - SQL UPDATE 377
 - SQL INSERT 377
 - SQL COMMIT 378
 - SQL ROLLBACK 378



10.10	Formel direkt eingeben	379
	Formel eingeben	379
	Rechenregeln	381
	Eingabe-Beispiel	382
10.11	String-Parameter	383
	Funktionen der Stringverarbeitung	383
	String-Parameter zuweisen	384
	String-Parameter verketteten	384
	Numerischen Wert in einen String-Parameter umwandeln	385
	Teilstring aus einem String-Parameter kopieren	386
	String-Parameter in einen numerischen Wert umwandeln	387
	Prüfen eines String-Parameters	388
	Länge eines String-Parameters ermitteln	389
	Alphabetische Reihenfolge vergleichen	390
10.12	Vorbelegte Q-Parameter	391
	Werte aus der PLC: Q100 bis Q107	391
	Aktiver Werkzeug-Radius: Q108	391
	Werkzeugachse: Q109	391
	Spindelzustand: Q110	392
	Kühlmittelversorgung: Q111	392
	Überlappungsfaktor: Q112	392
	Maßangaben im Programm: Q113	392
	Werkzeug-Länge: Q114	392
	Koordinaten nach Antasten während des Programmlaufs	393
10.13	Programmier-Beispiel	394

11 Programm-Test und Programmlauf 401

- 11.1 Grafiken 402
 - Anwendung 402
 - Übersicht: Ansichten 403
 - Draufsicht 403
 - Darstellung in 3 Ebenen 404
 - 3D-Darstellung 405
 - Ausschnitts-Vergrößerung 406
 - Grafische Simulation wiederholen 407
 - Bearbeitungszeit ermitteln 408
- 11.2 Rohteil im Arbeitsraum darstellen 409
 - Anwendung 409
- 11.3 Funktionen zur Programmanzeige 410
 - Übersicht 410
- 11.4 Programm-Test 411
 - Anwendung 411
- 11.5 Programmlauf 414
 - Anwendung 414
 - Bearbeitungs-Programm ausführen 414
 - Bearbeitung unterbrechen 415
 - Maschinenachsen während einer Unterbrechung verfahren 415
 - Programmlauf nach einer Unterbrechung fortsetzen 416
 - Beliebiger Einstieg ins Programm (Satzvorlauf) 417
 - Wiederanfahren an die Kontur 418
- 11.6 Automatischer Programmstart 419
 - Anwendung 419
- 11.7 Sätze überspringen 420
 - Anwendung 420
 - Einfügen des „/“-Zeichens 420
 - Löschen des „/“-Zeichens 420
- 11.8 Wahlweiser Programmlauf-Halt 421
 - Anwendung 421



12 MOD-Funktionen 423

- 12.1 MOD-Funktion wählen 424
 - MOD-Funktionen wählen 424
 - Einstellungen ändern 424
 - MOD-Funktionen verlassen 424
 - Übersicht MOD-Funktionen 425
- 12.2 Software-Nummern 426
 - Anwendung 426
- 12.3 Positions-Anzeige wählen 427
 - Anwendung 427
- 12.4 Maßsystem wählen 428
 - Anwendung 428
- 12.5 Betriebszeiten anzeigen 429
 - Anwendung 429
- 12.6 Schlüssel-Zahl eingeben 430
 - Anwendung 430
- 12.7 Datenschnittstellen einrichten 431
 - Serielle Schnittstellen an der TNC 320 431
 - Anwendung 431
 - RS-232-Schnittstelle einrichten 431
 - BAUD-RATE einstellen (baudRate) 431
 - Protokoll einstellen (protocol) 431
 - Datenbits einstellen (dataBits) 432
 - Parität überprüfen (parity) 432
 - Stopp-Bits einstellen (stopBits) 432
 - Handshake einstellen (flowControl) 432
 - Betriebsart des externen Geräts wählen (fileSystem) 433
 - Software für Datenübertragung 434
- 12.8 Ethernet-Schnittstelle 436
 - Einführung 436
 - Anschluss-Möglichkeiten 436
 - Steuerung an das Netzwerk anschließen 437



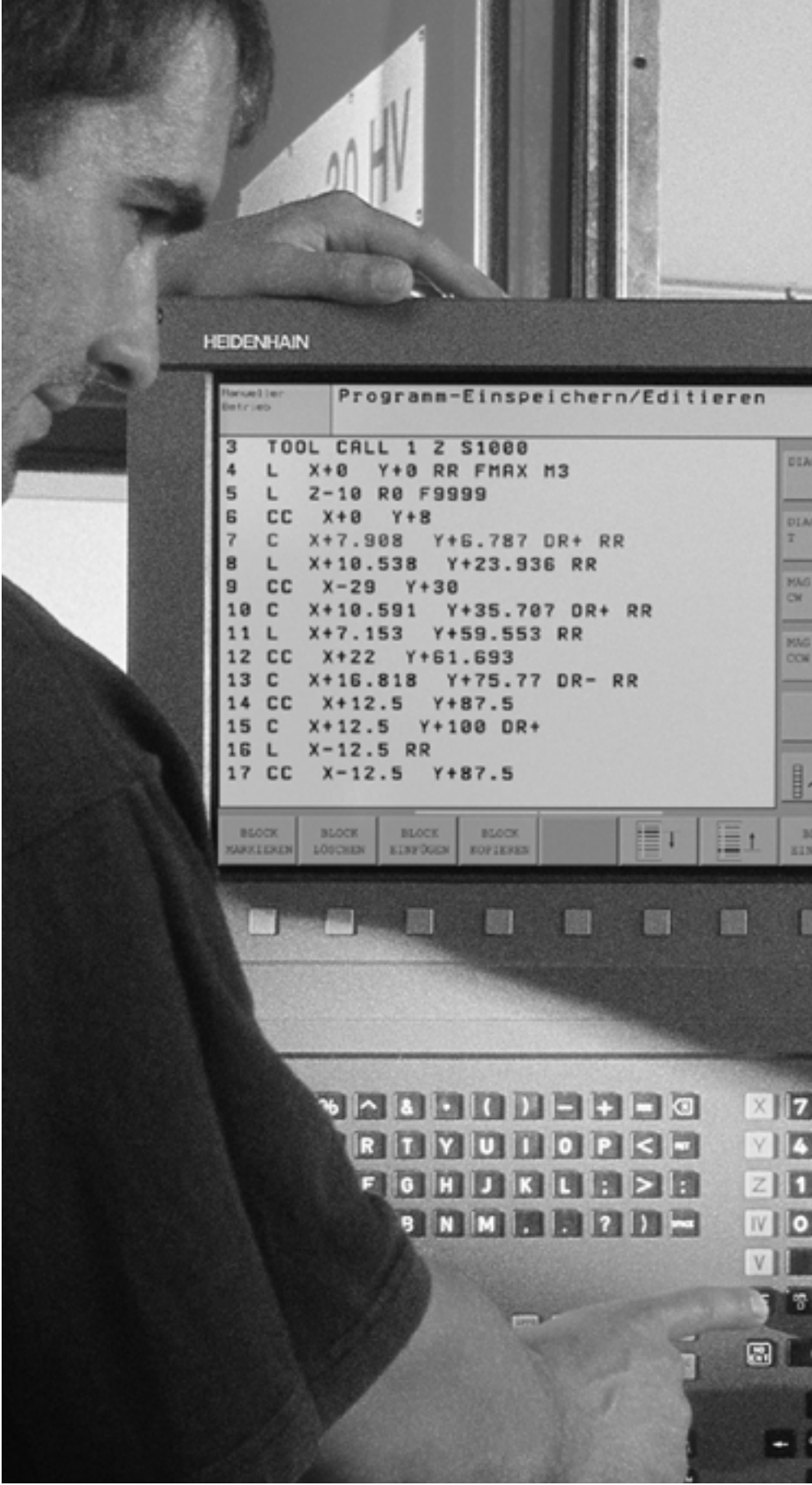
- 13.1 Einführung 444
 - Übersicht 444
 - Tastsystem-Zyklus wählen 444
- 13.2 Schaltendes Tastsystem kalibrieren 445
 - Einführung 445
 - Kalibrieren der wirksamen Länge 445
 - Wirksamen Radius kalibrieren und Tastsystem-Mittenversatz ausgleichen 446
 - Kalibrierwerte anzeigen 447
- 13.3 Werkstück-Schiefelage kompensieren 448
 - Einführung 448
 - Grunddrehung ermitteln 448
 - Grunddrehung anzeigen 449
 - Grunddrehung aufheben 449
- 13.4 Bezugspunkt-Setzen mit 3D-Tastsystemen 450
 - Einführung 450
 - Bezugspunkt-Setzen in einer beliebigen Achse (siehe Bild rechts) 450
 - Ecke als Bezugspunkt – Punkte übernehmen, die für Grunddrehung angetastet wurden (siehe Bild rechts) 451
 - Kreismittelpunkt als Bezugspunkt 452
- 13.5 Werkstücke vermessen mit 3D-Tastsystemen 453
 - Einführung 453
 - Koordinate einer Position am ausgerichteten Werkstück bestimmen 453
 - Koordinaten eines Eckpunktes in der Bearbeitungsebene bestimmen 453
 - Werkstückmaße bestimmen 454
 - Winkel zwischen der Winkelbezugsachse und einer Werkstück-Kante bestimmen 455
- 13.6 Verwaltung der Tastsystem-Daten 456
 - Einführung 456
 - Tastsystem-Tabelle: Tastsystem-Daten 456
 - Tastsystem-Tabellen editieren 457
- 13.7 Werkstücke automatisch vermessen 458
 - Übersicht 458
 - Bezugssystem für Messergebnisse 458
 - BEZUGSEBENE Tastsystem-Zyklus 0 459
 - BEZUGSEBENE Polar Tastsystem-Zyklus 1 461
 - MESSEN (Tastsystem-Zyklus 3) 462



14 Tabellen und Übersichten 463

- 14.1 Maschinenspezifische Anwenderparameter 464
 - Anwendung 464
- 14.2 Steckerbelegung und Anschlusskabel für Datenschnittstellen 468
 - Schnittstelle V.24/RS-232-C HEIDEHAIN-Geräte 468
 - Fremdgeräte 469
 - Ethernet-Schnittstelle RJ45-Buchse 469
- 14.3 Technische Information 470
- 14.4 Puffer-Batterie wechseln 475





HEIDENHAIN

Manuell
Betrieb

Programm-Einspeichern/Editieren

```
3  TOOL CALL 1 2 S1000
4  L  X+0  Y+0  RR FMAX M3
5  L  Z-10 R0 F9999
6  CC  X+0  Y+8
7  C  X+7.908  Y+6.787 DR+ RR
8  L  X+10.538  Y+23.936 RR
9  CC  X-29  Y+30
10 C  X+10.591  Y+35.707 DR+ RR
11 L  X+7.153  Y+59.553 RR
12 CC  X+22  Y+61.693
13 C  X+16.818  Y+75.77 DR- RR
14 CC  X+12.5  Y+87.5
15 C  X+12.5  Y+100 DR+
16 L  X-12.5 RR
17 CC  X-12.5  Y+87.5
```

BLOCK
MARKIEREN

BLOCK
LÖSCHEN

BLOCK
EINFÜGEN

BLOCK
KOPIEREN



MA
EIN

26 ^ & . () - + I G
R T Y U I O P < =
F G H J K L : ;
B N M . , ?) !

X 7
Y 4
Z 1
IV 0
V

1

Einführung



1.1 Die TNC 320

HEIDENHAIN TNC's sind werkstattgerechte Bahnsteuerungen, mit denen Sie herkömmliche Fräs- und Bohrbearbeitungen direkt an der Maschine im leicht verständlichen Klartext-Dialog programmieren. Die TNC 320 ist für den Einsatz an Fräs- und Bohrmaschinen mit bis zu 4 Achsen (optional 5 Achsen) ausgelegt. Anstelle der vierten bzw. fünften Achse können Sie auch die Winkelposition der Spindel programmiert einstellen.

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

Programmierung: HEIDENHAIN Klartext-Dialog

Besonders einfach ist die Programm-Erstellung im benutzerfreundlichen HEIDENHAIN-Klartext-Dialog. Eine Programmier-Grafik stellt die einzelnen Bearbeitungs-Schritte während der Programmeingabe dar. Zusätzlich hilft die Freie Kontur-Programmierung FK, wenn einmal keine NC-gerechte Zeichnung vorliegt. Die grafische Simulation der Werkstückbearbeitung ist sowohl während des Programm-Tests als auch während des Programmlaufs möglich.

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

Kompatibilität

Der Leistungsumfang der TNC 320 entspricht nicht dem der Steuerungen der Baureihe TNC 4xx und iTNC 530. Daher sind Bearbeitungsprogramme die an HEIDENHAIN-Bahnsteuerungen (ab der TNC 150 B) erstellt wurden, von der TNC 320 nur bedingt abarbeitbar. Falls NC-Sätze ungültige Elemente enthalten, werden diese von der TNC beim Einlesen als ERROR-Sätze gekennzeichnet.

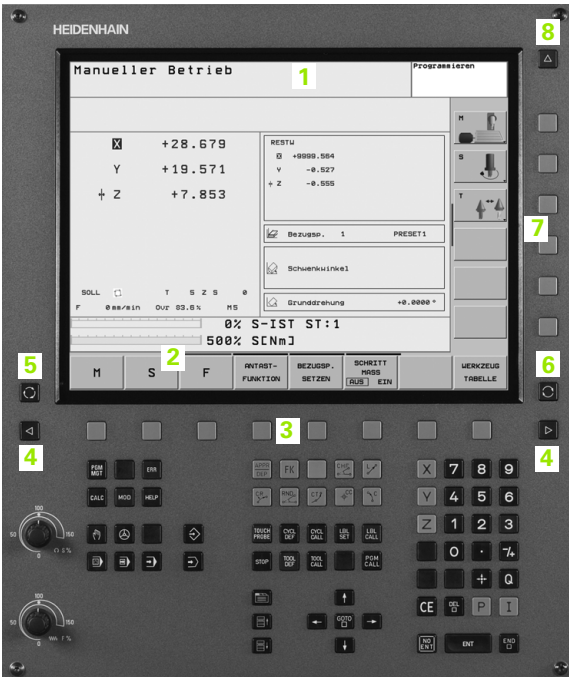


1.2 Bildschirm und Bedienfeld

Bildschirm

Die TNC wird mit einem 15 Zoll TFT-Flachbildschirm geliefert (siehe Bild rechts oben).

- 1 Kopfzeile
Bei eingeschalteter TNC zeigt der Bildschirm in der Kopfzeile die angewählten Betriebsarten an: Maschinen-Betriebsarten links und Programmier-Betriebsarten rechts. Im größeren Feld der Kopfzeile steht die Betriebsart, auf die der Bildschirm geschaltet ist: dort erscheinen Dialogfragen und Meldetexte (Ausnahme: Wenn die TNC nur Grafik anzeigt).
- 2 Softkeys
In der Fußzeile zeigt die TNC weitere Funktionen in einer Softkey-Leiste an. Diese Funktionen wählen Sie über die darunterliegenden Tasten. Zur Orientierung zeigen schmale Balken direkt über der Softkey-Leiste die Anzahl der Softkey-Leisten an, die sich mit den außen angeordneten schwarzen Pfeil-Tasten wählen lassen. Die aktive Softkey-Leiste wird als aufgehellter Balken dargestellt.
- 3 Softkey-Wahltasten
- 4 Softkey-Leisten umschalten
- 5 Festlegen der Bildschirm-Aufteilung
- 6 Bildschirm-Umschalttaste für Maschinen- und Programmier-Betriebsarten
- 7 Softkey-Wahltasten für Maschinenhersteller-Softkeys
- 8 Softkey-Leisten für Maschinenhersteller-Softkeys umschalten



Bildschirm-Aufteilung festlegen

Der Benutzer wählt die Aufteilung des Bildschirms: So kann die TNC z.B. in der Betriebsart Programmieren, das Programm im linken Fenster anzeigen, während das rechte Fenster gleichzeitig z.B. eine Programmier-Grafik anzeigt. Alternativ lässt sich im rechten Fenster auch die Status-Anzeige oder ausschließlich das Programm in einem großen Fenster darstellen. 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 31



Bildschirm-Aufteilung mit Softkey wählen



Bedienfeld

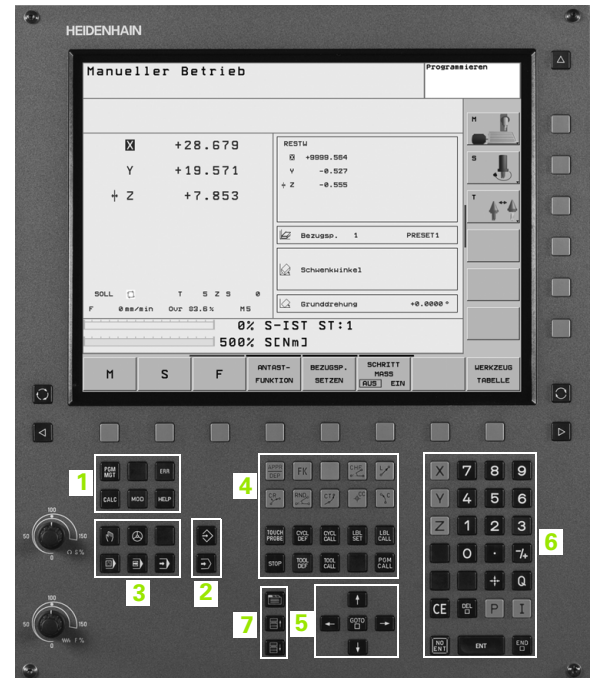
Die TNC 320 wird mit einem integriertem Bedienfeld geliefert. Die Abbildung rechts oben zeigt die Bedienelemente des Bedienfeldes:

- 1 ■ Datei-Verwaltung
- Taschenrechner
- MOD-Funktion
- HELP-Funktion
- 2 Programmier-Betriebsarten
- 3 Maschinen-Betriebsarten
- 4 Eröffnen der Programmier-Dialoge
- 5 Pfeil-Tasten und Sprunganweisung GOTO
- 6 Zahleneingabe und Achswahl
- 7 Navigationstasten

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



Externe Tasten, wie z.B. NC-START oder NC-STOP, sind in Ihrem Maschinenhandbuch beschrieben.



1.3 Betriebsarten

Manueller Betrieb und El. Handrad

Das Einrichten der Maschinen geschieht im Manuellen Betrieb. In dieser Betriebsart lassen sich die Maschinenachsen manuell oder schrittweise positionieren und die Bezugspunkte setzen.

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

Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung (wählen wie zuvor beschrieben)

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

Positionieren mit Handeingabe

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

Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung

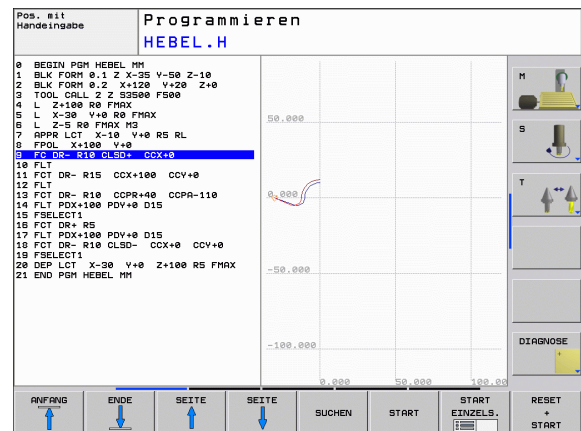
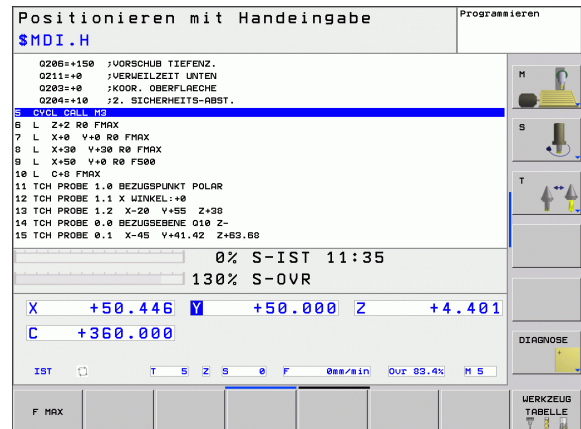
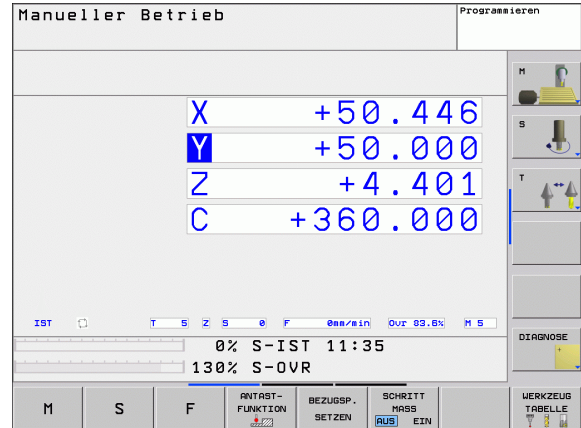
Fenster	Softkey
Programm	PROGRAMM
Links: Programm, rechts: Status-Anzeige	PROGRAMM + STATUS

Programm-Einspeichern/Editieren

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

Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung

Fenster	Softkey
Programm	PROGRAMM
Links: Programm, rechts: Programmier-Grafik	PROGRAMM + GRAFIK



Programm-Test

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

Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung: siehe „Programmlauf Satzfolge und Programmlauf Einzelsatz“, Seite 32.

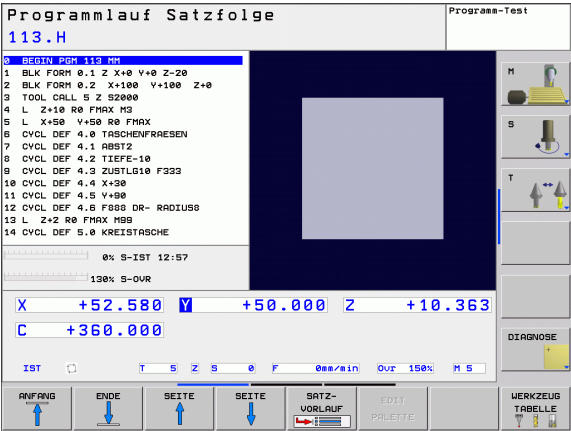
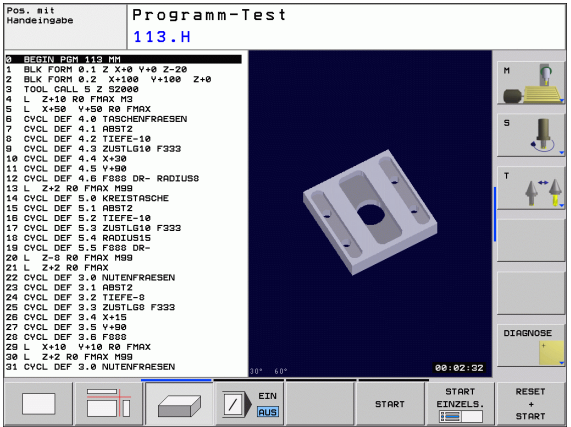
Programmlauf Satzfolge und Programmlauf Einzelsatz

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

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

Softkeys zur Bildschirm-Aufteilung

Fenster	Softkey
Programm	PROGRAMM
Links: Programm, rechts: Status	PROGRAMM + STATUS
Links: Programm, rechts: Grafik	PROGRAMM + GRAFIK
Grafik	GRAFIK



1.4 Status-Anzeigen

„Allgemeine“ Status-Anzeige

Die allgemeine Status-Anzeige **1** informiert Sie über den aktuellen Zustand der Maschine. Sie erscheint automatisch in den Betriebsarten

- Programmlauf Einzelsatz und Programmlauf Satzfolge, solange nicht ausschließlich die Anzeige „Grafik“ gewählt wurde, und beim
- Positionieren mit Handeingabe.

In den Betriebsarten Manueller Betrieb und El. Handrad erscheint die Status-Anzeige im großen Fenster.

Informationen der Status-Anzeige

Symbol	Bedeutung
IST	Ist- oder Soll-Koordinaten der aktuellen Position
XYZ	Maschinenachsen; Hilfsachsen zeigt die TNC mit kleinen Buchstaben an. Die Reihenfolge und Anzahl der angezeigten Achsen legt Ihr Maschinenhersteller fest. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch
T	Werkzeugnummer T
F S M	Die Anzeige des Vorschubs in Zoll entspricht dem zehnten Teil des wirksamen Wertes. Drehzahl S, Vorschub F und wirksame Zusatzfunktion M
	Achse ist geklemmt
ovr	Prozentuale Override-Einstellung
	Achse kann mit dem Handrad verfahren werden
	Achsen werden unter Berücksichtigung der Grunddrehung verfahren
	kein Programm aktiv
	Programm ist gestartet
	Programm ist gestoppt
	Programm wird abgebrochen

Programmlauf Satzfolge
113.H

0 BEGIN PGM 113 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 V+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 V+100 Z+0
3 TOOL CALL 5 Z S2000
4 L Z+10 R0 FMAX M2
5 L X+50 V+50 R0 FMAX
6 CYCL DEF 4.0 TASCHENFRAESEN
7 CYCL DEF 4.1 ABSTZ
8 CYCL DEF 4.2 TIEFE-10
9 CYCL DEF 4.3 ZUSTLG10 F333
10 CYCL DEF 4.4 X+30
11 CYCL DEF 4.5 V+90
12 CYCL DEF 4.6 F688 DR- RADIUS
13 L Z+2 R0 FMAX M99
14 CYCL DEF 5.0 KREISTASCHE

REFIST
X -134.555
Y +144.999
Z -15.099
C +0.000

Bezugsp. 0
Grunddrehung +0.0000°

0% S-IST 11:41
130% S-OVR

X +50.446 Y +50.000 Z +4.401
C +360.000

IST T S Z S F 0mm/min OVR 89.1% M S

STATUS PGM STATUS POS.-ANZ. STATUS WERKZEUG STATUS KOORD. UMRECHN. STATUS M-FUNKT. STATUS O-PARAM.

DIAGNOSE

Zusätzliche Status-Anzeigen

Die zusätzlichen Status-Anzeigen geben detaillierte Informationen zum Programm-Ablauf. Sie lassen sich in allen Betriebsarten aufrufen, mit Ausnahme von Programm-Einspeichern/Editieren.

Zusätzliche Status-Anzeige einschalten



Softkey-Leiste für die Bildschirm-Aufteilung aufrufen



Bildschirmdarstellung mit zusätzlicher Status-Anzeige wählen

Zusätzliche Status-Anzeigen wählen



Softkey-Leiste umschalten, bis STATUS-Softkeys erscheinen

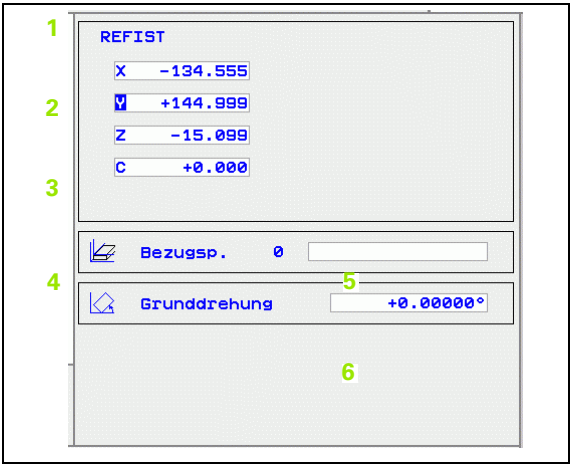


Zusätzliche Status-Anzeige wählen, z.B. allgemeine Programm-Informationen

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

Allgemeine Programm-Information

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

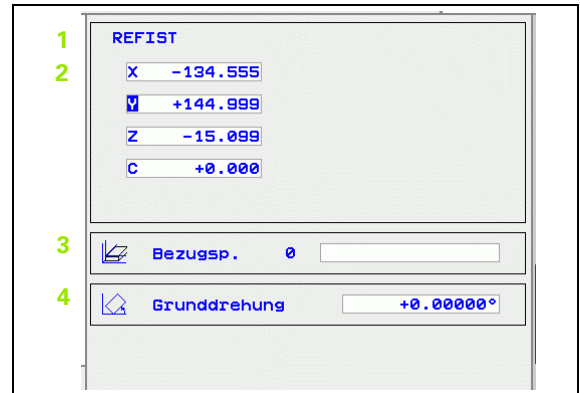


Positionen und Koordinaten

Softkey	Zuordnung	Bedeutung
	1	Art der Positionsanzeige, z. B. Ist-Position
	2	Positionsanzeige
	3	Nummer des aktiven Bezugspunktes aus der Preset-Tabelle (Funktion an TNC 320 nicht verfügbar)
	4	Winkel der Grunddrehung

Informationen zu den Werkzeugen

Softkey	Zuordnung	Bedeutung
	1	■ Anzeige T: Werkzeug-Nummer und -Name
	2	Werkzeugachse
	3	Werkzeug-Länge und -Radien
	4	Aufmaße (Delta-Werte) aus dem TOOL CALL (PGM) und der Werkzeug-Tabelle (TAB)
	5	Standzeit, maximale Standzeit (TIME 1) und maximale Standzeit bei TOOL CALL (TIME 2)
	6	Anzeige des aktiven Werkzeugs und des (nächsten) Schwester-Werkzeugs

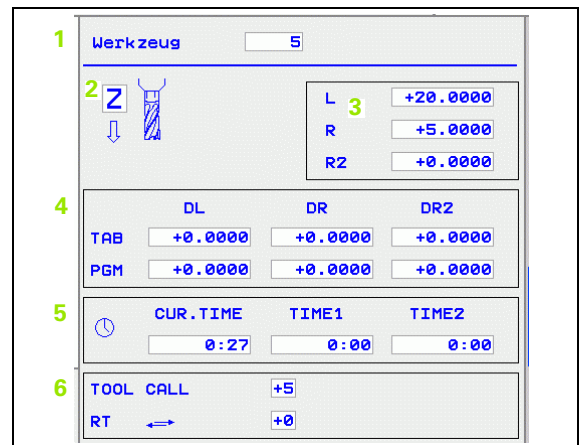


1 REFIST

2 X -134.555
Y +144.999
Z -15.099
C +0.000

3 Bezugsp. 0

4 Grunddrehung +0.00000°



1 Werkzeug 5

2 Z

3 L +20.0000
R +5.0000
R2 +0.0000

4 DL DR DR2
TAB +0.0000 +0.0000 +0.0000
PGM +0.0000 +0.0000 +0.0000

5 CUR.TIME TIME1 TIME2
0:27 0:00 0:00

6 TOOL CALL +5
RT ← +0

Koordinaten-Umrechnungen

Softkey	Zuordnung	Bedeutung
STATUS KOORD. UMRECHN.	1	Programm-Name
	2	Aktive Nullpunkt-Verschiebung (Zyklus 7)
	3	Gespiegelte Achsen (Zyklus 8)
	4	Aktiver Drehwinkel (Zyklus 10)
	5	Aktiver Maßfaktor / Maßfaktoren (Zyklen 11 / 26)

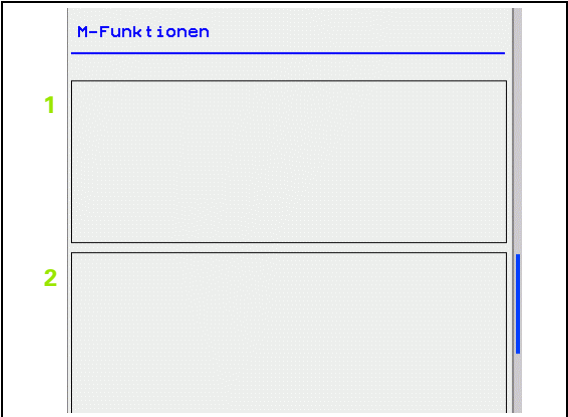
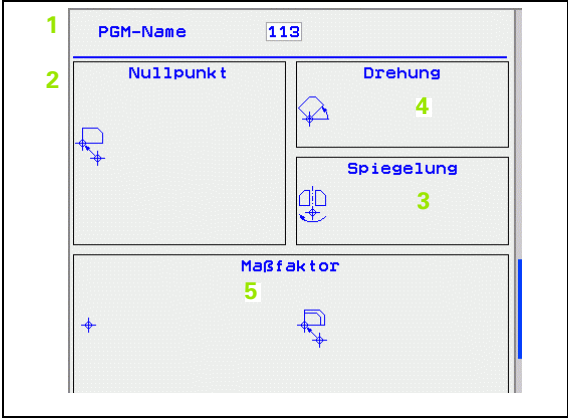
Siehe „Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung“ auf Seite 305.

Aktive Zusatzfunktionen M

Softkey	Zuordnung	Bedeutung
STATUS M-FUNKT.	1	Liste der aktiven M-Funktionen mit festgelegter Bedeutung
	2	Liste der aktiven M-Funktionen, die von Ihrem Maschinen-Hersteller angepasst werden

Status Q-Parameter

Softkey	Zuordnung	Bedeutung
STATUS Q-PARAM.	1	Liste der, mit dem Softkey Q-PARAMETER LISTE definierten, Q-parameter



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

3D-Tastsysteme

Mit den verschiedenen 3D-Tastsystemen von HEIDENHAIN können Sie:

- Werkstücke automatisch ausrichten
- Schnell und genau Bezugspunkte setzen
- Messungen am Werkstück während des Programmlaufs ausführen

Die schaltenden Tastsysteme TS 220, TS 440 und TS 640

Diese Tastsysteme eignen sich besonders gut zum automatischen Werkstück-Ausrichten, Bezugspunkt-Setzen und für Messungen am Werkstück. Das TS 220 überträgt die Schaltsignale über ein Kabel und ist ggf. eine kostengünstigere Alternative.

Speziell für Maschinen mit Werkzeugwechsler eignen sich die Tastsysteme TS 440 und TS 640 (siehe Bild rechts), die die Schaltsignale via Infrarot-Strecke kabellos überträgt.

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



Elektronische Handräder HR

Die elektronischen Handräder vereinfachen das präzise manuelle Verfahren der Achsschlitten. Der Verfahrensweg pro Handrad-Umdrehung ist in einem weiten Bereich wählbar. Neben den Einbau-Handrädern HR 130 und HR 150 bietet HEIDENHAIN auch das portable Handrad HR 410 an.





2

**Handbetrieb und
Einrichten**



2.1 Einschalten, Ausschalten

Einschalten



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

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

SYSTEM STARTUP

TNC wird gestartet

STROM-UNTERBRECHUNG



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



Wenn Ihre Maschine mit absoluten Messgeräten ausge-
rüstet ist, entfällt das Überfahren der Referenzmarken.
Die TNC ist dann sofort nach dem Einschalten der Steuer-
spannung funktionsbereit.

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



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

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

Ausschalten

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

- Betriebsart Manuell wählen



- Funktion zum Herunterfahren wählen, nochmal mit Softkey JA bestätigen
- Wenn die TNC in einem Überblendfenster den Text **NOW IT IS SAFE TO TURN POWER OFF** anzeigt, dürfen Sie die Versorgungsspannung zur TNC unterbrechen



Willkürliches Ausschalten der TNC kann zu Datenverlust führen.



2.2 Verfahren der Maschinenachsen

Hinweis



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

Achse mit den externen Richtungstasten verfahren



Betriebsart Manueller Betrieb wählen



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



und

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



Anhalten: Externe STOP-Taste drücken

Mit beiden Methoden können Sie auch mehrere Achsen gleichzeitig verfahren. Den Vorschub, mit dem die Achsen verfahren, ändern Sie über den Softkey F, siehe „Spindeldrehzahl S, Vorschub F und Zusatzfunktion M“, Seite 45.

Schrittweises Positionieren

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



Betriebsart Manuell oder El. Handrad wählen



Schrittweises Positionieren wählen: Softkey SCHRITTMAS auf EIN

LINEAR-ACHSEN:



Zustellung in mm eingeben, z.B. 8 mm und Softkey WERT ÜBERNEHMEN drücken

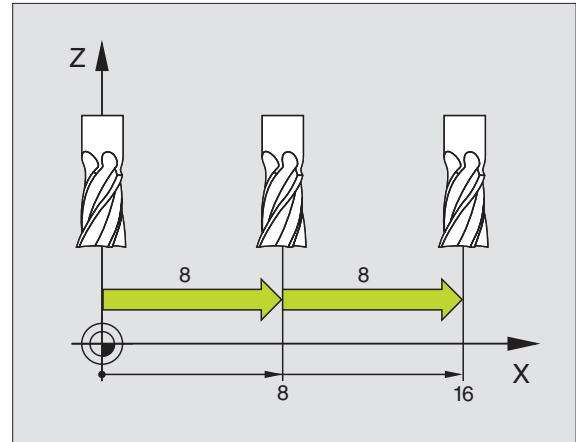


Eingabe mit Softkey OK beenden



Externe Richtungstaste drücken: Beliebig oft positionieren

Zum deaktivieren der Funktion drücken Sie den Softkey **Ausschalten**.



Verfahren mit dem elektronischen Handrad HR 410

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

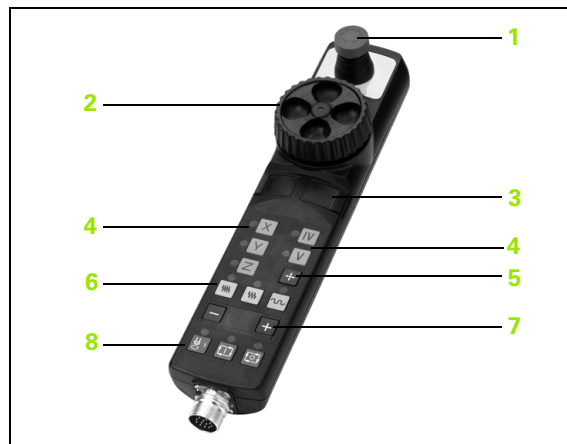
Sie können die Maschinenachsen nur verfahren, wenn eine der Zustimmtasten gedrückt ist (maschinenabhängige Funktion).

Das Handrad HR 410 verfügt über folgende Bedienelemente:

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

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

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



Verfahren



Betriebsart El. Handrad wählen



Zustimmtaste gedrückt halten



Achse wählen



Vorschub wählen



oder



Aktive Achse in Richtung + oder – verfahren

2.3 Spindeldrehzahl S, Vorschub F und Zusatzfunktion M

Anwendung

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



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

Werte eingeben

Spindeldrehzahl S, Zusatzfunktion M



Eingabe für Spindeldrehzahl wählen: Softkey S

SPINDELDREHZAHL S=

1000

Spindeldrehzahl eingeben und mit der externen START-Taste übernehmen



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

Vorschub F

Die Eingabe eines Vorschubes F müssen Sie, anstelle der externen START-Taste, mit dem Softkey OK bestätigen.

Für den Vorschub F gilt:

- Wenn $F=0$ eingegeben, dann wirkt der kleinste Vorschub aus Maschinen-Parameter **minFeed**
- Überschreitet der eingegebene Vorschub den in Maschinen-Parameter **maxFeed** definierten Wert, dann wirkt der im Maschinen-Parameter eingetragene Wert
- F bleibt auch nach einer Stromunterbrechung erhalten



Spindeldrehzahl und Vorschub ändern

Mit den Override-Drehknöpfen für Spindeldrehzahl S und Vorschub F lässt sich der eingestellte Wert von 0% bis 150% ändern.



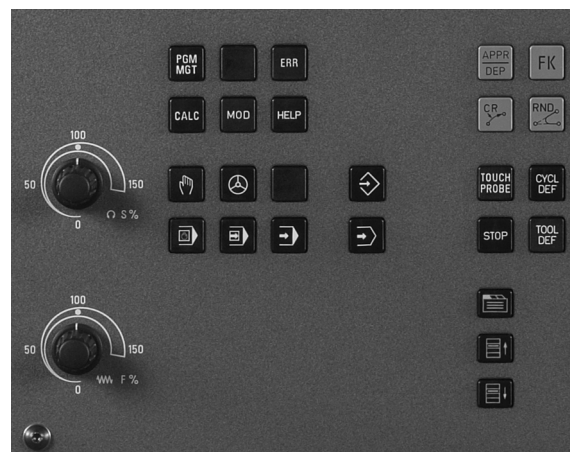
Der Override-Drehknopf für die Spindeldrehzahl wirkt nur bei Maschinen mit stufenlosem Spindelantrieb.

Die Bereiche der Override-Drehknöpfe kann durch den Maschinen-Hersteller weiter eingegrenzt werden (Maschinen-Parameter **minFeedOverride**, **maxFeedOverride**, **minSpindleOverride** und **maxSpindleOverride**).



Die als Maschinen-Parameter eingetragene minimale und maximale Spindeldrehzahl wird nicht unter- bzw. überschritten.

Wenn der Maschinen-Parameter **minSpindleOverride=0%** eingestellt ist, führt die Einstellung Spindel-Override=0 führt zu einem Spindel-Stopp.



2.4 Bezugspunkt-Setzen (ohne 3D-Tastsystem)

Hinweis



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

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

Vorbereitung

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

Bezugspunkt setzen mit Achstasten



Schutzmaßnahme

Falls die Werkstück-Oberfläche nicht angekratzt werden darf, wird auf das Werkstück ein Blech bekannter Dicke d gelegt. Für den Bezugspunkt geben Sie dann einen um d größeren Wert ein.



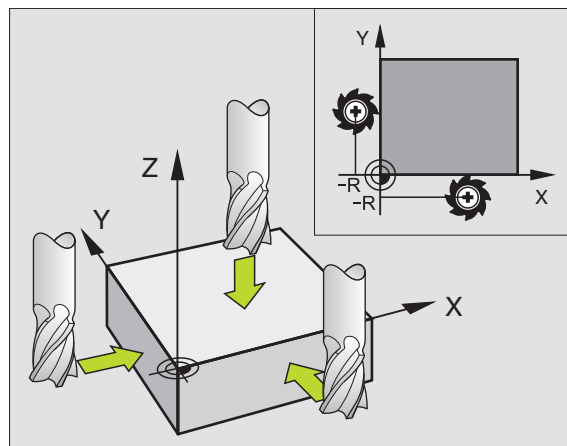
Betriebsart **Manueller Betrieb** wählen



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



Achse wählen



BEZUGSPUNKT-SETZEN Z=

0

ENT

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

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

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



3

**Positionieren mit
Handeingabe**



3.1 Einfache Bearbeitungen programmieren und abarbeiten

Für einfache Bearbeitungen oder zum Vorpositionieren des Werkzeugs eignet sich die Betriebsart Positionieren mit Handeingabe. Hier können Sie ein kurzes Programm im HEIDENHAIN-Klartext-Format eingeben und direkt ausführen lassen. Auch die Zyklen der TNC lassen sich aufrufen. Das Programm wird in der Datei \$MDI gespeichert. Beim Positionieren mit Handeingabe lässt sich die zusätzliche Status-Anzeige aktivieren.

Positionieren mit Handeingabe anwenden



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



Programmlauf starten: Externe START-Taste



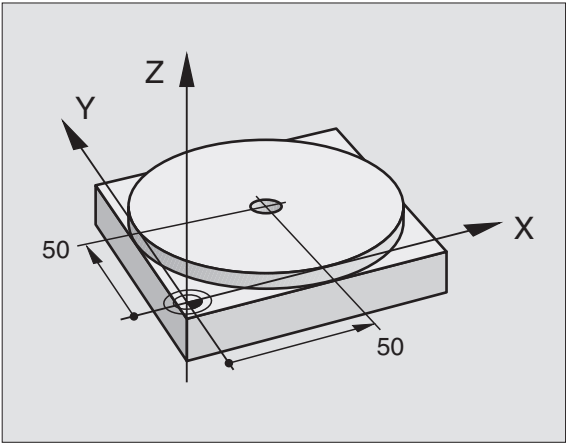
Einschränkung

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

Beispiel 1

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

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



0 BEGIN PGM \$MDI MM	
1 TOOL DEF 1 L+0 R+5	Werkzeug definieren: Nullwerkzeug, Radius 5
2 TOOL CALL 1 Z S2000	Werkzeug aufrufen: Werkzeugachse Z, Spindeldrehzahl 2000 U/min
3 L Z+200 R0 FMAX	Werkzeug freifahren (F MAX = Eilgang)
4 L X+50 Y+50 R0 FMAX M3	Werkzeug mit F MAX über Bohrloch positionieren, Spindel ein
6 CYCL DEF 200 BOHREN	Zyklus BOHREN definieren



Q200=5 ;SICHERHEITS-ABST.	Sicherheitsabstand des Wkz über Bohrloch
Q201=-15 ;TIEFE	Tiefe des Bohrlochs (Vorzeichen=Arbeitsrichtung)
Q206=250 ;F TIEFENZUST.	Bohrvorschub
Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE	Tiefe der jeweiligen Zustellung vor dem Rückzug
Q210=0 ;F.-ZEIT OBEN	Verweilzeit nach jedem Freifahren in Sekunden
Q203=-10 ;KOOR. OBERFL.	Koordinate der Werkstück-Oberfläche
Q204=20 ;2. S.-ABSTAND	Sicherheitsabstand des Wkz über Bohrloch
Q211=0.2 ;VERWEILZEIT UNTEN	Verweilzeit am Bohrungsgrund in Sekunden
7 CYCL CALL	Zyklus BOHREN aufrufen
8 L Z+200 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren
9 END PGM \$MDI MM	Programm-Ende

Geraden-Funktion L (siehe „Gerade L“ auf Seite 128), Zyklus BOHREN (siehe „BOHREN (Zyklus 200)“ auf Seite 188).

Beispiel 2: Werkstück-Schiefelage bei Maschinen mit Rundtisch beseitigen

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

Drehwinkel notieren und Grunddrehung wieder aufheben



Betriebsart wählen: Positionieren mit Handeingabe



IV

Rundtischachse wählen, notierten Drehwinkel und Vorschub eingeben z.B. **L C+2.561 F50**



Eingabe abschließen



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



Programme aus \$MDI sichern oder löschen

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



Betriebsart wählen: Programm- Einspeichern/Editieren



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



Datei \$MDI markieren



„Datei kopieren“ wählen: Softkey KOPIEREN

ZIEL-DATEI =

BOHRUNG

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



Kopieren ausführen



Datei-Verwaltung verlassen: Softkey ENDE

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



Wenn Sie \$MDI löschen wollen, dann

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

Weitere Informationen: siehe „Einzelne Datei kopieren“, Seite 66.



4

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



4.1 Grundlagen

Wegmessgeräte und Referenzmarken

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

Wenn sich eine Maschinenachse bewegt, erzeugt das dazugehörige Wegmessgerät ein elektrisches Signal, aus dem die TNC die genaue Ist-Position der Maschinenachse errechnet.

Bei einer Stromunterbrechung geht die Zuordnung zwischen der Maschinenschlitten-Position und der berechneten Ist-Position verloren. Um diese Zuordnung wieder herzustellen, verfügen inkrementale Wegmessgeräte über Referenzmarken. Beim Überfahren einer Referenzmarke erhält die TNC ein Signal, das einen maschinenfesten Bezugspunkt kennzeichnet. Damit kann die TNC die Zuordnung der Ist-Position zur aktuellen Maschinenposition wieder herstellen. Bei Längenmessgeräten mit abstandscodierten Referenzmarken müssen Sie die Maschinenachsen maximal 20 mm verfahren, bei Winkelmessgeräten um maximal 20°.

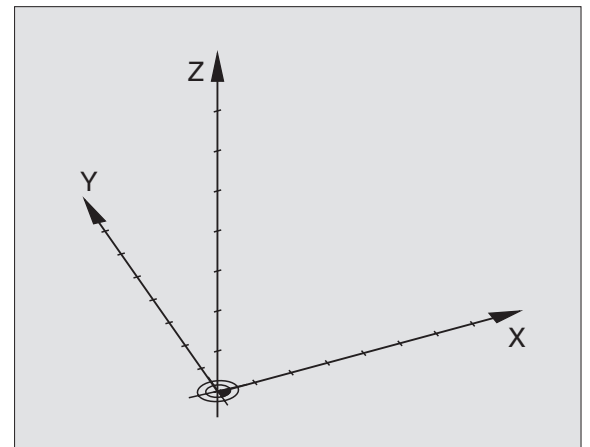
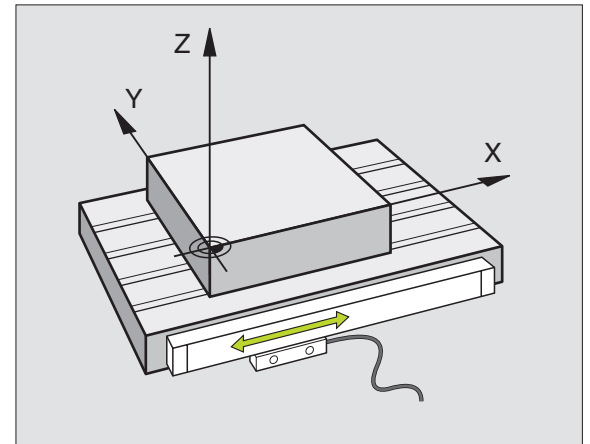
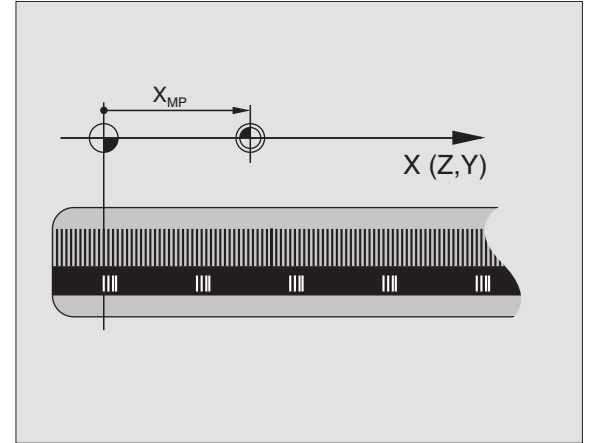
Bei absoluten Messgeräten wird nach dem Einschalten ein absoluter Positionswert zur Steuerung übertragen. Dadurch ist, ohne Verfahren der Maschinenachsen, die Zuordnung zwischen der Ist-Position und der Maschinenschlitten-Position direkt nach dem Einschalten wieder hergestellt.

Bezugssystem

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

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

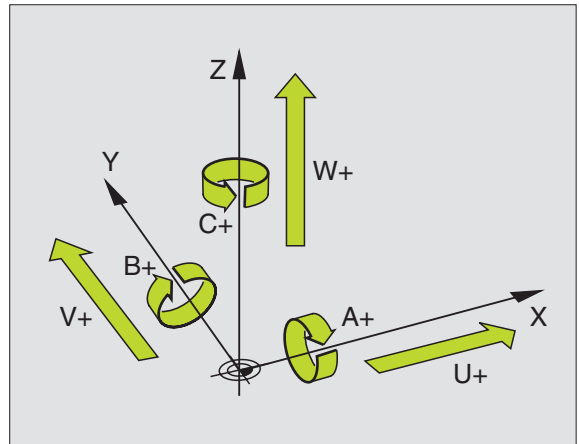
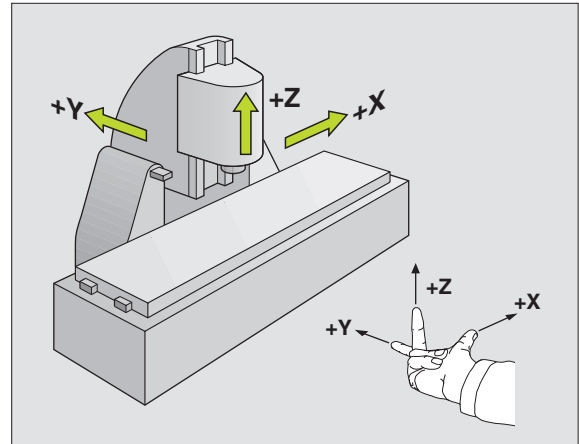
Koordinaten, die sich auf den Nullpunkt beziehen, werden als absolute Koordinaten bezeichnet. Relative Koordinaten beziehen sich auf eine beliebige andere Position (Bezugspunkt) im Koordinatensystem. Relative Koordinaten-Werte werden auch als inkrementale Koordinaten-Werte bezeichnet.



Bezugssystem an Fräsmaschinen

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

Die TNC 320 kann insgesamt maximal 4 (optional 5) Achsen steuern. Neben den Hauptachsen X , Y und Z gibt es parallel laufende Zusatzachsen (wird z.Zt. von der TNC 320 noch nicht unterstützt) U , V und W . Drehachsen werden mit A , B und C bezeichnet. Das Bild rechts unten zeigt die Zuordnung der Zusatzachsen bzw. Drehachsen zu den Hauptachsen.



Polarkoordinaten

Wenn die Fertigungszeichnung rechtwinklig bemaßt ist, erstellen Sie das Bearbeitungs-Programm auch mit rechtwinkligen Koordinaten. Bei Werkstücken mit Kreisbögen oder bei Winkelangaben ist es oft einfacher, die Positionen mit Polarkoordinaten festzulegen.

Im Gegensatz zu den rechtwinkligen Koordinaten X, Y und Z beschreiben Polarkoordinaten nur Positionen in einer Ebene. Polarkoordinaten haben ihren Nullpunkt im Pol CC (CC = circle centre; engl. Kreismittelpunkt). Eine Position in einer Ebene ist so eindeutig festgelegt durch:

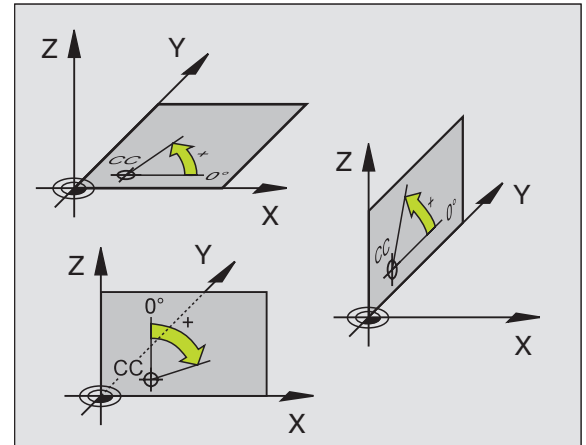
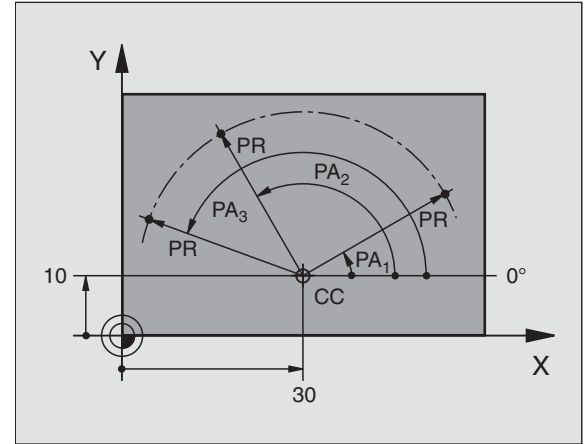
- Polarkoordinaten-Radius: der Abstand vom Pol CC zur Position
- Polarkoordinaten-Winkel: Winkel zwischen der Winkel-Bezugsachse und der Strecke, die den Pol CC mit der Position verbindet

Siehe Bild rechts oben

Festlegen von Pol und Winkel-Bezugsachse

Den Pol legen Sie durch zwei Koordinaten im rechtwinkligen Koordinatensystem in einer der drei Ebenen fest. Damit ist auch die Winkel-Bezugsachse für den Polarkoordinaten-Winkel PA eindeutig zugeordnet.

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



Absolute und inkrementale Werkstück-Positionen

Absolute Werkstück-Positionen

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

Beispiel 1: Bohrungen mit absoluten Koordinaten

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

Inkrementale Werkstück-Positionen

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

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

Beispiel 2: Bohrungen mit inkrementalen Koordinaten

Absolute Koordinaten der Bohrung 4

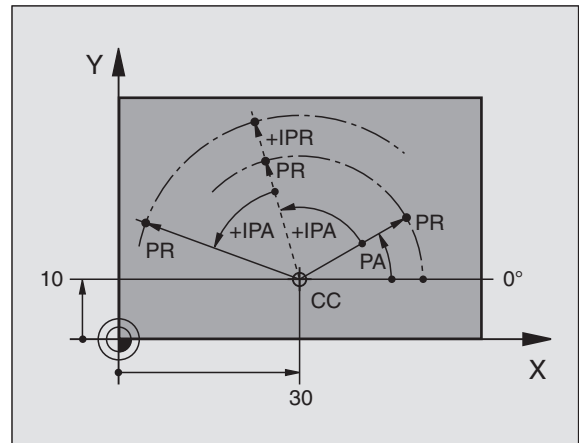
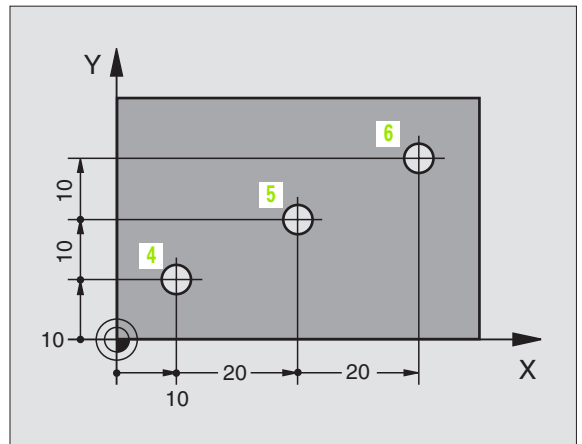
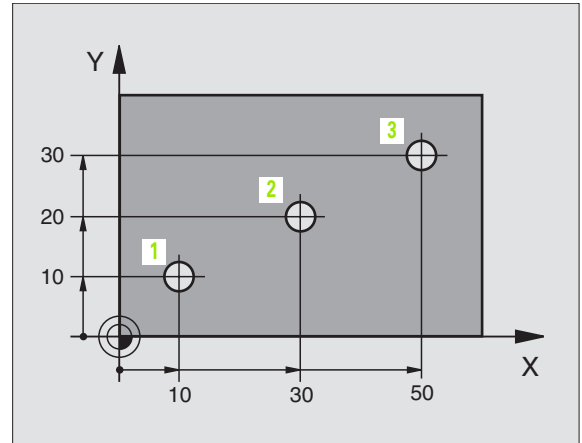
X = 10 mm
Y = 10 mm

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

Eine Werkstück-Zeichnung gibt ein bestimmtes Formelement des Werkstücks als absoluten Bezugspunkt (Nullpunkt) vor, meist eine Werkstück-Ecke. Beim Bezugspunkt-Setzen richten Sie das Werkstück zuerst zu den Maschinenachsen aus und bringen das Werkzeug für jede Achse in eine bekannte Position zum Werkstück. Für diese Position setzen Sie die Anzeige der TNC entweder auf Null oder einen vorgegebenen Positionswert. Dadurch ordnen Sie das Werkstück dem Bezugssystem zu, das für die TNC-Anzeige bzw. Ihr Bearbeitungs-Programm gilt.

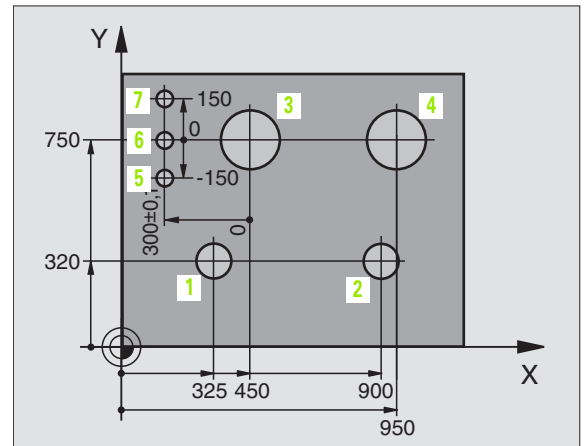
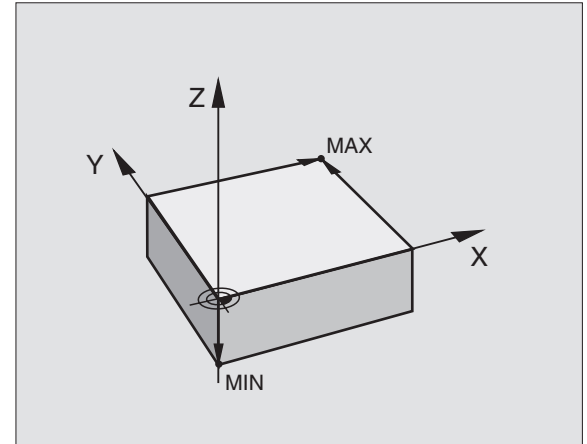
Gibt die Werkstück-Zeichnung relative Bezugspunkte vor, so nutzen Sie einfach die Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung (siehe „Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung“ auf Seite 305).

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

Besonders komfortabel setzen Sie Bezugspunkte mit einem 3D-Tastsystem von HEIDENHAIN. Siehe Benutzer-Handbuch Tastsystem-Zyklen „Bezugspunkt-Setzen mit 3D-Tastsystemen“.

Beispiel

Die Werkstück-Skizze rechts zeigt Bohrungen (1 bis 4), deren Bemaßungen sich auf einen absoluten Bezugspunkt mit den Koordinaten $X=0$ $Y=0$ beziehen. Die Bohrungen (5 bis 7) beziehen sich auf einen relativen Bezugspunkt mit den absoluten Koordinaten $X=450$ $Y=750$. Mit dem Zyklus **NULLPUNKT-VERSCHIEBUNG** können Sie den Nullpunkt vorübergehend auf die Position $X=450$, $Y=750$ verschieben, um die Bohrungen (5 bis 7) ohne weitere Berechnungen zu programmieren.



4.2 Datei-Verwaltung: Grundlagen

Dateien

Dateien in der TNC	Typ
Programme	
im HEIDENHAIN-Format	.H
im DIN/ISO-Format	.I
Tabellen für	
Werkzeuge	.T
Werkzeug-Wechsler	.TCH
Nullpunkte	.D
Tastsysteme	.TP

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

Damit Sie die Dateien schnell auffinden und verwalten können, verfügt die TNC über ein spezielles Fenster zur Datei-Verwaltung. Hier können Sie die verschiedenen Dateien aufrufen, kopieren, umbenennen und löschen.

Sie können mit der TNC, Dateien bis zu einer Gesamtgröße von 10 MByte verwalten und speichern..

Namen von Dateien

Bei Programmen, Tabellen und Texten hängt die TNC noch eine Erweiterung an, die vom Datei-Namen durch einen Punkt getrennt ist. Diese Erweiterung kennzeichnet den Datei-Typ.

PROG20	.H
Datei-Name	Datei-Typ

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



Andere Sonderzeichen und insbesondere Leerzeichen dürfen Sie in Dateinamen nicht verwenden.

Die maximal erlaubte Länge von Dateinamen darf so lang sein, dass die maximal erlaubte Pfadlänge von 256 Zeichen nicht überschritten wird (siehe „Pfade“ auf Seite 61).

Bildschirm-Tastatur

Buchstaben und Sonderzeichen können Sie mit der Bildschirm-Tastatur oder (falls vorhanden) mit einer über den USB-Anschluss verbundenen PC-Tastatur eingeben.

Text mit der Bildschirm-Tastatur eingeben

- ▶ Drücken Sie die GOTO-Taste wenn Sie einen Text z.B. für Programm-Namen oder Verzeichnis-Namen, mit der Bildschirm-Tastatur eingeben wollen
- ▶ Die TNC öffnet ein Fenster in dem das Zahlen-Eingabefeld **1** der TNC mit der entsprechenden Buchstabenbelegung dargestellt wird
- ▶ Durch evtl. mehrmaliges drücken der jeweiligen Taste, bewegen Sie den Cursor auf das gewünschte Zeichen
- ▶ Warten Sie bis das angewählte Zeichen in das Eingabefeld übernommen wird, bevor Sie das nächste Zeichen eingeben
- ▶ Mit dem Softkey OK übernehmen Sie den Text in das geöffnete Dialogfeld

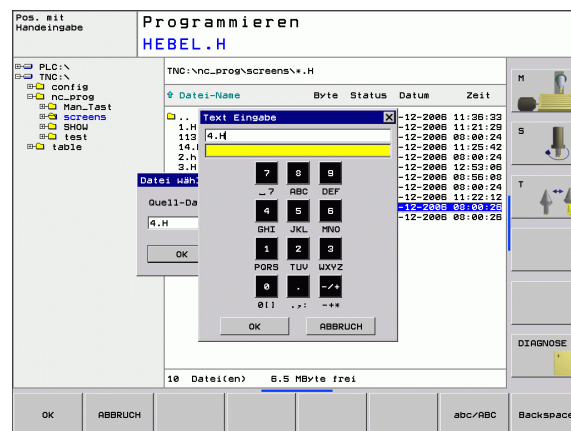
Mit dem Softkey **abc/ABC** wählen Sie zwischen der Groß- und Kleinschreibung. Falls Ihr Maschinenhersteller zusätzliche Sonderzeichen definiert hat, können Sie diese über den Softkey **SONDERZEICHEN** aufrufen und einfügen. Um einzelne Zeichen zu löschen verwenden Sie den Softkey **Backspace**.

Datensicherung

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

Hierfür stellt HEIDENHAIN eine Backup-Funktion in der Datenübertragungs-Software TNCremoNT zur Verfügung. Wenden Sie sich ggf. an Ihren Maschinenhersteller.

Weiterhin benötigen Sie einen Datenträger, auf dem alle maschinen-spezifischen Daten (PLC-Programm, Maschinen-Parameter usw.) gesichert sind. Wenden Sie sich auch hierzu bitte an Ihren Maschinenhersteller.



4.3 Arbeiten mit der Datei-Verwaltung

Verzeichnisse

Wenn Sie viele Programme in der TNC abspeichern, legen Sie die Dateien in Verzeichnissen (Ordern) ab, um den Überblick zu wahren. In diesen Verzeichnissen können Sie weitere Verzeichnisse einrichten, sogenannte Unterverzeichnisse. Mit der Taste +/- oder ENT können Sie Unterverzeichnisse ein- bzw. ausblenden.

Pfade

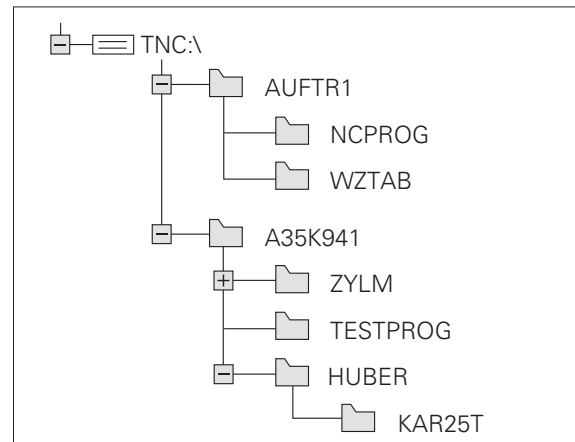
Ein Pfad gibt das Laufwerk und sämtliche Verzeichnisse bzw. Unterverzeichnisse an, in denen eine Datei gespeichert ist. Die einzelnen Angaben werden mit „\“ getrennt.

Beispiel

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

TNC:\AUFTR1\NCPROG\PROG1.H

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



Übersicht: Funktionen der Datei-Verwaltung

Funktion	Softkey
Einzelne Datei kopieren (und konvertieren)	
Bestimmten Datei-Typ anzeigen	
Die letzten 10 gewählten Dateien anzeigen	
Datei oder Verzeichnis löschen	
Datei markieren	
Datei umbenennen	
Datei gegen Löschen und Ändern schützen	
Datei-Schutz aufheben	
Netzlaufwerke verwalten	
Verzeichnis kopieren	
Verzeichnisse eines Laufwerks anzeigen	
Verzeichnis mit allen Unterverzeichnissen löschen	
Dateien nach Eigenschaften sortieren	
Neue Datei erstellen	
Editor wählen	

Datei-Verwaltung aufrufen

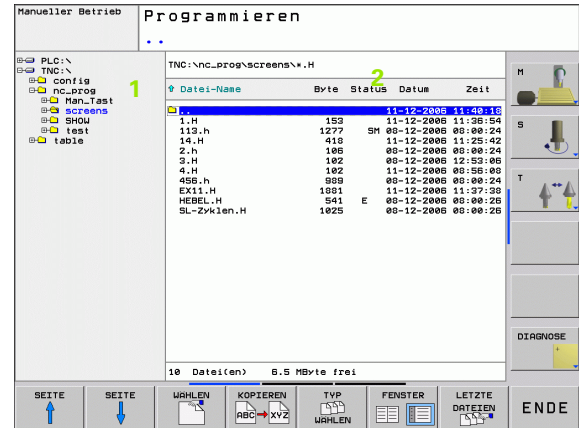
PGM
MGT

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

Das linke, schmale Fenster **1** zeigt die vorhandenen Laufwerke und Verzeichnisse an. Laufwerke bezeichnen Geräte, mit denen Daten gespeichert oder übertragen werden. Ein Laufwerk ist der interne Speicher der TNC, weitere Laufwerke sind die Schnittstellen RS232, Ethernet und USB, an die Sie beispielsweise Personal-Computer bzw. Speichergeräte anschließen können. Ein Verzeichnis ist immer durch ein Ordner-Symbol (links) und den Verzeichnis-Namen (rechts) gekennzeichnet. Unterverzeichnisse sind nach rechts eingerückt. Befindet sich ein Kästchen mit +-Symbol vor dem Ordner-Symbol, dann sind noch weitere Unterverzeichnisse vorhanden, welche mit der Taste +/- oder ENT eingeblendet werden können.

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

Anzeige	Bedeutung
DATEI-NAME	Name mit einer, durch einen Punkt getrennten Erweiterung (Datei-Typ)
BYTE	Dateigröße in Byte
STATUS	Eigenschaft der Datei:
E	Programm ist in der Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren ausgewählt
S	Programm ist in der Betriebsart Programm-Test ausgewählt
M	Programm ist in einer Programmlauf-Betriebsart ausgewählt
	Datei gegen Löschen und Ändern geschützt (Protected)
DATUM	Datum, an dem die Datei zuletzt geändert wurde
ZEIT	Uhrzeit, zu der die Datei zuletzt geändert wurde



Laufwerke, Verzeichnisse und Dateien wählen



Datei-Verwaltung aufrufen

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



Bewegt das Hellfeld vom rechten ins linke Fenster und umgekehrt



Bewegt das Hellfeld in einem Fenster auf und ab



Bewegt das Hellfeld in einem Fenster seitenweise auf und ab

Schritt 1: Laufwerk wählen

Laufwerk im linken Fenster markieren:



oder



Laufwerk wählen: Softkey WÄHLEN oder Taste ENT drücken

Schritt 2: Verzeichnis wählen

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

Schritt 3: Datei wählen



Softkey TYP WÄHLEN drücken



Softkey des gewünschten Datei-Typs drücken, oder



alle Dateien anzeigen: Softkey ALLE ANZ. drücken, oder

Datei im rechten Fenster markieren:



oder

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



Neues Verzeichnis erstellen

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

NEU



Den neuen Verzeichnisnamen eingeben, Taste ENT drücken

VERZEICHNIS-NAME?



Mit Softkey OK bestätigen, oder



mit Softkey ABBRUCH abbrechen



Einzelne Datei kopieren

- ▶ Bewegen Sie das Hellfeld auf die Datei, die kopiert werden soll
- 
 - ▶ Softkey KOPIEREN drücken: Kopierfunktion wählen. Die TNC öffnet ein Überblendfenster
- 
 - ▶ Namen der Ziel-Datei eingeben und mit Taste ENT oder Softkey OK übernehmen: Die TNC kopiert die Datei ins aktuelle Verzeichnis, bzw. in das entsprechende Ziel-Verzeichnis. Die ursprüngliche Datei bleibt erhalten

Verzeichnis kopieren

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

Einstellung in einer Auswahlbox wählen

Bei verschiedenen Dialogen wird von der TNC ein Überblendfenster geöffnet, in dem Sie in Auswahlboxen unterschiedliche Einstellungen treffen können.

- ▶ Bewegen Sie den Cursor in die gewünschte Auswahl-Box und drücken Sie die Taste GOTO
- ▶ Positionieren Sie den Cursor mit den Pfeiltasten auf die benötigte Einstellung
- ▶ Mit dem Softkey OK übernehmen Sie den Wert, mit dem Softkey ABBRUCH verwerfen Sie die Auswahl

Eine der letzten 10 gewählten Dateien auswählen


Datei-Verwaltung aufrufen


Die letzten 10 angewählten Dateien anzeigen: Softkey LETZTE DATEIEN drücken

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

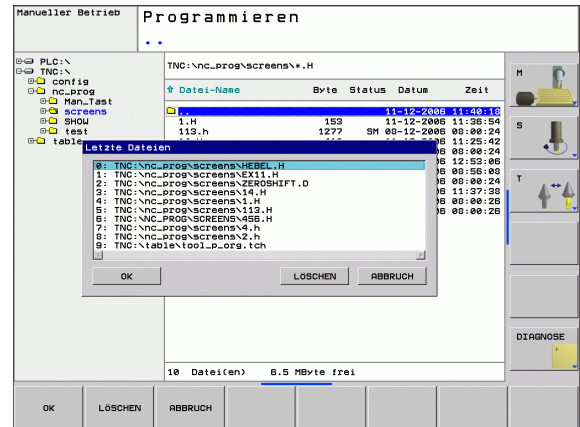


Bewegt das Hellfeld in einem Fenster auf und ab


Datei wählen: Softkey OK oder Taste ENT drücken

oder





Datei löschen

- ▶ Bewegen Sie das Hellfeld auf die Datei, die Sie löschen möchten
 - ▶ Löschfunktion wählen: Softkey LÖSCHEN drücken.
 - ▶ Löschen bestätigen: Softkey OK drücken oder
 - ▶ Löschen abbrechen: Softkey ABBRUCH drücken

Verzeichnis löschen

- ▶ Löschen Sie alle Dateien und Unterverzeichnisse aus dem Verzeichnis, das Sie löschen möchten
- ▶ Bewegen Sie das Hellfeld auf das Verzeichnis, das Sie löschen möchten
 - ▶ Löschfunktion wählen: Softkey LÖSCHE ALLE drücken. Die TNC fragt, ob auch Unterverzeichnisse und Dateien gelöscht werden sollen
 - ▶ Löschen bestätigen: Softkey OK drücken oder
 - ▶ Löschen abbrechen: Softkey ABBRUCH drücken

Dateien markieren

Markierungs-Funktion	Softkey
Einzelne Datei markieren	
Alle Dateien im Verzeichnis markieren	
Markierung für einzelne Datei aufheben	
Markierung für alle Dateien aufheben	

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

Hellfeld auf erste Datei bewegen



Markierungs-Funktionen anzeigen: Softkey MARKIEREN drücken



Datei markieren: Softkey DATEI MARKIEREN drücken

Hellfeld auf weitere Datei bewegen



Weitere Datei markieren: Softkey DATEI MARKIEREN drücken usw.



Markierte Dateien kopieren: Mit Zurück-Softkey Funktion MARKIEREN verlassen



Markierte Dateien kopieren: Softkey KOPIEREN wählen



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

Datei umbenennen

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



- Funktion zum Umbenennen wählen
- Neuen Datei-Namen eingeben; der Datei-Typ kann nicht geändert werden
- Umbenennen ausführen: Softkey OK oder Taste ENT drücken

Dateien sortieren

- Wählen Sie den Ordner in dem Sie die Dateien sortieren möchten



- Softkey SORTIEREN wählen
- Softkey mit entsprechendem Darstellungskriterium wählen

Zusätzliche Funktionen

Datei schützen/Dateischutz aufheben

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



- Zusätzliche Funktionen wählen: Softkey ZUSÄTZL. FUNKT. drücken



- Datei-Schutz aktivieren: Softkey SCHÜTZEN drücken, die Datei wird durch ein Symbol gekennzeichnet
- Den Dateischutz heben Sie auf die gleiche Weise mit dem Softkey UNGESCH. auf

Editor wählen

- Bewegen Sie das Hellfeld im rechten Fenster auf die Datei, die Sie öffnen möchten



- Zusätzliche Funktionen wählen: Softkey ZUSÄTZL. FUNKT. drücken



- Auswahl des Editors mit dem die gewählte Datei geöffnet werden soll: Softkey EDITOR WÄHLEN drücken
- Gewünschten Editor markieren
- Softkey OK drücken, um Datei zu öffnen

USB-Geräte aktivieren bzw. deaktivieren



- Zusätzliche Funktionen wählen: Softkey ZUSÄTZL. FUNKT. drücken
- Softkey-Leiste umschalten
- Softkey zum aktivieren bzw. deaktivieren wählen

Datenübertragung zu/von einem externen Datenträger



Bevor Sie Daten zu einem externen Datenträger übertragen können, müssen Sie ggf. die Datenschnittstelle einrichten (siehe „Datenschnittstellen einrichten“ auf Seite 431).

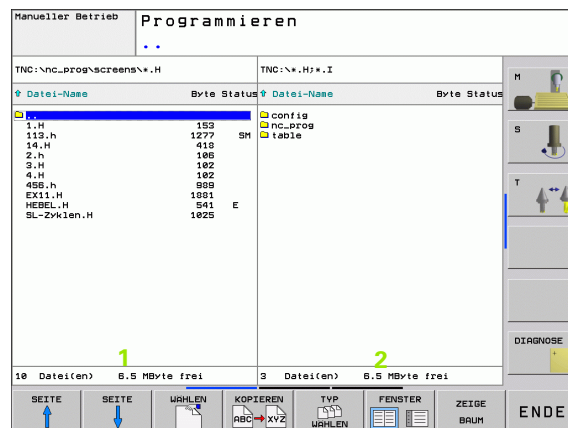
Wenn Sie über die serielle Schnittstelle Daten übertragen, dann können in Abhängigkeit von der verwendeten Datenübertragungs-Software Probleme auftreten, die Sie durch wiederholtes Ausführen der Übertragung beheben können.



Datei-Verwaltung aufrufen



Bildschirm-Aufteilung für die Datenübertragung wählen: Softkey **FENSTER** drücken. Wählen Sie auf beiden Bildschirmhälften das gewünschte Verzeichnis. Die TNC zeigt z.B. in der linken Bildschirmhälfte **1** alle Dateien, die in der TNC gespeichert sind, in der rechten Bildschirmhälfte **2** alle Dateien, die auf dem externen Datenträger gespeichert sind. Mit dem Softkey **ZEIGE DATEIEN** bzw. **ZEIGE BAUM** wechseln Sie zwischen der Ordner-Ansicht und Datei-Ansicht.



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



Bewegt das Hellfeld in einem Fenster auf und ab



Bewegt das Hellfeld vom rechten Fenster ins linke und umgekehrt

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

Einzelne Datei übertragen: Hellfeld auf gewünschte Datei positionieren, oder



mehrere Dateien übertragen: Softkey **MARKIEREN** drücken (auf der zweiten Softkey-Leiste, siehe „Dateien markieren“, Seite 68) und Dateien entsprechend markieren. Mit Zurück-Softkey Funktion **MAR-KIEREN** wieder verlassen

Softkey KOPIEREN drücken

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



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



Um bei der doppelten Dateifenster-Darstellung ein anderes Verzeichnis zu wählen, drücken Sie den Softkey ZEIGE BAUM. Wenn Sie den Softkey ZEIGE DATEIEN drücken, zeigt die TNC den Inhalt des gewählten Verzeichnisses!



Datei in ein anderes Verzeichnis kopieren

- Bildschirm-Aufteilung mit gleich großen Fenstern wählen
- In beiden Fenstern Verzeichnisse anzeigen: Softkey ZEIGE BAUM drücken

Rechtes Fenster

- Hellfeld auf das Verzeichnis bewegen, in das Sie die Dateien kopieren möchten und mit dem Softkey ZEIGE DATEIEN in diesem Verzeichnis anzeigen

Linkes Fenster

- Verzeichnis mit den Dateien wählen, die Sie kopieren möchten und mit dem Softkey ZEIGE DATEIEN Dateien anzeigen



- Funktionen zum Markieren der Dateien anzeigen



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



- Die markierten Dateien in das Zielverzeichnis kopieren

Weitere Markierungs-Funktionen: siehe „Dateien markieren“, Seite 68.

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

Dateien überschreiben

Wenn Sie Dateien in ein Verzeichnis kopieren, in dem sich Dateien mit gleichem Namen befinden, wird von der TNC die Fehlermeldung „Geschützte Datei“ ausgegeben. Verwenden Sie die Funktion MARKIEREN um die Datei dennoch zu überschreiben:

- Mehrere Dateien überschreiben: Im Überblendfenster „Bestehende Dateien“ und ggf. „geschützte Dateien“ markieren und Softkey OK drücken oder
- Keine Datei überschreiben: Softkey ABBRUCH drücken

Die TNC am Netzwerk



Um die Ethernet-Karte an Ihr Netzwerk anzuschließen, siehe „Ethernet-Schnittstelle“, Seite 436.

Fehlermeldungen während des Netzwerk-Betriebs protokolliert die TNC (siehe „Ethernet-Schnittstelle“ auf Seite 436).

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

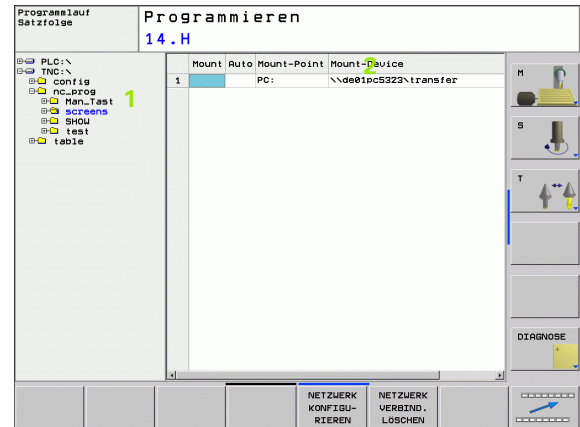
Netzlaufwerk verbinden und lösen

PGM
MGT

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

NETZWERK

- ▶ Netzlaufwerke verwalten: Softkey NETZWERK (zweite Softkey-Leiste) drücken. Die TNC zeigt im rechten Fenster **2** mögliche Netzlaufwerke an, auf die Sie Zugriff haben. Mit den nachfolgend beschriebenen Softkeys legen Sie für jedes Laufwerk die Verbindungen fest



Funktion	Softkey
Netzwerk-Verbindung herstellen, die TNC markiert die Spalte Mnt , wenn die Verbindung aktiv ist.	LAUFWERK VERBINDEN
Netzwerk-Verbindung beenden	LAUFWERK LÖSEN
Netzwerk-Verbindung beim Einschalten der TNC automatisch herstellen. Die TNC markiert die Spalte Auto , wenn die Verbindung automatisch hergestellt wird	AUTOM. VERBINDEN
Verwenden sie die Funktion PING um ihre Netzwerk-Verbindung zu testen	PING
Wenn Sie den Softkey NETZWERK INFO drücken, zeigt die TNC die aktuellen Netzwerk-Einstellungen	NETZWERK INFO



USB-Geräte an der TNC

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

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

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



Die TNC gibt auch eine Fehlermeldung aus, wenn Sie einen USB-Hub anschließen. In diesem Fall die Meldung einfach mit der Taste CE quittieren.

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

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

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

-  ▶ Datei-Verwaltung wählen: Taste PGM MGT drücken
-  ▶ Mit der Pfeiltaste das linke Fenster wählen
-  ▶ Mit einer Pfeiltaste das zu trennende USB-Gerät wählen
-  ▶ Softkey-Leiste weiterschalten
-  ▶ Zusätzliche Funktionen wählen
-  ▶ Funktion zum Entfernen von USB-Geräten wählen: Die TNC entfernt das USB-Geräte aus dem Verzeichnisbaum
-  ▶ Datei-Verwaltung beenden

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

-  ▶ Funktion zum Wiederanbinden von USB-Geräten wählen

4.4 Programme eröffnen und eingeben

Aufbau eines NC-Programms im HEIDENHAIN-Klartext-Format

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

Die TNC nummeriert 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.

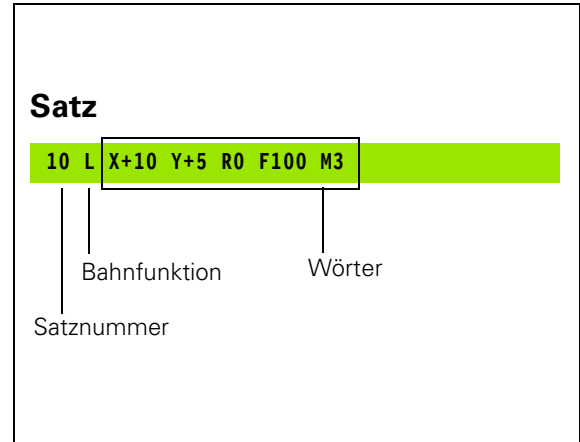
Die darauffolgenden Sätze enthalten Informationen über:

- das Rohteil
- Werkzeug-Definitionen und -Aufrufe
- Anfahren einer Sicherheits-Position
- 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.



HEIDENHAIN empfiehlt, dass Sie nach dem Werkzeug-Aufruf grundsätzlich eine Sicherheits-Position anfahren, von der aus die TNC kollisionsfrei zur Bearbeitung positionieren kann!



Rohteil definieren: BLK FORM

Nach dem Eröffnen eines neuen Programms definieren Sie ein quaderförmiges, unbearbeitetes Werkstück. Um das Rohteil zu definieren, drücken Sie den Softkey SPEC FCT und anschließend den Softkey BLK FORM. Diese Definition benötigt die TNC für die grafischen Simulationen. Die Seiten des Quaders dürfen maximal 100 000 mm lang sein und liegen parallel zu den Achsen X, Y und Z. Dieses Rohteil ist durch zwei seiner Eckpunkte festgelegt:

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



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

Neues Bearbeitungs-Programm eröffnen

Ein Bearbeitungs-Programm geben Sie immer in der Betriebsart **Programm-Einspeichern/Editieren** ein. Beispiel für eine Programm-Eröffnung:



Betriebsart **Programm-Einspeichern/Editieren** wählen



Datei-Verwaltung aufrufen: Taste PGM MGT drücken

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

DATEI-NAME = 123.H



Neuen Programm-Namen eingeben, mit Taste ENT bestätigen



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

SPINDELACHSE PARALLEL X/Y/Z?



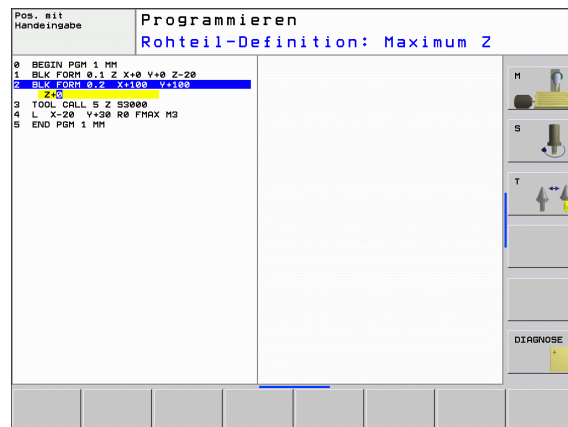
Spindelachse eingeben

DEF BLK-FORM: MIN-PUNKT?

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

0 

-40 



DEF BLK-FORM: MAX-PUNKT?

100

ENT

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

100

ENT

0

ENT

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 die kürzeste Seite mindestens 50 µm und die längste Seite maximal 99 999,999 mm groß 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

Zielcoordinate für X-Achse eingeben



20

ENT

Zielcoordinate 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

ENT

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

ZUSATZ-FUNKTION M?

3

ENT

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

Das Programmfenster zeigt die Zeile:

3 L X+10 Y+5 R0 F100 M3

Funktionen zur Vorschubfestlegung

Softkey

Im Eilgang verfahren

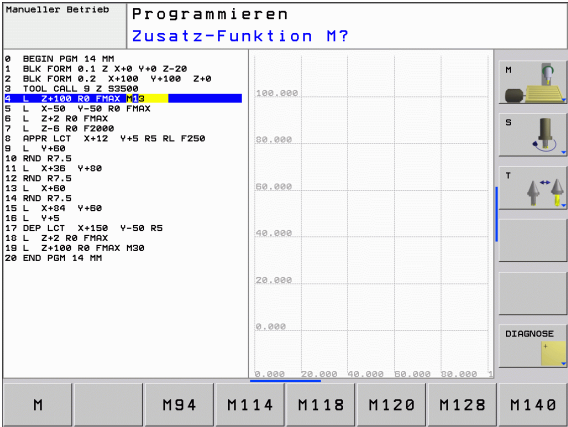
F MAX

Mit automatisch berechnetem Vorschub aus dem **TOOL CALL**-Satz verfahren

F AUTO

Mit programmiertem Vorschub (Einheit mm/min) verfahren

F



Funktionen zur Dialogführung	Taste
Dialogfrage übergehen	
Dialog vorzeitig beenden	
Dialog abbrechen und löschen	

Ist-Positionen übernehmen

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

- Verfahrsätze programmieren
- Zyklen programmieren
- Werkzeuge mit **TOOL DEF** definieren

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

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



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



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



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

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

Programm editieren



Sie können ein Programm nur dann editieren, wenn es nicht gerade in einer Maschinen-Betriebsart von der TNC abgearbeitet wird. Die TNC erlaubt zwar das Eincursorn in den Satz, unterbindet jedoch das Speichern von Änderungen mit einer Fehlermeldung.

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

Funktion	Softkey/Tasten
Seite nach oben blättern	
Seite nach unten blättern	
Sprung zum Programm-Anfang	
Sprung zum Programm-Ende	
Position des aktuellen Satzes im Bildschirm verändern. Damit können Sie mehr Programmsätze anzeigen lassen, die vor dem aktuellen Satz programmiert sind	
Position des aktuellen Satzes im Bildschirm verändern. Damit können Sie mehr Programmsätze anzeigen lassen, die hinter dem aktuellen Satz programmiert sind	
Von Satz zu Satz springen	 
Einzelne Wörter im Satz wählen	 
Bestimmten Satz wählen: Taste GOTO drücken, gewünschte Satznummer eingeben, mit Taste ENT bestätigen.	



Funktion	Softkey/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	
Satz einfügen, welcher zuletzt editiert bzw. gelöscht wurde	

Sätze an beliebiger Stelle einfügen

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

Wörter ändern und einfügen

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

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

Gleiche Wörter in verschiedenen Sätzen suchen

Für diese Funktion Softkey AUTOM. ZEICHNEN auf AUS setzen.

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



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



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

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

Beliebigen Text finden

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

Programmteile markieren, kopieren, löschen und einfügen

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

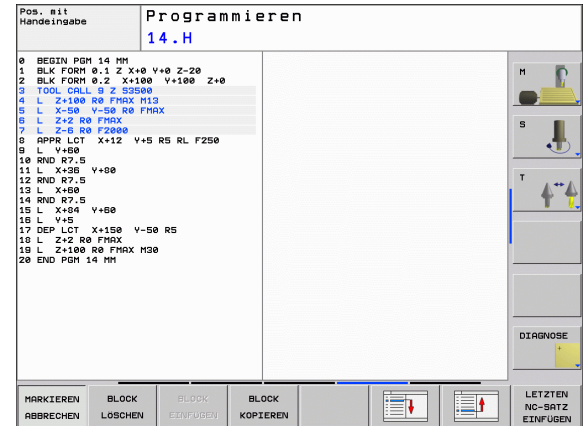
Um Programmteile zu kopieren gehen Sie wie folgt vor:

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



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

- Gespeichertes Programmteil einfügen: Softkey BLOCK EINFÜGEN drücken
- Markierungsfunktion beenden: Softkey MARKIEREN ABBRECHEN drücken



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

Die Suchfunktion der TNC

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

Nach beliebigen Texten suchen

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

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

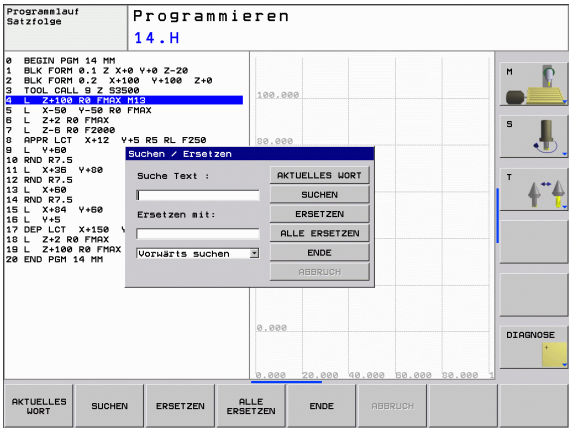
X +40
- Zu suchenden Text eingeben, auf Groß-/Kleinschreibung achten

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

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

AUSFÜHREN
- Suchfunktion beenden

END



Suchen/Ersetzen von beliebigen Texten



Die Funktion Suchen/Ersetzen ist nicht möglich, wenn

- ein Programm geschützt ist
- das Programm von der TNC gerade abgearbeitet wird

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

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



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



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



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



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



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



- ▶ Ggf Suchoptionen ändern



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



- ▶ Um den Text zu ersetzen und anschließend die nächste Fundstelle anzuspringen: Softkey ERSETZEN drücken, oder um alle gefundenen Textstellen zu ersetzen: Softkey ALLES ERSETZEN drücken, oder um den Text nicht zu ersetzen und die nächste Fundstelle anzuspringen: Softkey SUCHEN drücken



- ▶ Suchfunktion beenden

4.5 Programmier-Grafik

Programmier-Grafik mitführen/nicht mitführen

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

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



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

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

AUTOM. ZEICHNEN EIN zeichnet keine Programmteil-Wiederholungen mit.

Programmier-Grafik für bestehendes Programm erstellen

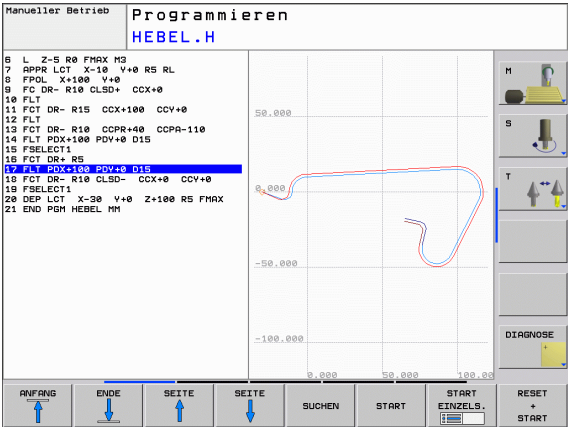
- Wählen Sie mit den Pfeil-Tasten den Satz, bis zu dem die Grafik erstellt werden soll oder drücken Sie GOTO und geben die gewünschte Satz-Nummer direkt ein



- Grafik erstellen: Softkey RESET + START drücken

Weitere Funktionen:

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



Satz-Nummern ein- und ausblenden



ANZEIGEN
AUSBLEND-
SATZ-NR.

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

Grafik löschen



GRAFIK
LÖSCHEN

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

Ausschnittsvergrößerung oder -verkleinerung

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

- ▶ Softkey-Leiste für Ausschnitts-Vergrößerung/Verkleinerung wählen (zweite Leiste, siehe Bild rechts Mitte)

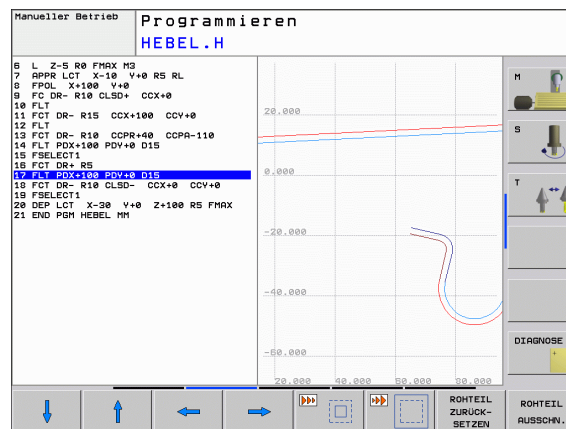
Damit stehen folgende Funktionen zur Verfügung:

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

ROHTEIL
AUSSCHN.

- ▶ Mit Softkey ROHTEIL AUSSCHN. ausgewählten Bereich übernehmen

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



4.6 Kommentare einfügen

Anwendung

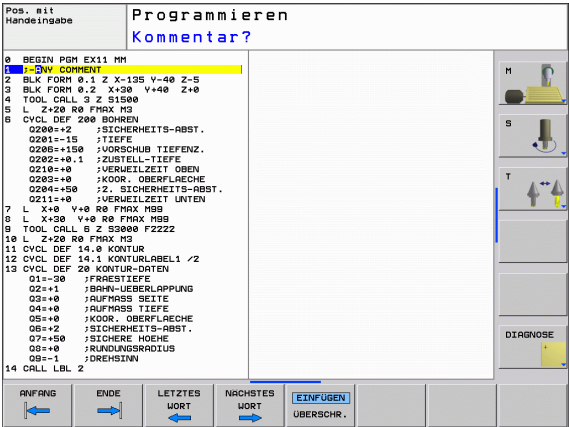
Sie können in einem Bearbeitungs-Programm Kommentare einfügen, um Programmschritte zu erläutern oder Hinweise zu geben.



Wenn die TNC einen Kommentar nicht mehr vollständig am Bildschirm anzeigen kann, erscheint das Zeichen >> am Bildschirm.

Kommentarzeile einfügen

- ▶ Satz wählen, hinter dem Sie den Kommentar einfügen wollen
- ▶ Softkey SPEZIELLE TNC FUNKT. wählen
- ▶ Softkey COMMENT wählen
- ▶ Kommentar mittels Bidschirm-Tastatur (GOTO-Taste) oder falls vorhanden USB-Tastatur eingeben und den Satz mit der Taste END abschließen



Funktionen beim Editieren des Kommentars

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



4.7 Der Taschenrechner

Bedienung

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

- ▶ Mit der Taste CALC den Taschenrechner einblenden bzw. wieder schließen
- ▶ Rechenfunktionen über Kurzbefehle mit Softkeys wählen.

Rechen-Funktion	Kurzbefehl (Taste)
Addieren	+
Subtrahieren	−
Multiplizieren	*
Dividieren	/
Klammer-Rechnung	()
Arcus-Cosinus	ARC
Sinus	SIN
Cosinus	COS
Tangens	TAN
Werte potenzieren	X ^Y
Quadratwurzel ziehen	SQRT
Umkehrfunktion	1/x
PI (3.14159265359)	PI
Wert zum Zwischenspeicher addieren	M+
Wert zwischenspeichern	MS
Zwischenspeicher aufrufen	MR
Zwischenspeicher löschen	MC
Logarithmus Naturalis	LN
Logarithmus	LOG
Exponentialfunktion	e ^x
Vorzeichen prüfen	SGN
Absolutwert bilden	ABS



Rechen-Funktion	Kurzbefehl (Taste)
Nachkomma-Stellen abschneiden	INT
Vorkomma-Stellen abschneiden	FRAC
Modulwert	MOD
Ansicht wählen	Ansicht
Wert löschen	DEL

Berechneten Wert ins Programm übernehmen

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



4.8 Die Fehlermeldungen

Fehler anzeigen

Fehler zeigt die TNC unter anderem an bei:

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

Ein aufgetretener Fehler wird in der Kopfzeile in roter Schrift angezeigt. Dabei werden lange und mehrzeilige Fehlermeldungen verkürzt dargestellt. Tritt ein Fehler in der Hintergrund-Betriebsart auf, so wird das mit dem Wort „Fehler“ in roter Schrift angezeigt. Die vollständige Information zu allen anstehenden Fehlern erhalten Sie im Fehlerfenster.

Sollte ausnahmsweise ein „Fehler in der Datenverarbeitung“ auftreten, öffnet die TNC automatisch das Fehlerfenster. Einen solchen Fehler können Sie nicht beheben. Beenden Sie das System und starten die TNC erneut.

Die Fehlermeldung in der Kopfzeile wird solange angezeigt, bis sie gelöscht oder durch einen Fehler höherer Priorität ersetzt wird.

Eine Fehlermeldung, die die Nummer eines Programmsatzes enthält, wurde durch diesen Satz oder einen vorhergegangenen verursacht.

Fehlerfenster öffnen



- ▶ Drücken Sie die Taste ERR. Die TNC öffnet das Fehlerfenster und zeigt alle aufgelaufenen Fehlermeldungen vollständig an.

