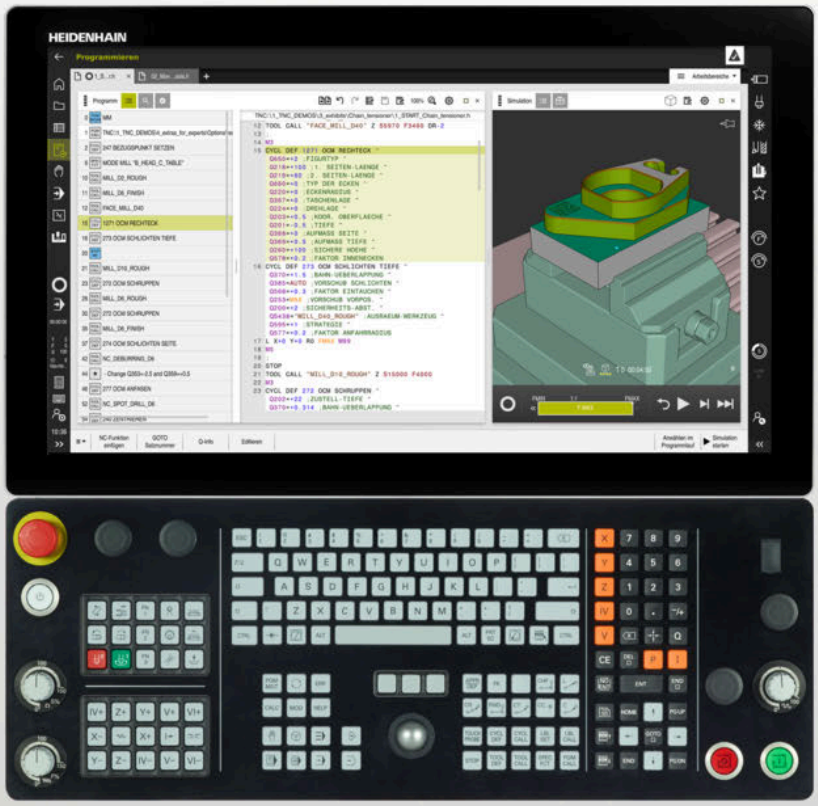
HEIDENHAIN



TNC7

Benutzerhandbuch
Programmieren und Testen

NC-Software
817620-16
817621-16
817625-16

Deutsch (de)
01/2022

Inhaltsverzeichnis

1 Über das Benutzerhandbuch 29
2 Über das Produkt 39
3 Erste Schritte 77
4 NC- und Programmiergrundlagen 99
5 Technologiespezifische Programmierung 123
6 Rohteil 147
7 Werkzeuge 157
8 Bahnfunktionen 171
9 Programmiertechniken 215
10 Koordinatentransformation 227
11 Korrekturen 309
12 Dateien 343
13 Kollisionsüberwachung 361
14 Regelungsfunktionen 377
15 Überwachung 389
16 Mehrachsbearbeitung 395
17 Zusatzfunktionen 425
18 Variablenprogrammierung 469
19 Grafisches Programmieren 533
20 Bedienhilfen 551
21 Arbeitsbereich Simulation 577
22 Palettenbearbeitung und Auftragslisten 599
23 Tabellen 613
24 Übersichten 643

1 Über das Benutzerhandbuch ... 29

1.1 Zielgruppe Anwender ... 30

1.2 Verfügbare Anwenderdokumentation ... 31

1.3 Verwendete Hinweistypen ... 32

1.4 Hinweise zur Nutzung von NC-Programmen ... 33

1.5 Benutzerhandbuch als integrierte Produkthilfe TNCguide ... 34

1.5.1 Im TNCguide suchen ... 37

1.5.2 NC-Beispiele in Zwischenablage kopieren ... 37

1.6 Kontakt zur Redaktion ... 37

2 Über das Produkt ... 39

2.1 Die TNC7 ... 40
2.1.1 Bestimmungsgemäßer Gebrauch ... 40
2.1.2 Vorgesehener Einsatzort ... 40

2.2 Sicherheitshinweise ... 42

2.3 Software ... 45
2.3.1 Software-Optionen ... 45
2.3.2 Feature Content Level ... 52
2.3.3 Lizenz- und Nutzungshinweise ... 53

2.4 Hardware ... 53
2.4.1 Bildschirm ... 53
2.4.2 Tastatureinheit ... 55

2.5 Bereiche der Steuerungsoberfläche ... 58

2.6 Übersicht der Betriebsarten ... 59

2.7 Arbeitsbereiche ... 61
2.7.1 Bedienelemente innerhalb der Arbeitsbereiche ... 61
2.7.2 Symbole innerhalb der Arbeitsbereiche ... 62
2.7.3 Übersicht der Arbeitsbereiche ... 62

2.8 Bedienelemente ... 65
2.8.1 Allgemeine Gesten für den Touchscreen ... 65
2.8.2 Bedienelemente der Tastatureinheit ... 65
2.8.3 Symbole der Steuerungsoberfläche ... 72
2.8.4 Arbeitsbereich Hauptmenü ... 73

3 Erste Schritte ... 77

3.1 Kapitelübersicht ... 78

3.2 Maschine und Steuerung einschalten ... 78

3.3 Werkstück programmieren und simulieren ... 80

3.3.1 Beispielaufgabe 1339889 ... 80
3.3.2 Betriebsart Programmieren wählen ... 81
3.3.3 Steuerungsoberfläche zum Programmieren einrichten ... 81
3.3.4 Neues NC-Programm erstellen ... 82
3.3.5 Rohteil definieren ... 83
3.3.6 Struktur eines NC-Programms ... 85
3.3.7 Anfahren und Verlassen der Kontur ... 87
3.3.8 Einfache Kontur programmieren ... 88
3.3.9 Steuerungsoberfläche zum Simulieren einrichten ... 95
3.3.10 NC-Programm simulieren ... 96

3.4 Maschine ausschalten ... 98

4 NC- und Programmiergrundlagen ... 99

4.1 NC-Grundlagen ... 100

4.1.1 Programmierbare Achsen ... 100
4.1.2 Bezeichnung der Achsen an Fräsmaschinen ... 100
4.1.3 Wegmessgeräte und Referenzmarken ... 101
4.1.4 Bezugspunkte in der Maschine ... 101

4.2 Programmiermöglichkeiten ... 103

4.2.1 Bahnfunktionen ... 103
4.2.2 Grafisches Programmieren ... 103
4.2.3 Zusatzfunktionen M ... 103
4.2.4 Unterprogramme und Programmteilwiederholungen ... 103
4.2.5 Programmieren mit Variablen ... 104
4.2.6 CAM-Programme ... 104

4.3 Programmiergrundlagen ... 104

4.3.1 Inhalte eines NC-Programms ... 104
4.3.2 Betriebsart Programmieren ... 106
4.3.3 Arbeitsbereich Programm ... 108
4.3.4 NC-Programme editieren ... 117

5 Technologiespezifische Programmierung ... 123

5.1 Bearbeitungsmodus umschalten mit FUNCTION MODE ... 124

5.2 Drehbearbeitung (Option #50) ... 126

5.2.1 Grundlagen ... 126
5.2.2 Technologiewerte bei der Drehbearbeitung ... 128
5.2.3 Angestellte Drehbearbeitung ... 131
5.2.4 Simultane Drehbearbeitung ... 132
5.2.5 Drehbearbeitung mit FreeTurn-Werkzeugen ... 134
5.2.6 Unwucht im Drehbetrieb ... 136

5.3 Schleifbearbeitung (Option #156) ... 138

5.3.1 Grundlagen ... 138
5.3.2 Koordinatenschleifen ... 140
5.3.3 Abrichten ... 141
5.3.4 Abrichtbetrieb aktivieren mit FUNCTION DRESS ... 142

6 Rohteil 147

6.1 Rohteil definieren mit BLK FORM 148

6.1.1 Quaderförmiges Rohteil mit BLK FORM QUAD 149
6.1.2 Zylindrisches Rohteil mit BLK FORM CYLINDER 150
6.1.3 Rotationssymmetrisches Rohteil mit BLK FORM ROTATION 151
6.1.4 STL-Datei als Rohteil mit BLK FORM FILE 153

6.2 Rohteilnachführung im Drehbetrieb mit FUNCITON TURNDATA BLANK (Option #50) 154

7 Werkzeuge ... 157

7.1 Grundlagen ... 158

7.2 Bezugspunkte am Werkzeug ... 158

7.2.1 Werkzeugträger-Bezugspunkt ... 159
7.2.2 Werkzeugspitze TIP ... 160
7.2.3 Werkzeug-Mittelpunkt TCP (tool center point) ... 161
7.2.4 Werkzeug-Führungspunkt TLP (tool location point) ... 161
7.2.5 Werkzeug-Drehpunkt TRP (tool rotation point) ... 162
7.2.6 Zentrum Werkzeugradius 2 CR2 (center R2) ... 162

7.3 Werkzeugaufruf ... 163

7.3.1 Werkzeugaufruf mit TOOL CALL ... 163
7.3.2 Schnittdaten ... 167
7.3.3 Werkzeugvorauswahl mit TOOL DEF ... 169

8 Bahnfunktionen ... 171

8.1 Grundlagen zur Koordinatendefinition ... 172
8.1.1 Kartesische Koordinaten ... 172
8.1.2 Polarkoordinaten ... 173
8.1.3 Absolute Eingaben ... 174
8.1.4 Inkrementale Eingaben ... 175

8.2 Grundlagen zu den Bahnfunktionen ... 176

8.3 Bahnfunktionen mit kartesischen Koordinaten ... 180
8.3.1 Übersicht der Bahnfunktionen ... 180
8.3.2 Gerade L ... 180
8.3.3 Fase CHF ... 181
8.3.4 Rundung RND ... 182
8.3.5 Kreismittelpunkt CC ... 183
8.3.6 Kreisbahn C ... 184
8.3.7 Kreisbahn CR ... 185
8.3.8 Kreisbahn CT ... 187
8.3.9 Kreisbahn in einer anderen Ebene ... 188
8.3.10 Beispiel: kartesische Bahnfunktionen ... 190

8.4 Bahnfunktionen mit Polarkoordinaten ... 191
8.4.1 Übersicht der Polarkoordinaten ... 191
8.4.2 Polarkoordinatenursprung Pol CC ... 191
8.4.3 Gerade LP ... 192
8.4.4 Kreisbahn CP um Pol CC ... 193
8.4.5 Kreisbahn CTP ... 194
8.4.6 Helix ... 195
8.4.7 Beispiel: polare Geraden ... 200

8.5 Kontur anfahren und verlassen ... 201
8.5.1 Übersicht der Bahnformen ... 201
8.5.2 Positionen beim Anfahren und Verlassen ... 203
8.5.3 Anfahrfunktionen APPR LT und APPR PLT ... 204
8.5.4 Anfahrfunktionen APPR LN und APPR PLN ... 205
8.5.5 Anfahrfunktionen APPR CT und APPR PCT ... 206
8.5.6 Anfahrfunktionen APPR LCT und APPR PLCT ... 207
8.5.7 Wegfahrfunktion DEP LT ... 209
8.5.8 Wegfahrfunktion DEP LN ... 209
8.5.9 Wegfahrfunktion DEP CT ... 210
8.5.10 Wegfahrfunktionen DEP LCT und DEP PLCT ... 211

9 Programmiertechniken.....215

9.1 Unterprogramme und Programmteilwiederholungen mit Label LBL..... 216

9.2 Auswahlfunktionen.....220

9.2.1 Übersicht der Auswahlfunktionen..... 220
9.2.2 NC-Programm aufrufen mit PGM CALL..... 220
9.2.3 NC-Programm wählen und aufrufen mit SEL PGM und CALL SELECTED PGM.....222

9.3 Verschachtelung von Programmiertechniken..... 224

9.3.1 Beispiel..... 225

10 Koordinatentransformation ... 227

10.1 Bezugssysteme ... 228
10.1.1 Übersicht ... 228
10.1.2 Grundlagen zu Koordinatensystemen ... 229
10.1.3 Maschinen-Koordinatensystem M-CS ... 229
10.1.4 Basis-Koordinatensystem B-CS ... 232
10.1.5 Werkstück-Koordinatensystem W-CS ... 233
10.1.6 Bearbeitungsebene-Koordinatensystem WPL-CS ... 236
10.1.7 Eingabe-Koordinatensystem I-CS ... 238
10.1.8 Werkzeug-Koordinatensystem T-CS ... 240

10.2 NC-Funktionen zur Bezugspunktverwaltung ... 243
10.2.1 Übersicht ... 243
10.2.2 Bezugspunkt aktivieren mit PRESET SELECT ... 243
10.2.3 Bezugspunkt kopieren mit PRESET COPY ... 244
10.2.4 Bezugspunkt korrigieren mit PRESET CORR ... 245

10.3 Nullpunkttabelle ... 246
10.3.1 Nullpunkttabelle im NC-Programm aktivieren ... 247

10.4 NC-Funktionen zur Koordinatentransformation ... 248
10.4.1 Übersicht ... 248
10.4.2 Nullpunktverschiebung mit TRANS DATUM ... 248
10.4.3 Spiegelung mit TRANS MIRROR ... 250
10.4.4 Drehung mit TRANS ROTATION ... 252
10.4.5 Skalierung mit TRANS SCALE ... 254

10.5 Bearbeitungsebene schwenken (Option #8) ... 255
10.5.1 Grundlagen ... 255
10.5.2 Bearbeitungsebene schwenken mit PLANE-Funktionen (Option #8) ... 256

10.6 Angestellte Bearbeitung (Option #9) ... 299

10.7 Werkzeuganstellung kompensieren mit FUNCTION TCPM (Option #9) ... 301

11 Korrekturen ... 309

11.1 Werkzeugkorrektur für Werkzeuglänge und -radius ... 310

11.2 Werkzeugradiuskorrektur ... 314

11.3 Schneidenradiuskorrektur bei Drehwerkzeugen (Option #50) ... 317

11.4 Werkzeugkorrektur mit Korrekturtabellen ... 320

11.4.1 Korrekturtabelle wählen mit SEL CORR-TABLE ... 322
11.4.2 Korrekturwert aktivieren mit FUNCTION CORRDATA ... 322

11.5 Drehwerkzeuge korrigieren mit FUNCTION TURNDATA CORR (Option #50) ... 323

11.6 3D-Werkzeugkorrektur (Option #9) ... 325

11.6.1 Grundlagen ... 325
11.6.2 Gerade LN ... 326
11.6.3 Werkzeuge für die 3D-Werkzeugkorrektur ... 327
11.6.4 3D-Werkzeugkorrektur beim Stirnfräsen (Option #9) ... 329
11.6.5 3D-Werkzeugkorrektur beim Umfangsfräsen (Option #9) ... 335
11.6.6 3D-Werkzeugkorrektur mit gesamtem Werkzeugradius mit FUNCTION PROG PATH (Option #9) ... 338

11.7 Eingriffswinkelabhängige 3D-Radiuskorrektur (Option #92) ... 340

12 Dateien.....343

12.1 Dateiverwaltung.....344

12.1.1 Grundlagen.....344
12.1.2 Arbeitsbereich Datei öffnen.....353
12.1.3 Arbeitsbereich Schnellauswahl.....354
12.1.4 Anpassen einer Datei der iTNC 530.....354
12.1.5 USB-Geräte.....355

12.2 Programmierbare Dateifunktionen.....357

13 Kollisionsüberwachung 361

13.1 Dynamische Kollisionsüberwachung DCM (Option #40) 362

13.1.1 Dynamische Kollisionsüberwachung DCM für die Simulation aktivieren 366
13.1.2 Grafische Darstellung der Kollisionskörper aktivieren 366
13.1.3 FUNCTION DCM: Dynamische Kollisionsüberwachung DCM im NC-Programm deaktivieren und aktivieren 367

13.2 Spannmittelüberwachung (Option #40) 368

13.2.1 Grundlagen 368
13.2.2 Spannmittel laden und entfernen mit der Funktion FIXTURE (Option #40) 371

13.3 Erweiterte Prüfungen in der Simulation 372

13.4 Werkzeug automatisch abheben mit FUNCTION LIFTOFF 373

14 Regelungsfunktionen ... 377

14.1 Adaptive Vorschubregelung AFC (Option #45) ... 378

14.1.1 Grundlagen ... 378
14.1.2 AFC aktivieren und deaktivieren ... 380

14.2 Funktionen zur Regelung des Programmlaufs ... 384

14.2.1 Übersicht ... 384
14.2.2 Pulsierende Drehzahl mit FUNCTION S-PULSE ... 384
14.2.3 Programmierte Verweilzeit mit FUNCTION DWELL ... 385
14.2.4 Zyklische Verweilzeit mit FUNCTION FEED DWELL ... 386

15 Überwachung 389

15.1 Komponentenüberwachung mit MONITORING HEATMAP (Option #155) 390

15.2 Prozessüberwachung (Option #168) 392

15.2.1 Grundlagen 392

15.2.2 Überwachungsabschnitte definieren mit MONITORING SECTION (Option #168) 393

16 Mehrachsbearbeitung ... 395

16.1 Bearbeitung mit Parallelachsen U, V und W ... 396

16.1.1 Grundlagen ... 396
16.1.2 Verhalten beim Positionieren von Parallelachsen definieren mit FUNCTION PARAXCOMP ... 396
16.1.3 Drei Linearachsen für die Bearbeitung wählen mit FUNCTION PARAXMODE ... 398
16.1.4 Parallelachsen in Verbindung mit Bearbeitungszyklen ... 400
16.1.5 Beispiel ... 400

16.2 Planschieber verwenden mit FACING HEAD POS (Option #50) ... 400

16.3 Bearbeitung mit polarer Kinematik mit FUNCTION POLARKIN ... 404

16.3.1 Beispiel: SL-Zyklen in polarer Kinematik ... 408

16.4 CAM-generierte NC-Programme ... 409

16.4.1 Ausgabeformate von NC-Programmen ... 410
16.4.2 Bearbeitungsarten nach Achsanzahl ... 412
16.4.3 Prozessschritte ... 414
16.4.4 Funktionen und Funktionspakete ... 421

17 Zusatzfunktionen ... 425

17.1 Zusatzfunktionen M und STOP ... 426

17.1.1 STOP programmieren ... 426

17.2 Übersicht der Zusatzfunktionen ... 427

17.3 Zusatzfunktionen für Koordinatenangaben ... 430

17.3.1 Im Maschinen-Koordinatensystem M-CS verfahren mit M91 ... 430
17.3.2 Im M92-Koordinatensystem verfahren mit M92 ... 431
17.3.3 Im ungeschwenkten Eingabe-Koordinatensystem I-CS verfahren mit M130 ... 432

17.4 Zusatzfunktionen für das Bahnverhalten ... 433

17.4.1 Drehachsanzeige unter 360° reduzieren mit M94 ... 433
17.4.2 Kleine Konturstufen bearbeiten mit M97 ... 435
17.4.3 Offene Konturecken bearbeiten mit M98 ... 436
17.4.4 Vorschub bei Zustellbewegungen reduzieren mit M103 ... 437
17.4.5 Vorschub bei Kreisbahnen anpassen mit M109 ... 438
17.4.6 Vorschub bei Innenradien reduzieren mit M110 ... 439
17.4.7 Vorschub für Drehachsen in mm/min interpretieren mit M116 (Option #8) ... 440
17.4.8 Handradüberlagerung aktivieren mit M118 ... 441
17.4.9 Radiuskorrigierte Kontur vorausberechnen mit M120 ... 443
17.4.10 Drehachsen wegoptimiert verfahren mit M126 ... 446
17.4.11 Werkzeuganstellung automatisch kompensieren mit M128 (Option #9) ... 448
17.4.12 Vorschub in mm/U interpretieren mit M136 ... 452
17.4.13 Drehachsen für die Bearbeitung berücksichtigen mit M138 ... 453
17.4.14 In der Werkzeugachse zurückziehen mit M140 ... 454
17.4.15 Grunddrehungen löschen mit M143 ... 456
17.4.16 Werkzeugversatz rechnerisch berücksichtigen M144 (Option #9) ... 457
17.4.17 Bei NC-Stopp oder Stromausfall automatisch abheben mit M148 ... 459
17.4.18 Verrunden von Außenecken verhindern mit M197 ... 460

17.5 Zusatzfunktionen für Werkzeuge ... 462

17.5.1 Schwesterwerkzeug automatisch einwechseln mit M101 ... 462
17.5.2 Positive Werkzeugaufmaße zulassen mit M107 (Option #9) ... 464
17.5.3 Radius des Schwesterwerkzeugs prüfen mit M108 ... 466
17.5.4 Tastsystemüberwachung unterdrücken mit M141 ... 466

18 Variablenprogrammierung ... 469

18.1 Übersicht Variablenprogrammierung ... 470

18.2 Variablen: Q-, QL-, QR- und QS-Parameter ... 470

18.2.1 Grundlagen ... 470
18.2.2 Vorbelegte Q-Parameter ... 476
18.2.3 Ordner Grundrechenarten ... 481
18.2.4 Ordner Winkelfunktionen ... 483
18.2.5 Ordner Kreisberechnung ... 485
18.2.6 Ordner Sprungbefehle ... 486
18.2.7 Sonderfunktionen der Variablenprogrammierung ... 487
18.2.8 Funktionen für frei definierbare Tabellen ... 498
18.2.9 Formeln im NC-Programm ... 500

18.3 Stringfunktionen ... 504

18.3.1 QS-Parameter Text zuweisen ... 508
18.3.2 QS-Parameter verketten ... 508
18.3.3 Variable Textinhalte in numerische Werte umwandeln ... 509
18.3.4 Variable numerische Werte in Textinhalte umwandeln ... 509
18.3.5 Teilstring aus einem QS-Parameter kopieren ... 509
18.3.6 Teilstring innerhalb eines QS-Parameterinhalts suchen ... 509
18.3.7 Gesamtanzahl der Zeichen eines QS-Parameters ermitteln ... 509
18.3.8 Alphabetische Reihenfolge zweier QS-Parameterinhalte vergleichen ... 510
18.3.9 Inhalt eines Maschinenparameters übernehmen ... 510

18.4 Zähler definieren mit FUNCTION COUNT ... 511

18.4.1 Beispiel ... 512

18.5 Tabellenzugriff mit SQL-Anweisungen ... 512

18.5.1 Grundlagen ... 512
18.5.2 Variable an Tabellenspalte binden mit SQL BIND ... 514
18.5.3 Tabellenwert auslesen mit SQL SELECT ... 515
18.5.4 SQL-Anweisungen ausführen mit SQL EXECUTE ... 517
18.5.5 Zeile aus der Ergebnismenge lesen mit SQL FETCH ... 522
18.5.6 Änderungen einer Transaktion verwerfen mit SQL ROLLBACK ... 523
18.5.7 Transaktion abschließen mit SQL COMMIT ... 525
18.5.8 Zeile der Ergebnismenge ändern mit SQL UPDATE ... 526
18.5.9 Neue Zeile in der Ergebnismenge erstellen mit SQL INSERT ... 528
18.5.10 Beispiel ... 530

19 Grafisches Programmieren ... 533

19.1 Grundlagen ... 534

19.1.1 Neue Kontur anlegen ... 541
19.1.2 Elemente sperren und entsperren ... 541

19.2 Konturen in das grafische Programmieren importieren ... 542

19.2.1 Konturen importieren ... 544

19.3 Konturen aus dem grafischen Programmieren exportieren ... 545

19.4 Erste Schritte im grafischen Programmieren ... 548

19.4.1 Beispielaufgabe D1226664 ... 548
19.4.2 Beispielkontur zeichnen ... 549
19.4.3 Gezeichnete Kontur exportieren ... 550

20 Bedienhilfen ... 551

20.1 Arbeitsbereich Hilfe ... 552

20.2 Bildschirmtastatur der Steuerungsleiste ... 555

20.2.1 Bildschirmtastatur öffnen und schließen ... 558

20.3 GOTO-Funktion ... 558

20.3.1 NC-Satz mit GOTO wählen ... 558

20.4 Einfügen von Kommentaren ... 559

20.4.1 Kommentar als NC-Satz einfügen ... 559
20.4.2 Kommentar im NC-Satz einfügen ... 559
20.4.3 NC-Satz aus- oder einkommentieren ... 560

20.5 Ausblenden von NC-Sätzen ... 560

20.5.1 NC-Sätze aus- oder einblenden ... 560

20.6 Gliedern von NC-Programmen ... 560

20.6.1 Gliederungspunkt einfügen ... 561

20.7 Spalte Gliederung im Arbeitsbereich Programm ... 561

20.7.1 NC-Satz mithilfe der Gliederung editieren ... 563

20.8 Spalte Suche im Arbeitsbereich Programm ... 563

20.8.1 Syntaxelemente suchen und ersetzen ... 565

20.9 Programmvergleich ... 566

20.9.1 Unterschiede in das aktive NC-Programm übernehmen ... 567

20.10 Kontextmenü ... 568

20.11 Taschenrechner ... 572

20.11.1 Taschenrechner öffnen und schließen ... 573
20.11.2 Ergebnis aus dem Verlauf wählen ... 573
20.11.3 Verlauf löschen ... 573

20.12 Schnittdatenrechner ... 573

20.12.1 Schnittdatenrechner öffnen ... 575
20.12.2 Schnittdaten mit Tabellen berechnen ... 576

21 Arbeitsbereich Simulation ... 577

21.1 Grundlagen ... 578

21.2 Voreingestellte Ansichten ... 588

21.3 Simuliertes Werkstück als STL-Datei exportieren ... 589

21.3.1 Simuliertes Werkstück als STL-Datei speichern ... 591

21.4 Messfunktion ... 591

21.4.1 Unterschied zwischen Rohteil und Fertigteil messen ... 593

21.5 Schnittansicht in der Simulation ... 593

21.5.1 Schnittebene verschieben ... 594

21.6 Modellvergleich ... 594

21.7 Drehzentrum der Simulation ... 595

21.7.1 Drehzentrum auf eine Ecke des simulierten Werkstücks setzen ... 596

21.8 Geschwindigkeit der Simulation ... 596

21.9 NC-Programm bis zu bestimmten NC-Satz simulieren ... 597

21.9.1 NC-Programm bis zu bestimmten NC-Satz simulieren ... 598

22 Palettenbearbeitung und Auftragslisten ... 599

22.1 Grundlagen ... 600

22.1.1 Palettenzähler ... 600

22.2 Arbeitsbereich Auftragsliste ... 600

22.2.1 Grundlagen ... 600

22.2.2 Batch Process Manager (Option #154) ... 604

22.3 Arbeitsbereich Formular für Paletten ... 607

22.4 Werkzeugorientierte Bearbeitung ... 608

22.5 Paletten-Bezugspunkttabelle ... 611

23 Tabellen ... 613

23.1 Betriebsart Tabellen ... 614
23.1.1 Tabelleninhalt editieren ... 615

23.2 Arbeitsbereich Tabelle ... 615

23.3 Arbeitsbereich Formular für Tabellen ... 619

23.4 Zugriff auf Tabellenwerte ... 621
23.4.1 Grundlagen ... 621
23.4.2 Tabellenwert lesen mit TABDATA READ ... 622
23.4.3 Tabellenwert schreiben mit TABDATA WRITE ... 623
23.4.4 Tabellenwert addieren mit TABDATA ADD ... 623

23.5 Frei definierbare Tabellen ... 624
23.5.1 Frei definierbare Tabelle erstellen ... 625

23.6 Punktetabelle ... 625
23.6.1 Punktetabelle erstellen ... 627
23.6.2 Einzelne Punkte für die Bearbeitung ausblenden ... 627

23.7 Nullpunkttabelle ... 627
23.7.1 Nullpunkttabelle erstellen ... 629
23.7.2 Nullpunkttabelle editieren ... 629

23.8 Tabellen für die Schnittdatenberechnung ... 630

23.9 Palettentabelle ... 633
23.9.1 Palettentabelle erstellen und öffnen ... 637

23.10 Korrekturtabellen ... 637
23.10.1 Übersicht ... 637
23.10.2 Korrekturtabelle *.tco ... 637
23.10.3 Korrekturtabelle *.wco ... 640
23.10.4 Korrekturtabelle erstellen ... 641

23.11 Korrekturwerttabelle *.3DTC ... 641

24 Übersichten.....643

24.1 Vorbelegte Fehlernummern für FN 14: ERROR..... 644

24.2 Systemdaten.....650

24.2.1 Liste der FN-Funktionen..... 650

1

Über das Benutzer-handbuch

1.1 Zielgruppe Anwender

Als Anwender gelten alle Nutzer der Steuerung, die mindestens eine der folgenden Hauptaufgaben erledigen:

- Maschine bedienen
  - Werkzeuge einrichten
  - Werkstücke einrichten
  - Werkstücke bearbeiten
  - Mögliche Fehler während des Programmlaufs beheben
- NC-Programme erstellen und testen
  - NC-Programme an der Steuerung oder extern mithilfe eines CAM-Systems erstellen
  - NC-Programme mithilfe der Simulation testen
  - Mögliche Fehler während des Programmtests beheben

Das Benutzerhandbuch stellt durch die Informationstiefe folgende Qualifikationsanforderungen an die Anwender:

- Technisches Grundverständnis, z. B. technische Zeichnungen lesen und räumliches Vorstellungsvermögen
- Grundwissen im Bereich der Zerspanung, z. B. Bedeutung materialspezifischer Technologiewerte
- Sicherheitsbelehrung, z. B. mögliche Gefahren und ihre Vermeidung
- Einweisung an der Maschine, z. B. Achsrichtungen und Maschinenkonfiguration

HEIDENHAIN bietet weiteren Zielgruppen separate Informationsprodukte:

- Prospekte und Lieferübersicht für Kaufinteressenten
- Servicehandbuch für Servicetechniker
- Technisches Handbuch für Maschinenhersteller

Darüber hinaus bietet HEIDENHAIN Anwendern sowie Quereinsteigern ein breites Schulungsangebot im Bereich der NC-Programmierung.
HEIDENHAIN-Schulungsportal

Aufgrund der Zielgruppe enthält dieses Benutzerhandbuch nur Informationen über den Betrieb und die Bedienung der Steuerung. Die Informationsprodukte für andere Zielgruppen enthalten Informationen über weitere Produktlebensphasen.

1.2 Verfügbare Anwenderdokumentation

Benutzerhandbuch

Dieses Informationsprodukt bezeichnet HEIDENHAIN unabhängig vom Ausgabe- oder Transportmedium als Benutzerhandbuch. Bekannte gleichbedeutende Benennungen lauten z. B. Gebrauchsanleitung, Bedienungsanleitung und Betriebsanleitung.

Das Benutzerhandbuch für die Steuerung steht in folgenden Varianten zur Verfügung:

- Als gedruckte Ausgabe aufgeteilt in folgende Module:
  - Das Benutzerhandbuch **Einrichten und Abarbeiten** enthält alle Inhalte zum Einrichten der Maschine sowie zum Abarbeiten von NC-Programmen.
    ID: 1358774-xx
  - Das Benutzerhandbuch **Programmieren und Testen** enthält alle Inhalte zur Erstellung sowie zum Testen von NC-Programmen. Nicht enthalten sind Tastsystem- und Bearbeitungszyklen.
    ID für Klartextprogrammierung: 1358773-xx
  - Das Benutzerhandbuch **Bearbeitungszyklen** enthält alle Funktionen der Bearbeitungszyklen.
    ID: 1358775-xx
  - Das Benutzerhandbuch **Messzyklen für Werkstück und Werkzeug** enthält alle Funktionen der Tastsystemzyklen.
    ID: 1358777-xx
- Als PDF-Dateien entsprechend den Druckversionen aufgeteilt oder als Gesamt-PDF alle Module umfassend
  TNCguide
- Als HTML-Datei zur Nutzung als integrierte Produkthilfe **TNCguide** direkt auf der Steuerung
  TNCguide

Das Benutzerhandbuch unterstützt Sie im sicheren und bestimmungsgemäßen Umgang mit der Steuerung.
Weitere Informationen: "Bestimmungsgemäßer Gebrauch", Seite 40

Weitere Informationsprodukte für Anwender

Ihnen als Anwender stehen weitere Informationsprodukte zur Verfügung:

- **Übersicht neuer und geänderter Software-Funktionen** informiert Sie über die Neuerungen einzelner Software-Versionen.
  TNCguide
- **HEIDENHAIN-Prospekte** informieren Sie über Produkte und Leistungen von HEIDENHAIN, z. B. Software-Optionen der Steuerung.
  HEIDENHAIN-Prospekte
- Die Datenbank **NC-Solutions** bietet Lösungen zu häufig vorkommenden Aufgabenstellungen.
  HEIDENHAIN-NC-Solutions

1.3 Verwendete Hinweistypen

Sicherheitshinweise

Beachten Sie alle Sicherheitshinweise in dieser Dokumentation und in der Dokumentation Ihres Maschinenherstellers!

Sicherheitshinweise warnen vor Gefahren im Umgang mit Software und Geräten und geben Hinweise zu deren Vermeidung. Sie sind nach der Schwere der Gefahr klassifiziert und in die folgenden Gruppen unterteilt:

⚠ GEFAHR

Gefahr signalisiert Gefährdungen für Personen. Wenn Sie die Anleitung zum Vermeiden der Gefährdung nicht befolgen, dann führt die Gefährdung **sicher zum Tod oder schweren Körperverletzungen**.

⚠ WARNUNG

Warnung signalisiert Gefährdungen für Personen. Wenn Sie die Anleitung zum Vermeiden der Gefährdung nicht befolgen, dann führt die Gefährdung **voraussichtlich zum Tod oder schweren Körperverletzungen**.

⚠ VORSICHT

Vorsicht signalisiert Gefährdungen für Personen. Wenn Sie die Anleitung zum Vermeiden der Gefährdung nicht befolgen, dann führt die Gefährdung **voraussichtlich zu leichten Körperverletzungen**.

HINWEIS

Hinweis signalisiert Gefährdungen für Gegenstände oder Daten. Wenn Sie die Anleitung zum Vermeiden der Gefährdung nicht befolgen, dann führt die Gefährdung **voraussichtlich zu einem Sachschaden**.

Informationsreihenfolge innerhalb der Sicherheitshinweise

Alle Sicherheitshinweise enthalten die folgenden vier Abschnitte:

- Das Signalwort zeigt die Schwere der Gefahr
- Art und Quelle der Gefahr
- Folgen bei Missachtung der Gefahr, z. B. "Bei nachfolgenden Bearbeitungen besteht Kollisionsgefahr"
- Entkommen – Maßnahmen zur Abwehr der Gefahr

Informationshinweise

Beachten Sie die Informationshinweise in dieser Anleitung für einen fehlerfreien und effizienten Einsatz der Software.
In dieser Anleitung finden Sie folgende Informationshinweise:

	Das Informationssymbol steht für einen **Tipp**. Ein Tipp gibt wichtige zusätzliche oder ergänzende Informationen.

	Dieses Symbol fordert Sie auf, die Sicherheitshinweise Ihres Maschinenherstellers zu befolgen. Das Symbol weist auch auf maschinenabhängige Funktionen hin. Mögliche Gefährdungen für den Bediener und die Maschine sind im Maschinenhandbuch beschrieben.

	Das Buchsymbol steht für einen **Querverweis** zu externen Dokumentationen, z. B. der Dokumentation Ihres Maschinenherstellers oder eines Drittanbieters.

Änderungen gewünscht oder den Fehlerteufel entdeckt?

Wir sind ständig bemüht, unsere Dokumentation für Sie zu verbessern. Helfen Sie uns dabei und teilen uns bitte Ihre Änderungswünsche unter folgender E-Mail-Adresse mit:

tnc-userdoc@heidenhain.de

1.4 Hinweise zur Nutzung von NC-Programmen

Die im Benutzerhandbuch enthaltenen NC-Programme sind Lösungsvorschläge. Bevor Sie die NC-Programme oder einzelne NC-Sätze an einer Maschine verwenden, müssen Sie sie anpassen.

Passen Sie folgende Inhalte an:

- Werkzeuge
- Schnittwerte
- Vorschübe
- Sichere Höhe oder sichere Positionen
- Maschinenspezifische Positionen, z. B. mit **M91**
- Pfade von Programmaufrufen

Einige NC-Programme sind abhängig von der Maschinenkinematik. Passen Sie diese NC-Programme vor dem ersten Testlauf an Ihre Maschinenkinematik an.

Testen Sie die NC-Programme zusätzlich mithilfe der Simulation vor dem eigentlichen Programmlauf.

	Mithilfe eines Programmtests stellen Sie fest, ob Sie das NC-Programm mit den verfügbaren Software-Optionen, der aktiven Maschinenkinematik sowie der aktuellen Maschinenkonfiguration verwenden können.

1.5 Benutzerhandbuch als integrierte Produkthilfe TNCguide

Anwendung

Die integrierte Produkthilfe **TNCguide** bietet den gesamten Umfang aller Benutzerhandbücher.

Weitere Informationen: "Verfügbare Anwenderdokumentation", Seite 31

Das Benutzerhandbuch unterstützt Sie im sicheren und bestimmungsgemäßen Umgang mit der Steuerung.
Weitere Informationen: "Bestimmungsgemäßer Gebrauch", Seite 40

Voraussetzung

Die Steuerung bietet im Auslieferungszustand die integrierte Produkthilfe **TNCguide** in den Sprachversionen Deutsch und Englisch.

Wenn die Steuerung keine passende **TNCguide**-Sprachversion zur gewählten Dialogsprache findet, öffnet sie den **TNCguide** in englischer Sprache.

Wenn die Steuerung keine **TNCguide**-Sprachversion findet, öffnet sie eine Informationsseite mit Anweisungen. Mithilfe des angegebenen Links sowie der Handlungsschritte ergänzen Sie die fehlenden Dateien in der Steuerung.

> Die Informationsseite können Sie auch manuell öffnen, indem Sie die **index.html** z. B. unter **TNC:\tncguide\en\readme** wählen. Der Pfad ist abhängig von der gewünschten Sprachversion, z. B. **en** für Englisch.
>
> Mithilfe der angegebenen Handlungsschritte können Sie auch die Version des **TNCguide** aktualisieren. Eine Aktualisierung kann z. B. nach einem Software-Update notwendig sein.

Funktionsbeschreibung

Die integrierte Produkthilfe **TNCguide** ist innerhalb der Anwendung **Hilfe** oder des Arbeitsbereichs **Hilfe** wählbar.

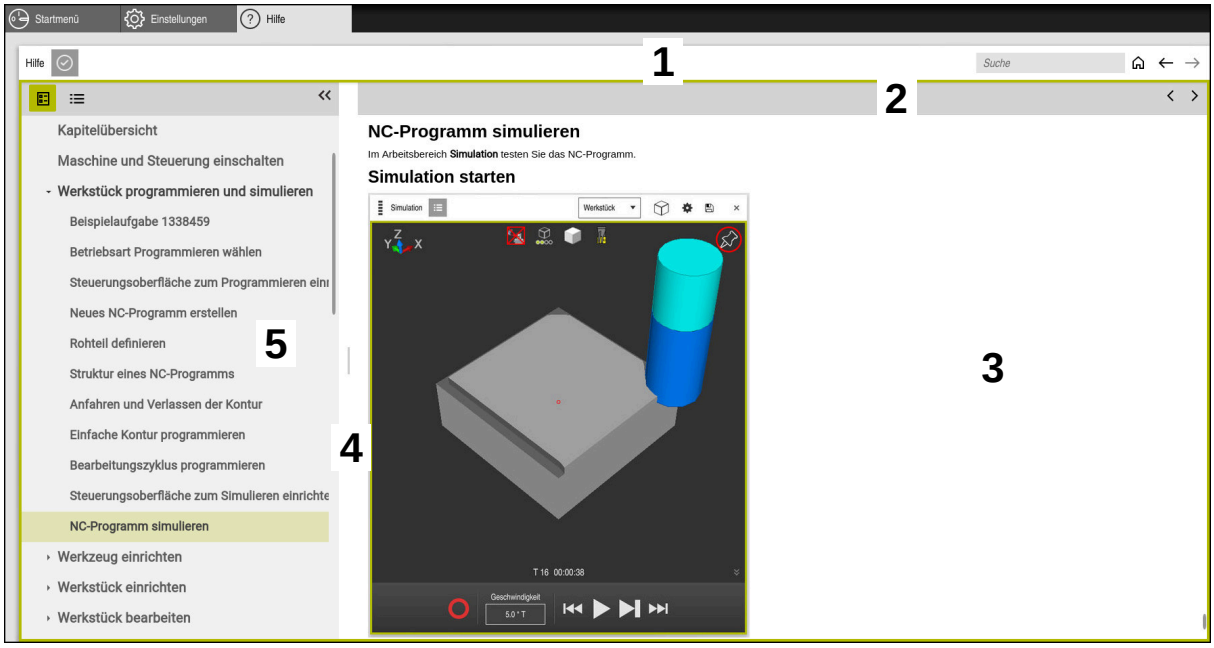
Weitere Informationen: "Anwendung Hilfe", Seite 35

Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Hilfe", Seite 552

Die Bedienung des **TNCguide** ist in beiden Fällen identisch.

Weitere Informationen: "Symbole", Seite 36

Anwendung Hilfe



Anwendung **Hilfe** mit geöffnetem **TNCguide**

Die Anwendung **Hilfe** enthält folgende Bereiche:

1 Titelleiste der Anwendung **Hilfe**
  Weitere Informationen: "Symbole in der Anwendung Hilfe", Seite 36
2 Titelleiste der integrierten Produkthilfe **TNCguide**
  Weitere Informationen: "Symbole in der integrierten Produkthilfe TNCguide ", Seite 36
3 Inhaltsspalte des **TNCguide**
4 Trenner zwischen den Spalten des **TNCguide**
  Mithilfe des Trenners passen Sie die Breite der Spalten an.
5 Navigationsspalte des **TNCguide**

Symbole

Symbole in der Anwendung Hilfe

Symbol	Funktion
	Startseite anzeigen Die Startseite zeigt alle verfügbaren Dokumentationen. Wählen Sie die gewünschte Dokumentation mithilfe der Navigationskacheln, z. B. den **TNCguide**. Wenn ausschließlich eine Dokumentation verfügbar ist, öffnet die Steuerung den Inhalt direkt. Wenn eine Dokumentation geöffnet ist, können Sie die Suchfunktion nutzen.
	Tutorials anzeigen
	Zwischen den zuletzt geöffneten Inhalten navigieren
	Suchergebnisse anzeigen oder ausblenden **Weitere Informationen:** "Im TNCguide suchen", Seite 37

Symbole in der integrierten Produkthilfe TNCguide

Symbol	Funktion
	Struktur der Dokumentation anzeigen Die Struktur besteht aus den Überschriften der Inhalte. Die Struktur dient als Hauptnavigation innerhalb der Dokumentation.
	Index der Dokumentation anzeigen Der Index besteht aus wichtigen Stichwörtern. Der Index dient als alternative Navigation innerhalb der Dokumentation.
	Vorherige oder nächste Seite innerhalb der Dokumentation anzeigen
	Navigation anzeigen oder ausblenden
	NC-Beispiele in die Zwischenablage kopieren **Weitere Informationen:** "NC-Beispiele in Zwischenablage kopieren", Seite 37

1.5.1 Im TNCguide suchen

Mithilfe der Suchfunktion suchen Sie innerhalb der geöffneten Dokumentation nach den eingegebenen Suchbegriffen.

Sie nutzen die Suchfunktion wie folgt:

- Zeichenfolge eingeben

> Das Eingabefeld befindet sich in der Titelleiste links vom Home-Symbol, mit dem Sie zur Startseite navigieren.
>
> Die Suche startet automatisch, nachdem Sie z. B. einen Buchstaben eingeben.
>
> Wenn Sie eine Eingabe löschen möchten, nutzen Sie das X-Symbol innerhalb des Eingabefelds.

- > Die Steuerung öffnet die Spalte mit den Suchergebnissen.
- > Die Steuerung markiert Fundstellen auch innerhalb der geöffneten Inhaltsseite.
- Fundstelle wählen
- > Die Steuerung öffnet den gewählten Inhalt.
- > Die Steuerung zeigt weiterhin die Ergebnisse der letzten Suche.
- Ggf. alternative Fundstelle wählen
- Ggf. neue Zeichenfolge eingeben

1.5.2 NC-Beispiele in Zwischenablage kopieren

Mithilfe der Kopierfunktion übernehmen Sie NC-Beispiel aus der Dokumentation in den NC-Editor.

Sie nutzen die Kopierfunktion wie folgt:

- Zum gewünschten NC-Beispiel navigieren
- **Hinweise zur Nutzung von NC-Programmen** aufklappen
- **Hinweise zur Nutzung von NC-Programmen** lesen und beachten

Weitere Informationen: "Hinweise zur Nutzung von NC-Programmen", Seite 33

- NC-Beispiel in die Zwischenablage kopieren

- > Die Schaltfläche ändert während des Kopiervorgangs die Farbe.
- > Die Zwischenablage enthält den gesamten Inhalt des kopierten NC-Beispiels.
- NC-Beispiel in das NC-Programm einfügen
- Eingefügten Inhalt entsprechend der **Hinweise zur Nutzung von NC-Programmen** anpassen
- NC-Programm mithilfe der Simulation prüfen

Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Simulation", Seite 577

1.6 Kontakt zur Redaktion

Änderungen gewünscht oder den Fehlerteufel entdeckt?

Wir sind ständig bemüht, unsere Dokumentation für Sie zu verbessern. Helfen Sie uns dabei und teilen uns bitte Ihre Änderungswünsche unter folgender E-Mail-Adresse mit:

tnc-userdoc@heidenhain.de

2

Über das Produkt

2.1 Die TNC7

Jede HEIDENHAIN-Steuerung unterstützt Sie mit dialoggeführter Programmierung und detailgetreuer Simulation. Mit der TNC7 können Sie zusätzlich formularbasiert oder grafisch programmieren und kommen so schnell und sicher zum gewünschten Ergebnis.

Software-Optionen sowie optionale Hardware-Erweiterungen ermöglichen eine flexible Steigerung des Funktionsumfangs und des Bedienkomforts.

Eine Erweiterung des Funktionsumfangs erlaubt z. B. zusätzlich zu Fräs- und Bohr- auch Dreh- und Schleifbearbeitungen.

Weitere Informationen: "Technologiespezifische Programmierung", Seite 123

Der Bedienkomfort steigt z. B. durch den Einsatz von Tastsystemen, Handrädern oder einer 3D-Maus.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Definitionen

Abkürzung	Definition
TNC	**TNC** leitet sich vom Akronym **CNC** (computerized numerical control) ab. Das **T** (tip oder touch) steht für die Möglichkeit, NC-Programme direkt an der Steuerung einzutippen oder auch grafisch mithilfe von Gesten zu programmieren.
7	Die Produktnummer zeigt die Steuerungsgeneration. Der Funktionsumfang hängt von den freigeschalteten Software-Optionen ab.

2.1.1 Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Die Informationen bzgl. des bestimmungsgemäßen Gebrauchs unterstützen Sie als Anwender beim sicheren Umgang mit einem Produkt, z. B. einer Werkzeugmaschine.

Die Steuerung ist eine Maschinenkomponente und keine vollständige Maschine. Dieses Benutzerhandbuch beschreibt die Verwendung der Steuerung. Informieren Sie sich vor Nutzung der Maschine inkl. Steuerung mithilfe der Maschinenherstellerdokumentation über die sicherheitsrelevanten Aspekte, die notwendige Sicherheitsausrüstung sowie die Anforderungen an das qualifizierte Personal.

> HEIDENHAIN vertreibt Steuerungen für den Einsatz an Fräs- und Drehmaschinen sowie Bearbeitungszentren mit bis zu 24 Achsen. Wenn Sie als Anwender einer abweichenden Konstellation begegnen, müssen Sie unverzüglich den Betreiber kontaktieren.

HEIDENHAIN leistet einen zusätzlichen Beitrag zur Erhöhung Ihrer Sicherheit sowie dem Schutz Ihrer Produkte, indem u. a. die Kundenrückmeldungen berücksichtigt werden. Daraus resultieren z. B. Funktionsanpassungen der Steuerungen und Sicherheitshinweise in den Informationsprodukten.

> Tragen Sie aktiv zur Erhöhung der Sicherheit bei, indem Sie fehlende oder missverständliche Informationen melden.
>
> **Weitere Informationen:** "Kontakt zur Redaktion", Seite 37

2.1.2 Vorgesehener Einsatzort

Entsprechend der Norm DIN EN 50370-1 für die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) ist die Steuerung für den Einsatz in industriellen Umgebungen zugelassen.

Definitionen

Richtlinie	Definition
DIN EN 50370-1:2006-02	Diese Norm behandelt u. a. das Thema Störaussendung und Störfestigkeit von Werkzeugmaschinen.

2.2 Sicherheitshinweise

Beachten Sie alle Sicherheitshinweise in dieser Dokumentation und in der Dokumentation Ihres Maschinenherstellers!

Die nachfolgenden Sicherheitshinweise beziehen sich ausschließlich auf die Steuerung als Einzelkomponente und nicht auf das spezifische Gesamtprodukt, also eine Werkzeugmaschine.

Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!

Informieren Sie sich vor Nutzung der Maschine inkl. Steuerung mithilfe der Maschinenherstellerdokumentation über die sicherheitsrelevanten Aspekte, die notwendige Sicherheitsausrüstung sowie die Anforderungen an das qualifizierte Personal.

Die folgende Übersicht enthält ausschließlich die allgemeingültigen Sicherheitshinweise. Beachten Sie innerhalb der folgenden Kapitel zusätzliche, teilweise konfigurationsabhängige Sicherheitshinweise.

Um eine größtmögliche Sicherheit zu gewährleisten, werden alle Sicherheitshinweise an relevanten Stellen innerhalb der Kapitel wiederholt.

GEFAHR

Achtung, Gefahr für Anwender!

Durch ungesicherte Anschlussbuchsen, defekte Kabel und unsachgemäßen Gebrauch entstehen immer elektrische Gefahren. Mit dem Einschalten der Maschine beginnt die Gefährdung!

- Geräte ausschließlich durch autorisiertes Service-Personal anschließen oder entfernen lassen
- Maschine ausschließlich mit angeschlossenem Handrad oder gesicherter Anschlussbuchse einschalten

GEFAHR

Achtung, Gefahr für Anwender!

Durch Maschinen und Maschinenkomponenten entstehen immer mechanische Gefahren. Elektrische, magnetische oder elektromagnetische Felder sind besonders für Personen mit Herzschrittmachern und Implantaten gefährlich. Mit dem Einschalten der Maschine beginnt die Gefährdung!

- Maschinenhandbuch beachten und befolgen
- Sicherheitshinweise und Sicherheitssymbole beachten und befolgen
- Sicherheitseinrichtungen verwenden

⚠ WARNUNG

Achtung, Gefahr für Anwender!

Schadsoftware (Viren, Trojaner, Malware oder Würmer) können Datensätze sowie Software verändern. Manipulierte Datensätze sowie Software können zu einem unvorhergesehen Verhalten der Maschine führen.

- Wechselspeichermedien vor der Nutzung auf Schadsoftware prüfen
- Internen Web-Browser ausschließlich in der Sandbox starten

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die Steuerung führt keine automatische Kollisionsprüfung zwischen Werkzeug und Werkstück durch. Bei falscher Vorpositionierung oder ungenügendem Abstand zwischen den Komponenten besteht während der Referenzierung der Achsen Kollisionsgefahr!

- Bildschirmhinweise beachten
- Vor dem Referenzieren der Achsen bei Bedarf eine sichere Position anfahren
- Auf mögliche Kollisionen achten

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die Steuerung verwendet für die Korrektur der Werkzeuglänge die definierte Werkzeuglänge der Werkzeugtabelle. Falsche Werkzeuglängen bewirken auch eine fehlerhafte Korrektur der Werkzeuglänge. Bei Werkzeugen mit der Länge **0** und nach einem **TOOL CALL 0** führt die Steuerung keine Korrektur der Werkzeuglänge und keine Kollisionsprüfung durch. Während nachfolgenden Werkzeugpositionierungen besteht Kollisionsgefahr!

- Werkzeuge immer mit der tatsächlichen Werkzeuglänge definieren (nicht nur Differenzen)
- **TOOL CALL 0** ausschließlich zum Leeren der Spindel verwenden

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

An älteren Steuerungen erstellte NC-Programme können an aktuellen Steuerungen abweichende Achsbewegungen oder Fehlermeldungen bewirken! Während der Bearbeitung besteht Kollisionsgefahr!

- NC-Programm oder Programmabschnitt mithilfe der grafischen Simulation prüfen
- NC-Programm oder Programmabschnitt in der Betriebsart **Programmlauf Einzelsatz** vorsichtig testen
- Nachfolgende bekannte Unterschiede beachten (nachfolgende Liste ggf. unvollständig!)

HINWEIS

Achtung, Datenverlust möglich!

Die Funktion **LÖSCHEN** löscht die Datei endgültig. Die Steuerung führt vor dem Löschen keine automatische Sicherung der Datei durch, z. B. in einem Papierkorb. Damit sind Dateien unwiederbringlich entfernt.

- Wichtige Daten regelmäßig auf externen Laufwerken sichern

HINWEIS

Achtung, Datenverlust möglich!

Wenn Sie angeschlossene USB-Geräte während einer Datenübertragung nicht ordnungsgemäß entfernen, können Daten beschädigt oder gelöscht werden!

- USB-Schnittstelle nur zum Übertragen und Sichern verwenden, nicht zum Bearbeiten und Abarbeiten von NC-Programmen
- USB-Geräte mithilfe des Softkeys nach der Datenübertragung entfernen

HINWEIS

Achtung, Datenverlust möglich!

Die Steuerung muss heruntergefahren werden, damit laufende Prozesse abgeschlossen und Daten gesichert werden. Sofortiges Ausschalten der Steuerung durch Betätigung des Hauptschalters kann in jedem Steuerungszustand zu Datenverlust führen!

- Steuerung immer herunterfahren
- Hauptschalter ausschließlich nach Bildschirmmeldung betätigen

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie im Programmlauf mithilfe der **GOTO**-Funktion einen NC-Satz wählen und anschließend das NC-Programm abarbeiten, ignoriert die Steuerung alle zuvor programmierten NC-Funktionen, z. B. Transformationen. Dadurch besteht während der nachfolgenden Verfahrbewegungen Kollisionsgefahr!

- **GOTO** nur beim Programmieren und Testen von NC-Programmen verwenden
- Beim Abarbeiten von NC-Programmen ausschließlich **Satzvorlauf** verwenden

2.3 Software

Dieses Benutzerhandbuch beschreibt die Funktionen zum Einrichten der Maschine sowie zum Programmieren und Abarbeiten von NC-Programmen, die die Steuerung bei vollem Funktionsumfang bietet.

> Der tatsächliche Funktionsumfang hängt u. a. von den freigeschalteten Software-Optionen ab.
> **Weitere Informationen:** "Software-Optionen", Seite 45

Die Tabelle zeigt die in diesem Benutzerhandbuch beschriebenen NC-Software-Nummern.

> HEIDENHAIN hat das Versionierungsschema ab der NC-Software-Version 16 vereinfacht:
> - Der Veröffentlichungszeitraum bestimmt die Versionsnummer.
> - Alle Steuerungstypen eines Veröffentlichungszeitraums weisen dieselbe Versionsnummer auf.
> - Die Versionsnummer der Programmierplätze entspricht der Versionsnummer der NC-Software.

NC-Software-Nummer	Produkt
817620-16	TNC7
817621-16	TNC7 E
817625-16	TNC7 Programmierplatz

> Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!
> Dieses Benutzerhandbuch beschreibt die Grundfunktionen der Steuerung. Der Maschinenhersteller kann die Funktionen der Steuerung an die Maschine anpassen, erweitern oder einschränken.
> Prüfen Sie mithilfe des Maschinenhandbuchs, ob der Maschinenhersteller die Funktionen der Steuerung angepasst hat.

Definition

Abkürzung	Definition
E	Der Kennbuchstabe E kennzeichnet die Exportversion der Steuerung. In dieser Version ist die Software-Option #9 Erweiterte Funktionen Gruppe 2 auf eine 4-Achsinterpolation beschränkt.

2.3.1 Software-Optionen

Software-Optionen bestimmen den Funktionsumfang der Steuerung. Die optionalen Funktionen sind maschinen- oder anwendungsspezifisch. Die Software-Optionen bieten Ihnen die Möglichkeit, die Steuerung an Ihre individuellen Bedarfe anzupassen.

Sie können einsehen, welche Software-Optionen an Ihrer Maschine freigeschaltet sind.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Übersicht und Definitionen

Die **TNC7** verfügt über verschiedene Software-Optionen, die der Maschinenhersteller jeweils separat und auch nachträglich freischalten kann. Die nachfolgende Übersicht enthält ausschließlich Software-Optionen, die für Sie als Anwender relevant sind.

> Im Benutzerhandbuch erkennen Sie durch Angaben von Optionsnummern, dass eine Funktion nicht im Standardfunktionsumfang enthalten ist.
>
> Über zusätzliche maschinenherstellerrelevante Software-Optionen informiert das Technische Handbuch.

> Beachten Sie, dass bestimmte Software-Optionen auch Hardware-Erweiterungen erfordern.
>
> **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Software-Option	Definition und Anwendung
Additional Axis (Optionen #0 bis #7)	**Zusätzlicher Regelkreis** Ein Regelkreis ist für jede Achse oder Spindel notwendig, die die Steuerung auf einen programmierten Sollwert bewegt. Die zusätzlichen Regelkreise benötigen Sie z. B. für abnehmbare und angetriebene Schwenktische.
Advanced Function Set 1 (Option #8)	**Erweiterte Funktionen Gruppe 1** Diese Software-Option ermöglicht auf Maschinen mit Drehachsen, mehrere Werkstückseiten in einer Aufspannung zu bearbeiten. Die Software-Option enthält z. B. folgende Funktionen: ■ Bearbeitungsebene schwenken, z. B. mit **PLANE SPATIAL** **Weitere Informationen:** "PLANE SPATIAL", Seite 261 ■ Programmieren von Konturen auf der Abwicklung eines Zylinders, z. B. mit Zyklus **27 ZYLINDER-MANTEL** **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen ■ Programmieren des Drehachsvorschubs in mm/min mit **M116** **Weitere Informationen:** "Vorschub für Drehachsen in mm/min interpretieren mit M116 (Option #8)", Seite 440 ■ 3-achsige Kreisinterpolation bei geschwenkter Bearbeitungsebene Mit der erweiterten Funktionen Gruppe 1 reduzieren Sie den Aufwand beim Einrichten und erhöhen die Werkstückgenauigkeit.

Software-Option	Definition und Anwendung
Advanced Function Set 2 (Option #9)	**Erweiterte Funktionen Gruppe 2** Diese Software-Option ermöglicht bei Maschinen mit Drehachsen, Werkstücke 5-Achs-simultan zu bearbeiten. Die Software-Option enthält z. B. folgende Funktionen: ■ **TCPM** (tool center point management): Linearachsen während der Drehachspositionierung automatisch nachführen **Weitere Informationen:** "Werkzeuganstellung kompensieren mit FUNCTION TCPM (Option #9)", Seite 301 ■ NC-Programme mit Vektoren inkl. optionaler 3D-Werkzeugkorrektur abarbeiten **Weitere Informationen:** "3D-Werkzeugkorrektur (Option #9)", Seite 325 ■ Achsen im aktiven Werkzeug-Koordinatensystem **T-CS** manuell verfahren ■ Geradeninterpolation in mehr als vier Achsen (bei einer Exportversion max. vier Achsen) Mit der erweiterten Funktionen Gruppe 2 können Sie z. B. Freiformflächen herstellen.
HEIDENHAIN DNC (Option #18)	**HEIDENHAIN DNC** Diese Software-Option ermöglicht externen Windows-Applikationen, mithilfe des TCP/IP-Protokolls auf Daten der Steuerung zuzugreifen. Mögliche Anwendungsfelder sind z. B.: ■ Anbindung an übergeordnete ERP- oder MES-Systeme ■ Maschinen- und Betriebsdatenerfassung HEIDENHAIN DNC benötigen Sie in Zusammenhang mit externen Windows-Applikationen.
Dynamic Collision Monitoring (Option #40)	**Dynamische Kollisionsüberwachung DCM** Diese Software-Option ermöglicht dem Maschinenhersteller, Maschinenkomponenten als Kollisionskörper zu definieren. Die Steuerung überwacht die definierten Kollisionskörper bei allen Maschinenbewegungen. Die Software-Option bietet z. B. folgende Funktionen: ■ Automatische Unterbrechung des Programmlaufs bei drohenden Kollisionen ■ Warnungen bei manuellen Achsbewegungen ■ Kollisionsüberwachung im Programmtest Mit DCM können Sie Kollisionen verhindern und damit Zusatzkosten durch Sachschäden oder Maschinenzustände vermeiden. **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
CAD Import (Option #42)	**CAD Import** Diese Software-Option ermöglicht, Positionen und Konturen aus CAD-Dateien auszuwählen und in ein NC-Programm zu übernehmen. Mit dem CAD Import reduzieren Sie den Programmieraufwand und beugen typischen Fehlern vor, z. B. Falscheingabe von Werten. Zusätzlich trägt der CAD Import zur papierlosen Fertigung bei. **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Software-Option	Definition und Anwendung
Global Program Settings (Option #44)	**Globale Programmeinstellungen GPS** Diese Software-Option ermöglicht während des Programmlaufs überlagerte Koordinatentransformationen sowie Handradbewegungen, ohne das NC-Programm zu ändern. Mit GPS können Sie extern erstellte NC-Programme an die Maschine anpassen und erhöhen die Flexibilität während des Programmlaufs. **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
Adaptive Feed Control (Option #45)	**Adaptive Vorschubregelung AFC** Diese Software-Option ermöglicht eine automatische Vorschubregulierung in Abhängigkeit von der aktuellen Spindellast. Die Steuerung erhöht den Vorschub bei sinkender Last und reduziert den Vorschub bei steigender Last. Mit AFC können Sie die Bearbeitungszeit verkürzen, ohne das NC-Programm anzupassen und gleichzeitig Maschinenschäden durch Überlastung verhindern. **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
KinematicsOpt (Option #48)	**KinematicsOpt** Diese Software-Option ermöglicht mithilfe von automatischen Antastvorgängen, die aktive Kinematik zu prüfen und zu optimieren. Mit KinematicsOpt kann die Steuerung Positionsfehler bei Drehachsen korrigieren und damit die Genauigkeit bei Schwenk- und Simultanbearbeitungen erhöhen. Durch wiederholte Messungen und Korrekturen kann die Steuerung z. T. temperaturbedingte Abweichungen kompensieren. **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Messzyklen für Werkstücke und Werkzeuge
Turning (Option #50)	**Fräsdrehen** Diese Software-Option bietet ein umfangreiches drehspezifisches Funktionenpaket für Fräsmaschinen mit Drehtischen. Die Software-Option bietet z. B. folgende Funktionen: ■ Drehspezifische Werkzeuge ■ Drehspezifische Zyklen und Konturelemente, z. B. Freistiche ■ Automatische Schneidenradiuskompensation Das Fräsdrehen ermöglicht Fräsdrehbearbeitungen an nur einer Maschine und reduziert damit z. B. den Einrichteaufwand deutlich. **Weitere Informationen:** "Drehbearbeitung (Option #50)", Seite 126
KinematicsComp (Option #52)	**KinematicsComp** Diese Software-Option ermöglicht mithilfe von automatischen Antastvorgängen, die aktive Kinematik zu prüfen und zu optimieren. Mit KinematicsComp kann die Steuerung Lage- und Komponentenfehler in Raum korrigieren, also die Fehler von Dreh- und Linearachsen räumlich kompensieren. Die Korrekturen sind im Vergleich zu KinematicsOpt (Option #48) noch umfangreicher. **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Messzyklen für Werkstücke und Werkzeuge

Software-Option	Definition und Anwendung
OPC UA NC Server 1 bis **6** (Optionen #56 bis #61)	**OPC UA NC Server** Diese Software-Optionen bieten mit OPC UA eine standardisierte Schnittstelle zum externen Zugriff auf Daten und Funktionen der Steuerung. Mögliche Anwendungsfelder sind z. B.: ■ Anbindung an übergeordnete ERP- oder MES-Systeme ■ Maschinen- und Betriebsdatenerfassung Jede Software-Option ermöglicht jeweils eine Client-Verbindung. Mehrere parallele Verbindungen erfordern den Einsatz mehrerer OPC UA NC Server. **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
4 Additional Axes (Option #77)	**4 zusätzliche Regelkreise** siehe "**Additional Axis** (Optionen #0 bis #7)"
8 Additional Axes (Option #78)	**8 zusätzliche Regelkreise** siehe "**Additional Axis** (Optionen #0 bis #7)"
3D-ToolComp (Option #92)	**3D-ToolComp** nur in Verbindung mit erweiterte Funktionen Gruppe 2 (Option #9) Diese Software-Option ermöglicht mithilfe einer Korrekturwerttabelle, Formabweichungen bei Kugelfräsern und Werkstück-Tastsystemen automatisch zu kompensieren. Mit 3D-ToolComp können Sie z. B. die Werkstückgenauigkeit in Verbindung mit Freiformflächen erhöhen. **Weitere Informationen:** "Eingriffswinkelabhängige 3D-Radiuskorrektur (Option #92)", Seite 340
Extended Tool Management (Option #93)	**Erweiterte Werkzeugverwaltung** Diese Software-Option erweitert die Werkzeugverwaltung um die beiden Tabellen **Bestückungsliste** und **T-Einsatzfolge**. Die Tabellen zeigen folgenden Inhalt: ■ Die **Bestückungsliste** zeigt den Werkzeugbedarf des abzuarbeitenden NC-Programms oder der Palette ■ Die **T-Einsatzfolge** zeigt die Werkzeugreihenfolge des abzuarbeitenden NC-Programms oder der Palette **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten Mit der erweiterten Werkzeugverwaltung können Sie den Werkzeugbedarf rechtzeitig erkennen und dadurch Unterbrechungen während des Programmlaufs verhindern.
Advanced Spindle Interpolation (Option #96)	**Interpolierende Spindel** Diese Software-Option ermöglicht das Interpolationsdrehen, indem die Steuerung die Werkzeugspindel mit den Linerachsen koppelt. Die Software-Option enthält folgende Zyklen: ■ Zyklus **291 IPO.-DREHEN KOPPLUNG** für einfache Drehbearbeitungen ohne Konturunterprogramme ■ Zyklus **292 IPO.-DREHEN KONTUR** zum Schlichten rotationssymmetrischer Konturen Mit der interpolierenden Spindel können Sie auch an Maschinen ohne Drehtisch eine Drehbearbeitung durchführen. **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen

Software-Option	Definition und Anwendung
Spindle Synchronism (Option #131)	**Spindelsynchronlauf** Diese Software-Option ermöglicht durch Synchronisierung von zwei oder mehr Spindeln z. B. die Herstellung von Zahnrädern durch Abwälzfräsen. Die Software-Option enthält folgende Funktionen: ■ Spindelsynchronlauf für spezielle Bearbeitungen, z. B. Mehrkantschlagen ■ Zyklus **880 ZAHNRAD ABWAELZFR.** nur in Verbindung mit Fräsdrehen (Option #50) **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen
Remote Desktop Manager (Option #133)	**Remote Desktop Manager** Diese Software-Option ermöglicht, extern angebundene Rechnereinheiten an der Steuerung anzuzeigen und zu bedienen. Mit dem Remote Desktop Manager verringern Sie z. B. die Wege zwischen mehreren Arbeitsplätzen und steigern dadurch die Effizienz. **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
Dynamic Collision Monitoring v2 (Option #140)	**Dynamische Kollisionsüberwachung DCM Version 2** Diese Software-Option enthält alle Funktionen der Software-Option #40 Dynamische Kollisionsüberwachung DCM. Zusätzlich ermöglicht diese Software-Option einen Kollisionsüberwachung von Werkstück-Spannmitteln. **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
Cross Talk Compensation (Option #141)	**Kompensation von Achskopplungen CTC** Mit dieser Software-Option kann der Maschinenhersteller z. B. beschleunigungsbedingte Abweichungen am Werkzeug kompensieren und damit die Genauigkeit und Dynamik erhöhen.
Position Adaptive Control (Option #142)	**Adaptive Positionsregelung PAC** Mit dieser Software-Option kann der Maschinenhersteller z. B. positionsbedingte Abweichungen am Werkzeug kompensieren und damit die Genauigkeit und Dynamik erhöhen.
Load Adaptive Control (Option #143)	**Adaptive Lastregelung LAC** Mit dieser Software-Option kann der Maschinenhersteller z. B. beladungsbedingte Abweichungen am Werkzeug kompensieren und damit die Genauigkeit und Dynamik erhöhen.
Motion Adaptive Control (Option #144)	**Adaptive Bewegungsregelung MAC** Mit dieser Software-Option kann der Maschinenhersteller z. B. geschwindigkeitsabhängig Maschineneinstellungen verändern und damit die Dynamik erhöhen.
Active Chatter Control (Option #145)	**Aktive Ratterunterdrückung ACC** Diese Software-Option ermöglicht, die Ratterneigung einer Maschine bei der Schwerzerspanung zu reduzieren. Mit ACC kann die Steuerung die Oberflächenqualität des Werkstücks verbessern, die Werkzeugstandzeit erhöhen sowie die Maschinenbelastung reduzieren. Abhängig vom Maschinentyp können Sie das Zerspanvolumen um mehr als 25 % erhöhen. **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Software-Option	Definition und Anwendung
Machine Vibration Control (Option #146)	**Schwingungsdämpfung für Maschinen MVC** Dämpfung von Maschinenschwingungen zur Verbesserung der Werkstückoberfläche durch die Funktionen: ■ AVD **Active Vibration Damping** ■ FSC **Frequency Shaping Control**
CAD Model Optimizer (Option #152)	**CAD-Modell Optimierung** Mi dieser Software-Option können Sie z. B. fehlerhafte Dateien von Spannmitteln und Werkzeugaufnahmen reparieren oder aus der Simulation generierte STL-Dateien für eine andere Bearbeitung positionieren. **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
Batch Process Manager (Option #154)	**Batch Process Manager BPM** Diese Software-Option ermöglicht eine einfache Planung und Ausführung mehrerer Fertigungsaufträge. Durch Erweiterung oder Kombination der Paletten- und der erweiterten Werkzeugverwaltung (Option #93) bietet der BPM z. B. folgende Zusatzinformationen: ■ Dauer der Bearbeitung ■ Verfügbarkeit notwendiger Werkzeuge ■ Anstehende manuelle Eingriffe ■ Programmtestergebnisse der zugeordneten NC-Programme **Weitere Informationen:** "Arbeitsbereich Auftragsliste", Seite 600
Component Monitoring (Option #155)	**Komponentenüberwachung** Diese Software-Option ermöglicht eine automatische Überwachung vom Maschinenhersteller konfigurierter Maschinenkomponenten. Mit der Komponentenüberwachung hilft die Steuerung durch Warnhinweise und Fehlermeldungen, Maschinenschäden durch Überlastung zu verhindern.
Grinding (Option #156)	**Koordinatenschleifen** Diese Software-Option bietet ein umfangreiches Schleifspezifisches Funktionenpaket für Fräsmaschinen. Die Software-Option bietet z. B. folgende Funktionen: ■ Schleifspezifische Werkzeuge inkl. Abrichtwerkzeuge ■ Zyklen für den Pendelhub sowie zum Abrichten Das Koordinatenschleifen ermöglicht Komplettbearbeitungen an nur einer Maschine und reduziert damit z. B. den Einrichtaufwand deutlich. **Weitere Informationen:** "Schleifbearbeitung (Option #156)", Seite 138
Gear Cutting (Option #157)	**Zahnradherstellung** Diese Software-Option ermöglicht, zylindrische Zahnräder oder Schrägverzahnungen mit beliebigen Winkeln herzustellen. Die Software-Option enthält folgende Zyklen: ■ Zyklus **285 ZAHNRAD DEFINIEREN** zur Bestimmung der Verzahnungsgeometrie ■ Zyklus **286 ZAHNRAD WAELZFRAESEN** ■ Zyklus **287 ZAHNRAD WAELZSCHAELEN** Die Zahnradherstellung erweitert das Funktionsspektrum von Fräsmaschinen mit Rundtischen auch ohne Fräsdrehen (Option #50). **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen

Software-Option	Definition und Anwendung
Turning v2 (Option #158)	**Fräsdrehen Version 2** Diese Software-Option enthält alle Funktionen der Software-Option #50 Fräsdrehen. Zusätzlich bietet diese Software-Option folgende erweiterte Drehfunktionen: ■ Zyklus **882 DREHEN SIMULTANSCHRUPPEN** ■ Zyklus **883 DREHEN SIMULTANSCHLICHTEN** Mit den erweiterten Drehfunktionen können Sie nicht nur z. B. hinterschnittene Werkstücke fertigen, sondern auch während der Bearbeitung einen größeren Bereich der Schneidplatte nutzen. **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen
Optimized Contour Milling (Option #167)	**Optimierte Konturbearbeitung OCM** Diese Software-Option ermöglicht das Wirbelfräsen beliebiger geschlossener oder offener Taschen sowie Inseln. Beim Wirbelfräsen wird die komplette Werkzeugschneide unter konstanten Schnittbedingungen genutzt. Die Software-Option enthält folgende Zyklen: ■ Zyklus **271 OCM KONTURDATEN** ■ Zyklus **272 OCM SCHRUPPEN** ■ Zyklus **273 OCM SCHLICHTEN TIEFE** und Zyklus **274 OCM SCHLICHTEN SEITE** ■ Zyklus **277 OCM ANFASEN** ■ Zusätzlich bietet die Steuerung **OCM STANDARD FIGUREN** für häufig benötigte Konturen Mit OCM können Sie die Bearbeitungszeit verkürzen und gleichzeitig den Werkzeugverschleiß reduzieren. **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen
Process Monitoring (Option #168)	**Prozessüberwachung** Referenzbasierte Überwachung des Bearbeitungsprozesses Mit dieser Software-Option überwacht die Steuerung definierte Bearbeitungsabschnitte während des Programmlaufs. Die Steuerung vergleicht Veränderungen im Zusammenhang mit der Werkzeugspindel oder dem Werkzeug mit Werten einer Referenzbearbeitung. **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

2.3.2 Feature Content Level

Neue Funktionen oder Funktionserweiterungen der Steuerungs-Software können entweder durch Software-Optionen oder mithilfe des Feature Content Levels geschützt sein.

Wenn Sie eine neue Steuerung erwerben, erhalten Sie den höchsten mit der installierten Software-Version möglichen Stand des **FCL**. Ein nachträgliches Software-Update z. B. während eines Servicebedarfs erhöht den **FCL**-Stand nicht automatisch.

> Aktuell sind keine Funktionen über den Feature Content Level geschützt. Wenn künftig Funktionen geschützt werden, finden Sie im Benutzerhandbuch die Kennzeichnung **FCL n**. Das **n** zeigt die geforderte Nummer des **FCL**-Stands.

2.3.3 Lizenz- und Nutzungshinweise

Open-Source-Software

Die Steuerungs-Software enthält Open-Source-Software, deren Nutzung expliziten Lizenzbedingungen unterliegt. Diese Nutzungsbedingungen gelten vorrangig.

Zu den Lizenzbedingungen gelangen Sie an der Steuerung wie folgt:

- Betriebsart **Start** wählen
- Anwendung **Einstellungen** wählen
- Reiter **Betriebssystem** wählen
- **Über HeROS** doppelt tippen oder klicken
> Die Steuerung öffnet das Fenster **HEROS Licence Viewer**.

OPC UA

Die Steuerungs-Software enthält binäre Bibliotheken, für die zusätzlich und vorrangig die zwischen HEIDENHAIN und Softing Industrial Automation GmbH vereinbarten Nutzungsbedingungen gelten.

Mithilfe des OPC UA NC Servers (Optionen #56 - #61) sowie des HEIDENHAIN DNC (Option #18) kann das Verhalten der Steuerung beeinflusst werden. Vor der produktiven Nutzung dieser Schnittstellen müssen Systemstests erfolgen, die das Eintreten von Fehlfunktionen oder Performance-Einbrüchen der Steuerung ausschließen. Die Durchführung dieser Tests verantwortet der Ersteller des Software-Produkts, das diese Kommunikationsschnittstellen verwendet.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

2.4 Hardware

Dieses Benutzerhandbuch beschreibt Funktionen zum Einrichten und Bedienen der Maschine, die primär von der installierten Software abhängen.
Weitere Informationen: "Software", Seite 45

Der tatsächliche Funktionsumfang hängt zusätzlich von Hardware-Erweiterungen und den freigeschalteten Software-Optionen ab.

2.4.1 Bildschirm

BF 360

Die TNC7 wird mit einem 24"-Touch-Bildschirm geliefert.

Sie bedienen die Steuerung mit Touchscreen-Gesten sowie mit den Bedienelementen der Tastatureinheit.

Weitere Informationen: "Allgemeine Gesten für den Touchscreen", Seite 65

Weitere Informationen: "Bedienelemente der Tastatureinheit", Seite 65

Bedienung und Reinigung

Bedienung von Touch-Bildschirmen bei elektrostatischer Aufladung

Touch-Bildschirme basieren auf einem kapazitiven Funktionsprinzip, der sie empfindlich für elektrostatische Aufladungen beim Bedienpersonal macht.

Abhilfe schafft die Ableitung der statischen Ladung durch Anfassen von metallischen, geerdeten Gegenständen. Eine Lösung bietet ESD-Bekleidung.

Die kapazitiven Sensoren erkennen eine Berührung, sobald ein menschlicher Finger den Touchscreen berührt. Sie können den Touch-Bildschirm auch mit verschmutzten Händen bedienen, solange die Touch-Sensoren den Hautwiderstand erkennen. Während Flüssigkeiten in geringer Menge keine Störungen verursachen, können größere Flüssigkeitsmengen Fehleingaben auslösen.

Vermeiden Sie Verschmutzungen, indem Sie Arbeitshandschuhe nutzen. Spezielle Touchscreen-Arbeitshandschuhe besitzen Metallionen im Gummimaterial, die den Hautwiderstand auf das Display weiterleiten.

Erhalten Sie die Funktionsfähigkeit des Touch-Bildschirms, indem Sie ausschließlich folgende Reinigungsmittel verwenden:

- Glasreiniger
- Aufschäumende Bildschirm-Reinigungsmittel
- Milde Spülmittel

Tragen Sie die Reinigungsmittel nicht direkt auf den Bildschirm auf, sondern befeuchten Sie damit ein geeignetes Reinigungstuch.

Schalten Sie die Steuerung aus, bevor Sie den Bildschirm reinigen. Alternativ können Sie auch den Touchscreen-Reinigungsmodus verwenden.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Vermeiden Sie Beschädigungen des Touch-Bildschirms, indem Sie auf folgende Reinigungsmittel oder Hilfsmittel verzichten:

- Aggressive Lösungsmittel
- Scheuermittel
- Druckluft
- Dampfstrahler

2.4.2 Tastatureinheit

TE 360 mit standard Potentiometeran-ordnung

TE 360 mit alternativer Potentiometer-anordnung

TE 361

Die TNC7 wird mit verschiedenen Tastatureinheiten geliefert.

Sie bedienen die Steuerung mit Touchscreen-Gesten sowie mit den Bedienelementen der Tastatureinheit.

Weitere Informationen: "Allgemeine Gesten für den Touchscreen", Seite 65

Weitere Informationen: "Bedienelemente der Tastatureinheit", Seite 65

	Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch! Manche Maschinenhersteller verwenden nicht das Standardbedienfeld von HEIDENHAIN. Tasten, wie z. B. **NC-Start** oder **NC-Stopp**, sind in Ihrem Maschinenhandbuch beschrieben.

Reinigung

> Vermeiden Sie Verschmutzungen, indem Sie Arbeitshandschuhe nutzen.

Erhalten Sie die Funktionsfähigkeit der Tastatureinheit, indem Sie ausschließlich Reinigungsmittel mit ausgewiesenen anionischen oder nichtionischen Tensiden verwenden.

> Tragen Sie die Reinigungsmittel nicht direkt auf die Tastatureinheit auf, sondern befeuchten Sie damit ein geeignetes Reinigungstuch.

Schalten Sie die Steuerung aus, bevor Sie die Tastatureinheit reinigen.

> Vermeiden Sie Beschädigungen der Tastatureinheit, indem Sie auf folgende Reinigungsmittel oder Hilfsmittel verzichten:
> - Aggressive Lösungsmittel
> - Scheuermittel
> - Druckluft
> - Dampfstrahler

> Der Trackball erfordert keine regelmäßige Wartung. Eine Reinigung ist ausschließlich nach Verlust der Funktion notwendig.

Wenn die Tastatureinheit einen Trackball enthält, gehen Sie bei der Reinigung wie folgt vor:

- ▶ Steuerung ausschalten
- ▶ Abziehring um 100° gegen den Uhrzeigersinn drehen
- > Der abnehmbare Abziehring hebt sich beim Drehen aus der Tastatureinheit.
- ▶ Abziehring entfernen
- ▶ Kugel entnehmen
- ▶ Schalenbereich von Sand, Spänen und Staub vorsichtig befreien

  > Kratzer im Schalenbereich können die Funktionalität verschlechtern oder verhindern.

- ▶ Kleine Menge eines Isopropanol-Alkohol-Reinigungsmittels auf ein fusselfreies und sauberes Tuch auftragen

  > Beachten Sie die Hinweise für das Reinigungsmittel.

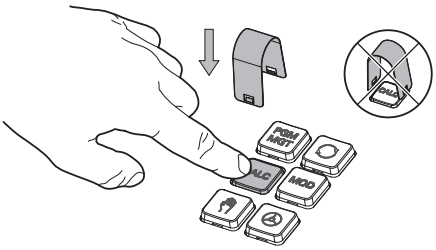
- ▶ Schalenbereich mit dem Tuch vorsichtig auswischen, bis keine Schlieren oder Flecken erkennbar sind

Austausch von Tastenkappen

Wenn Sie Ersatz für die Tastenkappen der Tastatureinheit benötigen, können Sie sich an HEIDENHAIN oder den Maschinenhersteller wenden.

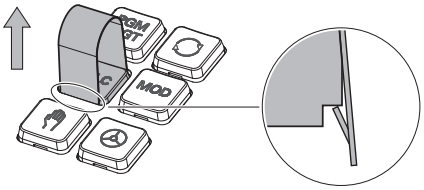
> Die Tastatur muss komplett bestückt sein, ansonsten ist die Schutzart IP54 nicht garantiert.

Sie tauschen Tastenkappen wie folgt:

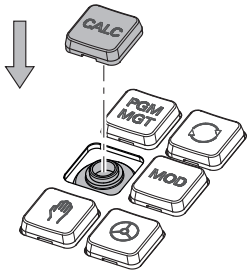


- Abziehwerkzeug (ID 1325134-01) über die Tastenkappe schieben, bis die Greifer einrasten

> Wenn Sie die Taste drücken, können Sie das Abziehwerkzeug leichter einsetzen.



- Tastenkappe abziehen

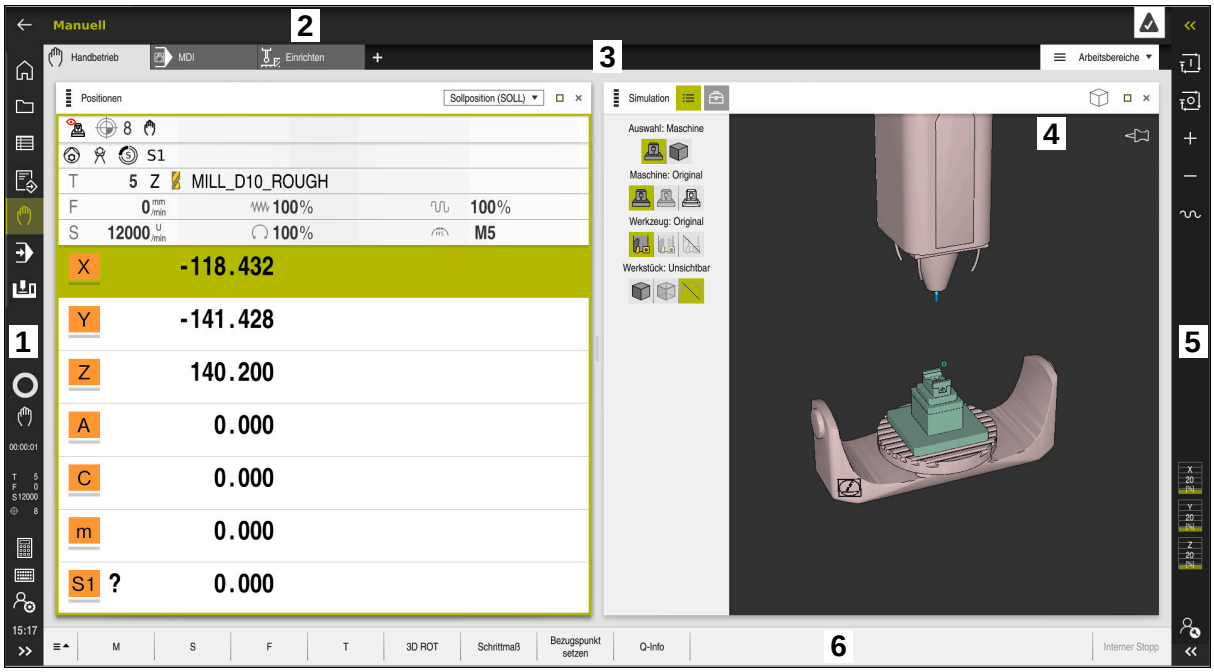


- Tastenkappe auf die Dichtung setzen und festdrücken

> Die Dichtung darf nicht beschädigt werden, ansonsten ist die Schutzart IP54 nicht garantiert.

- Sitz und Funktion testen

2.5 Bereiche der Steuerungsoberfläche



Steuerungsoberfläche in der Anwendung **Handbetrieb**

Die Steuerungsoberfläche zeigt folgende Bereiche:

1 TNC-Leiste
- Zurück

  Mit dieser Funktion navigieren Sie im Verlauf der Anwendungen seit dem Hochfahren der Steuerung zurück.
- Betriebsarten

  Weitere Informationen: "Übersicht der Betriebsarten", Seite 59
- Statusübersicht

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Taschenrechner

  Weitere Informationen: "Taschenrechner", Seite 572
- Bildschirmtastatur

  Weitere Informationen: "Bildschirmtastatur der Steuerungsleiste", Seite 555
- Einstellungen

  In den Einstellungen können Sie verschiedene vordefinierte Ansichten der Steuerungsoberfläche wählen.
- Datum und Uhrzeit

2 Informationsleiste
- Aktive Betriebsart
- Benachrichtigungsmenü

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Symbole

3 Anwendungsleiste
- Reiter der geöffneten Anwendungen
- Auswahlmenü für Arbeitsbereiche

  Mit dem Auswahlmenü definieren Sie, welche Arbeitsbereiche in der aktiven Anwendung geöffnet sind.

4 Arbeitsbereiche

Weitere Informationen: "Arbeitsbereiche", Seite 61

5 Maschinenherstellerleiste

Der Maschinenhersteller konfiguriert die Maschinenherstellerleiste.

6 Funktionsleiste
- Auswahlmenü für Schaltflächen

  In dem Auswahlmenü definieren Sie, welche Schaltflächen die Steuerung in der Funktionsleiste zeigt.
- Schaltfläche

  Mit den Schaltflächen aktivieren Sie einzelne Funktionen der Steuerung.

2.6 Übersicht der Betriebsarten

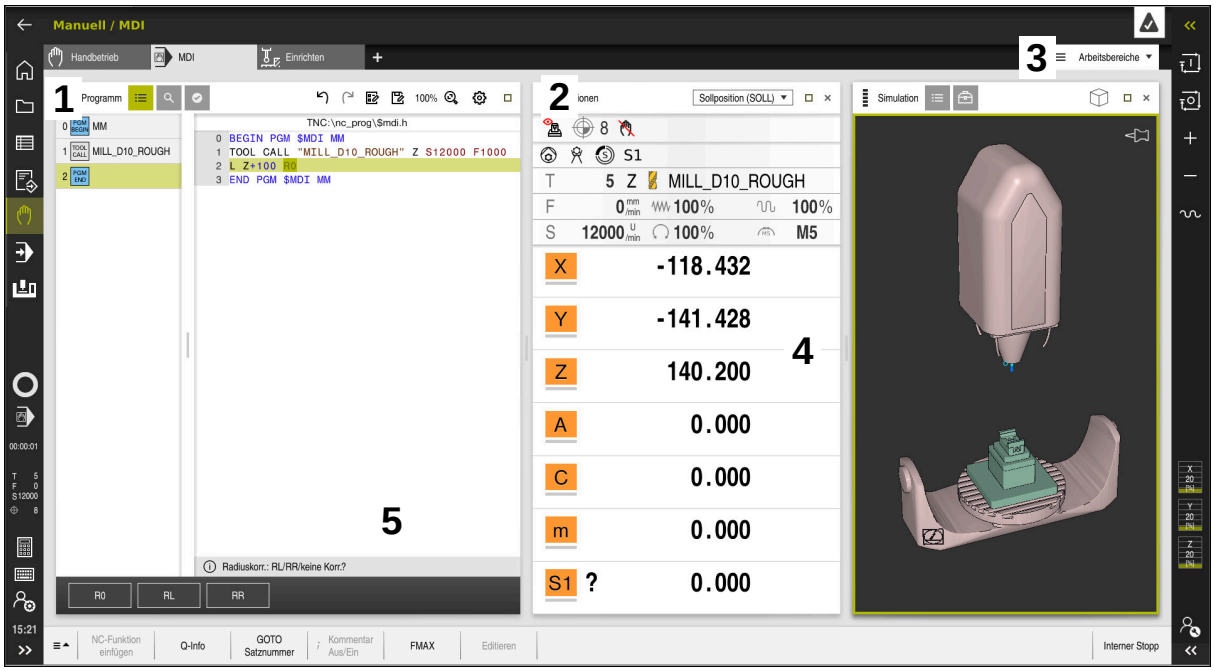
Die Steuerung bietet folgende Betriebsarten:

Symbole	Betriebsarten	Weitere Informationen
	Die Betriebsart **Start** enthält folgende Anwendungen: ■ Anwendung **Startmenü** Die Steuerung befindet sich beim Startvorgang in der Anwendung **Startmenü**.	
	■ Anwendung **Einstellungen**	Siehe Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
	■ Anwendung **Hilfe**	
	■ Anwendungen für Maschinenparameter	Siehe Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
	In der Betriebart **Dateien** zeigt die Steuerung Laufwerke, Ordner und Dateien. Sie können z. B. Ordner oder Dateien erstellen oder löschen sowie Laufwerke anbinden.	Seite 344
	In der Betriebsart **Tabellen** können Sie verschiedene Tabellen der Steuerung öffnen und ggf. editieren.	Seite 614
	In der Betriebsart **Programmieren** haben Sie folgende Möglichkeiten: ■ NC-Programme erstellen, editieren und simulieren ■ Konturen erstellen und editieren ■ Palettentabellen erstellen und editieren	Seite 106

Symbole	Betriebsarten	Weitere Informationen
	Die Betriebsart **Manuell** enthält folgende Anwendungen:	
	■ Anwendung **Handbetrieb**	Siehe Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
	■ Anwendung **MDI**	Siehe Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
	■ Anwendung **Einrichten**	Siehe Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
	■ Anwendung **Referenz anfahren**	Siehe Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
	Mithilfe der Betriebsart **Programmlauf** fertigen Sie Werkstücke, indem die Steuerung z. B. NC-Programme wahlweise fortlaufend oder satzweise abarbeitet. Palettentabellen arbeiten Sie ebenfalls in dieser Betriebsart ab.	Siehe Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
	In der Anwendung **Freifahren** können Sie das Werkzeug freifahren, z. B. nach einem Stromausfall.	Siehe Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
	Wenn der Maschinenhersteller einen Embedded Workspace definiert hat, können Sie mit dieser Betriebsart den Vollbildmodus öffnen. Den Namen der Betriebsart definiert der Maschinenhersteller. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!	Siehe Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
	In der Betriebsart **Maschine** kann der Maschinenhersteller eigene Funktionen definieren, z. B. Diagnosefunktionen der Spindel und Achsen oder Applikationen. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!	

2.7 Arbeitsbereiche

2.7.1 Bedienelemente innerhalb der Arbeitsbereiche



Die Steuerung in der Anwendung **MDI** mit drei geöffneten Arbeitsbereichen

Die Steuerung zeigt folgende Bedienelemente:

1 Greifer

Mit dem Greifer in der Titelleiste können Sie die Position der Arbeitsbereiche ändern. Sie können auch zwei Arbeitsbereiche untereinander anordnen.

2 Titelleiste

In der Titelleiste zeigt die Steuerung den Titel des Arbeitsbereichs und je nach Arbeitsbereich verschiedene Symbole oder Einstellungen.

3 Auswahlmenü für Arbeitsbereiche

Sie öffnen die einzelnen Arbeitsbereiche über das Auswahlmenü für Arbeitsbereiche in der Anwendungsleiste. Die verfügbaren Arbeitsbereiche sind von der aktiven Anwendung abhängig.

4 Trenner

Mit dem Trenner zwischen zwei Arbeitsbereichen können Sie die Skalierung der Arbeitsbereiche verändern.

5 Aktionsleiste

In der Aktionsleiste zeigt die Steuerung Auswahlmöglichkeiten für den aktuellen Dialog, z. B. NC-Funktion.

2.7.2 Symbole innerhalb der Arbeitsbereiche

Wenn mehr als ein Arbeitsbereich geöffnet ist, enthält die Titelleiste folgende Symbole:

Symbol	Funktion
□	Arbeitsbereich maximieren
⧉	Arbeitsbereich verkleinern
✕	Arbeitsbereich schließen

Wenn Sie einen Arbeitsbereich maximieren, zeigt die Steuerung den Arbeitsbereich über die gesamte Größe der Anwendung. Wenn Sie den Arbeitsbereich wieder verkleinern, befinden sich alle anderen Arbeitsbereiche wieder an der vorherigen Position.

2.7.3 Übersicht der Arbeitsbereiche

Die Steuerung bietet folgende Arbeitsbereiche:

Arbeitsbereich	Weitere Informationen
Antastfunktion Im Arbeitsbereich **Antastfunktion** können Sie Bezugspunkte am Werkstück setzen, Werkstück-Schieflagen sowie Rotationen ermitteln und kompensieren. Sie können das Tastsystem kalibrieren, Werkzeuge vermessen oder Spannmittel einrichten.	Siehe Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
Auftragsliste Im Arbeitsbereich **Auftragsliste** können Sie Palettentabellen editieren und abarbeiten.	Seite 600
Datei öffnen Im Arbeitsbereich **Datei öffnen** können Sie z. B. Dateien wählen oder erstellen.	Seite 353
Formular für Tabellen Im Arbeitsbereich **Formular** zeigt die Steuerung alle Inhalte einer gewählten Tabellenzeile. Abhängig von der Tabelle können Sie die Werte im Formular bearbeiten.	Seite 619
Formular für Paletten Im Arbeitsbereich **Formular** zeigt die Steuerung die Inhalte der Palettentabelle für die gewählte Zeile.	Seite 607
Freifahren Im Arbeitsbereich **Freifahren** können Sie nach einem Stromausfall das Werkzeug freifahren.	Siehe Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
GPS (Option #44) Im Arbeitsbereich **GPS** können Sie ausgewählte Transformationen und Einstellungen definieren, ohne das NC-Programm zu ändern.	Siehe Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
Hauptmenü Im Arbeitsbereich **Hauptmenü** zeigt die Steuerung ausgewählte Steuerungs- und HEROS-Funktionen.	Seite 73

Arbeitsbereich	Weitere Informationen
Hilfe Im Arbeitsbereich **Hilfe** zeigt die Steuerung ein Hilfsbild für das aktuelle Syntaxelement einer NC-Funktion oder die integrierte Produkthilfe **TNCguide**.	Seite 552
Kontur Im Arbeitsbereich **Kontur** können Sie mit Linien und Kreisbögen eine 2D-Skizze zeichnen und daraus eine Kontur im Klartext generieren. Außerdem können Sie Programmteile mit Konturen aus einem NC-Programm in den Arbeitsbereich **Kontur** importieren und grafisch editieren.	Seite 533
Liste Im Arbeitsbereich **Liste** zeigt die Steuerung die Struktur der Maschinenparameter, die Sie ggf. editieren können.	Siehe Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
Positionen Im Arbeitsbereich **Positionen** zeigt die Steuerung Informationen über den Zustand verschiedener Funktionen der Steuerung sowie die aktuellen Achspositionen.	Siehe Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
Programm Im Arbeitsbereich **Programm** zeigt die Steuerung das NC-Programm.	Seite 108
RDP (Option #133) Wenn der Maschinenhersteller einen Embedded Workspace definiert hat, können Sie den Bildschirm eines externen Rechners auf der Steuerung zeigen und bedienen. Der Maschinenhersteller kann den Namen des Arbeitsbereichs ändern. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!	Siehe Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
Schnellauswahl Im Arbeitsbereich **Schnellauswahl** öffnen Sie eine bestehende Tabelle oder legen eine Datei an, z. B. ein NC-Programm.	Seite 354
Simulation Im Arbeitsbereich **Simulation** zeigt die Steuerung abhängig von der Betriebsart die simulierten oder die aktuellen Verfahrbewegungen der Maschine.	Seite 577
Simulationsstatus Im Arbeitsbereich **Simulationsstatus** zeigt die Steuerung Daten basierend auf der Simulation des NC-Programms.	
Start/Login Im Arbeitsbereich **Start/Login** zeigt die Steuerung die Schritte beim Startvorgang.	Seite 78
Status Im Arbeitsbereich **Status** zeigt die Steuerung den Zustand oder die Werte einzelner Funktionen.	
Tabelle Im Arbeitsbereich **Tabelle** zeigt die Steuerung den Inhalt einer Tabelle. Bei einigen Tabellen zeigt die Steuerung links eine Spalte mit Filtern und einer Suchfunktion.	Seite 615

Arbeitsbereich	Weitere Informationen
Tabelle für Maschinenparameter Im Arbeitsbereich **Tabelle** zeigt die Steuerung die Maschinenparameter, die Sie ggf. editieren können.	Siehe Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
Tastatur Im Arbeitsbereich **Tastatur** können Sie NC-Funktionen, Buchstaben und Zahlen eingeben sowie navigieren.	Seite 555
Übersicht Die Steuerung zeigt im Arbeitsbereich **Übersicht** Informationen über den Zustand einzelner Sicherheitsfunktionen der Funktionalen Sicherheit FS.	Siehe Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
Überwachung Im Arbeitsbereich **Prozessüberwachung** visualisiert die Steuerung den Bearbeitungsprozess während des Programmlaufs. Sie können verschiedene Überwachungsaufgaben passend zu dem Prozess aktivieren. Wenn nötig können Sie Anpassungen an den Überwachungsaufgaben vornehmen.	Siehe Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

2.8 Bedienelemente

2.8.1 Allgemeine Gesten für den Touchscreen

Der Bildschirm der Steuerung ist Multi-Touch-fähig. Die Steuerung erkennt unterschiedliche Gesten, auch mit mehreren Fingern gleichzeitig.

Sie können folgende Gesten verwenden:

Symbol	Geste	Bedeutung
	Tippen	Eine kurze Berührung des Bildschirms
	Doppelt tippen	Zweimalige kurze Berührung des Bildschirms
	Halten	Längere Berührung des Bildschirms Wenn Sie permanent halten, bricht die Steuerung nach ca. 10 Sekunden automatisch ab. Es ist somit keine Dauerbetätigung möglich.
	Wischen	Fließende Bewegung über den Bildschirm
	Ziehen	Bewegung über den Bildschirm, bei dem der Startpunkt eindeutig definiert ist
	Ziehen mit zwei Fingern	Parallele Bewegung von zwei Fingern über den Bildschirm, bei dem der Start-punkt eindeutig definiert ist
	Aufziehen	Auseinanderbewegen von zwei Fingern
	Zuziehen	Zusammenbewegen von zwei Fingern

2.8.2 Bedienelemente der Tastatureinheit

Anwendung

Die **TNC7** bedienen Sie primär mithilfe des Touchsreens, z. B. durch Gesten.

Weitere Informationen: "Allgemeine Gesten für den Touchscreen", Seite 65

Zusätzlich bietet die Tastatureinheit der Steuerung u. a. Tasten, die alternative Bedienfolgen ermöglichen.

Funktionsbeschreibung

Die folgenden Tabellen enthalten die Bedienelemente der Tastatureinheit.

Bereich Alphatastatur

Taste	Funktion
A B C	Texte eingeben, z. B. Dateinamen
SHIFT + Q	**Großes Q** Bei geöffnetem NC-Programm in der Betriebsart **Programmieren** Q-Parameterformel eingeben oder in der Betriebsart **Manuell** das Fenster **Q-Parameterliste** öffnen **Weitere Informationen:** "Fenster Q-Parameterliste", Seite 474
ESC	Fenster und Kontextmenüs schließen
PRT SC	Bildschirmaufnahme erstellen
	Linke DIADUR-Taste **HEROS-Menü** öffnen
	Im **Klartext-Editor** Kontextmenü öffnen

Bereich Bedienhilfen

Taste	Funktion
PGM MGT	Arbeitsbereich **Datei öffnen** in den Betriebsarten **Programmieren** und **Programmlauf** öffnen **Weitere Informationen:** "Arbeitsbereich Datei öffnen", Seite 353
	Aktiviert die letzte Schaltfläche
ERR	Benachrichtigungsmenü öffnen und schließen **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
CALC	Taschenrechner öffnen und schließen **Weitere Informationen:** "Taschenrechner", Seite 572
MOD	Anwendung **Einstellungen** öffnen **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
HELP	Hilfe öffnen **Weitere Informationen:** "Benutzerhandbuch als integrierte Produkthilfe TNCguide", Seite 34

Bereich Betriebsarten

Bei der TNC7 sind die Betriebsarten der Steuerung anders aufgeteilt als bei der TNC 640. Aus Gründen der Kompatibilität und zur Erleichterung der Bedienung bleiben die Tasten auf der Tastatureinheit die selben. Beachten Sie, dass bestimmte Tasten keinen Betriebsartenwechsel mehr auslösen, sondern z. B. einen Schalter aktivieren.

Taste	Funktion
	Anwendung **Handbetrieb** in der Betriebsart **Manuell** öffnen **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
	Elektronisches Handrad in der Betriebsart **Manuell** aktivieren und deaktivieren **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
	Reiter **Werkzeugverwaltung** in der Betriebsart **Tabellen** öffnen **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
	Anwendung **MDI** in der Betriebsart **Manuell** öffnen **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
	Betriebsart **Programmlauf** im Modus **Einzelsatz** öffnen **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
	Betriebsart **Programmlauf** öffnen **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
	Betriebsart **Programmieren** öffnen **Weitere Informationen:** "Betriebsart Programmieren", Seite 106
	Bei geöffnetem NC-Programm Arbeitsbereich **Simulation** in der Betriebsart **Programmieren** öffnen **Weitere Informationen:** "Arbeitsbereich Simulation", Seite 577

Bereich NC-Dialog

Die folgenden Funktionen gelten für die Betriebsart **Programmieren** und die Anwendung **MDI**.

Taste	Funktion
APPR DEP	Im Fenster **NC-Funktion einfügen** den Ordner **Bahnfunktionen** öffnen, um eine An- oder Wegfahrfunktion zu wählen **Weitere Informationen:** "Kontur anfahren und verlassen", Seite 201
FK	Arbeitsbereich **Kontur** öffnen, um z. B. eine Fräskontur zu zeichnen Nur in der Betriebsart **Programmieren** **Weitere Informationen:** "Grafisches Programmieren", Seite 533
CHF	Fase programmieren **Weitere Informationen:** "Fase CHF", Seite 181
L	Gerade programmieren **Weitere Informationen:** "Gerade L", Seite 180
CR	Kreisbahn mit Radiusangabe programmieren **Weitere Informationen:** "Kreisbahn CR", Seite 185
RND	Rundung programmieren **Weitere Informationen:** "Rundung RND", Seite 182
CT	Kreisbahn mit tangentialem Übergang zum vorhergehenden Konturelement programmieren **Weitere Informationen:** "Kreisbahn CT", Seite 187
CC	Kreismittelpunkt oder Pol programmieren **Weitere Informationen:** "Kreismittelpunkt CC", Seite 183
C	Kreisbahn mit Bezug zum Kreismittelpunkt programmieren **Weitere Informationen:** "Kreisbahn C ", Seite 184
TOUCH PROBE	Im Fenster **NC-Funktion einfügen** den Ordner **Einrichten** öffnen, um einen Tastsystemzyklus zu wählen **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Messzyklen für Werkstücke und Werkzeuge
CYCL DEF	Im Fenster **NC-Funktion einfügen** den Ordner **Zyklen** öffnen, um einen Zyklus zu wählen **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen
CYCL CALL	Im Fenster **NC-Funktion einfügen** den Ordner **Zyklus-Aufruf** öffnen, um einen Bearbeitungszyklus aufzurufen **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen
LBL SET	Sprungmarke programmieren **Weitere Informationen:** "Label definieren mit LBL SET", Seite 216

Taste	Funktion
LBL CALL	Unterprogrammaufruf oder Programmteilwiederholung programmieren **Weitere Informationen:** "Label aufrufen mit CALL LBL", Seite 217
STOP	Programmhalt programmieren **Weitere Informationen:** "STOP programmieren", Seite 426
TOOL DEF	Werkzeug im NC-Programm vorauswählen **Weitere Informationen:** "Werkzeugvorauswahl mit TOOL DEF", Seite 169
TOOL CALL	Werkzeugdaten im NC-Programm aufrufen **Weitere Informationen:** "Werkzeugaufruf mit TOOL CALL", Seite 163
SPEC FCT	Im Fenster **NC-Funktion einfügen** den Ordner **Sonderfunktionen** öffnen, um z. B. nachträglich ein Rohteil zu programmieren
PGM CALL	Im Fenster **NC-Funktion einfügen** den Ordner **Selektion** öffnen, um z. B. ein externes NC-Programm aufzurufen

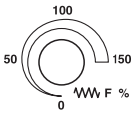
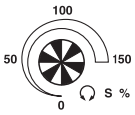
Bereich Achs- und Werteingaben

Taste	Funktion
X ... V	Achsen in der Betriebsart **Manuell** wählen oder in der Betriebsart **Programmieren** eingeben
0 ... 9	Ziffern eingeben, z. B. Koordinatenwerte
.	Dezimaltrennzeichen während einer Eingabe einfügen
−/+	Vorzeichen eines Eingabewerts umkehren
⌫	Werte während einer Eingabe löschen
✛	Positionsanzeige der Statusübersicht öffnen, um Achswerte zu kopieren
Q	In der Betriebsart **Programmieren** innerhalb des Fensters **NC-Funktion einfügen** den Ordner **FN** öffnen
CE	Eingaben zurücksetzen oder Benachrichtigungen löschen
DEL	NC-Satz löschen oder während der Programmierung Dialog abbrechen
NO ENT	Optionale Syntaxelemente während der Programmierung übergehen oder entfernen
ENT	Eingaben bestätigen und Dialoge fortsetzen
END	Eingabe beenden, z. B. NC-Satz abschließen
P	Zwischen polarer und kartesischer Koordinateneingabe wechseln
I	Zwischen inkrementaler und absoluter Koordinateneingabe wechseln

Bereich Navigation

Taste	Funktion
↑ ... →	Cursor positionieren
GOTO	■ Cursor mithilfe der Satznummer eines NC-Satzes positionieren ■ Während des Editierens Auswahlmenü öffnen
HOME	Zur ersten Zeile eines NC-Programms oder zur ersten Spalte einer Tabelle navigieren
END	Zur letzten Zeile eines NC-Programms oder zur letzten Spalte einer Tabelle navigieren
PG UP	In einem NC-Programm oder einer Tabelle seitenweise nach oben navigieren
PG DN	In einem NC-Programm oder einer Tabelle seitenweise nach unten navigieren
	Aktive Anwendung markieren, um zwischen den Anwendungen zu navigieren
	Zwischen den Bereichen einer Anwendung navigieren

Potentiometer

Potentiometer	Funktion
	Vorschub erhöhen und reduzieren **Weitere Informationen:** "Vorschub F", Seite 168
	Spindeldrehzahl erhöhen und reduzieren **Weitere Informationen:** "Spindeldrehzahl S", Seite 167

2.8.3 Symbole der Steuerungsoberfläche

Übersicht betriebsartenübergreifender Symbole

Diese Übersicht enthält Symbole, die aus allen Betriebsarten heraus erreicht oder in mehreren Betriebsarten verwendet werden.

Spezifische Symbole für einzelne Arbeitsbereiche werden bei den zugehörigen Inhalten beschrieben.

Symbol oder Tastaturkürzel	Funktion
	Zurück
	Betriebsart **Start** wählen
	Betriebsart **Dateien** wählen
	Betriebsart **Tabellen** wählen
	Betriebsart **Programmieren** wählen
	Betriebsart **Manuell** wählen
	Betriebsart **Programmlauf** wählen
	Betriebsart **Maschine** wählen
	Taschenrechner öffnen und schließen
	Bildschirmtastatur öffnen und schließen
	Einstellungen öffnen und schließen
»	■ Weiß: Steuerungsleiste oder Maschinenherstellerleiste ausklappen ■ Grün: Steuerungsleiste oder Maschinenherstellerleiste zuklappen oder Zurück ■ Grau: Benachrichtigung bestätigen
	Hinzufügen
	Datei öffnen
	Schließen
	Arbeitsbereich maximieren
	Arbeitsbereich verkleinern
	■ Schwarz: Zu Favoriten hinzufügen ■ Gelb: Aus Favoriten entfernen
STRG+S	Speichern

Symbol oder Tastaturkürzel	Funktion
	Speichern unter
STRG+F	Suchen
STRG+C	Kopieren
STRG+V	Einfügen
	Einstellungen öffnen
STRG+Z	Aktion rückgängig machen
STRG+Y	Aktion wiederherstellen
	Auswahlmenü öffnen
	Benachrichtigungsmenü öffnen

2.8.4 Arbeitsbereich Hauptmenü

Anwendung

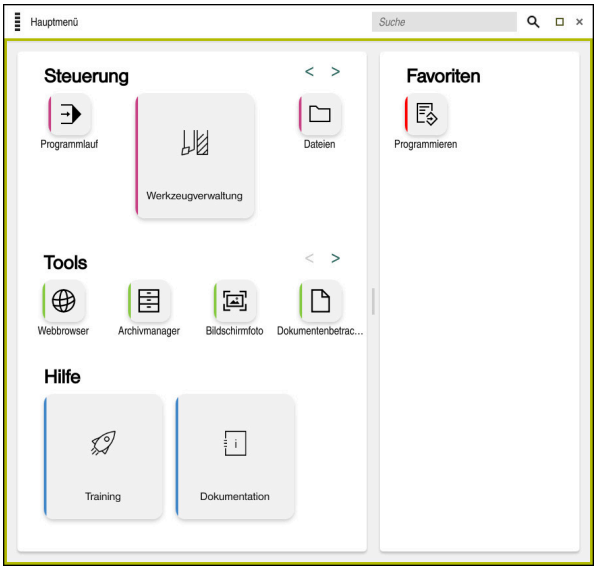
Im Arbeitsbereich **Hauptmenü** zeigt die Steuerung ausgewählte Steuerungs- und HEROS-Funktionen.