Fehlerfenster schließen



- ▶ Drücken Sie den Softkey ENDE – oder



- ▶ drücken Sie die Taste ERR. Die TNC schließt das Fehlerfenster

Ausführliche Fehlermeldungen

Die TNC zeigt Möglichkeiten für die Ursache des Fehlers und Möglichkeiten zum beheben des Fehlers:

► Fehlerfenster öffnen

ZUSÄTZL.
INFO

- Informationen zur Fehlerursache und Fehlerbehebung: Positionieren Sie das Hellfeld auf die Fehlermeldung und drücken den Softkey ZUSÄTZL. INFO. Die TNC öffnet ein Fenster mit Informationen zur Fehlerursache und Fehlerbehebung
- Info verlassen: drücken Sie den Softkey ZUSÄTZL. INFO erneut

Softkey INTERNE INFO

Der Softkey INTERNE INFO liefert Informationen zur Fehlermeldung, die ausschließlich im Service-Fall von Bedeutung sind.

► Fehlerfenster öffnen

INTERNE
INFO

- Detail-Informationen zur Fehlermeldung: Positionieren Sie das Hellfeld auf die Fehlermeldung und drücken den Softkey INTERNE INFO. Die TNC öffnet ein Fenster mit internen Informationen zum Fehler
- Details verlassen: drücken Sie den Softkey INTERNE INFO erneut

Fehler löschen

Fehler außerhalb des Fehlerfensters löschen:

CE

- In der Kopfzeile angezeigte Fehler/Hinweis löschen: CE-Taste drücken



In einigen Betriebsarten (Beispiel: Editor) können Sie die CE-Taste nicht zum Löschen der Fehler verwenden, da die Taste für andere Funktionen eingesetzt wird.

Mehrere Fehler löschen:

► Fehlerfenster öffnen

LÖSCHEN

- Einzelnen Fehler löschen: Positionieren Sie das Hellfeld auf die Fehlermeldung und drücken den Softkey LÖSCHEN.

ALLE
LÖSCHEN

- Alle Fehler löschen: Drücken Sie den Softkey ALLE LÖSCHEN.



Ist bei einem Fehler die Fehlerursache nicht behoben, kann er nicht gelöscht werden. In diesem Fall bleibt die Fehlermeldung erhalten.



Fehler-Protokoll

Die TNC speichert aufgetretene Fehler und wichtige Ereignisse (z.B. Systemstart) in einem Fehler-Protokoll. Die Kapazität des Fehler-Protokolles ist begrenzt. Wenn das Fehler-Protokoll voll ist, verwendet die TNC eine zweite Datei. Ist auch diese voll, wird das erste Fehler-Protokoll gelöscht und neu beschrieben, etc. Schalten Sie bei Bedarf von AKTUELLE DATEI auf VORHERIGE DATEI, um die Fehler-Historie einzusehen.

► Fehlerfenster öffnen

PROTOKOLL
DATEIEN

► Softkey PROTOKOLL DATEIEN drücken

FEHLER
PROTOKOLL

► Fehler-Protokoll öffnen: Softkey FEHLER-PROTOKOLL drücken

VORHERIGE
DATEI

► Bei Bedarf vorherige Logfile einstellen: Softkey VORHERIGE DATEI drücken

AKTUELLE
DATEI

► Bei Bedarf aktuelle Logfile einstellen: Softkey AKTUELLE DATEI drücken

Der älteste Eintrag der Fehler-Logfile steht am Anfang – der jüngste Eintrag am Ende der Datei.

Tasten-Protokoll

Die TNC speichert Tasten-Eingaben und wichtige Ereignisse (z.B. Systemstart) in einem Tasten-Protokoll. Die Kapazität des Tasten-Protokolles ist begrenzt. Ist das Tasten-Protokoll voll, dann wird auf ein zweites Tasten-Protokoll umgeschaltet. Ist diese wieder gefüllt, wird das erste Tasten-Protokoll gelöscht und neu beschrieben, etc. Schalten Sie bei Bedarf von AKTUELLE DATEI auf VORHERIGE DATEI, um die Historie der Eingaben zu sichten.

PROTOKOLL
DATEIEN

► Softkey PROTOKOLL DATEIEN drücken

TASTEN
PROTOKOLL

► Tasten-Logfile öffnen: Softkey TASTEN-PROTOKOLL drücken

VORHERIGE
DATEI

► Bei Bedarf vorherige Logfile einstellen: Softkey VORHERIGE DATEI drücken

AKTUELLE
DATEI

► Bei Bedarf aktuelle Logfile einstellen: Softkey AKTUELLE DATEI drücken

Die TNC speichert jede im Bedienablauf betätigte Taste des Bedienfeldes in einem Tasten-Protokoll. Der älteste Eintrag steht am Anfang – der jüngste Eintrag am Ende der Datei.

Übersicht der Tasten und Softkeys zum Sichten der Logfiles:

Funktion	Softkey/Tasten
Sprung zum Logfile-Anfang	
Sprung zum Logfile-Ende	
Aktuelles Logfile	
Vorheriges Logfile	
Zeile vor/zurück	 
Zurück zum Hauptmenü	

Hinweistexte

Bei einer Fehlbedienung, zum Beispiel Betätigung einer nicht erlaubten Taste oder Eingabe eines Wertes außerhalb des Gültigkeitsbereichs, weist die TNC Sie mit einem (grünen) Hinweistext in der Kopfzeile auf diese Fehlbedienung hin. Die TNC löscht den Hinweistext bei der nächsten gültigen Eingabe.

Service-Dateien speichern

Bei Bedarf können Sie die „aktuelle Situation der TNC“ speichern und dem Service-Techniker zur Auswertung zur Verfügung stellen. Dabei wird eine Gruppe Service-Dateien gespeichert (Fehler- und Tasten-Logfile, sowie weitere Dateien, die Auskunft über die aktuelle Situation der Maschine und die Bearbeitung geben).

Wiederholen Sie die Funktion „Service-Dateien speichern“, wird die vorher gespeicherte Gruppe Service-Dateien überschrieben.

Service-Dateien speichern:

► Fehlerfenster öffnen



► Softkey PROTOKOLL DATEIEN drücken



► Service-Dateien speichern: Softkey SERVICE DATEIEN SPEICHERN drücken





5

**Programmieren:
Werkzeuge**



5.1 Werkzeugbezogene Eingaben

Vorschub F

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

Eingabe

Den Vorschub können Sie im **TOOL CALL**-Satz (Werkzeug-Aufruf) und in jedem Positioniersatz eingeben (siehe „Erstellen der Programm-Sätze mit den Bahnfunktionstasten“ auf Seite 119).

Eilgang

Für den Eilgang geben Sie **F MAX** ein. Zur Eingabe von **F MAX** drücken Sie auf die Dialogfrage **Vorschub F= ?** die Taste ENT oder den Softkey FMAX.



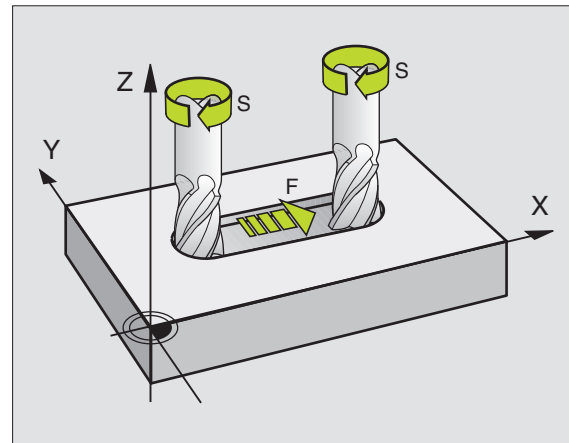
Um im Eilgang Ihrer Maschine zu verfahren, können Sie auch den entsprechenden Zahlenwert, z.B. **F30000** programmieren. Dieser Eilgang wirkt im Gegensatz zu **FMAX** nicht nur Satzweise, sondern so lange, bis Sie einen neuen Vorschub programmieren.

Wirkungsdauer

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

Änderung während des Programmlaufs

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



Spindeldrehzahl S

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

Programmierte Änderung

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



- ▶ Werkzeug-Aufruf programmieren: Taste TOOL CALL drücken
- ▶ Dialog **Werkzeug-Nummer?** mit Taste NO ENT übergehen
- ▶ Dialog **Spindelachse parallel X/Y/Z ?** mit Taste NO ENT übergehen
- ▶ Im Dialog **Spindeldrehzahl S= ?** neue Spindeldrehzahl eingeben, mit Taste END bestätigen

Änderung während des Programmlaufs

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



5.2 Werkzeug-Daten

Voraussetzung für die Werkzeug-Korrektur

Üblicherweise programmieren Sie die Koordinaten der Bahnbewegungen so, wie das Werkstück in der Zeichnung bemaßt ist. Damit die TNC die Bahn des Werkzeug-Mittelpunkts berechnen, also eine Werkzeug-Korrektur durchführen kann, müssen Sie Länge und Radius zu jedem eingesetzten Werkzeug eingeben.

Werkzeug-Daten können Sie entweder mit der Funktion TOOL DEF direkt im Programm oder separat in Werkzeug-Tabellen eingeben. Wenn Sie die Werkzeug-Daten in Tabellen eingeben, stehen weitere werkzeugspezifische Informationen zur Verfügung. Die TNC berücksichtigt alle eingegebenen Informationen, wenn das Bearbeitungs-Programm läuft.

Werkzeug-Nummer, Werkzeug-Name

Jedes Werkzeug ist durch eine Nummer zwischen 0 und 9999 gekennzeichnet. Wenn Sie mit Werkzeug-Tabellen arbeiten, können Sie höhere Nummern verwenden und zusätzlich Werkzeug-Namen vergeben. Werkzeug-Namen dürfen maximal aus 16 Zeichen bestehen.

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

Werkzeug-Länge L

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

Differenz aus der Länge des Werkzeugs und der Länge eines Null-Werkzeugs L_0

Vorzeichen:

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

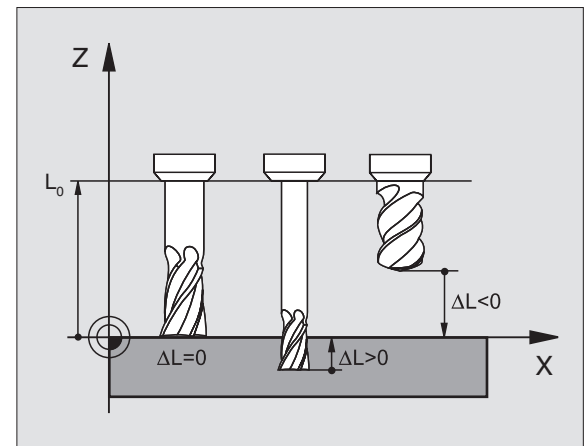
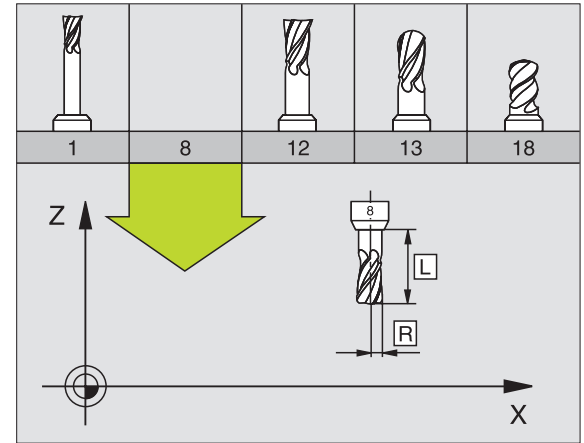
$L < L_0$: Werkzeug ist kürzer als das Null-Werkzeug

Länge bestimmen:

- ▶ Null-Werkzeug auf Bezugsposition in der Werkzeugachse fahren (z.B. Werkstück-Oberfläche mit $Z=0$)
- ▶ Anzeige der Werkzeugachse auf Null setzen (Bezugspunkt setzen)
- ▶ Nächstes Werkzeug einwechseln
- ▶ Werkzeug auf gleiche Bezugs-Position wie Null-Werkzeug fahren
- ▶ Anzeige der Werkzeugachse zeigt den Längenunterschied des Werkzeugs zum Null-Werkzeug
- ▶ Wert in den TOOL DEF-Satz bzw. in die Werkzeug-Tabelle eintragen

Ermitteln der Länge L mit einem Voreinstellgerät

Geben Sie den ermittelten Wert direkt in die Werkzeug-Definition TOOL DEF oder in die Werkzeug-Tabelle ein.



Werkzeug-Radius R

Den Werkzeug-Radius R geben Sie direkt ein.

Delta-Werte für Längen und Radien

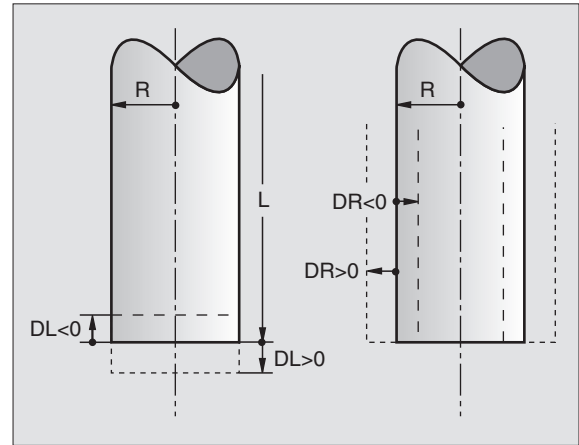
Delta-Werte bezeichnen Abweichungen für die Länge und den Radius von Werkzeugen.

Ein positiver Delta-Wert steht für ein Aufmaß (**DL**, **DR**, **DR2**>0). Bei einer Bearbeitung mit Aufmaß geben Sie den Wert für das Aufmaß beim Programmieren des Werkzeug-Aufrufs mit **TOOL CALL** ein.

Ein negativer Delta-Wert bedeutet ein Untermaß (**DL**, **DR**, **DR2**<0). Ein Untermaß wird in der Werkzeug-Tabelle für den Verschleiß eines Werkzeugs eingetragen.

Delta-Werte geben Sie als Zahlenwerte ein, in einem **TOOL CALL**-Satz können Sie den Wert auch mit einem Q-Parameter übergeben.

Eingabebereich: Delta-Werte dürfen maximal $\pm 99,999$ mm betragen.



Delta-Werte aus der Werkzeug-Tabelle beeinflussen die grafische Darstellung des **Werkzeuges**. Die Darstellung des **Werkstückes** in der Simulation bleibt gleich.

Delta-Werte aus dem **TOOL CALL**-Satz verändern in der Simulation die dargestellte Größe des **Werkstückes**. Die simulierte **Werkzeuggröße** bleibt gleich.

Werkzeug-Daten ins Programm eingeben

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

► Werkzeug-Definition wählen: Taste **TOOL DEF** drücken



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



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

Beispiel

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

Werkzeug-Daten in die Tabelle eingeben

In einer Werkzeug-Tabelle können Sie bis zu 9999 Werkzeuge definieren und deren Werkzeug-Daten speichern. Beachten Sie auch die Editier-Funktionen weiter unten in diesem Kapitel. Um zu einem Werkzeug mehrere Korrekturdaten eingeben zu können (Werkzeug-Nummer indizieren), fügen Sie eine Zeilen ein und erweitern die Werkzeugnummer durch einen Punkt und eine Zahl von 1 bis 9 (z.B. **T 5.2**).

Sie müssen die Werkzeug-Tabellen verwenden, wenn

- Sie indizierte Werkzeuge, wie z.B. Stufenbohrer mit mehreren Längenkorrekturen einsetzen wollen (Seite 102)
- Ihre Maschine mit einem automatischen Werkzeug-Wechsler ausgerüstet ist
- Sie mit dem Bearbeitungs-Zyklus 22 nachräumen wollen (siehe „RAEUMEN (Zyklus 22)“ auf Seite 270)

Werkzeug-Tabelle: Standard Werkzeug-Daten

Abk.	Eingaben	Dialog
T	Nummer, mit der das Werkzeug im Programm aufgerufen wird (z.B. 5, indiziert: 5.2)	–
NAME	Name, mit dem das Werkzeug im Programm aufgerufen wird	Werkzeug-Name?
L	Korrekturwert für die Werkzeug-Länge L	Werkzeug-Länge?
R	Korrekturwert für den Werkzeug-Radius R	Werkzeug-Radius R?
R2	Werkzeug-Radius R2 für Ecken-Radiusfräser (nur für dreidimensionale Radiuskorrektur oder grafische Darstellung der Bearbeitung mit Radiusfräser)	Werkzeug-Radius R2?
DL	Delta-Wert Werkzeug-Länge L	Aufmaß Werkzeug-Länge?
DR	Delta-Wert Werkzeug-Radius R	Aufmaß Werkzeug-Radius?
DR2	Delta-Wert Werkzeug-Radius R2	Aufmaß Werkzeug-Radius R2?
TL	Werkzeug-Sperre setzen (TL : für T ool L ocked = engl. Werkzeug gesperrt)	Wkz gesperrt? Ja = ENT / Nein = NO ENT
RT	Nummer eines Schwester-Werkzeugs – falls vorhanden – als Ersatz-Werkzeug (RT : für R eplacement T ool = engl. Ersatz-Werkzeug); siehe auch TIME2	Schwester-Werkzeug?
TIME1	Maximale Standzeit des Werkzeugs in Minuten. Diese Funktion ist maschinenabhängig und ist im Maschinenhandbuch beschrieben	Max. Standzeit?
TIME2	Maximale Standzeit des Werkzeugs bei einem TOOL CALL in Minuten: Erreicht oder überschreitet die aktuelle Standzeit diesen Wert, so setzt die TNC beim nächsten TOOL CALL das Schwester-Werkzeug ein (siehe auch CUR. TIME)	Maximale Standzeit bei TOOL CALL?

Abk.	Eingaben	Dialog
CUR.TIME	Aktuelle Standzeit des Werkzeugs in Minuten: Die TNC zählt die aktuelle Standzeit (CUR.TIME : für CUR rent TIME = engl. aktuelle/lau-fende Zeit) selbsttätig hoch. Für benutzte Werkzeuge können Sie eine Vorgabe eingeben	Aktuelle Standzeit?
TYP	Werkzeugtyp: Softkey TYP WÄHLEN (3. Softkey-Leiste); Die TNC blendet ein Fenster ein, in dem Sie den Werkzeugtyp wählen können. Nur die Werkzeug-Typen DRILL und MILL sind momentan mit Funktionen belegt	Werkzeugtyp?
DOC	Kommentar zum Werkzeug (maximal 16 Zeichen)	Werkzeug-Kommentar?
PLC	Information zu diesem Werkzeug, die an die PLC übertragen werden soll	PLC-Status?
LCUTS	Schneidenlänge des Werkzeugs für Zyklus 22	Schneidenlänge in der Wkz-Achse?
ANGLE	Maximaler Eintauchwinkel des Werkzeug bei pendelnder Eintauchbewegung für Zyklen 22 und 208	Maximaler Eintauchwinkel?
CUT	Anzahl der Werkzeug-Schneiden (max. 20 Schneiden)	Anzahl der Schneiden?
RTOL	Zulässige Abweichung vom Werkzeug-Radius R für Verschleiß-Erkennung. Wird der eingegebene Wert überschritten, sperrt die TNC das Werkzeug (Status L). Eingabebereich: 0 bis 0,9999 mm	Verschleiß-Toleranz: Radius?
LTOL	Zulässige Abweichung von der Werkzeug-Länge L für Verschleiß-Erkennung. Wird der eingegebene Wert überschritten, sperrt die TNC das Werkzeug (Status L). Eingabebereich: 0 bis 0,9999 mm	Verschleiß-Toleranz: Länge?
DIRECT.	Schneid-Richtung des Werkzeugs für Vermessung mit drehendem Werkzeug	Schneid-Richtung (M3 = -)?
TT:R-OFFS	Wird momentan noch nicht unterstützt	Werkzeug-Versatz Radius?
TT:L-OFFS	Wird momentan noch nicht unterstützt	Werkzeug-Versatz Länge?
LBREAK	Zulässige Abweichung von der Werkzeug-Länge L für Bruch-Erkennung. Wird der eingegebene Wert überschritten, sperrt die TNC das Werkzeug (Status L). Eingabebereich: 0 bis 0,9999 mm	Bruch-Toleranz: Länge?
RBREAK	Zulässige Abweichung vom Werkzeug-Radius R für Bruch-Erkennung. Wird der eingegebene Wert überschritten, sperrt die TNC das Werkzeug (Status L). Eingabebereich: 0 bis 0,9999 mm	Bruch-Toleranz: Radius?
PTYP	Werkzeugtyp zur Auswertung in der Platz-Tabelle	Werkzeugtyp für Platztabelle?
LIFTOFF	Festlegung, ob die TNC das Werkzeug bei einem NC-Stop in Richtung der positiven Werkzeug-Achse freifahren soll, um Freischneidemarkierungen auf der Kontur zu vermeiden. Wenn Y definiert ist, fährt die TNC das Werkzeug um 0.1 mm von der Kontur zurück, wenn diese Funktion im NC-Programm mit M148 aktiviert wurde (siehe „Werkzeug bei NC-Stop automatisch von der Kontur abheben: M148“ auf Seite 176)	Werkzeug abheben Y/N ?
TP_NO	Nummer des Tastsystems in der Tastsystem-Tabelle	TP_NO



Werkzeug-Tabellen editieren

Die für den Programmlauf gültige Werkzeug-Tabelle hat den Datei-Namen TOOL.T und muss im Verzeichnis „table“ gespeichert sein. Die Werkzeugtabelle TOOL.T kann nur in einer Maschinen-Betriebsart editiert werden.

Werkzeug-Tabellen, die Sie archivieren oder für den Programm-Test einsetzen wollen, geben Sie einen beliebigen anderen Datei-Namen mit der Endung .T. Für die Betriebsarten „Programm-Test“ und „Programmieren“ verwendet die TNC standardmäßig die Werkzeugtabelle „simtool.t“, die ebenfalls im Verzeichnis „table“ gespeichert ist. Zum editieren drücken Sie in der Betriebsart Programm-Test den Softkey TABELLEN EDITOR.

Werkzeug-Tabelle TOOL.T öffnen:

- ▶ Beliebige Maschinen-Betriebsart wählen



- ▶ Werkzeug-Tabelle wählen: Softkey WERKZEUG TABELLE drücken



- ▶ Softkey EDITIEREN auf „EIN“ setzen

Beliebige andere Werkzeug-Tabelle öffnen

- ▶ Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren wählen



- ▶ Datei-Verwaltung aufrufen
- ▶ Wahl der Datei-Typen anzeigen: Softkey TYPE WÄHLEN drücken
- ▶ Dateien vom Typ .T anzeigen: Softkey ZEIGE .T drücken
- ▶ Wählen Sie eine Datei oder geben einen neuen Datei-namen ein. Bestätigen Sie mit der Taste ENT oder mit dem Softkey WÄHLEN

Wenn Sie eine Werkzeug-Tabelle zum Editieren geöffnet haben, dann können Sie das Helfeld in der Tabelle mit den Pfeiltasten oder mit den Softkeys auf jede beliebige Position bewegen. An einer beliebigen Position können Sie die gespeicherten Werte überschreiben oder neue Werte eingeben. Zusätzliche Editierfunktionen entnehmen Sie bitte aus nachfolgender Tabelle.

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

Editierfunktionen für Werkzeug-Tabellen	Softkey
Tabellen-Anfang wählen	
Tabellen-Ende wählen	
Vorherige Tabellen-Seite wählen	

Werkzeug-Tabelle editieren

Werkzeug-Name

Datei: tnc\table\tool.t

Zeile: 0

>>

T	NAME	L	R	R2	DL
0		+0	+0	0.0	+0
1		+15	+1	+0	+0
2		+0	+2	+0	+0
3		+0	+3	+0	+0
4		+0	+4	+0	+0
5		+20	+5	+0	+0
6		+0	+6	+0	+0
7		+0	+7	+0	+0
8		+0	+8	+0	+0
9		+0	+5	+0	+0
10		+0	+5	+0	+0
11		+0	+5	+0	+0
12		+0	+5	+0	+0
13		+0	+5	+0	+0
14		+0	+5	+0	+0
15		+0	+0	+0	+0
16		+0	+0	+0	+0
17		+0	+0	+0	+0
18		+0	+0	+0	+0
19		+0	+0	+0	+0
20		+0	+0	+0	+0
20.1		+0	+0	+0	+0
21	INAKTIV	+9999	+9999	+0	+0
22	TS-1	+9999.1111	+9999.1111	+0	+0
23		+0	+0	+0	+0
24		+0	+0	+0	+0
25		+0	+0	+0	+0
26		+0	+0	+0	+0

ANFANG

ENDE

SEITE

SEITE

EDITIEREN

SUCHEN

PLATZ

TABELLE

ENDE

Editierfunktionen für Werkzeug-Tabellen	Softkey
Nächste Tabellen-Seite wählen	
Text oder Zahl suchen	
Sprung zum Zeilenanfang	
Sprung zum Zeilenende	
Hell hinterlegtes Feld kopieren	
Kopiertes Feld einfügen	
Eingebbare Anzahl von Zeilen (Werkzeugen) am Tabellenende anfügen	
Zeile mit eingebbarer Werkzeugnummer einfügen	
Aktuelle Zeile (Werkzeug) löschen	
Werkzeuge nach dem Inhalt einer Spalte sortieren	
Alle Bohrer in der Werkzeugtabelle anzeigen	
Alle Taster in der Werkzeugtabelle anzeigen	

Werkzeug-Tabelle verlassen

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

Platz-Tabelle für Werkzeug-Wechsler



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

Für den automatischen Werkzeugwechsel benötigen Sie die Platz-Tabelle TOOL_P.TCH. Die TNC verwaltet mehrere Platz-Tabellen mit beliebigen Dateinamen. Die Platz-Tabelle, die Sie für den Programm-
lauf aktivieren wollen, wählen Sie in einer Programmlauf-Betriebsart über die Datei-Verwaltung aus (Status M).

Platz-Tabelle in einer Programmlauf-Betriebsart editieren



- ▶ Werkzeug-Tabelle wählen: Softkey WERKZEUG TABELLE drücken



- ▶ Platz-Tabelle wählen: Softkey PLATZ TABELLE wählen

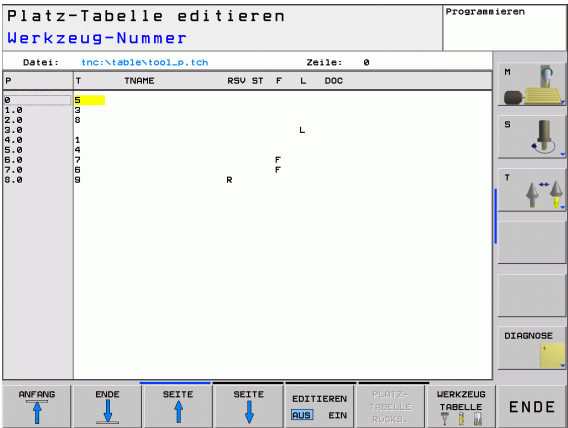


- ▶ Softkey EDITIEREN auf EIN setzen

Platz-Tabelle in der Betriebsart Programm-Einspeichern/ Editieren wählen



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



Abk.	Eingaben	Dialog
P	Platz-Nummer des Werkzeugs im Werkzeug-Magazin	–
T	Werkzeug-Nummer	Werkzeug-Nummer?
TNAME	Anzeige des Werkzeugnamen aus TOOL.T	–
ST	Werkzeug ist Sonderwerkzeug (ST : für S pecial T ool = engl. Sonderwerk- zeug); wenn Ihr Sonderwerkzeug Plätze vor und hinter seinem Platz blok- kiert, dann sperren Sie den entsprechenden Platz in der Spalte L (Status L)	Sonderwerkzeug?
F	Werkzeug immer auf gleichen Platz im Magazin zurückwechseln (F : für F ixed = engl. festgelegt)	Festplatz? Ja = ENT / Nein = NO ENT
L	Platz sperren (L : für L ocked = engl. gesperrt, siehe auch Spalte ST)	Platz gesperrt Ja = ENT / Nein = NO ENT
PLC	Information, die zu diesem Werkzeug-Platz an die PLC übertragen werden soll	PLC-Status?
DOC	Anzeige des Kommentar zum Werkzeug aus TOOL.T	–



Abk.	Eingaben	Dialog
PTYP	Werkzeugtyp. Funktion wird vom Maschinenhersteller definiert. Maschinendokumentation beachten	Werkzeugtyp für Platzta- belle?
P1 ... P5	Funktion wird vom Maschinenhersteller definiert. Maschinendokumentation beachten	Wert?
RSV	Platz-Reservierung für Flächenmagazin	Platz reserv.: Ja=ENT/ Nein = NOENT
LOCKED_ABOVE	Flächenmagazin: Platz oberhalb sperren	Platz oben sperren?
LOCKED_BELOW	Flächenmagazin: Platz unterhalb sperren	Platz unten sperren?
LOCKED_LEFT	Flächenmagazin: Platz links sperren	Platz links sperren?
LOCKED_RIGHT	Flächenmagazin: Platz rechts sperren	Platz rechts sperren?



Editierfunktionen für Platz-Tabellen	Softkey
Tabellen-Anfang wählen	
Tabellen-Ende wählen	
Vorherige Tabellen-Seite wählen	
Nächste Tabellen-Seite wählen	
Platz-Tabelle rücksetzen	
Spalte Werkzeug-Nummer T rücksetzen	
Sprung zum Anfang der Zeile	
Sprung zum Ende der Zeile	
Werkzeugwechsel simulieren	
Werkzeug aus der Werkzeugtabelle auswählen	
Aktuelles Feld editieren	
Ansicht sortieren	



Der Maschinen-Hersteller legt Funktion, Eigenschaft und Bezeichnung der verschiedenen Anzeige-Filter fest. Maschinenhandbuch beachten!



Werkzeug-Daten aufrufen

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

- ▶ Werkzeug-Aufruf mit Taste TOOL CALL wählen



- ▶ **Werkzeug-Nummer:** Nummer oder Name des Werkzeugs eingeben. Das Werkzeug haben Sie zuvor in einem **TOLL DEF**-Satz oder in der Werkzeug-Tabelle festgelegt. Einen Werkzeug-Namen setzt die TNC automatisch in Anführungszeichen. Namen beziehen sich auf einen Eintrag in der aktiven Werkzeug-Tabelle TOOL.T. Um ein Werkzeug mit anderen Korrekturwerten aufzurufen, geben Sie den in der Werkzeug-Tabelle definierten Index nach einem Dezimalpunkt mit ein
- ▶ **Spindelachse parallel X/Y/Z:** Werkzeugachse eingeben
- ▶ **Spindeldrehzahl S:** Spindeldrehzahl in Umdrehungen pro Minute
- ▶ **Vorschub F:** Der Vorschub wirkt solange, bis Sie in einem Positioniersatz oder in einem TOOL CALL-Satz einen neuen Vorschub programmieren
- ▶ **Aufmaß Werkzeug-Länge DL:** Delta-Wert für die Werkzeug-Länge
- ▶ **Aufmaß Werkzeug-Radius DR:** Delta-Wert für den Werkzeug-Radius
- ▶ **Aufmaß Werkzeug-Radius DR2:** Delta-Wert für den Werkzeug-Radius 2

Beispiel: Werkzeug-Aufruf

Aufgerufen wird Werkzeug Nummer 5 in der Werkzeugachse Z mit der Spindeldrehzahl 2500 U/min und einem Vorschub von 350 mm/min. Das Aufmaß für die Werkzeug-Länge und den Werkzeug-Radius 2 betragen 0,2 bzw. 0,05 mm, das Untermaß für den Werkzeug-Radius 1 mm.

```
20 TOOL CALL 5.2 Z S2500 F350 DL+0,2 DR-1 DR2+0,05
```

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

Vorauswahl bei Werkzeug-Tabellen

Wenn Sie Werkzeug-Tabellen einsetzen, dann treffen Sie mit einem **TOLL DEF**-Satz eine Vorauswahl für das nächste einzusetzende Werkzeug. Dazu geben Sie die Werkzeug-Nummer bzw. einen Q-Parameter ein oder einen Werkzeug-Namen in Anführungszeichen.



Werkzeugwechsel



Der Werkzeugwechsel ist eine maschinenabhängige Funktion. Maschinenhandbuch beachten!

Werkzeugwechsel-Position

Die Werkzeugwechsel-Position muss kollisionsfrei anfahrbar sein. Mit den Zusatzfunktionen **M91** und **M92** können Sie eine maschinenfeste Wechselposition anfahren. Wenn Sie vor dem ersten Werkzeug-Aufruf **TOOL CALL 0** programmieren, dann verfährt die TNC den Einspannschaft in der Spindelachse auf eine Position, die von der Werkzeug-Länge unabhängig ist.

Manueller Werkzeugwechsel

Vor einem manuellen Werkzeugwechsel wird die Spindel gestoppt und das Werkzeug auf die Werkzeugwechsel-Position gefahren:

- ▶ Werkzeugwechsel-Position programmiert anfahren
- ▶ Programmlauf unterbrechen, siehe „Bearbeitung unterbrechen“, Seite 415
- ▶ Werkzeug wechseln
- ▶ Programmlauf fortsetzen, siehe „Programmlauf nach einer Unterbrechung fortsetzen“, Seite 416

Automatischer Werkzeugwechsel

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

Automatischer Werkzeugwechsel beim Überschreiten der Standzeit: M101



M101 ist eine maschinenabhängige Funktion. Maschinenhandbuch beachten!

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

Der automatische Werkzeugwechsel erfolgt

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



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

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

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

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

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



5.3 Werkzeug-Korrektur

Einführung

Die TNC korrigiert die Werkzeugbahn um den Korrekturwert für Werkzeug-Länge in der Spindelachse und um den Werkzeug-Radius in der Bearbeitungsebene.

Wenn Sie das Bearbeitungs-Programm direkt an der TNC erstellen, ist die Werkzeug-Radiuskorrektur nur in der Bearbeitungsebene wirksam. Die TNC berücksichtigt dabei bis zu fünf Achsen inkl. der Drehachsen.

Werkzeug-Längenkorrektur

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



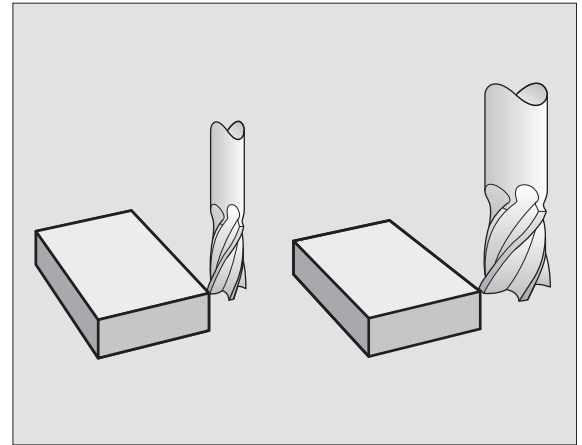
Wenn Sie eine Längenkorrektur mit positivem Wert mit **TOOL CALL 0** aufheben, verringert sich der Abstand vom Werkzeug zu Werkstück.

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

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

Korrekturwert = $L + DL_{\text{TOOL CALL}} + DL_{\text{TAB}}$ mit

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



Werkzeug-Radiuskorrektur

Der Programm-Satz für eine Werkzeug-Bewegung enthält

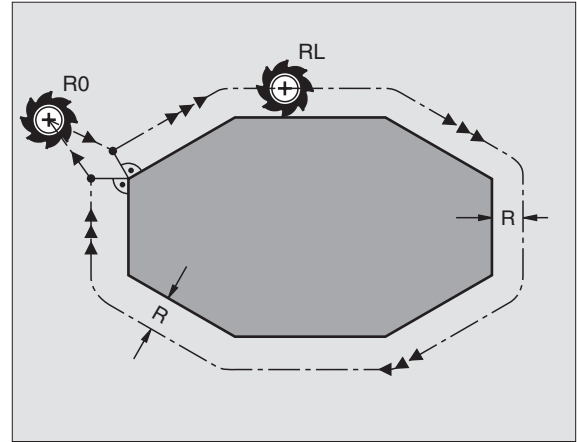
- **RL** oder **RR** für eine Radiuskorrektur
- **R0**, wenn keine Radiuskorrektur ausgeführt werden soll

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



Die TNC hebt die Radiuskorrektur auf, wenn Sie:

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



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

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

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

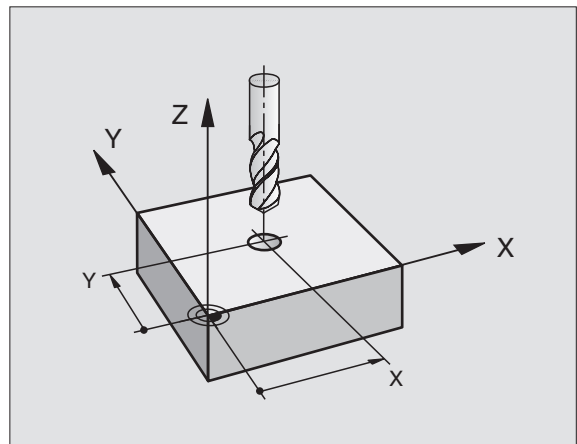
DR_{TOOL CALL}: Aufmaß **DR** für Radius aus **TOOL CALL**-Satz (von der Positionsanzeige nicht berücksichtigt)

DR_{TAB}: Aufmaß **DR** für Radius aus der Werkzeug-Tabelle

Bahnbewegungen ohne Radiuskorrektur: R0

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

Anwendung: Bohren, Vorpositionieren.



Bahnbewegungen mit Radiuskorrektur: RR und RL

RR Das Werkzeug verfährt rechts von der Kontur

RL Das Werkzeug verfährt links von der Kontur

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

Beim ersten Satz mit Radiuskorrektur **RR/RL** und beim Aufheben mit **R0** positioniert die TNC das Werkzeug immer senkrecht auf den programmierten Start- oder Endpunkt. Positionieren Sie das Werkzeug so vor dem ersten Konturpunkt bzw. hinter dem letzten Konturpunkt, dass die Kontur nicht beschädigt wird.

Eingabe der Radiuskorrektur

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

RADIUSKORR.: RL/RR/KEINE KORR.?

RL

Werkzeugbewegung links von der programmierten Kontur: Softkey RL drücken oder

RR

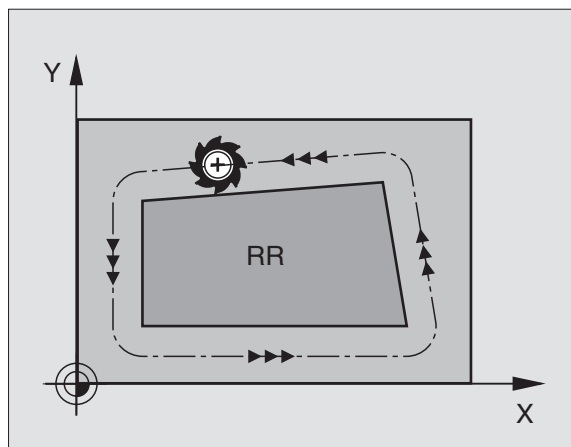
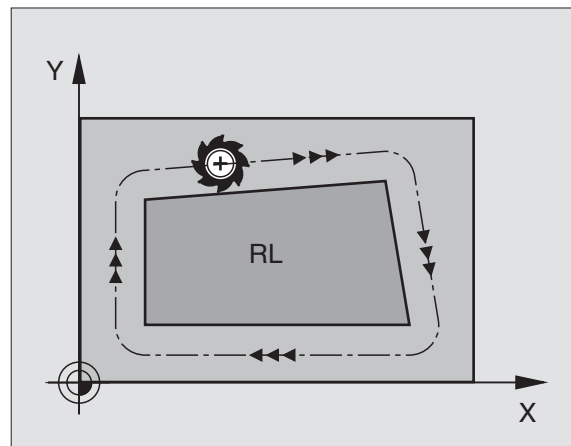
Werkzeugbewegung rechts von der programmierten Kontur: Softkey RR drücken oder

ENT

Werkzeugbewegung ohne Radiuskorrektur bzw. Radiuskorrektur aufheben: Taste ENT drücken

END

Satz beenden: Taste END drücken

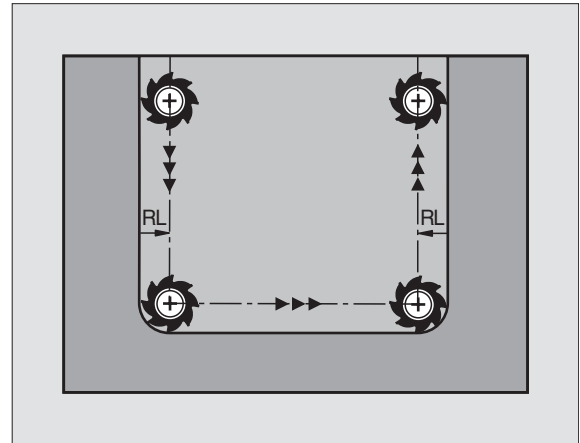
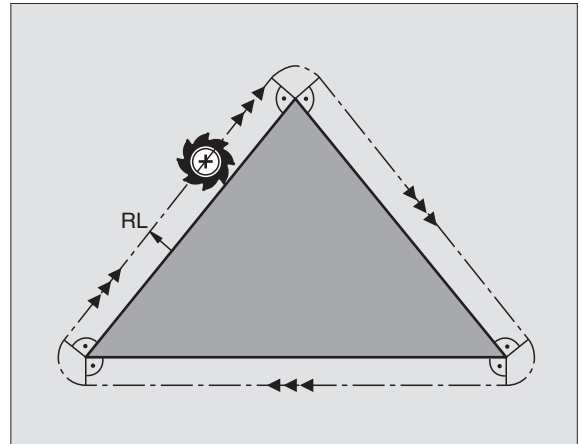


Radiuskorrektur: Ecken bearbeiten

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



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





6

**Programmieren:
Konturen
programmieren**



6.1 Werkzeug-Bewegungen

Bahnfunktionen

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

Freie Kontur-Programmierung FK

Wenn keine NC-gerecht bemaßte Zeichnung vorliegt und die Maßan-gaben für das NC-Programm unvollständig sind, dann programmieren Sie die Werkstück-Kontur mit der Freien Kontur-Programmierung. Die TNC errechnet die fehlenden Angaben.

Auch mit der FK-Programmierung programmieren Sie Werkzeugbe-wegungen für **Geraden** und **Kreisbögen**.

Zusatzfunktionen M

Mit den Zusatzfunktionen der TNC steuern Sie

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

Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen

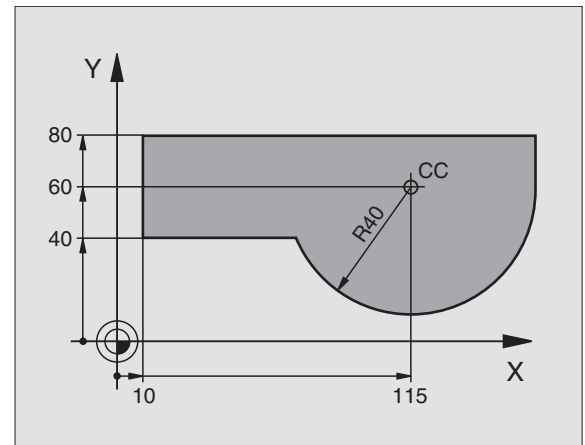
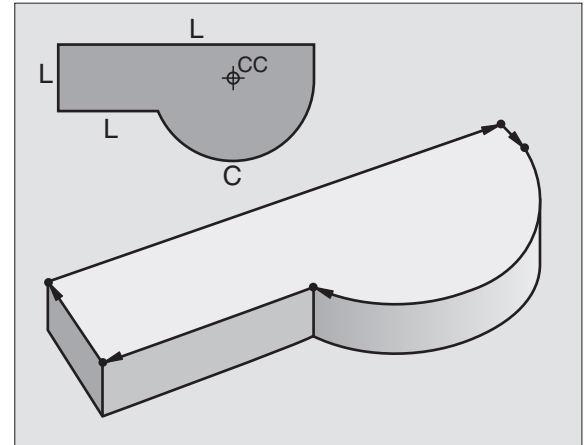
Bearbeitungs-Schritte, die sich wiederholen, geben Sie nur einmal als Unterprogramm oder Programmteil-Wiederholung ein. Wenn Sie einen Teil des Programms nur unter bestimmten Bedingungen aus-führen lassen möchten, dann legen Sie diese Programmschritte eben-falls in einem Unterprogramm fest. Zusätzlich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

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

Programmieren mit Q-Parametern

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

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



6.2 Grundlagen zu den Bahnfunktionen

Werkzeugbewegung für eine Bearbeitung programmieren

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

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

Bewegungen parallel zu den Maschinenachsen

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

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

Beispiel:

L X+100

L Bahnfunktion „Gerade“
X+100 Koordinaten des Endpunkts

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

Bewegungen in den Hauptebenen

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

Beispiel:

L X+70 Y+50

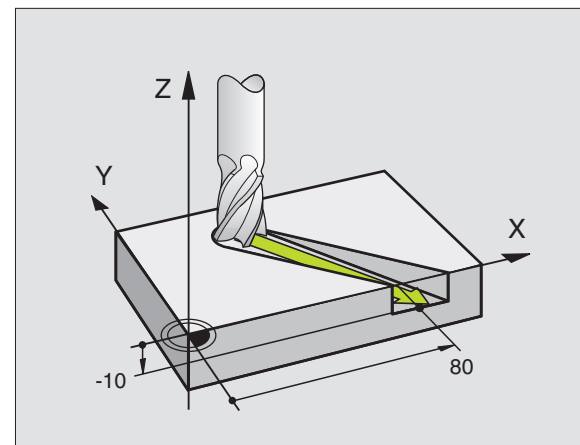
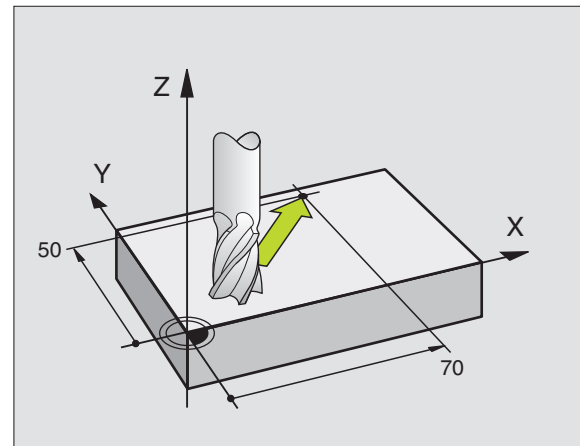
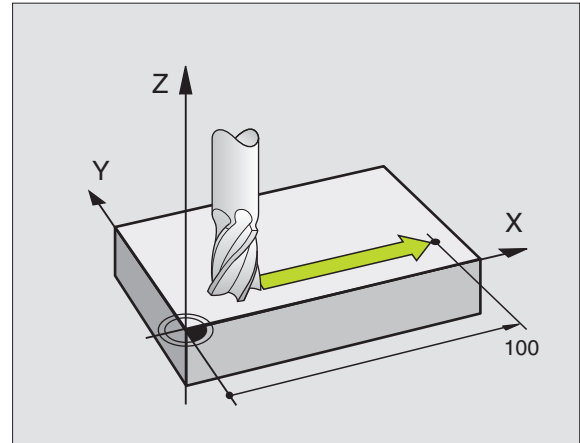
Das Werkzeug behält die Z-Koordinate bei und fährt in der XY-Ebene auf die Position X=70, Y=50. Siehe Bild rechts Mitte.

Dreidimensionale Bewegung

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

Beispiel:

L X+80 Y+0 Z-10



Kreise und Kreisbögen

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

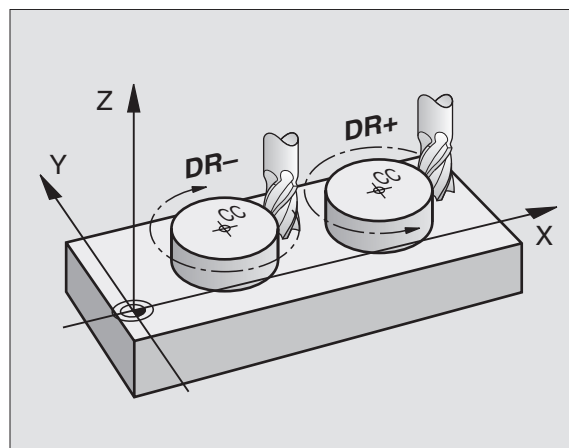
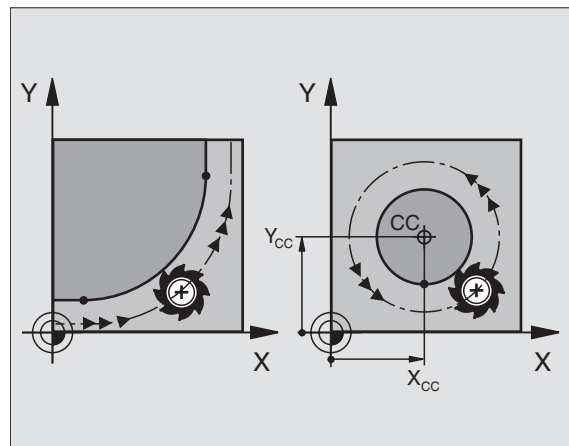
Mit den Bahnfunktionen für Kreisbögen programmieren Sie Kreise in den Hauptebenen: Die Hauptebene ist beim Werkzeug-Aufruf TOOL CALL mit dem Festlegen der Spindelachse zu definieren:

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

Drehsinn DR bei Kreisbewegungen

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

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



Radiuskorrektur

Die Radiuskorrektur muss in dem Satz stehen, mit dem Sie das erste Konturelement anfahren. Die Radiuskorrektur darf nicht in einem Satz für eine Kreisbahn begonnen werden. Programmieren Sie diese zuvor in einem Geraden-Satz (siehe „Bahnbewegungen – rechtwinklige Koordinaten“, Seite 128) oder im Anfahr-Satz (APPR-Satz, siehe „Kontur anfahren und verlassen“, Seite 121).

Vorpositionieren

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

Erstellen der Programm-Sätze mit den Bahnfunktionstasten

Mit den grauen Bahnfunktionstasten eröffnen Sie den Klartext-Dialog. Die TNC erfragt nacheinander alle Informationen und fügt den Programm-Satz ins Bearbeitungs-Programm ein.

Beispiel – Programmieren einer Geraden.



Programmier-Dialog eröffnen: z.B. Gerade

KOORDINATEN?



10

Koordinaten des Geraden-Endpunkts eingeben



5

ENT

RADIUSKORR.: RL/RR/KEINE KORR.?

R0

Radiuskorrektur wählen: z.B. Softkey R0 drücken, das Werkzeug fährt unkorrigiert

VORSCHUB F=? / F MAX = ENT

100

ENT

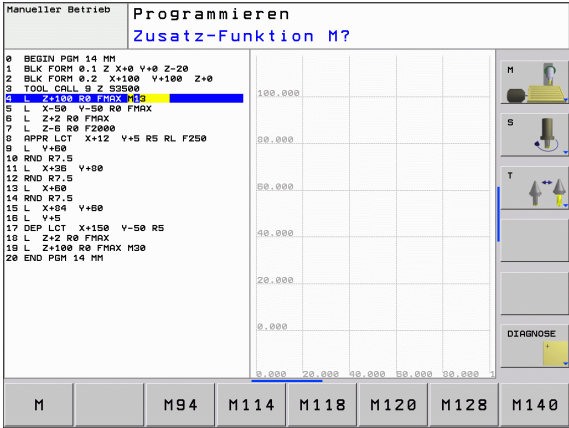
Vorschub eingeben und mit Taste ENT bestätigen: z.B. 100 mm/min. Bei INCH-Programmierung: Eingabe von 100 entspricht Vorschub von 10 inch/min

F MAX

Im Eilgang verfahren: Softkey FMAX drücken

F AUTO

Mit Vorschub verfahren, der im **TOOL CALL**-Satz definiert ist: Softkey FAUTO drücken



ZUSATZ-FUNKTION M?

3

ENT

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

Zeile im Bearbeitungsprogramm

L X+10 Y+5 RL F100 M3

6.3 Kontur anfahren und verlassen

Übersicht: Bahnformen zum Anfahren und Verlassen der Kontur

Die Funktionen APPR (engl. approach = Anfahrt) und DEP (engl. departure = Verlassen) werden mit der APPR/DEP-Taste aktiviert. Danach lassen sich folgende Bahnformen über Softkeys wählen:

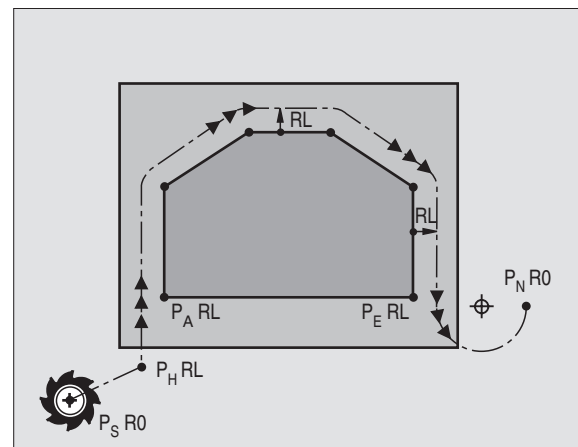
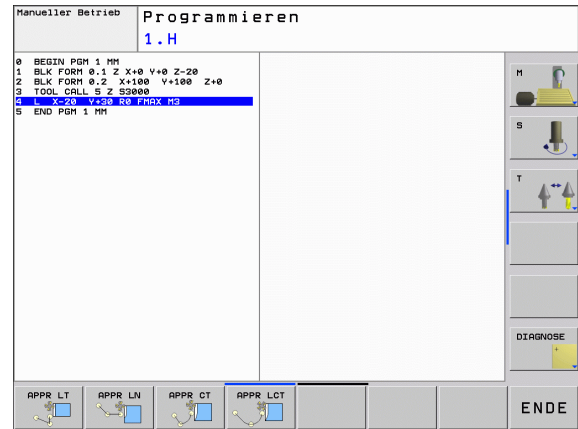
Funktion	Anfahren	Verlassen
Gerade mit tangentialem Anschluss		
Gerade senkrecht zum Konturpunkt		
Kreisbahn mit tangentialem Anschluss		
Kreisbahn mit tangentialem Anschluss an die Kontur, An- und Wegfahren zu einem Hilfspunkt außerhalb der Kontur auf tangential anschließendem Geradenstück		

Schraubenlinie anfahren und verlassen

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

Wichtige Positionen beim An- und Wegfahren

- Startpunkt P_S
Diese Position programmieren Sie unmittelbar vor dem APPR-Satz. P_S liegt außerhalb der Kontur und wird ohne Radiuskorrektur (R0) angefahren.
- Hilfspunkt P_H
Das An- und Wegfahren führt bei einigen Bahnformen über einen Hilfspunkt P_H , den die TNC aus Angaben im APPR- und DEP-Satz errechnet. Die TNC fährt von der aktuellen Position zum Hilfspunkt P_H im zuletzt programmierten Vorschub.
- Erster Konturpunkt P_A und letzter Konturpunkt P_E
Den ersten Konturpunkt P_A programmieren Sie im APPR-Satz, den letzten Konturpunkt P_E mit einer beliebigen Bahnfunktion. Enthält der APPR-Satz auch die Z-Koordinate, fährt die TNC das Werkzeug erst in der Bearbeitungsebene auf P_H und dort in der Werkzeug-Achse auf die eingegebene Tiefe.



- Endpunkt P_N
Die Position P_N liegt außerhalb der Kontur und ergibt sich aus Ihren Angaben im DEP-Satz. Enthält der DEP-Satz auch die Z-Koordinate, fährt die TNC das Werkzeug erst in der Bearbeitungsebene auf P_H und dort in der Werkzeug-Achse auf die eingegebene Höhe.

Kurzbezeichnung	Bedeutung
APPR	engl. APPRoach = Anfahrt
DEP	engl. DEParture = Abfahrt
L	engl. Line = Gerade
C	engl. Circle = Kreis
T	Tangential (stetiger, glatter Übergang)
N	Normale (senkrecht)



Beim Positionieren von der Ist-Position zum Hilfspunkt P_H überprüft die TNC nicht, ob die programmierte Kontur beschädigt wird. Überprüfen Sie das mit der Test-Grafik!

Bei den Funktionen APPR LT, APPR LN und APPR CT fährt die TNC von der Ist-Position zum Hilfspunkt P_H mit dem zuletzt programmierten Vorschub/Eilgang. Bei der Funktion APPR LCT fährt die TNC den Hilfspunkt P_H mit dem im APPR-Satz programmierten Vorschub an. Wenn vor dem Anfahr Satz noch kein Vorschub programmiert wurde, gibt die TNC eine Fehlermeldung aus.

Polarkoordinaten

Die Konturpunkte für folgende An-/Wegfahrfunktionen können Sie auch über Polarkoordinaten programmieren:

- APPR LT wird zu APPR PLT
- APPR LN wird zu APPR PLN
- APPR CT wird zu APPR PCT
- APPR LCT wird zu APPR PLCT
- DEP LCT wird zu DEP PLCT

Drücken Sie dazu die orange Taste P, nachdem Sie per Softkey eine Anfahr- bzw. Wegfahrfunktion gewählt haben.

Radiuskorrektur

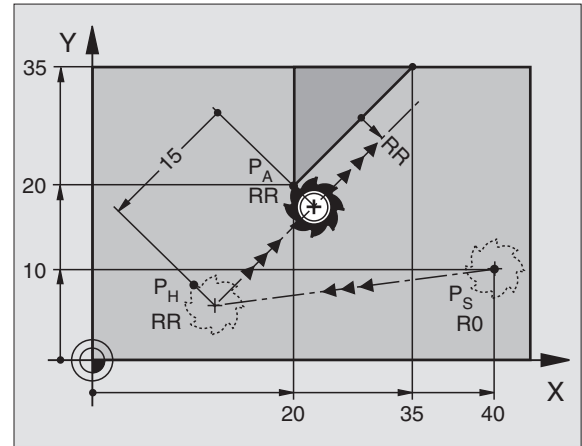
Die Radiuskorrektur programmieren Sie zusammen mit dem ersten Konturpunkt P_A im APPR-Satz. Die DEP-Sätze heben die Radiuskorrektur automatisch auf!

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

Anfahren auf einer Geraden mit tangentialem Anschluss: APPR LT

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

- Beliebige Bahnfunktion: Startpunkt P_S anfahren
- Dialog mit Taste APPR/DEP und Softkey APPR LT eröffnen:
 - Koordinaten des ersten Konturpunkts P_A
 - LEN: Abstand des Hilfspunkts P_H zum ersten Konturpunkt P_A
 - Radiuskorrektur RR/RL für die Bearbeitung



NC-Beispielsätze

7 L X+40 Y+10 R0 FMAX M3

P_S ohne Radiuskorrektur anfahren

8 APPR LT X+20 Y+20 Z-10 LEN15 RR F100

P_A mit Radiuskorr. RR, Abstand P_H zu P_A : LEN=15

9 L X+35 Y+35

Endpunkt erstes Konturelement

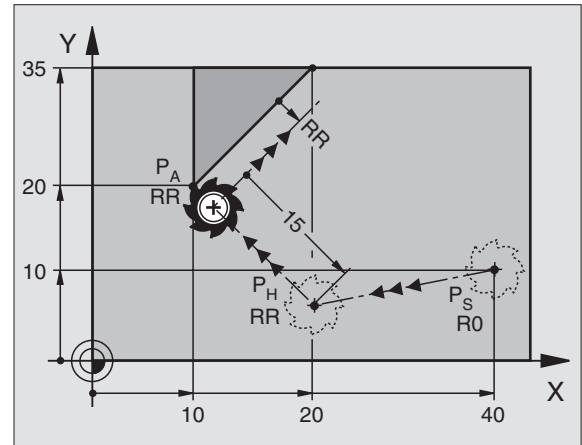
10 L ...

Nächstes Konturelement

Anfahren auf einer Geraden senkrecht zum ersten Konturpunkt: APPR LN

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

- Beliebige Bahnfunktion: Startpunkt P_S anfahren
- Dialog mit Taste APPR/DEP und Softkey APPR LN eröffnen:
 - Koordinaten des ersten Konturpunkts P_A
 - Länge: Abstand des Hilfspunkts P_H . LEN immer positiv eingeben!
 - Radiuskorrektur RR/RL für die Bearbeitung



NC-Beispielsätze

7 L X+40 Y+10 R0 FMAX M3

P_S ohne Radiuskorrektur anfahren

8 APPR LN X+10 Y+20 Z-10 LEN15 RR F100

P_A mit Radiuskorr. RR

9 L X+20 Y+35

Endpunkt erstes Konturelement

10 L ...

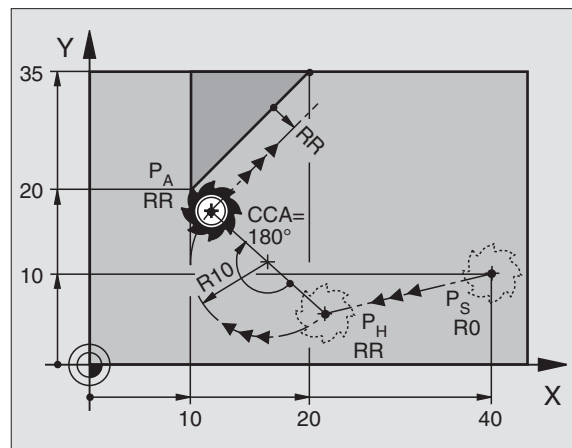
Nächstes Konturelement

Anfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluss: APPR CT

Die TNC führt das Werkzeug auf einer Geraden vom Startpunkt P_S auf einen Hilfspunkt P_H . Von dort fährt es auf einer Kreisbahn, die tangential in das erste Konturelement übergeht, den ersten Konturpunkt P_A an.

Die Kreisbahn von P_H nach P_A ist festgelegt durch den Radius R und den Mittelpunktswinkel CCA . Der Drehsinn der Kreisbahn ist durch den Verlauf des ersten Konturelements gegeben.

- Beliebige Bahnfunktion: Startpunkt P_S anfahren
- Dialog mit Taste APPR/DEP und Softkey APPR CT eröffnen:
 - Koordinaten des ersten Konturpunkts P_A
 - Radius R der Kreisbahn
 - Anfahren auf der Seite des Werkstücks, die durch die Radiuskorrektur definiert ist: R positiv eingeben
 - Von der Werkstück-Seite aus anfahren: R negativ eingeben
 - Mittelpunktswinkel CCA der Kreisbahn
 - CCA nur positiv eingeben
 - Maximaler Eingabewert 360°
 - Radiuskorrektur RR/RL für die Bearbeitung



NC-Beispielsätze

7 L X+40 Y+10 R0 FMAX M3	P_S ohne Radiuskorrektur anfahren
8 APPR CT X+10 Y+20 Z-10 CCA180 R+10 RR F100	P_A mit Radiuskorr. RR, Radius $R=10$
9 L X+20 Y+35	Endpunkt erstes Konturelement
10 L ...	Nächstes Konturelement

Anfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluss an die Kontur und Geradenstück: APPR LCT

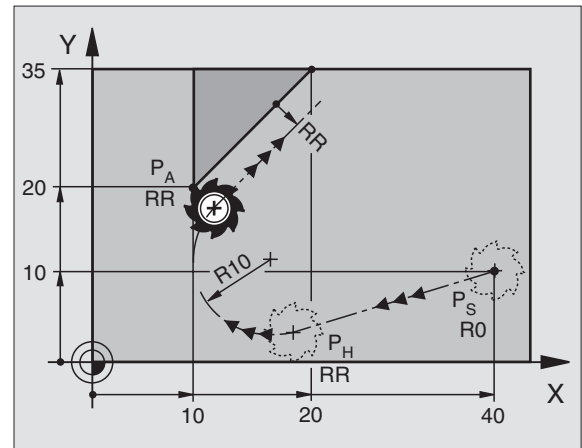
Die TNC fährt das Werkzeug auf einer Geraden vom Startpunkt P_S auf einen Hilfspunkt P_H . Von dort aus fährt es auf einer Kreisbahn den ersten Konturpunkt P_A an. Der im APPR-Satz programmierte Vorschub ist wirksam.

Die Kreisbahn schließt sowohl an die Gerade $P_S - P_H$ als auch an das erste Konturelement tangential an. Damit ist sie durch den Radius R eindeutig festgelegt.

- Beliebige Bahnfunktion: Startpunkt P_S anfahren
- Dialog mit Taste APPR/DEP und Softkey APPR LCT eröffnen:



- Koordinaten des ersten Konturpunkts P_A
- Radius R der Kreisbahn. R positiv angeben
- Radiuskorrektur RR/RL für die Bearbeitung



NC-Beispielsätze

7 L X+40 Y+10 R0 FMAX M3	P_S ohne Radiuskorrektur anfahren
8 APPR LCT X+10 Y+20 Z-10 R10 RR F100	P_A mit Radiuskorr. RR , Radius $R=10$
9 L X+20 Y+35	Endpunkt erstes Konturelement
10 L ...	Nächstes Konturelement

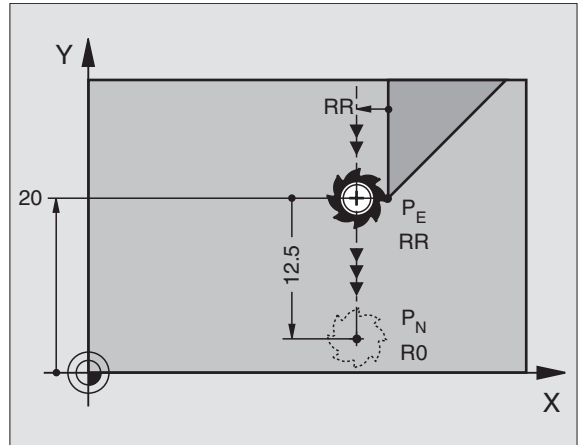
Wegfahren auf einer Geraden mit tangentialem Anschluss: DEP LT

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

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



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



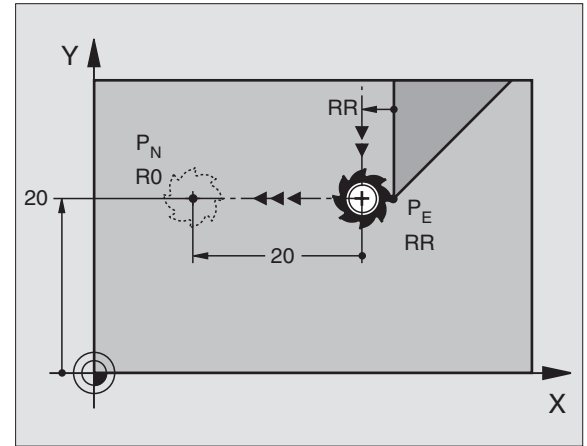
NC-Beispielsätze

23 L Y+20 RR F100	Letztes Konturelement: P_E mit Radiuskorrektur
24 DEP LT LEN12.5 F100	Um $LEN=12,5$ mm wegfahren
25 L Z+100 FMAX M2	Z freifahren, Rücksprung, Programm-Ende

Wegfahren auf einer Geraden senkrecht zum letzten Konturpunkt: DEP LN

Die TNC führt das Werkzeug auf einer Geraden vom letzten Konturpunkt P_E zum Endpunkt P_N . Die Gerade führt senkrecht vom letzten Konturpunkt P_E weg. P_N befindet sich von P_E im Abstand $LEN +$ Werkzeug-Radius.

- ▶ Letztes Konturelement mit Endpunkt P_E und Radiuskorrektur programmieren
- ▶ Dialog mit Taste APPR/DEP und Softkey DEP LN eröffnen:
 - ▶ LEN: Abstand des Endpunkts P_N eingeben
 - Wichtig: LEN positiv eingeben!



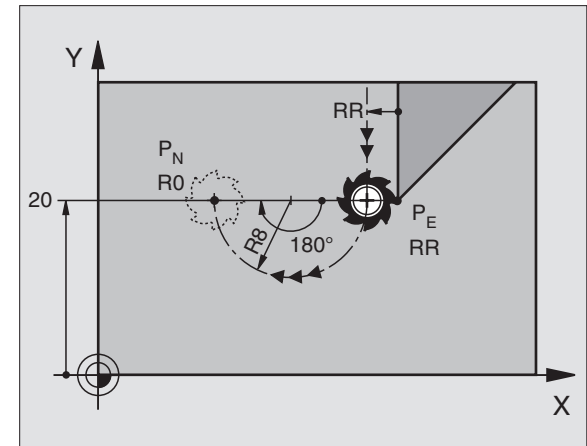
NC-Beispielsätze

23 L Y+20 RR F100	Letztes Konturelement: P_E mit Radiuskorrektur
24 DEP LN LEN+20 F100	Um $LEN=20$ mm senkrecht von Kontur wegfahren
25 L Z+100 FMAX M2	Z freifahren, Rücksprung, Programm-Ende

Wegfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluss: DEP CT

Die TNC führt das Werkzeug auf einer Kreisbahn vom letzten Konturpunkt P_E zum Endpunkt P_N . Die Kreisbahn schließt tangential an das letzte Konturelement an.

- ▶ Letztes Konturelement mit Endpunkt P_E und Radiuskorrektur programmieren
- ▶ Dialog mit Taste APPR/DEP und Softkey DEP CT eröffnen:
 - ▶ Mittelpunktswinkel CCA der Kreisbahn
 - ▶ Radius R der Kreisbahn
 - Das Werkzeug soll zu der Seite das Werkstück verlassen, die durch die Radiuskorrektur festgelegt ist: R positiv eingeben
 - Das Werkzeug soll zu der **entgegengesetzten** Seite das Werkstück verlassen, die durch die Radiuskorrektur festgelegt ist: R negativ eingeben



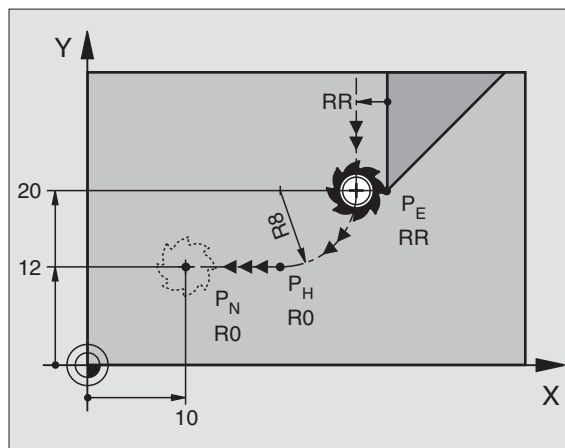
NC-Beispielsätze

23 L Y+20 RR F100	Letztes Konturelement: P_E mit Radiuskorrektur
24 DEP CT CCA 180 R+8 F100	Mittelpunktswinkel=180°, Kreisbahn-Radius=8 mm
25 L Z+100 FMAX M2	Z freifahren, Rücksprung, Programm-Ende

Wegfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluss an Kontur und Geradenstück: DEP LCT

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

- ▶ Letztes Konturelement mit Endpunkt P_E und Radiuskorrektur programmieren
- ▶ Dialog mit Taste APPR/DEP und Softkey DEP LCT eröffnen:
 - ▶ Koordinaten des Endpunkts P_N eingeben
 - ▶ Radius R der Kreisbahn. R positiv eingeben



NC-Beispielsätze

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

6.4 Bahnbewegungen – rechtwinklige Koordinaten

Übersicht der Bahnfunktionen

Funktion	Bahnfunktionstaste	Werkzeug-Bewegung	Erforderliche Eingaben
Gerade L engl.: Line		Gerade	Koordinaten des Geraden-Endpunkts
Fase: CHF engl.: CHamFer		Fase zwischen zwei Geraden	Fasenlänge
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 tangentelem Anschluss an vorheriges und nachfolgendes Konturelement	Koordinaten des Kreis-Endpunkts
Ecken-Runden RND engl.: RouNDing of Corner		Kreisbahn mit tangentelem Anschluss an vorheriges und nachfolgendes Konturelement	Eckenradius R
Freie Kontur-Programmierung FK		Gerade oder Kreisbahn mit beliebigem Anschluss an vorheriges Konturelement	siehe „Bahnbewegungen – Freie Kontur-Programmierung FK“, Seite 146

Gerade L

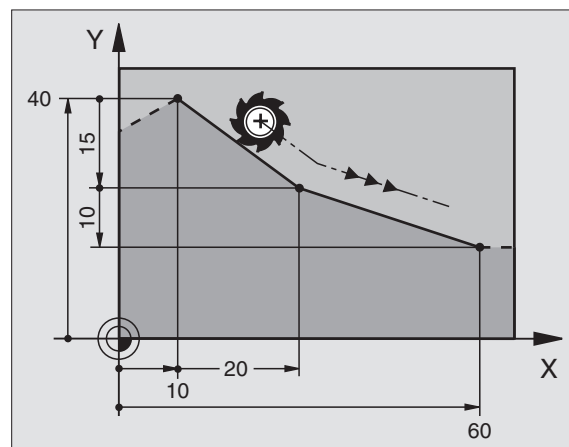
Die TNC führt das Werkzeug auf einer Geraden von seiner aktuellen Position zum Endpunkt der Geraden. Der Startpunkt ist der Endpunkt des vorangegangenen Satzes.



- **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 F200 M3
```

```
8 L IX+20 IY-15
```

```
9 L X+60 IY-10
```

Ist-Position übernehmen

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

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



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

Fase CHF zwischen zwei Geraden einfügen

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

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



- **Fasen-Abschnitt:** Länge der Fase
- Falls nötig:
- **Vorschub F** (wirkt nur im CHF-Satz)

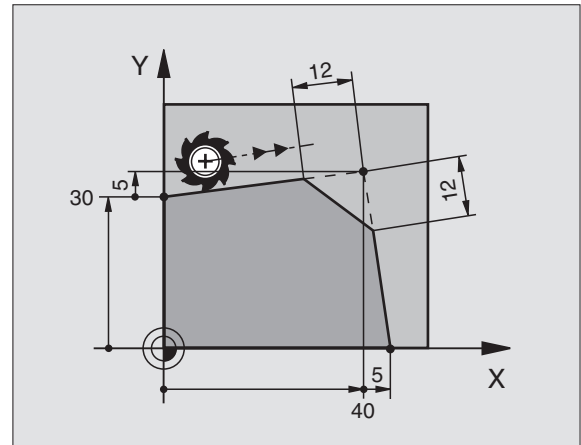
NC-Beispielsätze