Funktionsbeschreibung

Der Arbeitsbereich **Hauptmenü** enthält folgende Bereiche:

- **Steuerung**
  In diesem Bereich können Sie Betriebsarten oder Anwendungen öffnen.
  Weitere Informationen: "Übersicht der Betriebsarten", Seite 59
  Weitere Informationen: "Übersicht der Arbeitsbereiche", Seite 62
- **Tools**
  In diesem Bereich können Sie einige Tools des Betriebssystems HEROS öffnen.
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- **Hilfe**
  In diesem Bereich können Sie Trainingsvideos oder den TNCguide öffnen.
- **Favoriten**
  In diesem Bereich finden Sie Ihre gewählten Favoriten.
  Weitere Informationen: "Favoriten hinzufügen und entfernen", Seite 75

In der Titelleiste können Sie mithilfe einer Volltextsuche nach beliebigen Zeichenfolgen suchen.



Arbeitsbereich **Hauptmenü**

Der Arbeitsbereich **Hauptmenü** ist in der Anwendung **Startmenü** verfügbar.

Bereich ein- oder ausblenden

Sie blenden einen Bereich im Arbeitsbereich **Hauptmenü** wie folgt ein:

- ▶ An beliebiger Position innerhalb des Arbeitsbereichs halten oder rechtsklicken
- > Die Steuerung blendet in jedem Bereich ein Plus- oder Minussymbol ein.
- ▶ Plussymbol wählen
- > Die Steuerung blendet den Bereich ein.

> Mit dem Minussymbol blenden Sie den Bereich aus.

Favoriten hinzufügen und entfernen

Favoriten hinzufügen

Sie fügen Favoriten im Arbeitsbereich **Hauptmenü** wie folgt hinzu:

- ▶ Funktion in der Volltextsuche suchen
- ▶ Symbol der Funktion halten oder rechtsklicken
- > Die Steuerung zeigt das Symbol für **Favoriten hinzufügen**.

- ▶ **Favorit hinzufügen** wählen
- > Die Steuerung fügt die Funktion im Bereich **Favoriten** hinzu.

Favoriten entfernen

Sie entfernen Favoriten im Arbeitsbereich **Hauptmenü** wie folgt:

- ▶ Symbol einer Funktion halten oder rechtsklicken
- > Die Steuerung zeigt das Symbol für **Favoriten entfernen**.

- ▶ **Favorit entfernen** wählen
- > Die Steuerung entfernt die Funktion aus dem Bereich **Favoriten**.

3

Erste Schritte

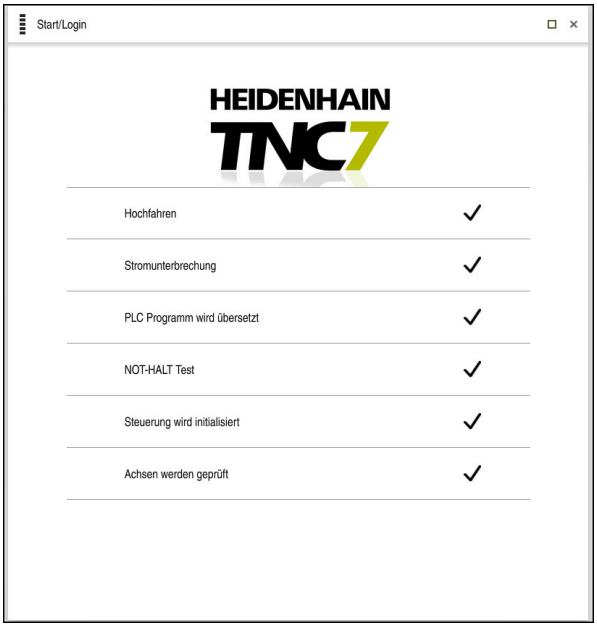
3.1 Kapitelübersicht

Dieses Kapitel zeigt mithilfe eines Beispielwerkstücks die Bedienung der Steuerung von der ausgeschalteten Maschine bis hin zum fertigen Werkstück.

Dieses Kapitel umfasst folgende Themen:

- Maschine einschalten
- Werkstück programmieren und simulieren
- Maschine ausschalten

3.2 Maschine und Steuerung einschalten



Arbeitsbereich **Start/Login**

GEFAHR

Achtung, Gefahr für Anwender!

Durch Maschinen und Maschinenkomponenten entstehen immer mechanische Gefahren. Elektrische, magnetische oder elektromagnetische Felder sind besonders für Personen mit Herzschrittmachern und Implantaten gefährlich. Mit dem Einschalten der Maschine beginnt die Gefährdung!

- ▶ Maschinenhandbuch beachten und befolgen
- ▶ Sicherheitshinweise und Sicherheitssymbole beachten und befolgen
- ▶ Sicherheitseinrichtungen verwenden

Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!

Das Einschalten der Maschine und Anfahren der Referenzpunkte sind maschinenabhängige Funktionen.

Sie schalten die Maschine wie folgt ein:

- ▶ Versorgungsspannung von Steuerung und Maschine einschalten
- > Die Steuerung befindet sich im Startvorgang und zeigt im Arbeitsbereich **Start/Login** den Fortschritt.
- > Die Steuerung zeigt im Arbeitsbereich **Start/Login** den Dialog **Stromunterbrechung**.

- ▶ **OK** wählen
- > Die Steuerung übersetzt das PLC-Programm.

- ▶ Steuerspannung einschalten
- > Die Steuerung prüft die Funktion der Not-Halt-Schaltung.
- > Wenn die Maschine über absolute Längen- und Winkelmessgeräte verfügt, ist die Steuerung betriebsbereit.
- > Wenn die Maschine über inkrementale Längen- und Winkelmessgeräte verfügt, öffnet die Steuerung die Anwendung **Referenz anfahren**.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

- ▶ Taste **NC-Start** drücken
- > Die Steuerung fährt alle benötigten Referenzpunkte an.
- > Die Steuerung ist betriebsbereit und befindet sich in der Anwendung **Handbetrieb**.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Detaillierte Informationen

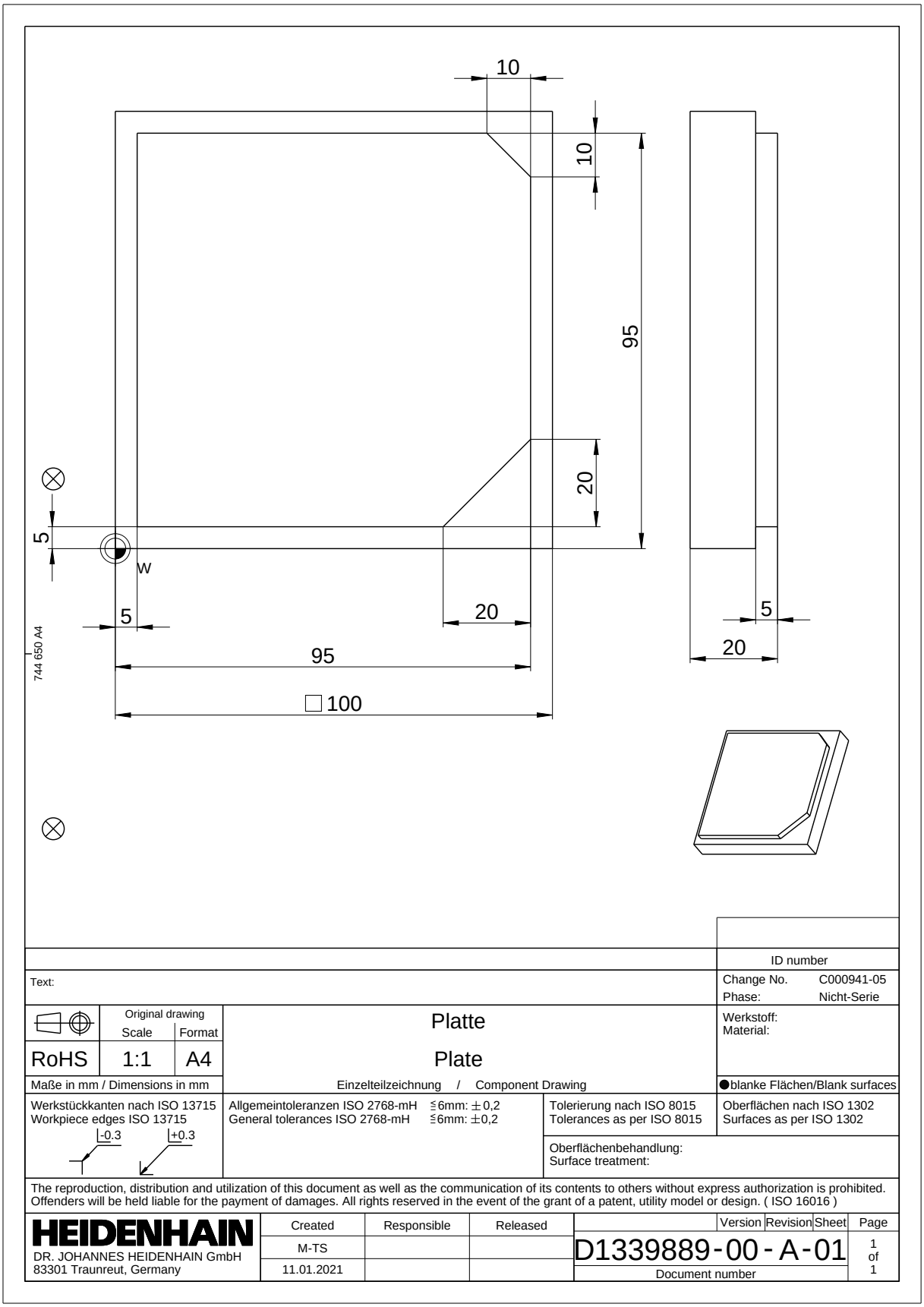
- Einschalten und Ausschalten

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Wegmessgeräte

  Weitere Informationen: "Wegmessgeräte und Referenzmarken", Seite 101

3.3 Werkstück programmieren und simulieren

3.3.1 Beispielaufgabe 1339889



3.3.2 Betriebsart Programmieren wählen

NC-Programme editieren Sie immer in der Betriebsart **Programmieren**.

Voraussetzung

- Symbol der Betriebsart wählbar

  Damit Sie die Betriebsart **Programmieren** wählen können, muss die Steuerung so weit gestartet sein, dass das Symbol der Betriebsart nicht mehr ausgegraut ist.

Betriebsart Programmieren wählen

Sie wählen die Betriebsart **Programmieren** wie folgt:

- ▶ Betriebsart **Programmieren** wählen
- > Die Steuerung zeigt die Betriebsart **Programmieren** und das zuletzt geöffnete NC-Programm.

Detaillierte Informationen

- Betriebsart **Programmieren**

  Weitere Informationen: "Betriebsart Programmieren", Seite 106

3.3.3 Steuerungsoberfläche zum Programmieren einrichten

In der Betriebsart **Programmieren** haben Sie mehrere Möglichkeiten, ein NC-Programm zu editieren.

> Die ersten Schritte beschreiben den Arbeitsablauf im Modus **Klartext-Editor** und mit geöffneter Spalte **Formular**.

Spalte Formular öffnen

Damit Sie die Spalte **Formular** öffnen können, muss ein NC-Programm geöffnet sein.

Sie öffnen die Spalte **Formular** wie folgt:

- ▶ **Formular** wählen
- > Die Steuerung öffnet die Spalte **Formular**

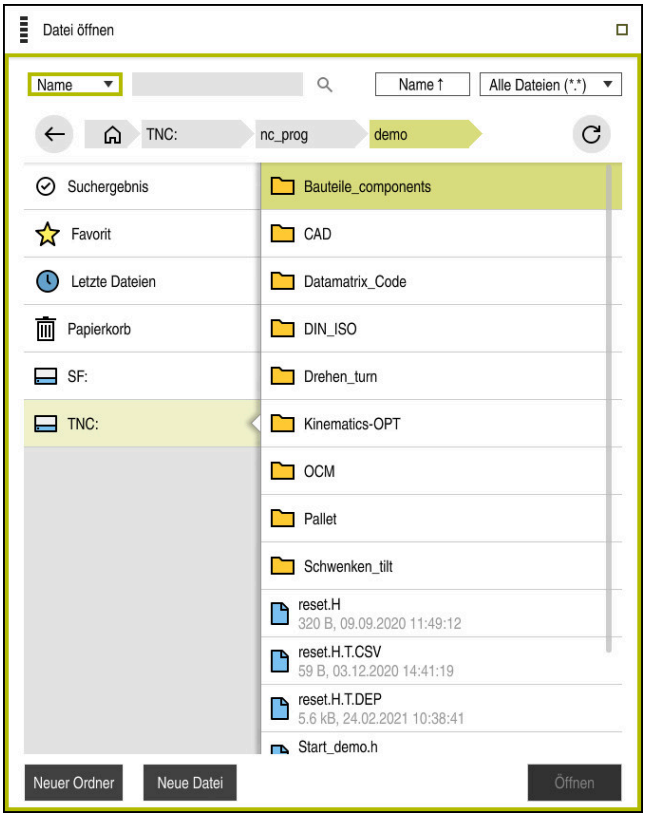
Detaillierte Informationen

- NC-Programm editieren

  Weitere Informationen: "NC-Programme editieren", Seite 117
- Spalte **Formular**

  Weitere Informationen: "Spalte Formular im Arbeitsbereich Programm", Seite 116

3.3.4 Neues NC-Programm erstellen



Arbeitsbereich **Datei öffnen** in der Betriebsart **Programmieren**

Sie erstellen ein NC-Programm in der Betriebsart **Programmieren** wie folgt:

- ▶ **Hinzufügen** wählen
- > Die Steuerung zeigt die Arbeitsbereiche **Schnellauswahl** und **Datei öffnen**.
- ▶ Im Arbeitsbereich **Datei öffnen** gewünschtes Laufwerk wählen
- ▶ Ordner wählen
- ▶ **Neue Datei** wählen
- ▶ Dateiname eingeben, z. B. 1339899.h
- ▶ Mit Taste **ENT** bestätigen
- ▶ **Öffnen** wählen
- > Die Steuerung öffnet ein neues NC-Programm und das Fenster **NC-Funktion einfügen** zur Rohteildefinition.

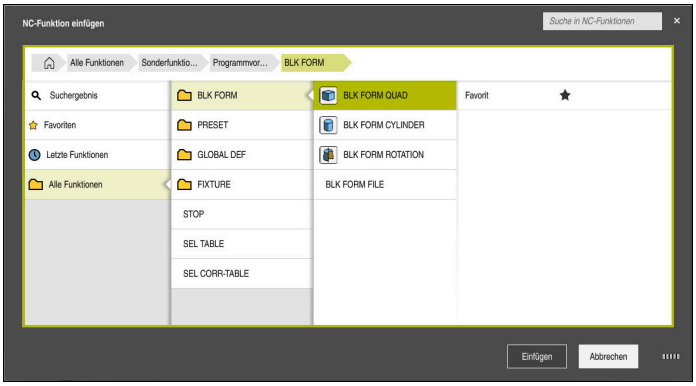
Detaillierte Informationen

- Arbeitsbereich **Datei öffnen**
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Betriebsart **Programmieren**
  Weitere Informationen: "Betriebsart Programmieren", Seite 106

3.3.5 Rohteil definieren

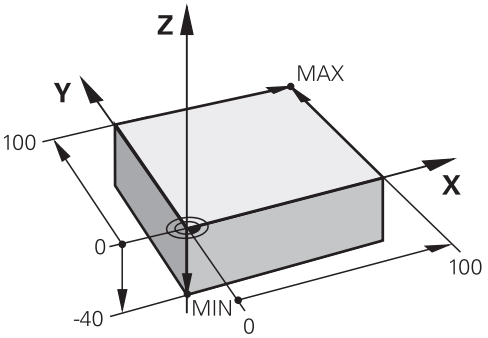
Sie können für ein NC-Programm ein Rohteil definieren, das die Steuerung für die Simulation verwendet. Wenn Sie ein NC-Programm erstellen, zeigt die Steuerung automatisch das Fenster **NC-Funktion einfügen** zur Rohteildefinition.

> Wenn Sie das Fenster geschlossen haben, ohne ein Rohteil zu wählen, können Sie die Rohteilbeschreibung mithilfe der Schaltfläche **NC-Funktion einfügen** nachträglich wählen.



Fenster **NC-Funktion einfügen** zur Rohteildefinition

Quaderförmiges Rohteil definieren



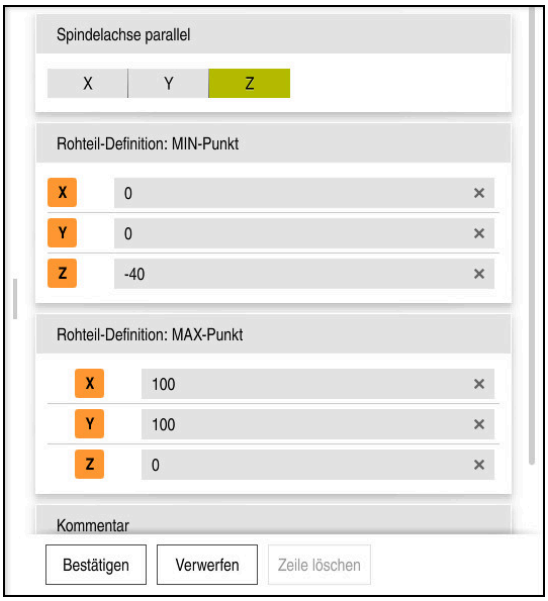
Quaderförmiges Rohteil mit Minimalpunkt und Maximalpunkt

Einen Quader definieren Sie mithilfe einer Raumdiagonalen durch die Angabe des Minimalpunkts und des Maximalpunkts, bezogen auf den aktiven Werkstück-Bezugspunkt.

> Sie können die Eingaben wie folgt bestätigen:
> - Taste **ENT**
> - Pfeiltaste nach rechts
> - Auf das nächste Syntaxelement klicken oder tippen

Sie definieren ein quaderförmiges Rohteil wie folgt:

- ▶ **BLK FORM QUAD** wählen
- ▶ **Einfügen** wählen
- > Die Steuerung fügt den NC-Satz für die Rohteildefinition ein.
- ▶ Spalte **Formular** öffnen
- ▶ Werkzeugachse wählen, z. B. **Z**
- ▶ Eingabe bestätigen
- ▶ Kleinste X-Koordinate eingeben, z. B. **0**
- ▶ Eingabe bestätigen
- ▶ Kleinste Y-Koordinate eingeben, z. B. **0**
- ▶ Eingabe bestätigen
- ▶ Kleinste Z-Koordinate eingeben, z. B. **-40**
- ▶ Eingabe bestätigen
- ▶ Größte X-Koordinate eingeben, z. B. **100**
- ▶ Eingabe bestätigen
- ▶ Größte Y-Koordinate eingeben, z. B. **100**
- ▶ Eingabe bestätigen
- ▶ Größte Z-Koordinate eingeben, z. B. **0**
- ▶ Eingabe bestätigen
- ▶ **Bestätigen** wählen
- > Die Steuerung beendet den NC-Satz.



Spalte **Formular** mit den definierten Werten

```
0 BEGIN PGM  1339889 MM
1 BLK FORM 0.1  Z X+0  Y+0 Z-40
2 BLK FORM 0.2  X+100 Y+100  Z+0
3 END PGM  1339889 MM
```

Detaillierte Informationen

- Rohteil einfügen
  Weitere Informationen: "Rohteil definieren mit BLK FORM", Seite 148
- Bezugspunkte in der Maschine
  Weitere Informationen: "Bezugspunkte in der Maschine", Seite 101

3.3.6 Struktur eines NC-Programms

Wenn Sie NC-Programme einheitlich strukturieren, bietet das folgende Vorteile:

- Erhöhte Übersicht
- Schnellere Programmierung
- Reduzierung von Fehlerquellen

Empfohlener Aufbau eines Konturprogramms

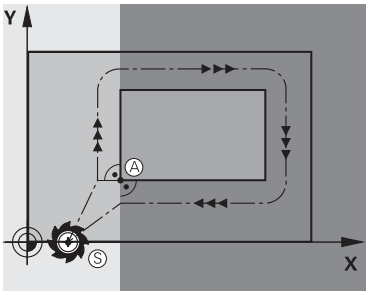
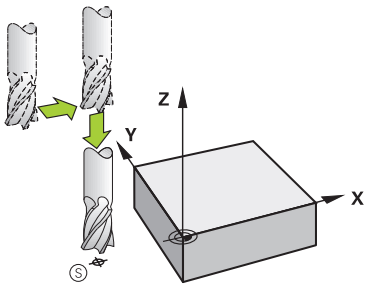
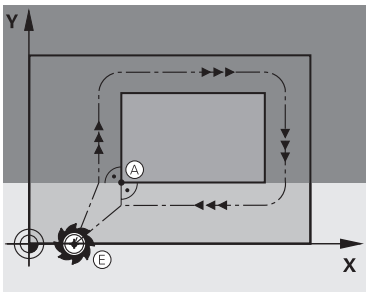
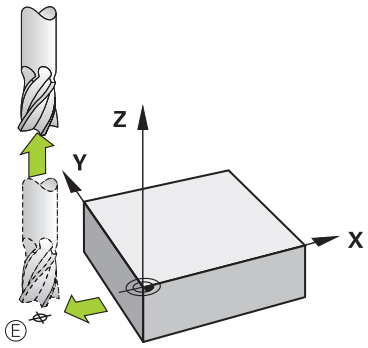
> Die NC-Sätze **BEGIN PGM** und **END PGM** fügt die Steuerung automatisch ein.

1 **BEGIN PGM** mit Auswahl der Maßeinheit
2 Rohteil definieren
3 Werkzeug aufrufen, mit Werkzeugachse und Technologiedaten
4 Werkzeug auf eine sichere Position fahren, Spindel einschalten
5 In der Bearbeitungsebene vorpositionieren, in die Nähe des ersten Konturpunkts
6 In der Werkzeugachse vorpositionieren, ggf. Kühlmittel einschalten
7 Kontur anfahren, ggf. Werkzeugradiuskorrektur einschalten
8 Kontur bearbeiten
9 Kontur verlassen, Kühlmittel ausschalten
10 Werkzeug auf eine sichere Position fahren
11 NC-Programm beenden
12 **END PGM**

3.3.7 Anfahren und Verlassen der Kontur

Wenn Sie eine Kontur programmieren, benötigen Sie einen Startpunkt und einen Endpunkt außerhalb der Kontur.

Folgende Positionen sind zum Anfahren und Verlassen der Kontur notwendig:

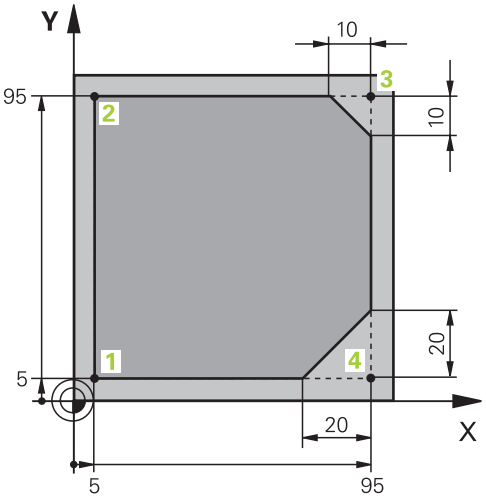
Hilfsbild	Position
	**Startpunkt** Für den Startpunkt gelten folgende Voraussetzungen: ■ Keine Werkzeugradiuskorrektur ■ Kollisionsfrei anfahrbar ■ Nahe am ersten Konturpunkt Die Abbildung zeigt Folgendes: Wenn Sie den Startpunkt im dunkelgrauen Bereich definieren, wird die Kontur beim Anfahren des ersten Konturpunkts beschädigt.
	**Startpunkt in der Werkzeugachse anfahren** Vor dem Anfahren des ersten Konturpunkts müssen Sie das Werkzeug in der Werkzeugachse auf die Arbeitstiefe positionieren. Fahren Sie bei Kollisionsgefahr den Startpunkt in der Werkzeugachse separat an.
	Erster Konturpunkt Die Steuerung fährt das Werkzeug vom Startpunkt zum ersten Konturpunkt. Für die Werkzeugbewegung zum ersten Konturpunkt programmieren Sie eine Werkzeugradiuskorrektur.
	**Endpunkt** Für den Endpunkt gelten folgende Voraussetzungen: ■ Kollisionsfrei anfahrbar ■ Nahe am letzten Konturpunkt ■ Konturbeschädigung ausschließen: Der optimale Endpunkt liegt in der Verlängerung der Werkzeugbahn für die Bearbeitung des letzten Konturelements Die Abbildung zeigt Folgendes: Wenn Sie den Endpunkt im dunkelgrauen Bereich definieren, wird die Kontur beim Anfahren des Endpunkts beschädigt.
	**Endpunkt in der Werkzeugachse verlassen** Programmieren Sie die Werkzeugachse beim Verlassen des Endpunkts separat.

Hilfsbild	Position
	Gemeinsamer Startpunkt und Endpunkt Für einen gemeinsamen Startpunkt und Endpunkt programmieren Sie keine Werkzeugradiuskorrektur. Konturbeschädigung ausschließen: Der optimale Startpunkt liegt zwischen den Verlängerungen der Werkzeugbahnen für die Bearbeitung des ersten und letzten Konturelements.

Detaillierte Informationen

- Funktionen zum Anfahren und Verlassen der Kontur
  Weitere Informationen: "Kontur anfahren und verlassen", Seite 201

3.3.8 Einfache Kontur programmieren



Zu programmierendes Werkstück

Die folgenden Inhalte zeigen, wie Sie die dargestellte Kontur auf Tiefe 5 mm einmal umfräsen. Die Rohteildefinition haben Sie bereits erstellt.

Weitere Informationen: "Rohteil definieren", Seite 83

Nachdem Sie eine NC-Funktion eingefügt haben, zeigt die Steuerung eine Erklärung zu dem aktuellen Syntaxelement in der Dialogleiste. Sie können die Daten direkt im Formular eingeben.

> Programmieren Sie NC-Programme so, als würde sich das Werkzeug bewegen! Dadurch ist es irrelevant, ob eine Kopf- oder Tischachse die Bewegung ausführt.

Werkzeug aufrufen

Spalte **Formular** mit den Syntaxelementen des Werkzeugaufrufs

Sie rufen ein Werkzeug wie folgt auf:

TOOL CALL

- ▶ **TOOL CALL** wählen

- ▶ Im Formular **Nummer** wählen
- ▶ Werkzeugnummer eingeben, z. B. **16**
- ▶ Werkzeugachse **Z** wählen
- ▶ Spindeldrehzahl **S** wählen
- ▶ Spindeldrehzahl eingeben, z. B. **6500**

Bestätigen

- ▶ **Bestätigen** wählen
- > Die Steuerung beendet den NC-Satz.

```
3 TOOL CALL 16 Z S6500
```

Werkzeug auf eine sichere Position fahren

Spalte **Formular** mit den Syntaxelementen einer Geraden

Sie fahren das Werkzeug wie folgt auf eine sichere Position:

- ▶ Bahnfunktion **L** wählen

- ▶ **Z** wählen
- ▶ Wert eingeben, z. B. **250**
- ▶ Werkzeugradiuskorrektur **R0** wählen
- > Die Steuerung übernimmt **R0**, keine Werkzeugradiuskorrektur.
- ▶ Vorschub **FMAX** wählen
- > Die Steuerung übernimmt den Eilgang **FMAX**.
- ▶ Ggf. Zusatzfunktion **M** eingeben, z. B. **M3**, Spindel einschalten

- ▶ **Bestätigen** wählen
- > Die Steuerung beendet den NC-Satz.

```
4 L Z+250 R0 FMAX M3
```

In der Bearbeitungsebene vorpositionieren

Sie positionieren in der Bearbeitungsebene wie folgt vor:

- ▶ Bahnfunktion **L** wählen

- ▶ **X** wählen
- ▶ Wert eingeben, z. B. **-20**

- ▶ **Y** wählen
- ▶ Wert eingeben, z. B. **-20**
- ▶ Vorschub **FMAX** wählen

- ▶ **Bestätigen** wählen
- > Die Steuerung beendet den NC-Satz.

```
5 L X-20 Y-20 FMAX
```

In der Werkzeugachse vorpositionieren

Sie positionieren in der Werkzeugachse wie folgt vor:

- Bahnfunktion **L** wählen

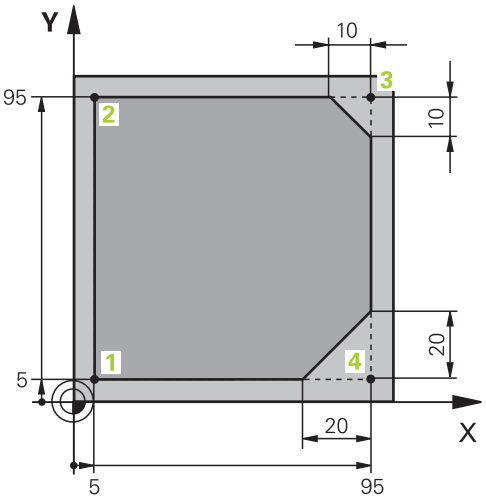
- **Z** wählen
- Wert eingeben, z. B. **-5**
- Vorschub **F** wählen
- Wert für Positionierungsvorschub eingeben, z. B. **3000**
- Ggf. Zusatzfunktion **M** eingeben, z. B. **M8**, Kühlmittel einschalten

Bestätigen

- **Bestätigen** wählen
- > Die Steuerung beendet den NC-Satz.

```
6 L Z-5 R0 F3000 M8
```

Kontur anfahren



Zu programmierendes Werkstück

Spalte **Formular** mit den Syntaxelementen einer Anfahrfunktion

Sie fahren wie folgt an die Kontur an:

APPR /DEP

- ▶ Bahnfunktion **APPR DEP** wählen
- > Die Steuerung öffnet das Fenster **NC-Funktion einfügen**.
- ▶ **APPR** wählen
- ▶ Anfahrfunktion wählen, z. B. **APPR CT**

Einfügen

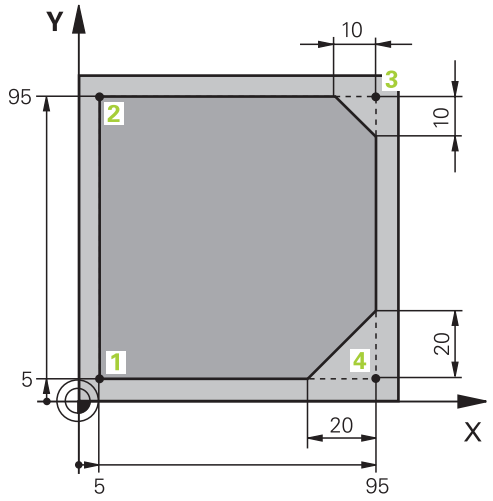
- ▶ **Einfügen** wählen
- ▶ Koordinaten des Startpunkts **1** eingeben, z. B. **X 5 Y 5**
- ▶ Bei Mittelpunktswinkel **CCA** Einfahrwinkel eingeben, z. B. **90**
- ▶ Radius der Kreisbahn eingeben, z. B. **8**
- ▶ **RL** wählen
- > Die Steuerung übernimmt Werkzeugradiuskorrektur links.
- ▶ Vorschub **F** wählen
- ▶ Wert für Bearbeitungsvorschub eingeben, z. B. **700**

Bestätigen

- ▶ **Bestätigen** wählen
- > Die Steuerung beendet den NC-Satz.

```
7 APPR CT X+5 Y+5 CCA90 R+8 RL F700
```

Kontur bearbeiten



Zu programmierendes Werkstück

Sie bearbeiten die Kontur wie folgt:

- ▶ Bahnfunktion **L** wählen
- ▶ Sich ändernde Koordinaten des Konturpunkts **2** eingeben, z. B. **Y 95**

Bestätigen

- ▶ Mit **Bestätigen** NC-Satz abschließen
- > Die Steuerung übernimmt den geänderten Wert und behält alle anderen Informationen vom vorherigen NC-Satz.

- ▶ Bahnfunktion **L** wählen
- ▶ Sich ändernde Koordinaten des Konturpunkts **3** eingeben, z. B. **X 95**

Bestätigen

- ▶ Mit **Bestätigen** NC-Satz abschließen

CHF

- ▶ Bahnfunktion **CHF** wählen
- ▶ Fasenbreite eingeben, z. B. **10**

Bestätigen

- ▶ Mit **Bestätigen** NC-Satz abschließen

- ▶ Bahnfunktion **L** wählen
- ▶ Sich ändernde Koordinaten des Konturpunkts **4** eingeben, z. B. **Y 5**

Bestätigen

- ▶ Mit **Bestätigen** NC-Satz abschließen

CHF

- ▶ Bahnfunktion **CHF** wählen
- ▶ Fasenbreite eingeben, z. B. **20**

Bestätigen

- ▶ Mit **Bestätigen** NC-Satz abschließen

- ▶ Bahnfunktion **L** wählen
- ▶ Sich ändernde Koordinaten des Konturpunkts **1** eingeben, z. B. **X 5**

Bestätigen

- ▶ Mit **Bestätigen** NC-Satz abschließen

```
8 L Y+95
9 L X+95
10 CHF 10
11 L Y+5
12 CHF 20
13 L X+5
```

Kontur verlassen

Spalte **Formular** mit den Syntaxelementen einer Wegfahrfunktion

Sie verlassen die Kontur wie folgt:

APPR /DEP

- ▶ Bahnfunktion **APPR DEP** wählen
- > Die Steuerung öffnet das Fenster **NC-Funktion einfügen**.

- ▶ **DEP** wählen

- ▶ Wegfahrfunktion wählen, z. B. **DEP CT**

Einfügen

- ▶ **Einfügen** wählen

- ▶ Bei Mittelpunktswinkel **CCA** Wegfahrwinkel eingeben, z. B. **90**
- ▶ Wegfahrradius eingeben, z. B. **8**
- ▶ Vorschub **F** wählen
- ▶ Wert für Positioniervorschub eingeben, z. B. **3000**
- ▶ Ggf. Zusatzfunktion **M** eingeben, z. B. **M9**, Kühlmittel ausschalten

Bestätigen

- ▶ **Bestätigen** wählen
- > Die Steuerung beendet den NC-Satz.

```
14 DEP CT CCA90 R+8 F3000 M9
```

Werkzeug auf eine sichere Position fahren und NC-Programm beenden

Sie fahren das Werkzeug wie folgt auf eine sichere Position:

- Bahnfunktion **L** wählen

- **Z** wählen
- Wert eingeben, z. B. **250**
- Werkzeugradiuskorrektur **R0** wählen
- Vorschub **FMAX** wählen
- Zusatzfunktion **M** eingeben, z. B. **M30**, Programmende

Bestätigen

- **Bestätigen** wählen
- > Die Steuerung beendet den NC-Satz und das NC-Programm.

```
15  L  Z+250 R0 FMAX M30
```

Detaillierte Informationen

- Werkzeugaufruf
  Weitere Informationen: "Werkzeugaufruf mit TOOL CALL", Seite 163
- Gerade **L**
  Weitere Informationen: "Gerade L", Seite 180
- Bezeichnung der Achsen und Bearbeitungsebene
  Weitere Informationen: "Bezeichnung der Achsen an Fräsmaschinen", Seite 100
- Funktionen zum Anfahren und Verlassen der Kontur
  Weitere Informationen: "Kontur anfahren und verlassen", Seite 201
- Fase **CHF**
  Weitere Informationen: "Fase CHF", Seite 181
- Zusatzfunktionen
  Weitere Informationen: "Übersicht der Zusatzfunktionen", Seite 427

3.3.9 Steuerungsoberfläche zum Simulieren einrichten

In der Betriebsart **Programmieren** können Sie die NC-Programme auch grafisch testen. Die Steuerung simuliert das im Arbeitsbereich **Programm** aktive NC-Programm.

Um das NC-Programm zu simulieren, müssen Sie den Arbeitsbereich **Simulation** öffnen.

> Sie können zum Simulieren die Spalte **Formular** schließen, um eine größere Ansicht auf das NC-Programm und den Arbeitsbereich **Simulation** zu erhalten.

Arbeitsbereich Simulation öffnen

Damit Sie zusätzliche Arbeitsbereiche in der Betriebsart **Programmieren** öffnen können, muss ein NC-Programm geöffnet sein.

Sie öffnen den Arbeitsbereich **Simulation** wie folgt:

- ▶ In der Anwendungsleiste **Arbeitsbereiche** wählen
- ▶ **Simulation** wählen
- > Die Steuerung zeigt zusätzlich den Arbeitsbereich **Simulation**.

> Sie können den Arbeitsbereich **Simulation** auch mit der Betriebsartentaste **Programm-Test** öffnen.

Arbeitsbereich Simulation einrichten

Sie können das NC-Programm simulieren, ohne spezielle Einstellungen vorzunehmen. Um die Simulation mitverfolgen zu können, ist es jedoch empfehlenswert, die Geschwindigkeit der Simulation anzupassen.

Sie passen die Geschwindigkeit der Simulation wie folgt an:

- ▶ Faktor mithilfe des Schiebereglers wählen, z. B. **5.0 * T**
- > Die Steuerung führt die folgende Simulation mit dem 5-fachen des programmierten Vorschubs aus.

Wenn Sie für den Programmlauf und für die Simulation unterschiedliche Tabellen verwenden, z. B. Werkzeugtabellen, können Sie die Tabellen im Arbeitsbereich **Simulation** definieren.

Detaillierte Informationen

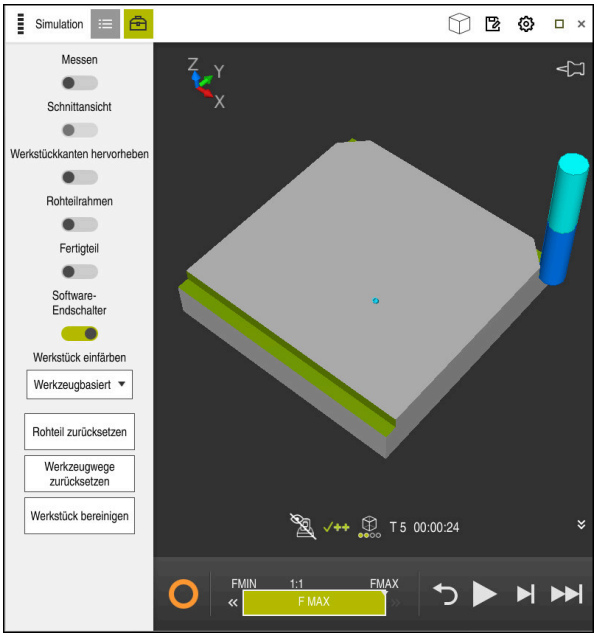
- Arbeitsbereich **Simulation**

  Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Simulation", Seite 577

3.3.10 NC-Programm simulieren

Im Arbeitsbereich **Simulation** testen Sie das NC-Programm.

Simulation starten



Arbeitsbereich **Simulation** in der Betriebsart **Programmieren**

Sie starten die Simulation wie folgt:

- ▶ **Start** wählen
- > Die Steuerung fragt ggf., ob die Datei gespeichert werden soll.

- ▶ **Speichern** wählen
- > Die Steuerung startet die Simulation.
- > Die Steuerung zeigt mithilfe des **StiB** den Simulationsstatus.

Definition

StiB (Steuerung in Betrieb):
Mit dem Symbol **StiB** zeigt die Steuerung den aktuellen Status der Simulation in der Aktionsleiste und im Reiter des NC-Programms:

- Weiß: kein Verfahrauftrag
- Grün: Abarbeitung aktiv, Achsen werden bewegt
- Orange: NC-Programm unterbrochen
- Rot: NC-Programm gestoppt

Detaillierte Informationen

- Arbeitsbereich **Simulation**
  Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Simulation", Seite 577

3.4 Maschine ausschalten

Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!
Das Ausschalten ist eine maschinenabhängige Funktion.

HINWEIS

Achtung, Datenverlust möglich!

Die Steuerung muss heruntergefahren werden, damit laufende Prozesse abgeschlossen und Daten gesichert werden. Sofortiges Ausschalten der Steuerung durch Betätigung des Hauptschalters kann in jedem Steuerungszustand zu Datenverlust führen!

- Steuerung immer herunterfahren
- Hauptschalter ausschließlich nach Bildschirmmeldung betätigen

Sie fahren die Steuerung wie folgt herunter:

- Betriebsart **Start** wählen

Herunterfahren

- **Herunterfahren** wählen
> Die Steuerung öffnet das Fenster **Herunterfahren**.

Herunterfahren

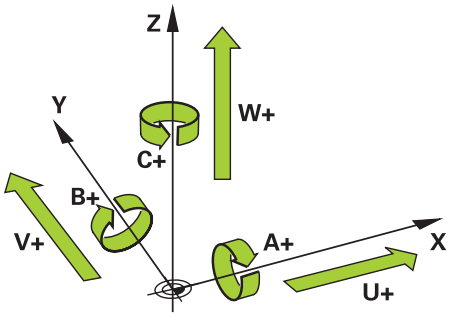
- **Herunterfahren** wählen
> Die Steuerung fährt herunter.
> Wenn das Herunterfahren abgeschlossen ist, zeigt die Steuerung den Text **Sie können jetzt ausschalten.**

4

NC- und Programmiergrund-lagen

4.1 NC-Grundlagen

4.1.1 Programmierbare Achsen



Die programmierbaren Achsen der Steuerung entsprechen den Achsdefinitionen der DIN 66217.

Die programmierbaren Achsen werden wie folgt bezeichnet:

Hauptachse	Parallelachse	Drehachse
X	**U**	**A**
Y	**V**	**B**
Z	**W**	**C**

Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!

Die Anzahl, Benennung und Zuordnung der programmierbaren Achsen ist von der Maschine abhängig.

Ihr Maschinenhersteller kann weitere Achsen definieren, z. B. PLC-Achsen.

4.1.2 Bezeichnung der Achsen an Fräsmaschinen

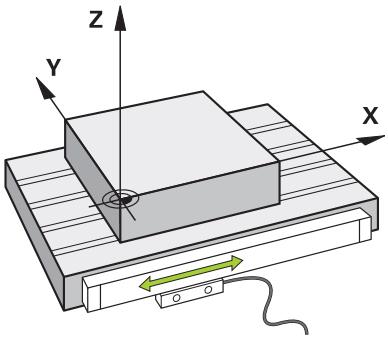
Die Achsen **X**, **Y** und **Z** an Ihrer Fräsmaschine werden auch als Hauptachse (1. Achse), Nebenachse (2. Achse) und Werkzeugachse bezeichnet. Die Hauptachse und die Nebenachse bilden die Bearbeitungsebene.

Zwischen den Achsen besteht folgender Zusammenhang:

Hauptachse	Nebenachse	Werkzeugachse	Bearbeitungsebene
X	**Y**	**Z**	**XY**, auch **UV**, **XV**, **UY**
Y	**Z**	**X**	**YZ**, auch **WU**, **ZU**, **WX**
Z	**X**	**Y**	**ZX**, auch **VW**, **YW**, **VZ**

4.1.3 Wegmessgeräte und Referenzmarken

Grundlagen



Die Position der Maschinenachsen wird mit Wegmessgeräten ermittelt. Standardmäßig sind Linearachsen mit Längenmessgeräten ausgestattet. Rundtische oder Drehachsen erhalten Winkelmessgeräte.

Die Wegmessgeräte erfassen die Positionen des Maschinentischs oder des Werkzeugs, indem sie bei einer Bewegung der Achse ein elektrisches Signal erzeugen. Die Steuerung ermittelt aus dem elektrischen Signal die Position der Achse im aktuellen Bezugssystem.

Weitere Informationen: "Bezugssysteme", Seite 228

Wegmessgeräte können Positionen auf unterschiedliche Art erfassen:

- absolut
- inkremental

Bei einer Stromunterbrechung kann die Steuerung die Position der Achsen nicht mehr ermitteln. Wenn die Stromversorgung wiederhergestellt ist, verhalten sich absolute und inkrementale Wegmessgeräte unterschiedlich.

Absolute Wegmessgeräte

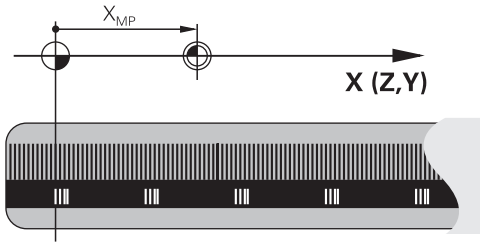
Bei absoluten Wegmessgeräten ist jede Position auf dem Messgerät eindeutig gekennzeichnet. Die Steuerung kann somit nach einer Stromunterbrechung den Bezug zwischen der Achsposition und dem Koordinatensystem sofort herstellen.

Inkrementale Wegmessgeräte

Inkrementale Wegmessgeräte ermitteln zur Positionsbestimmung den Abstand der aktuellen Position von einer Referenzmarke. Referenzmarken kennzeichnen einen maschinenfesten Bezugspunkt. Um nach einer Stromunterbrechung die aktuelle Position ermitteln zu können, muss eine Referenzmarke angefahren werden.

Wenn die Wegmessgeräte abstandscodierte Referenzmarken enthalten, müssen Sie bei Längenmessgeräten die Achsen um max. 20 mm verfahren. Bei Winkelmessgeräten beträgt dieser Abstand max. 20°.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten



4.1.4 Bezugspunkte in der Maschine

Die folgende Tabelle enthält eine Übersicht der Bezugspunkte in der Maschine oder am Werkstück.

Verwandte Themen

- Bezugspunkte am Werkzeug
  Weitere Informationen: "Bezugspunkte am Werkzeug", Seite 158

Symbol	Bezugspunkt
	Maschinen-Nullpunkt Der Maschinen-Nullpunkt ist ein festgelegter Punkt, den der Maschinenhersteller in der Maschinenkonfiguration definiert. Der Maschinen-Nullpunkt ist der Koordinatenursprung des Maschinen-Koordinatensystems **M-CS**. **Weitere Informationen:** "Maschinen-Koordinatensystem M-CS", Seite 229 Wenn Sie in einem NC-Satz **M91** programmieren, beziehen sich die definierten Werte auf den Maschinen-Nullpunkt. **Weitere Informationen:** "Im Maschinen-Koordinatensystem M-CS verfahren mit M91", Seite 430
M92-ZP	**M92-Nullpunkt M92-ZP (zero point)** Der **M92**-Nullpunkt ist ein festgelegter Punkt, den der Maschinenhersteller bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt in der Maschinenkonfiguration definiert. Der **M92**-Nullpunkt ist der Koordinatenursprung des **M92**-Koordinatensystems. Wenn Sie in einem NC-Satz **M92** programmieren, beziehen sich die definierten Werte auf den **M92**-Nullpunkt. **Weitere Informationen:** "Im M92-Koordinatensystem verfahren mit M92", Seite 431
	Werkzeug-Wechselpunkt Der Werkzeug-Wechselpunkt ist ein festgelegter Punkt, den der Maschinenhersteller bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt im Werkzeugwechsel-Makro definiert.
	Referenzpunkt Der Referenzpunkt ist ein festgelegter Punkt zur Initialisierung von Wegmessgeräten. **Weitere Informationen:** "Wegmessgeräte und Referenzmarken", Seite 101 Wenn die Maschine inkrementale Wegmessgeräte enthält, müssen die Achsen nach dem Startvorgang den Referenzpunkt anfahren. **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
	Werkstück-Bezugspunkt Mit dem Werkstück-Bezugspunkt definieren Sie den Koordinatenursprung des Werkstück-Koordinatensystems **W-CS**. **Weitere Informationen:** "Werkstück-Koordinatensystem W-CS", Seite 233 Der Werkstück-Bezugspunkt ist in der aktiven Zeile der Bezugspunkttabelle definiert. Sie ermitteln den Werkstück-Bezugspunkt z. B. mithilfe eines 3D-Tastsystems. Wenn keine Transformationen definiert sind, beziehen sich die Eingaben im NC-Programm auf den Werkstück-Bezugspunkt.
	Werkstück-Nullpunkt Sie definieren den Werkstück-Nullpunkt mit Transformationen im NC-Programm, z. B. mit der Funktion **TRANS DATUM** oder einer Nullpunkttabelle. Auf den Werkstück-Nullpunkt beziehen sich die Eingaben im NC-Programm. Wenn im NC-Programm keine Transformationen definiert sind, entspricht der Werkstück-Nullpunkt dem Werkstück-Bezugspunkt. Wenn Sie die Bearbeitungsebene schwenken (Option #8), dient der Werkstück-Nullpunkt als Werkstück-Drehpunkt.

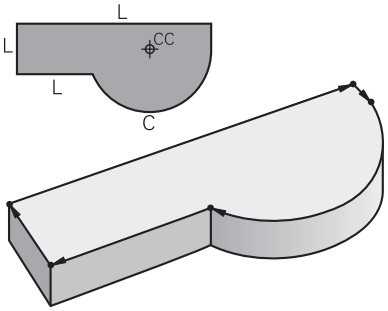
4.2 Programmiermöglichkeiten

4.2.1 Bahnfunktionen

Mithilfe der Bahnfunktionen können Sie Konturen programmieren.

Eine Werkstückkontur besteht aus mehreren Konturelementen wie Geraden und Kreisbögen. Die Werkzeugbewegungen für diese Konturen programmieren Sie mit den Bahnfunktionen, z. B. Gerade **L**.

Weitere Informationen: "Grundlagen zu den Bahnfunktionen", Seite 176



4.2.2 Grafisches Programmieren

Als Alternative zur Klartextprogrammierung können Sie im Arbeitsbereich **Kontur** Konturen grafisch programmieren.

Sie können 2D-Skizzen durch Zeichnen von Linien und Kreisbögen erstellen und als Kontur in ein NC-Programm exportieren.

Bestehende Konturen können Sie aus einem NC-Programm importieren und grafisch editieren.

Weitere Informationen: "Grafisches Programmieren", Seite 533

4.2.3 Zusatzfunktionen M

Mithilfe von Zusatzfunktionen können Sie folgende Bereiche steuern:

- Programmlauf, z. B. **M0** Programmlauf HALT
- Maschinenfunktionen, z. B. **M3** Spindel EIN im Uhrzeigersinn
- Bahnverhalten des Werkzeugs, z. B. **M197** Ecken verrunden

Weitere Informationen: "Zusatzfunktionen", Seite 425

4.2.4 Unterprogramme und Programmteilwiederholungen

Einmal programmierte Bearbeitungsschritte können Sie mit Unterprogrammen und Programmteilwiederholungen wiederholt ausführen lassen.

Programmteile, die in einem Label definiert sind, können Sie entweder direkt hintereinander mehrfach als Programmteilwiederholung ausführen oder als Unterprogramm an definierten Stellen im Hauptprogramm aufrufen.

Wenn Sie einen Teil des NC-Programms unter bestimmten Bedingungen ausführen möchten, programmieren Sie diese Programmschritte ebenfalls in einem Unterprogramm.

Innerhalb eines NC-Programms können Sie ein weiteres NC-Programm aufrufen und abarbeiten.

Weitere Informationen: "Unterprogramme und Programmteilwiederholungen mit Label LBL", Seite 216

4.2.5 Programmieren mit Variablen

Variablen stehen im NC-Programm stellvertretend für Zahlenwerte oder Texte. Einer Variable wird an anderer Stelle ein Zahlenwert oder ein Text zugeordnet.

Im Fenster **Q-Parameterliste** können Sie die Zahlenwerte und Texte der einzelnen Variablen sehen und editieren.

Weitere Informationen: "Fenster Q-Parameterliste", Seite 474

Mit den Variablen können Sie mathematische Funktionen programmieren, die den Programmlauf steuern oder eine Kontur beschreiben.

Mithilfe der Variablenprogrammierung können Sie zusätzlich z. B. Messergebnisse, die das 3D-Tastsystem während des Programmlaufs ermittelt, speichern und weiterverarbeiten.

Weitere Informationen: "Variablen: Q-, QL-, QR- und QS-Parameter", Seite 470

4.2.6 CAM-Programme

Sie können auch extern erstellte NC-Programme auf der Steuerung optimieren und abarbeiten.

Mithilfe von CAD (**Computer-Aided Design**) erstellen Sie geometrische Modelle der zu fertigenden Werkstücke.

In einem CAM-System (**Computer-Aided Manufacturing**) definieren Sie anschließend, wie das CAD-Modell gefertigt wird. Mithilfe einer internen Simulation können Sie die so entstandenen steuerungsneutralen Werkzeugwege prüfen.

Mithilfe eines Postprozessors generieren Sie im CAM anschließend die steuerungs- und maschinenspezifischen NC-Programme. Dabei entstehen nicht nur programmierbare Bahnfunktionen, sondern auch Splines (**SPL**) oder Geraden **LN** mit Flächennormalenvektoren.

Weitere Informationen: "Mehrachsbearbeitung", Seite 395

4.3 Programmiergrundlagen

4.3.1 Inhalte eines NC-Programms

Anwendung

Mithilfe von NC-Programmen definieren Sie die Bewegungen und das Verhalten Ihrer Maschine. NC-Programme bestehen aus NC-Sätzen, die die Syntaxelemente der NC-Funktionen enthalten. Mit dem HEIDENHAIN-Klartext unterstützt Sie die Steuerung, indem sie zu jedem Syntaxelement einen Dialog mit Angaben zu dem benötigten Inhalt bietet.

Verwandte Themen

- Neues NC-Programm erstellen
  Weitere Informationen: "Neues NC-Programm erstellen", Seite 82
- NC-Programme mithilfe von CAD-Dateien
  Weitere Informationen: "CAM-generierte NC-Programme", Seite 409
- Struktur eines NC-Programms zur Konturbearbeitung
  Weitere Informationen: "Struktur eines NC-Programms", Seite 85

Funktionsbeschreibung

Sie erstellen NC-Programme in der Betriebsart **Programmieren** im Arbeitsbereich **Programm**.

Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Programm", Seite 108

Der erste und letzte NC-Satz des NC-Programms enthalten folgende Informationen:

- Syntax **BEGIN PGM** oder **END PGM**
- Name des NC-Programms
- Maßeinheit des NC-Programms mm oder inch

Die Steuerung fügt die NC-Sätze **BEGIN PGM** und **END PGM** automatisch beim Erstellen des NC-Programms ein. Sie können diese NC-Sätze nicht löschen.

Die nach **BEGIN PGM** erstellten NC-Sätze enthalten folgende Informationen:

- Rohteildefinition
- Werkzeugaufrufe
- Anfahren einer Sicherheitsposition
- Vorschübe und Drehzahlen
- Verfahrbewegungen, Zyklen und weitere NC-Funktionen

0 BEGIN PGM EXAMPLE MM	; Programmbeginn
1 BLK FORM 0.1 Z X-50 Y-50 Z-20	
2 BLK FORM 0.2 X+50 Y+50 Z+0	; NC-Funktion zur Rohteildefinition, die zwei NC-Sätze umfasst
3 TOOL CALL 5 Z S3200 F300	; NC-Funktion zum Werkzeugaufruf
4 L Z+100 R0 FMAX M3	; NC-Funktion für eine gerade Verfahrbewegung
*** - ...**	
11 M30	; NC-Funktion zum Beenden des NC-Programms
12 END PGM EXAMPLE MM	; Programmende

Syntaxbestand-teil	Bedeutung
NC-Satz	**4 TOOL CALL 5 Z S3200 F300** Ein NC-Satz besteht aus der Satznummer und der Syntax der NC-Funktion. Ein NC-Satz kann mehrere Zeilen umfassen, z. B. bei Zyklen. Die Steuerung nummeriert die NC-Sätze in aufsteigender Reihenfolge.
NC-Funktion	**TOOL CALL 5 Z S3200 F300** Mithilfe von NC-Funktionen definieren Sie das Verhalten der Steuerung. Die Satznummer ist kein Bestandteil der NC-Funktionen.
Syntaxeröffner	**TOOL CALL** Der Syntaxeröffner kennzeichnet jede NC-Funktion eindeutig. Im Fenster **NC-Funktion einfügen** werden die Syntaxeröffner verwendet. **Weitere Informationen:** "NC-Funktionen einfügen", Seite 118

Syntaxbestand-teil	Bedeutung
Syntaxelement	**TOOL CALL 5 Z S3200 F300** Syntaxelemente sind alle Bestandteile der NC-Funktion, z. B. Technologiewerte **S3200** oder Koordinatenangaben. NC-Funktionen enthalten auch optionale Syntaxelemente. Die Steuerung stellt bestimmte Syntaxelemente im Arbeitsbereich **Programm** farbig dar. **Weitere Informationen:** "Darstellung des NC-Programms", Seite 110
Wert	**3200** bei Drehzahl **S** Nicht jedes Syntaxelement muss einen Wert enthalten, z. B. Werkzeugachse **Z**.

Wenn Sie NC-Programme in einem Texteditor oder außerhalb der Steuerung erstellen, beachten Sie die Schreibweise und die Reihenfolge der Syntaxelemente.

Hinweise

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die TNC7 unterstützt mit NC-Software 81762x-16 keine ISO-Programmierung. Während der Abarbeitung besteht, durch die fehlende Unterstützung, Kollisionsgefahr.

- Ausschließlich Klartext-NC-Programme nutzen.

- NC-Funktionen können auch mehrere NC-Sätze umfassen, z. B. **BLK FORM**.
- Zusatzfunktionen **M** und Kommentare können sowohl Syntaxelemente innerhalb von NC-Funktionen als auch eigene NC-Funktionen sein.
- Programmieren Sie NC-Programme so, als würde sich das Werkzeug bewegen! Dadurch ist es irrelevant, ob eine Kopf- oder Tischachse die Bewegung ausführt.
- Mit der Endung ***.h** definieren Sie ein Klartextprogramm.
  Weitere Informationen: "Programmiergrundlagen", Seite 104

4.3.2 Betriebsart Programmieren

Anwendung

In der Betriebsart **Programmieren** haben Sie folgende Möglichkeiten:

- NC-Programme erstellen, editieren und simulieren
- Konturen erstellen und editieren
- Palettentabellen erstellen und editieren

Funktionsbeschreibung

Mit **Hinzufügen** können Sie eine Datei neu erstellen oder öffnen. Die Steuerung zeigt max. zehn Reiter.

Die Betriebsart **Programmieren** bietet bei geöffnetem NC-Programm folgende Arbeitsbereiche:

- **Hilfe**
  Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Hilfe", Seite 552
- **Kontur**
  Weitere Informationen: "Grafisches Programmieren", Seite 533
- **Programm**
  Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Programm", Seite 108
- **Simulation**
  Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Simulation", Seite 577
- **Simulationsstatus**
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- **Tastatur**
  Weitere Informationen: "Bildschirmtastatur der Steuerungsleiste", Seite 555

Wenn Sie eine Palettentabelle öffnen, zeigt die Steuerung die Arbeitsbereiche **Auftragsliste** und **Formular** für Paletten. Diese Arbeitsbereiche können Sie nicht ändern.

Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Auftragsliste", Seite 600

Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Formular für Paletten", Seite 607

Bei aktiver Option #154 nutzen Sie mit dem **Batch Process Manager** den kompletten Funktionsumfang zum Abarbeiten von Palettentabellen.

Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Auftragsliste", Seite 600

Wenn ein NC-Programm oder eine Palettentabelle in der Betriebsart **Programmlauf** ist, zeigt die Steuerung den Status **M** im Reiter des NC-Programms. Wenn der Arbeitsbereich **Simulation** für dieses NC-Programm geöffnet ist, zeigt die Steuerung das Symbol **StiB** im Reiter des NC-Programms.

Symbole und Schaltflächen

Die Betriebsart **Programmieren** enthält folgende Symbole und Schaltflächen:

Symbol oder Schaltfläche	Bedeutung
	Mit diesem Symbol zeigt die Steuerung, dass ein NC-Programm geöffnet ist.
	Mit diesem Symbol zeigt die Steuerung, dass eine Kontur geöffnet ist. **Weitere Informationen:** "Grafisches Programmieren", Seite 533
	Mit diesem Symbol zeigt die Steuerung, dass eine Palettentabelle geöffnet ist. **Weitere Informationen:** "Palettenbearbeitung und Auftragslisten", Seite 599
Klartext-Editor	Wenn der Schalter aktiv ist, editieren Sie dialoggeführt. Wenn der Schalter deaktiviert ist, editieren Sie im Texteditor. **Weitere Informationen:** "NC-Programme editieren", Seite 117
NC-Funktion einfügen	Die Steuerung öffnet das Fenster **NC-Funktion einfügen**. **Weitere Informationen:** "NC-Programme editieren", Seite 117
GOTO Satznummer	Die Steuerung wählt die von Ihnen definierte Satznummer. **Weitere Informationen:** "GOTO-Funktion", Seite 558
Q-Info	Die Steuerung öffnet das Fenster **Q-Parameterliste**, in dem Sie die aktuellen Werte und Beschreibungen der Variablen sehen und editieren können. **Weitere Informationen:** "Fenster Q-Parameterliste", Seite 474
/ Überspringen Aus/Ein	NC-Sätze mit **/** markieren. Mit **/** markierte NC-Sätze werden im Programmlauf nicht abgearbeitet, sobald der Schalter **/ Überspringen** aktiv ist. **Weitere Informationen:** "Ausblenden von NC-Sätzen", Seite 560
; Kommentar Aus/Ein	Vor dem aktuellen NC-Satz **;** hinzufügen oder entfernen. Wenn ein NC-Satz mit **;** beginnt, ist es ein Kommentar. **Weitere Informationen:** "Einfügen von Kommentaren", Seite 559
Editieren	Die Steuerung öffnet das Kontextmenü. **Weitere Informationen:** "Kontextmenü", Seite 568
Anwählen im Programmlauf	Die Steuerung öffnet die Datei in der Betriebsart **Programmlauf**. **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
Simulation starten	Die Steuerung öffnet den Arbeitsbereich **Simulation** und startet das grafische Testen. **Weitere Informationen:** "Arbeitsbereich Simulation", Seite 577

4.3.3 Arbeitsbereich Programm

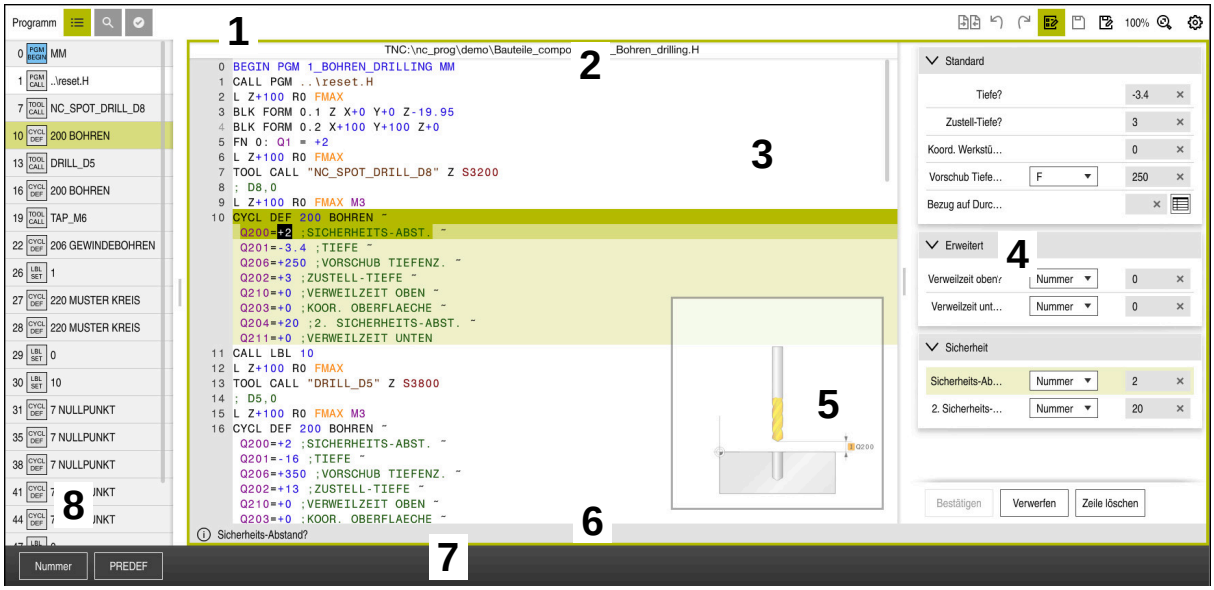
Anwendung

Im Arbeitsbereich **Programm** zeigt die Steuerung das NC-Programm.

In der Betriebsart **Programmieren** und der Anwendung **MDI** können Sie das NC-Programm editieren, in der Betriebsart **Programmlauf** nicht.

Funktionsbeschreibung

Bereiche des Arbeitsbereichs Programm



Arbeitsbereich **Programm** mit aktiver Gliederung, Hilfsbild und Formular

1 Titelleiste

Weitere Informationen: "Symbole in der Titelleiste", Seite 110

2 Dateiinformationsleiste

In der Dateiinformationsleiste zeigt die Steuerung den Dateipfad des NC-Programms.

3 Inhalt des NC-Programms

Weitere Informationen: "Darstellung des NC-Programms", Seite 110

4 Spalte **Formular**

Weitere Informationen: "Spalte Formular im Arbeitsbereich Programm", Seite 116

5 Hilfsbild des editierten Syntaxelements

Weitere Informationen: "Hilfsbild", Seite 111

6 Dialogleiste

In der Dialogleiste zeigt die Steuerung eine Zusatzinformation oder Anweisung für das aktuell editierte Syntaxelement.

7 Aktionsleiste

In der Aktionsleiste zeigt die Steuerung Auswahlmöglichkeiten für das aktuell editierte Syntaxelement.

8 Spalte **Gliederung**, **Suche** oder **Werkzeugprüfung**

Weitere Informationen: "Spalte Gliederung im Arbeitsbereich Programm", Seite 561

Weitere Informationen: "Spalte Suche im Arbeitsbereich Programm", Seite 563

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Symbole in der Titelleiste

Der Arbeitsbereich **Programm** enthält folgende Symbole in der Titelleiste:

Weitere Informationen: "Symbole der Steuerungsoberfläche", Seite 72

Symbol oder Tastaturkürzel	Funktion
	Spalte **Gliederung** öffnen und schließen **Weitere Informationen:** "Spalte Gliederung im Arbeitsbereich Programm", Seite 561
STRG+F	Spalte **Suche** öffnen und schließen **Weitere Informationen:** "Spalte Suche im Arbeitsbereich Programm", Seite 563
	Spalte **Werkzeugprüfung** öffnen und schließen **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
	Vergleichsfunktion aktivieren und beenden **Weitere Informationen:** "Programmvergleich", Seite 566
	Spalte **Formular** einblenden und ausblenden **Weitere Informationen:** "Spalte Formular im Arbeitsbereich Programm", Seite 116
100%	Schriftgröße des NC-Programms Wenn Sie den Prozentwert wählen, zeigt die Steuerung Symbole zum Vergrößern und Verkleinern der Schriftgröße.
	Schriftgröße des NC-Programms auf 100 % setzen
	Fenster **Programmeinstellungen** öffnen **Weitere Informationen:** "Einstellungen im Arbeitsbereich Programm", Seite 111

Darstellung des NC-Programms

Standardmäßig stellt die Steuerung die Syntax schwarz dar. Folgende Syntaxelemente hebt die Steuerung innerhalb des NC-Programms farblich hervor:

Farbe	Syntaxelement
Braun	Texteingaben, z. B. Werkzeugname oder Dateiname
Blau	■ Zahlenwerte ■ Gliederungspunkte und -texte
Dunkelgrün	Kommentare
Lila	■ Variablen ■ Zusatzfunktionen **M**
Dunkelrot	■ Drehzahldefinition ■ Vorschubdefinition
Orange	Eilgang **FMAX**

Hilfsbild

Wenn Sie einen NC-Satz editieren, zeigt die Steuerung bei einigen NC-Funktionen ein Hilfsbild zu dem aktuellen Syntaxelement. Die Größe des Hilfsbilds ist abhängig von der Größe des Arbeitsbereichs **Programm**.

Die Steuerung zeigt das Hilfsbild am rechten Rand des Arbeitsbereichs, an der unteren oder oberen Kante. Die Position des Hilfsbilds ist in der anderen Hälfte als der Cursor.

Wenn Sie auf das Hilfsbild tippen oder klicken, zeigt die Steuerung das Hilfsbild in der maximalen Größe. Wenn der Arbeitsbereich **Hilfe** geöffnet ist, zeigt die Steuerung das Hilfsbild in diesem Arbeitsbereich.

Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Hilfe", Seite 552

Einstellungen im Arbeitsbereich Programm

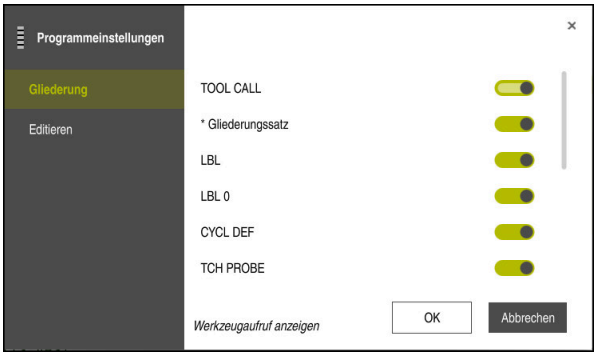
Im Fenster **Programmeinstellungen** können Sie die gezeigten Inhalte sowie das Verhalten der Steuerung im Arbeitsbereich **Programm** beeinflussen. Die gewählten Einstellungen sind modal wirksam.

Die verfügbaren Einstellungen im Fenster **Programmeinstellungen** sind abhängig von der Betriebsart.

Das Fenster **Programmeinstellungen** enthält folgende Bereiche:

- **Gliederung**
- **Editieren**

Bereich Gliederung



Bereich **Gliederung** im Fenster **Programmeinstellungen**

Im Bereich **Gliederung** wählen Sie mithilfe von Schaltern, welche Strukturelemente die Steuerung in der Spalte **Gliederung** zeigt.

Weitere Informationen: "Spalte Gliederung im Arbeitsbereich Programm", Seite 561

Sie können folgende Strukturelemente wählen:

- **TOOL CALL**
- *** Gliederungssatz**
- **LBL**
- **LBL 0**
- **CYCL DEF**
- **TCH PROBE**
- **MONITORING SECTION START**
- **MONITORING SECTION STOP**
- **PGM CALL**
- **FUNCTION MODE**
- **M30 / M2**
- **M1**
- **M0 / STOP**

Bereich Editieren

Der Bereich **Editieren** enthält folgende Einstellungen:

Einstellung	Bedeutung
Automatisches Speichern	**Änderungen im NC-Programm automatisch oder manuell speichern** Wenn Sie den Schalter aktivieren, speichert die Steuerung das NC-Programm automatisch bei folgenden Aktionen: ■ Reiter wechseln ■ Simulation starten ■ NC-Programm schließen ■ Betriebsart wechseln Wenn der Schalter inaktiv ist, speichern Sie manuell. Die Steuerung fragt bei den genannten Aktionen, ob die Änderungen gespeichert werden sollen.
Syntaxfehler im Textmodus erlauben	Wenn Sie den Schalter aktivieren, kann die Steuerung auch NC-Sätze mit Syntaxfehlern im Texteditor abschließen. Wenn der Schalter inaktiv ist, müssen Sie alle Syntaxfehler innerhalb des NC-Satzes beheben. Ansonsten können Sie den NC-Satz nicht speichern. **Weitere Informationen:** "NC-Funktionen ändern", Seite 120
Absolute Pfade generieren	**Pfadangaben relativ oder absolut erstellen** Wenn Sie den Schalter aktivieren, verwendet die Steuerung bei gerufenen Dateien absolute Pfade, z. B. **TNC:\nc_prog\$mdi.h**. Wenn der Schalter inaktiv ist, erstellt die Steuerung relative Pfade, z. B. **demo \reset.H**. Wenn die Datei auf einer höheren Ebene der Ordnerstruktur liegt als das rufende NC-Programm, erstellt die Steuerung den Pfad absolut. **Weitere Informationen:** "Pfad", Seite 348
Immer formatiert speichern	**NC-Programm beim Speichern formatieren** NC-Programme mit weniger als 30 000 Zeilen formatiert die Steuerung immer beim Speichern, z. B. alle Syntaxeröffner mit Großbuchstaben. Wenn Sie den Schalter aktivieren, formatiert die Steuerung auch NC-Programme mit mehr als 30 000 Zeilen bei jedem Speichern. Dadurch kann der Speichervorgang länger dauern. Wenn der Schalter inaktiv ist, formatiert die Steuerung NC-Programme mit mehr als 30 000 Zeilen nicht.

Arbeitsbereich Programm bedienen

Der Arbeitsbereich **Programm** bietet folgende Bedienmöglichkeiten:

- Touch-Bedienung
- Bedienung mit Tasten und Schaltflächen
- Bedienung mit einer Maus

Touch-Bedienung

Mit Gesten führen Sie folgende Funktionen aus:

Symbol	Geste	Bedeutung
	Tippen	■ NC-Satz wählen ■ Während des Editierens Syntaxelement wählen
	Doppelt tippen	NC-Satz editieren
	Halten	Kontextmenü öffnen Wenn Sie mit einer Maus navigieren, klicken Sie mit der rechten Maustaste. **Weitere Informationen:** "Kontextmenü", Seite 568
	Wischen	Im NC-Programm scrollen
	Ziehen	Bereich ändern, in dem NC-Sätze markiert werden. **Weitere Informationen:** "Kontextmenü im Arbeitsbereich Programm", Seite 571
	Aufziehen	Schriftgröße der Syntax vergrößern
	Zuziehen	Schriftgröße der Syntax verkleinern

Tasten und Schaltflächen

Mit Tasten und Schaltflächen führen Sie folgende Funktionen aus:

Taste und Schaltfläche	Funktion
▲ ▼	■ Zwischen NC-Sätzen navigieren ■ Während des Editierens gleiches Syntaxelement im NC-Programm suchen **Weitere Informationen:** "Gleiche Syntaxelemente in verschiedenen NC-Sätzen suchen", Seite 116
▶ ◀	■ NC-Satz editieren ■ Während des Editierens zu vorhergehendem oder nachfolgendem Syntaxelement navigieren
STRG+ ▶ **STRG+** ◀	Innerhalb des Werts eines Syntaxelements eine Position nach rechts oder links navigieren
GOTO	■ NC-Satz mithilfe der Satznummer direkt wählen **Weitere Informationen:** "GOTO-Funktion", Seite 558 ■ Während des Editierens Auswahlmenüs öffnen
	Positionsanzeige der Steuerungsleiste zur Positionsübernahme öffnen Wenn Sie eine Zeile der Positionsanzeige wählen, übernimmt die Steuerung den aktuellen Wert dieser Zeile in einen geöffneten Dialog.
CE	Wert eines Syntaxelements löschen
NO ENT	Optionale Syntaxelemente während der Programmierung übergehen oder entfernen
DEL BLK	NC-Satz löschen oder Dialog abbrechen
END BLK	■ Eingabe bestätigen und NC-Satz abschließen ■ Reiter **Hinzufügen** öffnen
ESC	Editieren ohne Änderung abbrechen
Klartext-Editor	Modus **Klartext-Editor** oder Texteditor wählen **Weitere Informationen:** "NC-Funktionen ändern", Seite 120
NC-Funktion einfügen	Fenster **NC-Funktion einfügen** öffnen **Weitere Informationen:** "NC-Funktionen einfügen", Seite 118
Editieren	Kontextmenü öffnen **Weitere Informationen:** "Kontextmenü", Seite 568

Gleiche Syntaxelemente in verschiedenen NC-Sätzen suchen

Wenn Sie einen NC-Satz editieren, können Sie nach dem gleichen Syntaxelement im restlichen NC-Programm suchen.

Sie suchen ein Syntaxelement im NC-Programm wie folgt:

- NC-Satz wählen

- NC-Satz editieren
- Zu gewünschtem Syntaxelement navigieren

- Pfeil nach unten oder oben wählen
- > Die Steuerung markiert den nächsten NC-Satz, der das Syntaxelement enthält. Der Cursor befindet sich auf dem gleichen Syntaxelement wie im vorherigen NC-Satz. Mit dem Pfeil nach oben sucht die Steuerung rückwärts.

Hinweise

- Wenn Sie in sehr langen NC-Programmen nach dem gleichen Syntaxelement suchen, blendet die Steuerung ein Fenster ein. Sie können die Suche jederzeit abbrechen.
- Mit dem optionalen Maschinenparameter **maxLineCommandSrch** (Nr. 105412) definieren Sie, wie viele NC-Sätze die Steuerung nach einem gleichen Syntaxelement durchsucht.
- Wenn Sie ein NC-Programm öffnen, prüft die Steuerung das NC-Programm auf Vollständigkeit und syntaktische Korrektheit.

  Mit dem optionalen Maschinenparameter **maxLineGeoSearch** (Nr. 105408) definieren Sie, bis zu welchem NC-Satz die Steuerung prüft.
- Wenn Sie ein NC-Programm ohne Inhalt öffnen, können Sie die NC-Sätze **BEGIN PGM** und **END PGM** editieren und die Maßeinheit des NC-Programms ändern.
- Ein NC-Programm ist ohne den NC-Satz **END PGM** unvollständig.

  Wenn Sie ein unvollständiges NC-Programm in der Betriebsart **Programmieren** öffnen, fügt die Steuerung den NC-Satz automatisch ein.
- Wenn ein NC-Programm in der Betriebsart **Programmlauf** abgearbeitet wird, können Sie dieses NC-Programm in der Betriebsart **Programmieren** nicht editieren.

Spalte Formular im Arbeitsbereich Programm

Anwendung

In der Spalte **Formular** im Arbeitsbereich **Programm** zeigt die Steuerung alle möglichen Syntaxelemente für die aktuell gewählte NC-Funktion. Sie können alle Syntaxelemente im Formular editieren.

Verwandte Themen

- Arbeitsbereich **Formular** für Palettentabellen

  Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Formular für Paletten", Seite 607
- NC-Funktion in der Spalte **Formular** editieren

  Weitere Informationen: "NC-Funktionen ändern", Seite 120

Voraussetzung

- Modus **Klartext-Editor** aktiv

Funktionsbeschreibung

Die Steuerung bietet folgende Symbole und Schaltflächen zur Bedienung der Spalte **Formular**:

Symbol oder Schaltfläche	Funktion
	Spalte **Formular** einblenden und ausblenden
Bestätigen	Eingabe bestätigen und NC-Satz abschließen
Verwerfen	Eingaben verwerfen und NC-Satz abschließen
Zeile löschen	NC-Satz löschen

Die Steuerung gruppiert die Syntaxelemente im Formular nach der Funktion, z. B. Koordinaten oder Sicherheit.

Die Steuerung markiert die erforderlichen Syntaxelemente mit einem roten Rahmen. Erst wenn Sie alle erforderlichen Syntaxelemente definiert haben, können Sie die Eingaben bestätigen und den NC-Satz abschließen. Die Steuerung stellt das aktuell editierte Syntaxelement farbig dar.

Wenn eine Eingabe ungültig ist, zeigt die Steuerung ein Hinweissymbol vor dem Syntaxelement. Wenn Sie das Hinweissymbol wählen, zeigt die Steuerung Informationen zu dem Fehler.

Hinweise

- In folgenden Fällen zeigt die Steuerung keinen Inhalt im Formular:
  - NC-Programm wird abgearbeitet
  - NC-Sätze werden markiert
  - NC-Satz enthält Syntaxfehler
  - NC-Sätze **BEGIN PGM** oder **END PGM** sind gewählt
- Wenn Sie in einem NC-Satz mehrere Zusatzfunktionen definieren, können Sie die Reihenfolge der Zusatzfunktionen mit Pfeilen im Formular ändern.
- Wenn Sie ein Label mit einer Nummer definieren, zeigt die Steuerung neben dem Eingabebereich ein Symbol. Mit diesem Symbol verwendet die Steuerung die nächste freie Zahl für das Label.

4.3.4 NC-Programme editieren

Anwendung

Das Editieren von NC-Programmen umfasst das Einfügen sowie das Ändern von NC-Funktionen. Sie können auch NC-Programme editieren, die Sie zuvor mithilfe eines CAM-Systems generiert und an die Steuerung übertragen haben.

Verwandte Themen

- Arbeitsbereich **Programm** bedienen
  Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Programm bedienen", Seite 113

Voraussetzungen

NC-Programme können Sie ausschließlich in der Betriebsart **Programmieren** und der Anwendung **MDI** editieren.

> In der Anwendung **MDI** editieren Sie ausschließlich das NC-Programm **$mdi.h** oder **$mdi_inch.h**.

Funktionsbeschreibung

NC-Funktionen einfügen

NC-Funktion mit Tasten oder Schaltflächen direkt einfügen

Häufig benötigte NC-Funktionen, z. B. Bahnfunktionen, können Sie direkt mithilfe von Tasten einfügen.

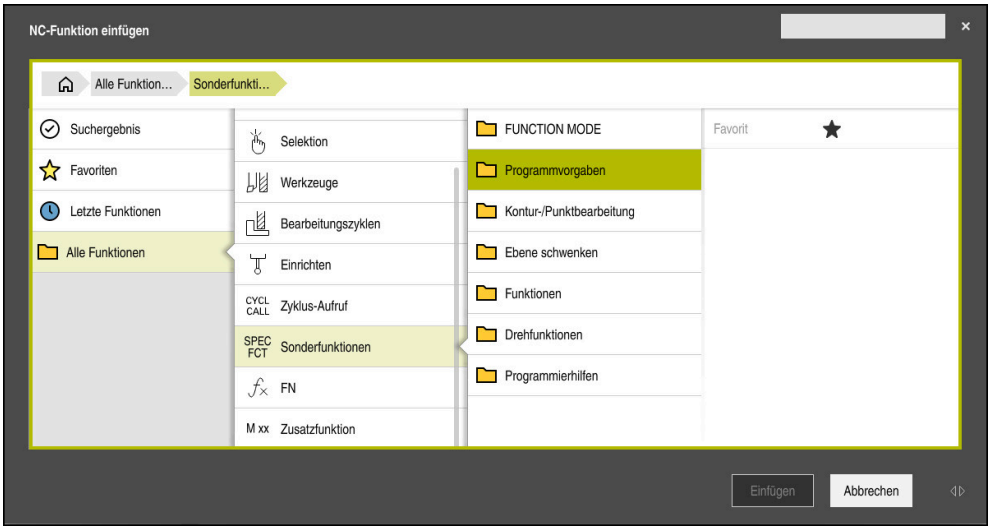
Als Alternative zu den Tasten bietet die Steuerung die Bildschirmtastatur sowie den Arbeitsbereich **Tastatur** im Modus NC-Eingabe.

Weitere Informationen: "Bildschirmtastatur der Steuerungsleiste", Seite 555

Sie fügen häufig benötigte NC-Funktionen wie folgt ein:

- ▶ **L** wählen
- > Die Steuerung erstellt einen neuen NC-Satz und startet den Dialog.
- ▶ Dem Dialog folgen

NC-Funktion durch Auswahl einfügen



Fenster **NC-Funktion einfügen**

Sie können alle NC-Funktionen mithilfe des Fensters **NC-Funktion einfügen** wählen.

Das Fenster **NC-Funktion einfügen** bietet folgende Navigationsmöglichkeiten:

- Ausgehend von **Alle Funktionen** manuell in der Baumstruktur navigieren
- Auswahlmöglichkeiten mithilfe von Tasten oder Schaltflächen eingrenzen, z. B. Taste **CYCL DEF** öffnet die Zyklusgruppen

  Weitere Informationen: "Bereich NC-Dialog", Seite 68
- Zehn zuletzt verwendete NC-Funktionen unter **Letzte Funktionen**
- Als Favoriten markierte NC-Funktionen unter **Favoriten**

  Weitere Informationen: "Symbole der Steuerungsoberfläche", Seite 72
- Bei **Suche in NC-Funktionen** Suchbegriff eingeben

  Die Steuerung zeigt die Ergebnisse unter **Suchergebnis**.

> Sie können die Suche nach dem Öffnen des Fensters **NC-Funktion einfügen** direkt starten, indem Sie ein Zeichen eingeben.

Sie fügen eine neue NC-Funktion wie folgt ein:

- ▶ **NC-Funktion einfügen** wählen
- > Die Steuerung öffnet das Fenster **NC-Funktion einfügen**.
- ▶ Zur gewünschten NC-Funktion navigieren
- > Die Steuerung markiert die gewählte NC-Funktion.

- ▶ **Einfügen** wählen
- > Die Steuerung erstellt einen neuen NC-Satz und startet den Dialog.
- ▶ Dem Dialog folgen

NC-Funktionen ändern

NC-Funktion im Modus Klartext-Editor ändern

Neu angelegte sowie syntaktisch korrekte NC-Programme öffnet die Steuerung standardmäßig im Modus **Klartext-Editor**.

Sie ändern eine vorhandene NC-Funktion im Modus **Klartext-Editor** wie folgt:

- ▶ Zur gewünschten NC-Funktion navigieren
- ▶ Zum gewünschten Syntaxelement navigieren
- > Die Steuerung zeigt alternative Syntaxelemente in der Aktionsleiste.
- ▶ Syntaxelement wählen
- ▶ Ggf. Wert definieren

END BLK

- ▶ Eingabe beenden, z. B. mit Taste **END**

NC-Funktion in der Spalte Formular ändern

Wenn der Modus **Klartext-Editor** aktiv ist, können Sie auch die Spalte **Formular** nutzen.

Die Spalte **Formular** zeigt nicht nur die gewählten und genutzten, sondern alle für die aktuelle NC-Funktion möglichen Syntaxelemente.

Sie ändern eine vorhandene NC-Funktion in der Spalte **Formular** wie folgt:

- ▶ Zur gewünschten NC-Funktion navigieren

- ▶ Spalte **Formular** einblenden
- ▶ Ggf. alternatives Syntaxelement wählen, z. B. **LP** statt **L**
- ▶ Ggf. Wert ändern oder ergänzen
- ▶ Ggf. optionales Syntaxelement eingeben oder aus einer Liste wählen, z. B. Zusatzfunktion **M8**

Bestätigen

- ▶ Eingabe beenden, z. B. mit Schaltfläche **Bestätigen**

NC-Funktion im Modus Texteditor ändern

Die Steuerung versucht, Syntaxfehler im NC-Programm automatisch zu korrigieren. Wenn die automatische Korrektur nicht möglich ist, wechselt die Steuerung beim Editieren dieses NC-Satzes zum Modus Texteditor. Bevor Sie zum Modus **Klartext-Editor** wechseln können, müssen Sie alle Fehler korrigieren.

- Wenn der Modus Texteditor aktiv ist, steht der Schalter **Klartext-Editor** links und ist grau.
- Wenn Sie einen NC-Satz mit Syntaxfehler editieren, können Sie den Editiervorgang nur mit der Taste **ESC** abbrechen.

Sie ändern eine vorhandene NC-Funktion im Modus Texteditor wie folgt:

> Die Steuerung unterstreicht das fehlerhafte Syntaxelement mit einer roten Zick-Zack-Linie und zeigt ein Hinweissymbol vor der NC-Funktion, z. B. bei **FMX** statt **FMAX**.

▶ Zur gewünschten NC-Funktion navigieren

▶ Hinweissymbol wählen

> Die Steuerung öffnet ggf. das Fenster **NC-Satz Autokorrektur** mit einem Lösungsvorschlag.

Ja

▶ Vorschlag mit **Ja** in das NC-Programm übernehmen oder Autokorrektur abbrechen

- Die Steuerung kann nicht in allen Fällen einen Lösungsvorschlag anbieten.
- Der Modus Texteditor unterstützt alle Navigationsmöglichkeiten des Arbeitsbereichs **Programm**. Schneller bedienen Sie den Modus Texteditor aber mithilfe von Gesten oder einer Maus, da Sie z. B. das Hinweissymbol direkt wählen können.

Hinweise

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die TNC7 unterstützt mit NC-Software 81762x-16 keine ISO-Programmierung. Während der Abarbeitung besteht, durch die fehlende Unterstützung, Kollisionsgefahr.

- Ausschließlich Klartext-NC-Programme nutzen.

- Die Handlungsanweisungen enthalten hervorgehobene Textstellen, z. B. **200 BOHREN**. Mithilfe dieser Textstellen können Sie im Fenster **NC-Funktion einfügen** zielgerichtet suchen.
- Wenn Sie eine NC-Funktion editieren, navigieren Sie mithilfe der Pfeile nach links und rechts zu den einzelnen Syntaxelementen, auch bei Zyklen. Mit den Pfeilen nach oben und unten sucht die Steuerung das gleiche Syntaxelement im restlichen NC-Programm.

  Weitere Informationen: "Gleiche Syntaxelemente in verschiedenen NC-Sätzen suchen", Seite 116
- Wenn Sie einen NC-Satz editieren und noch nicht gespeichert haben, wirken die Funktionen **Rückgängig** und **Wiederherstellen** auf die Änderungen einzelner Syntaxelemente der NC-Funktion.

  Weitere Informationen: "Symbole der Steuerungsoberfläche", Seite 72
- Mit der Taste **Ist-Position-übernehmen** öffnet die Steuerung die Positionsanzeige der Statusübersicht. Sie können den aktuellen Wert einer Achse in den Programmierdialog übernehmen.

  Siehe Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Programmieren Sie NC-Programme so, als würde sich das Werkzeug bewegen! Dadurch ist es irrelevant, ob eine Kopf- oder Tischachse die Bewegung ausführt.
- Wenn ein NC-Programm in der Betriebsart **Programmlauf** abgearbeitet wird, können Sie dieses NC-Programm in der Betriebsart **Programmieren** nicht editieren.

5

Technologie-spezifische Programmierung

5.1 Bearbeitungsmodus umschalten mit FUNCTION MODE

Anwendung

Die Steuerung bietet für die Technologien Fräsen, Fräsdrehen und Schleifen jeweils einen Bearbeitungsmodus **FUNCTION MODE**. Zusätzlich können Sie mit **FUNCTION MODE SET** vom Maschinenhersteller definierte Einstellungen aktivieren, z. B. Änderungen des Verfahrbereichs.

Verwandte Themen

- Fräsdreh-Bearbeitung (Option #50)
  Weitere Informationen: "Drehbearbeitung (Option #50)", Seite 126
- Schleifbearbeitung (Option #156)
  Weitere Informationen: "Schleifbearbeitung (Option #156)", Seite 138
- Kinematik in der Anwendung **Einstellungen** ändern
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Voraussetzungen

- Steuerung vom Maschinenhersteller angepasst
  Der Maschinenhersteller definiert, welche internen Funktionen die Steuerung bei dieser Funktion ausführt. Für die Funktion **FUNCTION MODE SET** muss der Maschinenhersteller Auswahlmöglichkeiten definieren.
- Für **FUNCTION MODE TURN** Software-Option #50 Fräsdrehen
- Für **FUNCTION MODE GRIND** Software-Option #156 Koordiantenschleifen

Funktionsbeschreibung

Beim Umschalten der Bearbeitungsmodi arbeitet die Steuerung ein Makro ab, das die maschinenspezifischen Einstellungen für den jeweiligen Bearbeitungsmodus vornimmt. Mit den NC-Funktionen **FUNCTION MODE TURN** und **FUNCTION MODE MILL** aktivieren Sie eine Maschinenkinematik, die der Maschinenhersteller in dem Makro definiert und hinterlegt hat.

Wenn der Maschinenhersteller die Auswahl verschiedener Kinematiken freigegeben hat, können Sie mit der Funktion **FUNCTION MODE** die Kinematik umschalten.

Wenn der Drehmodus aktiv ist, zeigt die Steuerung ein Symbol im Arbeitsbereich **Positionen**.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Eingabe

12 FUNCTION MODE TURN "AC_TURN"	; Drehbetrieb mit gewählter Kinematik aktivieren
11 FUNCTION MODE SET "Range1"	; Maschinenhersteller-Einstellung aktivieren

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
FUNCTION MODE	Syntaxeröffner für den Bearbeitungsmodus
MILL, **TURN**, **GRIND** oder **SET**	Bearbeitungsmodus oder Maschinenhersteller-Einstellung wählen
" " oder **QS**	Name einer Kinematik oder Maschinenhersteller-Einstellung oder QS-Parameter mit dem Namen Sie können die Einstellung über ein Auswahlmenü wählen. Syntaxelement optional

Hinweise

⚠ WARNUNG

Achtung, Gefahr erheblicher Sachschäden!

Bei der Drehbearbeitung treten z. B. durch hohe Drehzahlen und schwere sowie unausgewuchtete Werkstücke sehr hohe physikalische Kräfte auf. Bei falschen Bearbeitungsparametern, unberücksichtigter Unwucht oder falscher Aufspannung besteht während der Bearbeitung erhöhtes Unfallrisiko!

- Werkstück im Spindelzentrum spannen
- Werkstück sicher spannen
- Niedrige Drehzahlen programmieren (nach Bedarf erhöhen)
- Drehzahl limitieren (nach Bedarf erhöhen)
- Unwucht eliminieren (kalibrieren)

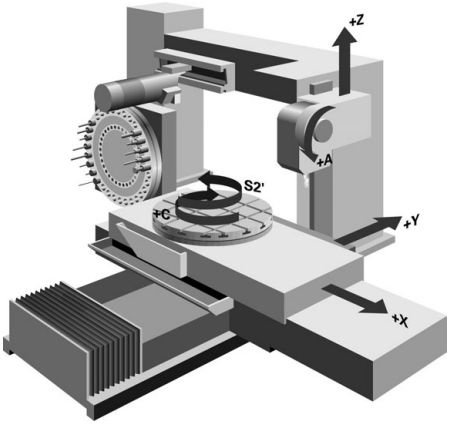
- Mit dem optionalen Maschinenparameter **CfgModeSelect** (Nr. 132200) definiert der Maschinenhersteller die Einstellungen für die Funktion **FUNCTION MODE SET**. Wenn der Maschinenhersteller den Maschinenparameter nicht definiert, ist **FUNCTION MODE SET** nicht verfügbar.
- Wenn die Funktionen **Bearbeitungsebene schwenken** oder **TCPM** aktiv sind, können Sie den Bearbeitungsmodus nicht umschalten.
- Im Drehmodus muss der Bezugspunkt im Zentrum der Drehspindel liegen.

5.2 Drehbearbeitung (Option #50)

5.2.1 Grundlagen

Maschinen- und kinematikabhängig können Sie auf Fräsmaschinen sowohl Fräsbearbeitungen als auch Drehbearbeitungen ausführen. Dadurch können Sie Werkstücke komplett auf einer Maschine bearbeiten, selbst wenn komplexe Fräs- und Drehbearbeitungen dazu notwendig sind.

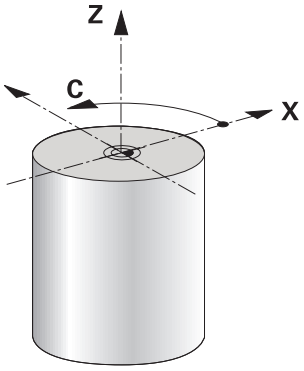
Bei der Drehbearbeitung befindet sich das Werkzeug in einer festen Position, während der Drehtisch und das aufgespannte Werkstück eine Drehbewegung ausführen.



NC-Grundlagen bei der Drehbearbeitung

Die Anordnung der Achsen ist beim Drehen so festgelegt, dass die X-Koordinaten den Durchmesser des Werkstücks beschreiben und die Z-Koordinaten die Längspositionen.

Die Programmierung erfolgt also immer in der Bearbeitungsebene **ZX**. Welche Maschinenachsen für die eigentlichen Bewegungen benutzt werden, ist von der jeweiligen Maschinenkinematik abhängig und wird vom Maschinenhersteller festgelegt. So sind NC-Programme mit Drehfunktionen weitgehend austauschbar und unabhängig vom Maschinentyp.



Werkstück-Bezugspunkt bei der Drehbearbeitung

An der Steuerung können Sie einfach innerhalb eines NC-Programms zwischen Fräsbetrieb und Drehbetrieb wechseln. Während des Drehbetriebs dient der Drehtisch als Drehspindel und die Frässpindel mit dem Werkzeug steht fest. Dadurch entstehen rotationssymmetrische Konturen. Der Werkzeug-Bezugspunkt muss dazu im Zentrum der Drehspindel liegen.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Wenn Sie einen Planschieber verwenden, können Sie den Werkstück-Bezugspunkt auch an einer anderen Stelle setzen, da in diesem Fall die Werkzeugspindel die Drehbearbeitung ausführt.

Weitere Informationen: "Planschieber verwenden mit FACING HEAD POS (Option #50)", Seite 400

Fertigungsverfahren

Abhängig von der Bearbeitungsrichtung und Aufgabe werden Drehbearbeitungen in verschiedene Fertigungsverfahren unterteilt, z. B.:

- Längsdrehen
- Plandrehen
- Stechdrehen
- Gewindedrehen

Die Steuerung bietet für die unterschiedlichen Fertigungsverfahren jeweils mehrere Zyklen.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen

Um z. B. Hinterschnitte zu fertigen, können Sie die Zyklen auch mit angestelltem Werkzeug verwenden.

Weitere Informationen: "Angestellte Drehbearbeitung", Seite 131

Werkzeuge zur Drehbearbeitung

Bei der Verwaltung von Drehwerkzeugen werden andere geometrische Beschreibungen benötigt als bei Fräs- oder Bohrwerkzeugen. Die Steuerung benötigt z. B. die Definition eines Schneidenradius, um eine Schneidenradiuskorrektur ausführen zu können. Die Steuerung bietet eine spezielle Werkzeugtabelle für die Drehwerkzeuge. In der Werkzeugverwaltung zeigt die Steuerung nur die benötigten Werkzeugdaten für den aktuellen Werkzeugtyp.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Weitere Informationen: "Schneidenradiuskorrektur bei Drehwerkzeugen (Option #50)", Seite 317

Sie können Drehwerkzeuge im NC-Programm korrigieren.

Dafür bietet die Steuerung folgende Funktionen:

- Schneidenradiuskorrektur

  Weitere Informationen: "Schneidenradiuskorrektur bei Drehwerkzeugen (Option #50)", Seite 317
- Korrekturtabellen

  Weitere Informationen: "Werkzeugkorrektur mit Korrekturtabellen", Seite 320
- Funktion **FUNCTION TURNDATA CORR**

  Weitere Informationen: "Drehwerkzeuge korrigieren mit FUNCTION TURNDATA CORR (Option #50)", Seite 323

Hinweise

⚠ WARNUNG

Achtung, Gefahr erheblicher Sachschäden!

Bei der Drehbearbeitung treten z. B. durch hohe Drehzahlen und schwere sowie unausgewuchtete Werkstücke sehr hohe physikalische Kräfte auf. Bei falschen Bearbeitungsparametern, unberücksichtigter Unwucht oder falscher Aufspannung besteht während der Bearbeitung erhöhtes Unfallrisiko!

- Werkstück im Spindelzentrum spannen
- Werkstück sicher spannen
- Niedrige Drehzahlen programmieren (nach Bedarf erhöhen)
- Drehzahl limitieren (nach Bedarf erhöhen)
- Unwucht eliminieren (kalibrieren)

- Die Orientierung der Werkzeugspindel (Spindelwinkel) ist abhängig von der Bearbeitungsrichtung. Bei Außenbearbeitungen zeigt die Werkzeugschneide auf das Zentrum der Drehspindel. Bei Innenbearbeitungen zeigt das Werkzeug vom Zentrum der Drehspindel weg.

  Eine Änderung der Bearbeitungsrichtung (Außen- und Innenbearbeitung) erfordert die Anpassung der Spindeldrehrichtung.

  Weitere Informationen: "Übersicht der Zusatzfunktionen", Seite 427
- Bei der Drehbearbeitung müssen sich die Werkzeugschneide und das Zentrum der Drehspindel auf gleicher Höhe befinden. Im Drehbetrieb muss deshalb das Werkzeug auf die Y-Koordinate des Drehspindelzentrums vorpositioniert werden.
- Im Drehmodus werden in der Positionsanzeige der X-Achse Durchmesserwerte angezeigt. Die Steuerung zeigt dann ein zusätzliches Durchmessersymbol an.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Im Drehbetrieb wirkt das Spindelpotentiometer für die Drehspindel (Drehtisch).
- Im Drehbetrieb sind außer der Nullpunktverschiebung keine Zyklen zu Koordinatenumrechnung erlaubt.

  Weitere Informationen: "Nullpunktverschiebung mit TRANS DATUM", Seite 248
- Im Drehbetrieb sind die Transformationen **SPA**, **SPB** und **SPC** aus der Bezugspunkttabelle nicht zulässig. Wenn Sie eine der genannten Transformationen aktivieren, zeigt die Steuerung während der Abarbeitung des NC-Programms im Drehbetrieb die Fehlermeldung **Transformation nicht möglich**.
- Die mithilfe der grafischen Simulation ermittelten Bearbeitungszeiten stimmen nicht mit den tatsächlichen Bearbeitungszeiten überein. Gründe bei kombinierten Fräs- und Drehbearbeitungen sind u. a. die Umschaltung der Bearbeitungsmodi.

  Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Simulation", Seite 577

5.2.2 Technologiewerte bei der Drehbearbeitung

Drehzahl für die Drehbearbeitung definieren mit FUNCTION TURNDATA SPIN

Anwendung

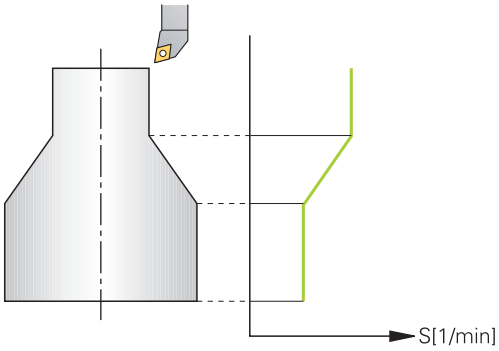
Sie können beim Drehen sowohl mit konstanter Drehzahl als auch mit konstanter Schnittgeschwindigkeit arbeiten.

Zur Definition der Drehzahl verwenden Sie die Funktion **FUNCTION TURNDATA SPIN**.

Voraussetzung

- Maschine mit min. zwei Drehachsen
- Software-Option #50 Fräsdrehen

Funktionsbeschreibung



Wenn Sie mit konstanter Schnittgeschwindigkeit **VCONST:ON** arbeiten, ändert die Steuerung die Drehzahl abhängig vom Abstand der Werkzeugschneide zur Mitte der Drehspindel. Bei Positionierungen in Richtung des Drehzentrums erhöht die Steuerung die Tischdrehzahl, bei Bewegungen aus dem Drehzentrum heraus reduziert sie diese.

Bei der Bearbeitung mit konstanter Drehzahl **VCONST:Off** ist die Drehzahl unabhängig von der Werkzeugposition.

Mit der Funktion **FUNCTION TURNDATA SPIN** können Sie bei konstanter Drehzahl auch eine maximale Drehzahl definieren.

Eingabe

11 FUNCTION TURNDATA SPIN VCONST:ON VC:100 GEARRANGE:2	; Konstante Schnittgeschwindigkeit mit Getriebestufe 2

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
FUNCTION TURNDATA SPIN	Syntaxeröffner für Drehzahldefinition im Drehbetrieb
VCONST OFF oder **ON**	Definition einer konstanten Drehzahl oder einer konstanten Schnittgeschwindigkeit Syntaxelement optional
VC	Wert für die Schnittgeschwindigkeit Syntaxelement optional
S oder **SMAX**	Konstante Drehzahl oder Drehzahlbegrenzung Syntaxelement optional
GEARRANGE	Getriebestufe für die Drehspindel Syntaxelement optional

Hinweise

- Wenn Sie mit konstanter Schnittgeschwindigkeit arbeiten, begrenzt die gewählte Getriebestufe den möglichen Drehzahlbereich. Ob und welche Getriebestufen möglich sind, ist von Ihrer Maschine abhängig.
- Wenn die maximale Drehzahl erreicht ist, zeigt die Steuerung in der Statusanzeige **SMAX** statt **S**.
- Zum Rücksetzen der Drehzahlbegrenzung programmieren Sie **FUNCTION TURNDATA SPIN SMAX0**.
- Im Drehbetrieb wirkt das Spindelpotentiometer für die Drehspindel (Drehtisch).
- Zyklus **800** begrenzt beim Exzenterdrehen die maximale Drehzahl. Eine programmierte Drehzahlbegrenzung der Spindel stellt die Steuerung nach dem Exzenterdrehen wieder her.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen

Vorschubgeschwindigkeit

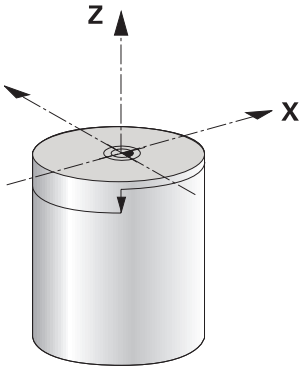
Anwendung

Bei der Drehbearbeitung werden Vorschübe in mm pro Umdrehung mm/U angegeben. Auf der Steuerung verwenden Sie dafür die Zusatzfunktion **M136**.

Weitere Informationen: "Vorschub in mm/U interpretieren mit M136", Seite 452

Funktionsbeschreibung

Beim Drehen werden Vorschübe oft in mm pro Umdrehung angegeben. So bewegt die Steuerung das Werkzeug bei jeder Spindelumdrehung um einen definierten Wert. Dadurch ist der resultierende Bahnvorschub abhängig von der Drehzahl der Drehspindel. Bei hohen Drehzahlen erhöht die Steuerung den Vorschub, bei niedrigen Drehzahlen reduziert sie diesen. So können Sie bei gleichbleibender Schnitttiefe mit konstanter Zerspankraft bearbeiten und eine konstante Spandicke erzielen.



Hinweis

Konstante Schnittgeschwindigkeiten (**VCONST: ON**) können bei vielen Drehbearbeitungen nicht eingehalten werden, da davor die maximale Spindeldrehzahl erreicht wird. Mit dem Maschinenparameter **facMinFeedTurnSMAX** (Nr. 201009) definieren Sie das Verhalten der Steuerung, nachdem die maximale Drehzahl erreicht wurde.

5.2.3 Angestellte Drehbearbeitung

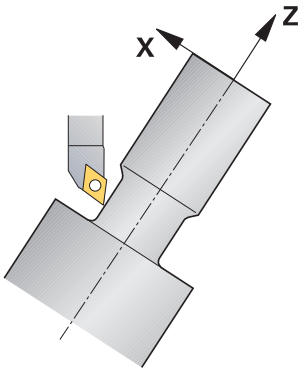
Anwendung

Teilweise kann es erforderlich sein, dass Sie Schwenkachsen in eine bestimmte Stellung bringen müssen, um eine Bearbeitung ausführen zu können. Das ist z. B. notwendig, wenn Sie Konturelemente aufgrund der Werkzeuggeometrie nur unter einer bestimmten Stellung bearbeiten können.

Voraussetzung

- Maschine mit min. zwei Drehachsen
- Software-Option #50 Fräsdrehen

Funktionsbeschreibung



Die Steuerung bietet folgende Möglichkeiten, angestellt zu bearbeiten:

Funktion	Beschreibung	Weitere Informationen
M144	Mit **M144** kompensiert die Steuerung bei nachfolgenden Verfahrbewegungen den Werkzeugversatz, der sich durch angestellte Drehachsen ergibt.	Seite 457
M128	Mit **M128** verhält sich die Steuerung wie mit **M144**, aber Sie können die Schneidenradiuskorrektur außerhalb von Zyklen nicht verwenden.	Seite 448
FUNCTION TCPM mit **REFPNT TIP-CENTER**	Mit **FUNCTION TCPM** und der Auswahl **REFPNT TIP-CENTER** aktivieren Sie die virtuelle Werkzeugspitze. Wenn Sie die angestellte Bearbeitung mit **FUNCTION TCPM** mit **REFPNT TIP-CENTER** aktivieren, ist die Schneidenradiuskorrektur ohne Zyklus, also in Verfahrsätzen mit **RL**/**RR**, auch möglich. HEIDENHAIN empfiehlt, **FUNCTION TCPM** mit **REFPNT TIP-CENTER** zu verwenden.	Seite 301
Zyklus **800**	Mit dem Zyklus **800 KOORD.-SYST.ANPASSEN** können Sie einen Anstellwinkel definieren.	Siehe Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen

Wenn Sie Drehzyklen mit **M144**, **FUNCTION TCPM** oder **M128** ausführen, verändern sich die Winkel des Werkzeugs gegenüber der Kontur. Die Steuerung berücksichtigt diese Veränderungen automatisch und überwacht so auch die Bearbeitung im angestellten Zustand.

Hinweise

- Gewindezyklen sind bei einer angestellten Bearbeitung nur unter rechtwinkligen Anstellwinkeln (+90° und -90°) möglich.
- Die Werkzeugkorrektur **FUNCTION TURNDATA CORR-TCS** wirkt immer im Werkzeug-Koordinatensystem, auch während einer angestellten Bearbeitung.

  Weitere Informationen: "Drehwerkzeuge korrigieren mit FUNCTION TURNDATA CORR (Option #50)", Seite 323

5.2.4 Simultane Drehbearbeitung

Anwendung

Sie können die Drehbearbeitung mit der Funktion **M128** oder **FUNCTION TCPM** und **REFPNT TIP-CENTER** verbinden. Das ermöglicht Ihnen, Konturen in einem Schnitt zu fertigen, bei denen Sie den Anstellwinkel verändern müssen (Simultanbearbeitung).

Verwandte Themen

- Zyklen zum Simultandrehen (Option #158)

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen
- Zusatzfunktion **M128** (Option #9)

  Weitere Informationen: "Werkzeuganstellung automatisch kompensieren mit M128 (Option #9)", Seite 448
- **FUNCTION TCPM** (Option #9)

  Weitere Informationen: "Werkzeuganstellung kompensieren mit FUNCTION TCPM (Option #9)", Seite 301

Voraussetzungen

- Maschine mit min. zwei Drehachsen
- Software-Option #50 Fräsdrehen
- Software-Option #9 Erweiterte Funktionen Gruppe 2

Funktionsbeschreibung

Die Simultandrehkontur ist eine Drehkontur, bei der auf polaren Kreisen **CP** und Linearsätzen **L** eine Drehachse programmiert werden kann, deren Anstellung die Kontur nicht verletzt. Kollisionen mit Seitenschneiden oder Haltern werden nicht verhindert. Dies ermöglicht es, Konturen mit einem Werkzeug in einem Zug zu schlichten, obwohl verschiedene Konturteile nur in unterschiedlichen Anstellungen erreichbar sind.

Wie die Drehachse angestellt werden muss, um die verschiedenen Konturteile kollisionsfrei zu erreichen, schreiben Sie in das NC-Programm.

Mit dem Schneidenradiusaufmaß **DRS** können Sie ein äquidistantes Aufmaß auf der Kontur stehen lassen.

Mit **FUNCTION TCPM** und **REFPNT TIP-CENTER** können Sie die Drehwerkzeuge dafür auch auf die theoretische Werkzeugspitze vermessen.

Wenn Sie mithilfe von **M128** simultandrehen wollen, gelten folgende Voraussetzungen:

- Nur für NC-Programme, die auf Werkzeug-Mittelpunktsbahn erstellt sind
- Nur für Pilzdrehwerkzeuge mit TO 9

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Werkzeug muss auf Mitte des Schneidenradius vermessen sein

Weitere Informationen: "Bezugspunkte am Werkzeug", Seite 158

Beispiel

Ein NC-Programm mit Simultanbearbeitung enthält folgende Bestandteile:

- Drehbetrieb aktivieren
- Drehwerkzeug einwechseln
- Koordinatensystem mit Zyklus **800 KOORD.-SYST.ANPASSEN** anpassen
- **FUNCTION TCPM** mit **REFPNT TIP-CENTER** aktivieren
- Schneidenradiuskorrektur mit **RL/RR** aktivieren
- Simultandrehkontur programmieren
- Schneidenradiuskorrektur mit **R0** oder Kontur verlassen beenden
- **FUNCTION TCPM** zurücksetzen

0 BEGIN PGM TURNSIMULTAN MM	
* - ...	
12 FUNCTION MODE TURN	; Drehbetrieb aktivieren
13 TOOL CALL "TURN_FINISH"	; Drehwerkzeug einwechseln
14 FUNCTION TURNDATA SPIN VCONST:OFF S500	
15 M140 MB MAX	
* - ...	; Koordinatensystem anpassen
16 CYCL DEF 800 KOORD.-SYST.ANPASSEN ~	
Q497=+90 ;PRAEZESSIONSWINKEL ~	
Q498=+0 ;WERKZEUG UMKEHREN ~	
Q530=+0 ;ANGESTELLTE BEARB. ~	
Q531=+0 ;ANSTELLWINKEL ~	
Q532= MAX ;VORSCHUB ~	
Q533=+0 ;VORZUGSRICHTUNG ~	
Q535=+3 ;EXZENTERDREHEN ~	
Q536=+0 ;EXZENTR. OHNE STOPP	
17 FUNCTION TCPM F TCP AXIS POS PATHCTRL AXIS REFPNT TIP-CENTER	; **FUNCTION TCPM** aktivieren
18 FUNCTION TURNDATA CORR-TCS:Z/X DRS:-0.1	
19 L X+100 Y+0 Z+10 R0 FMAX M304	
20 L X+45 RR FMAX	; Schneidenradiuskorrektur mit **RR** aktivieren
* - ...	
26 L Z-12.5 A-75	; Simultandrehkontur programmieren
27 L Z-15	
28 CC X+69 Z-20	
29 CP PA-90 A-45 DR-	
30 CP PA-180 A+0 DR-	
* - ...	
47 L X+100 Z-45 R0 FMAX	; Schneidenradiuskorrektur mit **R0** beenden
48 FUNCTION RESET TCPM	; **FUNCTION TCPM** zurücksetzen
49 FUNCTION MODE MILL	

* - ...	
71 END PGM TURNSIMULTAN MM	

5.2.5 Drehbearbeitung mit FreeTurn-Werkzeugen

Anwendung

Die Steuerung ermöglicht Ihnen, FreeTurn-Werkzeuge zu definieren und z. B. für angestellte oder simultane Drehbearbeitungen zu nutzen.

FreeTurn-Werkzeuge sind Drehwerkzeuge mit mehreren Schneiden. Abhängig von der Variante kann ein einziges FreeTurn-Werkzeug achs- und konturparallel schruppen und schlichten.

Der Einsatz von FreeTurn-Werkzeugen reduziert dank weniger Werkzeugwechsel die Bearbeitungszeit. Die notwendige Werkzeugausrichtung gegenüber dem Werkstück erlaubt ausschließlich Außenbearbeitungen.

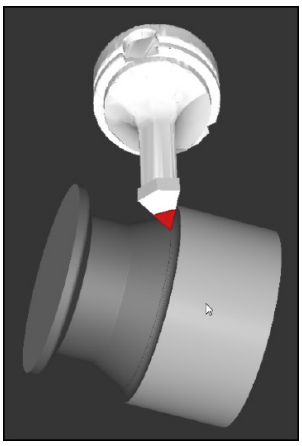
Verwandte Themen

- Angestellte Drehbearbeitung
  Weitere Informationen: "Angestellte Drehbearbeitung", Seite 131
- Simultane Drehbearbeitung
  Weitere Informationen: "Simultane Drehbearbeitung", Seite 132
- FreeTurn-Werkzeuge
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Indizierte Werkzeuge
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Voraussetzungen

- Maschine, deren Werkzeugspindel senkrecht zur Werkstückspindel steht oder angestellt werden kann
  Abhängig von der Maschinenkinematik ist für die Ausrichtung der Spindeln zueinander eine Drehachse notwendig.
- Maschine mit geregelter Werkzeugspindel
  Die Steuerung stellt die Werkzeugschneide mithilfe der Werkzeugspindel an.
- Software-Option #50 Fräsdrehen
- Kinematikbeschreibung
  Die Kinematikbeschreibung erstellt der Maschinenhersteller. Mithilfe der Kinematikbeschreibung kann die Steuerung z. B. die Werkzeuggeometrie berücksichtigen.
- Maschinenherstellermakros für simultane Drehbearbeitung mit FreeTurn-Werkzeugen
- FreeTurn-Werkzeug mit geeignetem Werkzeugträger
- Werkzeugdefinition
  Ein FreeTurn-Werkzeug besteht immer aus drei Scheiden eines indizierten Werkzeugs.

Funktionsbeschreibung

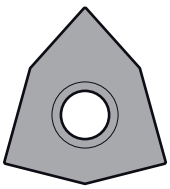


FreeTurn-Werkzeug in der Simulation

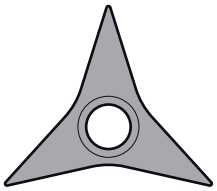
Um FreeTurn-Werkzeuge zu nutzen, rufen Sie im NC-Programm ausschließlich die gewünschte Schneide des korrekt definierten indizierten Werkzeugs auf.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen

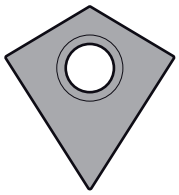
FreeTurn-Werkzeuge



FreeTurn-Schneidplatte zum Schruppen



FreeTurn-Schneidplatte zum Schlichten



FreeTurn-Schneidplatte zum Schruppen und Schlichten

Die Steuerung unterstützt alle Varianten von FreeTurn-Werkzeugen:

- Werkzeug mit Schlichtschneiden
- Werkzeug mit Schruppschneiden
- Werkzeug mit Schlicht- und Schruppschneiden

In der Spalte **TYP** der Werkzeugverwaltung wählen Sie als Werkzeugtyp ein Drehwerkzeug (**TURN**). Den einzelnen Schneiden weisen Sie als technologiespezifische Werkzeugtypen Schruppwerkzeug (**ROUGH**) oder Schlichtwerkzeug (**FINISH**) in der Spalte **TYPE** zu.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Ein FreeTurn-Werkzeug definieren Sie als indiziertes Werkzeug mit drei Schneiden, die mithilfe des Orientierungswinkels **ORI** zueinander versetzt sind. Jede Schneide weist die Werkzeugorientierung **TO 18** auf.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

FreeTurn-Werkzeugträger

Werkzeugträgervorlage für ein FreeTurn-Werkzeug

Zu jeder FreeTurn-Werkzeugvariante gibt es einen passenden Werkzeugträger. HEIDENHAIN bietet fertige Werkzeugträgervorlagen innerhalb der Programmierplatz-Software zum Herunterladen an. Die aus den Vorlagen generierten Werkzeugträger-Kinematiken weisen Sie jeder indizierten Schneide zu.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Hinweise

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die Schaftlänge des Drehwerkzeugs begrenzt den Durchmesser, der bearbeitet werden kann. Während der Abarbeitung besteht Kollisionsgefahr!

- Ablauf mithilfe der Simulation prüfen

- Die notwendige Werkzeugausrichtung gegenüber dem Werkstück erlaubt ausschließlich Außenbearbeitungen.
- Beachten Sie, dass FreeTurn-Werkzeuge mit unterschiedlichen Bearbeitungsstrategien kombinierbar sind. Berücksichtigen Sie deshalb die spezifischen Hinweise, z. B. in Verbindung mit den gewählten Bearbeitungszyklen.

5.2.6 Unwucht im Drehbetrieb

Anwendung

Bei der Drehbearbeitung befindet sich das Werkzeug in einer festen Position, während der Drehtisch und das aufgespannte Werkstück eine Drehbewegung ausführen. Je nach Werkstückgröße werden hier große Massen in eine rotierende Bewegung gebracht. Durch die Drehung des Werkstücks wird eine nach außen wirkende Fliehkraft erzeugt.

Die Steuerung bietet Funktionen, um die Unwucht zu erkennen und Sie beim Ausgleichen der Unwucht zu unterstützen.

Verwandte Themen

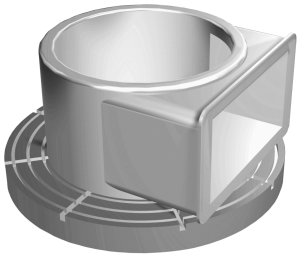
- Zyklus **892 UNWUCHT PRUEFEN**
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen
- Zyklus **239 BELADUNG ERMITTELN** (Option #143)
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen

Funktionsbeschreibung

Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!

Die Unwuchtfunktionen sind nicht an allen Maschinentypen erforderlich und dadurch vorhanden.

Die nachfolgend beschriebenen Unwuchtfunktionen sind Grundfunktionen, die vom Maschinenhersteller an der Maschine eingerichtet und angepasst werden. Daher können Wirkung und Umfang der Funktionen von der Beschreibung abweichen. Ihr Maschinenhersteller kann auch andere Unwuchtfunktionen bereitstellen.



Die auftretende Fliehkraft ist im Wesentlichen abhängig von der Drehzahl, der Masse und der Unwucht eines Werkstücks. Wenn ein Körper mit ungleichmäßig verteilter Masse in Drehbewegung gebracht wird, dann entsteht eine Unwucht. Befindet sich der Massekörper in Drehbewegung, dann erzeugt er nach außen wirkende Fliehkräfte. Wenn die rotierende Masse gleichmäßig verteilt ist, entstehen keine Fliehkräfte. Sie kompensieren die entstehenden Fliehkräfte, indem Sie Ausgleichsgewichte aufspannen.

Mit dem Zyklus **892 UNWUCHT PRUEFEN** definieren Sie eine maximal zulässige Unwucht und eine maximale Drehzahl. Die Steuerung überwacht diese Eingaben.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen

Unwuchtmonitor

Die Funktion Unwuchtmonitor überwacht die Unwucht des Werkstücks im Drehbetrieb. Wenn ein vom Maschinenhersteller vorgegebener Wert für die maximale Unwucht überschritten wird, gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus und geht in den Not-Halt.

Zusätzlich können Sie in dem optionalen Maschinenparameter **limitUnbalanceUsr** (Nr. 120101) die maximal zulässige Unwucht noch weiter herab setzen. Wenn diese Grenze überschritten wird, gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus. Die Steuerung hält die Tischdrehung nicht an.

Die Steuerung aktiviert die Funktion Unwuchtmonitor automatisch beim Umschalten auf den Drehbetrieb. Der Unwuchtmonitor ist so lange wirksam, bis Sie wieder in den Fräsbetrieb wechseln.

Weitere Informationen: "Bearbeitungsmodus umschalten mit FUNCTION MODE", Seite 124

Hinweise

⚠ WARNUNG

Achtung, Gefahr erheblicher Sachschäden!

Bei der Drehbearbeitung treten z. B. durch hohe Drehzahlen und schwere sowie unausgewuchtete Werkstücke sehr hohe physikalische Kräfte auf. Bei falschen Bearbeitungsparametern, unberücksichtigter Unwucht oder falscher Aufspannung besteht während der Bearbeitung erhöhtes Unfallrisiko!

- Werkstück im Spindelzentrum spannen
- Werkstück sicher spannen
- Niedrige Drehzahlen programmieren (nach Bedarf erhöhen)
- Drehzahl limitieren (nach Bedarf erhöhen)
- Unwucht eliminieren (kalibrieren)

- Durch die Rotation des Werkstücks entstehen Fliehkräfte, die abhängig von der Unwucht zu Vibrationen (Resonanzschwingungen) führen. Hierdurch wird der Bearbeitungsprozess negativ beeinflusst und die Standzeit des Werkzeugs herabgesetzt.
- Der Materialabtrag während der Bearbeitung verändert die Masseverteilung am Werkstück. Dies führt zur Unwucht, weshalb eine Unwuchtprüfung auch zwischen den Bearbeitungsschritten empfehlenswert ist.
- Um eine Unwucht zu kompensieren, können teilweise mehrere unterschiedlich platzierte Ausgleichsgewichte notwendig sein.

5.3 Schleifbearbeitung (Option #156)

5.3.1 Grundlagen

Auf speziellen Fräsmaschinentypen können Sie sowohl Fräsbearbeitungen als auch Schleifbearbeitungen ausführen. Dadurch können Werkstücke komplett auf einer Maschine bearbeitet werden, selbst wenn komplexe Fräs- und Schleifbearbeitungen notwendig sind.

Voraussetzungen

- Software-Option #156 Koordinatenschleifen
- Kinematikbeschreibung für Schleifbearbeitung vorhanden
  Der Maschinenhersteller erstellt die Kinematikbeschreibung.

Fertigungsverfahren

Der Begriff Schleifen umfasst viele unterschiedliche Bearbeitungsarten, die sich teilweise stark voneinander unterscheiden, z. B.:

- Koordinatenschleifen
- Rundschleifen
- Flachschleifen

An der TNC7 steht Ihnen zurzeit das Koordinatenschleifen zur Verfügung.

Koordinatenschleifen ist das Schleifen einer 2D-Kontur. Die Werkzeugbewegung in der Ebene wird optional mit einer Pendelbewegung entlang der aktiven Werkzeugachse überlagert.

Weitere Informationen: "Koordinatenschleifen", Seite 140

Wenn auf Ihrer Fräsmaschine das Schleifen freigeschaltet ist (Option #156), steht Ihnen auch die Funktion Abrichten zur Verfügung. Damit können Sie die Schleifscheibe in der Maschine in Form bringen oder nachschärfen.

Weitere Informationen: "Abrichten", Seite 141

Pendelhub

Beim Koordinatenschleifen können Sie die Bewegung des Werkzeugs in der Ebene mit einer Hubbewegung überlagern, dem sog. Pendelhub. Die überlagerte Hubbewegung wirkt in der aktiven Werkzeugachse.

Sie definieren die Ober- und Untergrenze des Hubs und können den Pendelhub starten, stoppen und die Werte zurücksetzen. Der Pendelhub wirkt so lange, bis Sie ihn wieder stoppen. Mit **M2** oder **M30** stoppt der Pendelhub automatisch.

Für die Definition, das Starten und Stoppen des Pendelhubs bietet die Steuerung Zyklen.

Solange der Pendelhub im Programmlauf aktiv ist, können Sie nicht zu den restlichen Anwendungen der Betriebsart **Manuell** wechseln.

Die Steuerung stellt den Pendelhub im Arbeitsbereich **Simulation** in der Betriebsart **Programmlauf** dar.

Werkzeuge zur Schleifbearbeitung

Bei der Verwaltung von Schleifwerkzeugen werden andere geometrische Beschreibungen benötigt als bei Fräs- oder Bohrwerkzeugen. Die Steuerung bietet jeweils eine spezielle Werkzeugtabelle für die Schleif- und Abrichtwerkzeuge. In der Werkzeugverwaltung zeigt die Steuerung nur die benötigten Werkzeugdaten für den aktuellen Werkzeugtyp.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Sie können Schleifwerkzeuge mithilfe der Korrekturtabellen während des Programmlaufs korrigieren.

Weitere Informationen: "Werkzeugkorrektur mit Korrekturtabellen", Seite 320

Aufbau eines NC-Programms zur Schleifbearbeitung

Ein NC-Programm mit Schleifbearbeitung ist wie folgt aufgebaut:

- Ggf. Abrichten des Schleifwerkzeugs
- Pendelhub definieren
- Ggf. Pendelhub separat starten
- Kontur abfahren
- Pendelhub stoppen

Für die Kontur können Sie bestimmte Bearbeitungszyklen, wie z. B. Schleif-, Taschen-, Zapfen- oder SL-Zyklen verwenden.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen

5.3.2 Koordinatenschleifen

Anwendung

An einer Fräsmaschine nutzen Sie das Koordinatenschleifen hauptsächlich zur Nachbearbeitung einer vorgefertigten Kontur mithilfe eines Schleifwerkzeugs. Koordinatenschleifen unterscheidet sich nur wenig vom Fräsen. Anstelle eines Fräserwerkzeugs verwenden Sie ein Schleifwerkzeug, z. B. einen Schleifstift oder eine Schleifscheibe. Mithilfe des Koordinatenschleifens erzielen Sie höhere Genauigkeiten und bessere Oberflächen als beim Fräsen.

Verwandte Themen

- Zyklen zur Schleifbearbeitung
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen
- Werkzeugdaten für Schleifwerkzeuge
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Schleifwerkzeuge abrichten
  Weitere Informationen: "Abrichten", Seite 141

Voraussetzungen

- Software-Option #156 Koordinatenschleifen
- Kinematikbeschreibung für Schleifbearbeitung vorhanden
  Der Maschinenhersteller erstellt die Kinematikbeschreibung.

Funktionsbeschreibung

Die Bearbeitung erfolgt im Fräsbetrieb **FUNCTION MODE MILL**.

Mithilfe der Schleifzyklen stehen spezielle Bewegungsabläufe für das Schleifwerkzeug zur Verfügung. Dabei überlagert eine Hub- oder Oszillierbewegung, der sog. Pendelhub, in der Werkzeugachse die Bewegung in der Bearbeitungsebene.

Das Schleifen ist auch in der geschwenkten Bearbeitungsebene möglich. Die Steuerung pendelt entlang der aktiven Werkzeugachse im Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS**.

Hinweise

- Die Steuerung unterstützt keinen Satzvorlauf, während der Pendelhub aktiv ist.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Der Pendelhub läuft während eines programmierten **STOP** oder **M0** sowie im Modus **Einzelsatz** auch nach Ende eines NC-Satzes weiter.
- Wenn Sie ohne Zyklus eine Kontur schleifen, deren kleinster Innenradius kleiner ist als der Werkzeugradius, gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus.
- Wenn Sie mit SL-Zyklen arbeiten, arbeitet die Steuerung nur die Bereiche ab, die mit dem aktuellen Werkzeugradius möglich sind. Das Restmaterial bleibt stehen.

5.3.3 Abrichten

Anwendung

Als Abrichten bezeichnet man das Nachschärfen oder in Form bringen des Schleifwerkzeugs in der Maschine. Beim Abrichten bearbeitet das Abrichtwerkzeug die Schleifscheibe. Somit ist das Schleifwerkzeug beim Abrichten das Werkstück.

Verwandte Themen

- Abrichtbetrieb aktivieren mit **FUNCTION DRESS**

  Weitere Informationen: "Abrichtbetrieb aktivieren mit FUNCTION DRESS", Seite 142
- Zyklen zum Abrichten

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen
- Werkzeugdaten für Abrichtwerkzeuge

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Koordinatenschleifen

  Weitere Informationen: "Koordinatenschleifen", Seite 140

Voraussetzungen

- Software-Option #156 Koordinatenschleifen
- Kinematikbeschreibung für Schleifbearbeitung vorhanden

  Der Maschinenhersteller erstellt die Kinematikbeschreibung.

Funktionsbeschreibung

Das Abrichtwerkzeug trägt Material ab und verändert dadurch die Abmessungen der Schleifscheibe. Wenn Sie z. B. den Durchmesser abrichten, verkleinert sich der Schleifscheibenradius.

Der Werkstück-Nullpunkt liegt beim Abrichten an einer Schleifscheibenkante. Die entsprechende Kante wählen Sie mithilfe des Zyklus **1030 SCHEIBENKANTE AKT.**.

Die Anordnung der Achsen beim Abrichten ist so festgelegt, dass die X-Koordinaten Positionen am Schleifscheibenradius und die Z-Koordinaten die Längspositionen in der Schleifwerkzeugachse beschreiben. So sind die Abrichtprogramme unabhängig vom Maschinentyp.

Der Maschinenhersteller legt fest, welche Maschinenachsen die programmierten Bewegungen ausführen.

Vereinfachtes Abrichten mithilfe eines Makros

Ihr Maschinenhersteller kann den gesamten Abrichtbetrieb in einem sog. Makro programmieren.

In diesem Fall legt der Maschinenhersteller den Ablauf des Abrichtens fest. Die Programmierung von **FUNCTION DRESS BEGIN** ist nicht notwendig.

Abhängig von diesem Makro starten Sie den Abrichtbetrieb mit einem der folgenden Zyklen:

- Zyklus **1010 ABRICHTEN DURCHM.**
- Zyklus **1015 PROFILABRICHTEN**
- Zyklus **1016 ABRICHTEN TOPFSCHEIBE**
- Maschinenherstellerzyklus

Hinweise

- Der Maschinenhersteller muss die Maschine für das Abrichten vorbereiten. Ggf. stellt der Maschinenhersteller eigene Zyklen zur Verfügung.
- Vermessen Sie das Schleifwerkzeug nach dem Abrichten, damit die Steuerung die korrekten Deltawerte einträgt.
- Nicht jedes Schleifwerkzeug muss abgerichtet werden. Beachten Sie die Hinweise Ihres Werkzeugherstellers.

5.3.4 Abrichtbetrieb aktivieren mit FUNCTION DRESS

Anwendung

Mit der Funktion **FUNCTION DRESS** aktivieren Sie eine Abrichtkinematik, um das Schleifwerkzeug abzurichten. Dabei wird das Schleifwerkzeug zum Werkstück und die Achsen bewegen sich ggf. in umgekehrter Richtung.

Ggf. stellt Ihr Maschinenhersteller eine vereinfachte Vorgehensweise zum Abrichten zur Verfügung.

Weitere Informationen: "Vereinfachtes Abrichten mithilfe eines Makros", Seite 142

Verwandte Themen

- Zyklen zum Abrichten
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen
- Grundlagen Abrichten
  Weitere Informationen: "Abrichten", Seite 141

Voraussetzungen

- Software-Option #156 Koordinatenschleifen
- Kinematikbeschreibung für Abrichtbetrieb vorhanden
  Der Maschinenhersteller erstellt die Kinematikbeschreibung.
- Schleifwerkzeug eingewechselt
- Schleifwerkzeug ohne zugewiesene Werkzeugträgerkinematik

Funktionsbeschreibung

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Beim Aktivieren von **FUNCTION DRESS BEGIN** schaltet die Steuerung die Kinematik um. Die Schleifscheibe wird zum Werkstück. Die Achsen bewegen sich ggf. in umgekehrter Richtung. Während der Abarbeitung der Funktion und nachfolgender Bearbeitung besteht Kollisionsgefahr!

- Abrichtbetrieb **FUNCTION DRESS** nur in den Betriebsarten **Programmlauf Einzelsatz** oder **Programmlauf Satzfolge** aktivieren
- Schleifscheibe vor der Funktion **FUNCTION DRESS BEGIN** in die Nähe des Abrichtwerkzeugs positionieren
- Nach der Funktion **FUNCTION DRESS BEGIN** ausschließlich mit Zyklen von HEIDENHAIN oder Ihrem Maschinenhersteller arbeiten

Damit die Steuerung auf die Abrichtkinematik umschaltet, müssen Sie den Abrichtvorgang zwischen den Funktionen **FUNCTION DRESS BEGIN** und **FUNCTION DRESS END** programmieren.

Wenn der Abrichtbetrieb aktiv ist, zeigt die Steuerung ein Symbol im Arbeitsbereich **Positionen**.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Mit der Funktion **FUNCTION DRESS END** schalten Sie zurück in den Normalbetrieb.

Bei einem NC-Programmabbruch oder einer Stromunterbrechung aktiviert die Steuerung automatisch den Normalbetrieb und die vor dem Abrichtbetrieb aktive Kinematik.

Eingabe

11 FUNCTION DRESS BEGIN "Dress"	; Abrichtbetrieb mit der Kinematik **Dress** aktivieren

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
FUNCTION DRESS	Syntaxeröffner für den Abrichtbetrieb
BEGIN oder **END**	Abrichtbetrieb aktivieren oder deaktivieren
Name oder **QS**	Name der gewählten Kinematik Fester oder variabler Name Nur bei Auswahl **BEGIN** Syntaxelement optional

Hinweise

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die Abrichtzyklen positionieren das Abrichtwerkzeug an die programmierte Schleifscheibenkante. Die Positionierung erfolgt gleichzeitig in zwei Achsen der Bearbeitungsebene. Die Steuerung führt während der Bewegung keine Kollisionsprüfung durch!

- Schleifscheibe vor der Funktion **FUNCTION DRESS BEGIN** in die Nähe des Abrichtwerkzeugs positionieren
- Kollisionsfreiheit sicherstellen
- NC-Programm langsam einfahren

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Bei einer aktiven Abrichtkinematik wirken Maschinenbewegungen ggf. in die entgegengesetzte Richtung. Beim Verfahren der Achsen besteht Kollisionsgefahr!

- Nach einem NC-Programmabbruch oder Stromunterbrechung Verfahrrichtung der Achsen prüfen
- Ggf. eine Kinematikumschaltung programmieren

- Beim Abrichten müssen sich die Werkzeugschneide des Abrichtwerkzeugs und das Zentrum der Schleifscheibe auf gleicher Höhe befinden. Die programmierte Y-Koordinate muss 0 sein.
- Beim Wechsel in den Abrichtbetrieb bleibt das Schleifwerkzeug in der Spindel und behält die aktuelle Drehzahl bei.
- Die Steuerung unterstützt keinen Satzvorlauf während des Abrichtvorgangs. Wenn Sie im Satzvorlauf den ersten NC-Satz nach dem Abrichten wählen, fährt die Steuerung auf die zuletzt im Abrichten angefahrene Position.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Wenn die Funktionen Bearbeitungsebene schwenken oder **TCPM** aktiv sind, können Sie nicht in den Abrichtbetrieb umschalten.
- Die Steuerung setzt die manuellen Schwenkfunktionen (Option #8) und die Funktion **FUNCTION TCPM** (Option #9) beim Aktivieren des Abrichtbetriebs zurück.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

  Weitere Informationen: "Werkzeuganstellung kompensieren mit FUNCTION TCPM (Option #9)", Seite 301
- Sie können im Abrichtbetreib den Werkstück-Nullpunkt mit der Funktion **TRANS DATUM** ändern. Ansonsten sind keine NC-Funktionen oder Zyklen zur Koordinatenumrechnung erlaubt. Die Steuerung zeigt eine Fehlermeldung.

  Weitere Informationen: "Nullpunktverschiebung mit TRANS DATUM", Seite 248
- Die Funktion **M140** ist im Abrichtbetrieb nicht erlaubt. Die Steuerung zeigt eine Fehlermeldung.
- Die Steuerung stellt das Abrichten nicht grafisch dar. Die mithilfe der Simulation ermittelten Zeiten stimmen nicht mit den tatsächlichen Bearbeitungszeiten überein. Grund dafür ist u. a. die notwendige Umschaltung der Kinematik.

6

Rohteil

6.1 Rohteil definieren mit BLK FORM

Anwendung

Mit der Funktion **BLK FORM** definieren Sie ein Rohteil für die Simulation des NC-Programms.

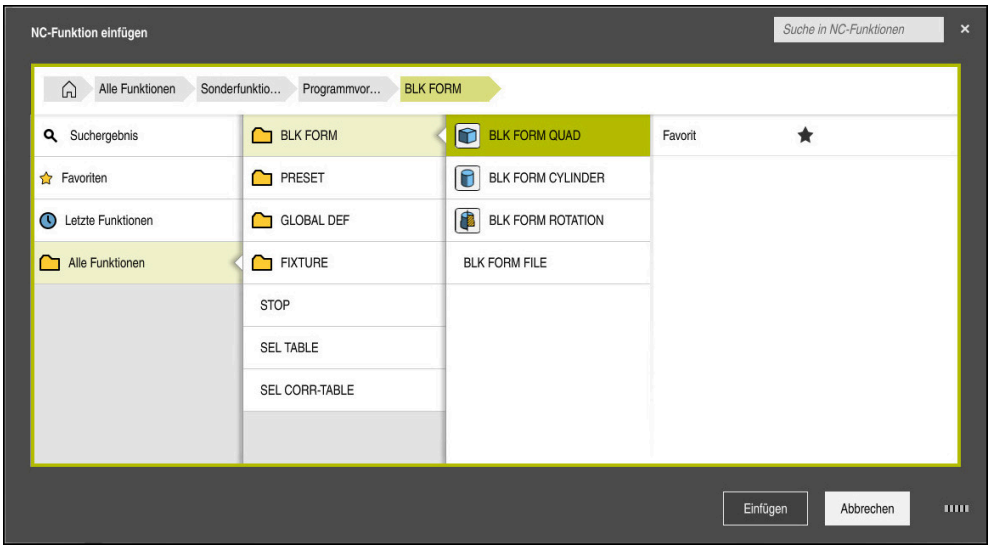
Verwandte Themen

- Rohteildarstellung im Arbeitsbereich **Simulation**
  Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Simulation", Seite 577
- Rohteilnachführung **FUNCTION TURNDATA BLANK** (Option #50)
  Weitere Informationen: "Drehwerkzeuge korrigieren mit FUNCTION TURNDATA CORR (Option #50)", Seite 323

Funktionsbeschreibung

Sie definieren das Rohteil bezogen auf den Werkstück-Bezugspunkt.

Weitere Informationen: "Bezugspunkte in der Maschine", Seite 101



Fenster **NC-Funktion einfügen** zur Rohteildefinition

Wenn Sie ein neues NC-Programm erstellen, öffnet die Steuerung automatisch das Fenster **NC-Funktion einfügen** zur Rohteildefinition.

Weitere Informationen: "Neues NC-Programm erstellen", Seite 82

Die Steuerung bietet folgende Rohteildefinitionen:

Symbol	Funktion	Weitere Informationen
	BLK FORM QUAD Quaderförmiges Rohteil	Seite 149
	BLK FORM CYLINDER Zylinderförmiges Rohteil	Seite 150
	BLK FORM ROTATION Rotationssymmetrisches Rohteil mit definierbarer Kontur	Seite 151
	BLK FORM FILE STL-Datei als Rohteil und Fertigteil	Seite 153

Hinweise

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die Steuerung führt auch bei aktiver Dynamischer Kollisionsüberwachung DCM keine automatische Kollisionsprüfung mit dem Werkstück durch, weder mit dem Werkzeug noch mit anderen Maschinenkomponenten. Während der Abarbeitung besteht Kollisionsgefahr!

- Schalter **Erweiterte Prüfungen** für die Simulation aktivieren
- Ablauf mithilfe der Simulation prüfen
- NC-Programm oder Programmabschnitt im Modus **Einzelsatz** vorsichtig testen

- Sie haben folgende Möglichkeiten, Dateien oder Unterprogramme zu wählen:
  - Dateipfad eingeben
  - Nummer oder Name des Unterprogramms eingeben
  - Datei oder Unterprogramm mithilfe eines Auswahlfensters wählen
  - Dateipfad oder Name des Unterprogramms in einem QS-Parameter definieren
  - Nummer des Unterprogramms in einem Q-, QL-, oder QR-Parameter definieren

  Wenn die gerufene Datei im gleichen Ordner liegt wie das rufende NC-Programm, können Sie auch nur den Dateinamen eingeben.
- Damit die Steuerung das Rohteil in der Simulation darstellt, muss das Rohteil ein Mindestmaß aufweisen. Das Mindestmaß beträgt 0,1 mm bzw. 0,004 inch in allen Achsen sowie im Radius.
- Die Steuerung zeigt das Rohteil erst in der Simulation, nachdem sie die komplette Rohteildefinition abgearbeitet hat.
- Auch wenn Sie nach dem Erstellen eines NC-Programms das Fenster **NC-Funktion einfügen** schließen oder eine Rohteildefinition ergänzen wollen, können Sie mithilfe des Fensters **NC-Funktion einfügen** jederzeit ein Rohteil definieren.
- Die Funktion **Erweiterte Prüfungen** in der Simulation nutzt zur Überwachung des Werkstücks die Informationen aus der Rohteildefinition. Auch wenn mehrere Werkstücke in der Maschine aufgespannt sind, kann die Steuerung nur das aktive Rohteil überwachen!

  Weitere Informationen: "Erweiterte Prüfungen in der Simulation", Seite 372
- Sie können im Arbeitsbereich **Simulation** die aktuelle Ansicht des Werkstücks als STL-Datei exportieren. Mit dieser Funktion können Sie fehlende 3D-Modelle erstellen, z. B. Halbfertigteile bei mehreren Bearbeitungsschritten.

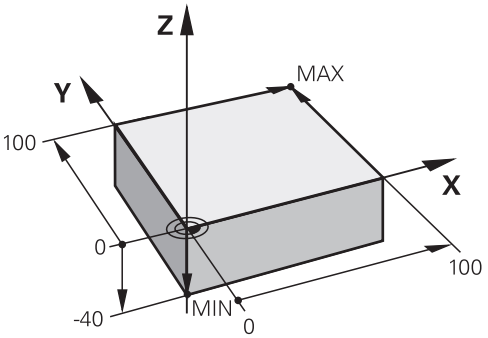
  Weitere Informationen: "Simuliertes Werkstück als STL-Datei exportieren", Seite 589

6.1.1 Quaderförmiges Rohteil mit BLK FORM QUAD

Anwendung

Mit der Funktion **BLK FORM QUAD** definieren Sie ein quaderförmiges Rohteil. Dafür definieren Sie mit einem MIN-Punkt und einem MAX-Punkt eine Raumdiagonale.

Funktionsbeschreibung



Quaderförmiges Rohteil mit MIN-Punkt und MAX-Punkt

Die Seiten des Quaders liegen parallel zu den Achsen **X**, **Y** und **Z**.

Sie definieren den Quader, indem Sie einen MIN-Punkt an der linken unteren vorderen Ecke und einen MAX-Punkt an der rechten oberen hinteren Ecke eingeben.

Sie definieren die Koordinaten der Punkte in den Achsen **X**, **Y** und **Z** vom Werkstück-Bezugspunkt aus. Wenn Sie die Z-Koordinate des MAX-Punkts mit einem positiven Wert definieren, enthält das Rohteil ein Aufmaß.

Weitere Informationen: "Bezugspunkte in der Maschine", Seite 101

Wenn Sie ein quaderförmiges Rohteil für die Drehbearbeitung (Option #50) verwenden, müssen Sie Folgendes beachten:

Auch wenn die Drehbearbeitung in einer zweidimensionalen Ebene (Z- und X-Koordinaten) stattfindet, müssen Sie bei einem rechteckigen Rohteil die Y-Werte bei der Definition des Rohteils programmieren.

Weitere Informationen: "Grundlagen", Seite 126

Eingabe

```
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0    ; Quaderförmiges Rohteil
```

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

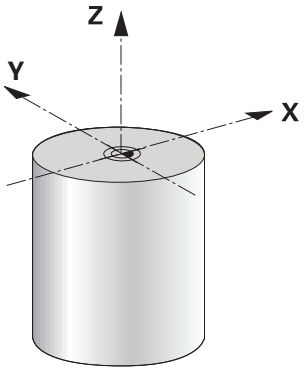
Syntaxelement	Bedeutung
BLK FORM	Syntaxeröffner für ein quaderförmiges Rohteil
0.1	Kennzeichnung des ersten NC-Satzes
Z	Werkzeugachse Maschinenabhängig stehen weitere Auswahlmöglichkeiten zur Verfügung.
X Y Z	Koordinatendefinition des MIN-Punkts
0.2	Kennzeichnung des zweiten NC-Satzes
X Y Z	Koordinatendefinition des MAX-Punkts

6.1.2 Zylindrisches Rohteil mit BLK FORM CYLINDER

Anwendung

Mit der Funktion **BLK FORM CYLINDER** definieren Sie ein zylindrisches Rohteil. Sie können einen Zylinder als Vollmaterial oder ein Rohr definieren.

Funktionsbeschreibung



Zylindrisches Rohteil

Sie definieren den Zylinder, indem Sie mindestens den Radius oder Durchmesser und die Höhe eingeben.

Der Werkstück-Bezugspunkt liegt in der Bearbeitungsebene in der Mitte des Zylinders. Optional können Sie ein Aufmaß und den Innenradius oder -durchmesser des Rohteils definieren.

Eingabe

```
1 BLK FORM CYLINDER Z R50 L105 DIST
  +5 RI10
```
; Zylindrisches Rohteil

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

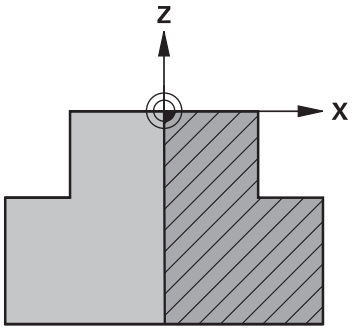
Syntaxelement	Bedeutung
BLK FORM CYLINDER	Syntaxeröffner für ein zylindrisches Rohteil
Z	Werkzeugachse Maschinenabhängig stehen weitere Auswahlmöglichkeiten zur Verfügung.
R oder **D**	Radius oder Durchmesser des Zylinders
L	Gesamthöhe des Zylinders
DIST	Aufmaß des Zylinders vom Werkstück-Bezugspunkt aus Syntaxelement optional
RI oder **DI**	Innenradius oder Innendurchmesser der Kernbohrung Syntaxelement optional

6.1.3 Rotationssymmetrisches Rohteil mit BLK FORM ROTATION

Anwendung

Mit der Funktion **BLK FORM ROTATION** definieren Sie ein rotationssymmetrisches Rohteil mit definierbarer Kontur. Sie definieren die Kontur in einem Unterprogramm oder einem separaten NC-Programm.

Funktionsbeschreibung



Rohteilkontur mit Werkzeugachse **Z** und Hauptachse **X**

Sie verweisen aus der Rohteildefinition auf die Konturbeschreibung.

Sie programmieren in der Konturbeschreibung einen Halbschnitt der Kontur um die Werkzeugachse als Rotationsachse.

Für die Konturbeschreibung gelten folgende Bedingungen:

- Nur Koordinaten der Hauptachse und der Werkzeugachse
- Startpunkt in beiden Achsen definiert
- Geschlossene Kontur
- Nur positive Werte in der Hauptachse
- Positive und negative Werte in der Werkzeugachse möglich

Der Werkstück-Bezugspunkt liegt in der Bearbeitungsebene in der Mitte des Rohteils. Sie definieren die Koordinaten der Rohteilkontur vom Werkstück-Bezugspunkt aus. Sie können auch ein Aufmaß definieren.

Eingabe

1 BLK FORM ROTATION Z DIM_R LBL "BLANK"	; Rotationssymmetrisches Rohteil
*** - ...**	
11 LBL "BLANK"	; Unterprogrammanfang
12 L X+0 Z+0	; Konturanfang
13 L X+50	; Koordinaten in positiver Hauptachsrichtung
14 L Z+50	
15 L X+30	
16 L Z+70	
17 L X+0	
18 L Z+0	; Konturende
19 LBL 0	; Unterprogrammende

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
BLK FORM ROTATION	Syntaxeröffner für ein rotationssymmetrisches Rohteil
Z	Aktive Werkzeugachse Maschinenabhängig stehen weitere Auswahlmöglichkeiten zur Verfügung.
DIM_R oder **DIM_D**	Werte der Hauptachse in der Konturbeschreibung als Radius oder Durchmesser interpretieren
LBL oder **FILE**	Name oder Nummer der Konturunterprogramms oder Pfad des separaten NC-Programms

Hinweise

- Wenn Sie die Konturbeschreibung mit inkrementalen Werten programmieren, interpretiert die Steuerung die Werte unabhängig von der Auswahl **DIM_R** oder **DIM_D** als Radien.
- Mit der Software-Option #42 CAD Import können Sie Konturen aus CAD-Dateien übernehmen und in Unterprogrammen oder separaten NC-Programmen speichern.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

6.1.4 STL-Datei als Rohteil mit BLK FORM FILE

Anwendung

Sie können 3D-Modelle im STL-Format als Rohteil und optional als Fertigteil einbinden. Diese Funktion ist v. a. in Verbindung mit CAM-Programmen komfortabel, da hier neben dem NC-Programm auch die notwendigen 3D-Modelle vorliegen.

Voraussetzung

- Max. 20 000 Dreiecke pro STL-Datei im ASCII-Format
- Max. 50 000 Dreiecke pro STL-Datei im Binärformat

Funktionsbeschreibung

Die Maße des NC-Programms entspringen der gleichen Stelle wie die Maße des 3D-Modells.

Eingabe

```
1 BLK FORM FILE "TNC:\CAD\blank.stl"
  TARGET "TNC:\CAD\finish.stl"
```
; STL-Datei als Rohteil und Fertigteil

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
BLK FORM FILE	Syntaxeröffner für eine STL-Datei als Rohteil
" "	Pfad der STL-Datei
TARGET	STL-Datei als Fertigteil Syntaxelement optional
" "	Pfad der STL-Datei

Hinweise

- Sie können im Arbeitsbereich **Simulation** die aktuelle Ansicht des Werkstücks als STL-Datei exportieren. Mit dieser Funktion können Sie fehlende 3D-Modelle erstellen, z. B. Halbfertigteile bei mehreren Bearbeitungsschritten.

  Weitere Informationen: "Simuliertes Werkstück als STL-Datei exportieren", Seite 589
- Wenn Sie ein Rohteil und ein Fertigteil eingebunden haben, können Sie die Modelle in der Simulation vergleichen und Restmaterial leicht erkennen.

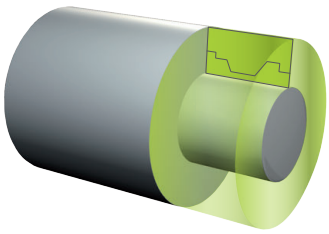
  Weitere Informationen: "Modellvergleich", Seite 594
- Die Steuerung lädt STL-Dateien im Binärformat schneller als STL-Dateien im ASCII-Format.

6.2 Rohteilnachführung im Drehbetrieb mit FUNCITON TURNDATA BLANK (Option #50)

Anwendung

Mithilfe der Rohteilnachführung erkennt die Steuerung bereits bearbeitete Bereiche und passt sämtliche An- und Abfahrwege an die jeweils aktuelle Bearbeitungssituation an. Damit werden Luftschnitte vermieden und die Bearbeitungszeit deutlich reduziert.

Sie definieren das Rohteil für die Rohteilnachführung in einem Unterprogramm oder separaten NC-Programm.



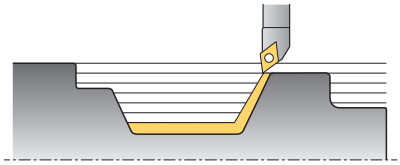
Verwandte Themen

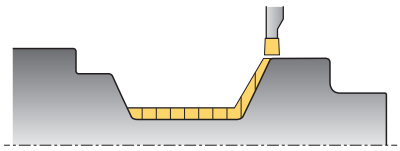
- Unterprogramme
  Weitere Informationen: "Unterprogramme und Programmteilwiederholungen mit Label LBL", Seite 216
- Drehbetrieb **FUNCTION MODE TURN**
  Weitere Informationen: "Grundlagen", Seite 126
- Rohteil für die Simulation definieren mit **BLK FORM**
  Weitere Informationen: "Rohteil definieren mit BLK FORM", Seite 148

Voraussetzungen

- Software-Option #50 Fräsdrehen
- Drehbetrieb **FUNCTION MODE TURN** aktiv
  Die Rohteilnachführung ist nur bei der Zyklusbearbeitung im Drehbetrieb möglich.
- Geschlossene Rohteilkontur für die Rohteilnachführung
  Die Anfangsposition und die Endposition müssen identisch sein. Das Rohteil entspricht dem Querschnitt eines rotationssymmetrischen Körpers.

Funktionsbeschreibung





Mit **TURNDATA BLANK** rufen Sie eine Konturbeschreibung auf, die die Steuerung als nachgeführtes Rohteil verwendet.

Sie können das Rohteil in einem Unterprogramm innerhalb des NC-Programms oder als separates NC-Programm definieren.

Sie haben folgende Möglichkeiten, Dateien oder Unterprogramme zu wählen:

- Dateipfad eingeben
- Nummer oder Name des Unterprogramms eingeben
- Datei oder Unterprogramm mithilfe eines Auswahlfensters wählen
- Dateipfad oder Name des Unterprogramms in einem QS-Parameter definieren
- Nummer des Unterprogramms in einem Q-, QL-, oder QR-Parameter definieren

Mit der Funktion **FUNCTION TURNDATA BLANK OFF** deaktivieren Sie die Rohteilnachführung.

Eingabe

1 FUNCTION TURNDATA BLANK LBL "BLANK"	; Rohteilnachführung mit Rohteil aus dem Unterprogramm "BLANK"
*** - ...**	
11 LBL "BLANK"	; Unterprogrammanfang
12 L X+0 Z+0	; Konturanfang
13 L X+50	; Koordinaten in positiver Hauptachsrichtung
14 L Z+50	
15 L X+30	
16 L Z+70	
17 L X+0	
18 L Z+0	; Konturende
19 LBL 0	; Unterprogrammende

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
FUNCTION TURNDATA BLANK	Syntaxeröffner für Rohteilnachführung im Drehbetrieb
OFF, **Datei**, **QS** oder **LBL**	Rohteilnachführung deaktivieren, Rohteilkontur als separates NC-Programm oder als Unterprogramm aufrufen
Nummer, **Name** oder **QS**	Nummer oder Name des separaten NC-Programms oder Unterprogramms Feste oder variable Nummer oder Name Bei Auswahl **Datei**, **QS** oder **LBL**

7

Werkzeuge

7.1 Grundlagen

Um die Funktionen der Steuerung auszunutzen, definieren Sie die Werkzeuge innerhalb der Steuerung mit den realen Daten, z. B. Radius. Dadurch erleichtern Sie die Programmierung und erhöhen die Prozesssicherheit.

Um ein Werkzeug der Maschine hinzuzufügen, können Sie in folgender Reihenfolge vorgehen:

- Bereiten Sie Ihr Werkzeug vor und spannen Sie das Werkzeug in eine passende Werkzeugaufnahme.
- Um die Abmaße des Werkzeugs ausgehend vom Werkzeugträger-Bezugspunkt zu ermitteln, vermessen Sie das Werkzeug z. B. mithilfe eines Voreinstellgeräts. Die Steuerung benötigt die Maße für die Berechnung der Bahnen.

  Weitere Informationen: "Werkzeugträger-Bezugspunkt", Seite 159
- Um das Werkzeug vollständig definieren zu können, benötigen Sie weitere Werkzeugdaten. Entnehmen Sie diese Werkzeugdaten z. B. aus dem Werkzeugkatalog des Herstellers.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Speichern Sie in der Werkzeugverwaltung alle ermittelten Werkzeugdaten zu diesem Werkzeug.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Weisen Sie ggf. dem Werkzeug für eine realitätsnahe Simulation und Kollisionsschutz einen Werkzeugträger zu.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Wenn Sie das Werkzeug vollständig definiert haben, programmieren Sie einen Werkzeugaufruf innerhalb eines NC-Programms.

  Weitere Informationen: "Werkzeugaufruf mit TOOL CALL", Seite 163
- Wenn Ihre Maschine mit einem chaotischen Werkzeugwechselsystem und einem Doppelgreifer ausgestattet ist, verkürzen Sie ggf. die Werkzeugwechselzeit mithilfe einer Vorauswahl des Werkzeugs.

  Weitere Informationen: "Werkzeugvorauswahl mit TOOL DEF", Seite 169
- Führen Sie ggf. vor dem Programmstart eine Werkzeug-Einsatzprüfung durch. Damit prüfen Sie, ob die Werkzeuge in der Maschine vorhanden sind und über genügend Reststandzeit verfügen.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Wenn Sie ein Werkstück bearbeitet und anschließend gemessen haben, korrigieren Sie ggf. die Werkzeuge.

  Weitere Informationen: "Werkzeugradiuskorrektur", Seite 314

7.2 Bezugspunkte am Werkzeug

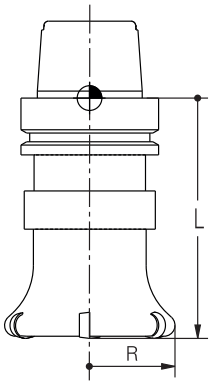
Die Steuerung unterscheidet folgende Bezugspunkte am Werkzeug für verschiedene Berechnungen oder Anwendungen.

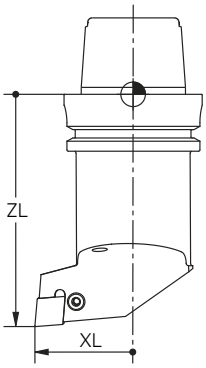
Verwandte Themen

- Bezugspunkte in der Maschine oder am Werkstück

  Weitere Informationen: "Bezugspunkte in der Maschine", Seite 101

7.2.1 Werkzeugträger-Bezugspunkt



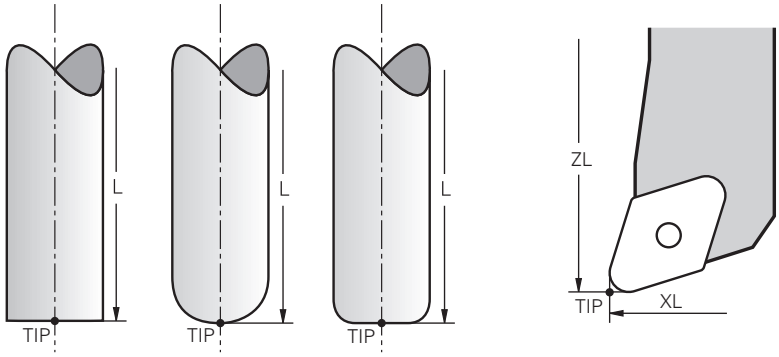


Der Werkzeugträger-Bezugspunkt ist ein festgelegter Punkt, den der Maschinenhersteller definiert. In der Regel liegt der Werkzeugträger-Bezugspunkt auf der Spindelnase.

Ausgehend vom Werkzeugträger-Bezugspunkt definieren Sie die Maße des Werkzeugs in der Werkzeugverwaltung, z. B. Länge **L** und Radius **R**.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

7.2.2 Werkzeugspitze TIP



Die Werkzeugspitze ist am weitesten vom Werkzeugträger-Bezugspunkt entfernt. Die Werkzeugspitze ist der Koordinatenursprung des Werkzeug-Koordinatensystems **T-CS**.

Weitere Informationen: "Werkzeug-Koordinatensystem T-CS", Seite 240

Bei Fräswerkzeugen liegt die Werkzeugspitze im Zentrum des Werkzeugradius **R** und am längsten Punkt des Werkzeugs in der Werkzeugachse.

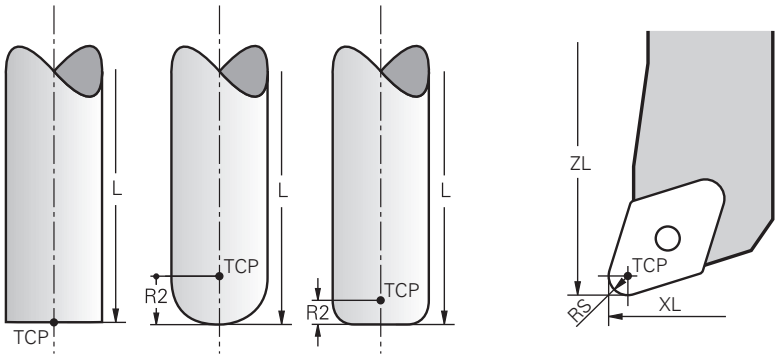
Sie definieren die Werkzeugspitze mit folgenden Spalten der Werkzeugverwaltung bezogen auf den Werkzeugträger-Bezugspunkt:

- **L**
- **DL**
- **ZL** (Option #50, Option #156)
- **XL** (Option #50, Option #156)
- **YL** (Option #50, Option #156)
- **DZL** (Option #50, Option #156)
- **DXL** (Option #50, Option #156)
- **DYL** (Option #50, Option #156)
- **LO** (Option #156)
- **DLO** (Option #156)

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Bei Drehwerkzeugen (Option #50) verwendet die Steuerung die theoretische Werkzeugspitze, also den Schnittpunkt der definierten Werte **ZL**, **XL** und **YL**.

7.2.3 Werkzeug-Mittelpunkt TCP (tool center point)



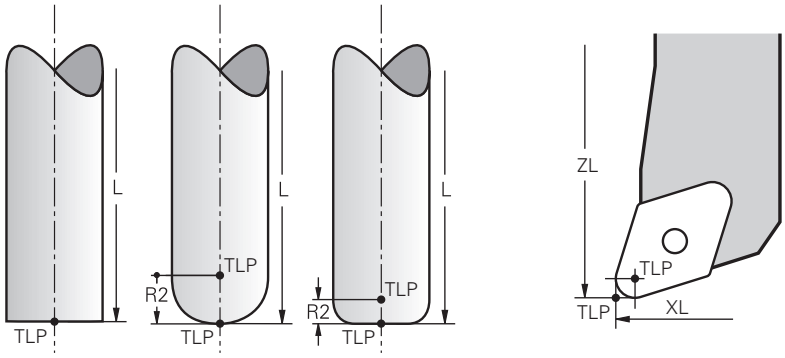
Der Werkzeug-Mittelpunkt ist das Zentrum des Werkzeugradius **R**. Wenn ein Werkzeugradius 2 **R2** definiert ist, ist der Werkzeug-Mittelpunkt um diesen Wert von der Werkzeugspitze versetzt.

Bei Drehwerkzeugen (Option #50) liegt der Werkzeug-Mittelpunkt im Zentrum des Schneidenradius **RS**.

Sie definieren den Werkzeug-Mittelpunkt mit den Eingaben in der Werkzeugverwaltung bezogen auf den Werkzeugträger-Bezugspunkt.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

7.2.4 Werkzeug-Führungspunkt TLP (tool location point)

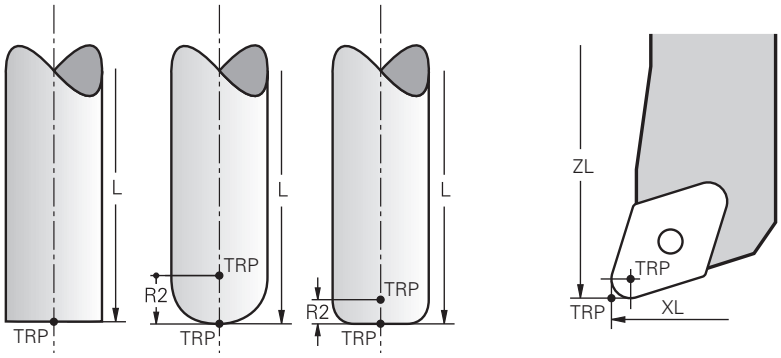


Die Steuerung positioniert das Werkzeug auf den Werkzeug-Führungspunkt. Der Werkzeug-Führungspunkt befindet sich standardmäßig an der Werkzeugspitze.

Innerhalb der Funktion **FUNCTION TCPM** (Option #9) können Sie den Werkzeug-Führungspunkt auch am Werkzeug-Mittelpunkt wählen.

Weitere Informationen: "Werkzeuganstellung kompensieren mit FUNCTION TCPM (Option #9)", Seite 301

7.2.5 Werkzeug-Drehpunkt TRP (tool rotation point)



Bei Schwenkfunktionen mit **MOVE** (Option #8) schwenkt die Steuerung um den Werkzeug-Drehpunkt. Der Werkzeug-Drehpunkt befindet sich standardmäßig an der Werkzeugspitze.

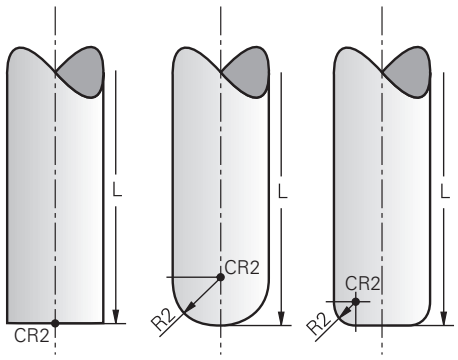
Wenn Sie bei **PLANE**-Funktionen **MOVE** wählen, definieren Sie mit dem Syntaxelement **DIST** die Relativposition zwischen Werkstück und Werkzeug. Die Steuerung verschiebt den Werkzeug-Drehpunkt um diesen Wert von der Werkzeugspitze. Wenn Sie **DIST** nicht definieren, hält die Steuerung die Werkzeugspitze konstant.

Weitere Informationen: "Drehachspositionierung", Seite 290

Innerhalb der Funktion **FUNCTION TCPM** (Option #9) können Sie den Werkzeug-Drehpunkt auch am Werkzeug-Mittelpunkt wählen.

Weitere Informationen: "Werkzeuganstellung kompensieren mit FUNCTION TCPM (Option #9)", Seite 301

7.2.6 Zentrum Werkzeugradius 2 CR2 (center R2)



Das Zentrum Werkzeugradius 2 verwendet die Steuerung in Verbindung mit der 3D-Werkzeugkorrektur (Option #9). Bei Geraden **LN** zeigt der Flächennormalenvektor auf diesen Punkt und definiert die Richtung der 3D-Werkzeugkorrektur.

Weitere Informationen: "3D-Werkzeugkorrektur (Option #9)", Seite 325

Das Zentrum Werkzeugradius 2 ist um den **R2**-Wert von der Werkzeugspitze und der Werkzeugschneide versetzt.

7.3 Werkzeugaufruf

7.3.1 Werkzeugaufruf mit TOOL CALL

Anwendung

Mit der Funktion **TOOL CALL** rufen Sie ein Werkzeug im NC-Programm auf. Wenn sich das Werkzeug im Werkzeugmagazin befindet, wechselt die Steuerung das Werkzeug in die Spindel ein. Wenn sich das Werkzeug nicht im Magazin befindet, können Sie es per Hand einwechseln.

Verwandte Themen

- Automatischer Werkzeugwechsel mit **M101**

  Weitere Informationen: "Schwesterwerkzeug automatisch einwechseln mit M101", Seite 462
- Werkzeugtabelle **tool.t**

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Platztabelle **tool_p.tch**

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Voraussetzung

- Werkzeug definiert

  Um ein Werkzeug aufzurufen, muss das Werkzeug in der Werkzeugverwaltung definiert sein.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Funktionsbeschreibung

Die Steuerung liest beim Aufruf eines Werkzeugs die zugehörige Zeile aus der Werkzeugverwaltung. Die Werkzeugdaten können Sie im Reiter **Werkzeug** des Arbeitsbereichs **Status** sehen.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

> HEIDENHAIN empfiehlt, nach jedem Werkzeugaufruf die Spindel mit **M3** oder **M4** einzuschalten. Dadurch vermeiden Sie Probleme beim Programmlauf, z. B. beim Start nach einer Unterbrechung.
>
> **Weitere Informationen:** "Übersicht der Zusatzfunktionen", Seite 427

Eingabe

```
11 TOOL CALL 4 .1 Z S10000 F750 DL
   +0,2 DR+0,2 DR2+0,2
```
; Werkzeug aufrufen

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
TOOL CALL	Syntaxeröffner für einen Werkzeugaufruf
4, **QS4** oder **"MILL_D8_ROUGH"**	Werkzeugdefinition als feste oder variable Nummer oder Name Nur die Werkzeugdefinition als Nummer ist eindeutig, da der Werkzeugname bei mehreren Werkzeugen identisch sein kann! Sytaxtelement abhängig von der Technologie oder Anwendung Auswahl mithilfe eines Auswahlfensters möglich **Weitere Informationen:** "Technologieabhängige Unterschiede beim Werkzeugaufruf", Seite 165
.1	Stufenindex des Werkzeugs Syntaxelement optional **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
Z	Werkzeugachse Standardmäßig verwenden Sie die Werkzeugachse **Z**. Maschinenabhängig stehen weitere Auswahlmöglichkeiten zur Verfügung. Syntaxelement abhängig von der Technologie oder Anwendung **Weitere Informationen:** "Technologieabhängige Unterschiede beim Werkzeugaufruf", Seite 165
S oder **S(VC =)**	Spindeldrehzahl oder Schnittgeschwindigkeit Syntaxelement optional **Weitere Informationen:** "Spindeldrehzahl S", Seite 167
F, **FZ** oder **FU**	Vorschub Alternative Vorschubangaben: Vorschub pro Zahn oder Vorschub pro Umdrehung Syntaxelement optional **Weitere Informationen:** "Vorschub F", Seite 168
DL	Deltawert der Werkzeuglänge Syntaxelement optional **Weitere Informationen:** "Werkzeugkorrektur für Werkzeuglänge und -radius", Seite 310
DR	Deltawert des Werkzeugradius Syntaxelement optional **Weitere Informationen:** "Werkzeugkorrektur für Werkzeuglänge und -radius", Seite 310

Syntaxelement	Bedeutung
DR2	Deltawert des Werkzeugradius 2 Syntaxelement optional **Weitere Informationen:** "Werkzeugkorrektur für Werkzeuglänge und -radius", Seite 310

Technologieabhängige Unterschiede beim Werkzeugaufruf

Werkzeugaufruf eines Fräswerkzeugs

Sie können bei einem Fräswerkzeug folgende Werkzeugdaten definieren:

- Feste oder variable Nummer oder Name des Werkzeugs
- Stufenindex des Werkzeugs
- Werkzeugachse
- Spindeldrehzahl
- Vorschub
- DL
- DR
- DR2

Beim Aufruf eines Fräswerkzeugs sind die Nummer oder der Name des Werkzeugs, die Werkzeugachse und die Spindeldrehzahl erforderlich.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Werkzeugaufruf eines Drehwerkzeugs (Option #50)

Sie können bei einem Drehwerkzeug folgende Werkzeugdaten definieren:

- Feste oder variable Nummer oder Name des Werkzeugs
- Stufenindex des Werkzeugs
- Vorschub

Beim Aufruf eines Drehwerkzeugs ist die Nummer oder der Name des Werkzeugs erforderlich.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Werkzeugaufruf eines Schleifwerkzeugs(Option #156)

Sie können bei einem Schleifwerkzeug folgende Werkzeugdaten definieren:

- Feste oder variable Nummer oder Name des Werkzeugs
- Stufenindex des Werkzeugs
- Werkzeugachse
- Spindeldrehzahl
- Vorschub

Beim Aufruf eines Schleifwerkzeugs sind die Nummer oder der Name des Werkzeugs und die Werkzeugachse erforderlich.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Werkzeugaufruf eines Abrichtwerkzeugs (Option #156)

Sie können bei einem Abrichtwerkzeug folgende Werkzeugdaten definieren:

- Feste oder variable Nummer oder Name des Werkzeugs
- Stufenindex des Werkzeugs
- Vorschub

Beim Aufruf eines Abrichtwerkzeugs ist die Nummer oder der Name des Werkzeugs erforderlich!

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Sie können ein Abrichtwerkzeug nur im Abrichtbetrieb aufrufen!

Weitere Informationen: "Abrichtbetrieb aktivieren mit FUNCTION DRESS", Seite 142

Werkzeugaufruf eines Werkstück-Tastsystems (Option #17)

Sie können bei einem Werkstück-Tastsystem folgende Werkzeugdaten definieren:

- Feste oder variable Nummer oder Name des Werkzeugs
- Stufenindex des Werkzeugs
- Werkzeugachse

Beim Aufruf eines Werkstück-Tastsystems sind die Nummer oder der Name des Werkzeugs und die Werkzeugachse erforderlich!

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Aktualisieren von Werkzeugdaten

Mit einem **TOOL CALL** können Sie auch ohne Werkzeugwechsel die Daten des aktiven Werkzeugs aktualisieren, z. B. Schnittdaten oder Deltawerte ändern. Welche Werkzeugdaten Sie ändern können ist abhängig von der Technologie.

In folgenden Fällen aktualisiert die Steuerung nur die Daten des aktiven Werkzeugs:

- Ohne Nummer oder Name des Werkzeugs und ohne Werkzeugachse
- Ohne Nummer oder Name des Werkzeugs und mit derselben Werkzeugachse wie im vorherigen Werkzeugaufruf

Wenn Sie in dem **TOOL CALL**-Satz eine Nummer oder Name des Werkzeugs oder eine geänderte Werkzeugzeugachse programmieren, führt die Steuerung das Werkzeugwechsel-Makro aus.

Das kann dazu führen, dass die Steuerung z. B. ein Schwesterwerkzeug aufgrund abgelaufener Standzeit einwechselt.

Weitere Informationen: "Schwesterwerkzeug automatisch einwechseln mit M101", Seite 462

Hinweise

- Mit dem Maschinenparameter **allowToolDefCall** (Nr. 118705) definiert der Maschinenhersteller, ob Sie in den Funktionen **TOOL CALL** und **TOOL DEF** ein Werkzeug per Name, Nummer oder beidem definieren können.

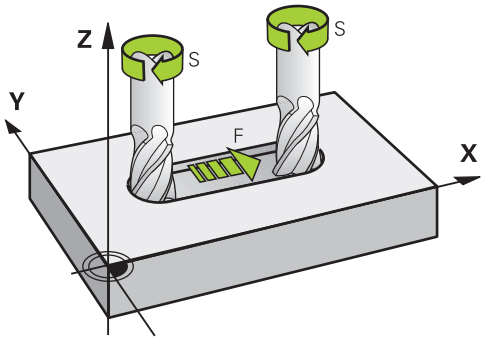
  Weitere Informationen: "Werkzeugvorauswahl mit TOOL DEF", Seite 169
- Mit dem optionalen Maschinenparameter **progToolCallDL** (Nr. 124501) definiert der Maschinenhersteller, ob die Steuerung Deltawerte aus einem Werkzeugaufruf im Arbeitsbereich **Positionen** berücksichtigt.

  Weitere Informationen: "Werkzeugkorrektur für Werkzeuglänge und -radius", Seite 310

7.3.2 Schnittdaten

Anwendung

Die Schnittdaten bestehen aus der Spindeldrehzahl **S** oder alternativ der konstanten Schnittgeschwindigkeit **VC** und dem Vorschub **F**.



Funktionsbeschreibung

Spindeldrehzahl S

Sie haben folgende Möglichkeiten, die Spindeldrehzahl **S** zu definieren:

- Werkzeugaufruf mit **TOOL CALL**

  Weitere Informationen: "Werkzeugaufruf mit TOOL CALL", Seite 163
- Schaltfläche **S** der Anwendung **Handbetrieb**

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Sie definieren die Spindeldrehzahl **S** in der Einheit Spindelumdrehungen pro Minute U/min.

Alternativ können Sie in einem Werkzeugaufruf die konstante Schnittgeschwindigkeit **VC** in Meter pro Minute m/min definieren.

Weitere Informationen: "Technologiewerte bei der Drehbearbeitung", Seite 128

Wirkung

Die Spindeldrehzahl oder Schnittgeschwindigkeit wirkt so lange, bis Sie in einem **TOOL CALL**-Satz eine neue Spindeldrehzahl oder Schnittgeschwindigkeit definieren.

Potentiometer

Mit dem Drehzahlpotentiometer können Sie die Spindeldrehzahl während des Programmlaufs zwischen 0 % und 150 % ändern. Die Einstellung des Drehzahlpotentiometers wirkt nur bei Maschinen mit stufenlosem Spindelantrieb. Die maximale Spindeldrehzahl ist maschinenabhängig.

Weitere Informationen: "Potentiometer", Seite 71

Statusanzeigen

Die Steuerung zeigt die aktuelle Spindeldrehzahl in folgenden Arbeitsbereichen:

- Arbeitsbereich **Positionen**
- Reiter **POS** des Arbeitsbereichs **Status**

Vorschub F

Sie haben folgende Möglichkeiten, den Vorschub **F** zu definieren:

- Werkzeugaufruf mit **TOOL CALL**

  Weitere Informationen: "Werkzeugaufruf mit TOOL CALL", Seite 163
- Positioniersatz

  Weitere Informationen: "Bahnfunktionen", Seite 171
- Schaltfläche **F** der Anwendung **Handbetrieb**

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Den Vorschub für Linearachsen definieren Sie in Millimeter pro Minute mm/min.

Den Vorschub für Drehachsen definieren Sie in Grad pro Minute °/min.

Sie können den Vorschub mit drei Nachkommastellen definieren.

Alternativ können Sie die Vorschubgeschwindigkeit im NC-Programm oder in einem Werkzeugaufruf in folgenden Einheiten definieren:

- Vorschub pro Zahn **FZ** in mm/Zahn

  Mit **FZ** definieren Sie den Weg in Millimeter, den das Werkzeug pro Zahn zurücklegt.

  > Wenn Sie **FZ** nutzen, müssen Sie die Anzahl der Zähne in der Spalte **CUT** der Werkzeugverwaltung definieren.
  >
  > **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

- Vorschub pro Umdrehung **FU** in mm/U

  Mit **FU** definieren Sie den Weg in Millimeter, den das Werkzeug pro Spindelumdrehung zurücklegt.

  Der Vorschub pro Umdrehung wird vor allem bei der Drehbearbeitung verwendet (Option #50).

  Weitere Informationen: "Vorschubgeschwindigkeit", Seite 130

Sie können den in einem **TOOL CALL** definierten Vorschub innerhalb des NC-Programms mithilfe von **F AUTO** aufrufen.

Weitere Informationen: "F AUTO", Seite 168

Der im NC-Programm definierte Vorschub wirkt bis zu dem NC-Satz, in dem Sie einen neuen Vorschub programmieren.

F MAX

Wenn Sie **F MAX** definieren, verfährt die Steuerung im Eilgang. **F MAX** wirkt nur satzweise. Ab dem folgenden NC-Satz wirkt der letzte definierte Vorschub. Der maximale Vorschub ist maschinenabhängig und ggf. achsabhängig.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

F AUTO

Wenn Sie in einem **TOOL CALL**-Satz einen Vorschub definieren, können Sie mit **F AUTO** in den folgenden Positioniersätzen diesen Vorschub verwenden.

Schaltfläche F in der Anwendung Handbetrieb

- Wenn F=0 eingegeben, dann wirkt der Vorschub, den der Maschinenhersteller als minimalen Vorschub definiert hat
- Wenn der eingegebene Vorschub den maximalen Wert überschreitet, den der Maschinenhersteller definiert hat, dann wirkt der vom Maschinenhersteller definierte Wert

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Potentiometer

Mit dem Vorschubpotentiometer können Sie den Vorschub während des Programmlaufs zwischen 0 % und 150 % ändern. Die Einstellung des Vorschubpotentiometers wirkt nur auf den programmierten Vorschub. Wenn der programmierte Vorschub noch nicht erreicht ist, hat das Vorschubpotentiometer keine Auswirkung.

Weitere Informationen: "Potentiometer", Seite 71

Statusanzeigen

Die Steuerung zeigt den aktuellen Vorschub in mm/min in folgenden Arbeitsbereichen:

- Arbeitsbereich **Positionen**
- Reiter **POS** des Arbeitsbereichs **Status**

> In der Anwendung **Handbetrieb** zeigt die Steuerung im Reiter **POS** den Vorschub inklusive Nachkommastellen. Die Steuerung zeigt den Vorschub mit insgesamt sechs Stellen.

- Die Steuerung zeigt den Bahnvorschub
  - Bei aktivem **3D ROT** wird der Bahnvorschub bei Bewegung mehrerer Achsen angezeigt
  - Bei inaktivem **3D ROT** bleibt die Vorschubanzeige leer, wenn mehrere Achsen gleichzeitig bewegt werden

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Hinweise

- Bei Inch-Programmen müssen Sie den Vorschub in 1/10 inch/min definieren.
- 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.
- Die Steuerung prüft vor dem Verfahren einer Achse, ob die definierte Drehzahl erreicht ist. Bei Positioniersätzen mit dem Vorschub **FMAX** prüft die Steuerung die Drehzahl nicht.

7.3.3 Werkzeugvorauswahl mit TOOL DEF

Anwendung

Mithilfe von **TOOL DEF** bereitet die Steuerung ein Werkzeug im Magazin vor, wodurch sich die Werkzeugwechselzeit verkürzt.

> Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!
>
> Die Vorauswahl von den Werkzeugen mit **TOOL DEF** ist eine maschinenabhängige Funktion.

Funktionsbeschreibung

Wenn Ihre Maschine mit einem chaotischen Werkzeugwechselsystem und einem Doppelgreifer ausgestattet ist, können Sie eine Werkzeugvorauswahl treffen. Dafür programmieren Sie nach einem **TOOL CALL**-Satz die Funktion **TOOL DEF** und wählen das Werkzeug, das als nächstes im NC-Programm verwendet wird. Die Steuerung bereitet das Werkzeug während des Programmlaufs vor.

Eingabe

11 TOOL DEF 2 .1	; Werkzeug vorauswählen

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
TOOL DEF	Syntaxeröffner für eine Werkzeugvorauswahl
2, **QS2** oder **"MILL_D4_ROUGH"**	Werkzeugdefinition als feste oder variable Nummer oder Name Nur die Werkzeugdefinition als Nummer ist eindeutig, da der Werkzeugname bei mehreren Werkzeugen identisch sein kann!
.1	Stufenindex des Werkzeugs **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten Syntaxelement optional

Diese Funktion können Sie für alle Technologien außer für Abrichtwerkzeuge nutzen (Option #156).

Anwendungsbeispiel

11 TOOL CALL 5 Z S2000	; Werkzeug aufrufen
12 TOOL DEF 7	; Nächstes Werkzeug vorauswählen
*** - ...**	
21 TOOL CALL 7	; Vorausgewähltes Werkzeug aufrufen

8

Bahnfunktionen

8.1 Grundlagen zur Koordinatendefinition

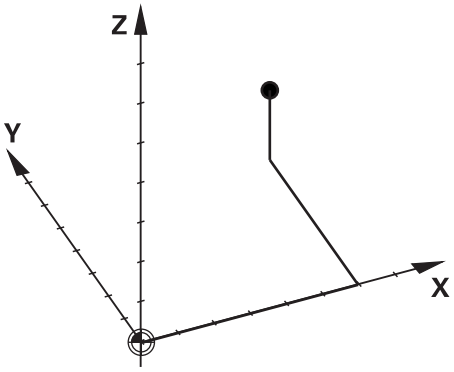
Sie programmieren ein Werkstück, indem Sie die Bahnbewegungen und die Zielkoordinaten definieren.

Abhängig von der Bemaßung in der technischen Zeichnung verwenden Sie kartesische oder polare Koordinaten mit absoluten oder inkrementalen Werten.

8.1.1 Kartesische Koordinaten

Anwendung

Ein kartesisches Koordinatensystem besteht aus zwei oder drei Achsen, die rechtwinklig zueinander stehen. Kartesische Koordinaten beziehen sich auf den Nullpunkt des Koordinatensystems, der sich im Schnittpunkt der Achsen befindet.



Mit kartesischen Koordinaten können Sie einen Punkt im Raum eindeutig bestimmen, indem Sie drei Achswerte definieren.

Funktionsbeschreibung

Im NC-Programm definieren Sie die Werte in den Linearachsen **X**, **Y** und **Z**, z. B. mit einer Geraden **L**.

```
11 L  X+60 Y+50 Z+20  RL F200
```

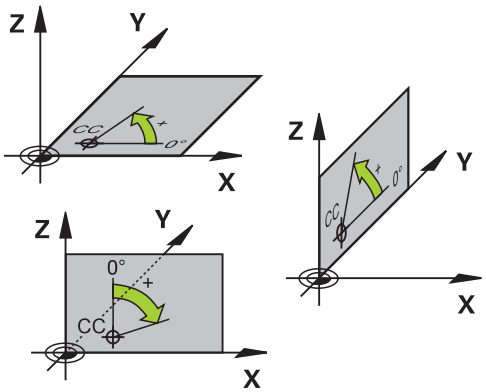
Die programmierten Koordinaten wirken modal. Wenn der Wert einer Achse gleich bleibt, müssen Sie den Wert in weiteren Bahnbewegungen nicht nochmal definieren.

8.1.2 Polarkoordinaten

Anwendung

Polarkoordinaten definieren Sie in einer der drei Ebenen eines kartesischen Koordinatensystems.

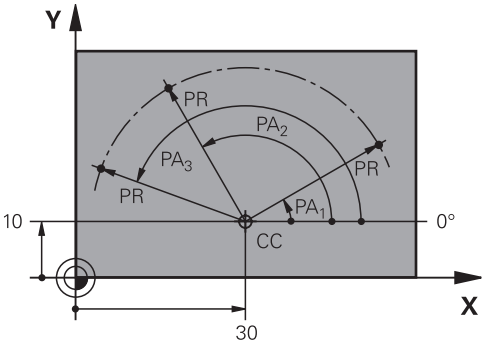
Polarkoordinaten beziehen sich auf einen zuvor definierten Pol. Von diesem Pol aus definieren Sie einen Punkt mit dem Abstand zum Pol und dem Winkel zur Winkelbezugsachse.



Funktionsbeschreibung

Polarkoordinaten können Sie z. B. in folgenden Situationen einsetzen:

- Punkte auf Kreisbahnen
- Werkstückzeichnungen mit Winkelangaben, z. B. bei Lochkreisen



Sie definieren den Pol **CC** mit kartesischen Koordinaten in zwei Achsen. Diese Achsen legen die Ebene und die Winkelbezugsachse fest.

Der Pol wirkt innerhalb eines NC-Programms modal.

Die Winkelbezugsachse verhält sich zu der Ebene wie folgt:

Ebene	Winkelbezugsachse
XY	**+X**
YZ	**+Y**
ZX	**+Z**

```
11 CC  X+30 Y+10
```

Der Polarkoordinatenradius **PR** bezieht sich auf den Pol. **PR** definiert den Abstand des Punkts vom Pol.

Der Polarkoordinatenwinkel **PA** definiert den Winkel zwischen der Winkelbezugsachse und dem Punkt.

```
11 LP  PR+30 PA+10  RR F300
```

Die programmierten Koordinaten wirken modal. Wenn der Wert einer Achse gleich bleibt, müssen Sie den Wert in weiteren Bahnbewegungen nicht nochmal definieren.

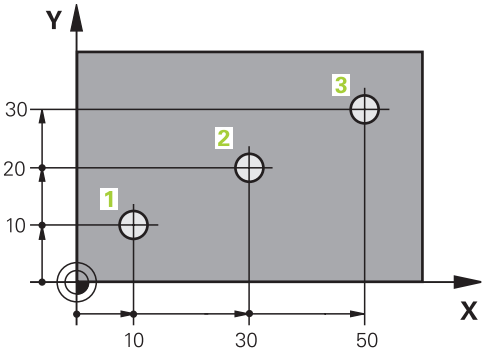
8.1.3 Absolute Eingaben

Anwendung

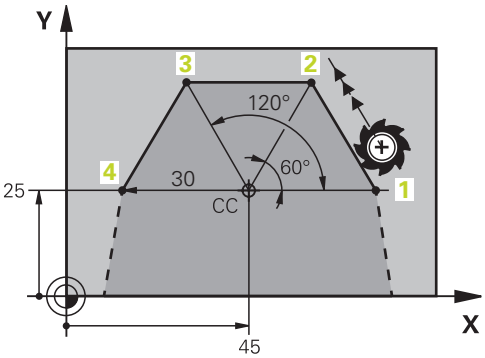
Absolute Eingaben beziehen sich immer auf einen Ursprung. Bei kartesischen Koordinaten ist der Ursprung der Nullpunkt und bei Polarkoordinaten der Pol sowie die Winkelbezugsachse.

Funktionsbeschreibung

Absolute Eingaben definieren den Punkt, auf den die Steuerung positioniert.



11 L X+10 Y+10 RL F200 M3	; Auf Punkt 1 positionieren
12 L X+30 Y+20	; Auf Punkt 2 positionieren
13 L X+50 Y+30	; Auf Punkt 3 positionieren



11 CC X+45 Y+25	; Pol kartesisch in zwei Achsen definieren
12 LP PR+30 PA+0 RR F300 M3	; Auf Punkt 1 positionieren
13 LP PA+60	; Auf Punkt 2 positionieren
14 LP PA+120	; Auf Punkt 3 positionieren
15 LP PA+180	; Auf Punkt 4 positionieren

8.1.4 Inkrementale Eingaben

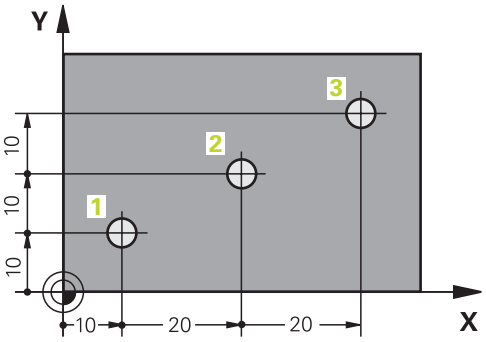
Anwendung

Inkrementale Eingaben beziehen sich immer auf die zuletzt programmierten Koordinaten. Bei kartesischen Koordinaten sind das die Werte der Achsen **X**, **Y** und **Z**, bei Polarkoordinaten die Werte des Polarkoordinatenradius **PR** und des Polarkoordinatenwinkels **PA**.

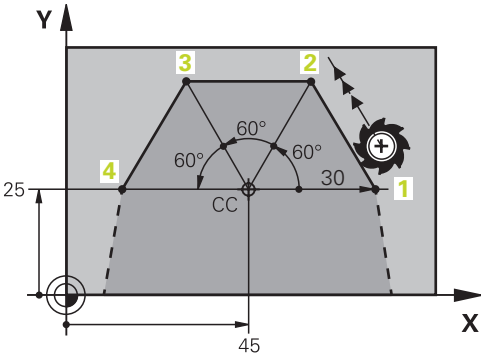
Funktionsbeschreibung

Inkrementale Eingaben definieren den Wert, um den die Steuerung positioniert. Die zuletzt programmierten Koordinaten dienen dabei als gedachter Nullpunkt des Koordinatensystems.

Sie definieren inkrementale Koordinaten mit **I** vor jeder Achsangabe.



11 L X+10 Y+10 RL F200 M3	; Absolut auf Punkt 1 positionieren
12 L IX+20 IY+10	; Inkremental auf Punkt 2 positionieren
13 L IX+20 IY+10	; Inkremental auf Punkt 3 positionieren



11 CC X+45 Y+25	; Pol kartesisch und absolut in zwei Achsen definieren
12 LP PR+30 PA+0 RR F300 M3	; Absolut auf Punkt 1 positionieren
13 LP IPA+60	; Inkremental auf Punkt 2 positionieren
14 LP IPA+60	; Inkremental auf Punkt 3 positionieren
15 LP IPA+60	; Inkremental auf Punkt 4 positionieren

8.2 Grundlagen zu den Bahnfunktionen

Anwendung

Wenn Sie ein NC-Programm erstellen, können Sie die einzelnen Elemente der Kontur mit den Bahnfunktionen programmieren. Dazu definieren Sie die Endpunkte der Konturelemente mit Koordinaten.

Den Verfahrweg ermittelt die Steuerung mithilfe der Koordinatenangaben, den Werkzeugdaten und der Radiuskorrektur. Die Steuerung positioniert gleichzeitig alle Maschinenachsen, die Sie im NC-Satz einer Bahnfunktion programmieren.

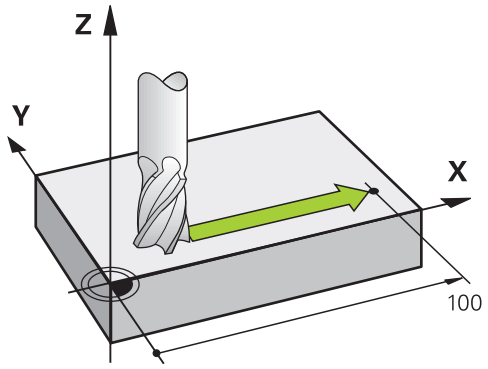
Funktionsbeschreibung

Einfügen einer Bahnfunktion

Mit den grauen Bahnfunktionstasten eröffnen Sie den Dialog. Die Steuerung fügt den NC-Satz in das NC-Programm ein und erfragt nacheinander alle Informationen.

> Je nach Konstruktion der Maschine bewegt sich das Werkzeug oder der Maschinentisch. Beim Programmieren einer Bahnfunktion gehen Sie immer davon aus, dass sich das Werkzeug bewegt!

Bewegung in einer Achse



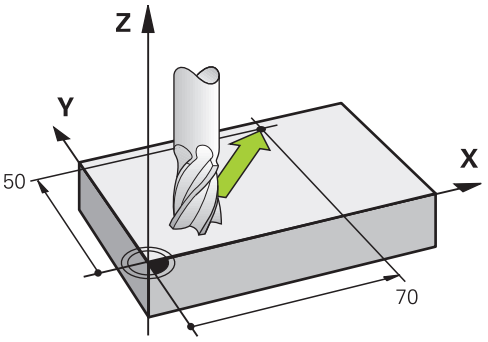
Wenn der NC-Satz eine Koordinatenangabe enthält, verfährt die Steuerung das Werkzeug parallel zur programmierten Maschinenachse.

Beispiel

```
L  X+100
```

Das Werkzeug behält die Y- und Z-Koordinaten bei und fährt auf die Position **X+100**.

Bewegung in zwei Achsen



Wenn der NC-Satz zwei Koordinatenangaben enthält, verfährt die Steuerung das Werkzeug in der programmierten Ebene.

Beispiel

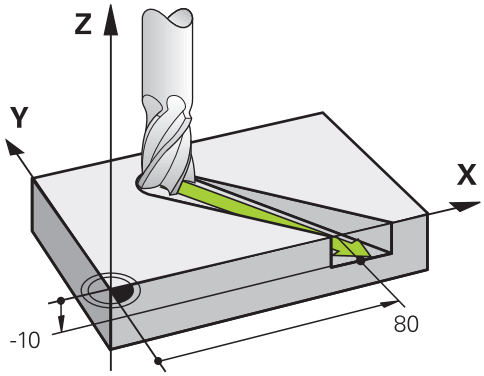
```
L X+70  Y+50
```

Das Werkzeug behält die Z-Koordinate bei und fährt in der XY-Ebene auf die Position **X+70 Y+50**.

Sie definieren die Bearbeitungsebene beim Werkzeugaufruf **TOOL CALL** mit der Werkzeugachse.

Weitere Informationen: "Bezeichnung der Achsen an Fräsmaschinen", Seite 100

Bewegung in mehreren Achsen



Wenn der NC-Satz drei Koordinatenangaben enthält, verfährt die Steuerung das Werkzeug räumlich auf die programmierte Position.

Beispiel

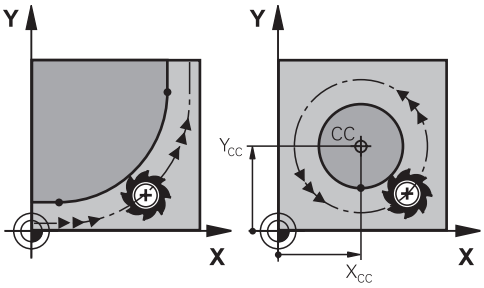
```
L X+80  Y+0 Z-10
```

Je nach Kinematik Ihrer Maschine können Sie in einer Geraden **L** bis zu sechs Achsen programmieren.

Beispiel

```
L X+80 Y+0 Z-10 A+15 B+0 C-45
```

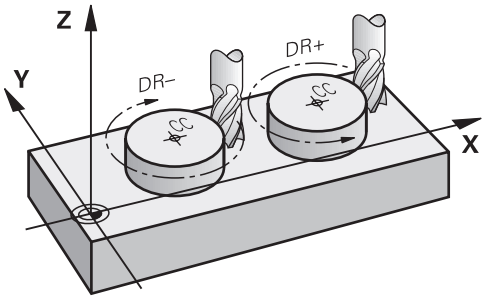
Kreis und Kreisbogen



Mit den Bahnfunktionen für Kreisbögen programmieren Sie Kreisbewegungen in der Bearbeitungsebene.

Die Steuerung verfährt zwei Maschinenachsen gleichzeitig: Das Werkzeug bewegt sich relativ zum Werkstück auf einer Kreisbahn. Kreisbahnen können Sie mit einem Kreismittelpunkt **CC** programmieren.

Drehsinn DR bei Kreisbewegungen



Für Kreisbewegungen ohne tangentialen Übergang zu anderen Konturelementen definieren Sie den Drehsinn wie folgt:

- Drehung im Uhrzeigersinn: **DR-**
- Drehung gegen den Uhrzeigersinn: **DR+**

Werkzeugradiuskorrektur

Sie definieren die Werkzeugradiuskorrektur in dem NC-Satz des ersten Konturelements.

Sie dürfen eine Werkzeugradiuskorrektur nicht in einem NC-Satz für eine Kreisbahn aktivieren. Aktivieren Sie die Werkzeugradiuskorrektur zuvor in einer Geraden.

Weitere Informationen: "Werkzeugradiuskorrektur", Seite 314

Vorpositionieren

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die Steuerung führt keine automatische Kollisionsprüfung zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück durch. Falsche Vorpositionierung kann zusätzlich zu Konturverletzungen führen. Während der Anfahrbewegung besteht Kollisionsgefahr!

- ▶ Geeignete Vorposition programmieren
- ▶ Ablauf und Kontur mithilfe der grafischen Simulation prüfen

8.3 Bahnfunktionen mit kartesischen Koordinaten

8.3.1 Übersicht der Bahnfunktionen

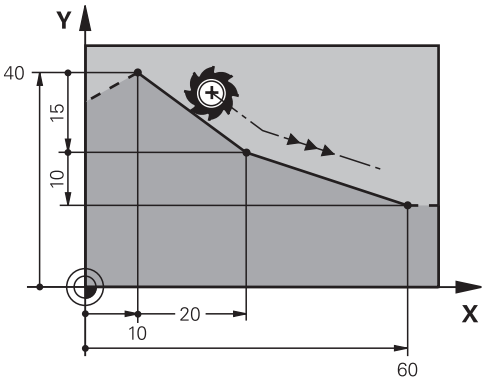
Taste	Funktion	Weitere Informationen
L	Gerade **L** (line)	Seite 180
CHF	Fase **CHF** (chamfer) Fase zwischen zwei Geraden	Seite 181
RND	Rundung **RND** (rounding of corner) Kreisbahn mit tangentialem Anschluss an vorheriges und nachfolgendes Konturelement	Seite 182
CC	Kreismittelpunkt **CC** (circle center)	Seite 183
C	Kreisbahn **C** (circle) Kreisbahn um Kreismittelpunkt **CC** zum Endpunkt	Seite 184
CR	Kreisbahn **CR** (circle by radius) Kreisbahn mit bestimmtem Radius	Seite 185
CT	Kreisbahn **CT** (circle tangential) Kreisbahn mit tangentialem Anschluss an vorheriges Konturelement	Seite 187

8.3.2 Gerade L

Anwendung

Mit einer Gerade **L** programmieren Sie eine gerade Verfahrbewegung in beliebiger Richtung.

Funktionsbeschreibung



Die Steuerung fährt das Werkzeug auf einer Geraden von der aktuellen Position zum definierten Endpunkt. Der Startpunkt ist der Endpunkt des vorangegangenen NC-Satzes.

Je nach Kinematik Ihrer Maschine können Sie in einer Geraden **L** bis zu sechs Achsen programmieren.

Gerade L programmieren

Sie programmieren eine Gerade wie folgt:

- **L** wählen
- Koordinaten des Endpunkts definieren
- Ggf. Radiuskorrektur wählen
- Ggf. Vorschub definieren
- Ggf. Zusatzfunktion definieren

Beispiel

```
7 L  X+10 Y+40  RL F200  M3
8 L  IX+20 IY-15
9 L  X+60 IY-10
```

8.3.3 Fase CHF

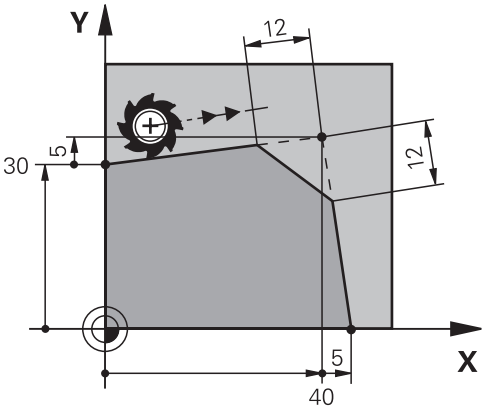
Anwendung

Mit der Funktion Fase **CHF** können Sie den Schnittpunkt zweier Geraden mit einer Fase abschrägen.

Voraussetzungen

- Geraden in der Bearbeitungsebene vor und nach einer Fase
- Identische Werkzeugkorrektur vor und nach einer Fase
- Fase mit dem aktuellen Werkzeug ausführbar

Funktionsbeschreibung



Durch den Schnitt zweier Geraden entstehen Konturecken. Diese Konturecken können Sie mit einer Fase abschrägen. Dabei ist der Winkel der Ecke irrelevant, Sie definieren die Länge, um die jede Gerade verkürzt wird. Die Steuerung fährt den Eckpunkt nicht an.

Wenn Sie im **CHF**-Satz einen Vorschub programmieren, ist der Vorschub nur während der Bearbeitung der Fase wirksam.

Fase programmieren

Sie programmieren eine Fase wie folgt:

- **CHF** wählen
- Länge der Fase definieren
- Ggf. Vorschub definieren

Beispiel

```
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
```

8.3.4 Rundung RND

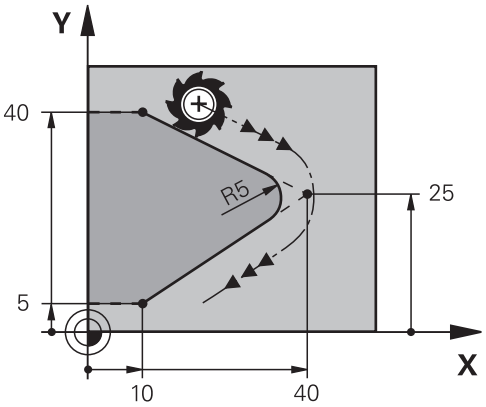
Anwendung

Mit der Funktion Rundung **RND** können Sie den Schnittpunkt zweier Bahnfunktionen mit einer Kreisbahn abrunden.

Voraussetzungen

- Bahnfunktionen vor und nach einer Rundung
- Identische Werkzeugkorrektur vor und nach einer Rundung
- Rundung mit dem aktuellen Werkzeug ausführbar

Funktionsbeschreibung



Sie programmieren die Rundung zwischen zwei Bahnfunktionen. Die Kreisbahn schließt tangential an das vorherige und nachfolgende Konturelement an. Die Steuerung fährt den Schnittpunkt nicht an.

Wenn Sie im **RND**-Satz einen Vorschub programmieren, ist der Vorschub nur während der Bearbeitung der Rundung wirksam.

Rundung RND programmieren

Sie programmieren eine Rundung **RND** wie folgt:

- **RND** wählen
- Radius definieren
- Ggf. Vorschub definieren

Beispiel

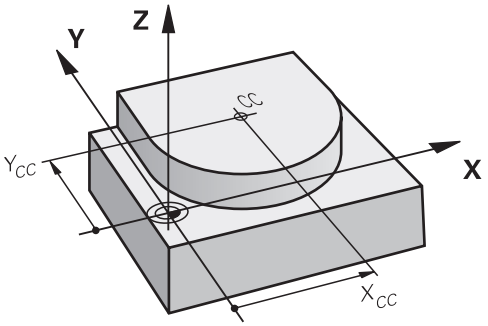
```
5 L  X+10 Y+40  RL F300  M3
6 L  X+40 Y+25
7 RND  R5 F100
8 L  X+10 Y+5
```

8.3.5 Kreismittelpunkt CC

Anwendung

Mit der Funktion Kreismittelpunkt **CC** definieren Sie eine Position als Kreismittelpunkt.

Funktionsbeschreibung



Einen Kreismittelpunkt definieren Sie durch Koordinateneingabe mit max. zwei Achsen. Wenn Sie keine Koordinaten eingeben, übernimmt die Steuerung die zuletzt definierte Position. Der Kreismittelpunkt bleibt solange aktiv, bis Sie einen neuen Kreismittelpunkt definieren. Die Steuerung fährt den Kreismittelpunkt nicht an.

Sie benötigen einen Kreismittelpunkt vor der Programmierung einer Kreisbahn **C**.

> Die Steuerung nutzt die Funktion **CC** gleichzeitig als Pol für Polarkoordinaten.
>
> **Weitere Informationen:** "Polarkoordinatenursprung Pol CC", Seite 191

Kreismittelpunkt CC programmieren

Sie programmieren einen Kreismittelpunkt **CC** wie folgt:

- **CC** wählen
- Koordinaten des Kreismittelpunkts definieren

Beispiel

```
5 CC  X+25 Y+25
```

oder

```
10 L  X+25 Y+25
11 CC
```

8.3.6 Kreisbahn C

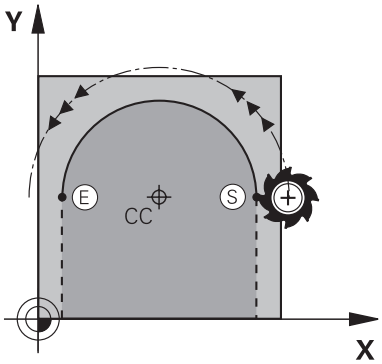
Anwendung

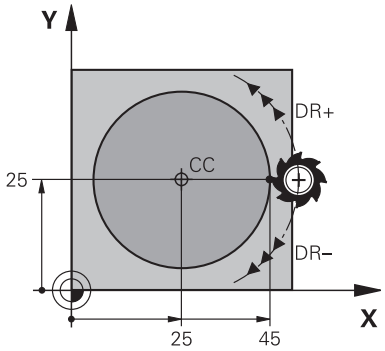
Mit der Funktion Kreisbahn **C** programmieren Sie eine Kreisbahn um einen Kreismittelpunkt.

Voraussetzung

- Kreismittelpunkt **CC** definiert
  Weitere Informationen: "Kreismittelpunkt CC", Seite 183

Funktionsbeschreibung





Die Steuerung fährt das Werkzeug auf einer Kreisbahn von der aktuellen Position zum definierten Endpunkt. Der Startpunkt ist der Endpunkt des vorangegangenen NC-Satzes. Sie können den neuen Endpunkt mit max. zwei Achsen definieren.

Wenn Sie einen Vollkreis programmieren, definieren Sie für den Start- und Endpunkt dieselben Koordinaten. Diese Punkte müssen auf der Kreisbahn liegen.

> Im Maschinenparameter **circleDeviation** (Nr. 200901) können Sie die zulässige Abweichung des Kreisradius definieren. Die zulässige maximale Abweichung beträgt 0,016 mm.

Mit dem Drehsinn definieren Sie, ob die Steuerung die Kreisbahn im oder gegen den Uhrzeigersinn fährt.

Definition des Drehsinns:

- Im Uhrzeigersinn: Drehsinn **DR-** (mit Radiuskorrektur **RL**)
- Gegen den Uhrzeigersinn: Drehsinn **DR+** (mit Radiuskorrektur **RL**)

Kreisbahn C programmieren

Sie programmieren eine Kreisbahn **C** wie folgt:

- ▶ **C** wählen
- ▶ Koordinaten des Endpunkts definieren
- ▶ Drehsinn wählen
- ▶ Ggf. Vorschub definieren
- ▶ Ggf. Zusatzfunktion definieren

Beispiel

```
5 CC  X+25 Y+25
6 L  X+45 Y+25  RR F200  M3
7 C  X+45 Y+25  DR+
```

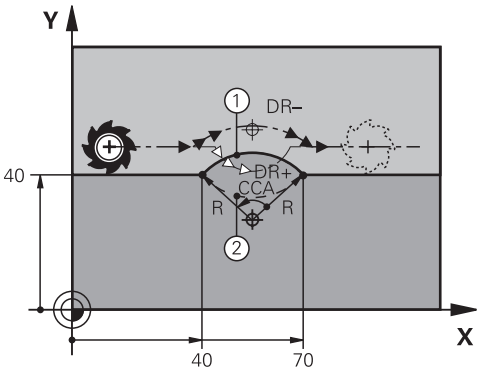
8.3.7 Kreisbahn CR

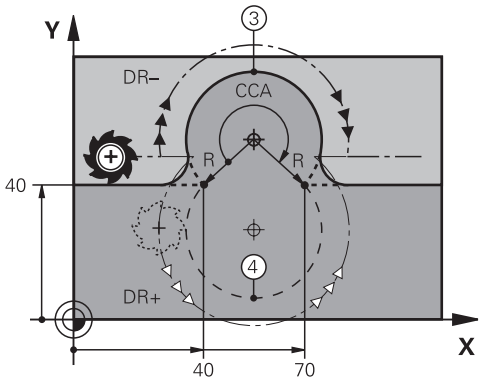
Anwendung

Mit der Funktion Kreisbahn **CR** programmieren Sie eine Kreisbahn mithilfe eines Radius.

Funktionsbeschreibung

Die Steuerung fährt das Werkzeug auf einer Kreisbahn, mit dem Radius **R**, von der aktuellen Position zum definierten Endpunkt. Der Startpunkt ist der Endpunkt des vorangegangenen NC-Satzes. Sie können den neuen Endpunkt mit max. zwei Achsen definieren.





Start- und Endpunkt lassen sich durch vier verschiedene Kreisbahnen mit dem gleichen Radius miteinander verbinden. Die richtige Kreisbahn definieren Sie mit dem Zentriwinkel **CCA** des Kreisbahnradius **R** und dem Drehsinn **DR**.

Das Vorzeichen des Kreisbahnradius **R** entscheidet, ob die Steuerung den Zentriwinkel größer oder kleiner als 180° wählt.

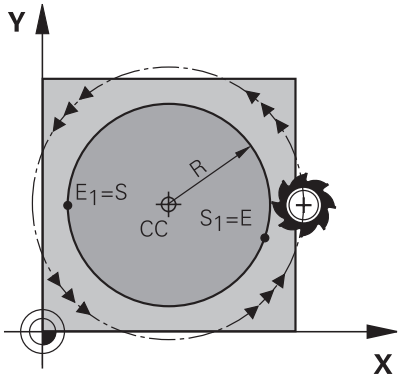
Der Radius hat folgende Auswirkungen auf den Zentriwinkel:

- Kleinere Kreisbahn: **CCA**<180°
  Radius mit positivem Vorzeichen **R**>0
- Größere Kreisbahn: **CCA**>180°
  Radius mit negativem Vorzeichen **R**<0

Mit dem Drehsinn definieren Sie, ob die Steuerung die Kreisbahn im oder gegen den Uhrzeigersinn fährt.

Definition des Drehsinns:

- Im Uhrzeigersinn: Drehsinn **DR-** (mit Radiuskorrektur **RL**)
- Gegen den Uhrzeigersinn: Drehsinn **DR+** (mit Radiuskorrektur **RL**)



Für einen Vollkreis programmieren Sie zwei Kreisbahnen hintereinander. Der Endpunkt der ersten Kreisbahn ist der Startpunkt der zweiten. Der Endpunkt der zweiten Kreisbahn ist der Startpunkt der ersten.

Kreisbahn CR programmieren

Sie programmieren eine Kreisbahn **CR** wie folgt:

- **CR** wählen
- Koordinaten des Endpunkts definieren
- Positiven oder negativen Radius definieren
- Drehsinn wählen
- Ggf. Vorschub definieren
- Ggf. Zusatzfunktion definieren

Hinweis

Der Abstand zwischen Start- und Endpunkt darf nicht größer als der Kreisdurchmesser sein.

Beispiel

```
10 L  X+40 Y+40  RL F200  M3
11 CR  X+70 Y+40  R+20 DR-      ; Kreisbahn 1
```

oder

```
11 CR  X+70 Y+40  R+20 DR+      ; Kreisbahn 2
```

oder

```
11 CR  X+70 Y+40  R-20 DR-      ; Kreisbahn 3
```

oder

```
11 CR  X+70 Y+40  R-20 DR+      ; Kreisbahn 4
```

8.3.8 Kreisbahn CT

Anwendung

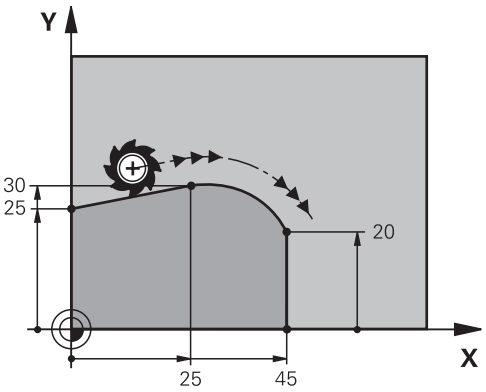
Mit der Funktion Kreisbahn **CT** programmieren Sie eine Kreisbahn, die tangential an das zuvor programmierte Konturelement anschließt.

Voraussetzung

- Vorheriges Konturelement programmiert

  Vor einer Kreisbahn **CT** muss ein Konturelement programmiert sein, an dem die Kreisbahn tangential anschließen kann. Dazu sind mindestens zwei NC-Sätze erforderlich.

Funktionsbeschreibung



Die Steuerung fährt das Werkzeug auf einer Kreisbahn, mit tangentialem Anschluss, von der aktuellen Position zum definierten Endpunkt. Der Startpunkt ist der Endpunkt des vorangegangenen NC-Satzes. Sie können den neuen Endpunkt mit max. zwei Achsen definieren.

Wenn Konturelemente ohne Knick- oder Eckpunkte stetig ineinander übergehen, ist der Übergang tangential.

Kreisbahn CT programmieren

Sie programmieren eine Kreisbahn **CT** wie folgt:

- **CT** wählen
- Koordinaten des Endpunkts definieren
- Ggf. Radiuskorrektur wählen
- Ggf. Vorschub definieren
- Ggf. Zusatzfunktion definieren

Hinweis

Das Konturelement und die Kreisbahn sollten beide Koordinaten der Ebene enthalten, in der die Kreisbahn ausgeführt wird.

Beispiel

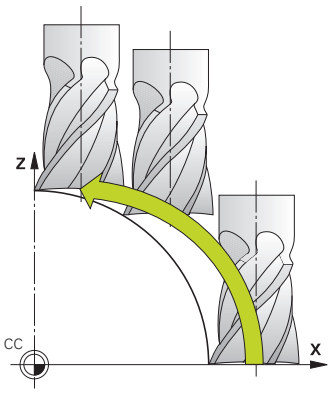
```
7 L  X+0 Y+25  RL F300  M3
8 L  X+25 Y+30
9 CT  X+45 Y+20
10 L  Y+0
```

8.3.9 Kreisbahn in einer anderen Ebene

Anwendung

Sie können auch Kreisbahnen programmieren, die nicht in der aktiven Bearbeitungsebene liegen.

Funktionsbeschreibung



Kreisbahnen in einer anderen Ebene programmieren Sie mit einer Achse der Bearbeitungsebene und der Werkzeugachse.

Weitere Informationen: "Bezeichnung der Achsen an Fräsmaschinen", Seite 100

Sie können Kreisbahnen in einer anderen Ebene mit folgenden Funktionen programmieren:

- **C**
- **CR**
- **CT**

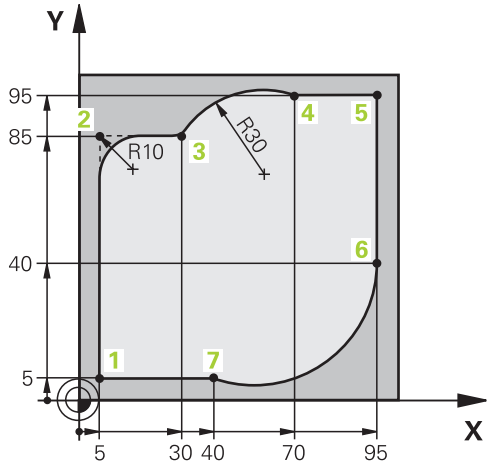
> Wenn Sie die Funktion **C** für Kreisbahnen in einer anderen Ebene nutzen, müssen Sie zuvor den Kreismittelpunkt **CC** mit einer Achse der Bearbeitungsebene und der Werkzeugachse definieren.

Wenn Sie diese Kreisbahnen rotieren, entstehen Raumkreise. Die Steuerung verfährt bei der Bearbeitung von Raumkreisen in drei Achsen.

Beispiel

```
3  TOOL CALL 1 Z S4000
4 ...
5 L  X+45 Y+25 Z+25 RR F200  M3
6 CC  X+25 Z+25
7 C  X+45 Z+25  DR+
```

8.3.10 Beispiel: kartesische Bahnfunktionen



0 BEGIN PGM CIRCULAR MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	; Rohteildefinition zur Simulation der Bearbeitung
3 TOOL CALL 1 Z S4000	; Werkzeugaufruf mit Werkzeugachse und Spindeldrehzahl
4 L Z+250 R0 FMAX	; Werkzeug in der Werkzeugachse mit Eilgang FMAX freifahren
5 L X-10 Y-10 R0 FMAX	; Werkzeug vorpositionieren
6 L Z-5 R0 F1000 M3	; Auf Bearbeitungstiefe mit Vorschub F = 1000 mm/min fahren
7 APPR LCT X+5 Y+5 R5 RL F300	; Kontur an Punkt 1 auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluss anfahren
8 L X+5 Y+85	; Erste Gerade für Ecke 2 programmieren
9 RND R10 F150	; Rundung mit R = 10 mm programmieren, Vorschub F = 150 mm/min
10 L X+30 Y+85	; Punkt 3 Startpunkt der Kreisbahn CR anfahren
11 CR X+70 Y+95 R+30 DR-	; Punkt 4 Endpunkt der Kreisbahn CR mit Radius R = 30 mm anfahren
12 L X+95	; Punkt 5 anfahren
13 L X+95 Y+40	; Punkt 6 Startpunkt der Kreisbahn CT anfahren
14 CT X+40 Y+5	; Punkt 7 Endpunkt der Kreisbahn CT anfahren, Kreisbogen mit tangentialem Anschluss an Punkt 6, Steuerung berechnet den Radius selbst
15 L X+5	; Letzten Konturpunkt 1 anfahren
16 DEP LCT X-20 Y-20 R5 F1000	; Kontur auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluss verlassen
17 L Z+250 R0 FMAX M2	; Werkzeug freifahren, Programmende
18 END PGM CIRCULAR MM	

8.4 Bahnfunktionen mit Polarkoordinaten

8.4.1 Übersicht der Polarkoordinaten

Mit Polarkoordinaten können Sie eine Position mit einem Winkel **PA** und einen Abstand **PR** zu einem zuvor definierten Pol **CC** programmieren.

Übersicht der Bahnfunktion mit Polarkoordinaten

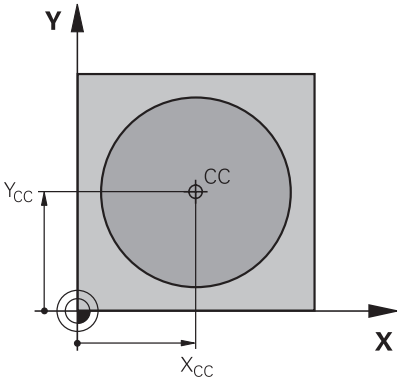
Taste	Funktion	Weitere Informationen
L + P	Gerade **LP** (line polar)	Seite 192
C + P	Kreisbahn **CP** (circle polar) Kreisbahn um Kreismittelpunkt bzw. Pol **CC** zum Kreisendpunkt	Seite 193
CT + P	Kreisbahn **CTP** (circle tangential polar) Kreisbahn mit tangentialem Anschluss an vorheriges Konturelement	Seite 194
C + P	Helix mit Kreisbahn **CP** (circle polar) Überlagerung einer Kreisbahn mit einer Geraden	Seite 195

8.4.2 Polarkoordinatenursprung Pol CC

Anwendung

Vor der Programmierung mit Polarkoordinaten müssen Sie einen Pol definieren. Alle Polarkoordinaten beziehen sich auf den Pol.