```
7 L X+0 Y+30 RL F300 M3
```

```
8 L X+40 IY+5
```

```
9 CHF 12 F250
```

```
10 L IX+5 Y+0
```



- Eine Kontur nicht mit einem CHF-Satz beginnen.
- Eine Fase wird nur in der Bearbeitungsebene ausgeführt.
- Der von der Fase abgeschnittene Eckpunkt wird nicht angefahren.
- Ein im CHF-Satz programmierter Vorschub wirkt nur in diesem CHF-Satz. Danach ist wieder der vor dem CHF-Satz programmierte Vorschub gültig.

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 F300 M3

6 L X+40 Y+25

7 RND R5 F100

8 L X+10 Y+5

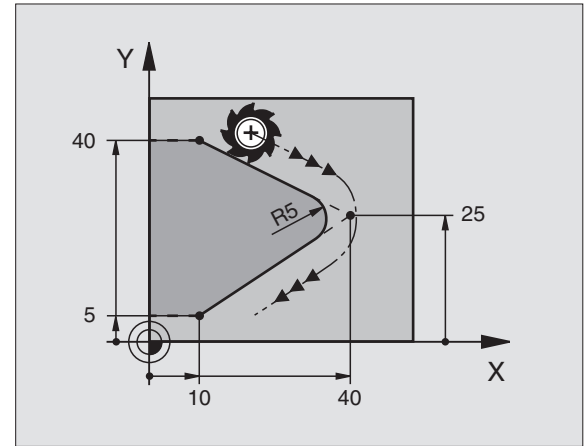


Das vorhergehende und nachfolgende Konturelement sollte beide Koordinaten der Ebene enthalten, in der das Ecken-Runden ausgeführt wird. Wenn Sie die Kontur ohne Werkzeug-Radiuskorrektur bearbeiten, dann müssen Sie beide Koordinaten der Bearbeitungsebene programmieren.

Der Eckpunkt wird nicht angefahren.

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

Ein RND-Satz lässt sich auch zum weichen Anfahren an die Kontur nutzen, falls die APPR-Funktionen nicht eingesetzt werden sollen.



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.

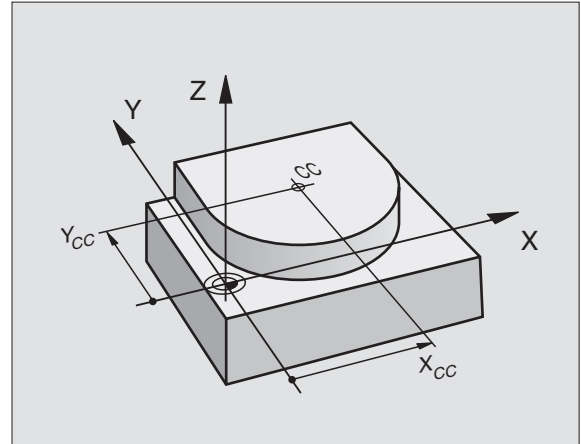
Kreismittelpunkt CC inkremental eingeben

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



Mit CC kennzeichnen Sie eine Position als Kreismittelpunkt: Das Werkzeug fährt nicht auf diese Position.

Der Kreismittelpunkt ist gleichzeitig Pol für Polarkoordinaten.



Kreisbahn C um Kreismittelpunkt CC

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

- Werkzeug auf den Startpunkt der Kreisbahn fahren



- **Koordinaten** des Kreismittelpunkts



- **Koordinaten** des Kreisbogen-Endpunkts

- **Drehsinn DR**

Falls nötig:

- **Vorschub F**

- **Zusatz-Funktion M**

NC-Beispielsätze

5 CC X+25 Y+25

6 L X+45 Y+25 RR F200 M3

7 C X+45 Y+25 DR+

Vollkreis

Programmieren Sie für den Endpunkt die gleichen Koordinaten wie für den Startpunkt.



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

Eingabe-Toleranz: bis 0,016 mm (über Maschinenparameter „circleDeviation“ wählbar)

Kreisbahn CR mit festgelegtem Radius

Das Werkzeug 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:

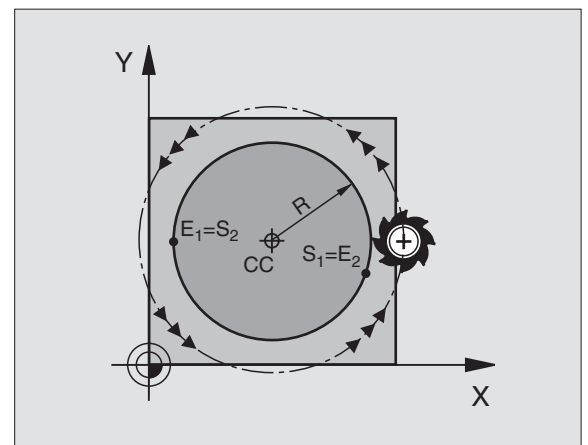
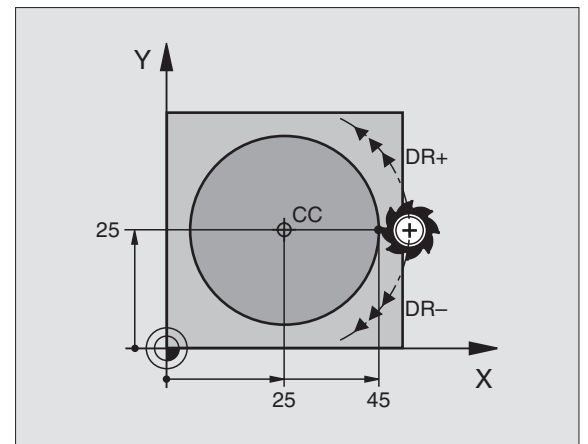
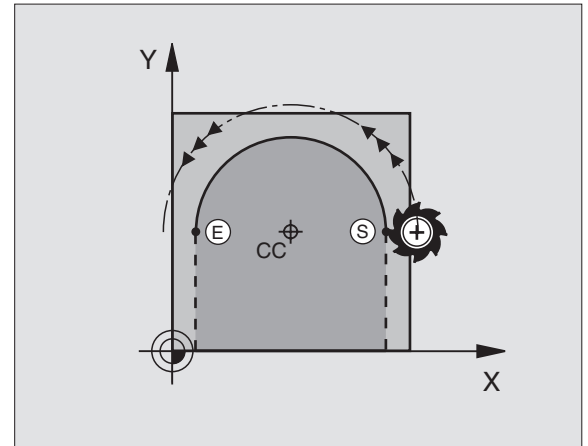
- **Zusatz-Funktion M**

- **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.



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 F200 M3

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

oder

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

oder

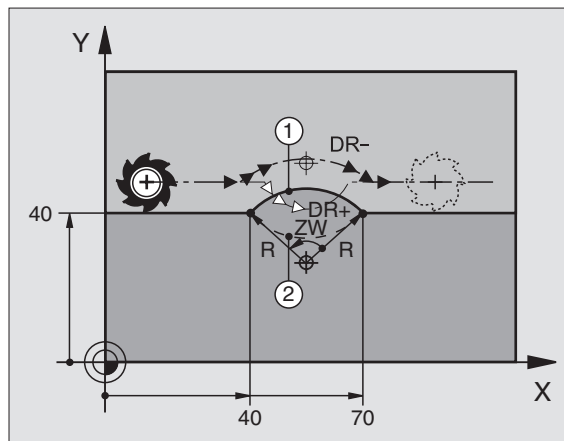
11 CR X+70 Y+40 R-20 DR- (BOGEN 3)

oder

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



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



Kreisbahn CT mit tangentialem Anschluss

Das Werkzeug fährt auf einem Kreisbogen, der tangential an das zuvor programmierte Konturelement anschließt.

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

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



► **Koordinaten** des Kreisbogen-Endpunkts

Falls nötig:

► **Vorschub F**

► **Zusatz-Funktion M**

NC-Beispielsätze

7 L X+0 Y+25 RL F300 M3

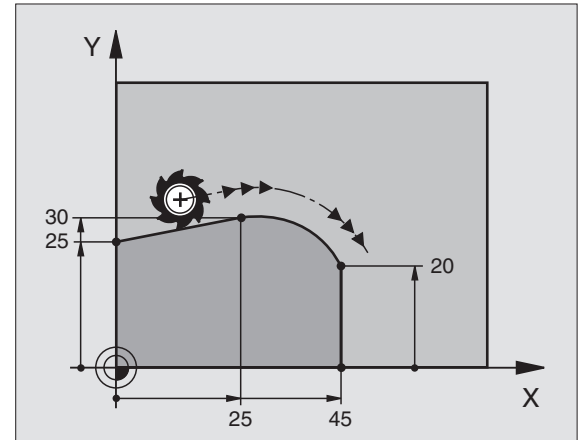
8 L X+25 Y+30

9 CT X+45 Y+20

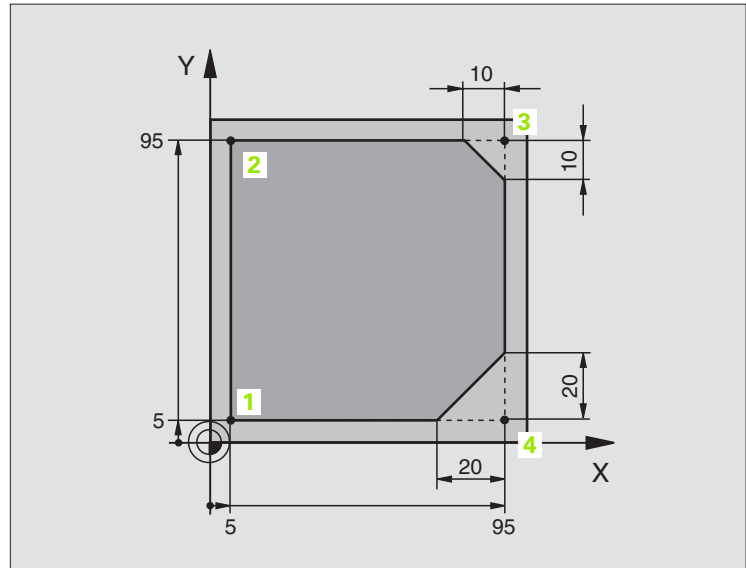
10 L Y+0



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

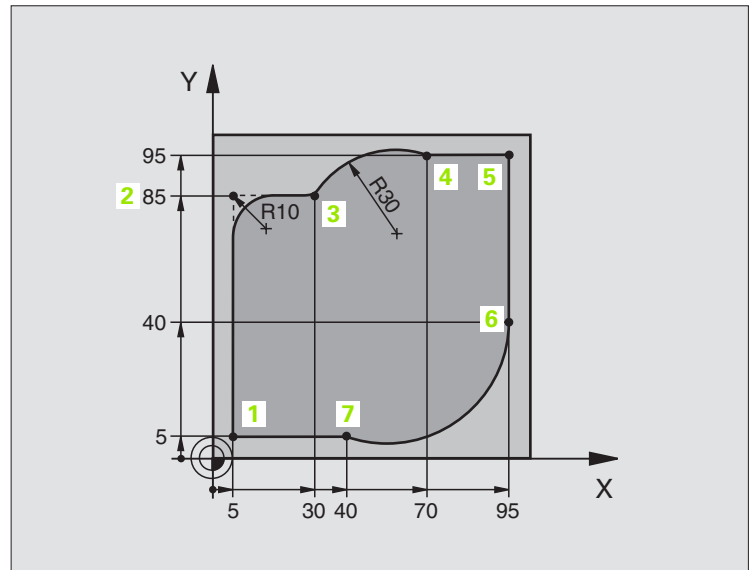


Beispiel: Geradenbewegung und Fasen kartesisch



0 BEGIN PGM LINEAR MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition für grafische Simulation der Bearbeitung
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+10	Werkzeug-Definition im Programm
4 TOOL CALL 1 Z S4000	Werkzeug-Aufruf mit Spindelachse und Spindeldrehzahl
5 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren in der Spindelachse mit Eilgang FMAX
6 L X-10 Y-10 R0 FMAX	Werkzeug vorpositionieren
7 L Z-5 R0 F1000 M3	Auf Bearbeitungstiefe fahren mit Vorschub F = 1000 mm/min
8 APPR LT X+5 X+5 LEN10 RL F300	Kontur an Punkt 1 anfahren auf einer Geraden mit tangenialem Anschluss
9 L Y+95	Punkt 2 anfahren
10 L X+95	Punkt 3: erste Gerade für Ecke 3
11 CHF 10	Fase mit Länge 10 mm programmieren
12 L Y+5	Punkt 4: zweite Gerade für Ecke 3, erste Gerade für Ecke 4
13 CHF 20	Fase mit Länge 20 mm programmieren
14 L X+5	Letzten Konturpunkt 1 anfahren, zweite Gerade für Ecke 4
15 DEP LT LEN10 F1000	Kontur verlassen auf einer Geraden mit tangenialem Anschluss
16 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
17 END PGM LINEAR MM	

Beispiel: Kreisbewegung kartesisch

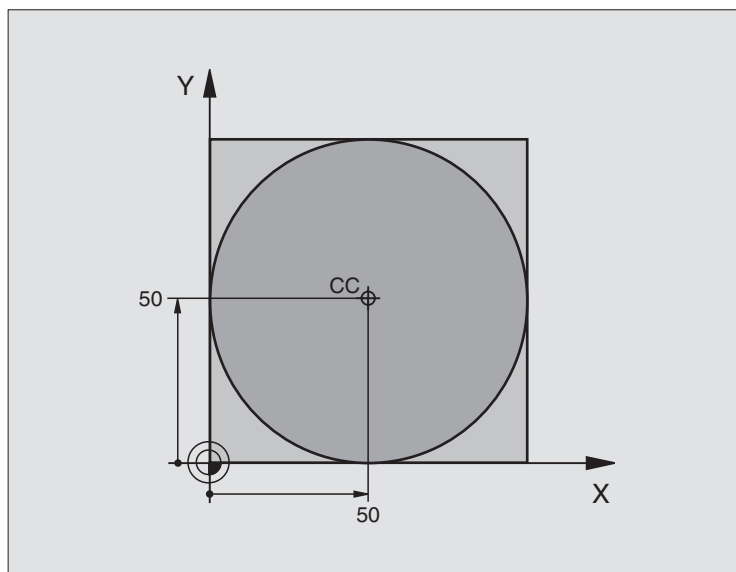


0 BEGIN PGM CIRCULAR MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition für grafische Simulation der Bearbeitung
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+10	Werkzeug-Definition im Programm
4 TOOL CALL 1 Z X4000	Werkzeug-Aufruf mit Spindelachse und Spindeldrehzahl
5 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren in der Spindelachse mit Eilgang FMAX
6 L X-10 Y-10 R0 FMAX	Werkzeug vorpositionieren
7 L Z-5 R0 F1000 M3	Auf Bearbeitungstiefe fahren mit Vorschub F = 1000 mm/min
8 APPR LCT X+5 Y+5 R5 RL F300	Kontur an Punkt 1 anfahren auf einer Kreisbahn mit tangenialem Anschluss
9 L X+5 Y+85	Punkt 2: erste Gerade für Ecke 2
10 RND R10 F150	Radius mit R = 10 mm einfügen, Vorschub: 150 mm/min
11 L X+30 Y+85	Punkt 3 anfahren: Startpunkt des Kreises mit CR
12 CR X+70 Y+95 R+30 DR-	Punkt 4 anfahren: Endpunkt des Kreises mit CR, Radius 30 mm
13 L X+95	Punkt 5 anfahren
14 L X+95 Y+40	Punkt 6 anfahren
15 CT X+40 Y+5	Punkt 7 anfahren: Endpunkt des Kreises, Kreisbogen mit tangenialem Anschluss an Punkt 6, TNC berechnet den Radius selbst

16 L X+5	Letzten Konturpunkt 1 anfahren
17 DEP LCT X-20 Y-20 R5 F1000	Kontur verlassen auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluss
18 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
19 END PGM CIRCULAR MM	



Beispiel: Vollkreis kartesisch



0 BEGIN PGM C-CC MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+12,5	Werkzeug-Definition
4 TOOL CALL 1 Z S3150	Werkzeug-Aufruf
5 CC X+50 Y+50	Kreismittelpunkt definieren
6 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
7 L X-40 Y+50 R0 FMAX	Werkzeug vorpositionieren
8 L Z-5 R0 F1000 M3	Auf Bearbeitungstiefe fahren
9 APPR LCT X+0 Y+50 R5 RL F300	Kreisstartpunkt anfahren auf einer Kreisbahn mit tangentialem
	Anschluss
10 C X+0 DR-	Kreisendpunkt (=Kreisstartpunkt) anfahren
11 DEP LCT X-40 Y+50 R5 F1000	Kontur verlassen auf einer Kreisbahn mit tangentialem
	Anschluss
12 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
13 END PGM C-CC 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 „Grundlagen“, Seite 146).

Polarkoordinaten setzen Sie vorteilhaft ein bei:

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

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

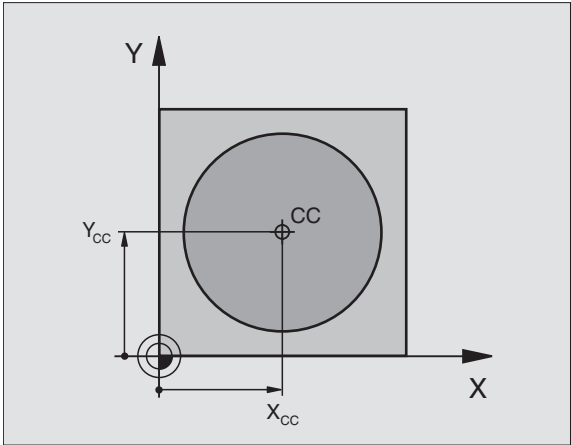
Den Pol CC können Sie an beliebigen Stellen im Bearbeitungs-Programm festlegen, bevor Sie Positionen durch Polarkoordinaten angeben. Gehen Sie beim Festlegen des Pols vor, wie beim Programmieren des Kreismittelpunkts CC.



- **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

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

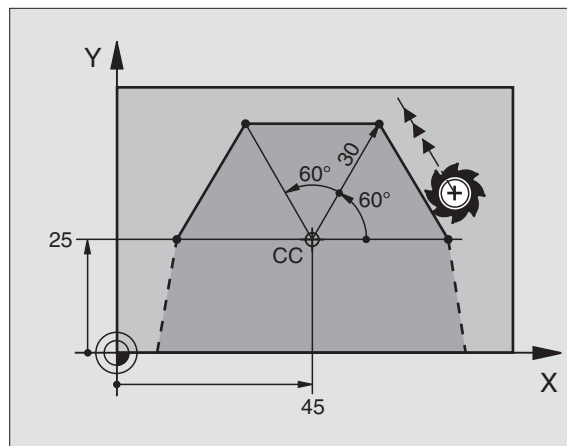
12 CC X+45 Y+25

13 LP PR+30 PA+0 RR F300 M3

14 LP PA+60

15 LP IPA+60

16 LP PA+180



Kreisbahn CP um Pol CC

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



► **Polarkoordinaten-Winkel PA**: Winkelposition des Kreisbahn-Endpunkts zwischen -5400° und $+5400^\circ$

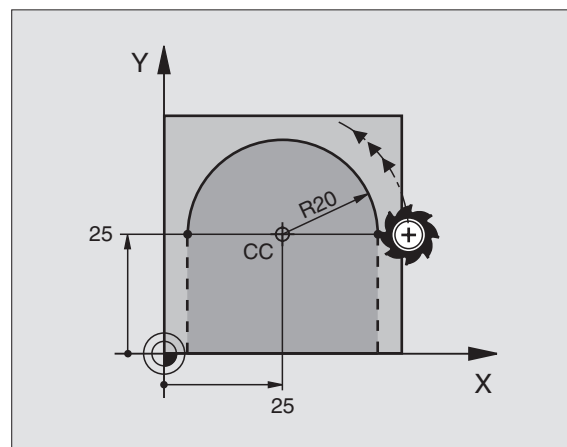
► **Drehsinn DR**

NC-Beispielsätze

18 CC X+25 Y+25

19 LP PR+20 PA+0 RR F250 M3

20 CP PA+180 DR+



Bei inkrementalen Koordinaten gleiches Vorzeichen für DR und PA eingeben.

Kreisbahn CTP mit tangentialem Anschluss

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



► **Polarkoordinaten-Radius PR:** Abstand des Kreisbahn-Endpunkts zum Pol CC

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

NC-Beispielsätze

12 CC X+40 Y+35

13 L X+0 Y+35 RL F250 M3

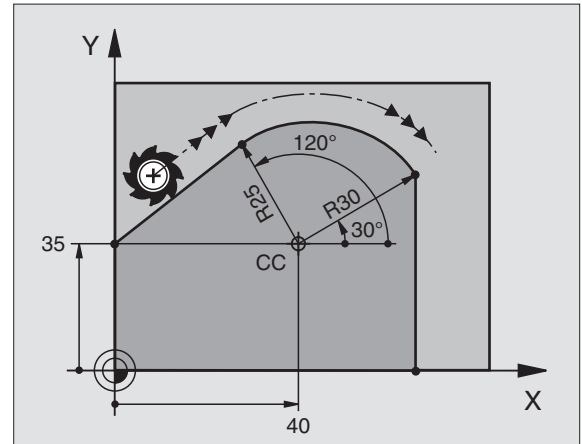
14 LP PR+25 PA+120

15 CTP PR+30 PA+30

16 L Y+0



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



Schraubenlinie (Helix)

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

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

Einsatz

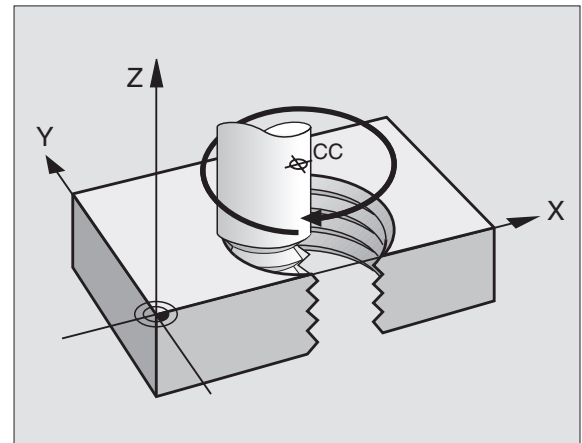
- Innen- und Außengewinde mit größeren Durchmessern
- Schmiernuten

Berechnung der Schraubenlinie

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

Für die Berechnung in Fräsrichtung von unten nach oben gilt:

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



Form der Schraubenlinie

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

Innengewinde	Arbeitsrichtung	Drehsinn	Radiuskorrektur
rechtsgängig	Z+	DR+	RL
linksgängig	Z+	DR–	RR
rechtsgängig	Z–	DR–	RR
linksgängig	Z–	DR+	RL

Außengewinde	Arbeitsrichtung	Drehsinn	Radiuskorrektur
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 ist ein Wert von -5400° bis $+5400^\circ$ einstellbar. Wenn das Gewinde mehr als 15 Gänge hat, dann programmieren Sie die Schraubenlinie in einer Programmteil-Wiederholung (siehe „Programmteil-Wiederholungen“, Seite 324)



- **Polarkoordinaten-Winkel:** Gesamtwinkel inkremental eingeben, den das Werkzeug auf der Schraubenlinie fährt. **Nach der Eingabe des Winkels wählen Sie die Werkzeug-Achse mit einer Achswahltaste.**
- **Koordinate** für die Höhe der Schraubenlinie inkremental eingeben
- **Drehsinn DR**
Schraubenlinie im Uhrzeigersinn: DR–
Schraubenlinie gegen den Uhrzeigersinn: DR+

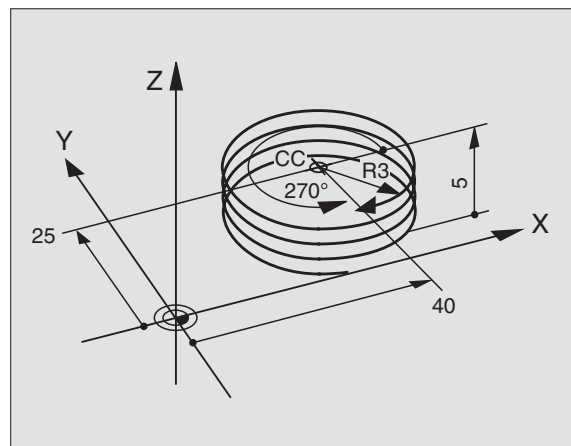
NC-Beispielsätze: Gewinde M6 x 1 mm mit 5 Gängen

12 CC X+40 Y+25

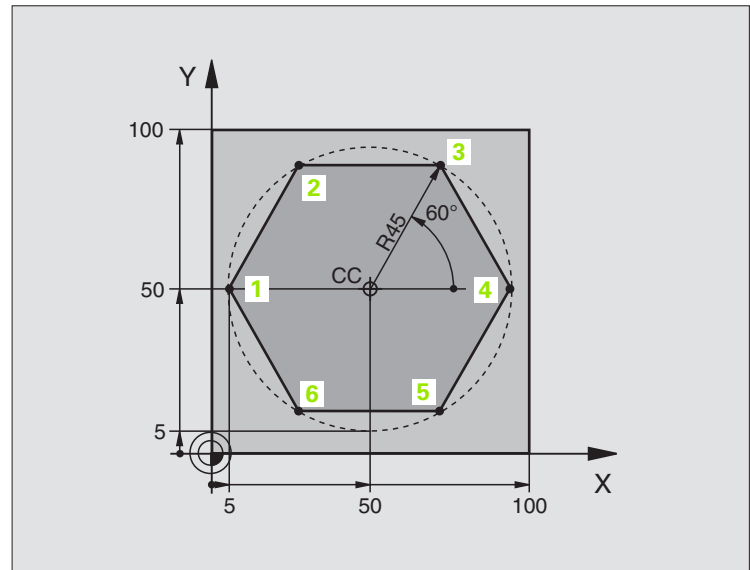
13 L Z+0 F100 M3

14 LP PR+3 PA+270 RL F50

15 CP IPA-1800 IZ+5 DR–

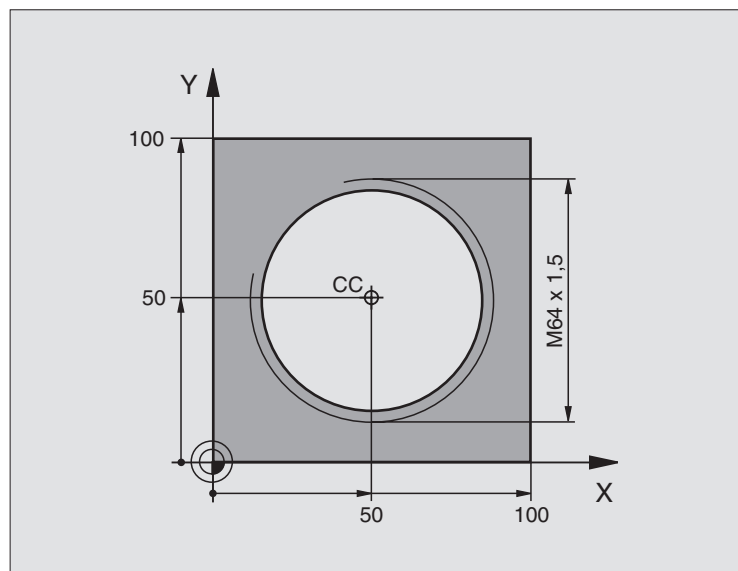


Beispiel: Geradenbewegung polar



0 BEGIN PGM LINEARPO MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+7,5	Werkzeug-Definition
4 TOOL CALL 1 Z S4000	Werkzeug-Aufruf
5 CC X+50 Y+50	Bezugspunkt für Polarkoordinaten definieren
6 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
7 LP PR+60 PA+180 R0 FMAX	Werkzeug vorpositionieren
8 L Z-5 R0 F1000 M3	Auf Bearbeitungstiefe fahren
9 APPR PLCT PR+45 PA+180 R5 RL F250	Kontur an Punkt 1 anfahren auf einem Kreis mit tangentelem Anschluss
10 LP PA+120	Punkt 2 anfahren
11 LP PA+60	Punkt 3 anfahren
12 LP PA+0	Punkt 4 anfahren
13 LP PA-60	Punkt 5 anfahren
14 LP PA-120	Punkt 6 anfahren
15 LP PA+180	Punkt 1 anfahren
16 DEP PLCT PR+60 PA+180 R5 F1000	Kontur verlassen auf einem Kreis mit tangentelem Anschluss
17 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
18 END PGM LINEARPO MM	

Beispiel: Helix



0 BEGIN PGM HELIX MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+5	Werkzeug-Definition
4 TOOL CALL 1 Z S1400	Werkzeug-Aufruf
5 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
6 L X+50 Y+50 R0 FMAX	Werkzeug vorpositionieren
7 CC	Letzte programmierte Position als Pol übernehmen
8 L Z-12,75 R0 F1000 M3	Auf Bearbeitungstiefe fahren
9 APPR PCT PR+32 PA-182 CCA180 R+2 RL F100	Kontur anfahren auf einem Kreis mit tangentialem Anschluss
10 CP IPA+3240 IZ+13.5 DR+ F200	Helix fahren
11 DEP CT CCA180 R+2	Kontur verlassen auf einem Kreis mit tangentialem Anschluss
12 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
13 END PGM HELIX MM	

Wenn Sie mehr als 16 Gänge fertigen müssen:

...	
8 L Z-12.75 R0 F1000	
9 APPR PCT PR+32 PA-180 CCA180 R+2 RL F100	
10 LBL 1	Beginn der Programmteil-Wiederholung
11 CP IPA+360 IZ+1.5 DR+ F200	Steigung direkt als IZ-Wert eingeben

12 CALL LBL 1 REP 24	Anzahl der Wiederholungen (Gänge)
13 DEP CT CCA180 R+2	
...	



6.6 Bahnbewegungen – Freie Kontur-Programmierung FK

Grundlagen

Werkstückzeichnungen, die nicht NC-gerecht bemaßt sind, enthalten oft Koordinaten-Angaben, die Sie nicht über die grauen Dialog-Tasten eingeben können. So können z.B.

- bekannte Koordinaten auf dem Konturelement oder in der Nähe liegen,
- Koordinaten-Angaben sich auf ein anderes Konturelement beziehen oder
- Richtungsangaben und Angaben zum Konturverlauf bekannt sein.

Solche Angaben programmieren Sie direkt mit der Freien Kontur-Programmierung FK. Die TNC errechnet die Kontur aus den bekannten Koordinaten-Angaben und unterstützt den Programmier-Dialog mit der interaktiven FK-Grafik. Das Bild rechts oben zeigt eine Bemaßung, die Sie am einfachsten über die FK-Programmierung eingeben.



Beachten Sie folgende Voraussetzungen für die FK-Programmierung

Konturelemente können Sie mit der Freien Kontur-Programmierung nur in der Bearbeitungsebene programmieren. Die Bearbeitungsebene legen Sie im ersten BLK-FORM-Satz des Bearbeitungs-Programms fest.

Geben Sie für jedes Konturelement alle verfügbaren Daten ein. Programmieren Sie auch Angaben in jedem Satz, die sich nicht ändern: Nicht programmierte Daten gelten als nicht bekannt!

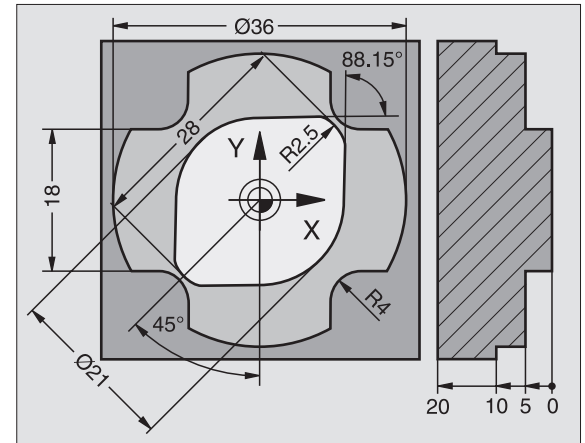
Q-Parameter sind in allen FK-Elementen zulässig, außer in Elementen mit Relativ-Bezügen (z.B. RX oder RAN), also Elementen, die sich auf andere NC-Sätze beziehen.

Wenn Sie im Programm konventionelle und Freie Kontur-Programmierung mischen, dann muss jeder FK-Abschnitt eindeutig bestimmt sein.

Die TNC benötigt einen festen Punkt, von dem aus die Berechnungen durchgeführt werden. Programmieren Sie direkt vor dem FK-Abschnitt mit den grauen Dialogtasten eine Position, die beide Koordinaten der Bearbeitungsebene enthält. In diesem Satz keine Q-Parameter programmieren.

Wenn der erste Satz im FK-Abschnitt ein FCT- oder FLT-Satz ist, müssen Sie davor mindestens zwei NC-Sätze über die grauen Dialog-Tasten programmieren, damit die Anfahrriichtung eindeutig bestimmt ist.

Ein FK-Abschnitt darf nicht direkt hinter einer Marke LBL beginnen.





FK-Programme für TNC 4xx erstellen:

Damit eine TNC 4xx FK-Programme einlesen kann, die auf einer TNC 320 erstellt wurden, muss die Reihenfolge der einzelnen FK-Elemente innerhalb eines Satzes so definiert sein, wie diese in der Softkey-Leiste angeordnet sind.

Grafik der FK-Programmierung



Um die Grafik bei der FK-Programmierung nutzen zu können, wählen Sie die Bildschirm-Aufteilung PROGRAMM + GRAFIK (siehe „Programm-Einspeichern/Editieren“ auf Seite 31)

Mit unvollständigen Koordinaten-Angaben lässt sich eine Werkstück-Kontur oft nicht eindeutig festlegen. In diesem Fall zeigt die TNC die verschiedenen Lösungen in der FK-Grafik an und Sie wählen die richtige aus. Die FK-Grafik stellt die Werkstück-Kontur mit verschiedenen Farben dar:

- weiß** Das Konturelement ist eindeutig bestimmt
- grün** Die eingegebenen Daten lassen mehrere Lösungen zu; Sie wählen die richtige aus
- rot** Die eingegebenen Daten legen das Konturelement noch nicht ausreichend fest; Sie geben weitere Angaben ein

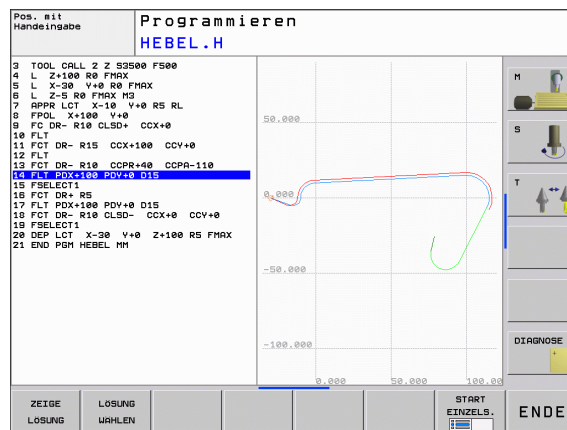
Wenn die Daten auf mehrere Lösungen führen und das Konturelement grün angezeigt wird, dann wählen Sie die richtige Kontur wie folgt:

ZEIGE
LÖSUNG

- Softkey ZEIGE LÖSUNG so oft drücken, bis das Konturelement richtig angezeigt wird. Benutzen Sie die Zoom-Funktion (2. Softkey-Leiste), wenn mögliche Lösungen in der Standard-Darstellung nicht unterscheidbar sind

LÖSUNG
WÄHLEN

- Das angezeigte Konturelement entspricht der Zeichnung: Mit Softkey LÖSUNG WÄHLEN festlegen



Wenn Sie eine grün dargestellte Kontur noch nicht festlegen wollen, dann drücken Sie den Softkey AUSWAHL BEENDEN, um den FK-Dia-log fortzuführen.



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

Ihr Maschinenhersteller kann für die FK-Grafik andere Farben festlegen.

NC-Sätze aus einem Programm, das mit PGM CALL aufgerufen wird, zeigt die TNC mit einer weiteren Farbe.

Satznummern im Grafikfenster anzeigen

Um Satznummern im Grafikfenster anzuzeigen:



- Softkey ANZEIGEN AUSBLEND. SATZ-NR. auf ANZEIGEN stellen

FK-Dialog eröffnen

Wenn Sie die graue Bahnfunktionstaste FK drücken, zeigt die TNC Softkeys an, mit denen Sie den FK-Dialog eröffnen: Siehe nachfolgende Tabelle. Um die Softkeys wieder abzuwählen, drücken Sie die Taste FK erneut.

Wenn Sie den FK-Dialog mit einem dieser Softkeys eröffnen, dann zeigt die TNC weitere Softkey-Leisten, mit denen Sie bekannte Koordinaten eingeben, Richtungsangaben und Angaben zum Konturverlauf machen können.

FK-Element	Softkey
Gerade mit tangentialem Anschluss	
Gerade ohne tangentialen Anschluss	
Kreisbogen mit tangentialem Anschluss	
Kreisbogen ohne tangentialen Anschluss	
Pol für FK-Programmierung	

Pol für FK-Programmierung

-  Softkeys zur Freien Kontur-Programmierung anzeigen: Taste FK drücken
-  Dialog zur Definition des Pols eröffnen: Softkey FPOL drücken. Die TNC zeigt die Achs-Softkeys der aktiven Bearbeitungsebene
- Über diese Softkeys die Pol-Koordinaten eingeben



Der Pol für die FK-Programmierung bleibt solange aktiv, bis Sie über FPOL einen neuen definieren.

Geraden frei programmieren

Gerade ohne tangentialem Anschluss



- ▶ Softkeys zur Freien Kontur-Programmierung anzeigen: Taste FK drücken



- ▶ Dialog für freie Gerade eröffnen: Softkey FL drücken. Die TNC zeigt weitere Softkeys
- ▶ Über diese Softkeys alle bekannten Angaben in den Satz eingeben. Die FK-Grafik zeigt die programmierte Kontur rot, bis die Angaben ausreichen. Mehrere Lösungen zeigt die Grafik grün (siehe „Grafik der FK-Programmierung“, Seite 147)

Gerade mit tangentialem Anschluss

Wenn die Gerade tangential an ein anderes Konturelement anschließt, eröffnen Sie den Dialog mit dem Softkey FLT:



- ▶ Softkeys zur Freien Kontur-Programmierung anzeigen: Taste FK drücken



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

Kreisbahnen frei programmieren

Kreisbahn ohne tangentialem Anschluss



- ▶ Softkeys zur Freien Kontur-Programmierung anzeigen: Taste FK drücken



- ▶ Dialog für freien Kreisbogen eröffnen: Softkey FC drücken; die TNC zeigt Softkeys für direkte Angaben zur Kreisbahn oder Angaben zum Kreismittelpunkt
- ▶ Über diese Softkeys alle bekannten Angaben in den Satz eingeben: Die FK-Grafik zeigt die programmierte Kontur rot, bis die Angaben ausreichen. Mehrere Lösungen zeigt die Grafik grün (siehe „Grafik der FK-Programmierung“, Seite 147)

Kreisbahn mit tangentialem Anschluss

Wenn die Kreisbahn tangential an ein anderes Konturelement anschließt, eröffnen Sie den Dialog mit dem Softkey FCT:



- ▶ Softkeys zur Freien Kontur-Programmierung anzeigen: Taste FK drücken



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

Eingabemöglichkeiten

Endpunkt-Koordinaten

Bekannte Angaben	Softkeys
Rechtwinklige Koordinaten X und Y	 
Polarkoordinaten bezogen auf FPOL	 

NC-Beispielsätze

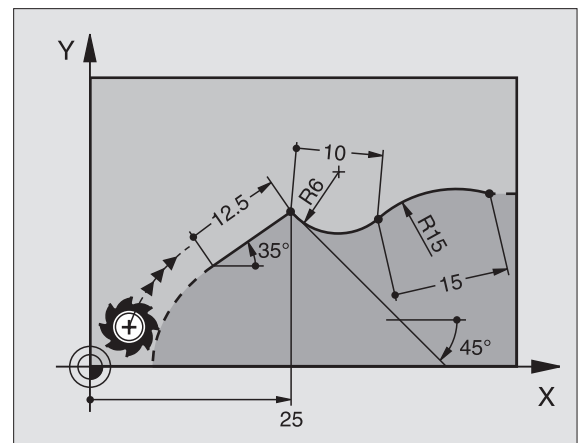
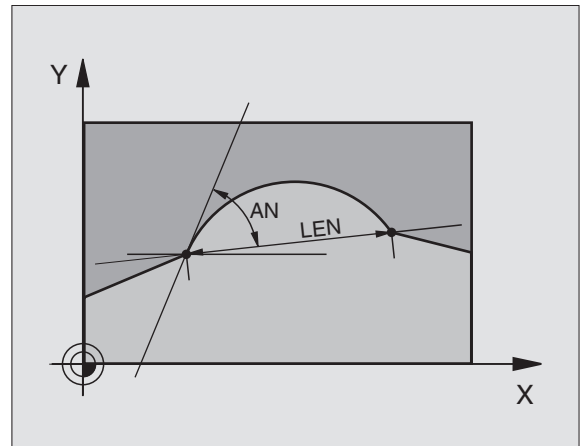
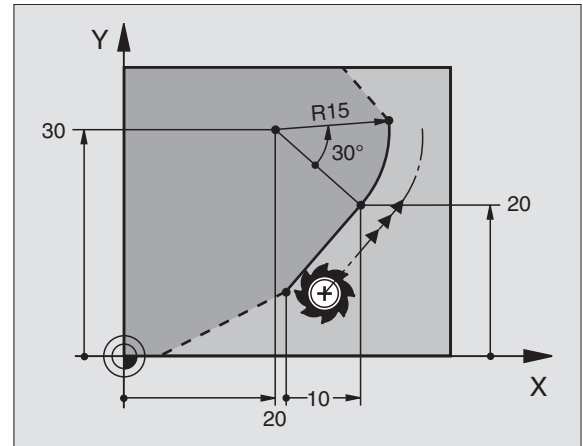
7 FPOL X+20 Y+30
8 FL IX+10 Y+20 RR F100
9 FCT PR+15 IPA+30 DR+ R15

Richtung und Länge von Konturelementen

Bekannte Angaben	Softkeys
Länge der Geraden	
Anstiegswinkel der Geraden	
Sehnenlänge LEN des Kreisbogenabschnitts	
Anstiegswinkel AN der Eintrittstangente	
Mittelpunktswinkel des Kreisbogenabschnitts	

NC-Beispielsätze

27 FLT X+25 LEN 12.5 AN+35 RL F200
28 FC DR+ R6 LEN 10 A-45
29 FCT DR- R15 LEN 15



Kreismittelpunkt CC, Radius und Drehsinn im FC-/FCT-Satz

Für frei programmierte Kreisbahnen berechnet die TNC aus Ihren Angaben einen Kreismittelpunkt. Damit können Sie auch mit der FK-Programmierung einen Vollkreis in einem Satz programmieren.

Wenn Sie den Kreismittelpunkt in Polarkoordinaten definieren wollen, müssen Sie den Pol anstelle mit CC mit der Funktion FPOL definieren. FPOL bleibt bis zum nächsten Satz mit FPOL wirksam und wird in rechtwinkligen Koordinaten festgelegt.

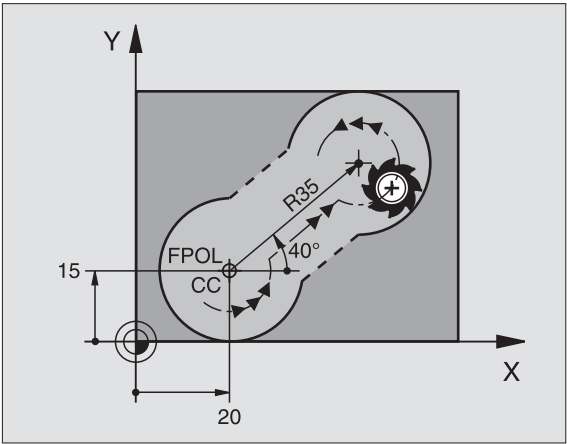


Ein konventionell programmierter oder ein errechneter Kreismittelpunkt ist in einem neuen FK-Abschnitt nicht mehr als Pol oder Kreismittelpunkt wirksam: Wenn sich konventionell programmierte Polarkoordinaten auf einen Pol beziehen, den Sie zuvor in einem CC-Satz festgelegt haben, dann legen Sie diesen Pol nach dem FK-Abschnitt erneut mit einem CC-Satz fest.

Bekannte Angaben	Softkeys	
Mittelpunkt in rechtwinkligen Koordinaten		
Mittelpunkt in Polarkoordinaten		
Drehsinn der Kreisbahn		
Radius der Kreisbahn		

NC-Beispielsätze

10	FC	CCX+20	CCY+15	DR+	R15
11	FPOL	X+20	Y+15		
12	FL	AN+40			
13	FC	DR+	R15	CCPR+35	CCPA+40



Geschlossene Konturen

Mit dem Softkey CLSD kennzeichnen Sie Beginn und Ende einer geschlossenen Kontur. Dadurch reduziert sich für das letzte Konturelement die Anzahl der möglichen Lösungen.

CLSD geben Sie zusätzlich zu einer anderen Konturangabe im ersten und letzten Satz eines FK-Abschnitts ein.



Konturanfang:

CLSD+

Konturende:

CLSD-

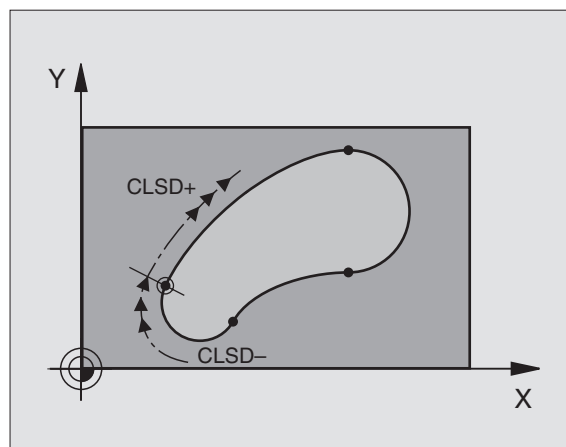
NC-Beispielsätze

12 L X+5 Y+35 RL F500 M3

13 FC DR- R15 CLSD+ CCX+20 CCY+35

...

17 FCT DR- R+15 CLSD-



Hilfspunkte

Sowohl für freie Geraden als auch für freie Kreisbahnen können Sie Koordinaten für Hilfspunkte auf oder neben der Kontur eingeben.

Hilfspunkte auf einer Kontur

Die Hilfspunkte befinden sich direkt auf der Geraden bzw. auf der Verlängerung der Geraden oder direkt auf der Kreisbahn.

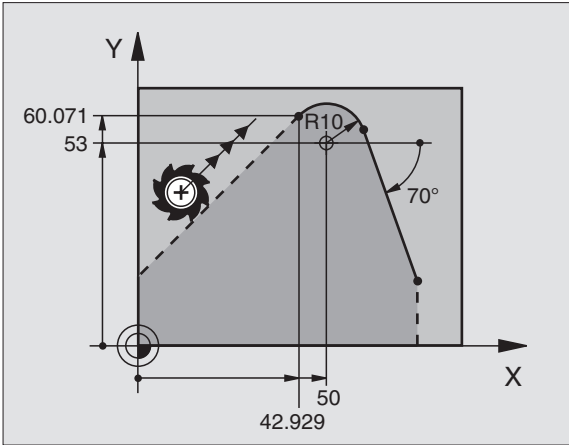
Bekannte Angaben	Softkeys		
X-Koordinate eines Hilfspunkts P1 oder P2 einer Geraden			
Y-Koordinate eines Hilfspunkts P1 oder P2 einer Geraden			
X-Koordinate eines Hilfspunkts P1, P2 oder P3 einer Kreisbahn			
Y-Koordinate eines Hilfspunkts P1, P2 oder P3 einer Kreisbahn			

Hilfspunkte neben einer Kontur

Bekannte Angaben	Softkeys	
X- und Y- Koordinate des Hilfspunkts neben einer Geraden		
Abstand des Hilfspunkts zur Geraden		
X- und Y-Koordinate eines Hilfspunktsneben einer Kreisbahn		
Abstand des Hilfspunkts zur Kreisbahn		

NC-Beispielsätze

13	FC	DR-	R10	P1X+42.929	P1Y+60.071
14	FLT	AN-70	PDX+50	PDY+53	D10



Relativ-Bezüge

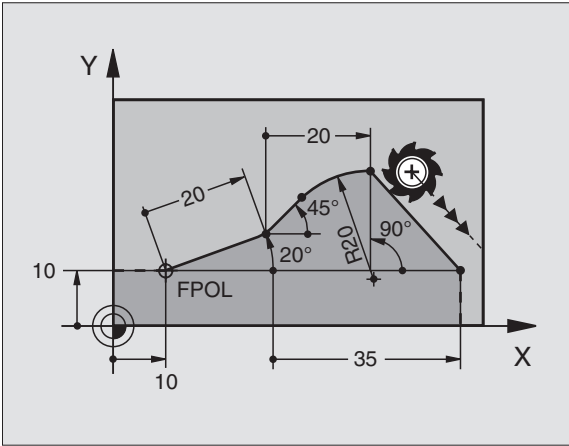
Relativ-Bezüge sind Angaben, die sich auf ein anderes Konturelement beziehen. Softkeys und Programm-Wörter für **Relativ-Bezüge** beginnen mit einem „R“. Das Bild rechts zeigt Maßangaben, die Sie als Relativ-Bezüge programmieren sollten.



Koordinaten mit Relativbezug immer inkremental eingeben. Zusätzlich Satz-Nummer des Konturelements eingeben, auf das Sie sich beziehen.

Das Konturelement, dessen Satz-Nummer Sie angeben, darf nicht mehr als 64 Positionier-Sätze vor dem Satz stehen, in dem Sie den Bezug programmieren.

Wenn Sie einen Satz löschen, auf den Sie sich bezogen haben, dann gibt die TNC eine Fehlermeldung aus. Ändern Sie das Programm, bevor Sie diesen Satz löschen.



Relativbezug auf Satz N: Endpunkt-Koordinaten

Bekannte Angaben	Softkeys	
Rechtwinklige Koordinaten bezogen auf Satz N		
Polarkoordinaten bezogen auf Satz N		

NC-Beispielsätze

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



Relativbezug auf Satz N: Richtung und Abstand des Konturelements

Bekannte Angaben	Softkey
Winkel zwischen Gerade und anderem Konturelement bzw. zwischen Kreisbogen-Eintrittstangente und anderem Konturelement	RAN [N...]
Gerade parallel zu anderem Konturelement	PAR [N...]
Abstand der Geraden zu parallelem Konturelement	DP

NC-Beispielsätze

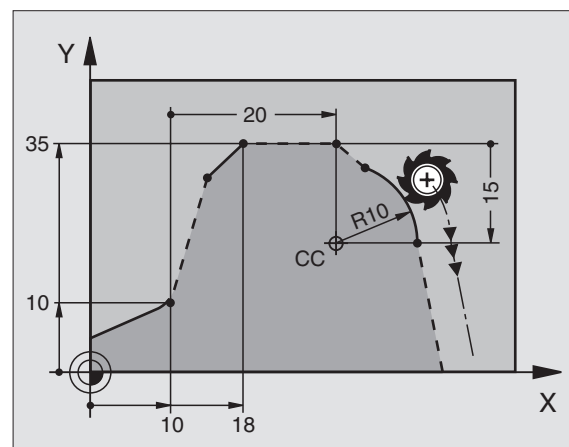
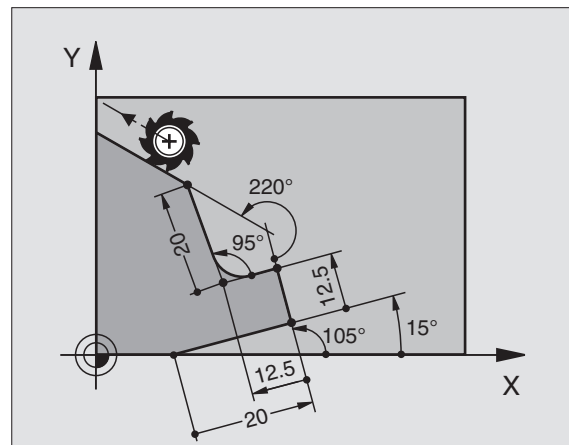
17 FL LEN 20 AN+15
18 FL AN+105 LEN 12.5
19 FL PAR 17 DP 12.5
20 FSELECT 2
21 FL LEN 20 IAN+95
22 FL IAN+220 RAN 18

Relativbezug auf Satz N: Kreismittelpunkt CC

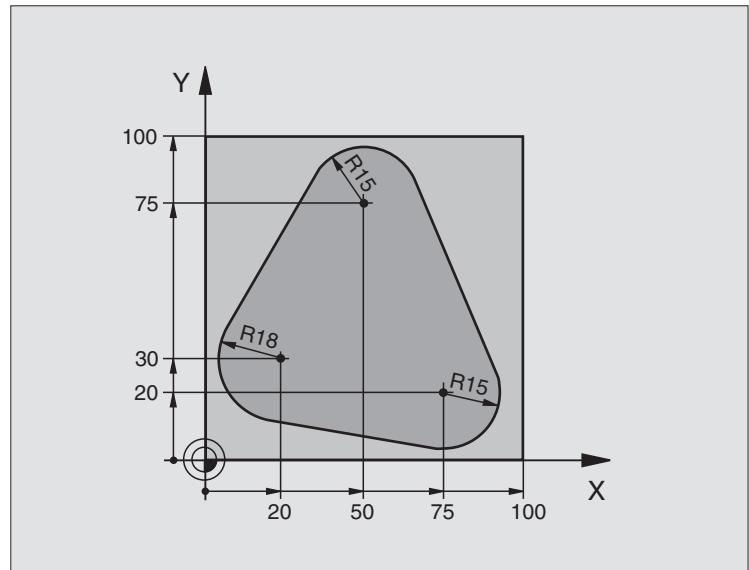
Bekannte Angaben	Softkey
Rechtwinklige Koordinaten des Kreismittelpunktes bezogen auf Satz N	RCCX [N...] RCCY [N...]
Polarkoordinaten des Kreismittelpunktes bezogen auf Satz N	RCCPR [N...] RCCPA [N...]

NC-Beispielsätze

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

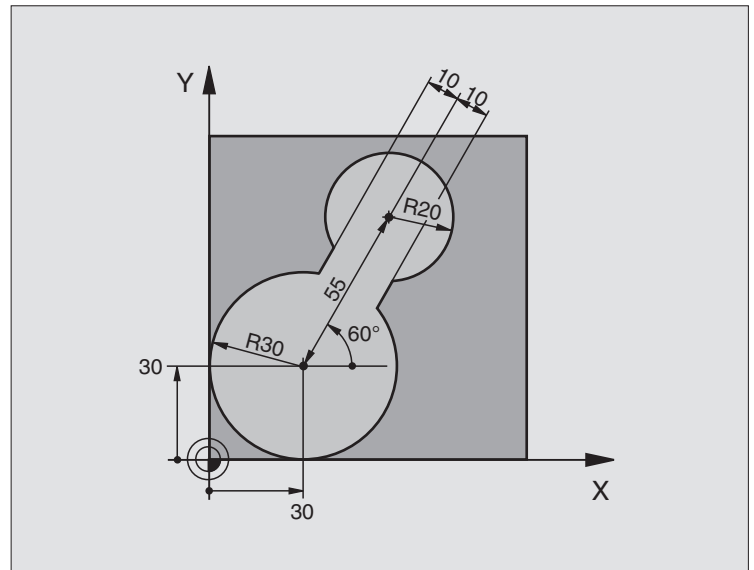


Beispiel: FK-Programmierung 1



0 BEGIN PGM FK1 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+10	Werkzeug-Definition
4 TOOL CALL 1 Z S500	Werkzeug-Aufruf
5 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
6 L X-20 Y+30 R0 FMAX	Werkzeug vorpositionieren
7 L Z-10 R0 F1000 M3	Auf Bearbeitungstiefe fahren
8 APPR CT X+2 Y+30 CCA90 R+5 RL F250	Kontur anfahren auf einem Kreis mit tangentialem Anschluss
9 FC DR- R18 CLSD+ CCX+20 CCY+30	FK- Abschnitt:
10 FLT	Zu jedem Konturelement bekannte Angaben programmieren
11 FCT DR- R15 CCX+50 CCY+75	
12 FLT	
13 FCT DR- R15 CCX+75 CCY+20	
14 FLT	
15 FCT DR- R18 CLSD- CCX+20 CCY+30	
16 DEP CT CCA90 R+5 F1000	Kontur verlassen auf einem Kreis mit tangentialem Anschluss
17 L X-30 Y+0 R0 FMAX	
18 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
19 END PGM FK1 MM	

Beispiel: FK-Programmierung 2

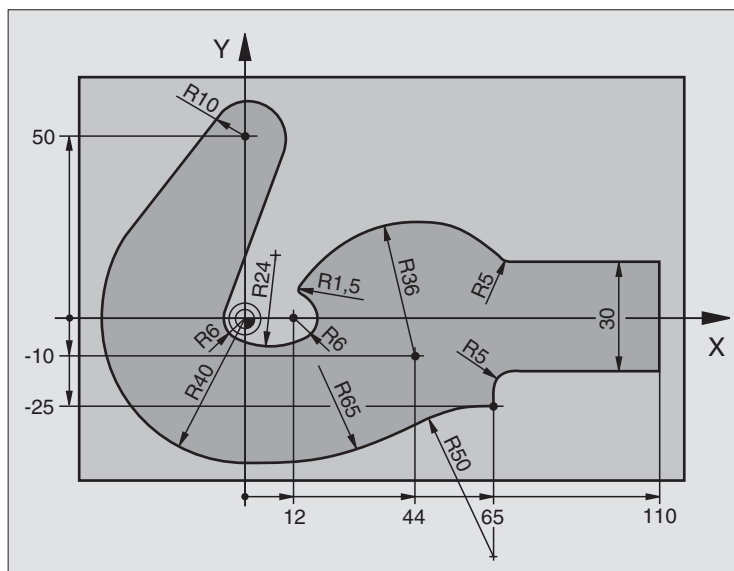


0 BEGIN PGM FK2 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+2	Werkzeug-Definition
4 TOOL CALL 1 Z S4000	Werkzeug-Aufruf
5 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
6 L X+30 Y+30 R0 FMAX	Werkzeug vorpositionieren
7 L Z+5 R0 FMAX M3	Werkzeug-Achse vorpositionieren
8 L Z-5 R0 F100	Auf Bearbeitungstiefe fahren

9 APPR LCT X+0 Y+30 R5 RR F350	Kontur anfahren auf einem Kreis mit tangentialem Anschluss
10 FPOL X+30 Y+30	FK- Abschnitt:
11 FC DR- R30 CCX+30 CCY+30	Zu jedem Konturelement bekannte Angaben programmieren
12 FL AN+60 PDX+30 PDY+30 D10	
13 FSELECT 3	
14 FC DR- R20 CCPR+55 CCPA+60	
15 FSELECT 2	
16 FL AN-120 PDX+30 PDY+30 D10	
17 FSELECT 3	
18 FC X+0 DR- R30 CCX+30 CCY+30	
19 FSELECT 2	
20 DEP LCT X+30 Y+30 R5	Kontur verlassen auf einem Kreis mit tangentialem Anschluss
21 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
22 END PGM FK2 MM	



Beispiel: FK-Programmierung 3



0 BEGIN PGM FK3 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X-45 Y-45 Z-20	Rohteil-Definition
2 BLK FORM 0.2 X+120 Y+70 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+3	Werkzeug-Definition
4 TOOL CALL 1 Z S4500	Werkzeug-Aufruf
5 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
6 L X-70 Y+0 R0 FMAX	Werkzeug vorpositionieren
7 L Z-5 R0 F1000 M3	Auf Bearbeitungstiefe fahren

8 APPR CT X-40 Y+0 CCA90 R+5 RL F250	Kontur anfahren auf einem Kreis mit tangentialem Anschluss
9 FC DR- R40 CCX+0 CCY+0	FK- Abschnitt:
10 FLT	Zu jedem Konturelement bekannte Angaben programmieren
11 FCT DR- R10 CCX+0 CCY+50	
12 FLT	
13 FCT DR+ R6 CCX+0 CCY+0	
14 FCT DR+ R24	
15 FCT DR+ R6 CCX+12 CCY+0	
16 FSELECT 2	
17 FCT DR- R1.5	
18 FCT DR- R36 CCX+44 CCY-10	
19 FSELECT 2	
20 FCT CT+ R5	
21 FLT X+110 Y+15 AN+0	
22 FL AN-90	
23 FL X+65 AN+180 PAR21 DP30	
24 RND R5	
25 FL X+65 Y-25 AN-90	
26 FC DR+ R50 CCX+65 CCY-75	
27 FCT DR- R65	
28 FSELECT	
29 FCT Y+0 DR- R40 CCX+0 CCY+0	
30 FSELECT 4	
31 DEP CT CCA90 R+5 F1000	Kontur verlassen auf einem Kreis mit tangentialem Anschluss
32 L X-70 R0 FMAX	
33 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
34 END PGM FK3 MM	





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



Der Maschinenhersteller kann Zusatz-Funktionen freigeben, die nicht in diesem Handbuch beschrieben sind. Zudem kann der Maschinenhersteller die Bedeutung und Wirkung der beschriebenen Zusatz-Funktionen ändern. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Sie können bis zu zwei Zusatz-Funktionen M am Ende eines Positionier-Satzes oder auch in einem separaten Satz eingeben. Die TNC zeigt dann den Dialog: **Zusatz-Funktion M ?**

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

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



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

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

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

Zusatz-Funktion im STOP-Satz eingeben

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



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

NC-Beispielsätze

87 STOP M6



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

Übersicht

M	Wirkung	Wirkung am Satz -	Anfang	Ende
M00	Programmlauf HALT Spindel HALT Kühlmittel AUS			■
M01	Wahlweiser Programmlauf HALT			■
M02	Programmlauf HALT Spindel HALT Kühlmittel aus Rücksprung zu Satz 1 Löschen der Status-Anzeige (abhän- gig von Maschinen-Parameter clearMode)			■
M03	Spindel EIN im Uhrzeigersinn		■	
M04	Spindel EIN gegen den Uhrzeigersinn		■	
M05	Spindel HALT			■
M06	Werkzeugwechsel (Maschinenab- hängige Funktion) Spindel HALT Programmlauf HALT			■
M08	Kühlmittel EIN		■	
M09	Kühlmittel AUS			■
M13	Spindel EIN im Uhrzeigersinn Kühlmittel EIN		■	
M14	Spindel EIN gegen den Uhrzeigersinn Kühlmittel ein		■	
M30	wie M02			■



7.3 Maschinenbezogene Koordinaten programmieren: M91/M92

Maschinenbezogene Koordinaten programmieren: M91/M92

Maßstab-Nullpunkt

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

Maschinen-Nullpunkt

Den Maschinen-Nullpunkt benötigen Sie, um

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

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

Standardverhalten

Koordinaten bezieht die TNC auf den Werkstück-Nullpunkt, siehe „Bezugspunkt-Setzen (ohne 3D-Tastsystem)“, Seite 47.

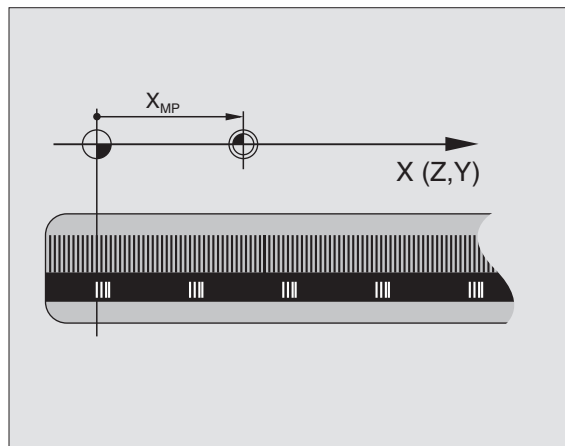
Verhalten mit M91 – Maschinen-Nullpunkt

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



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

Die TNC zeigt die Koordinatenwerte bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt an. In der Status-Anzeige schalten Sie die Koordinaten-Anzeige auf REF, siehe „Status-Anzeigen“, Seite 33.



Verhalten mit M92 – Maschinen-Bezugspunkt



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

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

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



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

Wirkung

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

M91 und M92 werden wirksam am Satz-Anfang.

Werkstück-Bezugspunkt

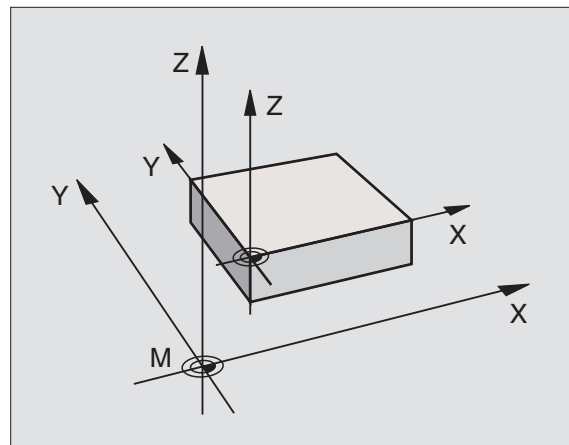
Wenn sich Koordinaten immer auf den Maschinen-Nullpunkt beziehen sollen, dann kann das Bezugspunkt-Setzen für eine oder mehrere Achsen gesperrt werden.

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

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

M91/M92 in der Betriebsart Programm-Test

Um M91/M92-Bewegungen auch grafisch simulieren zu können, müssen Sie die Arbeitsraum-Überwachung aktivieren und das Rohteil bezogen auf den gesetzten Bezugspunkt anzeigen lassen, siehe „Rohteil im Arbeitsraum darstellen“, Seite 409.



7.4 Zusatz-Funktionen für das Bahnverhalten

Kleine Konturstufen bearbeiten: M97

Standardverhalten

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

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

Verhalten mit M97

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

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



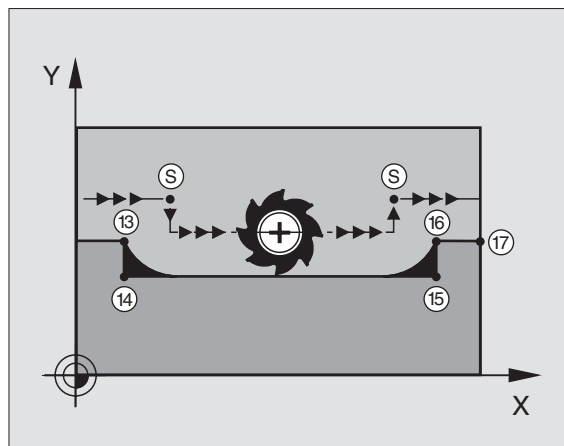
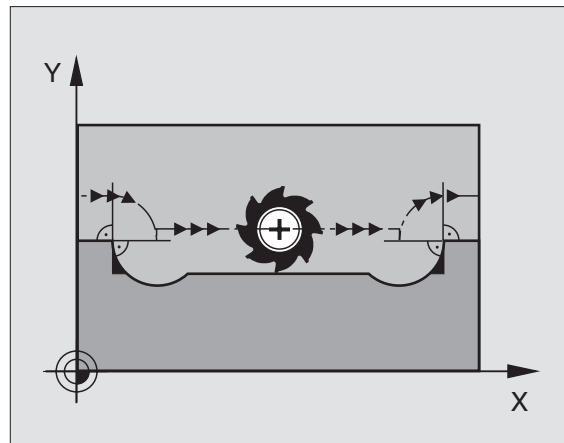
Anstelle **M97** sollten Sie die wesentlich leistungsfähigere Funktion **M120 LA** verwenden (siehe „Verhalten mit M120“ auf Seite 172)!

Wirkung

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



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



NC-Beispielsätze

5 T00L 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 Konturecken vollständig bearbeiten: M98

Standardverhalten

Die TNC ermittelt an Innenecken den Schnittpunkt der Fräserbahnen und fährt das Werkzeug ab diesem Punkt in die neue Richtung.

Wenn die Kontur an den Ecken offen ist, dann führt das zu einer unvollständigen Bearbeitung:

Verhalten mit M98

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

Wirkung

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

M98 wird wirksam am Satz-Ende.

NC-Beispielsätze

Nacheinander Konturpunkte 10, 11 und 12 anfahren:

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

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

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

Vorschubgeschwindigkeit bei Kreisbögen: M109/M110/M111

Standardverhalten

Die TNC bezieht die programmierte Vorschubgeschwindigkeit auf die Werkzeug-Mittelpunktsbahn.

Verhalten bei Kreisbögen mit M109

Die TNC hält bei Innen- und Außenbearbeitungen den Vorschub von Kreisbögen an der Werkzeug-Schneide konstant.

Verhalten bei Kreisbögen mit M110

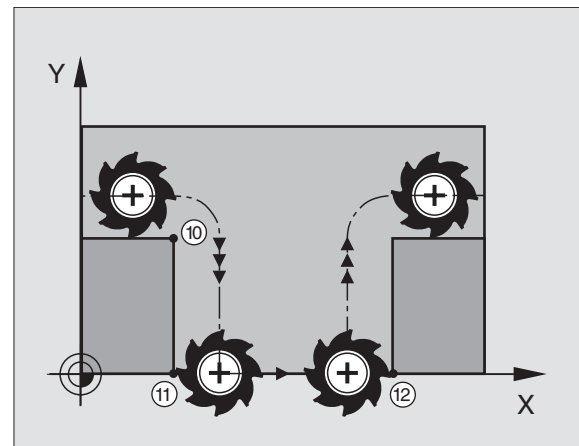
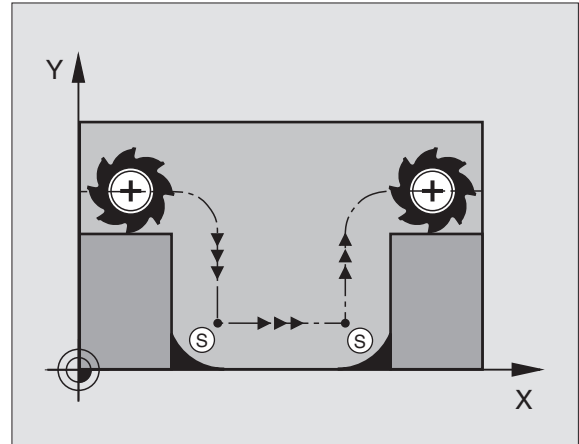
Die TNC hält den Vorschub bei Kreisbögen ausschließlich bei einer Innenbearbeitung konstant. Bei einer Außenbearbeitung von Kreisbögen wirkt keine Vorschub-Anpassung.



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

Wirkung

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



Radiuskorrigierte Kontur vorausberechnen (LOOK AHEAD): M120

Standardverhalten

Wenn der Werkzeug-Radius größer ist, als eine Konturstufe, die radiuskorrigiert zu fahren ist, dann unterbricht die TNC den Programmlauf und zeigt eine Fehlermeldung. M97 (siehe „Kleine Konturstufen bearbeiten: M97“ auf Seite 169) verhindert die Fehlermeldung, führt aber zu einer Freischneidemarkierung und verschiebt zusätzlich die Ecke.

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

Verhalten mit M120

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

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

Eingabe

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

Wirkung

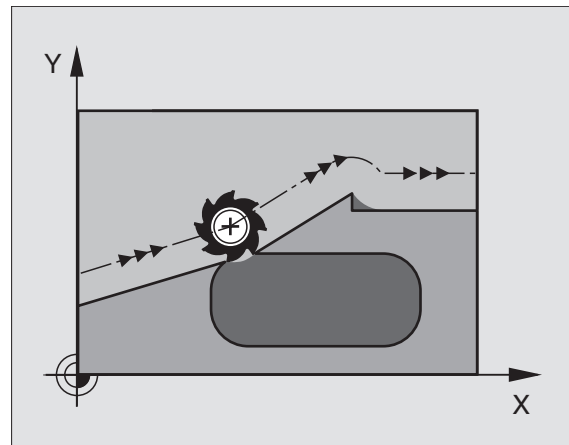
M120 muss in einem NC-Satz stehen, der auch die Radiuskorrektur RL oder RR enthält. M120 wirkt ab diesem Satz bis Sie

- die Radiuskorrektur mit R0 aufheben
- M120 LA0 programmieren
- M120 ohne LA programmieren
- mit PGM CALL ein anderes Programm aufrufen

M120 wird wirksam am Satz-Anfang.

Einschränkungen

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



Handrad-Positionierung während des Programmlaufs überlagern: M118

Standardverhalten

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

Verhalten mit M118

Mit M118 können Sie während des Programmlaufs manuelle Korrekturen mit dem Handrad durchführen. Dazu programmieren Sie M118 und geben einen achsspezifischen Wert (Linearachse oder Drehachse) in mm ein.

Eingabe

Wenn Sie in einem Positionier-Satz M118 eingeben, dann führt die TNC den Dialog fort und erfragt die achsspezifischen Werte. Benutzen Sie die Taste ENTER zum umschalten der Achsbuchstaben.

Wirkung

Die Handrad-Positionierung heben Sie auf, indem Sie M118 ohne Koordinaten-Eingabe erneut programmieren.

M118 wird wirksam am Satz-Anfang.

NC-Beispielsätze

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

```
L X+0 Y+38.5 RL F125 M118 X1 Y1
```



M118 wirkt auch in der Betriebsart Positionieren mit Handeingabe!

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



Rückzug von der Kontur in Werkzeugachsen- Richtung: M140

Standardverhalten

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

Verhalten mit M140

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

Eingabe

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

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

Wirkung

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

M140 wird wirksam am Satz-Anfang.

NC-Beispielsätze

Satz 250: Werkzeug 50 mm von der Kontur wegfahren

Satz 251: Werkzeug bis an den Rand des Verfabrbereichs fahren

```
250 L X+0 Y+38.5 F125 M140 MB 50 F750
```

```
251 L X+0 Y+38.5 F125 M140 MB MAX
```



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

Tastsystem-Überwachung unterdrücken: M141

Standardverhalten

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

Verhalten mit M141

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



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

M141 wirkt nur in Verfahrbewegungen mit Geraden-Sätzen.

Wirkung

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

M141 wird wirksam am Satz-Anfang.

Grunddrehung löschen: M143

Standardverhalten

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

Verhalten mit M143

Die TNC löscht eine programmierte Grunddrehung im NC-Programm.



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

Wirkung

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

M143 wird wirksam am Satz-Anfang.

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

Standardverhalten

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

Verhalten mit M148



Die Funktion M148 muss vom Maschinenhersteller freigegeben sein.

Die TNC fährt das Werkzeug in Richtung der Werkzeug-Achse von der Kontur zurück, wenn Sie in der Werkzeug-Tabelle in der Spalte **LIFT-OFF** für das aktive Werkzeug den Parameter **Y** gesetzt haben (siehe „Werkzeug-Tabelle: Standard Werkzeug-Daten“ auf Seite 100).



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

Definieren Sie den Wert, um welchen das Werkzeug abgehoben werden soll im Maschinen-Parameter **CfgLiftOff**. Zudem können Sie im Maschinen-Parameter **CfgLiftOff** die Funktion generell inaktiv setzen.

Wirkung

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

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

7.5 Zusatz-Funktionen für Drehachsen

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

Standardverhalten

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

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

Vorschub in mm/min bei Drehachsen mit M116



Die Maschinengeometrie muss vom Maschinenhersteller festgelegt sein.

Beachten Sie Ihr Maschinen-Handbuch!

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

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

Wirkung

M116 wirkt in der Bearbeitungsebene

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

M116 wird wirksam am Satz-Anfang.



Drehachsen wegoptimiert fahren: M126

Standardverhalten

Das Standardverhalten der TNC beim Positionieren von Drehachsen, deren Anzeige auf Werte unter 360° reduziert ist, wird vom Maschinenhersteller festgelegt. Dieser entscheidet ob die TNC die Differenz Soll-Position – Ist-Position, oder ob die TNC grundsätzlich immer (auch ohne M126) auf kürzestem Weg die programmierte Position anfahren soll. Beispiele:

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

Verhalten mit M126

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

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

Wirkung

M126 wird wirksam am Satzanfang.

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

Anzeige der Drehachse auf Wert unter 360° reduzieren: M94

Standardverhalten

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

Beispiel:

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

Verhalten mit M94

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

NC-Beispielsätze

Anzeigewerte aller aktiven Drehachsen reduzieren:

```
L M94
```

Nur Anzeigewert der C-Achse reduzieren:

```
L M94 C
```

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

```
L C+180 FMAX M94
```

Wirkung

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

M94 wird wirksam am Satz-Anfang.





8

Programmieren: Zyklen



8.1 Mit Zyklen arbeiten

Häufig wiederkehrende Bearbeitungen, die mehrere Bearbeitungsschritte umfassen, sind in der TNC als Zyklen gespeichert. Auch Koordinaten-Umrechnungen und einige Sonderfunktionen stehen als Zyklen zur Verfügung (Übersicht: siehe „“, Seite 184).

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



Bearbeitungszyklen führen ggf. umfangreiche Bearbeitungen durch. Aus Sicherheitsgründen vor dem Abarbeiten einen grafischen Programm-Test durchführen (siehe „Programm-Test“ auf Seite 408)!

Maschinenspezifische Zyklen

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

- Zyklen 300 bis 399
Maschinenspezifische Zyklen, die über die Taste CYCLE DEF zu definieren sind
- Zyklen 500 bis 599
Maschinenspezifische Tastsystem-Zyklen, die über die Taste TOUCH PROBE zu definieren sind



Beachten Sie hierzu die jeweilige Funktionsbeschreibung im Maschinenhandbuch.

Unter Umständen werden bei maschinenspezifischen Zyklen auch Übergabe-Parameter verwendet, die HEIDENHAIN bereits in Standard-Zyklen verwendet hat. Um bei der gleichzeitigen Verwendung von DEF-aktiven Zyklen (Zyklen, die die TNC automatisch bei der Zyklus-Definition abarbeitet, siehe auch „Zyklen aufrufen“ auf Seite 185) und CALL-aktiven Zyklen (Zyklen, die Sie zur Ausführung aufrufen müssen, siehe auch „Zyklen aufrufen“ auf Seite 185) Probleme hinsichtlich des Überschreibens von mehrfach verwendeten Übergabe-Parametern zu vermeiden, folgende Vorgehensweise beachten:

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

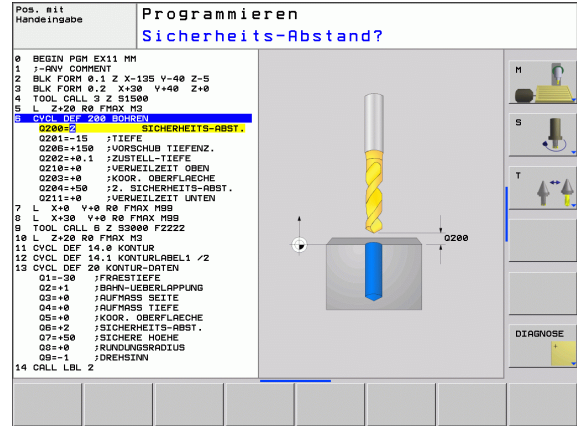
Zyklus definieren über Softkeys

CYCL
DEF

- Die Softkey-Leiste zeigt die verschiedenen Zyklus-Gruppen
- Zyklus-Gruppe wählen, z.B. Bohrzyklen
- Zyklus wählen, z.B. GEWINDEFÄSEN. Die TNC eröffnet einen Dialog und erfragt alle Eingabewerte. Gleichzeitig blendet die TNC in der rechten Bildschirmhälfte eine Grafik ein, in der der einzugebende Parameter hell hinterlegt ist
- Geben Sie alle von der TNC geforderten Parameter ein und schließen Sie jede Eingabe mit der Taste ENT ab
- Die TNC beendet den Dialog, nachdem Sie alle erforderlichen Daten eingegeben haben

BOHREN/
GEWINDE

262



Zyklus definieren über GOTO-Funktion

CYCL
DEF

GOTO

- Die Softkey-Leiste zeigt die verschiedenen Zyklus-Gruppen
- Die TNC öffnet ein Überblend-Fenster
- Geben Sie die Zyklus-Nummer ein und bestätigen jeweils mit der Taste ENT. Die TNC eröffnet dann den Zyklus-Dialog wie zuvor beschrieben

NC-Beispielsätze

7 CYCL DEF 200 BOHREN

Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.

Q201=3 ;TIEFE

Q206=150 ;VORSCHUB TIEFENZ.

Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE

Q210=0 ;VERWEILZEIT OBEN

Q203=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE

Q204=50 ;2. SICHERHEITS-ABST.

Q211=0.25 ;VERWEILZEIT UNTEN

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



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

Wenn Sie bei Bearbeitungszyklen mit Nummern größer 200 einen Vorschub-Parameter definieren, dann können Sie per Softkey anstelle eines Zahlenwertes auch den im **TOOL CALL**-Satz definierten Vorschub (Softkey FAUTO), oder den Eilgang zuweisen (Softkey FMAX).

Beachten Sie, dass eine Änderung des FAUTO-Vorschubes nach einer Zyklus-Definition keine Wirkung hat, da die TNC bei der Verarbeitung der Zyklus-Definition den Vorschub aus dem TOOL CALL-Satz intern fest zuordnet.

Wenn Sie einen Zyklus mit mehreren Teilsätzen löschen wollen, gibt die TNC einen Hinweis aus, ob der komplette Zyklus gelöscht werden soll.



Zyklen aufrufen



Voraussetzungen

Vor einem Zyklus-Aufruf programmieren Sie in jedem Fall:

- **BLK FORM** zur grafischen Darstellung (nur für Testgrafik erforderlich)
- Werkzeug-Aufruf
- Drehsinn der Spindel (Zusatz-Funktion M3/M4)
- Zyklus-Definition (CYCL DEF).

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

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

- die Zyklen 220 Punktemuster auf Kreis und 221 Punktemuster auf Linien
- den SL-Zyklus 14 KONTUR
- den SL-Zyklus 20 KONTUR-DATEN
- Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung
- den Zyklus 9 VERWEILZEIT

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

Zyklus-Aufruf mit CYCL CALL

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



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

Zyklus-Aufruf mit M99/M89

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

Soll die TNC den Zyklus nach jedem Positionier-Satz automatisch ausführen, programmieren Sie den ersten Zyklus-Aufruf mit **M89**.

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

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



8.2 Zyklen zum Bohren, Gewindebohren und Gewindefräsen

Übersicht

Zyklus	Softkey
200 BOHREN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits- Abstand	
201 REIBEN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits- Abstand	
202 AUSDREHEN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits- Abstand	
203 UNIVERSAL-BOHREN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits- Abstand, Spanbruch, Degression	
204 RUECKWAERTS-SENKEN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits- Abstand	
205 UNIVERSAL-TIEFBOHREN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits- Abstand, Spanbruch, Vorhalteabstand	
208 BOHRFRAESEN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits- Abstand	
206 GEWINDEBOHREN NEU Mit Ausgleichsfutter, mit automatischer Vorpositionie- rung, 2. Sicherheits-Abstand	
207 GEWINDEBOHREN GS NEU Ohne Ausgleichsfutter, mit automatischer Vorpositio- nierung, 2. Sicherheits-Abstand	
209 GEWINDEBOHREN SPANBRUCH Ohne Ausgleichsfutter, mit automatischer Vorpositio- nierung, 2. Sicherheits-Abstand; Spanbruch	
262 GEWINDEFRAESEN Zyklus zum Fräsen eines Gewindes ins vorgebohrte Material	
263 SENKGEWINDEFRAESEN Zyklus zum Fräsen eines Gewindes ins vorgebohrte Material mit Herstellung einer Senkfase	



Zyklus	Softkey
264 BOHRGEWINDEFRAESEN Zyklus zum Bohren ins volle Material und anschließendem Fräsen des Gewindes mit einem Werkzeug	
265 HELIX-BOHRGEWINDEFRAESEN Zyklus zum Fräsen des Gewindes ins volle Material	
267 AUSSENGEWINDE FRAESEN Zyklus zum Fräsen eines Aussengewindes mit Herstellung einer Senkfase	

BOHREN (Zyklus 200)

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang FMAX auf den Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche
- 2 Das Werkzeug bohrt mit dem programmierten Vorschub F bis zur ersten Zustell-Tiefe
- 3 Die TNC fährt das Werkzeug mit FMAX auf den Sicherheits-Abstand zurück, verweilt dort - falls eingegeben - und fährt anschließend wieder mit FMAX bis auf Sicherheits-Abstand über die erste Zustell-Tiefe
- 4 Anschließend bohrt das Werkzeug mit eingegebenem Vorschub F um eine weitere Zustell-Tiefe
- 5 Die TNC wiederholt diesen Ablauf (2 bis 4), bis die eingegebene Bohrtiefe erreicht ist
- 6 Vom Bohrungsgrund fährt das Werkzeug mit FMAX auf Sicherheits-Abstand oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand



Beachten Sie vor dem Programmieren

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

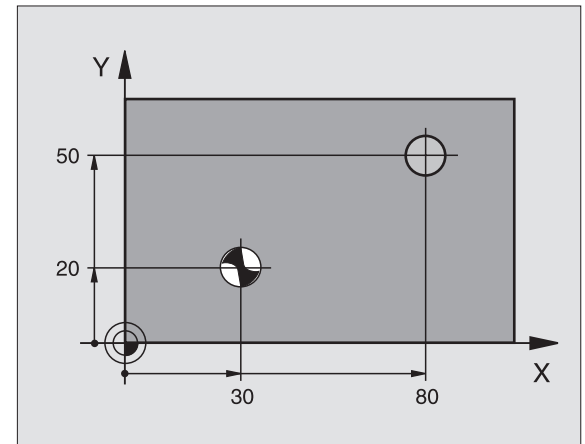
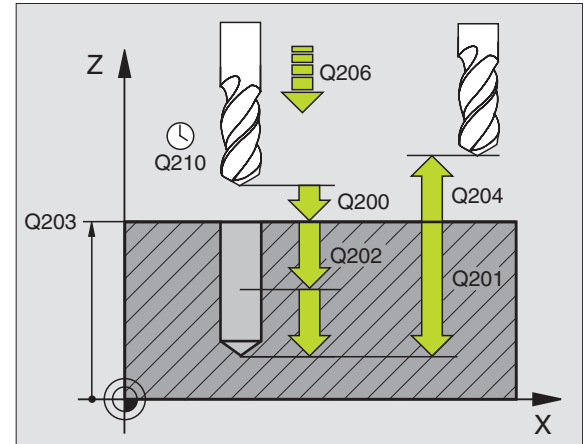
Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.



Mit dem Maschinen-Parameter displayDepthErr stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off).

Achtung Kollisionsgefahr!

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





- ▶ **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche; Wert positiv eingeben
- ▶ **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Bohrungsgrund (Spitze des Bohrkegels)
- ▶ **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Bohren in mm/min
- ▶ **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Die Tiefe muss kein Vielfaches der Zustell-Tiefe sein. Die TNC fährt in einem Arbeitsgang auf die Tiefe wenn:
 - Zustell-Tiefe und Tiefe gleich sind
 - die Zustell-Tiefe größer als die Tiefe ist
- ▶ **Verweilzeit oben** Q210: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug auf dem Sicherheits-Abstand verweilt, nachdem es die TNC zum Entspanen aus der Bohrung herausgefahren hat
- ▶ **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- ▶ **Verweilzeit unten** Q211: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt

Beispiel: NC-Sätze

10	L	Z+100	R0	FMAX
11	CYCL	DEF	200	BOHREN
	Q200=2		;SICHERHEITS-ABST.	
	Q201=-15		;TIEFE	
	Q206=250		;VORSCHUB TIEFENZ.	
	Q202=5		;ZUSTELL-TIEFE	
	Q210=0		;VERWEILZEIT OBEN	
	Q203=+20		;K00R. OBERFLAECH	
	Q204=100		;2. SICHERHEITS-ABST.	
	Q211=0.1		;VERWEILZEIT UNTEN	
12	L	X+30	Y+20	FMAX M3
13	CYCL	CALL		
14	L	X+80	Y+50	FMAX M99
15	L	Z+100	FMAX M2	



REIBEN (Zyklus 201)

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



Beachten Sie vor dem Programmieren

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

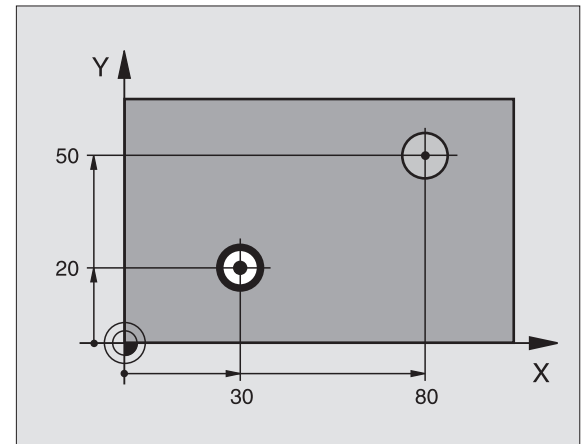
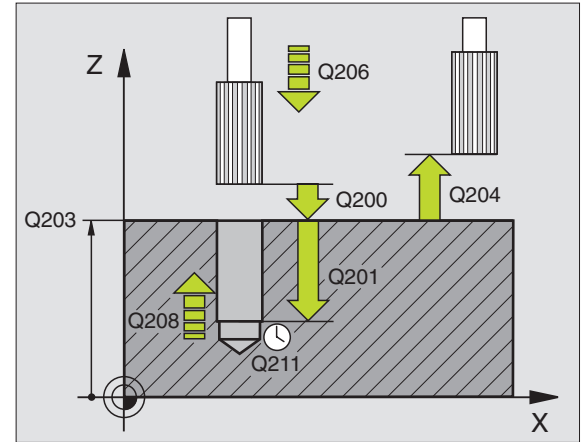
Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.



Mit dem Maschinen-Parameter displayDepthErr stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off).

Achtung Kollisionsgefahr!

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





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

Beispiel: NC-Sätze

10	L	Z+100	R0	FMAX
11	CYCL	DEF	201	REIBEN
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.				
Q201=-15 ;TIEFE				
Q206=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.				
Q211=0.5 ;VERWEILZEIT UNTEN				
Q208=250 ;VORSCHUB RUECKZUG				
Q203=+20 ;KOOR. OBERFLAECHE				
Q204=100 ;2. SICHERHEITS-ABST.				
12	L	X+30	Y+20	FMAX M3
13	CYCL	CALL		
14	L	X+80	Y+50	FMAX M9
15	L	Z+100		FMAX M2



AUSDREHEN (Zyklus 202)



Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein.

Zyklus nur an Maschinen mit geregelter Spindel verwendbar.

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang FMAX auf den Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche
- 2 Das Werkzeug bohrt mit dem Bohrvorschub bis zur Tiefe
- 3 Am Bohrungsgrund verweilt das Werkzeug – falls eingegeben – mit laufender Spindel zum Freischneiden
- 4 Anschließend führt die TNC eine Spindel-Orientierung auf die Position durch, die im Parameter Q336 definiert ist
- 5 Falls Freifahren gewählt ist, fährt die TNC in der eingegebenen Richtung 0,2 mm (fester Wert) frei
- 6 Anschließend fährt die TNC das Werkzeug im Vorschub Rückzug auf den Sicherheits-Abstand und von dort – falls eingegeben – mit FMAX auf den 2. Sicherheits-Abstand. Wenn Q214=0 erfolgt der Rückzug an der Bohrungswand



Beachten Sie vor dem Programmieren

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

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

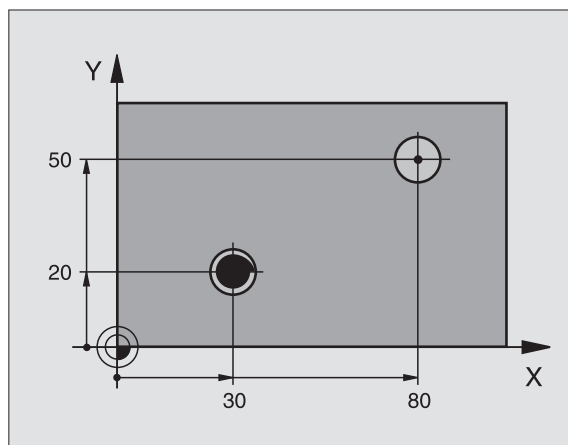
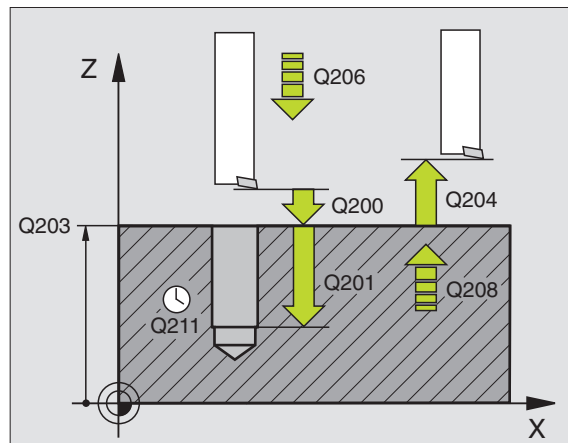
Die TNC stellt am Zyklus-Ende den Kühlmittel- und Spindelzustand wieder her, der vor dem Zyklus-Aufruf aktiv war.



Mit dem Maschinen-Parameter displayDepthErr stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off).

Achtung Kollisionsgefahr!

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





- ▶ **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugschnecke – Werkstück-Oberfläche
- ▶ **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Bohrungsgrund
- ▶ **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Ausdrehen in mm/min
- ▶ **Verweilzeit unten** Q211: Zeit in Sekunden, in der das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt
- ▶ **Vorschub Rückzug** Q208: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Herausfahren aus der Bohrung in mm/min. Wenn Sie Q208=0 eingeben, dann gilt Vorschub Tiefenzustellung
- ▶ **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- ▶ **Freifahr-Richtung (0/1/2/3/4)** Q214: Richtung festlegen, in der die TNC das Werkzeug am Bohrungsgrund freifährt (nach der Spindel-Orientierung)
 - 0 Werkzeug nicht freifahren
 - 1 Werkzeug freifahren in Minus-Richtung der Hauptachse
 - 2 Werkzeug freifahren in Minus-Richtung der Nebenachse
 - 3 Werkzeug freifahren in Plus-Richtung der Hauptachse
 - 4 Werkzeug freifahren in Plus-Richtung der Nebenachse



Kollisionsgefahr!

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

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

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

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

Beispiel: NC-Sätze

10 L Z+100 R0 FMAX

11 CYCL DEF 202 AUSDREHEN

Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.

Q201=-15 ;TIEFE

Q206=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.

Q211=0.5 ;VERWEILZEIT UNTEN

Q208=250 ;VORSCHUB RUECKZUG

Q203=+20 ;K00R. OBERFLAECHE

Q204=100 ;2. SICHERHEITS-ABST.

Q214=1 ;FREIFAHR-RICHTUNG

Q336=0 ;WINKEL SPINDEL

12 L X+30 Y+20 FMAX M3

13 CYCL CALL

14 L X+80 Y+50 FMAX M99



UNIVERSAL-BOHREN (Zyklus 203)

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang FMAX auf den eingegebenen Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche
- 2 Das Werkzeug bohrt mit dem eingegebenen Vorschub F bis zur ersten Zustell-Tiefe
- 3 Falls Spanbruch eingegeben, fährt die TNC das Werkzeug um den eingegebenen Rückzugswert zurück. Wenn Sie ohne Spanbruch arbeiten, dann fährt die TNC das Werkzeug mit dem Vorschub Rückzug auf den Sicherheits-Abstand zurück, verweilt dort – falls eingegeben – und fährt anschließend wieder mit FMAX bis auf Sicherheits-Abstand über die erste Zustell-Tiefe
- 4 Anschließend bohrt das Werkzeug mit Vorschub um eine weitere Zustell-Tiefe. Die Zustell-Tiefe verringert sich mit jeder Zustellung um den Abnahmebetrag – falls eingegeben
- 5 Die TNC wiederholt diesen Ablauf (2-4), bis die Bohrtiefe erreicht ist
- 6 Am Bohrungsgrund verweilt das Werkzeug – falls eingegeben – zum Freischneiden und wird nach der Verweilzeit mit dem Vorschub Rückzug auf den Sicherheits-Abstand zurückgezogen. Falls Sie einen 2. Sicherheits-Abstand eingegeben haben, fährt die TNC das Werkzeug mit FMAX dorthin



Beachten Sie vor dem Programmieren:

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

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

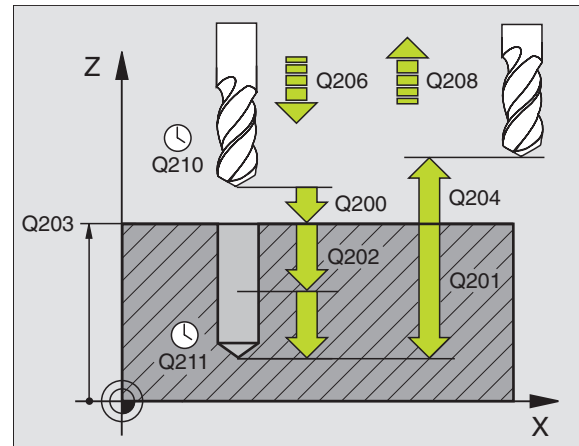


Mit dem Maschinen-Parameter displayDepthErr stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off).

Achtung Kollisionsgefahr!

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

- ▶ **Sicherheits-Abstand Q200** (inkremental): Abstand Werkzeugschneidspitze – Werkstück-Oberfläche
- ▶ **Tiefe Q201** (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Bohrungsgrund (Spitze des Bohrkegels)
- ▶ **Vorschub Tiefenzustellung Q206**: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Bohren in mm/min
- ▶ **Zustell-Tiefe Q202** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Die Tiefe muss kein Vielfaches der Zustell-Tiefe sein. Die TNC fährt in einem Arbeitsgang auf die Tiefe wenn:
 - Zustell-Tiefe und Tiefe gleich sind
 - die Zustell-Tiefe größer als die Tiefe ist
- ▶ **Verweilzeit oben Q210**: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug auf Sicherheits-Abstand verweilt, nachdem es die TNC zum Entspannen aus der Bohrung herausgefahren hat
- ▶ **Koord. Werkstück-Oberfläche Q203** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ **2. Sicherheits-Abstand Q204** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- ▶ **Abnahmebetrag Q212** (inkremental): Wert, um den die TNC die Zustell-Tiefe Q202 nach jeder Zustellung verkleinert
- ▶ **Anz. Spanbrüche bis Rückzug Q213**: Anzahl der Spanbrüche bevor die TNC das Werkzeug aus der Bohrung zum Entspannen herausfahren soll. Zum Spanbrechen zieht die TNC das Werkzeug jeweils um den Rückzugswert Q256 zurück
- ▶ **Minimale Zustell-Tiefe Q205** (inkremental): Falls Sie einen Abnahmebetrag eingegeben haben, begrenzt die TNC die Zustellung auf den mit Q205 eingegebenen Wert
- ▶ **Verweilzeit unten Q211**: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt
- ▶ **Vorschub Rückzug Q208**: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Herausfahren aus der Bohrung in mm/min. Wenn Sie Q208=0 eingeben, dann fährt die TNC das Werkzeug mit Vorschub Q206 heraus
- ▶ **Rückzug bei Spanbruch Q256** (inkremental): Wert, um die die TNC das Werkzeug beim Spanbrechen zurückfährt



Beispiel: NC-Sätze

11 CYCL DEF 203 UNIVERSAL-BOHREN

Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.

Q201=-20 ;TIEFE

Q206=150 ;VORSCHUB TIEFENZ.

Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE

Q210=0 ;VERWEILZEIT OBEN

Q203=+20 ;KOOR. OBERFLAECHE

Q204=50 ;2. SICHERHEITS-ABST.

Q212=0.2 ;ABNAHMEBETRAG

Q213=3 ;SPANBRUECHE

Q205=3 ;MIN. ZUSTELL-TIEFE

Q211=0.25 ;VERWEILZEIT UNTEN

Q208=500 ;VORSCHUB RUECKZUG

Q256=0.2 ;RZ BEI SPANBRUCH

RUECKWAERTS-SENKEN (Zyklus 204)



Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein.

Zyklus nur an Maschinen mit geregelter Spindel verwendbar.

Zyklus arbeitet nur mit Rückwärtsbohrstangen.

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

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang FMAX auf den Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche
- 2 Dort führt die TNC eine Spindel-Orientierung auf die 0°-Position durch und versetzt das Werkzeug um das Exzentermaß
- 3 Anschließend taucht das Werkzeug mit dem Vorschub Vorpositionieren in die vorgebohrte Bohrung ein, bis die Schneide im Sicherheits-Abstand unterhalb der Werkstück-Unterkante steht
- 4 Die TNC fährt jetzt das Werkzeug wieder auf Bohrungsmitte, schaltet die Spindel und ggf. das Kühlmittel ein und fährt dann mit dem Vorschub Senken auf die eingegebene Tiefe Senkung
- 5 Falls eingegeben, verweilt das Werkzeug am Senkungsgrund und fährt anschließend wieder aus der Bohrung heraus, führt eine Spindelorientierung durch und versetzt erneut um das Exzentermaß
- 6 Anschließend fährt die TNC das Werkzeug im Vorschub Vorpositionieren auf den Sicherheits-Abstand und von dort – falls eingegeben – mit FMAX auf den 2. Sicherheits-Abstand.



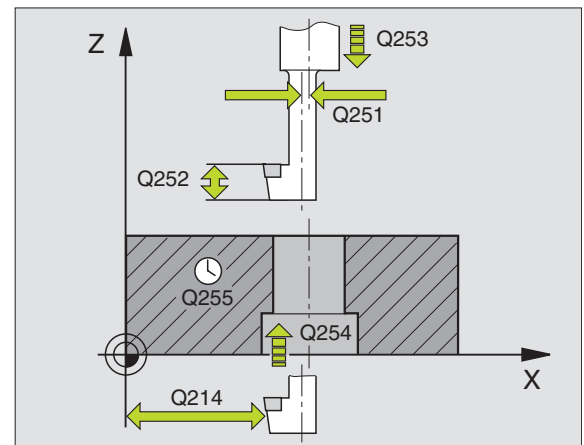
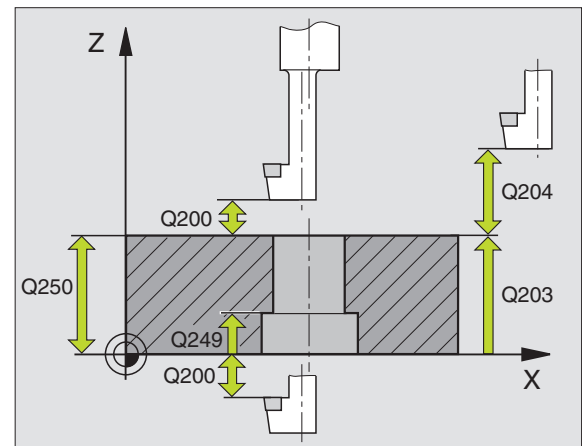
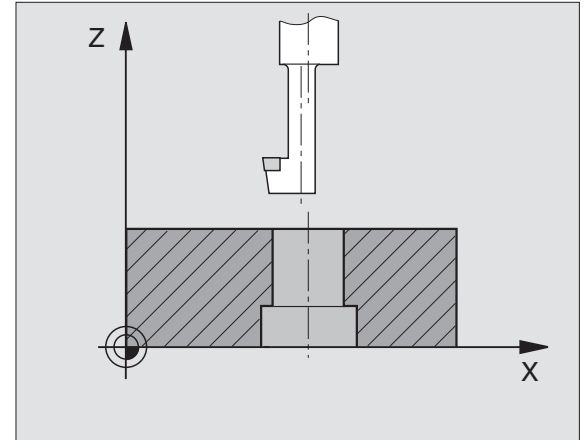
Beachten Sie vor dem Programmieren:

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

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

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

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





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

Beispiel: NC-Sätze

11 CYCL DEF 204 RUECKWAERTS-SENKEN	
Q200=2	; SICHERHEITS-ABST.
Q249=+5	; TIEFE SENKUNG
Q250=20	; MATERIALSTAERKE
Q251=3.5	; EXZENTERMASS
Q252=15	; SCHNEIDENHOEHE
Q253=750	; VORSCHUB VORPOS.
Q254=200	; VORSCHUB SENKEN
Q255=0	; VERWEILZEIT
Q203=+20	; KOOR. OBERFLAECHE
Q204=50	; 2. SICHERHEITS-ABST.
Q214=1	; FREIFAHR-RICHTUNG
Q336=0	; WINKEL SPINDEL





Kollisionsgefahr!

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

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

UNIVERSAL-TIEFBOHREN (Zyklus 205)

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang FMAX auf den eingegebenen Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche
- 2 Wenn ein vertiefter Startpunkt eingegeben wird, fährt die TNC mit dem definierten Positioniervorschub auf den Sicherheits-Abstand über den vertieften Startpunkt
- 3 Das Werkzeug bohrt mit dem eingegebenen Vorschub F bis zur ersten Zustell-Tiefe
- 4 Falls Spanbruch eingegeben, fährt die TNC das Werkzeug um den eingegebenen Rückzugswert zurück. Wenn Sie ohne Spanbruch arbeiten, dann fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheits-Abstand zurück und anschließend wieder mit FMAX bis auf den eingegebenen Vorhalteabstand über die erste Zustell-Tiefe
- 5 Anschließend bohrt das Werkzeug mit Vorschub um eine weitere Zustell-Tiefe. Die Zustell-Tiefe verringert sich mit jeder Zustellung um den Abnahmebetrag – falls eingegeben
- 6 Die TNC wiederholt diesen Ablauf (2-4), bis die Bohrtiefe erreicht ist
- 7 Am Bohrungsgrund verweilt das Werkzeug – falls eingegeben – zum Freischneiden und wird nach der Verweilzeit mit dem Vorschub Rückzug auf den Sicherheits-Abstand zurückgezogen. Falls Sie einen 2. Sicherheits-Abstand eingegeben haben, fährt die TNC das Werkzeug mit FMAX dorthin



Beachten Sie vor dem Programmieren:

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

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



Mit dem Maschinen-Parameter displayDepthErr stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off).

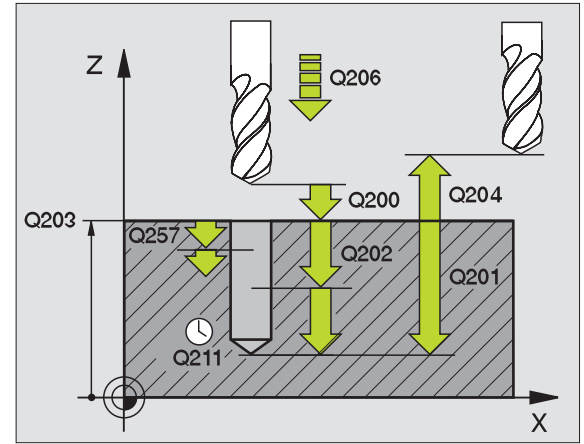
Achtung Kollisionsgefahr!

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





- ▶ **Sicherheits-Abstand Q200** (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche
- ▶ **Tiefe Q201** (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Bohrungsgrund (Spitze des Bohrkegels)
- ▶ **Vorschub Tiefenzustellung Q206**: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Bohren in mm/min
- ▶ **Zustell-Tiefe Q202** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Die Tiefe muss kein Vielfaches der Zustell-Tiefe sein. Die TNC fährt in einem Arbeitsgang auf die Tiefe wenn:
 - Zustell-Tiefe und Tiefe gleich sind
 - die Zustell-Tiefe größer als die Tiefe ist
- ▶ **Koord. Werkstück-Oberfläche Q203** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ **2. Sicherheits-Abstand Q204** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- ▶ **Abnahmebetrag Q212** (inkremental): Wert, um den die TNC die Zustell-Tiefe Q202 verkleinert
- ▶ **Minimale Zustell-Tiefe Q205** (inkremental): Falls Sie einen Abnahmebetrag eingegeben haben, begrenzt die TNC die Zustellung auf den mit Q205 eingegeben Wert
- ▶ **Vorhalteabstand oben Q258** (inkremental): Sicherheits-Abstand für Eilgang-Positionierung, wenn die TNC das Werkzeug nach einem Rückzug aus der Bohrung wieder auf die aktuelle Zustell-Tiefe fährt; Wert bei erster Zustellung
- ▶ **Vorhalteabstand unten Q259** (inkremental): Sicherheits-Abstand für Eilgang-Positionierung, wenn die TNC das Werkzeug nach einem Rückzug aus der Bohrung wieder auf die aktuelle Zustell-Tiefe fährt; Wert bei letzter Zustellung



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

- **Bohrtiefe bis Spanbruch** Q257 (inkremental): Zustellung, nach der die TNC einen Spanbruch durchführt. Kein Spanbruch, wenn 0 eingegeben
- **Rückzug bei Spanbruch** Q256 (inkremental): Wert, um die die TNC das Werkzeug beim Spanbrechen zurückführt
- **Verweilzeit unten** Q211: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt
- **Vertiefter Startpunkt** Q379 (inkremental bezogen auf die Werkstück-Oberfläche): Startpunkt der eigentlichen Bohrbearbeitung, wenn bereits mit einem kürzeren Werkzeug auf eine bestimmte Tiefe vorgebohrt wurde. Die TNC fährt im **Vorschub Vorpositionieren** vom Sicherheits-Abstand auf den vertieften Startpunkt
- **Vorschub Vorpositionieren** Q253: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Positionieren vom Sicherheits-Abstand auf einen vertieften Startpunkt in mm/min. Wirkt nur, wenn Q379 ungleich 0 eingegeben ist



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

Beispiel: NC-Sätze

```

11 CYCL DEF 205 UNIVERSAL-TIEFBOHREN
  Q200=2    ;SICHERHEITS-ABST.
  Q201=-80  ;TIEFE
  Q206=150  ;VORSCHUB TIEFENZ.
  Q202=15   ;ZUSTELL-TIEFE
  Q203=+100 ;KOOR. OBERFLAECH
  Q204=50   ;2. SICHERHEITS-ABST.
  Q212=0.5  ;ABNAHEBETRAG
  Q205=3     ;MIN. ZUSTELL-TIEFE
  Q258=0.5   ;VORHALTEABSTAND OBEN
  Q259=1     ;VORHALTEABST. UNTEN
  Q257=5     ;BOHRTIEFE SPANBRUCH
  Q256=0.2   ;RZ BEI SPANBRUCH
  Q211=0.25  ;VERWEILZEIT UNTEN
  Q379=7.5   ;STARTPUNKT
  Q253=750   ;VORSCHUB VORPOS.

```



BOHRFRAESEN (Zyklus 208)

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang FMAX auf den eingegebenen Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche und fährt den eingegebenen Durchmesser auf einem Rundungskreis an (wenn Platz vorhanden ist)
- 2 Das Werkzeug fräst mit dem eingegebenen Vorschub F in einer Schraubenlinie bis zur eingegebenen Bohrtiefe
- 3 Wenn die Bohrtiefe erreicht ist, fährt die TNC nochmals einen Vollkreis, um das beim Eintauchen stehengelassene Material zu entfernen
- 4 Danach positioniert die TNC das Werkzeug wieder zurück in die Bohrungsmitte
- 5 Abschließend fährt die TNC mit FMAX zurück auf den Sicherheits-Abstand. Falls Sie einen 2. Sicherheits-Abstand eingegeben haben, fährt die TNC das Werkzeug mit FMAX dorthin



Beachten Sie vor dem Programmieren:

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

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

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



Mit dem Maschinen-Parameter displayDepthErr stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off).

Achtung Kollisionsgefahr!

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



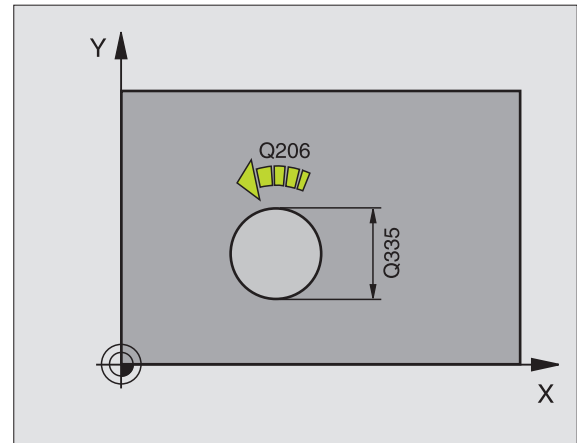
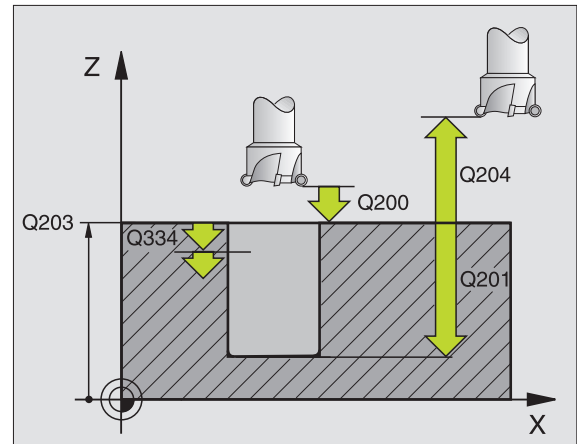
- **Sicherheits-Abstand Q200** (inkremental): Abstand Werkzeug-Unterkante – Werkstück-Oberfläche
- **Tiefe Q201** (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Bohrungsgrund
- **Vorschub Tiefenzustellung Q206**: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Bohren auf der Schraubenlinie in mm/min
- **Zustellung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



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

Um die Eingabe zu großer Zustellungen zu vermeiden, geben Sie in der Werkzeug-Tabelle in der Spalte ANGLE den maximal möglichen Eintauchwinkel des Werkzeugs an, siehe „Werkzeug-Daten“, Seite 98. Die TNC berechnet dann automatisch die maximal erlaubte Zustellung und ändert ggf. Ihren eingegebenen Wert ab.

- **Koord. Werkstück-Oberfläche Q203** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- **2. Sicherheits-Abstand Q204** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- **Soll-Durchmesser Q335** (absolut): Bohrungs-Durchmesser. Wenn Sie den Soll-Durchmesser gleich dem Werkzeug-Durchmesser eingeben, dann bohrt die TNC ohne Schraubenlinien-Interpolation direkt auf die eingegebene Tiefe
- **Vorgebohrter Durchmesser Q342** (absolut): Sobald Sie in Q342 einen Wert größer 0 eingeben, führt die TNC keine Überprüfung bzgl. des Durchmesser-Verhältnisses Soll- zu Werkzeug-Durchmesser mehr durch. Dadurch können Sie Bohrungen ausfräsen, deren Durchmesser mehr als doppelt so groß sind wie der Werkzeug-Durchmesser



Beispiel: NC-Sätze

12 CYCL DEF 208 BOHRFRAESEN

Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.

Q201=-80 ;TIEFE

Q206=150 ;VORSCHUB TIEFENZ.

Q334=1.5 ;ZUSTELL-TIEFE

Q203=+100 ;KOOR. OBERFLAECHE

Q204=50 ;2. SICHERHEITS-ABST.

Q335=25 ;SOLL-DURCHMESSER

Q342=0 ;VORGEB. DURCHMESSER



GEWINDEBOHREN NEU mit Ausgleichsfutter (Zyklus 206)

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang FMAX auf den eingegebenen Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche
- 2 Das Werkzeug fährt in einem Arbeitsgang auf die Bohrtiefe
- 3 Danach wird die Spindeldrehrichtung umgekehrt und das Werkzeug nach der Verweilzeit auf den Sicherheits-Abstand zurückgezogen. Falls Sie einen 2. Sicherheits-Abstand eingegeben haben, fährt die TNC das Werkzeug mit FMAX dorthin
- 4 Auf Sicherheits-Abstand wird die Spindeldrehrichtung erneut umgekehrt



Beachten Sie vor dem Programmieren

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

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

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

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

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



Mit dem Maschinen-Parameter displayDepthErr stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off).

Achtung Kollisionsgefahr!

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



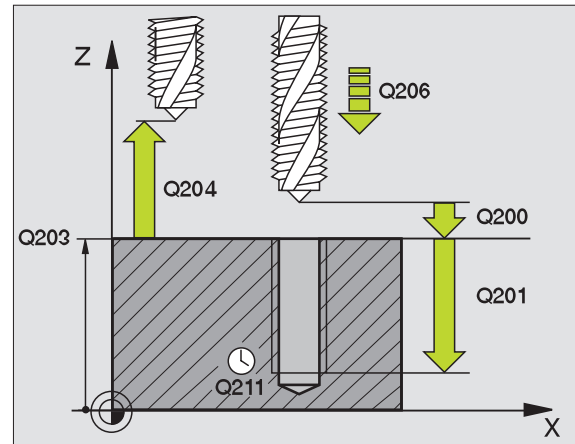
- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze (Startposition) – Werkstück-Oberfläche; Richtwert: 4x Gewindesteigung
- **Bohrtiefe** Q201 (Gewindelänge, inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Gewindeende
- **Vorschub** **F** Q206: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Gewindebohren
- **Verweilzeit unten** Q211: Wert zwischen 0 und 0,5 Sekunden eingeben, um ein Verkeilen des Werkzeugs beim Rückzug zu vermeiden
- **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann

Vorschub ermitteln: $F = S \times p$

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

Freifahren bei Programm-Unterbrechung

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



Beispiel: NC-Sätze

```
25 CYCL DEF 206 GEWINDEBOHREN NEU
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.
Q201=-20 ;TIEFE
Q206=150 ;VORSCHUB TIEFENZ.
Q211=0.25 ;VERWEILZEIT UNTEN
Q203=+25 ;KOOR. OBERFLAECH
Q204=50 ;2. SICHERHEITS-ABST.
```



GEWINDEBOHREN ohne Ausgleichsfutter GS NEU (Zyklus 207)



Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein.

Zyklus nur an Maschinen mit geregelter Spindel verwendbar.

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

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang FMAX auf den eingegebenen Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche
- 2 Das Werkzeug fährt in einem Arbeitsgang auf die Bohrtiefe
- 3 Danach wird die Spindeldrehrichtung umgekehrt und das Werkzeug nach der Verweilzeit auf den Sicherheits-Abstand zurückgezogen. Falls Sie einen 2. Sicherheits-Abstand eingegeben haben, fährt die TNC das Werkzeug mit FMAX dorthin
- 4 Auf Sicherheits-Abstand hält die TNC die Spindel an



Beachten Sie vor dem Programmieren

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

Das Vorzeichen des Parameters Bohrtiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

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

Der Drehknopf für den Vorschub-Override ist nicht aktiv.

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



Mit dem Maschinen-Parameter displayDepthErr stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off).

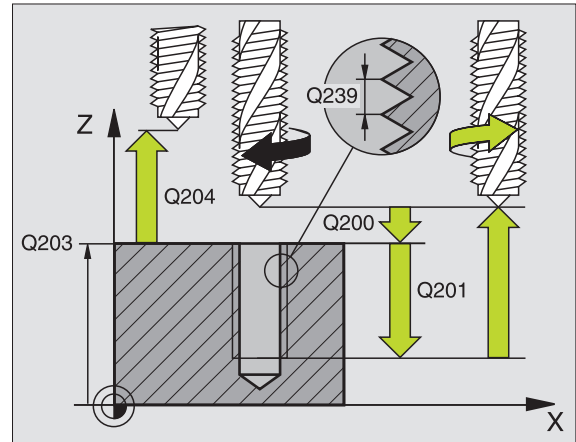
Achtung Kollisionsgefahr!

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

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

Freifahren bei Programm-Unterbrechung

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



Beispiel: NC-Sätze

26 CYCL DEF 207 GEW.-BOHREN GS NEU

Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.

Q201=-20 ;TIEFE

Q239=+1 ;GEWINDESTAIGUNG

Q203=+25 ;KOOR. OBERFLAECHE

Q204=50 ;2. SICHERHEITS-ABST.

GEWINDEBOHREN SPANBRUCH (Zyklus 209)



Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein.

Zyklus nur an Maschinen mit geregelter Spindel verwendbar.

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

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



Beachten Sie vor dem Programmieren

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

Das Vorzeichen des Parameters Gewindetiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

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

Der Drehknopf für den Vorschub-Override ist nicht aktiv.

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



Mit dem Maschinen-Parameter displayDepthErr stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off).

Achtung Kollisionsgefahr!

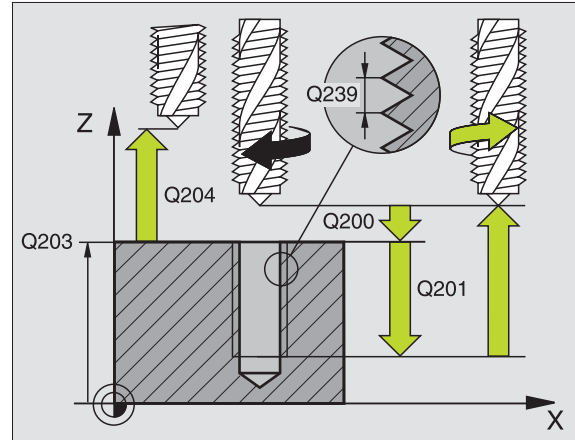
Beachten Sie, dass die TNC bei **positiv eingegebener Tiefe** die Berechnung der Vorposition umkehrt. Das Werkzeug fährt also in der Werkzeug-Achse mit Eilgang auf Sicherheits-Abstand **unter** die Werkstück-Oberfläche!



- ▶ **Sicherheits-Abstand Q200** (inkremental): Abstand Werkzeugspitze (Startposition) – Werkstück-Oberfläche
- ▶ **Gewindetiefe Q201** (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Gewindeende
- ▶ **Gewindesteigung Q239**
Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- oder Linksgewinde fest:
+= Rechtsgewinde
-= Linksgewinde
- ▶ **Koord. Werkstück-Oberfläche Q203** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ **2. Sicherheits-Abstand Q204** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- ▶ **Bohrtiefe bis Spanbruch Q257** (inkremental): Zustellung, nachdem die TNC einen Spanbruch durchführt
- ▶ **Rückzug bei Spanbruch Q256**: Die TNC multipliziert die Steigung Q239 mit dem eingegebenen Wert und fährt das Werkzeug beim Spanbrechen um diesen errechneten Wert zurück. Wenn Sie Q256 = 0 eingeben, dann fährt die TNC zum Entspannen vollständig aus der Bohrung heraus (auf Sicherheits-Abstand)
- ▶ **Winkel für Spindel-Orientierung Q336** (absolut): Winkel, auf den die TNC das Werkzeug vor dem Gewindeschneid-Vorgang positioniert. Dadurch können Sie das Gewinde ggf. nachschneiden

Freifahren bei Programm-Unterbrechung

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



Beispiel: NC-Sätze

26 CYCL DEF 209 GEW.-BOHREN SPANBR.

Q200=2 ; SICHERHEITS-ABST.

Q201=-20 ; TIEFE

Q239=+1 ; GEWINDESTEIFUNG

Q203=+25 ; KOOR. OBERFLAECH

Q204=50 ; 2. SICHERHEITS-ABST.

Q257=5 ; BOHRTIEFE SPANBRUCH

Q256=+25 ; RZ BEI SPANBRUCH

Q336=50 ; WINKEL SPINDEL



Grundlagen zum Gewindefräsen

Voraussetzungen

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

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

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



Kollisionsgefahr!

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

Verhalten bei Werkzeugbruch!

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



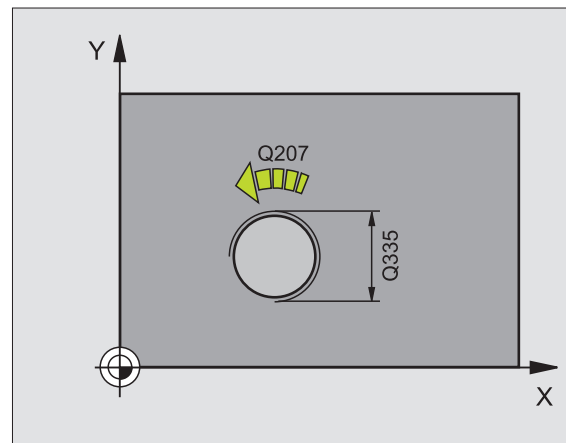
Die TNC bezieht den programmierten Vorschub beim Gewindefräsen auf die Werkzeug-Schneide. Da die TNC aber den Vorschub bezogen auf die Mittelpunktswahlbahn anzeigt, stimmt der angezeigte Wert nicht mit dem programmierten Wert überein.

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



GEWINDEFRAESEN (Zyklus 262)

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



Beachten Sie vor dem Programmieren

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

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

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

Beachten Sie, dass die TNC vor der Anfahrbewegung eine Ausgleichsbewegung in der Werkzeug-Achse durchführt. Die Größe der Ausgleichsbewegung ist von der Gewindesteigung abhängig. Auf ausreichend Platz in der Bohrung achten!



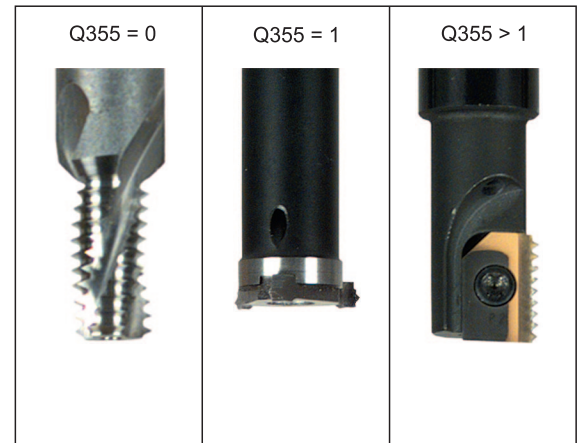
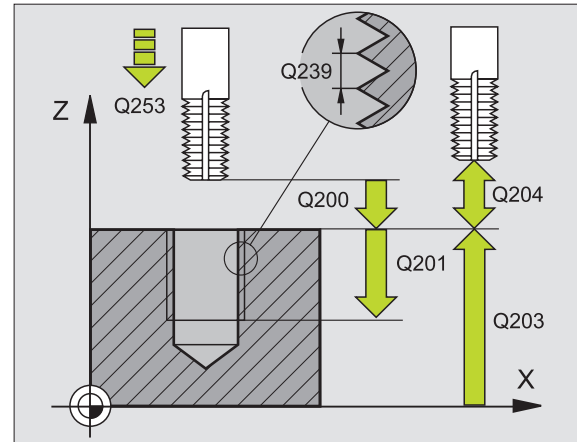
Mit dem Maschinen-Parameter displayDepthErr stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off).

Achtung Kollisionsgefahr!

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



- ▶ **Soll-Durchmesser** Q335: Gewindenennendurchmesser
- ▶ **Gewindesteigung** Q239: Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- oder Linksgewinde fest:
 + = Rechtsgewinde
 - = Linksgewinde
- ▶ **Gewindetiefe** Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewindegrund
- ▶ **Nachsetzen** Q355: Anzahl der Gewindegänge um die das Werkzeug versetzt wird (siehe Bild rechts unten):
 0 = eine 360° Schraubenlinie auf die Gewindetiefe
 1 = kontinuierliche Schraubenlinie auf der gesamten Gewindelänge
 >1 = mehrere Helixbahnen mit An- und Wegfahren, dazwischen versetzt die TNC das Werkzeug um Q355 mal der Steigung
- ▶ **Vorschub Vorpositionieren** Q253: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in das Werkstück bzw. beim Herausfahren aus dem Werkstück in mm/min
- ▶ **Fräsart** Q351: Art der Fräsbearbeitung bei M03
 +1 = Gleichlaufräsen
 -1 = Gegenlaufräsen
- ▶ **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche
- ▶ **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- ▶ **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min



Beispiel: NC-Sätze