Funktionsbeschreibung



Mit der Funktion **CC** definieren Sie eine Position als Pol. Einen Pol definieren Sie durch Koordinateneingabe mit max. zwei Achsen. Wenn Sie keine Koordinaten eingeben, übernimmt die Steuerung die zuletzt definierte Position. Der Pol bleibt solange aktiv, bis Sie einen neuen Pol definieren. Die Steuerung fährt diese Position nicht an.

Pol CC programmieren

Sie programmieren einen Pol **CC** wie folgt:

- **CC** wählen
- Koordinaten des Pols definieren

Beispiel

```
11 CC  X+30 Y+10
```

8.4.3 Gerade LP

Anwendung

Mit der Funktion Gerade **LP** programmieren Sie eine gerade Verfahrbewegung in beliebiger Richtung mit Polarkoordinaten.

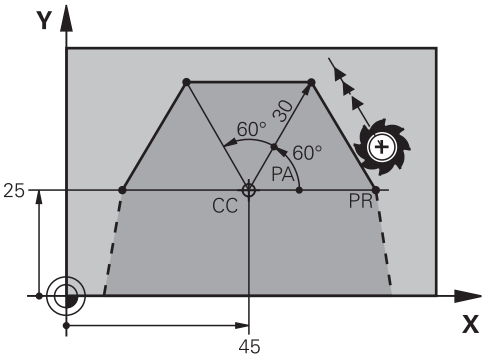
Voraussetzung

- Pol **CC**

  Bevor Sie mit Polarkoordinaten programmieren, müssen Sie einen Pol **CC** definieren.

  Weitere Informationen: "Polarkoordinatenursprung Pol CC", Seite 191

Funktionsbeschreibung



Die Steuerung fährt das Werkzeug auf einer Geraden von der aktuellen Position zum definierten Endpunkt. Der Startpunkt ist der Endpunkt des vorangegangenen NC-Satzes.

Sie definieren die Gerade mit dem Polarkoordinatenradius **PR** und dem Polarkoordinatenwinkel **PA**. Der Polarkoordinatenradius **PR** ist der Abstand des Endpunkts zum Pol.

Das Vorzeichen von **PA** ist durch die Winkelbezugsachse festgelegt:

- Winkel der Winkelbezugsachse zu **PR** gegen den Uhrzeigersinn: **PA**>0
- Winkel der Winkelbezugsachse zu **PR** im Uhrzeigersinn: **PA**<0

Gerade LP programmieren

Sie programmieren eine Gerade wie folgt:

- **L** wählen

- **P** wählen
- Polarkoordinatenradius **PR** definieren
- Polarkoordinatenwinkel **PA** definieren
- Ggf. Radiuskorrektur wählen
- Ggf. Vorschub definieren
- Ggf. Zusatzfunktion definieren

Hinweis

In der Spalte **Formular** können Sie zwischen der Syntax zur kartesischen und polaren Koordinateneingabe umschalten.

Weitere Informationen: "Spalte Formular im Arbeitsbereich Programm", Seite 116

Beispiel

```
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
```

8.4.4 Kreisbahn CP um Pol CC

Anwendung

Mit der Funktion Kreisbahn **CP** programmieren Sie eine Kreisbahn um den definierten Pol.

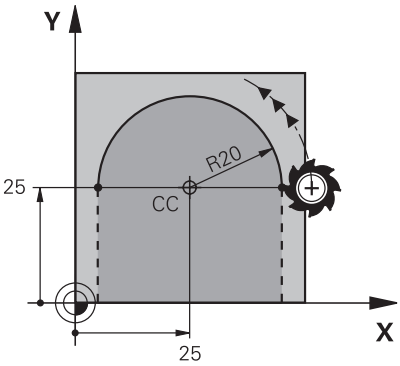
Voraussetzung

- Pol **CC**

  Bevor Sie mit Polarkoordinaten programmieren, müssen Sie einen Pol **CC** definieren.

  Weitere Informationen: "Polarkoordinatenursprung Pol CC", Seite 191

Funktionsbeschreibung



Die Steuerung fährt das Werkzeug auf einer Kreisbahn von der aktuellen Position zum definierten Endpunkt. Der Startpunkt ist der Endpunkt des vorangegangenen NC-Satzes.

Der Abstand des Startpunkts zum Pol ist automatisch sowohl der Polarkoordinatenradius **PR** als auch der Radius der Kreisbahn. Sie definieren, welchen Polarkoordinatenwinkel **PA** die Steuerung mit diesem Radius verfährt.

Kreisbahn CP programmieren

Sie programmieren eine Kreisbahn **CP** wie folgt:

- **C** wählen

- **P** wählen
- Polarkoordinatenwinkel **PA** definieren
- Drehsinn wählen
- Ggf. Vorschub definieren
- Ggf. Zusatzfunktion definieren

Hinweise

- Im Arbeitsbereich **Formular** können Sie zwischen der Syntax zur kartesischen und polaren Koordinateneingabe umschalten.
- Wenn Sie **PA** inkremental definieren, müssen Sie den Drehsinn mit dem gleichen Vorzeichen definieren.

  Beachten Sie dieses Verhalten beim Importieren von NC-Programmen älterer Steuerungen und passen Sie die NC-Programme ggf. an.

Beispiel

```
18 LP  PR+20 PA+0  RR F250  M3
19 CC  X+25 Y+25
20 CP  PA+180 DR+
```

8.4.5 Kreisbahn CTP

Anwendung

Mit der Funktion **CTP** programmieren Sie eine Kreisbahn mit Polarkoordinaten, die tangential an das zuvor programmierte Konturelement anschließt.

Voraussetzungen

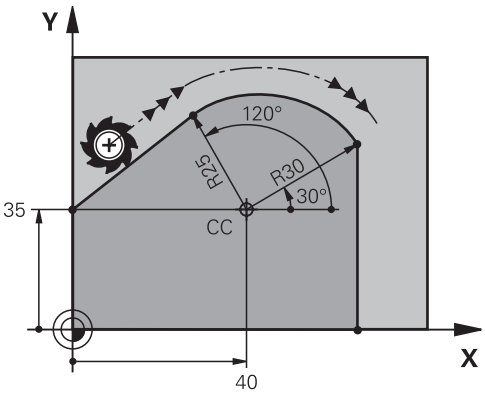
- Pol **CC**

  Bevor Sie mit Polarkoordinaten programmieren, müssen Sie einen Pol **CC** definieren.

  Weitere Informationen: "Polarkoordinatenursprung Pol CC", Seite 191
- Vorheriges Konturelement programmiert

  Vor einer Kreisbahn **CTP** muss ein Konturelement programmiert sein, an dem die Kreisbahn tangential anschließen kann. Dazu sind mindestens zwei Positioniersätze erforderlich.

Funktionsbeschreibung



Die Steuerung fährt das Werkzeug auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluss, von der aktuellen Position auf den polar definierten Endpunkt. Der Startpunkt ist der Endpunkt des vorangegangenen NC-Satzes.

Wenn Konturelemente ohne Knick- oder Eckpunkte stetig ineinander übergehen, ist der Übergang tangential.

Kreisbahn CTP programmieren

Sie programmieren eine Kreisbahn **CTP** wie folgt:

- **CT** wählen

- **P** wählen
- Polarkoordinatenradius **PR** definieren
- Polarkoordinatenwinkel **PA** definieren
- Ggf. Vorschub definieren
- Ggf. Zusatzfunktion definieren

Hinweise

- Der Pol ist **nicht** der Mittelpunkt des Konturkreises!
- In der Spalte **Formular** können Sie zwischen der Syntax zur kartesischen und polaren Koordinateneingabe umschalten.

  Weitere Informationen: "Spalte Formular im Arbeitsbereich Programm", Seite 116

Beispiel

```
12 L  X+0 Y+35  RL F250  M3
13 CC  X+40 Y+35
14 LP  PR+25 PA+120
15 CTP  PR+30 PA+30
16 L  Y+0
```

8.4.6 Helix

Anwendung

Eine Helix ist eine zylindrische Spirale und wird mithilfe einer Kreisbahn mit konstanter Steigung programmiert.

Voraussetzungen

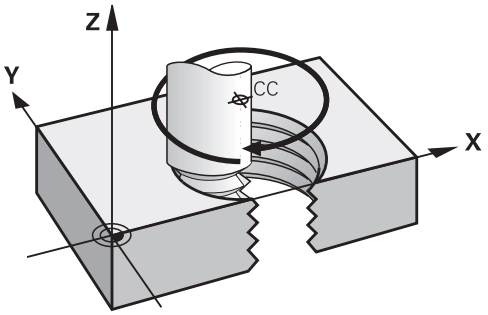
Die Bahnbewegungen für eine Helix können Sie nur mit einer Kreisbahn **CP** programmieren.

Weitere Informationen: "Kreisbahn CP um Pol CC", Seite 193

Bevor Sie mit Polarkoordinaten programmieren, müssen Sie einen Pol **CC** definieren.

Weitere Informationen: "Polarkoordinatenursprung Pol CC", Seite 191

Funktionsbeschreibung



Eine Helix entsteht aus der Überlagerung einer Kreisbahn **CP** mit einer senkrechten Geraden. Die Kreisbahn **CP** programmieren Sie in der Bearbeitungsebene.

Eine Helix verwenden Sie in folgenden Fällen:

- Innen- und Außengewinde mit größeren Durchmessern
- Schmiernuten

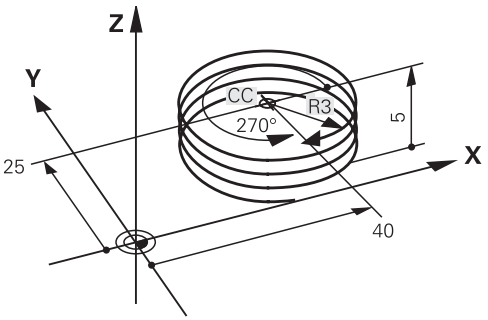
Abhängigkeiten verschiedener Gewindeformen

Die Tabelle zeigt für die verschiedenen Gewindeformen die Abhängigkeiten zwischen Arbeitsrichtung, Drehsinn und Radiuskorrektur:

Innengewinde	Arbeitsrichtung	Drehsinn	Radiuskorrektur
Rechtsgängig	Z+	**DR+**	**RL**
	Z–	**DR-**	**RR**
Linksgängig	Z+	**DR-**	**RR**
	Z–	**DR+**	**RL**

Außengewinde	Arbeitsrichtung	Drehsinn	Radiuskorrektur
Rechtsgängig	Z+	**DR+**	**RR**
	Z–	**DR-**	**RL**
Linksgängig	Z+	**DR-**	**RL**
	Z–	**DR+**	**RR**

Helix programmieren



> Definieren Sie für den Drehsinn **DR** und den inkrementalen Gesamtwinkel **IPA** das gleiche Vorzeichen, da sonst das Werkzeug ggf. eine falsche Bahn fährt.

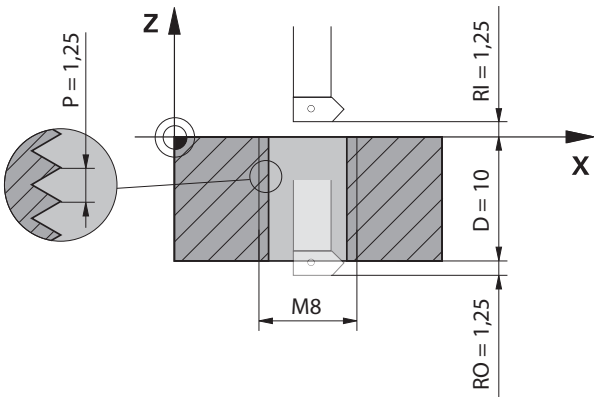
Eine Helix programmieren Sie wie folgt:

- **C** wählen

- **P** wählen

- **I** wählen
- Inkrementalen Gesamtwinkel **IPA** definieren
- Inkrementale Gesamthöhe **IZ** definieren
- Drehsinn wählen
- Radiuskorrektur wählen
- Ggf. Vorschub definieren
- Ggf. Zusatzfunktion definieren

Beispiel



Dieses Beispiel enthält folgende Vorgaben:

- Gewinde **M8**
- Linksschneidender Gewindefräser

Folgende Informationen können Sie aus der Zeichnung und den Vorgaben ableiten:

- Innenbearbeitung
- Rechtsgängiges Gewinde
- Radiuskorrektur **RR**

Die abgeleiteten Informationen erfordern die Arbeitsrichtung Z–.

Weitere Informationen: "Abhängigkeiten verschiedener Gewindeformen", Seite 196

Bestimmen und berechnen Sie folgende Werte:

- Inkrementale Gesamtbearbeitungstiefe
- Anzahl der Gewindegänge
- Inkrementaler Gesamtwinkel

Formel	Definition
$IZ = D + RI + RO$	Die inkrementale Gesamtbearbeitungstiefe **IZ** ergibt sich aus der Gewindetiefe **D** (depth) sowie aus den optionalen Werten des Gewindeanlaufs **RI** (run-in) und des Gewindeauslaufs **RO** (run-out).
$n = IZ \div P$	Die Anzahl der Gewindegänge **n** (number) ergibt sich aus der inkrementalen Gesamtbearbeitungstiefe **IZ** dividiert durch die Steigung **P** (pitch).
$IPA = n \times 360°$	Der inkrementale Gesamtwinkel **IPA** ergibt sich aus der Anzahl der Gewindegänge **n** (number) multipliziert mit 360° für eine vollständige Umdrehung.

11 L Z+1,25 R0 FMAX	; In der Werkzeugachse vorpositionieren
12 L X+4 Y+0 RR F500	; In der Ebene vorpositionieren
13 CC X+0 Y+0	; Pol aktivieren
14 CP IPA-3600 IZ-12.5 DR-	; Gewinde herstellen

Alternative Lösung mit Programmteilwiederholung

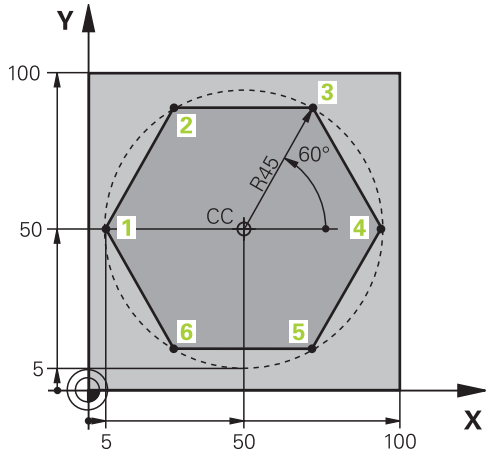
11 L Z+1.25	; In der Werkzeugachse vorpositionieren
12 L X+4 Y+0 RR F500	; In der Ebene vorpositionieren
13 CC X+0 Y+0	; Pol aktivieren
14 LBL 1	
15 CP IPA-360 IZ-1.25 DR-	; Ersten Gewindegang des Gewindes fertigen
16 LBL CALL 1 REP 9	; Folgende neun Gewindegänge des Gewindes fertigen, **REP 9** = Anzahl der verbleibenden Bearbeitungen

Der Lösungsansatz nutzt die Gewindesteigung direkt als inkrementale Zustelltiefe pro Umdrehung.

REP zeigt die Anzahl der notwendigen Wiederholungen, die zur Erreichung der errechneten zehn Zustellungen notwendig sind.

Weitere Informationen: "Unterprogramme und Programmteilwiederholungen mit Label LBL", Seite 216

8.4.7 Beispiel: polare Geraden



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

8.5 Kontur anfahren und verlassen

8.5.1 Übersicht der Bahnformen

Mithilfe der An- und Wegfahrfunktionen fährt das Werkzeug die Kontur weich an oder von der Kontur weg, ohne Bearbeitungsmarken zu hinterlassen.

Der Ordner **APPR** des Fensters **NC-Funktion einfügen** enthält folgende Funktionen:

Symbol	Funktion	Weitere Informationen
	APPR LT oder **APPR PLT** Kontur mit einer Geraden mit tangentialem Anschluss kartesisch oder polar anfahren	Seite 204
	APPR LN oder **APPR PLN** Kontur mit einer Geraden senkrecht zum ersten Konturpunkt kartesisch oder polar anfahren	Seite 205
	APPR CT oder **APPR PCT** Kontur mit einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluss kartesisch oder polar anfahren	Seite 206
	APPR LCT oder **APPR PLCT** Kontur mit einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluss und Geradenstück kartesisch oder polar anfahren	Seite 207

Der Ordner **DEP** des Fensters **NC-Funktion einfügen** enthält folgende Funktionen:

Symbol	Funktion	Weitere Informationen
	DEP LT Kontur mit einer Geraden mit tangentialem Anschluss verlassen	Seite 209
	DEP LN Kontur mit einer Geraden senkrecht zum letzten Konturpunkt verlassen	Seite 209
	DEP CT Kontur mit einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluss verlassen	Seite 210
	DEP LCT oder **DEP PLCT** Kontur mit einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluss und Geradenstück kartesisch oder polar verlassen	Seite 210

Sie können im Formular oder mit der Taste **P** zwischen kartesischer oder polarer Koordinateneingabe wechseln.

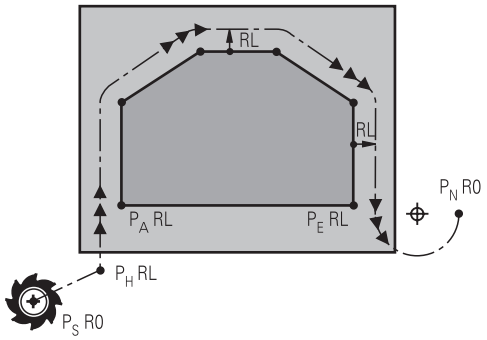
Weitere Informationen: "Grundlagen zur Koordinatendefinition", Seite 172

Helix anfahren und verlassen

Beim Anfahren und Verlassen einer Helix fährt das Werkzeug in der Verlängerung der Helix und schließt auf einer tangentialen Kreisbahn an die Kontur an. Verwenden Sie dazu die Funktionen **APPR CT** und **DEP CT**.

Weitere Informationen: "Helix", Seite 195

8.5.2 Positionen beim Anfahren und Verlassen



HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die Steuerung fährt von der aktuellen Position (Startpunkt P_S) zum Hilfspunkt P_H im zuletzt programmierten Vorschub. Wenn Sie im letzten Positioniersatz vor der Anfahrfunktion **FMAX** programmiert haben, dann fährt die Steuerung auch den Hilfspunkt P_H im Eilgang an.

- Vor der Anfahrfunktion einen anderen Vorschub als **FMAX** programmieren

Die Steuerung verwendet folgende Positionen beim Anfahren und Verlassen einer Kontur:

- Startpunkt P_S

  Den Startpunkt P_S programmieren Sie vor einem Anfahrsatz ohne Radiuskorrektur. Die Position des Startpunkts liegt außerhalb der Kontur.
- Hilfspunkt P_H

  Bei einigen Bahnformen wird zum An- oder Wegfahren der Kontur ein Hilfspunkt P_H benötigt. Die Steuerung berechnet den Hilfspunkt aus den Angaben der An- oder Wegfahrsätze.
- Erster Konturpunkt P_A

  Den ersten Konturpunkt P_A programmieren Sie im Anfahrsatz zusammen mit der Radiuskorrektur.
- Letzter Konturpunkt P_E

  Den letzten Konturpunkt P_E programmieren Sie mit einer beliebigen Bahnfunktion.
- Endpunkt P_N

  Die Position P_N liegt außerhalb der Kontur und ergibt sich aus den Angaben im Wegfahrsatz. Der Wegfahrsatz hebt die Radiuskorrektur automatisch auf.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die Steuerung führt keine automatische Kollisionsprüfung zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück durch. Falsche Vorpositionierung und falsche Hilfspunkte P_H können zusätzlich zu Konturverletzungen führen. Während der Anfahrbewegung besteht Kollisionsgefahr!

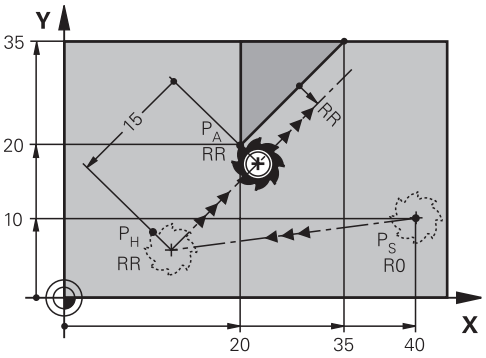
- Geeignete Vorposition programmieren
- Hilfspunkt P_H, Ablauf und Kontur mithilfe der grafischen Simulation prüfen

8.5.3 Anfahrfunktionen APPR LT und APPR PLT

Anwendung

Mit diesen Funktionen fährt die Steuerung die Kontur auf einer Geraden mit tangentialem Anschluss an. Mit **APPR LT** definieren Sie den Startpunkt der Kontur kartesisch und mit **APPR PLT** polar.

Funktionsbeschreibung



Die Steuerung fährt wie folgt an die Kontur an:

- Eine Gerade vom Startpunkt P_S auf einen Hilfspunkt P_H
- Eine Gerade, tangential vom Hilfspunkt P_H zum ersten Konturpunkt P_A

  Der Hilfspunkt P_H hat den Abstand **LEN** zum ersten Konturpunkt P_A.

APPR LT und APPR PLT programmieren

> Wenn Sie diese Bahnform polar programmieren, müssen Sie zuvor einen Pol **CC** definieren.
>
> **Weitere Informationen:** "Polarkoordinatenursprung Pol CC", Seite 191

Sie definieren die Anfahrfunktionen wie folgt:

- Mit beliebiger Bahnfunktion Startpunkt P_S anfahren

APPR /DEP

- **APPR DEP** wählen
- > Die Steuerung öffnet das Fenster **NC-Funktion einfügen**.

- Bahnform wählen, z. B. **APPR LT**
- Koordinaten des ersten Konturpunkts P_A definieren
- Abstand des Hilfspunkts P_H mit **LEN** definieren
- Radiuskorrektur **RR/RL** wählen

Beispiel APPR LT

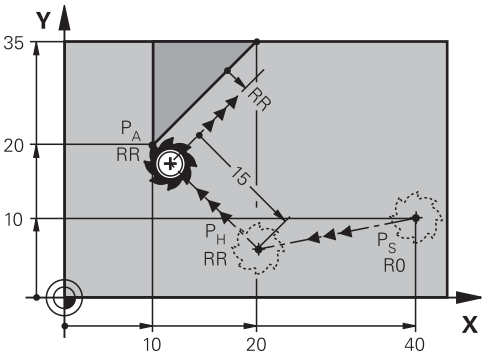
11 L X+40 Y+10 R0 FMAX M3	; P_S ohne Radiuskorrektur anfahren
12 APPR LT X+20 Y+20 Z-10 LEN15 RR F100	; P_A mit Radiuskorr. RR, Abstand P_H zu P_A: LEN 15
13 L X+35 Y+35	; Endpunkt erstes Konturelement
14 L ...	; Nächstes Konturelement

8.5.4 Anfahrfunktionen APPR LN und APPR PLN

Anwendung

Mit diesen Funktionen fährt die Steuerung die Kontur auf einer Geraden senkrecht zum ersten Konturpunkt an. Mit **APPR LN** definieren Sie den Startpunkt der Kontur kartesisch und mit **APPR PLN** polar.

Funktionsbeschreibung



Die Steuerung fährt wie folgt an die Kontur an:

- Eine Gerade vom Startpunkt P_S auf einen Hilfspunkt P_H
- Eine Gerade, senkrecht vom Hilfspunkt P_H zum ersten Konturpunkt P_A

  Der Hilfspunkt P_H hat den Abstand **LEN** zum ersten Konturpunkt P_A.

> Wenn Sie mit **R0** programmieren, stoppt die Steuerung die Bearbeitung oder Simulation mit einer Fehlermeldung.
>
> Dieses Verhalten ist abweichend zur Steuerung iTNC 530.

APPR LN und APPR PLN programmieren

> Wenn Sie diese Bahnform polar programmieren, müssen Sie zuvor einen Pol **CC** definieren.
>
> **Weitere Informationen:** "Polarkoordinatenursprung Pol CC", Seite 191

Sie definieren die Anfahrfunktionen wie folgt:

- Mit beliebiger Bahnfunktion Startpunkt P_S anfahren

APPR /DEP

- **APPR DEP** wählen
- > Die Steuerung öffnet das Fenster **NC-Funktion einfügen**.

- Bahnform wählen, z. B. **APPR LN**
- Koordinaten des ersten Konturpunkts P_A definieren
- Abstand des Hilfspunkts P_H mit **LEN** positiv definieren
- Radiuskorrektur **RR/RL** wählen

Beispiel APPR LN

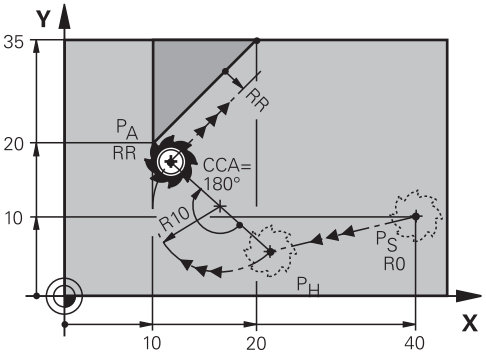
11 L X+40 Y+10 R0 FMAX M3	; P_S ohne Radiuskorrektur anfahren
12 APPR LN X+10 Y+20 Z-10 LEN15 RR F100	; P_A mit Radiuskorr. RR, Abstand P_H zu P_A: LEN 15
13 L X+20 Y+35	; Endpunkt erstes Konturelement
14 L ...	; Nächstes Konturelement

8.5.5 Anfahrfunktionen APPR CT und APPR PCT

Anwendung

Mit diesen Funktionen fährt die Steuerung die Kontur auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluss an. Mit **APPR CT** definieren Sie den Startpunkt der Kontur kartesisch und mit **APPR PCT** polar.

Funktionsbeschreibung



Die Steuerung fährt wie folgt an die Kontur an:

- Eine Gerade vom Startpunkt P_S auf einen Hilfspunkt P_H
- Eine Kreisbahn, die tangential in das erste Konturelement übergeht, vom Hilfspunkt P_H zum ersten Konturpunkt P_A

  Die Kreisbahn von P_H nach P_A ist festgelegt durch den Mittelpunktswinkel **CCA** und dem Radius **R**. Der Drehsinn der Kreisbahn hängt von der aktiven Radiuskorrektur und dem Vorzeichen des Radius **R** ab.

Die Tabelle zeigt den Zusammenhang zwischen der Radiuskorrektur, dem Vorzeichen des Radius **R** und dem Drehsinn:

Radiuskorrektur	Vorzeichen R	Drehsinn
RL	Positiv	Gegen den Uhrzeigersinn
RL	Negativ	Im Uhrzeigersinn
RR	Positiv	Im Uhrzeigersinn
RR	Negativ	Gegen den Uhrzeigersinn

Für den Mittelpunktswinkel **CCA** gilt Folgendes:

- Nur positive Eingabewerte
- Maximaler Eingabewert 360°

APPR CT und APPR PCT programmieren

> Wenn Sie diese Bahnform polar programmieren, müssen Sie zuvor einen Pol **CC** definieren.
>
> **Weitere Informationen:** "Polarkoordinatenursprung Pol CC", Seite 191

Sie definieren die Anfahrfunktionen wie folgt:

- Mit beliebiger Bahnfunktion Startpunkt P_S anfahren

APPR /DEP

- **APPR DEP** wählen
- > Die Steuerung öffnet das Fenster **NC-Funktion einfügen**.
- Bahnform wählen, z. B. **APPR CT**
- Koordinaten des ersten Konturpunkts P_A definieren
- Mittelpunktswinkel **CCA** definieren
- Radius **R** der Kreisbahn definieren
- Radiuskorrektur **RR/RL** wählen

Hinweise

- Wenn Sie den Radius **R** negativ eingeben, verändert sich die Position des Hilfspunkts P_H.
- Wenn Sie mit **R0** programmieren, stoppt die Steuerung die Bearbeitung oder Simulation mit einer Fehlermeldung. Dieses Verhalten ist abweichend zur Steuerung iTNC 530.

Beispiel APPR CT

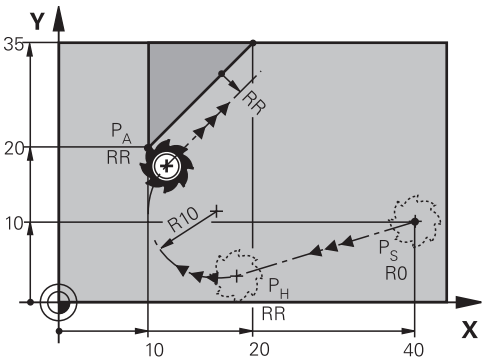
11 L X+40 Y+10 R0 FMAX M3	; P_S ohne Radiuskorrektur anfahren
12 APPR CT X+10 Y+20 Z-10 CCA180 R+10 RR F100	; P_A mit Radiuskorr. RR, Radius der Kreisbahn: R 10
13 L X+20 Y+35	; Endpunkt erstes Konturelement
14 L ...	; Nächstes Konturelement

8.5.6 Anfahrfunktionen APPR LCT und APPR PLCT

Anwendung

Mit diesen Funktionen fährt die Steuerung die Kontur auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluss und Geradenstück an. Mit **APPR LCT** definieren Sie den Startpunkt der Kontur kartesisch und mit **APPR PLCT** polar.

Funktionsbeschreibung



Die Steuerung fährt wie folgt an die Kontur an:

- Eine Gerade vom Startpunkt P_S auf einen Hilfspunkt P_H

  Wenn Sie im Anfahrsatz die Z-Koordinate programmieren, fährt die Steuerung vom Startpunkt P_S simultan auf den Hilfspunkt P_H.
- Eine Kreisbahn, in der Bearbeitungsebene, vom Hilfspunkt P_H zum ersten Konturpunkt P_A

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

> Der im Anfahrsatz programmierte Vorschub ist wirksam für die gesamte Strecke, die die Steuerung im Anfahrsatz verfährt. Wenn vor dem Anfahrsatz kein Vorschub programmiert ist, gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus.

APPR LCT und APPR PLCT programmieren

> Wenn Sie diese Bahnform polar programmieren, müssen Sie zuvor einen Pol **CC** definieren.
>
> **Weitere Informationen:** "Polarkoordinatenursprung Pol CC", Seite 191

Sie definieren die Anfahrfunktionen wie folgt:

- Mit beliebiger Bahnfunktion Startpunkt P_S anfahren

APPR /DEP

- **APPR DEP** wählen
- > Die Steuerung öffnet das Fenster **NC-Funktion einfügen**.

- Bahnform wählen, z. B. **APPR LCT**
- Koordinaten des ersten Konturpunkts P_A definieren
- Radius **R** der Kreisbahn positiv definieren
- Radiuskorrektur **RR/RL** wählen

Beispiel APPR LCT

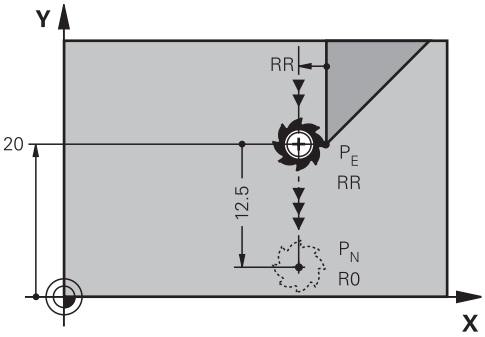
11 L X+40 Y+10 R0 FMAX M3	; P_S ohne Radiuskorrektur anfahren
12 APPR LCT X+10 Y+20 Z-10 R10 RR F100	; P_A mit Radiuskorr. RR, Radius der Kreisbahn: R 10
13 L X+20 Y+35	; Endpunkt erstes Konturelement
14 L ...	; Nächstes Konturelement

8.5.7 Wegfahrfunktion DEP LT

Anwendung

Mit der Funktion **DEP LT** verlässt die Steuerung die Kontur auf einer Geraden mit tangentialem Anschluss.

Funktionsbeschreibung



Die Steuerung verlässt die Kontur wie folgt:

- Eine Gerade 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.

DEP LT programmieren

Sie definieren die Wegfahrfunktion wie folgt:

▶ Letztes Konturelement mit Endpunkt P_E und Radiuskorrektur programmieren

APPR /DEP

▶ **APPR DEP** wählen

> Die Steuerung öffnet das Fenster **NC-Funktion einfügen**.

▶ **DEP LT** wählen

▶ Abstand des Hilfspunkts P_H mit **LEN** definieren

Beispiel

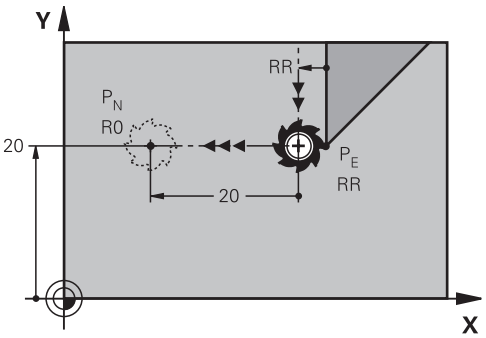
11 L Y+20 RR F100	; Letztes Konturelement P_E mit Radiuskorr. RR
12 DEP LT LEN12.5 F100	; Abstand P_E zu P_N: LEN 12,5
13 L Z+100 FMAX M2	; Z freifahren, Rücksprung, Programmende

8.5.8 Wegfahrfunktion DEP LN

Anwendung

Mit der Funktion **DEP LN** verlässt die Steuerung die Kontur auf einer Geraden senkrecht zum letzten Konturpunkt.

Funktionsbeschreibung



Die Steuerung verlässt die Kontur wie folgt:

- Eine Gerade 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** + Werkzeugradius.

DEP LN programmieren

Sie definieren die Wegfahrfunktion wie folgt:

▶ Letztes Konturelement mit Endpunkt P_E und Radiuskorrektur programmieren

APPR /DEP

▶ **APPR DEP** wählen
> Die Steuerung öffnet das Fenster **NC-Funktion einfügen**.

▶ **DEP LN** wählen
▶ Abstand des Hilfspunkts P_H mit **LEN** positiv definieren

Beispiel

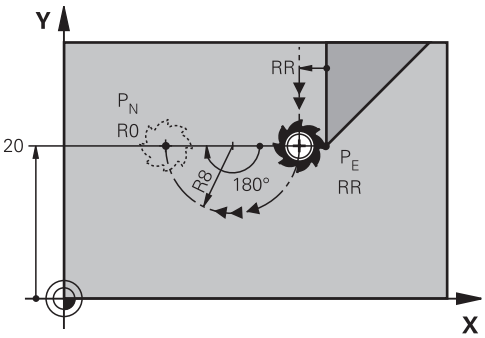
11 L Y+20 RR F100	; Letztes Konturelement P_E mit Radiuskorr. RR
12 DEP LN LEN+20 F100	; Abstand P_E zu P_N: LEN 20
13 L Z+100 FMAX M2	; Z freifahren, Rücksprung, Programmende

8.5.9 Wegfahrfunktion DEP CT

Anwendung

Mit der Funktion **DEP CT** verlässt die Steuerung die Kontur auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluss.

Funktionsbeschreibung



Die Steuerung verlässt die Kontur wie folgt:

- Eine Kreisbahn vom letzten Konturpunkt P_E zum Endpunkt P_N
- Die Kreisbahn schließt tangential an das letzte Konturelement an
  Die Kreisbahn von P_E nach P_N ist festgelegt durch den Mittelpunktswinkel **CCA** und dem Radius **R**. Der Drehsinn der Kreisbahn hängt von der aktiven Radiuskorrektur und dem Vorzeichen des Radius **R** ab.

Die Tabelle zeigt den Zusammenhang zwischen der Radiuskorrektur, dem Vorzeichen des Radius **R** und dem Drehsinn:

Radiuskorrektur	Vorzeichen R	Drehsinn
RL	Positiv	Gegen den Uhrzeigersinn
RL	Negativ	Im Uhrzeigersinn
RR	Positiv	Im Uhrzeigersinn
RR	Negativ	Gegen den Uhrzeigersinn

Für den Mittelpunktswinkel **CCA** gilt Folgendes:

- Nur positive Eingabewerte
- Maximaler Eingabewert 360°

Hinweis

Wenn Sie den Radius **R** negativ eingeben, verändert sich die Position des Endpunkts P_N.

Beispiel

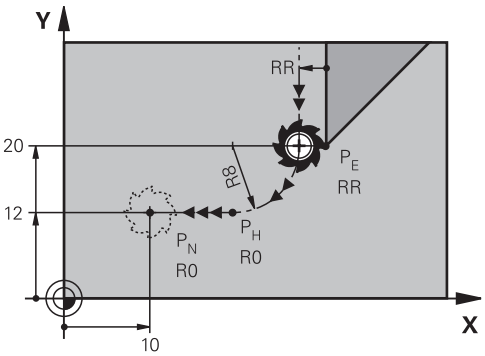
11 L Y+20 RR F100	; Letztes Konturelement P_E mit Radiuskorr. RR
12 DEP CT CCA 180 R+8 F100	; Mittelpunktswinkel CCA 180°, Radius der Kreisbahn: R 8
13 L Z+100 FMAX M2	; Z freifahren, Rücksprung, Programmende

8.5.10 Wegfahrfunktionen DEP LCT und DEP PLCT

Anwendung

Mit diesen Funktionen verlässt die Steuerung die Kontur auf einer Kreisbahn mit tangentialem Anschluss und Geradenstück. Mit **DEP LCT** definieren Sie den Endpunkt kartesisch und mit **DEP PLCT** polar.

Funktionsbeschreibung



Die Steuerung verlässt die Kontur wie folgt:

- Eine Kreisbahn vom letzten Konturpunkt P_E zum Hilfspunkt P_H
- Eine Gerade vom Hilfspunkt P_H zum Endpunkt P_N

  Wenn Sie im Wegfahrsatz die Z-Koordinate programmieren, fährt die Steuerung vom Hilfspunkt P_H simultan auf den Endpunkt P_N.

  Die Kreisbahn schließt sowohl an das letzte Konturelement, als auch an die Gerade von P_H bis P_N tangential an. Damit ist die Kreisbahn durch den Radius **R** eindeutig festgelegt.

DEP LCT und DEP PLCT programmieren

> Wenn Sie diese Bahnform polar programmieren, müssen Sie zuvor einen Pol **CC** definieren.
>
> **Weitere Informationen:** "Polarkoordinatenursprung Pol CC", Seite 191

Sie definieren die Wegfahrfunktionen wie folgt:

- Letztes Konturelement mit Endpunkt P_E und Radiuskorrektur programmieren

APPR /DEP

- **APPR DEP** wählen
- > Die Steuerung öffnet das Fenster **NC-Funktion einfügen**.

- Bahnform wählen, z. B. **DEP LN**
- Koordinaten des Endpunkts P_N definieren
- Radius **R** der Kreisbahn positiv definieren

Beispiel DEP LCT

11 L Y+20 RR F100	; Letztes Konturelement P_E mit Radiuskorr. RR
12 DEP LCT X+10 Y+12 R+8 F100	; Koordinaten P_N, Radius der Kreisbahn: R 8
13 L Z+100 FMAX M2	; Z freifahren, Rücksprung, Programmende

Definitionen

Abkürzung	Definition
APPR (approach)	Anfahrfunktion
DEP (departure)	Wegfahrfunktion
L (line)	Linie
C (circle)	Kreis
T (tangential)	Stetiger, glatter Übergang
N (normal)	Senkrechte

9

Programmiertech-niken

9.1 Unterprogramme und Programmteilwiederholungen mit Label LBL

Anwendung

Einmal programmierte Bearbeitungsschritte können Sie mit Unterprogrammen und Programmteil-Wiederholungen wiederholt ausführen lassen. Mit Unterprogrammen fügen Sie Konturen oder komplette Bearbeitungsschritte nach dem Programmende ein und rufen sie im NC-Programm auf. Mit Programmteil-Wiederholungen wiederholen Sie einzelne oder mehrere NC-Sätze während des NC-Programms. Sie können Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen auch kombinieren.

Sie programmieren Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen mit der NC-Funktion **LBL**.

Verwandte Themen

- NC-Programme innerhalb eines anderen NC-Programms abarbeiten
  Weitere Informationen: "NC-Programm aufrufen mit PGM CALL", Seite 220
- Sprünge mit Bedingungen als Wenn-dann-Entscheidungen
  Weitere Informationen: "Ordner Sprungbefehle", Seite 486

Funktionsbeschreibung

Sie definieren die Bearbeitungsschritte für Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen mit Label **LBL**.

Im Zusammenhang mit Labels bietet die Steuerung folgende Tasten und Symbole:

Taste oder Symbol	Funktion
LBL SET	**LBL** erstellen
LBL CALL	**LBL** aufrufen: Zu Label im NC-Programm springen
1 2 ...	Bei **LBL**-Nummer: Nächste freie Nummer automatisch eintragen

Label definieren mit LBL SET

Mit der Funktion **LBL SET** definieren Sie ein neues Label im NC-Programm.

Jedes Label muss im NC-Programm mithilfe einer Nummer oder eines Namens eindeutig identifizierbar sein. Wenn eine Nummer oder ein Name zweimal im NC-Programm vorhanden ist, zeigt die Steuerung eine Warnung vor dem NC-Satz.

LBL 0 kennzeichnet das Ende eines Unterprogramms. Diese Nummer darf als einzige beliebig oft im NC-Programm vorkommen.

Eingabe

11 LBL "Reset"	; Unterprogramm zum Rücksetzen einer Koordinatentransformation
12 TRANS DATUM RESET	
13 LBL 0	

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
LBL	Syntaxeröffner für ein Label
0 oder **" "**	Nummer oder Name des Labels Feste oder variable Nummer oder Name Eingabe: **0...65535** oder **Textbreite 32** Sie können mit einem Symbol automatisch die nächste freie Nummer eintragen. **Weitere Informationen:** "Funktionsbeschreibung", Seite 216

Label aufrufen mit CALL LBL

Mit der Funktion **CALL LBL** rufen Sie ein Label im NC-Programm auf.

Wenn die Steuerung **CALL LBL** liest, springt sie zu dem definierten Label und arbeitet das NC-Programm von diesem NC-Satz weiter ab. Wenn die Steuerung **LBL 0** liest, springt sie zurück zu dem nächsten NC-Satz nach **CALL LBL**.

Bei Programmteil-Wiederholungen können Sie optional definieren, dass die Steuerung den Sprung mehrmals ausführt.

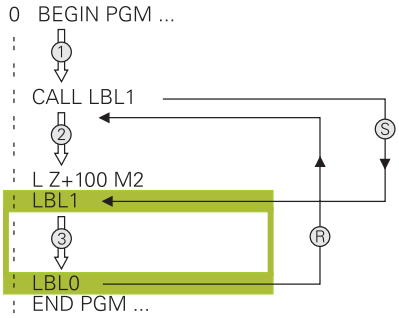
Eingabe

11 CALL LBL 1 REP2	; Label 1 zweimal aufrufen

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
CALL LBL	Syntaxeröffner für den Aufruf eines Labels
Nummer, **" "** oder **QS**	Nummer oder Name des Labels Feste oder variable Nummer oder Name Eingabe: **1...65535** oder **Textbreite 32** oder **0...1999** Sie können das Label mit einem Auswahlmenü aus allen im NC-Programm vorhandenen Labeln wählen.
REP	Anzahl der Wiederholungen, bis die Steuerung den nächsten NC-Satz bearbeitet Syntaxelement optional

Unterprogramme



Mit einem Unterprogramm können Sie Teile eines NC-Programms beliebig oft an verschiedenen Stellen des NC-Programms aufrufen, z. B. eine Kontur oder Bearbeitungspositionen.

Ein Unterprogramm beginnt mit einem Label **LBL** und endet mit **LBL 0**. Mit **CALL LBL** rufen Sie das Unterprogramm von einer beliebigen Stelle des NC-Programms auf. Dabei dürfen Sie keine Wiederholungen mit **REP** definieren.

Die Steuerung arbeitet das NC-Programm wie folgt ab:

1 Die Steuerung arbeitet das NC-Programm bis zur Funktion **CALL LBL** ab.
2 Die Steuerung springt zum Anfang des definierten Unterprogramms **LBL**.
3 Die Steuerung arbeitet das Unterprogramm bis zum Unterprogrammende **LBL 0** ab.
4 Danach springt die Steuerung zum nächsten NC-Satz nach **CALL LBL** und führt das NC-Programm fort.

Für Unterprogramme gelten folgende Rahmenbedingungen:

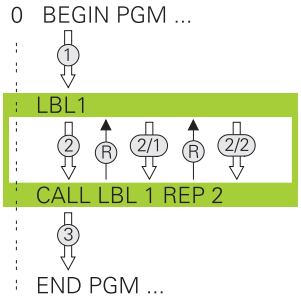
- Ein Unterprogramm darf sich nicht selbst aufrufen
- **CALL LBL 0** ist nicht erlaubt, da es dem Aufruf eines Unterprogrammendes entspricht.
- Unterprogramme hinter dem NC-Satz mit M2 bzw. M30 programmieren

  Wenn Unterprogramme im NC-Programm vor dem NC-Satz mit M2 oder M30 stehen, dann werden sie ohne Aufruf mindestens einmal abgearbeitet

Die Steuerung zeigt Informationen zum aktiven Unterprogramm im Reiter **LBL** des Arbeitsbereichs **Status**.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Programmteil-Wiederholungen



Mit einer Programmteil-Wiederholung können Sie einen Teil eines NC-Programms beliebig oft wiederholen, z. B. eine Konturbearbeitung mit inkrementaler Zustellung.

Eine Programmteil-Wiederholung beginnt mit einem Label **LBL** und endet nach der letzten programmierten Wiederholung **REP** des Labelaufrufs **CALL LBL**.

Die Steuerung arbeitet das NC-Programm wie folgt ab:

1. Die Steuerung arbeitet das NC-Programm bis zur Funktion **CALL LBL** ab.

   Dabei arbeitet die Steuerung den Programmteil schon einmal ab, da der zu wiederholende Programmteil vor der Funktion **CALL LBL** steht.
2. Die Steuerung springt zum Anfang der Programmteil-Wiederholung **LBL**.
3. Die Steuerung wiederholt den Programmteil so oft, wie Sie unter **REP** programmiert haben.
4. Danach führt die Steuerung das NC-Programm fort.

Für Programmteil-Wiederholungen gelten folgende Rahmenbedingungen:

- Programmieren Sie die Programmteil-Wiederholung vor dem Programmende mit **M30** oder **M2**.
- Sie können bei einer Programmteil-Wiederholung kein **LBL 0** definieren.
- Programmteile führt die Steuerung immer einmal häufiger aus, als Wiederholungen programmiert sind, da die erste Wiederholung nach der ersten Bearbeitung beginnt.

Die Steuerung zeigt Informationen zur aktiven Programmteil-Wiederholung im Reiter **LBL** des Arbeitsbereichs **Status**.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Hinweise

- Die Steuerung zeigt die NC-Funktion **LBL SET** standardmäßig in der Gliederung.

  Weitere Informationen: "Spalte Gliederung im Arbeitsbereich Programm", Seite 561
- Sie können ein Programmteil bis zu 65 534 mal hintereinander wiederholen
- Folgende Zeichen sind im Namen eines Labels erlaubt: # $ % & , - _ . 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 @ a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z- A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
- Folgende Zeichen sind im Namen eines Labels verboten: <Leerzeichen> ! " ' ( ) * + : ; < = > ? [/] ^ ` { | } ~
- Vergleichen Sie die Programmiertechniken Unterprogramm und Programmteil-Wiederholung mit den sog. Wenn-dann-Entscheidungen, bevor Sie ein NC-Programm erstellen.

  Damit vermeiden Sie mögliche Missverständnisse und Programmierfehler.

  Weitere Informationen: "Ordner Sprungbefehle", Seite 486

9.2 Auswahlfunktionen

9.2.1 Übersicht der Auswahlfunktionen

Der Ordner **Auswahlfunktionen** des Fensters **NC-Funktion einfügen** enthält folgende Funktionen:

Symbol	Funktion	Weitere Informationen
PGM CALL	NC-Programm mit **PGM CALL** aufrufen	Seite 220
	Nullpunkttabelle mit **SEL TABLE** wählen	Seite 247
	Punktetabelle mit **SEL PATTERN** wählen	Siehe Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen
	Konturprogramm mit **SEL CONTOUR** wählen	Siehe Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen
	NC-Programm mit **SEL PGM** wählen	Seite 222
	Zuletzt gewählte Datei mit **CALL SELECTED PGM** aufrufen	Seite 222
CYC	Beliebiges NC-Programm mit **SEL CYCLE** als Bearbeitungszyklus wählen	Siehe Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen
	Korrekturtabelle mit **SEL CORR-TABLE** wählen	Seite 320
	Datei mit **OPEN FILE** öffnen	Seite 357

9.2.2 NC-Programm aufrufen mit PGM CALL

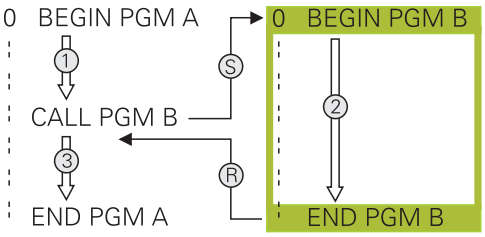
Anwendung

Mit der Funktion **PGM CALL** rufen Sie aus einem NC-Programm heraus ein anderes, separates NC-Programm auf. Die Steuerung arbeitet das gerufene NC-Programm an der Stelle ab, an der Sie es im NC-Programm aufgerufen haben. Dadurch können Sie z. B. eine Bearbeitung mit verschiedenen Transformationen abarbeiten.

Verwandte Themen

- Programmaufruf mit Zyklus **12 PGM CALL**
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen
- Programmaufruf nach vorheriger Auswahl
  Weitere Informationen: "NC-Programm wählen und aufrufen mit SEL PGM und CALL SELECTED PGM ", Seite 222
- Mehrere NC-Programme als Auftragsliste abarbeiten
  Weitere Informationen: "Palettenbearbeitung und Auftragslisten", Seite 599

Funktionsbeschreibung



Die Steuerung arbeitet das NC-Programm wie folgt ab:

1 Die Steuerung arbeitet das rufende NC-Programm ab, bis Sie ein anderes NC-Programm mit **CALL PGM** aufrufen.

2 Anschließend führt die Steuerung das gerufene NC-Programm bis zum letzten NC-Satz aus.

3 Danach führt die Steuerung das rufende NC-Programm ab dem nächsten NC-Satz nach **CALL PGM** wieder fort.

Für Programmaufrufe gelten folgende Rahmenbedingungen:

- Das gerufene NC-Programm darf keinen Aufruf **CALL PGM** in das rufende NC-Programm enthalten. Dadurch entsteht eine Endlosschleife.
- Das gerufene NC-Programm darf keine Zusatzfunktion **M30** oder **M2** enthalten. Wenn Sie im gerufenen NC-Programm Unterprogramme mit Label definiert haben, können Sie **M30** oder **M2** durch die Sprungfunktion **FN 9: If +0 EQU +0 GOTO LBL 99** ersetzen. Dadurch arbeitet die Steuerung z. B. Unterprogramme nicht ohne Aufruf ab.

  Weitere Informationen: "Unbedingter Sprung", Seite 487

  Wenn das gerufene NC-Programm die Zusatzfunktionen enthält, gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus.
- Das gerufene NC-Programm muss vollständig sein. Wenn der NC-Satz **END PGM** fehlt, gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus.

Eingabe

11 CALL PGM reset.h	NC-Programm aufrufen

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
CALL PGM	Syntaxeröffner für den Aufruf eines NC-Programms
reset.h	Pfad des gerufenen NC-Programms Sie können das NC-Programm mit einem Auswahlmenü wählen.

Hinweise

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die Steuerung führt keine automatische Kollisionsprüfung zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück durch. Wenn Sie Koordinatenumrechnungen in gerufenen NC-Programmen nicht gezielt zurücksetzen, wirken diese Transformationen ebenfalls auf das rufende NC-Programm. Während der Bearbeitung besteht Kollisionsgefahr!

- Verwendete Koordinatentransformationen im selben NC-Programm wieder zurücksetzen
- Ggf. Ablauf mithilfe der grafischen Simulation prüfen

- Der Pfad des Programmaufrufs inkl. Name des NC-Programms darf max. 255 Zeichen enthalten.
- Wenn die gerufene Datei im selben Verzeichnis steht wie die rufende Datei, können Sie auch nur den Dateinamen ohne Pfad eingeben. Wenn Sie die Datei mit dem Auswahlmenü wählen, geht die Steuerung automatisch so vor.
- Wenn Sie variable Programmaufrufe in Verbindung mit String-Parametern programmieren wollen, verwenden Sie die Funktion **SEL PGM**.

  Weitere Informationen: "NC-Programm wählen und aufrufen mit SEL PGM und CALL SELECTED PGM ", Seite 222
- Q-Parameter wirken bei einem **PGM CALL** grundsätzlich global. Beachten Sie daher, dass Änderungen an Q-Parametern im gerufenen NC-Programm sich auch auf das rufende NC-Programm auswirken. Verwenden Sie ggf. QL-Parameter, die nur im aktiven NC-Programm wirken.
- Wenn die Steuerung das rufende NC-Programm abarbeitet, können Sie auch alle gerufenen NC-Programme nicht editieren.

9.2.3 NC-Programm wählen und aufrufen mit SEL PGM und CALL SELECTED PGM

Anwendung

Mit der Funktion **SEL PGM** wählen Sie ein anderes, separates NC-Programm, das Sie an einer anderen Stelle im aktiven NC-Programm aufrufen. Die Steuerung arbeitet das gewählte NC-Programm an der Stelle ab, an der Sie es im rufenden NC-Programm mit **CALL SELECTED PGM** aufrufen.

Verwandte Themen

- NC-Programm direkt aufrufen

  Weitere Informationen: "NC-Programm aufrufen mit PGM CALL", Seite 220

Funktionsbeschreibung

Die Steuerung arbeitet das NC-Programm wie folgt ab:

1. Die Steuerung arbeitet das NC-Programm ab, bis Sie ein anderes NC-Programm mit **CALL PGM** aufrufen. Wenn die Steuerung **SEL PGM** liest, merkt sie sich das definierte NC-Programm.
2. Wenn die Steuerung **CALL SELECTED PGM** liest, ruft sie das zuvor gewählte NC-Programm an dieser Stelle auf.
3. Anschließend führt die Steuerung das gerufene NC-Programm bis zum letzten NC-Satz aus.
4. Danach führt die Steuerung das rufende NC-Programm mit dem nächsten NC-Satz nach **CALL SELECTED PGM** wieder fort.

Für Programmaufrufe gelten folgende Rahmenbedingungen:

- Das gerufene NC-Programm darf keinen Aufruf **CALL PGM** in das rufende NC-Programm enthalten. Dadurch entsteht eine Endlosschleife.
- Das gerufene NC-Programm darf keine Zusatzfunktion **M30** oder **M2** enthalten. Wenn Sie im gerufenen NC-Programm Unterprogramme mit Label definiert haben, können Sie **M30** oder **M2** durch die Sprungfunktion **FN 9: If +0 EQU +0 GOTO LBL 99** ersetzen. Dadurch arbeitet die Steuerung z. B. Unterprogramme nicht ohne Aufruf ab.

  Weitere Informationen: "Unbedingter Sprung", Seite 487

  Wenn das gerufene NC-Programm die Zusatzfunktionen enthält, gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus.
- Das gerufene NC-Programm muss vollständig sein. Wenn der NC-Satz **END PGM** fehlt, gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus.

Eingabe

11 SEL PGM "reset.h"	; NC-Programm zum Aufrufen wählen
*** - ...**	
21 CALL SELECTED PGM	; Gewähltes NC-Programm aufrufen

Die NC-Funktion **SEL PGM** enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
SEL PGM	Syntaxeröffner für die Wahl eines zu rufenden NC-Programms
" " oder **QS**	Pfad des gerufenen NC-Programms Fester oder variabler Name Sie können das NC-Programm mit einem Auswahlmenü wählen.

Die NC-Funktion **CALL SELECTED PGM** enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
CALL SELECTED PGM	Syntax für den Aufruf des gewählten NC-Programms

Hinweise

- Innerhalb der Funktion **SEL PGM** können Sie das NC-Programm auch mit QS-Parametern wählen, sodass Sie den Programmaufruf variabel steuern können.
- Wenn ein mit **CALL SELECTED PGM** gerufenes NC-Programm fehlt, unterbricht die Steuerung den Programmlauf oder die Simulation mit einer Fehlermeldung. Um unerwünschte Unterbrechungen während des Programmlaufs zu vermeiden, können Sie mit der Funktion **FN 18: SYSREAD** (**ID10 NR110** und **NR111**) alle Pfade zu Programmbeginn prüfen.

  Weitere Informationen: "Systemdaten lesen mit FN 18: SYSREAD", Seite 493
- Wenn die gerufene Datei im selben Verzeichnis steht wie die rufende Datei, können Sie auch nur den Dateinamen ohne Pfad eingeben. Wenn Sie die Datei mit dem Auswahlmenü wählen, geht die Steuerung automatisch so vor.
- Q-Parameter wirken bei einem **PGM CALL** grundsätzlich global. Beachten Sie daher, dass Änderungen an Q-Parametern im gerufenen NC-Programm sich auch auf das rufende NC-Programm auswirken. Verwenden Sie ggf. QL-Parameter, die nur im aktiven NC-Programm wirken.
- Wenn die Steuerung das rufende NC-Programm abarbeitet, können Sie auch alle gerufenen NC-Programme nicht editieren.

9.3 Verschachtelung von Programmiertechniken

Anwendung

Sie können auch Programmiertechniken miteinander kombinieren, z. B. in einer Programmteil-Wiederholung ein anderes, separates NC-Programm oder ein Unterprogramm aufrufen.

Die Verschachtelungstiefe legt u. a. fest, wie oft Programmteile oder Unterprogramme weitere Unterprogramme oder Programmteil-Wiederholungen enthalten dürfen.

Verwandte Themen

- Unterprogramme

  Weitere Informationen: "Unterprogramme", Seite 218
- Programmteilwiederholungen

  Weitere Informationen: "Programmteil-Wiederholungen", Seite 219
- Separates NC-Programm aufrufen

  Weitere Informationen: "Auswahlfunktionen", Seite 220

Funktionsbeschreibung

Folgende maximale Verschachtelungstiefen gelten für NC-Programme:

- Maximale Verschachtelungstiefe für Unterprogramme: 19
- Maximale Verschachtelungstiefe für externe NC-Programme: 19, wobei ein **CYCL CALL** wie ein Aufruf eines externen Programms wirkt
- Programmteil-Wiederholungen können Sie beliebig oft verschachteln

9.3.1 Beispiel

Unterprogrammaufruf innerhalb eines Unterprogramms

0 BEGIN PGM UPGMS MM	
*** - ...**	
11 CALL LBL "UP1"	; Unterprogramm **LBL "UP1"** aufrufen
*** - ...**	
21 L Z+100 R0 FMAX M30	; Letzter Programmsatz des Hauptprogramms mit M30
22 LBL "UP1"	; Anfang von Unterprogramm **"UP1"**
*** - ...**	
31 CALL LBL 2	; Unterprogramm **LBL 2** aufrufen
*** - ...**	
41 LBL 0	; Ende von Unterprogramm **"UP1"**
42 LBL 2	; Anfang von Unterprogramm **LBL 2**
*** - ...**	
51 LBL 0	; Ende von Unterprogramm **LBL 2**
52 END PGM UPGMS MM	

Die Steuerung arbeitet das NC-Programm wie folgt ab:

1 NC-Programm UPGMS wird bis NC-Satz 11 ausgeführt.

2 Unterprogramm UP1 wird aufgerufen und bis NC-Satz 31 ausgeführt.

3 Unterprogramm 2 wird aufgerufen und bis NC-Satz 51 ausgeführt. Ende von Unterprogramm 2 und Rücksprung zum Unterprogramm, von dem es aufgerufen wurde.

4 Unterprogramm UP1 wird von NC-Satz 32 bis NC-Satz 41 ausgeführt. Ende von Unterprogramm UP1 und Rücksprung ins NC-Programm UPGMS.

5 NC-Programm UPGMS wird von NC-Satz 12 bis NC-Satz 21 ausgeführt. Programmende mit Rücksprung zu NC-Satz 1.

Programmteil-Wiederholung innerhalb einer Programmteil-Wiederholung

0 BEGIN PGM REPS MM	
*** - ...**	
11 LBL 1	; Anfang des Programmteils 1
*** - ...**	
21 LBL 2	; Anfang des Programmteils 2
*** - ...**	
31 CALL LBL 2 REP 2	; Programmteil 2 aufrufen und zweimal wiederholen
*** - ...**	
41 CALL LBL 1 REP 1	; Programmteil 1 inkl. Programmteil 2 aufrufen und einmal wiederholen
*** - ...**	
51 END PGM REPS MM	

Die Steuerung arbeitet das NC-Programm wie folgt ab:

1 NC-Programm REPS wird bis NC-Satz 31 ausgeführt.
2 Programmteil zwischen NC-Satz 31 und NC-Satz 21 wird zweimal wiederholt, also insgesamt dreimal abgearbeitet.
3 NC-Programm REPS wird von NC-Satz 32 bis NC-Satz 41 ausgeführt.
4 Programmteil zwischen NC-Satz 41 und NC-Satz 11 wird einmal wiederholt, also insgesamt zweimal abgearbeitet (enthält die Programmteilwiederholung zwischen NC-Satz 21 und NC-Satz 31).
5 NC-Programm REPS wird von NC-Satz 42 bis NC-Satz 51 ausgeführt. Programmende mit Rücksprung zu NC-Satz 1.

Unterprogrammaufruf innerhalb einer Programmteil-Wiederholung

0 BEGIN PGM UPGREP MM	
*** - ...**	
11 LBL 1	; Anfang des Programmteils 1
12 CALL LBL 2	; Unterprogramm 2 aufrufen
13 CALL LBL 1 REP 2	; Programmteil 1 aufrufen und zweimal wiederholen
*** - ...**	
21 L Z+100 R0 FMAX M30	; Letzter NC-Satz des Hauptprogramms mit M30
22 LBL 2	; Anfang von Unterprogramm 2
*** - ...**	
31 LBL 0	; Ende von Unterprogramm 2
32 END PGM UPGREP MM	

Die Steuerung arbeitet das NC-Programm wie folgt ab:

1 NC-Programm UPGREP wird bis NC-Satz 12 ausgeführt.
2 Unterprogramm 2 wird aufgerufen und bis NC-Satz 31 ausgeführt.
3 Programmteil zwischen NC-Satz 13 und NC-Satz 11 (inkl. Unterprogramm 2) wird zweimal wiederholt, also insgesamt dreimal abgearbeitet.
4 NC-Programm UPGREP wird von NC-Satz 14 bis NC-Satz 21 ausgeführt. Programmende mit Rücksprung zu NC-Satz 1.

10

Koordinatentrans-formation

10.1 Bezugssysteme

10.1.1 Übersicht

Damit die Steuerung eine Achse korrekt positionieren kann, benötigt sie eindeutige Koordinaten. Eindeutige Koordinaten benötigen neben den definierten Werten auch ein Bezugssystem, in dem die Werte gelten.

Die Steuerung unterscheidet folgende Bezugssysteme:

Abkürzung	Bedeutung	Weitere Informationen
M-CS	Maschinen-Koordinatensystem machine coordinate system	Seite 229
B-CS	Basis-Koordinatensystem basic coordinate system	Seite 232
W-CS	Werkstück-Koordinatensystem workpiece coordinate system	Seite 233
WPL-CS	Bearbeitungsebene-Koordinatensystem working plane coordinate system	Seite 236
I-CS	Eingabe-Koordinatensystem input coordinate system	Seite 238
T-CS	Werkzeug-Koordinatensystem tool coordinate system	Seite 240

Die Steuerung verwendet verschiedene Bezugssysteme für unterschiedliche Anwendungen. Dadurch kann sie z. B. das Werkzeug immer an derselben Position wechseln, aber die Bearbeitung eines NC-Programms an die Werkstücklage anpassen.

Die Bezugssysteme bauen aufeinander auf. Das Maschinen-Koordinatensystem **M-CS** ist dabei das Referenzbezugssystem. Die Lage und Orientierung der folgenden Bezugssysteme werden davon ausgehend durch Transformationen bestimmt.

Definition

Transformationen
Translatorische Transformationen ermöglichen eine Verschiebung entlang eines Zahlenstrahls. Rotatorische Transformationen ermöglichen eine Drehung um einen Punkt.

10.1.2 Grundlagen zu Koordinatensystemen

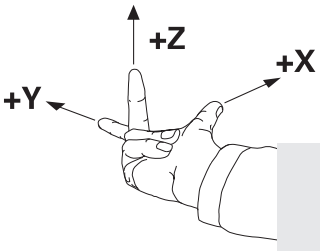
Arten von Koordinatensystemen

Um eindeutige Koordinaten zu erhalten, müssen Sie einen Punkt in allen Achsen des Koordinatensystems definieren:

Achsen	Funktion
Eine	In einem eindimensionalen Koordinatensystem definieren Sie mit einer Koordinatenangabe einen Punkt auf einem Zahlenstrahl. Beispiel: An einer Werkzeugmaschine verkörpert ein Längenmessgerät einen Zahlenstrahl.
Zwei	In einem zweidimensionalen Koordinatensystem definieren Sie mithilfe von zwei Koordinaten einen Punkt in einer Ebene.
Drei	In einem dreidimensionalen Koordinatensystem definieren Sie mithilfe von drei Koordinaten einen Punkt im Raum.

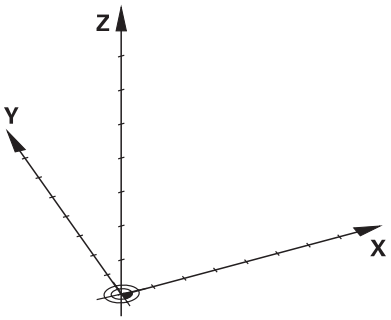
Wenn die Achsen senkrecht zueinander angeordnet sind, bilden sie ein kartesisches Koordinatensystem.

Mit der Rechte-Hand-Regel können Sie ein dreidimensionales kartesisches Koordinatensystem nachbilden. Die Fingerspitzen zeigen in die positiven Richtungen der Achsen.



Ursprung des Koordinatensystems

Eindeutige Koordinaten benötigen einen definierten Bezugspunkt, auf den sich die Werte ausgehend von 0 beziehen. Dieser Punkt ist der Koordinatenursprung, der bei allen dreidimensionalen kartesischen Koordinatensystemen der Steuerung im Schnittpunkt der Achsen liegt. Der Koordinatenursprung hat die Koordinaten **X+0**, **Y+0** und **Z+0**.



10.1.3 Maschinen-Koordinatensystem M-CS

Anwendung

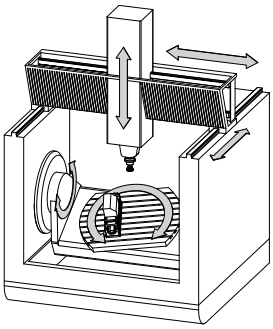
Im Maschinen-Koordinatensystem **M-CS** programmieren Sie konstante Positionen, z. B. eine sichere Position zum Freifahren. Auch der Maschinenhersteller definiert konstante Positionen im **M-CS**, z. B. den Werkzeug-Wechselpunkt.

Funktionsbeschreibung

Eigenschaften des Maschinen-Koordinatensystems M-CS

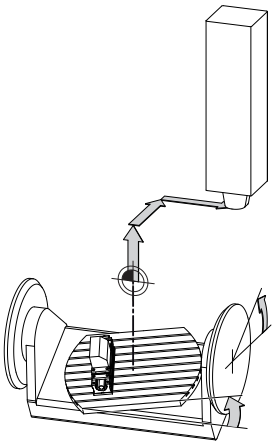
Das Maschinen-Koordinatensystem **M-CS** entspricht der Kinematikbeschreibung und somit der tatsächlichen Mechanik der Werkzeugmaschine. Die physikalischen Achsen einer Maschine müssen nicht exakt rechtwinklig zueinander angeordnet sein und entsprechen damit keinem kartesischen Koordinatensystem. Das **M-CS** besteht daher aus mehreren eindimensionalen Koordinatensystemen, die den Achsen der Maschine entsprechen.

Der Maschinenhersteller definiert die Lage und die Orientierung der eindimensionalen Koordinatensysteme in der Kinematikbeschreibung.



Der Koordinatenursprung des **M-CS** ist der Maschinen-Nullpunkt. Der Maschinenhersteller definiert die Position des Maschinen-Nullpunkts in der Maschinenkonfiguration.

Die Werte in der Maschinenkonfiguration definieren die Nullstellungen der Wegmessgeräte und der entsprechenden Maschinenachsen. Der Maschinen-Nullpunkt liegt nicht zwingend im theoretischen Schnittpunkt der physikalischen Achsen. Er kann auch außerhalb des Verfahrbereichs liegen.



Position des Maschinen-Nullpunkts in der Maschine

Transformationen im Maschinen-Koordinatensystem M-CS

Sie können folgende Transformationen im Maschinen-Koordinatensystem **M-CS** definieren:

- Achsweise Verschiebungen in den **OFFS**-Spalten der Bezugspunkttabelle

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

  Der Maschinenhersteller konfiguriert die **OFFS**-Spalten der Bezugspunkttabelle passend zur Maschine.

- Funktion **Additiver Offset (M-CS)** für Drehachsen im Arbeitsbereich **GPS** (Option #44)

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Der Maschinenhersteller kann zusätzliche Transformationen definieren.

Weitere Informationen: "Hinweis", Seite 231

Positionsanzeige

Folgende Modi der Positionsanzeige beziehen sich auf das Maschinen-Koordinatensystem **M-CS**:

- **Sollpos. Maschinensystem (REFSOLL)**
- **Istpos. Maschinensystem (REFIST)**

Der Unterschied zwischen den Werten der **REFIST**- und **IST**-Modi einer Achse ergibt sich aus allen genannten Offsets sowie allen aktiven Transformationen in weiteren Bezugssystemen.

Koordinateneingabe im Maschinen-Koordinatensystem M-CS programmieren

Mithilfe der Zusatzfunktion **M91** programmieren Sie Koordinaten bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt.

Weitere Informationen: "Im Maschinen-Koordinatensystem M-CS verfahren mit M91", Seite 430

Hinweis

Der Maschinenhersteller kann folgende zusätzliche Transformationen im Maschinen-Koordinatensystem **M-CS** definieren:

- Additive Achsverschiebungen bei Parallelachsen mit dem **OEM-offset**
- Achsweise Verschiebungen in den **OFFS**-Spalten der Paletten-Bezugspunkttabelle

  Weitere Informationen: "Paletten-Bezugspunkttabelle", Seite 611

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Maschinenabhängig kann die Steuerung über eine zusätzliche Paletten-Bezugspunkttabelle verfügen. Vom Maschinenhersteller definierte Werte der Paletten-Bezugspunkttabelle wirken noch vor den von Ihnen definierten Werten aus der Bezugspunkttabelle. Da die Werte der Paletten-Bezugspunkttabelle nicht sichtbar oder editierbar sind, besteht während aller Bewegungen Kollisionsgefahr!

- ▶ Dokumentation Ihres Maschinenherstellers beachten
- ▶ Paletten-Bezugspunkte ausschließlich in Verbindung mit Paletten verwenden

Beispiel

Dieses Beispiel zeigt den Unterschied zwischen einer Verfahrbewegung mit und ohne **M91**. Das Beispiel zeigt das Verhalten mit einer Y-Achse als Keilachse, die nicht senkrecht zur ZX-Ebene angeordnet ist.

Verfahrbewegung ohne M91

```
11 L IY+10
```

Sie programmieren im kartesischen Eingabe-Koordinatensystem **I-CS**. Die Modi **IST** und **SOLL** der Positionsanzeige zeigen nur eine Bewegung der Y-Achse im **I-CS**.

Die Steuerung ermittelt aus den definierten Werten die benötigten Verfahrwege der Maschinenachsen. Da die Maschinenachsen nicht senkrecht zueinander angeordnet sind, verfährt die Steuerung die Achsen **Y** und **Z**.

Da das Maschinen-Koordinatensystem **M-CS** die Maschinenachsen abbildet, zeigen die Modi **REFIST** und **RFSOLL** der Positionsanzeige Bewegungen der Y-Achse und der Z-Achse im **M-CS**.

Verfahrbewegung mit M91

```
11 L IY+10 M91
```

Die Steuerung verfährt die Maschinenachse **Y** um 10 mm. Die Modi **REFIST** und **RFSOLL** der Positionsanzeige zeigen nur eine Bewegung der Y-Achse im **M-CS**.

Das **I-CS** ist im Gegensatz zum **M-CS** ein kartesisches Koordinatensystem, die Achsen der beiden Bezugssysteme stimmen nicht überein. Die Modi **IST** und **SOLL** der Positionsanzeige zeigen Bewegungen der Y-Achse und der Z-Achse im **I-CS**.

10.1.4 Basis-Koordinatensystem B-CS

Anwendung

Im Basis-Koordinatensystem **B-CS** definieren Sie die Lage und die Orientierung des Werkstücks. Sie ermitteln die Werte z. B. mithilfe eines 3D-Tastsystems. Die Steuerung speichert die Werte in der Bezugspunkttabelle.

Funktionsbeschreibung

Eigenschaften des Basis-Koordinatensystems B-CS

Das Basis-Koordinatensystem **B-CS** ist ein dreidimensionales kartesisches Koordinatensystem, dessen Koordinatenursprung das Ende der Kinematikbeschreibung ist.

Der Maschinenhersteller definiert den Koordinatenursprung und die Orientierung des **B-CS**.

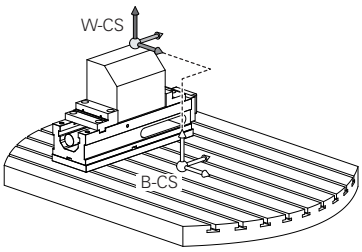
Transformationen im Basis-Koordinatensystem B-CS

Folgende Spalten der Bezugspunkttabelle wirken im Basis-Koordinatensystem **B-CS**:

- **X**
- **Y**
- **Z**
- **SPA**
- **SPB**
- **SPC**

Sie ermitteln die Lage und Orientierung des Werkstück-Koordinatensystems **W-CS** z. B. mithilfe eines 3D-Tastsystems. Die Steuerung speichert die ermittelten Werte als Basistransformationen im **B-CS** in der Bezugspunkttabelle.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten



Der Maschinenhersteller konfiguriert die **BASISTRANSFORM.**-Spalten der Bezugspunkttabelle passend zur Maschine.

Der Maschinenhersteller kann zusätzliche Transformationen definieren.

Weitere Informationen: "Hinweis", Seite 233

Hinweis

Der Maschinenhersteller kann zusätzliche Basistransformationen in der Paletten-Bezugspunkttabelle definieren.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Maschinenabhängig kann die Steuerung über eine zusätzliche Paletten-Bezugspunkttabelle verfügen. Vom Maschinenhersteller definierte Werte der Paletten-Bezugspunkttabelle wirken noch vor den von Ihnen definierten Werten aus der Bezugspunkttabelle. Da die Werte der Paletten-Bezugspunkttabelle nicht sichtbar oder editierbar sind, besteht während aller Bewegungen Kollisionsgefahr!

- Dokumentation Ihres Maschinenherstellers beachten
- Paletten-Bezugspunkte ausschließlich in Verbindung mit Paletten verwenden

10.1.5 Werkstück-Koordinatensystem W-CS

Anwendung

Im Werkstück-Koordinatensystem **W-CS** definieren Sie die Lage und Orientierung der Bearbeitungsebene. Dafür programmieren Sie Transformationen und schwenken die Bearbeitungsebene.

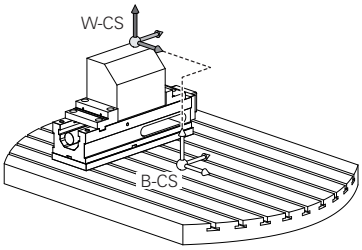
Funktionsbeschreibung

Eigenschaften des Werkstück-Koordinatensystems W-CS

Das Werkstück-Koordinatensystem **W-CS** ist ein dreidimensionales kartesisches Koordinatensystem, dessen Koordinatenursprung der aktive Werkstück-Bezugspunkt aus der Bezugspunkttabelle ist.

Sowohl die Lage als auch die Orientierung des **W-CS** werden mithilfe von Basistransformationen in der Bezugspunkttabelle definiert.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten



Transformationen im Werkstück-Koordinatensystem W-CS

HEIDENHAIN empfiehlt die Verwendung folgender Transformationen im Werkstück-Koordinatensystem **W-CS**:

- Funktion **TRANS DATUM** vor dem Schwenken der Bearbeitungsebene

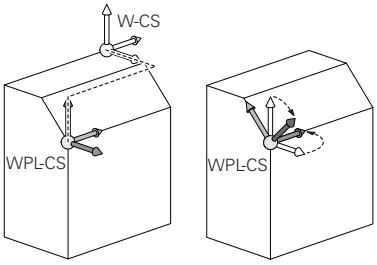
  Weitere Informationen: "Nullpunktverschiebung mit TRANS DATUM", Seite 248
- Funktion **TRANS MIRROR** oder Zyklus **8 SPIEGELUNG** vor dem Schwenken der Bearbeitungsebene mit Raumwinkeln

  Weitere Informationen: "Spiegelung mit TRANS MIRROR", Seite 250
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen
- **PLANE**-Funktionen zum Schwenken der Bearbeitungsebene (Option #8)

  Weitere Informationen: "Bearbeitungsebene schwenken mit PLANE-Funktionen (Option #8)", Seite 256

> Die Steuerung bietet auch den Zyklus **19 BEARBEITUNGSEBENE** zum Schwenken der Bearbeitungsebene.

Mit diesen Transformationen ändern Sie die Lage und Orientierung des Bearbeitungsebene-Koordinatensystems **WPL-CS**.



HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die Steuerung reagiert auf die Art und die Reihenfolge der programmierten Transformationen unterschiedlich. Bei unpassenden Funktionen können unvorhergesehene Bewegungen oder Kollisionen entstehen.

- Nur die empfohlenen Transformationen im jeweiligen Bezugssystem programmieren
- Schwenkfunktionen mit Raumwinkeln statt mit Achswinkeln verwenden
- NC-Programm mithilfe der Simulation testen

Der Maschinenhersteller definiert im Maschinenparameter **planeOrientation** (Nr. 201202), ob die Steuerung die Eingabewerte des Zyklus **19 BEARBEITUNGSEBENE** als Raumwinkel oder Achswinkel interpretiert.

Die Art der Schwenkfunktion hat folgende Auswirkungen auf das Resultat:

- Wenn Sie mit Raumwinkeln (**PLANE**-Funktionen außer **PLANE AXIAL**, Zyklus **19**) schwenken, ändern zuvor programmierte Transformationen die Lage des Werkstück-Nullpunkts und die Orientierung der Drehachsen:
  - Eine Verschiebung mit der Funktion **TRANS DATUM** verändert die Lage des Werkstück-Nullpunkts.
  - Eine Spiegelung verändert die Orientierung der Drehachsen. Das ganze NC-Programm inkl. der Raumwinkel wird gespiegelt.
- Wenn Sie mit Achswinkeln (**PLANE AXIAL**, Zyklus **19**) schwenken, hat eine zuvor programmierte Spiegelung keinen Einfluss auf die Orientierung der Drehachsen. Mit diesen Funktionen positionieren Sie die Maschinenachsen direkt.

Zusätzliche Transformationen mit Globale Programmeinstellungen GPS (Option #44)

Im Arbeitsbereich **GPS** (Option #44) können Sie folgende zusätzliche Transformationen im Werkstück-Koordinatensystem **W-CS** definieren:

- **Additive Grunddrehung (W-CS)**

  Die Funktion wirkt zusätzlich zu einer Grunddrehung oder 3D-Grunddrehung aus der Bezugspunkttabelle oder Paletten-Bezugspunkttabelle. Die Funktion ist die erste mögliche Transformation im **W-CS**.
- **Verschiebung (W-CS)**

  Die Funktion wirkt zusätzlich zu einer im NC-Programm definierten Nullpunktverschiebung (Funktion **TRANS DATUM**) und vor dem Schwenken der Bearbeitungsebene.
- **Spiegelung (W-CS)**

  Die Funktion wirkt zusätzlich zu einer im NC-Programm definierten Spiegelung (Funktion **TRANS MIRROR** oder Zyklus **8 SPIEGELUNG**) und vor dem Schwenken der Bearbeitungsebene.
- **Verschiebung (mW-CS)**

  Die Funktion wirkt im sog. modifizierten Werkstück-Koordinatensystem. Die Funktion wirkt nach den Funktionen **Verschiebung (W-CS)** und **Spiegelung (W-CS)** und vor dem Schwenken der Bearbeitungsebene.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Hinweise

- Die programmierten Werte im NC-Programm beziehen sich auf das Eingabe-Koordinatensystem **I-CS**. Wenn Sie im NC-Programm keine Transformationen definieren, sind der Ursprung und die Lage des Werkstück-Koordinatensystems **W-CS**, des Bearbeitungsebene-Koordinatensystems **WPL-CS** und des **I-CS** identisch.

  Weitere Informationen: "Eingabe-Koordinatensystem I-CS", Seite 238
- Bei einer reinen 3-Achs-Bearbeitung sind das Werkstück-Koordinatensystem **W-CS** und das Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS** identisch. Alle Transformationen beeinflussen in diesem Fall das Eingabe-Koordinatensystem **I-CS**.

  Weitere Informationen: "Bearbeitungsebene-Koordinatensystem WPL-CS", Seite 236
- Das Resultat von aufeinander aufbauenden Transformationen ist abhängig von der Programmierreihenfolge.

10.1.6 Bearbeitungsebene-Koordinatensystem WPL-CS

Anwendung

Im Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS** definieren Sie die Lage und die Orientierung des Eingabe-Koordinatensystems **I-CS** und damit den Bezug für die Koordinatenwerte im NC-Programm. Dafür programmieren Sie nach dem Schwenken der Bearbeitungsebene Transformationen.

Weitere Informationen: "Eingabe-Koordinatensystem I-CS", Seite 238

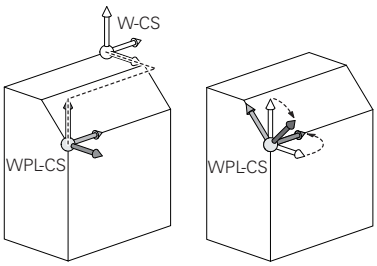
Funktionsbeschreibung

Eigenschaften des Bearbeitungsebene-Koordinatensystems WPL-CS

Das Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS** ist ein dreidimensionales kartesisches Koordinatensystem. Den Koordinatenursprung des **WPL-CS** definieren Sie mithilfe von Transformationen im Werkstück-Koordinatensystem **W-CS**.

Weitere Informationen: "Werkstück-Koordinatensystem W-CS", Seite 233

Wenn im **W-CS** keine Transformationen definiert sind, sind die Lage und Orientierung des **W-CS** und des **WPL-CS** identisch.



Transformationen im Bearbeitungsebene-Koordinatensystem WPL-CS

HEIDENHAIN empfiehlt die Verwendung folgender Transformationen im Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS**:

- Funktion **TRANS DATUM**

  Weitere Informationen: "Nullpunktverschiebung mit TRANS DATUM", Seite 248
- Funktion **TRANS MIRROR** oder Zyklus **8 SPIEGELUNG**

  Weitere Informationen: "Spiegelung mit TRANS MIRROR", Seite 250
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen
- Funktion **TRANS ROTATION** oder Zyklus **10 DREHUNG**

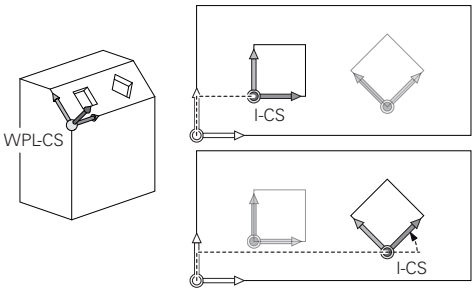
  Weitere Informationen: "Drehung mit TRANS ROTATION", Seite 252
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen
- Funktion **TRANS SCALE** oder Zyklus **11 MASSFAKTOR**

  Weitere Informationen: "Skalierung mit TRANS SCALE", Seite 254
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen
- Zyklus **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen
- Funktion **PLANE RELATIV** (Option #8)

  Weitere Informationen: "PLANE RELATIV", Seite 281

Mit diesen Transformationen ändern Sie die Lage und Orientierung des Eingabe-Koordinatensystems **I-CS**.



HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die Steuerung reagiert auf die Art und die Reihenfolge der programmierten Transformationen unterschiedlich. Bei unpassenden Funktionen können unvorhergesehene Bewegungen oder Kollisionen entstehen.

- ▶ Nur die empfohlenen Transformationen im jeweiligen Bezugssystem programmieren
- ▶ Schwenkfunktionen mit Raumwinkeln statt mit Achswinkeln verwenden
- ▶ NC-Programm mithilfe der Simulation testen

Zusätzliche Transformation mit Globale Programmeinstellungen GPS (Option #44)

Die Transformation **Drehung (WPL-CS)** im Arbeitsbereich **GPS** wirkt additiv zu einer Drehung im NC-Programm.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Zusätzliche Transformationen mit Fräsdrehen (Option #50)

Mit der Software-Option Fräsdrehen stehen folgende zusätzliche Transformationen zur Verfügung:

- Präzessionswinkel mithilfe folgender Zyklen:
  - Zyklus **800 KOORD.-SYST.ANPASSEN**
  - Zyklus **801 KOORDINATEN-SYSTEM ZURUECKSETZEN**
  - Zyklus **880 ZAHNRAD ABWAELZFR.**
- Vom Maschinenhersteller definierte OEM-Transformation für spezielle Drehkinematiken

> Der Maschinenhersteller kann auch ohne die Software-Option #50 Fräsdrehen eine OEM-Transformation und einen Präzessionswinkel definieren.
>
> Eine OEM-Transformation wirkt vor dem Präzessionswinkel.
>
> Wenn eine OEM-Transformation oder ein Präzessionswinkel definiert ist, zeigt die Steuerung die Werte im Reiter **POS** des Arbeitsbereichs **Status**. Diese Transformationen wirken auch im Fräsbetrieb!
>
> **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Zusätzliche Transformation mit Zahnradherstellung (Option #157)

Mithilfe folgender Zyklen können Sie einen Präzessionswinkel definieren:

- Zyklus **286 ZAHNRAD WAELZFRAESEN**
- Zyklus **287 ZAHNRAD WAELZSCHAELEN**

> Der Maschinenhersteller kann auch ohne die Software-Option #157 Zahnradherstellung einen Präzessionswinkel definieren.

Hinweise

- Die programmierten Werte im NC-Programm beziehen sich auf das Eingabe-Koordinatensystem **I-CS**. Wenn Sie im NC-Programm keine Transformationen definieren, sind der Ursprung und die Lage des Werkstück-Koordinatensystems **W-CS**, des Bearbeitungsebene-Koordinatensystems **WPL-CS** und des **I-CS** identisch.

  Weitere Informationen: "Eingabe-Koordinatensystem I-CS", Seite 238
- Bei einer reinen 3-Achs-Bearbeitung sind das Werkstück-Koordinatensystem **W-CS** und das Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS** identisch. Alle Transformationen beeinflussen in diesem Fall das Eingabe-Koordinatensystem **I-CS**.
- Das Resultat von aufeinander aufbauenden Transformationen ist abhängig von der Programmierreihenfolge.
- Als **PLANE**-Funktion (Option #8) wirkt **PLANE RELATIV** im Werkstück-Koordinatensystem **W-CS** und orientiert das Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS**. Die Werte der additiven Schwenkung beziehen sich dabei aber immer auf das aktuelle **WPL-CS**.

10.1.7 Eingabe-Koordinatensystem I-CS

Anwendung

Die programmierten Werte im NC-Programm beziehen sich auf das Eingabe-Koordinatensystem **I-CS**. Mithilfe von Positioniersätzen programmieren Sie die Position des Werkzeugs.

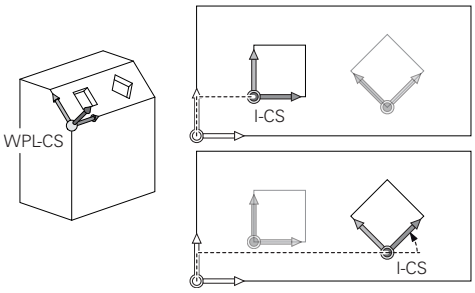
Funktionsbeschreibung

Eigenschaften des Eingabe-Koordinatensystems I-CS

Das Eingabe-Koordinatensystem **I-CS** ist ein dreidimensionales kartesisches Koordinatensystem. Den Koordinatenursprung des **I-CS** definieren Sie mithilfe von Transformationen im Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS**.

Weitere Informationen: "Bearbeitungsebene-Koordinatensystem WPL-CS", Seite 236

Wenn im **WPL-CS** keine Transformationen definiert sind, sind die Lage und Orientierung des **WPL-CS** und des **I-CS** identisch.



Positioniersätze im Eingabe-Koordinatensystem I-CS

Im Eingabe-Koordinatensystem **I-CS** definieren Sie mithilfe von Positioniersätzen die Position des Werkzeugs. Die Position des Werkzeugs definiert die Lage des Werkzeug-Koordinatensystems **T-CS**.

Weitere Informationen: "Werkzeug-Koordinatensystem T-CS", Seite 240

Sie können folgende Positioniersätze definieren:

- Achsparallele Positioniersätze
- Bahnfunktionen mit kartesischen oder polaren Koordinaten
- Geraden **LN** mit kartesischen Koordinaten und Flächennormalenvektoren (Option #9)
- Zyklen

11 X+48 R+	; Achsparalleler Positioniersatz
11 L X+48 Y+102 Z-1.5 R0	; Bahnfunktion **L**
11 LN X+48 Y+102 Z-1.5 NX-0.04658107 NY0.00045007 NZ0.8848844 R0	; Gerade **LN** mit kartesischen Koordinaten und Flächennormalenvektor

Positionsanzeige

Folgende Modi der Positionsanzeige beziehen sich auf das Eingabe-Koordinatensystem **I-CS**:

- **Sollposition (SOLL)**
- **Istposition (IST)**

Hinweise

- Die programmierten Werte im NC-Programm beziehen sich auf das Eingabe-Koordinatensystem **I-CS**. Wenn Sie im NC-Programm keine Transformationen definieren, sind der Ursprung und die Lage des Werkstück-Koordinatensystems **W-CS**, des Bearbeitungsebene-Koordinatensystems **WPL-CS** und des **I-CS** identisch.
- Bei einer reinen 3-Achs-Bearbeitung sind das Werkstück-Koordinatensystem **W-CS** und das Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS** identisch. Alle Transformationen beeinflussen in diesem Fall das Eingabe-Koordinatensystem **I-CS**.

  Weitere Informationen: "Bearbeitungsebene-Koordinatensystem WPL-CS", Seite 236

10.1.8 Werkzeug-Koordinatensystem T-CS

Anwendung

Im Werkzeug-Koordinatensystem **T-CS** setzt die Steuerung Werkzeugkorrekturen und eine Werkzeuganstellung um.

Funktionsbeschreibung

Eigenschaften des Werkzeug-Koordinatensystems T-CS

Das Werkzeug-Koordinatensystem **T-CS** ist ein dreidimensionales kartesisches Koordinatensystem, dessen Koordinatenursprung die Werkzeugspitze TIP ist.

Sie definieren die Werkzeugspitze mithilfe der Eingaben in der Werkzeugverwaltung bezogen auf den Werkzeugträger-Bezugspunkt. Der Maschinenhersteller definiert den Werkzeugträger-Bezugspunkt in der Regel auf der Spindelnase.

Weitere Informationen: "Bezugspunkte in der Maschine", Seite 101

Sie definieren die Werkzeugspitze mit folgenden Spalten der Werkzeugverwaltung bezogen auf den Werkzeugträger-Bezugspunkt:

- **L**
- **DL**
- **ZL** (Option #50, Option #156)
- **XL** (Option #50, Option #156)
- **YL** (Option #50, Option #156)
- **DZL** (Option #50, Option #156)
- **DXL** (Option #50, Option #156)
- **DYL** (Option #50, Option #156)
- **LO** (Option #156)
- **DLO** (Option #156)

Weitere Informationen: "Werkzeugträger-Bezugspunkt", Seite 159

Die Position des Werkzeugs und somit Lage des **T-CS** definieren Sie mithilfe von Positioniersätzen im Eingabe-Koordinatensystem **I-CS**.

Weitere Informationen: "Eingabe-Koordinatensystem I-CS", Seite 238

Mithilfe von Zusatzfunktionen können Sie auch in anderen Bezugssystemen programmieren, z. B. mit **M91** im Maschinen-Koordinatensystem **M-CS**.

Weitere Informationen: "Im Maschinen-Koordinatensystem M-CS verfahren mit M91", Seite 430

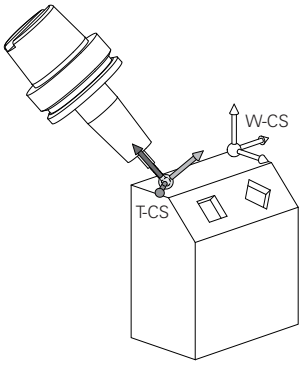
Die Orientierung des **T-CS** ist in den meisten Fällen identisch zur Orientierung des **I-CS**.

Wenn folgende Funktionen aktiv sind, ist die Orientierung des **T-CS** abhängig von der Werkzeuganstellung:

- Zusatzfunktion **M128** (Option #9)

  Weitere Informationen: "Werkzeuganstellung automatisch kompensieren mit M128 (Option #9)", Seite 448
- Funktion **FUNCTION TCPM** (Option #9)

  Weitere Informationen: "Werkzeuganstellung kompensieren mit FUNCTION TCPM (Option #9)", Seite 301



Mit der Zusatzfunktion **M128** definieren Sie die Werkzeuganstellung im Maschinen-Koordinatensystem **M-CS** mithilfe von Achswinkeln. Die Wirkung der Werkzeuganstellung hängt von der Maschinenkinematik ab.

Weitere Informationen: "Hinweise", Seite 451

11 L X+10 Y+45 A+10 C+5 R0 M128	; Gerade mit Zusatzfunktion **M128** und Achswinkeln

Sie können eine Werkzeuganstellung auch im Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS** definieren, z. B. mit der Funktion **FUNCTION TCPM** oder Geraden **LN**.

11 FUNCTION TCPM F TCP AXIS SPAT PATHCTRL AXIS	; Funktion **FUNCTION TCPM** mit Raumwinkel
12 L A+0 B+45 C+0 R0 F2500	

11 LN X+48 Y+102 Z-1.5 NX-0.04658107 NY0.00045007 NZ0.8848844 TX-0.08076201 TY-0.34090025 TZ0.93600126 R0 M128	; Gerade **LN** mit Flächennormalenvektor und Werkzeugorientierung

Transformationen im Werkzeug-Koordinatensystem T-CS

Folgende Werkzeugkorrekturen wirken im Werkzeug-Koordinatensystem **T-CS**:

- Korrekturwerte aus der Werkzeugverwaltung

  Weitere Informationen: "Werkzeugkorrektur für Werkzeuglänge und -radius", Seite 310
- Korrekturwerte aus dem Werkzeugaufruf

  Weitere Informationen: "Werkzeugkorrektur für Werkzeuglänge und -radius", Seite 310
- Werte der Korrekturtabellen ***.tco**

  Weitere Informationen: "Werkzeugkorrektur mit Korrekturtabellen", Seite 320
- Werte der Funktion **FUNCTION TURNDATA CORR T-CS** (Option #50)

  Weitere Informationen: "Drehwerkzeuge korrigieren mit FUNCTION TURNDATA CORR (Option #50)", Seite 323
- 3D-Werkzeugkorrektur mit Flächennormalenvektoren (Option #9)

  Weitere Informationen: "3D-Werkzeugkorrektur (Option #9)", Seite 325
- Eingriffswinkelabhängige 3D-Werkzeugradiuskorrektur mit Korrekturwerttabellen (Option #92)

  Weitere Informationen: "Eingriffswinkelabhängige 3D-Radiuskorrektur (Option #92)", Seite 340

Positionsanzeige

Die Anzeige der virtuellen Werkzeugachse **VT** bezieht sich auf das Werkzeug-Koordinatensystem **T-CS**.

Die Steuerung zeigt die Werte von **VT** im Arbeitsbereich **GPS** (Option #44) und im Reiter **GPS** des Arbeitsbereichs **Status**.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Die Handräder HR 520 und HR 550 FS zeigen die Werte von **VT** im Display.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

10.2 NC-Funktionen zur Bezugspunktverwaltung

10.2.1 Übersicht

Um einen bereits gesetzten Bezugspunkt in der Bezugspunkttabelle direkt im NC-Programm zu beeinflussen, stellt die Steuerung folgende Funktionen zur Verfügung:

- Bezugspunkt aktivieren
- Bezugspunkt kopieren
- Bezugspunkt korrigieren

10.2.2 Bezugspunkt aktivieren mit PRESET SELECT

Anwendung

Mit der Funktion **PRESET SELECT** können Sie einen in der Bezugspunkttabelle definierten Bezugspunkt als neuen Bezugspunkt aktivieren.

Voraussetzung

- Bezugspunkttabelle enthält Werte

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Werkstück-Bezugspunkt gesetzt

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Funktionsbeschreibung

Den Bezugspunkt können Sie entweder über die Bezugspunktnummer oder über den Eintrag in der Spalte **Doc** aktivieren. Wenn der Eintrag in der Spalte **Doc** nicht eindeutig ist, aktiviert die Steuerung den Bezugspunkt mit der niedrigsten Bezugspunktnummer.

Mit dem Syntaxelement **KEEP TRANS** können Sie definieren, dass die Steuerung folgende Transformationen beibehält:

- Funktion **TRANS DATUM**
- Zyklus **8 SPIEGELUNG** und Funktion **TRANS MIRROR**
- Zyklus **10 DREHUNG** und Funktion **TRANS ROTATION**
- Zyklus **11 MASSFAKTOR** und Funktion **TRANS SCALE**
- Zyklus **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**

Eingabe

11 PRESET SELECT #3 KEEP TRANS WP	; Zeile 3 der Bezugspunkttabelle als Werkstück-Bezugspunkt aktivieren und Transformationen erhalten

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
PRESET SELECT	Syntaxeröffner zum Aktivieren eines Bezugspunkts
#, **" "** oder **QS**	Zeile der Bezugspunkttabelle wählen Feste oder variable Nummer oder Name Sie können die Zeile mit einem Auswahlmenü wählen. Bei Namen zeigt die Steuerung im Auswahlmenü nur die Zeilen der Bezugspunkttabelle, bei denen die Spalte **Doc** definiert ist.
KEEP TRANS	Einfache Transformationen beibehalten Syntaxelement optional
WP oder **PAL**	Bezugspunkt für Werkstück oder Palette aktivieren Syntaxelement optional

Hinweis

Wenn Sie **PRESET SELECT** ohne optionale Parameter programmieren, ist das Verhalten identisch zu Zyklus **247 BEZUGSPUNKT SETZEN**.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen

10.2.3 Bezugspunkt kopieren mit PRESET COPY

Anwendung

Mit der Funktion **PRESET COPY** können Sie einen in der Bezugspunkttabelle definierten Bezugspunkt kopieren und den kopierten Bezugspunkt aktivieren.

Voraussetzung

- Bezugspunkttabelle enthält Werte
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Werkstück-Bezugspunkt gesetzt
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Funktionsbeschreibung

Den zu kopierenden Bezugspunkt können Sie entweder über die Bezugspunktnummer oder über den Eintrag in der Spalte **Doc** wählen. Wenn der Eintrag in der Spalte **Doc** nicht eindeutig ist, wählt die Steuerung den Bezugspunkt mit der niedrigsten Bezugspunktnummer.

Eingabe

11 PRESET COPY #1 TO #3 SELECT TARGET KEEP TRANS	; Zeile 1 der Bezugspunkttabelle in Zeile 3 kopieren, Zeile 3 als Werkstück-Bezugspunkt aktivieren und Transformationen erhalten

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
PRESET COPY	Syntaxeröffner zum Kopieren und Aktivieren eines Werkstück-Bezugspunkts
#, **" "** oder **QS**	Zu kopierende Zeile der Bezugspunkttabelle wählen Feste oder variable Nummer oder Name Sie die Zeile mit einem Auswahlmenü wählen. Bei Namen zeigt die Steuerung im Auswahlmenü nur die Zeilen der Bezugspunkttabelle, bei denen die Spalte **Doc** definiert ist.
TO #, **" "** oder **QS**	Neue Zeile der Bezugspunkttabelle wählen Feste oder variable Nummer oder Name Sie die Zeile mit einem Auswahlmenü wählen. Bei Namen zeigt die Steuerung im Auswahlmenü nur die Zeilen der Bezugspunkttabelle, bei denen die Spalte **Doc** definiert ist.
SELECT TARGET	Kopierte Zeile der Bezugspunkttabelle als Werkstück-Bezugspunkt aktivieren Syntaxelement optional
KEEP TRANS	Syntaxelement optional

10.2.4 Bezugspunkt korrigieren mit PRESET CORR

Anwendung

Mit der Funktion **PRESET CORR** können Sie den aktiven Bezugspunkt korrigieren.

Voraussetzung

- Bezugspunkttabelle enthält Werte
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Werkstück-Bezugspunkt gesetzt
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Funktionsbeschreibung

Wenn in einem NC-Satz sowohl die Grunddrehung als auch eine Translation korrigiert wird, korrigiert die Steuerung zuerst die Translation und anschließend die Grunddrehung.

Die Korrekturwerte beziehen sich auf das aktive Bezugssystem. Wenn Sie die OFFS-Werte korrigieren, beziehen sich die Werte auf das Maschinen-Koordinatensystem **M-CS**.

Weitere Informationen: "Bezugssysteme", Seite 228

Eingabe

11 PRESET CORR X+10 SPC+45	; Werkstück-Bezugspunkt in **X** um +10 mm und in **SPC** um +45° korrigieren

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
PRESET CORR	Syntaxeröffner zum Korrigieren des Werkstück-Bezugspunkts
X, **Y**, **Z**	Korrekturwerte in den Hauptachsen Syntaxelement optional
SPA, **SPB**, **SPC**	Korrekturwerte für den Raumwinkel Syntaxelement optional
X_OFFS, **Y_OFFS**, **Z_OFFS**, **A_OFFS**, **B_OFFS**, **C_OFFS**, **U_OFFS**, **V_OFFS**, **W_OFFS**	Korrekturwerte für die Offsets bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt Syntaxelement optional

10.3 Nullpunkttabelle

Anwendung

In einer Nullpunkttabelle speichern Sie Positionen am Werkstück. Um eine Nullpunkttabelle nutzen zu können, müssen Sie sie aktivieren. Innerhalb eines NC-Programms können Sie die Nullpunkte aufrufen, um z. B. Bearbeitungen bei mehreren Werkstücken an der gleichen Position durchzuführen. Die aktive Zeile der Nullpunkttabelle dient als Werkstück-Nullpunkt im NC-Programm.

Verwandte Themen

- Inhalte und Erstellung einer Nullpunkttabelle
  Weitere Informationen: "Nullpunkttabelle", Seite 627
- Nullpunkttabelle während des Programmlaufs editieren
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Bezugspunkttabelle
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Funktionsbeschreibung

Die Nullpunkte aus der Nullpunkttabelle beziehen sich auf den aktuellen Werkstück-Bezugspunkt. Die Koordinatenwerte aus Nullpunkttabellen sind ausschließlich absolut wirksam.

Sie setzen Nullpunkttabellen in folgenden Situationen ein:

- Häufige Verwendung derselben Nullpunktverschiebung
- Wiederkehrende Bearbeitungen an verschiedenen Werkstücken
- Wiederkehrende Bearbeitungen an verschiedenen Positionen eines Werkstücks

Nullpunkttabelle manuell aktivieren

Sie können eine Nullpunkttabelle manuell für die Betriebsart **Programmlauf** aktivieren.

In der Betriebsart **Programmlauf** enthält das Fenster **Programmeinstellungen** den Bereich **Tabellen**. In diesem Bereich können Sie für den Programmlauf eine Nullpunkttabelle und beide Korrekturtabellen mit einem Auswahlfenster wählen.

Wenn Sie eine Tabelle aktivieren, markiert die Steuerung diese Tabelle mit dem Status **M**.

10.3.1 Nullpunkttabelle im NC-Programm aktivieren

Sie aktivieren eine Nullpunkttabelle im NC-Programm wie folgt:

- ▶ **NC-Funktion einfügen** wählen
- > Die Steuerung öffnet das Fenster **NC-Funktion einfügen.**
- ▶ **SEL TABLE** wählen
- > Die Steuerung öffnet die Aktionsleiste.

- ▶ **Auswahl** wählen
- > Die Steuerung öffnet ein Fenster zur Dateiauswahl.
- ▶ Nullpunkttabelle wählen

- ▶ **Auswählen** wählen

Wenn die Nullpunkttabelle nicht im selben Verzeichnis gespeichert ist wie das NC-Programm, müssen Sie den kompletten Pfadnamen definieren. Im Fenster **Programmeinstellungen** können Sie definieren, ob die Steuerung absolute oder relative Pfade erstellt.

Weitere Informationen: "Einstellungen im Arbeitsbereich Programm", Seite 111

> Wenn Sie den Namen der Nullpunkttabelle manuell eingeben, beachten Sie folgendes:
> - Wenn die Nullpunkttabelle im selben Verzeichnis wie das NC-Programm abgelegt ist, müssen Sie nur den Dateinamen eingeben.
> - Wenn die Nullpunkttabelle nicht im selben Verzeichnis wie das NC-Programm abgelegt ist, müssen Sie den kompletten Pfadnamen definieren.

Definition

Dateiformat	Definition
.d	Nullpunkttabelle

10.4 NC-Funktionen zur Koordinatentransformation

10.4.1 Übersicht

Die Steuerung bietet folgende **TRANS**-Funktionen:

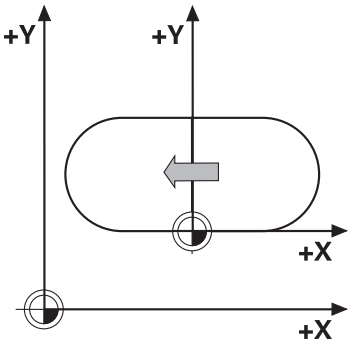
Syntax	Funktion	Weitere Informationen
TRANS DATUM	Werkstück-Nullpunkt verschieben	Seite 248
TRANS MIRROR	Achse spiegeln	Seite 250
TRANS ROTATION	Um die Werkzeugachse drehen	Seite 252
TRANS SCALE	Konturen und Positionen skalieren	Seite 254

Definieren Sie die Funktionen in der Reihenfolge der Tabelle und setzen Sie die Funktionen in umgekehrter Reihenfolge zurück. Die Programmierreihenfolge beeinflusst das Ergebnis.

Verschieben Sie z. B. erst den Werkstück-Nullpunkt und spiegeln anschließend die Kontur. Wenn Sie die Reihenfolge umkehren, wird die Kontur am ursprünglichen Werkstück-Nullpunkt gespiegelt.

Alle **TRANS**-Funktionen wirken bezogen auf den Werkstück-Nullpunkt. Der Werkstück-Nullpunkt ist der Ursprung des Eingabe-Koordinatensystems **I-CS**.

Weitere Informationen: "Eingabe-Koordinatensystem I-CS", Seite 238



Verwandte Themen

- Zyklen für Koordinatentransformationen
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen
- **PLANE**-Funktionen (Option #8)
  Weitere Informationen: "Bearbeitungsebene schwenken mit PLANE-Funktionen (Option #8)", Seite 256
- Bezugssysteme
  Weitere Informationen: "Bezugssysteme", Seite 228

10.4.2 Nullpunktverschiebung mit TRANS DATUM

Anwendung

Mit der Funktion **TRANS DATUM** verschieben Sie den Werkstück-Nullpunkt entweder mithilfe fester oder variabler Koordinaten oder durch Angabe einer Tabellenzeile der Nullpunkttabelle.

Mit der Funktion **TRANS DATUM RESET** setzen Sie die Nullpunktverschiebung zurück.

Verwandte Themen

- Inhalt der Nullpunkttabelle
  Weitere Informationen: "Nullpunkttabelle", Seite 627
- Nullpunkttabelle aktivieren
  Weitere Informationen: "Nullpunkttabelle im NC-Programm aktivieren", Seite 247
- Bezugspunkte der Maschine
  Weitere Informationen: "Bezugspunkte in der Maschine", Seite 101

Funktionsbeschreibung

TRANS DATUM AXIS

Mit der Funktion **TRANS DATUM AXIS** definieren Sie eine Nullpunktverschiebung durch Eingabe von Werten in der jeweiligen Achse. Sie können in einem NC-Satz bis zu neun Koordinaten definieren, Inkrementaleingabe ist möglich.

Das Ergebnis der Nullpunktverschiebung zeigt die Steuerung im Arbeitsbereich **Positionen**.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

TRANS DATUM TABLE

Mit der Funktion **TRANS DATUM TABLE** definieren Sie eine Nullpunktverschiebung, indem Sie eine Zeile einer Nullpunkttabelle wählen.

Sie können optional den Pfad einer Nullpunkttabelle definieren. Wenn Sie keinen Pfad definieren, verwendet die Steuerung die mit **SEL TABLE** aktivierte Nullpunkttabelle.

Weitere Informationen: "Nullpunkttabelle im NC-Programm aktivieren", Seite 247

Die Nullpunktverschiebung und den Pfad der Nullpunkttabelle zeigt die Steuerung im Reiter **TRANS** des Arbeitsbereichs **Status**.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

TRANS DATUM RESET

Mit der Funktion **TRANS DATUM RESET** setzen Sie eine Nullpunktverschiebung zurück. Dabei ist es unerheblich, wie Sie den Nullpunkt zuvor definiert haben.

Eingabe

11 TRANS DATUM AXIS X+10 Y+25 Z+42	; Werkstück-Nullpunkt in den Achsen **X**, **Y** und **Z** verschieben

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
TRANS DATUM	Syntaxeröffner für eine Nullpunktverschiebung
AXIS, **TABLE** oder **RESET**	Nullpunktverschiebung mit Koordinateneingaben, mit einer Nullpunkttabelle oder Nullpunktverschiebung zurücksetzen
X, **Y**, **Z**, **A**, **B**, **C**, **U**, **V** oder **W**	Mögliche Achsen zur Koordinateneingabe Feste oder variable Nummer Nur bei Auswahl **AXIS**
TABLINE	Zeile der Nullpunkttabelle Feste oder variable Nummer Nur bei Auswahl **TABLE**
" " oder **QS**	Pfad der Nullpunkttabelle Fester oder variabler Name Syntaxelement optional Nur bei Auswahl **TABLE**

Hinweise

- Die Funktion **TRANS DATUM** ersetzt den Zyklus **7 NULLPUNKT**. Wenn Sie ein NC-Programm einer Vorgängersteuerung importieren, ändert die Steuerung den Zyklus **7** beim Editieren in die NC-Funktion **TRANS DATUM**.
- Absolute Werte beziehen sich auf den Werkstück-Bezugspunkt. Inkrementale Werte beziehen sich auf den Werkstück-Nullpunkt.

  Weitere Informationen: "Bezugspunkte in der Maschine", Seite 101
- Mit dem Maschinenparameter **transDatumCoordSys** (Nr. 127501) definiert der Maschinenhersteller, auf welches Bezugssystem sich die Werte der Positionsanzeige beziehen.

  Weitere Informationen: "Bezugssysteme", Seite 228

10.4.3 Spiegelung mit TRANS MIRROR

Anwendung

Mit der Funktion **TRANS MIRROR** spiegeln Sie Konturen oder Positionen um eine oder mehrere Achsen.

Mit der Funktion **TRANS MIRROR RESET** setzen Sie die Spiegelung zurück.

Verwandte Themen

- Zyklus **8 SPIEGELUNG**

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen
- Additive Spiegelung innerhalb der Globalen Programmeinstellungen GPS (Option #44)

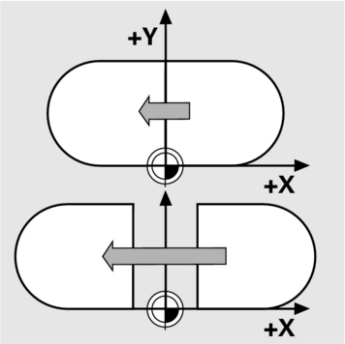
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Funktionsbeschreibung

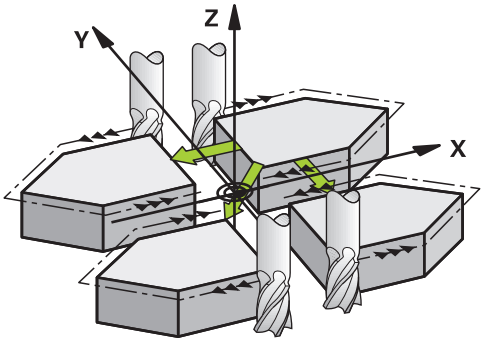
Die Spiegelung wirkt modal ab der Definition im NC-Programm.

Die Steuerung spiegelt Konturen oder Positionen um den aktiven Werkstück-Nullpunkt. Wenn der Nullpunkt außerhalb der Kontur liegt, spiegelt die Steuerung den Abstand bis zum Nullpunkt ebenfalls.

Weitere Informationen: "Bezugspunkte in der Maschine", Seite 101



Wenn Sie nur eine Achse spiegeln, ändert sich der Umlaufsinn des Werkzeugs. Ein in einem Zyklus definierter Umlaufsinn bleibt erhalten, z. B. innerhalb von OCM-Zyklen (Option #167).

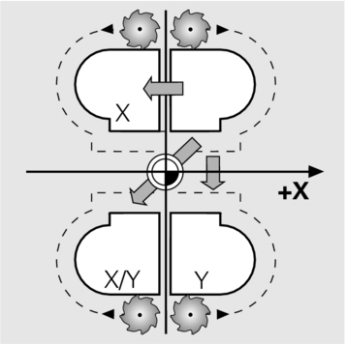


Je nach gewählten Achswerten **AXIS** spiegelt die Steuerung folgende Bearbeitungsebenen:

- **X**: Die Steuerung spiegelt die Bearbeitungsebene **YZ**
- **Y**: Die Steuerung spiegelt die Bearbeitungsebene **ZX**
- **Z**: Die Steuerung spiegelt die Bearbeitungsebene **XY**

Weitere Informationen: "Bezeichnung der Achsen an Fräsmaschinen", Seite 100

Sie können bis zu drei Achswerte wählen.



Die Steuerung zeigt eine aktive Spiegelung im Reiter **TRANS** des Arbeitsbereichs **Status**.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Eingabe

11 TRANS MIRROR AXIS X	; Bearbeitung um Y-Achse spiegeln

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
TRANS MIRROR	Syntaxeröffner für eine Spiegelung
AXIS oder **RESET**	Spiegelung von Achswerten eingeben oder Spiegelung zurücksetzen
X, **Y** oder **Z**	Zu spiegelnde Achswerte Nur bei Auswahl **AXIS**

Hinweis

Diese Funktion können Sie ausschließlich im Bearbeitungsmodus **FUNCTION MODE MILL** verwenden.

Weitere Informationen: "Bearbeitungsmodus umschalten mit FUNCTION MODE", Seite 124

Hinweise in Verbindung mit Schwenkfunktionen

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die Steuerung reagiert auf die Art und die Reihenfolge der programmierten Transformationen unterschiedlich. Bei unpassenden Funktionen können unvorhergesehene Bewegungen oder Kollisionen entstehen.

- Nur die empfohlenen Transformationen im jeweiligen Bezugssystem programmieren
- Schwenkfunktionen mit Raumwinkeln statt mit Achswinkeln verwenden
- NC-Programm mithilfe der Simulation testen

Die Art der Schwenkfunktion hat folgende Auswirkungen auf das Resultat:

- Wenn Sie mit Raumwinkeln (**PLANE**-Funktionen außer **PLANE AXIAL**, Zyklus **19**) schwenken, ändern zuvor programmierte Transformationen die Lage des Werkstück-Nullpunkts und die Orientierung der Drehachsen:
  - Eine Verschiebung mit der Funktion **TRANS DATUM** verändert die Lage des Werkstück-Nullpunkts.
  - Eine Spiegelung verändert die Orientierung der Drehachsen. Das ganze NC-Programm inkl. der Raumwinkel wird gespiegelt.
- Wenn Sie mit Achswinkeln (**PLANE AXIAL**, Zyklus **19**) schwenken, hat eine zuvor programmierte Spiegelung keinen Einfluss auf die Orientierung der Drehachsen. Mit diesen Funktionen positionieren Sie die Maschinenachsen direkt.

Weitere Informationen: "Werkstück-Koordinatensystem W-CS", Seite 233

10.4.4 Drehung mit TRANS ROTATION

Anwendung

Mit der Funktion **TRANS ROTATION** drehen Sie Konturen oder Positionen um einen Drehwinkel.

Mit der Funktion **TRANS ROTATION RESET** setzen Sie die Drehung zurück.

Verwandte Themen

- Zyklus **10 DREHUNG**
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen
- Additive Drehung innerhalb der Globalen Programmeinstellungen GPS (Option #44)
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Funktionsbeschreibung

Die Drehung wirkt modal ab der Definition im NC-Programm.

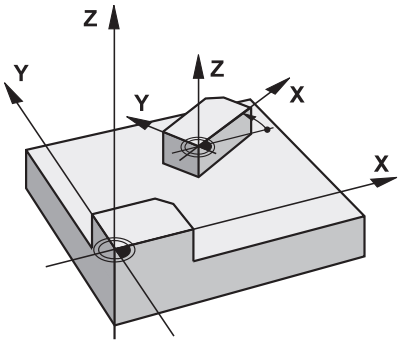
Die Steuerung dreht die Bearbeitung in der Bearbeitungsebene um den aktiven Werkstück-Nullpunkt.

Weitere Informationen: "Bezugspunkte in der Maschine", Seite 101

Die Steuerung dreht das Eingabe-Koordinatensystem **I-CS** wie folgt:

- Ausgehend von der Winkelbezugsachse, entspricht der Hauptachse
- Um die Werkzeugachse

Weitere Informationen: "Bezeichnung der Achsen an Fräsmaschinen", Seite 100



Sie können eine Drehung wie folgt programmieren:

- Absolut, bezogen auf die positive Hauptachse
- Inkremental, bezogen auf die zuletzt aktive Drehung

Die Steuerung zeigt eine aktive Drehung im Reiter **TRANS** des Arbeitsbereichs **Status**.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Eingabe

```
11 TRANS ROTATION ROT+90        ; Bearbeitung um 90° drehen
```

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
TRANS ROTATION	Syntaxeröffner für eine Drehung
ROT oder **RESET**	Absoluten oder inkrementalen Drehwinkel eingeben oder Drehung zurücksetzen Feste oder variable Nummer

Hinweis

Diese Funktion können Sie ausschließlich im Bearbeitungsmodus **FUNCTION MODE MILL** verwenden.

Weitere Informationen: "Bearbeitungsmodus umschalten mit FUNCTION MODE", Seite 124

10.4.5 Skalierung mit TRANS SCALE

Anwendung

Mit der Funktion **TRANS SCALE** skalieren Sie Konturen oder Positionen und vergrößern oder verkleinern damit gleichmäßig. So können Sie z. B. Schrumpf- und Aufmaßfaktoren berücksichtigen.

Mit der Funktion **TRANS SCALE RESET** setzen Sie die Skalierung zurück.

Verwandte Themen

- Zyklus **11 MASSFAKTOR**
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen

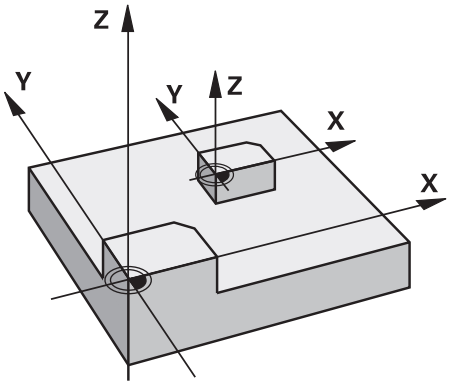
Funktionsbeschreibung

Die Skalierung wirkt modal ab der Definition im NC-Programm.

Je nach Lage des Werkstück-Nullpunkts skaliert die Steuerung wie folgt:

- Werkstück-Nullpunkt im Zentrum der Kontur:
  Die Steuerung skaliert die Kontur in allen Richtungen gleichmäßig.
- Werkstück-Nullpunkt links unten an der Kontur:
  Die Steuerung skaliert die Kontur in positiver Richtung der X- und Y-Achsen.
- Werkstück-Nullpunkt rechts oben an der Kontur:
  Die Steuerung skaliert die Kontur in negativer Richtung der X- und Y-Achsen.

Weitere Informationen: "Bezugspunkte in der Maschine", Seite 101



Mit einem Maßfaktor **SCL** kleiner als 1 verkleinert die Steuerung die Kontur. Mit einem Maßfaktor **SCL** größer als 1 vergrößert die Steuerung die Kontur.

Die Steuerung berücksichtigt beim Skalieren alle Koordinatenangaben und Maßangaben aus Zyklen.

Die Steuerung zeigt eine aktive Skalierung im Reiter **TRANS** des Arbeitsbereichs **Status**.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Eingabe

```
11 TRANS SCALE SCL1.5          ; Bearbeitung um Maßfaktor 1.5 vergrößern
```

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
TRANS SCALE	Syntaxeröffner für eine Skalierung
SCL oder **RESET**	Maßfaktor eingeben oder Skalierung zurücksetzen Feste oder variable Nummer

Hinweise

- Diese Funktion können Sie ausschließlich im Bearbeitungsmodus **FUNCTION MODE MILL** verwenden.

  Weitere Informationen: "Bearbeitungsmodus umschalten mit FUNCTION MODE", Seite 124
- Wenn Sie eine Kontur mit Innenradien verkleinern, achten Sie auf die richtige Werkzeugwahl. Ansonst bleibt ggf. Restmaterial stehen.

10.5 Bearbeitungsebene schwenken (Option #8)

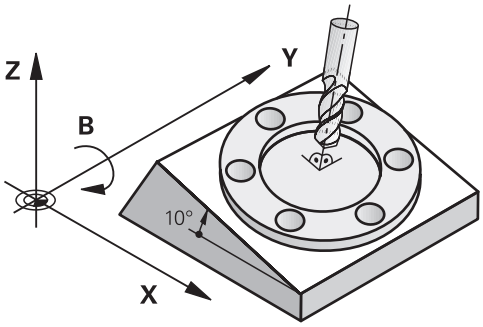
10.5.1 Grundlagen

Mit dem Schwenken der Bearbeitungsebene können Sie auf Maschinen mit Drehachsen z. B. mehrere Werkstückseiten in einer Aufspannung bearbeiten. Sie können mithilfe der Schwenkfunktionen auch ein schief gespanntes Werkstück ausrichten.

Sie können die Bearbeitungsebene nur bei aktiver Werkzeugachse **Z** schwenken.

Die Steuerungsfunktionen zum Schwenken der Bearbeitungsebene sind Koordinatentransformationen. Dabei steht die Bearbeitungsebene immer senkrecht zur Richtung der Werkzeugachse.

Weitere Informationen: "Bearbeitungsebene-Koordinatensystem WPL-CS", Seite 236



Für das Schwenken der Bearbeitungsebene stehen drei Funktionen zur Verfügung:

- Manuelles Schwenken mit dem Fenster **3D-Rotation** in der Anwendung **Handbetrieb**

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Gesteuertes Schwenken mit den **PLANE**-Funktionen im NC-Programm

  Weitere Informationen: "Bearbeitungsebene schwenken mit PLANE-Funktionen (Option #8)", Seite 256
- Gesteuertes Schwenken mit dem Zyklus **19 BEARBEITUNGSEBENE**

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen

Hinweise zu unterschiedlichen Maschinenkinematiken

Wenn keine Transformationen aktiv sind und die Bearbeitungsebene nicht geschwenkt ist, verfahren die linearen Maschinenachsen parallel zum Basis-Koordinatensystem **B-CS**. Dabei verhalten sich Maschinen unabhängig von der Kinematik annähernd identisch.

Weitere Informationen: "Basis-Koordinatensystem B-CS", Seite 232

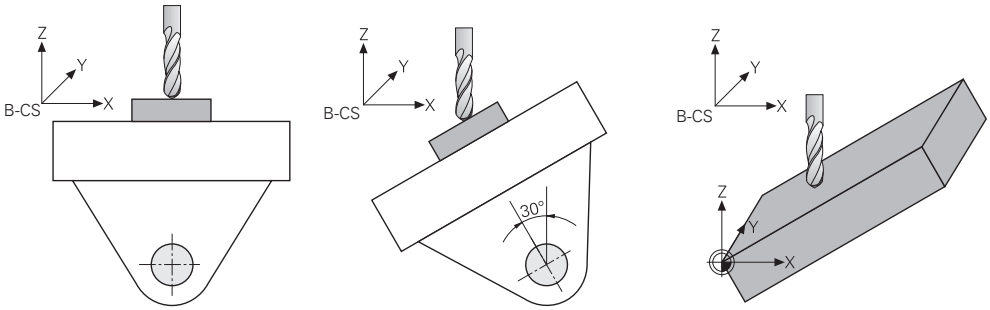
Wenn Sie die Bearbeitungsebene schwenken, verfährt die Steuerung die Maschinenachsen abhängig von der Kinematik.

Beachten Sie folgende Aspekte bezüglich der Maschinenkinematik:

- Maschine mit Tischdrehachsen

  Bei dieser Kinematik führen die Tischdrehachsen die Schwenkbewegung aus und die Position des Werkstücks im Maschinenraum ändert sich. Die linearen Maschinenachsen verfahren im geschwenkten Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS** genauso wie im ungeschwenkten **B-CS**.

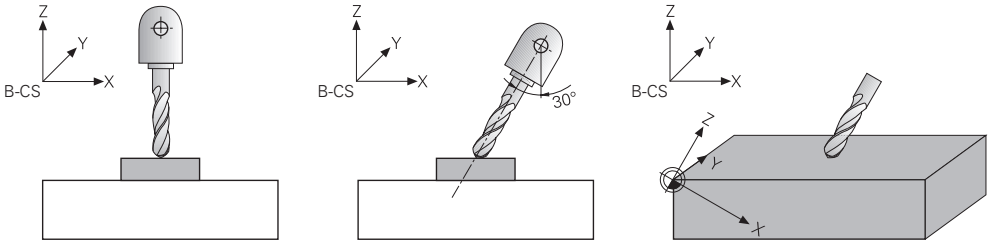
  Weitere Informationen: "Bearbeitungsebene-Koordinatensystem WPL-CS", Seite 236



- Maschine mit Kopfdrehachsen

  Bei dieser Kinematik führen die Kopfdrehachsen die Schwenkbewegung aus und die Position des Werkstücks im Maschinenraum bleibt gleich. Im geschwenkten **WPL-CS** verfahren je nach dem Drehwinkel mindestens zwei lineare Maschinenachsen nicht mehr parallel zum ungeschwenkten **B-CS**.

  Weitere Informationen: "Bearbeitungsebene-Koordinatensystem WPL-CS", Seite 236



10.5.2 Bearbeitungsebene schwenken mit PLANE-Funktionen (Option #8)

Grundlagen

Anwendung

Mit dem Schwenken der Bearbeitungsebene können Sie auf Maschinen mit Drehachsen z. B. mehrere Werkstückseiten in einer Aufspannung bearbeiten.

Sie können mithilfe der Schwenkfunktionen auch ein schief gespanntes Werkstück ausrichten.

Verwandte Themen

- Bearbeitungsarten nach Achsanzahl

  Weitere Informationen: "Bearbeitungsarten nach Achsanzahl", Seite 412
- Geschwenkte Bearbeitungsebene in der Betriebsart **Manuell** übernehmen mit dem Fenster **3D-Rotation**

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Voraussetzungen

- Maschine mit Drehachsen

  Für die 3+2-Achs-Bearbeitung benötigen Sie mindestens zwei Drehachsen. Auch abnehmbare Achsen als Aufsatztisch sind möglich.
- Kinematikbeschreibung

  Die Steuerung benötigt zur Berechnung der Schwenkwinkel eine Kinematikbeschreibung, die der Maschinenhersteller erstellt.
- Software-Option #8 Erweiterte Funktionen Gruppe 1
- Werkzeug mit Werkzeugachse **Z**

Funktionsbeschreibung

Mit dem Schwenken der Bearbeitungsebene definieren Sie die Orientierung des Bearbeitungsebene-Koordinatensystems **WPL-CS**.

Weitere Informationen: "Bezugssysteme", Seite 228

> Die Position des Werkstück-Nullpunkts und damit die Lage des Bearbeitungsebene-Koordinatensystems **WPL-CS** definieren Sie mithilfe der Funktion **TRANS DATUM** vor dem Schwenken der Bearbeitungsebene im Werkstück-Koordinatensystem **W-CS**.
>
> Eine Nullpunktverschiebung wirkt immer im aktiven **WPL-CS**, also ggf. nach der Schwenkfunktion. Wenn Sie den Werkstück-Nullpunkt für die Schwenkung verschieben, müssen Sie ggf. eine aktive Schwenkfunktion zurücksetzen.
>
> **Weitere Informationen:** "Nullpunktverschiebung mit TRANS DATUM", Seite 248

In der Praxis weisen Werkstückzeichnungen unterschiedliche Winkelangaben auf, weshalb die Steuerung verschiedene **PLANE**-Funktionen mit unterschiedlichen Möglichkeiten zur Winkeldefinition bietet.

Weitere Informationen: "Übersicht der PLANE-Funktionen", Seite 258

Zusätzlich zur geometrischen Definition der Bearbeitungsebene bestimmen Sie für jede **PLANE**-Funktion, wie die Steuerung die Drehachsen positioniert.

Weitere Informationen: "Drehachspositionierung", Seite 290

Wenn die geometrische Definition der Bearbeitungsebene keine eindeutige Schwenkposition liefert, können Sie die gewünschte Schwenklösung wählen.

Weitere Informationen: "Schwenklösungen", Seite 293

Abhängig von den definierten Winkeln und der Maschinenkinematik können Sie wählen, ob die Steuerung die Drehachsen positioniert oder ausschließlich das Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS** orientiert.

Weitere Informationen: "Transformationsarten", Seite 297

Statusanzeige

Arbeitsbereich Positionen

Sobald die Bearbeitungsebene geschwenkt ist, enthält die allgemeine Statusanzeige im Arbeitsbereich **Positionen** ein Symbol.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

> Wenn Sie die Schwenkfunktion korrekt deaktivieren oder zurücksetzen, darf das Symbol für die geschwenkte Bearbeitungsebene nicht mehr angezeigt werden.
>
> **Weitere Informationen:** "PLANE RESET", Seite 285

Arbeitsbereich Status

Wenn die Bearbeitungsebene geschwenkt ist, enthalten die Reiter **POS** und **TRANS** des Arbeitsbereichs **Status** Informationen zur aktiven Orientierung der Bearbeitungsebene.

Wenn Sie die Bearbeitungsebene mithilfe von Achswinkeln definieren, zeigt die Steuerung die definierten Achswerte. Bei allen alternativen geometrischen Definitionsmöglichkeiten sehen Sie die resultierenden Raumwinkel.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Übersicht der PLANE-Funktionen

Die Steuerung bietet folgende **PLANE**-Funktionen:

Syntax-element	Funktion	Weitere Informationen
SPATIAL	Definiert die Bearbeitungsebene mithilfe von drei Raumwinkeln	Seite 261
PROJECTED	Definiert die Bearbeitungsebene mithilfe von zwei Projektionswinkeln und einem Rotationswinkel	Seite 266
EULER	Definiert die Bearbeitungsebene mithilfe von drei Eulerwinkeln	Seite 271
VECTOR	Definiert die Bearbeitungsebene mithilfe von zwei Vektoren	Seite 273
POINTS	Definiert die Bearbeitungsebene mithilfe der Koordinaten von drei Punkten	Seite 277
RELATIV	Definiert die Bearbeitungsebene mithilfe eines einzelnen, inkremental wirkenden Raumwinkels	Seite 281
AXIAL	Definiert die Bearbeitungsebene mithilfe von max. drei absoluten oder inkrementalen Achswinkeln	Seite 286
RESET	Setzt das Schwenken der Bearbeitungsebene zurück	Seite 285

Hinweise

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die Steuerung versucht beim Einschalten der Maschine den Ausschaltzustand der geschwenkten Ebene wiederherzustellen. Unter gewissen Umständen ist das nicht möglich. Das gilt z. B. wenn Sie mit Achswinkel schwenken und die Maschine mit Raumwinkel konfiguriert ist oder wenn Sie die Kinematik geändert haben.

- Schwenken, wenn möglich, vor dem Herunterfahren zurücksetzen
- Beim Wiedereinschalten Schwenkzustand prüfen

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Der Zyklus **8 SPIEGELUNG** kann in Verbindung mit der Funktion **Bearbeitungsebene schwenken** unterschiedlich wirken. Entscheidend sind hierbei die Programmierreihenfolge, die gespiegelten Achsen und die verwendete Schwenkfunktion. Während des Schwenkvorgangs und der nachfolgenden Bearbeitung besteht Kollisionsgefahr!

- Ablauf und Positionen mithilfe der grafischen Simulation prüfen
- NC-Programm oder Programmabschnitt in der Betriebsart **Programmlauf Einzelsatz** vorsichtig testen

Beispiele

1. Zyklus **8 SPIEGELUNG** vor der Schwenkfunktion ohne Drehachsen programmiert:
   - Die Schwenkung der verwendeten **PLANE**-Funktion (außer **PLANE AXIAL**) wird gespiegelt
   - Die Spiegelung wirkt nach der Schwenkung mit **PLANE AXIAL** oder Zyklus **19**
2. Zyklus **8 SPIEGELUNG** vor der Schwenkfunktion mit einer Drehachse programmiert:
   - Die gespiegelte Drehachse hat keine Auswirkung auf die Schwenkung der verwendeten **PLANE**-Funktion, ausschließlich die Bewegung der Drehachse wird gespiegelt

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Drehachsen mit Hirth-Verzahnung müssen zum Schwenken aus der Verzahnung herausfahren. Während des Herausfahrens und der Schwenkbewegung besteht Kollisionsgefahr!

- Werkzeug freifahren, bevor Sie die Stellung der Drehachse verändern

- Wenn Sie die **PLANE**-Funktion bei aktivem **M120** verwenden, dann hebt die Steuerung die Radiuskorrektur und damit auch die Funktion **M120** automatisch auf.
- **PLANE**-Funktionen immer mit **PLANE RESET** zurücksetzen. Die Eingabe des Werts 0 in allen **PLANE**-Parametern (z. B. allen drei Raumwinkeln) setzt ausschließlich die Winkel, nicht die Funktion zurück.

- Wenn Sie mit der Funktion **M138** die Anzahl der Schwenkachsen begrenzen, können dadurch die Schwenkmöglichkeiten an Ihrer Maschine eingeschränkt werden. Ob die Steuerung die Achswinkel der abgewählten Achsen berücksichtigt oder auf 0 setzt, legt Ihr Maschinenhersteller fest.
- Die Steuerung unterstützt das Schwenken der Bearbeitungsebene nur mit Spindelachse Z.

Bearbeitungsebene schwenken ohne Drehachsen

Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!

Diese Funktion muss vom Maschinenhersteller freigegeben und angepasst werden.

Der Maschinenhersteller muss den exakten Winkel, z. B. eines angebauten Winkelkopfs, in der Kinematikbeschreibung berücksichtigen.

Sie können auch ohne Drehachsen die programmierte Bearbeitungsebene senkrecht zum Werkzeug ausrichten, z. B. um die Bearbeitungsebene für einen angebauten Winkelkopf anzupassen.

Mit der Funktion **PLANE SPATIAL** und dem Positionierverhalten **STAY** schwenken Sie die Bearbeitungsebene auf den vom Maschinenhersteller eingegebenen Winkel.

Beispiel angebauter Winkelkopf mit fester Werkzeugrichtung **Y**:

Beispiel

```
11 TOOL CALL 5 Z S4500
12 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB-90 SPC+0 STAY
```

Der Schwenkwinkel muss exakt zum Werkzeugwinkel passen, ansonsten gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus.

PLANE SPATIAL

Anwendung

Mit der Funktion **PLANE SPATIAL** definieren Sie die Bearbeitungsebene mit drei Raumwinkeln.

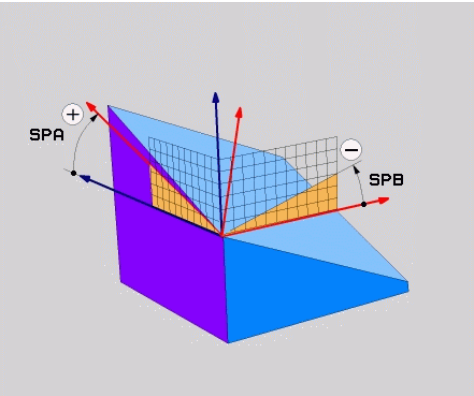
> Raumwinkel sind die am häufigsten verwendete Definitionsmöglichkeit einer Bearbeitungsebene. Die Definition ist nicht maschinenspezifisch, also unabhängig von den vorhandenen Drehachsen.

Verwandte Themen

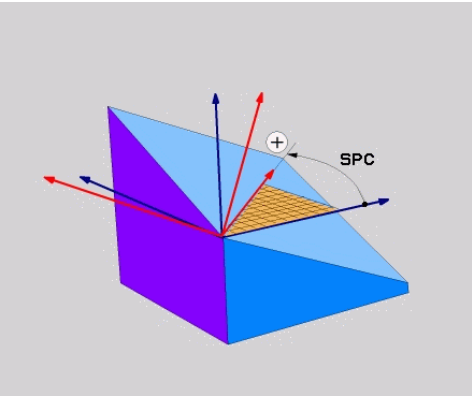
- Einen einzelnen, inkremental wirkenden Raumwinkel definieren
  Weitere Informationen: "PLANE RELATIV", Seite 281
- Achswinkeleingabe
  Weitere Informationen: "PLANE AXIAL", Seite 286

Funktionsbeschreibung

Raumwinkel definieren eine Bearbeitungsebene als drei voneinander unabhängige Drehungen im Werkstück-Koordinatensystem **W-CS**, also in der ungeschwenkten Bearbeitungsebene.



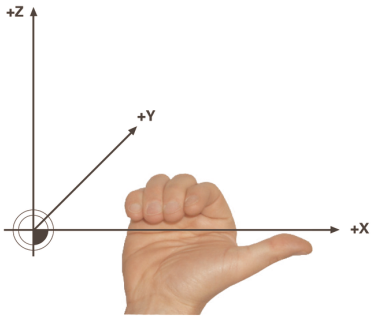
Raumwinkel **SPA** und **SPB**



Raumwinkel **SPC**

Auch wenn ein oder mehrere Winkel den Wert 0 enthalten, müssen Sie alle drei Winkel definieren.

Da die Raumwinkel unabhängig von den physisch vorhandenen Drehachsen programmiert werden, müssen Sie bzgl. der Vorzeichen nicht zwischen Kopf- und Tischachsen unterscheiden. Sie verwenden stets die erweiterte Rechte-Hand-Regel.



Der Daumen der rechten Hand zeigt in die positive Richtung der Achse, um die die Rotation erfolgt. Wenn Sie Ihre Finger krümmen, zeigen die gekrümmten Finger in die positive Drehrichtung.

Die Eingabe der Raumwinkel als drei voneinander unabhängige Drehungen im Werkstück-Koordinatensystem **W-CS** in der Programmierreihenfolge **A-B-C** stellt für viele Anwender eine Herausforderung dar. Die Schwierigkeit besteht in der zeitgleichen Berücksichtigung zweier Koordinatensysteme, des unveränderten **W-CS** sowie des veränderten Bearbeitungsebene-Koordinatensystems **WPL-CS**.

Deshalb können Sie alternativ die Raumwinkel definieren, indem Sie sich drei aufeinander aufbauende Drehungen in der Schwenkreihenfolge **C-B-A** vorstellen. Diese Alternative ermöglicht die Betrachtung ausschließlich eines Koordinatensystems, des veränderten Bearbeitungsebene-Koordinatensystems **WPL-CS**.

Weitere Informationen: "Hinweise", Seite 265

Diese Sichtweise entspricht drei nacheinander programmierten **PLANE RELATIV**-Funktionen, zunächst mit **SPC**, dann mit **SPB** und abschließend mit **SPA**. Die inkremental wirkenden Raumwinkel **SPB** und **SPA** beziehen sich auf das Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS**, also auf eine geschwenkte Bearbeitungsebene.

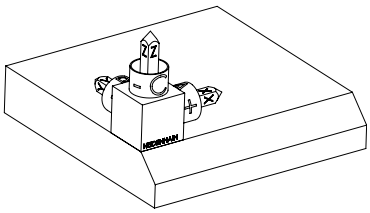
Weitere Informationen: "PLANE RELATIV", Seite 281

Anwendungsbeispiel

Beispiel

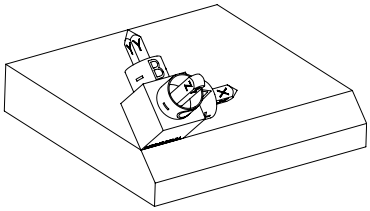
```
11 PLANE SPATIAL SPA+45 SPB+0 SPC+0 TURN MB MAX FMAX SYM- TABLE ROT
```

Ausgangszustand



Der Ausgangszustand zeigt die Lage und die Orientierung des noch ungeschwenkten Bearbeitungsebene-Koordinatensystems **WPL-CS**. Die Lage definiert der Werkstück-Nullpunkt, der im Beispiel an die obere Kante der Fase verschoben wurde. Der aktive Werkstück-Nullpunkt definiert auch die Position, um die die Steuerung das **WPL-CS** orientiert oder dreht.

Orientierung der Werkzeugachse



Mithilfe des definierten Raumwinkels **SPA+45** orientiert die Steuerung die geschwenkte Z-Achse des **WPL-CS** senkrecht zur Fläche der Fase. Die Drehung um den **SPA**-Winkel erfolgt um die ungeschwenkte X-Achse.

Die Ausrichtung der geschwenkten X-Achse entspricht der Orientierung der ungeschwenkten X-Achse.

Die Orientierung der geschwenkten Y-Achse ergibt sich automatisch, da alle Achsen senkrecht zueinander stehen.

Wenn Sie die Bearbeitung der Fase innerhalb eines Unterprogramms programmieren, können Sie mit vier Bearbeitungsebenendefinitionen eine umlaufende Fase fertigen.

Wenn das Beispiel die Bearbeitungsebene der ersten Fase definiert, programmieren Sie die übrigen Fasen mithilfe folgender Raumwinkel:

- **SPA+45**, **SPB+0** und **SPC+90** für die zweite Fase
  Weitere Informationen: "Hinweise", Seite 265
- **SPA+45**, **SPB+0** und **SPC+180** für die dritte Fase
- **SPA+45**, **SPB+0** und **SPC+270** für die vierte Fase

Die Werte beziehen sich auf das ungeschwenkte Werkstück-Koordinatensystem **W-CS**.

Beachten Sie, dass Sie vor jeder Bearbeitungsebenendefinition den Werkstück-Nullpunkt verschieben müssen.

Eingabe

```
11 PLANE SPATIAL SPA+45 SPB+0 SPC+0 TURN MB MAX FMAX SYM- TABLE ROT
```

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
PLANE SPATIAL	Syntaxeröffner für die Bearbeitungsebenendefinition mithilfe von drei Raumwinkeln
SPA	Drehung um die X-Achse des Werkstück-Koordinatensystems **W-CS** Eingabe: **-360.0000000...+360.0000000**
SPB	Drehung um die Y-Achse des **W-CS** Eingabe: **-360.0000000...+360.0000000**
SPC	Drehung um die Z-Achse des **W-CS** Eingabe: **-360.0000000...+360.0000000**
MOVE, **TURN** oder **STAY**	Art der Drehachspositionierung Abhängig von der Auswahl können Sie die optionalen Syntaxelemente **MB**, **DIST** und **F**, **F AUTO** oder **FMAX** definieren. **Weitere Informationen:** "Drehachspositionierung", Seite 290
SYM oder **SEQ**	Auswahl einer eindeutigen Schwenklösung **Weitere Informationen:** "Schwenklösungen", Seite 293 Syntaxelement optional
COORD ROT oder **TABLE ROT**	Transformationsart **Weitere Informationen:** "Transformationsarten", Seite 297 Syntaxelement optional

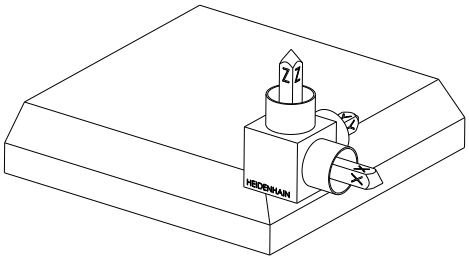
Hinweise

Gegenüberstellung der Sichtweisen am Beispiel einer Fase

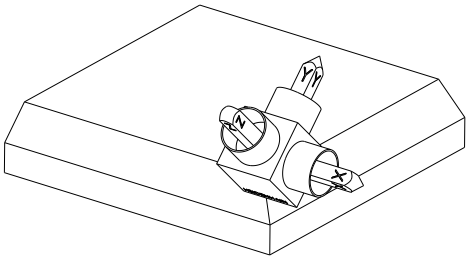
Beispiel

```
11 PLANE SPATIAL SPA+45 SPB+0 SPC+90 TURN MB MAX FMAX SYM- TABLE ROT
```

Sichtweise A-B-C



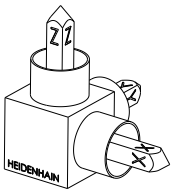
Ausgangszustand



SPA+45

Orientierung der Werkzeugachse **Z**

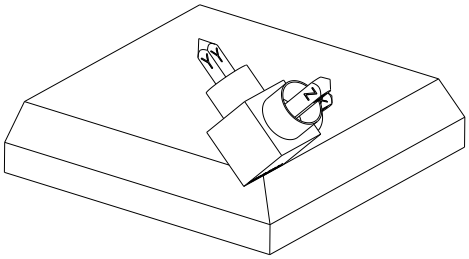
Drehung um die X-Achse des ungeschwenkten Werkstück-Koordinatensystems **W-CS**



SPB+0

Drehung um die Y-Achse des ungeschwenkten **W-CS**

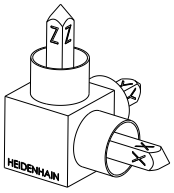
Keine Drehung bei Wert 0



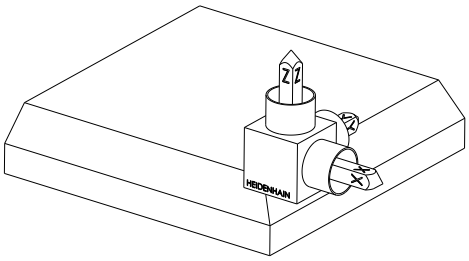
SPC+90

Orientierung der Hauptachse **X**

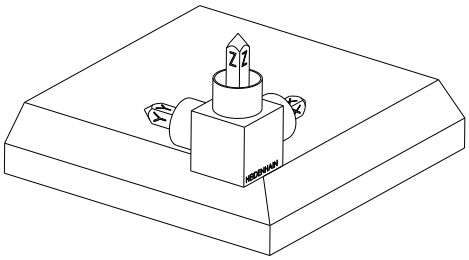
Drehung um die Z-Achse des ungeschwenkten **W-CS**



Sichtweise C-B-A



Ausgangszustand



SPC+90

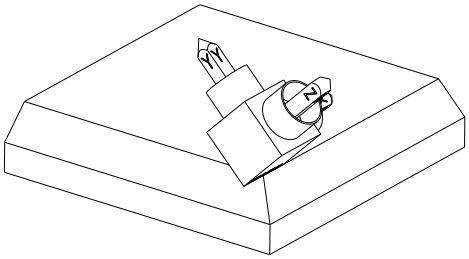
Orientierung der Hauptachse **X**

Drehung um die Z-Achse des Werkstück-Koordinatensystems **W-CS**, also in der ungeschwenkten Bearbeitungsebene

SPB+0

Drehung um die Y-Achse im Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS**, also in der geschwenkten Bearbeitungsebene

Keine Drehung bei Wert 0



SPA+45

Orientierung der Werkzeugachse **Z**

Drehung um die X-Achse im **WPL-CS**, also in der geschwenkten Bearbeitungsebene

Beide Sichtweisen führen zu einem identischen Ergebnis.

Definition

Abkürzung	Definition
SP z. B. in **SPA**	Räumlich

PLANE PROJECTED

Anwendung

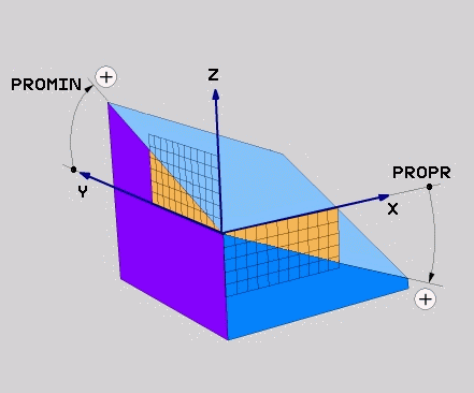
Mit der Funktion **PLANE PROJECTED** definieren Sie die Bearbeitungsebene mit zwei Projektionswinkeln. Mit einem zusätzlichen Rotationswinkel richten Sie optional die X-Achse in der geschwenkten Bearbeitungsebene aus.

Funktionsbeschreibung

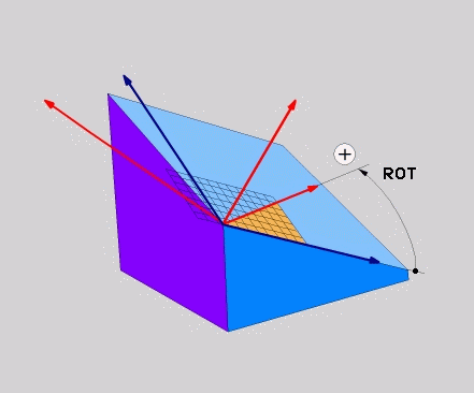
Projektionswinkel definieren eine Bearbeitungsebene als zwei voneinander unabhängige Winkel in den Bearbeitungsebenen **ZX** und **YZ** des ungeschwenkten Werkstück-Koordinatensystems **W-CS**.

Weitere Informationen: "Bezeichnung der Achsen an Fräsmaschinen", Seite 100

Mit einem zusätzlichen Rotationswinkel richten Sie optional die X-Achse in der geschwenkten Bearbeitungsebene aus.



Projektionswinkel **PROMIN** und **PROPR**



Rotationswinkel **ROT**

Auch wenn ein oder mehrere Winkel den Wert 0 enthalten, müssen Sie alle drei Winkel definieren.

Die Eingabe der Projektionswinkel ist bei rechtwinkligen Werkstücken einfach, da die Werkstückkanten den Projektionswinkeln entsprechen.

Bei nicht rechtwinkligen Werkstücken ermitteln Sie die Projektionswinkel, indem Sie sich die Bearbeitungsebenen **ZX** und **YZ** als transparente Platten mit Winkelskalen vorstellen. Wenn Sie das Werkstück von vorne durch die **ZX**-Ebene betrachten, entspricht die Differenz zwischen der X-Achse und der Werkstückkante dem Projektionswinkel **PROPR**. Mit derselben Vorgehensweise ermitteln Sie auch den Projektionswinkel **PROMIN**, indem Sie das Werkstück von links betrachten.

Wenn Sie **PLANE PROJECTED** für eine Mehrseiten- oder eine Innenbearbeitung verwenden, müssen Sie die verdeckten Werkstückkanten verwenden oder projizieren. Stellen Sie sich in solchen Fällen das Werkstück transparent vor.

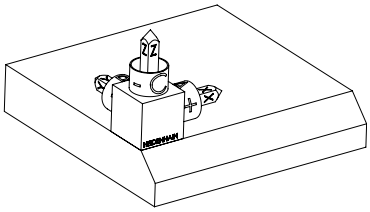
Weitere Informationen: "Hinweise", Seite 270

Anwendungsbeispiel

Beispiel

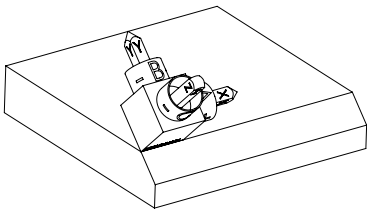
```
11 PLANE PROJECTED PROPR+0 PROMIN+45 ROT+0 TURN MB MAX FMAX SYM- TABLE
   ROT
```

Ausgangszustand



Der Ausgangszustand zeigt die Lage und die Orientierung des noch ungeschwenkten Bearbeitungsebene-Koordinatensystems **WPL-CS**. Die Lage definiert der Werkstück-Nullpunkt, der im Beispiel an die obere Kante der Fase verschoben wurde. Der aktive Werkstück-Nullpunkt definiert auch die Position, um die die Steuerung das **WPL-CS** orientiert oder dreht.

Orientierung der Werkzeugachse



Mithilfe des definierten Projektionswinkels **PROMIN+45** orientiert die Steuerung die Z-Achse des **WPL-CS** senkrecht zur Fläche der Fase. Der Winkel aus **PROMIN** wirkt in der Bearbeitungsebene **YZ**.

Die Ausrichtung der geschwenkten X-Achse entspricht der Orientierung der ungeschwenkten X-Achse.

Die Orientierung der geschwenkten Y-Achse ergibt sich automatisch, da alle Achsen senkrecht zueinander stehen.

Wenn Sie die Bearbeitung der Fase innerhalb eines Unterprogramms programmieren, können Sie mit vier Bearbeitungsebenendefinitionen eine umlaufende Fase fertigen.

Wenn das Beispiel die Bearbeitungsebene der ersten Fase definiert, programmieren Sie die übrigen Fasen mithilfe folgender Projektions- und Rotationswinkel:

- **PROPR+45**, **PROMIN+0** und **ROT+90** für die zweite Fase
- **PROPR+0**, **PROMIN-45** und **ROT+180** für die dritte Fase
- **PROPR-45**, **PROMIN+0** und **ROT+270** für die vierte Fase

Die Werte beziehen sich auf das ungeschwenkte Werkstück-Koordinatensystem **W-CS**.

Beachten Sie, dass Sie vor jeder Bearbeitungsebenendefinition den Werkstück-Nullpunkt verschieben müssen.

Eingabe

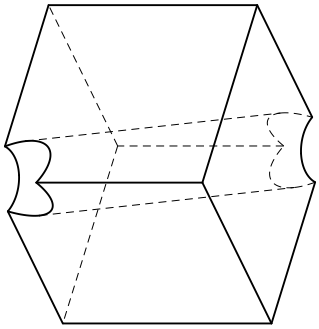
```
11 PLANE PROJECTED PROPR+0 PROMIN+45 ROT+0 TURN MB MAX FMAX SYM- TABLE
   ROT
```

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

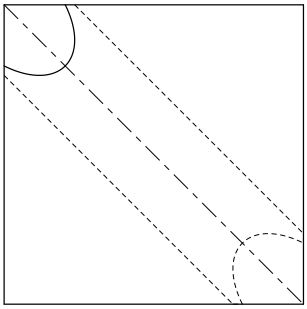
Syntaxelement	Bedeutung
PLANE PROJECTED	Syntaxeröffner für die Bearbeitungsebenendefinition mithilfe von zwei Projektionswinkeln und einem Rotationswinkel
PROPR	Winkel in der Bearbeitungsebene **ZX**, also um die Y-Achse des Werkstück-Koordinatensystems **W-CS** Eingabe: **-89.999999...+89.9999**
PROMIN	Winkel in der Bearbeitungsebene **YZ**, also um die X-Achse des **W-CS** Eingabe: **-89.999999...+89.9999**
ROT	Drehung um die Z-Achse des geschwenkten Bearbeitungsebene-Koordinatensystems **WPL-CS** Eingabe: **-360.0000000...+360.0000000**
MOVE, **TURN** oder **STAY**	Art der Drehachspositionierung Abhängig von der Auswahl können Sie die optionalen Syntaxelemente **MB**, **DIST** und **F**, **F AUTO** oder **FMAX** definieren. **Weitere Informationen:** "Drehachspositionierung", Seite 290
SYM oder **SEQ**	Auswahl einer eindeutigen Schwenklösung **Weitere Informationen:** "Schwenklösungen", Seite 293 Syntaxelement optional
COORD ROT oder **TABLE ROT**	Transformationsart **Weitere Informationen:** "Transformationsarten", Seite 297 Syntaxelement optional

Hinweise

Vorgehen bei verdeckten Werkstückkanten am Beispiel einer diagonalen Bohrung



Würfel mit einer diagonalen Bohrung

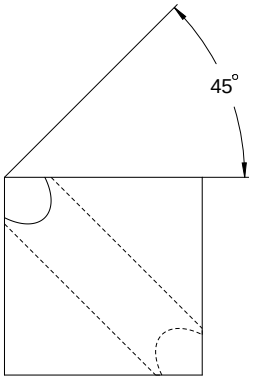


Ansicht von vorne, also Projektion auf der **ZX**-Bearbeitungsebene

Beispiel

```
11 PLANE PROJECTED PROPR-45  PROMIN+45 ROT+0 TURN MB MAX FMAX SYM-
   TABLE ROT
```

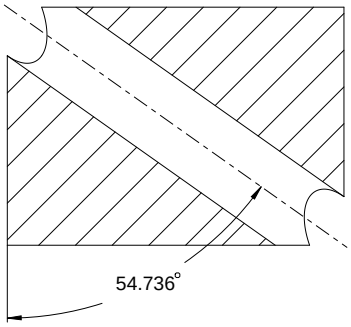
Vergleich Projektions- und Raumwinkel



Wenn Sie sich das Werkstück transparent vorstellen, können Sie die Projektionswinkel einfach ermitteln.

Beide Projektionswinkel betragen 45°.

> Bei der Definition des Vorzeichens müssen Sie beachten, dass die Bearbeitungsebene senkrecht zur Mittelachse der Bohrung steht.



Bei einer Bearbeitungsebenendefinition mithilfe von Raumwinkeln müssen Sie die Raumdiagonale betrachten.

Der Vollschnitt entlang der Bohrungsachse zeigt, dass die Achse mit der unteren und der linken Werkstückkante kein gleichschenkliges Dreieck bildet. Deshalb führt z. B. ein Raumwinkel **SPA+45** zu einem falschen Ergebnis.

Definition

Abkürzung	Definition
PROPR	Hauptebene
PROMIN	Nebenebene
ROT	Rotationswinkel

PLANE EULER

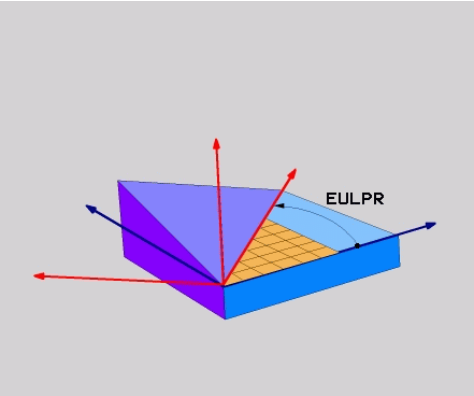
Anwendung

Mit der Funktion **PLANE EULER** definieren Sie die Bearbeitungsebene mit drei eulerschen Winkeln.

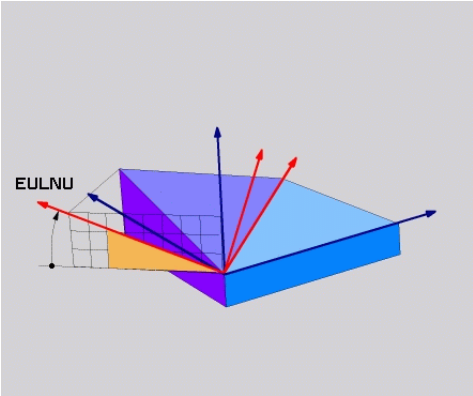
Funktionsbeschreibung

Eulersche Winkel definieren eine Bearbeitungsebene als drei aufeinander aufbauende Drehungen ausgehend vom ungeschwenkten Werkstück-Koordinatensystem **W-CS**.

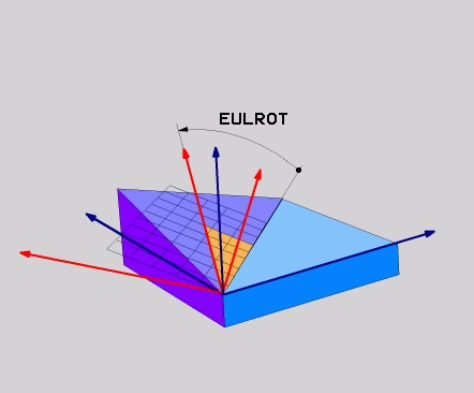
Mit dem dritten Euler-Winkel richten Sie optional die geschwenkte X-Achse aus.



Euler-Winkel **EULPR**



Euler-Winkel **EULNU**



Euler-Winkel **EULROT**

Auch wenn ein oder mehrere Winkel den Wert 0 enthalten, müssen Sie alle drei Winkel definieren.

Die aufeinander aufbauenden Drehungen erfolgen zunächst um die ungeschwenkte Z-Achse, anschließend um die geschwenkte X-Achse und abschließend um die geschwenkte Z-Achse.

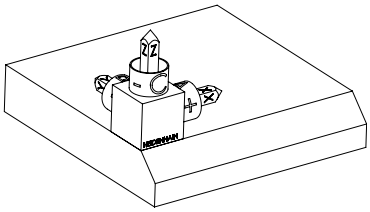
> Diese Sichtweise entspricht drei nacheinander programmierten **PLANE RELATIV**-Funktionen, zunächst mit **SPC**, dann mit **SPA** und abschließend wieder mit **SPC**.
>
> **Weitere Informationen:** "PLANE RELATIV", Seite 281
>
> Dasselbe Ergebnis erreichen Sie auch mithilfe einer **PLANE SPATIAL**-Funktion mit den Raumwinkeln **SPC** und **SPA** sowie einer nachfolgenden Rotation, z. B. mit der Funktion **TRANS ROTATION**.
>
> **Weitere Informationen:** "PLANE SPATIAL", Seite 261
>
> **Weitere Informationen:** "Drehung mit TRANS ROTATION", Seite 252

Anwendungsbeispiel

Beispiel

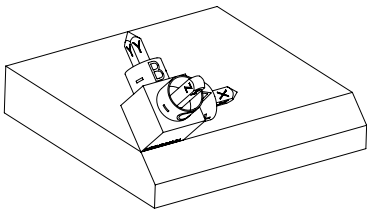
```
11 PLANE EULER EULPR+0 EULNU45 EULROT0 TURN MB MAX FMAX SYM- TABLE ROT
```

Ausgangszustand



Der Ausgangszustand zeigt die Lage und die Orientierung des noch ungeschwenkten Bearbeitungsebene-Koordinatensystems **WPL-CS**. Die Lage definiert der Werkstück-Nullpunkt, der im Beispiel an die obere Kante der Fase verschoben wurde. Der aktive Werkstück-Nullpunkt definiert auch die Position, um die die Steuerung das **WPL-CS** orientiert oder dreht.

Orientierung der Werkzeugachse



Mithilfe des definierten Euler-Winkels **EULNU** orientiert die Steuerung die Z-Achse des **WPL-CS** senkrecht zur Fläche der Fase. Die Drehung um den **EULNU**-Winkel erfolgt um die ungeschwenkte X-Achse.

Die Ausrichtung der geschwenkten X-Achse entspricht der Orientierung der ungeschwenkten X-Achse.

Die Orientierung der geschwenkten Y-Achse ergibt sich automatisch, da alle Achsen senkrecht zueinander stehen.

Wenn Sie die Bearbeitung der Fase innerhalb eines Unterprogramms programmieren, können Sie mit vier Bearbeitungsebenendefinitionen eine umlaufende Fase fertigen.

Wenn das Beispiel die Bearbeitungsebene der ersten Fase definiert, programmieren Sie die übrigen Fasen mithilfe folgender Euler-Winkel:

- **EULPR+90**, **EULNU45** und **EULROT0** für die zweite Fase
- **EULPR+180**, **EULNU45** und **EULROT0** für die dritte Fase
- **EULPR+270**, **EULNU45** und **EULROT0** für die vierte Fase

Die Werte beziehen sich auf das ungeschwenkte Werkstück-Koordinatensystem **W-CS**.

Beachten Sie, dass Sie vor jeder Bearbeitungsebenendefinition den Werkstück-Nullpunkt verschieben müssen.

Eingabe

Beispiel

```
11 PLANE EULER EULPR+0 EULNU45 EULROT0 TURN MB MAX FMAX SYM- TABLE ROT
```

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
PLANE EULER	Syntaxeröffner für die Bearbeitungsebenendefinition mithilfe von drei Euler-Winkeln
EULPR	Drehung um die Z-Achse des Werkstück-Koordinatensystems **W-CS** Eingabe: **-180.000000...+180.000000**
EULNU	Drehung um die X-Achse des geschwenkten Bearbeitungsebene-Koordinatensystems **WPL-CS** Eingabe: **0...180.000000**
EULROT	Drehung um die Z-Achse des geschwenkten **WPL-CS** Eingabe: **0...360.000000**
MOVE, **TURN** oder **STAY**	Art der Drehachspositionierung Abhängig von der Auswahl können Sie die optionalen Syntaxelemente **MB**, **DIST** und **F**, **F AUTO** oder **FMAX** definieren. **Weitere Informationen:** "Drehachspositionierung", Seite 290
SYM oder **SEQ**	Auswahl einer eindeutigen Schwenklösung **Weitere Informationen:** "Schwenklösungen", Seite 293 Syntaxelement optional
COORD ROT oder **TABLE ROT**	Transformationsart **Weitere Informationen:** "Transformationsarten", Seite 297 Syntaxelement optional

Definition

Abkürzung	Definition
EULPR	Präzessionswinkel
EULNU	Nutationswinkel
EULROT	Rotationswinkel

PLANE VECTOR

Anwendung

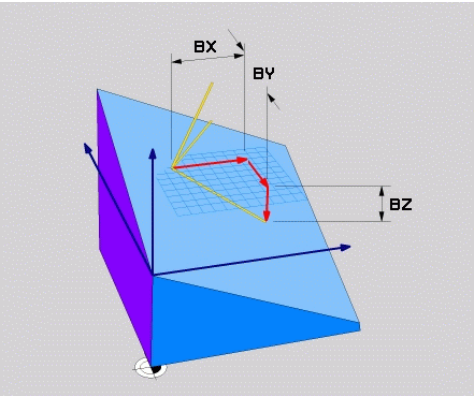
Mit der Funktion **PLANE VECTOR** definieren Sie die Bearbeitungsebene mit zwei Vektoren.

Verwandte Themen

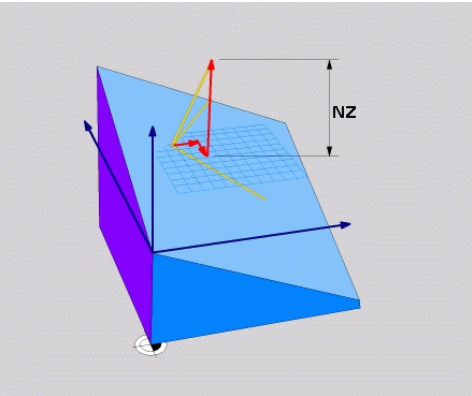
- Ausgabeformate von NC-Programmen
  Weitere Informationen: "Ausgabeformate von NC-Programmen", Seite 410

Funktionsbeschreibung

Vektoren definieren eine Bearbeitungsebene als zwei voneinander unabhängige Richtungsangaben ausgehend vom ungeschwenkten Werkstück-Koordinatensystem **W-CS**.



Basisvektor mit den Komponenten **BX**, **BY** und **BZ**



Komponente **NZ** des Normalenvektors

Auch wenn eine oder mehrere Komponenten den Wert 0 enthalten, müssen Sie alle sechs Komponenten definieren.

> Sie müssen keinen normierten Vektor eingeben. Sie können die Zeichnungsmaße verwenden oder beliebige Werte, die das Verhältnis der Komponenten zueinander nicht verändern.
>
> **Weitere Informationen:** "Anwendungsbeispiel", Seite 275

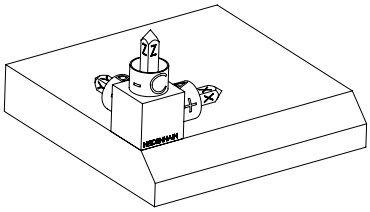
Der Basisvektor mit den Komponenten **BX**, **BY** und **BZ** definiert die Richtung der geschwenkten X-Achse. Der Normalenvektor mit den Komponenten **NX**, **NY** und **NZ** definiert die Richtung der geschwenkten Z-Achse und damit indirekt die Bearbeitungsebene. Der Normalenvektor steht senkrecht auf der geschwenkten Bearbeitungsebene.

Anwendungsbeispiel

Beispiel

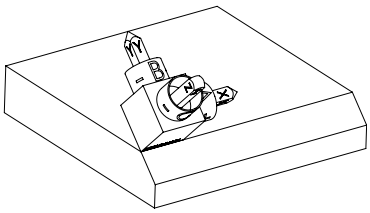
```
11 PLANE VECTOR BX+1 BY+0 BZ+0 NX+0 NY-1 NZ+1 TURN MB MAX FMAX SYM-
   TABLE ROT
```

Ausgangszustand



Der Ausgangszustand zeigt die Lage und die Orientierung des noch ungeschwenkten Bearbeitungsebene-Koordinatensystems **WPL-CS**. Die Lage definiert der Werkstück-Nullpunkt, der im Beispiel an die obere Kante der Fase verschoben wurde. Der aktive Werkstück-Nullpunkt definiert auch die Position, um die die Steuerung das **WPL-CS** orientiert oder dreht.

Orientierung der Werkzeugachse



Mithilfe des definierten Normalenvektors mit den Komponenten **NX+0**, **NY-1** und **NZ+1** orientiert die Steuerung die Z-Achse des Bearbeitungsebene-Koordinatensystems **WPL-CS** senkrecht zur Fläche der Fase.

Die Ausrichtung der geschwenkten X-Achse entspricht durch die Komponente **BX+1** der Orientierung der ungeschwenkten X-Achse.

Die Orientierung der geschwenkten Y-Achse ergibt sich automatisch, da alle Achsen senkrecht zueinander stehen.

Wenn Sie die Bearbeitung der Fase innerhalb eines Unterprogramms programmieren, können Sie mit vier Bearbeitungsebenendefinitionen eine umlaufende Fase fertigen.

Wenn das Beispiel die Bearbeitungsebene der ersten Fase definiert, programmieren Sie die übrigen Fasen mithilfe folgender Vektorkomponenten:

- **BX+0**, **BY+1** und **BZ+0** sowie **NX+1**, **NY+0** und **NZ+1** für die zweite Fase
- **BX-1**, **BY+0** und **BZ+0** sowie **NX+0**, **NY+1** und **NZ+1** für die dritte Fase
- **BX+0**, **BY-1** und **BZ+0** sowie **NX-1**, **NY+0** und **NZ+1** für die vierte Fase

Die Werte beziehen sich auf das ungeschwenkte Werkstück-Koordinatensystem **W-CS**.

Beachten Sie, dass Sie vor jeder Bearbeitungsebenendefinition den Werkstück-Nullpunkt verschieben müssen.

Eingabe

```
11 PLANE VECTOR BX+1 BY+0 BZ+0 NX+0 NY-1 NZ+1 TURN MB MAX FMAX SYM-
   TABLE ROT
```

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
PLANE VECTOR	Syntaxeröffner für die Bearbeitungsebenendefinition mithilfe von zwei Vektoren
BX, **BY** und **BZ**	Komponenten des Basisvektors bezogen auf das Werkstück-Koordinatensystem **W-CS** zur Orientierung der geschwenkten X-Achse Eingabe: **-99.9999999...+99.9999999**
NX, **NY** und **NZ**	Komponenten des Normalenvektors bezogen auf das **W-CS** zur Orientierung der geschwenkten Z-Achse Eingabe: **-99.9999999...+99.9999999**
MOVE, **TURN** oder **STAY**	Art der Drehachspositionierung Abhängig von der Auswahl können Sie die optionalen Syntaxelemente **MB**, **DIST** und **F**, **F AUTO** oder **FMAX** definieren. **Weitere Informationen:** "Drehachspositionierung", Seite 290
SYM oder **SEQ**	Auswahl einer eindeutigen Schwenklösung **Weitere Informationen:** "Schwenklösungen", Seite 293 Syntaxelement optional
COORD ROT oder **TABLE ROT**	Transformationsart **Weitere Informationen:** "Transformationsarten", Seite 297 Syntaxelement optional

Hinweise

- Wenn die Komponenten des Normalenvektors sehr geringe Werte z. B. 0 oder 0.0000001 enthalten, kann die Steuerung die Neigung der Bearbeitungsebene nicht bestimmen. In solchen Fällen bricht die Steuerung die Bearbeitung mit einer Fehlermeldung ab. Dieses Verhalten ist nicht konfigurierbar.
- Die Steuerung berechnet intern aus den von Ihnen eingegebenen Werten jeweils normierte Vektoren.

Hinweise in Verbindung mit nicht senkrechten Vektoren

Damit die Bearbeitungsebene eindeutig definiert ist, müssen die Vektoren senkrecht zueinander programmiert sein.

Mit dem optionalen Maschinenparameter **autoCorrectVector** (Nr. 201207) definiert der Maschinenhersteller das Verhalten der Steuerung bei nicht senkrechten Vektoren.

Alternativ zu einer Fehlermeldung kann die Steuerung den nicht senkrechten Basisvektor korrigieren oder ersetzen. Den Normalenvektor verändert die Steuerung dabei nicht.

Korrekturverhalten der Steuerung bei nicht senkrechtem Basisvektor:

- Die Steuerung projiziert den Basisvektor entlang des Normalenvektors auf die Bearbeitungsebene, die durch den Normalenvektor definiert ist.

Korrekturverhalten der Steuerung bei nicht senkrechtem Basisvektor, der zusätzlich zu kurz, parallel oder antiparallel zum Normalenvektor ist:

- Wenn der Normalenvektor in der Komponente **NX** den Wert 0 enthält, entspricht der Basisvektor der ursprünglichen X-Achse.
- Wenn der Normalenvektor in der Komponente **NY** den Wert 0 enthält, entspricht der Basisvektor der ursprünglichen Y-Achse.

Definition

Abkürzung	Definition
B z. B. in **BX**	Basisvektor
N z. B. in **NX**	Normalenvektor

PLANE POINTS

Anwendung

Mit der Funktion **PLANE POINTS** definieren Sie die Bearbeitungsebene mit drei Punkten.

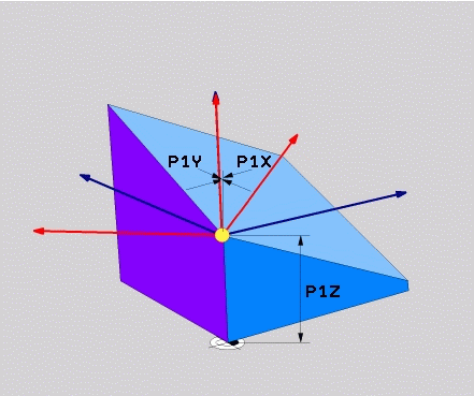
Verwandte Themen

- Ausrichten der Ebene mit dem Tastsystemzyklus **431 MESSEN EBENE**

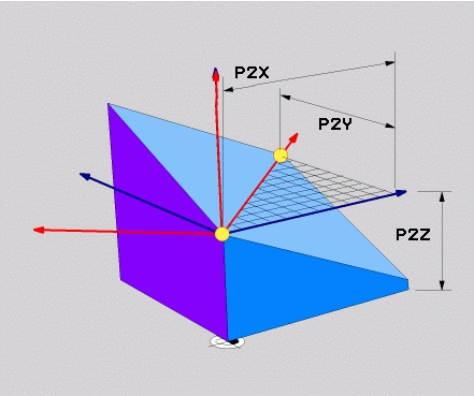
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Messzyklen für Werkstücke und Werkzeuge

Funktionsbeschreibung

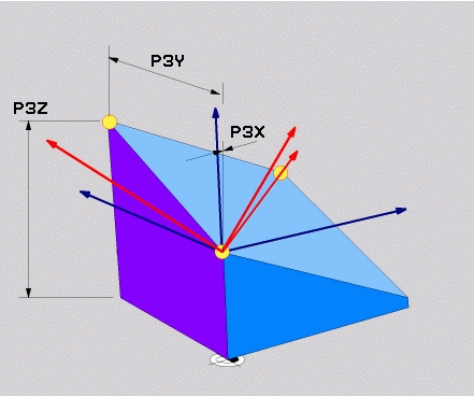
Punkte definieren eine Bearbeitungsebene mithilfe ihrer Koordinaten im ungeschwenkten Werkstück-Koordinatensystem **W-CS**.



Erster Punkt mit den Koordinaten **P1X**, **P1Y** und **P1Z**



Zweiter Punkt mit den Koordinaten **P2X**, **P2Y** und **P2Z**



Dritter Punkt mit den Koordinaten **P3X**, **P3Y** und **P3Z**

Auch wenn eine oder mehrere Koordinaten den Wert 0 enthalten, müssen Sie alle neun Koordinaten definieren.

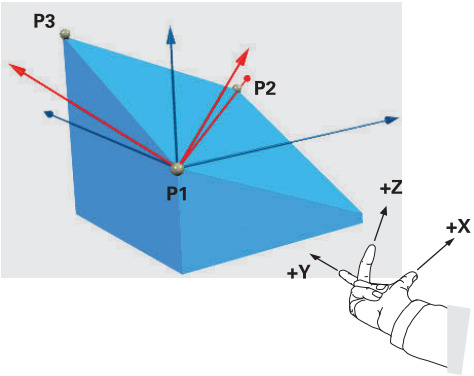
Der erste Punkt mit den Koordinaten **P1X**, **P1Y** und **P1Z** definiert den ersten Punkt der geschwenkten X-Achse.

> Sie können sich vorstellen, dass Sie mit dem ersten Punkt den Ursprung der geschwenkten X-Achse und damit den Punkt zur Orientierung des Bearbeitungsebene-Koordinatensystems **WPL-CS** definieren.
>
> Beachten Sie, dass Sie mit der Definition des ersten Punkts nicht den Werkstück-Nullpunkt verschieben. Wenn Sie die Koordinaten des ersten Punkts jeweils mit dem Wert 0 programmieren möchten, müssen Sie ggf. zuvor den Werkstück-Nullpunkt auf diese Position verschieben.

Der zweite Punkt mit den Koordinaten **P2X**, **P2Y** und **P2Z** definiert den zweiten Punkt der geschwenkten X-Achse und damit auch ihre Orientierung.

> In der definierten Bearbeitungsebene ergibt sich die Orientierung der geschwenkten Y-Achse automatisch, da beide Achsen rechtwinklig zueinander stehen.

Der dritte Punkt mit den Koordinaten **P3X**, **P3Y** und **P3Z** definiert die Neigung der geschwenkten Bearbeitungsebene.



Damit die positive Werkzeugachsrichtung vom Werkstück weg gerichtet ist, gelten für die Lage der drei Punkte folgende Bedingungen:

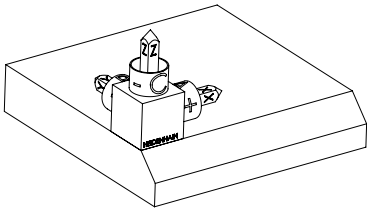
- Punkt 2 befindet sich rechts von Punkt 1
- Punkt 3 befindet sich oberhalb der Verbindungslinien der Punkte 1 und 2

Anwendungsbeispiel

Beispiel

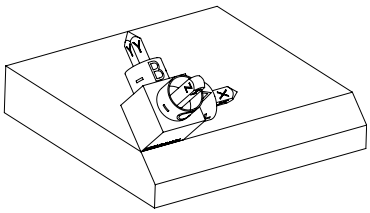
```
11 PLANE POINTS P1X+0  P1Y+0 P1Z+0 P2X+1 P2Y+0 P2Z+0 P3X+0 P3Y+1 P3Z+1
   TURN MB MAX FMAX SYM- TABLE ROT
```

Ausgangszustand



Der Ausgangszustand zeigt die Lage und die Orientierung des noch ungeschwenkten Bearbeitungsebene-Koordinatensystems **WPL-CS**. Die Lage definiert der Werkstück-Nullpunkt, der im Beispiel an die obere Kante der Fase verschoben wurde. Der aktive Werkstück-Nullpunkt definiert auch die Position, um die die Steuerung das **WPL-CS** orientiert oder dreht.

Orientierung der Werkzeugachse



Mithilfe der ersten beiden Punkte **P1** und **P2** orientiert die Steuerung die X-Achse des **WPL-CS**.

Die Ausrichtung der geschwenkten X-Achse entspricht der Orientierung der ungeschwenkten X-Achse.

P3 definiert die Neigung der geschwenkten Bearbeitungsebene.

Die Orientierungen der geschwenkten Y- und Z-Achse ergeben sich automatisch, da alle Achsen senkrecht zueinander stehen.

> Sie können die Zeichnungsmaße verwenden oder beliebige Werte eingeben, die das Verhältnis der Eingaben zueinander nicht verändern.
>
> Im Beispiel können Sie **P2X** ebenfalls mit der Werkstückbreite **+100** definieren. Ebenso können Sie **P3Y** und **P3Z** mit der Fasenbreite **+10** programmieren.

> Wenn Sie die Bearbeitung der Fase innerhalb eines Unterprogramms programmieren, können Sie mit vier Bearbeitungsebenendefinitionen eine umlaufende Fase fertigen.
>
> Wenn das Beispiel die Bearbeitungsebene der ersten Fase definiert, programmieren Sie die übrigen Fasen mithilfe folgender Punkte:
>
> - **P1X+0**, **P1Y+0** , **P1Z+0** sowie **P2X+0**, **P2Y+1**, **P2Z+0** und **P3X-1**, **P3Y +0**, **P3Z+1** für die zweite Fase
> - **P1X+0**, **P1Y+0** , **P1Z+0** sowie **P2X-1**, **P2Y+0**, **P2Z+0** und **P3X+0**, **P3Y-1**, **P3Z+1** für die dritte Fase
> - **P1X+0**, **P1Y+0** , **P1Z+0** sowie **P2X+0**, **P2Y-1**, **P2Z+0** und **P3X+1**, **P3Y +0**, **P3Z+1** für die vierte Fase
>
> Die Werte beziehen sich auf das ungeschwenkte Werkstück-Koordinatensystem **W-CS**.
>
> Beachten Sie, dass Sie vor jeder Bearbeitungsebenendefinition den Werkstück-Nullpunkt verschieben müssen.

Eingabe

```
11 PLANE POINTS P1X+0  P1Y+0 P1Z+0 P2X+1 P2Y+0 P2Z+0 P3X+0 P3Y+1 P3Z+1
   TURN MB MAX FMAX SYM- TABLE ROT
```

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
PLANE POINTS	Syntaxeröffner für die Bearbeitungsebenendefinition mithilfe von drei Punkten
P1X, **P1Y** und **P1Z**	Koordinaten des ersten Punkts von der geschwenkten X-Achse bezogen auf das Werkstück-Koordinatensystem **W-CS** Eingabe: **-999999999.999999...+999999999.999999**
P2X, **P2Y** und **P2Z**	Koordinaten des zweiten Punkts bezogen auf das **W-CS** zur Orientierung der geschwenkten X-Achse Eingabe: **-999999999.999999...+999999999.999999**
P3X, **P3Y** und **P3Z**	Koordinaten des dritten Punkts bezogen auf das **W-CS** zur Neigung der geschwenkten Bearbeitungsebene Eingabe: **-999999999.999999...+999999999.999999**
MOVE, **TURN** oder **STAY**	Art der Drehachspositionierung Abhängig von der Auswahl können Sie die optionalen Syntaxelemente **MB**, **DIST** und **F**, **F AUTO** oder **FMAX** definieren. **Weitere Informationen:** "Drehachspositionierung", Seite 290
SYM oder **SEQ**	Auswahl einer eindeutigen Schwenklösung **Weitere Informationen:** "Schwenklösungen", Seite 293 Syntaxelement optional
COORD ROT oder **TABLE ROT**	Transformationsart **Weitere Informationen:** "Transformationsarten", Seite 297 Syntaxelement optional

Definition

Abkürzung	Definition
P z. B. in **P1X**	Punkt

PLANE RELATIV

Anwendung

Mit der Funktion **PLANE RELATIV** definieren Sie die Bearbeitungsebene mit einem einzigen Raumwinkel.

Der definierte Winkel wirkt immer bezogen auf das Eingabe-Koordinatensystem **I-CS**.

Weitere Informationen: "Bezugssysteme", Seite 228

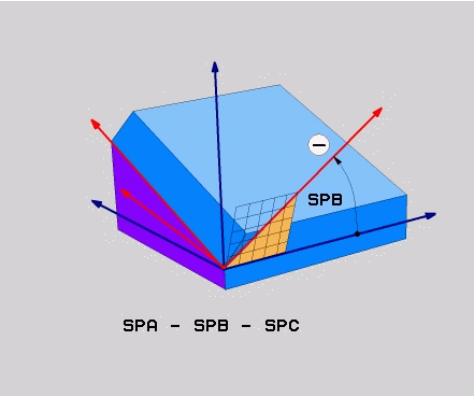
Funktionsbeschreibung

Ein relativer Raumwinkel definiert eine Bearbeitungsebene als eine Drehung im aktiven Bezugssystem.

Wenn die Bearbeitungsebene nicht geschwenkt ist, bezieht sich der definierte Raumwinkel auf das ungeschwenkte Werkstück-Koordinatensystem **W-CS**.

Wenn die Bearbeitungsebene geschwenkt ist, bezieht sich der relative Raumwinkel auf das geschwenkte Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS**.

> Mit **PLANE RELATIV** können Sie z. B. eine Fase an einer geschwenkten Werkstücksfläche programmieren, indem Sie die Bearbeitungsebene um den Winkel der Fase weiterschwenken.



Additiver Raumwinkel **SPB**

Sie definieren in jeder **PLANE RELATIVE**-Funktion ausschließlich einen Raumwinkel. Sie können aber beliebig viele **PLANE RELATIV**-Funktionen nacheinander programmieren.

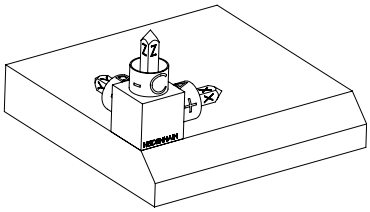
Wenn Sie nach einer **PLANE RELATIV**-Funktion wieder auf die zuvor aktive Bearbeitungsebene zurückschwenken möchten, definieren Sie eine weitere **PLANE RELATIV**-Funktion mit dem gleichen Winkel aber dem entgegengesetzten Vorzeichen.

Anwendungsbeispiel

Beispiel

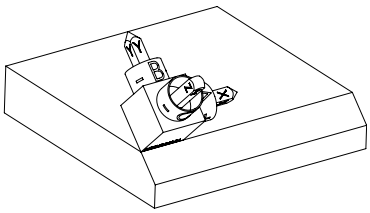
```
11 PLANE RELATIV SPA+45 TURN MB MAX FMAX SYM- TABLE ROT
```

Ausgangszustand



Der Ausgangszustand zeigt die Lage und die Orientierung des noch ungeschwenkten Bearbeitungsebene-Koordinatensystems **WPL-CS**. Die Lage definiert der Werkstück-Nullpunkt, der im Beispiel an die obere Kante der Fase verschoben wurde. Der aktive Werkstück-Nullpunkt definiert auch die Position, um die die Steuerung das **WPL-CS** orientiert oder dreht.

Orientierung der Werkzeugachse



Mithilfe des Raumwinkels **SPA+45** orientiert die Steuerung die Z-Achse des **WPL-CS** senkrecht zur Fläche der Fase. Die Drehung um den **SPA**-Winkel erfolgt um die ungeschwenkte X-Achse.

Die Ausrichtung der geschwenkten X-Achse entspricht der Orientierung der ungeschwenkten X-Achse.

Die Orientierung der geschwenkten Y-Achse ergibt sich automatisch, da alle Achsen senkrecht zueinander stehen.

Wenn Sie die Bearbeitung der Fase innerhalb eines Unterprogramms programmieren, können Sie mit vier Bearbeitungsebenendefinitionen eine umlaufende Fase fertigen.

Wenn das Beispiel die Bearbeitungsebene der ersten Fase definiert, programmieren Sie die übrigen Fasen mithilfe folgender Raumwinkel:

- Erste PLANE RELATIVE-Funktion mit **SPC+90** und eine weitere relative Schwenkung mit **SPA+45** für die zweite Fase
- Erste PLANE RELATIVE-Funktion mit **SPC+180** und eine weitere relative Schwenkung mit **SPA+45** für die dritte Fase
- Erste PLANE RELATIVE-Funktion mit **SPC+270** und eine weitere relative Schwenkung mit **SPA+45** für die vierte Fase

Die Werte beziehen sich auf das ungeschwenkte Werkstück-Koordinatensystem **W-CS**.

Beachten Sie, dass Sie vor jeder Bearbeitungsebenendefinition den Werkstück-Nullpunkt verschieben müssen.

Wenn Sie den Werkstück-Nullpunkt in einer geschwenkten Bearbeitungsebene weiter verschieben, müssen Sie inkrementale Werte definieren.

Weitere Informationen: "Hinweis", Seite 285

Eingabe

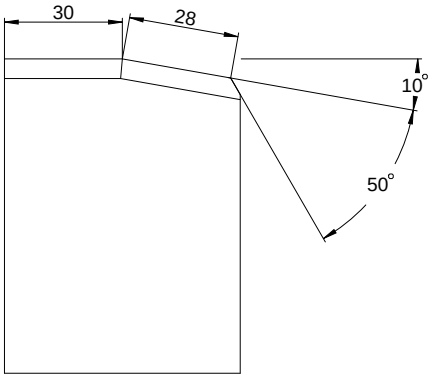
```
11 PLANE RELATIV SPA+45 TURN MB MAX FMAX SYM- TABLE ROT
```

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
PLANE RELATIV	Syntaxeröffner für die Bearbeitungsebenendefinition mithilfe von einem relativen Raumwinkel
SPA, **SPB** oder **SPC**	Drehung um die X-, Y- oder Z-Achse des Werkstück-Koordinatensystems **W-CS** Eingabe: **-360.0000000...+360.0000000** Wenn die Bearbeitungsebene geschwenkt ist, wirkt die Drehung um die X-, Y- oder Z-Achse im Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS**
MOVE, **TURN** oder **STAY**	Art der Drehachspositionierung Abhängig von der Auswahl können Sie die optionalen Syntaxelemente **MB**, **DIST** und **F**, **F AUTO** oder **FMAX** definieren. **Weitere Informationen:** "Drehachspositionierung", Seite 290
SYM oder **SEQ**	Auswahl einer eindeutigen Schwenklösung **Weitere Informationen:** "Schwenklösungen", Seite 293 Syntaxelement optional
COORD ROT oder **TABLE ROT**	Transformationsart **Weitere Informationen:** "Transformationsarten", Seite 297 Syntaxelement optional

Hinweis

Inkrementale Nullpunktverschiebung am Beispiel einer Fase



50°-Fase an einer geschwenkten Werkstücksfläche

Beispiel

```
11 TRANS DATUM AXIS X+30
12 PLANE RELATIV SPB+10 TURN MB MAX FMAX SYM- TABLE ROT
13 TRANS DATUM AXIS IX+28
14 PLANE RELATIV SPB+50 TURN MB MAX FMAX SYM- TABLE ROT
```

Diese Vorgehensweise bietet den Vorteil, dass Sie direkt mit den Zeichnungsmaßen programmieren können.

Definition

Abkürzung	Definition
SP z. B. in **SPA**	Räumlich

PLANE RESET

Anwendung

Mit der Funktion **PLANE RESET** setzen Sie alle Schwenkwinkel zurück und deaktivieren das Schwenken der Bearbeitungsebene.

Funktionsbeschreibung

Die Funktion **PLANE RESET** führt immer zwei Teilaufgaben aus:

- Alle Schwenkwinkel zurücksetzen, unabhängig von der gewählten Schwenkfunktion oder Art der Winkel
- Schwenken der Bearbeitungsebene deaktivieren

> Diese Teilaufgabe erfüllt keine andere Schwenkfunktion!
> Auch wenn Sie innerhalb einer beliebigen Schwenkfunktion alle Winkelangaben mit dem Wert 0 programmieren, bleibt das Schwenken der Bearbeitungsebene aktiv.

Mit der optionalen Drehachspositionierung können Sie als dritte Teilaufgabe die Drehachsen auf die Grundstellung zurückschwenken.

Weitere Informationen: "Drehachspositionierung", Seite 290

Eingabe

```
11 PLANE RESET TURN MB MAX FMAX
```

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
PLANE RESET	Syntaxeröffner für das Rücksetzen aller Schwenkwinkel und das Deaktivieren der jeder Schwenkfunktion
MOVE, **TURN** oder **STAY**	Art der Drehachspositionierung Abhängig von der Auswahl können Sie die optionalen Syntaxelemente **MB**, **DIST** und **F**, **F AUTO** oder **FMAX** definieren. **Weitere Informationen:** "Drehachspositionierung", Seite 290

Hinweis

Stellen Sie vor jedem Programmlauf sicher, dass keine unerwünschten Koordinatentransformationen wirksam sind. Bei Bedarf können Sie das Schwenken der Bearbeitungsebene auch mithilfe des Fensters **3D-Rotation** manuell deaktivieren.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

In der Statusanzeige können Sie den gewünschten Zustand der Schwenksituation prüfen.

Weitere Informationen: "Statusanzeige", Seite 258

PLANE AXIAL

Anwendung

Mit der Funktion **PLANE AXIAL** definieren Sie die Bearbeitungsebene mit einem bis max. drei absoluten oder inkrementalen Achswinkeln.

Sie können für jede an der Maschine vorhandene Drehachse einen Achswinkel programmieren.

Dank der Möglichkeit nur einem Achswinkel zu definieren, können Sie **PLANE AXIAL** auch an Maschinen mit nur einer Drehachse verwenden.

Beachten Sie, dass NC-Programme mit Achswinkeln immer kinematikabhängig und damit nicht maschinenneutral sind!

Verwandte Themen

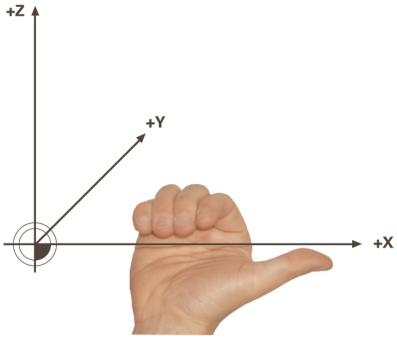
- Kinematikunabhängig mit Raumwinkeln programmieren
  Weitere Informationen: "PLANE SPATIAL", Seite 261

Funktionsbeschreibung

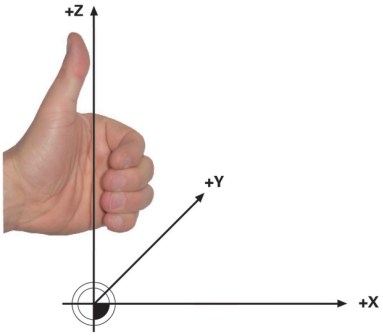
Achswinkel definieren sowohl die Orientierung der Bearbeitungsebene als auch die Sollkoordinaten der Drehachsen.

Achswinkel müssen den an der Maschine vorhandenen Achsen entsprechen. Wenn Sie Achswinkel für nicht vorhandene Drehachsen programmieren, gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus.

Da die Achswinkel kinematikabhängig sind, müssen Sie bzgl. der Vorzeichen zwischen Kopf- und Tischachsen unterscheiden.



Erweiterte Rechte-Hand-Regel für Kopfdrehachsen



Erweiterte Linke-Hand-Regel für Tischdrehachsen

Der Daumen der entsprechenden Hand zeigt in die positive Richtung der Achse, um die die Rotation erfolgt. Wenn Sie Ihre Finger krümmen, zeigen die gekrümmten Finger in die positive Drehrichtung.

Beachten Sie, dass bei aufeinander aufgebauten Drehachsen die Positionierung der ersten Drehachse auch die Position der zweiten Drehachse verändert.

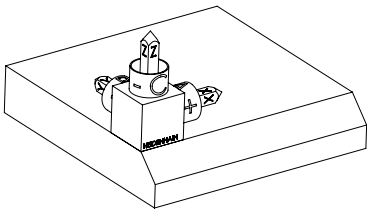
Anwendungsbeispiel

Das folgende Beispiel gilt für eine Maschine mit einer AC-Tischkinematik, deren beide Drehachsen rechtwinklig und aufeinander verbaut sind.

Beispiel

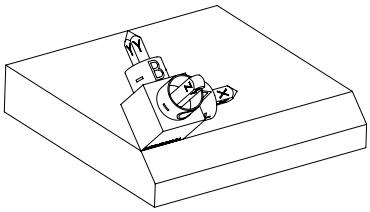
```
11 PLANE AXIAL A+45 TURN MB MAX FMAX
```

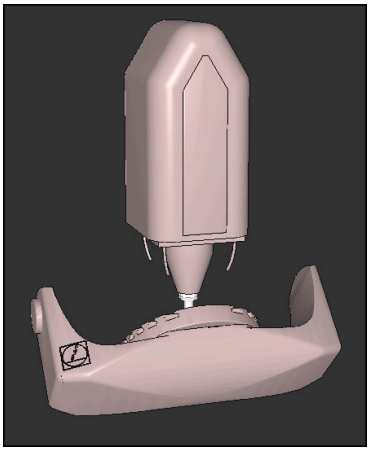
Ausgangszustand



Der Ausgangszustand zeigt die Lage und die Orientierung des noch ungeschwenkten Bearbeitungsebene-Koordinatensystems **WPL-CS**. Die Lage definiert der Werkstück-Nullpunkt, der im Beispiel an die obere Kante der Fase verschoben wurde. Der aktive Werkstück-Nullpunkt definiert auch die Position, um die die Steuerung das **WPL-CS** orientiert oder dreht.

Orientierung der Werkzeugachse





Mithilfe des definierten Achswinkels **A** orientiert die Steuerung die Z-Achse des **WPL-CS** senkrecht zur Fläche der Fase. Die Drehung um den **A**-Winkel erfolgt um die ungeschwenkte X-Achse

> Damit das Werkzeug senkrecht zur Fläche der Fase steht, muss die A-Tischdrehachse nach hinten schwenken.
>
> Entsprechend der erweiterten Linke-Hand-Regel für Tischachsen muss das Vorzeichen des A-Achswerts positiv sein.

Die Ausrichtung der geschwenkten X-Achse entspricht der Orientierung der ungeschwenkten X-Achse.

Die Orientierung der geschwenkten Y-Achse ergibt sich automatisch, da alle Achsen senkrecht zueinander stehen.

> Wenn Sie die Bearbeitung der Fase innerhalb eines Unterprogramms programmieren, können Sie mit vier Bearbeitungsebenendefinitionen eine umlaufende Fase fertigen.
>
> Wenn das Beispiel die Bearbeitungsebene der ersten Fase definiert, programmieren Sie die übrigen Fasen mithilfe folgender Achswinkel:
>
> - **A+45** und **C+90** für die zweite Fase
> - **A+45** und **C+180** für die dritte Fase
> - **A+45** und **C+270** für die vierte Fase
>
> Die Werte beziehen sich auf das ungeschwenkte Werkstück-Koordinatensystem **W-CS**.
>
> Beachten Sie, dass Sie vor jeder Bearbeitungsebenendefinition den Werkstück-Nullpunkt verschieben müssen.

Eingabe

```
11 PLANE AXIAL A+45 TURN MB MAX FMAX
```

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
PLANE AXIAL	Syntaxeröffner für die Bearbeitungsebenendefinition mithilfe von einem bis max. drei Achswinkeln
A	Wenn eine A-Achse vorhanden ist, Sollposition der A-Drehachse Eingabe: **-99999999.9999999...+99999999.9999999** Syntaxelement optional
B	Wenn eine B-Achse vorhanden ist, Sollposition der B-Drehachse Eingabe: **-99999999.9999999...+99999999.9999999** Syntaxelement optional
C	Wenn eine C-Achse vorhanden ist, Sollposition der C-Drehachse Eingabe: **-99999999.9999999...+99999999.9999999** Syntaxelement optional
MOVE, **TURN** oder **STAY**	Art der Drehachspositionierung Abhängig von der Auswahl können Sie die optionalen Syntaxelemente **MB**, **DIST** und **F**, **F AUTO** oder **FMAX** definieren. **Weitere Informationen:** "Drehachspositionierung", Seite 290

Die Eingaben **SYM** oder **SEQ** sowie **COORD ROT** oder **TABLE ROT** sind möglich, haben in Verbindung mit **PLANE AXIAL** aber keine Wirkung.

Hinweise

Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!

Wenn Ihre Maschine Raumwinkeldefinitionen erlaubt, können Sie nach **PLANE AXIAL** auch mit **PLANE RELATIV** weiterprogrammieren.

- Die Achswinkel der **PLANE AXIAL**-Funktion sind modal wirksam. Wenn Sie einen inkrementalen Achswinkel programmieren, addiert die Steuerung diesen Wert zum aktuell wirksamen Achswinkel. Wenn Sie in zwei aufeinanderfolgenden **PLANE AXIAL**-Funktionen zwei unterschiedliche Drehachsen programmieren, ergibt sich die neue Bearbeitungsebene aus beiden definierten Achswinkeln.
- Die Funktion **PLANE AXIAL** verrechnet keine Grunddrehung.
- In Verbindung mit **PLANE AXIAL** haben die programmierten Transformationen Spiegeln, Drehen und Skalieren keinen Einfluss auf die Lage des Drehpunkts oder die Orientierung der Drehachsen.

  Weitere Informationen: "Transformationen im Werkstück-Koordinatensystem W-CS", Seite 234
- Wenn Sie kein CAM-System verwenden, ist **PLANE AXIAL** nur mit rechtwinklig angebrachten Drehachsen komfortabel.

Drehachspositionierung

Anwendung

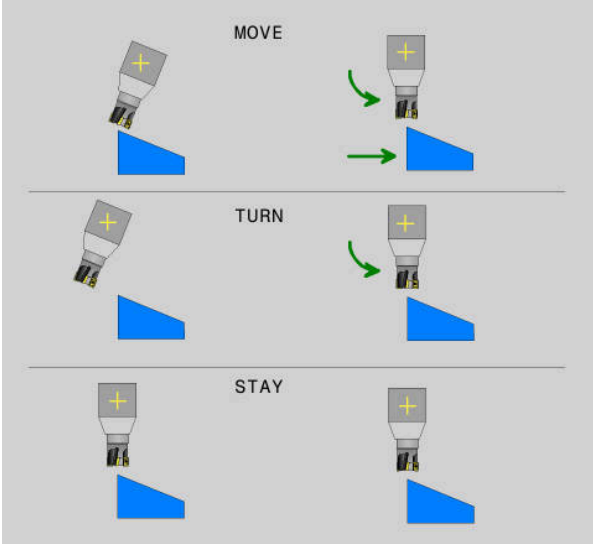
Mit der Art der Drehachspositionierung definieren Sie, wie die Steuerung die Drehachsen auf die berechneten Achswerte einschwenkt.

Die Auswahl hängt z. B. von folgenden Aspekten ab:

- Befindet sich das Werkzeug während des Einschwenkens in der Nähe des Werkstücks?
- Befindet sich das Werkzeug während des Einschwenkens auf einer sicheren Schwenkposition?
- Dürfen und können die Drehachsen automatisch positioniert werden?

Funktionsbeschreibung

Die Steuerung bietet drei Arten der Drehachspositionierung, aus denen Sie eine wählen müssen.



Art der Drehachs-positionierung	Bedeutung
MOVE	Wenn Sie nahe am Werkstück schwenken, dann verwenden Sie diese Möglichkeit. **Weitere Informationen:** "Drehachspositionierung MOVE", Seite 291
TURN	Wenn das Bauteil so groß ist, dass der Verfahrbereich für die Ausgleichsbewegung der Linearachsen nicht ausreicht, dann verwenden Sie diese Möglichkeit. **Weitere Informationen:** "Drehachspositionierung TURN", Seite 291
STAY	Die Steuerung positioniert keine Achsen. **Weitere Informationen:** "Drehachspositionierung STAY", Seite 292

Drehachspositionierung MOVE

Die Steuerung positioniert die Drehachsen und führt Ausgleichsbewegungen in den linearen Hauptachsen aus.

Die Ausgleichsbewegungen führen dazu, dass sich während der Positionierung die Relativposition zwischen Werkzeug und Werkstück nicht ändert.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Der Drehpunkt liegt in der Werkzeugachse. Bei großen Werkzeugdurchmessern kann das Werkzeug während des Schwenkens in das Material eintauchen. Während der Schwenkbewegung besteht Kollisionsgefahr!

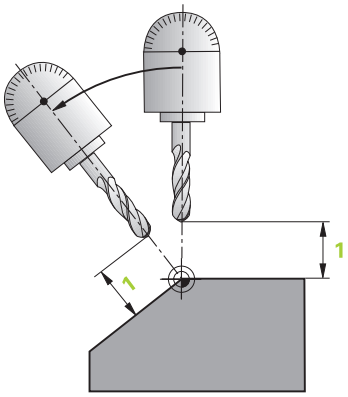
- Auf ausreichend Abstand zwischen Werkzeug und Werkstück achten

Wenn Sie **DIST** nicht oder mit dem Wert 0 definieren, liegt der Drehpunkt und damit das Zentrum für die Ausgleichsbewegung in der Werkzeugspitze.

Wenn Sie **DIST** mit einem Wert größer 0 definieren, verlagern Sie das Drehzentrum in der Werkzeugachse um diesen Wert weg von der Werkzeugspitze.

Wenn Sie um einen bestimmten Punkt am Werkstück schwenken möchten, stellen Sie Folgendes sicher:

- Das Werkzeug steht vor dem Einschwenken direkt über dem gewünschten Punkt am Werkstück.
- Der in **DIST** definierte Wert entspricht exakt dem Abstand zwischen der Werkzeugspitze und dem gewünschten Drehpunkt.



Drehachspositionierung TURN

Die Steuerung positioniert ausschließlich die Drehachsen. Sie müssen das Werkzeug nach dem Einschwenken positionieren.

Drehachspositionierung STAY

Sie müssen sowohl die Drehachsen als auch das Werkzeug nach dem Einschwenken positionieren.

> Die Steuerung orientiert auch bei **STAY** das Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS** automatisch.

Wenn Sie **STAY** wählen, müssen Sie die Drehachsen in einem separaten Positioniersatz nach der **PLANE**-Funktion einschwenken.

Verwenden Sie im Positioniersatz ausschließlich die von der Steuerung errechneten Achswinkel:

- **Q120** für den Achswinkel der A-Achse
- **Q121** für den Achswinkel der B-Achse
- **Q122** für den Achswinkel der C-Achse

Mithilfe der Variablen vermeiden Sie Eingabe- und Rechenfehler. Außerdem müssen Sie keine Änderungen vornehmen, nachdem Sie die Werte innerhalb der **PLANE**-Funktionen ändern.

Beispiel

```
11 L A+Q120 C+Q122 FMAX
```

Eingabe

MOVE

```
11 PLANE SPATIAL SPA+45 SPB+0 SPC+0 MOVE DIST0 FMAX
```

Die Auswahl **MOVE** ermöglicht die Definition folgender Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
DIST	Abstand zwischen Drehpunkt und Werkzeugspitze Eingabe: **0...99999999.9999999** Syntaxelement optional
F, **F AUTO** oder **FMAX**	Vorschubdefinition für die automatische Drehachspositionierung Syntaxelement optional

TURN

```
11 PLANE SPATIAL SPA+45 SPB+0 SPC+0 TURN MB MAX FMAX
```

Die Auswahl **TURN** ermöglicht die Definition folgender Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
MB	Rückzug in der aktuellen Werkzeugachsrichtung vor der Drehachspositionierung Sie können inkremental wirkende Werte eingeben oder mit der Auswahl **MAX** einen Rückzug bis zur Verfahrgrenze definieren. Eingabe: **0...99999999.9999999** oder **MAX** Syntaxelement optional
F, **F AUTO** oder **FMAX**	Vorschubdefinition für die automatische Drehachspositionierung Syntaxelement optional

STAY

```
11 PLANE SPATIAL SPA+45 SPB+0 SPC+0 TURN MB MAX FMAX
```

Die Auswahl **STAY** ermöglicht keine Definition weiterer Syntaxelemente.

Hinweis

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die Steuerung führt keine automatische Kollisionsprüfung zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück durch. Bei falscher oder fehlender Vorpositionierung vor dem Einschwenken besteht während der Schwenkbewegung Kollisionsgefahr!

- Vor dem Einschwenken eine sichere Position programmieren
- NC-Programm oder Programmabschnitt in der Betriebsart **Programmlauf Einzelsatz** vorsichtig testen

Schwenklösungen

Anwendung

Mit **SYM (SEQ)** wählen Sie zwischen mehreren Schwenklösungen die gewünschte Option.

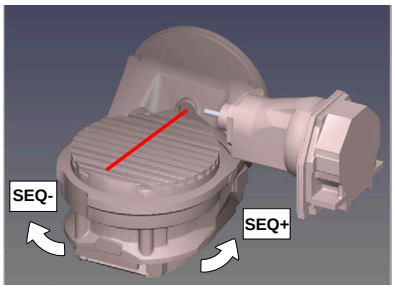
Eindeutige Schwenklösungen definieren Sie ausschließlich mithilfe von Achswinkeln.

Alle anderen Definitionsmöglichkeiten können maschinenabhängig zu mehreren Schwenklösungen führen.

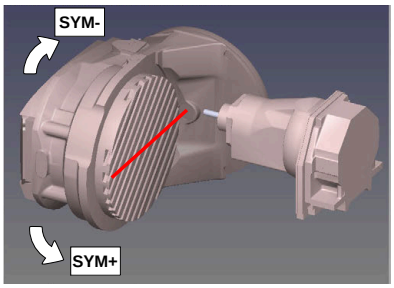
Funktionsbeschreibung

Die Steuerung bietet zwei Auswahlmöglichkeiten, aus denen Sie eine wählen können.

Auswahl-möglichkeit	Bedeutung
SYM	Mit **SYM** wählen Sie eine Schwenklösung bezogen auf den Symmetriepunkt der Master-Achse. **Weitere Informationen:** "Schwenklösung SYM", Seite 295
SEQ	Mit **SEQ** wählen Sie eine Schwenklösung bezogen auf die Grundstellung der Master-Achse. **Weitere Informationen:** "Schwenklösung SEQ", Seite 295



Bezug für **SEQ**



Bezug für **SYM**

Wenn die von Ihnen mit **SYM** (**SEQ**) gewählte Lösung nicht im Verfahrbereich der Maschine liegt, gibt die Steuerung die Fehlermeldung **Winkel nicht erlaubt** aus.

Die Eingabe von **SYM** oder **SEQ** ist optional.

Wenn Sie **SYM** (**SEQ**) nicht definieren, ermittelt die Steuerung die Lösung wie folgt:

1. Ermitteln, ob beide Lösungsmöglichkeiten im Verfahrbereich der Drehachsen liegen
2. Zwei Lösungsmöglichkeiten: ausgehend von der aktuellen Position der Drehachsen die Lösungsvariante mit dem kürzesten Weg wählen
3. Eine Lösungsmöglichkeit: die einzige Lösung wählen
4. Keine Lösungsmöglichkeit: Fehlermeldung **Winkel nicht erlaubt** ausgeben

Schwenklösung SYM

Mithilfe der Funktion **SYM** wählen Sie eine der Lösungsmöglichkeit bezogen auf den Symmetriepunkt der Master-Achse:

- **SYM+** positioniert die Master-Achse im positiven Halbraum ausgehend vom Symmetriepunkt
- **SYM-** positioniert die Master-Achse im negativen Halbraum ausgehend vom Symmetriepunkt

SYM verwendet im Gegensatz zu **SEQ** den Symmetriepunkt der Master-Achse als Bezug. Jede Master-Achse besitzt zwei Symmetriestellungen, die um 180° auseinander liegen (teilweise nur eine Symmetriestellung im Verfahrbereich).

Ermitteln Sie den Symmetriepunkt wie folgt:

- **PLANE SPATIAL** mit einem beliebigen Raumwinkel und **SYM+** ausführen
- Achswinkel der Master-Achse in einem Q-Parameter speichern, z. B. -80
- **PLANE SPATIAL**-Funktion mit **SYM-** wiederholen
- Achswinkel der Master-Achse in einem Q-Parameter speichern, z. B. -100
- Mittelwert bilden, z. B. -90

Der Mittelwert entspricht dem Symmetriepunkt.

Schwenklösung SEQ

Mithilfe der Funktion **SEQ** wählen Sie eine der Lösungsmöglichkeit bezogen auf die Grundstellung der Master-Achse:

- **SEQ+** positioniert die Master-Achse im positiven Schwenkbereich ausgehend von der Grundstellung
- **SEQ-** positioniert die Master-Achse im negativen Schwenkbereich ausgehend von der Grundstellung

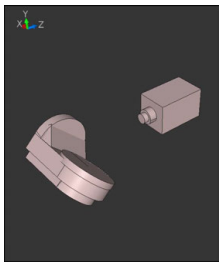
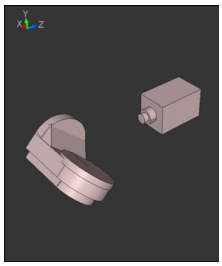
SEQ geht von der Grundstellung (0°) der Master-Achse aus. Die Master-Achse ist die erste Drehachse ausgehend vom Werkzeug oder die letzte Drehachse ausgehend vom Tisch (abhängig von der Maschinenkonfiguration). Wenn beide Lösungsmöglichkeiten im positiven oder negativen Bereich liegen, verwendet die Steuerung automatisch die nähere Lösung (kürzerer Weg). Wenn Sie die zweite Lösungsmöglichkeit benötigen, müssen Sie entweder vor dem Schwenken der Bearbeitungsebene die Master-Achse vorpositionieren (im Bereich der zweiten Lösungsmöglichkeit) oder mit **SYM** arbeiten.

Beispiele

Maschine mit C-Rundtisch und A-Schwenktisch. Programmierte Funktion: PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+45 SPC+0

Endschalter	Startposition	SYM = SEQ	Ergebnis Achsstellung
Keine	A+0, C+0	nicht progr.	A+45, C+90
Keine	A+0, C+0	+	A+45, C+90
Keine	A+0, C+0	–	A–45, C–90
Keine	A+0, C–105	nicht progr.	A–45, C–90
Keine	A+0, C–105	+	A+45, C+90
Keine	A+0, C–105	–	A–45, C–90
–90 < A < +10	A+0, C+0	nicht progr.	A–45, C–90
–90 < A < +10	A+0, C+0	+	Fehlermeldung
–90 < A < +10	A+0, C+0	-	A–45, C–90

Maschine mit B-Rundtisch und A-Schwenktisch (Endschalter A +180 und -100). Programmierte Funktion: PLANE SPATIAL SPA-45 SPB+0 SPC+0

SYM	SEQ	Ergebnis Achsstellung	Kinematikansicht
+		A-45, B+0	
-		Fehlermeldung	**Keine Lösung in eingeschränktem Bereich**
	+	Fehlermeldung	**Keine Lösung in eingeschränktem Bereich**
	-	A-45, B+0	

Die Lage des Symmetriepunkts ist kinematikabhängig. Wenn Sie die Kinematik verändern (z. B. Kopfwechsel), ändert sich die Lage des Symmetriepunkts.

Kinematikabhängig entspricht die positive Drehrichtung von **SYM** nicht der positiven Drehrichtung von **SEQ**. Ermitteln Sie deshalb an jeder Maschine die Lage des Symmetriepunkts und die Drehrichtung von **SYM** vor der Programmierung.

Transformationsarten

Anwendung

Mit **COORD ROT** und **TABLE ROT** beeinflussen Sie die Orientierung des Bearbeitungsebene-Koordinatensystems **WPL-CS** durch die Achsposition einer sog. freien Drehachse.

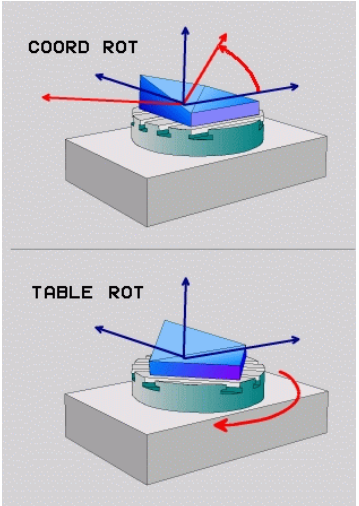
Eine beliebige Drehachse wird zu einer freien Drehachse bei folgender Konstellation:

- die Drehachse hat keine Auswirkung auf die Werkzeuganstellung, da die Rotationsachse und die Werkzeugachse bei der Schwenksituation parallel sind
- die Drehachse ist in der kinematischen Kette ausgehend vom Werkstück die erste Drehachse

Die Wirkung der Transformationsarten **COORD ROT** und **TABLE ROT** ist somit abhängig von den programmierten Raumwinkeln und der Maschinenkinematik.

Funktionsbeschreibung

Die Steuerung bietet zwei Auswahlmöglichkeiten.



Auswahl-möglichkeit	Bedeutung
COORD ROT	> Die Steuerung positioniert die freie Drehachse auf 0 > Die Steuerung orientiert das Bearbeitungsebene-Koordinatensystem entsprechend des programmierten Raumwinkels
TABLE ROT	**TABLE ROT** mit: ■ SPA **und** SPB **gleich** 0 ■ SPC **gleich oder ungleich** 0 > Die Steuerung orientiert die freie Drehachse entsprechend des programmierten Raumwinkels > Die Steuerung orientiert das Bearbeitungsebene-Koordinatensystem entsprechend des Basis-Koordinatensystems **TABLE ROT** mit: ■ **Mindestens** SPA **oder** SPB **ungleich** 0 ■ SPC **gleich oder ungleich** 0 > Die Steuerung positioniert die freie Drehachse nicht, die Position vor dem Schwenken der Bearbeitungsebene wird beibehalten > Da das Werkstück nicht mitpositioniert wurde, orientiert die Steuerung das Bearbeitungsebene-Koordinatensystem entsprechend des programmierten Raumwinkels

Wenn bei einer Schwenksituation keine freie Drehachse entsteht, haben die Transformationsarten **COORD ROT** und **TABLE ROT** keine Wirkung.

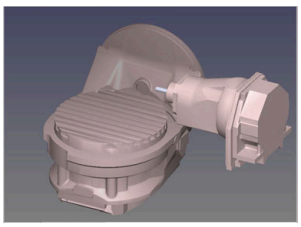
Die Eingabe von **COORD ROT** oder **TABLE ROT** ist optional.

Wenn keine Transformationsart gewählt wurde, verwendet die Steuerung für die **PLANE**-Funktionen die Transformationsart **COORD ROT**

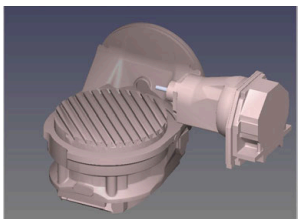
Beispiel

Das folgende Beispiel zeigt die Wirkung der Transformationsart **TABLE ROT** in Verbindung mit einer freien Drehachse.

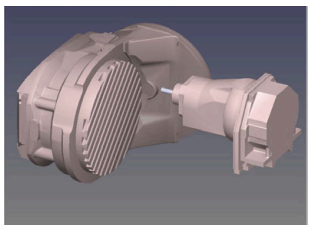
11 L B+45 R0 FMAX	; Drehachse vorpositionieren
12 PLANE SPATIAL SPA-90 SPB+20 SPC +0 TURN F5000 TABLE ROT	; Bearbeitungsebene schwenken



Ursprung



A = 0, B = 45



A = -90, B = 45

- Die Steuerung positioniert die B-Achse auf den Achswinkel B+45
- Bei der programmierten Schwenksituation mit SPA-90 wird die B-Achse zur freien Drehachse
- Die Steuerung positioniert die freie Drehachse nicht, die Position der B-Achse vor dem Schwenken der Bearbeitungsebene wird beibehalten
- Da das Werkstück nicht mitpositioniert wurde, orientiert die Steuerung das Bearbeitungsebene-Koordinatensystem entsprechend des programmierten Raumwinkels SPB+20

Hinweise

- Für das Positionierverhalten durch die Transformationsarten **COORD ROT** und **TABLE ROT** ist es irrelevant, ob die freie Drehachse eine Tisch- oder Kopfachse ist.
- Die resultierende Achsposition der freien Drehachse ist u. a. abhängig von einer aktiven Grunddrehung.
- Die Orientierung des Bearbeitungsebene-Koordinatensystems ist zusätzlich abhängig von einer programmierten Rotation, z. B. mithilfe des Zyklus **10 DREHUNG**.

10.6 Angestellte Bearbeitung (Option #9)

Anwendung

Wenn Sie das Werkzeug während der Bearbeitung anstellen, können Sie schwer zu erreichende Positionen am Werkstück kollisionsfrei bearbeiten.

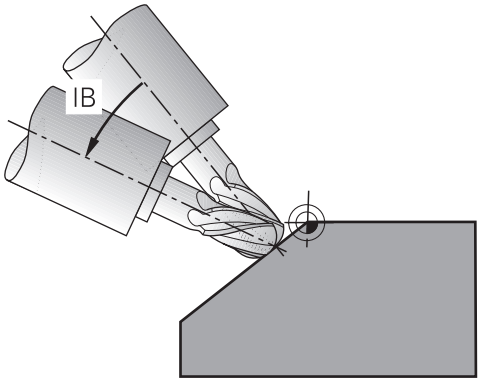
Verwandte Themen

- Werkzeuganstellung kompensieren mit **FUNCTION TCPM** (Option #9)
  Weitere Informationen: "Werkzeuganstellung kompensieren mit FUNCTION TCPM (Option #9)", Seite 301
- Werkzeuganstellung kompensieren mit **M128** (Option #9)
  Weitere Informationen: "Werkzeuganstellung automatisch kompensieren mit M128 (Option #9)", Seite 448
- Bearbeitungsebene schwenken (Option #8)
  Weitere Informationen: "Bearbeitungsebene schwenken (Option #8)", Seite 255
- Bezugspunkte am Werkzeug
  Weitere Informationen: "Bezugspunkte am Werkzeug", Seite 158
- Bezugssysteme
  Weitere Informationen: "Bezugssysteme", Seite 228

Voraussetzungen

- Maschine mit Drehachsen
- Kinematikbeschreibung
  Die Steuerung benötigt zur Berechnung der Schwenkwinkel eine Kinematikbeschreibung, die der Maschinenhersteller erstellt.
- Software-Option #9 Erweiterte Funktionen Gruppe 2

Funktionsbeschreibung



Sie können mit der Funktion **FUNCTION TCPM** eine angestellte Bearbeitung durchführen. Dabei kann die Bearbeitungsebene auch geschwenkt sein.