```

25 CYCL DEF 262 GEWINDEFRAESEN
  Q335=10 ;SOLL-DURCHMESSER
  Q239=+1.5 ;STEIGUNG
  Q201=-20 ;GEWINDETIEFE
  Q355=0 ;NACHSETZEN
  Q253=750 ;VORSCHUB VORPOS.
  Q351=+1 ;FRAESART
  Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.
  Q203=+30 ;KOOR. OBERFLAECHE
  Q204=50 ;2. SICHERHEITS-ABST.
  Q207=500 ;VORSCHUB FRAESEN
  
```



SENKGEWINDEFRAESEN (Zyklus 263)

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

Senken

- 2 Das Werkzeug fährt im Vorschub Vorpositionieren auf Senktiefe minus Sicherheitsabstand und anschließend im Vorschub Senken auf die Senktiefe
- 3 Falls ein Sicherheits-Abstand Seite eingegeben wurde, positioniert die TNC das Werkzeug gleich im Vorschub Vorpositionieren auf die Senktiefe
- 4 Anschließend fährt die TNC je nach Platzverhältnissen aus der Mitte heraus oder mit seitlichem Vorpositionieren den Kerndurchmesser weich an und führt eine Kreisbewegung aus

Stirnseitig Senken

- 5 Das Werkzeug fährt im Vorschub Vorpositionieren auf die Senktiefe Stirnseitig
- 6 Die TNC positioniert das Werkzeug unkorrigiert aus der Mitte über einen Halbkreis auf den Versatz Stirnseitig und führt eine Kreisbewegung im Vorschub Senken aus
- 7 Anschließend fährt die TNC das Werkzeug wieder auf einem Halbkreis in die Bohrungsmitte

Gewindefräsen

- 8 Die TNC fährt das Werkzeug mit dem programmierten Vorschub Vorpositionieren auf die Startebene für das Gewinde, die sich aus dem Vorzeichen der Gewindesteigung und der Fräsart ergibt
- 9 Anschließend fährt das Werkzeug tangential in einer Helix-Bewegung an den Gewindenenddurchmesser und fräst mit einer 360°-Schraubenlinienbewegung das Gewinde
- 10 Danach fährt das Werkzeug tangential von der Kontur zurück zum Startpunkt in der Bearbeitungsebene

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



Beachten Sie vor dem Programmieren

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

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

1. Gewindetiefe
2. Senktiefe
3. Tiefe Stirnseitig

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

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

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



Mit dem Maschinen-Parameter displayDepthErr stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off).

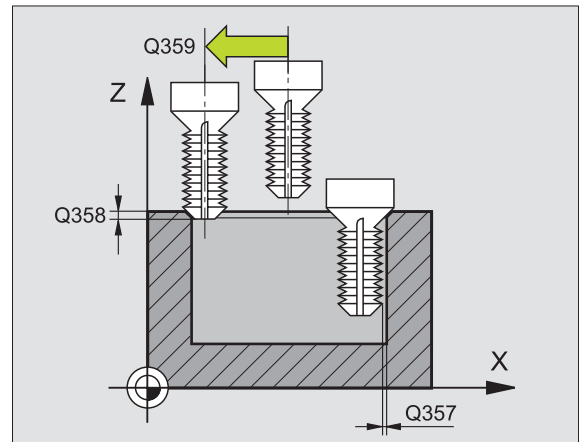
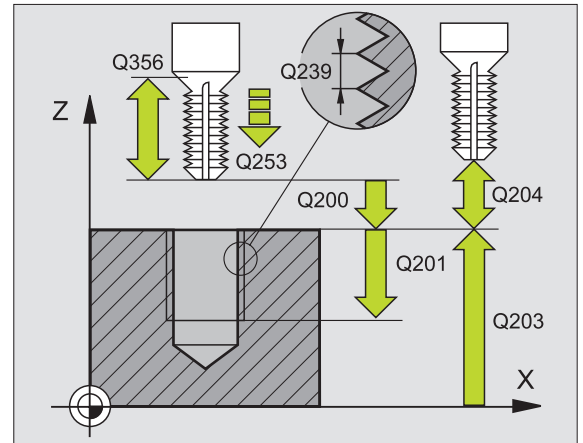
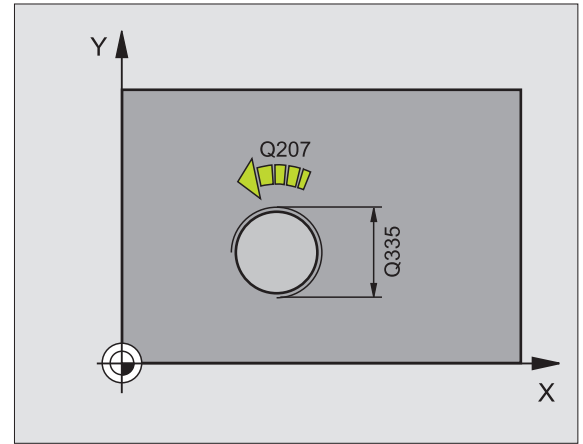
Achtung Kollisionsgefahr!

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





- ▶ **Soll-Durchmesser** Q335: Gewindenennendurchmesser
- ▶ **Gewindesteigung** Q239: Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- oder Linksgewinde fest:
 + = Rechtsgewinde
 - = Linksgewinde
- ▶ **Gewindetiefe** Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewindegrund
- ▶ **Senktiefe** Q356: (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Werkzeugspitze
- ▶ **Vorschub Vorpositionieren** Q253: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in das Werkstück bzw. beim Herausfahren aus dem Werkstück in mm/min
- ▶ **Fräsart** Q351: Art der Fräsbearbeitung bei M03
 +1 = Gleichlaufräsen
 -1 = Gegenlaufräsen
- ▶ **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche
- ▶ **Sicherheits-Abstand Seite** Q357 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugschneide und Bohrungswand
- ▶ **Tiefe Stirnseitig** Q358 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Werkzeugspitze beim stirnseitigen Senkvorgang
- ▶ **Versatz Senken Stirnseite** Q359 (inkremental): Abstand um den die TNC die Werkzeugmitte aus der Bohrungsmitte versetzt



- **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- **Vorschub Senken** Q254: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Senken in mm/min
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min

Beispiel: NC-Sätze

25	CYCL DEF 263	SENGEWINDEFRAESEN
Q335=10		;SOLL-DURCHMESSER
Q239=+1.5		;STEIGUNG
Q201=-16		;GEWINDETIEFE
Q356=-20		;SENKTIEFE
Q253=750		;VORSCHUB VORPOS.
Q351=+1		;FRAESART
Q200=2		;SICHERHEITS-ABST.
Q357=0.2		;SI.-ABST. SEITE
Q358=+0		;TIEFE STIRNSEITIG
Q359=+0		;VERSATZ STIRNSEITIG
Q203=+30		;KOOR. OBERFLAECH
Q204=50		;2. SICHERHEITS-ABST.
Q254=150		;VORSCHUB SENKEN
Q207=500		;VORSCHUB FRAESEN



BOHRGEWINDEFRAESEN (Zyklus 264)

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

Bohren

- 2 Das Werkzeug bohrt mit dem eingegebenen Vorschub Tiefenzustellung bis zur ersten Zustell-Tiefe
- 3 Falls Spanbruch eingegeben, fährt die TNC das Werkzeug um den eingegebenen Rückzugswert zurück. Wenn Sie ohne Spanbruch arbeiten, dann fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheits-Abstand zurück und anschließend wieder mit FMAX bis auf den eingegebenen Vorhalteabstand über die erste Zustell-Tiefe
- 4 Anschließend bohrt das Werkzeug mit Vorschub um eine weitere Zustell-Tiefe
- 5 Die TNC wiederholt diesen Ablauf (2-4), bis die Bohrtiefe erreicht ist

Stirnseitig Senken

- 6 Das Werkzeug fährt im Vorschub Vorpositionieren auf die Senktiefe Stirnseitig
- 7 Die TNC positioniert das Werkzeug unkorrigiert aus der Mitte über einen Halbkreis auf den Versatz Stirnseitig und führt eine Kreisbewegung im Vorschub Senken aus
- 8 Anschließend fährt die TNC das Werkzeug wieder auf einem Halbkreis in die Bohrungsmitte

Gewindefräsen

- 9 Die TNC fährt das Werkzeug mit dem programmierten Vorschub Vorpositionieren auf die Startebene für das Gewinde, die sich aus dem Vorzeichen der Gewindesteigung und der Fräsart ergibt
- 10 Anschließend fährt das Werkzeug tangential in einer Helix-Bewegung an den Gewindenenddurchmesser und fräst mit einer 360°-Schraubenliniebewegung das Gewinde
- 11 Danach fährt das Werkzeug tangential von der Kontur zurück zum Startpunkt in der Bearbeitungsebene

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



Beachten Sie vor dem Programmieren

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

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

1. Gewindetiefe
2. Bohrtiefe
3. Tiefe Stirnseitig

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

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



Mit dem Maschinen-Parameter displayDepthErr stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off).

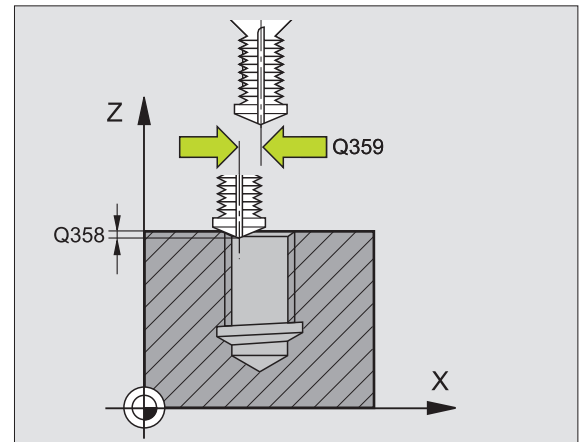
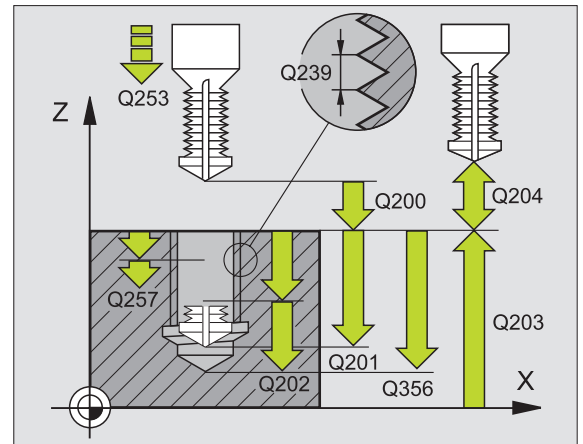
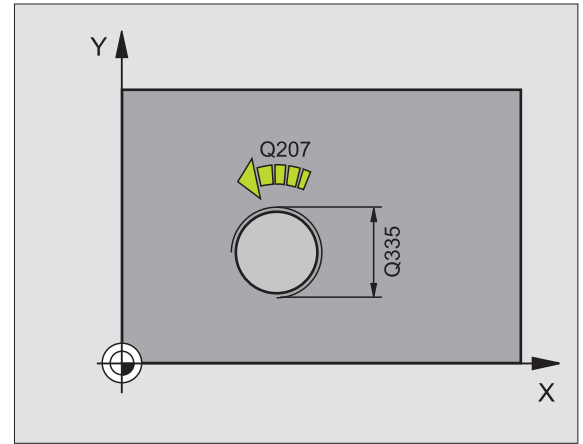
Achtung Kollisionsgefahr!

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





- ▶ **Soll-Durchmesser** Q335: Gewindenennendurchmesser
- ▶ **Gewindesteigung** Q239: Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- oder Linksgewinde fest:
 + = Rechtsgewinde
 - = Linksgewinde
- ▶ **Gewindetiefe** Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewindegrund
- ▶ **Bohrtiefe** Q356: (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Bohrungsgrund
- ▶ **Vorschub Vorpositionieren** Q253: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in das Werkstück bzw. beim Herausfahren aus dem Werkstück in mm/min
- ▶ **Fräsart** Q351: Art der Fräsbearbeitung bei M03
 +1 = Gleichlaufräsen
 -1 = Gegenlaufräsen
- ▶ **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Die Tiefe muss kein Vielfaches der Zustell-Tiefe sein. Die TNC fährt in einem Arbeitsgang auf die Tiefe wenn:
 - Zustell-Tiefe und Tiefe gleich sind
 - die Zustell-Tiefe größer als die Tiefe ist
- ▶ **Vorhalteabstand oben** Q258 (inkremental): Sicherheits-Abstand für Eilgang-Positionierung, wenn die TNC das Werkzeug nach einem Rückzug aus der Bohrung wieder auf die aktuelle Zustell-Tiefe fährt
- ▶ **Bohrtiefe bis Spanbruch** Q257 (inkremental): Zustellung, nachdem die TNC einen Spanbruch durchführt. Kein Spanbruch, wenn 0 eingegeben
- ▶ **Rückzug bei Spanbruch** Q256 (inkremental): Wert, um die die TNC das Werkzeug beim Spanbrechen zurückfährt
- ▶ **Tiefe Stirnseitig** Q358 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Werkzeugspitze beim stirnseitigen Senkvorgang
- ▶ **Versatz Senken Stirnseite** Q359 (inkremental): Abstand um den die TNC die Werkzeugmitte aus der Bohrungsmitte versetzt



- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche
- **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrengeschwindigkeit des Werkzeugs beim Bohren in mm/min
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrengeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min

Beispiel: NC-Sätze

25 CYCL DEF 264 BOHRGEWINDEFRAESEN	
Q335=10	;SOLL-DURCHMESSER
Q239=+1.5	;STEIGUNG
Q201=-16	;GEWINDETIEFE
Q356=-20	;BOHRTIEFE
Q253=750	;VORSCHUB VORPOS.
Q351=+1	;FRAESART
Q202=5	;ZUSTELL-TIEFE
Q258=0.2	;VORHALTEABSTAND
Q257=5	;BOHRTIEFE SPANBRUCH
Q256=0.2	;RZ BEI SPANBRUCH
Q358=+0	;TIEFE STIRNSEITIG
Q359=+0	;VERSATZ STIRNSEITIG
Q200=2	;SICHERHEITS-ABST.
Q203=+30	;KOOR. OBERFLAECHE
Q204=50	;2. SICHERHEITS-ABST.
Q206=150	;VORSCHUB TIEFENZ.
Q207=500	;VORSCHUB FRAESEN



HELIX- BOHRGEWINDEFRAESEN (Zyklus 265)

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

Stirnseitig Senken

- 2 Beim Senken vor der Gewindebearbeitung fährt das Werkzeug im Vorschub Senken auf die Senktiefe Stirnseitig. Beim Senkvorgang nach der Gewindebearbeitung fährt die TNC das Werkzeug auf die Senktiefe im Vorschub Vorpositionieren
- 3 Die TNC positioniert das Werkzeug unkorrigiert aus der Mitte über einen Halbkreis auf den Versatz Stirnseitig und führt eine Kreisbewegung im Vorschub Senken aus
- 4 Anschließend fährt die TNC das Werkzeug wieder auf einem Halbkreis in die Bohrungsmitte

Gewindefräsen

- 5 Die TNC fährt das Werkzeug mit dem programmierten Vorschub Vorpositionieren auf die Startebene für das Gewinde
- 6 Anschließend fährt das Werkzeug tangential in einer Helix-Bewegung an den Gewindenenddurchmesser
- 7 Die TNC fährt das Werkzeug auf einer kontinuierlichen Schraubenlinie nach unten, bis die Gewindetiefe erreicht ist
- 8 Danach fährt das Werkzeug tangential von der Kontur zurück zum Startpunkt in der Bearbeitungsebene
- 9 Am Ende des Zyklus fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheits-Abstand oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand



Beachten Sie vor dem Programmieren

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

Die Vorzeichen der Zyklenparameter Gewindetiefe oder Tiefe Stirnseitig legen die Arbeitsrichtung fest. Die Arbeitsrichtung wird nach folgender Reihenfolge entschieden:

1. Gewindetiefe
2. Tiefe Stirnseitig

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

Wenn Sie die Gewindetiefe verändern, ändert die TNC automatisch den Startpunkt für die Helix-Bewegung.

Die Fräsort (Gegen-/Gleichlauf) ist durch das Gewinde (Rechts-/Linksgewinde) und die Drehrichtung des Werkzeugs bestimmt, da nur die Arbeitsrichtung von der Werkstückoberfläche ins Teil hinein möglich ist.



Mit dem Maschinen-Parameter displayDepthErr stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off).

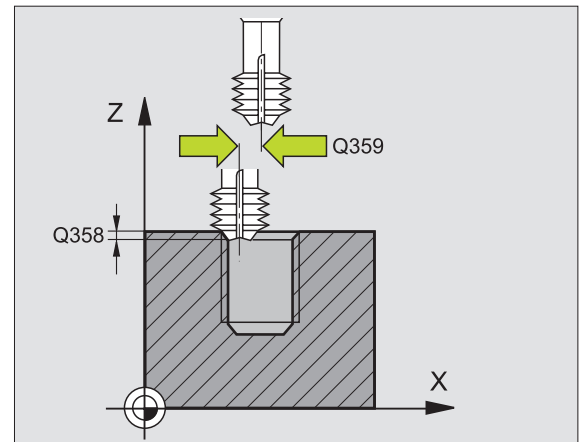
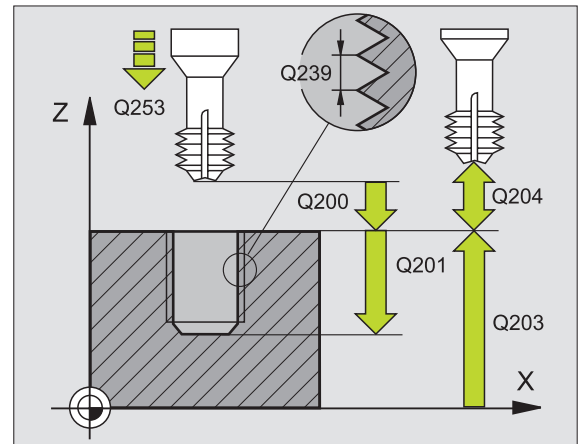
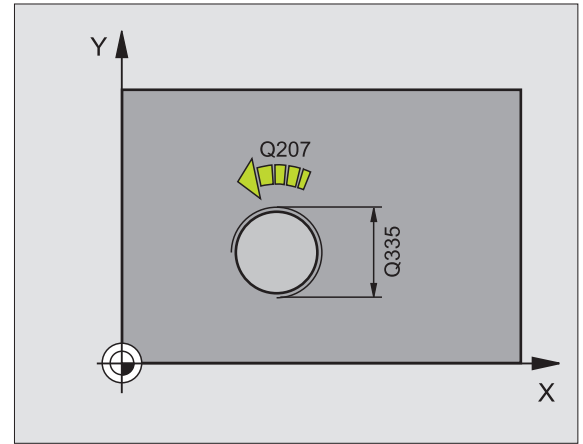
Achtung Kollisionsgefahr!

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





- ▶ **Soll-Durchmesser** Q335: Gewindenennendurchmesser
- ▶ **Gewindesteigung** Q239: Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- oder Linksgewinde fest:
 + = Rechtsgewinde
 - = Linksgewinde
- ▶ **Gewindetiefe** Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewindegrund
- ▶ **Vorschub Vorpositionieren** Q253: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in das Werkstück bzw. beim Herausfahren aus dem Werkstück in mm/min
- ▶ **Tiefe Stirnseitig** Q358 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Werkzeugspitze beim stirnseitigen Senkvorgang
- ▶ **Versatz Senken Stirnseite** Q359 (inkremental): Abstand um den die TNC die Werkzeugmitte aus der Bohrungsmitte versetzt
- ▶ **Senkvorgang** Q360: Ausführung der Fase
 0 = vor der Gewindebearbeitung
 1 = nach der Gewindebearbeitung
- ▶ **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche



- **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- **Vorschub Senken** Q254: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Senken in mm/min
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min

Beispiel: NC-Sätze

25 CYCL DEF 265 HELIX-BOHRGEWINDEF.
Q335=10 ;SOLL-DURCHMESSER
Q239=+1.5 ;STEIGUNG
Q201=-16 ;GEWINDETIEFE
Q253=750 ;VORSCHUB VORPOS.
Q358=+0 ;TIEFE STIRNSEITIG
Q359=+0 ;VERSATZ STIRNSEITIG
Q360=0 ;SENKVORGANG
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.
Q203=+30 ;KOOR. OBERFLAECH
Q204=50 ;2. SICHERHEITS-ABST.
Q254=150 ;VORSCHUB SENKEN
Q207=500 ;VORSCHUB FRAESEN



AUSSENGEWINDE-FRAESEN (Zyklus 267)

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

Stirnseitig Senken

- 2 Die TNC fährt den Startpunkt für das stirnseitige Senken ausgehend von der Zapfenmitte auf der Hauptachse der Bearbeitungsebene an. Die Lage des Startpunktes ergibt sich aus Gewinderradius, Werkzeugradius und Steigung
- 3 Das Werkzeug fährt im Vorschub Vorpositionieren auf die Senktiefe Stirnseitig
- 4 Die TNC positioniert das Werkzeug unkorrigiert aus der Mitte über einen Halbkreis auf den Versatz Stirnseitig und führt eine Kreisbewegung im Vorschub Senken aus
- 5 Anschließend fährt die TNC das Werkzeug wieder auf einem Halbkreis auf den Startpunkt

Gewindefräsen

- 6 Die TNC positioniert das Werkzeug auf den Startpunkt falls vorher nicht stirnseitig gesenkt wurde. Startpunkt Gewindefräsen = Startpunkt Stirnseitig Senken
- 7 Das Werkzeug fährt mit dem programmierten Vorschub Vorpositionieren auf die Startebene, die sich aus dem Vorzeichen der Gewindesteigung, der Fräsort und der Anzahl der Gänge zum Nachsetzen ergibt
- 8 Anschließend fährt das Werkzeug tangential in einer Helix-Bewegung an den Gewindenennendurchmesser
- 9 Abhängig vom Parameter Nachsetzen fräst das Werkzeug das Gewinde in einer, in mehreren versetzten oder in einer kontinuierlichen Schraubenlinienbewegung
- 10 Danach fährt das Werkzeug tangential von der Kontur zurück zum Startpunkt in der Bearbeitungsebene

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



Beachten Sie vor dem Programmieren

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

Der erforderliche Versatz für das Senken Stirnseite sollte vorab ermittelt werden. Sie müssen den Wert von Zapfenmitte bis Werkzeugmitte (unkorrigierter Wert) angeben.

Die Vorzeichen der Zyklenparameter Gewindetiefe bzw. Tiefe Stirnseitig legen die Arbeitsrichtung fest. Die Arbeitsrichtung wird nach folgender Reihenfolge entschieden:

1. Gewindetiefe
2. Tiefe Stirnseitig

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

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Gewindetiefe legt die Arbeitsrichtung fest.



Mit dem Maschinen-Parameter displayDepthErr stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off).

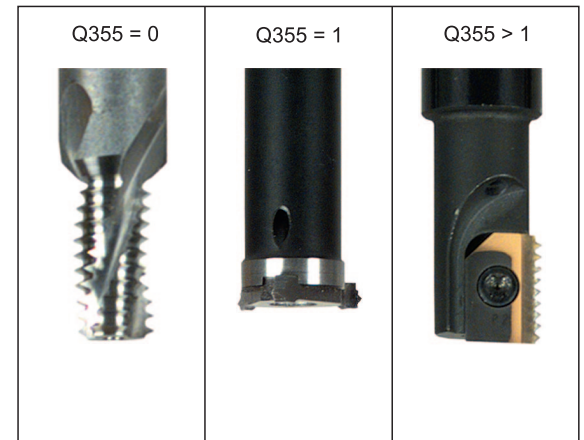
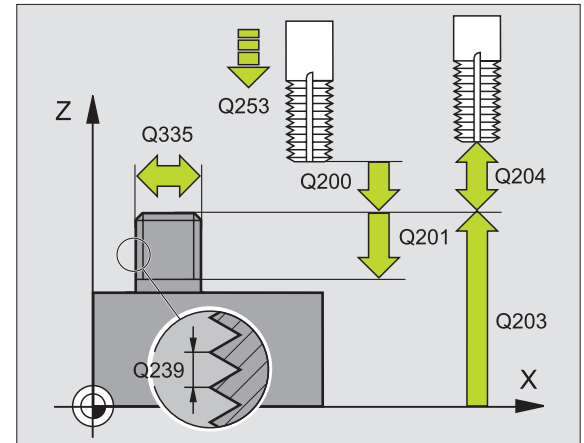
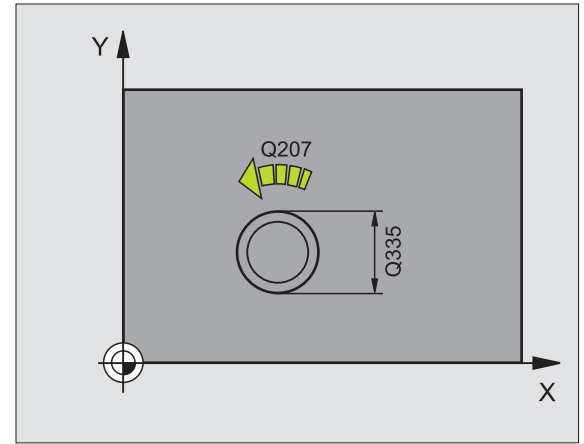
Achtung Kollisionsgefahr!

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





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



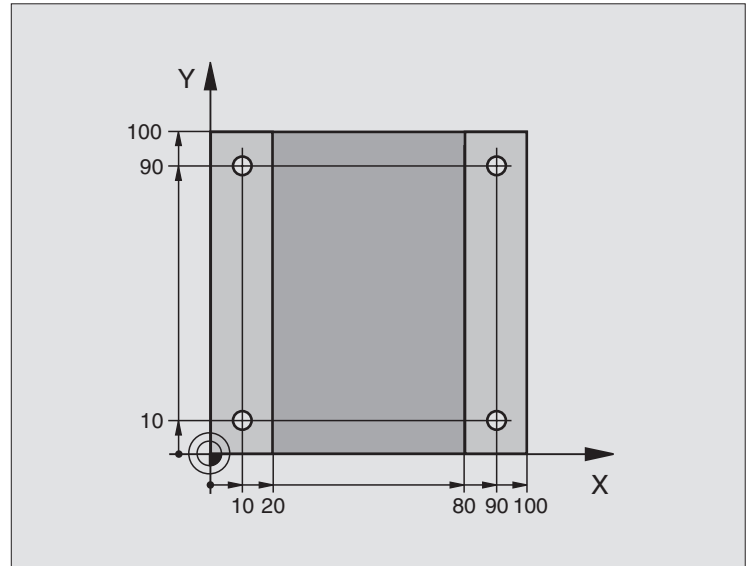
- ▶ **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche
- ▶ **Tiefe Stirnseitig** Q358 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Werkzeugspitze beim stirnseitigen Senkvorgang
- ▶ **Versatz Senken Stirnseite** Q359 (inkremental): Abstand um den die TNC die Werkzeugmitte aus der Zapfenmitte versetzt
- ▶ **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- ▶ **Vorschub Senken** Q254: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Senken in mm/min
- ▶ **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min

Beispiel: NC-Sätze

25 CYCL DEF 267 AUSSENGEWINDE FR.	
Q335=10	;SOLL-DURCHMESSER
Q239=+1.5	;STEIGUNG
Q201=-20	;GEWINDETIEFE
Q355=0	;NACHSETZEN
Q253=750	;VORSCHUB VORPOS.
Q351=+1	;FRAESART
Q200=2	;SICHERHEITS-ABST.
Q358=+0	;TIEFE STIRNSEITIG
Q359=+0	;VERSATZ STIRNSEITIG
Q203=+30	;K00R. OBERFLAECH
Q204=50	;2. SICHERHEITS-ABST.
Q254=150	;VORSCHUB SENKEN
Q207=500	;VORSCHUB FRAESEN



Beispiel: Bohrzyklen



0 BEGIN PGM C200 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+3	Werkzeug-Definition
4 TOOL CALL 1 Z S4500	Werkzeug-Aufruf
5 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
6 CYCL DEF 200 BOHREN	Zyklus-Definition
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-15 ;TIEFE	
Q206=250 ;F TIEFENZUST.	
Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q210=0 ;F.-ZEIT OBEN	
Q203=-10 ;K00R. OBERFL.	
Q204=20 ;2. S.-ABSTAND	
Q211=0.2 ;VERWEILZEIT UNTEN	

7 L X+10 Y+10 R0 FMAX M3	Bohrung 1 anfahren, Spindel einschalten
8 CYCL CALL	Zyklus-Aufruf
9 L Y+90 R0 FMAX M99	Bohrung 2 anfahren, Zyklus-Aufruf
10 L X+90 R0 FMAX M99	Bohrung 3 anfahren, Zyklus-Aufruf
11 L Y+10 R0 FMAX M99	Bohrung 4 anfahren, Zyklus-Aufruf
12 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
13 END PGM C200 MM	



8.3 Zyklen zum Fräsen von Taschen, Zapfen und Nuten

Übersicht

Zyklus	Softkey
4 TASCHENFRAESEN (rechteckförmig) Schrupp-Zyklus ohne automatische Vorpositionierung	
212 TASCHE SCHLICHTEN (rechteckförmig) Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand	
213 ZAPFEN SCHLICHTEN (rechteckförmig) Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand	
5 KREISTASCHE Schrupp-Zyklus ohne automatische Vorpositionierung	
214 KREISTASCHE SCHLICHTEN Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand	
215 KREISZAPFEN SCHLICHTEN Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand	
210 NUT PENDELND Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpositionierung, pendelnder Eintauchbewegung	
211 RUNDE NUT Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit automatischer Vorpositionierung, pendelnder Eintauchbewegung	

TASCHENFRAESEN (Zyklus 4)

Die Zyklen 1, 2, 3, 4, 5, 17, 18 befinden sich in der Zyklen-Gruppe Sonder-Zyklen. Wählen Sie hier, in der zweiten Softkey-Leiste, den Softkey OLD CYCLS.

- 1 Das Werkzeug sticht an der Startposition (Taschenmitte) in das Werkstück ein und fährt auf die erste Zustell-Tiefe
- 2 Anschließend fährt das Werkzeug zunächst in die positive Richtung der längeren Seite – bei quadratischen Taschen in die positive Y-Richtung – und räumt dann die Tasche von innen nach außen aus
- 3 Dieser Vorgang wiederholt sich (1 bis 2), bis die Tiefe erreicht ist
- 4 Am Ende des Zyklus fährt die TNC das Werkzeug auf die Startposition zurück



Beachten Sie vor dem Programmieren

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

Vorpositionieren über Taschenmitte mit Radiuskorrektur R0.

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

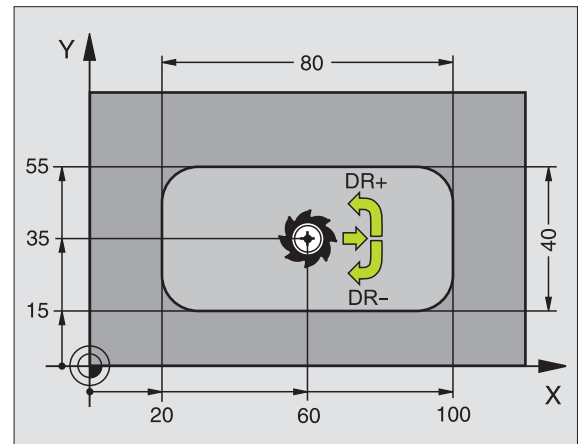
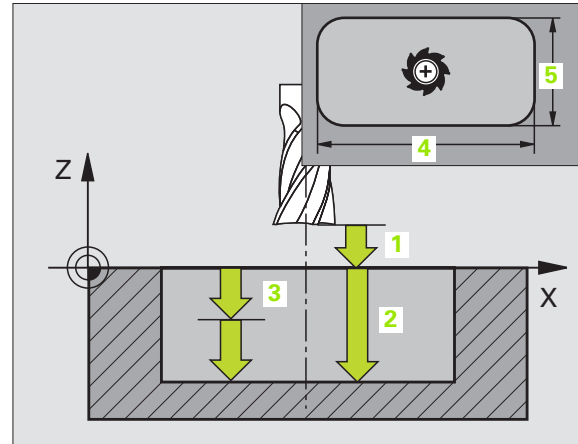
Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den Zyklus nicht aus.

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



Mit dem Maschinen-Parameter displayDepthErr stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off).

Achtung Kollisionsgefahr!



Beispiel: NC-Sätze

```

11 L Z+100 R0 FMAX
12 CYCL DEF 4.0 TASCHENFRAESEN
13 CYCL DEF 2.1 ABST 2
14 CYCL DEF 4.2 TIEFE -10
15 CYCL DEF 4.3 ZUSTLG 4 F80
16 CYCL DEF 4.4 X80
17 CYCL DEF 4.5 Y40
18 CYCL DEF 4.6 F100 DR+ RADIUS 10
19 L X+60 Y+35 FMAX M3
20 L Z+2 FMAX M99

```





- ▶ **Sicherheits-Abstand 1** (inkremental): Abstand Werkzeugschneide (Startposition) – Werkstück-Oberfläche
- ▶ **Tiefe 2** (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Taschengrund
- ▶ **Zustell-Tiefe 3** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Die TNC fährt in einem Arbeitsgang auf die Tiefe wenn:
 - Zustell-Tiefe und Tiefe gleich sind
 - die Zustell-Tiefe größer als die Tiefe ist
- ▶ **Vorschub Tiefenzustellung**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Einstechen
- ▶ **1. Seiten-Länge 4**: Länge der Tasche, parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ **2. Seiten-Länge 5**: Breite der Tasche
- ▶ Vorschub F: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs in der Bearbeitungsebene
- ▶ **Drehung im Uhrzeigersinn**
 DR +: Gleichlauf-Fräsen bei M3
 DR -: Gegenlauf-Fräsen bei M3
- ▶ **Rundungs-Radius**: Radius für die Taschenecken.
 Für Radius = 0 ist der Rundungs-Radius gleich dem Werkzeug-Radius

Berechnungen:

Seitliche Zustellung $k = K \times R$

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

R: Radius des Fräasers

TASCHE SCHLICHTEN (Zyklus 212)

- 1 Die TNC führt das Werkzeug automatisch in der Spindelachse auf den Sicherheits-Abstand, oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand und anschließend in die Taschenmitte
- 2 Von der Taschenmitte aus fährt das Werkzeug in der Bearbeitungsebene auf den Startpunkt der Bearbeitung. Die TNC berücksichtigt für die Berechnung des Startpunkts das Aufmaß und den Werkzeug-Radius. Ggf. sticht die TNC in der Taschenmitte ein
- 3 Falls das Werkzeug auf dem 2. Sicherheits-Abstand steht, fährt die TNC im Eilgang FMAX auf den Sicherheits-Abstand und von dort mit dem Vorschub Tiefenzustellung auf die erste Zustell-Tiefe
- 4 Anschließend fährt das Werkzeug tangential an die Fertigteilkontur und fräst im Gleichlauf einen Umlauf
- 5 Danach fährt das Werkzeug tangential von der Kontur weg zurück zum Startpunkt in der Bearbeitungsebene
- 6 Dieser Vorgang (3 bis 5) wiederholt sich, bis die programmierte Tiefe erreicht ist
- 7 Am Ende des Zyklus fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheits-Abstand oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand und anschließend in die Mitte der Tasche (Endposition = Startposition)



Beachten Sie vor dem Programmieren

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

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

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

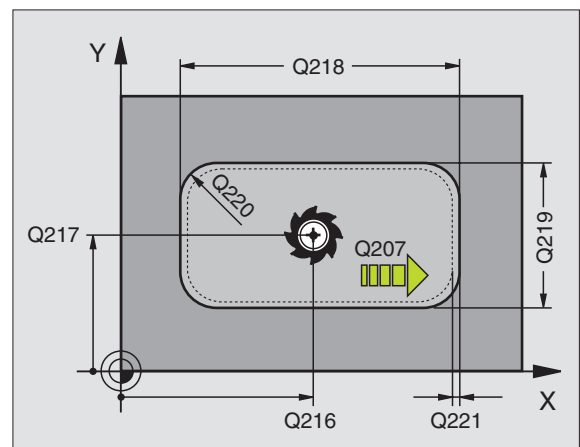
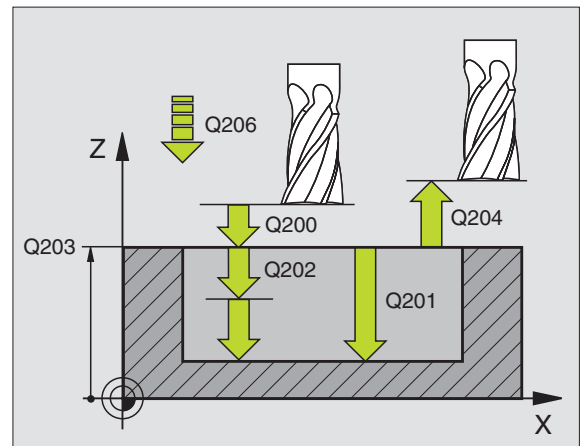
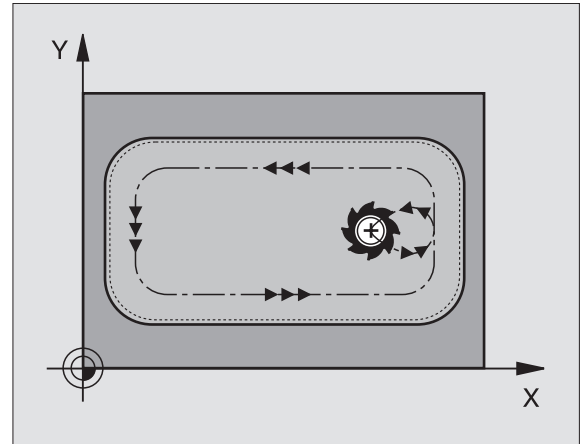
Mindestgröße der Tasche: dreifacher Werkzeug-Radius.



Mit dem Maschinen-Parameter displayDepthErr stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off).

Achtung Kollisionsgefahr!

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





- ▶ **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche
- ▶ **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Taschengrund
- ▶ **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Wenn Sie ins Material eintauchen, dann kleineren Wert eingeben als in Q207 definiert
- ▶ **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird; Wert größer 0 eingeben
- ▶ **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- ▶ **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- ▶ **Mitte 1. Achse** Q216 (absolut): Mitte der Tasche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ **Mitte 2. Achse** Q217 (absolut): Mitte der Tasche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ **1. Seiten-Länge** Q218 (inkremental): Länge der Tasche, parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ **2. Seiten-Länge** Q219 (inkremental): Länge der Tasche, parallel zur Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ **Eckenradius** Q220: Radius der Taschenecke. Wenn nicht eingegeben, setzt die TNC den Eckenradius gleich dem Werkzeug-Radius
- ▶ **Aufmaß 1. Achse** Q221 (inkremental): Aufmaß zur Berechnung der Vorposition in der Hauptachse der Bearbeitungsebene, bezogen auf die Länge der Tasche

Beispiel: NC-Sätze

354	CYCL DEF 212	TASCHE SCHLICHTEN
Q200=2	; SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-20	; TIEFE	
Q206=150	; VORSCHUB TIEFENZ.	
Q202=5	; ZUSTELL-TIEFE	
Q207=500	; VORSCHUB FRAESEN	
Q203=+30	; KOOR. OBERFLAECHE	
Q204=50	; 2. SICHERHEITS-ABST.	
Q216=+50	; MITTE 1. ACHSE	
Q217=+50	; MITTE 2. ACHSE	
Q218=80	; 1. SEITEN-LAENGE	
Q219=60	; 2. SEITEN-LAENGE	
Q220=5	; ECKENRADIUS	
Q221=0	; AUFMASS	



ZAPFEN SCHLICHTEN (Zyklus 213)

- 1 Die TNC führt das Werkzeug in der Spindelachse auf den Sicherheits-Abstand, oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand und anschließend in die Zapfenmitte
- 2 Von der Zapfenmitte aus fährt das Werkzeug in der Bearbeitungsebene auf den Startpunkt der Bearbeitung. Der Startpunkt liegt den ca 3,5-fachen Werkzeug-Radius rechts vom Zapfen
- 3 Falls das Werkzeug auf dem 2. Sicherheits-Abstand steht, fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang FMAX auf den Sicherheits-Abstand und von dort mit dem Vorschub Tiefenzustellung auf die erste Zustell-Tiefe
- 4 Anschließend fährt das Werkzeug tangential an die Fertigteilkontur und fräst im Gleichlauf einen Umlauf
- 5 Danach fährt das Werkzeug tangential von der Kontur weg zurück zum Startpunkt in der Bearbeitungsebene
- 6 Dieser Vorgang (3 bis 5) wiederholt sich, bis die programmierte Tiefe erreicht ist
- 7 Am Ende des Zyklus fährt die TNC das Werkzeug mit FMAX auf den Sicherheits-Abstand oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand und anschließend in die Mitte des Zapfens (Endposition = Startposition)



Beachten Sie vor dem Programmieren

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

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

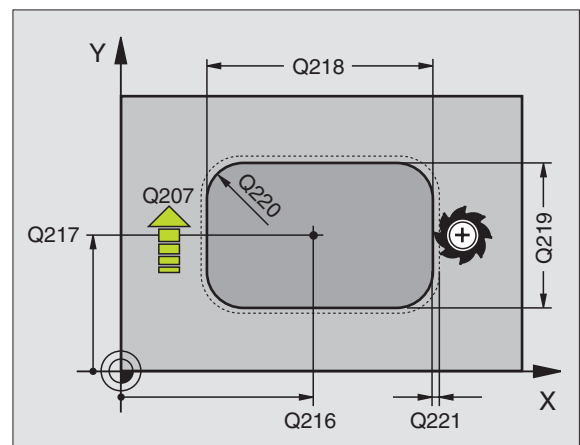
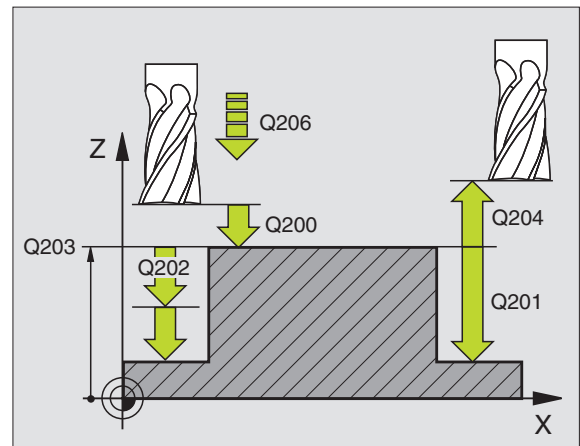
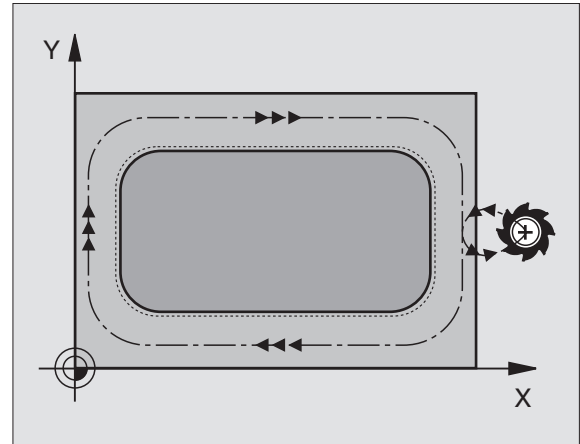
Wenn Sie den Zapfen aus dem Vollen heraus umfräsen wollen, dann verwenden Sie einen Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn (DIN 844). Geben Sie dann für den Vorschub Tiefenzustellung einen kleinen Wert ein.



Mit dem Maschinen-Parameter displayDepthErr stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off).

Achtung Kollisionsgefahr!

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





- ▶ **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche
- ▶ **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Zapfengrund
- ▶ **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Wenn Sie ins Material eintauchen, dann kleinen Wert eingeben, wenn Sie im Freien eintauchen, höheren Wert eingeben
- ▶ **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Wert größer 0 eingeben
- ▶ **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- ▶ **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- ▶ **Mitte 1. Achse** Q216 (absolut): Mitte des Zapfens in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ **Mitte 2. Achse** Q217 (absolut): Mitte des Zapfens in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ **1. Seiten-Länge** Q218 (inkremental): Länge des Zapfens parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ **2. Seiten-Länge** Q219 (inkremental): Länge des Zapfens parallel zur Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ **Eckenradius** Q220: Radius der Zapfenecke
- ▶ **Aufmaß 1. Achse** Q221 (inkremental): Aufmaß zur Berechnung der Vorposition in der Hauptachse der Bearbeitungsebene, bezogen auf die Länge des Zapfens

Beispiel: NC-Sätze

35 CYCL DEF 213 ZAPFEN SCHLICHTEN	
Q200=2	; SICHERHEITS-ABST.
Q291=-20	; TIEFE
Q206=150	; VORSCHUB TIEFENZ.
Q202=5	; ZUSTELL-TIEFE
Q207=500	; VORSCHUB FRAESEN
Q203=+30	; KOOR. OBERFLAECHE
Q294=50	; 2. SICHERHEITS-ABST.
Q216=+50	; MITTE 1. ACHSE
Q217=+50	; MITTE 2. ACHSE
Q218=80	; 1. SEITEN-LAENGE
Q219=60	; 2. SEITEN-LAENGE
Q220=5	; ECKENRADIUS
Q221=0	; AUFMASS



KREISTASCHE (Zyklus 5)

Die Zyklen 1, 2, 3, 4, 5, 17, 18 befinden sich in der Zyklen-Gruppe Sonder-Zyklen. Wählen Sie hier, in der zweiten Softkey-Leiste, den Softkey OLD CYCLS.

- 1 Das Werkzeug sticht an der Startposition (Taschenmitte) in das Werkstück ein und fährt auf die erste Zustell-Tiefe
- 2 Anschließend beschreibt das Werkzeug mit dem Vorschub F die im Bild rechts gezeigte spiralförmige Bahn; zur seitlichen Zustellung k, siehe „TASCHENFRAESEN (Zyklus 4)“, Seite 233
- 3 Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die Tiefe erreicht ist
- 4 Am Ende fährt die TNC das Werkzeug auf die Startposition zurück



Beachten Sie vor dem Programmieren

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

Vorpositionieren über Taschenmitte mit Radiuskorrektur R0.

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

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

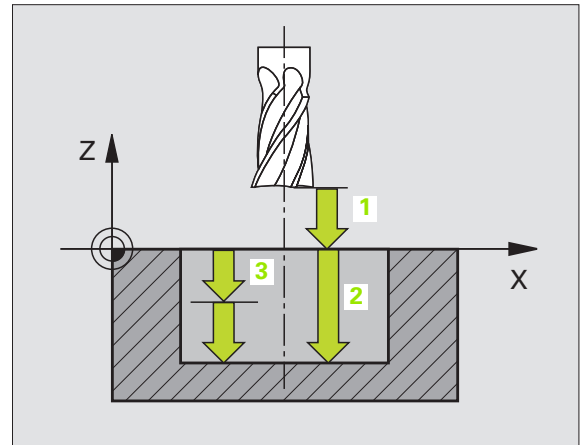
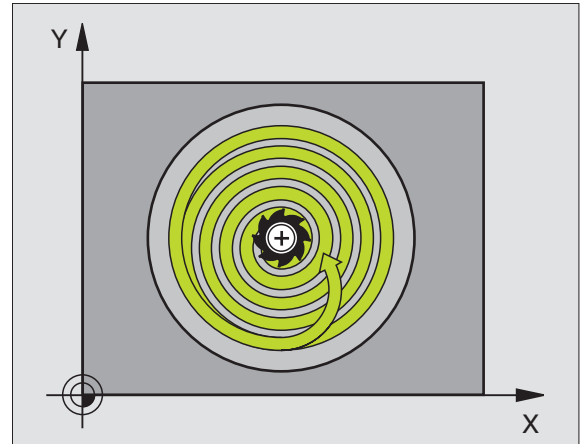


Mit dem Maschinen-Parameter displayDepthErr stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off).

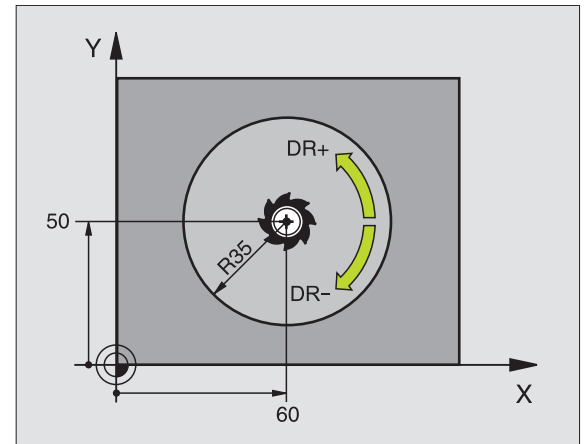
Achtung Kollisionsgefahr!



- **Sicherheits-Abstand 1** (inkremental): Abstand Werkzeugspitze (Startposition) – Werkstück-Oberfläche
- **Frästiefe 2**: Abstand Werkstück-Oberfläche – Taschengrund
- **Zustell-Tiefe 3** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Die TNC fährt in einem Arbeitsgang auf die Tiefe wenn:
 - Zustell-Tiefe und Tiefe gleich sind
 - die Zustell-Tiefe größer als die Tiefe ist



- ▶ **Vorschub Tiefenzustellung:** Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Einstechen
- ▶ **Kreisradius:** Radius der Kreistasche
- ▶ **Vorschub F:** Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs in der Bearbeitungsebene
- ▶ **Drehung im Uhrzeigersinn**
 DR +: Gleichlauf-Fräsen bei M3
 DR -: Gegenlauf-Fräsen bei M3



Beispiel: NC-Sätze

```

16 L Z+100 R0 FMAX
17 CYCL DEF 5.0 KREISTASCHE
18 CYCL DEF 5.1 ABST 2
19 CYCL DEF 5.2 TIEFE -12
20 CYCL DEF 5.3 ZUSTLG 6 F80
21 CYCL DEF 5.4 RADIUS 35
22 CYCL DEF 5.5 F100 DR+
23 L X+60 Y+50 FMAX M3
24 L Z+2 FMAX M99
  
```

KREISTASCHE SCHLICHTEN (Zyklus 214)

- 1 Die TNC fährt das Werkzeug automatisch in der Spindelachse auf den Sicherheits-Abstand, oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand und anschließend in die Taschenmitte
- 2 Von der Taschenmitte aus fährt das Werkzeug in der Bearbeitungsebene auf den Startpunkt der Bearbeitung. Die TNC berücksichtigt für die Berechnung des Startpunkts den Rohteil-Durchmesser und den Werkzeug-Radius. Falls Sie den Rohteil-Durchmesser mit 0 eingeben, sticht die TNC in der Taschenmitte ein
- 3 Falls das Werkzeug auf dem 2. Sicherheits-Abstand steht, fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang FMAX auf den Sicherheits-Abstand und von dort mit dem Vorschub Tiefenzustellung auf die erste Zustell-Tiefe
- 4 Anschließend fährt das Werkzeug tangential an die Fertigteilkontur und fräst im Gleichlauf einen Umlauf
- 5 Danach fährt das Werkzeug tangential von der Kontur zurück zum Startpunkt in der Bearbeitungsebene
- 6 Dieser Vorgang (3 bis 5) wiederholt sich, bis die programmierte Tiefe erreicht ist
- 7 Am Ende des Zyklus fährt die TNC das Werkzeug mit FMAX auf den Sicherheits-Abstand oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand und anschließend in die Mitte der Tasche (Endposition = Startposition)



Beachten Sie vor dem Programmieren

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

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

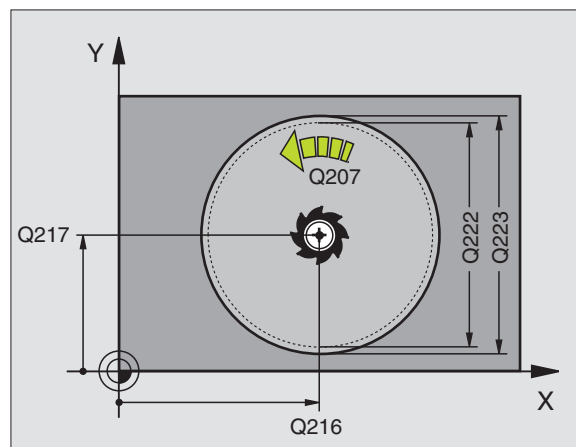
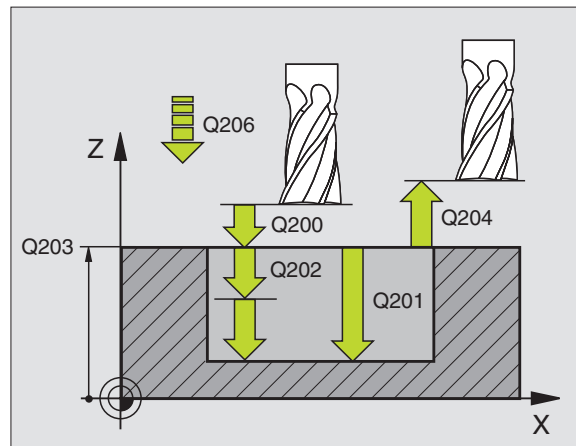
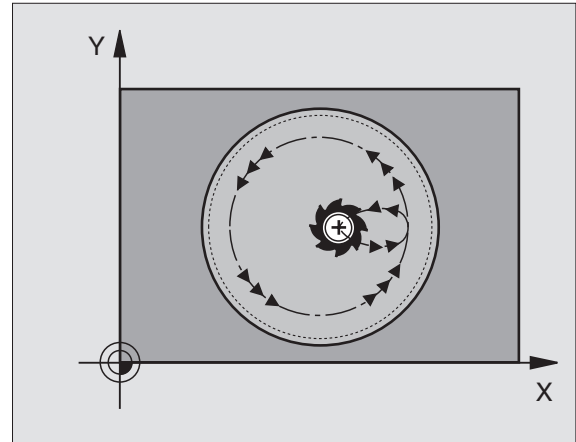
Wenn Sie die Tasche aus dem Vollen heraus schlichten wollen, dann verwenden Sie einen Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn (DIN 844) und geben einen kleinen Vorschub Tiefenzustellung ein.



Mit dem Maschinen-Parameter displayDepthErr stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off).

Achtung Kollisionsgefahr!

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





- ▶ **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche
- ▶ **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Taschengrund
- ▶ **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Wenn Sie ins Material eintauchen, dann kleineren Wert eingeben als in Q207 definiert
- ▶ **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird
- ▶ **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- ▶ **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- ▶ **Mitte 1. Achse** Q216 (absolut): Mitte der Tasche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ **Mitte 2. Achse** Q217 (absolut): Mitte der Tasche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ **Rohteil-Durchmesser** Q222: Durchmesser der vorbearbeiteten Tasche zur Berechnung der Vorposition; Rohteil-Durchmesser kleiner als Fertigteil-Durchmesser eingeben
- ▶ **Fertigteil-Durchmesser** Q223: Durchmesser der fertig bearbeiteten Tasche; Fertigteil-Durchmesser größer als Rohteil-Durchmesser und größer als Werkzeug-Durchmesser eingeben

Beispiel: NC-Sätze

42	CYCL	DEF	214	KREIST.	SCHLICHTEN
Q200=2					; SICHERHEITS-ABST.
Q201=-20					; TIEFE
Q206=150					; VORSCHUB TIEFENZ.
Q202=5					; ZUSTELL-TIEFE
Q207=500					; VORSCHUB FRAESEN
Q203=+30					; KOOR. OBERFLAECHE
Q204=50					; 2. SICHERHEITS-ABST.
Q216=+50					; MITTE 1. ACHSE
Q217=+50					; MITTE 2. ACHSE
Q222=79					; ROHTEIL-DURCHMESSER
Q223=80					; FERTIGTEIL-DURCHM.



KREISZAPFEN SCHLICHTEN (Zyklus 215)

- 1 Die TNC fährt das Werkzeug automatisch in der Spindelachse auf den Sicherheits-Abstand, oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand und anschließend in die Zapfenmitte
- 2 Von der Zapfenmitte aus fährt das Werkzeug in der Bearbeitungsebene auf den Startpunkt der Bearbeitung. Der Startpunkt liegt den ca. 2fachen Werkzeug-Radius rechts vom Zapfen
- 3 Falls das Werkzeug auf dem 2. Sicherheits-Abstand steht, fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang FMAX auf den Sicherheits-Abstand und von dort mit dem Vorschub Tiefenzustellung auf die erste Zustell-Tiefe
- 4 Anschließend fährt das Werkzeug tangential an die Fertigteilkontur und fräst im Gleichlauf einen Umlauf
- 5 Danach fährt das Werkzeug tangential von der Kontur weg zurück zum Startpunkt in der Bearbeitungsebene
- 6 Dieser Vorgang (3 bis 5) wiederholt sich, bis die programmierte Tiefe erreicht ist
- 7 Am Ende des Zyklus fährt die TNC das Werkzeug mit FMAX auf den Sicherheits-Abstand oder - falls eingegeben - auf den 2. Sicherheits-Abstand und anschließend in die Mitte der Tasche (Endposition = Startposition)



Beachten Sie vor dem Programmieren

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

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

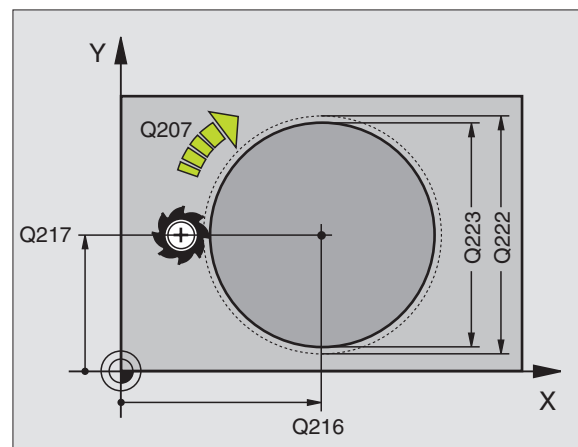
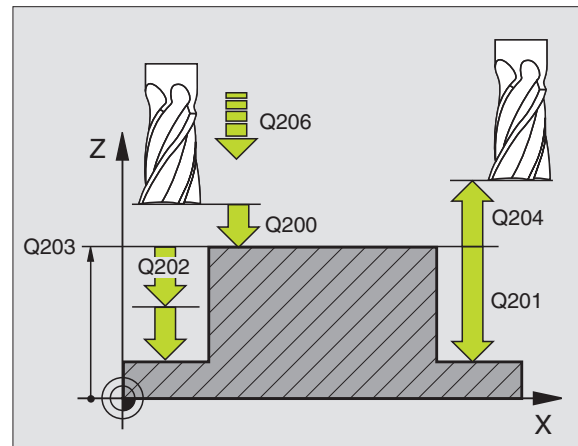
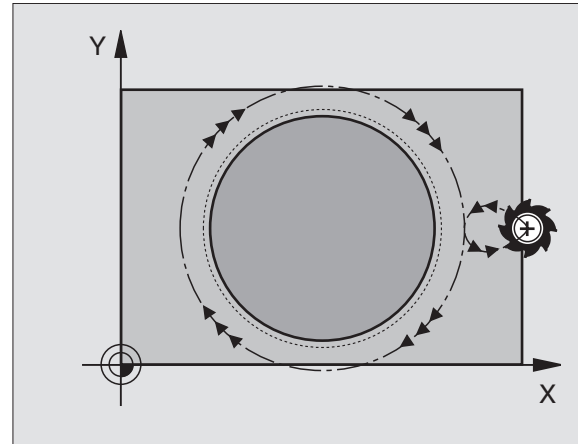
Wenn Sie den Zapfen aus dem Vollen heraus umfräsen wollen, dann verwenden Sie einen Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn (DIN 844). Geben Sie dann für den Vorschub Tiefenzustellung einen kleinen Wert ein.



Achtung Kollisionsgefahr!

Mit dem Maschinen-Parameter displayDepthErr stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off).

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





- ▶ **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche
- ▶ **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Zapfengrund
- ▶ **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Wenn Sie ins Material eintauchen, dann kleinen Wert eingeben; wenn Sie im Freien eintauchen, dann höheren Wert eingeben
- ▶ **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird; Wert größer 0 eingeben
- ▶ **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- ▶ **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- ▶ **Mitte 1. Achse** Q216 (absolut): Mitte des Zapfens in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ **Mitte 2. Achse** Q217 (absolut): Mitte des Zapfens in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ **Rohteil-Durchmesser** Q222: Durchmesser des vorbearbeiteten Zapfens zur Berechnung der Vorposition; Rohteil-Durchmesser größer als Fertigteil-Durchmesser eingeben
- ▶ **Fertigteil-Durchmesser** Q223: Durchmesser des fertig bearbeiteten Zapfens; Fertigteil-Durchmesser kleiner als Rohteil-Durchmesser eingeben

Beispiel: NC-Sätze

43 CYCL DEF 215 KREISZ. SCHLICHTEN	
Q200=2	; SICHERHEITS-ABST.
Q201=-20	; TIEFE
Q206=150	; VORSCHUB TIEFENZ.
Q202=5	; ZUSTELL-TIEFE
Q207=500	; VORSCHUB FRAESEN
Q203=+30	; KOOR. OBERFLAECHE
Q204=50	; 2. SICHERHEITS-ABST.
Q216=+50	; MITTE 1. ACHSE
Q217=+50	; MITTE 2. ACHSE
Q222=81	; ROHTEIL-DURCHMESSER
Q223=80	; FERTIGTEIL-DURCHM.



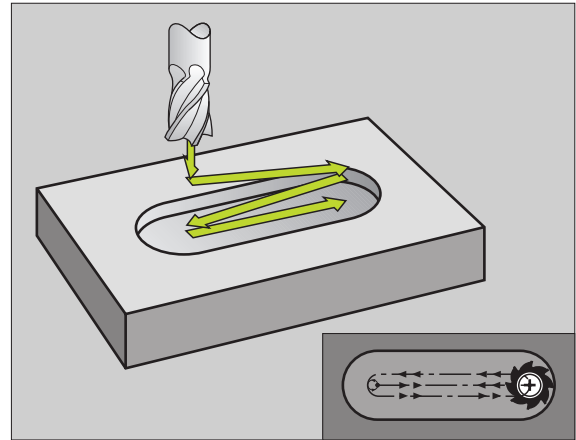
NUT (Langloch) mit pendelndem Eintauchen (Zyklus 210)

Schruppen

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

Schlichten

- 5 Die TNC positioniert das Werkzeug in den Mittelpunkt des linken Nutkreises und von dort in einem Halbkreis tangential an das linke Nutende; danach schlichtet die TNC die Kontur im Gleichlauf (bei M3), wenn eingegeben auch in mehreren Zustellungen
- 6 Am Konturende fährt das Werkzeug – tangential von der Kontur weg – in die Mitte des linken Nutkreises
- 7 Abschließend fährt das Werkzeug im Eilgang FMAX auf den Sicherheits-Abstand zurück und – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand



Beachten Sie vor dem Programmieren

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

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

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

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

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



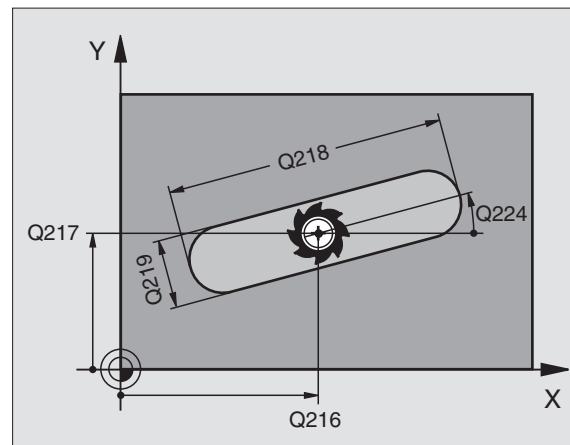
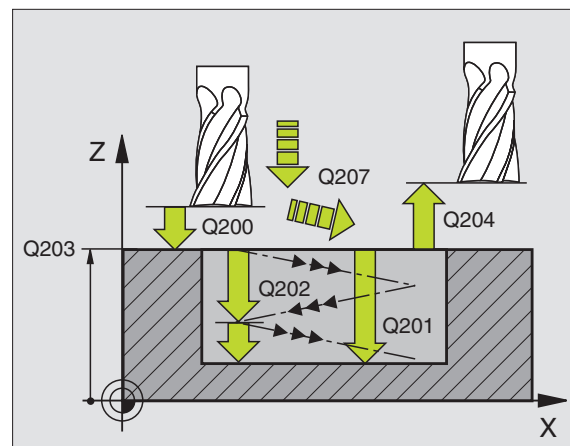
Achtung Kollisionsgefahr!

Mit dem Maschinen-Parameter displayDepthErr stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off).

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



- ▶ **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche
- ▶ **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Nutgrund
- ▶ **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- ▶ **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug bei einer Pendelbewegung in der Spindelachse insgesamt zugestellt wird
- ▶ **Bearbeitungs-Umfang (0/1/2)** Q215: Bearbeitungs-Umfang festlegen:
0: Schruppen und Schlichten
1: Nur Schruppen
2: Nur Schlichten
- ▶ **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate der Werkstück-Oberfläche
- ▶ **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Z-Koordinate, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- ▶ **Mitte 1. Achse** Q216 (absolut): Mitte der Nut in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ **Mitte 2. Achse** Q217 (absolut): Mitte der Nut in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ **1. Seiten-Länge** Q218 (Wert parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene): Längere Seite der Nut eingeben
- ▶ **2. Seiten-Länge** Q219 (Wert parallel zur Nebenachse der Bearbeitungsebene): Breite der Nut eingeben; wenn Nutbreite gleich Werkzeug-Durchmesser eingeben, dann schruppt die TNC nur (Langloch fräsen)



- **Drehwinkel** Q224 (absolut): Winkel, um den die gesamte Nut gedreht wird; das Drehzentrum liegt im Zentrum der Nut
- **Zustellung Schlichten** Q338 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug in der Spindelachse beim Schlichten zugestellt wird. Q338=0: Schlichten in einer Zustellung
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Nur wirksam beim Schlichten, wenn Zustellung Schlichten eingegeben ist

Beispiel: NC-Sätze

51	CYCL DEF 210	NUT PENDELND
Q200=2	;SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-20	;TIEFE	
Q207=500	;VORSCHUB FRAESEN	
Q202=5	;ZUSTELL-TIEFE	
Q215=0	;BEARBEITUNGS-UMFANG	
Q203=+30	;K00R. OBERFLAECHE	
Q204=50	;2. SICHERHEITS-ABST.	
Q216=+50	;MITTE 1. ACHSE	
Q217=+50	;MITTE 2. ACHSE	
Q218=80	;1. SEITEN-LAENGE	
Q219=12	;2. SEITEN-LAENGE	
Q224=+15	;DREHLAGE	
Q338=5	;ZUST. SCHLICHTEN	
Q206=150	;VORSCHUB TIEFENZ.	

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

Schruppen

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

Schlichten

- 5 Von der Mitte der Nut fährt die TNC das Werkzeug tangential an die Fertigkontur; danach schlichtet die TNC die Kontur im Gleichlauf (bei M3), wenn eingegeben auch in mehreren Zustellungen. Der Startpunkt für den Schlichtvorgang liegt im Zentrum des rechten Kreises.
- 6 Am Konturende fährt das Werkzeug tangential von der Kontur weg
- 7 Abschließend fährt das Werkzeug im Eilgang FMAX auf den Sicherheits-Abstand zurück und – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand



Beachten Sie vor dem Programmieren

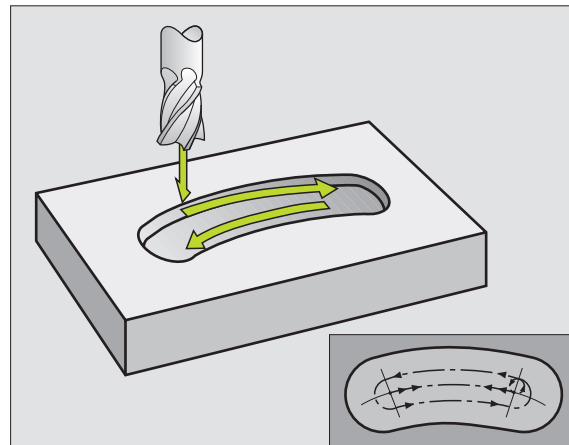
Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse und in der Bearbeitungsebene automatisch vor.

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

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

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

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





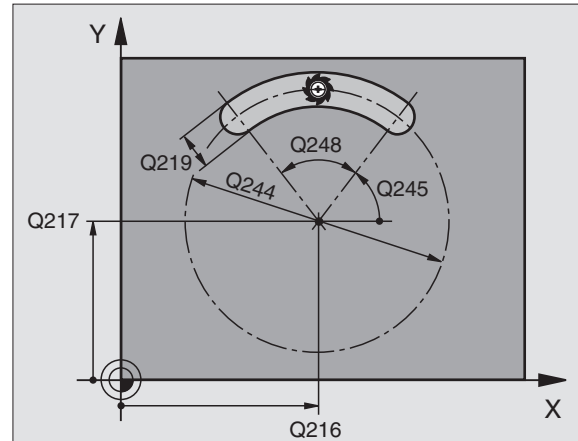
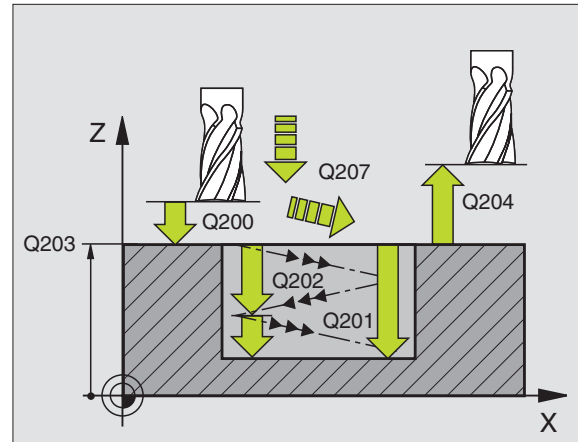
Mit dem Maschinen-Parameter displayDepthErr stellen Sie ein, ob die TNC bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off).

Achtung Kollisionsgefahr!

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



- ▶ **Sicherheits-Abstand Q200** (inkremental): Abstand Werkzeugschneide – Werkstück-Oberfläche
- ▶ **Tiefe Q201** (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Nutgrund
- ▶ **Vorschub Fräsen Q207**: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- ▶ **Zustell-Tiefe Q202** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug bei einer Pendelbewegung in der Spindelachse insgesamt zugestellt wird
- ▶ **Bearbeitungs-Umfang (0/1/2) Q215**: Bearbeitungs-Umfang festlegen:
0: Schruppen und Schlichten
1: Nur Schruppen
2: Nur Schlichten
- ▶ **Koord. Werkstück-Oberfläche Q203** (absolut): Koordinate der Werkstück-Oberfläche
- ▶ **2. Sicherheits-Abstand Q204** (inkremental): Z-Koordinate, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- ▶ **Mitte 1. Achse Q216** (absolut): Mitte der Nut in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ **Mitte 2. Achse Q217** (absolut): Mitte der Nut in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ **Teilkreis-Durchmesser Q244**: Durchmesser des Teilkreises eingeben
- ▶ **2. Seiten-Länge Q219**: Breite der Nut eingeben; wenn Nutbreite gleich Werkzeug-Durchmesser eingeben, dann schruppt die TNC nur (Langloch fräsen)
- ▶ **Startwinkel Q245** (absolut): Polarwinkel des Startpunkts eingeben

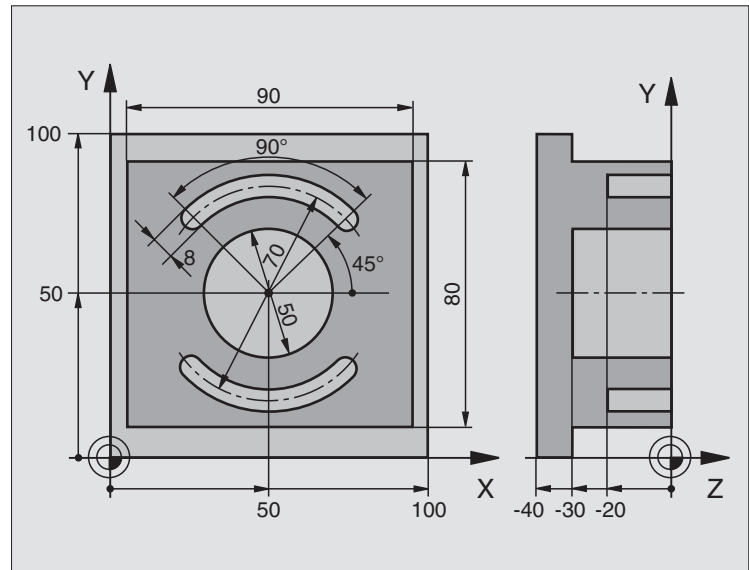


- **Öffnungs-Winkel der Nut** Q248 (inkremental): Öffnungs-Winkel der Nut eingeben
- **Zustellung Schlichten** Q338 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug in der Spindelachse beim Schlichten zugestellt wird. Q338=0: Schlichten in einer Zustellung
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrengeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Nur wirksam beim Schlichten, wenn Zustellung Schlichten eingeben ist

Beispiel: NC-Sätze

52	CYCL	DEF	211	RUNDE	NUT
Q200=2					;SICHERHEITS-ABST.
Q201=-20					;TIEFE
Q207=500					;VORSCHUB FRAESEN
Q202=5					;ZUSTELL-TIEFE
Q215=0					;BEARBEITUNGS-UMFANG
Q203=+30					;KOOR. OBERFLAECHE
Q204=50					;2. SICHERHEITS-ABST.
Q216=+50					;MITTE 1. ACHSE
Q217=+50					;MITTE 2. ACHSE
Q244=80					;TEILKREIS-DURCHM.
Q219=12					;2. SEITEN-LAENGE
Q245=+45					;STARTWINKEL
Q248=90					;OEFFNUNGSWINKEL
Q338=5					;ZUST. SCHLICHTEN
Q206=150					;VORSCHUB TIEFENZ.

Beispiel: Tasche, Zapfen und Nuten fräsen



0 BEGINN PGM C210 MM

1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40

Rohteil-Definition

2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0

3 TOOL DEF 1 L+0 R+6

Werkzeug-Definition Schrappen/Schlichten

4 TOOL DEF 2 L+0 R+3

Werkzeug-Definition Nutenfräser

5 TOOL CALL 1 Z S3500

Werkzeug-Aufruf Schrappen/Schlichten

6 L Z+250 R0 FMAX

Werkzeug freifahren

8.3 Zyklen zum Fräsen von Taschen, Zapfen und Nuten

7 CYCL DEF 213 ZAPFEN SCHLICH.	Zyklus-Definition Außenbearbeitung
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-30 ;TIEFE	
Q206=250 ;F TIEFENZUST.	
Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q207=250 ;F FRAESEN	
Q203=+0 ;K00R. OBERFL.	
Q204=20 ;2. S.-ABSTAND	
Q216=+50 ;MITTE 1. ACHSE	
Q217=+50 ;MITTE 2. ACHSE	
Q218=90 ;1. SEITEN-LAENGE	
Q219=80 ;2. SEITEN-LAENGE	
Q220=0 ;ECKENRADIUS	
Q221=5 ;AUFMASS	
8 CYCL CALL M3	Zyklus-Aufruf Außenbearbeitung
9 CYCL DEF 5.0 KREISTASCHE	Zyklus-Definition Kreistasche
10 CYCL DEF 5.1 ABST 2	
11 CYCL DEF 5.2 TIEFE -30	
12 CYCL DEF 5.3 ZUSTLG 5 F250	
13 CYCL DEF 5.4 RADIUS 25	
14 CYCL DEF 5.5 F400 DR+	
15 L Z+2 R0 F MAX M99	Zyklus-Aufruf Kreistasche
16 L Z+250 R0 F MAX M6	Werkzeug-Wechsel
17 TOOL CALL 2 Z S5000	Werkzeug-Aufruf Nutenfräser
18 CYCL DEF 211 RUNDE NUT	Zyklus-Definition Nut 1
Q200=2 ;SICHERHEITSABST	
Q201=-20 ;TIEFE	
Q207=250 ;F FRAESEN	
Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q215=0 ;BEARB.-UMFANG	
Q203=+0 ;K00R. OBERFL.	
Q204=100 ;2. S.-ABSTAND	
Q216=+50 ;MITTE 1. ACHSE	
Q217=+50 ;MITTE 2. ACHSE	
Q244=80 ;TEILKREIS-DURCHM.	
Q219=12 ;2. SEITEN-LAENGE	
Q245=+45 ;STARTWINKEL	
Q248=90 ;OEFFNUNGSWINKEL	



Q338=5 ;ZUST. SCHLICHTEN	
Q206=150 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
19 CYCL CALL M3	Zyklus-Aufruf Nut 1
20 FN 0: Q245 = +225	Neuer Startwinkel für Nut 2
21 CYCL CALL	Zyklus-Aufruf Nut 2
22 L Z+250 R0 F MAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
23 END PGM C210 MM	



8.4 Zyklen zum Herstellen von Punktemustern

Übersicht

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

Zyklus	Softkey
220 PUNKTEMUSTER AUF KREIS	
221 PUNKTEMUSTER AUF LINIEN	

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

- Zyklus 200 BOHREN
- Zyklus 201 REIBEN
- Zyklus 202 AUSDREHEN
- Zyklus 203 UNIVERSAL-BOHREN
- Zyklus 204 RUECKWAERTS-SENKEN
- Zyklus 205 UNIVERSAL-TIEFBOHREN
- Zyklus 206 GEWINDEBOHREN NEU mit Ausgleichsfutter
- Zyklus 207 GEWINDEBOHREN GS NEU ohne Ausgleichsfutter
- Zyklus 208 BOHRFRAESEN
- Zyklus 209 GEWINDEBOHREN SPANBRUCH
- Zyklus 212 TASCHE SCHLICHTEN
- Zyklus 213 ZAPFEN SCHLICHTEN
- Zyklus 214 KREISTASCHE SCHLICHTEN
- Zyklus 215 KREISZAPFEN SCHLICHTEN
- Zyklus 262 GEWINDEFRAESEN
- Zyklus 263 SENKGEWINDEFRAESEN
- Zyklus 264 BOHRGEWINDEFRAESEN
- Zyklus 265 HELIX-BOHRGEWINDEFRAESEN
- Zyklus 267 AUSSSEN-GEWINDEFRAESEN

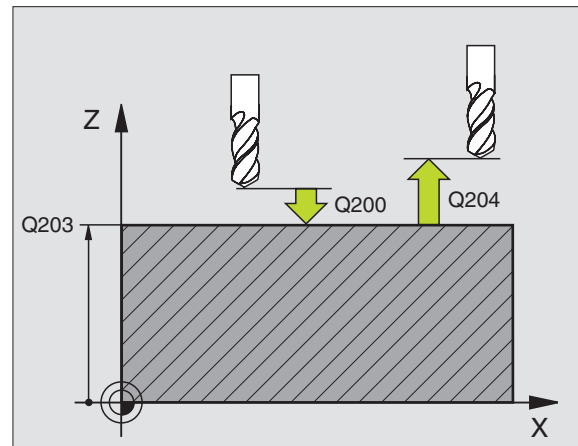
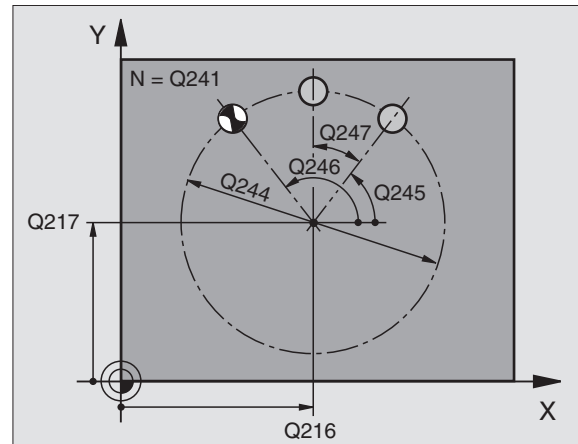


PUNKTEMUSTER AUF KREIS (Zyklus 220)

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

Reihenfolge:

- 2. Sicherheits-Abstand anfahren (Spindelachse)
 - Startpunkt in der Bearbeitungsebene anfahren
 - Auf Sicherheits-Abstand über Werkstück-Oberfläche fahren (Spindelachse)
- 2 Ab dieser Position führt die TNC den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus aus
 - 3 Anschließend positioniert die TNC das Werkzeug mit einer Geraden-Bewegung oder mit einer Kreis-Bewegung auf den Startpunkt der nächsten Bearbeitung; das Werkzeug steht dabei auf Sicherheits-Abstand (oder 2. Sicherheits-Abstand)
 - 4 Dieser Vorgang (1 bis 3) wiederholt sich, bis alle Bearbeitungen ausgeführt sind



Beachten Sie vor dem Programmieren

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

Wenn Sie einen der Bearbeitungszyklen 200 bis 209, 212 bis 215, 251 bis 265 und 267 mit Zyklus 220 kombinieren, wirken der Sicherheits-Abstand, die Werkstück-Oberfläche und der 2. Sicherheits-Abstand aus Zyklus 220.



- **Mitte 1. Achse** Q216 (absolut): Teilkreis-Mittelpunkt in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- **Mitte 2. Achse** Q217 (absolut): Teilkreis-Mittelpunkt in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- **Teilkreis-Durchmesser** Q244: Durchmesser des Teilkreises
- **Startwinkel** Q245 (absolut): Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und dem Startpunkt der ersten Bearbeitung auf dem Teilkreis
- **Endwinkel** Q246 (absolut): Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und dem Startpunkt der letzten Bearbeitung auf dem Teilkreis (gilt nicht für Vollkreise); Endwinkel ungleich Startwinkel eingeben; wenn Endwinkel größer als Startwinkel eingeben, dann Bearbeitung im Gegen-Uhrzeigersinn, sonst Bearbeitung im Uhrzeigersinn

- ▶ **Winkelschritt** Q247 (inkremental): Winkel zwischen zwei Bearbeitungen auf dem Teilkreis; wenn der Winkelschritt gleich null ist, dann berechnet die TNC den Winkelschritt aus Startwinkel, Endwinkel und Anzahl Bearbeitungen; wenn ein Winkelschritt eingegeben ist, dann berücksichtigt die TNC den Endwinkel nicht; das Vorzeichen des Winkelschritts legt die Bearbeitungsrichtung fest (– = Uhrzeigersinn)
- ▶ **Anzahl Bearbeitungen** Q241: Anzahl der Bearbeitungen auf dem Teilkreis
- ▶ **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche; Wert positiv eingeben
- ▶ **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann; Wert positiv eingeben
- ▶ **Fahren auf sichere Höhe** Q301: Festlegen, wie das Werkzeug zwischen den Bearbeitungen verfahren soll:
 - 0:** Zwischen den Bearbeitungen auf Sicherheits-Abstand verfahren
 - 1:** Zwischen den Bearbeitungen auf 2. Sicherheits-Abstand verfahren
- ▶ **Verfahrart? Gerade=0/Kreis=1** Q365: Festlegen, mit welcher Bahnfunktion das Werkzeug zwischen den Bearbeitungen verfahren soll:
 - 0:** Zwischen den Bearbeitungen auf einer Geraden verfahren
 - 1:** Zwischen den Bearbeitungen zirkular auf dem Teilkreis-Durchmesser verfahren

Beispiel: NC-Sätze

53	CYCL	DEF	220	MUSTER	KREIS
Q216	=+50			MITTE	1. ACHSE
Q217	=+50			MITTE	2. ACHSE
Q244	=80			TEILKREIS-	DURCHM.
Q245	=+0			STARTWINKEL	
Q246	=+360			ENDWINKEL	
Q247	=+0			WINKELSCHRITT	
Q241	=8			ANZAHL	BEARBEITUNGEN
Q200	=2			SICHERHEITS-	ABST.
Q203	=+30			KOOR.	OBERFLAECHE
Q204	=50			2. SICHERHEITS-	ABST.
Q301	=1			FAHREN	AUF S. HOEHE
Q365	=0			VERFAHRART	

PUNKTEMUSTER AUF LINIEN (Zyklus 221)



Beachten Sie vor dem Programmieren

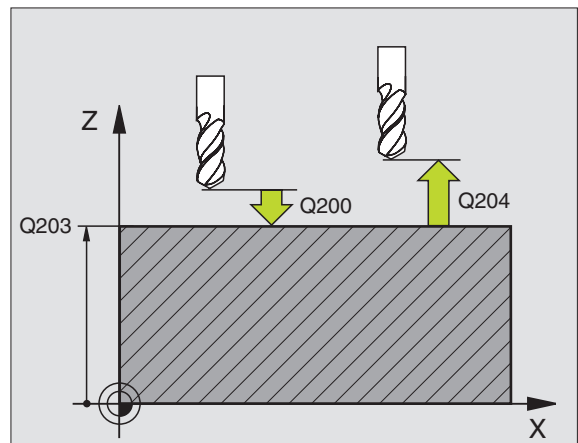
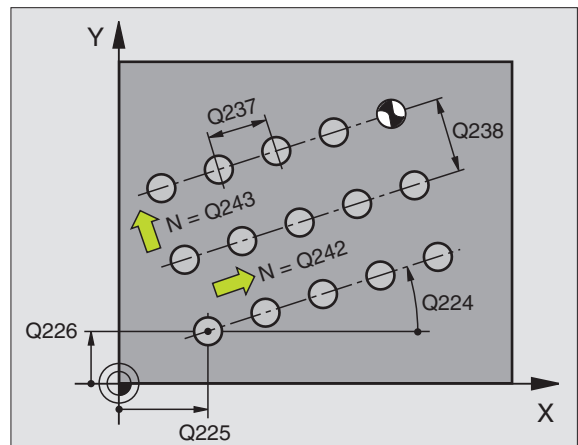
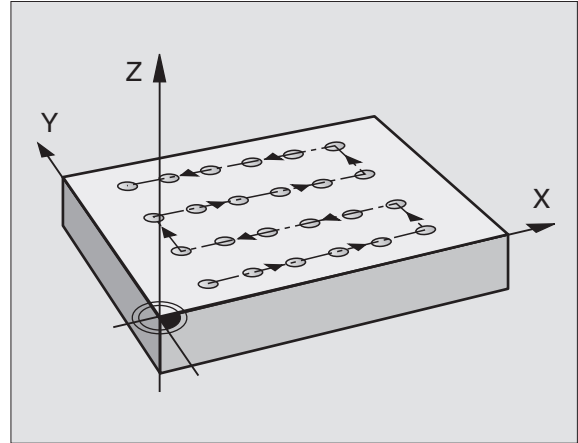
Zyklus 221 ist DEF-Aktiv, das heißt, Zyklus 221 ruft automatisch den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus auf.

Wenn Sie einen der Bearbeitungszyklen 200 bis 209, 212 bis 215, 265 bis 267 mit Zyklus 221 kombinieren, wirken der Sicherheits-Abstand, die Werkstück-Oberfläche und der 2. Sicherheits-Abstand aus Zyklus 221.

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug automatisch von der aktuellen Position zum Startpunkt der ersten Bearbeitung

Reihenfolge:

- 2. Sicherheits-Abstand anfahren (Spindelachse)
 - Startpunkt in der Bearbeitungsebene anfahren
 - Auf Sicherheits-Abstand über Werkstück-Oberfläche fahren (Spindelachse)
- 2 Ab dieser Position führt die TNC den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus aus
- 3 Anschließend positioniert die TNC das Werkzeug in positiver Richtung der Hauptachse auf den Startpunkt der nächsten Bearbeitung; das Werkzeug steht dabei auf Sicherheits-Abstand (oder 2. Sicherheits-Abstand)
- 4 Dieser Vorgang (1 bis 3) wiederholt sich, bis alle Bearbeitungen auf der ersten Zeile ausgeführt sind; das Werkzeug steht am letzten Punkt der ersten Zeile
- 5 Danach fährt die TNC das Werkzeug zum letzten Punkt der zweiten Zeile und führt dort die Bearbeitung durch
- 6 Von dort aus positioniert die TNC das Werkzeug in negativer Richtung der Hauptachse auf den Startpunkt der nächsten Bearbeitung
- 7 Dieser Vorgang (6) wiederholt sich, bis alle Bearbeitungen der zweiten Zeile ausgeführt sind
- 8 Anschließend fährt die TNC das Werkzeug auf den Startpunkt der nächsten Zeile
- 9 In einer Pendelbewegung werden alle weiteren Zeilen abgearbeitet





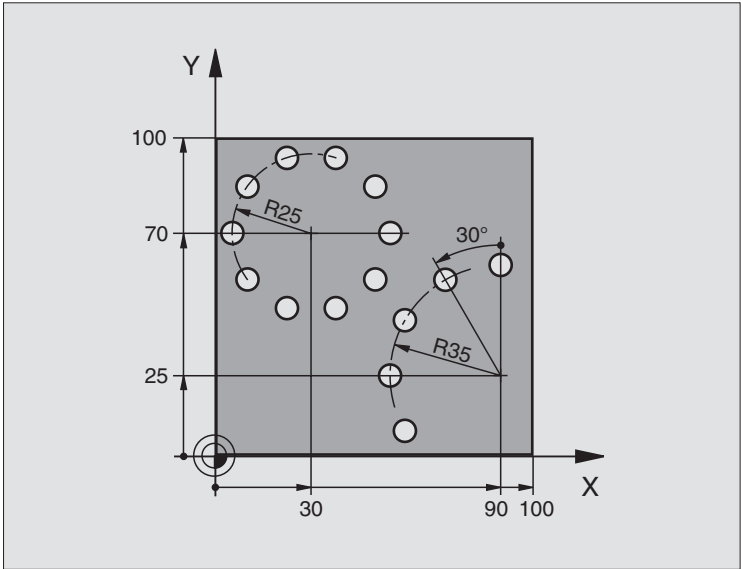
- ▶ **Startpunkt 1. Achse** Q225 (absolut): Koordinate des Startpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ **Startpunkt 2. Achse** Q226 (absolut): Koordinate des Startpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ **Abstand 1. Achse** Q237 (inkremental): Abstand der einzelnen Punkte auf der Zeile
- ▶ **Abstand 2. Achse** Q238 (inkremental): Abstand der einzelnen Zeilen voneinander
- ▶ **Anzahl Spalten** Q242: Anzahl der Bearbeitungen auf der Zeile
- ▶ **Anzahl Zeilen** Q243: Anzahl der Zeilen
- ▶ **Drehwinkel** Q224 (absolut): Winkel, um den das gesamte Anordnungsbild gedreht wird; das Drehzentrum liegt im Startpunkt
- ▶ **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche
- ▶ **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- ▶ **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- ▶ **Fahren auf sichere Höhe** Q301: Festlegen, wie das Werkzeug zwischen den Bearbeitungen verfahren soll:
 - 0:** Zwischen den Bearbeitungen auf Sicherheits-Abstand verfahren
 - 1:** Zwischen den Bearbeitungen auf 2. Sicherheits-Abstand verfahren

Beispiel: NC-Sätze

54	CYCL	DEF	221	MUSTER	LINIEN
	Q225=	+15		;STARTPUNKT	1. ACHSE
	Q226=	+15		;STARTPUNKT	2. ACHSE
	Q237=	+10		;ABSTAND	1. ACHSE
	Q238=	+8		;ABSTAND	2. ACHSE
	Q242=	6		;ANZAHL	SPALTEN
	Q243=	4		;ANZAHL	ZEILEN
	Q224=	+15		;DREHLAGE	
	Q200=	2		;SICHERHEITS-ABST.	
	Q203=	+30		;KOOR.	OBERFLAECHE
	Q204=	50		;2. SICHERHEITS-ABST.	
	Q301=	1		;FAHREN	AUF S. HOEHE



Beispiel: Lochkreise



0 BEGIN PGM BOHRB MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Rohteil-Definition
2 BLK FORM 0.2 Y+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+3	Werkzeug-Definition
4 TOOL CALL 1 Z S3500	Werkzeug-Aufruf
5 L Z+250 R0 FMAX M3	Werkzeug freifahren
6 CYCL DEF 200 BOHREN	Zyklus-Definition Bohren
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-15 ;TIEFE	
Q206=250 ;F TIEFENZUST.	
Q202=4 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q210=0 ;V.-ZEIT	
Q203=+0 ;K00R. OBERFL.	
Q204=0 ;2. S.-ABSTAND	
Q211=0.25 ;VERWEILZEIT UNTEN	



8.4 Zyklen zum Herstellen von Punktemustern

7 CYCL DEF 220 MUSTER KREIS	Zyklus-Definition Lochkreis 1, CYCL 200 wird automatisch gerufen,
Q216=+30 ;MITTE 1. ACHSE	Q200, Q203 und Q204 wirken aus Zyklus 220
Q217=+70 ;MITTE 2. ACHSE	
Q244=50 ;TEILKREIS-DURCH.	
Q245=+0 ;STARTWINKEL	
Q246=+360 ;ENDWINKEL	
Q247=+0 ;WINKELSCHRITT	
Q241=10 ;ANZAHL	
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q203=+0 ;KOOR. OBERFL.	
Q204=100 ;2. S.-ABSTAND	
Q301=1 ;FAHREN AUF S. HOEHE	
Q365=0 ;VERFAHRART	
8 CYCL DEF 220 MUSTER KREIS	Zyklus-Definition Lochkreis 2, CYCL 200 wird automatisch gerufen,
Q216=+90 ;MITTE 1. ACHSE	Q200, Q203 und Q204 wirken aus Zyklus 220
Q217=+25 ;MITTE 2. ACHSE	
Q244=70 ;TEILKREIS-DURCH.	
Q245=+90 ;STARTWINKEL	
Q246=+360 ;ENDWINKEL	
Q247=30 ;WINKELSCHRITT	
Q241=5 ;ANZAHL	
Q200=2 ;SICHERHEITSABST.	
Q203=+0 ;KOOR. OBERFL.	
Q204=100 ;2. S.-ABSTAND	
Q301=1 ;FAHREN AUF S. HOEHE	
Q365=0 ;VERFAHRART	
9 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
10 END PGM BOHRB MM	



8.5 SL-Zyklen

Grundlagen

Mit den SL-Zyklen können Sie komplexe Konturen aus bis zu 12 Teilkonturen (Taschen oder Inseln) zusammensetzen. Die einzelnen Teilkonturen geben Sie als Unterprogramme ein. Aus der Liste der Teilkonturen (Unterprogramm-Nummern), die Sie im Zyklus 14 KONTUR angeben, berechnet die TNC die Gesamtkontur.



Der Speicher für den Zyklus ist begrenzt. Sie können in einem Zyklus maximal 1000 Konturelemente programmieren.

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

Eigenschaften der Unterprogramme

- Koordinaten-Umrechnungen sind erlaubt. Werden sie innerhalb der Teilkonturen programmiert, wirken sie auch in den nachfolgenden Unterprogrammen, müssen aber nach dem Zyklusaufruf nicht zurückgesetzt werden
- Die TNC ignoriert Vorschübe F und Zusatz-Funktionen M
- Die TNC erkennt eine Tasche, wenn Sie die Kontur innen umlaufen, z.B. Beschreibung der Kontur im Uhrzeigersinn mit Radius-Korrektur RR
- Die TNC erkennt eine Insel, wenn Sie die Kontur außen umlaufen, z.B. Beschreibung der Kontur im Uhrzeigersinn mit Radius-Korrektur RL
- Die Unterprogramme dürfen keine Koordinaten in der Spindelachse enthalten
- Wenn Sie Q-Parameter verwenden, dann die jeweiligen Berechnungen und Zuweisungen nur innerhalb des jeweiligen Kontur-Unterprogrammes durchführen

Beispiel: Schema: Abarbeiten mit SL-Zyklen

```

0 BEGIN PGM SL2 MM
...
12 CYCL DEF 140 KONTUR ...
13 CYCL DEF 20 KONTUR-DATEN ...
...
16 CYCL DEF 21 VORBOHREN ...
17 CYCL CALL
...
18 CYCL DEF 22 RAEUMEN ...
19 CYCL CALL
...
22 CYCL DEF 23 SCHLICHTEN TIEFE ...
23 CYCL CALL
...
26 CYCL DEF 24 SCHLICHTEN SEITE ...
27 CYCL CALL
...
50 L Z+250 R0 FMAX M2
51 LBL 1
...
55 LBL 0
56 LBL 2
...
60 LBL 0
...
99 END PGM SL2 MM
    
```



Eigenschaften der Bearbeitungszyklen

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

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

Übersicht SL-Zyklen

Zyklus	Softkey	Seite
14 KONTUR (zwingend erforderlich)		Seite 264
20 KONTUR-DATEN (zwingend erforderlich)		Seite 268
21 VORBOHREN (wahlweise verwendbar)		Seite 269
22 RAEUMEN (zwingend erforderlich)		Seite 270
23 SCHLICHTEN TIEFE (wahlweise verwendbar)		Seite 271
24 SCHLICHTEN SEITE (wahlweise verwendbar)		Seite 272

Erweiterte Zyklen:

Zyklus	Softkey	Seite
25 KONTUR-ZUG		Seite 273
27 ZYLINDER-MANTEL		Seite 275
28 ZYLINDER-MANTEL Nutenfräsen		Seite 277
29 ZYLINDER-MANTEL Stegfräsen		Seite 280



KONTUR (Zyklus 14)

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



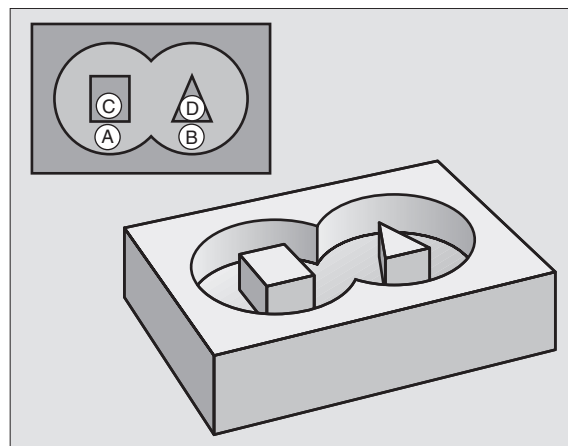
Beachten Sie vor dem Programmieren

Zyklus 14 ist DEF-Aktiv, das heißt ab seiner Definition im Programm wirksam.

In Zyklus 14 können Sie maximal 12 Unterprogramme (Teilkonturen) auflisten.

14
LBL 1...N

- **Label-Nummern für die Kontur:** Alle Label-Nummern der einzelnen Unterprogramme eingeben, die zu einer Kontur überlagert werden sollen. Jede Nummer mit der Taste ENT bestätigen und die Eingaben mit der Taste END abschließen.



Überlagerte Konturen

Taschen und Inseln können Sie zu einer neuen Kontur überlagern. Damit können Sie die Fläche einer Tasche durch eine überlagerte Tasche vergrößern oder eine Insel verkleinern.

Unterprogramme: Überlagerte Taschen



Die nachfolgenden Programmierbeispiele sind Kontur-Unterprogramme, die in einem Hauptprogramm von Zyklus 14 KONTUR aufgerufen werden.

Die Taschen A und B überlagern sich.

Die TNC berechnet die Schnittpunkte S_1 und S_2 , sie müssen nicht programmiert werden.

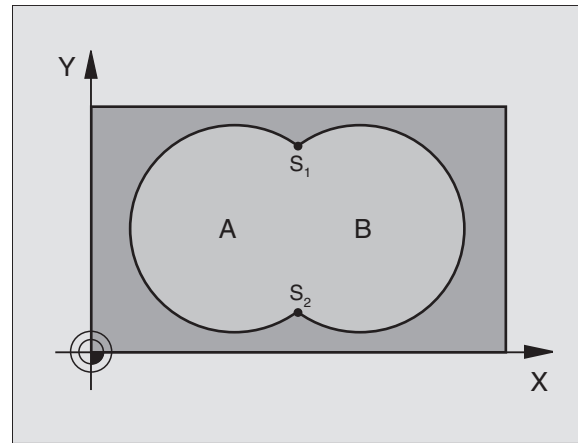
Die Taschen sind als Vollkreise programmiert.

Unterprogramm 1: Tasche A

```
51 LBL 1
52 L X+10 Y+50 RR
53 CC X+35 Y+50
54 C X+10 Y+50 DR-
55 LBL 0
```

Unterprogramm 2: Tasche B

```
56 LBL 2
57 L X+90 Y+50 RR
58 CC X+65 Y+50
59 C X+90 Y+50 DR-
60 LBL 0
```



Beispiel: NC-Sätze

```
12 CYCL DEF 14.0 KONTUR
13 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1/2/3/4
```

„Summen“-Fläche

Beide Teilflächen A und B inklusive der gemeinsam überdeckten Fläche sollen bearbeitet werden:

- Die Flächen A und B müssen Taschen sein
- Die erste Tasche (in Zyklus 14) muss außerhalb der zweiten beginnen

Fläche A:

```
51 LBL 1
52 L X+10 Y+50 RR
53 CC X+35 Y+50
54 C X+10 Y+50 DR-
55 LBL 0
```

Fläche B:

```
56 LBL 2
57 L X+90 Y+50 RR
58 CC X+65 Y+50
59 C X+90 Y+50 DR-
60 LBL 0
```

„Differenz“-Fläche

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

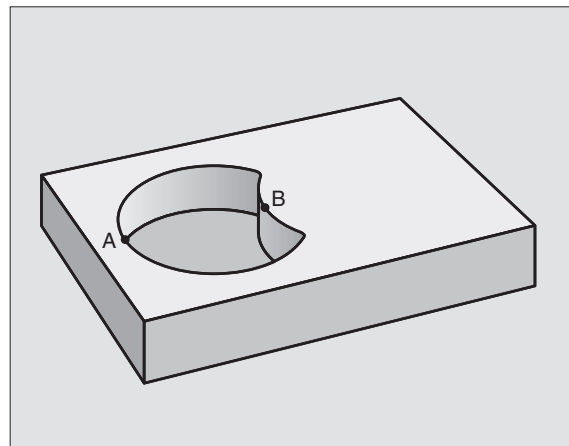
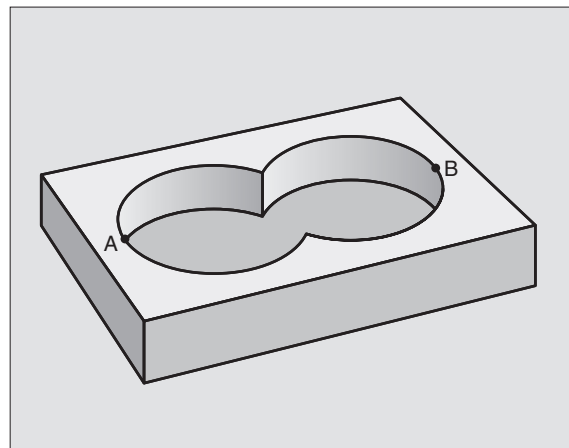
- Fläche A muss Tasche und B muss Insel sein
- A muss außerhalb B beginnen
- B muss innerhalb von A beginnen

Fläche A:

```
51 LBL 1
52 L X+10 Y+50 RR
53 CC X+35 Y+50
54 C X+10 Y+50 DR-
55 LBL 0
```

Fläche B:

```
56 LBL 2
57 L X+90 Y+50 RL
58 CC X+65 Y+50
59 C X+90 Y+50 DR-
60 LBL 0
```



„Schnitt“-Fläche

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

- A und B müssen Taschen sein
- A muss innerhalb B beginnen

Fläche A:

51 LBL 1

52 L X+60 Y+50 RR

53 CC X+35 Y+50

54 C X+60 Y+50 DR-

55 LBL 0

Fläche B:

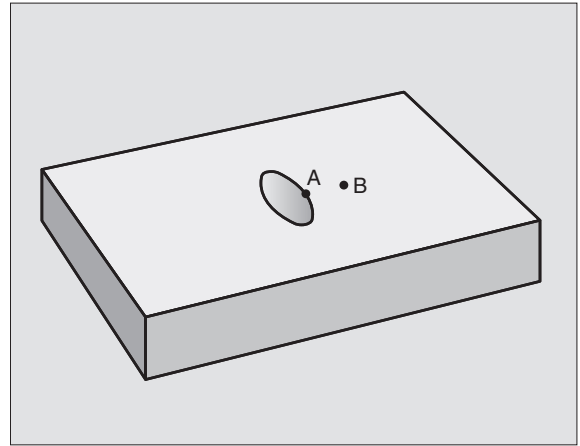
56 LBL 2

57 L X+90 Y+50 RR

58 CC X+65 Y+50

59 C X+90 Y+50 DR-

60 LBL 0



KONTUR-DATEN (Zyklus 20)

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

**Beachten Sie vor dem Programmieren**

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

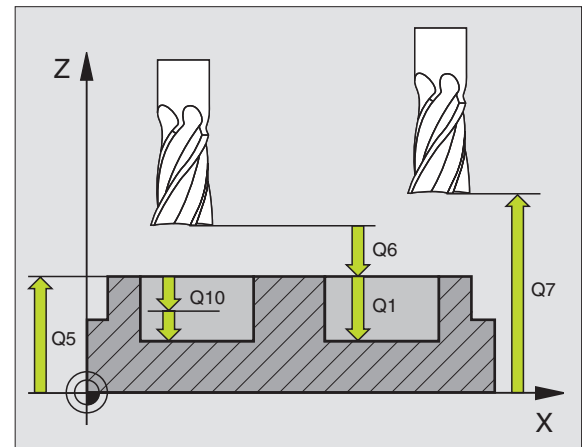
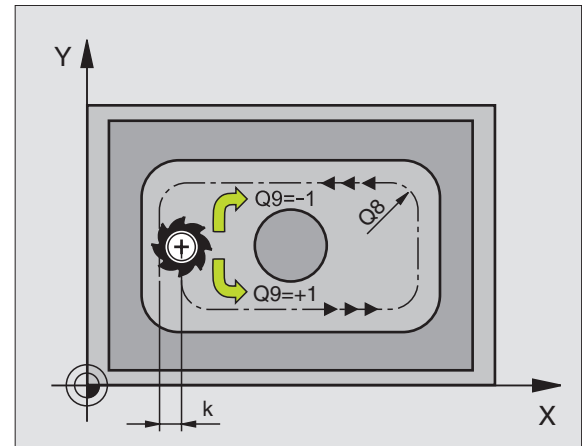
Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC den jeweiligen Zyklus auf Tiefe 0 aus.

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

Wenn Sie SL-Zyklen in Q-Parameter-Programmen anwenden, dann dürfen Sie die Parameter Q1 bis Q20 nicht als Programm-Parameter benutzen.

28
KONTUR-
DATEN

- ▶ **Frästiefe** Q1 (inkremental): Abstand Werkstückoberfläche – Taschengrund.
- ▶ **Bahn-Überlappung** Faktor Q2: $Q2 \times \text{Werkzeug-Radius}$ ergibt die seitliche Zustellung k .
- ▶ **Schlichtaufmaß Seite** Q3 (inkremental): Schlicht-Aufmaß in der Bearbeitungs-Ebene.
- ▶ **Schlichtaufmaß Tiefe** Q4 (inkremental): Schlicht-Aufmaß für die Tiefe.
- ▶ **Koordinate Werkstück-Oberfläche** Q5 (absolut): Absolute Koordinate der Werkstück-Oberfläche
- ▶ **Sicherheits-Abstand** Q6 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Werkstück-Oberfläche
- ▶ **Sichere Höhe** Q7 (absolut): Absolute Höhe, in der keine Kollision mit dem Werkstück erfolgen kann (für Zwischenpositionierung und Rückzug am Zyklus-Ende)
- ▶ **Innen-Rundungsradius** Q8: Verrundungs-Radius an Innen-„Ecken“; Eingegebener Wert bezieht sich auf die Werkzeug-Mittelpunktsbahn
- ▶ **Drehsinn? Uhrzeigersinn = -1** Q9: Bearbeitungs-Richtung für Taschen
 - im Uhrzeigersinn (Q9 = -1 Gegenlauf für Tasche und Insel)
 - im Gegenuhrzeigersinn (Q9 = +1 Gleichlauf für Tasche und Insel)

**Beispiel: NC-Sätze****57 CYCL DEF 20 KONTUR-DATEN**

Q1=-20 ; FRAESTIEFE

Q2=1 ; BAHN-UEBERLAPPUNG

Q3=+0.2 ; AUFMASS SEITE

Q4=+0.1 ; AUFMASS TIEFE

Q5=+30 ; KOOR. OBERFLAECHE

Q6=2 ; SICHERHEITS-ABST.

Q7=+80 ; SICHERE HOEHE

Q8=0.5 ; RUNDUNGSRADIUS

Q9=+1 ; DREHSINN

VORBOHREN (Zyklus 21)



Die TNC berücksichtigt einen im **TOOL CALL**-Satz programmierten Deltawert **DR** nicht zur Berechnung der Einstichpunkte.

An Engstellen kann die TNC ggf. nicht mit einem Werkzeug vorbohren das größer ist als das Schrappwerkzeug.

Zyklus-Ablauf

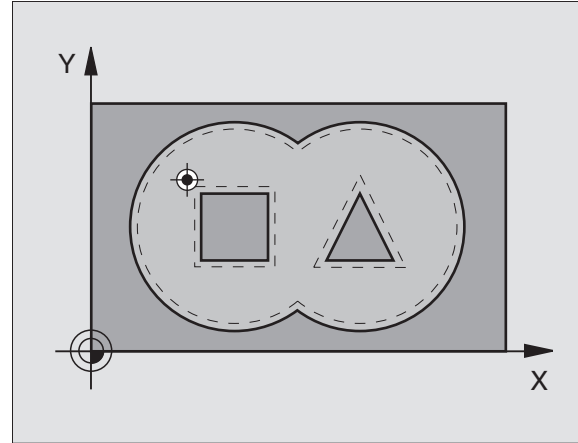
- 1 Das Werkzeug bohrt mit dem eingegebenen Vorschub F von der aktuellen Position bis zur ersten Zustell-Tiefe
- 2 Danach fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang FMAX zurück und wieder bis zur ersten Zustell-Tiefe, verringert um den Vorhalte-Abstand t.
- 3 Die Steuerung ermittelt den Vorhalte-Abstand selbsttätig:
 - Bohrtiefe bis 30 mm: $t = 0,6 \text{ mm}$
 - Bohrtiefe über 30 mm: $t = \text{Bohrtiefe}/50$
 - maximaler Vorhalte-Abstand: 7 mm
- 4 Anschließend bohrt das Werkzeug mit dem eingegebenen Vorschub F um eine weitere Zustell-Tiefe
- 5 Die TNC wiederholt diesen Ablauf (1 bis 4), bis die eingegebene Bohrtiefe erreicht ist
- 6 Am Bohrungsgrund zieht die TNC das Werkzeug, nach der Verweilzeit zum Freischneiden, mit FMAX zur Startposition zurück

Einsatz

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



- **Zustell-Tiefe** Q10 (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird (Vorzeichen bei negativer Arbeitsrichtung „-“)
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q11: Bohrvorschub in mm/min
- **Ausräum-Werkzeug Nummer** Q13: Werkzeug-Nummer des Ausräum-Werkzeugs



Beispiel: NC-Sätze

58 CYCL DEF 21 VORBOHREN

Q10=+5 ;ZUSTELL-TIEFE

Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.

Q13=1 ;AUSRAEUM-WERKZEUG



RAEUMEN (Zyklus 22)

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug über den Einstichpunkt; dabei wird das Schlichtaufmaß Seite berücksichtigt
- 2 In der ersten Zustell-Tiefe fräst das Werkzeug mit dem Fräsvorschub Q12 die Kontur von innen nach außen
- 3 Dabei werden die Inselkonturen (hier: C/D) mit einer Annäherung an die Taschenkontur (hier: A/B) freigefräst
- 4 Im nächsten Schritt fährt die TNC das Werkzeug auf die nächste Zustell-Tiefe und wiederholt den Ausräum-Vorgang, bis die programmierte Tiefe erreicht ist
- 5 Abschließend fährt die TNC das Werkzeug auf die Sichere Höhe zurück

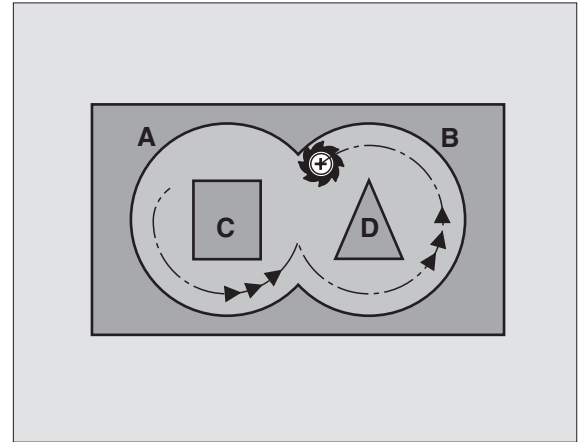


Beachten Sie vor dem Programmieren

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

Das Eintauchverhalten des Zyklus 22 legen Sie mit dem Parameter Q19 und in der Werkzeug-Tabelle mit den Spalten ANGLE und LCUTS fest:

- Wenn Q19=0 definiert ist, dann taucht die TNC grundsätzlich senkrecht ein, auch wenn für das aktive Werkzeug ein Eintauchwinkel (ANGLE) definiert ist
- Wenn Sie ANGLE=90° definieren, taucht die TNC senkrecht ein. Als Eintauchvorschub wird dann der Pendelvorschub Q19 verwendet
- Wenn der Pendelvorschub Q19 im Zyklus 22 definiert ist und ANGLE zwischen 0.1 und 89.999 in der Werkzeug-Tabelle definiert ist, taucht die TNC mit dem festgelegten ANGLE pendelnd ein
- Wenn der Pendelvorschub im Zyklus 22 definiert ist und kein ANGLE in der Werkzeug-Tabelle steht, dann gibt die TNC eine Fehlermeldung aus



Beispiel: NC-Sätze

59 CYCL DEF 22 RAEUMEN

Q10=+5 ;ZUSTELL-TIEFE

Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.

Q12=350 ;VORSCHUB RAEUMEN

Q18=1 ;VORRAEUM-WERKZEUG

Q19=150 ;VORSCHUB PENDELN

Q208=99999 ;VORSCHUB RUECKZUG



- ▶ **Zustell-Tiefe** Q10 (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird
- ▶ **Vorschub Tiefenzustellung** Q11: Eintauchvorschub in mm/min
- ▶ **Vorschub Ausräumen** Q12: Fräsvorschub in mm/min
- ▶ **Vorräum-Werkzeug Nummer** Q18: Nummer des Werkzeugs, mit dem die TNC bereits vorgeräumt hat. Falls nicht vorgeräumt wurde „0“ eingeben; falls Sie hier eine Nummer eingeben, räumt die TNC nur den Teil aus, der mit dem Vorräum-Werkzeug nicht bearbeitet werden konnte.
Falls der Nachräumbereich nicht seitlich anzufahren ist, taucht die TNC wie mit Q19 definiert ein; dazu müssen Sie in der Werkzeug-Tabelle TOOL.T, siehe „Werkzeug-Daten“, Seite 98 die Schneidenlänge LCUTS und den maximalen Eintauchwinkel ANGLE des Werkzeugs definieren. Ggf. gibt die TNC eine Fehlermeldung aus
- ▶ **Vorschub Pendeln** Q19: Pendelvorschub in mm/min
- ▶ **Vorschub Rückzug** Q208: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Herausfahren nach der Bearbeitung in mm/min. Wenn Sie Q208=0 eingeben, dann fährt die TNC das Werkzeug mit Vorschub Q12 heraus

SCHLICHTEN TIEFE (Zyklus 23)

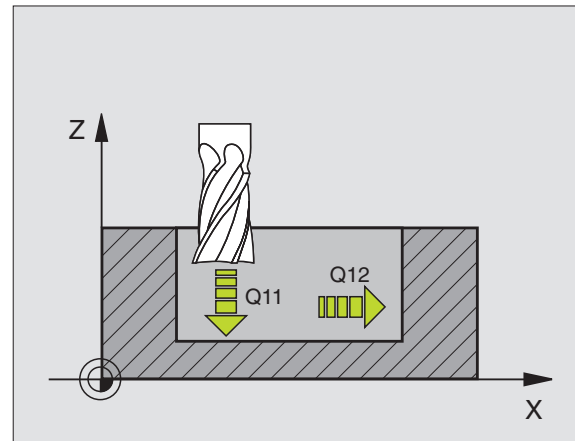


Die TNC ermittelt den Startpunkt fürs Schlichten selbständig. Der Startpunkt ist abhängig von den Platzverhältnissen in der Tasche.

Die TNC fährt das Werkzeug weich (vertikaler Tangentialkreis) auf die zu bearbeitende Fläche, sofern hierfür genügend Platz vorhanden ist. Bei beengten Platzverhältnissen fährt die TNC das Werkzeug senkrecht auf Tiefe. Anschließend wird das beim Ausräumen verbliebene Schlichtaufmaß abgefräst.



- ▶ **Vorschub Tiefenzustellung** Q11: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Einstechen
- ▶ **Vorschub Ausräumen** Q12: Fräsvorschub



Beispiel: NC-Sätze

60 CYCL DEF 23 SCHLICHTEN TIEFE

Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.

Q12=350 ;VORSCHUB RAEUMEN



SCHLICHTEN SEITE (Zyklus 24)

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



Beachten Sie vor dem Programmieren

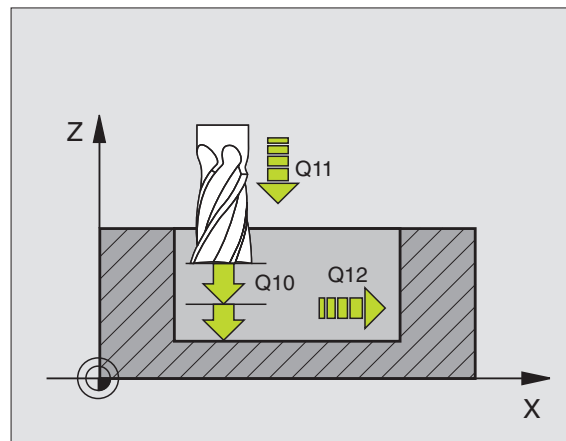
Die Summe aus Schlichtaufmaß Seite (Q14) und Schlichtwerkzeug-Radius muss kleiner sein als die Summe aus Schlichtaufmaß Seite (Q3,Zyklus 20) und Räumwerkzeug-Radius.

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

Die TNC ermittelt den Startpunkt fürs Schlichten selbständig. Der Startpunkt ist abhängig von den Platzverhältnissen in der Tasche und dem im Zyklus 20 programmierten Aufmaß.



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



Beispiel: NC-Sätze

61 CYCL DEF 24 SCHLICHTEN SEITE

Q9=+1 ;DREHSINN

Q10=+5 ;ZUSTELL-TIEFE

Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.

Q12=350 ;VORSCHUB RAEUMEN

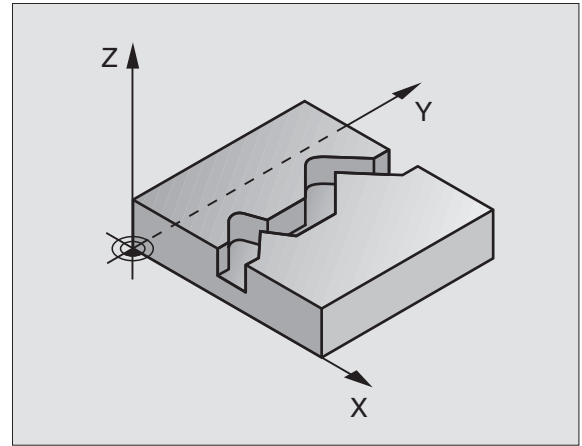
Q14=+0 ;AUFMASS SEITE

KONTUR-ZUG (Zyklus 25)

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

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

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



Beispiel: NC-Sätze

62	CYCL DEF 25	KONTUR-ZUG
Q1=-20	;FRAESTIEFE	
Q3=+0	;AUFMASS SEITE	
Q5=+0	;KOOR. OBERFLAECHE	
Q7=+50	;SICHERE HOEHE	
Q10=+5	;ZUSTELL-TIEFE	
Q11=100	;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q12=350	;VORSCHUB FRAESEN	
Q15=-1	;FRAESART	



Beachten Sie vor dem Programmieren

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

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

Der Speicher für den Zyklus ist begrenzt. Sie können in einem Zyklus maximal 1000 Konturelemente programmieren.

Zyklus 20 **KONTUR-DATEN** wird nicht benötigt.

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



Achtung Kollisionsgefahr!

Um mögliche Kollisionen zu vermeiden:

- Direkt nach Zyklus 25 keine Kettenmaße programmieren, da sich Kettenmaße auf die Position des Werkzeugs am Zyklus-Ende beziehen
- In allen Hauptachsen eine definierte (absolute) Position anfahren, da die Position des Werkzeugs am Zyklusende nicht mit der Position am Zyklusanfang übereinstimmt.



- ▶ **Frästiefe Q1** (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Konturgrund
- ▶ **Schlichtaufmaß Seite Q3** (inkremental): Schlichtaufmaß in der Bearbeitungsebene

- ▶ **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q5 (absolut): Absolute Koordinate der Werkstück Oberfläche bezogen auf den Werkstück-Nullpunkt
- ▶ **Sichere Höhe** Q7 (absolut): Absolute Höhe, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück erfolgen kann; Werkzeug-Rückzugposition am Zyklus-Ende
- ▶ **Zustell-Tiefe** Q10 (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird
- ▶ **Vorschub Tiefenzustellung** Q11: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Spindelachse
- ▶ **Vorschub Fräsen** Q12: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Bearbeitungsebene
- ▶ **Fräsart? (Gegenlauf = -1)** Q15:
Gleichlauf-Fräsen: Eingabe = +1
Gegenlauf-Fräsen: Eingabe = -1
Abwechselnd im Gleich- und Gegenlauf fräsen bei mehreren Zustellungen: Eingabe = 0

ZYLINDER-MANTEL (Zyklus 27, Software-Option 1)



Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein.

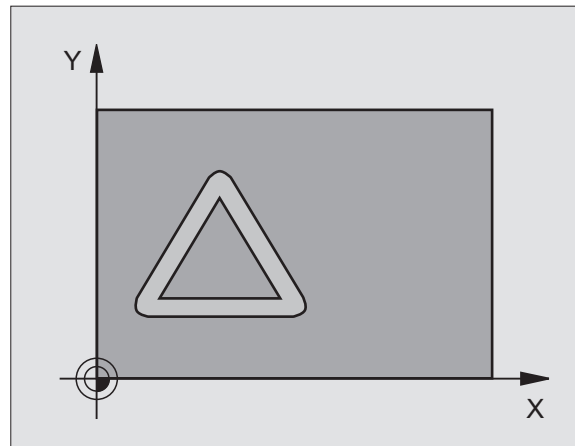
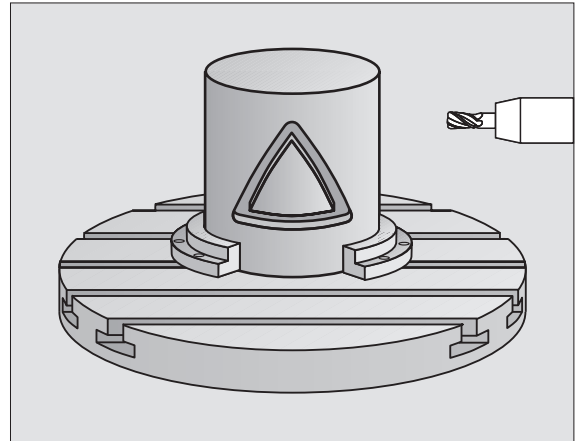
Mit diesem Zyklus können Sie eine auf der Abwicklung definierte Kontur auf den Mantel eines Zylinders übertragen. Verwenden Sie den Zyklus 28, wenn Sie Führungsnuten auf dem Zylinder fräsen wollen.

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

Im Unterprogramm beschreiben Sie die Kontur immer mit den Koordinaten X und Y, unabhängig davon welche Drehachsen an Ihrer Maschine vorhanden sind. Die Konturbeschreibung ist somit unabhängig von Ihrer Maschinenkonfiguration. Als Bahnfunktionen stehen L, CHF, CR, RND und CT zur Verfügung.

Die Angaben für die Winkelachse (X-Koordinaten) können Sie wahlweise in Grad oder in mm (Inch) eingeben (bei der Zyklus-Definition Q17 festlegen).

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug über den Einstichpunkt; dabei wird das Schlichtaufmaß Seite berücksichtigt
- 2 In der ersten Zustell-Tiefe fräst das Werkzeug mit dem Fräsvorschub Q12 entlang der programmierten Kontur
- 3 Am Konturende fährt die TNC das Werkzeug auf Sicherheitsabstand und zurück zum Einstichpunkt;
- 4 Die Schritte 1 bis 3 wiederholen sich, bis die programmierte Frästiefe Q1 erreicht ist
- 5 Anschließend fährt das Werkzeug auf Sicherheitsabstand





Beachten Sie vor dem Programmieren

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

Der Speicher für den Zyklus ist begrenzt. Sie können in einem Zyklus maximal 1000 Konturelemente programmieren.

Der Zyklus kann nur mit negativer Tiefe abgearbeitet werden. Bei positiv eingegebener Tiefe gibt die TNC eine Fehlermeldung aus.

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

Der Zylinder muss mittig auf dem Rundtisch aufgespannt sein.

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

Diesen Zyklus können Sie auch bei geschwenkter Bearbeitungsebene ausführen.



- ▶ **Frästiefe Q1** (inkremental): Abstand zwischen Zylinder-Mantel und Konturgrund
- ▶ **Schlichtaufmaß Seite Q3** (inkremental): Schlichtaufmaß in der Ebene der Mantel-Abwicklung; das Aufmaß wirkt in der Richtung der Radiuskorrektur
- ▶ **Sicherheits-Abstand Q6** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Zylinder Mantelfläche
- ▶ **Zustell-Tiefe Q10** (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird
- ▶ **Vorschub Tiefenzustellung Q11**: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Spindelachse
- ▶ **Vorschub Fräsen Q12**: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Bearbeitungsebene
- ▶ **Zylinderradius Q16**: Radius des Zylinders, auf dem die Kontur bearbeitet werden soll
- ▶ **Bemaßungsart? Grad =0 MM/INCH=1 Q17**: Koordinaten der Drehachse (X-Koordinaten) im Unterprogramm in Grad oder mm (inch) programmieren

Beispiel: NC-Sätze

63	CYCL	DEF	27	ZYLINDER-MANTEL
Q1=-8				;FRAESTIEFE
Q3=+0				;AUFMASS SEITE
Q6=+2				;SICHERHEITS-ABST.
Q10=+3				;ZUSTELL-TIEFE
Q11=100				;VORSCHUB TIEFENZ.
Q12=350				;VORSCHUB FRAESEN
Q16=25				;RADIUS
Q17=0				;BEMASSUNGSART



ZYLINDER-MANTEL Nutenfräsen (Zyklus 28, Software-Option 1)



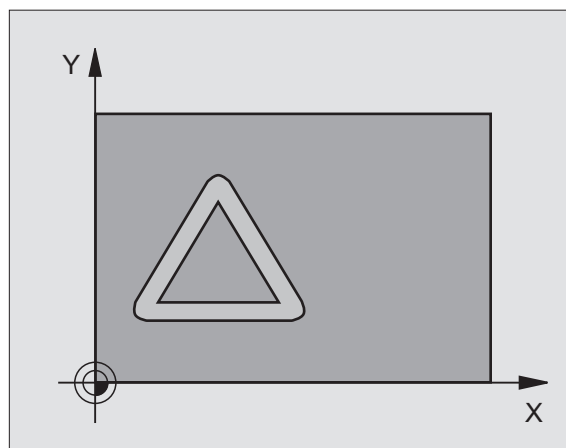
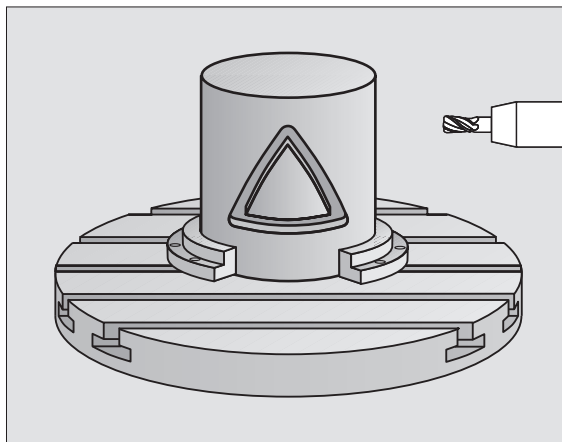
Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein.

Mit diesem Zyklus können Sie eine auf der Abwicklung definierte Führungsnut auf den Mantel eines Zylinders übertragen. Im Gegensatz zum Zyklus 27 stellt die TNC das Werkzeug bei diesem Zyklus so an, dass die Wände bei aktiver Radiuskorrektur nahezu parallel zueinander verlaufen. Exakt parallel verlaufende Wände erhalten Sie dann, wenn Sie ein Werkzeug verwenden, das exakt so groß ist wie die Nutbreite.

Je kleiner das Werkzeug im Verhältnis zur Nutbreite ist, desto größere Verzerrungen entstehen bei Kreisbahnen und schrägen Geraden. Um diese verfahrensbedingten Verzerrungen zu minimieren, können Sie über den Parameter Q21 eine Toleranz definieren, mit der die TNC die herzustellende Nut an eine Nut annähert, die mit einem Werkzeug hergestellt wurde, dessen Durchmesser der Nutbreite entspricht.

Programmieren Sie die Mittelpunktsbahn der Kontur mit Angabe der Werkzeug-Radiuskorrektur. Über die Radiuskorrektur legen Sie fest, ob die TNC die Nut im Gleich- oder Gegenlauf herstellt.

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug über den Einstichpunkt
- 2 In der ersten Zustelltiefe fräst das Werkzeug mit dem Fräsvorschub Q12 entlang der Nutwand; dabei wird das Schlichtaufmaß Seite berücksichtigt
- 3 Am Konturende versetzt die TNC das Werkzeug an die gegenüberliegende Nutwand und fährt zurück zum Einstichpunkt
- 4 Die Schritte 2 und 3 wiederholen sich, bis die programmierte Frästiefe Q1 erreicht ist
- 5 Wenn Sie die Toleranz Q21 definiert haben, dann führt die TNC die Nachbearbeitung aus, um möglichst parallele Nutwände zu erhalten.
- 6 Abschließend fährt das Werkzeug in der Werkzeug-Achse zurück auf die sichere Höhe





Beachten Sie vor dem Programmieren

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

Der Speicher für den Zyklus ist begrenzt. Sie können in einem Zyklus maximal 1000 Konturelemente programmieren.

Der Zyklus kann nur mit negativer Tiefe abgearbeitet werden. Bei positiv eingegebener Tiefe gibt die TNC eine Fehlermeldung aus.

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

Der Zylinder muss mittig auf dem Rundtisch aufgespannt sein.

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

Diesen Zyklus können Sie auch bei geschwenkter Bearbeitungsebene ausführen.



- ▶ **Frästiefe** Q1 (inkremental): Abstand zwischen Zylinder-Mantel und Konturgrund
- ▶ **Schlichtaufmaß Seite** Q3 (inkremental): Schlichtaufmaß an der Nutwand. Das Schlichtaufmaß verkleinert die Nutbreite um den zweifachen eingegebenen Wert
- ▶ **Sicherheits-Abstand** Q6 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Zylinder Mantelfläche
- ▶ **Zustell-Tiefe** Q10 (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird
- ▶ **Vorschub Tiefenzustellung** Q11: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Spindelachse
- ▶ **Vorschub Fräsen** Q12: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Bearbeitungsebene
- ▶ **Zylinder-Radius** Q16: Radius des Zylinders, auf dem die Kontur bearbeitet werden soll
- ▶ **Bemaßungsart? Grad =0 MM/INCH=1** Q17: Koordinaten der Drehachse (X-Koordinaten) im Unterprogramm in Grad oder mm (inch) programmieren
- ▶ **Nutbreite** Q20: Breite der herzustellenden Nut
- ▶ **Toleranz?** Q21: Wenn Sie ein Werkzeug verwenden, das kleiner ist als die programmierte Nutbreite Q20, entstehen verfahrensbedingt Verrzerrungen an der Nutwand bei Kreisen und schrägen Geraden. Wenn Sie die Toleranz Q21 definieren, dann nähert die TNC die Nut in einem nachgeschalteten Fräsvorgang so an, als ob Sie die Nut mit einem Werkzeug gefräst hätten, das exakt so groß ist wie die Nutbreite. Mit Q21 definieren Sie die erlaubte Abweichung von dieser idealen Nut. Die Anzahl der Nachbearbeitungsschritte hängt ab vom Zylinderradius, dem verwendeten Werkzeug und der Nuttiefe. Je kleiner die Toleranz definiert ist, desto exakter wird die Nut, desto länger dauert aber auch die Nachbearbeitung.
Empfehlung: Toleranz von 0.02 mm verwenden.
Funktion inaktiv: 0 eingeben (Grundeinstellung)

Beispiel: NC-Sätze

63 CYCL DEF 28 ZYLINDER-MANTEL	
Q1=-8	;FRAESTIEFE
Q3=+0	;AUFMASS SEITE
Q6=+2	;SICHERHEITS-ABST.
Q10=+3	;ZUSTELL-TIEFE
Q11=100	;VORSCHUB TIEFENZ.
Q12=350	;VORSCHUB FRAESEN
Q16=25	;RADIUS
Q17=0	;BEMASSUNGSART
Q20=12	;NUTBREITE
Q21=0	;TOLERANZ



ZYLINDER-MANTEL Stegfräsen (Zyklus 29, Software-Option 1)

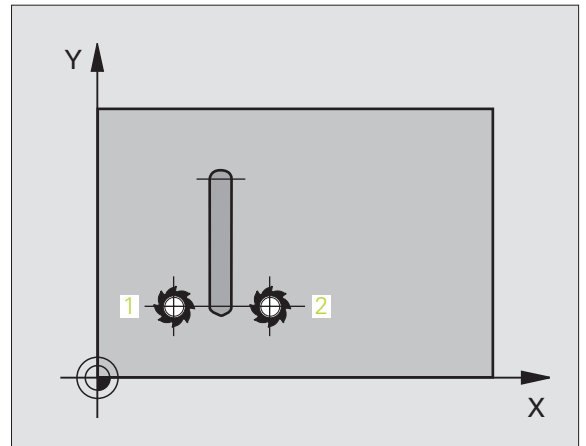
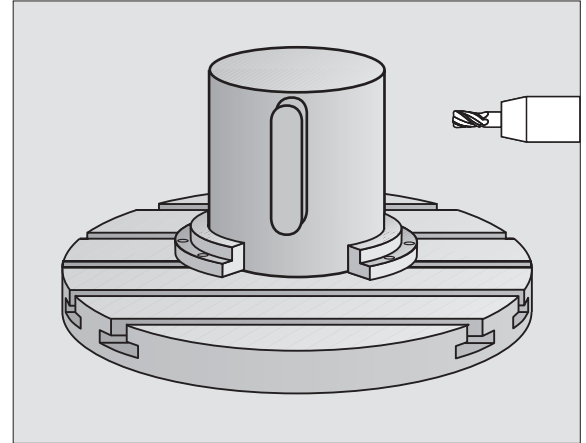


Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein.

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

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

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug über den Startpunkt der Bearbeitung. Den Startpunkt berechnet die TNC aus der Stegbreite und dem Werkzeug-Durchmesser. Er liegt um die halbe Stegbreite und dem Werkzeug-Durchmesser versetzt neben dem ersten im Kontur-Unterprogramm definierten Punkt. Die Radius-Korrektur bestimmt, ob links (1, RL=Gleichlauf) oder rechts vom Steg (2, RR=Gegenlauf) gestartet wird
- 2 Nachdem die TNC auf die erste Zustelltiefe positioniert hat, fährt das Werkzeug auf einem Kreisbogen mit Fräsvorschub Q12 tangential an die Stegwand an. Ggf. wird das Schlichtaufmaß Seite berücksichtigt
- 3 Auf der ersten Zustelltiefe fräst das Werkzeug mit dem Fräsvorschub Q12 entlang der Stegwand, bis der Zapfen vollständig hergestellt ist
- 4 Anschließend fährt das Werkzeug tangential von der Stegwand weg zurück zum Startpunkt der Bearbeitung
- 5 Die Schritte 2 bis 4 wiederholen sich, bis die programmierte Frästiefe Q1 erreicht ist
- 6 Abschließend fährt das Werkzeug in der Werkzeug-Achse zurück auf die sichere Höhe oder auf die zuletzt vor dem Zyklus programmierte Position





Beachten Sie vor dem Programmieren

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

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

Der Speicher für den Zyklus ist begrenzt. Sie können in einem Zyklus maximal 1000 Konturelemente programmieren.

Der Zyklus kann nur mit negativer Tiefe abgearbeitet werden. Bei positiv eingegebener Tiefe gibt die TNC eine Fehlermeldung aus.

Der Zylinder muss mittig auf dem Rundtisch aufgespannt sein.

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

Diesen Zyklus können Sie auch bei geschwenkter Bearbeitungsebene ausführen.



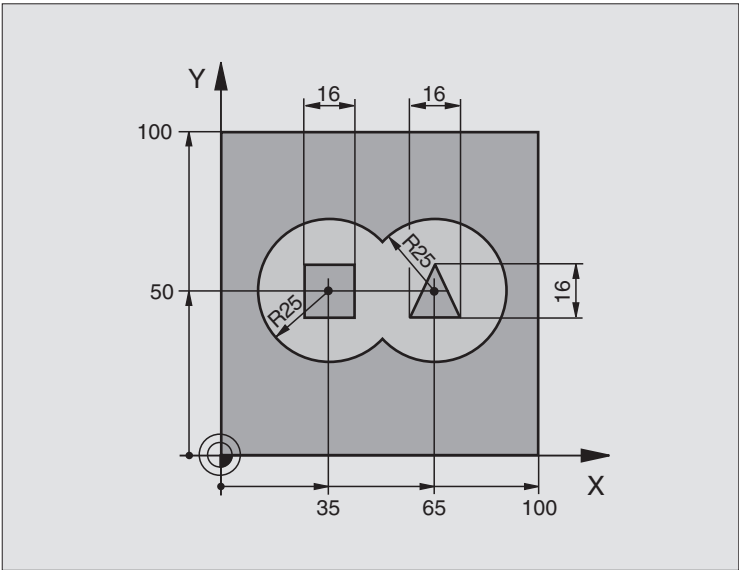
- ▶ **Frästiefe** Q1 (inkremental): Abstand zwischen Zylinder-Mantel und Konturgrund
- ▶ **Schlichtaufmaß Seite** Q3 (inkremental): Schlichtaufmaß an der Stegwand. Das Schlichtaufmaß vergrößert die Stegbreite um den zweifachen eingegebenen Wert
- ▶ **Sicherheits-Abstand** Q6 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Zylinder Mantelfläche
- ▶ **Zustell-Tiefe** Q10 (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird
- ▶ **Vorschub Tiefenzustellung** Q11: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Spindelachse
- ▶ **Vorschub Fräsen** Q12: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Bearbeitungsebene
- ▶ **Zylinder-Radius** Q16: Radius des Zylinders, auf dem die Kontur bearbeitet werden soll
- ▶ **Bemaßungsart? Grad =0 MM/INCH=1** Q17: Koordinaten der Drehachse (X-Koordinaten) im Unterprogramm in Grad oder mm (inch) programmieren
- ▶ **Stegbreite** Q20: Breite des herzustellenden Steges

Beispiel: NC-Sätze

63 CYCL DEF 29 ZYLINDER-MANTEL STEG	
Q1=-8	;FRAESTIEFE
Q3=+0	;AUFMASS SEITE
Q6=+2	;SICHERHEITS-ABST.
Q10=+3	;ZUSTELL-TIEFE
Q11=100	;VORSCHUB TIEFENZ.
Q12=350	;VORSCHUB FRAESEN
Q16=25	;RADIUS
Q17=0	;BEMASSUNGSART
Q20=12	;STEGBREITE



Beispiel: Überlagerte Konturen vorbohren, schrappen, schlichten



0 BEGIN PGM C21 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Rohteil-Definition
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+6	Werkzeug-Definition Bohrer
4 TOOL DEF 2 L+0 R+6	Werkzeug-Definition Schruppen/Schlichten
5 TOOL CALL 1 Z S2500	Werkzeug-Aufruf Bohrer
6 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
7 CYCL DEF 14.0 KONTUR	Kontur-Unterprogramme festlegen
8 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1/2/3/4	
9 CYCL DEF 20.0 KONTUR-DATEN	Allgemeine Bearbeitungs-Parameter festlegen
Q1=-20 ;FRAESTIEFE	
Q2=1 ;BAHN-UEBERLAPPUNG	
Q3=+0.5 ;AUFMASS SEITE	
Q4=+0.5 ;AUFMASS TIEFE	
Q5=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	
Q6=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q7=+100 ;SICHERE HOEHE	
Q8=0.1 ;RUNDUNGSRADIUS	
Q9=-1 ;DREHSINN	

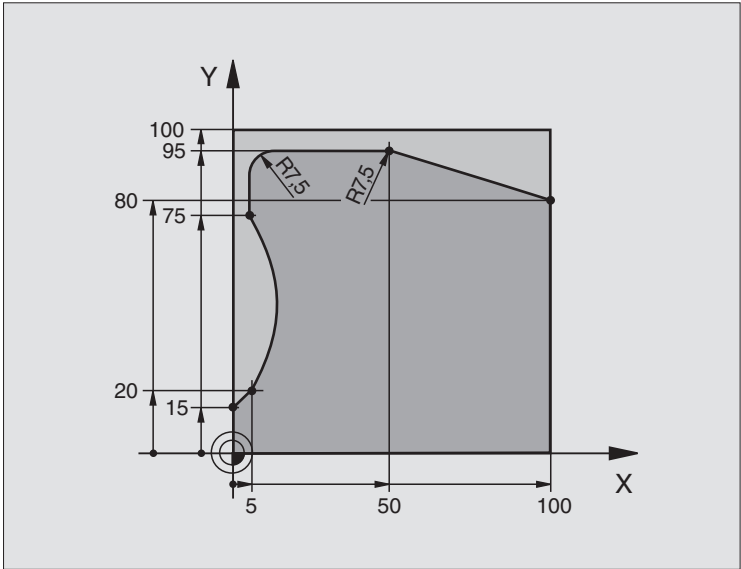
10 CYCL DEF 21.0 VORBOHREN	Zyklus-Definition Vorbohren
Q10=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q11=250 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q13=2 ;AUSRAEUM-WERKZEUG	
11 CYCL CALL M3	Zyklus-Aufruf Vorbohren
12 L Z+250 R0 FMAX M6	Werkzeug-Wechsel
13 TOOL CALL 2 Z S3000	Werkzeug-Aufruf Schrappen/Schlichten
14 CYCL DEF 22.0 RAEUMEN	Zyklus-Definition Räumen
Q10=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q12=350 ;VORSCHUB RAEUMEN	
Q18=0 ;VORRAEUM-WERKZEUG	
Q19=150 ;VORSCHUB PENDELN	
Q208=30000;VORSCHUB RUECKZUG	
15 CYCL CALL M3	Zyklus-Aufruf Räumen
16 CYCL DEF 23.0 SCHLICHTEN TIEFE	Zyklus-Definition Schlichten Tiefe
Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q12=200 ;VORSCHUB RAEUMEN	
Q208=30000;VORSCHUB RUECKZUG	
17 CYCL CALL	Zyklus-Aufruf Schlichten Tiefe
18 CYCL DEF 24.0 SCHLICHTEN SEITE	Zyklus-Definition Schlichten Seite
Q9=+1 ;DREHSINN	
Q10=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q12=400 ;VORSCHUB RAEUMEN	
Q14=+0 ;AUFMASS SEITE	
19 CYCL CALL	Zyklus-Aufruf Schlichten Seite
20 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende



8.5 SL-Zyklen

21 LBL 1	Kontur-Unterprogramm 1: Tasche links
22 CC X+35 Y+50	
23 L X+10 Y+50 RR	
24 C X+10 DR-	
25 LBL 0	
26 LBL 2	Kontur-Unterprogramm 2: Tasche rechts
27 CC X+65 Y+50	
28 L X+90 Y+50 RR	
29 C X+90 DR-	
30 LBL 0	
31 LBL 3	Kontur-Unterprogramm 3: Insel Viereckig links
32 L X+27 Y+50 RL	
33 L Y+58	
34 L X+43	
35 L Y+42	
36 L X+27	
37 LBL 0	
38 LBL 4	Kontur-Unterprogramm 4: Insel Dreieckig rechts
39 L X+65 Y+42 RL	
40 L X+57	
41 L X+65 Y+58	
42 L X+73 Y+42	
43 LBL 0	
44 END PGM C21 MM	

Beispiel: Kontur-Zug



0 BEGIN PGM C25 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Rohteil-Definition
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+10	Werkzeug-Definition
4 TOOL CALL 1 Z S2000	Werkzeug-Aufruf
5 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
6 CYCL DEF 14.0 KONTUR	Kontur-Unterprogramm festlegen
7 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1	
8 CYCL DEF 25 KONTUR-ZUG	Bearbeitungs-Parameter festlegen
Q1=-20 ;FRAESTIEFE	
Q3=+0 ;AUFMASS SEITE	
Q5=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	
Q7=+250 ;SICHERE HOEHE	
Q10=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q12=200 ;VORSCHUB FRAESEN	
Q15=+1 ;FRAESART	
9 CYCL CALL M3	Zyklus-Aufruf
10 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende



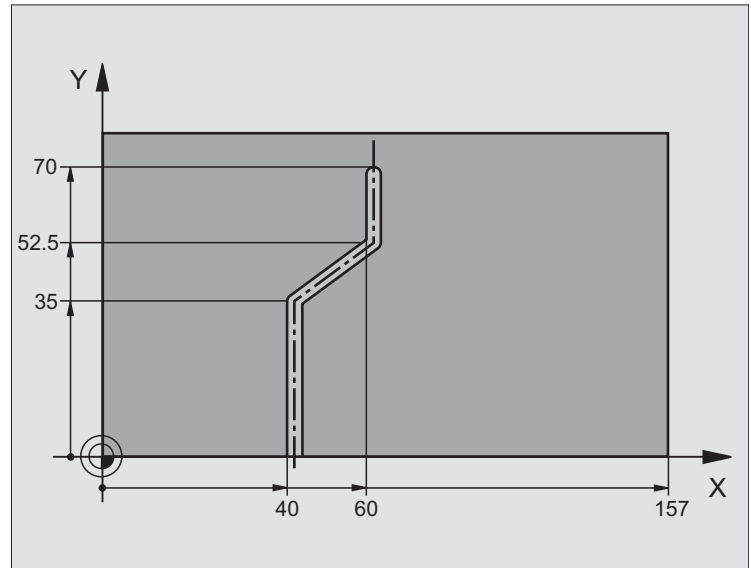
11 LBL 1	Kontur-Unterprogramm
12 L X+0 Y+15 RL	
13 L X+5 Y+20	
14 CT X+5 Y+75	
15 L Y+95	
16 RND R7.5	
17 L X+50	
18 RND R7.5	
19 L X+100 Y+80	
20 LBL 0	
21 END PGM C25 MM	



Beispiel: Zylinder-Mantel mit Zyklus 27

Hinweise:

- Zylinder mittig auf Rundtisch aufgespannt.
- Bezugspunkt liegt in der Rundtisch-Mitte
- Beschreibung der Mittelpunktsbahn im Kontur-Unterprogramm



0 BEGIN PGM C28 MM	
1 TOOL DEF 1 L+0 R+3.5	Werkzeug-Definition
2 TOOL CALL 1 Y S2000	Werkzeug-Aufruf, Werkzeug-Achse Y
3 L Y+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
4 L X+0 R0 FMAX	Werkzeug auf Rundtisch-Mitte positionieren
5 CYCL DEF 14.0 KONTUR	Kontur-Unterprogramm festlegen
6 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1	
7 CYCL DEF 27 ZYLINDER-MANTEL	Bearbeitungs-Parameter festlegen
Q1=-7 ;FRAESTIEFE	
Q3=+0 ;AUFMASS SEITE	
Q6=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q10=4 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q12=250 ;VORSCHUB FRAESEN	
Q16=25 ;RADIUS	
Q17=1 ;BEMASSUNGSART	
8 L C+0 R0 FMAX M3	Rundtisch vorpositionieren
9 CYCL CALL	Zyklus-Aufruf
10 L Y+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
11 LBL 1	Kontur-Unterprogramm, Beschreibung der Mittelpunktsbahn

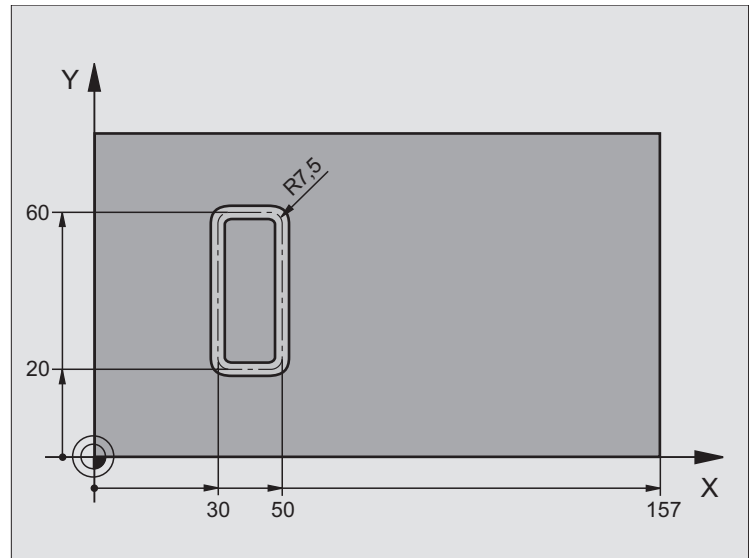
12 L X+40 Y+0 RR	Angaben in der Drehachse in mm (Q17=1)
13 L Y+35	
14 L X+60 Y+52.5	
15 L Y+70	
16 LBL 0	
17 END PGM C28 MM	



Beispiel: Zylinder-Mantel mit Zyklus 28

Hinweis:

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



0 BEGIN PGM C27 MM	
1 TOOL DEF 1 L+0 R+3.5	Werkzeug-Definition
2 TOOL CALL 1 Y S2000	Werkzeug-Aufruf, Werkzeug-Achse Y
3 L X+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
4 L X+0 R0 FMAX	Werkzeug auf Rundtisch-Mitte positionieren
5 CYCL DEF 14.0 KONTUR	Kontur-Unterprogramm festlegen
6 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1	
7 CYCL DEF 28 ZYLINDER-MANTEL	Bearbeitungs-Parameter festlegen
Q1=-7 ;FRAESTIEFE	
Q3=+0 ;AUFMASS SEITE	
Q6=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q10=-4 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q12=250 ;VORSCHUB FRAESEN	
Q16=25 ;RADIUS	
Q17=1 ;BEMASSUNGSART	
Q20=10 ;NUTBREITE	
Q21=0.02 ;TOLERANZ	Nachbearbeitung aktiv
8 L C+0 R0 FMAX M3	Rundtisch vorpositionieren
9 CYCL CALL	Zyklus-Aufruf
10 L Y+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende

8.5 SL-Zyklen

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



8.6 Zyklen zum Abzeilen

Übersicht

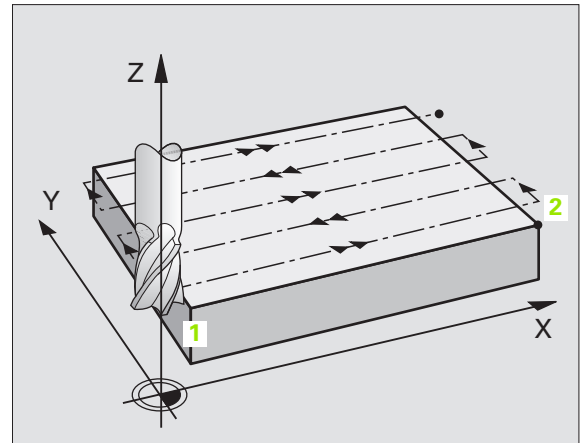
Die TNC stellt vier Zyklen zur Verfügung, mit denen Sie Flächen mit folgenden Eigenschaften bearbeiten können:

- Eben rechteckig
- Eben schiefwinklig
- Beliebige geneigt
- In sich verwunden

Zyklus	Softkey
230 ABZEILEN Für ebene rechteckige Flächen	
231 REGELFLAECHE Für schiefwinklige, geneigte und verwundene Flächen	
232 PLANFRAESEN Für ebene rechteckige Flächen, mit Aufmaß-Angabe und mehreren Zustellungen	

ABZEILEN (Zyklus 230)

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug im Eilgang FMAX von der aktuellen Position aus in der Bearbeitungsebene auf den Startpunkt **1**; die TNC versetzt das Werkzeug dabei um den Werkzeug-Radius nach links und nach oben
- 2 Anschließend fährt das Werkzeug mit FMAX in der Spindelachse auf Sicherheits-Abstand und danach im Vorschub Tiefenzustellung auf die programmierte Startposition in der Spindelachse
- 3 Danach fährt das Werkzeug mit dem programmierten Vorschub Fräsen auf den Endpunkt **2**; den Endpunkt berechnet die TNC aus dem programmierten Startpunkt, der programmierten Länge und dem Werkzeug-Radius
- 4 Die TNC versetzt das Werkzeug mit Vorschub Fräsen quer auf den Startpunkt der nächsten Zeile; die TNC berechnet den Versatz aus der programmierten Breite und der Anzahl der Schnitte
- 5 Danach fährt das Werkzeug in negativer Richtung der 1. Achse zurück
- 6 Das Abzeilen wiederholt sich, bis die eingegebene Fläche vollständig bearbeitet ist



- 7 Am Ende fährt die TNC das Werkzeug mit FMAX zurück auf den Sicherheits-Abstand

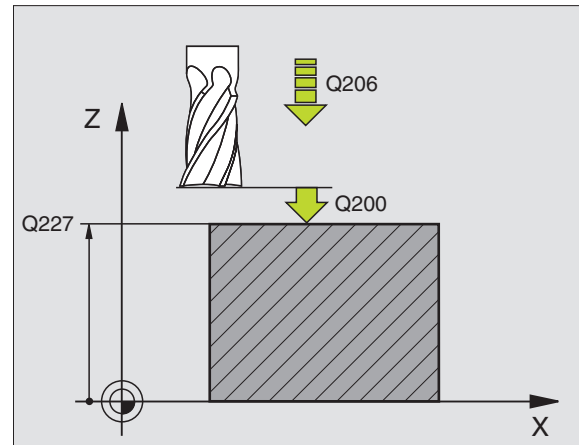
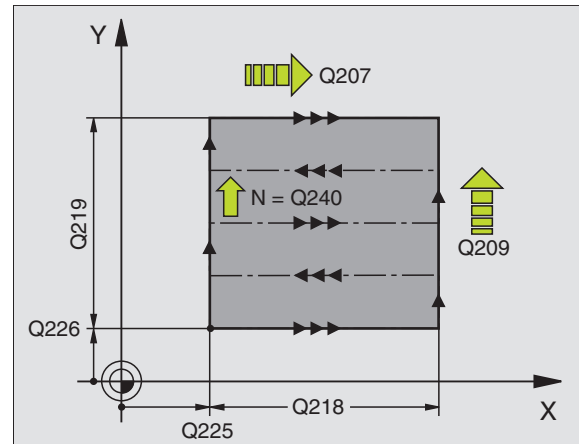


Beachten Sie vor dem Programmieren

Die TNC positioniert das Werkzeug von der aktuellen Position zunächst in der Bearbeitungsebene und anschließend in der Spindelachse auf den Startpunkt.

Werkzeug so vorpositionieren, dass keine Kollision mit dem Werkstück oder Spannmitteln erfolgen kann.

- **Startpunkt 1. Achse** Q225 (absolut): Min-Punkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- **Startpunkt 2. Achse** Q226 (absolut): Min-Punkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- **Startpunkt 3. Achse** Q227 (absolut): Höhe in der Spindelachse, auf der abgezeilt wird
- **1. Seiten-Länge** Q218 (inkremental): Länge der abzuzeilenden Fläche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene, bezogen auf den Startpunkt 1. Achse
- **2. Seiten-Länge** Q219 (inkremental): Länge der abzuzeilenden Fläche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene, bezogen auf den Startpunkt 2. Achse
- **Anzahl Schnitte** Q240: Anzahl der Zeilen, auf denen die TNC das Werkzeug in der Breite verfahren soll
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren vom Sicherheits-Abstand auf die Frästiefe in mm/min
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min
- **Vorschub quer** Q209: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf die nächste Zeile in mm/min; wenn Sie im Material quer fahren, dann Q209 kleiner als Q207 eingeben; wenn Sie im Freien quer fahren, dann darf Q209 größer als Q207 sein
- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Frästiefe für Positionierung am Zyklus-Anfang und am Zyklus-Ende



Beispiel: NC-Sätze

71 CYCL DEF 230 ABZEILEN

Q225=+10 ;STARTPUNKT 1. ACHSE

Q226=+12 ;STARTPUNKT 2. ACHSE

Q227=+2.5 ;STARTPUNKT 3. ACHSE

Q218=150 ;1. SEITEN-LAENGE

Q219=75 ;2. SEITEN-LAENGE

Q240=25 ;ANZAHL SCHNITTE

Q206=150 ;VORSCHUB TIEFENZ.

Q207=500 ;VORSCHUB FRAESEN

Q209=200 ;VORSCHUB QUER

Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.

REGELFLAECHE (Zyklus 231)

- 1 Die TNC positioniert das Werkzeug von der aktuellen Position aus mit einer 3D-Geradenbewegung auf den Startpunkt **1**
- 2 Anschließend fährt das Werkzeug mit dem programmierten Vorschub Fräsen auf den Endpunkt **2**
- 3 Dort fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang FMAX um den Werkzeug-Durchmesser in positive Spindelachsenrichtung und danach wieder zurück zum Startpunkt **1**
- 4 Am Startpunkt **1** fährt die TNC das Werkzeug wieder auf den zuletzt gefahrenen Z-Wert
- 5 Anschließend versetzt die TNC das Werkzeug in allen drei Achsen von Punkt **1** in Richtung des Punktes **4** auf die nächste Zeile
- 6 Danach fährt die TNC das Werkzeug auf den Endpunkt dieser Zeile. Den Endpunkt berechnet die TNC aus Punkt **2** und einem Versatz in Richtung Punkt **3**
- 7 Das Abzeilen wiederholt sich, bis die eingegebene Fläche vollständig bearbeitet ist
- 8 Am Ende positioniert die TNC das Werkzeug um den Werkzeug-Durchmesser über den höchsten eingegebenen Punkt in der Spindelachse

Schnittführung

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

Die Oberflächengüte beim Einsatz von Schaftfräsern können Sie optimieren:

- Durch stoßenden Schnitt (Spindelachsenkoordinate Punkt **1** größer als Spindelachsenkoordinate Punkt **2**) bei wenig geneigten Flächen.
- Durch ziehenden Schnitt (Spindelachsenkoordinate Punkt **1** kleiner als Spindelachsenkoordinate Punkt **2**) bei stark geneigten Flächen
- Bei windschiefen Flächen, Hauptbewegungs-Richtung (von Punkt **1** nach Punkt **2**) in die Richtung der stärkeren Neigung legen

Die Oberflächengüte beim Einsatz von Radiusfräsern können Sie optimieren:

- Bei windschiefen Flächen Hauptbewegungs-Richtung (von Punkt **1** nach Punkt **2**) senkrecht zur Richtung der stärksten Neigung legen

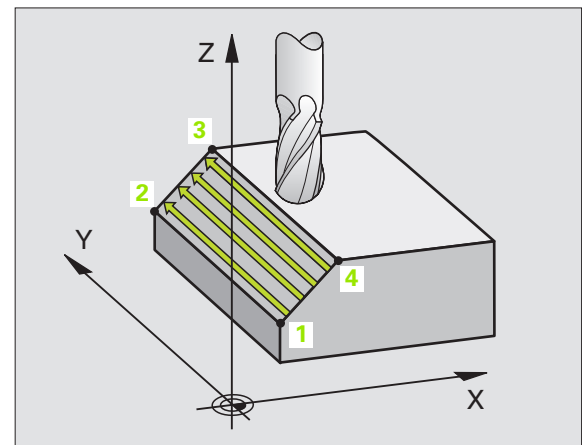
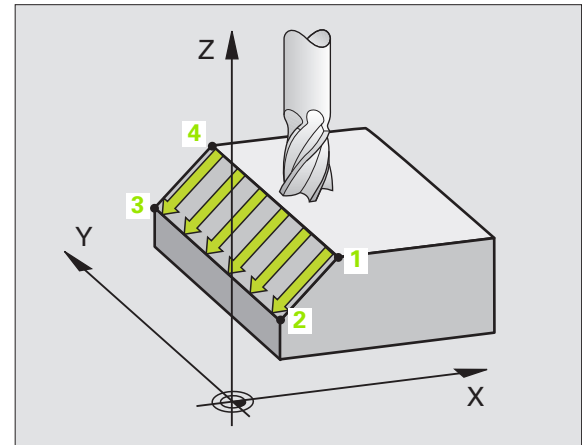
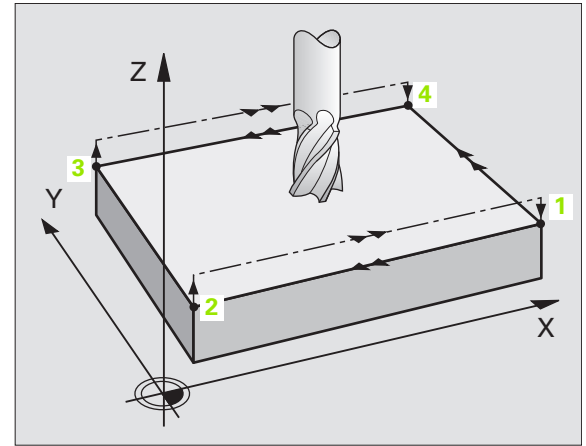


Beachten Sie vor dem Programmieren

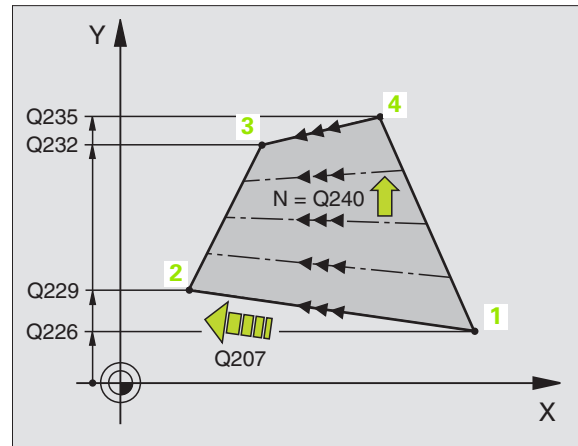
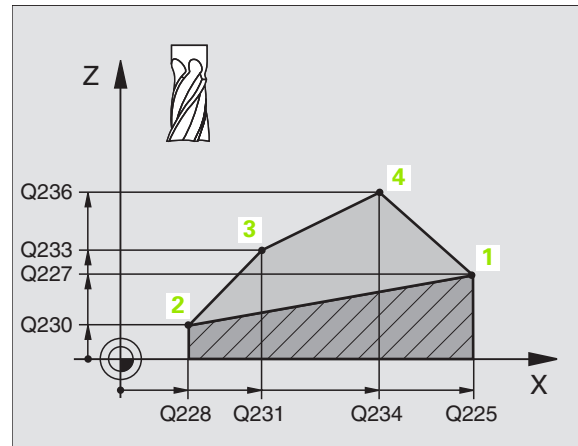
Die TNC positioniert das Werkzeug von der aktuellen Position mit einer 3D-Geradenbewegung auf den Startpunkt **1**. Werkzeug so vorpositionieren, dass keine Kollision mit dem Werkstück oder Spannmitteln erfolgen kann.

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

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



- **Startpunkt 1. Achse** Q225 (absolut): Startpunkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- **Startpunkt 2. Achse** Q226 (absolut): Startpunkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- **Startpunkt 3. Achse** Q227 (absolut): Startpunkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Spindelachse
- **2. Punkt 1. Achse** Q228 (absolut): Endpunkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- **2. Punkt 2. Achse** Q229 (absolut): Endpunkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- **2. Punkt 3. Achse** Q230 (absolut): Endpunkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Spindelachse
- **3. Punkt 1. Achse** Q231 (absolut): Koordinate des Punktes **3** in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- **3. Punkt 2. Achse** Q232 (absolut): Koordinate des Punktes **3** in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- **3. Punkt 3. Achse** Q233 (absolut): Koordinate des Punktes **3** in der Spindelachse



- ▶ **4. Punkt 1. Achse** Q234 (absolut): Koordinate des Punktes **4** in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- ▶ **4. Punkt 2. Achse** Q235 (absolut): Koordinate des Punktes **4** in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- ▶ **4. Punkt 3. Achse** Q236 (absolut): Koordinate des Punktes **4** in der Spindelachse
- ▶ **Anzahl Schnitte** Q240: Anzahl der Zeilen, die die TNC das Werkzeug zwischen Punkt **1** und **4**, bzw. zwischen Punkt **2** und **3** verfahren soll
- ▶ **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrensgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/ min. Die TNC führt den ersten Schnitt mit dem halben programmierten Wert aus.

Beispiel: NC-Sätze

72	CYCL	DEF	231	REGELFLAECHE
Q225	=+0			;STARTPUNKT 1. ACHSE
Q226	=+5			;STARTPUNKT 2. ACHSE
Q227	=-2			;STARTPUNKT 3. ACHSE
Q228	=+100			;2. PUNKT 1. ACHSE
Q229	=+15			;2. PUNKT 2. ACHSE
Q230	=+5			;2. PUNKT 3. ACHSE
Q231	=+15			;3. PUNKT 1. ACHSE
Q232	=+125			;3. PUNKT 2. ACHSE
Q233	=+25			;3. PUNKT 3. ACHSE
Q234	=+15			;4. PUNKT 1. ACHSE
Q235	=+125			;4. PUNKT 2. ACHSE
Q236	=+25			;4. PUNKT 3. ACHSE
Q240	=40			;ANZAHL SCHNITTE
Q207	=500			;VORSCHUB FRAESEN

PLANFRAESEN (Zyklus 232)

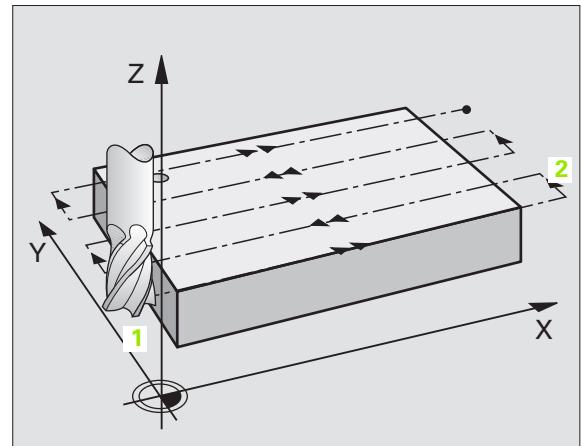
Mit dem Zyklus 232 können Sie eine ebene Fläche in mehreren Zustellungen und unter Berücksichtigung eines Schlicht-Aufmaßes planfräsen. Dabei stehen drei Bearbeitungsstrategien zur Verfügung:

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

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

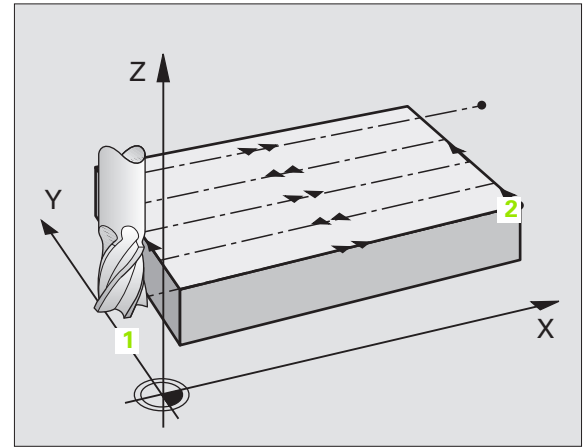
Strategie Q389=0

- 3 Danach fährt das Werkzeug mit dem programmierten Vorschub Fräsen auf den Endpunkt **2**. Der Endpunkt liegt **außerhalb** der Fläche, die TNC berechnet ihn aus dem programmierten Startpunkt, der programmierten Länge, dem programmierten seitlichen Sicherheits-Abstand und dem Werkzeug-Radius
- 4 Die TNC versetzt das Werkzeug mit Vorschub Vorpositionieren quer auf den Startpunkt der nächsten Zeile; die TNC berechnet den Versatz aus der programmierten Breite, dem Werkzeug-Radius und dem maximalen Bahn-Überlappungs-Faktor
- 5 Danach fährt das Werkzeug wieder zurück in Richtung des Startpunktes **1**
- 6 Der Vorgang wiederholt sich, bis die eingegebene Fläche vollständig bearbeitet ist. Am Ende der letzten Bahn erfolgt die Zustellung auf die nächste Bearbeitungstiefe
- 7 Um Leerwege zu vermeiden, wird die Fläche anschließend in umgekehrter Reihenfolge bearbeitet
- 8 Der Vorgang wiederholt sich, bis alle Zustellungen ausgeführt sind. Bei der letzten Zustellung wird lediglich das eingegebene Schlicht-aufmaß im Vorschub Schichten abgefräst
- 9 Am Ende fährt die TNC das Werkzeug mit FMAX zurück auf den 2. Sicherheits-Abstand



Strategie Q389=1

- 3 Danach fährt das Werkzeug mit dem programmierten Vorschub Fräsen auf den Endpunkt **2**. Der Endpunkt liegt **innerhalb** der Fläche, die TNC berechnet ihn aus dem programmierten Startpunkt, der programmierten Länge und dem Werkzeug-Radius
- 4 Die TNC versetzt das Werkzeug mit Vorschub Vorpositionieren quer auf den Startpunkt der nächsten Zeile; die TNC berechnet den Versatz aus der programmierten Breite, dem Werkzeug-Radius und dem maximalen Bahn-Überlappungs-Faktor
- 5 Danach fährt das Werkzeug wieder zurück in Richtung des Startpunktes **1**. Der Versatz auf die nächste Zeile erfolgt wieder innerhalb des Werkstückes
- 6 Der Vorgang wiederholt sich, bis die eingegebene Fläche vollständig bearbeitet ist. Am Ende der letzten Bahn erfolgt die Zustellung auf die nächste Bearbeitungstiefe
- 7 Um Leerwege zu vermeiden, wird die Fläche anschließend in umgekehrter Reihenfolge bearbeitet
- 8 Der Vorgang wiederholt sich, bis alle Zustellungen ausgeführt sind. Bei der letzten Zustellung wird lediglich das eingegebene Schlichtaufmaß im Vorschub Schichten abgefräst
- 9 Am Ende fährt die TNC das Werkzeug mit FMAX zurück auf den 2. Sicherheits-Abstand



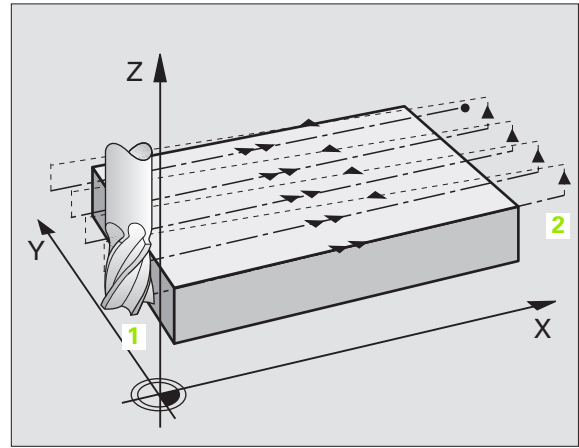
Strategie Q389=2

- 3 Danach fährt das Werkzeug mit dem programmierten Vorschub Fräsen auf den Endpunkt **2**. Der Endpunkt liegt ausserhalb der Fläche, die die TNC berechnet ihn aus dem programmierten Startpunkt, der programmierten Länge, dem programmierten seitlichen Sicherheits-Abstand und dem Werkzeug-Radius
- 4 Die TNC fährt das Werkzeug in der Spindelachse auf Sicherheits-Abstand über die aktuelle Zustell-Tiefe und fährt im Vorschub Vorpositionieren direkt zurück auf den Startpunkt der nächsten Zeile. Die TNC berechnet den Versatz aus der programmierten Breite, dem Werkzeug-Radius und dem maximalen Bahn-Überlappungs-Faktor
- 5 Danach fährt das Werkzeug wieder auf die aktuelle Zustell-Tiefe und anschließend wieder in Richtung des Endpunktes **2**
- 6 Der Abzeil-Vorgang wiederholt sich, bis die eingegebene Fläche vollständig bearbeitet ist. Am Ende der letzten Bahn erfolgt die Zustellung auf die nächste Bearbeitungstiefe
- 7 Um Leerwege zu vermeiden, wird die Fläche anschließend in umgekehrter Reihenfolge bearbeitet
- 8 Der Vorgang wiederholt sich, bis alle Zustellungen ausgeführt sind. Bei der letzten Zustellung wird lediglich das eingegebene Schlichtaufmaß im Vorschub Schichten abgefräst
- 9 Am Ende fährt die TNC das Werkzeug mit FMAX zurück auf den 2. Sicherheits-Abstand



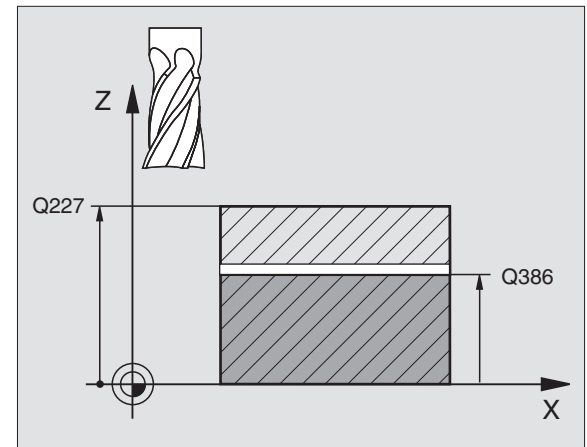
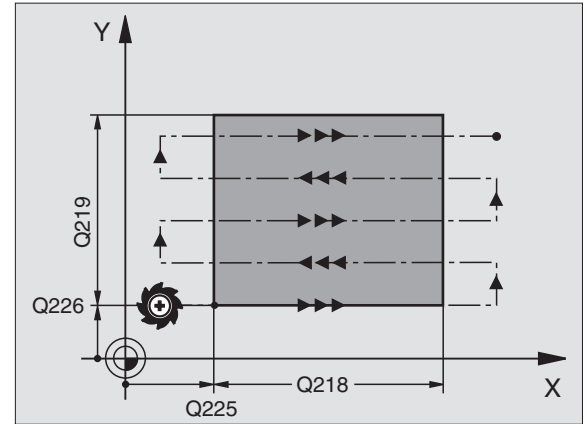
Beachten Sie vor dem Programmieren

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

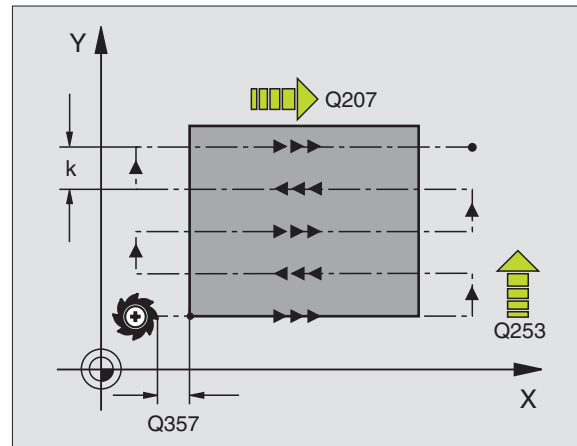
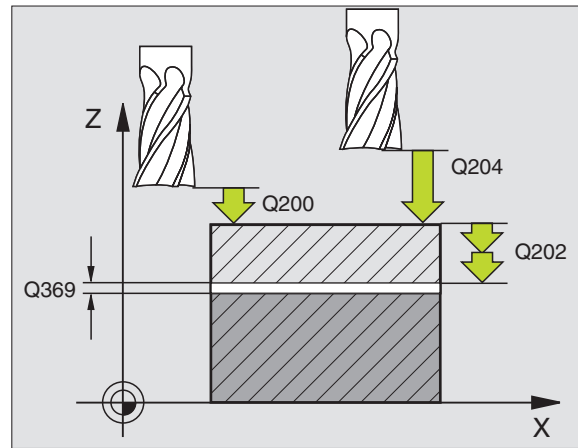




- **Bearbeitungsstrategie (0/1/2)** Q389: Festlegen, wie die TNC die Fläche bearbeiten soll:
0: Mäanderförmig bearbeiten, seitliche Zustellung im Positionier-Vorschub ausserhalb der zu bearbeitenden Fläche
1: Mäanderförmig bearbeiten, seitliche Zustellung im Fräsvorschub innerhalb der zu bearbeitenden Fläche
2: Zeilenweise bearbeiten, Rückzug und seitliche Zustellung im Positionier-Vorschub
- **Startpunkt 1. Achse** Q225 (absolut): Startpunkt-Koordinate der zu bearbeitenden Fläche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- **Startpunkt 2. Achse** Q226 (absolut): Startpunkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- **Startpunkt 3. Achse** Q227 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche, von der aus die Zustellungen berechnet werden
- **Endpunkt 3. Achse** Q386 (absolut): Koordinate in der Spindelachse, auf die die Fläche plangefräst werden soll
- **1. Seiten-Länge** Q218 (inkremental): Länge der zu bearbeitenden Fläche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Über das Vorzeichen können Sie die Richtung der ersten Fräsbahn bezogen auf den **Startpunkt 1. Achse** festlegen
- **2. Seiten-Länge** Q219 (inkremental): Länge der zu bearbeitenden Fläche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Über das Vorzeichen können Sie die Richtung der ersten Querstellung bezogen auf den **Startpunkt 2. Achse** festlegen



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

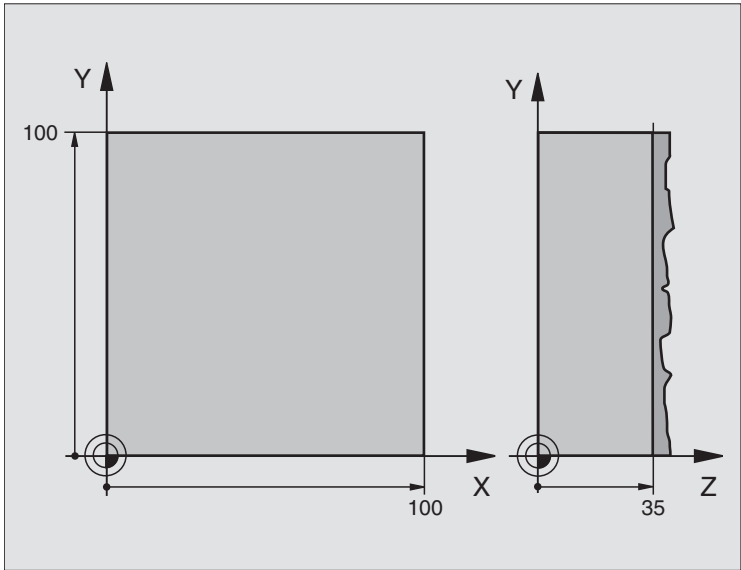


- **Sicherheits-Abstand Q200** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Startposition in der Werkzeugachse. Wenn Sie mit Bearbeitungsstrategie Q389=2 fräsen, fährt die TNC im Sicherheits-Abstand über der aktuellen Zustell-Tiefe den Startpunkt auf der nächsten Zeile an
- **Sicherheits-Abstand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

Beispiel: NC-Sätze

71	CYCL DEF 232	PLANFRAESEN
Q389=2	;STRATEGIE	
Q225=+10	;STARTPUNKT 1. ACHSE	
Q226=+12	;STARTPUNKT 2. ACHSE	
Q227=+2.5	;STARTPUNKT 3. ACHSE	
Q386=-3	;ENDPUNKT 3. ACHSE	
Q218=150	;1. SEITEN-LAENGE	
Q219=75	;2. SEITEN-LAENGE	
Q202=2	;MAX. ZUSTELL-TIEFE	
Q369=0.5	;AUFMASS TIEFE	
Q370=1	;MAX. UEBERLAPPUNG	
Q207=500	;VORSCHUB FRAESEN	
Q385=800	;VORSCHUB SCHLICHTEN	
Q253=2000	;VORSCHUB VORPOS.	
Q200=2	;SICHERHEITS-ABST.	
Q357=2	;SI.-ABSTAND SEITE	
Q204=2	;2. SICHERHEITS-ABST.	

Beispiel: Abzeilen



0 BEGIN PGM C230 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z+0	Rohteil-Definition
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+40	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+5	Werkzeug-Definition
4 TOOL CALL 1 Z S3500	Werkzeug-Aufruf
5 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
6 CYCL DEF 230 ABZEILEN	Zyklus-Definition Abzeilen
Q225=+0 ;START 1. ACHSE	
Q226=+0 ;START 2. ACHSE	
Q227=+35 ;START 3. ACHSE	
Q218=100 ;1. SEITEN-LAENGE	
Q219=100 ;2. SEITEN-LAENGE	
Q240=25 ;ANZAHL SCHNITTE	
Q206=250 ;F TIEFENZUST.	
Q207=400 ;F FRAESEN	
Q209=150 ;F QUER	
Q200=2 ;SICHERHEITSABST.	



7 L X+25 Y+0 R0 FMAX M3	Vorpositionieren in die Nähe des Startpunkts
8 CYCL CALL	Zyklus-Aufruf
9 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
10 END PGM C230 MM	

8.7 Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung

Übersicht

Mit Koordinaten-Umrechnungen kann die TNC eine einmal programmierte Kontur an verschiedenen Stellen des Werkstücks mit veränderter Lage und Größe ausführen. Die TNC stellt folgende Koordinaten-Umrechnungszyklen zur Verfügung:

Zyklus	Softkey
7 NULLPUNKT Konturen verschieben direkt im Programm oder aus Nullpunkt-Tabellen	
8 SPIEGELN Konturen spiegeln	
10 DREHUNG Konturen in der Bearbeitungsebene drehen	
11 MASSFAKTOR Konturen verkleinern oder vergrößern	
26 ACHSSPEZIFISCHER MASSFAKTOR Konturen verkleinern oder vergrößern mit achsspezifischen Maßfaktoren	

Wirksamkeit der Koordinaten-Umrechnungen

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

Koordinaten-Umrechnung rücksetzen:

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

NULLPUNKT-Verschiebung (Zyklus 7)

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

Wirkung

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



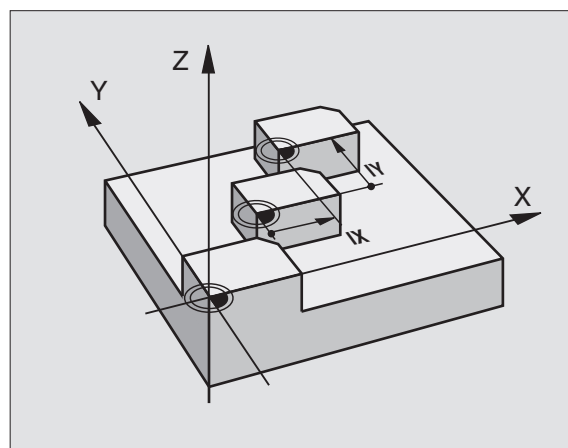
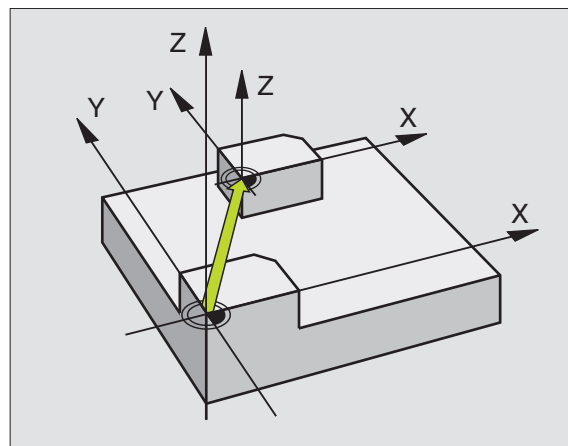
- **Verschiebung:** Koordinaten des neuen Nullpunkts eingeben; Absolutwerte beziehen sich auf den Werkstück-Nullpunkt, der durch das Bezugspunkt-Setzen festgelegt ist; Inkrementalwerte beziehen sich immer auf den zuletzt gültigen Nullpunkt – dieser kann bereits verschoben sein

Rücksetzen

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

Status-Anzeigen

- Die große Positions-Anzeige bezieht sich auf den aktiven (verschobenen) Nullpunkt
- Alle in der zusätzlichen Status-Anzeige angezeigten Koordinaten (Positionen, Nullpunkte) beziehen sich auf den manuell gesetzten Bezugspunkt



Beispiel: NC-Sätze

13 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT

14 CYCL DEF 7.1 X+60

16 CYCL DEF 7.3 Z-5

15 CYCL DEF 7.2 Y+40

NULLPUNKT-Verschiebung mit Nullpunkt-Tabellen (Zyklus 7)



Welche Nullpunkt-Tabelle verwendet wird, ist von der Betriebsart abhängig bzw. wählbar:

- Programmlauf-Betriebsarten: Tabelle „zeroshift.d“
- Betriebsart Programm-Test: Tabelle „simzeroshift.d“

Nullpunkte aus der Nullpunkt-Tabelle beziehen sich auf den aktuellen Bezugspunkt.

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

Neue Zeilen können Sie nur am Tabellen-Ende einfügen.

Anwendung

Nullpunkt-Tabellen setzen Sie z.B. ein bei

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

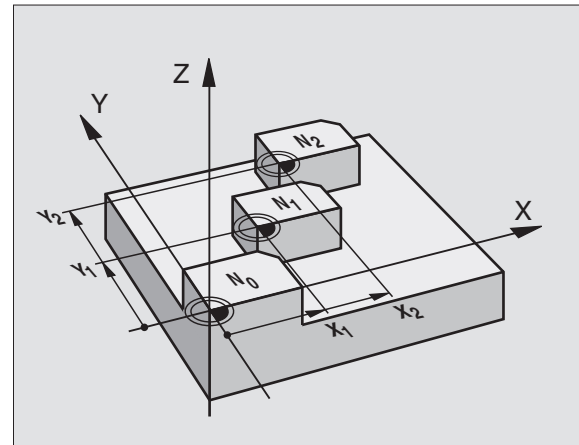
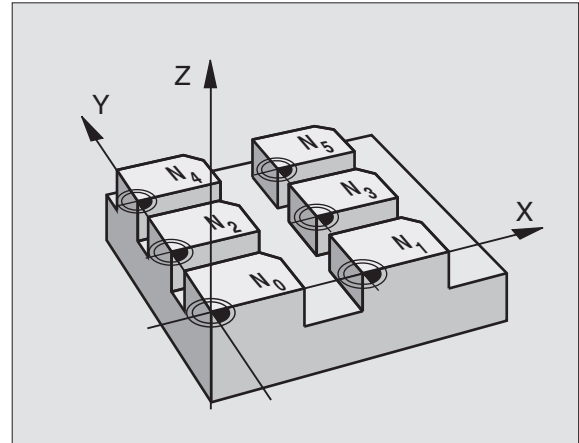
Innerhalb eines Programms können Sie Nullpunkte sowohl direkt in der Zyklus-Definition programmieren als auch aus einer Nullpunkt-Tabelle heraus aufrufen.

#

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

Rücksetzen

- Aus der Nullpunkt-Tabelle Verschiebung zu den Koordinaten X=0; Y=0 etc. aufrufen
- Verschiebung zu den Koordinaten X=0; Y=0 etc. direkt mit einer Zyklus-Definition aufrufen



Beispiel: NC-Sätze

```
77 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT
```

```
78 CYCL DEF 7.1 #5
```



Nullpunkt-Tabelle editieren in der Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren

Die Nullpunkt-Tabelle wählen Sie in der Betriebsart **Programm-Einspeichern/Editieren**

- PGM MGT
- ▶ Datei-Verwaltung aufrufen: Taste PGM MGT drücken, siehe „Datei-Verwaltung: Grundlagen“, Seite 59
 - ▶ Nullpunkt-Tabellen anzeigen: Softkeys TYP WÄHLEN und ZEIGE .D drücken
 - ▶ Gewünschte Tabelle wählen oder neuen Dateinamen eingeben
 - ▶ Datei editieren. Die Softkey-Leiste zeigt dazu folgende Funktionen an:

Funktion	Softkey
Tabellen-Anfang wählen	ANFANG 
Tabellen-Ende wählen	ENDE 
Seitenweise blättern nach oben	SEITE 
Seitenweise blättern nach unten	SEITE 
Zeile einfügen (nur möglich am Tabellen-Ende)	ZEILE EINFÜGEN
Zeile löschen	ZEILE LÖSCHEN
Suchen	SUCHEN
Cursor zum Zeilen-Anfang	ZEILEN- ANFANG 
Cursor zum Zeilen-Ende	ZEILEN- ENDE 
Aktuellen Wert kopieren	AKTUELLEN WERT KOPIEREN
Kopierten Wert einfügen	KOPIERTEN WERT EINFÜGEN
Eingebbare Anzahl von Zeilen (Nullpunkten) am Tabellenende anfügen	N ZEILEN AM ENDE ANFÜGEN



Nullpunkt-Tabelle konfigurieren

Wenn Sie zu einer aktiven Achse keinen Nullpunkt definieren wollen, drücken Sie die Taste DEL. Die TNC löscht dann den Zahlenwert aus dem entsprechenden Eingabefeld.

Nullpunkt-Tabelle verlassen

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



Nachdem Sie einen Wert in einer Nullpunkt-Tabelle geändert haben, müssen Sie die Änderung mit der Taste ENT speichern. Ansonsten wird die Änderung ggf. beim Abarbeiten eines Programmes nicht berücksichtigt.

Status-Anzeigen

In der zusätzlichen Status-Anzeige werden die Werte der aktiven Nullpunkt-Verschiebung angezeigt. (siehe „Koordinaten-Umrechnungen“ auf Seite 36):

Manueller Betrieb

Tabelle editieren

X CmmJ

Datei: tnc:\tnc_prog\screens\zeroshift.d

Zeile: 0

>>

D	X	Y	Z	A	B
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

ANFANG

ENDE

SEITE

SEITE

ZEILE EINFÜGEN

ZEILE LÖSCHEN

SUCHEN

H

S

T

DIAGNOSE



SPIEGELN (Zyklus 8)

Die TNC kann Bearbeitung in der Bearbeitungsebene spiegelbildlich ausführen.

Wirkung

Die Spiegelung wirkt ab ihrer Definition im Programm. Sie wirkt auch in der Betriebsart Positionieren mit Handeingabe. Die TNC zeigt aktive Spiegelachsen in der zusätzlichen Status-Anzeige an.

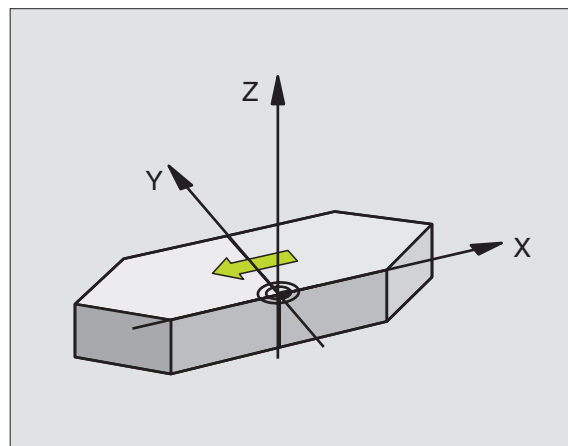
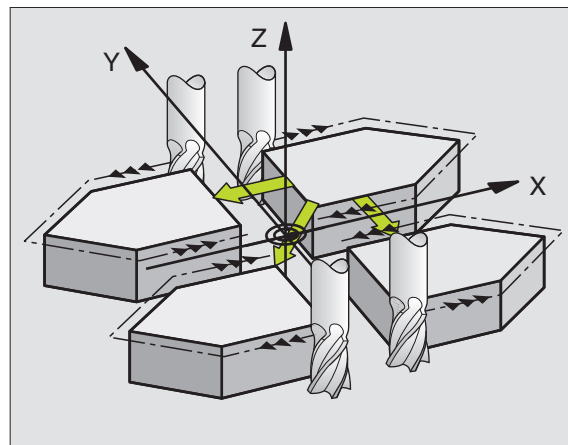
- Wenn Sie nur eine Achse spiegeln, ändert sich der Umlaufsinn des Werkzeugs. Dies gilt nicht bei Bearbeitungszyklen.
- Wenn Sie zwei Achsen spiegeln, bleibt der Umlaufsinn erhalten.

Das Ergebnis der Spiegelung hängt von der Lage des Nullpunkts ab:

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



Wenn Sie nur eine Achse spiegeln, ändert sich der Umlaufsinn bei den Frässzyklen mit 200er Nummer.

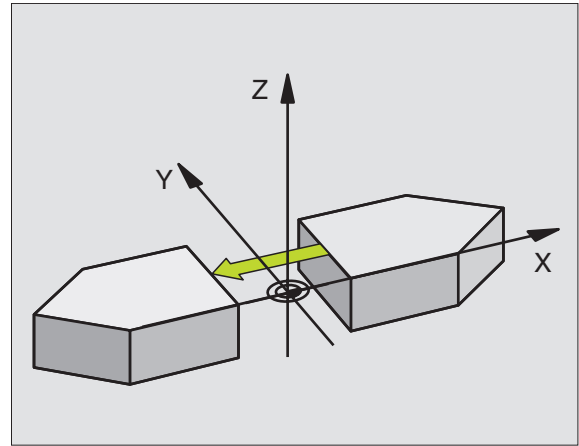




- **Gespiegelte Achse?:** Achsen eingeben, die gespiegelt werden soll; Sie können alle Achsen spiegeln – incl. Drehachsen – mit Ausnahme der Spindelachse und der dazugehörigen Nebenachse. Erlaubt ist die Eingabe von maximal drei Achsen

Rücksetzen

Zyklus SPIEGELN mit Eingabe NO ENT erneut programmieren.



Beispiel: NC-Sätze

```
79 CYCL DEF 8.0 SPIEGELN
```

```
80 CYCL DEF 8.1 X Y U
```

DREHUNG (Zyklus 10)

Innerhalb eines Programms kann die TNC das Koordinatensystem in der Bearbeitungsebene um den aktiven Nullpunkt drehen.

Wirkung

Die DREHUNG wirkt ab ihrer Definition im Programm. Sie wirkt auch in der Betriebsart Positionieren mit Handeingabe. Die TNC zeigt den aktiven Drehwinkel in der zusätzlichen Status-Anzeige an.

Bezugsachse für den Drehwinkel:

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



Beachten Sie vor dem Programmieren

Die TNC hebt eine aktive Radius-Korrektur durch Definieren von Zyklus 10 auf. Ggf. Radius-Korrektur erneut programmieren.

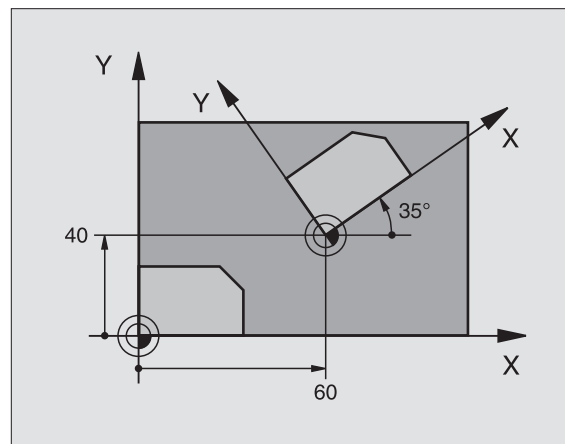
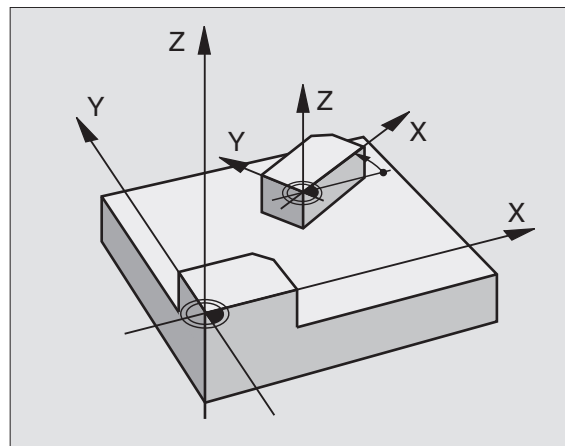
Nachdem Sie Zyklus 10 definiert haben, verfahren Sie beide Achsen der Bearbeitungsebene, um die Drehung zu aktivieren.



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

Rücksetzen

Zyklus DREHUNG mit Drehwinkel 0° erneut programmieren.



Beispiel: NC-Sätze

```

12 CALL LBL 1
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 LBL 1

```

MASSFAKTOR (Zyklus 11)

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

Wirkung

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

Der Maßfaktor wirkt

- auf alle drei Koordinatenachsen gleichzeitig
- auf Maßangaben in Zyklen

Voraussetzung

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



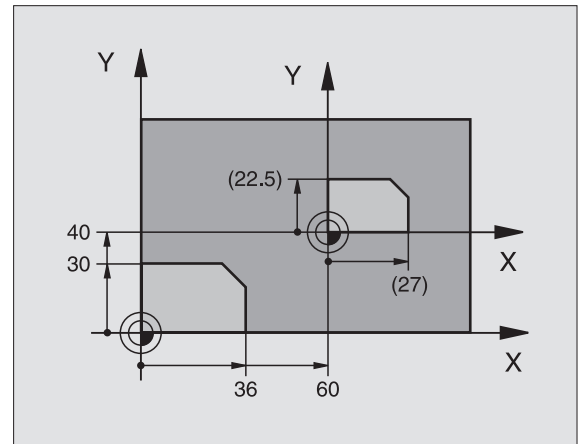
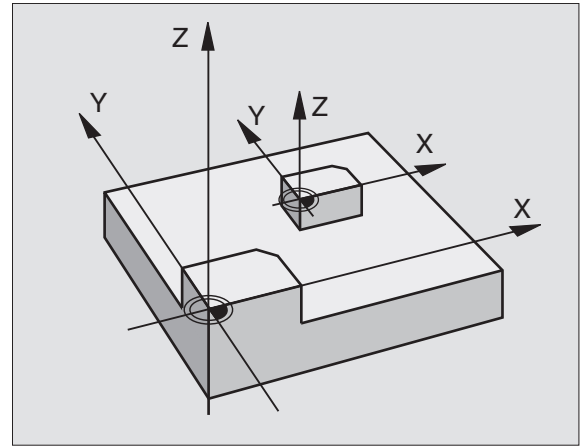
- **Faktor?:** Faktor SCL eingeben (engl.: scaling); die TNC multipliziert Koordinaten und Radien mit SCL (wie in „Wirkung“ beschrieben)

Vergrößern: SCL größer als 1 bis 99,999 999

Verkleinern: SCL kleiner als 1 bis 0,000 001

Rücksetzen

Zyklus MASSFAKTOR mit Maßfaktor 1 erneut programmieren.



Beispiel: NC-Sätze