Weitere Informationen: "Bearbeitungsebene schwenken (Option #8)", Seite 255

Sie können eine angestellte Bearbeitung mit folgenden Funktionen umsetzen:

- Drehachse inkremental verfahren
  Weitere Informationen: "Angestellte Bearbeitung mit inkrementalem Verfahren", Seite 300
- Normalenvektoren
  Weitere Informationen: "Angestellte Bearbeitung mit Normalenvektoren", Seite 301

Angestellte Bearbeitung mit inkrementalem Verfahren

Sie können eine angestellte Bearbeitung realisieren, indem Sie bei aktiver Funktion **FUNCTION TCPM** oder **M128** zusätzlich zu der normalen Linearbewegung den Anstellwinkel verändern, z. B. **L X100 Y100 IB-17 F1000 G01 G91 X100 Y100 IB-17 F1000**. Dabei bleibt während der Werkzeuganstellung die Relativposition des Werkzeug-Drehpunkts gleich.

Beispiel

* - ...	
12 L Z+50 R0 FMAX	; Auf sichere Höhe positionieren
13 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB-45 SPC +0 MOVE DIST50 F1000	; PLANE-Funktion definieren und aktivieren
14 FUNCTION TCPM F TCP AXIS POS PATHCTRL AXIS	; TCPM aktivieren
15 L IB-17 F1000	; Werkzeug anstellen
* - ...	

Angestellte Bearbeitung mit Normalenvektoren

Bei einer angestellten Bearbeitung mit Normalenvektoren realisieren Sie die Anstellung des Werkzeugs mithilfe von Geraden **LN**.

Um eine angestellte Bearbeitung mit Normalenvektoren auszuführen, müssen Sie die Funktion **FUNCTION TCPM** oder die Zusatzfunktion **M128** aktivieren.

Beispiel

* - ...	
12 L Z+50 R0 FMAX	; Auf sichere Höhe positionieren
13 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+45 SPC +0 MOVE DIST50 F1000	; Bearbeitungsebene schwenken
14 FUNCTION TCPM F TCP AXIS POS PATHCTRL AXIS	; TCPM aktivieren
15 LN X+31.737 Y+21,954 Z+33,165 NX+0,3 NY+0 NZ+0,9539 F1000 M3	; Werkzeug anstellen über Normalenvektor
* - ...	

10.7 Werkzeuganstellung kompensieren mit FUNCTION TCPM (Option #9)

Anwendung

Mit der Funktion **FUNCTION TCPM** beeinflussen Sie das Positionierungsverhalten der Steuerung. Wenn Sie **FUNCTION TCPM** aktivieren, kompensiert die Steuerung veränderte Werkzeuganstellungen mithilfe einer Ausgleichsbewegung der Linearachsen.

Sie können mit **FUNCTION TCPM** z. B. bei einer angestellten Bearbeitung die Anstellung des Werkzeugs ändern, während die Position des Werkzeug-Führungspunkts zur Kontur gleich bleibt.

Statt **M128** empfiehlt HEIDENHAIN die leistungsfähigere Funktion **FUNCTION TCPM**.

Verwandte Themen

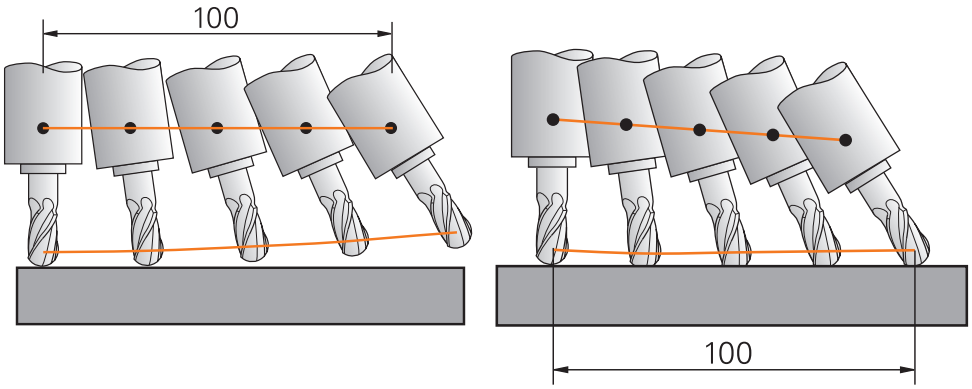
- Werkzeuganstellung kompensieren mit **M128**
  Weitere Informationen: "Werkzeuganstellung automatisch kompensieren mit M128 (Option #9)", Seite 448
- Bearbeitungsebene schwenken
  Weitere Informationen: "Bearbeitungsebene schwenken (Option #8)", Seite 255
- Bezugspunkte am Werkzeug
  Weitere Informationen: "Bezugspunkte am Werkzeug", Seite 158
- Bezugssysteme
  Weitere Informationen: "Bezugssysteme", Seite 228

Voraussetzungen

- Maschine mit Drehachsen
- Kinematikbeschreibung
  Die Steuerung benötigt zur Berechnung der Schwenkwinkel eine Kinematikbeschreibung, die der Maschinenhersteller erstellt.
- Software-Option #9 Erweiterte Funktionen Gruppe 2

Funktionsbeschreibung

Die Funktion **FUNCTION TCPM** ist eine Weiterentwicklung der Funktion **M128**, mit der Sie das Verhalten der Steuerung beim Positionieren von Drehachsen festlegen können.



Verhalten ohne **TCPM** Verhalten mit **TCPM**

Wenn **FUNCTION TCPM** aktiv ist, zeigt die Steuerung in der Positionsanzeige das Symbol **TCPM**.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Mit der Funktion **FUNCTION RESET TCPM** setzen Sie die Funktion **FUNCTION TCPM** zurück.

Eingabe

FUNCTION TCPM

```
10 FUNCTION TCPM F TCP AXIS POS PATHCTRL AXIS REFPNT CENTER-CENTER F1000
```

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
FUNCTION TCPM	Syntaxeröffner für die Kompensation von Werkzeuganstellungen
F TCP oder **F CONT**	Interpretation des programmierten Vorschubs **Weitere Informationen:** "Interpretation des programmierten Vorschubs ", Seite 303
AXIS POS oder **AXIS SPAT**	Interpretation programmierter Drehachskoordinaten **Weitere Informationen:** "Interpretation der programmierten Drehachskoordinaten", Seite 304
PATHCTRL AXIS oder **PATHCTRL VECTOR**	Interpolation der Werkzeuganstellung **Weitere Informationen:** "Interpolation der Werkzeuganstellung zwischen Start- und Endposition", Seite 305
REFPNT TIP-TIP, **REFPNT TIP-CENTER** oder **REFPNT CENTER-CENTER**	Auswahl von Werkzeug-Führungspunkt und Werkzeug-Drehpunkt **Weitere Informationen:** "Auswahl von Werkzeug-Führungspunkt und Werkzeug-Drehpunkt", Seite 306 Syntaxelement optional
F	Maximaler Vorschub für Ausgleichsbewegungen in den Linearachsen bei Bewegungen mit Drehachsanteil **Weitere Informationen:** "Begrenzung des Linearachsvorschubs ", Seite 307 Syntaxelement optional

FUNCTION RESET TCPM

```
10 FUNCTION RESET TCPM
```

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
FUNCTION RESET TCPM	Syntaxeröffner zum Zurücksetzen von **FUNCTION TCPM**

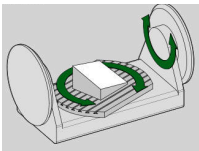
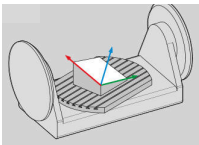
Interpretation des programmierten Vorschubs

Die Steuerung bietet folgende Möglichkeiten, den Vorschub zu interpretieren:

Auswahl	Funktion
F TCP	Mit der Auswahl **F TCP** interpretiert die Steuerung den programmierten Vorschub als Relativgeschwindigkeit zwischen dem Werkzeug-Führungspunkt und dem Werkstück.
F CONT	Mit der Auswahl **F CONT** interpretiert die Steuerung den programmierten Vorschub als Bahnvorschub. Die Steuerung überträgt dabei den Bahnvorschub auf die jeweiligen Achsen des aktiven NC-Satzes.

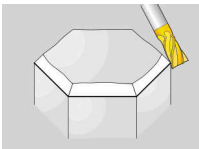
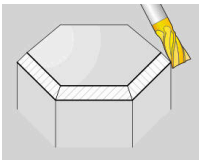
Interpretation der programmierten Drehachskoordinaten

Die Steuerung bietet folgende Möglichkeiten, die Werkzeuganstellung zwischen Start- und Endposition zu interpretieren:

Auswahl	Funktion
 **AXIS POS**	Mit der Auswahl **AXIS POS** interpretiert die Steuerung die programmierten Drehachskoordinaten als Achswinkel. Die Steuerung positioniert die Drehachsen auf die im NC-Programm definierte Position. Die Auswahl **AXIS POS** ist hauptsächlich in Verbindung mit rechtwinklig angebrachten Drehachsen geeignet. Nur wenn die programmierten Drehachskoordinaten die gewünschte Ausrichtung der Bearbeitungsebene richtig definieren, z. B. mithilfe eines CAM-Systems, können Sie **AXIS POS** ebenfalls mit abweichenden Maschinenkinematiken, z. B. 45°-Schwenkköpfen verwenden.
 **AXIS SPAT**	Mit der Auswahl **AXIS SPAT** interpretiert die Steuerung die programmierten Drehachskoordinaten als Raumwinkel. Die Steuerung setzt die Raumwinkel bevorzugt als Orientierung des Koordinatensystems um und schwenkt nur benötigte Achsen ein. Mit der Auswahl **AXIS SPAT** können Sie NC-Programme kinematikunabhängig verwenden. Mithilfe der Auswahl **AXIS SPAT** definieren Sie Raumwinkel, die sich auf das Eingabe-Koordinatensystem **I-CS** beziehen. Die definierten Winkel wirken dabei wie inkrementale Raumwinkel. Programmieren Sie im ersten Verfahrsatz nach der Funktion **FUNCTION TCPM** mit **AXIS SPAT** mit immer **SPA**, **SPB** und **SPC**, auch bei Raumwinkeln von 0°. **Weitere Informationen:** "Eingabe-Koordinatensystem I-CS", Seite 238

Interpolation der Werkzeuganstellung zwischen Start- und Endposition

Die Steuerung bietet folgende Möglichkeiten, die Werkzeuganstellung zwischen programmierter Start- und Endposition zu interpolieren:

Auswahl	Funktion
 **PATHCTRL AXIS**	Mit der Auswahl **PATHCTRL AXIS** interpoliert die Steuerung zwischen Start- und Endpunkt linear. Sie verwenden **PATHCTRL AXIS** bei NC-Programmen mit kleinen Änderungen der Werkzeuganstellung pro NC-Satz. Dabei darf der Winkel **TA** im Zyklus **32** groß sein. **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen Sie können **PATHCTRL AXIS** sowohl beim Stirnfräsen als auch beim Umfangsfräsen verwenden. **Weitere Informationen:** "3D-Werkzeugkorrektur beim Stirnfräsen (Option #9)", Seite 329 **Weitere Informationen:** "3D-Werkzeugkorrektur beim Umfangsfräsen (Option #9)", Seite 335
 **PATHCTRL VECTOR**	Mit der Auswahl **PATHCTRL VECTOR** liegt die Werkzeugorientierung innerhalb eines NC-Satzes immer in der Ebene, die durch Start- und Endorientierung festgelegt ist. Mit **PATHCTRL VECTOR** erzeugt die Steuerung auch bei großen Änderungen der Werkzeuganstellung eine ebene Fläche. Sie verwenden **PATHCTRL VECTOR** beim Umfangsfräsen mit großen Anderungen der Werkzeuganstellung pro NC-Satz.

Mit beiden Auswahlmöglichkeiten verfährt die Steuerung den programmierten Werkzeug-Führungspunkt auf einer Gerade zwischen Start- und Endposition.

> Um eine kontinuierliche Bewegung zu erhalten, können Sie den Zyklus **32** mit einer **Toleranz für Drehachsen** definieren.
>
> **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen

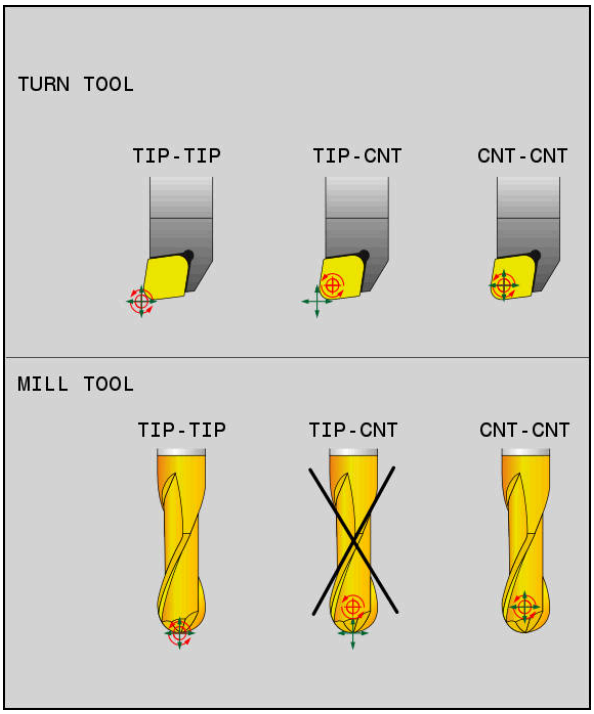
Auswahl von Werkzeug-Führungspunkt und Werkzeug-Drehpunkt

Die Steuerung bietet folgende Möglichkeiten, den Werkzeug-Führungspunkt und den Werkzeug-Drehpunkt zu definieren:

Auswahl	Funktion
REFPNT TIP-TIP	Mit der Auswahl **REFPNT TIP-TIP** liegen der Werkzeug-Führungspunkt und der Werkzeug-Drehpunkt an der Werkzeugspitze.
REFPNT TIP-CENTER	Mit der Auswahl **REFPNT TIP-CENTER** liegt der Werkzeug-Führungspunkt an der Werkzeugspitze. Der Werkzeug-Drehpunkt liegt im Werkzeug-Mittelpunkt. Die Auswahl **REFPNT TIP-CENTER** ist für Drehwerkzeuge optimiert (Option #50). Wenn die Steuerung die Drehachsen positioniert, bleibt der Werkzeug-Drehpunkt am gleichen Platz. Dadurch können Sie z. B. komplexe Konturen durch Simultandrehen herstellen. **Weitere Informationen:** "Theoretische und Virtuelle Werkzeugspitze", Seite 318
REFPNT CENTER-CENTER	Mit der Auswahl **REFPNT CENTER-CENTER** liegen der Werkzeug-Führungspunkt und der Werkzeug-Drehpunkt am Werkzeug-Mittelpunkt. Mit der Auswahl **REFPNT CENTER-CENTER** können Sie CAM-generierte NC-Programme abarbeiten, die auf den Werkzeug-Mittelpunkt ausgegeben sind und das Werkzeug trotzdem auf die Spitze vermessen. Dadurch kann die Steuerung während der Bearbeitung die gesamte Werkzeuglänge auf Kollisionen überwachen. Diese Funktionalität konnten Sie bisher nur durch ein Verkürzen des Werkzeugs mit **DL** erreichen, wobei die Steuerung die restliche Werkzeuglänge nicht überwacht. **Weitere Informationen:** "Werkzeugdaten innerhalb von Variablen", Seite 313 Wenn Sie mit **REFPNT CENTER-CENTER** Taschenfräszyklen programmieren, gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus. **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen

Weitere Informationen: "Bezugspunkte am Werkzeug", Seite 158

Die Eingabe des Bezugspunkts ist optional. Wenn Sie nichts eingeben, verwendet die Steuerung **REFPNT TIP-TIP**.



Auswahlmöglichkeiten für Werkzeug-Bezugspunkt und Werkzeug-Drehpunkt

Begrenzung des Linearachsvorschubs

Mit der optionalen Eingabe **F** begrenzen Sie den Vorschub der Linearachsen bei Bewegungen mit Drehachsanteilen.

Dadurch können Sie schnelle Ausgleichsbewegungen verhindern, z. B. bei Rückzugsbewegungen im Eilgang.

> Wählen Sie den Wert für die Begrenzung des Linearachsvorschubs nicht zu klein, da es zu starken Vorschubschwankungen am Werkzeug-Führungspunkt kommen kann. Vorschubschwankungen verursachen eine geringere Oberflächenqualität.
>
> Die Vorschubbegrenzung wirkt auch bei aktiver **FUNCTION TCPM** nur bei Bewegungen mit einem Drehachsanteil, nicht bei reinen Linearachsbewegungen.

Die Begrenzung des Linearachsvorschubs bleibt so lange wirksam, bis Sie eine neue programmieren oder **FUNCTION TCPM** zurücksetzen.

Hinweise

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Drehachsen mit Hirth-Verzahnung müssen zum Schwenken aus der Verzahnung herausfahren. Während des Herausfahrens und der Schwenkbewegung besteht Kollisionsgefahr!

- Werkzeug freifahren, bevor die Stellung der Schwenkachse verändert wird

- Vor Positionierungen mit **M91** oder **M92** und vor einem **TOOL CALL**-Satz die Funktion **FUNCTION TCPM** zurücksetzen.
- Sie können folgende Zyklen mit aktivem **FUNCTION TCPM** verwenden:
  - Zyklus **32 TOLERANZ**
  - Zyklus **800 KOORD.-SYST.ANPASSEN** (Option #50)
  - Zyklus **882 DREHEN SIMULTANSCHRUPPEN** (Option #158)
  - Zyklus **883 DREHEN SIMULTANSCHLICHTEN** (Option #158)
  - Zyklus **444 ANTASTEN 3D**
- Verwenden Sie beim Stirnfräsen ausschließlich Kugelfräser, um Konturverletzungen zu vermeiden. In Kombination mit anderen Werkzeugformen prüfen Sie das NC-Programm mithilfe des Arbeitsbereichs **Simulation** auf mögliche Konturverletzungen.

  Weitere Informationen: "Hinweise", Seite 451

11

Korrekturen

11.1 Werkzeugkorrektur für Werkzeuglänge und -radius

Anwendung

Mithilfe von Deltawerten können Sie Werkzeugkorrekturen an der Werkzeuglänge und am Werkzeugradius vornehmen. Deltawerte beeinflussen die ermittelten und damit die aktiven Werkzeugmaße.

Der Deltawert für die Werkzeuglänge **DL** wirkt in der Werkzeugachse. Der Deltawert für den Werkzeugradius **DR** wirkt ausschließlich bei radiuskorrigierten Verfahrbewegungen mit den Bahnfunktionen und Zyklen.

Weitere Informationen: "Bahnfunktionen", Seite 171

Verwandte Themen

- Werkzeugradiuskorrektur
  Weitere Informationen: "Werkzeugradiuskorrektur", Seite 314
- Werkzeugkorrektur mit Korrekturtabellen
  Weitere Informationen: "Werkzeugkorrektur mit Korrekturtabellen", Seite 320

Funktionsbeschreibung

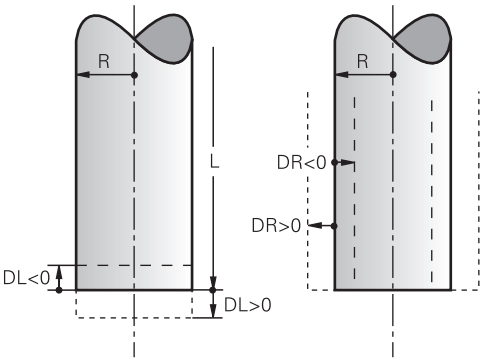
Die Steuerung unterscheidet zwei Arten von Deltawerten:

- Deltawerte innerhalb der Werkzeugtabelle dienen einer dauerhaften Werkzeugkorrektur, die z. B. aufgrund von Verschleiß notwendig ist.

  Diese Deltawerte ermitteln Sie z. B. mithilfe eines Werkzeug-Tastsystems. Die Steuerung trägt die Deltawerte automatisch in der Werkzeugverwaltung ein.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Deltawerte innerhalb eines Werkzeugaufrufs dienen für eine Werkzeugkorrektur, die ausschließlich in dem aktuellen NC-Programm wirkt, z. B. ein Werkstückaufmaß.

  Weitere Informationen: "Werkzeugaufruf mit TOOL CALL", Seite 163



Deltawerte entsprechen Abweichungen für die Länge und den Radius von Werkzeugen.

Mit einem positiven Deltawert vergrößern Sie die aktuelle Werkzeuglänge oder den Werkzeugradius. Dadurch trägt das Werkzeug bei der Bearbeitung weniger Material ab, z. B. für ein Aufmaß auf dem Werkstück.

Mit einem negativen Deltawert verkleinern Sie die aktuelle Werkzeuglänge oder den Werkzeugradius. Dadurch trägt das Werkzeug bei der Bearbeitung mehr Material ab.

Wenn Sie in einem NC-Programm Deltawerte programmieren möchten, definieren Sie den Wert innerhalb eines Werkzeugaufrufs oder mithilfe einer Korrekturtabelle.

Weitere Informationen: "Werkzeugaufruf mit TOOL CALL", Seite 163

Weitere Informationen: "Werkzeugkorrektur mit Korrekturtabellen", Seite 320

Sie können Deltawerte innerhalb eines Werkzeugaufrufs auch mithilfe von Variablen definieren.

Weitere Informationen: "Werkzeugdaten innerhalb von Variablen", Seite 313

Korrektur der Werkzeuglänge

Die Steuerung berücksichtigt die Korrektur der Werkzeuglänge, sobald Sie ein Werkzeug aufrufen. Die Steuerung führt die Korrektur der Werkzeuglänge nur bei Werkzeugen mit der Länge L>0 durch.

Bei der Korrektur der Werkzeuglänge berücksichtigt die Steuerung Deltawerte aus der Werkzeugtabelle und dem NC-Programm.

Aktive Werkzeuglänge = $\mathbf{L} + \mathbf{DL}_{TAB} + \mathbf{DL}_{Prog}$

L:	Werkzeuglänge **L** aus der Werkzeugtabelle
$\mathbf{DL}_{TAB}$:	Deltawert der Werkzeuglänge **DL** aus der Werkzeugtabelle
$\mathbf{DL}_{Prog}$:	Deltawert der Werkzeuglänge **DL** aus dem Werkzeugaufruf oder aus der Korrekturtabelle Es wirkt der zuletzt programmierte Wert. **Weitere Informationen:** "Werkzeugaufruf mit TOOL CALL", Seite 163 **Weitere Informationen:** "Werkzeugkorrektur mit Korrekturtabellen", Seite 320

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die Steuerung verwendet für die Korrektur der Werkzeuglänge die definierte Werkzeuglänge der Werkzeugtabelle. Falsche Werkzeuglängen bewirken auch eine fehlerhafte Korrektur der Werkzeuglänge. Bei Werkzeugen mit der Länge **0** und nach einem **TOOL CALL 0** führt die Steuerung keine Korrektur der Werkzeuglänge und keine Kollisionsprüfung durch. Während nachfolgenden Werkzeugpositionierungen besteht Kollisionsgefahr!

- Werkzeuge immer mit der tatsächlichen Werkzeuglänge definieren (nicht nur Differenzen)
- **TOOL CALL 0** ausschließlich zum Leeren der Spindel verwenden

Korrektur des Werkzeugradius

Die Steuerung berücksichtigt die Korrektur des Werkzeugradius in folgenden Fällen:

- Bei aktiver Werkzeugradiuskorrektur **RR** oder **RL**
  Weitere Informationen: "Werkzeugradiuskorrektur", Seite 314
- Innerhalb von Bearbeitungszyklen
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen
- Bei Geraden **LN** mit Flächennormalvektoren
  Weitere Informationen: "Gerade LN", Seite 326

Bei der Korrektur des Werkzeugradius berücksichtigt die Steuerung die Deltawerte aus der Werkzeugtabelle und dem NC-Programm.

Aktiver Werkzeugradius = $\mathbf{R} + \mathbf{DR}_{TAB} + \mathbf{DR}_{Prog}$

R:	Werkzeugradius **R** aus der Werkzeugtabelle **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
$\mathbf{DR}_{TAB}$:	Deltawert des Werkzeugradius **DR** aus der Werkzeugtabelle **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
$\mathbf{DR}_{Prog}$:	Deltawert des Werkzeugradius **DR** aus dem Werkzeugaufruf oder aus der Korrekturtabelle Es wirkt der zuletzt programmierte Wert. **Weitere Informationen:** "Werkzeugaufruf mit TOOL CALL", Seite 163 **Weitere Informationen:** "Werkzeugkorrektur mit Korrekturtabellen", Seite 320

Werkzeugdaten innerhalb von Variablen

Die Steuerung berechnet beim Abarbeiten eines Werkzeugaufrufs alle werkzeugspezifischen Werte und speichert sie innerhalb von Variablen.

Weitere Informationen: "Vorbelegte Q-Parameter", Seite 476

Aktive Werkzeuglänge und Werkzeugradius:

Q-Parameter	Funktion
Q108	**AKTIVER WERKZEUGRADIUS**
Q114	**AKTIVE WERKZEUGLAENGE**

Nachdem die Steuerung die aktuellen Werte innerhalb von Variablen gespeichert hat, können Sie die Variablen im NC-Programm verwenden.

Anwendungsbeispiel

Sie können den Q-Parameter **Q108 AKTIVER WERKZEUGRADIUS** nutzen, um die Länge eines Kugelfräsers mithilfe der Deltawerte für die Werkzeuglänge auf das Zentrum zu korrigieren.

```
11 TOOL CALL "BALL_MILL_D4" Z S10000
12 TOOL CALL  DL-Q108
```

Dadurch kann die Steuerung das komplette Werkzeug auf Kollisionen überwachen und die Maße im NC-Programm können trotzdem auf das Kugelzentrum programmiert sein.

Hinweise

- Deltawerte aus der Werkzeugverwaltung stellt die Steuerung in der Simulation grafisch dar. Bei Deltawerten aus dem NC-Programm oder aus Korrekturtabellen verändert die Steuerung in der Simulation nur die Position des Werkzeugs.

  Weitere Informationen: "Simulation von Werkzeugen", Seite 587
- Mit dem optionalen Maschinenparameter **progToolCallDL** (Nr. 124501) definiert der Maschinenhersteller, ob die Steuerung Deltawerte aus einem Werkzeugaufruf im Arbeitsbereich **Positionen** berücksichtigt.

  Weitere Informationen: "Werkzeugaufruf", Seite 163

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Die Steuerung berücksichtigt bei der Werkzeugkorrektur bis zu sechs Achsen inkl. der Drehachsen.

11.2 Werkzeugradiuskorrektur

Anwendung

Bei aktiver Werkzeugradiuskorrektur bezieht die Steuerung die Positionen im NC-Programm nicht mehr auf den Werkzeug-Mittelpunkt, sondern auf die Werkzeugschneide.

Mithilfe der Werkzeugradiuskorrektur programmieren Sie die Zeichnungsmaße, ohne den Werkzeugradius berücksichtigen zu müssen. Dadurch können Sie z. B. nach einem Werkzeugbruch ein Werkzeug mit abweichenden Maßen ohne Programmänderung verwenden.

Verwandte Themen

- Bezugspunkte am Werkzeug

  Weitere Informationen: "Bezugspunkte am Werkzeug", Seite 158

Voraussetzungen

- Definierte Werkzeugdaten in der Werkzeugverwaltung

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Funktionsbeschreibung

Bei der Werkzeugradiuskorrektur berücksichtigt die Steuerung den aktiven Werkzeugradius. Der aktive Werkzeugradius entsteht aus dem Werkzeugradius **R** und den Deltawerten **DR** aus der Werkzeugverwaltung und dem NC-Programm.

Aktiver Werkzeugradius = **R** + $\mathbf{DR}_{TAB}$ + $\mathbf{DR}_{Prog}$

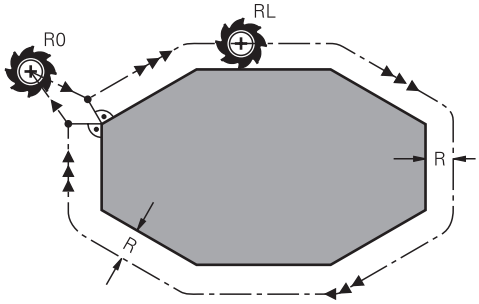
Weitere Informationen: "Werkzeugkorrektur für Werkzeuglänge und -radius", Seite 310

Achsparallele Verfahrbewegungen können Sie wie folgt korrigieren:

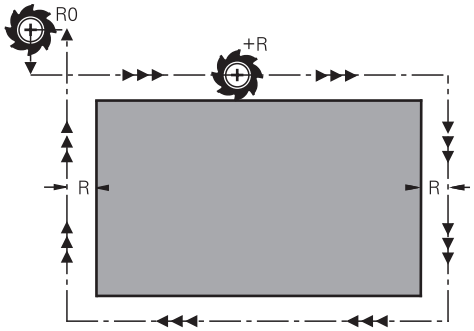
- **R+**: Verlängert eine achsparallele Verfahrbewegung um den Werkzeugradius
- **R-**: Verkürzt eine achsparallele Verfahrbewegung um den Werkzeugradius

Ein NC-Satz mit Bahnfunktionen kann folgende Werkzeugradiuskorrekturen enthalten:

- **RL**: Werkzeugradiuskorrektur, links von der Kontur
- **RR**: Werkzeugradiuskorrektur, rechts von der Kontur
- **R0**: Zurücksetzen einer aktiven Werkzeugradiuskorrektur, Positionierung mit dem Werkzeug-Mittelpunkt

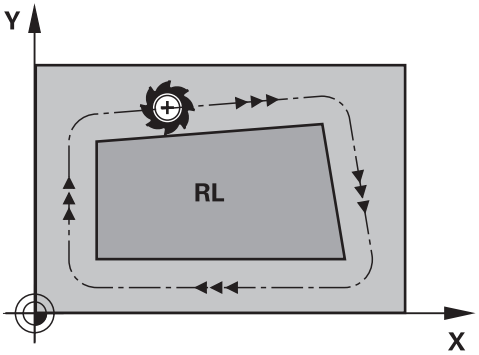


Radiuskorrigierte Verfahrbewegung mit Bahnfunktionen

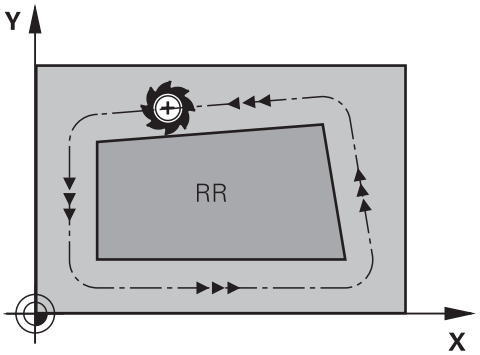


Radiuskorrigierte Verfahrbewegung mit achsparallelen Bewegungen

Der Werkzeugmittelpunkt hat dabei den Abstand des Werkzeugradius von der programmierten Kontur. **Rechts** und **links** bezeichnet die Lage des Werkzeugs in Verfahrrichtung entlang der Werkstückkontur.



RL: Das Werkzeug verfährt links von der Kontur



RR: Das Werkzeug verfährt rechts von der Kontur

Wirkung

Die Werkzeugradiuskorrektur wirkt ab dem NC-Satz, in dem die Werkzeugradiuskorrektur programmiert ist. Die Werkzeugradiuskorrektur wirkt modal und am Satzende.

> Programmieren Sie die Werkzeugradiuskorrektur nur einmalig, somit können z. B. Änderungen schneller erfolgen.

Die Steuerung setzt die Werkzeugradiuskorrektur in folgenden Fällen zurück:

- Positioniersatz mit **R0**
- Funktion **DEP** zum Verlassen einer Kontur
- Anwahl eines neuen NC-Programms

Hinweise

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Damit die Steuerung eine Kontur anfahren oder verlassen kann, benötigt sie sichere An- und Abfahrpositionen. Diese Positionen müssen die Ausgleichsbewegungen beim Aktivieren und Deaktivieren der Radiuskorrektur ermöglichen. Falsche Positionen können Konturverletzungen bewirken. Während der Bearbeitung besteht Kollisionsgefahr!

- sichere An- und Abfahrpositionen abseits der Kontur programmieren
- Werkzeugradius berücksichtigen
- Anfahrstrategie berücksichtigen

- Die Steuerung zeigt bei einer aktiven Werkzeugradiuskorrektur ein Symbol im Arbeitsbereich **Positionen**.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Zwischen zwei NC-Sätzen mit unterschiedlicher Werkzeugradiuskorrektur **RR** und **RL** muss mindestens ein Verfahrsatz in der Bearbeitungsebene ohne Werkzeugradiuskorrektur **R0** stehen.
- Die Steuerung berücksichtigt bei der Werkzeugkorrektur bis zu sechs Achsen inkl. der Drehachsen.

Hinweise in Verbindung mit der Bearbeitung von Ecken

- Außenecken:
  Wenn Sie eine Radiuskorrektur programmiert haben, dann führt die Steuerung das Werkzeug an den Außenecken auf einem Übergangskreis. Wenn nötig, reduziert die Steuerung den Vorschub an den Außenecken, z. B. bei großen Richtungswechseln
- Innenecken:
  An Innenecken errechnet die Steuerung den Schnittpunkt der Bahnen, auf denen der Werkzeugmittelpunkt 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 Werkzeugradius für eine bestimmte Kontur nicht beliebig groß gewählt werden darf

11.3 Schneidenradiuskorrektur bei Drehwerkzeugen (Option #50)

Anwendung

Drehwerkzeuge haben an der Werkzeugspitze einen Schneidenradius (**RS**). Dadurch ergeben sich bei der Bearbeitung von Kegeln, Fasen und Radien Verzerrungen auf der Kontur, da sich programmierte Verfahrwege auf die theoretische Schneidenspitze S beziehen. Die SRK verhindert die dadurch auftretenden Abweichungen.

Verwandte Themen

- Werkzeugdaten von Drehwerkzeugen
- Radiuskorrektur mit **RR** und **RL** im Fräsbetrieb

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

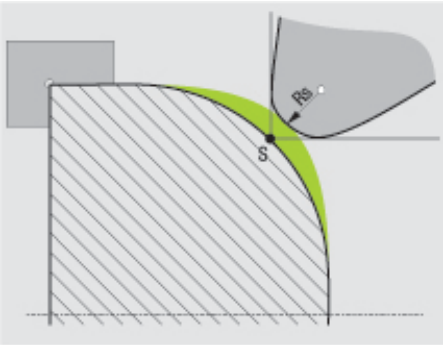
Voraussetzung

- Software-Option #50 Fräsdrehen
- Erforderliche Werkzeugdaten für den Werkzeugtyp definiert
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Funktionsbeschreibung

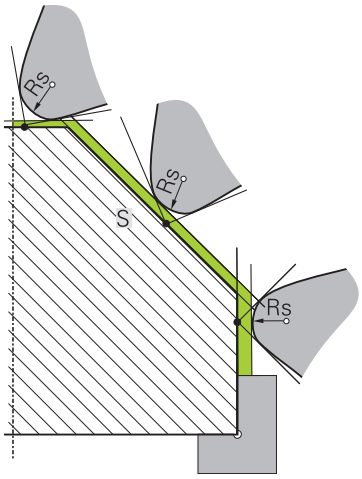
Die Steuerung prüft die Schneidengeometrie anhand des Spitzenwinkels **P-ANGLE** und des Einstellwinkels **T-ANGLE**. Konturelemente im Zyklus bearbeitet die Steuerung nur so weit dies mit dem jeweiligen Werkzeug möglich ist.

In den Drehzyklen führt die Steuerung automatisch eine Schneidenradiuskorrektur aus. In einzelnen Verfahrsätzen und innerhalb programmierter Konturen aktivieren Sie die SRK mit **RL** oder **RR**.



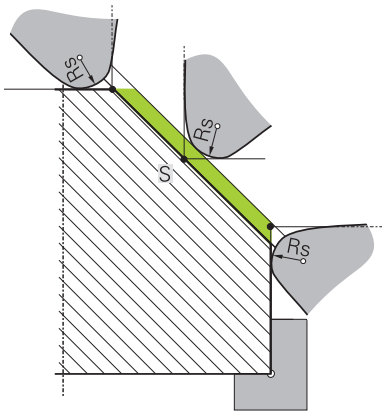
Versatz zwischen Schneidenradius **RS** und theoretischer Werkzeugspitze S.

Theoretische und Virtuelle Werkzeugspitze



Schräge mit theoretischer Werkzeugspitze

Die theoretische Werkzeugspitze wirkt im Werkzeug-Koordinatensystem. Wenn Sie das Werkzeug anstellen, dreht sich die Position der Werkzeugspitze mit dem Werkzeug.



Schräge mit virtueller Werkzeugspitze

Die virtuelle Werkzeugspitze aktivieren Sie mit **FUNCTION TCPM** und der Auswahl **REFPNT TIP-CENTER**. Voraussetzung für eine Berechnung der virtuellen Werkzeugspitze sind korrekte Werkzeugdaten.

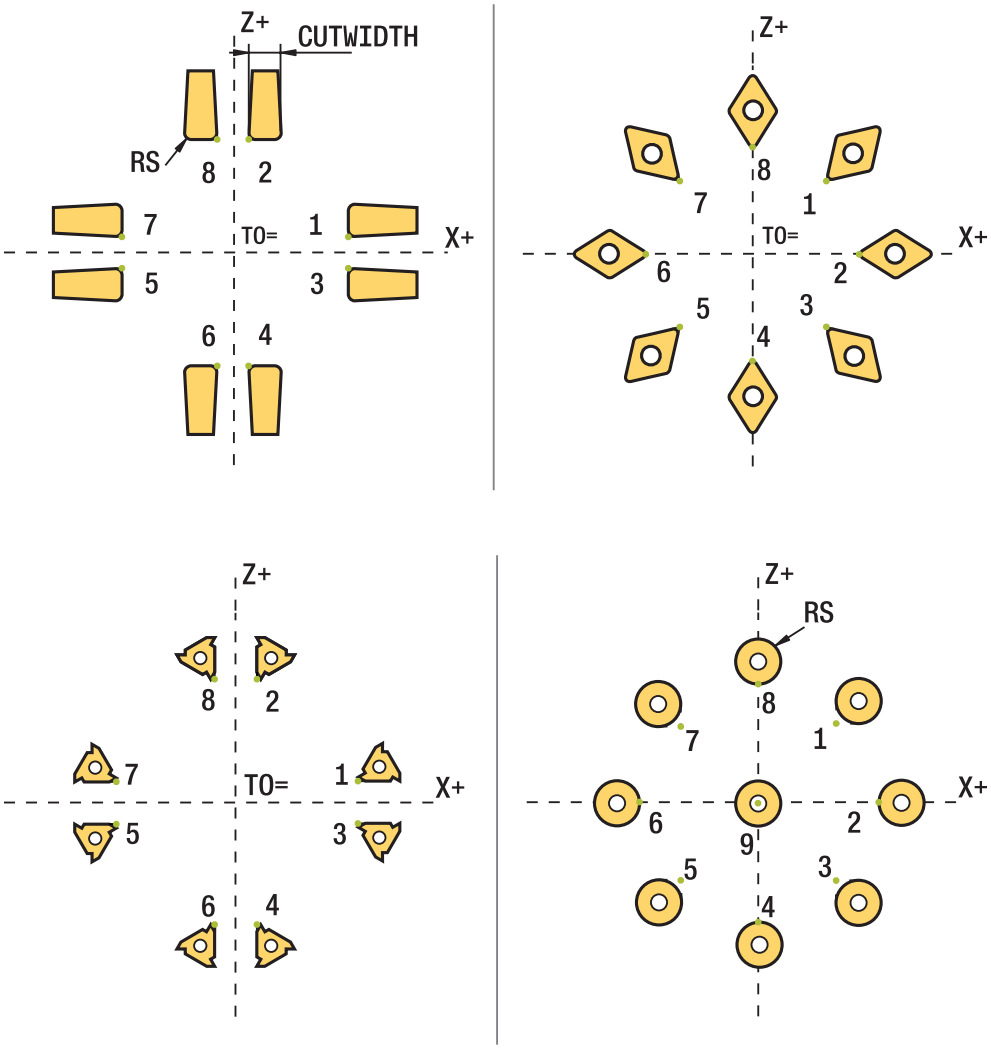
Weitere Informationen: "Werkzeuganstellung kompensieren mit FUNCTION TCPM (Option #9)", Seite 301

Die virtuelle Werkzeugspitze wirkt im Werkstück-Koordinatensystem. Wenn Sie das Werkzeug anstellen, bleibt die virtuelle Werkzeugspitze gleich, solange das Werkzeug noch die gleiche Werkzeugorientierung **TO** hat. Die Steuerung schaltet die Statusanzeige **TO** und somit auch die virtuelle Werkzeugspitze automatisch um, wenn das Werkzeug z. B. den für **TO 1** gültigen Winkelbereich verlässt.

Die virtuelle Werkzeugspitze ermöglicht es, angestellte achsparallele Längs- und Planbearbeitungen auch ohne Radiuskorrektur konturtreu durchzuführen.

Weitere Informationen: "Simultane Drehbearbeitung", Seite 132

Hinweise



- Bei neutraler Schneidenlage (**TO=2, 4, 6, 8**) ist die Richtung der Radiuskorrektur nicht eindeutig. In diesen Fällen ist die SRK nur innerhalb der Bearbeitungszyklen möglich.
- Die Schneidenradiuskorrektur ist ebenfalls bei einer angestellten Bearbeitung möglich.

  Aktive Zusatzfunktionen beschränken dabei die Möglichkeiten:
  - Mit **M128** ist die Schneidenradiuskorrektur ausschließlich in Verbindung mit Bearbeitungszyklen möglich
  - Mit **M144** oder **FUNCTION TCPM** mit **REFPNT TIP-CENTER** ist die Schneidenradiuskorrektur zusätzlich mit allen Verfahrsätzen möglich, z. B. mit **RL**/**RR**
- Wenn Restmaterial aufgrund des Winkels der Nebenschneiden stehen bleibt, gibt die Steuerung eine Warnung aus. Mit dem Maschinenparameter **suppressResMatlWar** (Nr. 201010) können Sie die Warnung unterdrücken.

11.4 Werkzeugkorrektur mit Korrekturtabellen

Anwendung

Mit den Korrekturtabellen können Sie Korrekturen im Werkzeug-Koordinatensystem (T-CS) oder im Bearbeitungsebene-Koordinatensystem (WPL-CS) speichern. Die gespeicherten Korrekturen können Sie während des NC-Programms aufrufen, um das Werkzeug zu korrigieren.

Die Korrekturtabellen bieten folgende Vorteile:

- Änderung der Werte ohne Anpassung im NC-Programm möglich
- Änderung der Werte während des NC-Programmlaufs möglich

Mit der Endung der Tabelle bestimmen Sie, in welchem Koordinatensystem die Steuerung die Korrektur ausführt.

Die Steuerung bietet folgende Korrekturtabellen:

- tco (tool correction): Korrektur im Werkzeug-Koordinatensystem **T-CS**
- wco (workpiece correction): Korrektur im Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS**

Weitere Informationen: "Bezugssysteme", Seite 228

Verwandte Themen

- Inhalt der Korrekturtabellen

  Weitere Informationen: "Korrekturtabelle *.tco", Seite 637

  Weitere Informationen: "Korrekturtabelle *.wco", Seite 640
- Korrekturtabellen während des Programmlaufs editieren

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Funktionsbeschreibung

Um Werkzeuge mithilfe der Korrekturtabellen zu korrigieren, benötigen Sie folgende Schritte:

- Korrekturtabelle anlegen

  Weitere Informationen: "Korrekturtabelle erstellen", Seite 641
- Korrekturtabelle im NC-Programm aktivieren

  Weitere Informationen: "Korrekturtabelle wählen mit SEL CORR-TABLE", Seite 322
- Alternativ Korrekturtabelle manuell für den Programmlauf aktivieren

  Weitere Informationen: "Korrekturtabellen manuell aktivieren", Seite 321
- Korrekturwert aktivieren

  Weitere Informationen: "Korrekturwert aktivieren mit FUNCTION CORRDATA", Seite 322

Sie können die Werte der Korrekturtabellen innerhalb des NC-Programms editieren.

Weitere Informationen: "Zugriff auf Tabellenwerte ", Seite 621

Sie können die Werte der Korrekturtabellen auch während des Programmlaufs editieren.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Werkzeugkorrektur im Werkzeug-Koordinatensystem T-CS

Mit der Korrekturtabelle ***.tco** definieren Sie Korrekturwerte für das Werkzeug im Werkzeug-Koordinatensystem **T-CS**.

Weitere Informationen: "Werkzeug-Koordinatensystem T-CS", Seite 240

Die Korrekturen wirken wie folgt:

- Bei Fräswerkzeugen als Alternative zu den Deltawerten im **TOOL CALL**

  Weitere Informationen: "Werkzeugaufruf mit TOOL CALL", Seite 163
- Bei Drehwerkzeugen als Alternative zu **FUNCTION TURNDATA CORR-TCS** (Option #50)

  Weitere Informationen: "Drehwerkzeuge korrigieren mit FUNCTION TURNDATA CORR (Option #50)", Seite 323
- Bei Schleifwerkzeugen als Korrektur von **LO** und **R-OVR** (Option #156)

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Werkzeugkorrektur im Bearbeitungsebene-Koordinatensystem WPL-CS

Die Werte aus den Korrekturtabellen mit der Endung ***.wco** wirken als Verschiebungen im Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS**.

Weitere Informationen: "Bearbeitungsebene-Koordinatensystem WPL-CS", Seite 236

Die Korrekturtabellen ***.wco** werden hauptsächlich für die Drehbearbeitung genutzt (Option #50).

Die Korrekturen wirken wie folgt:

- Bei Drehbearbeitung als Alternative zu **FUNCTION TURNDATA CORR-WPL** (Option #50)
- Eine X-Verschiebung wirkt im Radius

Wenn Sie eine Verschiebung im WPL-CS durchführen möchten, haben Sie folgende Möglichkeiten:

- **FUNCTION TURNDATA CORR-WPL**
- **FUNCTION CORRDATA WPL**
- Verschiebung mithilfe der Drehwerkzeugtabelle
  - Optionale Spalte **WPL-DX-DIAM**
  - Optionale Spalte **WPL-DZ**

> Die Verschiebungen **FUNCTION TURNDATA CORR-WPL** und **FUNCTION CORRDATA WPL** sind alternative Programmiermöglichkeiten derselben Verschiebung.
>
> Eine Verschiebung im Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS** mithilfe der Drehwerkzeugtabelle wirkt additiv zu den Funktionen **FUNCTION TURNDATA CORR-WPL** und **FUNCTION CORRDATA WPL**.

Korrekturtabellen manuell aktivieren

Sie können die Korrekturtabellen manuell für die Betriebsart **Programmlauf** aktivieren.

In der Betriebsart **Programmlauf** enthält das Fenster **Programmeinstellungen** den Bereich **Tabellen**. In diesem Bereich können Sie für den Programmlauf eine Nullpunkttabelle und beide Korrekturtabellen mit einem Auswahlfenster wählen.

Wenn Sie eine Tabelle aktivieren, markiert die Steuerung diese Tabelle mit dem Status **M**.

11.4.1 Korrekturtabelle wählen mit SEL CORR-TABLE

Anwendung

Wenn Sie Korrekturtabellen einsetzen, verwenden Sie die Funktion **SEL CORR-TABLE**, um die gewünschte Korrekturtabelle vom NC-Programm aus zu aktivieren.

Verwandte Themen

- Korrekturwerte der Tabelle aktivieren
  Weitere Informationen: "Korrekturwert aktivieren mit FUNCTION CORRDATA", Seite 322
- Inhalt der Korrekturtabellen
  Weitere Informationen: "Korrekturtabelle *.tco", Seite 637
  Weitere Informationen: "Korrekturtabelle *.wco", Seite 640

Funktionsbeschreibung

Sie können für das NC-Programm sowohl eine Tabelle ***.tco** als auch eine Tabelle ***.wco** wählen.

Eingabe

11 SEL CORR-TABLE TCS "TNC:\table \corr.tco"	; Korrekturtabelle **corr.tco** wählen

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
SEL CORR-TABLE	Syntaxeröffner für die Wahl einer Korrekturtabelle
TCS oder **WPL**	Korrektur im Werkzeug-Koordinatensystem **T-CS** oder im Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS**
" " oder **QS**	Pfad der Tabelle Fester oder variabler Name Auswahl mithilfe eines Auswahlfensters möglich

11.4.2 Korrekturwert aktivieren mit FUNCTION CORRDATA

Anwendung

Mit der Funktion **FUNCTION CORRDATA** aktivieren Sie eine Zeile der Korrekturtabelle für das aktive Werkzeug.

Verwandte Themen

- Korrekturtabelle wählen
  Weitere Informationen: "Korrekturtabelle wählen mit SEL CORR-TABLE", Seite 322
- Inhalt der Korrekturtabellen
  Weitere Informationen: "Korrekturtabelle *.tco", Seite 637
  Weitere Informationen: "Korrekturtabelle *.wco", Seite 640

Funktionsbeschreibung

Die aktivierten Korrekturwerte wirken bis zum nächsten Werkzeugwechsel oder bis zum Ende des NC-Programms.

Wenn Sie einen Wert ändern, ist diese Änderung erst mit erneutem Aufruf der Korrektur aktiv.

Eingabe

11 FUNCTION CORRDATA TCS #1	; Zeile 1 der Korrekturtabelle ***.tco** aktivieren

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
FUNCTION CORRDATA	Syntaxeröffner für die Aktivierung eines Korrekturwerts
TCS, **WPL** oder **RESET**	Korrektur im Werkzeug-Koordinatensystem **T-CS** oder im Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS** oder Korrektur zurücksetzen
#, **" "** oder **QS**	Gewünschte Tabellenzeile Feste oder variable Nummer oder Name Auswahl mithilfe eines Auswahlfensters möglich Nur bei Auswahl **TCS** oder **WPL**
TCS oder **WPL**	Korrektur im **T-CS** oder im **WPL-CS** zurücksetzen Nur bei Auswahl **RESET**

11.5 Drehwerkzeuge korrigieren mit FUNCTION TURNDATA CORR (Option #50)

Anwendung

Mit der Funktion **FUNCTION TURNDATA CORR** definieren Sie zusätzliche Korrekturwerte für das aktive Werkzeug. In **FUNCTION TURNDATA CORR** können Sie Deltawerte für die Werkzeuglängen in X-Richtung **DXL** und in Z-Richtung **DZL** eingeben. Die Korrekturwerte wirken additiv auf die Korrekturwerte aus der Drehwerkzeugtabelle.

Sie können die Korrektur im Werkzeug-Koordinatensystem **T-CS** oder im Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS** definieren.

Weitere Informationen: "Bezugssysteme", Seite 228

Verwandte Themen

- Deltawerte in der Drehwerkzeugtabelle
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Werkzeugkorrektur mit Korrekturtabellen
  Weitere Informationen: "Werkzeugkorrektur mit Korrekturtabellen", Seite 320

Voraussetzung

- Software-Option #50 Fräsdrehen
- Erforderliche Werkzeugdaten für den Werkzeugtyp definiert
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Funktionsbeschreibung

Sie definieren, in welchem Koordinatensystem die Korrektur wirkt:

- **FUNCTION TURNDATA CORR-TCS**: Die Werkzeugkorrektur wirkt im Werkzeug-Koordinatensystem
- **FUNCTION TURNDATA CORR-WPL**: Die Werkzeugkorrektur wirkt im Werkstück-Koordinatensystem

Mit der Funktion **FUNCTION TURNDATA CORR-TCS** können Sie mit **DRS** ein Schneidenradiusaufmaß definieren. Damit können Sie ein äquidistantes Konturaufmaß programmieren. Bei einem Stechwerkzeug können Sie die Stechbreite mit **DCW** korrigieren.

Die Werkzeugkorrektur **FUNCTION TURNDATA CORR-TCS** wirkt immer im Werkzeug-Koordinatensystem, auch während einer angestellten Bearbeitung.

FUNCTION TURNDATA CORR wirkt immer für das aktive Werkzeug. Durch einen erneuten Werkzeugaufruf **TOOL CALL** deaktivieren Sie die Korrektur wieder.
Wenn Sie das NC-Programm verlassen (z. B. PGM MGT), setzt die Steuerung die Korrekturwerte automatisch zurück.

Eingabe

11 FUNCTION TURNDATA CORR-TCS:Z/X DZL:0.1 DXL:0.05 DCW:0.1	; Werkzeugkorrektur in Z-Richtung, X-Richtung und für die Breite des Stechwerkzeugs

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
FUNCTION TURNDATA CORR	Syntaxeröffner für Werkzeugkorrektur eines Drehwerkzeugs
CORR-TCS:Z/X oder **CORR-WPL:Z/X**	Werkzeugkorrektur im Werkzeug-Koordinatensystem **T-CS** oder im Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS**
DZL:	Deltawert für Werkzeuglänge in Z-Richtung Syntaxelement optional
DXL:	Deltawert für Werkzeuglänge in X-Richtung Syntaxelement optional
DCW:	Deltawert für die Stechwerkzeugbreite Nur bei Auswahl **CORR-TCS:Z/X** Syntaxelement optional
DRS:	Deltawert für den Schneidenradius Nur bei Auswahl **CORR-TCS:Z/X** Syntaxelement optional

Hinweis

Beim Interpolationsdrehen haben die Funktionen **FUNCTION TURNDATA CORR** und **FUNCTION TURNDATA CORR-TCS** keine Auswirkung.

Wenn Sie im Zyklus **292 IPO.-DREHEN KONTUR** ein Drehwerkzeug korrigieren möchten, müssen Sie dies im Zyklus oder in der Werkzeugtabelle durchführen.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen

11.6 3D-Werkzeugkorrektur (Option #9)

11.6.1 Grundlagen

Die Steuerung ermöglicht eine 3D-Werkzeugkorrektur in CAM-generierten NC-Programmen mit Flächennormalenvektoren.

Weitere Informationen: "Gerade LN", Seite 326

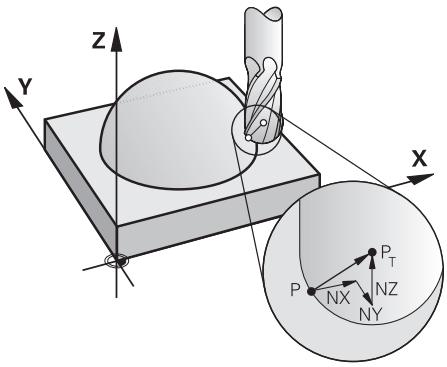
Die Steuerung versetzt das Werkzeug in Richtung der Flächennormalen um die Summe der Deltawerte aus der Werkzeugverwaltung, dem Werkzeugaufruf und den Korrekturtabellen.

Weitere Informationen: "Werkzeuge für die 3D-Werkzeugkorrektur", Seite 327

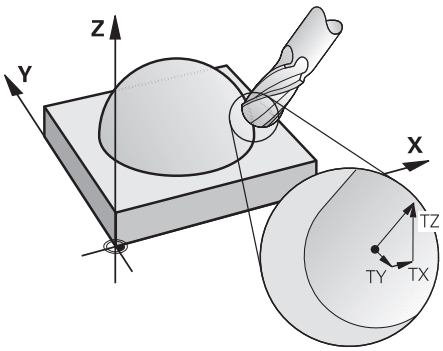
Die 3D-Werkzeugkorrektur verwenden Sie z. B. in folgenden Fällen:

- Korrektur für nachgeschliffene Werkzeuge, um geringe Differenzen zwischen den programmierten und den tatsächlichen Werkzeugmaßen auszugleichen
- Korrektur für Ersatzwerkzeuge mit abweichenden Durchmessern, um auch größere Differenzen zwischen den programmierten und den tatsächlichen Werkzeugmaßen auszugleichen
- Konstantes Werksstückaufmaß erzeugen, das z. B. als Schlichtaufmaß dienen kann

Die 3D-Werkzeugkorrektur hilft Zeit zu sparen, da eine erneute Berechnung und Ausgabe aus dem CAM-System entfällt.



> Für eine optionale Werkzeuganstellung müssen die NC-Sätze zusätzlich einen Werkzeugvektor mit den Komponenten TX, TY und TZ enthalten.



Beachten Sie die Unterschiede zwischen dem Stirn- und dem Umfangsfräsen.

Weitere Informationen: "3D-Werkzeugkorrektur beim Stirnfräsen (Option #9)", Seite 329

Weitere Informationen: "3D-Werkzeugkorrektur beim Umfangsfräsen (Option #9)", Seite 335

11.6.2 Gerade LN

Anwendung

Geraden **LN** sind eine Voraussetzung für die 3D-Korrektur. Innerhalb der Geraden **LN** bestimmt ein Flächennormalenvektor die Richtung der 3D-Werkzeugkorrektur. Ein optionaler Werkzeugvektor definiert die Werkzeuganstellung.

Verwandte Themen

- Grundlagen 3D-Korrektur

  Weitere Informationen: "Grundlagen", Seite 325

Voraussetzungen

- Software-Option #9 Erweiterte Funktionen Gruppe 2
- NC-Programm mit CAM-System erstellt

  Geraden **LN** können Sie nicht direkt an der Steuerung programmieren, sondern mithilfe eines CAM-Systems erstellen.

  Weitere Informationen: "CAM-generierte NC-Programme", Seite 409

Funktionsbeschreibung

Wie bei einer Gerade **L** definieren Sie mit einer Gerade **LN** die Zielpunktkoordinaten.

Weitere Informationen: "Gerade L", Seite 180

Zusätzlich enthalten die Geraden **LN** einen Flächennormalenvektor sowie einen optionalen Werkzeugvektor.

Eingabe

```
LN  X+31,737 Y+21,954 Z+33,165  NX+0,2637581 NY+0,0078922 NZ-0,8764339 TX
    +0,0078922 TY-0,8764339 TZ+0,2590319 F1000 M128
```

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
LN	Syntaxeröffner für Gerade mit Vektoren
X, **Y**, **Z**	Koordinaten des Geradenendpunkts
NX, **NY**, **NZ**	Komponenten des Flächennormalenvektors
TX, **TY**, **TZ**	Komponenten des Werkzeugvektors Syntaxelement optional
R0, **RL** oder **RR**	Werkzeugradiuskorrektur **Weitere Informationen:** "Werkzeugradiuskorrektur", Seite 314 Syntaxelement optional
F, **FMAX**, **FZ**, **FU** oder **F AUTO**	Vorschub **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten Syntaxelement optional
M	Zusatzfunktion Syntaxelement optional

Hinweise

- Die NC-Syntax muss die Reihenfolge X,Y, Z für die Position und NX, NY, NZ, sowie TX, TY, TZ für die Vektoren besitzen.
- Die NC-Syntax der LN-Sätze muss immer alle Koordinaten und alle Flächennormalen enthalten, obwohl sich die Werte im Vergleich zum vorherigen NC-Satz nicht geändert haben.
- Um während der Bearbeitung mögliche Vorschubeinbrüche zu vermeiden, die Vektoren genau berechnen und mit min. 7 Nachkommastellen ausgeben.
- Das CAM-generierte NC-Programm muss normierte Vektoren enthalten.
- Die 3D-Werkzeugkorrektur mithilfe der Flächennormalenvektoren wirkt auf die Koordinatenangaben in den Hauptachsen X, Y, Z.

Definition

Normierter Vektor
Ein normierter Vektor ist eine mathematische Größe, die einen Betrag von 1 und eine beliebige Richtung hat. Die Richtung wird durch die Komponenten X, Y und Z definiert.

11.6.3 Werkzeuge für die 3D-Werkzeugkorrektur

Anwendung

Sie können die 3D-Werkzeugkorrektur mit den Werkzeugformen Schaftfräser, Torusfräser und Kugelfräser verwenden.

Verwandte Themen

- Korrektur in der Werkzeugverwaltung
  Weitere Informationen: "Werkzeugkorrektur für Werkzeuglänge und -radius", Seite 310
- Korrektur im Werkzeugaufruf
  Weitere Informationen: "Werkzeugaufruf mit TOOL CALL", Seite 163
- Korrektur mit Korrekturtabellen
  Weitere Informationen: "Werkzeugkorrektur mit Korrekturtabellen", Seite 320

Funktionsbeschreibung

Sie unterscheiden die Werkzeugformen mithilfe der Spalten **R** und **R2** der Werkzeugverwaltung:

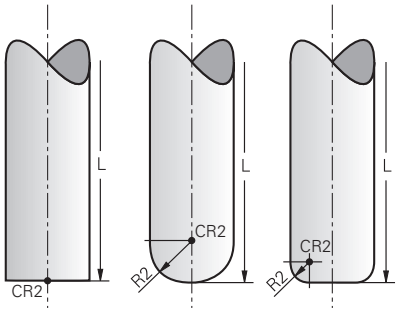
- Schaftfräser: **R2** = 0
- Torusfräser: **R2** > 0
- Kugelfräser: **R2** = **R**

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Mit den Deltawerten **DL**, **DR** und **DR2** passen Sie die Werte der Werkzeugverwaltung an das tatsächliche Werkzeug an.

Die Steuerung korrigiert dann die Werkzeugposition um die Summe der Deltawerte aus der Werkzeugtabelle und der programmierten Werkzeugkorrektur (Werkzeugaufruf oder Korrekturtabelle).

Der Flächennormalenvektor bei Geraden **LN** definiert die Richtung, in die die Steuerung das Werkzeug korrigiert. Der Flächennormalenvektor zeigt immer auf das Zentrum Werkzeugradius 2 CR2.



Lage des CR2 bei den einzelnen Werkzeugformen

Weitere Informationen: "Bezugspunkte am Werkzeug", Seite 158

Hinweise

- Sie definieren die Werkzeuge in der Werkzeugverwaltung. Die gesamte Werkzeuglänge entspricht dem Abstand zwischen dem Werkzeugträger-Bezugspunkt und der Werkzeugspitze. Nur mithilfe der Gesamtlänge überwacht die Steuerung das komplette Werkzeug auf Kollisionen.

  Wenn Sie einen Kugelfräser mit der Gesamtlänge definieren und ein NC-Programm auf Kugelmitte ausgeben, muss die Steuerung die Differenz berücksichtigen. Beim Werkzeugaufruf im NC-Programm definieren Sie den Kugelradius als negativen Deltawert in **DL** und verschieben somit den Werkzeug-Führungspunkt in den Werkzeug-Mittelpunkt.
- Wenn Sie ein Werkzeug mit einem Übermaß (positive Deltawerte) einwechseln, gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus. Die Fehlermeldung können Sie mit der Funktion **M107** unterdrücken.

  Weitere Informationen: "Positive Werkzeugaufmaße zulassen mit M107 (Option #9)", Seite 464

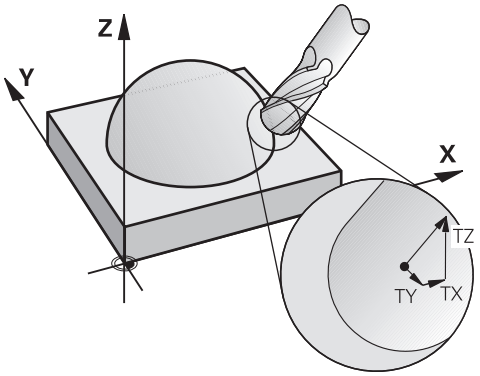
  Stellen Sie mithilfe der Simulation sicher, dass durch das Werkzeugübermaß keine Konturverletzungen entstehen.

11.6.4 3D-Werkzeugkorrektur beim Stirnfräsen (Option #9)

Anwendung

Stirnfräsen ist eine Bearbeitung mit der Stirnseite des Werkzeugs.

Die Steuerung versetzt das Werkzeug in Richtung der Flächennormalen um die Summe der Deltawerte aus der Werkzeugverwaltung, dem Werkzeugaufruf und den Korrekturtabellen.



Voraussetzungen

- Software-Option #9 Erweiterte Funktionen Gruppe 2
- Maschine mit automatisch positionierbaren Drehachsen
- Ausgabe von Flächennormalenvektoren aus dem CAM-System

  Weitere Informationen: "Gerade LN", Seite 326
- NC-Programm mit **M128** oder **FUNCTION TCPM**

  Weitere Informationen: "Werkzeuganstellung automatisch kompensieren mit M128 (Option #9)", Seite 448

  Weitere Informationen: "Werkzeuganstellung kompensieren mit FUNCTION TCPM (Option #9)", Seite 301

Funktionsbeschreibung

Beim Stirnfräsen sind folgende Varianten möglich:

- **LN**-Satz ohne Werkzeugorientierung, **M128** oder **FUNCTION TCPM** aktiv: Werkzeug senkrecht zur Werkstückkontur
- **LN**-Satz mit Werkzeugorientierung **T**, **M128** oder **FUNCTION TCPM** aktiv: Werkzeug hält die vorgegebene Werkzeugorientierung
- **LN**-Satz ohne **M128** oder **FUNCTION TCPM**: die Steuerung ignoriert den Richtungsvektor **T**, auch wenn er definiert ist

Beispiel

11 L X+36.0084 Y+6.177 Z-1.9209 R0	; Keine Kompensation möglich
12 LN X+36.0084 Y+6.177 Z-1.9209 NX-0.4658107 NY+0 NZ+0.8848844 R0	; Kompensation senkrecht zur Kontur möglich
13 LN X+36.0084 Y+6.177 Z-1.9209 NX-0.4658107 NY+0 NZ+0.8848844 TX +0.0000000 TY+0.6558846 TZ+0.7548612 R0 M128	; Kompensation möglich, DL wirkt entlang des T-Vektors, DR2 entlang des N-Vektors
14 LN X+36.0084 Y+6.177 Z-1.9209 NX-0.4658107 NY+0 NZ+0.8848844 R0 M128	; Kompensation senkrecht zur Kontur möglich

Hinweise

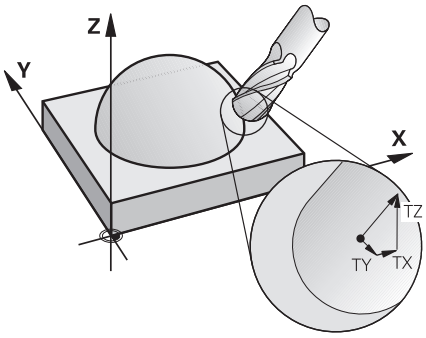
HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die Drehachsen einer Maschine können eingeschränkte Verfahrbereiche besitzen, z. B. B-Kopfachse mit -90° bis +10°. Eine Änderung des Schwenkwinkels auf über +10° kann hierbei zu einer 180°-Drehung der Tischachse führen. Während der Schwenkbewegung besteht Kollisionsgefahr!

- Vor dem Einschwenken ggf. eine sichere Position programmieren
- NC-Programm oder Programmabschnitt im Modus **Einzelsatz** vorsichtig testen

- Wenn im **LN**-Satz keine Werkzeugorientierung festgelegt ist, dann hält die Steuerung das Werkzeug bei aktivem **TCPM** senkrecht zur Werkstückkontur.

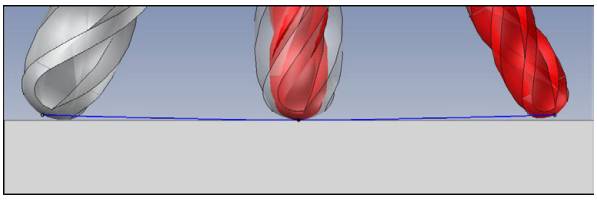


- Wenn im **LN**-Satz eine Werkzeugorientierung **T** definiert und gleichzeitig M128 (oder **FUNCTION TCPM**) aktiv ist, dann positioniert die Steuerung die Drehachsen der Maschine automatisch so, dass das Werkzeug die vorgegebene Werkzeugorientierung erreicht. Wenn Sie kein **M128** (oder **FUNCTION TCPM**) aktiviert haben, dann ignoriert die Steuerung den Richtungsvektor **T**, auch wenn er im **LN**-Satz definiert ist.
- Die Steuerung kann nicht an allen Maschinen die Drehachsen automatisch positionieren.
- Die Steuerung verwendet für die 3D-Werkzeugkorrektur grundsätzlich die definierten **Deltawerte**. Den gesamten Werkzeugradius (**R** + **DR**) verrechnet die Steuerung nur, wenn Sie **FUNCTION PROG PATH IS CONTOUR** eingeschaltet haben.

  Weitere Informationen: "3D-Werkzeugkorrektur mit gesamtem Werkzeugradius mit FUNCTION PROG PATH (Option #9)", Seite 338

Beispiele

Nachgeschliffenen Kugelfräser korrigieren
CAM-Ausgabe Werkzeugspitze



Sie verwenden einen nachgeschliffenen Kugelfräser mit Ø 5,8 mm statt Ø 6 mm.

Das NC-Programm ist wie folgt aufgebaut:

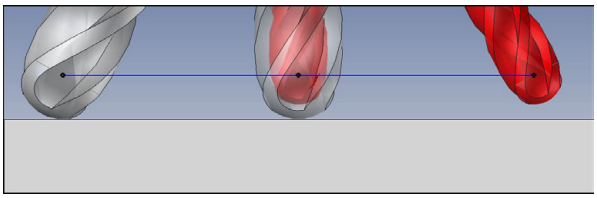
- CAM-Ausgabe für Kugelfräser Ø 6 mm
- NC-Punkte auf Werkzeugspitze ausgegeben
- Vektorenprogramm mit Flächennormalenvektoren

Lösungsvorschlag:

- Werkzeugvermessung auf Werkzeugspitze
- Werkzeugkorrektur in die Werkzeugtabelle eintragen:
  - **R** und **R2** die theoretischen Werkzeugdaten wie aus dem CAM-System
  - **DR** und **DR2** die Differenz zwischen Sollwert und Istwert

	R	R2	DL	DR	DR2
CAM	+3	+3			
Werkzeugtabelle	+3	+3	+0	-0,1	-0,1

Nachgeschliffenen Kugelfräser korrigieren
CAM-Ausgabe Kugelmitte



Sie verwenden einen nachgeschliffenen Kugelfräser mit Ø 5,8 mm statt Ø 6 mm.

Das NC-Programm ist wie folgt aufgebaut:

- CAM-Ausgabe für Kugelfräser Ø 6 mm
- NC-Punkte auf Kugelmitte ausgegeben
- Vektorenprogramm mit Flächennormalenvektoren

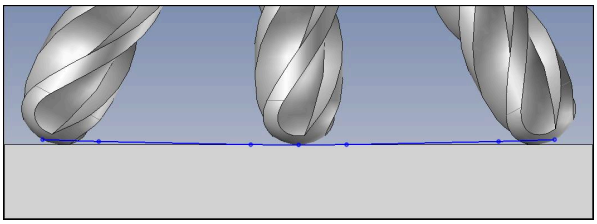
Lösungsvorschlag:

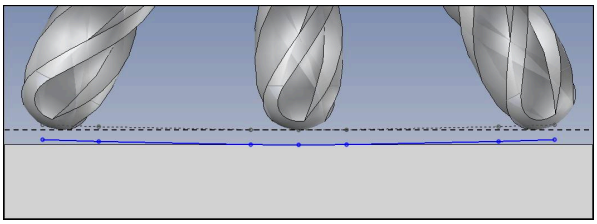
- Werkzeugvermessung auf Werkzeugspitze
- TCPM-Funktion **REFPNT CNT-CNT**
- Werkzeugkorrektur in die Werkzeugtabelle eintragen:
  - **R** und **R2** die theoretischen Werkzeugdaten wie aus dem CAM-System
  - **DR** und **DR2** die Differenz zwischen Sollwert und Istwert

	R	R2	DL	DR	DR2
CAM	+3	+3			
Werkzeugtabelle	+3	+3	+0	-0,1	-0,1

Mit TCPM **REFPNT CNT-CNT** sind die Werkzeugkorrekturwerte für die Ausgaben auf Werkzeugspitze oder Kugelmitte identisch.

Werkstückaufmaß erzeugen
CAM-Ausgabe Werkzeugspitze





Sie verwenden einen Kugelfräser mit Ø 6 mm und wollen ein gleichmäßiges Aufmaß von 0,2 mm auf der Kontur stehen lassen.

Das NC-Programm ist wie folgt aufgebaut:

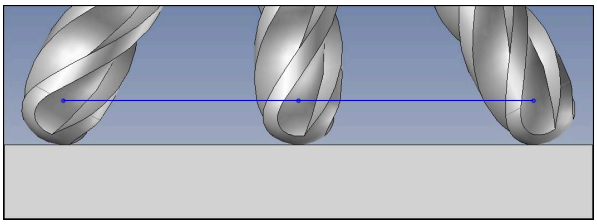
- CAM-Ausgabe für Kugelfräser Ø 6 mm
- NC-Punkte auf Werkzeugspitze ausgegeben
- Vektorenprogramm mit Flächennormalenvektoren und Werkzeugvektoren

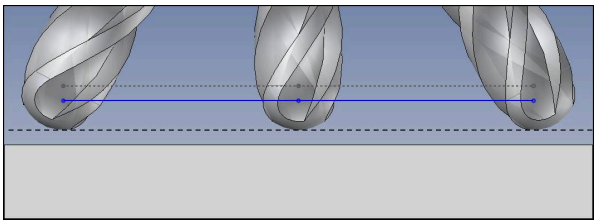
Lösungsvorschlag:

- Werkzeugvermessung auf Werkzeugspitze
- Werkzeugkorrektur im TOOL-CALL-Satz eintragen:
  - **DL**, **DR** und **DR2** das gewünschte Aufmaß
- Mit **M107** Fehlermeldung unterdrücken

	R	R2	DL	DR	DR2
CAM	+3	+3			
Werkzeugta-belle	+3	+3	+0	+0	+0
TOOL CALL			+0,2	+0,2	+0,2

Werkstückaufmaß erzeugen
CAM-Ausgabe Kugelmitte





Sie verwenden einen Kugelfräser mit Ø 6 mm und wollen ein gleichmäßiges Aufmaß von 0,2 mm auf der Kontur stehen lassen.

Das NC-Programm ist wie folgt aufgebaut:

- CAM-Ausgabe für Kugelfräser Ø 6 mm
- NC-Punkte auf Kugelmitte ausgegeben
- TCPM-Funktion **REFPNT CNT-CNT**
- Vektorenprogramm mit Flächennormalenvektoren und Werkzeugvektoren

Lösungsvorschlag:

- Werkzeugvermessung auf Werkzeugspitze
- Werkzeugkorrektur im TOOL-CALL-Satz eintragen:
  - **DL**, **DR** und **DR2** das gewünschte Aufmaß
- Mit **M107** Fehlermeldung unterdrücken

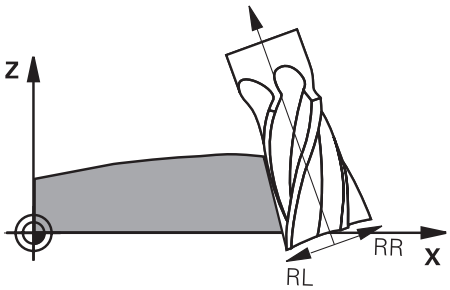
	R	R2	DL	DR	DR2
CAM	+3	+3			
Werkzeugta-belle	+3	+3	+0	+0	+0
TOOL CALL			+0,2	+0,2	+0,2

11.6.5 3D-Werkzeugkorrektur beim Umfangsfräsen (Option #9)

Anwendung

Umfangsfräsen ist eine Bearbeitung mit der Mantelfläche des Werkzeugs.

Die Steuerung versetzt das Werkzeug senkrecht zur Bewegungsrichtung und senkrecht zur Werkzeugrichtung um die Summe der Deltawerte aus der Werkzeugverwaltung, dem Werkzeugaufruf und den Korrekturtabellen.



Voraussetzungen

- Software-Option #9 Erweiterte Funktionen Gruppe 2
- Maschine mit automatisch positionierbaren Drehachsen
- Ausgabe von Flächennormalenvektoren aus dem CAM-System

  Weitere Informationen: "Gerade LN", Seite 326
- NC-Programm mit Raumwinkeln
- NC-Programm mit **M128** oder **FUNCTION TCPM**

  Weitere Informationen: "Werkzeuganstellung automatisch kompensieren mit M128 (Option #9)", Seite 448

  Weitere Informationen: "Werkzeuganstellung kompensieren mit FUNCTION TCPM (Option #9)", Seite 301
- NC-Programm mit Werkzeugradiuskorrektur **RL** oder **RR**

  Weitere Informationen: "Werkzeugradiuskorrektur", Seite 314

Funktionsbeschreibung

Beim Umfangsfräsen sind folgende Varianten möglich:

- **L**-Satz mit programmierten Drehachsen, **M128** oder **FUNCTION TCPM** aktiv, Korrekturrichtung mit Radiuskorrektur **RL** oder **RR** festlegen
- **LN**-Satz mit Werkzeugorientierung **T** senkrecht zum N-Vektor, **M128** oder **FUNCTION TCPM** aktiv
- **LN**-Satz mit Werkzeugorientierung **T** ohne N-Vektor, **M128** oder **FUNCTION TCPM** aktiv

Beispiel

11 L X+48.4074 Y+102.4717 Z-7.1088 C-267.9784 B-20.0115 RL M128	; Kompensation möglich, Korrekturrichtung RL
12 LN X+60.6593 Y+102.4690 Z-7.1012 NX0.0000 NY0.9397 NZ0.3420 TX-0.0807 TY-0.3409 TZ0.9366 R0 M128	; Kompensation möglich
13 LN X+60.6593 Y+102.4690 Z-7.1012 TX-0.0807 TY-0.3409 TZ0.9366 M128	; Kompensation möglich

Hinweise

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die Drehachsen einer Maschine können eingeschränkte Verfahrbereiche besitzen, z. B. B-Kopfachse mit -90° bis +10°. Eine Änderung des Schwenkwinkels auf über +10° kann hierbei zu einer 180°-Drehung der Tischachse führen. Während der Schwenkbewegung besteht Kollisionsgefahr!

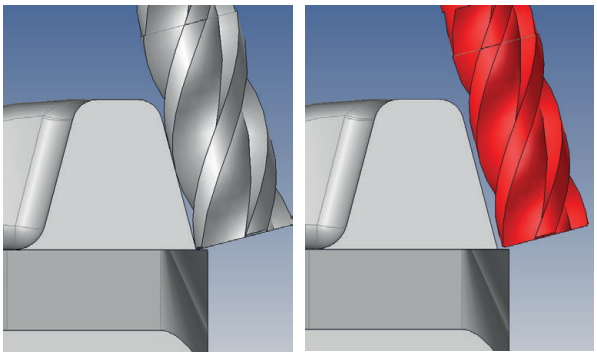
- Vor dem Einschwenken ggf. eine sichere Position programmieren
- NC-Programm oder Programmabschnitt im Modus **Einzelsatz** vorsichtig testen

- Die Steuerung kann nicht an allen Maschinen die Drehachsen automatisch positionieren.
- Die Steuerung verwendet für die 3D-Werkzeugkorrektur grundsätzlich die definierten **Deltawerte**. Den gesamten Werkzeugradius (**R** + **DR**) verrechnet die Steuerung nur, wenn Sie **FUNCTION PROG PATH IS CONTOUR** eingeschaltet haben.

  Weitere Informationen: "3D-Werkzeugkorrektur mit gesamtem Werkzeugradius mit FUNCTION PROG PATH (Option #9)", Seite 338

Beispiel

Nachgeschliffenen Schaftfräser korrigieren
CAM-Ausgabe Werkzeugmitte



Sie verwenden einen nachgeschliffenen Schaftfräser mit Ø 11,8 mm statt Ø 12 mm.
Das NC-Programm ist wie folgt aufgebaut:

- CAM-Ausgabe für Schaftfräser Ø 12 mm
- NC-Punkte auf Werkzeugsmitte ausgegeben
- Vektorenprogramm mit Flächennormalenvektoren und Werkzeugvektoren
  Alternativ:
- Klartextprogramm mit aktiver Werkzeugradiuskorrektur **RL**/**RR**

Lösungsvorschlag:

- Werkzeugvermessung auf Werkzeugspitze
- Mit **M107** Fehlermeldung unterdrücken
- Werkzeugkorrektur in die Werkzeugtabelle eintragen:
  - **R** und **R2** die theoretischen Werkzeugdaten wie aus dem CAM-System
  - **DR** und **DL** die Differenz zwischen Sollwert und Istwert

	R	R2	DL	DR	DR2
CAM	+6	+0			
Werkzeugta-belle	+6	+0	+0	-0,1	+0

11.6.6 3D-Werkzeugkorrektur mit gesamtem Werkzeugradius mit FUNCTION PROG PATH (Option #9)

Anwendung

Mit der Funktion **FUNCTION PROG PATH** definieren Sie, ob die Steuerung die 3D-Radiuskorrektur wie bisher nur auf die Deltawerte oder auf den gesamten Werkzeugradius bezieht.

Verwandte Themen

- Grundlagen 3D-Korrektur
  Weitere Informationen: "Grundlagen", Seite 325
- Werkzeuge für die 3D-Korrektur
  Weitere Informationen: "Werkzeuge für die 3D-Werkzeugkorrektur", Seite 327

Voraussetzungen

- Software-Option #9 Erweiterte Funktionen Gruppe 2
- NC-Programm mit CAM-System erstellt

  Geraden **LN** können Sie nicht direkt an der Steuerung programmieren, sondern mithilfe eines CAM-Systems erstellen.

  Weitere Informationen: "CAM-generierte NC-Programme", Seite 409

Funktionsbeschreibung

Wenn Sie **FUNCTION PROG PATH** einschalten, entsprechen die programmierten Koordinaten genau den Konturkoordinaten.

Die Steuerung verrechnet bei der 3D-Radiuskorrektur den vollen Werkzeugradius **R + DR** und den vollen Eckenradius **R2 + DR2**.

Mit **FUNCTION PROG PATH OFF** schalten Sie die spezielle Interpretation aus.

Die Steuerung verrechnet bei der 3D-Radiuskorrektur nur die Deltawerte **DR** und **DR2**.

Wenn Sie **FUNCTION PROG PATH** einschalten, wirkt die Interpretation der programmierten Bahn als Kontur für alle 3D-Korrekturen so lange, bis Sie die Funktion wieder ausschalten.

Eingabe

11 FUNCTION PROG PATH IS CONTOUR	; Gesamten Werkzeugradius für die 3D-Korrektur verwenden.

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
FUNCTION PROG PATH	Syntaxeröffner für Interpretation der programmierten Bahn
IS CONTOUR oder **OFF**	Gesamten Werkzeugradius oder nur Deltawerte für die 3D-Korrektur verwenden

11.7 Eingriffswinkelabhängige 3D-Radiuskorrektur (Option #92)

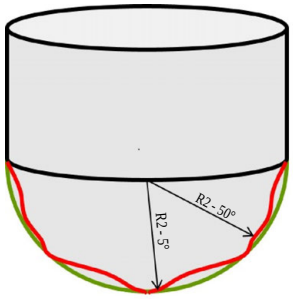
Anwendung

Der effektive Kugelradius eines Kugelfräsers weicht fertigungsbedingt von der Idealform ab. Die maximale Formungenauigkeit legt der Werkzeughersteller fest. Gängige Abweichungen liegen zwischen 0,005 mm und 0,01 mm.

Die Formungenauigkeit lässt sich in Form einer Korrekturwerttabelle speichern. Die Tabelle enthält Winkelwerte und die am jeweiligen Winkelwert gemessene Abweichung vom Sollradius **R2**.

Mit der Software-Option **3D-ToolComp** (Option #92) ist die Steuerung in der Lage, abhängig vom Eingriffspunkt des Werkzeugs, den in der Korrekturwerttabelle definierten Korrekturwert zu kompensieren.

Zusätzlich lässt sich mit der Software-Option **3D-ToolComp** eine 3D-Kalibrierung des Tastsystems realisieren. Dabei werden die bei der Tasterkalibrierung ermittelten Abweichungen in der Korrekturwerttabelle abgelegt.



Verwandte Themen

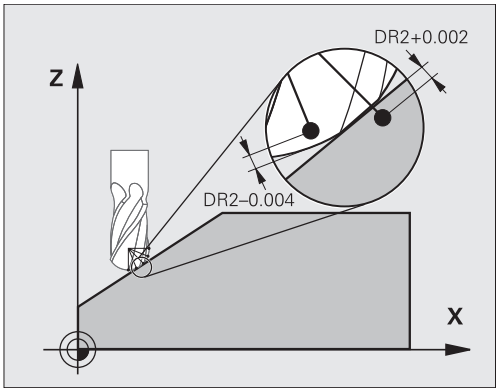
- Korrekturwerttabelle *.3DTC
  Weitere Informationen: "Korrekturwerttabelle *.3DTC", Seite 641
- Tastsystem 3D-kalibrieren
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- 3D-Antasten mit einem Tastsystem
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Messzyklen für Werkstücke und Werkzeuge
- 3D-Korrektur bei CAM-generierten NC-Programmen mit Flächennormalen
  Weitere Informationen: "3D-Werkzeugkorrektur (Option #9)", Seite 325

Voraussetzungen

- Software-Option #9 Erweiterte Funktionen Gruppe 2
- Software-Option #92 3D-ToolComp
- Ausgabe von Flächennormalenvektoren aus dem CAM-System
- Werkzeug in der Werkzeugverwaltung passend definiert:
  - Wert 0 in der Spalte **DR2**
  - Name der zugehörigen Korrekturwerttabelle in der Spalte **DR2TABLE**

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

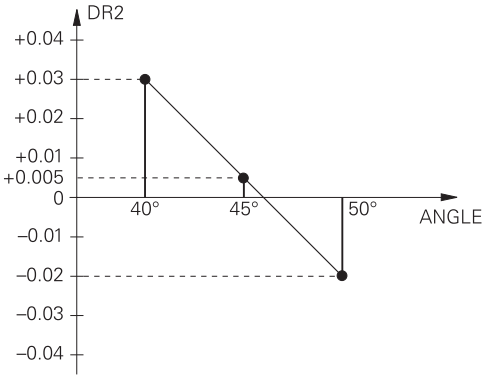
Funktionsbeschreibung



Wenn Sie ein NC-Programm mit Flächennormalenvektoren abarbeiten und für das aktive Werkzeug in der Werkzeugtabelle TOOL.T eine Korrekturwerttabelle zugewiesen haben (Spalte DR2TABLE), dann verrechnet die Steuerung anstelle des Korrekturwerts DR2 aus TOOL.T die Werte aus der Korrekturwerttabelle.

Dabei berücksichtigt die Steuerung den Korrekturwert aus der Korrekturwerttabelle, der für den Berührpunkt des Werkzeugs mit dem Werkstück definiert ist. Liegt der Berührpunkt zwischen zwei Korrekturpunkten, interpoliert die Steuerung den Korrekturwert linear zwischen den beiden nächstgelegenen Winkeln.

Winkelwert	Korrekturwert
40°	0,03 mm gemessen
50°	-0,02 mm gemessen
45° (Berührpunkt)	+0,005 mm interpoliert



Hinweise

- Wenn die Steuerung keinen Korrekturwert durch Interpolation ermitteln kann, folgt eine Fehlermeldung.
- Trotz ermittelter positiver Korrekturwerte ist **M107** (Fehlermeldung bei positiven Korrekturwerten unterdrücken) nicht erforderlich.
- Die Steuerung verrechnet entweder den DR2 aus TOOL.T oder einen Korrekturwert aus der Korrekturwerttabelle. Zusätzliche Offsets, wie ein Flächenaufmaß, können Sie über den DR2 im NC-Programm (Korrekturtabelle **.tco** oder **TOOL CALL**-Satz) definieren.

12

Dateien

12.1 Dateiverwaltung

12.1.1 Grundlagen

Anwendung

In der Dateiverwaltung zeigt die Steuerung Laufwerke, Ordner und Dateien. Sie können z. B. Ordner oder Dateien erstellen oder löschen sowie Laufwerke anbinden.

Die Dateiverwaltung umfasst die Betriebsart **Dateien** und den Arbeitsbereich **Datei öffnen**.

Verwandte Themen

- Datensicherung
- Netzlaufwerk anbinden

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Funktionsbeschreibung

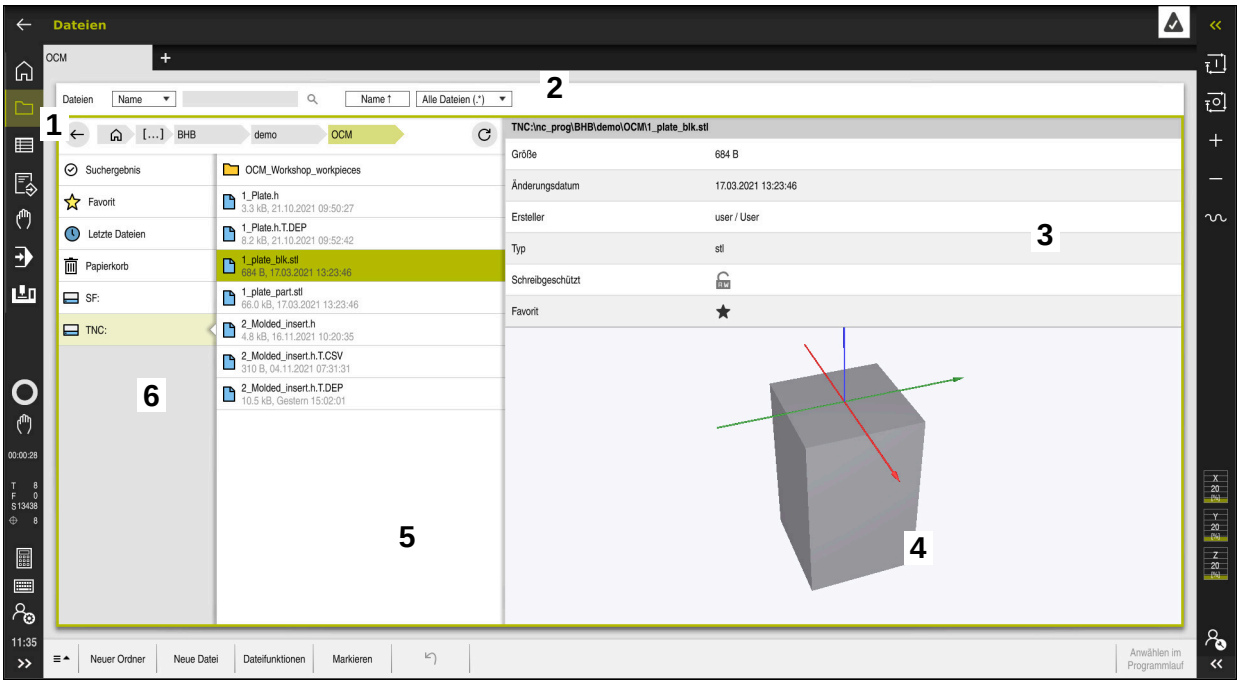
Symbole und Schaltflächen

Die Dateiverwaltung enthält folgende Symbole und Schaltflächen:

Symbol, Schaltfläche oder Tastaturkürzel	Bedeutung
	Umbenennen
STRG+C	Kopieren
STRG+X	Ausschneiden
	Löschen
	Favorit
	USB-Gerät auswerfen
	Schreibschutz aktiv Nur in der Betriebsart **Dateien**
	Schreibschutz inaktiv Nur in der Betriebsart **Dateien**
Neuer Ordner	Neuen Ordner erstellen
Neue Datei	Neue Datei erstellen Eine neue Tabelle erstellen Sie in der Betriebsart **Tabellen**. **Weitere Informationen:** "Betriebsart Tabellen", Seite 614
Dateifunktionen	Die Steuerung öffnet das Kontextmenü. **Weitere Informationen:** "Kontextmenü", Seite 568 Nur in der Betriebsart **Dateien**

Symbol, Schaltfläche oder Tastaturkürzel	Bedeutung
Markieren **STRG+LEER**	Die Steuerung markiert die Datei und öffnet die Aktionsleiste. Nur in der Betriebsart **Dateien**
↶ **STRG+Z**	Aktion rückgängig machen
↷ **STRG+Y**	Aktion wiederherstellen
Öffnen	Die Steuerung öffnet die Datei in der passenden Betriebsart oder Anwendung.
Anwählen im Programmlauf	Die Steuerung öffnet die Datei in der Betriebsart **Programmlauf**. Nur in der Betriebsart **Dateien**
Zusätzliche Funktionen	Die Steuerung öffnet ein Auswahlmenü mit folgenden Funktionen: ■ **TAB / PGM anpassen** Format und Inhalt von Dateien der iTNC 530 anpassen **Weitere Informationen:** "Anpassen einer Datei der iTNC 530", Seite 354 ■ **Netzlaufwerk verbinden** **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten Nur in der Betriebsart **Dateien**

Bereiche der Dateiverwaltung



Betriebsart **Dateien**

1 Navigationspfad

Im Navigationspfad zeigt die Steuerung die Position des aktuellen Ordners in der Ordnerstruktur. Mithilfe der einzelnen Elemente des Navigationspfads können Sie in die höheren Ordnerebenen gelangen.

2 Titelleiste

- Volltextsuche

  Weitere Informationen: "Volltextsuche in der Titelleiste", Seite 347
- Sortieren

  Weitere Informationen: "Sortieren in der Titelleiste", Seite 347
- Filtern

  Weitere Informationen: "Filtern in der Titelleiste", Seite 347

3 Informationsbereich

Weitere Informationen: "Informationsbereich", Seite 347

4 Vorschaubereich

Im Vorschaubereich zeigt die Steuerung eine Vorschau der gewählten Datei, z. B. einen NC-Programmausschnitt.

5 Inhaltsspalte

In der Inhaltsspalte zeigt die Steuerung alle Ordner und Dateien, die Sie mithilfe der Navigationsspalte wählen.

Die Steuerung zeigt für eine Datei ggf. folgende Status:

- **M**: Datei ist in der Betriebsart **Programmlauf** aktiv
- **S**: Datei ist im Arbeitsbereich **Simulation** aktiv
- **E**: Datei ist in der Betriebsart **Programmieren** aktiv

6 Navigationsspalte

Weitere Informationen: "Navigationsspalte", Seite 348

Volltextsuche in der Titelleiste

Mit der Volltextsuche können Sie beliebige Zeichenfolgen im Namen oder Inhalt von Dateien suchen. Die Steuerung sucht nur in der untergeordneten Struktur des gewählten Laufwerks oder Ordners.

Mithilfe des Auswahlmenüs wählen Sie, ob die Steuerung die Namen oder die Inhalte der Dateien durchsucht.

Sie können ein ***** als Platzhalter verwenden. Dieser Platzhalter kann einzelne Zeichen oder ein ganzes Wort ersetzen. Mit dem Platzhalter können Sie auch nach bestimmten Dateitypen suchen, z. B. ***.pdf**.

Sortieren in der Titelleiste

Sie können Ordner und Dateien nach folgenden Kriterien auf- oder absteigend sortieren:

- **Name**
- **Typ**
- **Größe**
- **Änderungsdatum**

Wenn Sie nach Name oder Typ sortieren, ordnet die Steuerung die Dateien alphabetisch.

Filtern in der Titelleiste

Sie können die Ordner und Dateien mit folgenden Standardfiltern filtern:

- **NC-Programme (.H,.I)**
- **Klartext Datei (.H)**
- **DIN/ISO-Datei (.I)**
- **Text-Datei (.TXT)**
- **Alle Dateien (.*)**

Wenn Sie nach einem anderen Dateityp filtern möchten, können Sie mithilfe des Platzhalters in der Volltextsuche suchen.

Weitere Informationen: "Volltextsuche in der Titelleiste", Seite 347

Informationsbereich

Im Informationsbereich zeigt die Steuerung den Pfad der Datei oder des Ordners.

Weitere Informationen: "Pfad", Seite 348

Die Steuerung zeigt je nach gewähltem Element zusätzlich folgende Informationen:

- **Größe**
- **Änderungsdatum**
- **Ersteller**
- **Typ**

Sie können im Informationsbereich folgende Funktionen wählen:

- Schreibschutz aktivieren und deaktivieren
- Favoriten hinzufügen oder entfernen

Navigationsspalte

Die Navigationsspalte bietet folgende Navigationsmöglichkeiten:

- **Suchergebnis**
  Die Steuerung zeigt die Ergebnisse der Volltextsuche. Ohne eine vorherige Suche oder bei fehlenden Ergebnissen ist der Bereich leer.
- **Favorit**
  Die Steuerung zeigt alle Ordner und Dateien, die Sie als Favoriten markiert haben.
- **Letzte Dateien**
  Die Steuerung zeigt die 15 zuletzt geöffneten Dateien.
- **Papierkorb**
  Die Steuerung verschiebt gelöschte Ordner und Dateien in den Papierkorb. Über das Kontextmenü können Sie diese Dateien wiederherstellen oder den Papierkorb leeren.
  Weitere Informationen: "Kontextmenü", Seite 568
- Laufwerke, z. B. **TNC:**
  Die Steuerung zeigt interne sowie externe Laufwerke, z. B. ein USB-Gerät.

Erlaubte Zeichen

Sie können folgende Zeichen für die Namen von Laufwerken, Ordnern und Dateien verwenden:

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 _ -

Verwenden Sie nur die aufgeführten Zeichen, da es sonst Probleme z. B. bei der Datenübertragung geben kann.

Folgende Zeichen haben eine Funktion und dürfen deshalb nicht innerhalb eines Namens verwendet werden:

Zeichen	Funktion
.	Trennt den Dateityp ab
\ /	Trennt im Pfad Laufwerk, Ordner und Datei
:	Trennt die Laufwerkbezeichnungen ab

Name

Wenn Sie eine Datei erstellen, definieren Sie zuerst einen Namen. Anschließend folgt die Dateiendung, bestehend aus einem Punkt und dem Dateityp.

Pfad

Die maximal erlaubte Pfadlänge beträgt 255 Zeichen. Zur Pfadlänge zählen die Bezeichnungen des Laufwerks, der Ordner und der Datei inklusive der Dateiendung.

Absoluter Pfad

Ein absoluter Pfad bezeichnet die eindeutige Position einer Datei. Die Pfadangabe beginnt mit dem Laufwerk und enthält den Weg durch die Ordnerstruktur bis zum Speicherort der Datei, z. B. **TNC:\nc_prog\$mdi.h**. Wenn die gerufene Datei verschoben wird, muss der absolute Pfad neu erstellt werden.

Relativer Pfad

Ein relativer Pfad bezeichnet die Position einer Datei bezogen auf die rufende Datei. Die Pfadangabe enthält den Weg durch die Ordnerstruktur bis zum Speicherort der Datei von der rufenden Datei ausgehend, z. B. **demo\reset.H**. Wenn eine Datei verschoben wird, muss der relative Pfad neu erstellt werden.

Dateitypen

Sie können den Dateityp in Groß- oder Kleinbuchstaben definieren.

HEIDENHAIN-spezifische Dateitypen

Die Steuerung kann folgende HEIDENHAIN-spezifische Dateitypen öffnen:

Dateityp	Anwendung
H	NC-Programm mit HEIDENHAIN-Klartext **Weitere Informationen:** "Inhalte eines NC-Programms", Seite 104
I	NC-Programm mit DIN/ISO-Befehlen
HC	Konturdefinition in der smarT.NC-Programmierung der iTNC 530
HU	Hauptprogramm in der smarT.NC-Programmierung der iTNC 530
3DTC	Tabelle mit eingriffswinkelabhängigen 3D-Werkzeugkorrekturen **Weitere Informationen:** "Eingriffswinkelabhängige 3D-Radiuskorrektur (Option #92)", Seite 340
D	Tabelle mit Werkstück-Nullpunkten **Weitere Informationen:** "Nullpunkttabelle", Seite 627
DEP	Automatisch generierte Tabelle mit NC-Programm-abhängigen Daten, z. B. Werkzeug-Einsatzdatei **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
P	Tabelle für die Palettenbearbeitung **Weitere Informationen:** "Arbeitsbereich Auftragsliste", Seite 600
PNT	Tabelle mit Bearbeitungspositionen, z. B. zum Abarbeiten unregelmäßiger Punktemuster **Weitere Informationen:** "Punktetabelle", Seite 625
PR	Tabelle mit Werkstück-Bezugspunkten **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
TAB	Frei definierbare Tabelle, z. B. für Protokolldateien oder als WMAT- und TMAT-Tabellen für die automatische Berechnung von Schnittdaten **Weitere Informationen:** "Frei definierbare Tabellen", Seite 624 **Weitere Informationen:** "Schnittdatenrechner", Seite 573
TCH	Tabelle mit der Bestückung des Werkzeugmagazins **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
T	Tabelle mit Werkzeugen aller Technologien **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Dateityp	Anwendung
TP	Tabelle mit Tastsystemen **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
TRN	Tabelle mit Drehwerkzeugen **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
GRD	Tabelle mit Schleifwerkzeugen **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
DRS	Tabelle mit Abrichtwerkzeugen **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
TNCDRW	Konturbeschreibung als 2D-Zeichnung **Weitere Informationen:** "Grafisches Programmieren", Seite 533
M3D	Format für z. B. Werkzeugträger oder Kollisionskörper (Option #40) **Weitere Informationen:** "Möglichkeiten für Spannmitteldateien", Seite 369
TNCBCK	Datei zur Datensicherung und Wiederherstellung **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Die genannten Dateitypen öffnet die Steuerung mit einer steuerungsinternen Anwendung oder einem HEROS-Tool.

Standardisierte Dateitypen

Die Steuerung kann folgende standardisierte Dateitypen öffnen:

Dateityp	Anwendung
CSV	Textdatei zum Speichern oder für den Austausch einfach strukturierter Daten **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
XLSX (XLS)	Dateityp verschiedener Tabellenkalkulationsprogramme, z. B. Microsoft Excel
STL	3D-Modell, erzeugt mit Dreiecksfacetten, z. B. Spannmittel **Weitere Informationen:** "Simuliertes Werkstück als STL-Datei exportieren", Seite 589
DXF	2D-CAD-Dateien
IGS/IGES STP/STEP	3D-CAD-Dateien **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
CHM	Hilfedateien in kompilierter bzw. gepackter Form
CFG	Konfigurationsdateien der Steuerung **Weitere Informationen:** "Möglichkeiten für Spannmitteldateien", Seite 369 **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
CFT	3D-Daten einer parametrisierbaren Werkzeugträgervorlage **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
CFX	3D-Daten eines geometrisch bestimmten Werkzeugträgers **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
HTM/HTML	Textdatei mit strukturierten Inhalten einer Webseite, die mit einem Webbrowser geöffnet werden, z. B. integrierte Produkthilfe **Weitere Informationen:** "Benutzerhandbuch als integrierte Produkthilfe TNCguide", Seite 34
XML	Textdatei mit hierarchisch strukturierten Daten
PDF	Dokumentenformat, welches unabhängig z. B. vom ursprünglichen Anwendungsprogramm die Datei originalgetreu wiedergibt
BAK	Datensicherungsdatei **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
INI	Initialisierungsdatei, die z. B. die Programmeinstellungen enthält
A	Textdatei, in der Sie z. B. in Verbindung mit FN16 das Format einer Bildschirmausgabe definieren
TXT	Textdatei, in der Sie z. B. in Verbindung mit FN16 die Ergebnisse von Messzyklen speichern
SVG	Bildformat für Vektorgrafiken

Dateityp	Anwendung
BMP GIF JPG/JPEG PNG	Bildformate für Pixelgrafiken Die Steuerung verwendet den Dateityp PNG standardmäßig für Bildschirmfotos **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
OGG	Container-Dateiformat der Media-Dateitypen OGA, OGV und OGX
ZIP	Container-Dateiformat, das mehrere Dateien komprimiert zusammenfasst

Einige der genannten Dateitypen öffnet die Steuerung mit den HEROS-Tools.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Hinweise

- Die Steuerung verfügt über einen Speicherplatz von 189 GB. Eine einzelne Datei darf max. 2 GB umfassen.
- Die Namen von Tabellen und Tabellenspalten müssen mit einem Buchstaben beginnen und dürfen keine Rechenzeichen enthalten, z. B. **+**. Diese Zeichen können in Verbindung mit SQL-Befehlen beim Einlesen oder Auslesen von Daten zu Problemen führen.

  Weitere Informationen: "Tabellenzugriff mit SQL-Anweisungen", Seite 512
- Wenn sich der Cursor innerhalb der Inhaltsspalte befindet, können Sie eine Eingabe auf der Tastatur starten. Die Steuerung öffnet ein separates Eingabefeld und sucht automatisch nach der eingegebenen Zeichenfolge. Wenn eine Datei oder ein Ordner mit den eingegebenen Zeichen vorhanden ist, positioniert die Steuerung den Cursor darauf.
- Wenn Sie ein NC-Programm mit der Taste **END BLK** verlassen, öffnet die Steuerung den Reiter **Hinzufügen**. Der Cursor befindet sich auf dem gerade geschlossenen NC-Programm.

  Wenn Sie die Taste **END BLK** erneut drücken, öffnet die Steuerung das NC-Programm wieder mit dem Cursor auf der zuletzt gewählten Zeile. Dieses Verhalten kann bei großen Dateien zu einer Zeitverzögerung führen.

  Wenn Sie die Taste **ENT** drücken, öffnet die Steuerung ein NC-Programm immer mit dem Cursor auf Zeile 0.
- Die Steuerung erstellt z. B. für die Werkzeug-Einsatzprüfung die Werkzeug-Einsatzdatei als abhängige Datei mit der Endung ***.dep**.

  Mit dem Maschinenparameter **dependentFiles** (Nr. 122101) definiert der Maschinenhersteller, ob die Steuerung die abhängigen Dateien zeigt.
- Mit dem Maschinenparameter **createBackup** (Nr. 105401) definiert der Maschinenhersteller, ob die Steuerung beim Speichern von NC-Programmen eine Sicherungsdatei erstellt. Beachten Sie, dass die Verwaltung von Sicherungsdateien mehr Speicher benötigt.

Hinweis in Verbindung mit Dateifunktionen

Wenn Sie eine Datei oder einen Ordner wählen und nach rechts wischen, zeigt die Steuerung folgende Dateifunktionen:

- Umbenennen
- Kopieren
- Ausschneiden
- Löschen
- Als Favorit markieren

Diese Dateifunktionen können Sie auch mithilfe des Kontextmenüs wählen.

Weitere Informationen: "Kontextmenü", Seite 568

Hinweise in Verbindung mit kopierten Dateien

- Wenn Sie eine Datei kopieren und im gleichen Ordner wieder einfügen, fügt die Steuerung den Zusatz **_Copy** zum Dateinamen hinzu.
- Wenn Sie eine Datei in einem anderen Ordner einfügen und im Zielordner schon eine Datei mit dem gleichen Namen vorhanden ist, zeigt die Steuerung das Fenster **Datei einfügen**. Die Steuerung zeigt den Pfad der beiden Dateien und bietet folgende Möglichkeiten:
  - Vorhandene Datei ersetzen
  - Kopierte Datei überspringen
  - Zusatz zum Dateinamen hinzufügen

  Sie können die gewählte Lösung auch für alle gleichen Fälle übernehmen.

12.1.2 Arbeitsbereich Datei öffnen

Anwendung

Im Arbeitsbereich **Datei öffnen** können Sie z. B. Dateien wählen oder erstellen.

Funktionsbeschreibung

Sie öffnen den Arbeitsbereich **Datei öffnen** abhängig von der aktiven Betriebsart mit folgenden Symbolen:

Symbol	Funktion
+	**Hinzufügen** in den Betriebsarten **Tabellen** und **Programmieren**
🗋	**Datei öffnen** in der Betriebsart **Programmlauf**

Sie können folgende Funktionen im Arbeitsbereich **Datei öffnen** in den jeweiligen Betriebsarten ausführen:

Funktion	Betriebsart Tabellen	Betriebsart Programmieren	Betriebsart Programmlauf
Neuer Ordner	✓	✓	–
Neue Datei	✓	✓	–
Öffnen	✓	✓	✓

12.1.3 Arbeitsbereich Schnellauswahl

Anwendung

Im Arbeitsbereich **Schnellauswahl** öffnen Sie eine bestehende Tabelle oder legen eine Datei an, z. B. ein NC-Programm.

Funktionsbeschreibung

Den Arbeitsbereich **Schnellauswahl** können Sie mit der Funktion **Hinzufügen** in den Betriebsarten **Tabellen** und **Programmieren** öffnen.

Weitere Informationen: "Symbole der Steuerungsoberfläche", Seite 72

In der Betriebsart **Tabellen** können Sie folgende Tabellen öffnen:

- **Werkzeugverwaltung**
- **Platztabelle**
- **Bezugspunkte**
- **Tastsysteme**
- **Nullpunkte**
- **T-Einsatzfolge**
- **Bestückungsliste**

Mit der Schaltfläche **Neue Tabelle erstellen** erstellen Sie verschiedene Tabellen der Steuerung.

In der Betriebsart **Programmieren** können Sie folgende Dateien anlegen:

- **Neues Programm**
- **Neue Kontur**
- **Neue Auftragsliste**

12.1.4 Anpassen einer Datei der iTNC 530

Anwendung

Um eine auf der iTNC 530 erstellte Datei an der **TNC7** nutzen zu können, muss die Steuerung das Format und den Inhalt der Datei anpassen. Dafür verwenden Sie die Funktion **TAB / PGM anpassen**.

Funktionsbeschreibung

Import eines NC-Programms

Mit der Funktion **TAB / PGM anpassen** entfernt die Steuerung Umlaute und prüft, ob der NC-Satz **END PGM** vorhanden ist. Ohne diesen NC-Satz ist das NC-Programm unvollständig.

Import einer Werkzeugtabelle

In der Spalte **NAME** der Werkzeugtabelle sind folgende Zeichen erlaubt:

$ % & , - . 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 @ A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z _

Mit der Funktion **TAB / PGM anpassen** ändert die Steuerung ein Komma zu einem Punkt.

Die Steuerung übernimmt alle unterstützten Werkzeugtypen und definiert alle unbekannten Werkzeugtypen mit dem Typ **Undefiniert**.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Datei anpassen

Sichern Sie vor dem Anpassen die Originaldatei.

Sie passen das Format und den Inhalt einer iTNC 530-Datei wie folgt an:

- Betriebsart **Dateien** wählen
- Gewünschte Datei wählen
- **Zusätzliche Funktionen** wählen
- Die Steuerung öffnet ein Auswahlmenü.
- **TAB / PGM anpassen** wählen
- Die Steuerung passt das Format und den Inhalt der Datei an.

> Die Steuerung speichert die Änderungen und überschreibt die Originaldatei.

- Nach dem Anpassen den Inhalt prüfen

Hinweise

- Der Maschinenhersteller definiert mithilfe von Import- und Update-Regeln, welche Anpassungen die Steuerung vornimmt, z. B. Umlaute entfernen.
- Mit dem optionalen Maschinenparameter **importFromExternal** (Nr. 102909) definiert der Maschinenhersteller für jeden Dateityp, ob eine automatische Anpassung beim Kopieren zur Steuerung stattfindet.