```

11 CALL LBL 1
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 LBL 1

```

MASSFAKTOR ACHSSP. (Zyklus 26)

**Beachten Sie vor dem Programmieren**

Koordinatenachsen mit Positionen für Kreisbahnen dürfen Sie nicht mit unterschiedlichen Faktoren strecken oder stauchen.

Für jede Koordinaten-Achse können Sie einen eigenen achsspezifischen Maßfaktor eingeben.

Zusätzlich lassen sich die Koordinaten eines Zentrums für alle Maßfaktoren programmieren.

Die Kontur wird vom Zentrum aus gestreckt oder zu ihm hin gestaucht, also nicht unbedingt vom und zum aktuellen Nullpunkt – wie beim Zyklus 11 MASSFAKTOR.

Wirkung

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

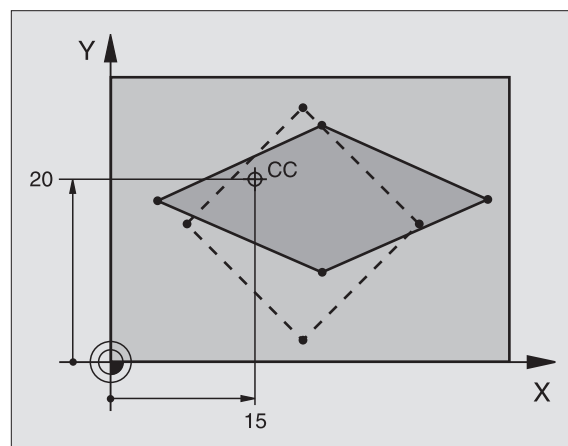
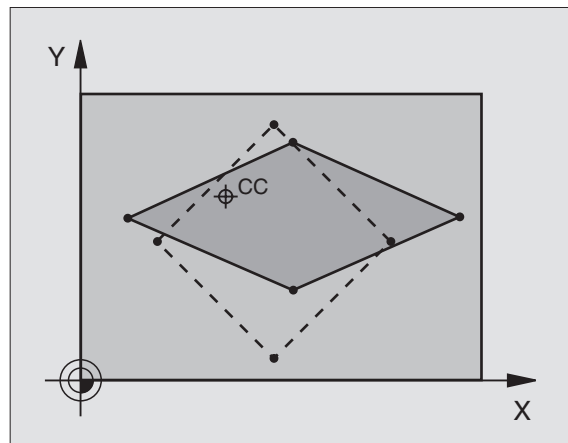


- **Achse und Faktor:** Koordinatenachse(n) und Faktor(en) der achsspezifischen Streckung oder Stauchung. Wert positiv – maximal 99,999 999 – eingeben
- **Zentrums-Koordinaten:** Zentrum der achsspezifischen Streckung oder Stauchung

Die Koordinatenachsen wählen Sie mit Softkeys.

Rücksetzen

Zyklus MASSFAKTOR mit Faktor 1 für die entsprechende Achse erneut programmieren

**Beispiel: NC-Sätze**

```

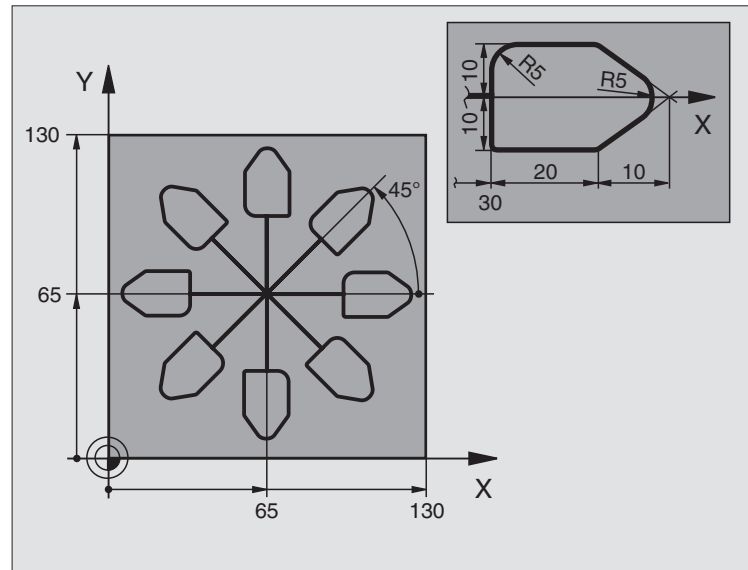
25 CALL LBL 1
26 CYCL DEF 26.0 MASSFAKTOR ACHSSP.
27 CYCL DEF 26.1 X 1.4 Y 0.6 CCX+15 CCY+20
28 CALL LBL 1

```


Beispiel: Koordinaten-Umrechnungszyklen

Programm-Ablauf

- Koordinaten-Umrechnungen im Hauptprogramm
- Bearbeitung im Unterprogramm, siehe „Unterprogramme“, Seite 323



0 BEGIN PGM KOUMR MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition
2 BLK FORM 0.2 X+130 Y+130 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+1	Werkzeug-Definition
4 TOOL CALL 1 Z S4500	Werkzeug-Aufruf
5 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
6 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	Nullpunkt-Verschiebung ins Zentrum
7 CYCL DEF 7.1 X+65	
8 CYCL DEF 7.2 Y+65	
9 CALL LBL 1	Fräsbearbeitung aufrufen
10 LBL 10	Marke für Programmteil-Wiederholung setzen
11 CYCL DEF 10.0 DREHUNG	Drehung um 45° inkremental
12 CYCL DEF 10.1 IROT+45	
13 CALL LBL 1	Fräsbearbeitung aufrufen
14 CALL LBL 10 REP 6/6	Rücksprung zu LBL 10; insgesamt sechsmal
15 CYCL DEF 10.0 DREHUNG	Drehung rücksetzen
16 CYCL DEF 10.1 ROT+0	
17 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	Nullpunkt-Verschiebung rücksetzen
18 CYCL DEF 7.1 X+0	
19 CYCL DEF 7.2 Y+0	

20	L	Z+250	R0	FMAX	M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
21	LBL	1				Unterprogramm 1
22	L	X+0	Y+0	R0	FMAX	Festlegung der Fräsbearbeitung
23	L	Z+2	R0	FMAX	M3	
24	L	Z-5	R0	F200		
25	L	X+30	RL			
26	L	IY+10				
27	RND	R5				
28	L	IX+20				
29	L	IX+10	IY-10			
30	RND	R5				
31	L	IX-10	IY-10			
32	L	IX-20				
33	L	IY+10				
34	L	X+0	Y+0	R0	F5000	
35	L	Z+20	R0	FMAX		
36	LBL	0				
37	END	PGM	KOUMR	MM		



8.8 Sonder-Zyklen

VERWEILZEIT (Zyklus 9)

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

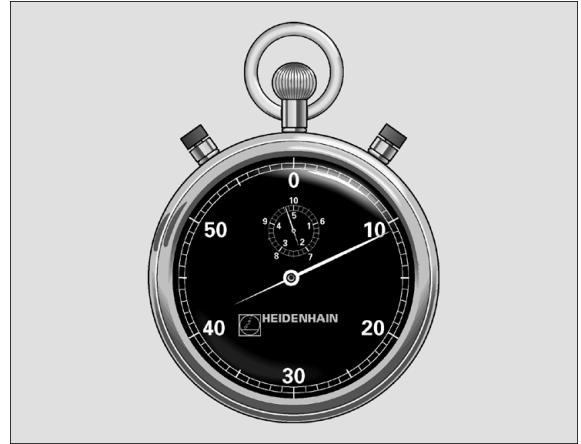
Wirkung

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



► **Verweilzeit in Sekunden:** Verweilzeit in Sekunden eingeben

Eingabebereich 0 bis 3 600 s (1 Stunde) in 0,001 s-Schritten



Beispiel: NC-Sätze

```
89 CYCL DEF 9.0 VERWEILZEIT
```

```
90 CYCL DEF 9.1 V.ZEIT 1.5
```

PROGRAMM-AUFRUF (Zyklus 12)

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



Beachten Sie vor dem Programmieren

Das aufgerufene Programm muss auf der Festplatte der TNC gespeichert sein.

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

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

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



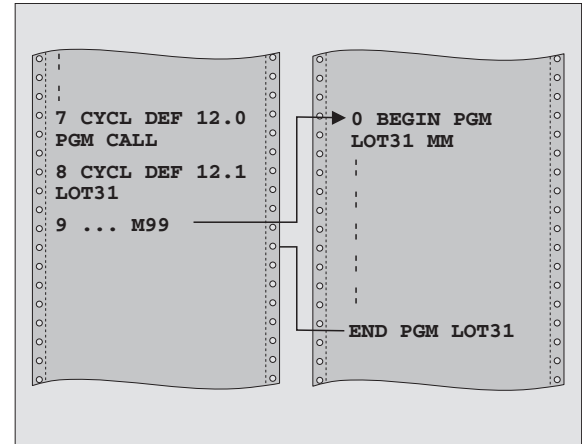
- **Programm-Name:** Name des aufzurufenden Programms ggf. mit Pfad, in dem das Programm steht

Das Programm rufen Sie auf mit

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

Beispiel: Programm-Aufruf

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



Beispiel: NC-Sätze

55 CYCL DEF 12.0 PGM CALL

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

57 L X+20 Y+50 FMAX M99

SPINDEL-ORIENTIERUNG (Zyklus 13)



Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein.



In den Bearbeitungszyklen 202, 204 und 209 wird intern Zyklus 13 verwendet. Beachten Sie in Ihrem NC-Programm, daß Sie ggf. Zyklus 13 nach einem der oben genannten Bearbeitungszyklen erneut programmieren müssen.

Die TNC kann die Hauptspindel einer Werkzeugmaschine ansteuern und in eine durch einen Winkel bestimmte Position drehen.

Die Spindel-Orientierung wird z.B. benötigt

- bei Werkzeugwechsel-Systemen mit bestimmter Wechsel-Position für das Werkzeug
- zum Ausrichten des Sende- und Empfangsfensters von 3D-Tastsystemen mit Infrarot-Übertragung

Wirkung

Die im Zyklus definierte Winkelstellung positioniert die TNC durch Programmieren von M19 oder M20 (maschinenabhängig).

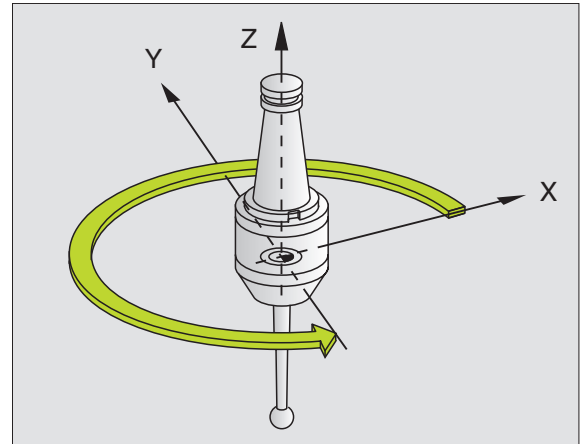
Wenn Sie M19, bzw. M20 programmieren, ohne zuvor den Zyklus 13 definiert zu haben, dann positioniert die TNC die Hauptspindel auf einen Winkelwert, der vom Maschinenhersteller festgelegt ist (siehe Maschinenhandbuch).



- **Orientierungswinkel**: Winkel bezogen auf die Winkel-Bezugsachse der Arbeitsebene eingeben

Eingabe-Bereich: 0 bis 360°

Eingabe-Feinheit: 0,1°



Beispiel: NC-Sätze

93 CYCL DEF 13.0 ORIENTIERUNG

94 CYCL DEF 13.1 WINKEL 180



9

**Programmieren:
Unterprogramme und
Programmteil-
Wiederholungen**

9.1 Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen kennzeichnen

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

Label

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

LABEL erhalten eine Nummer zwischen 1 und 65 534 oder einen von Ihnen definierbaren Namen. Jede LABEL-Nummer, bzw. jeden LABEL-Namen, dürfen Sie im Programm nur einmal vergeben mit LABEL SET. Die Anzahl von eingbbaren Label-Namen ist lediglich durch den internen Speicher begrenzt.



Verwenden Sie eine LABEL-Nummer bzw. einen Label-Namen nicht mehrmals!

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

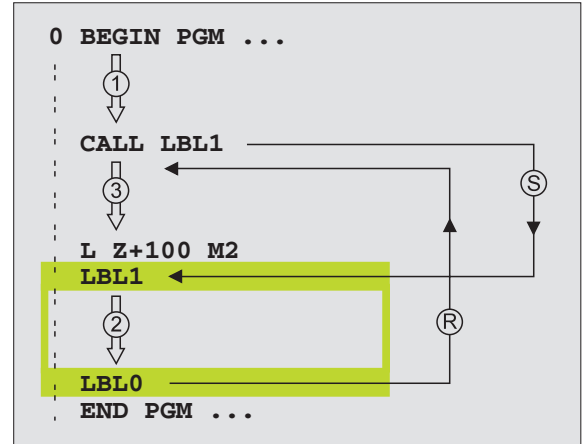
9.2 Unterprogramme

Arbeitsweise

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

Programmier-Hinweise

- Ein Hauptprogramm kann bis zu 254 Unterprogramme enthalten
- Sie können Unterprogramme in beliebiger Reihenfolge beliebig oft aufrufen
- Ein Unterprogramm darf sich nicht selbst aufrufen
- Unterprogramme ans Ende des Hauptprogramms (hinter dem Satz mit M02 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
- ▶ Unterprogramm-Nummer eingeben
- ▶ Ende kennzeichnen: Taste LBL SET drücken und Label-Nummer „0“ eingeben

Unterprogramm aufrufen



- ▶ Unterprogramm aufrufen: Taste LBL CALL drücken
- ▶ **Label-Nummer:** Label-Nummer des aufzurufenden Unterprogramms eingeben. Wenn Sie LABEL-Namen verwenden wollen: Taste " drücken, um zur Texteingabe zu wechseln
- ▶ **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
- Programmteile werden von der TNC immer einmal häufiger ausgeführt, als Wiederholungen programmiert sind

Programmteil-Wiederholung programmieren

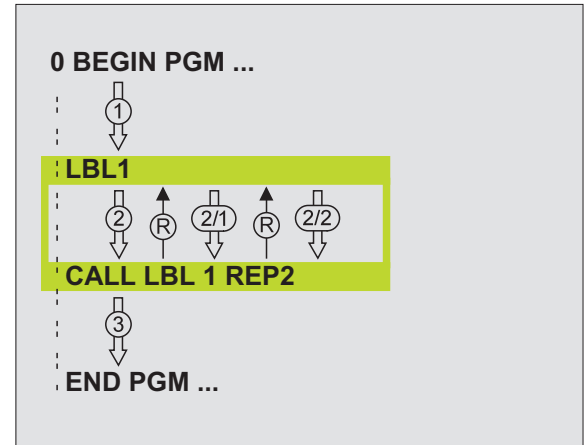


- Anfang kennzeichnen: Taste LBL SET drücken und LABEL-Nummer für den zu wiederholenden Programmteil eingeben. Wenn Sie LABEL-Namen verwenden wollen: Taste " drücken, um zur Texteingabe zu wechseln
- Programmteil eingeben

Programmteil-Wiederholung aufrufen



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



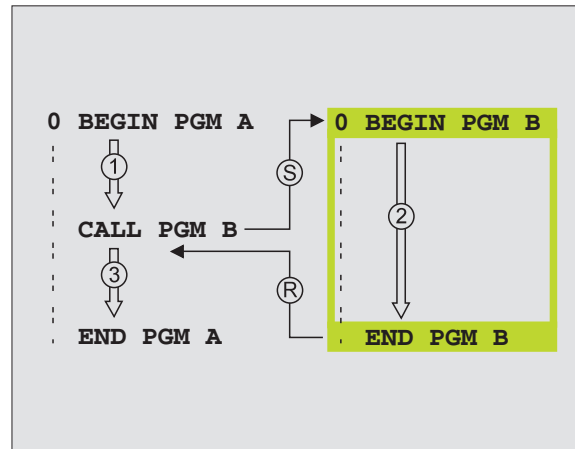
9.4 Beliebiges Programm als Unterprogramm

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

- Um ein beliebiges Programm als Unterprogramm zu verwenden, benötigt die TNC keine LABELs
- Das aufgerufene Programm darf keine Zusatz-Funktion M2 oder M30 enthalten. Wenn Sie in dem aufgerufenen Programm Unterprogramme mit Labeln definiert haben, dann können Sie M2 bzw. M30 mit der Sprung-Funktion **FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 99** verwenden, um diesen Programmteil zwingend zu überspringen
- Das aufgerufene Programm darf keinen Aufruf **CALL PGM** ins aufrufende Programm enthalten (Endlosschleife)



Beliebiges Programm als Unterprogramm aufrufen

PGM
CALL

PROGRAMM

- ▶ Funktionen zum Programm-Aufruf wählen: Taste PGM CALL drücken
- ▶ Softkey PROGRAMM drücken
- ▶ Vollständigen Pfadnamen des aufzurufenden Programms eingeben, mit Taste END bestätigen



Wenn Sie nur den Programm-Namen eingeben, muss das aufgerufene Programm im selben Verzeichnis stehen wie das rufende Programm.

Wenn das aufgerufene Programm nicht im selben Verzeichnis steht wie das rufende Programm, dann geben Sie den vollständigen Pfadnamen ein, z.B.

TNC:\ZW35\SCHRUPP\PGM1.H

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

Sie können ein beliebiges Programm auch über den Zyklus **12 PGM CALL** aufrufen.

Q-Parameter wirken bei einem **PGM CALL** grundsätzlich global. Beachten Sie daher, dass Änderungen an Q-Parametern im aufgerufenen Programm sich ggf. auch auf das aufrufende Programm auswirken.

9.5 Verschachtelungen

Verschachtelungsarten

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

Verschachtelungstiefe

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

- Maximale Verschachtelungstiefe für Unterprogramme: ca. 64 000
- Maximale Verschachtelungstiefe für Hauptprogramm-Aufrufe: Die Anzahl ist nicht begrenzt, ist aber vom verfügbaren Arbeitsspeicher abhängig.
- Programmteil-Wiederholungen können Sie beliebig oft verschachteln

Unterprogramm im Unterprogramm

NC-Beispielsätze

0 BEGIN PGM UPGMS MM	
...	
17 CALL LBL "UP1"	Unterprogramm bei LBL UP1 aufrufen
...	
35 L Z+100 R0 FMAX M2	Letzter Programmsatz des Hauptprogramms (mit M2)
36 LBL "UP1"	Anfang von Unterprogramm UP1
...	
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

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	Programmteil zwischen diesem Satz und LBL 2
...	(Satz 20) wird 2 mal wiederholt
35 CALL LBL 1 REP 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	Programmteil zwischen diesem Satz und LBL1
...	(Satz 10) wird 2 mal wiederholt
19 L Z+100 R0 FMAX M2	Letzter Satz des Hauptprogramms mit M2
20 LBL 2	Anfang des Unterprogramms
...	
28 LBL 0	Ende des Unterprogramms
29 END PGM UPGREP MM	

Programm-Ausführung

- Hauptprogramm UPGREP wird bis Satz 11 ausgeführt
- Unterprogramm 2 wird aufgerufen und ausgeführt
- Programmteil zwischen Satz 12 und Satz 10 wird 2 mal wiederholt:
Unterprogramm 2 wird 2 mal wiederholt
- Hauptprogramm UPGREP wird von Satz 13 bis Satz 19 ausgeführt;
Programm-Ende

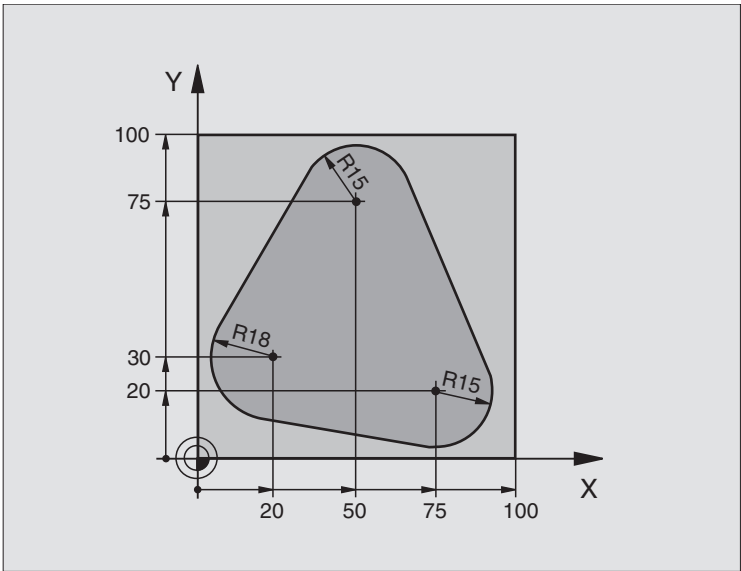


9.6 Programmier-Beispiele

Beispiel: Konturfräsen in mehreren Zustellungen

Programm-Ablauf

- Werkzeug vorpositionieren auf Oberkante Werkstück
- Zustellung inkremental eingeben
- Konturfräsen
- Zustellung und Konturfräsen wiederholen



0 BEGIN PGM PGMWDH MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+10	Werkzeug-Definition
4 TOOL CALL 1 Z S500	Werkzeug-Aufruf
5 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
6 L X-20 Y+30 R0 FMAX	Vorpositionieren Bearbeitungsebene
7 L Z+0 R0 FMAX M3	Vorpositionieren auf Oberkante Werkstück

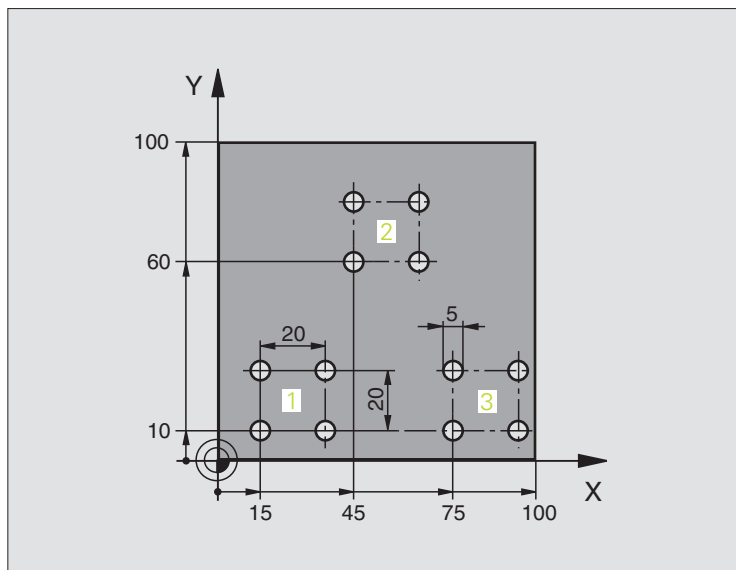
8 LBL 1	Marke für Programmteil-Wiederholung
9 L IZ-4 R0 FMAX	Inkrementale Tiefen-Zustellung (im Freien)
10 APPR CT X+2 Y+30 CCA90 R+5 RL F250	Kontur anfahren
11 FC DR- R18 CLSD+ CCX+20 CCY+30	Kontur
12 FLT	
13 FCT DR- R15 CCX+50 CCY+75	
14 FLT	
15 FCT DR- R15 CCX+75 CCY+20	
16 FLT	
17 FCT DR- R18 CLSD- CCX+20 CCY+30	
18 DEP CT CCA90 R+5 F1000	Kontur verlassen
19 L X-20 Y+0 R0 FMAX	Freifahren
20 CALL LBL 1 REP 4	Rücksprung zu LBL 1; insgesamt vier Mal
21 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
22 END PGM PGMWDH MM	



Beispiel: Bohrungsgruppen

Programm-Ablauf

- Bohrungsgruppen anfahren im Hauptprogramm
- Bohrungsgruppe aufrufen (Unterprogramm 1)
- Bohrungsgruppe nur einmal im Unterprogramm 1 programmieren



0 BEGIN PGM UP1 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+2.5	Werkzeug-Definition
4 TOOL CALL 1 Z S5000	Werkzeug-Aufruf
5 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
6 CYCL DEF 200 BOHREN	Zyklus-Definition Bohren
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-10 ;TIEFE	
Q206=250 ;F TIEFENZUST.	
Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q210=0 ;V.-ZEIT OBEN	
Q203=+0 ;K00R. OBERFL.	
Q204=10 ;2. S.-ABSTAND	
Q211=0.25 ;VERWEILZEIT UNTEN	

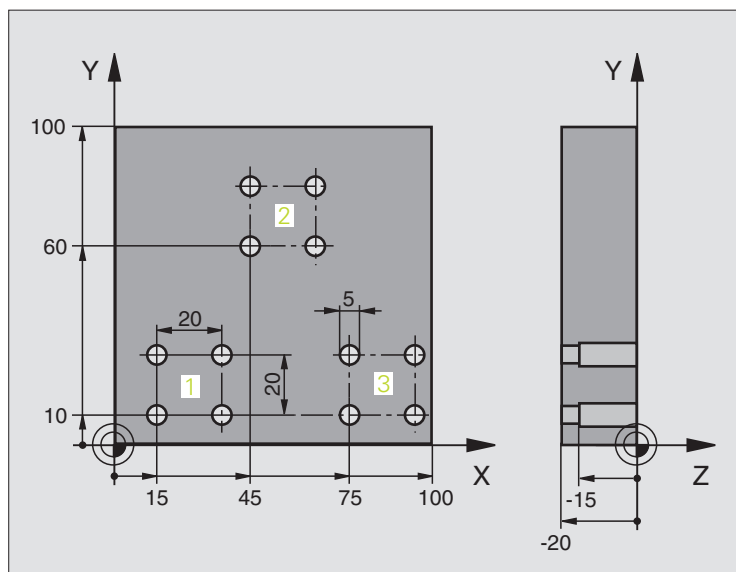
7 L X+15 Y+10 R0 FMAX M3	Startpunkt Bohrungsgruppe 1 anfahren
8 CALL LBL 1	Unterprogramm für Bohrungsgruppe rufen
9 L X+45 Y+60 R0 FMAX	Startpunkt Bohrungsgruppe 2 anfahren
10 CALL LBL 1	Unterprogramm für Bohrungsgruppe rufen
11 L X+75 Y+10 R0 FMAX	Startpunkt Bohrungsgruppe 3 anfahren
12 CALL LBL 1	Unterprogramm für Bohrungsgruppe rufen
13 L Z+250 R0 FMAX M2	Ende des Hauptprogramms
14 LBL 1	Anfang des Unterprogramms 1: Bohrungsgruppe
15 CYCL CALL	Bohrung 1
16 L IX.20 R0 FMAX M99	Bohrung 2 anfahren, Zyklus aufrufen
17 L IY+20 R0 FMAX M99	Bohrung 3 anfahren, Zyklus aufrufen
18 L IX-20 R0 FMAX M99	Bohrung 4 anfahren, Zyklus aufrufen
19 LBL 0	Ende des Unterprogramms 1
20 END PGM UP1 MM	



Beispiel: Bohrungsgruppe mit mehreren Werkzeugen

Programm-Ablauf

- Bearbeitungs-Zyklen programmieren im Hauptprogramm
- Komplettes Bohrbild aufrufen (Unterprogramm 1)
- Bohrungsgruppen anfahren im Unterprogramm 1, Bohrungsgruppe aufrufen (Unterprogramm 2)
- Bohrungsgruppe nur einmal im Unterprogramm 2 programmieren



0 BEGIN PGM UP2 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+4	Werkzeug-Definition Zentrierbohrer
4 TOOL DEF 2 L+0 R+3	Werkzeug-Definition Bohrer
5 TOOL DEF 2 L+0 R+3.5	Werkzeug-Definition Reibahle
6 TOOL CALL 1 Z S5000	Werkzeug-Aufruf Zentrierbohrer
7 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
8 CYCL DEF 200 BOHREN	Zyklus-Definition Zentrieren
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q202=-3 ;TIEFE	
Q206=250 ;F TIEFENZUST.	
Q202=3 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q210=0 ;V.-ZEIT OBEN	
Q203=+0 ;K00R. OBERFL.	
Q204=10 ;2. S.-ABSTAND	
Q211=0.25 ;VERWEILZEIT UNTEN	
9 CALL LBL 1	Unterprogramm 1 für komplettes Bohrbild rufen

10 L Z+250 R0 FMAX M6	Werkzeug-Wechsel
11 TOOL CALL 2 Z S4000	Werkzeug-Aufruf Bohrer
12 FN 0: Q201 = -25	Neue Tiefe fürs Bohren
13 FN 0: Q202 = +5	Neue Zustellung fürs Bohren
14 CALL LBL 1	Unterprogramm 1 für komplettes Bohrbild rufen
15 L Z+250 R0 FMAX M6	Werkzeug-Wechsel
16 TOOL CALL 3 Z S500	Werkzeug-Aufruf Reibahle
17 CYCL DEF 201 REIBEN	Zyklus-Definition Reiben
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-15 ;TIEFE	
Q206=250 ;F TIEFENZUST.	
Q211=0.5 ;V.-ZEIT UNTEN	
Q208=400 ;F RUECKZUG	
Q203=+0 ;K00R. OBERFL.	
Q204=10 ;2. S.-ABSTAND	
18 CALL LBL 1	Unterprogramm 1 für komplettes Bohrbild rufen
19 L Z+250 R0 FMAX M2	Ende des Hauptprogramms
20 LBL 1	Anfang des Unterprogramms 1: Komplettes Bohrbild
21 L X+15 Y+10 R0 FMAX M3	Startpunkt Bohrungsgruppe 1 anfahren
22 CALL LBL 2	Unterprogramm 2 für Bohrungsgruppe rufen
23 L X+45 Y+60 R0 FMAX	Startpunkt Bohrungsgruppe 2 anfahren
24 CALL LBL 2	Unterprogramm 2 für Bohrungsgruppe rufen
25 L X+75 Y+10 R0 FMAX	Startpunkt Bohrungsgruppe 3 anfahren
26 CALL LBL 2	Unterprogramm 2 für Bohrungsgruppe rufen
27 LBL 0	Ende des Unterprogramms 1
28 LBL 2	Anfang des Unterprogramms 2: Bohrungsgruppe
29 CYCL CALL	Bohrung 1 mit aktivem Bearbeitungs-Zyklus
30 L 9X+20 R0 FMAX M99	Bohrung 2 anfahren, Zyklus aufrufen
31 L IY+20 R0 FMAX M99	Bohrung 3 anfahren, Zyklus aufrufen
32 L IX-20 R0 FMAX M99	Bohrung 4 anfahren, Zyklus aufrufen
33 LBL 0	Ende des Unterprogramms 2
34 END PGM UP2 MM	





10

**Programmieren:
Q-Parameter**



10.1 Prinzip und Funktionsübersicht

Mit Q-Parametern können Sie mit einem Bearbeitungs-Programm eine ganze Teilefamilie definieren. Dazu geben Sie anstelle von Zahlenwerten Platzhalter ein: die Q-Parameter.

Q-Parameter stehen beispielsweise für

- Koordinatenwerte
- Vorschübe
- Drehzahlen
- Zyklus-Daten

Außerdem können Sie mit Q-Parametern Konturen programmieren, die über mathematische Funktionen bestimmt sind oder die Ausführung von Bearbeitungsschritten von logischen Bedingungen abhängig machen. In Verbindung mit der FK-Programmierung, können Sie auch Konturen die nicht NC-gerecht bemaßt sind mit Q-Parametern kombinieren.

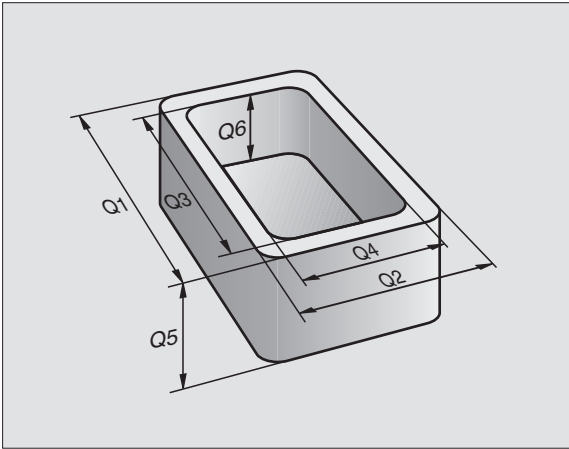
Ein Q-Parameter ist durch den Buchstaben Q und eine Nummer zwischen 0 und 1999 gekennzeichnet. Die Q-Parameter sind in verschiedene Bereiche unterteilt:

Bedeutung	Bereich
Frei verwendbare Parameter, global für alle im TNC-Speicher befindlichen Programme wirksam	Q1600 bis Q1999
Frei verwendbare Parameter, sofern keine Überschneidungen mit SL-Zyklen auftreten können, global für das jeweilige Programm wirksam	Q0 bis Q99
Parameter für Sonderfunktionen der TNC	Q100 bis Q199
Parameter, die bevorzugt für Zyklen verwendet werden, global für alle im TNC-Speicher befindlichen Programme wirksam	Q200 bis Q1399
Parameter, die bevorzugt für Call-Aktive Hersteller-Zyklen verwendet werden, global für alle im TNC-Speicher befindlichen Programme wirksam	Q1400 bis Q1499
Parameter, die bevorzugt für Def-Aktive Hersteller-Zyklen verwendet werden, global für alle im TNC-Speicher befindlichen Programme wirksam	Q1500 bis Q1599

Zusätzlich stehen Ihnen auch **QS**-Parameter (**S** steht für String) zur Verfügung, mit denen Sie auf der TNC auch Texte verarbeiten können. Prinzipiell gelten für **QS**-Parameter dieselben Bereiche wie für Q-Parameter (siehe Tabelle oben).



Beachten Sie, dass auch bei den **QS**-Parametern der Bereich **QS100** bis **QS199** für interne Texte reserviert ist.



Programmierhinweise

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 Werkzeug-Radius, siehe „Vorbelegte Q-Parameter“, Seite 391.

Q-Parameter-Funktionen aufrufen

Während Sie ein Bearbeitungsprogramm eingeben, drücken Sie die Taste „Q“ (im Feld für Zahlen-Eingaben und Achswahl unter +/- -Taste). Dann zeigt die TNC folgende Softkeys:

Funktionsgruppe	Softkey	Seite
Mathematische Grundfunktionen	GRUND-FUNKT.	Seite 341
Winkelfunktionen	WINKEL-FUNKT.	Seite 343
Funktion zur Kreisberechnung	KREIS-BERECHNUNG	Seite 345
Wenn/dann-Entscheidungen, Sprünge	SPRUNGE	Seite 346
Sonstige Funktionen	SONDER-FUNKT.	Seite 349
Formel direkt eingeben	FORMEL	Seite 379
Formel für String-Parameter	STRING FORMEL	Seite 383



10.2 Teilefamilien – Q-Parameter statt Zahlenwerte

Mit der Q-Parameter-Funktion FN0: ZUWEISUNG können Sie Q-Parametern Zahlenwerte zuweisen. Dann setzen Sie im Bearbeitungs-Programm statt dem Zahlenwert einen Q-Parameter ein.

NC-Beispielsätze

15 FN0: Q10=25	Zuweisung
...	Q10 erhält den Wert 25
25 L X +Q10	entspricht L X +25

Für Teilefamilien programmieren Sie z.B. die charakteristischen Werkstück-Abmessungen als Q-Parameter.

Für die Bearbeitung der einzelnen Teile weisen Sie dann jedem dieser Parameter einen entsprechenden Zahlenwert zu.

Beispiel

Zylinder mit Q-Parametern

Zylinder-Radius

$$R = Q1$$

Zylinder-Höhe

$$H = Q2$$

Zylinder Z1

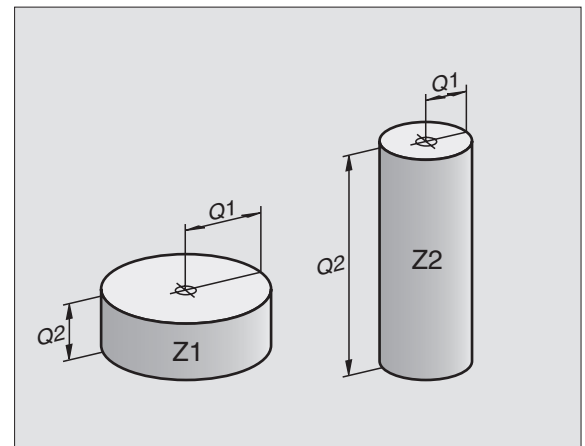
$$Q1 = +30$$

$$Q2 = +10$$

Zylinder Z2

$$Q1 = +10$$

$$Q2 = +50$$



10.3 Konturen durch mathematische Funktionen beschreiben

Anwendung

Mit Q-Parametern können Sie mathematische Grundfunktionen im Bearbeitungsprogramm programmieren:

- ▶ Q-Parameter-Funktion wählen: Taste Q drücken (im Feld für Zahlen-Eingabe, rechts). Die Softkey-Leiste zeigt die Q-Parameter-Funktionen
- ▶ Mathematische Grundfunktionen wählen: Softkey GRUNDFUNKT. drücken. Die TNC zeigt folgende Softkeys:

Übersicht

Funktion	Softkey
FN0: ZUWEISUNG z.B. FN0: Q5 = +60 Wert direkt zuweise	
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.



Grundrechenarten programmieren

Beispiel:

Q Q-Parameter-Funktionen wählen: Taste Q drücken

**GRUND-
FUNKT.** Mathematische Grundfunktionen wählen: Softkey
GRUNDFUNKT. drücken

**FN0
X = Y** Q-Parameter-Funktion ZUWEISUNG wählen: Softkey
FN0 X = Y drücken

PARAMETER-NR. FÜR ERGEBNIS?

5 **ENT** Nummer des Q- Parameters eingeben: 5

1. WERT ODER PARAMETER?

10 **ENT** Q5 den Zahlenwert 10 zuweisen

Q Q-Parameter-Funktionen wählen: Taste Q drücken

**GRUND-
FUNKT.** Mathematische Grundfunktionen wählen: Softkey
GRUNDFUNKT. drücken

**FN3
X * Y** Q-Parameter-Funktion MULTIPLIKATION wählen:
Softkey FN3 X * Y drücken

PARAMETER-NR. FÜR ERGEBNIS?

12 **ENT** Nummer des Q- Parameters eingeben: 12

1. WERT ODER PARAMETER?

Q5 **ENT** Q5 als ersten Wert eingeben

2. WERT ODER PARAMETER?

7 **ENT** 7 als zweiten Wert eingeben

Beispiel: Programmsätze in der TNC

16 FN0: Q5 = +10

17 FN3: Q12 = +Q5 * +7

10.4 Winkelfunktionen (Trigonometrie)

Definitionen

Sinus, Cosinus und Tangens entsprechen den Seitenverhältnissen eines rechtwinkligen Dreiecks. Dabei entspricht

Sinus: $\sin \alpha = a / c$

Cosinus: $\cos \alpha = b / c$

Tangens: $\tan \alpha = a / b = \sin \alpha / \cos \alpha$

Dabei ist

- c die Seite gegenüber dem rechten Winkel
- a die Seite gegenüber dem Winkel α
- b die dritte Seite

Aus dem Tangens kann die TNC den Winkel ermitteln:

$$\alpha = \arctan (a / b) = \arctan (\sin \alpha / \cos \alpha)$$

Beispiel:

$$a = 25 \text{ mm}$$

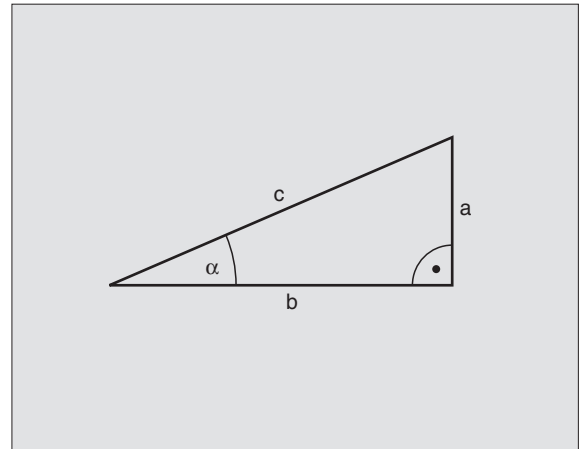
$$b = 50 \text{ mm}$$

$$\alpha = \arctan (a / b) = \arctan 0,5 = 26,57^\circ$$

Zusätzlich gilt:

$$a^2 + b^2 = c^2 \text{ (mit } a^2 = a \times a)$$

$$c = \sqrt{(a^2 + b^2)}$$



Winkelfunktionen programmieren

Die Winkelfunktionen erscheinen mit Druck auf den Softkey WINKEL-FUNKT. Die TNC zeigt die Softkeys in der Tabelle unten.

Programmierung: vergleiche „Beispiel: Grundrechenarten programmieren“

Funktion	Softkey
FN6: SINUS z.B. FN6: Q20 = SIN-Q5 Sinus eines Winkels in Grad (°) bestimmen und zuweisen	FN6 SIN(X)
FN7: COSINUS z.B. FN7: Q21 = COS-Q5 Cosinus eines Winkels in Grad (°) bestimmen und zuweisen	FN7 COS(X)
FN8: WURZEL AUS QUADRATSUMME z.B. FN8: Q10 = +5 LEN +4 Länge aus zwei Werten bilden und zuweisen	FN8 X LEN Y
FN13: WINKEL z.B. FN13: Q20 = +25 ANG-Q1 Winkel mit arctan aus zwei Seiten oder sin und cos des Winkels (0 < Winkel < 360°) bestimmen und zuweisen	FN13 X RNS Y



10.5 Kreisberechnungen

Anwendung

Mit den Funktionen zur Kreisberechnung können Sie aus drei oder vier Kreispunkten den Kreismittelpunkt und den Kreistradius von der TNC berechnen lassen. Die Berechnung eines Kreises aus vier Punkten ist genauer.

Anwendung: Diese Funktionen können Sie z.B. einsetzen, wenn Sie über die programmierbare Antastfunktion Lage und Größe einer Bohrung oder eines Teilkreises bestimmen wollen.

Funktion	Softkey
FN23: KREISDATEN ermitteln aus drei Kreispunkten z.B. FN23: Q20 = CDATA Q30	FN23 KREIS AUS 3 PUNKTEN

Die Koordinatenpaare von drei Kreispunkten müssen im Parameter Q30 und den folgenden fünf Parametern – hier also bis Q35 – gespeichert sein.

Die TNC speichert dann den Kreismittelpunkt der Hauptachse (X bei Spindelachse Z) im Parameter Q20, den Kreismittelpunkt der Nebenachse (Y bei Spindelachse Z) im Parameter Q21 und den Kreistradius im Parameter Q22 ab.

Funktion	Softkey
FN24: KREISDATEN ermitteln aus vier Kreispunkten z.B. FN24: Q20 = CDATA Q30	FN24 KREIS AUS 4 PUNKTEN

Die Koordinatenpaare von vier Kreispunkten müssen im Parameter Q30 und den folgenden sieben Parametern – hier also bis Q37 – gespeichert sein.

Die TNC speichert dann den Kreismittelpunkt der Hauptachse (X bei Spindelachse Z) im Parameter Q20, den Kreismittelpunkt der Nebenachse (Y bei Spindelachse Z) im Parameter Q21 und den Kreistradius im Parameter Q22 ab.



Beachten Sie, dass FN23 und FN24 neben dem Ergebnis-Parameter auch die zwei folgenden Parameter automatisch überschreiben.



10.6 Wenn/dann-Entscheidungen mit Q-Parametern

Anwendung

Bei Wenn/Dann-Entscheidungen vergleicht die TNC einen Q-Parameter mit einem anderen Q-Parameter oder einem Zahlenwert. Wenn die Bedingung erfüllt ist, dann setzt die TNC das Bearbeitungs-Programm an dem LABEL fort, der hinter der Bedingung programmiert ist (LABEL siehe „Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen kennzeichnen“, Seite 322). Wenn die Bedingung nicht erfüllt ist, dann führt die TNC den nächsten Satz aus.

Wenn Sie ein anderes Programm als Unterprogramm aufrufen möchten, dann programmieren Sie hinter dem LABEL ein PGM CALL.

Unbedingte Sprünge

Unbedingte Sprünge sind Sprünge, deren Bedingung immer (=unbedingt) erfüllt ist, z.B.

FN9: IF+10 EQU+10 GOTO LBL1

Wenn/dann-Entscheidungen programmieren

Die Wenn/dann-Entscheidungen erscheinen mit Druck auf den Softkey SPRÜNGE. Die TNC zeigt folgende Softkeys:

Funktion	Softkey
FN9: WENN GLEICH, SPRUNG z.B. FN9: IF +Q1 EQU +Q3 GOTO LBL "UPCAN25" Wenn beide Werte oder Parameter gleich, Sprung zu angegebenem Label	FNB IF X EQ V GOTO
FN10: WENN UNGLEICH, SPRUNG z.B. FN10: IF +10 NE -Q5 GOTO LBL 10 Wenn beide Werte oder Parameter ungleich, Sprung zu angegebenem Label	FN10 IF X NE V GOTO
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	FN11 IF X GT V GOTO
FN12: WENN KLEINER, SPRUNG z.B. FN12: IF+Q5 LT+0 GOTO LBL "ANYNAME" Wenn erster Wert oder Parameter kleiner als zweiter Wert oder Parameter, Sprung zu angegebenem Label	FN12 IF X LT V GOTO



Verwendete Abkürzungen und Begriffe

IF	(engl.):	Wenn
EQU	(engl. equal):	Gleich
NE	(engl. not equal):	Nicht gleich
GT	(engl. greater than):	Größer als
LT	(engl. less than):	Kleiner als
GOTO	(engl. go to):	Gehe zu



10.7 Q-Parameter kontrollieren und ändern

Vorgehensweise

Sie können Q-Parameter beim Erstellen, Testen und Abarbeiten in allen Betriebsarten kontrollieren und auch (ausser im Programm Test) ändern.

- Ggf. Programmablauf abbrechen (z.B. externe STOP-Taste und Softkey INTERNER STOP drücken) bzw. Programm-Test anhalten

Q
INFO

- Q-Parameter-Funktionen aufrufen: Softkey Q INFO in der Betriebsart Programm Einspeichern/Editieren drücken

- Die TNC öffnet ein Überblend-Fenster in dem Sie den gewünschten Bereich für die Anzeige der Q-Parameter bzw. String-Parameter eingeben können

- Wählen Sie in den Betriebsarten Programmablauf Einzelsatz, Programmablauf Satzfolge und Programm-Test die Bildschirm-Aufteilung Programm + Status

STATUS
Q-PARAM.

- Wählen Sie den Softkey Programm + Q-PARAM

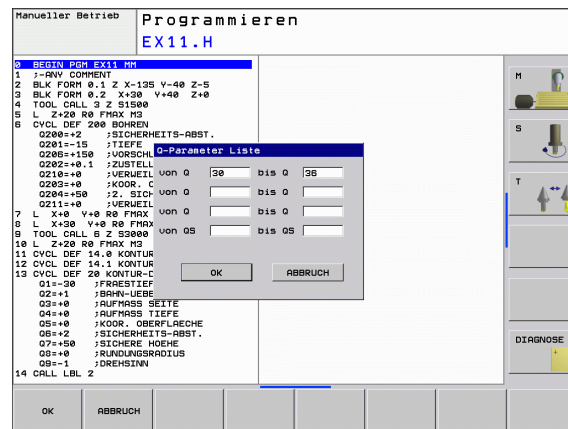
Q
PARAMETER
LISTE

- Wählen Sie den Softkey Q PARAMETER LISTE

- Die TNC öffnet ein Überblend-Fenster in dem Sie den gewünschten Bereich für die Anzeige der Q-Parameter bzw. String-Parameter eingeben können

Q
PARAMETER
ABFRAGE

- Mit dem Softkey Q PARAMETER ABFRAGE (nur im Manuellen Betrieb, Programmablauf Satzfolge und Programmablauf Einzelsatz verfügbar) können Sie einzelne Q-Parameter abfragen. Um einen neuen Wert zuzuweisen überschreiben Sie den angezeigten Wert und bestätigen mit OK.



10.8 Zusätzliche Funktionen

Übersicht

Die zusätzlichen Funktionen erscheinen mit Druck auf den Softkey SONDER-FUNKT. Die TNC zeigt folgende Softkeys:

Funktion	Softkey	Seite
FN14:ERROR Fehlermeldungen ausgeben	FN14 FEHLER=	Seite 350
FN16:F-PRINT Texte oder Q-Parameter-Werte formatiert ausgeben	FN16 F-DRUCKEN	Seite 352
FN18:SYS-DATUM READ Systemdaten lesen	FN18 LESEN SYS-DATEN	Seite 355
FN19:PLC Werte an die PLC übergeben	FN19 PLC=	Seite 363
FN20:WAIT FOR NC und PLC synchronisieren	FN20 WARTEN RUF	Seite 364
FN29:PLC bis zu acht Werte an die PLC übergeben	FN29 PLC	Seite 366
FN37:EXPORT lokale Q-Parameter oder QS-Parameter in ein rufendes Programm exportieren	FN37 EXPORT	Seite 367



FN14: ERROR: Fehlermeldungen ausgeben

Mit der Funktion FN14: ERROR können Sie programmgesteuert Meldungen ausgeben lassen, die vom Maschinenhersteller bzw. von HEIDENHAIN vorprogrammiert sind: Wenn die TNC im Programmlauf oder Programm-Test zu einem Satz mit FN 14 kommt, so unterbricht sie und gibt eine Meldung aus. Anschließend müssen Sie das Programm neu starten. Fehler-Nummern: siehe Tabelle unten.

Bereich Fehler-Nummern	Standard-Dialog
0 ... 299	FN 14: Fehler-Nummer 0 299
300 ... 999	Maschinenabhängiger Dialog
1000 ... 1099	Interne Fehlermeldungen (siehe Tabelle rechts)



Der Maschinenhersteller kann das Standardverhalten der Funktion **FN14: ERROR** ändern. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!

NC-Beispielsatz

Die TNC soll eine Meldung ausgeben, die unter der Fehler-Nummer 254 gespeichert ist

180 FN14: ERROR = 254

Fehler-Nummer	Text
1000	Spindel?
1001	Werkzeugachse fehlt
1002	Werkzeug-Radius zu klein
1003	Werkzeug-Radius zu groß
1004	Bereich überschritten
1005	Anfangs-Position falsch
1006	DREHUNG nicht erlaubt
1007	MASSFaktor nicht erlaubt
1008	SPIEGELUNG nicht erlaubt
1009	Verschiebung nicht erlaubt
1010	Vorschub fehlt
1011	Eingabewert falsch
1012	Vorzeichen falsch
1013	Winkel nicht erlaubt
1014	Antastpunkt nicht erreichbar
1015	Zu viele Punkte
1016	Eingabe widersprüchlich
1017	CYCL unvollständig
1018	Ebene falsch definiert
1019	Falsche Achse programmiert
1020	Falsche Drehzahl
1021	Radius-Korrektur undefiniert
1022	Rundung nicht definiert
1023	Rundungs-Radius zu groß
1024	Undefinierter Programmstart
1025	Zu hohe Verschachtelung
1026	Winkelbezug fehlt
1027	Kein Bearb.-Zyklus definiert
1028	Nutbreite zu klein
1029	Tasche zu klein
1030	Q202 nicht definiert
1031	Q205 nicht definiert
1032	Q218 größer Q219 eingeben
1033	CYCL 210 nicht erlaubt
1034	CYCL 211 nicht erlaubt
1035	Q220 zu groß
1036	Q222 größer Q223 eingeben



Fehler-Nummer	Text
1037	Q244 größer 0 eingeben
1038	Q245 ungleich Q246 eingeben
1039	Winkelbereich < 360° eingeben
1040	Q223 größer Q222 eingeben
1041	Q214: 0 nicht erlaubt
1042	Verfahrrichtung nicht definiert
1043	Keine Nullpunkt-Tabelle aktiv
1044	Lagefehler: Mitte 1. Achse
1045	Lagefehler: Mitte 2. Achse
1046	Bohrung zu klein
1047	Bohrung zu groß
1048	Zapfen zu klein
1049	Zapfen zu groß
1050	Tasche zu klein: Nacharbeit 1.A.
1051	Tasche zu klein: Nacharbeit 2.A.
1052	Tasche zu groß: Ausschuss 1.A.
1053	Tasche zu groß: Ausschuss 2.A.
1054	Zapfen zu klein: Ausschuss 1.A.
1055	Zapfen zu klein: Ausschuss 2.A.
1056	Zapfen zu groß: Nacharbeit 1.A.
1057	Zapfen zu groß: Nacharbeit 2.A.
1058	TCHPROBE 425: Fehler Größtmaß
1059	TCHPROBE 425: Fehler Kleinstmaß
1060	TCHPROBE 426: Fehler Größtmaß
1061	TCHPROBE 426: Fehler Kleinstmaß
1062	TCHPROBE 430: Durchm. zu groß
1063	TCHPROBE 430: Durchm. zu klein
1064	Keine Messachse definiert
1065	Werkzeug-Bruchtoleranz überschr.
1066	Q247 ungleich 0 eingeben
1067	Betrag Q247 größer 5 eingeben
1068	Nullpunkt-Tabelle?
1069	Fraesart Q351 ungleich 0 eingeben
1070	Gewindetiefe verringern
1071	Kalibrierung durchführen
1072	Toleranz überschritten
1073	Satzvorlauf aktiv
1074	ORIENTIERUNG nicht erlaubt
1075	3DROT nicht erlaubt
1076	3DROT aktivieren
1077	Tiefe negativ eingeben
1078	Q303 im Messzyklus undefiniert!
1079	Werkzeugachse nicht erlaubt



Fehler-Nummer	Text
1080	Berechnete Werte fehlerhaft
1081	Messpunkte widersprüchlich
1082	Sichere Höhe falsch eingegeben
1083	Eintauchart widersprüchlich
1084	Bearbeitungszyklus nicht erlaubt
1085	Zeile ist schreibgeschützt
1086	Aufmaß größer als Tiefe
1087	Kein Spitzenwinkel definiert
1088	Daten widersprüchlich
1089	Nutlage 0 nicht erlaubt
1090	Zustellung ungleich 0 eingeben

FN16: F-PRINT: Texte und Q-Parameter-Werte formatiert ausgeben

Mit der Funktion FN 16: F-PRINT können Sie Q-Parameter-Werte und Texte formatiert über die Datenschnittstelle ausgeben, zum Beispiel an einen Drucker. Wenn Sie die Werte intern abspeichern oder an einen Rechner ausgeben, speichert die TNC die Daten in der Datei, die Sie im FN 16-Satz definieren.

Um formatierten Text und die Werte der Q-Parameter auszugeben, erstellen Sie mit dem Text-Editor der TNC eine Text-Datei, in der Sie die Formate und die auszugebenden Q-Parameter festlegen.

Beispiel für eine Text-Datei, die das Ausgabeformat festlegt:

```
"MESSPROTOKOLL SCHAUFELRAD-SCHWERPUNKT";
```

```
"DATUM: %2d-%2d-%4d",DAY,MONTH,YEAR4;
```

```
"UHRZEIT: %2d:%2d:%2d",HOUR,MIN,SEC;
```

```
"_____";
```

```
"ANZAHL MESSWERTE: = 1";
```

```
"*****",#
```

```
"X1 = %9.3LF", Q31;
```

```
"Y1 = %9.3LF", Q32;
```

```
"Z1 = %9.3LF", Q33;
```

```
"*****";
```

Zum Erstellen von Text-Dateien setzen Sie folgende Formatierungsfunktionen ein:

Sonderzeichen	Funktion
"....."	Ausgabeformat für Text und Variablen zwischen Anführungszeichen oben festlegen
%9.3LF	Format für Q-Parameter festlegen: 9 Stellen insgesamt (incl. Dezimalpunkt), davon 3 Nachkomma-Stellen, Long, Floating (Dezimalzahl)
%S	Format für Textvariable
,	Trennzeichen zwischen Ausgabeformat und Parameter
;	Satzende-Zeichen, schließt eine Zeile ab

Um verschiedene Informationen mit in die Protokolldatei ausgeben zu können stehen folgende Funktionen zur Verfügung:

Schlüsselwort	Funktion
CALL_PATH	Gibt den Pfadnamen des NC-Programms aus, in dem die FN16-Funktion steht. Beispiel: "Messprogramm: %S",CALL_PATH;
M_CLOSE	Schließt die Datei, in die Sie mit FN16 schreiben. Beispiel: M_CLOSE;
L_ENGLISCH	Text nur bei Dialogspr. Englisch ausgeben
L_GERMAN	Text nur bei Dialogspr. Deutsch ausgeben
L_CZECH	Text nur bei Dialogspr. Tschechisch ausgeben
L_FRENCH	Text nur bei Dialogspr. Französisch ausgeben
L_ITALIAN	Text nur bei Dialogspr. Italienisch ausgeben
L_SPANISH	Text nur bei Dialogspr. Spanisch ausgeben
L_SWEDISH	Text nur bei Dialogspr. Schwedisch ausgeben
L_DANISH	Text nur bei Dialogspr. Dänisch ausgeben
L_FINNISH	Text nur bei Dialogspr. Finnisch ausgeben
L_DUTCH	Text nur bei Dialogspr. Niederl. ausgeben
L_POLISH	Text nur bei Dialogspr. Polnisch ausgeben
L_HUNGARIA	Text nur bei Dialogspr. Ungarisch ausgeben
L_ALL	Text unabhängig von der Dialogspr. ausgeben
HOURL	Anzahl Stunden aus der Echtzeit



Schlüsselwort	Funktion
MIN	Anzahl Minuten aus der Echtzeit
SEC	Anzahl Sekunden aus der Echtzeit
DAY	Tag aus der Echtzeit
MONTH	Monat als Zahl aus der Echtzeit
STR_MONTH	Monat als Stringkürzel aus der Echtzeit
YEAR2	Jahreszahl zweistellig aus der Echtzeit
YEAR4	Jahreszahl vierstellig aus der Echtzeit

Im Bearbeitungs-Programm programmieren Sie FN 16: F-PRINT, um die Ausgabe zu aktivieren:

```
96 FN16: F-PRINT TNC:\MASKE\MASKE1.A\RS232:\PROT1.TXT
```

Die TNC gibt dann die Datei PROT1.TXT über die serielle Schnittstelle aus:

MESSPROTOKOLL SCHAUFELRAD-SCHWERPUNKT

DATUM: 27:11:2001

UHRZEIT: 8:56:34

ANZAHL MESSWERTE : = 1

X1 = 149,360

Y1 = 25,509

Z1 = 37,000



Wenn Sie FN 16 mehrmals im Programm verwenden, speichert die TNC alle Texte in der Datei, die Sie bei der ersten FN 16-Funktion festgelegt haben. Die Ausgabe der Datei erfolgt erst, wenn die TNC den Satz END PGM liest, wenn Sie die NC-Stop-Taste drücken oder wenn Sie die Datei mit M_CLOSE schließen.

Im FN16-Satz die Format-Datei und die Protokoll-Datei jeweils mit Extension programmieren.

Wenn Sie als Pfadnamen der Protokoll-Datei lediglich den Dateinamen angeben, dann speichert die TNC die Protokolldatei in dem Verzeichnis, in dem das NC-Programm mit der FN16-Funktion steht.

Pro Zeile in der Format-Beschreibungsdatei können Sie maximal 32 Q-Parameter ausgeben.



FN18: SYS-DATUM READ: Systemdaten lesen

Mit der Funktion FN 18: SYS-DATUM READ können Sie Systemdaten lesen und in Q-Parametern speichern. Die Auswahl des Systemdatums erfolgt über eine Gruppen-Nummer (ID-Nr.), eine Nummer und ggf. über einen Index.

Gruppen-Name, ID-Nr.	Nummer	Index	Bedeutung
Programm-Info, 10	3	-	Nummer aktiver Bearbeitungs-Zyklus
	103	Q-Parameter-Nummer	Innerhalb von NC-Zyklen relevant; zur Abfrage, ob der unter IDX angegebene Q-Parameter im zugehörigen CYCLE DEF explizit angegeben wurde.
System-Sprungadressen, 13	1	-	Label, zu dem bei M2/M30 gesprungen wird, statt das aktuelle Programm zu beenden Wert = 0: M2/M30 wirkt normal
	2	-	Label zu dem bei FN14: ERROR mit Reaktion NC-CANCEL gesprungen wird, statt das Programm mit einem Fehler abzubrechen. Die im FN14-Befehl programmierte Fehlernummer kann unter ID992 NR14 gelesen werden. Wert = 0: FN14 wirkt normal.
	3	-	Label zu dem bei einem internen Server-Fehler (SQL, PLC, CFG) gesprungen wird, statt das Programm mit einem Fehler abzubrechen. Wert = 0: Server-Fehler wirkt normal.
Maschinenzustand, 20	1	-	Aktive Werkzeug-Nummer
	2	-	Vorbereitete Werkzeug-Nummer
	3	-	Aktive Werkzeug-Achse 0=X, 1=Y, 2=Z, 6=U, 7=V, 8=W
	4	-	Programmierte Spindeldrehzahl
	5	-	Aktiver Spindelzustand: -1=undefiniert, 0=M3 aktiv, 1=M4 aktiv, 2=M5 nach M3, 3=M5 nach M4
	8	-	Kühlmittelzustand: 0=aus, 1=ein
	9	-	Aktiver Vorschub
	10	-	Index des vorbereiteten Werkzeugs
Kanaldaten, 25	11	-	Index des aktiven Werkzeugs
	1	-	Kanalnummer
Zyklus-Parameter, 30	1	-	Sicherheits-Abstand aktiver Bearbeitungs-Zyklus
	2	-	Bohrtiefe/Frästiefe aktiver Bearbeitungs-Zyklus
	3	-	Zustell-Tiefe aktiver Bearbeitungs-Zyklus
	4	-	Vorschub Tiefenzust. aktiver Bearbeitungs-Zyklus



Gruppen-Name, ID-Nr.	Nummer	Index	Bedeutung
	5	-	Erste Seitenlänge Zyklus Rechtecktasche
	6	-	Zweite Seitenlänge Zyklus Rechtecktasche
	7	-	Erste Seitenlänge Zyklus Nut
	8	-	Zweite Seitenlänge Zyklus Nut
	9	-	Radius Zyklus Kreistasche
	10	-	Vorschub Fräsen aktiver Bearbeitungs-Zyklus
	11	-	Drehsinn aktiver Bearbeitungs-Zyklus
	12	-	Verweilzeit aktiver Bearbeitungs-Zyklus
	13	-	Gewindesteigung Zyklus 17, 18
	14	-	Schlichtaufmaß aktiver Bearbeitungs-Zyklus
	15	-	Ausräumwinkel aktiver Bearbeitungs-Zyklus
	15	-	Ausräumwinkel aktiver Bearbeitungs-Zyklus
	21	-	Antastwinkel
	22	-	Antastweg
	23	-	Antastvorschub
Modaler Zustand, 35	1	-	Bemaßung: 0 = absolut (G90) 1 = inkremental (G91)
Daten zu SQL-Tabellen, 40	1	-	Ergebniscode zum letzten SQL-Befehl
Daten aus der Werkzeug-Tabelle, 50	1	WKZ-Nr.	Werkzeug-Länge
	2	WKZ-Nr.	Werkzeug-Radius
	3	WKZ-Nr.	Werkzeug-Radius R2
	4	WKZ-Nr.	Aufmaß Werkzeug-Länge DL
	5	WKZ-Nr.	Aufmaß Werkzeug-Radius DR
	6	WKZ-Nr.	Aufmaß Werkzeug-Radius DR2
	7	WKZ-Nr.	Werkzeug gesperrt (0 oder 1)
	8	WKZ-Nr.	Nummer des Schwester-Werkzeugs
	9	WKZ-Nr.	Maximale Standzeit TIME1
	10	WKZ-Nr.	Maximale Standzeit TIME2
	11	WKZ-Nr.	Aktuelle Standzeit CUR. TIME

Gruppen-Name, ID-Nr.	Nummer	Index	Bedeutung
	12	WKZ-Nr.	PLC-Status
	13	WKZ-Nr.	Maximale Schneidenlänge LCUTS
	14	WKZ-Nr.	Maximaler Eintauchwinkel ANGLE
	15	WKZ-Nr.	TT: Anzahl der Schneiden CUT
	16	WKZ-Nr.	TT: Verschleiß-Toleranz Länge LTOL
	17	WKZ-Nr.	TT: Verschleiß-Toleranz Radius RTOL
	18	WKZ-Nr.	TT: Drehrichtung DIRECT (0=positiv/-1=negativ)
	19	WKZ-Nr.	TT: Versatz Ebene R-OFFS
	20	WKZ-Nr.	TT: Versatz Länge L-OFFS
	21	WKZ-Nr.	TT: Bruch-Toleranz Länge LBREAK
	22	WKZ-Nr.	TT: Bruch-Toleranz Radius RBREAK
	23	WKZ-Nr.	PLC-Wert
	24	WKZ-Nr.	Taster-Mittenversatz Hauptachse CAL-OF1
	25	WKZ-Nr.	Taster-Mittenversatz Nebenachse CAL-OF2
	26	WKZ-Nr.	Spindelwinkel beim Kalibrieren CAL-ANG
	27	WKZ-Nr.	Werkzeugtyp für Platztabelle
	28	WKZ-Nr.	Maximaldrehzahl NMAX
Daten aus der Platz-Tabelle, 51	1	Platz-Nr.	Werkzeug-Nummer
	2	Platz-Nr.	Sonderwerkzeug: 0=nein, 1=ja
	3	Platz-Nr.	Festplatz: 0=nein, 1=ja
	4	Platz-Nr.	gesperrter Platz: 0=nein, 1=ja
	5	Platz-Nr.	PLC-Status
Platz-Nummer eines Werkzeugs in der Platz-Tabelle, 52	1	WKZ-Nr.	Platz-Nummer
	2	WKZ-Nr.	Werkzeug-Magazin-Nummer
Direkt nach TOOL CALL pro- grammierte Werte, 60	1	-	Werkzeug-Nummer T
	2	-	Aktive Werkzeug-Achse 0 = X 6 = U 1 = Y 7 = V 2 = Z 8 = W
	3	-	Spindel-Drehzahl S



Gruppen-Name, ID-Nr.	Nummer	Index	Bedeutung
	4	-	Aufmaß Werkzeug-Länge DL
	5	-	Aufmaß Werkzeug-Radius DR
	6	-	Automatischer TOOL CALL 0 = Ja, 1 = Nein
	7	-	Aufmaß Werkzeug-Radius DR2
	8	-	Werkzeugindex
	9	-	Aktiver Vorschub
Direkt nach TOOL DEF programmierte Werte, 61	1	-	Werkzeug-Nummer T
	2	-	Länge
	3	-	Radius
	4	-	Index
	5	-	Werkzeugdaten in TOOL DEF programmiert 1 = Ja, 0 = Nein
Aktive Werkzeug-Korrektur, 200	1	1 = ohne Aufmaß 2 = mit Aufmaß 3 = mit Aufmaß und Aufmaß aus TOOL CALL	Aktiver Radius
	2	1 = ohne Aufmaß 2 = mit Aufmaß 3 = mit Aufmaß und Aufmaß aus TOOL CALL	Aktive Länge
	3	1 = ohne Aufmaß 2 = mit Aufmaß 3 = mit Aufmaß und Aufmaß aus TOOL CALL	Verrundungsradius R2
Aktive Transformationen, 210	1	-	Grunddrehung Betriebsart Manuell
	2	-	Programmierte Drehung mit Zyklus 10
	3	-	Aktive Spiegelachse



Gruppen-Name, ID-Nr.	Nummer	Index	Bedeutung
			0: Spiegeln nicht aktiv
			+1: X-Achse gespiegelt
			+2: Y-Achse gespiegelt
			+4: Z-Achse gespiegelt
			+64: U-Achse gespiegelt
			+128: V-Achse gespiegelt
			+256: W-Achse gespiegelt
			Kombinationen = Summe der Einzelachsen
	4	1	Aktiver Maßfaktor X-Achse
	4	2	Aktiver Maßfaktor Y-Achse
	4	3	Aktiver Maßfaktor Z-Achse
	4	7	Aktiver Maßfaktor U-Achse
	4	8	Aktiver Maßfaktor V-Achse
	4	9	Aktiver Maßfaktor W-Achse
	5	1	3D-ROT A-Achse
	5	2	3D-ROT B-Achse
	5	3	3D-ROT C-Achse
	6	-	Bearbeitungsebene Schwenken aktiv/inaktiv (-1/0) in einer Programmlauf-Betriebsart
	7	-	Bearbeitungsebene Schwenken aktiv/inaktiv (-1/0) in einer manuellen Betriebsart
Aktive Nullpunkt-Verschiebung, 220	2	1	X-Achse
		2	Y-Achse
		3	Z-Achse
		4	A-Achse
		5	B-Achse
		6	C-Achse
		7	U-Achse
		8	V-Achse
		9	W-Achse



Gruppen-Name, ID-Nr.	Nummer	Index	Bedeutung
Verfahrbereich, 230	2	1 bis 9	Negativer Software-Endschalter Achse 1 bis 9
	3	1 bis 9	Positiver Software-Endschalter Achse 1 bis 9
	5	-	Software-Endschalter ein- oder aus: 0 = ein, 1 = aus
Soll-Position im REF-System, 240	1	1	X-Achse
		2	Y-Achse
		3	Z-Achse
		4	A-Achse
		5	B-Achse
		6	C-Achse
		7	U-Achse
		8	V-Achse
		9	W-Achse
Aktuelle Position im aktiven Koordinatensystem, 270	1	1	X-Achse
		2	Y-Achse
		3	Z-Achse
		4	A-Achse
		5	B-Achse
		6	C-Achse
		7	U-Achse
		8	V-Achse
		9	W-Achse
Schaltendes Tastsystem TS, 350	50	1	Tastsystem-Typ
		2	Zeile in der Tastsystem-Tabelle
	51	-	Wirksame Länge
	52	1	Wirksamer Kugelradius
		2	Verrundungsradius
	53	1	Mittenversatz (Hauptachse)
		2	Mittenversatz (Nebenachse)

Gruppen-Name, ID-Nr.	Nummer	Index	Bedeutung
	54	-	Winkel der Spindelorientierung in Grad (Mittenversatz)
	55	1	Eilgang
		2	Messvorschub
	56	1	Maximaler Messweg
		2	Sicherheitsabstand
	57	1	Spindelorientierung möglich 0 = nein, 1 = ja
Bezugspunkt aus Tastsystem-Zyklus, 360	1	1 bis 9 (X, Y, Z, A, B, C, U, V, W)	Letzter Bezugspunkt eines manuellen Tastsystem-Zyklus bzw. letzter Antastpunkt aus Zyklus 0 ohne Tasterlängen-, aber mit Tasterradiuskorrektur (Werkstück-Koordinatensystem)
	2	1 bis 9 (X, Y, Z, A, B, C, U, V, W)	Letzter Bezugspunkt eines manuellen Tastsystem-Zyklus bzw. letzter Antastpunkt aus Zyklus 0 ohne Tasterlängen- und -radiuskorrektur (Maschinen-Koordinatensystem)
	3	1 bis 9 (X, Y, Z, A, B, C, U, V, W)	Messergebnis der Tastsystem-Zyklen 0 und 1 ohne Tasterradius- und Tasterlängenkorrektur
	4	1 bis 9 (X, Y, Z, A, B, C, U, V, W)	Letzter Bezugspunkt eines manuellen Tastsystem-Zyklus bzw. letzter Antastpunkt aus Zyklus 0 ohne Tasterlängen- und -radiuskorrektur (Werkstück-Koordinatensystem)
	10	-	Spindelorientierung
Wert aus der aktiven Nullpunkt-Tabelle im aktiven Koordinatensystem, 500	Zeile	Spalte	Werte lesen
Daten des aktuellen Werkzeugs lesen, 950	1	-	Werkzeug-Länge L
	2	-	Werkzeug-Radius R
	3	-	Werkzeug-Radius R2
	4	-	Aufmaß Werkzeug-Länge DL
	5	-	Aufmaß Werkzeug-Radius DR
	6	-	Aufmaß Werkzeug-Radius DR2
	7	-	Werkzeug gesperrt TL 0 = Nicht gesperrt, 1 = Gesperrt
	8	-	Nummer des Schwester-Werkzeugs RT
	9	-	Maximale Standzeit TIME1
	10	-	Maximale Standzeit TIME2



Gruppen-Name, ID-Nr.	Nummer	Index	Bedeutung
	11	-	Aktuelle Standzeit CUR. TIME
	12	-	PLC-Status
	13	-	Maximale Schneidenlänge LCUTS
	14	-	Maximaler Eintauchwinkel ANGLE
	15	-	TT: Anzahl der Schneiden CUT
	16	-	TT: Verschleiß-Toleranz Länge LTOL
	17	-	TT: Verschleiß-Toleranz Radius RTOL
	18	-	TT: Drehrichtung DIRECT 0 = Positiv, -1 = Negativ
	19	-	TT: Versatz Ebene R-OFFS R = 99999,9999
	20	-	TT: Versatz Länge L-OFFS
	21	-	TT: Bruch-Toleranz Länge LBREAK
	22	-	TT: Bruch-Toleranz Radius RBREAK
	23	-	PLC-Wert
	24	-	Werkzeugtyp TYP 0 = Fräser, 21 = Tastsystem
	34	-	Lift off
Tastsystemzyklen, 990	1	-	Anfahrverhalten: 0 = Standardverhalten 1 = Wirksamer Radius, Sicherheits-abstand Null
	2	-	0 = Tasterüberwachung aus 1 = Tasterüberwachung ein
Abarbeitungs-Status, 992	10	-	Satzvorlauf aktiv 1 = ja, 0 = nein
	11	-	Suchphase
	14	-	Nummer des letzten FN14-Fehlers
	16	-	Echte Abarbeitung aktiv 1 = Abarbeitung, 2 = Simulation

Beispiel: Wert des aktiven Maßfaktors der Z-Achse an Q25 zuweisen

55 FN18: SYSREAD Q25 = ID210 NR4 IDX3

FN19: PLC: Werte an PLC übergeben

Mit der Funktion FN 19: PLC können Sie bis zu zwei Zahlenwerte oder Q-Parameter an die PLC übergeben.

Schrittweiten und Einheiten: 0,1 μm bzw. 0,0001°

Beispiel: Zahlenwert 10 (entspricht 1 μm bzw. 0,001°) an PLC übergeben

56 FN19: PLC=+10/+Q3



FN20: WAIT FOR: NC und PLC synchronisieren



Diese Funktion dürfen Sie nur in Abstimmung mit Ihrem Maschinenhersteller verwenden!

Mit der Funktion FN 20: WAIT FOR können Sie während des Programmlaufs eine Synchronisation zwischen NC und PLC durchführen. Die NC stoppt das Abarbeiten, bis die Bedingung erfüllt ist, die Sie im FN 20-Satz programmiert haben. Die TNC kann dabei folgende PLC-Operanden überprüfen:

PLC-Operand	Kurzbezeichnung	Adressbereich
Merker	M	0 bis 4999
Eingang	I	0 bis 31, 128 bis 152 64 bis 126 (erste PL 401 B) 192 bis 254 (zweite PL 401 B)
Ausgang	O	0 bis 30 32 bis 62 (erste PL 401 B) 64 bis 94 (zweite PL 401 B)
Zähler	C	48 bis 79
Timer	T	0 bis 95
Byte	B	0 bis 4095
Wort	W	0 bis 2047
Doppelwort	D	2048 bis 4095

Mit der TNC 320 stattet HEIDENHAIN zum ersten mal eine Steuerung mit einem erweiterten Interface zur Kommunikation zwischen PLC und NC aus. Dabei handelt es sich um ein neues, symbolisches Apli-cation Programmer Interface (**API**). Die bisherige und gewohnte PLC-NC-Schnittstelle existiert parallel weiterhin und kann wahlweise verwendet werden. Ob das neue oder alte TNC-API verwendet wird, legt der Maschinen-Hersteller fest. Geben Sie den Namen des symboli-schen Operanden als String ein, um auf den definierten Zustand des symbolischen Operanden zu warten.



Im FN 20-Satz sind folgende Bedingungen erlaubt:

Bedingung	Kurzbezeichnung
Gleich	==
Kleiner als	<
Größer als	>
Kleiner-Gleich	<=
Größer-Gleich	>=

Beispiel: Programmlauf anhalten, bis die PLC den Merker 4095 auf 1 setzt

```
32 FN20: WAIT FOR M4095==1
```

Beispiel: Programmlauf anhalten, bis die PLC den symbolischen Operanden auf 1 setzt

```
32 FN20: APISPIN[0].NN_SPICONTROLINPOS==1
```

FN29: PLC: Werte an PLC übergeben

Mit der Funktion FN 29: PLC können Sie bis zu acht Zahlenwerte oder Q-Parameter an die PLC übergeben.

Schrittweiten und Einheiten: 0,1 μm bzw. 0,0001°

Beispiel: Zahlenwert 10 (entspricht 1 μm bzw. 0,001°) an PLC übergeben

```
56 FN29: PLC=+10/+Q3/+Q8/+7/+1/+Q5/+Q2/+15
```

FN37: EXPORT

Die Funktion FN37: EXPORT benötigen Sie, wenn Sie eigene Zyklen erstellen und in die TNC einbinden möchten. Die Q-Parameter 0-99 sind in Zyklen nur lokal wirksam. Das bedeutet, die Q-Parameter sind nur in dem Programm wirksam, in dem diese definiert wurden. Mit der Funktion FN 37: EXPORT können Sie lokal wirksame Q-Parameter in ein anderes (aufrufendes) Programm exportieren.

Beispiel: Der lokale Q-Parameter Q25 wird exportiert

```
56 FN37: EXPORT Q25
```

Beispiel: Die lokalen Q-Parameter Q25 bis Q30 werden exportiert

```
56 FN37: EXPORT Q25 - Q30
```



Die TNC exportiert den Wert, den der Parameter gerade zu dem Zeitpunkt des EXPORT Befehls hat.

Der Parameter wird nur in das unmittelbar rufende Programm exportiert.

10.9 Tabellenzugriffe mit SQL-Anweisungen

Einführung

Tabellenzugriffe programmieren Sie bei der TNC mit SQL-Anweisungen im Rahmen einer „Transaktion“. Eine Transaktion besteht aus mehreren SQL-Anweisungen, die ein geordnetes Bearbeiten der Tabellen-Einträge gewährleisten.



Tabellen werden vom Maschinen-Hersteller konfiguriert. Dabei werden auch die Namen und Bezeichnungen festgelegt, die als Parameter für SQL-Anweisungen erforderlich sind.

Begriffe, die im folgenden verwendet werden:

- **Tabelle:** Eine Tabelle besteht aus x Spalten und y Zeilen. Sie wird als Datei in der Dateiverwaltung der TNC gespeichert und mit Pfad- und dem Dateinamen (=Tabellen-Name) adressiert. Alternativ zur Adressierung durch Pfad- und Dateiname können Synonyme verwendet werden.
- **Spalten:** Die Anzahl und die Bezeichnung der Spalten wird bei der Konfiguration der Tabelle festgelegt. Die Spalten-Bezeichnung wird bei verschiedenen SQL-Anweisungen zur Adressierung verwendet.
- **Zeilen:** Die Anzahl der Zeilen ist variabel. Sie können neue Zeilen hinzufügen. Es werden keine Zeilen-Nummern oder ähnliches geführt. Sie können aber Zeilen aufgrund ihres Spalten-Inhalts auswählen (selektieren). Das Löschen von Zeilen ist nur im Tabellen-Editor möglich – nicht per NC-Programm.
- **Zelle:** Eine Spalte aus einer Zeile.
- **Tabellen-Eintrag:** Inhalt einer Zelle
- **Result-set:** Während einer Transaktion werden die selektierten Zeilen und Spalten im Result-set verwaltet. Betrachten Sie den Result-set als „Zwischenspeicher“, der temporär die Menge selektierter Zeilen und Spalten aufnimmt. (Result-set = englisch Ergebnismenge).
- **Synonym:** Mit diesem Begriff wird ein Name für eine Tabelle bezeichnet, der statt Pfad- und Dateinamen verwendet wird. Synonyme werden vom Maschinen-Hersteller in den Konfigurationsdaten festgelegt.

Eine Transaktion

Prinzipiell besteht eine Transaktion aus den Aktionen:

- Tabelle (Datei) adressieren, Zeilen selektieren und in den Result-set transferieren.
- Zeilen aus dem Result-set lesen, ändern und/oder neue Zeilen hinzufügen.
- Transaktion abschließen. Bei Änderungen/Ergänzungen werden die Zeilen aus dem Result-set in die Tabelle (Datei) übernommen.

Es sind aber weitere Aktionen erforderlich, damit Tabellen-Einträge im NC-Programm bearbeitet werden können und ein paralleles Ändern gleicher Tabellen-Zeilen vermieden wird. Daraus ergibt sich folgender **Ablauf einer Transaktion**:

- 1 Für jede Spalte, die bearbeitet werden soll, wird ein Q-Parameter spezifiziert. Der Q-Parameter wird an der Spalte zugeordnet – er wird „gebunden“ (**SQL BIND...**).
- 2 Tabelle (Datei) adressieren, Zeilen selektieren und in den Result-set transferieren. Zusätzlich definieren Sie, welche Spalten in den Result-set übernommen werden sollen (**SQL SELECT...**).

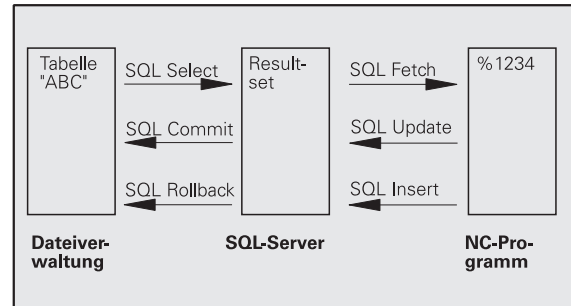
Sie können die selektierten Zeilen „sperren“. Dann können andere Prozesse zwar lesend auf diese Zeilen zugreifen, die Tabellen-Einträge aber nicht ändern. Sie sollten immer dann die selektierten Zeilen sperren, wenn Änderungen vorgenommen werden (**SQL SELECT ... FOR UPDATE**).

- 3 Zeilen aus dem Result-set lesen, ändern und/oder neue Zeilen hinzufügen:
 - Eine Zeile des Result-sets in die Q-Parameter Ihres NC-Programms übernehmen (**SQL FETCH...**)
 - Änderungen in den Q-Parametern vorbereiten und in eine Zeile des Result-set transferieren (**SQL UPDATE...**)
 - Neue Tabellen-Zeile in den Q-Parametern vorbereiten und als neue Zeile in den Result-set übergeben (**SQL INSERT...**)
- 4 Transaktion abschließen.
 - Tabellen-Einträge wurden geändert/ergänzt: Die Daten werden aus dem Result-set in die Tabelle (Datei) übernommen. Sie sind jetzt in der Datei gespeichert. Eventuelle Sperren werden zurückgesetzt, der Result-set wird freigegeben (**SQL COMMIT...**).
 - Tabellen-Einträge wurden **nicht** geändert/ergänzt (nur lesende Zugriffe): Eventuelle Sperren werden zurückgesetzt, der Result-set wird freigegeben (**SQL ROLLBACK... OHNE INDEX**).

Sie können mehrere Transaktionen parallel zueinander bearbeiten.



Schließen Sie eine begonnene Transaktion unbedingt ab – auch wenn Sie ausschließlich lesende Zugriffe verwenden. Nur so ist gewährleistet, dass Änderungen/Ergänzungen nicht verloren gehen, Sperren aufgehoben werden und der Result-set freigegeben wird.



Result-set

Die selektierten Zeilen innerhalb des Result-sets werden mit 0 beginnend aufsteigend nummeriert. Diese Numerierung wird als **Index** bezeichnet. Bei den Lese- und Schreibzugriffen wird der Index angegeben und so gezielt eine Zeile des Result-sets angesprochen.

Häufig ist es vorteilhaft die Zeilen innerhalb des Result-sets sortiert abzulegen. Das ist möglich durch Definition einer Tabellen-Spalte, die das Sortierkriterium beinhaltet. Zusätzlich wird eine aufsteigende oder absteigende Reihenfolge gewählt (**SQL SELECT ... ORDER BY ...**).

Die selektierten Zeilen, die in den Result-set übernommen wurde, wird mit dem **HANDLE** adressiert. Alle folgenden SQL-Anweisungen verwenden das Handle als Referenz auf diese „Menge selektierter Zeilen und Spalten“.

Bei dem Abschluß einer Transaktion wird das Handle wieder freigegeben (**SQL COMMIT...** oder **SQL ROLLBACK...**). Es ist dann nicht mehr gültig.

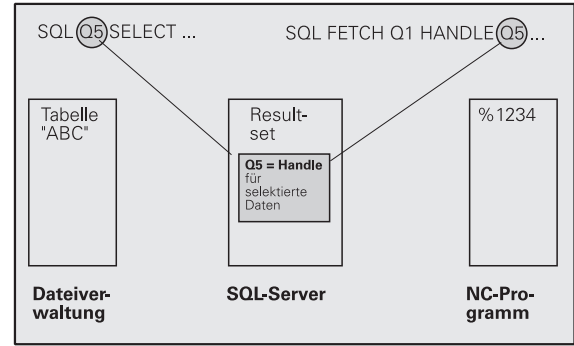
Sie können gleichzeitig mehrere Result-sets bearbeiten. Der SQL-Server vergibt bei jeder Select-Anweisung ein neues Handle.

Q-Parameter an Spalten „binden“

Das NC-Programm hat keinen direkten Zugriff auf Tabellen-Einträge im Result-set. Die Daten müssen in Q-Parameter transferiert werden. Umgekehrt werden die Daten zuerst in den Q-Parametern aufbereitet und dann in den Result-set transferiert.

Mit **SQL BIND ...** legen Sie fest, welche Tabellen-Spalten in welchen Q-Parametern abgebildet werden. Die Q-Parameter werden an die Spalten „gebunden“ (zugeordnet). Spalten, die nicht an Q-Parameter „gebunden“ sind, werden bei den Lese-/Schreibvorgängen nicht berücksichtigt.

Wird mit **SQL INSERT...** eine neue Tabellen-Zeile generiert, werden Spalten, die nicht an Q-Parameter „gebunden“ sind, mit Default-Werten belegt.



SQL-Anweisungen programmieren

SQL-Anweisungen programmieren Sie in der Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren:

- SQL
- ▶ SQL-Funktionen wählen: Softkey SQL drücken
 - ▶ SQL-Anweisung per Softkey auswählen (siehe Übersicht) oder Softkey **SQL EXECUTE** drücken und SQL-Anweisung programmieren

Übersicht der Softkeys

Funktion	Softkey
SQL EXECUTE „Select-Anweisung“ programmieren	SQL EXECUTE
SQL BIND Q-Parameter an Tabellen-Spalte „binden“ (zuordnen)	SQL BIND
SQL FETCH Tabellen-Zeilen aus dem Result-set lesen und in Q-Parametern ablegen	SQL FETCH
SQL UPDATE Daten aus den Q-Parametern in eine vorhandene Tabellen-Zeile des Result-set ablegen	SQL UPDATE
SQL INSERT Daten aus den Q-Parametern in eine neue Tabellen-Zeile im Result-set ablegen	SQL INSERT
SQL COMMIT Tabellen-Zeilen aus dem Result-set in die Tabelle transferieren und Transaktion abschließen.	SQL COMMIT
SQL ROLLBACK ■ INDEX nicht programmiert: Bisherige Änderungen/ Ergänzungen verwerfen und Transaktion abschließen. ■ INDEX programmiert: Die indizierte Zeile bleibt im Result-set erhalten – alle anderen Zeilen werden aus dem Result-set entfernt. Die Transaktion wird nicht abgeschlossen.	SQL ROLLBACK



SQL BIND

SQL BIND „bindet“ einen Q-Parameter an eine Tabellen-Spalte. Die SQL-Anweisungen Fetch, Update und Insert werten diese „Bindung“ (Zuordnung) bei den Datentransfers zwischen Result-set und NC-Programm aus.

Ein **SQL BIND** ohne Tabellen- und Spalten-Name hebt die Bindung auf. Die Bindung endet spätestens mit dem Ende des NC-Programms bzw. Unterprogramms.



- Sie können beliebig viele „Bindungen“ programmieren. Bei den Lese-/Schreibvorgängen werden ausschließlich die Spalten berücksichtigt, die in der Select-Anweisung angegeben wurden.
- **SQL BIND...** muss **vor** Fetch-, Update- oder Insert-Anweisungen programmiert werden. Eine Select-Anweisung können Sie ohne vorhergehende Bind-Anweisungen programmieren.
- Wenn Sie in der Select-Anweisung Spalten aufführen, für die keine „Bindung“ programmiert ist, dann führt das bei Lese-/Schreibvorgängen zu einem Fehler (Programm-Abbruch).

SQL BIND

- ▶ **Parameter-Nr für Ergebnis:** Q-Parameter der an die Tabellen-Spalte „gebunden“ (zugeordnet) wird.
- ▶ **Datenbank: Spaltenname:** Geben Sie den Tabellennamen und die Spalten-Bezeichnung – getrennt durch „.“ ein.
Tabellen-Name: Synonym oder Pfad- und Dateinamen dieser Tabelle. Das Synonym wird direkt eingetragen – Pfad- und Datei-Name werden in einfache Anführungszeichen eingeschlossen.
Spalten-Bezeichnung: in den Konfigurationsdaten festgelegte Bezeichnung der Tabellen-Spalte

Beispiel: Q-Parameter an Tabellen-Spalte binden

```
11 SQL BIND Q881 "TAB_EXAMPLE.MESS_NR"
12 SQL BIND Q882 "TAB_EXAMPLE.MESS_X"
13 SQL BIND Q883 "TAB_EXAMPLE.MESS_Y"
14 SQL BIND Q884 "TAB_EXAMPLE.MESS_Z"
```

Beispiel: Bindung aufheben

```
91 SQL BIND Q881
92 SQL BIND Q882
93 SQL BIND Q883
94 SQL BIND Q884
```

SQL SELECT

SQL SELECT selektiert Tabellen-Zeilen und transferiert sie in den Result-set.

Der SQL-Server legt die Daten zeilenweise im Result-set ab. Die Zeilen werden mit 0 beginnend fortlaufend nummeriert. Diese Zeilen-Nummer, der **INDEX**, wird bei den SQL-Befehlen Fetch und Update verwendet.

In der Option **SQL SELECT...WHERE...** geben Sie die Selektions-Kriterien an. Damit können die Anzahl der zu transferierenden Zeilen eingrenzen. Verwenden Sie diese Option nicht, werden alle Zeilen der Tabelle geladen.

In der Option **SQL SELECT...ORDER BY...** geben Sie das Sortier-Kriterium an. Es besteht aus der Spalten-Bezeichnung und dem Schlüsselwort für aufsteigende/absteigende Sortierung. Verwenden Sie diese Option nicht, werden die Zeilen in einer zufälligen Reihenfolge abgelegt.

Mit der Option **SQL SELECT...FOR UPDATE** sperren Sie die selektierten Zeilen für andere Anwendungen. Andere Anwendungen können diese Zeilen weiterhin lesen, aber nicht ändern. Verwenden Sie diese Option unbedingt, wenn Sie Änderungen an den Tabellen-Einträgen vornehmen.

Leerer Result-set: Sind keine Zeilen vorhanden, die dem Selektions-Kriterium entsprechen, liefert der SQL-Server ein gültiges Handle aber keine Tabellen-Einträge zurück.

Beispiel: alle Tabellen-Zeilen selektieren

```
11 SQL BIND Q881 "TAB_EXAMPLE.MESS_NR"
12 SQL BIND Q882 "TAB_EXAMPLE.MESS_X"
13 SQL BIND Q883 "TAB_EXAMPLE.MESS_Y"
14 SQL BIND Q884 "TAB_EXAMPLE.MESS_Z"
. . .
20 SQL Q5 "SELECT MESS_NR,MESS_X,MESS_Y,
MESS_Z FROM TAB_EXAMPLE"
```

Beispiel: Selektion der Tabellen-Zeilen mit Option WHERE

```
. . .
20 SQL Q5 "SELECT MESS_NR,MESS_X,MESS_Y,
MESS_Z FROM TAB_EXAMPLE WHERE MESS_NR<20"
```

Beispiel: Selektion der Tabellen-Zeilen mit Option WHERE und Q-Parameter

```
. . .
20 SQL Q5 "SELECT MESS_NR,MESS_X,MESS_Y,
MESS_Z FROM TAB_EXAMPLE WHERE
MESS_NR==:'Q11'"
```

Beispiel: Tabellen-Name definiert durch Pfad- und Dateinamen

```
. . .
20 SQL Q5 "SELECT MESS_NR,MESS_X,MESS_Y,
MESS_Z FROM 'V:\TABLE\TAB_EXAMPLE' WHERE
MESS_NR<20"
```



- **Parameter-Nr für Ergebnis:** Q-Parameter für das Handle. Der SQL-Server liefert das Handle für diese mit der aktuellen Select-Anweisung selektierten Gruppe Zeilen und Spalten. Im Fehlerfall (die Selection konnte nicht durchgeführt werden) gibt der SQL-Server „1“ zurück. Eine „0“ bezeichnet ein ungültiges Handle.

- **Datenbank: SQL-Kommandotext:** mit folgenden Elementen:

SELECT (Schlüsselwort): Kennung des SQL-Befehls

Bezeichnungen der zu transferierenden Tabellen-Spalten – mehrere Spalten durch „.“ trennen (siehe Beispiele). Für alle hier angegebenen Spalten müssen Q-Parameter „gebunden“ werden.

FROM Tabellen-Name: Synonym oder Pfad- und Dateinamen dieser Tabelle. Das Synonym wird direkt eingetragen – Pfad- und Tabellen-Name werden in einfache Anführungszeichen eingeschlossen (siehe Beispiele).

Optional:

WHERE Selektions-Kriterien: Ein Selektions-Kriterium besteht aus Spalten-Bezeichnung, Bedingung (siehe Tabelle) und Vergleichswert. Mehrere Selektions-Kriterien verknüpfen Sie mit logischem UND bzw. ODER.

Den Vergleichswert programmieren Sie direkt oder in einem Q-Parameter. Ein Q-Parameter wird mit „.“ eingeleitet und in einfache Hochkomma gesetzt (siehe Beispiel).

Optional:

ORDER BY Spalten-Bezeichnung **ASC** für aufsteigende Sortierung – oder

ORDER BY Spalten-Bezeichnung **DESC** für absteigende Sortierung

Wird weder **ASC** noch **DESC** programmiert, gilt die aufsteigende Sortierung als Default-Einstellung.

Die selektierten Zeilen werden sortiert nach der angegebenen Spalte abgelegt.

Optional:

FOR UPDATE (Schlüsselwort): Die selektierten Zeilen werden für den schreibenden Zugriff anderer Prozesse gesperrt.

Bedingung	Programmierung
gleich	= ==
ungleich	!= <>
kleiner	<
kleiner oder gleich	<=
größer	>
größer oder gleich	>=
Mehrere Bedingungen verknüpfen:	
Logisches UND	AND
Logisches ODER	OR



SQL FETCH

SQL FETCH liest die mit **INDEX** adressierte Zeile aus dem Result-set und legt die Tabellen-Einträge in den „gebundenen“ (zugeordneten) Q-Parametern ab. Der Result-set wird mit dem **HANDLE** adressiert.

SQL FETCH berücksichtigt alle Spalten, die bei der Select-Anweisung angegeben wurden.

SQL FETCH

- ▶ **Parameter-Nr für Ergebnis:** Q-Parameter, in dem der SQL-Server das Ergebnis zurückmeldet:
0: kein Fehler aufgetreten
1: Fehler aufgetreten (falsches Handle oder Index zu groß)
- ▶ **Datenbank: SQL-Zugriffs-ID:** Q-Parameter, mit dem **Handle** zur Identification des Result-sets (siehe auch **SQL SELECT**).
- ▶ **Datenbank: Index zu SQL-Ergebnis:** Zeilen-Nummer innerhalb des Result-sets. Die Tabellen-Einträge dieser Zeile werden gelesen und in die „gebundenen“ Q-Parameter transferiert. Geben Sie den Index nicht an, wird die erste Zeile (n=0) gelesen.
Die Zeilen-Nummer wird direkt angegeben oder Sie programmieren den Q-Parameter, der den Index enthält.

Beispiel: Zeilen-Nummer wird im Q-Parameter übergeben

```
11 SQL BIND Q881 "TAB_EXAMPLE.MESS_NR"
```

```
12 SQL BIND Q882 "TAB_EXAMPLE.MESS_X"
```

```
13 SQL BIND Q883 "TAB_EXAMPLE.MESS_Y"
```

```
14 SQL BIND Q884 "TAB_EXAMPLE.MESS_Z"
```

```
. . .
```

```
20 SQL Q5 "SELECT MESS_NR,MESS_X,MESS_Y,  
MESS_Z FROM TAB_EXAMPLE"
```

```
. . .
```

```
30 SQL FETCH Q1 HANDLE Q5 INDEX+Q2
```

Beispiel: Zeilen-Nummer wird direkt programmiert

```
. . .
```

```
30 SQL FETCH Q1 HANDLE Q5 INDEX5
```

SQL UPDATE

SQL UPDATE transferiert die in den Q-Parametern vorbereiteten Daten in die mit **INDEX** adressierte Zeile des Result-sets. Die bestehende Zeile im Result-set wird vollständig überschrieben.

SQL UPDATE berücksichtigt alle Spalten, die bei der Select-Anweisung angegeben wurden.

- SQL UPDATE
- ▶ **Parameter-Nr für Ergebnis:** Q-Parameter, in dem der SQL-Server das Ergebnis zurückmeldet:
0: kein Fehler aufgetreten
1: Fehler aufgetreten (falsches Handle, Index zu groß, Wertebereich über-/unterschritten oder falsches Datenformat)
 - ▶ **Datenbank: SQL-Zugriffs-ID:** Q-Parameter, mit dem **Handle** zur Identification des Result-sets (siehe auch **SQL SELECT**).
 - ▶ **Datenbank: Index zu SQL-Ergebnis:** Zeilen-Nummer innerhalb des Result-sets. Die in den Q-Parametern vorbereiteten Tabellen-Einträge werden in diese Zeile geschrieben. Geben Sie den Index nicht an, wird die erste Zeile (n=0) beschrieben.
Die Zeilen-Nummer wird direkt angegeben oder Sie programmieren den Q-Parameter, der den Index enthält.

Beispiel: Zeilen-Nummer wird im Q-Parameter übergeben

```
11 SQL BIND Q881 "TAB_EXAMPLE.MESS_NR"
12 SQL BIND Q882 "TAB_EXAMPLE.MESS_X"
13 SQL BIND Q883 "TAB_EXAMPLE.MESS_Y"
14 SQL BIND Q884 "TAB_EXAMPLE.MESS_Z"
. . .
20 SQL Q5 "SELECT MESS_NR,MESS_X,MESS_Y,
MESS_Z FROM TAB_EXAMPLE"
. . .
30 SQL FETCH Q1 HANDLE Q5 INDEX+Q2
. . .
40 SQL UPDATE Q1 HANDLE Q5 INDEX+Q2
```

Beispiel: Zeilen-Nummer wird direkt programmiert

```
. . .
40 SQL UPDATE Q1 HANDLE Q5 INDEX5
```

SQL INSERT

SQL INSERT generiert eine neue Zeile im Result-set und transferiert die in den Q-Parametern vorbereiteten Daten in die neue Zeile.

SQL INSERT berücksichtigt alle Spalten, die bei der Select-Anweisung angegeben wurden – Tabellen-Spalten, die nicht bei der Select-Anweisung berücksichtigt wurden, werden mit Default-Werten beschrieben.

- SQL INSERT
- ▶ **Parameter-Nr für Ergebnis:** Q-Parameter, in dem der SQL-Server das Ergebnis zurückmeldet:
0: kein Fehler aufgetreten
1: Fehler aufgetreten (falsches Handle, Wertebereich über-/unterschritten oder falsches Datenformat)
 - ▶ **Datenbank: SQL-Zugriffs-ID:** Q-Parameter, mit dem **Handle** zur Identification des Result-sets (siehe auch **SQL SELECT**).

Beispiel: Zeilen-Nummer wird im Q-Parameter übergeben

```
11 SQL BIND Q881 "TAB_EXAMPLE.MESS_NR"
12 SQL BIND Q882 "TAB_EXAMPLE.MESS_X"
13 SQL BIND Q883 "TAB_EXAMPLE.MESS_Y"
14 SQL BIND Q884 "TAB_EXAMPLE.MESS_Z"
. . .
20 SQL Q5 "SELECT MESS_NR,MESS_X,MESS_Y,
MESS_Z FROM TAB_EXAMPLE"
. . .
40 SQL INSERT Q1 HANDLE Q5
```



SQL COMMIT

SQL COMMIT transferiert alle im Result-set vorhandenen Zeilen zurück in die Tabelle. Eine mit **SELCT...FOR UPDATE** gesetzte Sperre wird zurückgesetzt.

Das bei der Anweisung **SQL SELECT** vergebene Handle verliert seine Gültigkeit.

SQL COMMIT

- ▶ **Parameter-Nr für Ergebnis:** Q-Parameter, in dem der SQL-Server das Ergebnis zurückmeldet:
0: kein Fehler aufgetreten
1: Fehler aufgetreten (falsches Handle oder gleiche Einträge in Spalten, in denen eindeutige Einträge gefordert sind)
- ▶ **Datenbank: SQL-Zugriffs-ID:** Q-Parameter, mit dem **Handle** zur Identification des Result-sets (siehe auch **SQL SELECT**).

SQL ROLLBACK

Die Ausführung des **SQL ROLLBACK** ist abhängig davon, ob **INDEX** programmiert ist:

- **INDEX** nicht programmiert: Der Result-set wird **nicht** in die Tabelle zurückgeschrieben (eventuelle Änderungen/Ergänzungen gehen verloren). Die Transaktion wird abgeschlossen – das bei **SQL SELECT** vergebene Handle verliert seine Gültigkeit. Typische Anwendung: Sie beenden eine Transaktion mit ausschließlich lesenden Zugriffen.
- **INDEX** programmiert: Die indizierte Zeile bleibt erhalten – alle anderen Zeilen werden aus dem Result-set entfernt. Die Transaktion wird **nicht** abgeschlossen. Eine mit **SELCT...FOR UPDATE** gesetzte Sperre bleibt für die indizierte Zeile erhalten – für alle anderen Zeilen wird sie zurückgesetzt.

SQL ROLLBACK

- ▶ **Parameter-Nr für Ergebnis:** Q-Parameter, in dem der SQL-Server das Ergebnis zurückmeldet:
0: kein Fehler aufgetreten
1: Fehler aufgetreten (falsches Handle)
- ▶ **Datenbank: SQL-Zugriffs-ID:** Q-Parameter, mit dem **Handle** zur Identification des Result-sets (siehe auch **SQL SELECT**).
- ▶ **Datenbank: Index zu SQL-Ergebnis:** Zeile, die im Result-set bleiben soll. Die Zeilen-Nummer wird direkt angegeben oder Sie programmieren den Q-Parameter, der den Index enthält.

Beispiel:

11	SQL BIND Q881	"TAB_EXAMPLE.MESS_NR"
12	SQL BIND Q882	"TAB_EXAMPLE.MESS_X"
13	SQL BIND Q883	"TAB_EXAMPLE.MESS_Y"
14	SQL BIND Q884	"TAB_EXAMPLE.MESS_Z"
. . .		
20	SQL Q5	"SELECT MESS_NR,MESS_X,MESS_Y,MESS_Z FROM TAB_EXAMPLE"
. . .		
30	SQL FETCH Q1	HANDLE Q5 INDEX+Q2
. . .		
40	SQL UPDATE Q1	HANDLE Q5 INDEX+Q2
. . .		
50	SQL COMMIT Q1	HANDLE Q5

Beispiel:

11	SQL BIND Q881	"TAB_EXAMPLE.MESS_NR"
12	SQL BIND Q882	"TAB_EXAMPLE.MESS_X"
13	SQL BIND Q883	"TAB_EXAMPLE.MESS_Y"
14	SQL BIND Q884	"TAB_EXAMPLE.MESS_Z"
. . .		
20	SQL Q5	"SELECT MESS_NR,MESS_X,MESS_Y,MESS_Z FROM TAB_EXAMPLE"
. . .		
30	SQL FETCH Q1	HANDLE Q5 INDEX+Q2
. . .		
50	SQL ROLLBACK Q1	HANDLE Q5



10.10 Formel direkt eingeben

Formel eingeben

Über Softkeys können Sie mathematische Formeln, die mehrere Rechenoperationen beinhalten, direkt ins Bearbeitungs-Programm eingeben.

Die Formeln erscheinen mit Druck auf den Softkey FORMEL. Die TNC zeigt folgende Softkeys in mehreren Leisten:

Verknüpfungs-Funktion	Softkey
Addition z.B. Q10 = Q1 + Q5	+
Subtraktion z.B. Q25 = Q7 – Q108	-
Multiplikation z.B. Q12 = 5 * Q5	*
Division z.B. Q25 = Q1 / Q2	/
Klammer auf z.B. Q12 = Q1 * (Q2 + Q3)	(
Klammer zu z.B. Q12 = Q1 * (Q2 + Q3)	)
Wert quadrieren (engl. square) z.B. Q15 = SQ 5	SQ
Wurzel ziehen (engl. square root) z.B. Q22 = SQRT 25	SQRT
Sinus eines Winkels z.B. Q44 = SIN 45	SIN
Cosinus eines Winkels z.B. Q45 = COS 45	COS
Tangens eines Winkels z.B. Q46 = TAN 45	TAN
Arcus-Sinus Umkehrfunktion des Sinus; Winkel bestimmen aus dem Verhältnis Gegenkathete/Hypotenuse z.B. Q10 = ASIN 0,75	ASIN
Arcus-Cosinus Umkehrfunktion des Cosinus; Winkel bestimmen aus dem Verhältnis Ankathete/Hypotenuse z.B. Q11 = ACOS Q40	ACOS

Verknüpfungs-Funktion	Softkey
Arcus-Tangens Umkehrfunktion des Tangens; Winkel bestimmen aus dem Verhältnis Gegenkathete/Ankathete z.B. Q12 = ATAN Q50	ATAN
Werte potenzieren z.B. Q15 = 3^3	^
Konstante PI (3,14159) z.B. Q15 = PI	PI
Logarithmus Naturalis (LN) einer Zahl bilden Basiszahl 2,7183 z.B. Q15 = LN Q11	LN
Logarithmus einer Zahl bilden, Basiszahl 10 z.B. Q33 = LOG Q22	LOG
Exponentialfunktion, 2,7183 hoch n z.B. Q1 = EXP Q12	EXP
Werte negieren (Multiplikation mit -1) z.B. Q2 = NEG Q1	NEG
Nachkomma-Stellen abschneiden Integer-Zahl bilden z.B. Q3 = INT Q42	INT
Absolutwert einer Zahl bilden z.B. Q4 = ABS Q22	ABS
Vorkomma-Stellen einer Zahl abschneiden Fraktionieren z.B. Q5 = FRAC Q23	FRAC
Vorzeichen einer Zahl prüfen z.B. Q12 = SGN Q50 Wenn Rückgabewert Q12 = 1, dann Q50 >= 0 Wenn Rückgabewert Q12 = -1, dann Q50 < 0	SGN
Modulowert (Divisionsrest) berechnen z.B. Q12 = 400 % 360 Ergebnis: Q12 = 40	%



Rechenregeln

Für das Programmieren mathematischer Formeln gelten folgende Regeln:

Punkt- vor Strichrechnung

$$12 \quad Q1 = 5 * 3 + 2 * 10 = 35$$

1. Rechenschritt $5 * 3 = 15$
2. Rechenschritt $2 * 10 = 20$
3. Rechenschritt $15 + 20 = 35$

oder

$$13 \quad Q2 = SQ 10 - 3^3 = 73$$

1. Rechenschritt 10 quadrieren = 100
2. Rechenschritt 3 mit 3 potenzieren = 27
3. Rechenschritt $100 - 27 = 73$

Distributivgesetz

Gesetz der Verteilung beim Klammerrechnen

$$a * (b + c) = a * b + a * c$$



Eingabe-Beispiel

Winkel berechnen mit arctan aus Gegenkathete (Q12) und Ankathete (Q13); Ergebnis Q25 zuweisen:



Formel-Eingabe wählen: Taste Q und Softkey FORMEL drücken

PARAMETER-NR. FÜR ERGEBNIS?



25

Parameter-Nummer eingeben



Softkey-Leiste weiterschalten und Arcus-Tangens-Funktion wählen



Softkey-Leiste weiterschalten und Klammer öffnen



12

Q-Parameter Nummer 12 eingeben



Division wählen



13

Q-Parameter Nummer 13 eingeben



Klammer schließen und Formel-Eingabe beenden

NC-Beispielsatz

37 Q25 = ATAN (Q12/Q13)

10.11 String-Parameter

Funktionen der Stringverarbeitung

Die Stringverarbeitung (engl. string = Zeichenkette) über **QS**-Parameter können Sie verwenden, um variable Zeichenketten zu erstellen. Solche Zeichenketten können Sie beispielsweise über die Funktion **FN16:F-PRINT** ausgeben, um variable Protokolle zu erstellen.

Einem String-Parametern können Sie eine Zeichenkette (Buchstaben, Ziffern, Sonderzeichen, Steuerzeichen und Leerzeichen) zuweisen. Die zugewiesenen bzw. eingelesenen Werte können Sie mit den nachfolgend beschriebenen Funktionen weiter verarbeiten und überprüfen.

In den Q-Parameter-Funktionen **STRING FORMEL** und **FORMEL** sind unterschiedliche Funktionen für die Verarbeitung von String-Parametern enthalten.

Funktionen der STRING FORMEL	Softkey	Seite
String-Parameter zuweisen	STRING	Seite 384
String-Parameter verketten		Seite 384
Numerischen Wert in einen String-Parameter umwandeln	TOCHAR	Seite 385
Teilstring aus einem String-Parameter kopieren	SUBSTR	Seite 386

String-Funktionen in der FORMEL-Funktion	Softkey	Seite
String-Parameter in einen numerischen Wert umwandeln	TONUMB	Seite 387
Prüfen eines String-Parameters	INSTR	Seite 388
Länge eines String-Parameters ermitteln	STRLEN	Seite 389
Alphabetische Reihenfolge vergleichen	STRCMP	Seite 390



Wenn Sie die Funktion **STRING FORMEL** verwenden, ist das Ergebnis der durchgeführten Rechenoperation immer ein String. Wenn Sie die Funktion **FORMEL** verwenden, ist das Ergebnis der durchgeführten Rechenoperation immer ein numerischen Wert.



String-Parameter zuweisen

Bevor Sie String-Variablen verwenden, müssen Sie diese zuerst zuweisen. Dazu verwenden Sie den Befehl DECLARE STRING.



- ▶ TNC Sonderfunktionen wählen: Taste SPEC FCT drücken



- ▶ Funktion DECLARE wählen



- ▶ Softkey STRING wählen

NC-Beispielsatz:

```
37 DECLARE STRING QS10 = "WERKSTÜCK"
```

String-Parameter verketten

Mit dem Verkettungsoperator (String-Parameter || String-Parameter) können Sie mehrere String-Parameter miteinander verbinden.



- ▶ Q-Parameter-Funktionen wählen



- ▶ Funktion STRING-FORMEL wählen
- ▶ Nummer des String-Parameters eingeben, in den die TNC den verketteten String speichern soll, mit Taste ENT bestätigen
- ▶ Nummer des String-Parameters eingeben, in dem der **erste** Teilstring gespeichert ist, mit Taste ENT bestätigen: Die TNC zeigt das Verkettungs-Symbol || an
- ▶ Mit Taste ENT bestätigen
- ▶ Nummer des String-Parameters eingeben, in dem der **zweite** Teilstring gespeichert ist, mit Taste ENT bestätigen
- ▶ Vorgang wiederholen, bis Sie alle zu verkettenden Teilstrings gewählt haben, mit Taste END beenden

Beispiel: QS10 soll den kompletten Text von QS12, QS13 und QS14 enthalten

```
37 QS10 = QS12 || QS13 || QS14
```

Parameter-Inhalte:

- QS12: Werkstück
- QS13: Status:
- QS14: Ausschuss
- QS10: Werkstück Status: Ausschuss

Numerischen Wert in einen String-Parameter umwandeln

Mit der Funktion **TOCHAR** wandelt die TNC einen numerischen Wert in einen String-Parameter um. Auf diese Weise können Sie Zahlenwerte mit Stringvariablen verketteten.



- ▶ Q-Parameter-Funktionen wählen



- ▶ Funktion STRING-FORMEL wählen



- ▶ Funktion zum Umwandeln eines numerischen Wertes in einen String-Parameter wählen
- ▶ Zahl oder gewünschten Q-Parameter eingeben, den die TNC wandeln soll, mit Taste ENT bestätigen
- ▶ Wenn gewünscht die Anzahl der Nachkommastellen eingeben, die die TNC mit umwandeln soll, mit Taste ENT bestätigen
- ▶ Klammerausdruck mit Taste ENT schließen und Eingabe mit Taste END beenden

Beispiel: Parameter Q50 in String-Parameter QS11 umwandeln, 3 Dezimalstellen verwenden

```
37 QS11 = TOCHAR ( DAT+Q50 DECIMALS3 )
```



Teilstring aus einem String-Parameter kopieren

Mit der Funktion **SUBSTR** können Sie aus einem String-Parameter einen definierbaren Bereich herauskopieren.



- ▶ Q-Parameter-Funktionen wählen
- ▶ Funktion STRING-FORMEL wählen
- ▶ Nummer des Parameters eingeben, in den die TNC die kopierte Zeichenfolge speichern soll, mit Taste ENT bestätigen
- ▶ Funktion zum Ausschneiden eines Teilstrings wählen
- ▶ Nummer des QS-Parameters eingeben, aus dem Sie den Teilstring herauskopieren wollen, mit Taste ENT bestätigen
- ▶ Nummer der Stelle eingeben, ab der Sie den Teilstring kopieren wollen, mit Taste ENT bestätigen
- ▶ Anzahl der Zeichen eingeben, die Sie kopieren wollen, mit Taste ENT bestätigen
- ▶ Klammerausdruck mit Taste ENT schließen und Eingabe mit Taste END beenden



Darauf achten, dass das erste Zeichen einer Textfolge intern an der 0. Stelle beginnt.

Beispiel: Aus dem String-Parameter QS10 ist ab der dritten Stelle (BEG2) ein vier Zeichen langer Teilstring (LEN4) zu lesen

```
37 QS13 = SUBSTR ( SRC_QS10 BEG2 LEN4 )
```


String-Parameter in einen numerischen Wert umwandeln

Die Funktion **TONUMB** wandelt einen String-Parameter in einen numerischen Wert um. Der umzuwandelnde Wert sollte nur aus Zahlenwerten bestehen.



Der umzuwandelnde QS-Parameter darf nur einen Zahlenwert enthalten, ansonsten gibt die TNC eine Fehlermeldung aus.



► Q-Parameter-Funktionen wählen



► Funktion FORMEL wählen

► Nummer des Parameters eingeben, in den die TNC den numerischen Wert speichern soll, mit Taste ENT bestätigen



► Softkey-Leiste umschalten



► Funktion zum Umwandeln eines String-Parameters in einen numerischen Wert wählen

► Nummer des QS-Parameters eingeben, den die TNC wandeln soll, mit Taste ENT bestätigen

► Klammerausdruck mit Taste ENT schließen und Eingabe mit Taste END beenden

Beispiel: String-Parameter QS11 in einen numerischen Parameter Q82 umwandeln

```
37 Q82 = TONUMB ( SRC_QS11 )
```



Prüfen eines String-Parameters

Mit der Funktion **INSTR** können Sie überprüfen, ob bzw. wo ein String-Parameter in einem anderen String-Parameter enthalten ist.



- ▶ Q-Parameter-Funktionen wählen
- ▶ Funktion FORMEL wählen
- ▶ Nummer des Q-Parameters eingeben, in den die TNC die Stelle speichern soll, an der der zu suchende Text beginnt, mit Taste ENT bestätigen
- ▶ Softkey-Leiste umschalten
- ▶ Funktion zum Prüfen eines String-Parameters wählen
- ▶ Nummer des QS-Parameters eingeben, in dem der zu suchende Text gespeichert ist, mit Taste ENT bestätigen
- ▶ Nummer des QS-Parameters eingeben, den die TNC durchsuchen soll, mit Taste ENT bestätigen
- ▶ Nummer der Stelle eingeben, ab der die TNC den Teilstring suchen soll, mit Taste ENT bestätigen
- ▶ Klammerausdruck mit Taste ENT schließen und Eingabe mit Taste END beenden



Wenn die TNC den zu suchenden Teilstring nicht findet, dann speichert sie den Wert 0 in den Ergebnis-Parameter.

Tritt der zu suchende Teilstring mehrfach auf, dann liefert die TNC die erste Stelle zurück, an der Sie den Teilstring findet.

Beispiel: QS10 durchsuchen auf den in Parameter QS13 gespeicherten Text. Suche ab der dritten Stelle beginnen

```
37 Q50 = INSTR ( SRC_QS10 SEA_QS13 BEG2 )
```

Länge eines String-Parameters ermitteln

Die Funktion **STRLEN** liefert die Länge des Textes, der in einem wählbaren String-Parameter gespeichert ist.



- Q-Parameter-Funktionen wählen



- Funktion FORMEL wählen
- Nummer des Q-Parameters eingeben, in dem die TNC die zu ermittelnde Stringlänge speichern soll, mit Taste ENT bestätigen



- Softkey-Leiste umschalten



- Funktion zum ermitteln der Textlänge eines String-Parameters wählen
- Nummer des QS-Parameters eingeben, von dem die TNC die Länge ermitteln soll, mit Taste ENT bestätigen
- Klammerausdruck mit Taste ENT schließen und Eingabe mit Taste END beenden

Beispiel: Länge von QS15 ermitteln

```
37 Q52 = STRLEN ( SRC_QS15 )
```



Alphabetische Reihenfolge vergleichen

Mit der Funktion **STRCOMP** können Sie die alphabetische Reihenfolge von String-Parametern vergleichen.



- ▶ Q-Parameter-Funktionen wählen



- ▶ Funktion FORMEL wählen
- ▶ Nummer des Q-Parameters eingeben, in dem die TNC das Vergleichsergebnis speichern soll, mit Taste ENT bestätigen



- ▶ Softkey-Leiste umschalten



- ▶ Funktion zum Vergleichen von String-Parametern wählen
- ▶ Nummer des ersten QS-Parameters eingeben, den die TNC vergleichen soll, mit Taste ENT bestätigen
- ▶ Nummer des zweiten QS-Parameters eingeben, den die TNC vergleichen soll, mit Taste ENT bestätigen
- ▶ Klammerausdruck mit Taste ENT schließen und Eingabe mit Taste END beenden



Die TNC liefert folgende Ergebnisse zurück:

- **0**: Die verglichenen QS-Parameter sind identisch
- **+1**: Der erste QS-Parameter liegt alphabetisch **vor** dem zweiten QS-Parameter
- **-1**: Der erste QS-Parameter liegt alphabetisch **hinter** dem zweiten QS-Parameter

Beispiel: Alphabetische Reihenfolge von QS12 und QS14 vergleichen

```
37 Q52 = STRCOMP ( SRC_QS12 SEA_QS14 )
```

10.12 Vorbelegte Q-Parameter

Die Q-Parameter Q100 bis Q122 werden von der TNC mit Werten belegt. Den Q-Parametern werden zugewiesen:

- Werte aus der PLC
- Angaben zu Werkzeug und Spindel
- Angaben zum Betriebszustand usw.

Werte aus der PLC: Q100 bis Q107

Die TNC benutzt die Parameter Q100 bis Q107, um Werte aus der PLC in ein NC-Programm zu übernehmen.

Aktiver Werkzeug-Radius: Q108

Der aktive Wert des Werkzeug-Radius wird Q108 zugewiesen. Q108 setzt sich zusammen aus:

- Werkzeug-Radius R (Werkzeug-Tabelle oder TOOL DEF-Satz)
- Delta-Wert DR aus der Werkzeug-Tabelle
- Delta-Wert DR aus dem TOOL CALL-Satz

Werkzeugachse: Q109

Der Wert des Parameters Q109 hängt von der aktuellen Werkzeugachse ab:

Werkzeugachse	Parameter-Wert
Keine Werkzeugachse definiert	Q109 = -1
X-Achse	Q109 = 0
Y-Achse	Q109 = 1
Z-Achse	Q109 = 2
U-Achse	Q109 = 6
V-Achse	Q109 = 7
W-Achse	Q109 = 8



Spindelzustand: Q110

Der Wert des Parameters Q110 hängt von der zuletzt programmierten M-Funktion für die Spindel ab:

M-Funktion	Parameter-Wert
Kein Spindelzustand definiert	Q110 = -1
M03: Spindel EIN, Uhrzeigersinn	Q110 = 0
M04: Spindel EIN, Gegenuhrzeigersinn	Q110 = 1
M05 nach M03	Q110 = 2
M05 nach M04	Q110 = 3

Kühlmittelversorgung: Q111

M-Funktion	Parameter-Wert
M08: Kühlmittel EIN	Q111 = 1
M09: Kühlmittel AUS	Q111 = 0

Überlappungsfaktor: Q112

Die TNC weist Q112 den Überlappungsfaktor beim Taschenfräsen (MP7430) zu.

Maßangaben im Programm: Q113

Der Wert des Parameters Q113 hängt bei Verschachtelungen mit PGM CALL von den Maßangaben des Programms ab, das als erstes andere Programme ruft.

Maßangaben des Hauptprogramms	Parameter-Wert
Metrisches System (mm)	Q113 = 0
Zoll-System (inch)	Q113 = 1

Werkzeug-Länge: Q114

Der aktuelle Wert der Werkzeug-Länge wird Q114 zugewiesen.

Koordinaten nach Antasten während des Programmlaufs

Die Parameter Q115 bis Q119 enthalten nach einer programmierten Messung mit dem 3D-Tastsystem die Koordinaten der Spindelposition zum Antast-Zeitpunkt. Die Koordinaten beziehen sich auf den Bezugspunkt, der in der Betriebsart Manuell aktiv ist.

Die Länge des Taststifts und der Radius der Tastkugel werden für diese Koordinaten nicht berücksichtigt.

Koordinatenachse	Parameter-Wert
X-Achse	Q115
Y-Achse	Q116
Z-Achse	Q117
IV. Achse Maschinenabhängig	Q118
V. Achse Maschinenabhängig	Q119

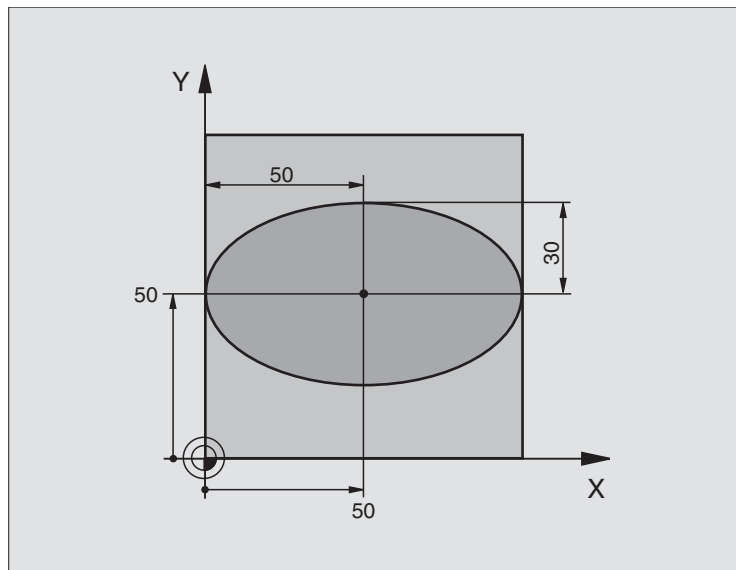


10.13 Programmier-Beispiel

Beispiel: Ellipse

Programm-Ablauf

- Die Ellipsen-Kontur wird durch viele kleine Geradenstücke angenähert (über Q7 definierbar). Je mehr Berechnungsschritte definiert sind, desto glatter wird die Kontur
- Die Fräsrichtung bestimmen Sie über den Start- und Endwinkel in der Ebene:
Bearbeitungsrichtung im Uhrzeigersinn:
Startwinkel > Endwinkel
Bearbeitungsrichtung im Gegen-Uhrzeigersinn:
Startwinkel < Endwinkel
- Werkzeug-Radius wird nicht berücksichtigt



0 BEGIN PGM ELLIPSE MM	
1 FN 0: Q1 = +50	Mitte X-Achse
2 FN 0: Q2 = +50	Mitte Y-Achse
3 FN 0: Q3 = +50	Halbachse X
4 FN 0: Q4 = +30	Halbachse Y
5 FN 0: Q5 = +0	Startwinkel in der Ebene
6 FN 0: Q6 = +360	Endwinkel in der Ebene
7 FN 0: Q7 = +40	Anzahl der Berechnungs-Schritte
8 FN 0: Q8 = +0	Drehlage der Ellipse
9 FN 0: Q9 = +5	Frästiefe
10 FN 0: Q10 = +100	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 TOOL DEF 1 L+0 R+2.5	Werkzeug-Definition
16 TOOL CALL 1 Z S4000	Werkzeug-Aufruf
17 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren

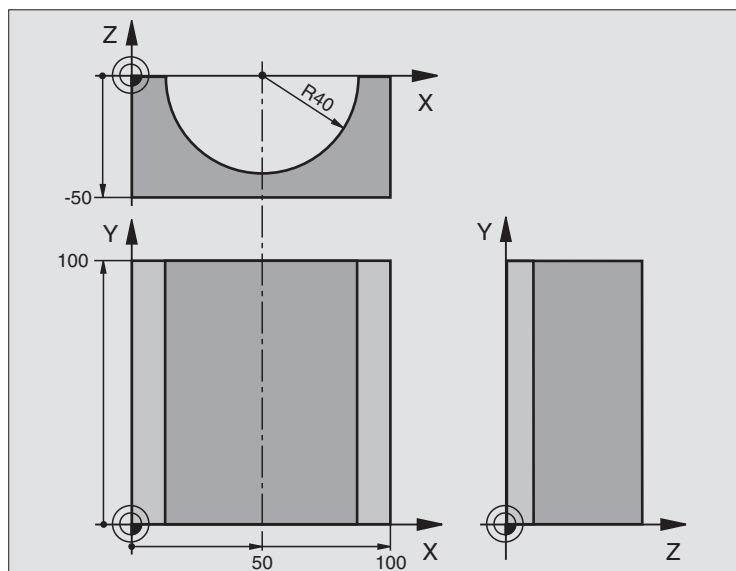
18 CALL LBL 10	Bearbeitung aufrufen
19 L Z+100 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
20 LBL 10	Unterprogramm 10: Bearbeitung
21 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	Nullpunkt ins Zentrum der Ellipse verschieben
22 CYCL DEF 7.1 X+Q1	
23 CYCL DEF 7.2 Y+Q2	
24 CYCL DEF 10.0 DREHUNG	Drehlage in der Ebene verrechnen
25 CYCL DEF 10.1 ROT+Q8	
26 Q35 = (Q6 - Q5) / Q7	Winkelschritt berechnen
27 Q36 = Q5	Startwinkel kopieren
28 Q37 = 0	Schnittzähler setzen
29 Q21 = Q3 * COS Q36	X-Koordinate des Startpunkts berechnen
30 Q22 = Q4 * SIN Q36	Y-Koordinate des Startpunkts berechnen
31 L X+Q21 Y+Q22 R0 FMAX M3	Startpunkt anfahren in der Ebene
32 L Z+Q12 R0 FMAX	Vorpositionieren auf Sicherheits-Abstand in der Spindelachse
33 L Z-Q9 R0 FQ10	Auf Bearbeitungstiefe fahren
34 LBL 1	
35 Q36 = Q36 + Q35	Winkel aktualisieren
36 Q37 = Q37 + 1	Schnittzähler aktualisieren
37 Q21 = Q3 * COS Q36	Aktuelle X-Koordinate berechnen
38 Q22 = Q4 * SIN Q36	Aktuelle Y-Koordinate berechnen
39 L X+Q21 Y+Q22 R0 FQ11	Nächsten Punkt anfahren
40 FN 12: IF +Q37 LT +Q7 GOTO LBL 1	Abfrage ob unfertig, wenn ja dann Rücksprung zu LBL 1
41 CYCL DEF 10.0 DREHUNG	Drehung rücksetzen
42 CYCL DEF 10.1 ROT+0	
43 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	Nullpunkt-Verschiebung rücksetzen
44 CYCL DEF 7.1 X+0	
45 CYCL DEF 7.2 Y+0	
46 L Z+Q12 R0 FMAX	Auf Sicherheits-Abstand fahren
47 LBL 0	Unterprogramm-Ende
48 END PGM ELLIPSE MM	



Beispiel: Zylinder konkav mit Radiusfräser

Programm-Ablauf

- Programm funktioniert nur mit Radiusfräser, die Werkzeuglänge bezieht sich auf das Kugelzentrum
- Die Zylinder-Kontur wird durch viele kleine Geradenstücke angenähert (über Q13 definierbar). Je mehr Schnitte definiert sind, desto glatter wird die Kontur
- Der Zylinder wird in Längsschnitten (hier: Parallel zur Y-Achse) gefräst
- Die Fräsrichtung bestimmen Sie über den Start- und Endwinkel im Raum:
Bearbeitungsrichtung im Uhrzeigersinn:
Startwinkel > Endwinkel
Bearbeitungsrichtung im Gegen-Uhrzeigersinn:
Startwinkel < Endwinkel
- Werkzeug-Radius wird automatisch korrigiert



0 BEGIN PGM ZYLIN MM	
1 FN 0: Q1 = +50	Mitte X-Achse
2 FN 0: Q2 = +0	Mitte Y-Achse
3 FN 0: Q3 = +0	Mitte Z-Achse
4 FN 0: Q4 = +90	Startwinkel Raum (Ebene Z/X)
5 FN 0: Q5 = +270	Endwinkel Raum (Ebene Z/X)
6 FN 0: Q6 = +40	Zylinderradius
7 FN 0: Q7 = +100	Länge des Zylinders
8 FN 0: Q8 = +0	Drehlage in der Ebene X/Y
9 FN 0: Q10 = +5	Aufmaß Zylinderradius
10 FN 0: Q11 = +250	Vorschub Tiefenzustellung
11 FN 0: Q12 = +400	Vorschub Fräsen
12 FN 0: Q13 = +90	Anzahl Schnitte
13 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-50	Rohteil-Definition
15 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
15 TOOL DEF 1 L+0 R+3	Werkzeug-Definition
16 TOOL CALL 1 Z S4000	Werkzeug-Aufruf
17 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
18 CALL LBL 10	Bearbeitung aufrufen
19 FN 0: Q10 = +0	Aufmaß rücksetzen

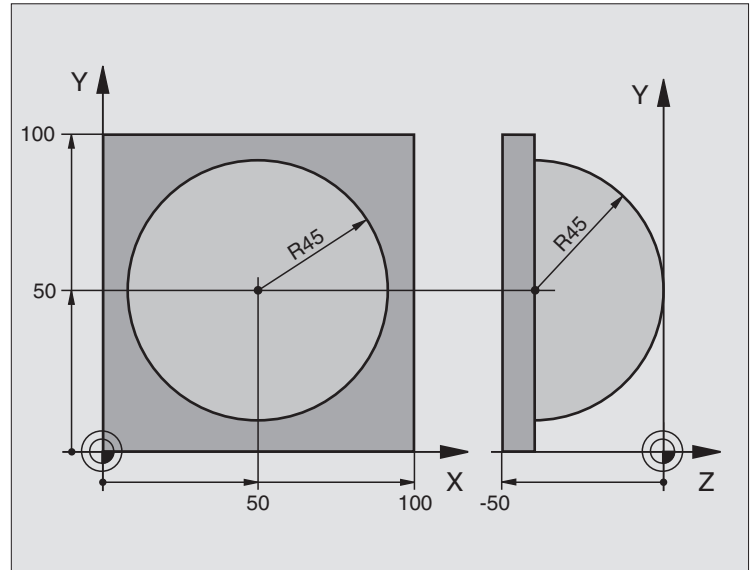
20 CALL LBL 10	Bearbeitung aufrufen
21 L Z+100 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
22 LBL 10	Unterprogramm 10: Bearbeitung
23 Q16 = Q6 - Q10 - Q108	Aufmaß und Werkzeug bezogen auf Zylinder-Radius verrechnen
24 FN 0: Q20 = +1	Schnittzähler setzen
25 FN 0: Q24 = +Q4	Startwinkel Raum (Ebene Z/X) kopieren
26 Q25 = (Q5 - Q4) / Q13	Winkelschritt berechnen
27 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	Nullpunkt in die Mitte des Zylinders (X-Achse) verschieben
28 CYCL DEF 7.1 X+Q1	
29 CYCL DEF 7.2 Y+Q2	
30 CYCL DEF 7.3 Z+Q3	
31 CYCL DEF 10.0 DREHUNG	Drehlage in der Ebene verrechnen
32 CYCL DEF 10.1 ROT+Q8	
33 L X+0 Y+0 R0 FMAX	Vorpositionieren in der Ebene in die Mitte des Zylinders
34 L Z+5 R0 F1000 M3	Vorpositionieren in der Spindelachse
35 LBL 1	
36 CC Z+0 X+0	Pol setzen in der Z/X-Ebene
37 LP PR+Q16 PA+Q24 FQ11	Startposition auf Zylinder anfahren, schräg ins Material eintauchend
38 L Y+Q7 R0 FQ12	Längsschnitt in Richtung Y+
39 FN 1: Q20 = +Q20 + +1	Schnittzähler aktualisieren
40 FN 1: Q24 = +Q24 + +Q25	Raumwinkel aktualisieren
41 FN 11: IF +Q20 GT +Q13 GOTO LBL 99	Abfrage ob bereits fertig, wenn ja, dann ans Ende springen
42 LP PR+Q16 PA+Q24 FQ11	Angenäherten "Bogen" fahren für nächsten Längsschnitt
43 L Y+0 R0 FQ12	Längsschnitt in Richtung Y-
44 FN 1: Q20 = +Q20 + +1	Schnittzähler aktualisieren
45 FN 1: Q24 = +Q24 + +Q25	Raumwinkel aktualisieren
46 FN 12: IF +Q20 LT +Q13 GOTO LBL 1	Abfrage ob unfertig, wenn ja dann Rücksprung zu LBL 1
47 LBL 99	
48 CYCL DEF 10.0 DREHUNG	Drehung rücksetzen
49 CYCL DEF 10.1 ROT+0	
50 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	Nullpunkt-Verschiebung rücksetzen
51 CYCL DEF 7.1 X+0	
52 CYCL DEF 7.2 Y+0	
53 CYCL DEF 7.3 Z+0	
54 LBL 0	Unterprogramm-Ende
55 END PGM ZYLIN	



Beispiel: Kugel konvex mit Schafffräser

Programm-Ablauf

- Programm funktioniert nur mit Schafffräser
- Die Kugel-Kontur wird durch viele kleine Geradenstücke angenähert (Z/X-Ebene, über Q14 definierbar). Je kleiner der Winkelschritt definiert ist, desto glatter wird die Kontur
- Die Anzahl der Kontur-Schnitte bestimmen Sie durch den Winkelschritt in der Ebene (über Q18)
- Die Kugel wird im 3D-Schnitt von unten nach oben gefräst
- Werkzeug-Radius wird automatisch korrigiert



0 BEGIN PGM KUGEL MM	
1 FN 0: Q1 = +50	Mitte X-Achse
2 FN 0: Q2 = +50	Mitte Y-Achse
3 FN 0: Q4 = +90	Startwinkel Raum (Ebene Z/X)
4 FN 0: Q5 = +0	Endwinkel Raum (Ebene Z/X)
5 FN 0: Q14 = +5	Winkelschritt im Raum
6 FN 0: Q6 = +45	Kugelradius
7 FN 0: Q8 = +0	Startwinkel Drehlage in der Ebene X/Y
8 FN 0: Q9 = +360	Endwinkel Drehlage in der Ebene X/Y
9 FN 0: Q18 = +10	Winkelschritt in der Ebene X/Y fürs Schruppen
10 FN 0: Q10 = +5	Aufmaß Kugelradius fürs Schruppen
11 FN 0: Q11 = +2	Sicherheits-Abstand für Vorpositionierung in der Spindelachse
12 FN 0: Q12 = +350	Vorschub Fräsen
13 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-50	Rohteil-Definition
14 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
15 TOOL DEF 1 L+0 R+7.5	Werkzeug-Definition
16 TOOL CALL 1 Z S4000	Werkzeug-Aufruf
17 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren

18 CALL LBL 10	Bearbeitung aufrufen
19 FN 0: Q10 = +0	Aufmaß rücksetzen
20 FN 0: Q18 = +5	Winkelschritt in der Ebene X/Y fürs Schlichten
21 CALL LBL 10	Bearbeitung aufrufen
22 L Z+100 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
23 LBL 10	Unterprogramm 10: Bearbeitung
24 FN 1: Q23 = +Q11 + +Q6	Z-Koordinate für Vorpositionierung berechnen
25 FN 0: Q24 = +Q4	Startwinkel Raum (Ebene Z/X) kopieren
26 FN 1: Q26 = +Q6 + +Q108	Kugelradius korrigieren für Vorpositionierung
27 FN 0: Q28 = +Q8	Drehlage in der Ebene kopieren
28 FN 1: Q16 = +Q6 + -Q10	Aufmaß berücksichtigen beim Kugelradius
29 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	Nullpunkt ins Zentrum der Kugel verschieben
30 CYCL DEF 7.1 X+Q1	
31 CYCL DEF 7.2 Y+Q2	
32 CYCL DEF 7.3 Z-Q16	
33 CYCL DEF 10.0 DREHUNG	Startwinkel Drehlage in der Ebene verrechnen
34 CYCL DEF 10.1 ROT+Q8	
35 LBL 1	Vorpositionieren in der Spindelachse
36 CC X+0 Y+0	Pol setzen in der X/Y-Ebene für Vorpositionierung
37 LP PR+Q26 PA+Q8 R0 FQ12	Vorpositionieren in der Ebene
38 CC Z+0 X+Q108	Pol setzen in der Z/X-Ebene, um Werkzeug-Radius versetzt
39 L Y+0 Z+0 FQ12	Fahren auf Tiefe



40 LBL 2	
41 LP PR+Q6 PA+Q24 R9 FQ12	Angenäherten „Bogen“ nach oben fahren
42 FN 2: Q24 = +Q24 - +Q14	Raumwinkel aktualisieren
43 FN 11: IF +Q24 GT +Q5 GOTO LBL 2	Abfrage ob ein Bogen fertig, wenn nicht, dann zurück zu LBL 2
44 LP PR+Q6 PA+Q5	Endwinkel im Raum anfahren
45 L Z+Q23 R0 F1000	In der Spindelachse freifahren
46 L X+Q26 R0 FMAX	Vorpositionieren für nächsten Bogen
47 FN 1: Q28 = +Q28 + +Q18	Drehlage in der Ebene aktualisieren
48 FN 0: Q24 = +Q4	Raumwinkel rücksetzen
49 CYCL DEF 10.0 DREHUNG	Neue Drehlage aktivieren
50 CYCL DEF 10.0 ROT+Q28	
51 FN 12: IF +Q28 LT +Q9 GOTO LBL 1	
52 FN 9: IF +Q28 EQU +Q9 GOTO LBL 1	Abfrage ob unfertig, wenn ja, dann Rücksprung zu LBL 1
53 CYCL DEF 10.0 DREHUNG	Drehung rücksetzen
54 CYCL DEF 10.1 ROT+0	
55 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	Nullpunkt-Verschiebung rücksetzen
56 CYCL DEF 7.1 X+0	
57 CYCL DEF 7.2 Y+0	
58 CYCL DEF 7.3 Z+0	
59 LBL 0	Unterprogramm-Ende
60 END PGM KUGEL MM	



HEIDENHAIN

Manueller
Betrieb

Programm-Einspe

```
3 TOOL CALL 1 Z S1000
4 L X+0 Y+0 RR FMAX
5 L Z-10 R0 F9999
6 CC X+0 Y+8
7 C X+7.908 Y+6.787
8 L X+10.538 Y+23.93
9 CC X-29 Y+30
10 C X+10.591 Y+35.70
11 L X+7.153 Y+59.553
12 CC X+22 Y+61.693
13 C X+16.818 Y+75.77
14 CC X+12.5 Y+87.5
15 C X+12.5 Y+100 DR+
16 L X-12.5 RR
17 CC X-12.5 Y+87.5
```

BLOCK
MARKIEREN

BLOCK
LÖSCHEN

BLOCK
EINFÜGEN

BLOCK
KOPIEREN

11

**Programm-Test
und Programmlauf**



11.1 Grafiken

Anwendung

In den Programmlauf-Betriebsarten und der Betriebsart Programm-Test simuliert die TNC eine Bearbeitung grafisch. Über Softkeys wählen sie, ob als

- Draufsicht
- Darstellung in 3 Ebenen
- 3D-Darstellung

Die TNC-Grafik entspricht der Darstellung eines Werkstücks, das mit einem zylinderförmigen Werkzeug bearbeitet wird. Bei aktiver Werkzeug-Tabelle können Sie die Bearbeitung mit einem Radiusfräser darstellen lassen. Geben Sie dazu in der Werkzeug-Tabelle $R2 = R$ ein.

Die TNC zeigt keine Grafik, wenn

- das aktuelle Programm keine gültige Rohteil-Definition enthält
- kein Programm angewählt ist



Bei grafische Simulation können Sie nicht für Programmteile bzw. Programme mit Derhachsen-Bewegungen nutzen: In diesen Fällen gibt die TNC eine Fehlermeldung aus.

Übersicht: Ansichten

In den Programmlauf-Betriebsarten und in der Betriebsart Programm-Test zeigt die TNC folgende Softkeys:

Ansicht	Softkey
Draufsicht	
Darstellung in 3 Ebenen	
3D-Darstellung	

Einschränkung während des Programmlaufs

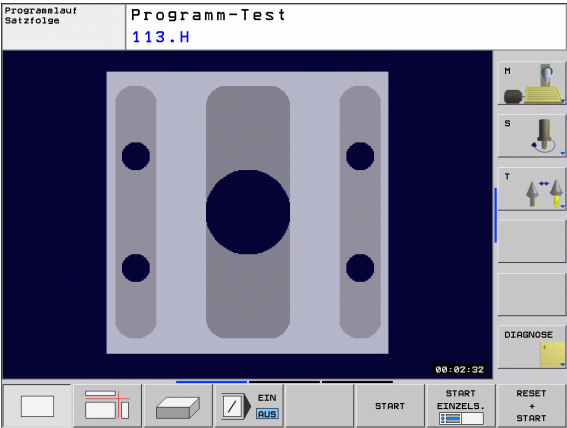
Die Bearbeitung lässt sich nicht gleichzeitig grafisch darstellen, wenn der Rechner der TNC durch komplizierte Bearbeitungsaufgaben oder großflächige Bearbeitungen bereits ausgelastet ist. Beispiel: Abzeilen über das ganze Rohteil mit großem Werkzeug. Die TNC führt die Grafik nicht mehr fort und blendet den Text **ERROR** im Grafik-Fenster ein. Die Bearbeitung wird jedoch weiter ausgeführt.

Draufsicht

Diese grafische Simulation läuft am schnellsten ab



- Draufsicht mit Softkey wählen
- Für die Tiefendarstellung dieser Grafik gilt:
„Je tiefer, desto dunkler“



Darstellung in 3 Ebenen

Die Darstellung zeigt eine Draufsicht mit 2 Schnitten, ähnlich einer technischen Zeichnung.

Bei der Darstellung in 3 Ebenen stehen Funktionen zur Ausschnitts-Vergrößerung zur Verfügung, siehe „Ausschnitts-Vergrößerung“, Seite 406.

Zusätzlich können Sie die Schnittebene über Softkeys verschieben.:



- Wählen Sie den Softkey für die Darstellung des Werkstücks in 3 Ebenen

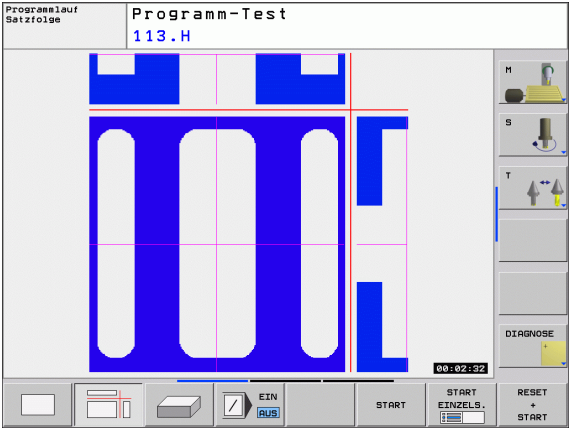


- Schalten Sie die Softkey-Leiste um und wählen Sie den Auswahl-Softkey für die Schnittebenen
- Die TNC zeigt folgende Softkeys:

Funktion	Softkeys	
Vertikale Schnittebene nach rechts oder links verschieben		
Vertikale Schnittebene nach vorne oder hinten verschieben		
Horizontale Schnittebene nach oben oder unten verschieben		

Die Lage der Schnittebene ist während des Verschiebens am Bildschirm sichtbar.

Die Grundeinstellung der Schnittebene ist so gewählt, dass sie in der Bearbeitungsebene und in der Werkzeug-Achse in der Werkstück-Mitte liegt.



3D-Darstellung

Die TNC zeigt das Werkstück räumlich.

Die 3D-Darstellung können Sie um die vertikale Achse drehen und um die horizontale Achse kippen. Die Umrisse des Rohteils zu Beginn der grafischen Simulation können Sie als Rahmen anzeigen lassen.

Die Umrisse des Rohteils zu Beginn der grafischen Simulation können Sie als Rahmen anzeigen lassen.

In der Betriebsart Programm-Test stehen Funktionen zur Ausschnitts-Vergrößerung zur Verfügung, siehe „Ausschnitts-Vergrößerung“, Seite 406.



► 3D-Darstellung mit Softkey wählen.

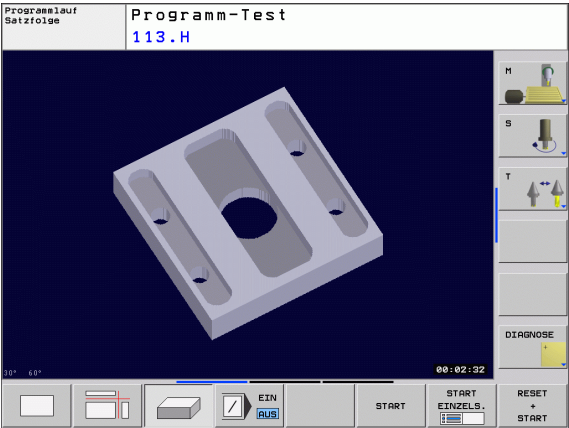
3D-Darstellung drehen

► Softkey-Leiste umschalten, bis der Auswahl-Softkey für die Funktionen Drehen erscheint



► Funktionen zum Drehen wählen:

Funktion	Softkeys	
Darstellung in 15°-Schritten vertikal drehen		
Darstellung in 15°-Schritten horizontal kippen		



Ausschnitts-Vergrößerung

Den Ausschnitt können Sie in der Betriebsart Programm-Test und in einer Programmlauf-Betriebsart in den Ansichten Darstellung in 3 Ebenen und 3D-Darstellung verändern.

Dafür muss die grafische Simulation bzw. der Programmlauf gestoppt sein. Eine Ausschnitts-Vergrößerung ist immer in allen Darstellungsarten wirksam.

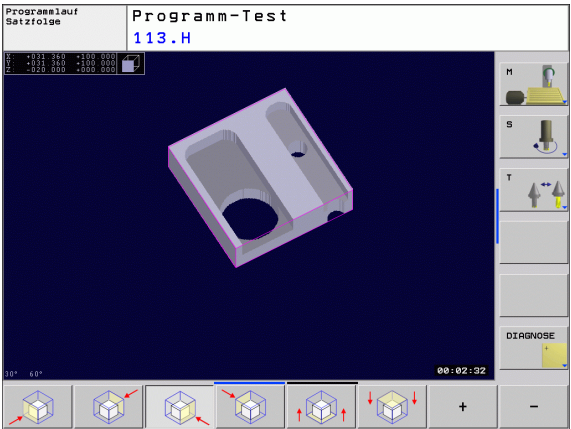
Ausschnitts-Vergrößerung ändern

Softkeys siehe Tabelle

- ▶ Falls nötig, grafische Simulation stoppen
- ▶ Softkey-Leiste in der Betriebsart Programm-Test bzw. in einer Programmlauf-Betriebsart umschalten, bis der Auswahl-Softkey für die Ausschnitts-Vergrößerung erscheint



- ▶ Funktionen zur Ausschnitts-Vergrößerung wählen
- ▶ Werkstückseite mit Softkey (siehe Tabelle unten) wählen
- ▶ Rohteil verkleinern oder vergrößern: Softkey VERKLEINERN bzw. VERGRÖßERN gedrückt halten
- ▶ Softkey-Leiste umschalten und Softkey AUSSCHN. ÜBERNEHMEN wählen
- ▶ Programm-Test oder Programmlauf neu starten mit Softkey START (RESET + START stellt das ursprüngliche Rohteil wieder her)



Koordinaten bei der Ausschnitts-Vergrößerung

Die TNC zeigt während einer Ausschnitts-Vergrößerung die angewählte Werkstückseite und jede Achse die Koordinaten der verbleibenden Blockform an.

Funktion	Softkeys	
Linke/rechte Werkstückseite wählen		
Vordere/hintere Werkstückseite wählen		
Obere/untere Werkstückseite wählen		
Schnittfläche zum Verkleinern oder Vergrößern des Rohteils verschieben		
Ausschnitt übernehmen		



Bisher simulierte Bearbeitungen werden nach der Einstellung eines neuen Werkstück-Ausschnitts nicht mehr berücksichtigt. Die TNC stellt den bereits bearbeiteten Bereich als Rohteil dar.



Grafische Simulation wiederholen

Ein Bearbeitungs-Programm lässt sich beliebig oft grafisch simulieren. Dafür können Sie die Grafik wieder auf das Rohteil oder einen vergrößerten Ausschnitt aus dem Rohteil zurücksetzen.

Funktion	Softkey
Unbearbeitetes Rohteil in der zuletzt gewählten Ausschnitts-Vergrößerung anzeigen	ROHTEIL ZURÜCK- SETZEN
Ausschnitts-Vergrößerung zurücksetzen, so dass die TNC das bearbeitete oder unbearbeitete Werkstück gemäß programmierter BLK-Form anzeigt	ROHTEIL WIE BLK FORM



Mit dem Softkey ROHTEIL WIE BLK FORM zeigt die TNC das Rohteil wieder in programmierter Größe an.



Bearbeitungszeit ermitteln

Programmlauf-Betriebsarten

Anzeige der Zeit vom Programm-Start bis zum Programm-Ende. Bei Unterbrechungen wird die Zeit angehalten.

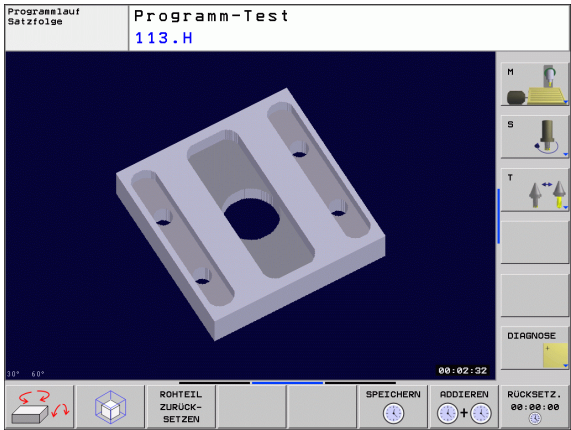
Programm-Test

Anzeige der Zeit, die die TNC für die Dauer der Werkzeug-Bewegungen, die mit Vorschub ausgeführt werden, errechnet. Die von der TNC ermittelte Zeit eignet sich nur bedingt zur Kalkulation der Fertigungszeit, da die TNC keine maschinenabhängigen Zeiten (z.B. für Werkzeug-Wechsel) berücksichtigt. .

Stoppuhr-Funktion anwählen

Softkey-Leiste umschalten, bis die TNC folgende Softkeys mit den Stoppuhr-Funktionen zeigt:

Stoppuhr-Funktionen	Softkey
Angezeigte Zeit speichern	SPEICHERN
Summe aus gespeicherter und angezeigter Zeit anzeigen	ADDIEREN
Angezeigte Zeit löschen	RÜCKSETZ.



11.2 Rohteil im Arbeitsraum darstellen

Anwendung

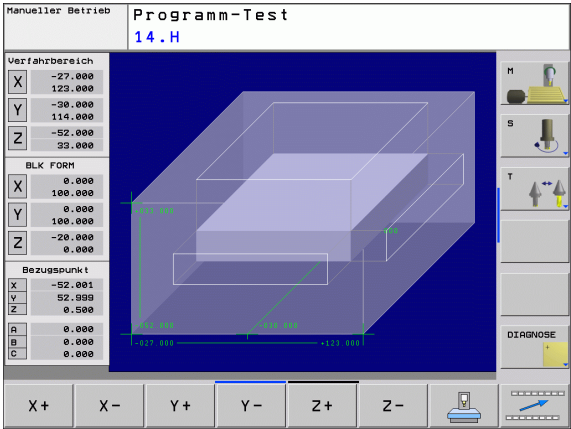
In der Betriebsart Programm-Test können Sie die Lage des Rohteils bzw. Bezugspunktes im Arbeitsraum der Maschine grafisch überprüfen und die Arbeitsraum-Überwachung in der Betriebsart Programm-Test aktivieren: Drücken Sie dazu den Softkey **ROHTEIL IM ARBEITSRAUM**. Mit dem Softkey **SW-Endsch. überw.** (zweite Softkey-Leiste) können Sie die Funktion aktivieren bzw. deaktivieren.

Ein weiterer transparenter Quader stellt das Rohteil dar, dessen Abmaße in der Tabelle **BLK FORM** aufgeführt sind. Die Abmaße übernimmt die TNC aus der Rohteil-Definition des angewählten Programms. Der Rohteil-Quader definiert das Eingabe-Koordinatensystem, dessen Nullpunkt innerhalb des Verfahrensbereichs-Quaders liegt.

Wo sich das Rohteil innerhalb des Arbeitsraumes befindet ist bei detaillierter Arbeitsraumüberwachung für den Programm-Test unerheblich. Wenn Sie jedoch die Arbeitsraumüberwachung aktivieren, müssen Sie das Rohteil „grafisch“ so verschieben, dass das Rohteil innerhalb des Arbeitsraums liegt. Benützen Sie dazu die in der Tabelle aufgeführten Softkeys.

Darüber hinaus können Sie den aktuellen Bezugspunkt für die Betriebsart Programm-Test aktivieren (siehe nachfolgende Tabelle, letzte Zeile).

Funktion	Softkeys	
Rohteil in positiver/negativer X-Richtung verschieben	X +	X -
Rohteil in positiver/negativer Y-Richtung verschieben	Y +	Y -
Rohteil in positiver/negativer Z-Richtung verschieben	Z +	Z -
Rohteil bezogen auf den gesetzten Bezugspunkt anzeigen		
Ein- bzw. Ausschalten der Überwachungsfunktion	SW-Endsch. überw.	



11.3 Funktionen zur Programmanzeige

Übersicht

In den Programmlauf-Betriebsarten und der Betriebsart Programm-Test zeigt die TNC Softkeys, mit denen Sie das Bearbeitungs-Programm seitenweise anzeigen lassen können:

Funktionen	Softkey
Im Programm um eine Bildschirm-Seite zurückblättern	
Im Programm um eine Bildschirm-Seite vorblättern	
Programm-Anfang wählen	
Programm-Ende wählen	



11.4 Programm-Test

Anwendung

In der Betriebsart Programm-Test simulieren Sie den Ablauf von Programmen und Programmteilen, um Fehler im Programmlauf auszuschließen. Die TNC unterstützt Sie beim Auffinden von

- geometrischen Unverträglichkeiten
- fehlenden Angaben
- nicht ausführbaren Sprüngen
- Verletzungen des Arbeitsraums

Zusätzlich können Sie folgende Funktionen nutzen:

- Programm-Test satzweise
- Sätze überspringen
- Funktionen für die grafische Darstellung
- Bearbeitungszeit ermitteln
- Zusätzliche Status-Anzeige



Die TNC kann bei der grafischen Simulation nicht alle tatsächlich von der Maschine ausgeführten Verfahrbewegungen simulieren, z.B.

- Verfahrbewegungen beim Werkzeugwechsel, die der Maschinenhersteller in einem Werkzeugwechsel-Makro oder über die PLC definiert hat
- Positionierungen, die der Maschinenhersteller in einem M-Funktions-Makro definiert hat
- Positionierungen, die der Maschinenhersteller über die PLC ausführt
- Positionierungen, die einen Palettenwechsel durchführen

HEIDENHAIN empfiehlt daher jedes Programm mit entsprechender Vorsicht einzufahren, auch wenn der Programm-Test zu keiner Fehlermeldung und zu keinen sichtbaren Beschädigungen des Werkstücks geführt hat.

Die TNC startet einen Programm-Test nach einem Werkzeug-Aufruf grundsätzlich immer auf folgender Position:

- In der Bearbeitungsebene auf dem in der **BLK FORM** definierten **MIN**-Punkt
- In der Werkzeugachse 1 mm überhalb des in der **BLK FORM** definierten **MAX**-Punktes

Wenn Sie dasselbe Werkzeug aufrufen, dann simuliert die TNC das Programm weiter von der zuletzt, vor dem Werkzeug-Aufruf programmierten Position.

Um auch beim Abarbeiten ein eindeutiges Verhalten zu haben, sollten Sie nach einem Werkzeugwechsel grundsätzlich eine Position anfahren, von der aus die TNC kollisionsfrei zur Bearbeitung positionieren kann.

Programm-Test ausführen

Bei aktivem zentralen Werkzeug-Speicher müssen Sie für den Programm-Test eine Werkzeug-Tabelle aktiviert haben (Status S). Wählen Sie dazu in der Betriebsart Programm-Test über die Datei-Verwaltung (PGM MGT) eine Werkzeug-Tabelle aus.



- ▶ Betriebsart Programm-Test wählen
- ▶ Datei-Verwaltung mit Taste PGM MGT anzeigen und Datei wählen, die Sie testen möchten oder
- ▶ Programm-Anfang wählen: Mit Taste GOTO Zeile „0“ wählen und Eingabe mit Taste ENT bestätigen

Die TNC zeigt folgende Softkeys:

Funktionen	Softkey
Rohteil rücksetzen und gesamtes Programm testen	RESET + START
Gesamtes Programm testen	START
Jeden Programm-Satz einzeln testen	START EINZELS.
Programm-Test anhalten (Softkey erscheint nur, wenn Sie den Programm-Test gestartet haben)	STOPP

Sie können den Programm-Test zu jeder Zeit – auch innerhalb von Bearbeitungs-Zyklen – unterbrechen und wieder fortsetzen. Um den Test wieder fortsetzen zu können dürfen Sie folgende Aktionen nicht durchführen:

- mit der Taste GOTO einen anderen Satz wählen
- Änderungen am Programm durchführen
- die Betriebsart wechseln
- ein neues Programm wählen



11.5 Programmmlauf

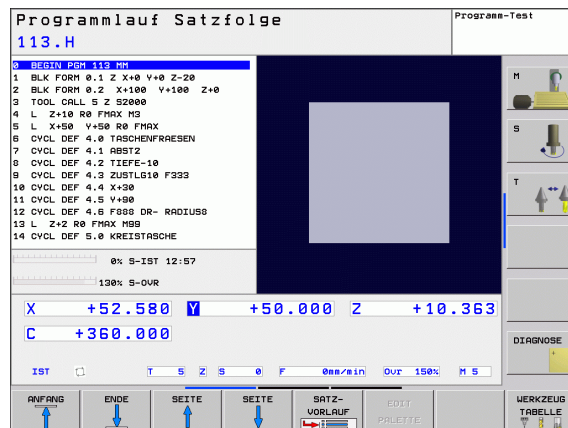
Anwendung

In der Betriebsart Programmmlauf Satzfolge führt die TNC ein Bearbeitungs-Programm kontinuierlich bis zum Programm-Ende oder bis zu einer Unterbrechung aus.

In der Betriebsart Programmmlauf Einzelsatz führt die TNC jeden Satz nach Drücken der externen START-Taste einzeln aus.

Die folgenden TNC-Funktionen können Sie in den Programmmlauf-Betriebsarten nutzen:

- Programmmlauf unterbrechen
- Programmmlauf ab bestimmtem Satz
- Sätze überspringen
- Werkzeug-Tabelle TOOL.T editieren
- Q-Parameter kontrollieren und ändern
- Handrad-Positionierung überlagern
- Funktionen für die grafische Darstellung
- Zusätzliche Status-Anzeige



Bearbeitungs-Programm ausführen

Vorbereitung

- 1 Werkstück auf dem Maschinentisch aufspannen
- 2 Bezugspunkt setzen
- 3 Benötigte Tabellen und Paletten-Dateien wählen (Status M)
- 4 Bearbeitungs-Programm wählen (Status M)



Vorschub und Spindeldrehzahl können Sie mit den Override-Drehknöpfen ändern.

Über den Softkey FMAX können Sie die Eilgang-Geschwindigkeit reduzieren, wenn Sie das NC-Programm einfahren wollen. Der eingegebene Wert ist auch nach dem Aus- /Einschalten der Maschine aktiv. Um die ursprüngliche Eilgang-Geschwindigkeit wiederherzustellen, müssen Sie den entsprechenden Zahlenwert wieder eingeben.

Programmmlauf Satzfolge

- Bearbeitungs-Programm mit externer START-Taste starten

Programmmlauf 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

Registriert die TNC während eines Programmlaufs einen Fehler, so unterbricht sie die Bearbeitung automatisch.

Programmierte Unterbrechungen

Unterbrechungen können Sie direkt im Bearbeitungs-Programm festlegen. Die TNC unterbricht den Programmlauf, sobald das Bearbeitungs-Programm bis zu dem Satz ausgeführt ist, der eine der folgenden Eingaben enthält:

- STOP (mit und ohne Zusatzfunktion)
- Zusatzfunktion M0, M2 oder M30
- Zusatzfunktion M6 (wird vom Maschinenhersteller festgelegt)

Unterbrechung durch externe STOP-Taste

- ▶ Externe STOP-Taste drücken: Der Satz, den die TNC zum Zeitpunkt des Tastendrucks abarbeitet, wird nicht vollständig ausgeführt; in der Status-Anzeige blinkt das NC-Stop-Symbol (siehe Tabelle)
- ▶ Wenn Sie die Bearbeitung nicht fortführen wollen, dann die TNC mit dem Softkey **INTERNER STOP** zurücksetzen: das NC-Stop-Symbol in der Status-Anzeige erlischt. Programm in diesem Fall vom Programm-Anfang aus erneut starten

Symbol	Bedeutung
	Programm ist gestoppt

Maschinenachsen während einer Unterbrechung verfahren

Sie können die Maschinenachsen während einer Unterbrechung wie in der Betriebsart Manueller Betrieb verfahren.

Anwendungsbeispiel: Freifahren der Spindel nach Werkzeugbruch

- ▶ Bearbeitung unterbrechen
- ▶ Externe Richtungstasten freigeben: Softkey **MANUEL VERFAHREN** drücken.
- ▶ Maschinenachsen mit externen Richtungstasten verfahren



Bei einigen Maschinen müssen Sie nach dem Softkey **MANUEL VERFAHREN** die externe **START**-Taste zur Freigabe der externen Richtungstasten drücken. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.



Programmlauf nach einer Unterbrechung fortsetzen



Wenn Sie den Programmlauf während eines Bearbeitungszyklus unterbrechen, müssen Sie beim Wiedereinstieg mit dem Zyklusbeginn fortfahren. Bereits ausgeführte Bearbeitungsschritte müssen die TNC dann erneut abfahren.

Wenn Sie den Programmlauf innerhalb einer Programmteil-Wiederholung oder innerhalb eines Unterprogramms unterbrechen, müssen Sie mit der Funktion VORLAUF ZU SATZ die Unterbrechungsstelle wieder anfahren.

Die TNC speichert bei einer Programmlauf-Unterbrechung

- die Daten des zuletzt aufgerufenen Werkzeugs
- aktive Koordinaten-Umrechnungen (z.B. Nullpunkt-Verschiebung, Drehung, Spiegelung)
- die Koordinaten des zuletzt definierten Kreismittelpunkts



Beachten Sie, dass die gespeicherten Daten solange aktiv bleiben, bis Sie sie zurücksetzen (z.B. indem Sie ein neues Programm auswählen).

Die gespeicherten Daten werden für das Wiederauffahren an die Kontur nach manuellem Verfahren der Maschinenachsen während einer Unterbrechung (Softkey POSITION ANFAHREN) genutzt.

Programmlauf mit START-Taste fortsetzen

Nach einer Unterbrechung können Sie den Programmlauf mit der externen START-Taste fortsetzen, wenn Sie das Programm auf folgende Art angehalten haben:

- Externe STOP-Taste gedrückt
- Programmierte Unterbrechung

Programmlauf nach einem Fehler fortsetzen

Bei nichtblinkender Fehlermeldung:

- ▶ Fehlerursache beseitigen
- ▶ Fehlermeldung am Bildschirm löschen: Taste CE drücken
- ▶ Neustart oder Programmlauf fortsetzen an der Stelle, an der unterbrochen wurde

Bei „Fehler in der Datenverarbeitung“:

- ▶ in den MANUELLEN BETRIEB wechseln
- ▶ Softkey OFF drücken
- ▶ Fehlerursache beseitigen
- ▶ Neustart

Bei wiederholtem Auftreten des Fehlers notieren Sie bitte die Fehlermeldung und benachrichtigen den Kundendienst.

Beliebiger Einstieg ins Programm (Satzvorlauf)



Die Funktion VORLAUF ZU SATZ muss vom Maschinenhersteller freigegeben und angepasst werden. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Mit der Funktion VORLAUF ZU SATZ (Satzvorlauf) können Sie ein Bearbeitungs-Programm ab einem frei wählbaren Satz N abarbeiten. Die Werkstück-Bearbeitung bis zu diesem Satz wird von der TNC rechnerisch berücksichtigt. Sie kann von der TNC grafisch dargestellt werden.

Wenn Sie ein Programm mit einem INTERNEN STOP abgebrochen haben, dann bietet die TNC automatisch den Satz N zum Einstieg an, in dem Sie das Programm abgebrochen haben.



Der Satzvorlauf darf nicht in einem Unterprogramm beginnen.

Alle benötigten Programme, Tabellen und Paletten-Dateien müssen in einer Programmmlauf-Betriebsart ausgewählt sein (Status M).

Enthält das Programm bis zum Ende des Satzvorlaufs eine programmierte Unterbrechung, wird dort der Satzvorlauf unterbrochen. Um den Satzvorlauf fortzusetzen, die externe START-Taste drücken.

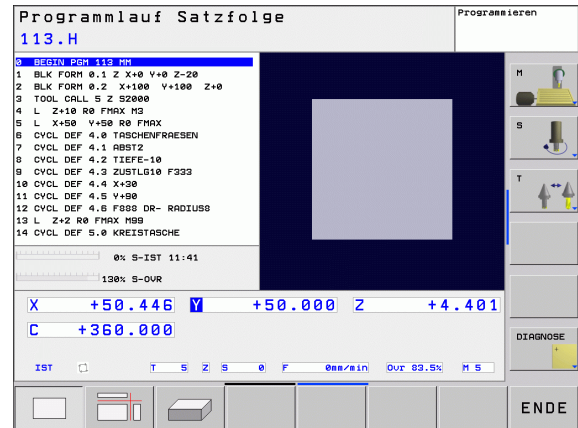
Während des Satzvorlaufs sind Bedienerabfragen nicht möglich.

Nach einem Satzvorlauf wird das Werkzeug mit der Funktion POSITION ANFAHREN auf die ermittelte Position gefahren.

Die Werkzeug-Längenkorrektur wird erst durch den Werkzeug-Aufruf und einen nachfolgenden Positioniersatz wirksam. Das gilt auch dann, wenn Sie nur die Werkzeuglängen geänderte haben.



Alle Tastsystemzyklen werden bei einem Satzvorlauf von der TNC übersprungen. Ergebnisparameter, die von diesen Zyklen beschrieben werden, enthalten dann ggf. keine Werte.



- Ersten Satz des aktuellen Programms als Beginn für Vorlauf wählen: GOTO „0“ eingeben.

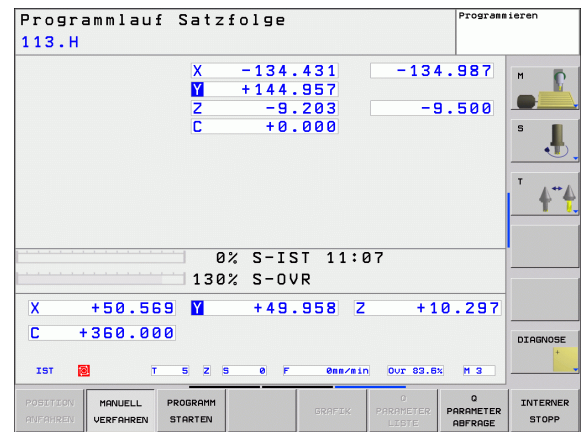


- Satzvorlauf wählen: Softkey VORLAUF ZU SATZ N drücken
- **Vorlauf bis N:** Nummer N des Satzes eingeben, bei dem der Vorlauf enden soll
- **Programm:** Namen des Programms eingeben, in dem der Satz N steht
- **Wiederholungen:** Anzahl der Wiederholungen eingeben, die im Satz-Vorlauf berücksichtigt werden sollen, falls Satz N innerhalb einer Programmteil-Wiederholung steht
- Satzvorlauf starten: Externe START-Taste drücken
- Kontur anfahren (siehe folgenden Abschnitt)

Wiederanfahren an die Kontur

Mit der Funktion POSITION ANFAHREN fährt die TNC das Werkzeug in folgenden Situationen an die Werkstück-Kontur:

- Wiederanfahren nach dem Verfahren der Maschinenachsen während einer Unterbrechung, die ohne INTERNER STOP ausgeführt wurde
- Wiederanfahren nach einem Vorlauf mit VORLAUF ZU SATZ, z.B. nach einer Unterbrechung mit INTERNER STOP
- Wiederanfahren an die Kontur wählen: Softkey POSITION ANFAHREN wählen
- Ggf. Maschinenstatus wiederherstellen
- Achsen in der Reihenfolge verfahren, die die TNC am Bildschirm vorschlägt: Externe START-Taste drücken oder
- Achsen in beliebiger Reihenfolge verfahren: Softkeys ANFAHREN X, ANFAHREN Z usw. drücken und jeweils mit externer START-Taste aktivieren
- Bearbeitung fortsetzen: Externe START-Taste drücken



11.6 Automatischer Programmstart

Anwendung

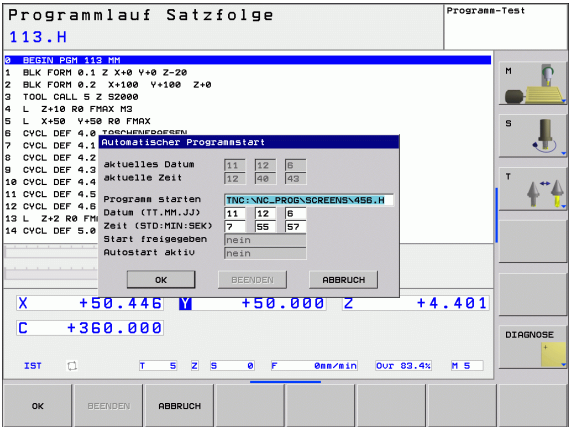
 Um einen automatischen Programmstart durchführen zu können, muss die TNC von Ihrem Maschinen-Hersteller vorbereitet sein, Maschinen-Handbuch beachten.

 **Achtung Lebensgefahr!**
Die Funktion Autostart darf nicht an Maschinen verwendet werden, die keinen geschlossenen Arbeitsraum haben.

Über den Softkey AUTOSTART (siehe Bild rechts oben), können Sie in einer Programmlauf-Betriebsart zu einem eingebbaren Zeitpunkt das in der jeweiligen Betriebsart aktive Programm starten:



- Fenster zur Festlegung des Startzeitpunktes einblenden (siehe Bild rechts Mltte)
- **Zeit (Std:Min:Sek):** Uhrzeit, zu der das Programm gestartet werden soll
- **Datum (TT.MM.JJJJ):** Datum, an dem das Programm gestartet werden soll
- Um den Start zu aktivieren: Softkey OK wählen



11.7 Sätze überspringen

Anwendung

Sätze, die Sie beim Programmieren mit einem „/“-Zeichen gekennzeichnet haben, können Sie beim Programm-Test oder Programmlauf überspringen lassen:



- ▶ Programm-Sätze mit „/“-Zeichen nicht ausführen oder testen: Softkey auf EIN stellen



- ▶ Programm-Sätze mit „/“-Zeichen ausführen oder testen: Softkey auf AUS stellen



Diese Funktion wirkt nicht für TOOL DEF-Sätze.

Die zuletzt gewählte Einstellung bleibt auch nach einer Stromunterbrechung erhalten.

Einfügen des „/“-Zeichens

- ▶ In der Betriebsart **Programm-Einspeichern/Editieren** den Satz wählen, bei dem das Ausblendzeichen eingefügt werden soll



- ▶ Softkey SATZ EINBLENDEN wählen

Löschen des „/“-Zeichens

- ▶ In der Betriebsart **Programm-Einspeichern/Editieren** den Satz wählen, bei dem das Ausblendzeichen gelöscht werden soll



- ▶ Softkey SATZ ASUBLENDEN wählen

11.8 Wahlweiser Programmlauf-Halt

Anwendung

Die TNC unterbricht wahlweise den Programmlauf oder den Programm-Test bei Sätzen in denen ein M01 programmiert ist. Wenn Sie M01 in der Betriebsart Programmlauf verwenden, dann schaltet die TNC die Spindel und das Kühlmittel nicht ab.



- Programmlauf oder Programm-Test bei Sätzen mit M01 nicht unterbrechen: Softkey auf AUS stellen



- Programmlauf oder Programm-Test bei Sätzen mit M01 unterbrechen: Softkey auf EIN stellen





12

MOD-Funktionen



12.1 MOD-Funktion wählen

Über die MOD-Funktionen können Sie zusätzliche Anzeigen und Eingabemöglichkeiten wählen. Welche MOD-Funktionen zur Verfügung stehen, hängt von der gewählten Betriebsart ab.

MOD-Funktionen wählen

Betriebsart wählen, in der Sie MOD-Funktionen ändern möchten.



- MOD-Funktionen wählen: Taste MOD drücken.

Einstellungen ändern

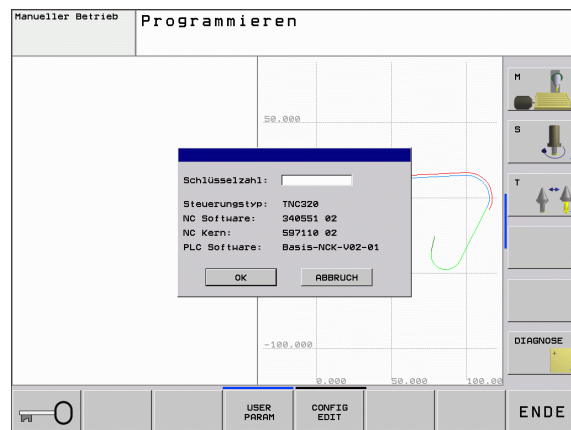
- MOD-Funktion im angezeigten Menü mit Pfeiltasten wählen

Um eine Einstellung zu ändern, stehen – abhängig von der gewählten Funktion – drei Möglichkeiten zur Verfügung:

- Zahlenwert direkt eingeben
- Einstellung durch Drücken der Taste ENT ändern
- Einstellung ändern über ein Auswahlfenster. Wenn mehrere Einstellungsmöglichkeiten zur Verfügung stehen, können Sie durch Drücken der Taste GOTO ein Fenster einblenden, in dem alle Einstellungsmöglichkeiten auf einen Blick sichtbar sind. Wählen Sie die gewünschte Einstellung direkt durch Drücken der Pfeiltasten und anschließend bestätigen mit der Taste ENT. Wenn Sie die Einstellung nicht ändern wollen, schließen Sie das Fenster mit der Taste END

MOD-Funktionen verlassen

- MOD-Funktion beenden: Softkey ENDE oder Taste END drücken



Übersicht MOD-Funktionen

Abhängig von der gewählten Betriebsart können Sie folgende Änderungen vornehmen:

Programm-Einspeichern/Editieren:

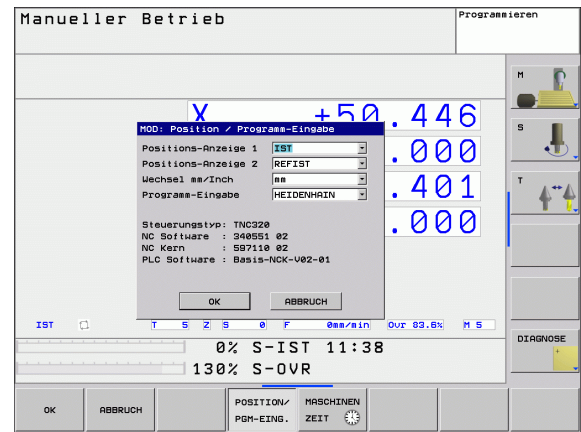
- Verschiedene Software-Nummern anzeigen
- Schlüsselzahl eingeben
- Ggf. Maschinenspezifische Anwenderparameter

Programm-Test:

- Verschiedene Software-Nummern anzeigen
- Aktive Werkzeug-Tabelle in Programm Test anzeigen
- Aktive Nullpunkt-Tabelle in Programm Test anzeigen

Alle übrigen Betriebsarten:

- Verschiedene Software-Nummern anzeigen
- Positions-Anzeigen wählen
- Maß-Einheit (mm/inch) festlegen
- Programmier-Sprache festlegen für MDI
- Achsen für Ist-Positions-Übernahme festlegen
- Betriebszeiten anzeigen



12.2 Software-Nummern

Anwendung

Folgende Software-Nummern stehen nach Anwahl der MOD-Funktionen im TNC-Bildschirm:

- **Steuerungstyp:** Bezeichnung der Steuerung (wird von HEIDENHAIN verwaltet)
- **NC Software:** Nummer der NC-Software (wird von HEIDENHAIN verwaltet)
- **NC Kern:** Nummer der NC-Software (wird von HEIDENHAIN verwaltet)
- **PLC Software:** Nummer oder Name der PLC-Software (wird von Ihrem Maschinen-Hersteller verwaltet)



12.3 Positions-Anzeige wählen

Anwendung

Für den Manuellen Betrieb und die Programmlauf-Betriebsarten können Sie die Anzeige der Koordinaten beeinflussen:

Das Bild rechts zeigt verschiedene Positionen des Werkzeugs

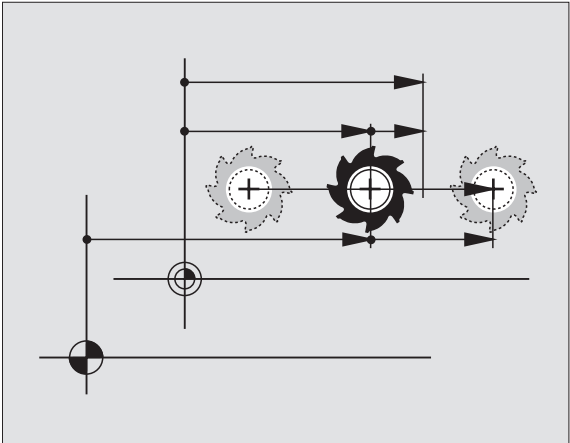
- Ausgangs-Position
- Ziel-Position des Werkzeugs
- Werkstück-Nullpunkt
- Maschinen-Nullpunkt

Für die Positions-Anzeigen der TNC können Sie folgende Koordinaten wählen:

Funktion	Anzeige
Soll-Position; von der TNC aktuell vorgegebener Wert	SOLL
Ist-Position; momentane Werkzeug-Position	IST
Referenz-Position; Ist-Position bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt	REFIST
Referenz-Position; Soll-Position bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt	REFSOLL
Schleppfehler; Differenz zwischen Soll und Ist-Position	SCHPF
Restweg zur programmierten Position; Differenz zwischen Ist- und Ziel-Position	RESTW

Mit der MOD-Funktion Positions-Anzeige 1 wählen Sie die Positions-Anzeige in der Status-Anzeige.

Mit der MOD-Funktion Positions-Anzeige 2 wählen Sie die Positions-Anzeige in der zusätzlichen Status-Anzeige.



12.4 Maßsystem wählen

Anwendung

Mit dieser MOD-Funktion legen Sie fest, ob die TNC Koordinaten in mm oder Inch (Zoll-System) anzeigen soll.

- Metrisches Maßsystem: z.B. X = 15,789 (mm) MOD-Funktion Wechsel mm/inch = mm. Anzeige mit 3 Stellen nach dem Komma
- Zoll-System: z.B. X = 0,6216 (inch) MOD-Funktion Wechsel mm/inch = inch. Anzeige mit 4 Stellen nach dem Komma

Wenn Sie die Inch-Anzeige aktiv haben, zeigt die TNC auch den Vorschub in inch/min an. In einem Inch-Programm müssen Sie den Vorschub mit einem Faktor 10 größer eingeben.



12.5 Betriebszeiten anzeigen

Anwendung

 Der Maschinenhersteller kann noch zusätzliche Zeiten anzeigen lassen. Maschinenhandbuch beachten!

Über den Softkey MASCHINEN ZEIT können Sie sich verschiedene Betriebszeiten anzeigen lassen:

Betriebszeit	Bedeutung
Steuerung ein	Betriebszeit der Steuerung seit der Inbetriebnahme
Maschine ein	Betriebszeit der Maschine seit der Inbetriebnahme
Programmlauf	Betriebszeit für den gesteuerten Betrieb seit der Inbetriebnahme



12.6 Schlüssel-Zahl eingeben

Anwendung

Die TNC benötigt für folgende Funktionen eine Schlüssel-Zahl:

Funktion	Schlüssel-Zahl
Anwender-Parameter wählen	123
Zugang zur Ethernet-Konfiguration freigeben	NET123
Sonder-Funktionen bei der Q-Parameter- Programmierung freigeben	555343



12.7 Datenschnittstellen einrichten

Serielle Schnittstellen an der TNC 320

Die TNC 320 verwendet automatisch das Übertragungsprotokoll LSV2 für die serielle Datenübertragung. Das LSV2-Protokoll ist fest vorgegeben und kann ausser der Einstellung der Baud-Rate (Maschinen-Parameter **baudRateLsv2**), nicht verändert werden. Sie können auch eine andere Übertragungsart (Schnittstelle) festlegen. Die nachfolgend beschriebenen Einstellmöglichkeiten sind dann nur für die jeweils neu definierte Schnittstelle wirksam.

Anwendung

Zum Einrichten einer Datenschnittstellen wählen Sie die Datei-Verwaltung (PGM MGT) und drücken die Taste MOD. Drücken Sie erneut die Taste MOD und geben Sie die Schlüsselzahl 123 ein. Die TNC zeigt den Anwender-Parameter **GfgSerialInterface**, in dem Sie folgende Einstellungen eingeben können:

RS-232-Schnittstelle einrichten

Öffnen Sie den Ordner RS232. Die TNC zeigt folgende Einstellmöglichkeiten:

BAUD-RATE einstellen (baudRate)

Die BAUD-RATE (Datenübertragungs-Geschwindigkeit) ist zwischen 110 und 115.200 Baud wählbar.

Protokoll einstellen (protocol)

Das Datenübertragungsprotokoll steuert den Datenfluss einer seriellen Übertragung. (vergleichbar mit MP 5030)



Datenübertragungsprotokoll	Auswahl
Standard Datenübertragung	STANDARD
Blockweise Datenübertragung	BLOCKWISE
Überragung ohne Protokoll	RAW_DATA



Datenbits einstellen (dataBits)

Mit der Einstellung dataBits definieren Sie, ob ein Zeichen mit 7 oder 8 Datenbits übertragen wird.

Parität überprüfen (parity)

Mit dem Paritätsbit werden Übertragungsfehler erkannt. Das Paritätsbit kann auf drei verschiedene Arten gebildet werden:

- Keine Paritätsbildung (NONE): Es wird auf eine Fehlererkennung verzichtet
- Gerade Parität (EVEN): Hier liegt ein Fehler vor, falls der Empfänger bei seiner Auswertung eine ungerade Anzahl an gesetzten Bits feststellt
- Ungerade Parität (ODD): Hier liegt ein Fehler vor, falls der Empfänger bei seiner Auswertung eine gerade Anzahl an gesetzten Bit feststellt

Stopp-Bits einstellen (stopBits)

Mit dem Start- und einem oder zwei Stopp-Bits wird bei der seriellen Datenübertragung dem Empfänger eine Synchronisation auf jedes übertragene Zeichen ermöglicht.

Handshake einstellen (flowControl)

Mit einem Handshake üben zwei Geräte eine Kontrolle der Datenübertragung aus. Man unterscheidet zwischen Software-Handshake und Hardware-Handshake.

- Keine Datenflusskontrolle (NONE): Handshake ist nicht aktiv
- Hardware-Handshake (RTS_CTS): Übertragungsstopp durch RTS aktiv
- Software-Handshake (XON_XOFF): Übertragungsstopp durch DC3 (XOFF) aktiv



Betriebsart des externen Geräts wählen
(fileSystem)

 In den Betriebsarten FE2 und FEX können Sie die Funktionen „alle Programme einlesen“, „angebotenes Programm einlesen“ und „Verzeichnis einlesen“ nicht nutzen

Externes Gerät	Betriebsart	Symbol
PC mit HEIDENHAIN Übertragungs-Software TNCremoNT	LSV2	
HEIDENHAIN Disketten-Einheiten	FE1	
Fremdgeräte, wie Drucker, Leser, Stanzer, PC ohne TNCremoNT	FEX	



Software für Datenübertragung

Zur Übertragung von Dateien von der TNC und zur TNC, sollten Sie die HEIDENHAIN-Software zur Datenübertragung TNCremoNT benutzen. Mit TNCremoNT können Sie über die serielle Schnittstelle oder über die Ethernet-Schnittstelle alle HEIDENHAIN-Steuerungen ansteuern.



Die aktuelle Version von TNCremo NT können Sie kostenlos von der HEIDENHAIN Filebase herunterladen (www.heidenhain.de, <Service>, <Download-Bereich>, <TNCremo NT>).

System-Voraussetzungen für TNCremoNT:

- PC mit 486 Prozessor oder besser
- Betriebssystem Windows 95, Windows 98, Windows NT 4.0, Windows 2000
- 16 MByte Arbeitsspeicher
- 5 MByte frei auf Ihrer Festplatte
- Eine freie serielle Schnittstelle oder Anbindung ans TCP/IP-Netzwerk

Installation unter Windows

- Starten Sie das Installations-Programm SETUP.EXE mit dem Datei-Manager (Explorer)
- Folgen Sie den Anweisungen des Setup-Programms

TNCremoNT unter Windows starten

- Klicken Sie auf <Start>, <Programme>, <HEIDENHAIN Anwendungen>, <TNCremoNT>

Wenn Sie TNCremoNT das erste Mal starten, versucht TNCremoNT automatisch eine Verbindung zur TNC herzustellen.

Datenübertragung zwischen TNC und TNCremoNT

Überprüfen Sie, ob die TNC an der richtigen seriellen Schnittstelle Ihres Rechners, bzw. am Netzwerk angeschlossen ist.

Nachdem Sie die TNCremoNT gestartet haben, sehen Sie im oberen Teil des Hauptfensters **1** alle Dateien, die im aktiven Verzeichnis gespeichert sind. Über <Datei>, <Ordner wechseln> können Sie ein beliebiges Laufwerk bzw. ein anderes Verzeichnis auf Ihrem Rechner wählen.

Wenn Sie die Datenübertragung vom PC aus steuern wollen, dann bauen Sie die Verbindung auf dem PC wie folgt auf:

- ▶ Wählen Sie <Datei>, <Verbindung erstellen>. Die TNCremoNT empfängt nun die Datei- und Verzeichnis-Struktur von der TNC und zeigt diese im unteren Teil des Hauptfensters **2** an
- ▶ Um eine Datei von der TNC zum PC zu übertragen, wählen Sie die Datei im TNC-Fenster durch Mausklick und ziehen die markierte Datei bei gedrückter Maustaste in das PC-Fenster **1**
- ▶ Um eine Datei vom PC zur TNC zu übertragen, wählen Sie die Datei im PC-Fenster durch Mausklick und ziehen die markierte Datei bei gedrückter Maustaste in das TNC-Fenster **2**

Wenn Sie die Datenübertragung von der TNC aus steuern wollen, dann bauen Sie die Verbindung auf dem PC wie folgt auf:

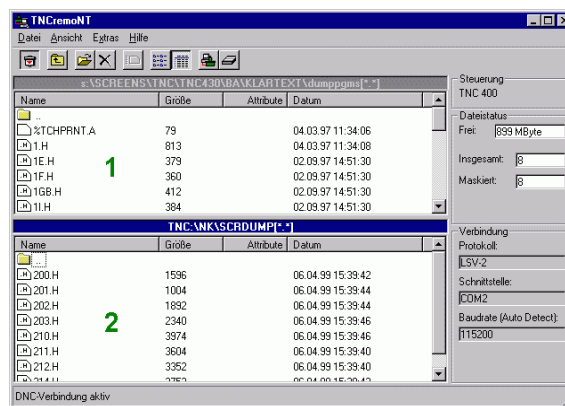
- ▶ Wählen Sie <Extras>, <TNCserver>. Die TNCremoNT startet dann den Serverbetrieb und kann von der TNC Daten empfangen, bzw. an die TNC Daten senden
- ▶ Wählen Sie auf der TNC die Funktionen zur Datei-Verwaltung über die Taste PGM MGT (siehe „Datenübertragung zu/von einem externen Datenträger“ auf Seite 70) und übertragen die gewünschten Dateien

TNCremoNT beenden

Wählen Sie den Menüpunkt <Datei>, <Beenden>



Beachten Sie auch die kontextsensitive Hilfefunktion von TNCremoNT, in der alle Funktionen erklärt sind. Der Aufruf erfolgt über die Taste F1.



12.8 Ethernet-Schnittstelle

Einführung

Die TNC ist standardmäßig mit einer Ethernet-Karte ausgerüstet, um die Steuerung als Client in Ihr Netzwerk einzubinden. Die TNC überträgt Daten über die Ethernet-Karte mit

- dem **smb**-Protokoll (**s**erver **m**essage **b**lock) für Windows-Betriebssysteme, oder
- der **TCP/IP**-Protokoll-Familie (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) und mit Hilfe des NFS (Network File System)

Anschluss-Möglichkeiten

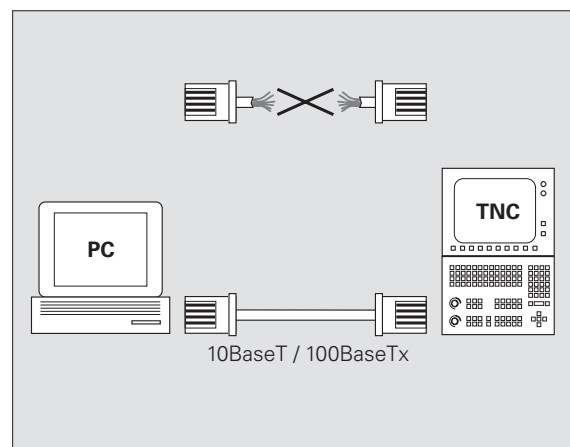
Sie können die Ethernet-Karte der TNC über den RJ45-Anschluss (X26, 100BaseTX bzw. 10BaseT) in Ihr Netzwerk einbinden oder direkt mit einem PC verbinden. Der Anschluss ist galvanisch von der Steuerungselektronik getrennt.

Beim 100BaseTX bzw. 10BaseT-Anschluss verwenden Sie Twisted Pair-Kabel, um die TNC an Ihr Netzwerk anzuschließen.



Die maximale Kabellänge zwischen TNC und einem Knotenpunkt ist Abhängig von der Güteklasse des Kabels, von der Ummantelung und von der Art des Netzwerks (100BaseTX oder 10BaseT).

Sie können die TNC auch ohne großen Aufwand direkt mit einem PC verbinden, der mit einer Ethernet-Karte ausgerüstet ist. Verbinden Sie hierzu die TNC (Anschluss X26) und den PC mit einem gekreuzten Ethernet-Kabel (Handelsbezeichnung: Patchkabel gekreuzt oder STP-Kabel gekreuzt)

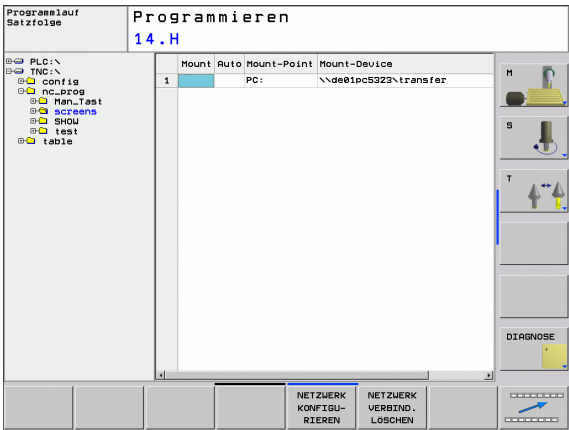


Steuerung an das Netzwerk anschließen

Funktionsübersicht der Netzwerk-Konfiguration

- Wählen Sie in der Dateiverwaltung (PGM MGT) den Softkey **Netzwerk**

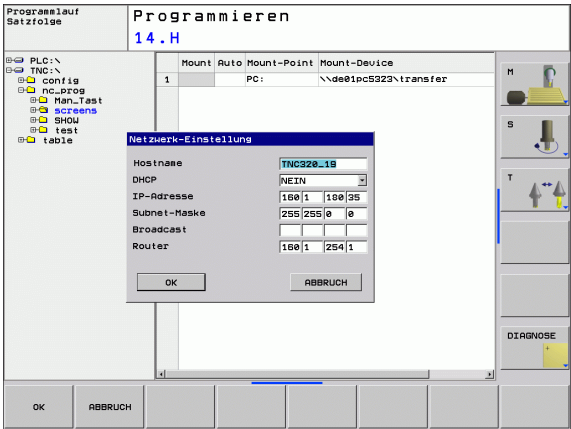
Funktion	Softkey
Verbindung zum angewählten Netzlaufwerk herstellen. Nach dem Verbinden erscheint unter Mount ein Häkchen zur Bestätigung.	LAUFWERK VERBINDEN
Trennt die Verbindung zu einem Netzlaufwerk.	LAUFWERK LOSEN
Aktiviert bzw. deaktiviert die Automount-Funktion (= automatische Anbindung des Netzlaufwerks beim Steuerungs-Hochlauf). Der Status der Funktion wird über ein Häkchen unter Auto in der Netzlaufwerks-Tabelle angezeigt.	AUTOM. VERBINDEN
Mit der Ping-Funktion prüfen Sie, ob eine Verbindung zu einem bestimmten Teilnehmer im Netzwerk verfügbar ist. Die Eingabe der Adresse erfolgt als vier durch Punkt getrennte Dezimalzahlen (Dotted-Dezimal-Notation).	PING
Die TNC blendet ein Übersichtsfenster mit Informationen über die aktiven Netzwerk-Verbindungen ein.	NETZWERK INFO
Konfiguriert den Zugriff auf Netzlaufwerke. (Erst nach Eingabe der MOD-Schlüsselzahl NET123 anwählbar)	NETZWERK VERBIND. DEFINIEREN
Öffnet das Dialogfenster zum editieren der Daten einer bestehenden Netzwerkverbindung. (Erst nach Eingabe der MOD-Schlüsselzahl NET123 anwählbar)	NETZWERK VERBIND. EDITIEREN
Konfiguriert die Netzwerk-Adresse der Steuerung. (Erst nach Eingabe der MOD-Schlüsselzahl NET123 anwählbar)	NETZWERK KONFIGU- RIEREN
Löscht eine bestehende Netzwerkverbindung. (Erst nach Eingabe der MOD-Schlüsselzahl NET123 anwählbar)	NETZWERK VERBIND. LÖSCHEN



Netzwerk-Adresse der Steuerung konfigurieren

- ▶ Verbinden Sie die TNC (Anschluss X26) mit dem Network oder einem PC
- ▶ Wählen Sie in der Dateiverwaltung (PGM MGT) den Softkey **Netzwerk**.
- ▶ Drücken Sie die MOD-Taste. Geben Sie danach die Schlüsselzahl **NET123** ein.
- ▶ Drücken Sie den Softkey **NETZWERK KONFIGURIEREN** zur Eingabe der allgemeinen Netzwerk-Einstellungen (siehe Bild rechts Mitte)
- ▶ Es öffnet sich das Dialogfenster für die Netzwerk-Konfiguration

Einstellung	Bedeutung
HOSTNAME	Unter diesem Namen meldet sich die Steuerung im Netzwerk. Wenn Sie einen Hostname-Server verwenden, müssen Sie hier den Fully Qualified Hostnamen eintragen. Wenn Sie hier keinen Namen eintragen, wird von der Steuerung die sogenannte NULL-Authentifikation verwendet.
DHCP	DHCP = D ynamic H ost C onfiguration P rotocol Stellen Sie in dem Drop-Down-Menü JA ein, dann bezieht die Steuerung ihre Netzwerkadresse (IP-Adresse), die Subnet-Maske, den Default-Router und eine evtl. notwendige Broadcast-Adresse automatisch von einem im Netzwerk befindlichen DHCP-Server. Der DHCP-Server identifiziert die Steuerung anhand des Hostnamen. Ihr Firmen-Netzwerk muss für diese Funktion vorbereitet sein. Sprechen Sie mit Ihrem Netzwerk-Administrator.
IP-ADRESS	Netzwerkadresse der Steuerung: In jedes der vier nebeneinander liegenden Eingabefelder können jeweils drei Stellen der IP-Adresse eingegeben werden. Mit der ENT-Taste springen Sie in das nächste Feld. Die Netzwerkadresse der Steuerung vergibt Ihr Netzwerkspezialist.
SUBNET-MASK	Dient zur Unterscheidung der Netz- und Host-ID des Netzwerks: Die Subnet-Maske der Steuerung vergibt Ihr Netzwerkspezialist.
BROADCAST	Broadcast-Adresse der Steuerung; wird nur benötigt, wenn sie von der Standardeinstellung abweicht. Die Standardeinstellung wird aus Netz- und Host-ID gebildet, bei der alle Bits auf 1 gesetzt sind
ROUTER	Netzwerkadresse Defaultrouter: Die Angabe muss nur erfolgen, wenn Ihr Netzwerk aus mehreren Teilnetzen besteht, die über Router miteinander verbunden sind.





Die eingegebene Netzwerk-Konfiguration wird erst nach einem Neustart der Steuerung aktiv. Nach dem Abschluss der Netzwerk-Konfiguration mit der Schaltfläche bzw. dem Softkey OK führt die Steuerung nach Bestätigung einen Neustart durch.

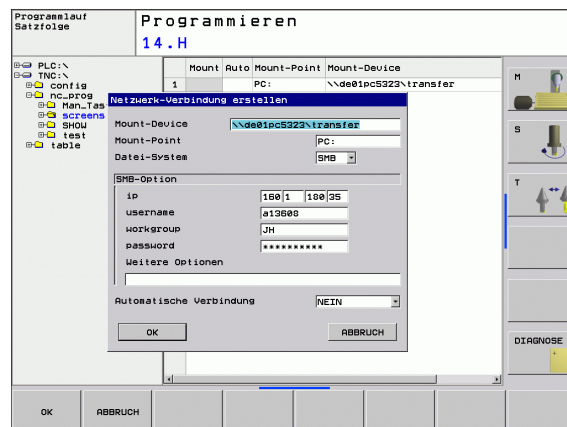
Netzwerk-Zugriff auf andere Geräte konfigurieren (mount)



Lassen Sie die TNC von einem Netzwerk-Spezialisten konfigurieren.

Die Parameter **username**, **workgroup** und **password** müssen nicht in allen Windows Betriebssystemen angegeben werden.

- ▶ Verbinden Sie die TNC (Anschluss X26) mit dem Netzwerk oder einem PC
- ▶ Wählen Sie in der Dateiverwaltung (PGM MGT) den Softkey **Netzwerk**.
- ▶ Drücken Sie die MOD-Taste. Geben Sie danach die Schlüsselzahl **NET123** ein.
- ▶ Drücken Sie den Softkey **NETZWERK VERBIND. DEFINIER.**
- ▶ Es öffnet sich das Dialogfenster für die Netzwerk-Konfiguration



Einstellung	Bedeutung
Mount-Device	■ Anbindung über NFS: Verzeichnisname, der gemountet werden soll. Dieser wird gebildet aus Netzwerkadresse des Geräts, einem Doppelpunkt, Slash und dem Namen des Verzeichnisses. Eingabe der Netzwerkadresse als vier durch Punkt getrennte Dezimalzahlen (Dotted-Dezimal-Notation), z. B. 160.1.180.4:/ PC. Achten Sie bei der Pfadangabe auf die Groß-/Kleinschreibung ■ Anbindung einzelner Windows-Rechner über SMB: Netzwerkname und Freigabename des Rechners eingeben, z. B. \\PC1791NT\PC
Mount-Point	Gerätename: Der hier angegebene Gerätename wird an der Steuerung im Programm-Management für das gemountete Netzwerk angezeigt, z. B. WORLD: (Der Name muss mit einem Doppelpunkt enden!)
Datei-System	Dateisystemtyp: ■ NFS: Network File System ■ SMB: Windows-Netzwerk



Einstellung	Bedeutung
NFS-Option	rsize: Paketgröße für Datenempfang in Byte wsize: Paketgröße für Datenversand in Byte time0: Zeit in Zehntel-Sekunden, nach der die Steuerung einen vom Server nicht beantworteten Remote Procedure Call wiederholt soft: Bei JA wird der Remote Procedure Call wiederholt, bis der NFS-Server antwortet. Ist NEIN eingetragen, wird er nicht wiederholt
SMB-Option	Optionen, den Dateisystemtyp SMB betreffend: Optionen werden ohne Leerzeichen, nur durch Komma getrennt angegeben. Beachten Sie die Groß-/Kleinschreibung. Optionen: ip: IP-Adresse des Windows-PC's, mit dem die Steuerung verbunden werden soll username: Benutzername mit dem sich die Steuerung anmelden soll workgroup: Arbeitsgruppe, unter der sich die Steuerung anmelden soll password: Passwort, mit dem sich die Steuerung anmelden soll (maximal 80 Zeichen) weitere SMB-Optionen: Eingabemöglichkeit für weitere Optionen für das Windows-Netzwerk
Automatische Verbindung	Automount (JA oder NEIN): Hier legen Sie fest, ob beim Hochlaufen der Steuerung das Netzwerk automatisch gemountet wird. Nicht automatisch gemountete Geräte können jederzeit im Programm-Management gemountet werden.



Die Angabe über das Protokoll entfällt bei der iTNC 530, es wird das Übertragungsprotokoll gemäß RFC 894 verwendet.

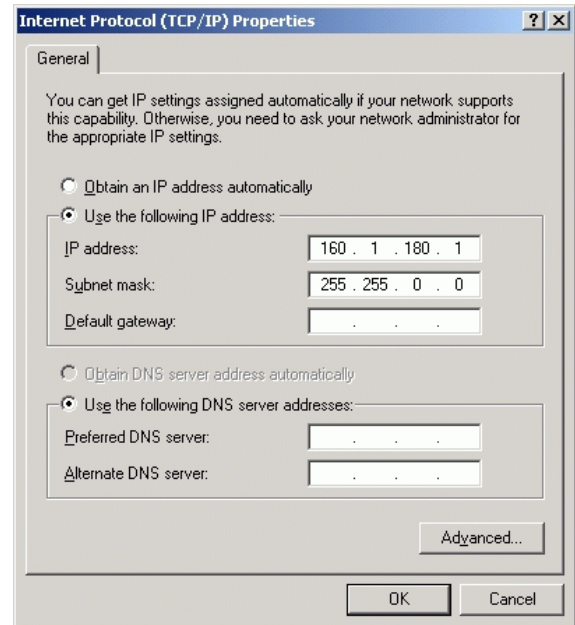
Einstellungen auf einem PC mit Windows 2000

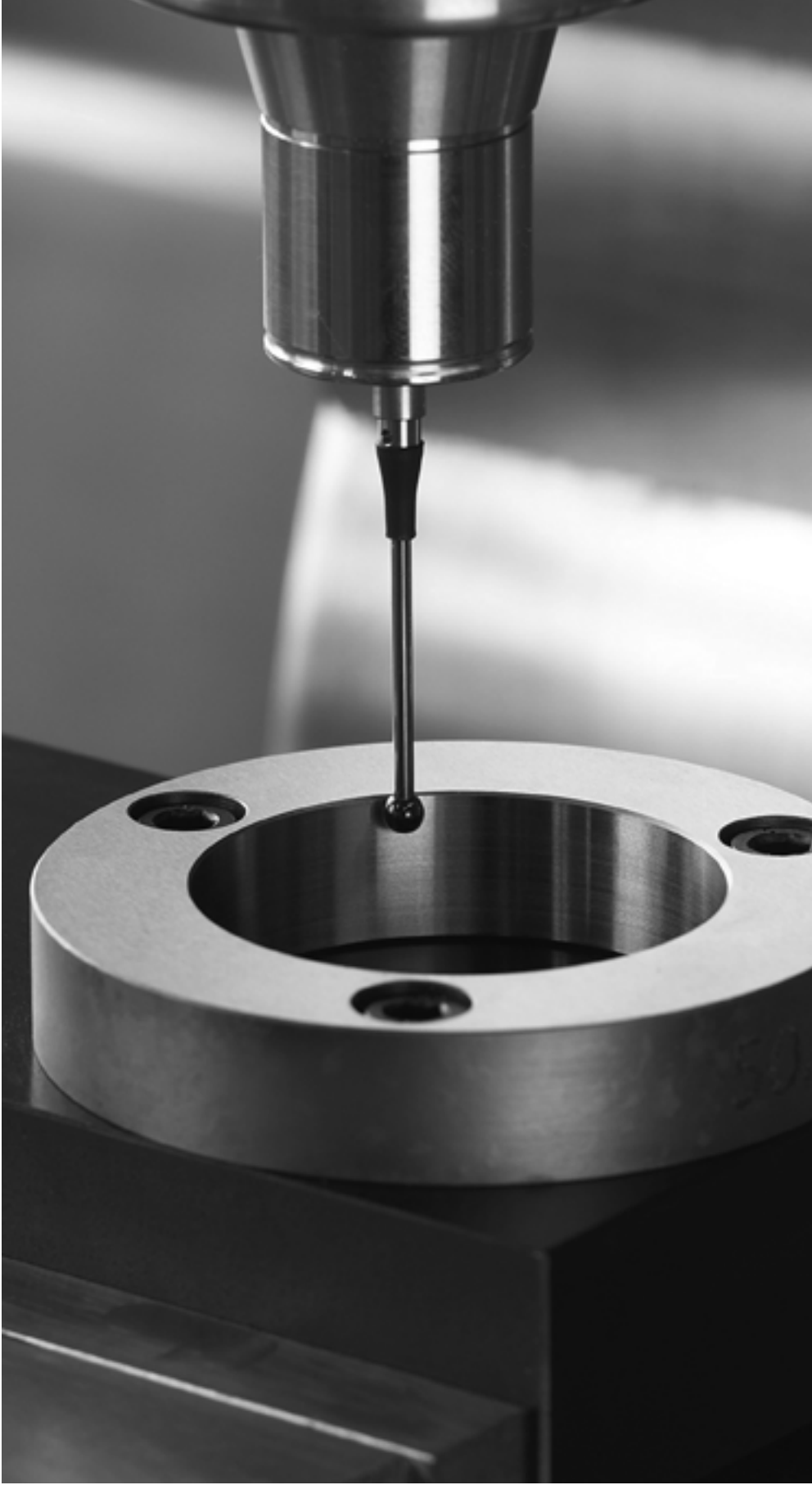
**Voraussetzung:**

Die Netzwerkkarte muss auf dem PC bereits installiert und funktionsfähig sein.

Wenn Sie den PC, mit dem Sie die iTNC verbinden wollen, bereits in ihrem Firmennetz eingebunden haben, sollten Sie die PC-Netzwerk-Adresse beibehalten und die Netzwerk-Adresse der TNC anpassen.

- ▶ Wählen Sie die Netzwerkeinstellungen über <Start>, <Einstellungen>, <Netzwerk- und DFÜ-Verbindungen>
- ▶ Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Symbol <LAN-Verbindung> und anschließend im angezeigten Menü auf <Eigenschaften>
- ▶ Doppelklicken Sie auf <Internetprotokoll (TCP/IP)> um die IP-Einstellungen (siehe Bild rechts oben) zu ändern
- ▶ Falls noch nicht aktiv, wählen Sie die Option <Folgende IP-Adresse verwenden>
- ▶ Geben Sie im Eingabefeld <IP-Adresse> dieselbe IP-Adresse ein, die Sie in der iTNC unter den PC-spezifischen Netzwerk-Einstellungen festgelegt haben, z.B. 160.1.180.1
- ▶ Geben Sie im Eingabefeld <Subnet Mask> 255.255.0.0 ein
- ▶ Bestätigen Sie die Einstellungen mit <OK>
- ▶ Speichern Sie die Netzwerk-Konfiguration mit <OK>, ggf. müssen Sie Windows jetzt neu starten





13

**Tastsystem-Zyklen in
den Betriebsarten
Manuell und El. Handrad**



13.1 Einführung

Übersicht

In der Betriebsart Manueller Betrieb stehen Ihnen folgende Funktionen zur Verfügung:

Funktion	Softkey	Seite
Wirksame Länge kalibrieren		Seite 445
Wirksamen Radius kalibrieren		Seite 446
Grunddrehung über eine Gerade ermitteln		Seite 448
Bezugspunkt-Setzen in einer wählbaren Achse		Seite 450
Ecke als Bezugspunkt setzen		Seite 451
Kreismittelpunkt als Bezugspunkt setzen		Seite 452
Verwaltung der Tastsystemdaten		Seite 452

Tastsystem-Zyklus wählen

- ▶ Betriebsart Manueller Betrieb oder El. Handrad wählen
 - ▶ Antastfunktionen wählen: Softkey ANTAST-FUNKTION drücken. Die TNC zeigt weitere Softkeys: Siehe Tabelle oben
 - ▶ Tastsystem-Zyklus wählen: z.B. Softkey ANTASTEN ROT drücken, die TNC zeigt am Bildschirm das entsprechende Menü an



13.2 Schaltendes Tastsystem kalibrieren

Einführung

Das Tastsystem müssen Sie kalibrieren bei

- Inbetriebnahme
- Taststift-Bruch
- Taststift-Wechsel
- Änderung des Antastvorschubs
- Unregelmäßigkeiten, beispielsweise durch Erwärmung der Maschine

Beim Kalibrieren ermittelt die TNC die „wirksame“ Länge des Taststifts und den „wirksamen“ Radius der Tastkugel. Zum Kalibrieren des 3D-Tastsystems spannen Sie einen Einstellring mit bekannter Höhe und bekanntem Innenradius auf den Maschinentisch.

Kalibrieren der wirksamen Länge

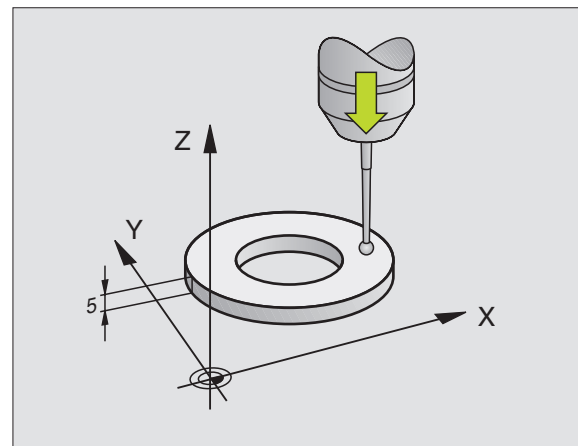


Die wirksame Länge des Tastsystems bezieht sich immer auf den Werkzeug-Bezugspunkt. In der Regel legt der Maschinenhersteller den Werkzeug-Bezugspunkt auf die Spindelnase.

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



- Kalibrier-Funktion für die Tastsystem-Länge wählen: Softkey ANTAST-FUNKTION und KAL. L drücken. Die TNC zeigt ein Menü-Fenster mit vier Eingabefeldern
- Bezugspunkt: Höhe des Einstellrings eingeben
- Menüpunkte Wirksamer Kugelradius und Wirksame Länge erfordern keine Eingabe
- Tastsystem dicht über die Oberfläche des Einstellrings fahren
- Wenn nötig Verfahrriichtung ändern: über Softkey oder Pfeiltasten wählen
- Oberfläche antasten: Externe START-Taste drücken



Wirksamen Radius kalibrieren und Tastsystem-Mittenversatz ausgleichen

Die Tastsystem-Achse fällt normalerweise nicht genau mit der Spindelachse zusammen. Die Kalibrier-Funktion erfasst den Versatz zwischen Tastsystem-Achse und Spindelachse und gleicht ihn rechnerisch aus.

Bei der Mittenversatz-Kalibrierung dreht die TNC das 3D-Tastsystem um 180°.

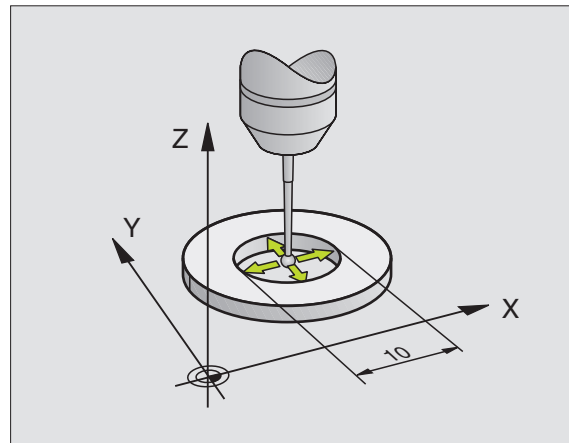
Wenn Sie die Tastsystem-Nachführung (TRACK) aktiviert haben, orientiert die TNC das Tastsystem so, dass immer mit der gleichen Stelle an der Tastkugel angetastet wird.

Gehen Sie beim manuellen Kalibrieren wie folgt vor:

- Tastkugel im Manuellen Betrieb in die Bohrung des Einstellrings positionieren



- Kalibrier-Funktion für den Tastkugel-Radius und den Tastsystem-Mittenversatz wählen: Softkey KAL. R drücken
- Radius des Einstellrings eingeben
- Antasten: 4x externe START-Taste drücken. Das 3D-Tastsystem tastet in jede Achsrichtung eine Position der Bohrung an und errechnet den wirksamen Tastkugel-Radius
- Wenn Sie die Kalibrierfunktion jetzt beenden möchten, dann Softkey ENDE drücken



Um den Tastkugel-Mittenversatz zu bestimmen, muss die TNC vom Maschinenhersteller vorbereitet sein. Maschinenhandbuch beachten!



- Tastkugel-Mittenversatz bestimmen: Softkey 180° drücken. Die TNC dreht das Tastsystem um 180°
- Antasten: 4 x externe START-Taste drücken. Das 3D-Tastsystem tastet in jede Achsrichtung eine Position in der Bohrung und errechnet den Tastsystem-Mittenversatz

Kalibrierwerte anzeigen

Die TNC speichert wirksame Länge und wirksamer Radius des Tastsystems in der Werkzeugtabelle. Den Tastsystem-Mittenversatzes speichert die TNC in der Tastsystem-Tabelle, in den Spalten CAL_OF1 (Hauptachse) und CAL_OF2 (Nebenachse). Um die gespeicherten Werte anzuzeigen, drücken Sie den Softkey Tastsystem-Tabelle.



Beachten Sie, dass Sie die richtige Werkzeug-Nummer aktiv haben, wenn Sie das Tastsystem verwenden, unabhängig davon, ob Sie einen Tastsystem-Zyklus im Automatik-Betrieb oder im Manuellen Betrieb abarbeiten wollen.

Die ermittelten Kalibrier-Werte werden erst nach einem (ggf. erneuten) Werkzeug Aufruf verrechnet.

Tabelle editieren

Progr. ausführen

Auswahl des Tastsystems

Daten: tnc:\table\tschprobe.tp Zeile: 0 >>

NO	TYPE	CAL_OF1	CAL_OF2	CAL_RNG	F	FMAX	DIST
1	TS120	+0	+0	0	500	+2000	25
2	TS120	+0	+0	0	500	+2000	10

ANFANG

ENDE

SEITE

SEITE

EDITIEREN

AUS EIN

SUCHEN

ENDE

H

S

T

DIAGNOSE



13.3 Werkstück-Schiefelage kompensieren

Einführung

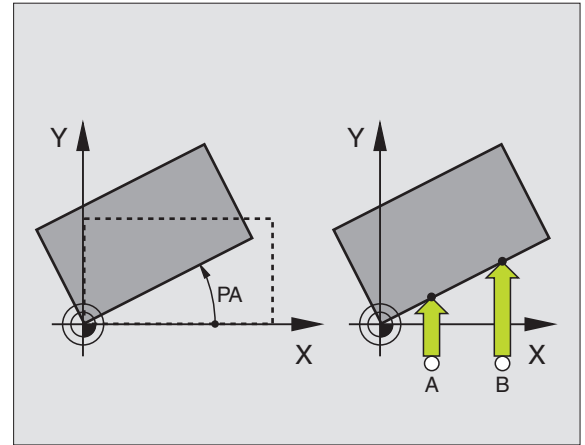
Eine schiefe Werkstück-Aufspannung kompensiert die TNC rechnerisch durch eine „Grunddrehung“.

Dazu setzt die TNC den Drehwinkel auf den Winkel, den eine Werkstückfläche mit der Winkelbezugsachse der Bearbeitungsebene einschließen soll. Siehe Bild rechts.



Antastrichtung zum Messen der Werkstück-Schiefelage immer senkrecht zur Winkelbezugsachse wählen.

Damit die Grunddrehung im Programmlauf richtig verrechnet wird, müssen Sie im ersten Verfahrssatz beide Koordinaten der Bearbeitungsebene programmieren.



Grunddrehung ermitteln



- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN ROT drücken
- ▶ Tastsystem in die Nähe des ersten Antastpunkts positionieren
- ▶ Antastrichtung senkrecht zur Winkelbezugsachse wählen: Achse und Richtung über Softkey wählen
- ▶ Antasten: Externe START-Taste drücken
- ▶ Tastsystem in die Nähe des zweiten Antastpunkts positionieren
- ▶ Antasten: Externe START-Taste drücken. Die TNC ermittelt die Grunddrehung und zeigt den Winkel hinter dem Dialog **Drehwinkel** = an
- ▶ Um den angezeigten Wert als Grunddrehung zu aktivieren, drücken Sie den Softkey GRUNDDREHUNG SETZEN

Grunddrehung anzeigen

Der Winkel der Grunddrehung steht nach erneutem Wählen von ANTASTEN ROT in der Drehwinkel-Anzeige. Die TNC zeigt den Drehwinkel auch in der zusätzlichen Statusanzeige an (STATUS POS.)

In der Status-Anzeige wird ein Symbol für die Grunddrehung eingeblendet, wenn die TNC die Maschinen-Achsen entsprechend der Grunddrehung verfährt.



In dem Eingabefeld **Winkel der Antastfläche** können Sie das Ergebniss der Messung um einen bekannten Winkel korrigieren. Dadurch können Sie die Grunddrehung an einer beliebigen Gerade messen und den Bezug zur gewünschten Ausrichtung herstellen.

Grunddrehung aufheben

- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN ROT drücken
- ▶ Drehwinkel „0“ eingeben, mit Taste ENT übernehmen
- ▶ Softkey GRUNDDREHUNG SETZEN drücken

The screenshot shows the 'Manueller Betrieb' (Manual Operation) screen of a TNC. The interface includes a top bar with 'Manueller Betrieb' and 'Programmieren'. Below this, there's a section for 'Grunddrehung' (Basic Turn) with a 'Drehwinkel' (Turn Angle) set to 0. A table lists measurement points for two axes. The main display area shows coordinates: X: +50.446, Y: +50.000, Z: +4.401, and C: +360.000. A status bar at the bottom shows 'IST' (Actual) and 'SOLL' (Desired) values for various parameters. On the right side, there are icons for 'M' (Machine), 'S' (Spindle), and 'T' (Tool), along with a 'DIAGNOSE' (Diagnosis) button. At the bottom, there are buttons for 'X+', 'X-', 'Y+', 'Y-', 'GRUNDDREHUNG SETZEN' (Set Basic Turn), and 'ENDE' (End).



13.4 Bezugspunkt-Setzen mit 3D-Tastsystemen

Einführung

Die Funktionen zum Bezugspunkt-Setzen am ausgerichteten Werkstück werden mit folgenden Softkeys gewählt:

- Bezugspunkt-Setzen in einer beliebigen Achse mit ANTASTEN POS
- Ecke als Bezugspunkt setzen mit ANTASTEN P
- Kreismittelpunkt als Bezugspunkt setzen mit ANTASTEN CC

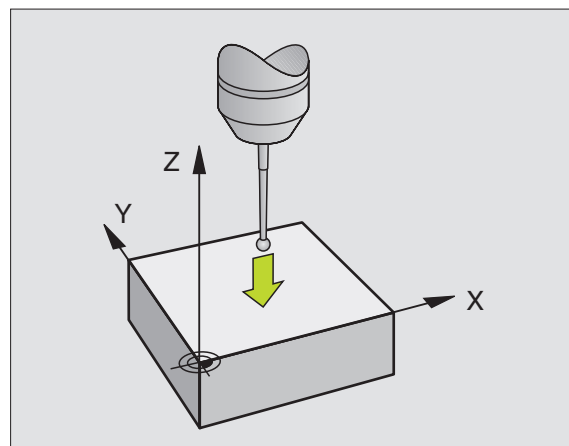


Beachten Sie, dass die TNC bei einer aktiven Nullpunkt-Verschiebung den angetasteten Wert immer auf den aktiven Preset (bzw. auf den zuletzt in der Betriebsart Manuell gesetzten Bezugspunkt) bezieht, obwohl in der Positions-Anzeige die Nullpunkt-Verschiebung verrechnet wird.

Bezugspunkt-Setzen in einer beliebigen Achse (siehe Bild rechts)



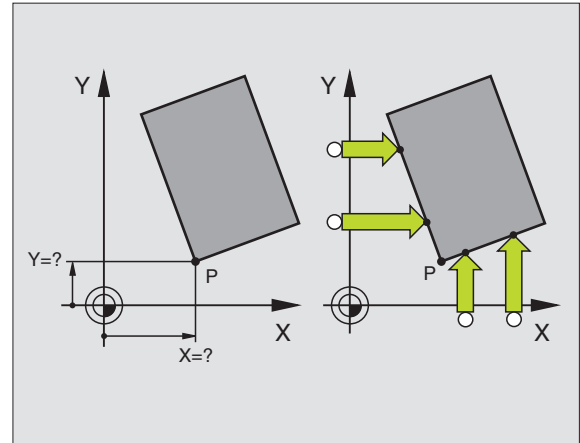
- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN POS drücken
- ▶ Tastsystem in die Nähe des Antastpunkts positionieren
- ▶ Antastrichtung und gleichzeitig Achse wählen, für die der Bezugspunkt gesetzt wird, z.B. Z in Richtung Z-antasten: Über Softkey wählen
- ▶ Antasten: Externe START-Taste drücken
- ▶ **Bezugspunkt:** Soll-Koordinate (z.B. 0) eingeben, mit Softkey BEZUGSP. SETZEN übernehmen
- ▶ Antast-Funktion beenden: Taste END drücken



Ecke als Bezugspunkt – Punkte übernehmen, die für Grunddrehung angetastet wurden (siehe Bild rechts)



- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN P drücken
- ▶ Antastrichtung wählen: Über Softkey wählen
- ▶ Antasten: Externe START-Taste drücken
- ▶ Beide Werkstück-Kanten zweimal antasten
- ▶ Antasten: Externe START-Taste drücken
- ▶ **Bezugspunkt:** Beide Koordinaten des Bezugspunkts im Menüfenster eingeben, mit Softkey BEZUGSP. SETZEN übernehmen
- ▶ Antast-Funktion beenden: Taste END drücken



Kreismittelpunkt als Bezugspunkt

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

Innenkreis:

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

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

- Tastkugel ungefähr in die Kreismitte positionieren

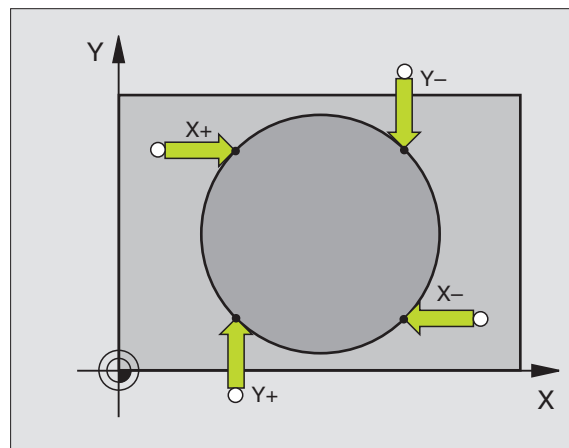
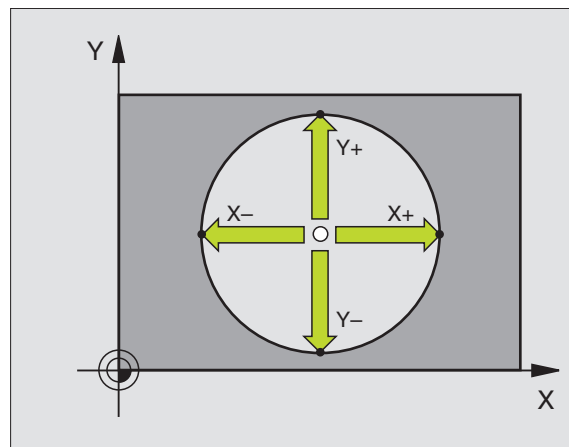


- Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN CC wählen
- Antasten: Externe START-Taste viermal drücken. Das Tastsystem tastet nacheinander 4 Punkte der Kreis-Innenwand an
- **Bezugspunkt:** Im Menüfenster beide Koordinaten des Kreismittelpunkts eingeben, mit Softkey BEZUGSP. SETZEN übernehmen
- Antastfunktion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

Außenkreis:

- Tastkugel in die Nähe des ersten Antastpunkts außerhalb des Kreises positionieren
- Antastrichtung wählen: Entsprechenden Softkey wählen
- Antasten: Externe START-Taste drücken
- Antastvorgang für die übrigen 3 Punkte wiederholen. Siehe Bild rechts unten
- **Bezugspunkt:** Koordinaten des Bezugspunkts eingeben, mit Softkey BEZUGSP. SETZEN übernehmen
- Antast-Funktion beenden: Taste END drücken

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



13.5 Werkstücke vermessen mit 3D-Tastsystemen

Einführung

Sie können das Tastsystem in den Betriebsarten Manuell und El. Handrad auch verwenden, um einfache Messungen am Werkstück durchzuführen. Für komplexere Messaufgaben stehen zahlreiche programmierbare Antast-Zyklen zur Verfügung (siehe „Werkstücke automatisch vermessen“ auf Seite 458). Mit dem 3D-Tastsystem bestimmen Sie:

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

Koordinate einer Position am ausgerichteten Werkstück bestimmen



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

Die TNC zeigt die Koordinate des Antastpunkts als Bezugspunkt an.

Koordinaten eines Eckpunktes in der Bearbeitungsebene bestimmen

Koordinaten des Eckpunktes bestimmen: Siehe „Ecke als Bezugspunkt – Punkte übernehmen, die für Grunddrehung angetastet wurden (siehe Bild rechts)“, Seite 451. Die TNC zeigt die Koordinaten der angetasteten Ecke als Bezugspunkt an.



Werkstückmaße bestimmen



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

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

Positionsanzeige wieder auf Werte vor der Längenmessung setzen

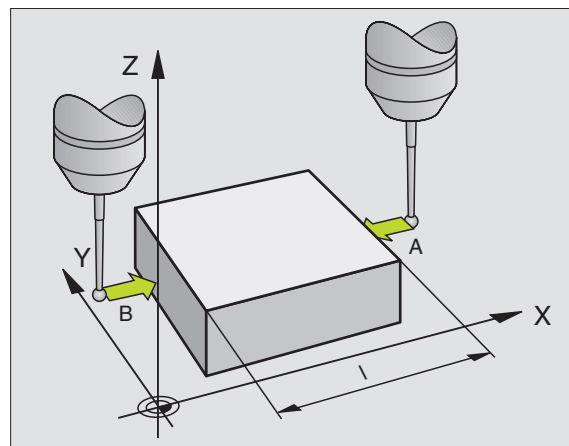
- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN POS drücken
- ▶ Ersten Antastpunkt erneut antasten
- ▶ Bezugspunkt auf notierten Wert setzen
- ▶ Dialog abbrechen: Taste END drücken

Winkel messen

Mit einem 3D-Tastsystem können Sie einen Winkel in der Bearbeitungsebene bestimmen. Gemessen wird der

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

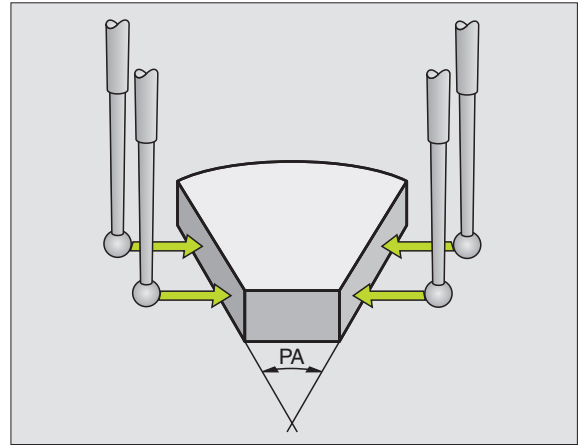
Der gemessene Winkel wird als Wert von maximal 90° angezeigt.



Winkel zwischen der Winkelbezugsachse und einer Werkstück-Kante bestimmen

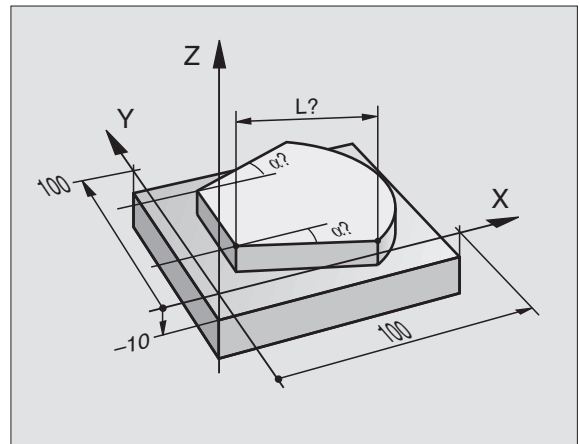


- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN ROT drücken
- ▶ Drehwinkel: Angezeigten Drehwinkel notieren, falls Sie die zuvor durchgeführte Grunddrehung später wieder herstellen möchten
- ▶ Grunddrehung mit der zu vergleichenden Seite durchführen (siehe „Werkstück-Schiefelage kompensieren“ auf Seite 448)
- ▶ Mit Softkey ANTASTEN ROT den Winkel zwischen Winkelbezugsachse und Werkstückkante als Drehwinkel anzeigen lassen
- ▶ Grunddrehung aufheben oder ursprüngliche Grunddrehung wieder herstellen
- ▶ Drehwinkel auf notierten Wert setzen



Winkel zwischen zwei Werkstück-Kanten bestimmen

- ▶ Antastfunktion wählen: Softkey ANTASTEN ROT drücken
- ▶ Drehwinkel: Angezeigten Drehwinkel notieren, falls Sie die zuvor durchgeführte Grunddrehung wieder herstellen möchten
- ▶ Grunddrehung für die erste Seite durchführen (siehe „Werkstück-Schiefelage kompensieren“ auf Seite 448)
- ▶ Zweite Seite ebenfalls wie bei einer Grunddrehung antasten, Drehwinkel hier nicht auf 0 setzen!
- ▶ Mit Softkey ANTASTEN ROT Winkel PA zwischen den Werkstück-Kanten als Drehwinkel anzeigen lassen
- ▶ Grunddrehung aufheben oder ursprüngliche Grunddrehung wieder herstellen: Drehwinkel auf notierten Wert setzen



13.6 Verwaltung der Tastsystem-Daten

Einführung

Um einen möglichst großen Anwendungsbereich an Messaufgaben abdecken zu können, stehen Ihnen in der Tastsystem-Tabelle mehrere Einstellmöglichkeiten zur Verfügung, die das grundsätzliche Verhalten der Tastsystem-Zyklen festlegen. Drücken Sie den Softkey TAST-SYSTEM TABELLE um die Tabelle für die Tastsystem-Verwaltung zu öffnen.

Tastsystem-Tabelle: Tastsystem-Daten

Abk.	Eingaben	Dialog
T	Nummer des Tastsystems: Diese Nummer tragen Sie in der Werkzeugtabelle (Spalte: TP_NO) unter der entsprechenden Werkzeugnummer ein	–
TYPE	Auswahl des verwendeten Tastsystemes	Auswahl des Tastsystems?
CAL_OF1	Versatz von Tastsystem-Achse zu Spindelachse in der Hauptachse	TS-Mittenversatz Hauptachse?
CAL_OF2	Versatz von Tastsystem-Achse zu Spindelachse in der Nebenachse	TS-Mittenversatz Nebenachse?
CAL_ANG	Die TNC orientiert das Tastsystem vor dem Kalibrieren bzw. Antasten auf den Orientierungswinkel (falls Orientierung möglich)	Spindelwinkel beim Kalibrieren?
F	Vorschub, mit dem die TNC das Werkstück antasten soll	Antast-Vorschub?
FMAX	Vorschub, mit dem das Tastsystem vorpositioniert, bzw. zwischen den Messpunkten positioniert wird	Eilgang im Antast-Zyklus?
DIST	Wird der Taststift innerhalb des definierten Wertes nicht ausgelenkt wird, gibt die TNC eine Fehlermeldung aus	Maximaler Messweg?
SET_UP	Sicherheits-Abstand für die Vorpositionierung bei Antast-Zyklen	Sicherheits-Abstand?
F_PREPOS	Vorpositionieren mit Geschwindigkeit aus FMAX: FMAX_PROBE Vopositionieren mit Maschineneilgang: FMAX_MACHINE	Vorposition. mit Eilgang?
TRACK	Spindel-Orientierung durchführen (das Tastsystem wird jeweils so orientiert, dass immer mit der gleichen Stelle an der Tastkugel angetastet wird)	Tastsystem orientieren?

Tastsystem-Tabellen editieren

Die Tastsystem-Tabelle hat den Datei-Namen tchprobe.tp und muss im Verzeichnis „table“ gespeichert sein.

Tastsystem-Tabelle tchprobe.tp öffnen:

- ▶ Betriebsart Manueller Betrieb wählen
 - ▶ Softkey ANTAST-FUNKTION drücken
- ▶ Tastsystem-Tabelle wählen: Softkey TASTSYSTEM-TABELLE drücken
- ▶ Softkey EDITIEREN AUF „EIN“ setzen



Tabelle editieren								Programmieren	
Auswahl des Tastsystems									
Datei: tnc:\table\tchprobe.tp				Zeile: 0				>>	
NO	TYPE	CAL_OF1	CAL_OF2	CAL_RNG	F	FMAX	DIST		
1	TS120	+0	+0	0	500	+2000	25		
2	TS120	+0	+0	0	500	+2000	10		

ANFANG

ENDE

SEITE

SEITE

EDITIEREN

AUS

EIN

SUCHEN

ENDE



13.7 Werkstücke automatisch vermessen

Übersicht

Die TNC stellt drei Zyklen zur Verfügung, mit denen Sie Werkstücke automatisch vermessen bzw.den Bezugspunkt setzen können. Zum definieren der Zyklen, drücken Sie in der Betriebsart Programmieren bzw. Positionieren mit Handeingabe die Taste TOUCH PROBE.

Zyklus	Softkey
0 BEZUGSEBENE Messen einer Koordinate in einer wählbaren Achse	
1 BEZUGSEBENE POLAR Messen eines Punktes, Antastrichtung über Winkel	
3 MESSEN Lage und Durchmesser einer Bohrung messen	

Bezugssystem für Messergebnisse

Die TNC gibt alle Messergebnisse in die Ergebnis-Parameter und in die Protokolldatei im aktiven - also ggf. im verschobenen oder/und gedrehtem/geschwenktem - Koordinatensystem aus.



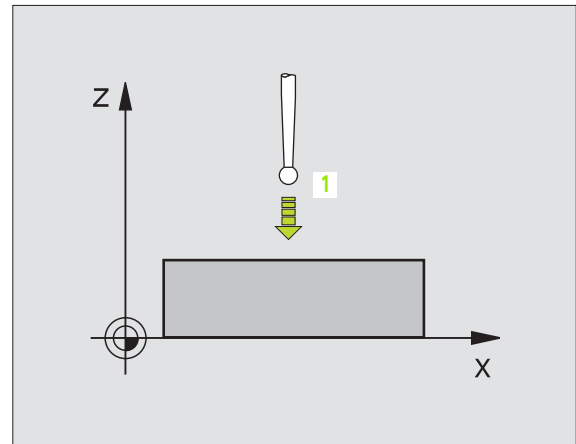
BEZUGSEBENE Tastsystem-Zyklus 0

- 1 Das Tastsystem fährt in einer 3D-Bewegung mit Eilvorschub die im Zyklus programmierte Vorposition **1** an
- 2 Anschließend führt das Tastsystem den Antast-Vorgang mit Antast-Vorschub durch. Die Antast-Richtung ist im Zyklus festzulegen
- 3 Nachdem die TNC die Position erfasst hat, fährt das Tastsystem zurück auf den Startpunkt des Antast-Vorgangs und speichert die gemessene Koordinate in einem Q-Parameter ab. Zusätzlich speichert die TNC die Koordinaten der Position, an der sich das Tastsystem zum Zeitpunkt des Schaltsignals befindet, in den Parametern Q115 bis Q119 ab. Für die Werte in diesen Parametern berücksichtigt die TNC Taststiftlänge und -radius nicht



Beachten Sie vor dem Programmieren

Tastsystem so vorpositionieren, dass eine Kollision beim Anfahren der programmierten Vorposition vermieden wird.





- ▶ **Parameter-Nr. für Ergebnis:** Nummer des Q-Parameters eingeben, dem der Wert der Koordinate zugewiesen wird
- ▶ **Antast-Achse/Antast-Richtung:** Antast-Achse mit Achswahl-Taste oder über die ASCII-Tastatur und Vorzeichen für Antastrichtung eingeben. Mit Taste ENT bestätigen
- ▶ **Positions-Sollwert:** Über die Achswahl-Tasten oder über die ASCII-Tastatur alle Koordinaten für das Vorpositionieren des Tastsystems eingeben
- ▶ Eingabe abschließen: Taste ENT drücken

Beispiel: NC-Sätze