12.1.5 USB-Geräte

Anwendung

Mithilfe eines USB-Geräts können Sie Daten übertragen oder extern sichern.

Voraussetzung

- USB 2.0 oder 3.0
- USB-Gerät mit unterstütztem Dateisystem
  Die Steuerung unterstützt USB-Geräte mit folgenden Dateisystemen:
  - FAT
  - VFAT
  - exFAT
  - ISO9660

  > USB-Geräte mit einem anderen Dateisystem, z. B. NTFS, unterstützt die Steuerung nicht.

- Eingerichtete Datenschnittstelle
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Funktionsbeschreibung

In der Navigationsspalte der Betriebsart **Dateien** oder des Arbeitsbereichs **Datei öffnen** zeigt die Steuerung ein USB-Gerät als Laufwerk.

Die Steuerung erkennt USB-Geräte automatisch. Wenn Sie ein USB-Gerät mit nicht unterstütztem Dateisystem anschließen, gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus.

Wenn Sie ein auf dem USB-Gerät gespeichertes NC-Programm abarbeiten möchten, übertragen Sie die Datei zuvor zur Festplatte der Steuerung.

Wenn Sie große Dateien übertragen, zeigt die Steuerung im unteren Bereich der Navigations- und Inhaltsspalte den Fortschritt der Datenübertragung.

USB-Gerät entfernen

Sie entfernen ein USB-Gerät wie folgt:

- ▶ **Auswerfen** wählen
- > Die Steuerung öffnet ein Überblendfenster und fragt, ob Sie das USB-Gerät auswerfen möchten.

- ▶ **OK** wählen
- > Die Steuerung zeigt die Meldung **Das USB-Gerät kann jetzt entfernt werden**.

Hinweise

HINWEIS

Achtung, Gefahr durch manipulierte Daten!

Wenn Sie NC-Programme direkt von einem Netzlaufwerk oder USB-Gerät abarbeiten, haben Sie keine Kontrolle darüber, ob das NC-Programm geändert oder manipuliert wurde. Zusätzlich kann die Netzwerkgeschwindigkeit das Abarbeiten des NC-Programms verlangsamen. Es können unerwünschte Maschinenbewegungen und Kollisionen entstehen.

- ▶ NC-Programm und alle gerufenen Dateien auf das Laufwerk **TNC:** kopieren

HINWEIS

Achtung, Datenverlust möglich!

Wenn Sie angeschlossene USB-Geräte nicht ordnungsgemäß entfernen, können Daten beschädigt oder gelöscht werden!

- ▶ USB-Schnittstelle nur zum Übertragen und Sichern verwenden, nicht zum Bearbeiten und Abarbeiten von NC-Programmen
- ▶ USB-Geräte mithilfe des Symbols nach der Datenübertragung entfernen

- Wenn die Steuerung beim Anschließen eines USB-Geräts eine Fehlermeldung zeigt, prüfen Sie die Einstellung in der Sicherheitssoftware **SELinux**.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Wenn die Steuerung bei der Verwendung eines USB-Hubs eine Fehlermeldung zeigt, ignorieren und quittieren Sie die Meldung mit **CE**.
- Sichern Sie regelmäßig die Dateien, die sich auf der Steuerung befinden.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

12.2 Programmierbare Dateifunktionen

Anwendung

Mithilfe der programmierbaren Dateifunktionen können Sie aus dem NC-Programm heraus Dateien verwalten. Sie können Dateien öffnen, kopieren, verschieben oder löschen. Damit können Sie z. B. die Zeichnung des Bauteils während des Messvorgangs mit einem Tastsystemzyklus öffnen.

Funktionsbeschreibung

Datei öffnen mit OPEN FILE

Mit der Funktion **OPEN FILE** können Sie aus einem NC-Programm heraus eine Datei öffnen.

Wenn Sie **OPEN FILE** definieren, führt die Steuerung den Dialog fort und Sie können einen **STOP** programmieren.

Die Steuerung kann mit der Funktion alle Dateitypen öffnen, die Sie auch manuell öffnen können.

Weitere Informationen: "Dateitypen", Seite 349

Die Steuerung öffnet die Datei in dem zuletzt für diesen Dateityp verwendeten HEROS-Tool. Wenn Sie einen Dateityp noch nie zuvor geöffnet haben und für diesen Dateityp mehrere HEROS-Tools zur Verfügung stehen, unterbricht die Steuerung den Programmlauf und öffnet das Fenster **Application?**. Im Fenster **Application?** wählen Sie das HEROS-Tool, mit dem die Steuerung die Datei öffnet. Die Steuerung speichert diese Auswahl.

Bei folgenden Dateitypen stehen mehrere HEROS-Tools zum Öffnen der Dateien zur Verfügung:

- CFG
- SVG
- BMP
- GIF
- JPG/JPEG
- PNG

> Um eine Programmlaufunterbrechung zu vermeiden oder ein alternatives HEROS-Tool zu wählen, öffnen Sie den betreffenden Dateityp einmal in der Dateiverwaltung. Wenn für einen Dateityp mehrere HEROS-Tools möglich sind, können Sie in der Dateiverwaltung immer das HEROS-TOOL wählen, in dem die Steuerung die Datei öffnet.
>
> **Weitere Informationen:** "Dateiverwaltung", Seite 344

Die Funktion wirkt im Arbeitsbereich **Simulation**, der Anwendung **MDI** und der Betriebsart **Programmlauf**.

Eingabe

```
11 OPEN FILE "FILE1.PDF" STOP
```

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
OPEN FILE	Syntaxeröffner für die Funktion Datei öffnen
" "	Pfad der zu öffnenden Datei
STOP	Unterbricht den Programmlauf oder die Simulation Syntaxelement optional

Dateien kopieren, verschieben oder löschen mit FUNCTION FILE

Die Steuerung bietet folgende Funktionen zum Kopieren, Verschieben oder Löschen von Dateien aus einem NC-Programm heraus:

NC-Funktion	Beschreibung
FUNCTION FILE COPY	Mit dieser Funktion kopieren Sie eine Datei in eine Zieldatei. Die Steuerung ersetzt den Inhalt der Zieldatei. Für diese Funktion müssen Sie den Pfad beider Dateien angeben.
FUNCTION FILE MOVE	Mit dieser Funktion verschieben Sie eine Datei in eine Zieldatei. Die Steuerung ersetzt den Inhalt der Zieldatei und löscht die zu verschiebende Datei. Für diese Funktion müssen Sie den Pfad beider Dateien angeben.
FUNCTION FILE DELETE	Mit dieser Funktion löschen Sie die gewählte Datei. Für diese Funktion müssen Sie den Pfad der zu löschenden Datei angeben.

Die Funktionen wirken in der Anwendung **MDI** und der Betriebsart **Programmlauf**.

Eingabe

11 FUNCTION FILE COPY "FILE1.PDF" TO "FILE2.PDF"	; Datei aus dem NC-Programm heraus kopieren

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
FUNCTION FILE COPY	Syntaxeröffner für die Funktion Datei kopieren
" "	Pfad der zu kopierenden Datei
" "	Pfad der zu ersetzenden Datei

11 FUNCTION FILE MOVE "FILE1.PDF" TO "FILE2.PDF"	; Datei aus dem NC-Programm heraus verschieben

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
FUNCTION FILE MOVE	Syntaxeröffner für die Funktion Datei verschieben
" "	Pfad der zu verschiebenden Datei
" "	Pfad der zu ersetzenden Datei

11 FUNCTION FILE DELETE "FILE1.PDF"	; Datei aus dem NC-Programm heraus löschen

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
FUNCTION FILE DELETE	Syntaxeröffner für die Funktion Datei löschen
" "	Pfad der zu löschenden Datei

Hinweise

HINWEIS

Achtung, Datenverlust möglich!

Wenn Sie mit der Funktion **FUNCTION FILE DELETE** eine Datei löschen, verschiebt die Steuerung diese Datei nicht in den Papierkorb. Die Steuerung löscht die Datei endgültig!

- Funktion nur bei nicht mehr benötigten Dateien nutzen

- Sie haben folgende Möglichkeiten, Dateien zu wählen:
  - Dateipfad eingeben
  - Datei mithilfe eines Auswahlfensters wählen
  - Dateipfad oder Name des Unterprogramms in einem QS-Parameter definieren

    Wenn die gerufene Datei im gleichen Ordner liegt wie die rufende Datei, können Sie auch nur den Dateinamen eingeben.
- Wenn Sie in einem gerufenen NC-Programm Dateifunktionen auf das rufende NC-Programm anwenden, zeigt die Steuerung eine Fehlermeldung.
- Wenn Sie eine nicht vorhandene Datei kopieren oder verschieben möchten, zeigt die Steuerung eine Fehlermeldung.
- Wenn die zu löschende Datei nicht vorhanden ist, zeigt die Steuerung keine Fehlermeldung.

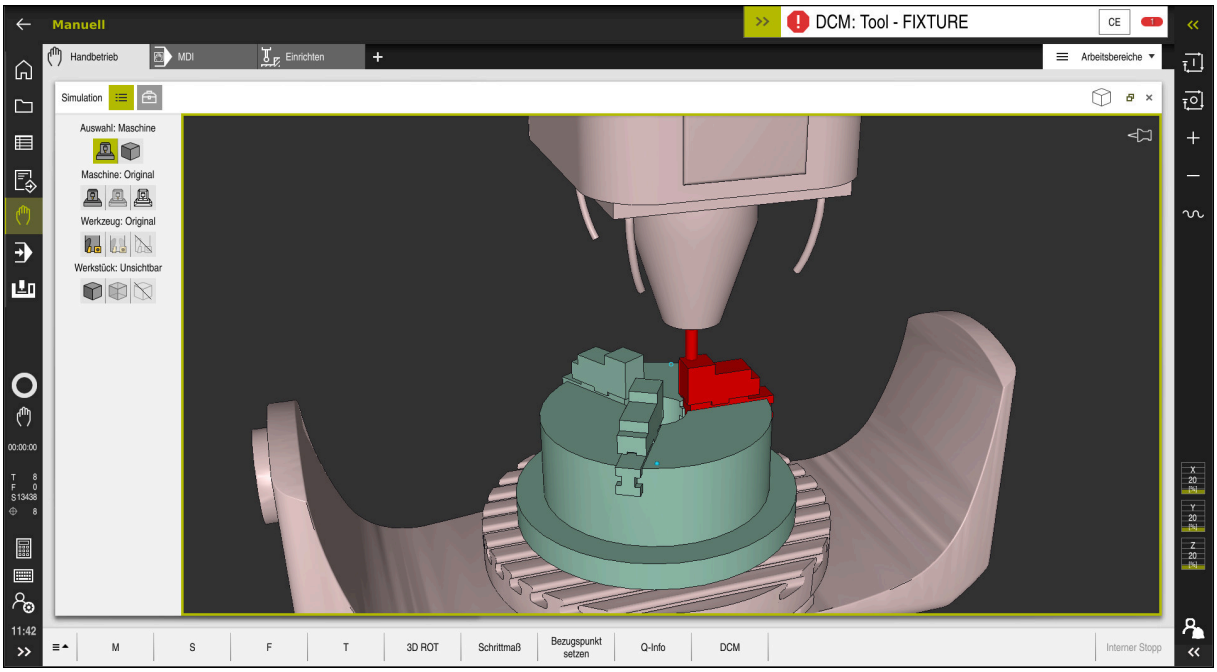
13

Kollisionsüberwa-
chung

13.1 Dynamische Kollisionsüberwachung DCM (Option #40)

Anwendung

Mit der Dynamischen Kollisionsüberwachung DCM (dynamic collision monitoring) können Sie vom Maschinenhersteller definierte Maschinenkomponenten auf Kollision überwachen. Wenn diese Kollisionskörper einen definierten Mindestabstand zueinander unterschreiten, stoppt die Steuerung mit einer Fehlermeldung. Damit reduzieren Sie die Kollisionsgefahr.



Dynamische Kollisionsüberwachung DCM mit Warnung vor einer Kollision

Voraussetzungen

- Software-Option #40 Dynamische Kollisionsüberwachung DCM
- Steuerung vom Maschinenhersteller vorbereitet

  Der Maschinenhersteller muss ein Kinematikmodell der Maschine, Einhängepunkte für Spannmittel und den Sicherheitsabstand zwischen Kollisionskörpern definieren.

  Weitere Informationen: "Spannmittelüberwachung (Option #40)", Seite 368
- Werkzeuge mit positivem Radius **R** und Länge **L**.

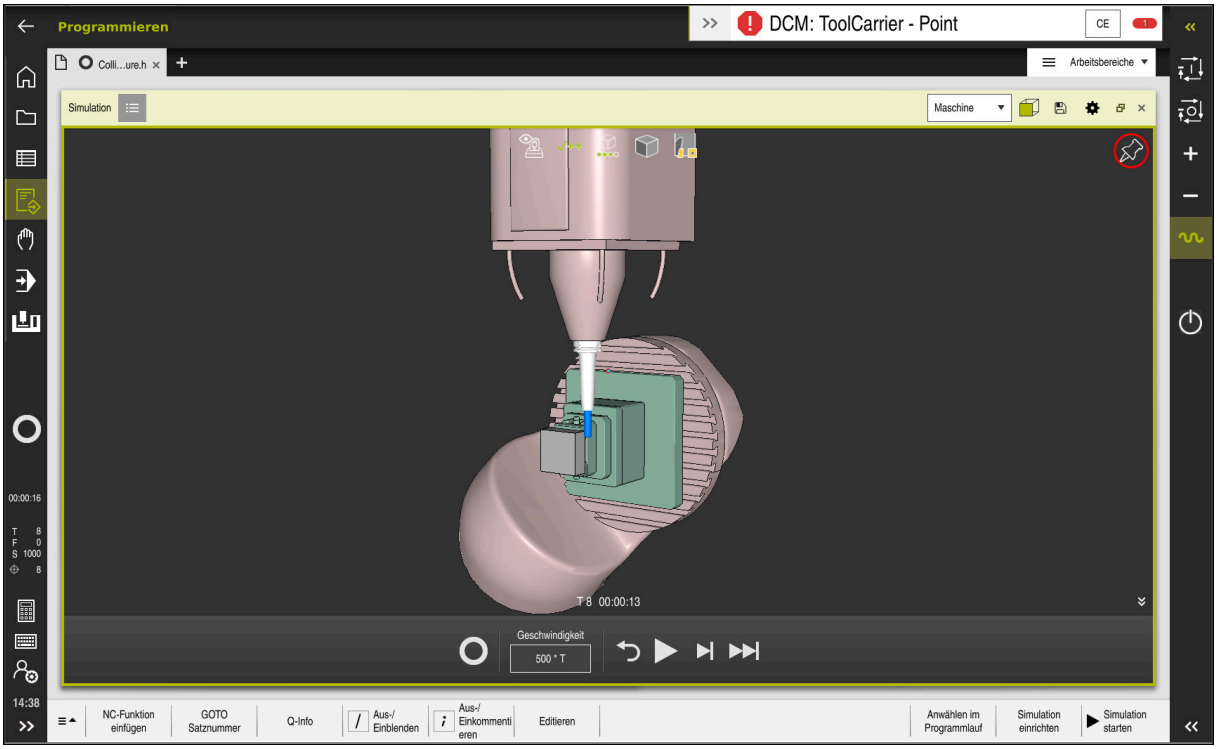
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Werte in der Werkzeugverwaltung entsprechen den tatsächlichen Abmaßen des Werkzeugs

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Funktionsbeschreibung

> Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!
> Der Maschinenhersteller passt die Dynamische Kollisionsüberwachung DCM an die Steuerung an.

Der Maschinenhersteller kann Maschinenkomponenten und Mindestabstände beschreiben, die die Steuerung bei allen Maschinenbewegungen überwacht. Wenn zwei Kollisionskörper einen definierten Mindestabstand zueinander unterschreiten, gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus und stoppt die Bewegung.



Dynamische Kollisionsüberwachung DCM im Arbeitsbereich **Simulation**

> **HINWEIS**
>
> **Achtung Kollisionsgefahr!**
>
> Bei inaktiver Dynamischer Kollisionsüberwachung DCM führt die Steuerung keine automatische Kollisionsprüfung durch. Dadurch verhindert die Steuerung auch keine kollisionsverursachenden Bewegungen. Während aller Bewegungen besteht Kollisionsgefahr!
>
> ▶ DCM nach Möglichkeit immer aktivieren
> ▶ DCM sofort nach einer vorübergehenden Unterbrechung wieder aktivieren
> ▶ NC-Programm oder Programmabschnitt bei inaktivem DCM im Modus **Einzelsatz** vorsichtig testen

Die Steuerung kann die Kollisionskörper in folgenden Betriebsarten grafisch darstellen:

- Betriebsart **Programmieren**
- Betriebsart **Manuell**
- Betriebsart **Programmlauf**

Die Steuerung überwacht die Werkzeuge, wie sie in der Werkzeugverwaltung definiert sind, ebenfalls auf Kollisionen.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die Steuerung führt auch bei aktiver Dynamischer Kollisionsüberwachung DCM keine automatische Kollisionsprüfung mit dem Werkstück durch, weder mit dem Werkzeug noch mit anderen Maschinenkomponenten. Während der Abarbeitung besteht Kollisionsgefahr!

- Schalter **Erweiterte Prüfungen** für die Simulation aktivieren
- Ablauf mithilfe der Simulation prüfen
- NC-Programm oder Programmabschnitt im Modus **Einzelsatz** vorsichtig testen

Weitere Informationen: "Erweiterte Prüfungen in der Simulation", Seite 372

Dynamische Kollisionsüberwachung DCM in den Betriebsarten Manuell und Programmlauf

Sie aktivieren die Dynamische Kollisionsüberwachung DCM für die Betriebsarten **Manuell** und **Programmlauf** separat mit der Schaltfläche **DCM**.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

In den Betriebsarten **Manuell** und **Programmlauf** stoppt die Steuerung eine Bewegung, wenn zwei Kollisionskörper einen Mindestabstand zueinander unterschreiten. In diesem Fall zeigt die Steuerung eine Fehlermeldung, in der die beiden kollisionsverursachenden Objekte benannt sind.

Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!

Der Maschinenhersteller definiert den Mindestabstand zwischen den kollisionsüberwachten Objekten.

Vor der Kollisionswarnung verringert die Steuerung den Vorschub der Bewegungen dynamisch. Dadurch ist sichergestellt, dass die Achsen rechtzeitig vor einer Kollision stoppen.

Wenn die Kollisionswarnung ausgelöst wird, stellt die Steuerung die kollidierenden Objekte im Arbeitsbereich **Simulation** rot dar.

Bei einer Kollisionswarnung sind ausschließlich Maschinenbewegungen mit Achsrichtungstaste oder Handrad möglich, die den Abstand der Kollisionskörper vergrößern.

Bei aktiver Kollisionsüberwachung und einer gleichzeitigen Kollisionswarnung sind keine Bewegungen erlaubt, die den Abstand verkleinern oder gleich lassen.

Dynamische Kollisionsüberwachung DCM in der Betriebsart Programmieren

Sie aktivieren die Dynamische Kollisionsüberwachung DCM für die Simulation im Arbeitsbereich **Simulation**.

Weitere Informationen: "Dynamische Kollisionsüberwachung DCM für die Simulation aktivieren", Seite 366

In der Betriebsart **Programmieren** können Sie ein NC-Programm schon vor der Abarbeitung auf Kollisionen prüfen. Die Steuerung stoppt im Kollisionsfall die Simulation und zeigt eine Fehlermeldung, in der die beiden kollisionsverursachenden Objekte benannt sind.

HEIDENHAIN empfiehlt, die dynamische Kollisionsüberwachung DCM in der Betriebsart **Programmieren** nur zusätzlich zu DCM in den Betriebsarten **Manuell** und **Programmlauf** zu verwenden.

> Die erweiterte Kollisionsprüfung zeigt Kollisionen zwischen dem Werkstück und Werkzeugen oder Werkzeughaltern.
>
> **Weitere Informationen:** "Erweiterte Prüfungen in der Simulation", Seite 372

Um in der Simulation ein Ergebnis zu erzielen, das mit dem Programmlauf vergleichbar ist, müssen folgende Punkte übereinstimmen:

- Werkstück-Bezugspunkt
- Grunddrehung
- Offset in den einzelnen Achsen
- Schwenkzustand
- Aktives Kinematikmodell

Sie müssen den aktiven Werkstück-Bezugspunkt für die Simulation wählen. Sie können den aktiven Werkstück-Bezugspunkt aus der Bezugspunkttabelle in die Simulation übernehmen.

Weitere Informationen: "Spalte Visualisiergungsoptionen", Seite 580

Folgende Punkte weichen in der Simulation ggf. von der Maschine ab oder sind nicht verfügbar:

- Die simulierte Werkzeugwechselposition weicht ggf. von der Werkzeugwechselposition der Maschine ab
- Änderungen in der Kinematik können ggf. in der Simulation verzögert wirken
- PLC-Positionierungen werden in der Simulation nicht dargestellt
- Globale Programmeinstellungen GPS (Option #44) sind nicht verfügbar
- Handrad-Überlagerung ist nicht verfügbar
- Bearbeitung von Auftragslisten ist nicht verfügbar
- Verfahrbereichsbegrenzungen aus der Anwendung **Einstellungen** sind nicht verfügbar

13.1.1 Dynamische Kollisionsüberwachung DCM für die Simulation aktivieren

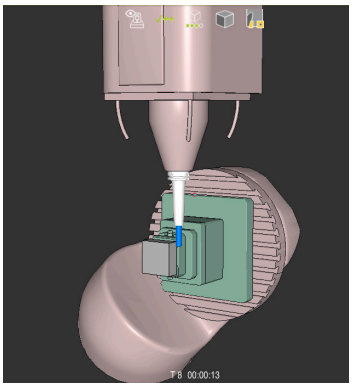
Sie können die dynamische Kollisionsüberwachung DCM nur in der Betriebsart **Programmieren** für die Simulation aktivieren.

Sie aktivieren DCM für die Simulation wie folgt:

- Betriebsart **Programmieren** wählen
- **Arbeitsbereiche** wählen
- **Simulation** wählen
> Die Steuerung öffnet den Arbeitsbereich **Simulation**.
- Spalte **Visualisierungsoptionen** wählen
- Schalter **DCM** aktivieren
> Die Steuerung aktiviert DCM in der Betriebsart **Programmieren**.

> Die Steuerung zeigt den Status der dynamischen Kollisionsüberwachung DCM im Arbeitsbereich **Simulation**
>
> **Weitere Informationen:** "Symbole im Arbeitsbereich Simulation", Seite 579

13.1.2 Grafische Darstellung der Kollisionskörper aktivieren



Simulation im Modus **Maschine**

Sie aktivieren die grafische Darstellung der Kollisionskörper wie folgt:

- Betriebsart wählen, z. B. **Manuell**
- **Arbeitsbereiche** wählen
- Arbeitsbereich **Simulation** wählen
> Die Steuerung öffnet den Arbeitsbereich **Simulation**.
- Spalte **Visualisierungsoptionen** wählen
- Modus **Maschine** wählen
> Die Steuerung zeigt eine grafische Darstellung der Maschine und des Werkstücks.

Darstellung ändern

Sie ändern die grafische Darstellung der Kollisionskörper wie folgt:

- Grafische Darstellung der Kollisionskörper aktivieren
- Spalte **Visualisierungsoptionen** wählen
- Grafische Darstellung der Kollisionskörper ändern, z. B. **Original**

13.1.3 FUNCTION DCM: Dynamische Kollisionsüberwachung DCM im NC-Programm deaktivieren und aktivieren

Anwendung

Manche Bearbeitungsschritte finden fertigungsbedingt nah an einem Kollisionskörper statt. Wenn Sie einzelne Bearbeitungsschritte von der dynamischen Kollisionsüberwachung DCM ausnehmen wollen, können Sie DCM im NC-Programm deaktivieren. Somit können Sie auch Teile eines NC-Programms auf Kollisionen überwachen.

Voraussetzung

Um diese Funktion verwenden zu können, muss die dynamische Kollisionsüberwachung DCM für die Betriebsart **Programmlauf** aktiv sein. Andernfalls hat die Funktion keine Wirkung, Sie können DCM auf diesem Weg nicht aktivieren.

Funktionsbeschreibung

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Bei inaktiver Dynamischer Kollisionsüberwachung DCM führt die Steuerung keine automatische Kollisionsprüfung durch. Dadurch verhindert die Steuerung auch keine kollisionsverursachenden Bewegungen. Während aller Bewegungen besteht Kollisionsgefahr!

- DCM nach Möglichkeit immer aktivieren
- DCM sofort nach einer vorübergehenden Unterbrechung wieder aktivieren
- NC-Programm oder Programmabschnitt bei inaktivem DCM im Modus **Einzelsatz** vorsichtig testen

FUNCTION DCM wirkt ausschließlich innerhalb des NC-Programms.

Sie können die dynamische Kollisionsüberwachung DCM z. B. in folgenden Situationen im NC-Programm deaktivieren:

- Um den Abstand zwischen zwei kollisionsüberwachten Objekten zu verringern
- Um Stopps im Programmlauf zu verhindern

Sie können zwischen folgenden NC-Funktionen wählen:

- **FUNCTION DCM OFF** deaktiviert die Kollisionsüberwachung bis zum Ende des NC-Programms oder der Funktion **FUNCTION DCM ON**.
- **FUNCTION DCM ON** hebt die Funktion **FUNCTION DCM OFF** auf und aktiviert die Kollisionsüberwachung wieder.

FUNCTION DCM programmieren

Sie programmieren die Funktion **FUNCTION DCM** wie folgt:

- ▶ **NC-Funktion einfügen** wählen
- > Die Steuerung öffnet das Fenster **NC-Funktion einfügen**.
- ▶ **FUNCTION DCM** wählen
- ▶ Syntaxelement **OFF** oder **ON** wählen

Hinweise

- Die dynamische Kollisionsüberwachung DCM hilft, die Kollisionsgefahr zu reduzieren. Die Steuerung kann jedoch nicht alle Konstellationen im Betrieb berücksichtigen.
- Die Steuerung kann nur Maschinenkomponenten vor Kollision schützen, die Ihr Maschinenhersteller bezüglich Abmessungen, Ausrichtung und Position korrekt definiert hat.
- Die Steuerung berücksichtigt die Deltawerte **DL** und **DR** aus der Werkzeugverwaltung. Deltawerte aus dem **TOOL CALL**-Satz oder einer Korrekturtabelle werden nicht berücksichtigt.
- Bei bestimmten Werkzeugen, z. B. Messerkopffräsern, kann der kollisionsverursachende Radius größer sein als der in der Werkzeugverwaltung definierte Wert.
- Nach dem Starten eines Tastsystemzyklus überwacht die Steuerung die Taststiftlänge und den Tastkugeldurchmesser nicht mehr, damit Sie auch Kollisionskörper antasten können.

13.2 Spannmittelüberwachung (Option #40)

13.2.1 Grundlagen

Anwendung

Mit der Funktion Spannmittelüberwachung können Sie Aufspannsituationen darstellen und auf Kollisionen überwachen.

Verwandte Themen

- Dynamische Kollisionsüberwachung DCM (Option #40)
  Weitere Informationen: "Dynamische Kollisionsüberwachung DCM (Option #40)", Seite 362
- STL-Datei als Rohteil einbinden
  Weitere Informationen: "STL-Datei als Rohteil mit BLK FORM FILE", Seite 153

Voraussetzungen

- Software-Option #40 Dynamische Kollisionsüberwachung DCM
- Kinematikbeschreibung

  Der Maschinenhersteller erstellt die Kinematikbeschreibung
- Einhängepunkt definiert

  Der Maschinenhersteller legt mit dem sog. Einhängepunkt den Bezugspunkt zum Platzieren der Spannmittel fest. Der Einhängepunkt befindet sich häufig am Ende der kinematischen Kette, z. B. in der Mitte eines Rundtisches. Die Position des Einhängepunkts entnehmen Sie dem Maschinenhandbuch.
- Spannmittel in geeignetem Format:
  - STL-Datei
    - Max. 20 000 Dreiecke
    - Dreiecksnetz bildet eine geschlossene Hülle
  - CFG-Datei
  - M3D-Datei

Funktionsbeschreibung

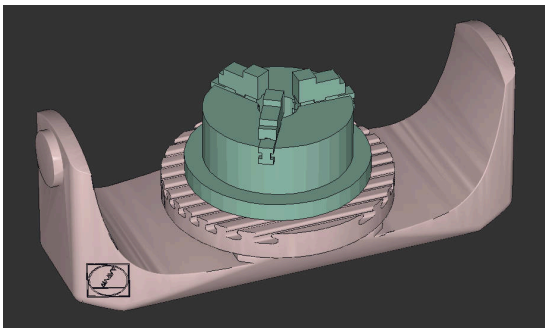
Um die Spannmittelüberwachung zu verwenden, benötigen Sie folgende Schritte:

- Spannmittel erstellen oder auf die Steuerung laden

  Weitere Informationen: "Möglichkeiten für Spannmitteldateien", Seite 369
- Spannmittel platzieren
  - Funktion **Spannmittel einrichten** in der Anwendung **Einrichten** (Option #140)

    Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
  - Spannmittel manuell platzieren
- Bei wechselnden Spannmitteln Spannmittel im NC-Programm laden oder entfernen

  Weitere Informationen: "Spannmittel laden und entfernen mit der Funktion FIXTURE (Option #40)", Seite 371



Als Spannmittel geladenes Dreibackenfutter

Möglichkeiten für Spannmitteldateien

Wenn Sie die Spannmittel mit der Funktion **Spannmittel einrichten** einbinden, können Sie nur STL-Dateien verwenden.

Mit der Funktion **3D-Gitternetz** (Option #152) können Sie aus anderen Dateitypen STL-Dateien erstellen und STL-Dateien an die Anforderungen der Steuerung anpassen.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Alternativ können Sie CFG-Dateien und M3D-Dateien manuell einrichten.

Spannmittel als STL-Datei

Mit STL-Dateien können Sie sowohl einzelne Komponenten als auch ganze Baugruppen als unbewegliches Spannmittel abbilden. Das STL-Format bietet sich vor allem bei Nullpunkt-Spannsystemen und wiederkehrenden Aufspannungen an.

Wenn eine STL-Datei die Anforderungen der Steuerung nicht erfüllt, gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus.

Mit der Software-Option #152 CAD Model Optimizer können Sie STL-Dateien, die den Anforderungen nicht genügen, anpassen und als Spannmittel verwenden.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Spannmittel als M3D-Datei

M3D ist ein Dateityp der Firma HEIDENHAIN. Mit dem kostenpflichtigen Programm M3D Converter von HEIDENHAIN können Sie aus STL- oder STEP-Dateien M3D-Dateien erstellen.

Um eine M3D-Datei als Spannmittel zu verwenden, muss die Datei mit der Software M3D Converter erstellt und geprüft werden.

Spannmittel als CFG-Datei

Bei CFG-Dateien handelt es sich um Konfigurationsdateien. Sie haben die Möglichkeit, vorhandene STL- und M3D-Dateien in eine CFG-Datei einzubinden. So können Sie komplexe Aufspannungen abbilden.

Die Funktion **Spannmittel einrichten** erstellt eine CFG-Datei für das Spannmittel mit den eingemessenen Werten.

Bei CFG-Dateien können Sie die Orientierung der Spannmitteldateien auf der Steuerung korrigieren. Sie können CFG-Dateien mithilfe des **KinematicsDesign** auf der Steuerung erstellen und editieren.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Hinweise

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die definierte Aufspannsituation der Spannmittelüberwachung muss dem tatsächlichen Maschinenzustand entsprechen, andernfalls besteht Kollisionsgefahr.

- Position des Spannmittels in der Maschine messen
- Messwerte für die Spannmittelplatzierung verwenden
- NC-Programme in der Simulation testen

- Geben Sie bei Verwendung eines CAM-Systems die Aufspannsituation mithilfe des Postprozessors aus.
- Beachten Sie die Ausrichtung des Koordinatensystems im CAD-System. Passen Sie die Ausrichtung des Koordinatensystems mithilfe des CAD-Systems an die gewünschte Ausrichtung des Spannmittels in der Maschine an.
- Die Orientierung des Spannmittelmodells im CAD-System ist frei wählbar und passt deshalb nicht immer zur Ausrichtung des Spannmittels in der Maschine.
- Setzen Sie den Koordinatenursprung im CAD-System so, dass das Spannmittel direkt auf den Einhängepunkt der Kinematik aufgesetzt werden kann.
- Legen Sie für Ihre Spannmittel ein zentrales Verzeichnis an, z. B. **TNC:\system \Fixture**.
- HEIDENHAIN empfiehlt, wiederkehrende Aufspannsituationen in zu Standard-Werkstückgrößen passenden Varianten auf der Steuerung abzulegen, z. B. Schraubstock mit verschiedenen Spannweiten.

  Durch die Ablage mehrerer Spannmittel können Sie ohne Konfigurationsaufwand das passende Spannmittel für Ihre Bearbeitung wählen.
- Vorbereitete Beispieldateien für Aufspannungen aus dem Fertigungsalltag finden Sie in der NC-Datenbank des Klartext-Portals:

  https://www.klartext-portal.de/de_DE/tipps/nc-solutions

13.2.2 Spannmittel laden und entfernen mit der Funktion FIXTURE (Option #40)

Anwendung

Mit der Funktion **FIXTURE** können Sie gesicherte Spannmittel aus dem NC-Programm heraus laden oder entfernen.

Sie können in der Betriebsart **Programmieren** und in der Anwendung **MDI** unabhängig voneinander verschiedene Spannmittel laden.

Weitere Informationen: "Spannmittelüberwachung (Option #40)", Seite 368

Voraussetzungen

- Software-Option #40 Dynamische Kollisionsüberwachung DCM
- Eingemessene Spannmitteldatei vorhanden

Funktionsbeschreibung

Die gewählte Aufspannsituation wird während der Simulation oder Bearbeitung auf Kollision geprüft.

Mit der Funktion **FIXTURE SELECT** wählen Sie ein Spannmittel mithilfe eines Überblendfensters. Ggf. müssen Sie in dem Fenster den Suchfilter auf **Alle Dateien (.*)** ändern.

Mit der Funktion **FIXTURE RESET** entfernen Sie das Spannmittel.

Eingabe

11 FIXTURE SELECT "TNC:\system \Fixture\JAW_CHUCK.STL"	; Spannmittel als STL-Datei laden

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
FIXTURE	Syntaxeröffner für Spannmittel
SELECT oder **RESET**	Spannmittel wählen oder entfernen
Datei oder **QS**	Pfad des Spannmittels als fester oder variabler Name Nur bei Auswahl **SELECT**

13.3 Erweiterte Prüfungen in der Simulation

Anwendung

Mit der Funktion **Erweiterte Prüfungen** können Sie im Arbeitsbereich **Simulation** prüfen, ob Kollision zwischen dem Werkstück und dem Werkzeug oder Werkzeugträger entstehen.

Verwandte Themen

- Kollisionsüberwachung der Maschinenkomponenten mithilfe der Funktion Dynamische Kollisionsüberwachung DCM (Option #40)

  Weitere Informationen: "Dynamische Kollisionsüberwachung DCM (Option #40)", Seite 362

Funktionsbeschreibung

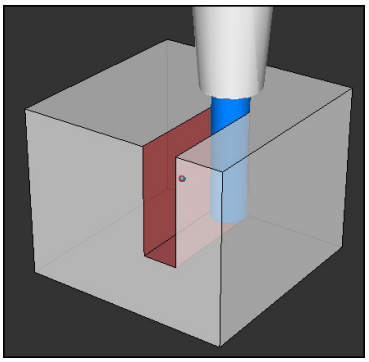
Sie können die Funktion **Erweiterte Prüfungen** nur in der Betriebsart **Programmieren** verwenden.

Sie aktivieren die Funktion **Erweiterte Prüfungen** mithilfe eines Schalters in der Spalte **Visualisiergungsoptionen**.

Weitere Informationen: "Spalte Visualisiergungsoptionen", Seite 580

Die Steuerung warnt bei aktiver Funktion **Erweiterte Prüfungen** in folgenden Fällen:

- Materialabtrag im Eilgang
  Die Steuerung färbt Materialabtrag im Eilgang in der Simulation rot.
- Kollisionen zwischen Werkzeug und Werkstück
- Kollisionen zwischen Werkzeughalter und Werkstück
  Die Steuerung berücksichtigt auch inaktive Stufen eines Stufenwerkzeugs.



Materialabtrag im Eilgang

Hinweise

- Die Funktion **Erweiterte Prüfungen** hilft, die Kollisionsgefahr zu reduzieren. Die Steuerung kann jedoch nicht alle Konstellationen im Betrieb berücksichtigen.
- Die Funktion **Erweiterte Prüfungen** in der Simulation nutzt zur Überwachung des Werkstücks die Informationen aus der Rohteildefinition. Auch wenn mehrere Werkstücke in der Maschine aufgespannt sind, kann die Steuerung nur das aktive Rohteil überwachen!

  Weitere Informationen: "Rohteil definieren mit BLK FORM", Seite 148

13.4 Werkzeug automatisch abheben mit FUNCTION LIFTOFF

Anwendung

Das Werkzeug hebt um bis zu 2 mm von der Kontur ab. Die Steuerung berechnet die Abheberichtung aufgrund der Eingaben im **FUNCTION LIFTOFF**-Satz.

Die Funktion **LIFTOFF** wirkt in folgenden Situationen:

- Bei einem von Ihnen ausgelösten NC-Stopp
- Bei einem von der Software ausgelösten NC-Stopp, z. B. wenn im Antriebssystem ein Fehler aufgetreten ist
- Bei einem Stromausfall

Verwandte Themen

- Automatisch Abheben mit **M148**

  Weitere Informationen: "Bei NC-Stopp oder Stromausfall automatisch abheben mit M148", Seite 459
- Abheben in der Werkzeugachse mit **M140**

  Weitere Informationen: "In der Werkzeugachse zurückziehen mit M140", Seite 454

Voraussetzungen

- Funktion vom Maschinenhersteller freigegeben

  Mit dem Maschinenparameter **on** (Nr. 201401) definiert der Maschinenhersteller, ob ein automatisches Abheben funktioniert.
- **LIFTOFF** für das Werkzeug aktiviert

  Sie müssen in der Spalte **LIFTOFF** der Werkzeugverwaltung den Wert **Y** definieren.

Funktionsbeschreibung

Sie haben folgende Möglichkeiten, die Funktion LIFTOFF zu programmieren:

- **FUNCTION LIFTOFF TCS X Y Z**: Abheben im Werkzeug-Koordinatensystem **T-CS** im aus **X**, **Y** und **Z** resultierenden Vektor
- **FUNCTION LIFTOFF ANGLE TCS SPB**: Abheben im Werkzeug-Koordinatensystem **T-CS** mit definiertem Raumwinkel

  Bei der Drehbearbeitung (Option #50) sinnvoll
- **FUNCTION LIFTOFF AUTO**: Abheben in automatisch ermittelter Richtung
- **FUNCTION LIFTOFF RESET**: NC-Funktion zurücksetzen

Weitere Informationen: "Werkzeug-Koordinatensystem T-CS", Seite 240

Die Steuerung setzt die Funktion **FUNCTION LIFTOFF** automatisch bei einem Programmende zurück.

FUNCTION LIFTOFF im Drehbetrieb (Option #50)

HINWEIS

Achtung, Gefahr für Werkzeug und Werkstück!

Wenn Sie die Funktion **FUNCTION LIFTOFF ANGLE TCS** im Drehbetrieb verwenden, kann es zu unerwünschten Bewegungen der Achsen führen. Das Verhalten der Steuerung ist von der Kinematikbeschreibung und vom Zyklus **800** (**Q498=1**) abhängig.

- ▶ NC-Programm oder Programmabschnitt in der Betriebsart **Programmlauf Einzelsatz** vorsichtig testen
- ▶ Ggf. Vorzeichen des definierten Winkels ändern

Wenn der Parameter **Q498** mit 1 definiert ist, dreht die Steuerung das Werkzeug bei der Bearbeitung um.

In Verbindung mit der Funktion **LIFTOFF** reagiert die Steuerung wie folgt:

- Wenn die Werkzeugspindel als Achse definiert ist, wird die Richtung des **LIFTOFF** umgekehrt.
- Wenn die Werkzeugspindel als kinematische Transformation definiert ist, wird die Richtung des **LIFTOFF** nicht umgekehrt.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen

Eingabe

11 FUNCTION LIFTOFF TCS X+0 Y+0.5 Z +0.5	; Bei NC-Stopp oder Stromausfall mit dem definierten Vektor abheben
12 FUNCTION LIFTOFF ANGLE TCS SPB +20	; Bei NC-Stopp oder Stromausfall mit Raumwinkel **SPB** +20 abheben

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
FUNCTION LIFTOFF	Syntaxeröffner für automatisches Abheben
TCS, **ANGLE**, **AUTO** oder **RESET**	Abheberichtung als Vektor definieren, als Raumwinkel definieren, automatisch ermitteln lassen oder Abheben zurücksetzen
X, **Y**, **Z**	Vektorkomponenten im Werkzeug-Koordinatensystem **T-CS** Nur bei Auswahl **TCS**
SPB	Raumwinkel im **T-CS** Nur bei Auswahl **ANGLE** Wenn Sie 0 eingeben, hebt die Steuerung in Richtung der aktiven Werkzeugachse ab.

Hinweise

- Mit der Funktion **M149** deaktiviert die Steuerung die Funktion **FUNCTION LIFTOFF**, ohne die Abheberichtung zurückzusetzen. Wenn Sie **M148** programmieren, aktiviert die Steuerung das automatische Abheben mit der durch **FUNCTION LIFTOFF** definierten Abheberichtung.
- Bei einem Not-Halt hebt die Steuerung das Werkzeug nicht ab.
- Die Steuerung überwacht die Abhebebewegung nicht mit der Dynamischen Kollisionsüberwachung DCM (Option #40)

  Weitere Informationen: "Dynamische Kollisionsüberwachung DCM (Option #40)", Seite 362
- Mit dem Maschinenparameter **distance** (Nr. 201402) definiert der Maschinenhersteller die maximale Abhebehöhe.

14

Regelungsfunk-
tionen

14.1 Adaptive Vorschubregelung AFC (Option #45)

14.1.1 Grundlagen

Anwendung

Mit der Adaptiven Vorschubregelung AFC sparen Sie Zeit bei der Abarbeitung von NC-Programmen und schonen dabei die Maschine. Die Steuerung regelt den Bahnvorschub während des Programmlaufs abhängig von der Spindelleistung. Zusätzlich reagiert die Steuerung auf eine Überlast der Spindel.

Verwandte Themen

- Tabellen in Verbindung mit AFC

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Voraussetzungen

- Software-Option #45 Adaptive Vorschubregelung AFC
- Vom Maschinenhersteller freigegeben

  Mit dem optionalen Maschinenparameter **Enable** (Nr. 120001) definiert der Maschinenhersteller, ob Sie AFC verwenden können.

Funktionsbeschreibung

Um mit AFC den Vorschub im Programmlauf zu regulieren, benötigen Sie folgende Schritte:

- Grundeinstellungen für AFC in der Tabelle **AFC.tab** definieren

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Für jedes Werkzeug Einstellungen für AFC in der Werkzeugverwaltung definieren

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- AFC im NC-Programm definieren

  Weitere Informationen: "NC-Funktionen für AFC (Option #45)", Seite 380
- AFC in der Betriebsart **Programmlauf** mit dem Schalter **AFC** definieren.

  Weitere Informationen: "Schalter AFC in der Betriebsart Programmlauf", Seite 382
- Vor der automatischen Regelung Referenzspindelleistung mit einem Lernschnitt ermitteln

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Wenn AFC im Lernschnitt oder im Regelbetrieb aktiv ist, zeigt die Steuerung ein Symbol im Arbeitsbereich **Positionen**.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Detaillierte Informationen zur Funktion zeigt die Steuerung im Reiter **AFC** des Arbeitsbereichs **Status**.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Vorteile von AFC

Der Einsatz der Adaptiven Vorschubregelung AFC bietet folgende Vorteile:

- Optimierung der Bearbeitungszeit

  Durch Regelung des Vorschubs versucht die Steuerung, die vorher gelernte maximale Spindelleistung oder die in der Werkzeugtabelle vorgegebene Regelreferenzleistung (Spalte **AFC-LOAD**) während der gesamten Bearbeitungszeit einzuhalten. Die Gesamtbearbeitungszeit wird durch Vorschuberhöhung in Bearbeitungszonen mit weniger Materialabtrag verkürzt
- Werkzeugüberwachung

  Wenn die Spindelleistung den eingelernten oder vorgegebenen Maximalwert überschreitet, reduziert die Steuerung den Vorschub bis zum Erreichen der Referenzspindelleistung. Wenn dabei der Mindestvorschub unterschritten wird, führt die Steuerung eine Abschaltreaktion durch. AFC kann das Werkzeug auch mithilfe der Spindelleistung auf Verschleiß und Bruch überwachen, ohne den Vorschub zu verändern.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Schonung der Maschinenmechanik

  Durch rechtzeitige Vorschubreduzierung oder durch entsprechende Abschaltreaktionen lassen sich Überlastschäden an der Maschine vermeiden

Tabellen in Verbindung mit AFC

Die Steuerung bietet folgende Tabellen in Verbindung mit AFC:

- **AFC.tab**

  In der Tabelle **AFC.tab** legen Sie die Regeleinstellungen fest, mit denen die Steuerung die Vorschubregelung durchführt. Die Tabelle muss im Verzeichnis **TNC:\table** gespeichert sein.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- ***.H.AFC.DEP**

  Bei einem Lernschnitt kopiert die Steuerung zunächst für jeden Bearbeitungsabschnitt die in der Tabelle AFC.TAB definierten Grundeinstellungen in die Datei **<name>.H.AFC.DEP**. **<name>** entspricht dabei dem Namen des NC-Programms, für das Sie den Lernschnitt durchgeführt haben. Zusätzlich erfasst die Steuerung die während des Lernschnitts aufgetretene maximale Spindelleistung und speichert diesen Wert ebenfalls in die Tabelle ab.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- ***.H.AFC2.DEP**

  Während eines Lernschnitts speichert die Steuerung für jeden Bearbeitungsschritt Informationen in der Datei **<name>.H.AFC2.DEP**. Der **<name>** entspricht dabei dem Namen des NC-Programms, für das Sie den Lernschnitt durchführen.

  Im Regelbetrieb aktualisiert die Steuerung die Daten dieser Tabelle und führt Auswertungen durch.

Sie können die Tabellen für AFC während des Programmlaufs öffnen und ggf. editieren. Die Steuerung bietet nur die Tabellen für das aktive NC-Programm an.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Hinweise

HINWEIS

Achtung, Gefahr für Werkzeug und Werkstück!

Wenn Sie die Adaptive Vorschubregelung AFC deaktivieren, verwendet die Steuerung sofort wieder den programmierten Bearbeitungsvorschub. Wenn vor der Deaktivierung AFC den Vorschub reduziert hat, z. B. verschleißbedingt, beschleunigt die Steuerung bis zum programmierten Vorschub. Dieses Verhalten gilt unabhängig davon, wie die Funktion deaktiviert wird. Die Vorschubbeschleunigung kann zu Werkzeug- und Werkstückschäden führen!

- Bei drohender Unterschreitung des **FMIN**-Werts die Bearbeitung stoppen, nicht AFC deaktivieren
- Überlastreaktion nach Unterschreitung des **FMIN**-Werts definieren

- Wenn die Adaptive Vorschubregelung im Modus **Regeln** aktiv ist, führt die Steuerung unabhängig von der programmierten Überlastreaktion eine Abschaltreaktion aus.
  - Wenn bei der Referenzspindellast der minimale Vorschubfaktor unterschritten wird

    Die Steuerung führt die Abschaltreaktion aus der Spalte **OVLD** der Tabelle **AFC.tab** aus.

    Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
  - Wenn der programmierte Vorschub die 30-%-Hürde unterschreitet

    Die Steuerung führt einen NC-Stopp aus.
- Bei Werkzeugdurchmessern unter 5 mm ist die adaptive Vorschubregelung nicht sinnvoll. Wenn die Nennleistung der Spindel sehr hoch ist, kann der Grenzdurchmesser des Werkzeugs auch größer sein.
- Bei Bearbeitungen, bei denen Vorschub und Spindeldrehzahl zueinander passen müssen (z. B. beim Gewindebohren), dürfen Sie nicht mit adaptiver Vorschubregelung arbeiten.
- In NC-Sätzen mit **FMAX** ist die adaptive Vorschubregelung **nicht aktiv**.
- Mit dem Maschinenparameter **dependentFiles** (Nr. 122101) definiert der Maschinenhersteller, ob die Steuerung die abhängigen Dateien in der Dateiverwaltung zeigt.

14.1.2 AFC aktivieren und deaktivieren

NC-Funktionen für AFC (Option #45)

Anwendung

Sie aktivieren und deaktivieren die Adaptive Vorschubregelung AFC aus dem NC-Programm heraus.

Voraussetzungen

- Software-Option #45 Adaptive Vorschubregelung AFC
- Regeleinstellungen in der Tabelle **AFC.tab** definiert

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Gewünschte Regeleinstellung für alle Werkzeuge definiert

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Schalter **AFC** aktiv

  Weitere Informationen: "Schalter AFC in der Betriebsart Programmlauf", Seite 382

Funktionsbeschreibung

Die Steuerung stellt mehrere Funktionen zur Verfügung, mit denen Sie AFC starten und beenden können:

- **FUNCTION AFC CTRL**: Die Funktion **AFC CTRL** startet den Regelbetrieb ab der Stelle, an der dieser NC-Satz abgearbeitet wird, auch wenn die Lernphase noch nicht beendet wurde.
- **FUNCTION AFC CUT BEGIN TIME1 DIST2 LOAD3**: Die Steuerung startet eine Schnittsequenz mit aktivem **AFC**. Der Wechsel vom Lernschnitt in den Regelbetrieb erfolgt, sobald die Referenzleistung durch die Lernphase ermittelt werden konnte oder wenn eine der Vorgaben **TIME**, **DIST** oder **LOAD** erfüllt ist.
- **FUNCTION AFC CUT END**: Die Funktion **AFC CUT END** beendet die AFC-Regelung.

Eingabe

FUNCTION AFC CTRL

```
11 FUNCTION AFC CTRL        ; AFC im Regelbetrieb starten
```

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
FUNCTION AFC CTRL	Syntaxeröffner für den Start des Regelbetriebs

FUNCTION AFC CUT

11 FUNCTION AFC CUT BEGIN TIME10 DIST20 LOAD80	; AFC-Bearbeitungsschritt starten, Dauer der Lernphase begrenzen

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
FUNCTION AFC CUT	Syntaxeröffner für einen AFC-Bearbeitungsschritt
BEGIN oder **END**	Bearbeitungsschritt starten oder beenden
TIME	Lernphase nach der definierten Zeit in Sekunden beenden Syntaxelement optional Nur bei Auswahl **BEGIN**
DIST	Lernphase nach der definierten Strecke in mm beenden Syntaxelement optional Nur bei Auswahl **BEGIN**
LOAD	Referenzlast der Spindel direkt eingeben, max. 100 % Syntaxelement optional Nur bei Auswahl **BEGIN**

Hinweise

HINWEIS

Achtung, Gefahr für Werkzeug und Werkstück!

Wenn Sie den Bearbeitungsmodus **FUNCTION MODE TURN** aktivieren, löscht die Steuerung die aktuellen **OVLD**-Werte. Deshalb müssen Sie den Bearbeitungsmodus vor dem Werkzeugaufruf programmieren! Bei falscher Programmierreihenfolge findet keine Werkzeugüberwachung statt, dies kann zu Werkzeug- und Werkstückschäden führen!

- Bearbeitungsmodus **FUNCTION MODE TURN** vor dem Werkzeugaufruf programmieren

- Die Vorgaben **TIME**, **DIST** und **LOAD** wirken modal. Sie können mit der Eingabe **0** zurückgesetzt werden.
- Die Funktion **AFC CUT BEGIN** erst abarbeiten, nachdem die Anfangsdrehzahl erreicht wurde. Wenn das nicht der Fall ist, gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus und der AFC-Schnitt wird nicht gestartet.
- Eine Regelreferenzleistung können Sie mithilfe der Werkzeugtabellenspalte **AFC LOAD** und mithilfe der Eingabe **LOAD** im NC-Programm vorgeben! Den Wert **AFC LOAD** aktivieren Sie dabei durch den Werkzeugaufruf, den Wert **LOAD** mithilfe der Funktion **FUNCTION AFC CUT BEGIN**.

  Wenn Sie beide Möglichkeiten programmieren, dann verwendet die Steuerung den im NC-Programm programmierten Wert!

Schalter AFC in der Betriebsart Programmlauf

Anwendung

Mit dem Schalter **AFC** aktivieren oder deaktivieren Sie die Adaptive Vorschubregelung AFC in der Betriebsart **Programmlauf**.

Verwandte Themen

- AFC im NC-Programm aktivieren

  Weitere Informationen: "NC-Funktionen für AFC (Option #45)", Seite 380

Voraussetzungen

- Software-Option #45 Adaptive Vorschubregelung AFC
- Vom Maschinenhersteller freigegeben

  Mit dem optionalen Maschinenparameter **Enable** (Nr. 120001) definiert der Maschinenhersteller, ob Sie AFC verwenden können.

Funktionsbeschreibung

Nur wenn Sie den Schalter **AFC** aktivieren, haben die NC-Funktionen für AFC eine Wirkung.

Wenn Sie AFC nicht gezielt mithilfe des Schalters deaktivieren, bleibt AFC aktiv. Die Steuerung speichert die Stellung des Schalters auch über einen Neustart der Steuerung hinaus.

Wenn der Schalter **AFC** aktiv ist, zeigt die Steuerung ein Symbol im Arbeitsbereich **Positionen**. Zusätzlich zur aktuellen Stellung des Vorschubpotentiometers zeigt die Steuerung den geregelten Vorschubwert in %.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Hinweise

HINWEIS

Achtung, Gefahr für Werkzeug und Werkstück!

Wenn Sie die Funktion AFC deaktivieren, verwendet die Steuerung sofort wieder den programmierten Bearbeitungsvorschub. Wenn AFC vor dem Deaktivieren den Vorschub reduziert hat (z. B. verschleißbedingt), beschleunigt die Steuerung bis zum programmierten Vorschub. Dies gilt unabhängig davon, wie die Funktion deaktiviert wird (z. B. Vorschubpotentiometer). Die Vorschubbeschleunigung kann zu Werkzeug- und Werkstückschäden führen!

- ▶ Bei drohender Unterschreitung des **FMIN**-Werts die Bearbeitung stoppen (nicht die Funktion **AFC** deaktivieren)
- ▶ Überlastreaktion nach Unterschreitung des **FMIN**-Werts definieren

- Wenn die adaptive Vorschubregelung im Modus **Regeln** aktiv ist, setzt die Steuerung intern den Spindel-Override auf 100 %. Sie können die Spindeldrehzahl dann nicht mehr verändern.
- Wenn die Adaptive Vorschubregelung im Modus **Regeln** aktiv ist, übernimmt die Steuerung die Funktion des Vorschub-Overrides.
  - Wenn Sie den Vorschub-Override erhöhen, hat dies keinen Einfluss auf die Regelung.
  - Wenn Sie den Vorschub-Override mit dem Potentiometer um mehr als 10 % bezogen auf die Position am Programmanfang reduzieren, schaltet die Steuerung AFC ab.

    Sie können die Regelung mit dem Schalter **AFC** wieder aktivieren.
  - Potentiometerwerte bis zu 50 % wirken immer, auch bei aktiver Regelung.
- Ein Satzvorlauf ist bei aktiver Vorschubregelung erlaubt. Die Steuerung berücksichtigt dabei die Schnittnummer der Einstiegsstelle.

14.2 Funktionen zur Regelung des Programmlaufs

14.2.1 Übersicht

Die Steuerung bietet folgende NC-Funktionen zur Programmregelung:

Syntax	Funktion	Weitere Informationen
FUNCTION S-PULSE	Pulsierende Drehzahl programmieren	Seite 384
FUNCTION DWELL	Einmalige Verweilzeit programmieren	Seite 385
FUNCTION FEED DWELL	Zyklische Verweilzeit programmieren	Seite 386

14.2.2 Pulsierende Drehzahl mit FUNCTION S-PULSE

Anwendung

Mit der Funktion **FUNCTION S-PULSE** programmieren Sie eine pulsierende Drehzahl, um z. B. beim Drehen mit konstanter Drehzahl Eigenschwingungen der Maschine zu vermeiden.

Funktionsbeschreibung

Mit dem Eingabewert **P-TIME** definieren Sie die Dauer einer Schwingung (Periodenlänge), mit dem Eingabewert **SCALE** die Drehzahländerung in Prozent. Die Spindeldrehzahl wechselt sinusförmig um den Sollwert.

Mit **FROM-SPEED** und **TO-SPEED** definieren Sie mithilfe einer oberen und unteren Drehzahlgrenze den Bereich, in dem die pulsierende Drehzahl wirkt. Beide Eingabewerte sind optional. Wenn Sie keinen Parameter definieren, wirkt die Funktion im gesamten Drehzahlbereich.

Mit der Funktion **FUNCTION S-PULSE RESET** setzen Sie die pulsierende Drehzahl zurück.

Wenn eine pulsierende Drehzahl aktiv ist, zeigt die Steuerung ein Symbol im Arbeitsbereich **Positionen**.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Eingabe

11 FUNCTION S-PULSE P-TIME10 SCALE5 FROM-SPEED4800 TO-SPEED5200	; Drehzahl innerhalb von 10 Sekunden um 5 % um den Sollwert schwanken lassen mit Begrenzungen

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
FUNCTION S-PULSE	Syntaxeröffner für pulsierende Drehzahl
PTIME oder **RESET**	Dauer einer Schwingung in Sekunden definieren oder pulsierende Drehzahl zurücksetzen
SCALE	Drehzahländerung in % Nur bei Auswahl **P-TIME**
FROM-SPEED	Untere Drehzahlgrenze, ab der die pulsierende Drehzahl wirkt Nur bei Auswahl **P-TIME** Syntaxelement optional
TO-SPEED	Obere Drehzahlgrenze, bis zu der die pulsierende Drehzahl wirkt Nur bei Auswahl **P-TIME** Syntaxelement optional

Hinweis

Die Steuerung überschreitet niemals eine programmierte Drehzahlbegrenzung. Die Drehzahl wird gehalten, bis die Sinuskurve der Funktion **FUNCTION S-PULSE** die maximale Drehzahl wieder unterschreitet.

14.2.3 Programmierte Verweilzeit mit FUNCTION DWELL

Anwendung

Mit der Funktion **FUNCTION DWELL** programmieren Sie eine Verweilzeit in Sekunden oder Sie definieren die Anzahl der Spindelumdrehungen für das Verweilen.

Verwandte Themen

- Zyklus **9 VERWEILZEIT**

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen
- Wiederholende Verweilzeit programmieren

  Weitere Informationen: "Zyklische Verweilzeit mit FUNCTION FEED DWELL", Seite 386

Funktionsbeschreibung

Die definierte Verweilzeit aus **FUNCTION DWELL** wirkt sowohl im Fräsbetrieb als auch im Drehbetrieb.

Eingabe

11 FUNCTION DWELL TIME10	; Verweilzeit für 10 Sekunden
12 FUNCTION DWELL REV5.8	; Verweilzeit für 5.8 Spindelumdrehungen

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
FUNCTION DWELL	Syntaxeröffner für einmalige Verweilzeit
TIME oder **REV**	Dauer der Verweilzeit in Sekunden oder Spindelumdrehungen

14.2.4 Zyklische Verweilzeit mit FUNCTION FEED DWELL

Anwendung

Mit der Funktion **FUNCTION FEED DWELL** programmieren Sie eine zyklische Verweilzeit in Sekunden, z. B. um einen Spanbruch in einem Drehzyklus zu erzwingen.

Verwandte Themen

- Einmalige Verweilzeit programmieren
  Weitere Informationen: "Programmierte Verweilzeit mit FUNCTION DWELL", Seite 385

Funktionsbeschreibung

Die definierte Verweilzeit aus **FUNCTION FEED DWELL** wirkt sowohl im Fräsbetrieb als auch im Drehbetrieb.

Die Funktion **FUNCTION FEED DWELL** wirkt nicht bei Bewegungen im Eilgang und Antastbewegungen.

Mit der Funktion **FUNCTION FEED DWELL RESET** setzen Sie die sich wiederholende Verweilzeit zurück.

Die Steuerung setzt die Funktion **FUNCTION FEED DWELL** automatisch bei einem Programmende zurück.

Sie programmieren **FUNCTION FEED DWELL** unmittelbar vor der Bearbeitung, die Sie mit Spanbruch ausführen wollen. Setzen Sie die Verweilzeit unmittelbar nach der mit Spanbruch ausgeführten Bearbeitung zurück.

Eingabe

11 FUNCTION FEED DWELL D-TIME0.5 F-TIME5	; Zyklsiche Verweilzeit aktivieren: 5 Sekunden zerspanen, 0,5 Sekunden verweilen

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
FUNCTION FEED DWELL	Syntaxeröffner für zyklische Verweilzeit
D-TIME oder **RESET**	Dauer der Verweilzeit in Sekunden definieren oder wiederholende Verweilzeit zurücksetzen
F-TIME	Dauer der Zerspanzeit bis zur nächsten Verweilzeit in Sekunden Nur bei Auswahl **D-TIME**

Hinweise

HINWEIS

Achtung, Gefahr für Werkzeug und Werkstück!

Wenn die Funktion **FUNCTION FEED DWELL** aktiv ist, unterbricht die Steuerung wiederholt den Vorschub. Während der Vorschubunterbrechung verweilt das Werkzeug an der aktuellen Position, die Spindel dreht dabei weiter. Dieses Verhalten führt bei der Gewindeherstellung zum Werkstückausschuss. Zusätzlich besteht während der Abarbeitung die Gefahr eines Werkzeugbruchs!

- Funktion **FUNCTION FEED DWELL** vor der Gewindeherstellung deaktivieren

- Sie können die Verweilzeit auch mit der Eingabe **D-TIME 0** zurücksetzen.

15

Überwachung

15.1 Komponentenüberwachung mit MONITORING HEATMAP (Option #155)

Anwendung

Mit der **MONITORING HEATMAP**-Funktion können Sie aus dem NC-Programm heraus die Werkstückdarstellung als Komponenten-Heatmap starten und stoppen.

Die Steuerung überwacht die gewählte Komponente und bildet das Ergebnis farblich in einer sog. Heatmap auf dem Werkstück ab.

> Wenn die Prozessüberwachung (Option #168) in der Simulation eine Prozess-Heatmap darstellt, stellt die Steuerung keine Komponenten-Heatmap dar.
>
> **Weitere Informationen:** "Prozessüberwachung (Option #168)", Seite 392

Verwandte Themen

- Reiter **MON** im Arbeitsbereich **Status**
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Zyklus **238 MASCHINENZUSTAND MESSEN** (Option #155)
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen
- Werkstück als Heatmap in der Simulation einfärben
  Weitere Informationen: "Spalte Werkstückoptionen", Seite 582
- **Prozessüberwachung** (Option #168) mit **SECTION MONITORING**
  Weitere Informationen: "Prozessüberwachung (Option #168)", Seite 392

Voraussetzungen

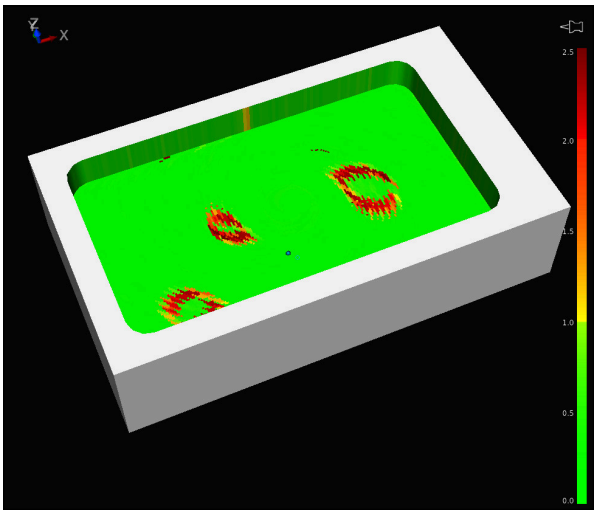
- Software-Option #155 Komponentenüberwachung
- Zu überwachende Komponenten definiert
  Im optionalen Maschinenparameter **CfgMonComponent** (Nr. 130900) definiert der Maschinenhersteller die zu überwachenden Maschinenkomponenten sowie die Warn- und Fehlerschwellen.

Funktionsbeschreibung

Die Komponenten-Heatmap funktioniert ähnlich wie das Bild einer Wärmebildkamera.

- Grün: Komponente im definitionsgemäß sicheren Bereich
- Gelb: Komponente in der Warnzone
- Rot: Komponente wird überbelastet

Die Steuerung zeigt diese Zustände am Werkstück in der Simulation und überschreibt die Zustände ggf. durch Folgebearbeitungen wieder.



Darstellung der Komponenten-Heatmap in der Simulation mit fehlender Vorbearbeitung

Sie können mithilfe der Heatmap immer nur den Zustand einer Komponente betrachten. Wenn Sie die Heatmap mehrmals hintereinander starten, stoppt die Überwachung der vorherigen Komponente.

Eingabe

11 MONITORING HEATMAP START FOR "Spindle"	; Überwachung der Komponente **Spindle** aktivieren und als Heatmap darstellen

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
MONITORING HEATMAP	Syntaxeröffner für die Komponentenüberwachung
START FOR oder **STOP**	Komponentenüberwachung starten oder stoppen
" " oder **QS**	Fester oder variabler Name der zu überwachenden Komponente Nur bei Auswahl **START FOR**

Hinweis

Die Steuerung kann Veränderungen der Zustände nicht unmittelbar in der Simulation darstellen, da sie die eingehenden Signale verarbeiten muss, z. B. bei einem Werkzeugbruch. Die Steuerung zeigt die Veränderung geringfügig zeitverzögert.

15.2 Prozessüberwachung (Option #168)

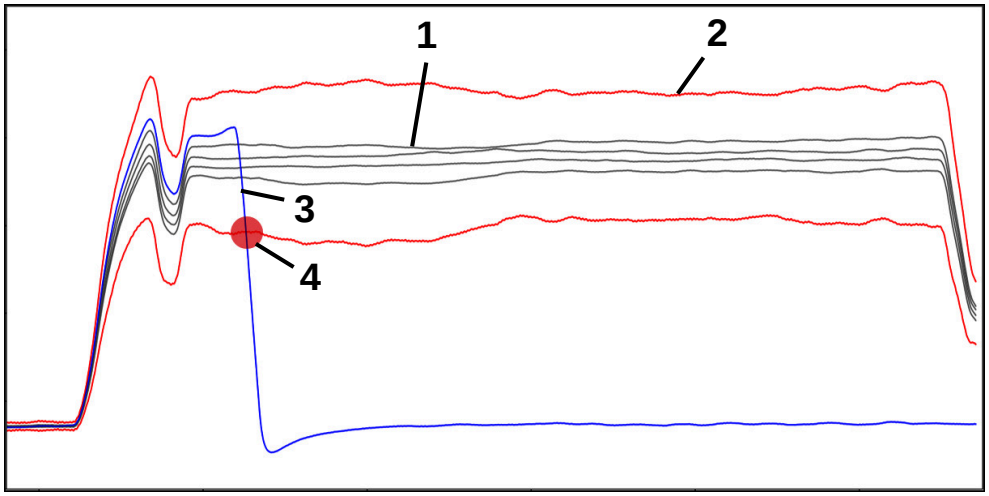
15.2.1 Grundlagen

Mithilfe der Prozessüberwachung erkennt die Steuerung Prozessstörungen, z. B.:

- Werkzeugbruch
- Fehlerhafte oder fehlende Vorbearbeitung des Werkstücks
- Veränderte Position oder Größe des Rohteils
- Falsches Material, z. B. Aluminium statt Stahl

Mit der Prozessüberwachung können Sie den Bearbeitungsprozess während des Programmlaufs mithilfe von Überwachungsaufgaben überwachen. Die Überwachungsaufgabe vergleicht den Signalverlauf der aktuellen Bearbeitung eines NC-Programms mit einer oder mehreren Referenzbearbeitungen. Die Überwachungsaufgabe ermittelt anhand dieser Referenzbearbeitungen eine obere und untere Grenze. Wenn sich die aktuelle Bearbeitung für eine definierte Haltezeit außerhalb der Grenzen befindet, reagiert die Überwachungsaufgabe mit einer definierten Reaktion. Wenn z. B. der Spindelstrom durch einen Werkzeugbruch abfällt, stoppt die Überwachungsaufgabe das NC-Programm.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten



Abfall des Spindelstroms durch einen Werkzeugbruch

1 Referenzen

2 Grenzen bestehend aus Tunnelbreite und ggf. Aufweitung

3 Aktuelle Bearbeitung

4 Prozessstörung, z. B. durch Werkzeugbruch

Wenn Sie die Prozessüberwachung verwenden, benötigen Sie folgende Schritte:

- Überwachungsabschnitte im NC-Programm definieren

  Weitere Informationen: "Überwachungsabschnitte definieren mit MONITORING SECTION (Option #168)", Seite 393
- NC-Programm vor dem Aktivieren der Prozessüberwachung langsam im Einzelsatz einfahren

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Prozessüberwachung aktivieren

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Ggf. Einstellungen zu den Überwachungsaufgaben vornehmen
  - Strategievorlage wählen

    Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
  - Überwachungsaufgaben hinzufügen oder entfernen

    Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
  - Einstellungen und Reaktionen innerhalb der Überwachungsaufgaben definieren

    Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
  - Überwachungsaufgabe in der Simulation als Prozess-Heatmap darstellen
    Weitere Informationen: "Spalte Werkstückoptionen", Seite 582

    Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- NC-Programm in Satzfolge abarbeiten

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Je nach Bedarf der Überwachungsaufgaben die benötigten Referenzen wählen

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Verwandte Themen

- **Komponentenüberwachung** (Option #155) mit **MONITORING HEATMAP**

  Weitere Informationen: "Komponentenüberwachung mit MONITORING HEATMAP (Option #155)", Seite 390

15.2.2 Überwachungsabschnitte definieren mit MONITORING SECTION (Option #168)

Anwendung

Mit der Funktion **MONITORING SECTION** teilen Sie das NC-Programm in Überwachungsabschnitte für die Prozessüberwachung ein.

Verwandte Themen

- Arbeitsbereich **Prozessüberwachung**

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Voraussetzung

- Software-Option #168 Prozessüberwachung

Funktionsbeschreibung

Mit **MONITORING SECTION START** definieren Sie den Anfang eines neuen Überwachungsabschnitts und mit **MONITORING SECTION STOP** das Ende.

Sie dürfen Überwachungsabschnitte nicht schachteln.

Wenn Sie kein **MONITORING SECTION STOP** definieren, interpretiert die Steuerung bei folgenden Funktionen trotzdem einen neuen Überwachungsabschnitt:

- Bei einem erneuten **MONITORING SECTION START**
- Bei einem physikalischen **TOOL CALL**

  Die Steuerung interpretiert nur einen neuen Überwachungsabschnitt bei einem Werkzeugaufruf, wenn ein Werkzeugwechsel stattfindet.

  Weitere Informationen: "Werkzeugaufruf mit TOOL CALL", Seite 163

Sie dürfen innerhalb eines Überwachungsabschnitts folgende Funktionen nicht programmieren:

- Aufruf eines Unterprogramms mit **LBL CALL**

  Ausgenommen das rufende Unterprogramm ist ebenfalls innerhalb des Überwachungsabschnitts programmiert
- Aufruf eines NC-Programms mit **PGM CALL**
- Aufruf eines NC-Programms mit Zyklus **12 PGM CALL**

Innerhalb von aufgerufenen Unterprogrammen oder NC-Programmen dürfen Sie Überwachungsabschnitte definieren.

Eingabe

11 MONITORING SECTION START AS "finish contour"	; Start des Überwachungsabschnitts inkl. der zusätzlichen Bennung

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
MONITORING SECTION	Syntaxeröffner für den Überwachungsabschnitt der Prozessüberwachung
START oder **STOP**	Anfang oder Ende des Überwachungsabschnitts
AS	Zusätzliche Benennung Syntaxelement optional Nur bei Auswahl **START**

Hinweise

- Die Steuerung zeigt den Anfang und Ende des Überwachungsabschnitts in der Gliederung.

  Weitere Informationen: "Einstellungen im Arbeitsbereich Programm", Seite 111
- Beenden Sie den Überwachungsabschnitt vor Programmende mit **MONITORING SECTION STOP**.

  Wenn Sie kein Ende des Überwachungsabschnitts definieren, beendet die Steuerung den Überwachungsabschnitt mit **END PGM**.

16

Mehrachsbear-
beitung

16.1 Bearbeitung mit Parallelachsen U, V und W

16.1.1 Grundlagen

Neben den Hauptachsen X, Y und Z gibt es sog. Parallelachsen U, V und W. Eine Parallelachse ist z. B. eine Pinole für Bohrungen, um an großen Maschinen geringere Massen bewegen zu müssen.

Weitere Informationen: "Programmierbare Achsen", Seite 100

Die Steuerung stellt für das Bearbeiten mit den Parallelachsen U, V und W folgende Funktionen zur Verfügung:

- **FUNCTION PARAXCOMP**: Verhalten beim Positionieren von Parallelachsen definieren

  Weitere Informationen: "Verhalten beim Positionieren von Parallelachsen definieren mit FUNCTION PARAXCOMP", Seite 396
- **FUNCTION PARAXMODE**: Drei Linearachsen für die Bearbeitung wählen

  Weitere Informationen: "Drei Linearachsen für die Bearbeitung wählen mit FUNCTION PARAXMODE", Seite 398

Wenn der Maschinenhersteller die Parallelachse bereits in der Konfiguration einschaltet, verrechnet die Steuerung die Achse, ohne dass Sie vorher **PARAXCOMP** programmieren. Da die Steuerung die Parallelachse damit dauerhaft verrechnet, können Sie z. B. auch mit einer beliebigen Stellung der W-Achse ein Werkstück antasten.

In diesem Fall zeigt die Steuerung ein Symbol im Arbeitsbereich **Positionen**.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Beachten Sie, dass ein **PARAXCOMP OFF** die Parallelachse dann nicht ausschaltet, sondern die Steuerung wieder die Standardkonfiguration aktiviert. Die Steuerung schaltet die automatische Verrechnung nur aus, wenn Sie die Achse im NC-Satz mit angeben, z. B. **PARAXCOMP OFF W**.

Nach dem Starten der Steuerung ist zunächst die vom Maschinenhersteller definierte Konfiguration wirksam.

Voraussetzungen

- Maschine mit Parallelachsen
- Parallelachsfunktionen vom Maschinenhersteller aktiviert

  Mit dem optionalen Maschinenparameter **parAxComp** (Nr. 300205) definiert der Maschinenhersteller, ob die Parallelachsfunktion standardmäßig eingeschaltet ist.

16.1.2 Verhalten beim Positionieren von Parallelachsen definieren mit FUNCTION PARAXCOMP

Anwendung

Mit der Funktion **FUNCTION PARAXCOMP** definieren Sie, ob die Steuerung Parallelachsen bei den Verfahrbewegungen mit der zugehörigen Hauptachse berücksichtigt.

Funktionsbeschreibung

Wenn die Funktion **FUNCTION PARAXCOMP** aktiv ist, zeigt die Steuerung ein Symbol im Arbeitsbereich **Positionen**. Das Symbl für **FUNCTION PARAXMODE** verdeckt ggf. ein aktives Symbol für **FUNCTION PARAXCOMP**.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

FUNCTION PARAXCOMP DISPLAY

Mit der Funktion **PARAXCOMP DISPLAY** schalten Sie die Anzeigefunktion für Parallelachsbewegungen ein. Die Steuerung verrechnet Verfahrbewegungen der Parallelachse in der Positionsanzeige der zugehörigen Hauptachse (Summenanzeige). Die Positionsanzeige der Hauptachse zeigt dadurch immer die relative Entfernung vom Werkzeug zum Werkstück an, unabhängig davon, ob Sie die Hauptachse oder die Parallelachse bewegen.

FUNCTION PARAXCOMP MOVE

Mit der Funktion **PARAXCOMP MOVE** kompensiert die Steuerung Parallelachsbewegungen durch eine Ausgleichsbewegung in der jeweils zugehörigen Hauptachse.

Bei einer Parallelachsbewegung, z. B. der W-Achse, in negativer Richtung bewegt die Steuerung gleichzeitig die Hauptachse Z um den gleichen Wert in positiver Richtung. Die relative Entfernung vom Werkzeug zum Werkstück bleibt gleich. Anwendung bei Portalmaschine: Pinole einfahren, um synchron den Querbalken nach unten zu verfahren.

FUNCTION PARAXCOMP OFF

Mit der Funktion **PARAXCOMP OFF** schalten Sie die Parallelachsfunktionen **PARAXCOMP DISPLAY** und **PARAXCOMP MOVE** aus.

Die Steuerung setzt die Parallelachsfunktion **PARAXCOMP** mit folgenden Funktionen zurück:

- Anwahl eines NC-Programms
- **PARAXCOMP OFF**

Wenn **FUNCTION PARAXCOMP** inaktiv ist, zeigt die Steuerung kein Symbol und keine Zusatzinformationen hinter den Achsbezeichnungen.

Eingabe

11 FUNCTION PARAXCOMP MOVE W	; Bewegungen der W-Achse durch eine Ausgleichsbewegung in der Z-Achse kompensieren

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
FUNCTION PARAXCOMP	Syntaxeröffner für das Verhalten beim Positionieren von Parallelachsen
DISPLAY, **MOVE** oder **OFF**	Werte der Parallelachse mit der Hauptachse verrechnen, Bewegungen mit der Hauptachse kompensieren oder nicht berücksichtigen
X, **Y**, **Z**, **U**, **V** oder **W**	Betroffene Achse Syntaxelement optional

Hinweis

Die Funktion **PARAXCOMP MOVE** können Sie nur in Verbindung mit Geradensätzen **L** verwenden.

16.1.3 Drei Linearachsen für die Bearbeitung wählen mit FUNCTION PARAXMODE

Anwendung

Mit der Funktion **PARAXMODE** definieren Sie die Achsen, mit denen die Steuerung die Bearbeitung durchführen soll. Sämtliche Verfahrbewegungen und Konturbeschreibungen programmieren Sie maschinenunabhängig über die Hauptachsen X, Y und Z.

Voraussetzung

- Parallelachse wird verrechnet

  Wenn Ihr Maschinenhersteller die Funktion **PARAXCOMP** noch nicht standardmäßig aktiviert hat, müssen Sie **PARAXCOMP** aktivieren, bevor Sie mit **PARAXMODE** arbeiten.

  Weitere Informationen: "Verhalten beim Positionieren von Parallelachsen definieren mit FUNCTION PARAXCOMP", Seite 396

Funktionsbeschreibung

Wenn die Funktion **PARAXMODE** aktiv ist, führt die Steuerung programmierte Verfahrbewegungen mit den in der Funktion definierten Achsen aus. Wenn die Steuerung mit der von **PARAXMODE** abgewählten Hauptachse verfahren soll, geben Sie diese Achse zusätzlich mit dem Zeichen **&** ein. Das **&**-Zeichen bezieht sich dann auf die Hauptachse.

Weitere Informationen: "Hauptachse und Parallelachse verfahren", Seite 399

Definieren Sie in der Funktion **PARAXMODE** 3 Achsen (z. B. **FUNCTION PARAXMODE X Y W**), mit denen die Steuerung die programmierten Verfahrbewegungen ausführen soll.

Wenn die Funktion **FUNCTION PARAXMODE** aktiv ist, zeigt die Steuerung ein Symbol im Arbeitsbereich **Positionen**. Das Symbl für **FUNCTION PARAXMODE** verdeckt ggf. ein aktives Symbol für **FUNCTION PARAXCOMP**.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

FUNCTION PARAXMODE OFF

Mit der Funktion **PARAXMODE OFF** schalten Sie die Parallelachsfunktion aus. Die Steuerung verwendet die vom Maschinenhersteller konfigurierten Hauptachsen.

Die Steuerung setzt die Parallelachsfunktion **PARAXMODE ON** mit folgenden Funktionen zurück:

- Anwahl eines NC-Programms
- Programmende
- **M2** und **M30**
- **PARAXMODE OFF**

Eingabe

11 FUNCTION PARAX MODE X Y W	; Programmierte Verfahrbewegungen mit den Achsen **X**, **Y** und **W** ausführen

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
FUNCTION PARAX MODE	Syntaxeröffner für Achsauswahl für die Bearbeitung
OFF	Parallelachsfunktion deaktivieren Syntaxelement optional
X, **Y**, **Z**, **U**, **V** oder **W**	Drei Achsen für die Bearbeitung Nur bei **FUNCTION PARAX MODE**

Hauptachse und Parallelachse verfahren

Wenn die Funktion **PARAXMODE** aktiv ist, können Sie die abgewählte Hauptachse mit dem **&**-Zeichen innerhalb der Gerade **L** verfahren.

Weitere Informationen: "Gerade L", Seite 180

Sie verfahren eine abgewählte Hauptachse wie folgt:

- **L** wählen
- Koordinaten definieren
- Abgewählte Hauptachse wählen, z. B. **&Z**
- Wert eingeben
- Ggf. Radiuskorrektur definieren
- Ggf. Vorschub definieren
- Ggf. Zusatzfunktion definieren
- Eingabe bestätigen

Hinweise

- Vor einem Wechsel der Maschinenkinematik müssen Sie die Parallelachsfunktionen deaktivieren.
- Mit dem Maschinenparameter **noParaxMode** (Nr. 105413) können Sie die Programmierung von Parallelachsen deaktivieren.
- Damit die Steuerung die mit **PARAXMODE** abgewählte Hauptachse verrechnet, schalten Sie die Funktion **PARAXCOMP** für diese Achse ein.
- Die zusätzliche Positionierung einer Hauptachse mit dem Befehl **&** erfolgt im REF-System. Wenn Sie die Positionsanzeige auf IST-Wert eingestellt haben, wird diese Bewegung nicht angezeigt. Schalten Sie die Positionsanzeige ggf. auf REF-Wert um.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Die Verrechnung möglicher Offset-Werte (X_OFFS, Y_OFFS und Z_OFFS der Bezugspunkttabelle) der mit dem **&**-Operator positionierten Achsen legt Ihr Maschinenhersteller im Parameter **presetToAlignAxis** (Nr. 300203) fest.

16.1.4 Parallelachsen in Verbindung mit Bearbeitungszyklen

Sie können die meisten Bearbeitungszyklen der Steuerung auch mit Parallelachsen verwenden.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen

Folgende Zyklen können Sie mit Parallelachsen nicht verwenden:

- Zyklus **285 ZAHNRAD DEFINIEREN** (Option #157)
- Zyklus **286 ZAHNRAD WAELZFRAESEN** (Option #157)
- Zyklus **287 ZAHNRAD WAELZSCHAELEN** (Option #157)
- Tastsystemzyklen

16.1.5 Beispiel

Im folgenden NC-Programm wird mit der W-Achse gebohrt:

0 BEGIN PGM PAR 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 CALL 5 Z S2222	; Werkzeugaufruf mit Werkzeugachse **Z**
4 L Z+100 R0 FMAX M3	; Hauptachse positionieren
5 CYCL DEF 200 BOHREN	
Q200=+2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-20 ;TIEFE	
Q206=+150 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q202=+5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q210=+0 ;VERWEILZEIT OBEN	
Q203=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	
Q204=+50 ;2. SICHERHEITS-ABST.	
Q211=+0 ;VERWEILZEIT UNTEN	
Q395=+0 ;BEZUG TIEFE	
6 FUNCTION PARAXCOMP DISPLAY Z	; Anzeigekompensation aktivieren
7 FUNCTION PARAXMODE X Y W	; Positive Achsauswahl
8 L X+50 Y+50 R0 FMAX M99	; Die Parallelachse **W** führt die Zustellung aus
9 FUNCTION PARAXMODE OFF	; Standardkonfiguration wiederherstellen
10 L M30	
11 END PGM PAR MM	

16.2 Planschieber verwenden mit FACING HEAD POS (Option #50)

Anwendung

Mit einem Planschieber, auch Ausdrehkopf genannt, können Sie mit weniger verschiedenen Werkzeugen fast alle Drehbearbeitungen durchführen. Die Position des Planschieberschlittens in X-Richtung ist programmierbar. Auf den Planschieber montieren Sie z. B. ein Längsdrehwerkzeug, das Sie mit einem TOOL CALL-Satz aufrufen.

Verwandte Themen

- Bearbeitung mit Parallelachsen **U**, **V** und **W**
  Weitere Informationen: "Bearbeitung mit Parallelachsen U, V und W", Seite 396

Voraussetzungen

- Software-Option #50 Fräsdrehen
- Steuerung vom Maschinenhersteller vorbereitet
  Der Maschinenhersteller muss den Planschieber in der Kinematik berücksichtigen.
- Kinematik mit Planschieber aktiviert
  Weitere Informationen: "Bearbeitungsmodus umschalten mit FUNCTION MODE", Seite 124
- Werkstück-Nullpunkt in der Bearbeitungsebene liegt im Zentrum der rotationssymmetrischen Kontur
  Mit einem Planschieber muss der Werkstück-Nullpunkt nicht im Zentrum des Drehtischs liegen, da sich die Werkzeugspindel dreht.
  Weitere Informationen: "Nullpunktverschiebung mit TRANS DATUM", Seite 248

Funktionsbeschreibung

Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!
Der Maschinenhersteller kann eigene Zyklen für das Arbeiten mit einem Planschieber zur Verfügung stellen. Im Folgenden ist der Standardfunktionsumfang beschrieben.

Sie definieren den Planschieber als Drehwerkzeug.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Beachten Sie beim Werkzeugaufruf:

- **TOOL CALL**-Satz ohne Werkzeugachse
- Schnittgeschwindigkeit und Drehzahl mit **TURNDATA SPIN**
- Spindel einschalten mit **M3** oder **M4**

Die Bearbeitung funktioniert auch bei geschwenkter Bearbeitungsebene und an nicht rotationssymmetrischen Werkstücken.

Wenn Sie ohne die Funktion **FACING HEAD POS** mit dem Planschieber verfahren, müssen sie die Bewegungen des Planschiebers mit der U-Achse programmieren, z. B. in der Anwendung **Handbetrieb**. Bei aktiver Funktion **FACING HEAD POS** programmieren Sie den Planschieber mit der X-Achse.

Wenn Sie den Planschieber aktivieren, positioniert die Steuerung in **X** und **Y** automatisch auf den Werkstück-Nullpunkt. Um Kollisionen zu vermeiden, können Sie mit dem Syntaxelement **HEIGHT** eine sichere Höhe definieren.

Sie deaktivieren den Planschieber mit der Funktion **FUNCTION FACING HEAD**.

Eingabe

Planschieber aktivieren

11 FACING HEAD POS HEIGHT+100 FMAX	; Planschieber aktivieren und mit Eilgang auf sichere Höhe **Z**+100 fahren

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
FACING HEAD POS	Syntaxeröffner für Planschieber aktivieren
HEIGHT	Sichere Höhe in der Werkzeugachse Syntaxelement optional
F oder **FMAX**	Sichere Höhe mit definiertem Vorschub oder Eilgang anfahren Syntaxelement optional
M	Zusatzfunktion Syntaxelement optional

Planschieber deaktivieren

11 FUNCTION FACING HEAD OFF	; Planschieber deaktivieren

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
FUNCTION FACING HEAD OFF	Syntaxeröffner für Planschieber deaktivieren

Hinweise

HINWEIS

Achtung, Gefahr für Werkzeug und Werkstück!

Mithilfe der Funktion **FUNCTION MODE TURN** muss für den Einsatz eines Planschiebers eine vom Maschinenhersteller vorbereitete Kinematik gewählt werden. In dieser Kinematik setzt die Steuerung programmierte X-Achsbewegungen des Planschiebers bei aktiver Funktion **FACING HEAD** als U-Achsbewegungen um. Bei inaktiver Funktion **FACING HEAD** und in der Betriebsart **Manueller Betrieb** fehlt dieser Automatismus. Deshalb werden **X**-Bewegungen (programmiert oder Achstaste) in der X- Achse ausgeführt. Der Planschieber muss in diesem Fall mit der U-Achse bewegt werden. Während des Freifahrens oder der manuellen Bewegungen besteht Kollisionsgefahr!

- Planschieber mit aktiver Funktion **FACING HEAD POS** in Grundstellung positionieren
- Planschieber mit aktiver Funktion **FACING HEAD POS** freifahren
- In der Betriebsart **Manueller Betrieb** den Planschieber mit der Achstaste **U** bewegen
- Da die Funktion **Bearbeitungsebene schwenken** möglich ist, stets auf den 3D-Rot-Status achten

- Sie können für eine Drehzahlbegrenzung sowohl den Wert **NMAX** aus der Werkzeugtabelle als auch **SMAX** aus **FUNCTION TURNDATA SPIN** verwenden.
- Beim Arbeiten mit einem Planschieber gelten folgende Einschränkungen:
  - Keine Zusatzfunktionen **M91** und **M92** möglich
  - Kein Rückzug mit **M140** möglich
  - Kein **TCPM** oder **M128** möglich (Option #9)
  - Keine Kollisionsüberwachung **DCM** möglich (Option #40)
  - Keine Zyklen **800**, **801** und **880** möglich
- Wenn Sie den Planschieber in der geschwenkten Bearbeitungsebene verwenden, beachten Sie Folgendes:
  - Die Steuerung rechnet die geschwenkte Ebene wie im Fräsbetrieb. Die Funktionen **COORD ROT** und **TABLE ROT** sowie **SYM (SEQ)** beziehen sich auf die XY-Ebene.

    Weitere Informationen: "Schwenklösungen", Seite 293
  - HEIDENHAIN empfiehlt, das Positionierverhalten **TURN** zu verwenden. Das Positionierverhalten **MOVE** ist nur bedingt geeignet in Kombination mit dem Planschieber.

    Weitere Informationen: "Drehachspositionierung", Seite 290

16.3 Bearbeitung mit polarer Kinematik mit FUNCTION POLARKIN

Anwendung

In polaren Kinematiken werden Bahnbewegungen der Bearbeitungsebene nicht durch zwei lineare Hauptachsen, sondern von einer Linearachse und einer Drehachse ausgeführt. Die lineare Hauptachse sowie die Drehachse definieren dabei die Bearbeitungsebene und gemeinsam mit der Zustellachse den Bearbeitungsraum.

An Fräsmaschinen können geeignete Drehachsen verschiedene lineare Hauptachsen ersetzen. Polare Kinematiken ermöglichen, z. B. bei einer Großmaschine, die Bearbeitung größerer Flächen als alleine mit den Hauptachsen.

An Dreh- und Schleifmaschinen mit nur zwei linearen Hauptachsen sind dank polarer Kinematiken stirnseitige Fräsbearbeitungen möglich.

Voraussetzungen

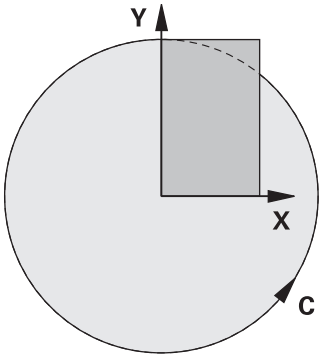
- Maschine mit mindestens einer Drehachse

  Die polare Drehachse muss eine Modulo-Achse sein, die gegenüber den gewählten Linearachsen tischseitig verbaut ist. Die linearen Achsen dürfen sich somit nicht zwischen der Drehachse und dem Tisch befinden. Der maximale Verfahrbereich der Drehachse ist durch die Software-Endschalter ggf. begrenzt.
- Funktion **PARAXCOMP DISPLAY** mit mindestens den Hauptachsen **X**, **Y** und **Z** programmiert

  HEIDENHAIN empfiehlt alle verfügbaren Achsen innerhalb der **PARAXCOMP DISPLAY**-Funktion anzugeben.

  Weitere Informationen: "Verhalten beim Positionieren von Parallelachsen definieren mit FUNCTION PARAXCOMP", Seite 396

Funktionsbeschreibung

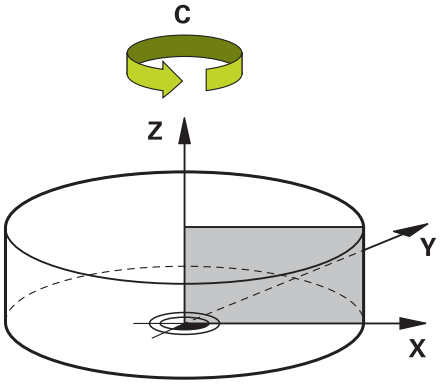


Wenn die polare Kinematik aktiv ist, zeigt die Steuerung ein Symbol im Arbeitsbereich **Positionen**. Dieses Symbol verdeckt das Symbol für die Funktion **PARAXCOMP DISPLAY**.

Mit der Funktion **POLARKIN AXES** aktivieren Sie die polare Kinematik. Die Achsangaben definieren die radiale Achse, die Zustellachse sowie die polare Achse. Die **MODE**-Angaben beeinflussen das Positionierverhalten, während die **POLE**-Angaben über die Bearbeitung im Pol entscheiden. Der Pol ist hierbei das Rotationszentrum der Drehachse.

Anmerkungen zur Achsauswahl:

- Die erste Linearachse muss radial zur Drehachse stehen.
- Die zweite Linearachse definiert die Zustellachse und muss parallel zur Drehachse sein.
- Die Drehachse definiert die polare Achse und wird zuletzt definiert.
- Als Drehachse kann jede verfügbare und gegenüber den gewählten Linearachsen tischseitig verbaute Modulo-Achse dienen.
- Die beiden gewählten Linearachsen spannen somit eine Fläche auf, in der auch die Drehachse liegt.



Folgende Umstände deaktivieren die polare Kinematik:

- Abarbeitung der Funktion **POLARKIN OFF**
- Anwahl eines NC-Programms
- Erreichen des NC-Programmendes
- Abbruch des NC-Programms
- Anwahl einer Kinematik
- Neustart der Steuerung

MODE-Optionen

Die Steuerung bietet folgende Optionen für das Positionierverhalten:

MODE-Optionen:

Syntax	Funktion
POS	Die Steuerung arbeitet vom Drehzentrum aus gesehen in positiver Richtung der radialen Achse. Die radiale Achse muss entsprechend vorpositioniert sein.
NEG	Die Steuerung arbeitet vom Drehzentrum aus gesehen in negativer Richtung der radialen Achse. Die radiale Achse muss entsprechend vorpositioniert sein.
KEEP	Die Steuerung bleibt mit der radialen Achse auf der Seite des Drehzentrums, auf der die Achse beim Einschalten der Funktion steht. Wenn die radiale Achse beim Einschalten auf dem Drehzentrum steht, gilt **POS**.
ANG	Die Steuerung bleibt mit der radialen Achse auf der Seite des Drehzentrums, auf der die Achse beim Einschalten der Funktion steht. Mit der **POLE**-Auswahl **ALLOWED** sind Positionierungen durch den Pol möglich. Dadurch wird die Seite des Pols gewechselt und eine 180° Rotation der Drehachse vermieden.

POLE-Optionen

Die Steuerung bietet folgende Optionen für die Bearbeitung im Pol:

POLE-Optionen:

Syntax	Funktion
ALLOWED	Die Steuerung erlaubt eine Bearbeitung am Pol
SKIPPED	Die Steuerung verhindert eine Bearbeitung am Pol

> Der gesperrte Bereich entspricht einer Kreisfläche mit dem Radius von 0,001 mm (1 µm) um den Pol.

Eingabe

11 FUNCTION POLARKIN AXES X Z C MODE: KEEP POLE: ALLOWED	; Polare Kinematik mit den Achsen **X**, **Z** und **C** aktivieren

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
FUNCTION POLARKIN	Syntaxeröffner für eine polare Kinematik
AXES oder **OFF**	Polare Kinematik aktivieren oder deaktivieren
X, **Y**, **Z**, **U**, **V**, **A**, **B**, **C**	Auswahl von zwei Linearachsen und einer Drehachse Nur bei Auswahl **AXES** Maschinenabhängig stehen weitere Auswahlmöglichkeiten zur Verfügung.
MODE:	Auswahl des Positionierverhaltens **Weitere Informationen:** "MODE-Optionen", Seite 406 Nur bei Auswahl **AXES**
POLE:	Auswahl der Bearbeitung im Pol **Weitere Informationen:** "POLE-Optionen", Seite 406 Nur bei Auswahl **AXES**

Hinweise

- Als radiale Achsen oder Zustellachsen können sowohl die Hauptachsen X, Y und Z sowie mögliche Parallelachsen U, V und W dienen.
- Positionieren Sie die Linearachse, die nicht Bestandteil der polaren Kinematik wird, vor der **POLARKIN**-Funktion auf die Koordinate des Pols. Andernfalls entsteht ein nicht bearbeitbarer Bereich mit dem Radius, der mindestens dem Achswert der abgewählten Linearachse entspricht.
- Vermeiden Sie Bearbeitungen im Pol sowie in der Nähe des Pols, da in diesem Bereich Vorschubschwankungen möglich sind. Verwenden Sie deshalb bevorzugt die **POLE**-Option **SKIPPED**.
- Mit dem optionalen Maschinenparameter **kindOfPref** (Nr. 202301) definiert der Maschinenhersteller das Verhalten der Steuerung, wenn die Werkzeug-Mittelpunktsbahn durch die polare Achse geht.
- Eine Kombination der polaren Kinematik mit folgenden Funktionen ist ausgeschlossen:
  - Verfahrbewegungen mit **M91**

    Weitere Informationen: "Im Maschinen-Koordinatensystem M-CS verfahren mit M91", Seite 430
  - Schwenken der Bearbeitungsebene (Option #8)
  - **FUNCTION TCPM** oder **M128** (Option #9)
- Beachten Sie, dass der Verfahrbereich der Achsen beschränkt sein kann.

  Weitere Informationen: "Hinweise zu Software-Endschaltern bei Modulo-Achsen", Seite 419

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

16.3.1 Beispiel: SL-Zyklen in polarer Kinematik

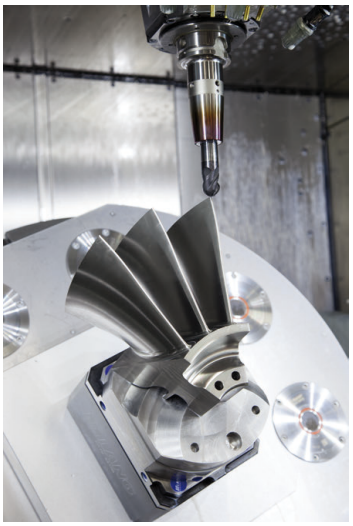
0 BEGIN PGM POLARKIN_SL MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X-100 Y-100 Z-30	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 2 Z S2000 F750	
4 FUNCTION PARAXCOMP DISPLAY X Y Z	; **PARAXCOMP DISPLAY** aktivieren
5 L X+0 Y+0.0011 Z+10 A+0 C+0 FMAX M3	; Vorposition außerhalb des gesperrten Polbereichs
6 POLARKIN AXES Y Z C MODE:KEEP POLE:SKIPPED	; **POLARKIN** aktivieren
* - ...	; Nullpunktverschiebung in polarer Kinematik
9 TRANS DATUM AXIS X+50 Y+50 Z+0	
10 CYCL DEF 7.3 Z+0	
11 CYCL DEF 14.0 KONTUR	
12 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL2	
13 CYCL DEF 20 KONTUR-DATEN	
Q1=-10 ;FRAESTIEFE	
Q2=+1 ;BAHN-UEBERLAPPUNG	
Q3=+0 ;AUFMASS SEITE	
Q4=+0 ;AUFMASS TIEFE	
Q5=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	
Q6=+2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q7=+50 ;SICHERE HOEHE	
Q8=+0 ;RUNDUNGSRADIUS	
Q9=+1 ;DREHSINN	
14 CYCL DEF 22 AUSRAEUMEN	
Q10=-5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q11=+150 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q12=+500 ;VORSCHUB RAEUMEN	
Q18=+0 ;VORRAEUM-WERKZEUG	
Q19=+0 ;VORSCHUB PENDELN	
Q208=+99999 ;VORSCHUB RUECKZUG	
Q401=+100 ;VORSCHUBFAKTOR	
Q404=+0 ;NACHRAEUMSTRATEGIE	
15 M99	
16 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	
17 CYCL DEF 7.1 X+0	
18 CYCL DEF 7.2 Y+0	
19 CYCL DEF 7.3 Z+0	
20 POLARKIN OFF	; **POLARKIN** deaktivieren
21 FUNCTION PARAXCOMP OFF X Y Z	; **PARAXCOMP DISPLAY** deaktivieren
22 L X+0 Y+0 Z+10 A+0 C+0 FMAX	
23 L M30	
24 LBL 2	

25 L X-20 Y-20 RR	
26 L X+0 Y+20	
27 L X+20 Y-20	
28 L X-20 Y-20	
29 LBL 0	
30 END PGM POLARKIN_SL MM	

16.4 CAM-generierte NC-Programme

Anwendung

CAM-generierte NC-Programme werden steuerungsextern mithilfe von CAM-Systemen erstellt. In Verbindung mit 5-Achs-Simultanbearbeitungen und Freiformflächen bieten CAM-System eine komfortable und teilweise die einzige Lösungsmöglichkeit.

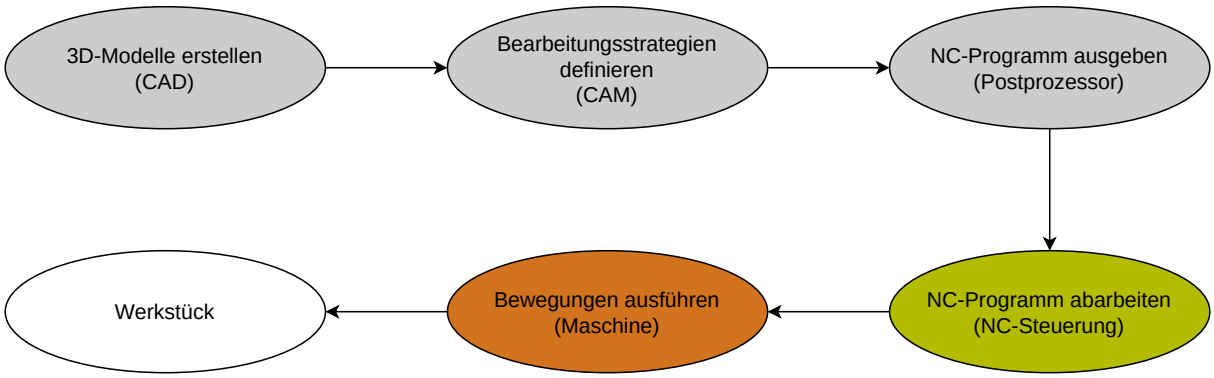


Damit die CAM-generierten NC-Programme das volle Leistungspotenzial der Steuerung nutzen und Ihnen z. B. Eingriffs- und Korrekturmöglichkeiten bieten, müssen bestimmte Anforderungen erfüllt werden.

CAM-generierte NC-Programme müssen dieselben Anforderungen erfüllen wie manuell erstellte NC-Programme. Zusätzlich ergeben sich weitere Anforderungen aus der Prozesskette.

Weitere Informationen: "Prozessschritte", Seite 414

Die Prozesskette beschreibt den Weg einer Konstruktion bis zum fertigen Werkstück.



Verwandte Themen

- 3D-Daten direkt an der Steuerung nutzen
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Grafisch programmieren
  Weitere Informationen: "Grafisches Programmieren", Seite 533

16.4.1 Ausgabeformate von NC-Programmen

Ausgabe im HEIDENHAIN-Klartext

Wenn Sie das NC-Programm im Klartext ausgeben, haben Sie folgende Möglichkeiten:

- 3-achsige Ausgabe
- Ausgabe mit bis zu fünf Achsen, ohne **M128** oder **FUNCTION TCPM**
- Ausgabe mit bis zu fünf Achsen, mit **M128** oder **FUNCTION TCPM**

> Voraussetzungen für eine 5-Achs-Bearbeitung:
> - Maschine mit Drehachsen
> - Erweiterte Funktionen Gruppe 1 (Option #8)
> - Erweiterte Funktionen Gruppe 2 (Option #9) für **M128** oder **FUNCTION TCPM**

Wenn dem CAM-System die Kinematik der Maschine und die exakten Werkzeugdaten zur Verfügung stehen, können Sie 5-achsige NC-Programme ohne **M128** oder **FUNCTION TCPM** ausgeben. Der programmierte Vorschub wird dabei auf alle Achsanteile pro NC-Satz verrechnet, woraus unterschiedliche Schnittgeschwindigkeiten resultieren können.

Maschinenneutral und flexibler ist ein NC-Programm mit **M128** oder **FUNCTION TCPM**, da die Steuerung die Kinematikverrechnung übernimmt und die Werkzeugdaten aus der Werkzeugverwaltung verwendet. Der programmierte Vorschub wirkt dabei auf den Werkzeug-Führungspunkt.

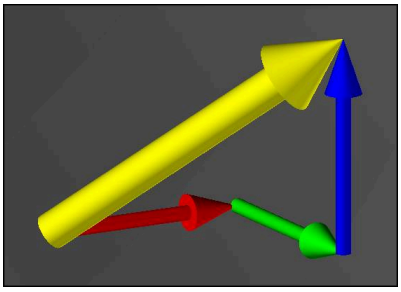
Weitere Informationen: "Werkzeuganstellung kompensieren mit FUNCTION TCPM (Option #9)", Seite 301

Weitere Informationen: "Bezugspunkte am Werkzeug", Seite 158

Beispiele

`11 L X+88 Y+23.5375 Z-8.3 R0 F5000`	; 3-achsig
`11 L X+88 Y+23.5375 Z-8.3 A+1.5 C+45 R0 F5000`	; 5-achsig ohne **M128**
`11 L X+88 Y+23.5375 Z-8.3 A+1.5 C+45 R0 F5000 M128`	; 5-achsig mit **M128**

Ausgabe mit Vektoren



Aus der Sicht von Physik und Geometrie ist ein Vektor eine gerichtete Größe, die eine Richtung und eine Länge beschreibt.

Bei der Ausgabe mit Vektoren benötigt die Steuerung mindestens einen normierten Vektor, der die Richtung der Flächennormalen oder die Werkzeuganstellung beschreibt. Optional enthält der NC-Satz beide Vektoren.

Ein normierter Vektor ist ein Vektor mit dem Betrag 1. Der Vektorbetrag entspricht der Wurzel aus der Summe der Quadrate seiner Komponenten.

$$\sqrt{NX^2 + NY^2 + NZ^2} = 1$$

Voraussetzungen:
- Maschine mit Drehachsen
- Erweiterte Funktionen Gruppe 1 (Option #8)
- Erweiterte Funktionen Gruppe 2 (Option #9)

Sie können die Ausgabe mit Vektoren ausschließlich im Fräsmodus verwenden.

Weitere Informationen: "Bearbeitungsmodus umschalten mit FUNCTION MODE", Seite 124

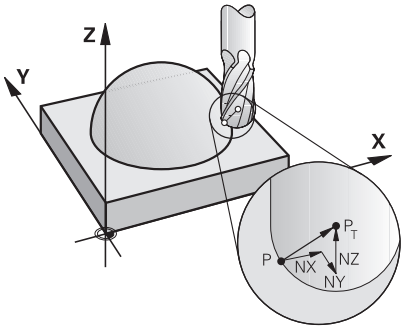
Die Vektorausgabe mit der Richtung der Flächennormalen ist die Voraussetzung für den Einsatz der eingriffswinkelabhängigen 3D-Werkzeugradiuskorrektur (Option #92).

Weitere Informationen: "Eingriffswinkelabhängige 3D-Radiuskorrektur (Option #92)", Seite 340

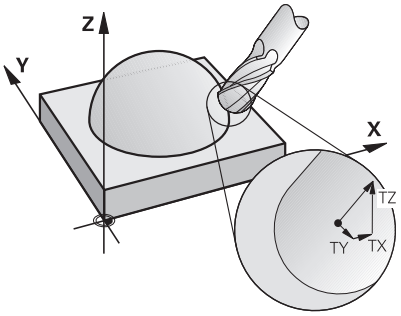
Beispiele

11 LN X0.499 Y-3.112 Z-17.105 NX0.2196165 NY-0.1369522 NZ0.9659258	; 3-achsig mit Flächennormalenvektor, ohne Werkzeugorientierung
11 LN X0.499 Y-3.112 Z-17.105 NX0.2196165 NY-0.1369522 NZ0.9659258 TX+0,0078922 TY-0,8764339 TZ+0,2590319 M128	; 5-achsig mit M128, Flächennormalenvektor und Werkzeugorientierung

Aufbau eines NC-Satzes mit Vektoren



Flächennormalenvektor senkrecht zur Kontur



Werkzeug-Richtungsvektor

Beispiel

11 LN X+0.499 Y-3.112 Z-17.105 NX0 NY0 NZ1 TX+0,0078922 TY-0,8764339 TZ+0,2590319	; Gerade **LN** mit Flächennormalenvektor und Werkzeugorientierung

Syntaxelement	Bedeutung
LN	Gerade **LN** mit Flächennormalenvektor
X Y Z	Zielkoordinaten
NX NY NZ	Komponenten des Flächennormalenvektors
TX TY TZ	Komponenten des Werkzeug-Richtungsvektors

16.4.2 Bearbeitungsarten nach Achsanzahl

3-Achs-Bearbeitung

Wenn zur Bearbeitung eines Werkstücks nur die Linearachsen **X**, **Y** und **Z** notwendig sind, findet eine 3-Achs-Bearbeitung statt.

3+2-Achs-Bearbeitung

Wenn zur Bearbeitung eines Werkstücks ein Schwenken der Bearbeitungsebene notwendig ist, findet eine 3+2-Achs-Bearbeitung statt.

Voraussetzungen:
- Maschine mit Drehachsen
- Erweiterte Funktionen Gruppe 1 (Option #8)

Angestellte Bearbeitung

Bei der angestellten Bearbeitung, auch Sturzfräsen genannt, steht das Werkzeug in einem von Ihnen definierten Winkel zur Bearbeitungsebene. Sie verändern nicht die Orientierung des Bearbeitungsebene-Koordinatensystems **WPL-CS**, sondern ausschließlich die Position der Drehachsen und damit die Werkzeuganstellung. Den Versatz, der dadurch in den Linearachsen entsteht, kann die Steuerung ausgleichen.

Die angestellte Bearbeitung findet in Verbindung mit Hinterschnitten sowie kurzen Werkzeugeinspannlängen Anwendung.

Voraussetzungen:
- Maschine mit Drehachsen
- Erweiterte Funktionen Gruppe 1 (Option #8)
- Erweiterte Funktionen Gruppe 2 (Option #9)

5-Achs-Bearbeitung

Bei der 5-Achs-Bearbeitung, auch 5-Achs-Simultanbearbeitung genannt, verfährt die Maschine fünf Achsen gleichzeitig. Bei Freiformflächen lässt sich das Werkzeug während der gesamten Bearbeitung optimal zur Oberfläche des Werkstücks ausrichten.