```
67 TCH PROBE 0.0 BEZUGSEBENE Q5 X-
```

```
68 TCH PROBE 0.1 X+5 Y+0 Z-5
```

BEZUGSEBENE Polar Tastsystem-Zyklus 1

Der Tastsystem-Zyklus 1 ermittelt in einer beliebigen Antast-Richtung eine beliebige Position am Werkstück.

- 1 Das Tastsystem fährt in einer 3D-Bewegung mit Eilvorschub die im Zyklus programmierte Vorposition **1** an
- 2 Anschließend führt das Tastsystem den Antast-Vorgang mit Antast-Vorschub durch. Beim Antastvorgang verfährt die TNC gleichzeitig in 2 Achsen (abhängig vom Antast-Winkel) Die Antast-Richtung ist über Polarwinkel im Zyklus festzulegen
- 3 Nachdem die TNC die Position erfasst hat, fährt das Tastsystem zurück auf den Startpunkt des Antast-Vorgangs. Die Koordinaten der Position, an der sich das Tastsystem zum Zeitpunkt des Schaltsignals befindet, speichert die TNC in den Parametern Q115 bis Q119.

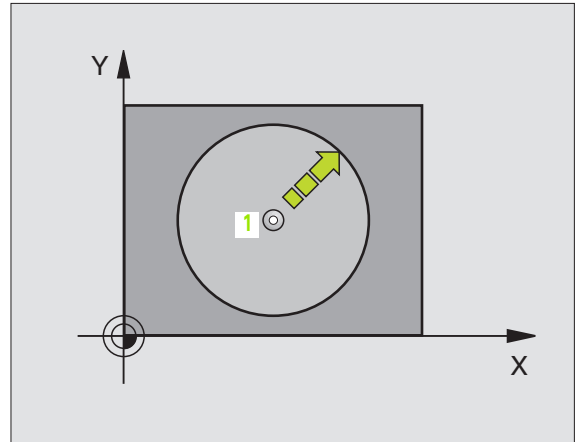


Beachten Sie vor dem Programmieren

Tastsystem so vorpositionieren, dass eine Kollision beim Anfahren der programmierten Vorposition vermieden wird.



- **Antast-Achse:** Antast-Achse mit Achswahl-Taste oder über die ASCII-Tastatur eingeben. Mit Taste ENT bestätigen
- **Antast-Winkel:** Winkel bezogen auf die Antast-Achse, in der das Tastsystem verfahren soll
- **Positions-Sollwert:** Über die Achswahl-Tasten oder über die ASCII-Tastatur alle Koordinaten für das Vorpositionieren des Tastsystems eingeben
- Eingabe abschließen: Taste ENT drücken



Beispiel: NC-Sätze

```
67 TCH PROBE 1.0 BEZUGSEBENE POLAR
```

```
68 TCH PROBE 1.1 X WINKEL: +30
```

```
69 TCH PROBE 1.2 X+5 Y+0 Z-5
```



MESSEN (Tastsystem-Zyklus 3)

Der Tastsystem-Zyklus 3 ermittelt in einer wählbaren Antast-Richtung eine beliebige Position am Werkstück. Im Gegensatz zu anderen Messzyklen, können Sie im Zyklus 3 den Messweg und den Messvorschub direkt eingeben. Auch der Rückzug nach Erfassung des Messwertes erfolgt um einen einstellbaren Wert.

- 1 Das Tastsystem fährt von der aktuellen Position aus mit dem eingegebenem Vorschub in die festgelegte Antast-Richtung. Die Antast-Richtung ist über Polarwinkel im Zyklus festzulegen
- 2 Nachdem die TNC die Position erfasst hat, stoppt das Tastsystem. Die Koordinaten des Tastkugel-Mittelpunktes X, Y, Z, speichert die TNC in drei aufeinanderfolgenden Q-Parametern ab. Die Nummer des ersten Parameters definieren Sie im Zyklus
- 3 Abschließend fährt die TNC das Tastsystem um den Wert entgegen der Antast-Richtung zurück, die Sie im Parameter **MB** definiert haben



Beachten Sie vor dem Programmieren

Maximalen Rückzugsweg **MB** nur so groß eingeben, dass keine Kollision erfolgen kann.

Wenn die TNC keinen gültigen Antastpunkt ermitteln konnte, enthält der 4. Ergebnis-Parameter den Wert -1.



- ▶ **Parameter-Nr. für Ergebnis:** Nummer des Q-Parameters eingeben, dem die TNC den Wert der ersten Koordinate (X) zuweisen soll
- ▶ **Antast-Achse:** Hauptachse der Bearbeitungsebene eingeben (X bei Werkzeug-Achse Z, Z bei Werkzeug-Achse Y und Y bei Werkzeug-Achse X), mit Taste ENT bestätigen
- ▶ **Antast-Winkel:** Winkel bezogen auf die Antast-Achse, in der das Tastsystem verfahren soll, mit Taste ENT bestätigen
- ▶ **Maximaler Messweg:** Verfahrweg eingeben, wie weit das Tastsystem vom Startpunkt aus verfahren soll, mit Taste ENT bestätigen
- ▶ **Vorschub Messen:** Messvorschub in mm/min eingeben
- ▶ **Maximaler Rückzugsweg:** Verfahrweg entgegen der Antast-Richtung, nachdem der Taststift ausgelenkt wurde
- ▶ **BEZUGSSYSTEM (0=IST/1=REF):** Festlegen, ob das Messergebnis im aktuellen Koordinatensystem (IST) oder bezogen auf das Maschinen-Koordinatensystem (REF) abgelegt werden soll
- ▶ Eingabe abschließen: Taste ENT drücken

Beispiel: NC-Sätze

5 TCH PROBE 3.0 MESSEN

6 TCH PROBE 3.1 Q1

7 TCH PROBE 3.2 X WINKEL: +15

8 TCH PROBE

3.3 ABST +10 F100 MB:1 BEZUGSSYSTEM:0

MOVE	.H	0
125852	.D	1276
REIECK	.H	22
	.H	90
ONTUR	.H	472 S
REIS1	.H	76
REIS31XY	.H	76
DEL	.H	416
ADRAT	.H	90
10	.I	22
WAHL	.PNT	16
Datei(en) 3716000 kbyte frei		

14

Tabellen und
Übersichten



14.1 Maschinenspezifische Anwenderparameter

Anwendung

Um die Einstellung maschinenspezifischer Funktionen für den Anwender zu ermöglichen, kann Ihr Maschinenhersteller definieren, welche Maschinen-Parameter als Anwender-Parameter zur Verfügung stehen.



Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Die Eingabe der Parameter-Werte erfolgt über den sogenannten **Konfigurations-Editor**.

Jedes Parameter-Objekt trägt einen Namen (z.B. CfgDisplayLanguage), der auf die Funktion der darunterliegenden Parameter schließen lässt.

Zur eindeutigen Identifizierung besitzt jedes Objekt einen sogenannten "Key".

Konfigurations- Editor aufrufen

- ▶ Betriebsart **Programmieren** auswählen
- ▶ Taste **MOD** betätigen
- ▶ Schlüsselzahl **123** eingeben
- ▶ Mit dem Softkey **ENDE** verlassen Sie den Konfigurations-Editor

Am Anfang jeder Zeile des Parameter-Baums wird ein Icon angezeigt, das Zusatzinformationen zu dieser Zeile liefert. Die Icons haben folgende Bedeutung:

- Zweig vorhanden aber zugeklappt
- Zweig aufgeklappt
- leeres Objekt, nicht aufklappbar
- initialisierter Maschinen-Parameter
- nicht initialisierter (optionaler) Maschinen-Parameter
- lesbar aber nicht editierbar
- nicht lesbar und nicht editierbar

Hilfetext anzeigen

Mit der Taste **HELP** kann zu jedem Parameterobjekt bzw. Attribut ein Hilfetext angezeigt werden.

Hat der Hilfetext nicht auf einer Seite Platz (oben rechts steht dann z.B. 1/2), dann kann mit dem Softkey **HILFE BLÄTTERN** auf die zweite Seite geschaltet werden.

Ein erneutes Drücken der Taste **HELP** schaltet den Hilfetext wieder aus.

Zusätzlich zum Hilfetext werden weitere Informationen angezeigt, wie z.B. die Masseinheit, ein Initialwert, eine Auswahl usw. Wenn der angewählte Maschinen-Parameter einem Parameter in der TNC entspricht, dann wird auch die entsprechende MP-Nummer angezeigt.

Display Settings	
Einstellung für Bildschirmanzeige	CfgDisplayData
Reihenfolge der angezeigten Achsen	0: (Keyname der Achse z.B. X) 1: 2: 3:
Einstellung für Bildschirmanzeige	Art der Positions-Anzeige im Positionierfenster: Art der Positions-Anzeige in der Status-Anzeige: Definition Dezimal-Trennzeichen für Positionsanzeige: Anzeige des Vorschubs in BA Manueller Betrieb/El. Handrad: Anzeige der Spindel-Position in der Positions-Anzeige:
Anzeigeschritt für die einzelnen Achsen	CfgPosDisplayPace Anzeigeschritt für Positionsanzeige in mm bzw. Grad: Anzeigeschritt für Positionsanzeige in Inch:
Definition der für die Anzeige gültigen Masseinheiten	CfgUnitOfMeasure Masseinheit für Anzeige und Bediener Interface:
Format der NC-Programme und Zyklenanzeige	CfgProgramMode Programm-Eingabe: Darstellung der Zyklen:
Einstellung der NC- und PLC-Dialoge	CfgDisplayLanguage (MP7230) NC-Dialogsprache: PLC-Dialogsprache: PLC-Fehlermeldungssprache: Hilfe-Sprache:
Verhalten beim Steuerungshochlauf	CfgStartupData Meldung „Strom-Unterbrechung“ quittieren:



Display Settings	
Format der NC-Programme und Zyklenanzeige	CfgProgramMode Programm-Eingabe im HEIDENHAIN Klartext oder in DIN/ISO: Darstellung der Zyklen:
Pfadangaben für den Endanwender	
Liste mit Laufwerken und/oder Verzeichnissen	CfgUserPath Anzeigeschritt für Positionsanzeige in mm bzw. Grad: Anzeigeschritt für Positionsanzeige in Inch:
Weltzeit (Greenwich Time)	
Zeitverschiebung zur Weltzeit	CfgSystemTime Zeitverschiebung zur Weltzeit (h):
Pfadangabe für Tabellen	
ZEROSHIFT	Symbolische Tabellennamen für Zugriff über SQL-Befehle:
Einstellungen für den NC-Editor	
Einstellungen für den NC-Editor	CfgEditorSettings Backup-Datei erzeugen: Verhalten des Cursors nach dem Löschen von Zeilen: Verhalten des Cursors bei der ersten bzw. letzten Zeile: Zeilenumbruch bei mehrzeiligen Sätzen: Hilfe aktivieren: Verhalten der Softkeyleiste nach einer Zyklus-Eingabe: Sicherheitsabfrage bei Block löschen:
NcChannel	
Verhalten der programmierbaren Fehler FN14: ERROR	CfgNcErrorReaction Warning-Level des Kanals:
Festlegung für die Speicherung von Q/QS-Parametern	CfgNcPgmParState Persistente Speicherung der Q-/QS-Parameter: Name des aktuellen Q-/QS-Parametersatzes:



serialInterfaceRS232	
Zum seriellen Port gehörender Datensatz	CfgSerialPorts
	Keyname des Datensatzes für die RS232-Schnittstelle:
	Datenübertragungsrate für LSV2-Kommunikation in Baud:
Definition von Datensätzen für die seriellen Ports	
RS232	Datenübertragungsrate in Baud:
	Datenübertragungsprotokoll:
	Datenbits in jedem übertragenen Zeichen:
	Art der Paritätsprüfung:
	Anzahl Stopp-Bits:
	Art des Handshake festlegen:
	Dateisystem für Dateioperation über serielle Schnittstelle:
	Block Check Character (BCC) kein Steuerzeichen:
	Zustand der RTS-Leitung:
	Verhalten nach dem Empfang von ETX definieren:



14.2 Steckerbelegung und Anschlusskabel für Datenschnittstellen

Schnittstelle V.24/RS-232-C HEIDEHAIN-Geräte



Die Schnittstelle erfüllt EN 50 178 „Sichere Trennung vom Netz“.

Bei Verwendung des 25-poligen Adapterblocks:

TNC		VB 365 725-xx			Adapterblock 310 085-01		VB 274 545-xx		
Stift	Belegung	Buchse	Farbe	Buchse	Stift	Buchse	Stift	Farbe	Buchse
1	nicht belegen	1		1	1	1	1	weiß/braun	1
2	RXD	2	gelb	3	3	3	3	gelb	2
3	TXD	3	grün	2	2	2	2	grün	3
4	DTR	4	braun	20	20	20	20	braun	8
5	Signal GND	5	rot	7	7	7	7	rot	7
6	DSR	6	blau	6	6	6	6		6
7	RTS	7	grau	4	4	4	4	grau	5
8	CTR	8	rosa	5	5	5	5	rosa	4
9	nicht belegen	9					8	violett	20
Geh.	Außenschirm	Geh.	Außenschirm	Geh.	Geh.	Geh.	Geh.	Außenschirm	Geh.

Bei Verwendung des 9-poligen Adapterblocks:

TNC		VB 355 484-xx			Adapterblock 363 987-02		VB 366 964-xx		
Stift	Belegung	Buchse	Farbe	Stift	Buchse	Stift	Buchse	Farbe	Buchse
1	nicht belegen	1	rot	1	1	1	1	rot	1
2	RXD	2	gelb	2	2	2	2	gelb	3
3	TXD	3	weiß	3	3	3	3	weiß	2
4	DTR	4	braun	4	4	4	4	braun	6
5	Signal GND	5	schwarz	5	5	5	5	schwarz	5
6	DSR	6	violett	6	6	6	6	violett	4
7	RTS	7	grau	7	7	7	7	grau	8
8	CTR	8	weiß/grün	8	8	8	8	weiß/grün	7
9	nicht belegen	9	grün	9	9	9	9	grün	9
Geh.	Außenschirm	Geh.	Außenschirm	Geh.	Geh.	Geh.	Geh.	Außenschirm	Geh.



Fremdgeräte

Die Stecker-Belegung am Fremdgerät kann erheblich von der Stecker-Belegung eines HEIDENHAIN-Gerätes abweichen.

Sie ist vom Gerät und der Übertragungsart abhängig. Entnehmen Sie bitte die Steckerbelegung des Adapter-Blocks der untenstehenden Tabelle.

Adapterblock 363 987-02		VB 366 964-xx		
Buchse	Stift	Buchse	Farbe	Buchse
1	1	1	rot	1
2	2	2	gelb	3
3	3	3	weiß	2
4	4	4	braun	6
5	5	5	schwarz	5
6	6	6	violett	4
7	7	7	grau	8
8	8	8	weiß/grün	7
9	9	9	grün	9
Geh.	Geh.	Geh.	Außen-schirm	Geh.

Ethernet-Schnittstelle RJ45-Buchse

Maximale Kabellänge:

- Ungeschirmt: 100 m
- Geschirmt: 400 m

Pin	Signal	Beschreibung
1	TX+	Transmit Data
2	TX–	Transmit Data
3	REC+	Receive Data
4	frei	
5	frei	
6	REC–	Receive Data
7	frei	
8	frei	



14.3 Technische Information

Symbolerklärung

- Standard
- Achs-Option

Benutzer-Funktionen	
Kurzbeschreibung	■ Grundauführung: 3 Achsen plus Spindel ● 1. Zusatzachse für 4 Achsen und unregelmäßige oder geregelte Spindel ● 2. Zusatzachse für 5 Achsen und unregelmäßige Spindel
Programm-Eingabe	Im HEIDENHAIN-Klartext-Dialog
Positions-Angaben	■ Soll-Positionen für Geraden und Kreise in rechtwinkligen Koordinaten oder Polarkoordinaten ■ Maßangaben absolut oder inkremental ■ Anzeige und Eingabe in mm oder inch
Werkzeug-Korrekturen	■ Werkzeug-Radius in der Bearbeitungsebene und Werkzeug-Länge ■ Radiuskorrigierte Kontur bis zu 99 Sätze vorausberechnen (M120)
Werkzeug-Tabellen	Mehrere Werkzeug-Tabellen mit beliebig vielen Werkzeugen
Konstante Bahngeschwindigkeit	■ Bezogen auf die Werkzeug-Mittelpunktsbahn ■ Bezogen auf die Werkzeugschneide
Parallelbetrieb	Programm mit grafischer Unterstützung erstellen, während ein anderes Programm abgearbeitet wird
Konturelemente	■ Gerade ■ Fase ■ Kreisbahn ■ Kreismittelpunkt ■ Kreisradius ■ Tangential anschließende Kreisbahn ■ Ecken-Runden
Anfahren und Verlassen der Kontur	■ Über Gerade: tangential oder senkrecht ■ Über Kreis
Freie Konturprogrammierung FK	■ Freie Konturprogrammierung FK im HEIDENHAIN-Klartext mit grafischer Unterstützung für nicht NC-gerecht bemaßte Werkstücke
Programmsprünge	■ Unterprogramme ■ Programmteil-Wiederholung ■ Beliebige Programm als Unterprogramm



Benutzer-Funktionen	
Bearbeitungs-Zyklen	■ Bohrzyklen zum Bohren, Tiefbohren, Reiben, Ausdrehen, Senken Gewindebohren mit und ohne Ausgleichsfutter ■ Zyklen zum Fräsen von Innen- und Außengewinden ■ Rechteck- und Kreistasche schruppen und schlichten ■ Zyklen zum Abzeilen ebener und schiefwinkliger Flächen ■ Zyklen zum Fräsen gerader und kreisförmiger Nuten ■ Punktemuster auf Kreis und Linien ■ Konturtasche konturparallel ■ Zusätzlich können Herstellerzyklen – spezielle vom Maschinenhersteller erstellte Bearbeitungszyklen – integriert werden
Koordinaten-Umrechnung	■ Verschieben, Drehen, Spiegeln, Maßfaktor (achsspezifisch)
Q-Parameter Programmieren mit Variablen	■ Mathematische Funktionen =, +, -, *, /, $\sin \alpha$, $\cos \alpha$ $\sqrt{a^2 + b^2}$, $\sqrt{a}$ ■ Logische Verknüpfungen (=, $\neq$, <, >) ■ Klammerrechnung ■ $\tan \alpha$, arcus sin, arcus cos, arcus tan, a^n, e^n, ln, log, Absolutwert einer Zahl, Konstante π, Negieren, Nachkommastellen oder Vorkommastellen abschneiden ■ Funktionen zur Kreisberechnung
Programmierhilfen	■ Taschenrechner ■ Vollständige Liste aller anstehenden Fehlermeldungen ■ Kontextsensitive Hilfe-Funktion bei Fehlermeldungen ■ Grafische Unterstützung beim Programmieren von Zyklen ■ Kommentar-Sätze im NC-Programm
Teach-In	■ Ist-Positionen werden direkt ins NC-Programm übernommen
Test-Grafik Darstellungsarten	■ Grafische Simulation des Bearbeitungsablaufs auch wenn ein anderes Programm abgearbeitet wird ■ Draufsicht / Darstellung in 3 Ebenen / 3D-Darstellung ■ Ausschnitt-Vergrößerung
Programmier-Grafik	■ In der Betriebsart „Programm-Einspeichern“ werden die eingegebenen NC-Sätze mitgezeichnet (2D-Strich-Grafik) auch wenn ein anderes Programm abgearbeitet wird
Bearbeitungs-Grafik Darstellungsarten	■ Grafische Darstellung des abgearbeiteten Programms in Draufsicht / Darstellung in 3 Ebenen / 3D-Darstellung
Bearbeitungszeit	■ Berechnen der Bearbeitungszeit in der Betriebsart „Programm-Test“ ■ Anzeige der aktuellen Bearbeitungszeit in den Programmlauf-Betriebsarten
Wiederanfahren an die Kontur	■ Satzvorlauf zu einem beliebigen Satz im Programm und Anfahren der errechneten Soll-Position zum Fortführen der Bearbeitung ■ Programm unterbrechen, Kontur verlassen und wieder anfahren
Nullpunkt-Tabellen	■ Mehrere Nullpunkt-Tabellen zum Speichern werkstückbezogener Nullpunkte



Benutzer-Funktionen	
Tastsystem-Zyklen	■ Tastsystem kalibrieren ■ Werkstück-Schiefelage manuell und automatisch kompensieren ■ Bezugspunkt manuell und automatisch setzen ■ Werkstücke automatisch vermessen ■ Zyklen zur automatischen Werkzeugvermessung
Technische-Daten	
Komponenten	■ Hauptrechner mit TNC-Bedienfeld und integriertem TFT-Farb-Flachbildschirm 15,1 Zoll mit Softkeys
Programm-Speicher	■ 10 MByte (auf Compact Flash-Speicherkarte CFR)
Eingabefeinheit und Anzeigeschritt	■ bis 0,1 µm bei Linearachsen ■ bis 0,000 1° bei Winkelachsen
Eingabebereich	■ Maximum 999 999 999 mm bzw. 999 999 999°
Interpolation	■ Gerade in 4 Achsen ■ Kreis in 2 Achsen ■ Schraubenlinie: Überlagerung von Kreisbahn und Gerade
Satzverarbeitungszeit 3D-Gerade ohne Radiuskorrektur	■ 6 ms (3D-Gerade ohne Radiuskorrektur)
Achsregelung	■ Lageregelfeinheit: Signalperiode des Positionsmessgeräts/1024 ■ Zykluszeit Lageregler: 3 ms ■ Zykluszeit Drehzahlregler: 600 µs
Verfahrweg	■ Maximal 100 m (3 937 Zoll)
Spindeldrehzahl	■ Maximal 100 000 U/min (analoger Drehzahlsollwert)
Fehler-Kompensation	■ Lineare und nichtlineare Achsfehler, Lose, Umkehrspitzen bei Kreisbewegungen, Wärmeausdehnung ■ Haftreibung
Datenschnittstellen	■ je eine V.24 / RS-232-C max. 115 kBaud ■ Erweiterte Datenschnittstelle mit LSV-2-Protokoll zum externen Bedienen der TNC über die Datenschnittstelle mit HEIDENHAIN-Software TNCremo ■ Ethernet-Schnittstelle 100 Base T ca. 2 bis 5 MBaud (abhängig vom Dateityp und der Netzauslastung) ■ 2 x USB 1.1
Umgebungstemperatur	■ Betrieb: 0°C bis +45°C ■ Lagerung: -30°C bis +70°C



Zubehör

Elektronische Handräder

- ein **HR 410** tragbares Handrad oder
- ein **HR 130** Einbau-Handrad oder
- bis zu drei **HR 150** Einbau-Handräder über Handrad-Adapter HRA 110

Tastsysteme

- **TS 220**: schaltendes 3D-Tastsystem mit Kabelanschluss oder
- **TS 440**: schaltendes 3D-Tastsystem mit Infrarot-Übertragung
- **TS 640**: schaltendes 3D-Tastsystem mit Infrarot-Übertragung



Eingabe-Formate und Einheiten von TNC-Funktionen	
Positionen, Koordinaten, Kreisradien, Fasenlängen	-99 999.9999 bis +99 999.9999 (5,4: Vorkommastellen,Nachkommastellen) [mm]
Werkzeug-Nummern	0 bis 32 767,9 (5,1)
Werkzeug-Namen	16 Zeichen, bei TOOL CALL zwischen "" geschrieben. Erlaubte Sonderzeichen: #, \$, %, &, -
Delta-Werte für Werkzeug-Korrekturen	-99,9999 bis +99,9999 (2,4) [mm]
Spindeldrehzahlen	0 bis 99 999,999 (5,3) [U/min]
Vorschübe	0 bis 99 999,999 (5,3) [mm/min] oder [mm/Zahn] oder [mm/U]
Verweilzeit in Zyklus 9	0 bis 3 600,000 (4,3) [s]
Gewindesteigung in diversen Zyklen	-99,9999 bis +99,9999 (2,4) [mm]
Winkel für Spindel-Orientierung	0 bis 360,0000 (3,4) [°]
Winkel für Polar-Koordinaten, Rotation, Ebene schwenken	-360,0000 bis 360,0000 (3,4) [°]
Polarkoordinaten-Winkel für Schraubenlinien-Interpolation (CP)	-5 400,0000 bis 5 400,0000 (4,4) [°]
Nullpunkt-Nummern in Zyklus 7	0 bis 2 999 (4,0)
Maßfaktor in Zyklen 11 und 26	0,000001 bis 99,999999 (2,6)
Zusatz-Funktionen M	0 bis 999 (3,0)
Q-Parameter-Nummern	0 bis 1999 (4,0)
Q-Parameter-Werte	-99 999,9999 bis +99 999,9999 (5,4)
Marken (LBL) für Programm-Sprünge	0 bis 999 (3,0)
Marken (LBL) für Programm-Sprünge	Beliebiger Textstring zwischen Hochkommas ("")
Anzahl von Programmteil-Wiederholungen REP	1 bis 65 534 (5,0)
Fehler-Nummer bei Q-Parameter-Funktion FN14	0 bis 1 099 (4,0)
Spline-Parameter K	-9,99999999 bis +9,99999999 (1,8)
Exponent für Spline-Parameter	-255 bis 255 (3,0)
Normalenvektoren N und T bei 3D-Korrektur	-9,99999999 bis +9,99999999 (1,8)



14.4 Puffer-Batterie wechseln

Wenn die Steuerung ausgeschaltet ist, versorgt eine Puffer-Batterie die TNC mit Strom, um Daten im RAM-Speicher nicht zu verlieren.

Wenn die TNC die Meldung **Puffer-Batterie wechseln** anzeigt, müssen die Batterien ausgetauscht werden:



Vor dem Wechsel der Puffer-Batterie sollte eine Datensicherung durchgeführt werden

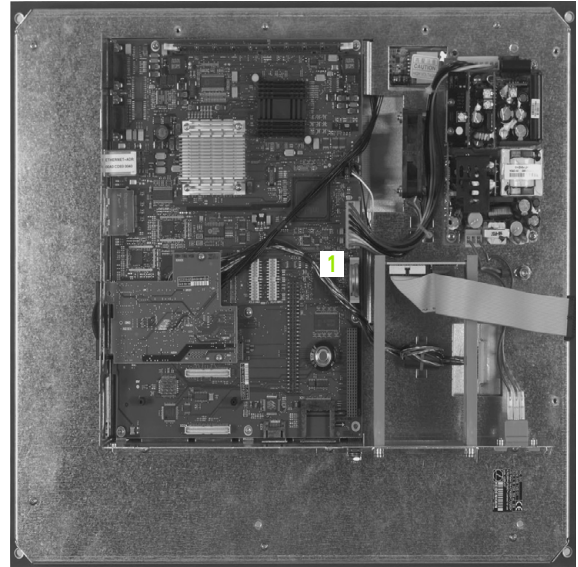


Zum Wechseln der Puffer-Batterie Maschine und TNC ausschalten!

Die Puffer-Batterie darf nur von entsprechend geschultem Personal gewechselt werden!

Batterie-Typ: 1 Lithium-Batterie, Typ CR 2450N (Renata) ID 315 878-01

- 1 Die Puffer-Batterie befindet sich auf der Hauptplatine der MC 320 (siehe 1, Bild rechts oben)
- 2 Lösen Sie die fünf Schrauben der Gehäuse-Abdeckung der MC 320
- 3 Nehmen Sie die Abdeckung ab
- 4 Die Puffer-Batterie befindet sich am seitlichen Rand der Platine-Batterie wechseln; neue Batterie kann nur in der richtigen Lage eingesetzt werden
- 5 Batterie wechseln; neue Batterie kann nur in der richtigen Lage eingesetzt werden



SYMBOLE

- 3D-Darstellung ... 405
- 3D-Tastensysteme
 - kalibrieren
 - schaltendes ... 445

A

- Antastfunktionen nutzen mit
 - mechanischen Tastern oder
 - Messuhren ... 456
- Antastzyklen
 - Betriebsart Manuell ... 444
- Antastzyklen: Siehe Benutzer-
Handbuch Tastsystem-Zyklen
- Anwenderparameter
 - allgemeine
 - für 3D-
Tastensysteme ... 465, 466, 467
 - maschinenspezifische ... 464
- Arbeitsraum-Überwachung ... 409, 413
- Ausdrehen ... 192
- Ausräumen: Siehe SL-Zyklen, Räumen
- Ausschalten ... 41
- Automatischer Programmstart ... 419

B

- Bahnbewegungen
 - Freie Kontur-Programmierung
 - FK: Siehe FK-Programmierung
 - Polarkoordinaten
 - Gerade ... 140
 - Kreisbahn mit tangentialem
Anschluß ... 141
 - Kreisbahn um Pol CC ... 140
 - Übersicht ... 139
 - rechtwinklige Koordinaten
 - Gerade ... 128
 - Kreisbahn mit festgelegtem
Radius ... 132
 - Kreisbahn mit tangentialem
Anschluss ... 134
 - Kreisbahn um Kreismittelpunkt
CC ... 132
 - Übersicht ... 128
- Bahnfunktionen
 - Grundlagen ... 116
 - Kreise und Kreisbögen ... 118
 - Vorpositionieren ... 119

B

- BAUD-Rate einstellen ... 431, 432
- Bearbeitung unterbrechen ... 415
- Bearbeitungszeit ermitteln ... 408
- Bedienfeld ... 30
- Betriebsarten ... 31
- Betriebszeiten ... 429
- Bezugspunkt manuell setzen
 - Ecke als Bezugspunkt ... 451
 - in einer beliebigen Achse ... 450
 - Kreismittelpunkt als
Bezugspunkt ... 452
- Bezugspunkt setzen ... 47
 - ohne 3D-Tastensystem ... 47
- Bezugspunkt wählen ... 58
- Bezugssystem ... 55
- Bildschirm ... 29
- Bildschirm-Aufteilung ... 29
- Bohren ... 188, 194, 199
 - Vertiefter Startpunkt ... 201
- Bohrfräsen ... 202
- Bohrgewindefräsen ... 218
- Bohrzyklen ... 186

D

- Darstellung in 3 Ebenen ... 404
- Datei-Status ... 63
- Datei-Verwaltung ... 61
 - aufrufen ... 63
 - Datei kopieren ... 66
 - Datei löschen ... 67
 - Datei schützen ... 69
 - Datei umbenennen ... 69
 - Datei wählen ... 64
 - Dateien markieren ... 68
 - Dateien überschreiben ... 66, 72
 - Datei-Name ... 59
 - Datei-Typ ... 59
 - externe Datenübertragung ... 70
 - Funktions-Übersicht ... 62
 - Verzeichnisse ... 61
 - erstellen ... 65
 - kopieren ... 66
- Datenschnittstelle
 - einrichten ... 431
 - Steckerbelegungen ... 468
- Datensicherung ... 60
- Datenübertragungs-
Geschwindigkeit ... 431, 432

D

- Datenübertragungs-Software ... 434
- Dialog ... 78
- Draufsicht ... 403
- Drehachse
 - Anzeige reduzieren: M94 ... 179
 - wegoptimiert
 - verfahren: M126 ... 178
- Drehung ... 312

E

- Ecken-Runden ... 130
- Eilgang ... 96
- Einschalten ... 40
- Ellipse ... 394
- Ersetzen von Texten ... 84
- Ethernet-Schnittstelle
 - Anschluss-Möglichkeiten ... 436
 - Einführung ... 436
 - Netzlaufwerke verbinden und
lösen ... 73
- Externe Datenübertragung
iTNC 530 ... 70

F

- Fase ... 129
- Fehlermeldungen ... 90
 - Hilfe bei ... 90
- Festplatte ... 59
- FK-Programmierung ... 146
 - Dialog eröffnen ... 149
 - Eingabemöglichkeiten
 - Endpunkte ... 151
 - Geschlossene Konturen ... 153
 - Hilfspunkte ... 154
 - Kreisdaten ... 152
 - Relativbezüge ... 155
 - Richtung und Länge von
Konturelementen ... 151
 - Geraden ... 150
 - Grafik ... 147
 - Grundlagen ... 146
 - Kreisbahnen ... 150
- FN14: ERROR: Fehlermeldungen
ausgeben ... 350
- FN16: F-PRINT: Texte formatiert
ausgeben ... 352

- F**
 FN18: SYSREAD: Systemdaten lesen ... 355
 FN19: PLC: Werte an die PLC übergeben ... 363
 FN20: WAIT FOR: NC und PLC synchronisieren ... 364
 FN23: KREISDATEN: Kreis aus 3 Punkten berechnen ... 345
 FN24: KREISDATEN: Kreis aus 4 Punkten berechnen ... 345
 Formatinformationen ... 474
- G**
 Gerade ... 128, 140
 Gewindebohren
 mit Ausgleichsfutter ... 204
 ohne Ausgleichsfutter ... 206, 208
 Gewindefräsen außen ... 226
 Gewindefräsen Grundlagen ... 210
 Gewindefräsen innen ... 212
 Grafiken
 Ansichten ... 403
 Ausschnitts-Vergrößerung ... 406
 beim Programmieren ... 85
 Ausschnittsvergrößerung ... 86
 Grafische Simulation ... 407
 Grunddrehung
 in der Betriebsart Manuell erfassen ... 448
 Grundlagen ... 54
- H**
 Handrad-Positionierungen überlagern: M118 ... 173
 Hauptachsen ... 55
 Helix-Bohrgewindefräsen ... 222
 Helix-Interpolation ... 141
 Hilfe bei Fehlermeldungen ... 90
- I**
 Indizierte Werkzeuge ... 103
 Ist-Position übernehmen ... 79
 iTNC 530 ... 28
- K**
 Klammerrechnung ... 379
 Klartext-Dialog ... 78
 Kommentare einfügen ... 87
 Kontur anfahren ... 121
 mit Polarkordinaten ... 122
 Kontur verlassen ... 121
 mit Polarkordinaten ... 122
 Kontur-Zug ... 273
 Koordinaten-Umrechnung ... 305
 Kopieren von Programmteilen ... 82
 Kreisbahn ... 132, 134, 140, 141
 Kreisberechnungen ... 345
 Kreismittelpunkt ... 131
 Kreistasche
 schlichten ... 241
 schuppen ... 239
 Kreiszapfen schlichten ... 243
 Kugel ... 398
- L**
 Langloch fräsen ... 245
 Lochkreis ... 255
 Look ahead ... 172
- M**
 Maschinenachsen verfahren ... 42
 mit dem elektronischen Handrad ... 44
 mit externen Richtungstasten ... 42
 schrittweise ... 43
 Maschinenfeste Koordinaten: M91, M92 ... 167
 Maschinen-Parameter für 3D-Tastsysteme ... 465, 466, 467
 Maßeinheit wählen ... 76
 Maßfaktor ... 313
 Maßfaktor achsspezifisch ... 314
 M-Funktionen: Siehe Zusatz-Funktionen
 MOD-Funktion
 Übersicht ... 425
 verlassen ... 424
 wählen ... 424
- N**
 NC und PLC synchronisieren ... 364
 NC-Fehlermeldungen ... 90
 Netzwerk-Anschluß ... 73
 Nullpunkt-Verschiebung
 im Programm ... 306
 mit Nullpunkt-Tabellen ... 307
 Nutenfräsen
 pendelnd ... 245
- O**
 Offene Konturecken: M98 ... 171
 Options-Nummer ... 426
- P**
 Parameter-Programmierung: Siehe Q-Parameter-Programmierung
 Pfad ... 61
 Planfräsen ... 297
 Platz-Tabelle ... 104
 PLC und NC synchronisieren ... 364
 Polarkordinaten
 Grundlagen ... 56
 Kontur anfahren/verlassen ... 122
 Programmieren ... 139
 Positionieren
 mit Handeingabe ... 50
 Programm
 -Aufbau ... 75
 editieren ... 80
 neues eröffnen ... 76
 Programm-Aufruf
 Beliebiges Programm als Unterprogramm ... 325
 über Zyklus ... 318
 Programmier-Grafik ... 147
 Programmlauf
 ausführen ... 414
 fortsetzen nach Unterbrechung ... 416
 Sätze überspringen ... 420
 Satzvorlauf ... 417
 Übersicht ... 414
 unterbrechen ... 415

P

Programm-Name: Siehe Datei-Verwaltung, Datei-Name
 Programmteile kopieren ... 82
 Programmteil-Wiederholung ... 324
 Programm-Test
 ausführen ... 413
 Übersicht ... 410
 Programm-Verwaltung: Siehe Datei-Verwaltung
 Puffer-Batterie wechseln ... 475
 Punktemuster
 auf Kreis ... 255
 auf Linien ... 257
 Übersicht ... 254

Q

Q-Paramete-Programmierung
 Mathematische
 Grundfunktionen ... 341
 Programmierhinweise ... 339, 384, 385, 386, 387, 388, 390
 Wenn/dann-Entscheidungen ... 346
 Winkelfunktionen ... 343
 Zusätzliche Funktionen ... 349
 Q-Parameter
 formatiert ausgeben ... 352
 kontrollieren ... 348
 vorbelegte ... 391
 Werte an PLC
 übergeben ... 363, 366, 367
 Q-Parameter-
 Programmierung ... 338, 383
 Kreisberechnungen ... 345

R

Radiuskorrektur ... 111
 Außenecken, Innenecken ... 113
 Eingabe ... 112
 Rechtecktasche
 Schlichten ... 235
 Schruppen ... 233
 Rechteckzapfen schlichten ... 237
 Referenzpunkte überfahren ... 40
 Regelfläche ... 294
 Reiben ... 190
 Rohteil definieren ... 76
 Rückwärts-Senken ... 196
 Rückzug von der Kontur ... 174
 Runde Nut
 Pendelnd ... 248

S

Satz
 einfügen, ändern ... 81
 löschen ... 81
 Satzvorlauf ... 417
 nach Stromausfall ... 417
 Schlüssel-Zahlen ... 430
 Schraubenlinie ... 141
 Seitenschlichten ... 272
 Senkgewindefräsen ... 214
 SL-Zyklen
 Ausräumen ... 270
 Grundlagen ... 261
 Kontur-Daten ... 268
 Kontur-Zug ... 273
 Schlichten Seite ... 272
 Schlichten Tiefe ... 271
 Überlagerte Konturen ... 265
 Vorbohren ... 269
 Zyklus Kontur ... 264
 Software-Nummer ... 426
 Spiegeln ... 310
 Spindeldrehzahl ändern ... 46
 Spindeldrehzahl eingeben ... 107
 Spindel-Orientierung ... 319
 SQL-Anweisungen ... 368
 Status-Anzeige ... 33
 allgemeine ... 33
 zusätzliche ... 34
 Steckerbelegung
 Datenschnittstellen ... 468
 String-Parameter ... 383
 Suchfunktion ... 83

T

Tabellenzugriffe ... 368
 Taschenrechner ... 88
 Tastsystem-Überwachung ... 175
 Teach In ... 79, 129
 Technische Daten ... 470
 Teilefamilien ... 340
 Text-Variablen ... 383
 Tiefbohren ... 199
 Vertiefter Startpunkt ... 201
 Tiefenschlichten ... 271
 TNCremo ... 434
 TNCremoNT ... 434
 Trigonometrie ... 343

U

Universal-Bohren ... 194, 199
 Unterprogramm ... 323
 USB-Geräte anschließen/
 entfernen ... 74

V

Verschachtelungen ... 327
 Versionsnummern ... 430
 Vertiefter Startpunkt beim
 Bohren ... 201
 Verweilzeit ... 317
 Verzeichnis ... 61, 65
 erstellen ... 65
 kopieren ... 66
 löschen ... 67
 Vollkreis ... 132
 Vorschub ... 45
 ändern ... 46
 bei Drehachsen, M116 ... 177
 Eingabemöglichkeiten ... 78

W

Werkstücke vermessen ... 453, 458
 Werkstück-Positionen
 absolute ... 57
 inkrementale ... 57
 Werkstück-Schiefelage kompensieren
 durch Messung zweier Punkte einer
 Geraden ... 448
 Werkzeug-Bewegungen
 programmieren ... 78
 Werkzeug-Daten
 aufrufen ... 107
 Delta-Werte ... 99
 in die Tabelle eingeben ... 100
 indizieren ... 103
 ins Programm eingeben ... 99
 Werkzeug-Korrektur
 Länge ... 110
 Radius ... 111
 Werkzeug-Länge ... 98
 Werkzeug-Name ... 98
 Werkzeug-Nummer ... 98
 Werkzeug-Radius ... 99
 Werkzeug-Tabelle
 editieren, verlassen ... 102, 457
 Editierfunktionen ... 102
 Eingabemöglichkeiten ... 100

W

Werkzeugwechsel ... 108
Wiederanfahren an die Kontur ... 418
Winkelfunktionen ... 343

Z

Zubehör ... 37
Zusatzachsen ... 55
Zusatz-Funktionen
 eingeben ... 164
 für das Bahnverhalten ... 169
 für Drehachsen ... 177
 für Programmlauf-Kontrolle ... 166
 für Spindel und Kühlmittel ... 166
Zyklus
 aufrufen ... 185
 definieren ... 183
 Gruppen ... 184
Zylinder ... 396
Zylinder-Mantel
 Kontur bearbeiten ... 275
 Nut bearbeiten ... 277
 Steg bearbeiten ... 280

Übersichtstabelle: Zyklen

Zyklus-Nummer	Zyklus-Bezeichnung	DEF-aktiv	CALL-aktiv	Seite
1	Tiefbohren		■	
2	Gewindebohren		■	
3	Nutenfräsen		■	
4	Taschenfräsen		■	Seite 233
5	Kreistasche		■	Seite 239
7	Nullpunkt-Verschiebung	■		Seite 306
8	Spiegeln	■		Seite 310
9	Verweilzeit	■		Seite 317
10	Drehung	■		Seite 312
11	Maßfaktor	■		Seite 313
12	Programm-Aufruf	■		Seite 318
13	Spindel-Orientierung	■		Seite 319
14	Konturdefinition	■		Seite 264
17	Gewindebohren GS		■	
18	Gewindeschneiden		■	
20	Kontur-Daten SL II	■		Seite 268
21	Vorbohren SL II		■	Seite 269
22	Räumen SL II		■	Seite 270
23	Schlichten Tiefe SL II		■	Seite 271
24	Schlichten Seite SL II		■	Seite 272
26	Maßfaktor Achsspezifisch	■		Seite 314
200	Bohren		■	Seite 188
201	Reiben		■	Seite 190
202	Ausdrehen		■	Seite 192
203	Universal-Bohren		■	Seite 194
204	Rückwärts-Senken		■	Seite 196
205	Universal-Tiefbohren		■	Seite 199



Zyklus- Nummer	Zyklus-Bezeichnung	DEF- aktiv	CALL- aktiv	Seite
206	Gewindebohren mit Ausgleichsfutter, neu		■	Seite 204
207	Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter, neu		■	Seite 206
208	Bohrfräsen		■	Seite 202
209	Gewindebohren mit Spanbruch		■	Seite 208
210	Nut pendelnd		■	Seite 245
211	Runde Nut		■	Seite 248
212	Rechtecktasche schlichten		■	Seite 235
213	Rechteckzapfen schlichten		■	Seite 237
214	Kreistasche schlichten		■	Seite 241
215	Kreiszapfen schlichten		■	Seite 243
220	Punktemuster auf Kreis	■		Seite 255
221	Punktemuster auf Linien	■		Seite 257
230	Abzeilen		■	Seite 291
231	Regelfläche		■	Seite 294
232	Planfräsen		■	Seite 297
262	Gewindefräsen		■	Seite 212
263	Senkgewindefräsen		■	Seite 214
264	Bohrgewindefräsen		■	Seite 218
265	Helix-Bohrgewindefräsen		■	Seite 222
267	Aussengewindefräsen		■	Seite 226

Übersichtstabelle: Zusatz-Funktionen

M	Wirkung	Wirkung am Satz -	Anfang	Ende	Seite
M00	Programmlauf HALT/Spindel HALT/Kühlmittel AUS			■	Seite 166
M01	Wahlweiser Programmlauf HALT			■	Seite 421
M02	Programmlauf HALT/Spindel HALT/Kühlmittel AUS/ggf. Löschen der Status-Anzeige (abhängig von Maschinen-Parameter)/Rücksprung zu Satz 1			■	Seite 166
M03	Spindel EIN im Uhrzeigersinn		■		Seite 166
M04	Spindel EIN gegen den Uhrzeigersinn		■		
M05	Spindel HALT			■	
M06	Werkzeugwechsel/Programmlauf HALT (maschinen abhängige Funktion)/Spindel HALT			■	Seite 166
M08	Kühlmittel EIN		■		Seite 166
M09	Kühlmittel AUS			■	
M13	Spindel EIN im Uhrzeigersinn/Kühlmittel EIN		■		Seite 166
M14	Spindel EIN gegen den Uhrzeigersinn/Kühlmittel ein		■		
M30	Gleiche Funktion wie M02			■	Seite 166
M89	Freie Zusatz-Funktion oder Zyklus-Aufruf, modal wirksam (Maschinen abhängige Funktion)		■	■	Seite 185
M91	Im Positioniersatz: Koordinaten beziehen sich auf den Maschinen-Nullpunkt		■		Seite 167
M92	Im Positioniersatz: Koordinaten beziehen sich auf eine vom Maschinenhersteller definierte Position, z.B. auf die Werkzeugwechsel-Position		■		Seite 167
M94	Anzeige der Drehachse reduzieren auf einen Wert unter 360°		■		Seite 179
M97	Kleine Konturstufen bearbeiten			■	Seite 169
M98	Offene Konturen vollständig bearbeiten			■	Seite 171
M99	Satzweiser Zyklus-Aufruf			■	Seite 185



M	Wirkung	Wirkung am Satz -	Anfang	Ende	Seite
M101 M102	Automatischer Werkzeugwechsel mit Schwesterwerkzeug, bei abgelaufener Standzeit M101 rücksetzen		■	■	Seite 109
M107 M108	Fehlermeldung bei Schwesterwerkzeugen mit Aufmaß unterdrücken M107 rücksetzen		■	■	Seite 108
M109 M110 M111	Konstante Bahngeschwindigkeit an der Werkzeug-Schneide (Vorschub-Erhöhung und -Reduzierung) Konstante Bahngeschwindigkeit an der Werkzeug-Schneide (nur Vorschub-Reduzierung) M109/M110 rücksetzen		■ ■	■	Seite 171
M116 M117	Vorschub bei Rundtischen in mm/min M116 rücksetzen		■	■	Seite 177
M118	Handrad-Positionierung während des Programmlaufs überlagern		■		Seite 173
M120	Radiuskorrigierte Kontur vorausberechnen (LOOK AHEAD)		■		Seite 172
M126 M127	Drehachsen wegoptimiert verfahren M126 rücksetzen		■	■	Seite 178
M140	Rückzug von der Kontur in Werkzeugachsen-Richtung		■		Seite 174
M141	Tastsystem-Überwachung unterdrücken		■		Seite 175
M143	Grunddrehung löschen		■		Seite 175
M148 M149	Werkzeug bei NC-Stopp automatisch von der Kontur abheben M148 zurücksetzen		■	■	Seite 176



Der Maschinenhersteller kann Zusatz-Funktionen freigeben, die nicht in diesem Handbuch beschrieben sind. Zudem kann der Maschinenhersteller die Bedeutung und Wirkung der beschriebenen Zusatz-Funktionen ändern. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Vergleich: Funktionen der TNC 320, der TNC 310 und der iTNC 530

Vergleich: Benutzer-Funktionen

Funktion	TNC 320	TNC 310	iTNC 530
Programm-Eingabe im Heidenhain-Klartext	X	X	X
Programm-Eingabe nach DIN/ISO	–	–	X
Programm-Eingabe mit smarT.NC	–	–	X
Positionsangaben Soll-Position für Geraden und Kreis in rechtwinkligen Koordinaten	X	X	X
Positionsangaben Maßangaben absolut oder inkremental	X	X	X
Positionsangaben Anzeige und Eingabe in mm oder inch	X	X	X
Positionsangaben Anzeige des Handrad-Wegs bei der Bearbeitung mit Handrad-Überlagerung	–	–	X
Werkzeug-Korrektur in der Bearbeitungsebene und Werkzeug-Länge	X	X	X
Werkzeug-Korrektur radiuskorrigierte Kontur bis zu 99 Sätze vorausberechnen	X	–	X
Werkzeug-Korrektur dreidimensionale Werkzeug-Radiuskorrektur	–	–	X
Werkzeug-Tabelle Werkzeugdaten zentral speichern	X	X	X
Werkzeug-Tabelle mehrere Werkzeug-Tabellen mit beliebig vielen Werkzeugen	X	–	X
Schnittdaten-Tabellen Berechnung von Spindel-Drehzahl und Vorschub	–	–	X
Konstante Bahngeschwindigkeit auf die Werkzeug-Mittelpunktsbahn oder auf die Werkzeugschneide bezogen	X	–	X
Parallelbetrieb Programm erstellen, während ein anderes Programm abgearbeitet wird	X	X	X
Bearbeitungsebene schwenken	–	–	X
Rundtisch-Bearbeitung Programmieren von Konturen auf der Abwicklung eines Zylinders	X	–	X
Rundtisch-Bearbeitung Vorschub in mm/min	X	–	X
Anfahren und Verlassen der Kontur über Gerade oder Kreis	X	X	X
Freie Konturprogrammierung FK , nicht NC-gerecht bemaßte Werkstücke programmieren	X	–	X
Programmsprünge Unterprogramme und Programmteil-Wiederholung	X	X	X
Programmsprünge beliebiges Programm als Unterprogramm	X	X	X



Funktion	TNC 320	TNC 310	iTNC 530
Test-Grafik Draufsicht, Darstellung in 3 Ebenen, 3D-Darstellung	X	X	X
Programmier-Grafik 2D-Strichgrafik	X	X	X
Bearbeitungs-Grafik Draufsicht, Darstellung in 3 Ebenen, 3D-Darstellung	X	–	X
Nullpunkt-Tabellen speichern werkstückbezogener Nullpunkte	X	X	X
Preset-Tabelle Bezugspunkte speichern	–	–	X
Wiederaufahren an die Kontur mit Satzvorlauf	X	X	X
Wiederaufahren an die Kontur nach Programmunterbrechung	X	X	X
Autostart	X	–	X
Teach-In Ist-Positionen in ein NC-Programm übernehmen	X	X	X
Erweiterte Dateiverwaltung mehrere Verzeichnisse und Unterverzeichnisse anlegen	X	–	X
Hilfe kontextsensitiv Hilfe-Funktion bei Fehlermeldungen	X	–	X
Taschenrechner	X	–	X
Text und Sonderzeichen eingeben bei TNC 320 über Bildschirm-Tastatur, bei iTNC 530 über Alpha-Tastatur	X	–	X
Kommentarsätze im NC-Programm	X	–	X
Gliederungssätze im NC-Programm	–	–	X

Vergleich: Zyklen

Zyklus	TNC 320	TNC 310	iTNC 530
1, Tiefbohren	X	X	X
2, Gewindebohren	X	X	X
3, Nutenfräsen	X	X	X
4, Taschenfräsen	X	X	X
5, Kreistasche	X	X	X
6, Ausräumen (SL I)	–	X	X
7, Nullpunkt-Verschiebung	X	X	X
8, Spiegeln	X	X	X
9, Verweilzeit	X	X	X
10, Drehung	X	X	X
11, Maßfaktor	X	X	X
12, Programm-Aufruf	X	X	X
13, Spindel-Orientierung	X	X	X
14, Konturdefinition	X	X	X
15, Vorbohren (SLI)	–	X	X
16, Konturfräsen (SLI)	–	X	X
17, Gewindebohren GS	X	X	X
18, Gewindeschneiden	X	–	X
19, Bearbeitungsebene	–	–	X
20, Kontur-Daten	X	–	X
21, Vorbohren	X	–	X
22, Ausräumen	X	–	X
23, Schlichten Tiefe	X	–	X
24, Schlichten Seite	X	–	X
25, Konturzug	X	–	X
26, Massfaktor achsspezifisch	X	–	X
27, Kontur-Zug	X	–	X
28, Zylinder-Mantel	X	–	X



Zyklus	TNC 320	TNC 310	iTNC 530
29, Zylinder-Mantel Steg	X	–	X
30, 3D-Daten abarbeiten	–	–	X
32, Toleranz	–	–	X
39, Zylinder-Mantel Außenkontur	–	–	X
200, Bohren	X	X	X
201, Reiben	X	X	X
202, Ausdrehen	X	X	X
203, Universal-Bohren	X	X	X
204, Rückwärts-Senken	X	X	X
205, Universal-Tiefbohren	X	–	X
206, Gew.-Bohren m. A. neu	X	–	X
207, Gew.-Bohren o. A. neu	X	–	X
208, Bohrfräsen	X	–	X
209, Gew.-Bohren Spanbr.	X	–	X
210, Nut pendelnd	X	X	X
211, Runde Nut	X	X	X
212, Rechtecktasche schlichten	X	X	X
213, Rechteckzapfen schlichten	X	X	X
214, Kreistasche schlichten	X	X	X
215, Kreiszapfen schlichten	X	X	X
220, Punktemuster Kreis	X	X	X
221, Punktemuster Linien	X	X	X
230, Abzeilen	X	X	X
231, Regelfläche	X	X	X
232, Planfräsen	X	–	X
240, Zentrieren	–	–	X
247, Bezugsp. setzen	–	–	X
251, Rechtecktasche kompl.	–	–	X
252, Kreistasche kompl.	–	–	X

Zyklus	TNC 320	TNC 310	iTNC 530
253, Nut komplett	–	–	X
254, Runde Nut komplett	–	–	X
262, Gewindefräsen	X	–	X
263, Senkgewindefräsen	X	–	X
264, Bohrgewindefräsen	X	–	X
265, Helix-Bohrgewindefr.	X	–	X
267, Aussengewindefräsen	X	–	X



Vergleich: Zusatz-Funktionen

M	Wirkung	TNC 320	TNC 310	iTNC 530
M00	Programmlauf HALT/Spindel HALT/Kühlmittel AUS	X	X	X
M01	Wahlweiser Programmlauf HALT	X	X	X
M02	Programmlauf HALT/Spindel HALT/Kühlmittel AUS/ggf. Löschen der Status-Anzeige (abhängig von Maschinen-Parameter)/Rücksprung zu Satz 1	X	X	X
M03 M04 M05	Spindel EIN im Uhrzeigersinn Spindel EIN gegen den Uhrzeigersinn Spindel HALT	X	X	X
M06	Werkzeugwechsel/Programmlauf HALT (maschinen abhängige Funktion)/Spindel HALT	X	X	X
M08 M09	Kühlmittel EIN Kühlmittel AUS	X	X	X
M13 M14	Spindel EIN im Uhrzeigersinn/Kühlmittel EIN Spindel EIN gegen den Uhrzeigersinn/Kühlmittel ein	X	X	X
M30	Gleiche Funktion wie M02	X	X	X
M89	Freie Zusatz-Funktion oder Zyklus-Aufruf, modal wirksam (Maschinen abhängige Funktion)	X	X	X
M90	Konstante Bahngeschwindigkeit an Ecken	–	X	X
M91	Im Positioniersatz: Koordinaten beziehen sich auf den Maschinen-Nullpunkt	X	X	X
M92	Im Positioniersatz: Koordinaten beziehen sich auf eine vom Maschinenhersteller definierte Position, z.B. auf die Werkzeugwechsel-Position	X	X	X
M94	Anzeige der Drehachse reduzieren auf einen Wert unter 360°	X	X	X
M97	Kleine Konturstufen bearbeiten	X	X	X
M98	Offene Konturen vollständig bearbeiten	X	X	X
M99	Satzweiser Zyklus-Aufruf	X	X	X

M	Wirkung	TNC 320	TNC 310	iTNC 530
M101 M102	Automatischer Werkzeugwechsel mit Schwesterwerkzeug, bei abgelaufener Standzeit M101 rücksetzen	X	–	X
M107 M108	Fehlermeldung bei Schwesterwerkzeugen mit Aufmaß unterdrücken M107 rücksetzen	X	–	X
M109 M110 M111	Konstante Bahngeschwindigkeit an der Werkzeug-Schneide (Vorschub-Erhöhung und -Reduzierung) Konstante Bahngeschwindigkeit an der Werkzeug-Schneide (nur Vorschub-Reduzierung) M109/M110 rücksetzen	X	–	X
M112 M113	Konturübergänge zwischen beliebigen Konturübergängen einfügen M112 rücksetzen	–	–	X
M114 M115	Automatische Korrektur der Maschinengeometrie beim Arbeiten mit Schwenkachsen M114 rücksetzen	–	–	X
M116 M117	Vorschub bei Rundtischen in mm/min M116 rücksetzen	X	–	–
M118	Handrad-Positionierung während des Programmlaufs überlagern	X	–	X
M120	Radiuskorrigierte Kontur vorausberechnen (LOOK AHEAD)	X	–	X
M124	Konturfilter	–	–	X
M126 M127	Drehachsen wegoptimiert verfahren M126 rücksetzen	X	–	X
M128 M129	Position der Werkzeugspitze beim Positionieren der Schwenkachsen beibehalten (TCPM) M126 rücksetzen	–	–	X
M134 M135	Genauhalt an nicht tangentialen Übergängen bei Positionierungen mit Rundachsen M134 rücksetzen	–	–	X
M138	Auswahl von Schwenkachsen	–	–	X
M140	Rückzug von der Kontur in Werkzeugachsen-Richtung	X	–	X
M141	Tastsystem-Überwachung unterdrücken	X	–	X
M142	Modale Programminformationen löschen	–	–	X
M143	Grunddrehung löschen	X	–	X
M144 M145	Berücksichtigung der Maschinenkinematik in IST/SOLL Positionen am Satzende M144 rücksetzen	–	–	X
M148 M149	Werkzeug bei NC-Stopp automatisch von der Kontur abheben M148 zurücksetzen	X	–	X



M	Wirkung	TNC 320	TNC 310	iTNC 530
M150	Endschaltermeldung unterdrücken	–	–	X
M200	Laserschneidfunktionen	–	–	X
- M204				



Vergleich: Tastsystem-Zyklen in den Betriebsarten Manuell und El. Handrad

Zyklus	TNC 320	TNC 310	iTNC 530
Wirksame Länge kalibrieren	X	X	X
Wirksamen Radius kalibrieren	X	X	X
Grunddrehung über eine Gerade ermitteln	X	X	X
Bezugspunkt-Setzen in einer wählbaren Achse	X	X	X
Ecke als Bezugspunkt setzen	X	X	X
Mittelachse als Bezugspunkt setzen	–	–	X
Kreismittelpunkt als Bezugspunkt setzen	X	X	X
Grunddrehung über zwei Bohrungen/Kreiszapfen ermitteln	–	–	X
Bezugspunkt über vier Bohrungen/Kreiszapfen setzen	–	–	X
Kreismittelpunkt über drei Bohrungen/Kreiszapfen setzen	–	–	X



Vergleich: Tastsystem-Zyklen zur automatischen Werkstück-Kontrolle

Zyklus	TNC 320	TNC 310	iTNC 530
0, Bezugsebene	X	–	X
1, Bezugspunkt Polar	X	–	X
2, TS Kalibrieren	–	–	X
3, Messen	X	–	X
9, TS Kalibrieren Länge	X	–	X
30, TT Kalibrieren	–	–	X
31, Werkzeug-Länge vermessen	–	–	X
32, Werkzeug-Radius vermessen	–	–	X
33, Werkzeug-Länge und -Radius vermessen	–	–	X
400, Grunddrehung	–	–	X
401, Grunddrehung über zwei Bohrungen	–	–	X
402, Grunddrehung über zwei Zapfen	–	–	X
403, Grunddrehung über eine Drehachse kompensieren	–	–	X
404, Grunddrehung setzen	–	–	X
405, Schiefelage eines Werkstückes über C-Achse ausrichten	–	–	X
410, Bezugspunkt Rechteck innen	–	–	X
411, Bezugspunkt Rechteck aussen	–	–	X
412, Bezugspunkt Kreis innen	–	–	X
413, Bezugspunkt Kreis aussen	–	–	X
414, Bezugspunkt Ecke aussen	–	–	X
415, Bezugspunkt Ecke innen	–	–	X
416, Bezugspunkt Lochkreis-Mitte	–	–	X
417, Bezugspunkt Tastsystem-Achse	–	–	X
418, Bezugspunkt Mitte von 4 Bohrungen	–	–	X
419, Bezugspunkt einzelne Achse	–	–	X
420, Messen Winkel	–	–	X
421, Messen Bohrung	–	–	X
422, Messen Kreis aussen	–	–	X

Zyklus	TNC 320	TNC 310	iTNC 530
423, Messen Rechteck innen	–	–	X
424, Messen Rechteck aussen	–	–	X
425, Messen Breite Innen	–	–	X
426, Messen Steg aussen	–	–	X
427, Ausdrehen	–	–	X
430, Messen Lochkreis	–	–	X
431, Messen Ebene	–	–	X



HEIDENHAIN

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH

Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5

83301 Traunreut, Germany

☎ +49 (86 69) 31-0

FAX +49 (86 69) 50 61

E-Mail: info@heidenhain.de

Technical support FAX +49 (86 69) 31-1000

E-Mail: service@heidenhain.de

Measuring systems ☎ +49 (86 69) 31-31 04

E-Mail: service.ms-support@heidenhain.de

TNC support ☎ +49 (86 69) 31-31 01

E-Mail: service.nc-support@heidenhain.de

NC programming ☎ +49 (86 69) 31-31 03

E-Mail: service.nc-pgm@heidenhain.de

PLC programming ☎ +49 (86 69) 31-31 02

E-Mail: service.plc@heidenhain.de

Lathe controls ☎ +49 (7 11) 95 28 03-0

E-Mail: service.hsf@heidenhain.de

www.heidenhain.de

3D-Tastsysteme von HEIDENHAIN

helfen Ihnen, Nebenzeiten zu reduzieren:

Zum Beispiel

- Werkstücke ausrichten
- Bezugspunkte setzen
- Werkstücke vermessen
- 3D-Formen digitalisieren

mit den Werkstück-Tastsystemen

TS 220 mit Kabel

TS 640 mit Infrarot-Übertragung

- Werkzeuge vermessen
- Verschleiß überwachen
- Werkzeugbruch erfassen

mit dem Werkzeug-Tastsystem

TT 140