Voraussetzungen:
- Maschine mit Drehachsen
- Erweiterte Funktionen Gruppe 1 (Option #8)
- Erweiterte Funktionen Gruppe 2 (Option #9)

Die 5-Achs-Bearbeitung ist mit der Exportversion der Steuerung nicht möglich.

16.4.3 Prozessschritte

CAD

Anwendung

Mithilfe von CAD-Systemen erstellen Konstrukteure die 3D-Modelle der benötigten Werkstücke. Fehlerhafte CAD-Daten beeinflussen die gesamte Prozesskette inkl. der Qualität des Werkstücks negativ.

Hinweise

- Vermeiden Sie in den 3D-Modellen offene oder überlappende Flächen sowie überflüssige Punkte. Nutzen Sie nach Möglichkeit die Prüffunktionen des CAD-Systems.
- Konstruieren oder speichern Sie die 3D-Modelle auf die Toleranzmitte und nicht auf die Nennmaße bezogen.

Unterstützen Sie die Fertigung mit zusätzlichen Dateien:
- Stellen Sie 3D-Modelle im STL-Format bereit. Die steuerungsinterne Simulation kann die CAD-Daten z. B. als Roh- und Fertigteile nutzen. Zusätzliche Modelle der Werkzeug- und Werkstück-Spannmittel sind in Verbindung mit der Kollisionsprüfung (Option #40) wichtig.
- Stellen Sie Zeichnungen mit den zu prüfenden Abmaßen zur Verfügung. Der Dateityp der Zeichnungen ist hierbei unwichtig, da die Steuerung z. B. auch PDF-Dateien öffnen kann und damit eine papierlose Fertigung unterstützt.

Definition

Abkürzung	Definition
CAD (computer-aided design)	Rechnerunterstütztes Konstruieren

CAM und Postprozessor

Anwendung

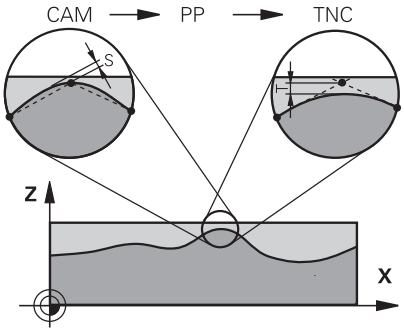
Mithilfe von Bearbeitungsstrategien innerhalb der CAM-Systeme erstellen CAM-Programmierer basierend auf den CAD-Daten maschinen- und steuerungsunabhängige NC-Programme.

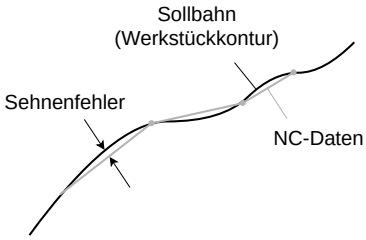
Mithilfe des Postprozessors werden die NC-Programme abschließend maschinen- und steuerungsspezifisch ausgegeben.

Hinweise zu den CAD-Daten

- Vermeiden Sie Qualitätsverluste durch ungeeignete Übergabeformate. Integrierte CAM-Systeme mit herstellerspezifischen Schnittstellen arbeiten z. T. verlustfrei.
- Nutzen Sie die verfügbare Genauigkeit der erhaltenen CAD-Daten aus. Für die Schlichtbearbeitung großer Radien ist ein Geometrie- oder Modellfehler kleiner 1 µm empfehlenswert.

Hinweise zu Sehnenfehler und Zyklus 32 TOLERANZ





- Beim Schruppen liegt der Fokus auf der Bearbeitungsgeschwindigkeit.
  Die Summe aus dem Sehnenfehler und der Toleranz **T** im Zyklus **32 TOLERANZ** muss kleiner sein als das Konturaufmaß, da sonst Konturverletzungen drohen.

Sehnenfehler im CAM-System	0,004 mm bis 0,015 mm
Toleranz **T** im Zyklus **32 TOLERANZ**	0,05 mm bis 0,3 mm

- Beim Schlichten mit dem Ziel einer hohen Genauigkeit müssen die Werte die notwendige Datendichte liefern.

Sehnenfehler im CAM-System	0,001 mm bis 0,004 mm
Toleranz **T** im Zyklus **32 TOLERANZ**	0,002 mm bis 0,006 mm

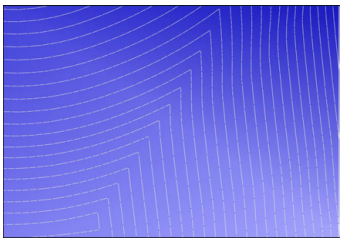
- Beim Schlichten mit dem Ziel einer hohen Oberflächengüte müssen die Werte eine Glättung der Kontur erlauben.

Sehnenfehler im CAM-System	0,001 mm bis 0,005 mm
Toleranz **T** im Zyklus **32 TOLERANZ**	0,010 mm bis 0,020 mm

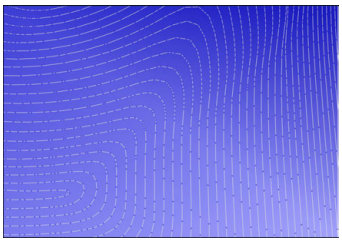
Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen

Hinweise zur steuerungsoptimierten NC-Ausgabe

- Verhindern Sie Rundungsfehler, indem Sie Achspositionen mit mindestens vier Nachkommastellen ausgeben. Für optische Bauteile und Werkstücke mit großen Radien (kleine Krümmungen) sind mindestens fünf Nachkommastellen empfehlenswert. Die Ausgabe von Flächennormalenvektoren (bei Geraden **LN**) erfordert mindestens sieben Nachkommastellen.
- Verhindern Sie ein Aufsummieren von Toleranzen, indem Sie bei aufeinanderfolgenden Positioniersätzen absolute statt inkrementaler Koordinatenwerte ausgeben.
- Geben Sie nach Möglichkeit Positioniersätze als Kreisbögen aus. Die Steuerung rechnet Kreise intern genauer.
- Vermeiden Sie Wiederholungen identischer Positionen, Vorschubangaben und Zusatzfunktionen, z. B. **M3**.
- Geben Sie den Zyklus **32 TOLERANZ** ausschließlich bei Änderung der Einstellungen erneut aus.
- Stellen Sie sicher, dass Ecken (Krümmungsübergänge) genau durch einen NC-Satz definiert sind.
- Wenn die Werkzeugbahn mit starken Richtungsänderungen ausgegeben ist, schwankt der Vorschub stark. Verrunden Sie nach Möglichkeit die Werkzeugbahnen.



Werkzeugbahnen mit starken Richtungsänderungen an den Übergängen



Werkzeugbahnen mit verrundeten Übergängen

- Verzichten Sie bei geraden Bahnen auf Zwischen- oder Stützpunkte. Diese Punkte entstehen z. B. durch eine konstante Punktausgabe.
- Verhindern Sie Muster auf der Werkstückoberfläche, indem Sie eine exakt synchrone Punktverteilung auf Flächen mit gleichmäßiger Krümmung vermeiden.
- Verwenden Sie zum Werkstück und zum Bearbeitungsschritt passende Punkteabstände. Mögliche Startwerte liegen zwischen 0,25 mm und 0,5 mm. Werte größer als 2,5 mm sind auch bei hohen Bearbeitungsvorschüben nicht empfehlenswert.
- Verhindern Sie Fehlpositionierungen, indem Sie die **PLANE**-Funktionen (Option #8) mit **MOVE** oder **TURN** ohne separate Positioniersätze ausgeben. Wenn Sie **STAY** ausgeben und die Drehachsen separat positionieren, verwenden Sie statt fester Achswerte die Variablen **Q120** bis **Q122**.

  Weitere Informationen: "Bearbeitungsebene schwenken mit PLANE-Funktionen (Option #8)", Seite 256
- Verhindern Sie starke Vorschubeinbrüche am Werkzeug-Führungspunkt, indem Sie ein ungünstiges Verhältnis zwischen Linear- und Drehachsbewegung vermeiden. Problematisch ist z. B. eine deutliche Änderung des Werkzeuganstellwinkels bei gleichzeitig geringer Positionsänderung des Werkzeugs. Berücksichtigen Sie die unterschiedlichen Geschwindigkeiten der beteiligten Achsen.
- Wenn die Maschine 5 Achsen simultan bewegt, können sich die kinematischen Fehler der Achsen aufaddieren. Verwenden Sie so wenig Achsen wie möglich simultan.

- Vermeiden Sie unnötige Vorschubbegrenzungen, die Sie innerhalb von **M128** oder der Funktion **FUNCTION TCPM** (Option #9) für Ausgleichsbewegungen definieren können.

  Weitere Informationen: "Werkzeuganstellung kompensieren mit FUNCTION TCPM (Option #9)", Seite 301
- Berücksichtigen Sie das maschinenspezifische Verhalten von Drehachsen.

  Weitere Informationen: "Hinweise zu Software-Endschaltern bei Modulo-Achsen", Seite 419

Hinweise zu Werkzeugen

- Ein Kugelfräser, eine CAM-Ausgabe auf den Werkzeug-Mittelpunkt und eine hohe Drehachstoleranz **TA** (1° bis 3°) im Zyklus **32 TOLERANZ** ermöglichen gleichmäßige Vorschubverläufe.
- Kugel- oder Torusfräser und eine CAM-Ausgabe bezogen auf die Werkzeugspitze erfordern geringe Drehachstoleranzen **TA** (ca. 0,1°) im Zyklus **32 TOLERANZ**. Bei höheren Werten drohen Konturverletzungen. Das Ausmaß der Konturverletzungen ist z. B. abhängig von der Werkzeuganstellung, dem Werkzeugradius und der Eingriffstiefe.

Weitere Informationen: "Bezugspunkte am Werkzeug", Seite 158

Hinweise für nutzungsfreundliche NC-Ausgaben

- Ermögliche Sie eine einfache Anpassung der NC-Programme, indem Sie die Bearbeitungs- und Tastsystemzyklen der Steuerung nutzen.
- Begünstigen Sie sowohl die Anpassungsmöglichkeiten als auch die Übersicht, indem Sie Vorschübe an zentraler Stelle mithilfe von Variablen definieren. Verwenden Sie bevorzugt frei nutzbare Variablen, z. B. **QL**-Parameter.

  Weitere Informationen: "Variablen: Q-, QL-, QR- und QS-Parameter", Seite 470
- Verbessern Sie die Übersicht, indem Sie die NC-Programme strukturieren. Verwenden Sie innerhalb der NC-Programme z. B. Unterprogramme. Größere Projekte teilen Sie nach Möglichkeit auf mehrere separate NC-Programme auf.

  Weitere Informationen: "Programmiertechniken", Seite 215
- Unterstützen Sie die Korrekturmöglichkeiten, indem Sie Konturen werkzeugradiuskorrigiert ausgeben.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Ermöglichen Sie mithilfe von Gliederungspunkten eine schnelle Navigation innerhalb der NC-Programme.

  Weitere Informationen: "Gliedern von NC-Programmen", Seite 560
- Kommunizieren Sie mithilfe von Kommentaren wichtige Hinweise zum NC-Programm.

  Weitere Informationen: "Einfügen von Kommentaren", Seite 559

NC-Steuerung und Maschine

Anwendung

Die Steuerung berechnet aus den im NC-Programm definierten Punkten die Bewegungen der einzelnen Maschinenachsen und die erforderlichen Geschwindigkeitsprofile. Steuerungsinterne Filterfunktionen verarbeiten und glätten die Kontur dabei so, dass die Steuerung die maximal erlaubte Bahnabweichung einhält.

Die Maschine setzt mithilfe des Antriebssystems die berechneten Bewegungen und Geschwindigkeitsprofile in Werkzeugbewegungen um.

Mithilfe verschiedener Eingriffs- und Korrekturmöglichkeiten können Sie die Bearbeitung optimieren.

Hinweise zur Nutzung CAM-generierter NC-Programme

- Die Simulation der maschinen- und steuerungsunabhängigen NC-Daten innerhalb der CAM-Systeme kann von der tatsächlichen Bearbeitung abweichen. Prüfen Sie die CAM-generierten NC-Programme mithilfe der steuerungsinternen Simulation.

  Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Simulation", Seite 577
- Berücksichtigen Sie das maschinenspezifische Verhalten von Drehachsen.

  Weitere Informationen: "Hinweise zu Software-Endschaltern bei Modulo-Achsen", Seite 419
- Stellen Sie sicher, dass die benötigten Werkzeuge zur Verfügung stehen und die verbleibende Standzeit ausreicht.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Ändern Sie bei Bedarf die Werte im Zyklus **32 TOLERANZ** abhängig vom Sehnenfehler sowie der Dynamik der Maschine.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen

  Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!

  Einige Maschinenhersteller ermöglichen über einen zusätzlichen Zyklus das Verhalten der Maschine an die jeweilige Bearbeitung anzupassen, z. B. Zyklus **332 Tuning**. Mit dem Zyklus **332** können Sie Filtereinstellungen, Beschleunigungseinstellungen und Ruckeinstellungen verändern.
- Wenn das CAM-generierte NC-Programm normierte Vektoren enthält, können Sie Werkzeuge auch dreidimensional korrigieren.

  Weitere Informationen: "Ausgabeformate von NC-Programmen", Seite 410

  Weitere Informationen: "Eingriffswinkelabhängige 3D-Radiuskorrektur (Option #92)", Seite 340
- Software-Optionen ermöglichen weitere Optimierungen.

  Weitere Informationen: "Funktionen und Funktionspakete", Seite 421

  Weitere Informationen: "Software-Optionen", Seite 45

Hinweise zu Software-Endschaltern bei Modulo-Achsen

> Folgende Hinweise zu Software-Endschaltern bei Modulo-Achsen treffen ebenso auf Verfahrgrenzen zu.
>
> **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Für Software-Endschalter bei Modulo-Achsen gelten folgende Rahmenbedingungen:

- Die untere Grenze ist größer als –360° und kleiner als +360°.
- Die obere Grenze ist nicht negativ und kleiner als +360°.
- Die untere Grenze ist nicht größer als die obere Grenze.
- Die untere und obere Grenze liegen weniger als 360° auseinander.

Wenn die Rahmenbedingungen nicht eingehalten werden, kann die Steuerung die Modulo-Achse nicht bewegen und gibt eine Fehlermeldung aus.

Wenn die Zielposition oder eine ihr gleichwertige Position innerhalb des erlaubten Bereichs liegen, ist eine Bewegung bei aktiven Modulo-Endschaltern zulässig. Die Bewegungsrichtung ergibt sich automatisch, da immer nur eine der Positionen angefahren werden kann. Beachten Sie die folgenden Beispiele!

Gleichwertige Positionen unterscheiden sich um einen Versatz von n x 360° von der Zielposition. Der Faktor n entspricht einer beliebigen ganzen Zahl.

Beispiel

11 L C+0 R0 F5000	; Endschalter –80° und 80°
12 L C+320	; Zielposition –40°

Die Steuerung positioniert die Modulo-Achse zwischen den aktiven Endschaltern auf die zu 320° gleichwertige Position –40°.

Beispiel

11 L C-100 R0 F5000	; Endschalter –90° und 90°
12 L IC+15	; Zielposition –85°

Die Steuerung führt die Verfahrbewegung aus, da die Zielposition innerhalb des erlaubten Bereichs liegt. Die Steuerung positioniert die Achse in die Richtung des näherliegenden Endschalters.

Beispiel

11 L C-100 R0 F5000	; Endschalter –90° und 90°
12 L IC-15	; Fehlermeldung

Die Steuerung gibt eine Fehlermeldung aus, da die Zielposition außerhalb des erlaubten Bereichs liegt.

Beispiele

11 L C+180 R0 F5000	; Endschalter –90° und 90°
12 L C-360	; Zielposition 0°: Trifft auch bei einem Vielfachen von 360° zu, z. B. 720°

11 L C+180 R0 F5000	; Endschalter –90° und 90°
12 L C+360	; Zielposition 360°: Trifft auch bei einem Vielfachen von 360° zu, z. B. 720°

Wenn sich die Achse genau in der Mitte des verbotenen Bereichs befindet, ist der Weg zu beiden Endschaltern identisch. In diesem Fall kann die Steuerung die Achse in beide Richtungen verfahren.

Wenn sich aus dem Positioniersatz zwei gleichwertige Zielpositionen im erlaubten Bereich ergeben, positioniert die Steuerung auf dem kürzeren Weg. Wenn beide gleichwertigen Zielpositionen 180° entfernt sind, wählt die Steuerung die Bewegungsrichtung entsprechend dem programmierten Vorzeichen.

Definitionen

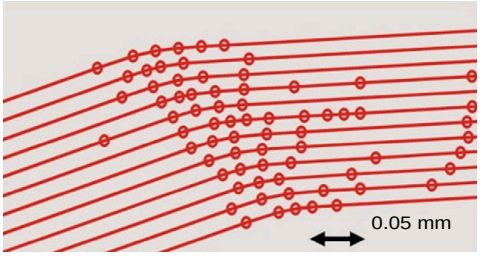
Modulo-Achse
Modulo-Achsen sind Achsen, deren Messgerät nur Werte von 0° bis 359,9999° liefert. Wenn eine Achse als Spindel verwendet wird, muss der Maschinenhersteller diese Achse als Modulo-Achse konfigurieren.

Rollover-Achse
Rollover-Achsen sind Drehachsen, die mehrere oder beliebig viele Umdrehungen ausführen können. Eine Rollover-Achse muss der Maschinenhersteller als Modulo-Achse konfigurieren.

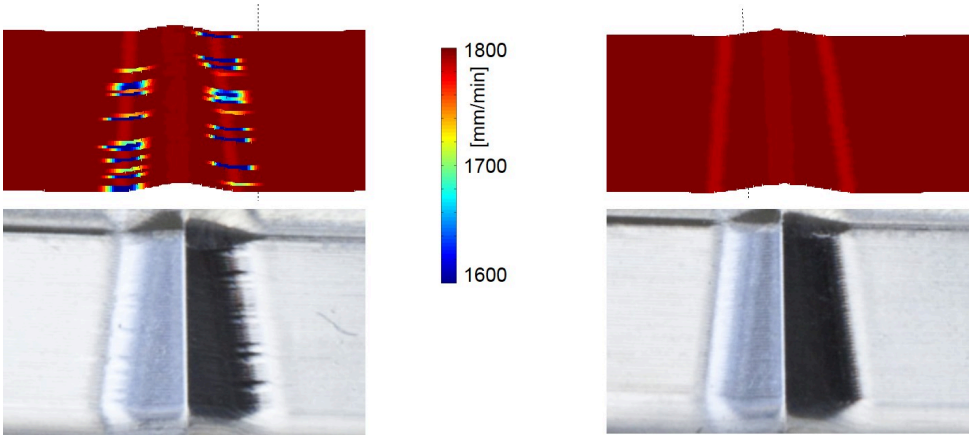
Modulo-Zählweise
Die Positionsanzeige einer Drehachse mit Modulo-Zählweise liegt zwischen 0° und 359,9999°. Wenn der Wert von 359,9999° überschritten wird, beginnt die Anzeige wieder bei 0°.

16.4.4 Funktionen und Funktionspakete

Bewegungsführung ADP



Punkteverteilung



Vergleich ohne und mit ADP

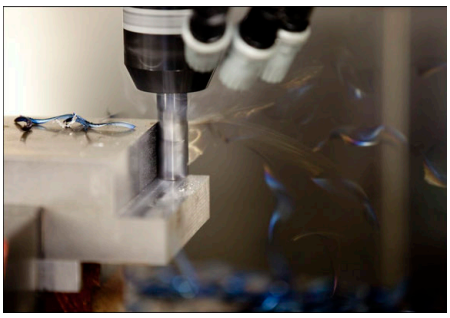
CAM-generierte NC-Programme mit unzureichender Auflösung und variabler Punktedichte in benachbarten Bahnen können zu Vorschubschwankungen und Fehlern auf der Werkstückoberfläche führen.

Die Funktion Advanced Dynamic Prediction ADP erweitert die Vorausberechnung des zulässigen maximalen Vorschubprofils und optimiert die Bewegungsführung der beteiligten Achsen beim Fräsen. Somit können Sie mit kurzer Bearbeitungszeit eine hohe Oberflächengüte erreichen und den Nachbearbeitungsaufwand reduzieren.

Die wichtigsten Vorteile von ADP im Überblick:

- Beim bidirektionalen Fräsen weisen die Vor- und Rückwärtsbahn ein symmetrisches Vorschubverhalten auf.
- Nebeneinander liegende Werkzeugbahnen weisen gleichmäßige Vorschubverläufe auf.
- Negative Auswirkungen typischer Probleme von CAM-generierten NC-Programmen werden ausgeglichen oder gemildert, z. B.:
  - Kurze treppenartige Stufen
  - Grobe Sehnentoleranzen
  - Stark gerundete Satzendpunktkoordinaten
- Auch bei schwierigen Verhältnissen hält die Steuerung die dynamischen Kenngrößen genau ein.

Dynamic Efficiency



Mit dem Funktionenpaket Dynamic Efficiency können Sie die Prozesssicherheit in der Schwerzerspanung und Schruppbearbeitung erhöhen und somit effizienter gestalten.

Dynamic Efficiency umfasst folgende Software-Funktionen:

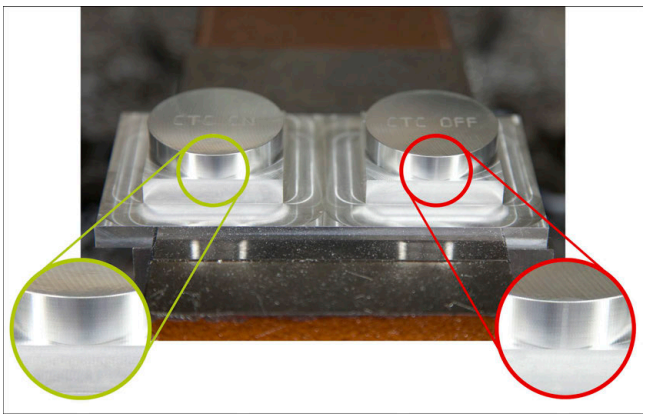
- Active Chatter Control ACC (Option #145)
- Adaptive Feed Control AFC (Option #45)
- Zyklen zum Wirbelfräsen (Option #167)

Der Einsatz von Dynamic Efficiency bietet folgende Vorteile:

- ACC, AFC und das Wirbelfräsen reduzieren die Bearbeitungszeit mithilfe eines höheren Zeitspanvolumens.
- AFC ermöglicht eine Werkzeugüberwachung und erhöht damit die Prozesssicherheit.
- ACC und das Wirbelfräsen verlängern die Werkzeuglebensdauer.

Weitere Informationen finden Sie im Prospekt **Optionen und Zubehör**.

Dynamic Precision



Mit dem Funktionenpaket Dynamic Precision können Sie schnell und genau bearbeiten bei hoher Oberflächenqualität.

Dynamic Precision umfasst folgende Software-Funktionen:

- Cross Talk Compensation CTC (Option #141)
- Position Adaptive Control PAC (Option #142)
- Load Adaptive Control LAC (Option #143)
- Motion Adaptive Control MAC (Option #144)
- Active Vibration Damping AVD (Option #146)

Die Funktionen bieten jede für sich entscheidende Verbesserungen. Sie können aber auch miteinander kombiniert werden und ergänzen sich gegenseitig:

- CTC erhöht die Genauigkeit in den Beschleunigungsphasen.
- AVD ermöglicht bessere Oberflächen.
- CTC und AVD führen zu einer schnellen und genauen Bearbeitung.
- PAC führt zu einer erhöhten Konturtreue.
- LAC hält die Genauigkeit konstant, auch bei variabler Beladung.
- MAC reduziert Schwingungen und erhöht die Maximalbeschleunigung bei Eilgangbewegungen.

Weitere Informationen finden Sie im Prospekt **Optionen und Zubehör**.

17

Zusatzfunktionen

17.1 Zusatzfunktionen M und STOP

Anwendung

Mit den Zusatzfunktionen können Sie Funktionen der Steuerung aktivieren oder deaktivieren und das Verhalten der Steuerung beeinflussen.

Funktionsbeschreibung

Sie können am Ende eines NC-Satzes oder in einem separaten NC-Satz bis zu vier Zusatzfunktionen **M** definieren. Wenn Sie die Eingabe einer Zusatzfunktion bestätigen, führt die Steuerung ggf. den Dialog fort und Sie können zusätzliche Parameter definieren, z. B. **M140 MB MAX**.

In der Anwendung **Handbetrieb** aktivieren Sie eine Zusatzfunktion mithilfe der Schaltfläche **M**.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Wirkung der Zusatzfunktionen M

Zusatzfunktionen **M** können satzweise oder modal wirken. Zusatzfunktionen sind ab ihrer Definition wirksam. Andere Funktionen oder das Ende des NC-Programms setzen modal wirkende Zusatzfunktionen zurück.

Unabhängig von der programmierten Reihenfolge sind einige Zusatzfunktionen am Anfang des NC-Satzes und einige am Ende wirksam.

Wenn Sie mehrere Zusatzfunktionen in einem NC-Satz programmieren, ergibt sich folgende Reihenfolge bei der Ausführung:

- Am Satzanfang wirksame Zusatzfunktionen werden vor den am Satzende wirksamen ausgeführt.
- Wenn mehrere Zusatzfunktionen am Satzanfang oder Satzende wirksam sind, erfolgt die Ausführung in der programmierten Reihenfolge.

Funktion STOP

Die Funktion **STOP** unterbricht den Programmlauf oder die Simulation, z. B. für eine Werkzeugüberprüfung. Auch in einem **STOP**-Satz können Sie bis zu vier Zusatzfunktionen **M** programmieren.

17.1.1 STOP programmieren

Sie programmieren die Funktion **STOP** wie folgt:

STOP

- ▶ **STOP** wählen
- > Die Steuerung erstellt einen neuen NC-Satz mit der Funktion **STOP**.

17.2 Übersicht der Zusatzfunktionen

Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!

Der Maschinenhersteller kann das Verhalten der nachfolgend beschriebenen Zusatzfunktionen beeinflussen.

M0 bis **M30** sind genormte Zusatzfunktionen.

Die Wirkung der Zusatzfunktionen ist in dieser Tabelle wie folgt definiert:

□ wirkt am Satzanfang

■ wirkt am Satzende

Funktion	Wirkung	Weitere Informationen
M0 Programmlauf und Spindel stoppen, Kühlmittel ausschalten	■	
M1 Programmlauf wahlweise stoppen, ggf. Spindel stoppen, ggf. Kühlmittel ausschalten Funktion ist abhängig vom Maschinenhersteller	■	
M2 Programmlauf und Spindel stoppen, Kühlmittel ausschalten, Programmrücksprung, ggf. Programminformationen zurücksetzen Funktion ist abhängig von der Einstellung des Maschinenherstellers im Maschinenparameter **resetAt** (Nr. 100901)	■	
M3 Spindel im Uhrzeigersinn einschalten	□	
M4 Spindel gegen den Uhrzeigersinn einschalten	□	
M5 Spindel stoppen	■	
M6 Werkzeugwechsel, Programmlauf und Spindel stoppen	■	

Da die Funktion vom Maschinenhersteller abhängig ist, empfiehlt HEIDENHAIN für den Werkzeugwechsel die Funktion **TOOL CALL**.

Weitere Informationen: "Werkzeugaufruf mit TOOL CALL", Seite 163

M8 Kühlmittel einschalten	□	
M9 Kühlmittel ausschalten	■	
M13 Spindel im Uhrzeigersinn einschalten, Kühlmittel einschalten	□	

Funktion	Wirkung	Weitere Informationen
M14 Spindel gegen den Uhrzeigersinn einschalten, Kühlmittel einschalten	□	
M30 Identische Funktion wie **M2**	■	
M89 Freie Zusatzfunktion **oder** Zyklus modal aufrufen Funktion ist abhängig vom Maschinenhersteller	□ ■	Siehe Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen
M91 Im Maschinen-Koordinatensystem **M-CS** verfahren	□	Seite 430
M92 Im **M92**-Koordinatensystem verfahren	□	Seite 431
M94 Drehachsanzeige unter 360° reduzieren	□	Seite 433
M97 Kleine Konturstufen bearbeiten	■	Seite 435
M98 Offene Konturen vollständig bearbeiten	■	Seite 436
M99 Zyklusaufruf satzweise aufrufen	■	Siehe Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen
M101 Schwesterwerkzeug automatisch einwechseln	□	Seite 462
M102 **M101** zurücksetzen	■	
M103 Vorschub bei Zustellbewegungen reduzieren	□	Seite 437
M107 Positive Werkzeugaufmaße zulassen	□	Seite 464
M108 Radius des Schwesterwerkzeugs prüfen **M107** zurücksetzen	■	Seite 466
M109 Vorschub bei Kreisbahnen anpassen	□	Seite 438
M110 Vorschub bei Innenradien reduzieren	□	
M111 **M109** und **M110** zurücksetzen	■	
M116 Vorschub für Drehachsen in mm/min interpretieren	□	Seite 440
M117 **M116** zurücksetzen	■	

Funktion	Wirkung	Weitere Informationen
M118 Handradüberlagerung aktivieren	□	Seite 441
M120 Radiuskorrigierte Kontur vorausberechnen (look ahead)	□	Seite 443
M126 Drehachsen wegoptimiert verfahren	□	Seite 446
M127 **M126** zurücksetzen	■	
M128 Werkzeuganstellung automatisch kompensieren (TCPM)	□	Seite 448
M129 **M128** zurücksetzen	■	
M130 Im ungeschwenkten Eingabe-Koordinatensystem **I-CS** verfahren	□	Seite 432
M136 Vorschub in mm/U interpretieren	□	Seite 452
M137 **M136** zurücksetzen	■	
M138 Drehachsen für die Bearbeitung berücksichtigen	□	Seite 453
M140 In der Werkzeugachse zurückziehen	□	Seite 454
M141 Tastsystemüberwachung unterdrücken	□	Seite 466
M143 Grunddrehungen löschen	□	Seite 456
M144 Werkzeugversatz rechnerisch berücksichtigen	□	Seite 457
M145 **M144** zurücksetzen	■	
M148 Bei NC-Stopp oder Stromausfall automatisch abheben	□	Seite 459
M149 **M148** zurücksetzen	■	
M197 Verrunden von Außenecken verhindern	■	Seite 460

17.3 Zusatzfunktionen für Koordinatenangaben

17.3.1 Im Maschinen-Koordinatensystem M-CS verfahren mit M91

Anwendung

Mit **M91** können Sie maschinenfeste Positionen programmieren, z. B. zum Anfahren sicherer Positionen. Die Koordinaten der Positioniersätze mit **M91** wirken im Maschinen-Koordinatensystem **M-CS**.

Weitere Informationen: "Maschinen-Koordinatensystem M-CS", Seite 229

Funktionsbeschreibung

Wirkung

M91 wirkt satzweise und am Satzanfang.

Anwendungsbeispiel

11 LBL "SAFE"	
12 L Z+250 R0 FMAX M91	; Sichere Position in der Werkzeugachse anfahren
13 L X-200 Y+200 R0 FMAX M91	; Sichere Position in der Ebene anfahren
14 LBL 0	

M91 steht hier in einem Unterprogramm, in dem die Steuerung das Werkzeug zunächst in der Werkzeugachse und anschließend in der Ebene auf eine sichere Position bewegt.

Da sich die Koordinaten auf den Maschinen-Nullpunkt beziehen, fährt das Werkzeug immer dieselbe Position an. Dadurch kann das Unterprogramm unabhängig vom Werkstück-Bezugspunkt wiederholt im NC-Programm aufgerufen werden, z. B. vor dem Schwenken der Drehachsen.

Ohne **M91** bezieht die Steuerung die programmierten Koordinaten auf den Werkstück-Bezugspunkt.

Weitere Informationen: "Bezugspunkte in der Maschine", Seite 101

Die Koordinaten einer sicheren Position sind maschinenabhängig!
Der Maschinenhersteller definiert die Position des Maschinen-Nullpunkts.

Hinweise

- Wenn Sie in einem NC-Satz mit der Zusatzfunktion **M91** inkrementale Koordinaten programmieren, beziehen sich die Koordinaten auf die zuletzt programmierte Position mit **M91**. Bei der ersten Position mit **M91** beziehen sich die inkrementalen Koordinaten auf die aktuelle Werkzeugposition.
- Die Steuerung berücksichtigt beim Positionieren mit **M91** die aktive Werkzeugradiuskorrektur.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Die Steuerung positioniert in der Länge mit dem Werkzeugträger-Bezugspunkt.

  Weitere Informationen: "Bezugspunkte in der Maschine", Seite 101
- Folgende Positionsanzeigen beziehen sich auf das Maschinen-Koordinatensystem **M-CS** und zeigen die mit **M91** definierten Werte:
  - **Sollpos. Maschinensystem (REFSOLL)**
  - **Istpos. Maschinensystem (REFIST)**
- In der Betriebsart **Programmieren** können Sie für die Simulation den aktuellen Werkstück-Bezugspunkt mithilfe des Fensters **Werkstückposition** übernehmen. In dieser Konstellation können Sie Verfahrbewegungen mit **M91** simulieren.

  Weitere Informationen: "Spalte Visualisiergungsoptionen", Seite 580
- Mit dem Maschinenparameter **refPosition** (Nr. 400403) definiert der Maschinenhersteller die Position des Maschinen-Nullpunkts.

17.3.2 Im M92-Koordinatensystem verfahren mit M92

Anwendung

Mit **M92** können Sie maschinenfeste Positionen programmieren, z. B. zum Anfahren sicherer Positionen. Die Koordinaten der Positioniersätze mit **M92** beziehen sich auf den **M92**-Nullpunkt und wirken im **M92**-Koordinatensystem.

Weitere Informationen: "Bezugspunkte in der Maschine", Seite 101

Funktionsbeschreibung

Wirkung

M92 wirkt satzweise und am Satzanfang.

Anwendungsbeispiel

11 LBL "SAFE"	
12 L Z+0 R0 FMAX M92	; Sichere Position in der Werkzeugachse anfahren
13 L X+0 Y+0 R0 FMAX M92	; Sichere Position in der Ebene anfahren
14 LBL 0	

M92 steht hier in einem Unterprogramm, in dem das Werkzeug zunächst in der Werkzeugachse und anschließend in der Ebene auf eine sichere Position fährt.

Da sich die Koordinaten auf den **M92**-Nullpunkt beziehen, fährt das Werkzeug immer dieselbe Position an. Dadurch kann das Unterprogramm unabhängig vom Werkstück-Bezugspunkt wiederholt im NC-Programm aufgerufen werden, z. B. vor dem Schwenken der Drehachsen.

Ohne **M92** bezieht die Steuerung die programmierten Koordinaten auf den Werkstück-Bezugspunkt.

Weitere Informationen: "Bezugspunkte in der Maschine", Seite 101

Die Koordinaten einer sicheren Position sind maschinenabhängig!
Der Maschinenhersteller definiert die Position des **M92**-Nullpunkts.

Hinweise

- Die Steuerung berücksichtigt beim Positionieren mit **M92** die aktive Werkzeugradiuskorrektur.
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Die Steuerung positioniert in der Länge mit dem Werkzeugträger-Bezugspunkt.
  Weitere Informationen: "Bezugspunkte in der Maschine", Seite 101
- In der Betriebsart **Programmieren** können Sie für die Simulation den aktuellen Werkstück-Bezugspunkt mithilfe des Fensters **Werkstückposition** übernehmen. In dieser Konstellation können Sie Verfahrbewegungen mit **M92** simulieren.
  Weitere Informationen: "Spalte Visualisiergungsoptionen", Seite 580
- Mit dem optionalen Maschinenparameter **distFromMachDatum** (Nr. 300501) definiert der Maschinenhersteller die Position des **M92**-Nullpunkts.

17.3.3 Im ungeschwenkten Eingabe-Koordinatensystem I-CS verfahren mit M130

Anwendung

Die Koordinaten einer Geraden mit **M130** wirken im ungeschwenkten Eingabe-Koordinatensystem **I-CS** trotz geschwenkter Bearbeitungsebene, z. B. zum Freifahren.

Funktionsbeschreibung

Wirkung

M130 wirkt bei Geraden ohne Radiuskorrektur, satzweise und am Satzanfang.

Weitere Informationen: "Gerade L", Seite 180

Anwendungsbeispiel

11 L Z+20 R0 FMAX M130	; In der Werkzeugachse freifahren

Mit **M130** bezieht die Steuerung trotz geschwenkter Bearbeitungsebene die Koordinaten in diesem NC-Satz auf das ungeschwenkte Eingabe-Koordinatensystem **I-CS**. Dadurch fährt die Steuerung das Werkzeug senkrecht zur Werkstück-Oberkante frei.

Ohne **M130** bezieht die Steuerung die Koordinaten von Geraden auf das geschwenkte **I-CS**.

Weitere Informationen: "Eingabe-Koordinatensystem I-CS", Seite 238

Hinweise

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die Zusatzfunktion **M130** ist nur satzweise aktiv. Die nachfolgenden Bearbeitungen führt die Steuerung wieder im geschwenkten Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS** aus. Während der Bearbeitung besteht Kollisionsgefahr!

- Ablauf und Positionen mithilfe der Simulation prüfen

Wenn Sie **M130** mit einem Zyklusaufruf kombinieren, unterbricht die Steuerung die Bearbeitung mit einer Fehlermeldung.

Definition

Ungeschwenktes Eingabe-Koordinatensystem I-CS
Im ungeschwenkten Eingabe-Koordinatensystem **I-CS** ignoriert die Steuerung das Schwenken der Bearbeitungsebene, berücksichtigt aber die Ausrichtung der Werkstück-Oberfläche und alle aktiven Transformationen, z. B. eine Drehung.

17.4 Zusatzfunktionen für das Bahnverhalten

17.4.1 Drehachsanzeige unter 360° reduzieren mit M94

Anwendung

Mit **M94** reduziert die Steuerung die Anzeige der Drehachsen auf den Bereich von 0° bis 360°. Zusätzlich reduziert diese Begrenzung die Winkeldifferenz zwischen der Ist- und einer neuen Soll-Position auf unter 360°, wodurch Verfahrbewegungen verkürzt werden können.

Verwandte Themen

- Werte der Drehachsen in der Positionsanzeige
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Funktionsbeschreibung

Wirkung

M94 wirkt satzweise und am Satzanfang.

Anwendungsbeispiel

11 L IC+420	; C-Achse verfahren
12 L C+180 M94	; Anzeigewert der C-Achse reduzieren und verfahren

Vor der Abarbeitung zeigt die Steuerung in der Positionsanzeige der C-Achse den Wert 0°.

Im ersten NC-Satz verfährt die C-Achse inkremental um 420°, z. B. bei der Herstellung einer Klebenut.

Der zweite NC-Satz reduziert zunächst die Positionsanzeige der C-Achse von 420° auf 60°. Anschließend positioniert die Steuerung die C-Achse auf die Soll-Position 180°. Die Winkeldifferenz beträgt 120°.

Ohne **M94** beträgt die Winkeldifferenz 240°.

Eingabe

Wenn Sie **M94** definieren, führt die Steuerung den Dialog fort und erfragt die betroffene Drehachse. Wenn Sie keine Achse eingeben, reduziert die Steuerung die Positionsanzeige aller Drehachsen.

21 L M94	; Anzeigewerte aller Drehachsen reduzieren

21 L M94 C	; Anzeigewert der C-Achse reduzieren

Hinweise

- **M94** wirkt ausschließlich bei Rollover-Achsen, deren Ist-Positionsanzeige auch Werte über 360° erlauben.
- Mit dem Maschinenparameter **isModulo** (Nr. 300102) definiert der Maschinenhersteller, ob die Modulo-Zählweise für eine Rollover-Achse verwendet wird.
- Mit dem optionalen Maschinenparameter **shortestDistance** (Nr. 300401) definiert der Maschinenhersteller, ob die Steuerung die Drehachse standardmäßig mit dem kürzesten Verfahrweg positioniert.
- Mit dem optionalen Maschinenparameter **startPosToModulo** (Nr. 300402) definiert der Maschinenhersteller, ob die Steuerung vor jeder Positionierung die Ist-Positionsanzeige auf den Bereich von 0° bis 360° reduziert.
- Wenn für eine Drehachse Verfahrgrenzen oder Software-Endschalter aktiv sind, hat **M94** für diese Drehachse keine Funktion.

Definitionen

Modulo-Achse
Modulo-Achsen sind Achsen, deren Messgerät nur Werte von 0° bis 359,9999° liefert. Wenn eine Achse als Spindel verwendet wird, muss der Maschinenhersteller diese Achse als Modulo-Achse konfigurieren.

Rollover-Achse
Rollover-Achsen sind Drehachsen, die mehrere oder beliebig viele Umdrehungen ausführen können. Eine Rollover-Achse muss der Maschinenhersteller als Modulo-Achse konfigurieren.

Modulo-Zählweise
Die Positionsanzeige einer Drehachse mit Modulo-Zählweise liegt zwischen 0° und 359,9999°. Wenn der Wert von 359,9999° überschritten wird, beginnt die Anzeige wieder bei 0°.

17.4.2 Kleine Konturstufen bearbeiten mit M97

Anwendung

Mit **M97** können Sie Konturstufen fertigen, die kleiner als der Werkzeugradius sind. Die Steuerung verletzt die Kontur nicht und zeigt keine Fehlermeldung.

> Statt **M97** empfiehlt HEIDENHAIN die leistungsfähigere Funktion **M120** (Option #21).
>
> Nach Aktivieren von **M120** können Sie komplette Konturen ohne Fehlermeldungen fertigen. **M120** berücksichtigt auch Kreisbahnen.

Verwandte Themen

- Radiuskorrigierte Kontur vorausberechnen mit **M120**

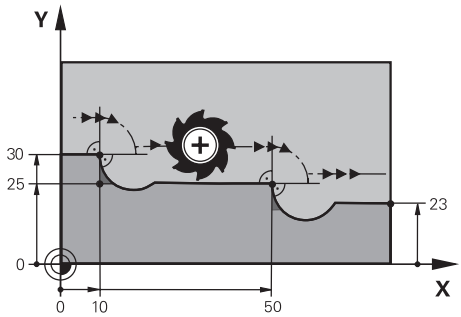
  Weitere Informationen: "Radiuskorrigierte Kontur vorausberechnen mit M120", Seite 443

Funktionsbeschreibung

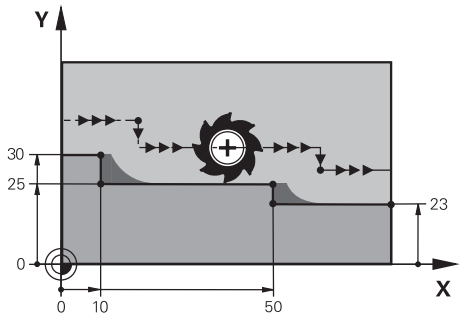
Wirkung

M97 wirkt satzweise und am Satzende.

Anwendungsbeispiel



Konturstufe ohne **M97**



Konturstufe mit **M97**

11 TOOL CALL 8 Z S5000	; Werkzeug mit Durchmesser 16 einwechseln
*** - ...**	
21 L X+0 Y+30 RL	
22 L X+10 M97	; Konturstufe mithilfe von Bahnschnittpunkt bearbeiten
23 L Y+25	
24 L X+50 M97	; Konturstufe mithilfe von Bahnschnittpunkt bearbeiten
25 L Y+23	
26 L X+100	

Mithilfe von **M97** ermittelt die Steuerung bei radiuskorrigierten Konturstufen einen Bahnschnittpunkt, der in der Verlängerung der Werkzeugbahn liegt. Die Steuerung verlängert die Werkzeugbahn jeweils um den Werkzeugradius. Dadurch verschiebt sich die Kontur umso weiter, je kleiner die Konturstufe und je größer der Werkzeugradius ist. Die Steuerung bewegt das Werkzeug über den Bahnschnittpunkt und vermeidet damit eine Konturverletzung.

Ohne **M97** würde das Werkzeug einen Übergangskreis um die Außenecken fahren und eine Konturverletzung verursachen. An solchen Stellen unterbricht die Steuerung die Bearbeitung mit der Fehlermeldung **Werkzeug-Radius zu groß**.

Hinweise

- Programmieren Sie **M97** nur an Außeneckpunkten.
- Beachten Sie bei der weiteren Bearbeitung, dass durch die Verschiebung der Konturecke mehr Restmaterial verbleibt. Ggf. müssen Sie die Konturstufe mit einem kleineren Werkzeug nacharbeiten.

17.4.3 Offene Konturecken bearbeiten mit M98

Anwendung

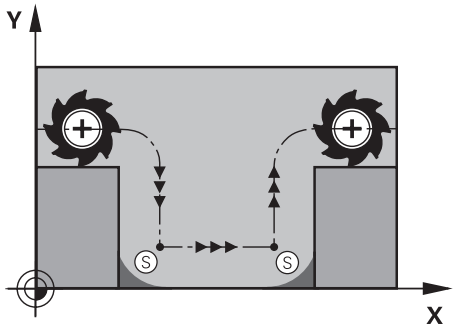
Wenn das Werkzeug eine radiuskorrigierte Kontur bearbeitet, verbleibt Restmaterial in Innenecken. Mit **M98** verlängert die Steuerung die Werkzeugbahn um den Werkzeugradius, damit das Werkzeug eine offene Kontur vollständig bearbeitet und das Restmaterial entfernt.

Funktionsbeschreibung

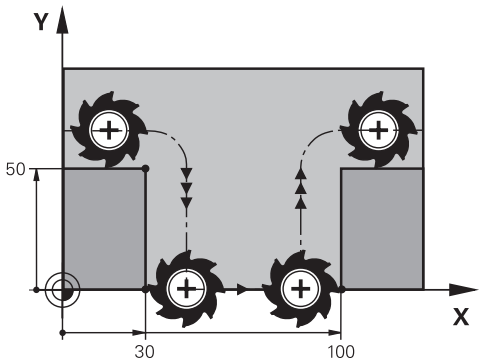
Wirkung

M98 wirkt satzweise und am Satzende.

Anwendungsbeispiel



Offene Kontur ohne **M98**



Offene Kontur mit **M98**

11 L X+0 Y+50 RL F1000	
12 L X+30	
13 L Y+0 M98	; Offene Konturecke vollständig bearbeiten
14 L X+100	; Die Steuerung behält die Position der Y-Achse durch **M98** bei.
15 L Y+50	

Die Steuerung fährt das Werkzeug radiuskorrigiert entlang der Kontur. Mit **M98** berechnet die Steuerung die Kontur voraus und ermittelt einen neuen Bahnschnittpunkt in der Verlängerung der Werkzeugbahn. Die Steuerung bewegt das Werkzeug über diesen Bahnschnittpunkt und bearbeitet die offene Kontur vollständig.

Im nächsten NC-Satz behält die Steuerung die Position der Y-Achse bei.

Ohne **M98** verwendet die Steuerung bei der radiuskorrigierten Kontur die programmierten Koordinaten als Begrenzung. Die Steuerung berechnet den Bahnschnittpunkt so, dass die Kontur nicht verletzt wird und somit Restmaterial verbleibt.

17.4.4 Vorschub bei Zustellbewegungen reduzieren mit M103

Anwendung

Mit **M103** führt die Steuerung Zustellbewegungen mit einem reduzierten Vorschub aus, z. B. zum Eintauchen. Sie definieren den Vorschubwert mithilfe eines Prozentfaktors.

Funktionsbeschreibung

Wirkung

M103 wirkt bei Geraden in der Werkzeugachse am Satzanfang.

Um **M103** zurückzusetzen, programmieren Sie **M103** ohne definierten Faktor.

Anwendungsbeispiel

11 L X+20 Y+20 F1000	; In der Bearbeitungsebene verfahren
12 L Z-2.5 M103 F20	; Vorschubreduzierung aktivieren und mit reduziertem Vorschub zustellen
12 L X+30 Z-5	; Mit reduziertem Vorschub zustellen

Die Steuerung positioniert das Werkzeug im ersten NC-Satz in der Bearbeitungsebene.

Im NC-Satz **12** aktiviert die Steuerung **M103** mit dem Prozentfaktor 20 und führt danach die Zustellbewegung der Z-Achse mit dem reduzierten Vorschub von 200 mm/min aus.

Als Nächstes führt die Steuerung im NC-Satz **13** eine Zustellbewegung in der X- und Z-Achse mit dem reduzierten Vorschub von 825 mm/min aus. Dieser höhere Vorschub ergibt sich daraus, dass die Steuerung neben der Zustellbewegung auch das Werkzeug in der Ebene bewegt. Die Steuerung berechnet einen Schnittwert zwischen dem Vorschub in der Ebene und dem Zustellvorschub.

Ohne **M103** erfolgt die Zustellbewegung im programmierten Vorschub.

Eingabe

Wenn Sie **M103** definieren, führt die Steuerung den Dialog fort und erfragt den Faktor **F**.

Hinweise

- Der Zustellvorschub F_Z wird aus dem zuletzt programmierten Vorschub F_{Prog} und dem Prozentfaktor **F** errechnet.

  $F_Z = F_{Prog} \times F$
- Die Funktion **M103** wirkt auch im geschwenkten Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS**. Die Vorschubreduzierung wirkt dann bei Zustellbewegungen in der virtuellen Werkzeugachse **VT**.

17.4.5 Vorschub bei Kreisbahnen anpassen mit M109

Anwendung

Mit **M109** hält die Steuerung den Vorschub an der Werkzeugschneide bei Innen- und Außenbearbeitungen von Kreisbahnen konstant, z. B. für ein gleichmäßiges Fräsbild beim Schlichten.

Funktionsbeschreibung

Wirkung

M109 wirkt am Satzanfang.

Um **M109** zurückzusetzen, programmieren Sie **M111**.

Anwendungsbeispiel

11 L X+5 Y+25 RL F1000	; Ersten Konturpunkt mit programmiertem Vorschub anfahren
12 CR X+45 Y+25 R+20 DR- M109	; Vorschubanpassung aktivieren, anschließend Kreisbahn mit erhöhtem Vorschub bearbeiten

Im ersten NC-Satz fährt die Steuerung das Werkzeug im programmierten Vorschub, der sich auf die Werkzeug-Mittelpunktsbahn bezieht.

Im NC-Satz **12** aktiviert die Steuerung **M109** und hält bei der Bearbeitung von Kreisbahnen den Vorschub an der Werkzeugschneide konstant. Die Steuerung berechnet jeweils am Satzanfang den Vorschub an der Werkzeugschneide für diesen NC-Satz und passt den programmierten Vorschub je nach Kontur- und Werkzeugradius an. Somit wird der programmierte Vorschub bei Außenbearbeitungen erhöht und bei Innenbearbeitungen reduziert.

Anschließend bearbeitet das Werkzeug die Außenkontur mit erhöhtem Vorschub.

Ohne **M109** bearbeitet das Werkzeug die Kreisbahn im programmierten Vorschub.

Hinweise

HINWEIS

Achtung, Gefahr für Werkzeug und Werkstück!

Wenn die Funktion **M109** aktiv ist, erhöht die Steuerung bei der Bearbeitung von sehr kleinen Außenecken (spitze Winkel) den Vorschub teilweise drastisch. Während der Abarbeitung besteht die Gefahr eines Werkzeugbruchs und einer Werkstückbeschädigung!

- **M109** nicht bei der Bearbeitung sehr kleiner Außenecken (spitzen Winkeln) verwenden

Wenn Sie **M109** vor dem Aufruf eines Bearbeitungszyklus mit einer Nummer größer als **200** definieren, wirkt die Vorschubanpassung auch bei Kreisbahnen innerhalb dieser Bearbeitungszyklen.

17.4.6 Vorschub bei Innenradien reduzieren mit M110

Anwendung

Mit **M110** hält die Steuerung den Vorschub an der Werkzeugschneide nur bei Innenradien konstant, im Gegensatz zu **M109**. Dadurch wirken gleichbleibende Schnittbedingungen auf das Werkzeug, was z. B. im Bereich der Schwerzerspanung wichtig ist.

Funktionsbeschreibung

Wirkung

M110 wirkt am Satzanfang.

Um **M110** zurückzusetzen, programmieren Sie **M111**.

Anwendungsbeispiel

11 L X+5 Y+25 RL F1000	; Ersten Konturpunkt mit programmiertem Vorschub anfahren
12 CR X+45 Y+25 R+20 DR+ M110	; Vorschubreduzierung aktivieren, anschließend Kreisbahn mit reduziertem Vorschub bearbeiten

Im ersten NC-Satz fährt die Steuerung das Werkzeug im programmierten Vorschub, der sich auf die Werkzeug-Mittelpunktsbahn bezieht.

Im NC-Satz **12** aktiviert die Steuerung **M110** und hält bei der Bearbeitung von Innenradien den Vorschub an der Werkzeugschneide konstant. Die Steuerung berechnet jeweils am Satzanfang den Vorschub an der Werkzeugschneide für diesen NC-Satz und passt den programmierten Vorschub je nach Kontur- und Werkzeugradius an.

Anschließend bearbeitet das Werkzeug den Innenradius mit reduziertem Vorschub.

Ohne **M110** bearbeitet das Werkzeug den Innenradius im programmierten Vorschub.

Hinweis

Wenn Sie **M110** vor dem Aufruf eines Bearbeitungszyklus mit einer Nummer größer als **200** definieren, wirkt die Vorschubanpassung auch bei Kreisbahnen innerhalb dieser Bearbeitungszyklen.

17.4.7 Vorschub für Drehachsen in mm/min interpretieren mit M116 (Option #8)

Anwendung

Mit **M116** interpretiert die Steuerung den Vorschub bei Drehachsen in mm/min.

Voraussetzungen

- Maschine mit Drehachsen
- Kinematikbeschreibung

> Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!
> Der Maschinenhersteller erstellt die Kinematikbeschreibung der Maschine.

- Software-Option #8 Erweiterte Funktionen Gruppe 1

Funktionsbeschreibung

Wirkung

M116 wirkt nur in der Bearbeitungsebene und am Satzanfang.

Um **M116** zurückzusetzen, programmieren Sie **M117**.

Anwendungsbeispiel

11 L IC+30 F500 M116	; Verfahrbewegung der C-Achse in mm/min

Die Steuerung interpretiert mithilfe von **M116** den programmierten Vorschub der C-Achse in mm/min, z. B. für eine Zylindermantelbearbeitung.

Dabei berechnet die Steuerung jeweils am Satzanfang den Vorschub für diesen NC-Satz, abhängig vom Abstand des Werkzeugmittelpunkts zum Drehachsenzentrum.

Während die Steuerung den NC-Satz abarbeitet, ändert sich der Vorschub nicht. Das gilt auch, wenn sich das Werkzeug auf das Zentrum einer Drehachse zubewegt.

Ohne **M116** interpretiert die Steuerung den programmierten Vorschub einer Drehachse in °/min.

Hinweise

- Sie können **M116** bei Kopf- und Tischdrehachsen programmieren.
- Die Funktion **M116** wirkt auch bei aktiver Funktion **Bearbeitungsebene schwenken**.

  Weitere Informationen: "Bearbeitungsebene schwenken (Option #8)", Seite 255
- Eine Kombination von **M116** mit **M128** oder **FUNCTION TCPM** (Option #9) ist nicht möglich. Wenn Sie bei aktiver Funktion **M128** oder **FUNCTION TCPM** für eine Achse **M116** aktivieren möchten, müssen Sie diese Achse mit **M138** von der Bearbeitung ausschließen.

  Weitere Informationen: "Drehachsen für die Bearbeitung berücksichtigen mit M138", Seite 453
- Ohne **M128** oder **FUNCTION TCPM** (Option #9) kann **M116** auch für mehrere Drehachsen gleichzeitig wirken.

17.4.8 Handradüberlagerung aktivieren mit M118

Anwendung

Mit **M118** aktiviert die Steuerung die Handrad-Überlagerung. Sie können während des Programmlaufs manuelle Korrekturen mit dem Handrad ausführen.

Verwandte Themen

- Handrad-Überlagerung mithilfe der Globalen Programmeinstellungen GPS (Option #44)

Voraussetzungen

- Handrad
- Software-Option #21 Erweiterte Funktionen Gruppe 3

Funktionsbeschreibung

Wirkung

M118 wirkt am Satzanfang.

Um **M118** zurückzusetzen, programmieren Sie **M118** ohne Achsangaben.

> Ein Programmabbruch setzt die Handrad-Überlagerung ebenfalls zurück.

Anwendungsbeispiel

11 L Z+0 R0 F500	; In der Werkzeugachse verfahren
12 L X+200 R0 F250 M118 Z1	; In der Bearbeitungsebene verfahren mit aktiver Handrad-Überlagerung von max. ±1 mm in der Z-Achse

Im ersten NC-Satz positioniert die Steuerung das Werkzeug in der Werkzeugachse.

Im NC-Satz **12** aktiviert die Steuerung am Satzanfang die Handrad-Überlagerung mit dem maximalen Verfahrbereich von ±1 mm in der Z-Achse.

Anschließend führt die Steuerung die Verfahrbewegung in der Bearbeitungsebene aus. Während dieser Verfahrbewegung können Sie mit dem Handrad das Werkzeug stufenlos in der Z-Achse bis zu max. ±1 mm verfahren. Somit können Sie z. B. ein erneut aufgespanntes Werkstück nacharbeiten, bei dem Sie aufgrund einer Freiformfläche nicht antasten können.

Eingabe

Wenn Sie **M118** definieren, führt die Steuerung den Dialog fort und erfragt die Achsen sowie den maximal zulässigen Wert der Überlagerung. Sie definieren den Wert bei Linearachsen in mm und bei Drehachsen in °.

21 L X+0 Y+38.5 RL F125 M118 X1 Y1	; Verfahrbewegung in der Bearbeitungsebene mit aktiver Handrad-Überlagerung von max. ±1 mm in der X- und Y-Achse

Hinweise

Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!
Ihr Maschinenhersteller muss die Steuerung für diese Funktion anpassen.

- **M118** wirkt standardmäßig im Maschinen-Koordinatensystem **M-CS**.
  Wenn Sie im Arbeitsbereich **GPS** (Option #44) den Schalter **Handrad-Überlagerung** aktivieren, wirkt die Handrad-Überlagerung in dem zuletzt gewählten Koordinatensystem.
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Im Reiter **POS HR** des Arbeitsbereichs **Status** zeigt die Steuerung das aktive Koordinatensystem, in dem die Handrad-Überlagerung wirkt sowie die maximal möglichen Verfahrwerte der jeweiligen Achsen.
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Die Funktion Handrad-Überlagerung **M118** ist in Verbindung mit der Dynamischen Kollisionsüberwachung DCM (Option #40) nur im gestoppten Zustand möglich.
  Um **M118** ohne Einschränkung nutzen zu können, müssen Sie die Funktion **DCM** (Option #40) deaktivieren oder eine Kinematik ohne Kollisionskörper aktivieren.
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Die Handrad-Überlagerung wirkt auch in der Anwendung **MDI**.
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Um **M118** bei geklemmten Achsen verwenden zu können, müssen Sie zuerst die Klemmung lösen.

Hinweise in Verbindung mit der virtuellen Werkzeugachse VT (Option #44)

> Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!
> Ihr Maschinenhersteller muss die Steuerung für diese Funktion anpassen.

- Bei Maschinen mit Kopfdrehachsen können Sie bei angestellter Bearbeitung wählen, ob die Überlagerung in der Z-Achse oder entlang der virtuellen Werkzeugachse **VT** wirkt.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Mit dem Maschinenparameter **selectAxes** (Nr. 126203) definiert der Maschinenhersteller die Belegung der Achstasten am Handrad.

  Bei einem Handrad HR 5xx können Sie die virtuelle Werkzeugachse ggf. auf die orange Achstaste **VI** legen.

17.4.9 Radiuskorrigierte Kontur vorausberechnen mit M120

Anwendung

Mit **M120** berechnet die Steuerung eine radiuskorrigierte Kontur voraus. Dadurch kann die Steuerung Konturen kleiner als der Werkzeugradius fertigen, ohne die Kontur zu verletzen oder eine Fehlermeldung zu zeigen.

Voraussetzung

- Software-Option #21 Erweiterte Funktionen Gruppe 3

Funktionsbeschreibung

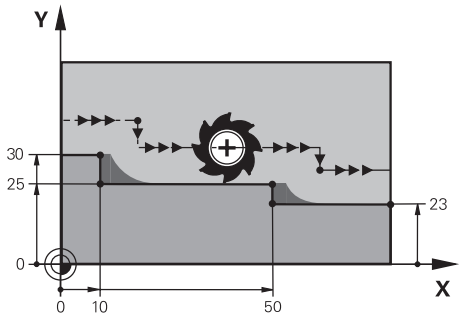
Wirkung

M120 wirkt am Satzanfang und über Zyklen zur Fräsbearbeitung hinaus.

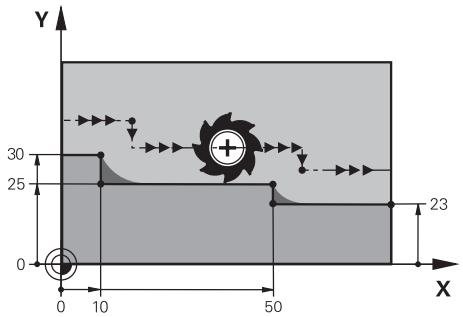
Mit folgenden Funktionen setzen Sie **M120** zurück:

- Radiuskorrektur **R0**
- **M120 LA0**
- **M120** ohne **LA**
- Funktion **PGM CALL**
- Zyklus **19 BEARBEITUNGSEBENE** oder **PLANE**-Funktionen (Option #8)

Anwendungsbeispiel



Konturstufe mit **M97**



Konturstufe mit **M120**

11 TOOL CALL 8 Z S5000	; Werkzeug mit Durchmesser 16 einwechseln
*** - ...**	
21 L X+0 Y+30 RL M120 LA2	; Kontur vorausrechnen aktivieren und in der Bearbeitungsebene verfahren
22 L X+10	
23 L Y+25	
24 L X+50	
25 L Y+23	
26 L X+100	

Mit **M120 LA2** im NC-Satz **21** prüft die Steuerung die radiuskorrigierte Kontur auf Hinterschneidungen. Die Steuerung berechnet in diesem Beispiel die Werkzeugbahn ab dem aktuellen NC-Satz für jeweils zwei NC-Sätze voraus. Danach positioniert die Steuerung das Werkzeug radiuskorrigiert zum ersten Konturpunkt.

Bei der Bearbeitung der Kontur verlängert die Steuerung die Werkzeugbahn jeweils so weit, dass das Werkzeug die Kontur nicht verletzt.

Ohne **M120** würde das Werkzeug einen Übergangskreis um die Außenecken fahren und eine Konturverletzung verursachen. An solchen Stellen unterbricht die Steuerung die Bearbeitung mit der Fehlermeldung **Werkzeug-Radius zu groß**.

Eingabe

Wenn Sie **M120** definieren, führt die Steuerung den Dialog fort und erfragt die Anzahl der vorauszurechnenden NC-Sätze **LA**, max. 99.

Hinweise

HINWEIS

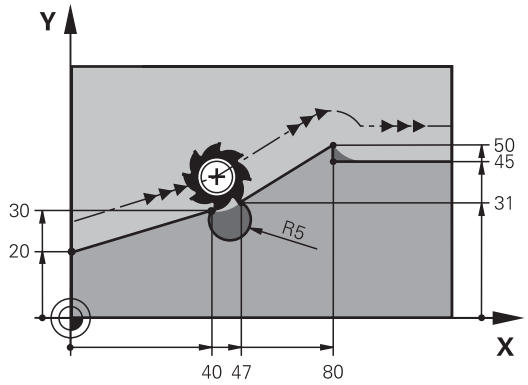
Achtung Kollisionsgefahr!

Definieren Sie die Anzahl der vorauszuberechnenden NC-Sätze **LA** so klein wie möglich. Die Steuerung kann bei zu groß gewählten Werten Teile der Kontur überlesen!

- NC-Programm vor Abarbeitung mithilfe der Simulation testen
- NC-Programm langsam einfahren

- Beachten Sie bei der weiteren Bearbeitung, dass in Konturecken Restmaterial verbleibt. Ggf. müssen Sie die Konturstufe mit einem kleineren Werkzeug nacharbeiten.
- Wenn Sie **M120** immer im selben NC-Satz wie die Radiuskorrektur programmieren, erreichen Sie eine konstante und übersichtliche Programmiervorgehensweise.
- Wenn Sie bei aktivem **M120** folgende Funktionen abarbeiten, bricht die Steuerung den Programmlauf ab und zeigt eine Fehlermeldung:
  - Zyklus **32 TOLERANZ**
  - **M128** (Option #9)
  - **FUNCTION TCPM** (Option #9)
  - Satzvorlauf

Beispiel



0 BEGIN PGM "M120" MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-10	
2 BLK FORM 0.2 X+110 Y+80 Z+0	; Rohteildefinition
3 TOOL CALL 6 Z S1000 F1000	; Werkzeug mit Durchmesser 12 einwechseln
4 L X-5 Y+26 R0 FMAX M3	; In der Bearbeitungsebene verfahren
5 L Z-5 R0 FMAX	; In der Werkzeugachse zustellen
6 L X+0 Y+20 RL F AUTO M120 LA5	; Kontur vorausrechnen aktivieren und ersten Konturpunkt anfahren
7 L X+40 Y+30	
8 CR X+47 Y+31 R-5 DR+	
9 L X+80 Y+50	
10 L X+80 Y+45	
11 L X+110 Y+45	; Letzten Konturpunkt anfahren
12 L Z+100 R0 FMAX M120	; Werkzeug freifahren und **M120** zurücksetzen
13 M30	; Programmende
14 END PGM "M120" MM	

Definition

Abkürzung	Definition
LA (look ahead)	Satzanzahl für Vorausrechnung

17.4.10 Drehachsen wegoptimiert verfahren mit M126

Anwendung

Mit **M126** fährt die Steuerung eine Drehachse auf dem kürzesten Weg auf die programmierten Koordinaten. Die Funktion wirkt nur bei Drehachsen, deren Positionsanzeige auf einen Wert unter 360° reduziert ist.

Funktionsbeschreibung

Wirkung

M126 wirkt am Satzanfang.

Um **M126** zurückzusetzen, programmieren Sie **M127**.

Anwendungsbeispiel

11 L C+350	; In der C-Achse verfahren
12 L C+10 M126	; Wegoptimiert in der C-Achse verfahren

Im ersten NC-Satz positioniert die Steuerung die C-Achse auf 350°.

Im zweiten NC-Satz aktiviert die Steuerung **M126** und positioniert anschließend die C-Achse wegoptimiert auf 10°. Die Steuerung nutzt den kürzesten Verfahrweg und bewegt die C-Achse in die positive Drehrichtung, über die 360° hinaus. Der Verfahrweg beträgt 20°.

Ohne **M126** bewegt die Steuerung die Drehachse nicht über die 360° hinaus. Der Verfahrweg beträgt 340° in die negative Drehrichtung.

Hinweise

- **M126** wirkt nicht bei inkrementalen Verfahrbewegungen.
- Die Wirkung von **M126** ist abhängig von der Konfiguration der Drehachse.
- **M126** wirkt ausschließlich bei Modulo-Achsen.

  Mit dem Maschinenparameter **isModulo** (Nr. 300102) definiert der Maschinenhersteller, ob die Drehachse eine Modulo-Achse ist.
- Mit dem optionalen Maschinenparameter **shortestDistance** (Nr. 300401) definiert der Maschinenhersteller, ob die Steuerung die Drehachse standardmäßig mit dem kürzesten Verfahrweg positioniert.
- Mit dem optionalen Maschinenparameter **startPosToModulo** (Nr. 300402) definiert der Maschinenhersteller, ob die Steuerung vor jeder Positionierung die Ist-Positionsanzeige auf den Bereich von 0° bis 360° reduziert.

Definitionen

Modulo-Achse

Modulo-Achsen sind Achsen, deren Messgerät nur Werte von 0° bis 359,9999° liefert. Wenn eine Achse als Spindel verwendet wird, muss der Maschinenhersteller diese Achse als Modulo-Achse konfigurieren.

Rollover-Achse

Rollover-Achsen sind Drehachsen, die mehrere oder beliebig viele Umdrehungen ausführen können. Eine Rollover-Achse muss der Maschinenhersteller als Modulo-Achse konfigurieren.

Modulo-Zählweise

Die Positionsanzeige einer Drehachse mit Modulo-Zählweise liegt zwischen 0° und 359,9999°. Wenn der Wert von 359,9999° überschritten wird, beginnt die Anzeige wieder bei 0°.

17.4.11 Werkzeuganstellung automatisch kompensieren mit M128 (Option #9)

Anwendung

Wenn sich im NC-Programm die Position einer gesteuerten Drehachse ändert, kompensiert die Steuerung mit **M128** während des Schwenkvorgangs automatisch die Werkzeuganstellung mithilfe einer Ausgleichsbewegung der Linearachsen. Somit bleibt die Position der Werkzeugspitze gegenüber dem Werkstück unverändert (TCPM).

> Statt **M128** empfiehlt HEIDENHAIN die leistungsfähigere Funktion **FUNCTION TCPM**.

Verwandte Themen

- Werkzeugversatz kompensieren mit **FUNCTION TCPM**

  Weitere Informationen: "Werkzeuganstellung kompensieren mit FUNCTION TCPM (Option #9)", Seite 301

Voraussetzung

- Maschine mit Drehachsen
- Kinematikbeschreibung

  > Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!
  >
  > Der Maschinenhersteller erstellt die Kinematikbeschreibung der Maschine.

- Software-Option #9 Erweiterte Funktionen Gruppe 2

Funktionsbeschreibung

Wirkung

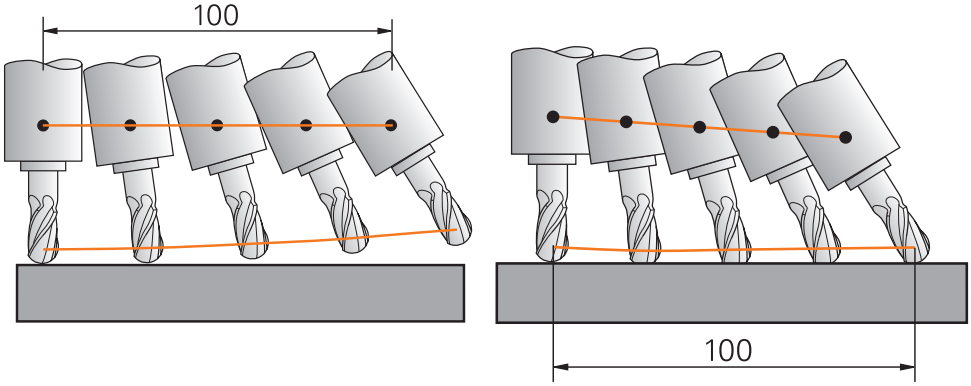
M128 wirkt am Satzanfang.

Mit folgenden Funktionen setzen Sie **M128** zurück:

- **M129**
- **FUNCTION RESET TCPM**
- In der Betriebsart **Programmlauf** ein anderes NC-Programm wählen

> **M128** wirkt auch in der Betriebsart **Manuell** und bleibt nach einem Betriebsartenwechsel aktiv.

Anwendungsbeispiel



Verhalten ohne **M128** Verhalten mit **M128**

11 L X+100 B-30 F800 M128 F1000	; Mit automatischer Kompensation der Drehachsbewegung verfahren

In diesem NC-Satz aktiviert die Steuerung **M128** mit dem Vorschub für die Ausgleichsbewegung. Anschließend führt die Steuerung eine simultane Verfahrbewegung in der X-Achse und der B-Achse aus.

Um die Position der Werkzeugspitze zum Werkstück während der Anstellung der Drehachse konstant zu halten, führt die Steuerung eine kontinuierliche Ausgleichsbewegung mithilfe der Linearachsen aus. In diesem Beispiel führt die Steuerung die Ausgleichsbewegung in der Z-Achse aus.

Ohne **M128** entsteht ein Versatz der Werkzeugspitze gegenüber der Sollposition, sobald sich der Anstellwinkel des Werkzeugs ändert. Diesen Versatz kompensiert die Steuerung nicht. Wenn Sie die Abweichung im NC-Programm nicht berücksichtigen, erfolgt die Bearbeitung versetzt oder führt zu einer Kollision.

Eingabe

Wenn Sie **M128** definieren, führt die Steuerung den Dialog fort und erfragt den Vorschub **F**. Der definierte Wert begrenzt den Vorschub während der Ausgleichsbewegung.

Angestellte Bearbeitung mit ungeregelten Drehachsen

Sie können mit ungeregelten Drehachsen, sog. Zählerachsen, in Verbindung mit **M128** auch angestellte Bearbeitungen ausführen.

Gehen Sie bei angestellten Bearbeitungen mit ungeregelten Drehachsen wie folgt vor:

- Vor Aktivierung von **M128** Drehachsen manuell positionieren
- **M128** aktivieren
- > Die Steuerung liest die Istwerte aller vorhandenen Drehachsen, berechnet daraus die neue Position des Werkzeug-Führungspunkts und aktualisiert die Positionsanzeige.

Weitere Informationen: "Bezugspunkte am Werkzeug", Seite 158

- > Die Steuerung führt die erforderliche Ausgleichsbewegung mit der nächsten Verfahrbewegung aus.
- Bearbeitung durchführen
- Am Programmende **M128** mit **M129** zurücksetzen
- Drehachsen in Ausgangsstellung bringen

> Solange **M128** aktiv ist, überwacht die Steuerung die Istposition der ungeregelten Drehachsen. Wenn die Istposition um einen vom Maschinenhersteller definierbaren Wert von der Sollposition abweicht, gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus und unterbricht den Programmlauf.

Hinweise

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Drehachsen mit Hirth-Verzahnung müssen zum Schwenken aus der Verzahnung herausfahren. Während des Herausfahrens und der Schwenkbewegung besteht Kollisionsgefahr!

- Werkzeug freifahren, bevor Sie die Stellung der Drehachse verändern

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie beim Umfangsfräsen die Werkzeuganstellung durch Geraden **LN** mit Werkzeugorientierung **TX**, **TY** und **TZ** definieren, berechnet die Steuerung die benötigten Positionen der Drehachsen selbst. Dadurch können unvorhergesehene Verfahrbewegungen entstehen.

- NC-Programm vor Abarbeitung mithilfe der Simulation testen
- NC-Programm langsam einfahren

Weitere Informationen: "3D-Werkzeugkorrektur beim Umfangsfräsen (Option #9)", Seite 335

Weitere Informationen: "Ausgabe mit Vektoren", Seite 411

- Der Vorschub für die Ausgleichsbewegung bleibt so lange wirksam, bis Sie einen neuen programmieren oder **M128** aufheben.
- Wenn **M128** aktiv ist, zeigt die Steuerung im Arbeitsbereich **Positionen** das Symbol **TCPM**.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Sie definieren den Anstellwinkel des Werkzeugs, indem Sie die Achspositionen der Drehachsen direkt eingeben. Dadurch beziehen sich die Werte auf das Maschinen-Koordinatensystem **M-CS**. Bei Maschinen mit Kopfdrehachsen ändert sich das Werkzeug-Koordinatensystem **T-CS**. Bei Maschinen mit Tischdrehachsen ändert sich das Werkstück-Koordinatensystem **W-CS**.

  Weitere Informationen: "Bezugssysteme", Seite 228
- Wenn Sie bei aktivem **M128** folgende Funktionen abarbeiten, bricht die Steuerung den Programmlauf ab und zeigt eine Fehlermeldung:
  - Schneidenradiuskorrektur **RR/RL** im Drehbetrieb (Option #50)
  - **M91**
  - **M92**
  - **M144**
  - Werkzeugaufruf **TOOL CALL**
  - Dynamische Kollisionsübewachung DCM (Option #40) und zugleich **M118**
- Mit dem optionalen Maschinenparameter **maxCompFeed** (Nr. 201303) definiert der Maschinenhersteller die maximale Geschwindigkeit von Ausgleichsbewegungen.
- Mit dem optionalen Maschinenparameter **maxAngleTolerance** (Nr. 205303) definiert der Maschinenhersteller die maximale Winkeltoleranz.
- Mit dem optionalen Maschinenparameter **maxLinearTolerance** (Nr. 205305) definiert der Maschinenhersteller die maximale Linearachstoleranz.
- Mit dem optionalen Maschinenparameter **manualOversize** (Nr. 205304) definiert der Maschinenhersteller ein manuelles Aufmaß für alle Kollisionskörper.

Hinweise in Verbindung mit Werkzeugen

Wenn Sie während einer Konturbearbeitung das Werkzeug anstellen, müssen Sie einen Kugelfräser verwenden. Ansonsten kann das Werkzeug die Kontur verletzen.

Um mit Kugelfräsern während der Bearbeitung die Kontur nicht zu verletzen, beachten Sie Folgendes:

- Bei **M128** setzt die Steuerung den Werkzeug-Drehpunkt mit dem Werkzeug-Führungspunkt gleich. Wenn der Werkzeug-Drehpunkt an der Werkzeugspitze liegt, verletzt das Werkzeug bei einer Werkzeuganstellung die Kontur. Dadurch muss der Werkzeug-Führungspunkt im Werkzeug-Mittelpunkt liegen.

  Weitere Informationen: "Bezugspunkte am Werkzeug", Seite 158
- Damit die Steuerung das Werkzeug in der Simulation korrekt darstellt, müssen Sie die tatsächliche Länge des Werkzeugs in der Spalte **L** der Werkzeugverwaltung definieren.

  Beim Werkzeugaufruf im NC-Programm definieren Sie den Kugelradius als negativen Deltawert in **DL** und verschieben somit den Werkzeug-Führungspunkt in den Werkzeug-Mittelpunkt.

  Weitere Informationen: "Korrektur der Werkzeuglänge", Seite 312

  Auch für die Dynamische Kollisionsüberwachung DCM (Option #40) müssen Sie die tatsächliche Länge des Werkzeugs in der Werkzeugverwaltung definieren.

  Weitere Informationen: "Dynamische Kollisionsüberwachung DCM (Option #40)", Seite 362
- Wenn der Werkzeug-Führungspunkt im Werkzeug-Mittelpunkt liegt, müssen Sie die Koordinaten der Werkzeugachse im NC-Programm um den Kugelradius anpassen.

In der Funktion **FUNCTION TCPM** können Sie den Werkzeug-Führungspunkt und den Werkzeug-Drehpunkt unabhängig voneinander wählen.

Weitere Informationen: "Werkzeuganstellung kompensieren mit FUNCTION TCPM (Option #9)", Seite 301

Definition

Abkürzung	Definition
TCPM (tool center point management)	Position des Werkzeug-Führungspunkts beibehalten **Weitere Informationen:** "Bezugspunkte am Werkzeug", Seite 158

17.4.12 Vorschub in mm/U interpretieren mit M136

Anwendung

Mit **M136** interpretiert die Steuerung den Vorschub in Millimeter pro Spindelumdrehung. Die Vorschubgeschwindigkeit ist abhängig von der Drehzahl, z. B. in Verbindung mit dem Drehbetrieb (Option #50).

Weitere Informationen: "Bearbeitungsmodus umschalten mit FUNCTION MODE", Seite 124

Funktionsbeschreibung

Wirkung

M136 wirkt am Satzanfang.

Um **M136** zurückzusetzen, programmieren Sie **M137**.

Anwendungsbeispiel

11 LBL "TURN"	
12 FUNCTION MODE TURN	; Drehbetrieb aktivieren
13 M136	; Vorschubinterpretation in mm/U ändern
14 LBL 0	

M136 steht hier in einem Unterprogramm, in dem die Steuerung den Drehbetrieb aktiviert (Option #50).

Mithilfe von **M136** interpretiert die Steuerung den Vorschub in mm/U, was für den Drehbetrieb notwendig ist. Der Vorschub pro Umdrehung bezieht sich auf die Drehzahl der Werkstückspindel. Dadurch bewegt die Steuerung das Werkzeug bei jeder Umdrehung der Werkstückspindel um den programmierten Vorschubwert.

Ohne **M136** interpretiert die Steuerung den Vorschub in mm/min.

Hinweise

- In NC-Programmen mit der Einheit inch ist **M136** in Kombination mit **FU** oder **FZ** nicht erlaubt.
- Bei aktivem **M136** darf die Werkstückspindel nicht in Regelung sein.
- **M136** ist nicht in Kombination mit einer Spindelorientierung möglich. Da bei einer Spindelorientierung keine Drehzahl vorhanden ist, kann die Steuerung keinen Vorschub berechnen, z. B. beim Gewindebohren.

17.4.13 Drehachsen für die Bearbeitung berücksichtigen mit M138

Anwendung

Mit **M138** definieren Sie, welche Drehachsen die Steuerung bei der Berechnung und Positionierung von Raumwinkeln berücksichtigt. Die nicht definierten Drehachsen schließt die Steuerung aus. Dadurch können Sie die Anzahl der Schwenkmöglichkeiten begrenzen und somit eine Fehlermeldung vermeiden, z. B. bei Maschinen mit drei Drehachsen.

M138 wirkt in Kombination mit folgenden Funktionen:

- **M128** (Option #9)

  Weitere Informationen: "Werkzeuganstellung automatisch kompensieren mit M128 (Option #9)", Seite 448
- **FUNCTION TCPM** (Option #9)

  Weitere Informationen: "Werkzeuganstellung kompensieren mit FUNCTION TCPM (Option #9)", Seite 301
- **PLANE**-Funktionen (Option #8)

  Weitere Informationen: "Bearbeitungsebene schwenken mit PLANE-Funktionen (Option #8)", Seite 256
- Zyklus **19 BEARBEITUNGSEBENE** (Option #8)

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen

Funktionsbeschreibung

Wirkung

M138 wirkt am Satzanfang.

Um **M138** zurückzusetzen, programmieren Sie **M138** ohne Angabe von Drehachsen.

Anwendungsbeispiel

11 L Z+100 R0 FMAX M138 A C	; Berücksichtigen der Achsen **A** und **C** definieren
12 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+90 SPC+0 MOVE FMAX	; Raumwinkel **SPB** 90° schwenken

Bei einer 6-Achs-Maschine mit den Drehachsen **A**, **B** und **C** müssen Sie für Bearbeitungen mit Raumwinkeln eine Drehachse ausschließen, ansonsten sind zu viele Kombinationen möglich.

Mit **M138 A C** berechnet die Steuerung die Achsposition beim Schwenken mit Raumwinkeln nur in den Achsen **A** und **C**. Die B-Achse ist ausgeschlossen. Im NC-Satz **12** positioniert die Steuerung den Raumwinkel **SPB+90** deshalb mit den Achsen **A** und **C**.

Ohne **M138** gibt es zu viele Schwenkmöglichkeiten. Die Steuerung unterbricht die Bearbeitung und gibt eine Fehlermeldung aus.

Eingabe

Wenn Sie **M138** definieren, führt die Steuerung den Dialog fort und erfragt die zu berücksichtigenden Drehachsen.

11 L Z+100 R0 FMAX M138 C	; Berücksichtigen der C-Achse definieren

Hinweise

- Mit **M138** schließt die Steuerung die Drehachsen nur bei der Berechnung und Positionierung von Raumwinkeln aus. Eine mit **M138** ausgeschlossene Drehachse können Sie trotzdem mit einem Positioniersatz verfahren. Beachten Sie, dass die Steuerung dabei keine Kompensationen ausführt.
- Mit dem optionalen Maschinenparameter **parAxComp** (Nr. 300205) definiert der Maschinenhersteller, ob die Steuerung die Stellung der ausgeschlossenen Achse in die Kinematikberechnung einbezieht.

17.4.14 In der Werkzeugachse zurückziehen mit M140

Anwendung

Mit **M140** zieht die Steuerung das Werkzeug in der Werkzeugachse zurück.

Funktionsbeschreibung

Wirkung

M140 wirkt satzweise und am Satzanfang.

Anwendungsbeispiel

11 LBL "SAFE"	
12 M140 MB MAX	; Maximalen Weg in der Werkzeugachse zurückziehen
13 L X+350 Y+400 R0 FMAX M91	; Sichere Position in der Bearbeitungsebene anfahren
14 LBL 0	

M140 steht hier in einem Unterprogramm, in dem die Steuerung das Werkzeug auf eine sichere Position bewegt.

Mit **M140 MB MAX** zieht die Steuerung das Werkzeug den maximalen Weg in positiver Richtung der Werkzeugachse zurück. Die Steuerung stoppt das Werkzeug vor einem Endschalter oder einem Kollisionskörper.

Im nächsten NC-Satz bewegt die Steuerung das Werkzeug in der Bearbeitungsebene auf eine sichere Position.

Ohne **M140** führt die Steuerung keinen Rückzug aus.

Eingabe

Wenn Sie **M140** definieren, führt die Steuerung den Dialog fort und erfragt die Rückzugslänge **MB**. Die Rückzugslänge können Sie als positiven oder negativen Inkrementalwert definieren. Mit **MB MAX** verfährt die Steuerung das Werkzeug in positiver Richtung der Werkzeugachse bis vor einen Endschalter oder Kollisionskörper.

Sie können nach **MB** einen Vorschub für die Rückzugsbewegung definieren. Wenn Sie keinen Vorschub definieren, zieht die Steuerung das Werkzeug im Eilgang zurück.

21 L Y+38.5 F125 M140 MB+50 F750	; Werkzeug mit Vorschub 750 mm/min 50 mm in positiver Richtung der Werkzeugachse zurückziehen

21 L Y+38.5 F125 M140 MB MAX	; Werkzeug mit Eilgang den maximalen Weg in positiver Richtung der Werkzeugachse zurückziehen

Hinweise

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Der Maschinenhersteller hat unterschiedliche Möglichkeiten, die Funktion Dynamische Kollisionsüberwachung DCM (Option #40) zu konfigurieren. Maschinenabhängig arbeitet die Steuerung trotz erkannter Kollision das NC-Programm ohne Fehlermeldung weiter ab. Die Steuerung stoppt das Werkzeug an der letzten kollisionsfreien Position und setzt das NC-Programm von dieser Position aus fort. Bei dieser Konfiguration von DCM entstehen Bewegungen, die nicht programmiert wurden. **Das Verhalten ist unabhängig davon, ob die Kollisionsüberwachung aktiv oder inaktiv ist.** Während dieser Bewegungen besteht Kollisionsgefahr!

- Maschinenhandbuch beachten
- Verhalten an der Maschine prüfen

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie mithilfe der Funktion **M118** die Position einer Drehachse mit dem Handrad verändern und nachfolgend die Funktion **M140** abarbeiten, ignoriert die Steuerung beim Rückzug die überlagerten Werte. Vor allem bei Maschinen mit Kopfdrehachsen entstehen dabei unerwünschte und unvorhersehbare Bewegungen. Während dieser Rückzugsbewegungen besteht Kollisionsgefahr!

- **M118** mit **M140** nicht bei Maschinen mit Kopfdrehachsen kombinieren

- **M140** wirkt auch bei geschwenkter Bearbeitungsebene. Bei Maschinen mit Kopfdrehachsen bewegt die Steuerung das Werkzeug im Werkzeug-Koordinatensystem **T-CS**.

  Weitere Informationen: "Werkzeug-Koordinatensystem T-CS", Seite 240
- Mit **M140 MB MAX** zieht die Steuerung das Werkzeug nur in positiver Richtung der Werkzeugachse zurück.
- Wenn Sie bei **MB** einen negativen Wert definieren, zieht die Steuerung das Werkzeug in die negative Richtung der Werkzeugachse zurück.
- Die nötigen Informationen zur Werkzeugachse für **M140** bezieht die Steuerung aus dem Werkzeugaufruf.
- Mit dem optionalen Maschinenparameter **moveBack** (Nr. 200903) definiert der Maschinenhersteller den Abstand zu einem Endschalter oder einem Kollisionskörper bei einem maximalen Rückzug **MB MAX**.

Definition

Abkürzung	Definition
MB (move back)	Rückzug in der Werkzeugachse

17.4.15 Grunddrehungen löschen mit M143

Anwendung

Mit **M143** setzt die Steuerung sowohl eine Grunddrehung als auch eine 3D-Grunddrehung zurück, z. B. nach der Bearbeitung eines ausgerichteten Werkstücks.

Funktionsbeschreibung

Wirkung

M143 wirkt satzweise und am Satzanfang.

Anwendungsbeispiel

11 M143	; Grunddrehung zurücksetzen

In diesem NC-Satz setzt die Steuerung eine Grunddrehung aus dem NC-Programm heraus zurück. Die Steuerung überschreibt in der aktiven Zeile der Bezugspunkttabelle die Werte der Spalten **SPA**, **SPB** und **SPC** mit dem Wert **0**.

Ohne **M143** bleibt die Grunddrehung solange wirksam, bis Sie die Grunddrehung manuell zurücksetzen oder mit einem neuen Wert überschreiben.

Hinweis

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

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

17.4.16 Werkzeugversatz rechnerisch berücksichtigen M144 (Option #9)

Anwendung

Mit **M144** kompensiert die Steuerung bei nachfolgenden Verfahrbewegungen den Werkzeugversatz, der sich durch angestellte Drehachsen ergibt.

> Statt **M144** empfiehlt HEIDENHAIN die leistungsfähigere Funktion **FUNCTION TCPM** (Option #9).

Verwandte Themen

- Werkzeugversatz kompensieren mit **FUNCTION TCPM**

  Weitere Informationen: "Werkzeuganstellung kompensieren mit FUNCTION TCPM (Option #9)", Seite 301

Voraussetzung

- Software-Option #9 Erweiterte Funktionen Gruppe 2

Funktionsbeschreibung

Wirkung

M144 wirkt am Satzanfang.

Um **M144** zurückzusetzen, programmieren Sie **M145**.

Anwendungsbeispiel

11 M144	; Werkzeugkompensation aktivieren
12 L A-40 F500	; A-Achse positionieren
13 L X+0 Y+0 R0 FMAX	; Achsen **X** und **Y** positionieren

Mit **M144** berücksichtigt die Steuerung die Stellung der Drehachsen in den nachfolgenden Positioniersätzen.

Im NC-Satz **12** positioniert die Steuerung die Drehachse **A**, dabei entsteht ein Versatz zwischen der Werkzeugspitze und dem Werkstück. Diesen Versatz berücksichtigt die Steuerung rechnerisch.

Im nächsten NC-Satz positioniert die Steuerung die Achsen **X** und **Y**. Mithilfe des aktiven **M144** kompensiert die Steuerung die Stellung der Drehachse **A** bei der Bewegung.

Ohne **M144** berücksichtigt die Steuerung den Versatz nicht und die Bearbeitung erfolgt versetzt.

Hinweise

Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!

Beachten Sie in Verbindung mit Winkelköpfen, dass die Maschinengeometrie vom Maschinenhersteller in der Kinematikbeschreibung definiert ist. Wenn Sie einen Winkelkopf für die Bearbeitung verwenden, müssen Sie die richtige Kinematik wählen.

- Trotz aktivem **M144** können Sie mit **M91** oder **M92** positionieren.

  Weitere Informationen: "Zusatzfunktionen für Koordinatenangaben", Seite 430
- Bei aktivem **M144** sind die Funktionen **M128** und **FUNCTION TCPM** nicht erlaubt. Die Steuerung gibt beim Aktivieren dieser Funktionen eine Fehlermeldung aus.
- **M144** wirkt nicht in Verbindung mit **PLANE**-Funktionen. Wenn beide Funktionen aktiv sind, wirkt die **PLANE**-Funktion.

  Weitere Informationen: "Bearbeitungsebene schwenken mit PLANE-Funktionen (Option #8)", Seite 256

  Mit **M144** verfährt die Steuerung entsprechend des Werkstück-Koordinatensystems **W-CS**.

  Wenn Sie **PLANE**-Funktionen aktivieren, verfährt die Steuerung entsprechend des Bearbeitungsebene-Koordinatensystems **WPL-CS**.

  Weitere Informationen: "Bezugssysteme", Seite 228

Hinweise in Verbindung mit der Drehbearbeitung (Option #50)

- Wenn die angestellte Achse ein Schwenktisch ist, orientiert die Steuerung das Werkzeug-Koordinatensystem **W-CS**.

  Wenn die angestellte Achse ein Schwenkkopf ist, orientiert die Steuerung das **W-CS** nicht.
- Nach dem Anstellen einer Drehachse müssen Sie ggf. das Drehwerkzeug in der Y-Koordinate neu vorpositionieren und die Lage der Schneide mit dem Zyklus **800 KOORD.-SYST.ANPASSEN** orientieren.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen

17.4.17 Bei NC-Stopp oder Stromausfall automatisch abheben mit M148

Anwendung

Mit **M148** hebt die Steuerung das Werkzeug in folgenden Situationen automatisch vom Werkstück ab:

- Manuell ausgelöster NC-Stopp
- Von der Software ausgelöster NC-Stopp, z. B. bei einem Fehler im Antriebssystem
- Stromunterbrechung

> Statt **M148** empfiehlt HEIDENHAIN die leistungsfähigere Funktion **FUNCTION LIFTOFF**.

Verwandte Themen

- Automatisches Abheben mit **FUNCTION LIFTOFF**

  Weitere Informationen: "Werkzeug automatisch abheben mit FUNCTION LIFTOFF", Seite 373

Voraussetzung

- Spalte **LIFTOFF** der Werkzeugverwaltung

  Sie müssen in der Spalte **LIFTOFF** der Werkzeugverwaltung den Wert **Y** definieren.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Funktionsbeschreibung

Wirkung

M148 wirkt am Satzanfang.

Mit folgenden Funktionen setzen Sie **M148** zurück:

- **M149**
- **FUNCTION LIFTOFF RESET**

Anwendungsbeispiel

```
11 M148                    ; Automatisches Abheben aktivieren
```

Dieser NC-Satz aktiviert **M148**. Wenn während der Bearbeitung ein NC-Stopp ausgelöst wird, hebt das Werkzeug bis zu 2 mm in positiver Richtung der Werkzeugachse ab. Dadurch werden mögliche Beschädigungen am Werkzeug oder Werkstück verhindert.

Ohne **M148** bleiben die Achsen im Falle eines NC-Stopps stehen, wodurch das Werkzeug am Werkstück verbleibt und ggf. Freischneidmarkierungen verursacht.

Hinweise

- Die Steuerung hebt bei einem Rückzug mit **M148** nicht zwingend in Richtung der Werkzeugachse ab.

  Mit der Funktion **M149** deaktiviert die Steuerung die Funktion **FUNCTION LIFTOFF**, ohne die Abheberichtung zurückzusetzen. Wenn Sie **M148** programmieren, aktiviert die Steuerung das automatische Abheben mit der durch **FUNCTION LIFTOFF** definierten Abheberichtung.
- Beachten Sie, dass ein automatisches Abheben nicht bei jedem Werkzeug sinnvoll ist, z. B. bei Scheibenfräsern.
- Mit dem Maschinenparameter **on** (Nr. 201401) definiert der Maschinenhersteller, ob ein automatisches Abheben funktioniert.
- Mit dem Maschinenparameter **distance** (Nr. 201402) definiert der Maschinenhersteller die maximale Abhebehöhe.

17.4.18 Verrunden von Außenecken verhindern mit M197

Anwendung

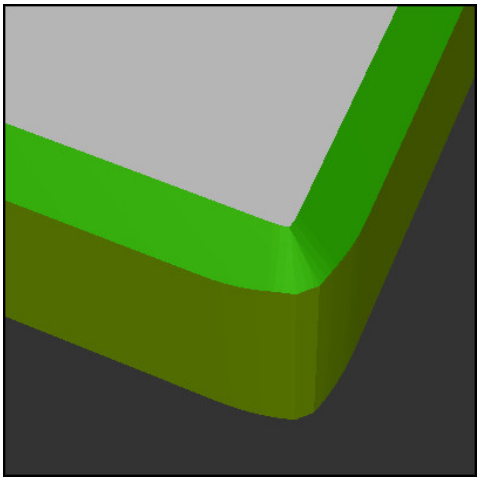
Mit **M197** verlängert die Steuerung eine radiuskorrigierte Kontur an der Außenecke tangential und fügt einen kleineren Übergangskreis ein. Dadurch verhindern Sie, dass das Werkzeug die Außenecke verrundet.

Funktionsbeschreibung

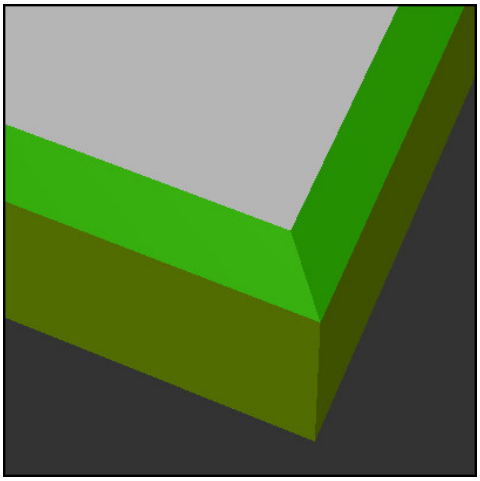
Wirkung

M197 wirkt satzweise und nur an radiuskorrigierten Außenecken.

Anwendungsbeispiel



Kontur ohne **M197**



Kontur mit **M197**

*** - ...**	; Kontur anfahren
11 X+60 Y+10 M197 DL5	; Erste Außenecke scharfkantig bearbeiten
12 X+10 Y+60 M197 DL5	; Zweite Außenecke scharfkantig bearbeiten
*** - ...**	; Restliche Kontur bearbeiten

Mit **M197 DL5** verlängert die Steuerung die Kontur an der Außenecke tangential um max. 5 mm. In diesem Beispiel entsprechen die 5 mm genau dem Werkzeugradius, dadurch entsteht eine scharfkantige Außenecke. Mithilfe des kleineren Übergangsradius führt die Steuerung den Verfahrweg trotzdem weich aus.

Ohne **M197** fügt die Steuerung bei aktiver Radiuskorrektur an einer Außenecke einen tangentialen Übergangskreis ein, was zu Verrundungen an der Außenecke führt.

Eingabe

Wenn Sie **M197** definieren, führt die Steuerung den Dialog fort und erfragt die tangentiale Verlängerung **DL**. **DL** entspricht dem maximalen Wert, um den die Steuerung die Außenecke verlängert.

Hinweis

Um eine scharfkantige Ecke zu erreichen, definieren Sie den Parameter **DL** in der Größe des Werkzeugradius. Je kleiner Sie **DL** wählen, desto mehr wird die Ecke verrundet.

Definition

Abkürzung	Definition
DL	Maximale tangentiale Verlängerung

17.5 Zusatzfunktionen für Werkzeuge

17.5.1 Schwesterwerkzeug automatisch einwechseln mit M101

Anwendung

Mit **M101** wechselt die Steuerung nach Überschreiten einer vorgegebenen Standzeit automatisch ein Schwesterwerkzeug ein. Die Steuerung führt die Bearbeitung mit dem Schwesterwerkzeug fort.

Voraussetzungen

- Spalte **RT** der Werkzeugverwaltung
  In der Spalte **RT** definieren Sie die Nummer oder den Namen des Schwesterwerkzeugs.
- Spalte **TIME2** der Werkzeugverwaltung
  In der Spalte **TIME2** definieren Sie die Standzeit, nach der die Steuerung das Schwesterwerkzeug einwechselt.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

> Verwenden Sie als Schwesterwerkzeug nur Werkzeuge mit identischem Radius. Die Steuerung prüft den Radius des Werkzeugs nicht automatisch.
>
> Wenn die Steuerung den Radius prüfen soll, programmieren Sie nach dem Werkzeugwechsel **M108**.
>
> **Weitere Informationen:** "Radius des Schwesterwerkzeugs prüfen mit M108", Seite 466

Funktionsbeschreibung

Wirkung

M101 wirkt am Satzanfang.

Um **M101** zurückzusetzen, programmieren Sie **M102**.

Anwendungsbeispiel

> Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!
>
> **M101** ist eine maschinenabhängige Funktion.

11 TOOL CALL 5 Z S3000	; Werkzeugaufruf
12 M101	; Automatischen Werkzeugwechsel aktivieren

Die Steuerung führt den Werkzeugwechsel durch und aktiviert im nächsten NC-Satz **M101**. Die Spalte **TIME2** der Werkzeugverwaltung enthält den maximalen Wert der Standzeit bei einem Werkzeugaufruf. Wenn während der Bearbeitung die aktuelle Standzeit der Spalte **CUR_TIME** diesen Wert überschreitet, wechselt die Steuerung das Schwesterwerkzeug an einer geeigneten Stelle im NC-Programm ein. Der Wechsel erfolgt spätestens nach einer Minute, außer die Steuerung hat den aktiven NC-Satz noch nicht beendet. Dieser Anwendungsfall ist z. B. bei automatisierten Programmen an mannlosen Anlagen sinnvoll.

Eingabe

Wenn Sie **M101** definieren, führt die Steuerung den Dialog fort und erfragt **BT**.
Mit **BT** definieren Sie die Anzahl der NC-Sätze, um die sich der automatische Werkzeugwechsel verzögern darf, max. 100. Der Inhalt der NC-Sätze, z. B. Vorschub oder Wegstrecke, beeinflusst die Zeit, um die sich der Werkzeugwechsel verzögert.

Wenn Sie **BT** nicht definieren, verwendet die Steuerung den Wert 1 oder ggf. einen vom Maschinenhersteller festgelegten Standardwert.

Der Wert aus **BT** sowie die Prüfung der Standzeit und die Berechnung des automatischen Werkzeugwechsels haben Einfluss auf die Bearbeitungszeit.

11 M101 BT10	; Automatischen Werkzeugwechsel nach max. 10 NC-Sätzen aktivieren

Hinweise

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die Steuerung zieht bei einem automatischen Werkzeugwechsel mit **M101** zunächst immer das Werkzeug in der Werkzeugachse zurück. Während des Rückzugs besteht Kollisionsgefahr bei Werkzeugen, die Hinterschnitte herstellen, z. B. bei Scheibenfräsern oder bei T-Nutenfräsern!

- **M101** nur bei Bearbeitungen ohne Hinterschnitte verwenden
- Werkzeugwechsel mit **M102** deaktivieren

- Wenn Sie die aktuelle Standzeit eines Werkzeugs zurücksetzen wollen, z. B. nach einem Wechsel der Schneidplatten, tragen Sie in der Spalte **CUR_TIME** der Werkzeugverwaltung den Wert 0 ein.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Die Steuerung übernimmt bei indizierten Werkzeugen keine Daten aus dem Hauptwerkzeug. Bei Bedarf müssen Sie in jeder Tabellenzeile der Werkzeugverwaltung ein Schwesterwerkzeug ggf. mit Index definieren. Wenn ein indiziertes Werkzeug verschlissen und folglich gesperrt ist, gilt das somit nicht für alle Indizes. Dadurch bleibt z. B. das Hauptwerkzeug weiterhin nutzbar.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Je höher der Wert **BT**, umso geringer ist die Auswirkung einer eventuellen Laufzeitverlängerung durch **M101**. Beachten Sie, dass der automatische Werkzeugwechsel dadurch später ausgeführt wird!
- Die Zusatzfunktion **M101** steht für Drehwerkzeuge und im Drehbetrieb (Option #50) nicht zur Verfügung.

Hinweise zum Werkzeugwechsel

- Die Steuerung führt den automatischen Werkzeugwechsel an einer geeigneten Stelle im NC-Programm aus.
- Die Steuerung kann den automatischen Werkzeugwechsel an folgenden Programmstellen nicht ausführen:
  - Während eines Bearbeitungszyklus
  - Bei aktiver Radiuskorrektur **RR** oder **RL**
  - Direkt nach einer Anfahrfunktion **APPR**
  - Direkt vor einer Wegfahrfunktion **DEP**
  - Direkt vor und nach einer Fase **CHF** oder einer Rundung **RND**
  - Während eines Makros
  - Während eines Werkzeugwechsels
  - Direkt nach den NC-Funktionen **TOOL CALL** oder **TOOL DEF**
- Wenn der Maschinenhersteller nichts anderes definiert, positioniert die Steuerung das Werkzeug nach dem Werkzeugwechsel wie folgt:
  - Wenn sich die Zielposition der Werkzeugachse unterhalb der aktuellen Position befindet, wird die Werkzeugachse zuletzt positioniert.
  - Wenn sich die Zielposition der Werkzeugachse oberhalb der aktuellen Position befindet, wird die Werkzeugachse zuerst positioniert.

Hinweise zum Eingabewert BT

- Um einen geeigneten Ausgangswert für **BT** zu errechnen, verwenden Sie folgende Formel:

  $BT = 10 \div t$

  t: Durchschnittliche Bearbeitungszeit eines NC-Satzes in Sekunden

  Runden Sie das Ergebnis auf eine ganze Zahl auf. Wenn der berechnete Wert größer als 100 ist, verwenden Sie den maximalen Eingabewert 100.
- Mit dem optionalen Maschinenparameter **M101BlockTolerance** (Nr. 202206) definiert der Maschinenhersteller den Standardwert für die Anzahl der NC-Sätze, um die sich der automatische Werkzeugwechsel verzögern darf. Wenn Sie **BT** nicht definieren, gilt dieser Standardwert.

Definition

Abkürzung	Definition
BT (block tolerance)	Anzahl der NC-Sätze, um die sich der Werkzeugwechsel verzögern darf.

17.5.2 Positive Werkzeugaufmaße zulassen mit M107 (Option #9)

Anwendung

Mit **M107** (Option #9) unterbricht die Steuerung die Bearbeitung bei positiven Deltawerten nicht. Die Funktion wirkt bei einer aktiven 3D-Werkzeugkorrektur oder bei Geraden **LN**.

Weitere Informationen: "3D-Werkzeugkorrektur (Option #9)", Seite 325

Mit **M107** können Sie z. B. bei einem CAM-Programm dasselbe Werkzeug zum Vorschlichten mit Aufmaß, sowie zum nachträglichen Fertigschlichten ohne Aufmaß nutzen.

Weitere Informationen: "Ausgabeformate von NC-Programmen", Seite 410

Voraussetzung

- Software-Option #9 Erweiterte Funktionen Gruppe 2

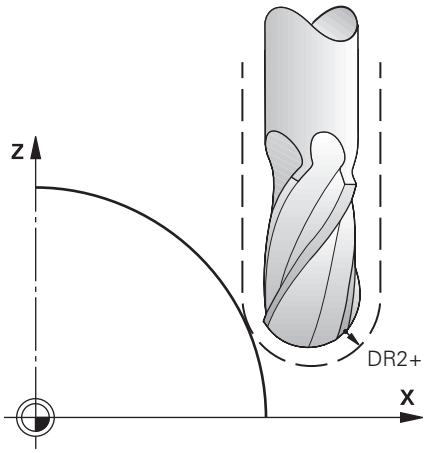
Funktionsbeschreibung

Wirkung

M107 wirkt am Satzanfang.

Um **M107** zurückzusetzen, programmieren Sie **M108**.

Anwendungsbeispiel



11 TOOL CALL 1 Z S5000 DR2:+0.3	; Werkzeug mit positivem Deltawert einwechseln
12 M107	; Positive Deltawerte zulassen

Die Steuerung führt den Werkzeugwechsel durch und aktiviert im nächsten NC-Satz **M107**. Dadurch lässt die Steuerung positive Deltawerte zu und gibt keine Fehlermeldung aus, z. B. zum Vorschlichten.

Ohne **M107** gibt die Steuerung bei positiven Deltawerten eine Fehlermeldung aus.

Hinweise

- Kontrollieren Sie vor der Abarbeitung im NC-Programm, dass das Werkzeug durch die positiven Deltawerte keine Konturverletzung oder Kollision verursacht.
- Beim Umfangsfräsen gibt die Steuerung in folgendem Fall eine Fehlermeldung aus:

  $DR_{Tab} + DR_{Prog} > 0$

  Weitere Informationen: "3D-Werkzeugkorrektur beim Umfangsfräsen (Option #9)", Seite 335
- Beim Stirnfräsen gibt die Steuerung in folgenden Fällen eine Fehlermeldung aus:
  - $DR_{Tab} + DR_{Prog} > 0$
  - $R2 + DR2_{Tab} + DR2_{Prog} > R + DR_{Tab} + DR_{Prog}$
  - $R2 + DR2_{Tab} + DR2_{Prog} > 0$
  - $DR2_{Tab} + DR2_{Prog} > 0$

  Weitere Informationen: "3D-Werkzeugkorrektur beim Stirnfräsen (Option #9)", Seite 329

Definition

Abkürzung	Definition
R	Werkzeugradius
R2	Eckenradius
DR	Deltawert des Werkzeugradius
DR2	Deltawert des Eckenradius
TAB	Wert bezieht sich auf die Werkzeugverwaltung
PROG	Wert bezieht sich auf das NC-Programm, also aus dem Werkzeugaufruf oder aus Korrekturtabellen

17.5.3 Radius des Schwesterwerkzeugs prüfen mit M108

Anwendung

Wenn Sie **M108** vor dem Einwechseln eines Schwesterwerkzeugs programmieren, prüft die Steuerung das Schwesterwerkzeug auf Abweichungen im Radius.

Weitere Informationen: "Schwesterwerkzeug automatisch einwechseln mit M101", Seite 462

Funktionsbeschreibung

Wirkung

M108 wirkt am Satzende.

Anwendungsbeispiel

11 TOOL CALL 1 Z S5000	; Werkzeug einwechseln
12 M101 M108	; Automatischer Werkzeugwechsel und Radiusprüfung aktivieren

Die Steuerung führt den Werkzeugwechsel durch und aktiviert im nächsten NC-Satz den automatischen Werkzeugwechsel und die Radiusprüfung.

Wenn während des Programmlaufs die maximale Standzeit des Werkzeugs überschritten wird, wechselt die Steuerung das Schwesterwerkzeug ein. Die Steuerung prüft den Werkzeugradius des Schwesterwerkzeugs aufgrund der zuvor definierten Zusatzfunktion **M108**. Wenn der Radius des Schwesterwerkzeugs größer ist als der Radius des vorherigen Werkzeugs, zeigt die Steuerung eine Fehlermeldung.

Ohne **M108** prüft die Steuerung den Radius des Schwesterwerkzeugs nicht.

Hinweis

M108 dient auch zum Zurücksetzen von **M107** (Option #9).

Weitere Informationen: "Positive Werkzeugaufmaße zulassen mit M107 (Option #9)", Seite 464

17.5.4 Tastsystemüberwachung unterdrücken mit M141

Anwendung

Wenn in Verbindung mit den Tastsystemzyklen **3 MESSEN** oder **4 MESSEN 3D** der Taststift ausgelenkt ist, können Sie das Tastsystem in einem Positioniersatz mit **M141** freifahren.

Funktionsbeschreibung

Wirkung

M141 wirkt bei Geraden, satzweise und am Satzanfang.

Anwendungsbeispiel

11 TCH PROBE 3.0 MESSEN	
12 TCH PROBE 3.1 Q1	
13 TCH PROBE 3.2 Y WINKEL: +0	
14 TCH PROBE 3.3 ABST +10 F100	
15 TCH PROBE 3.4 ERRORMODE1	
16 L IX-20 R0 F500 M141	; Mit **M141** freifahren

Im Zyklus **3 MESSEN** tastet die Steuerung die X-Achse des Werkstücks an. Da in diesem Zyklus kein Rückzugsweg **MB** definiert ist, bleibt das Tastsystem nach der Auslenkung stehen.

Im NC-Satz **16** fährt die Steuerung das Tastsystem in entgegengesetzter Antastrichtung 20 mm frei. **M141** unterdrückt dabei die Überwachung des Tastsystems.

Ohne **M141** gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus, sobald Sie die Maschinenachsen verfahren.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Messzyklen für Werkstücke und Werkzeuge

Hinweis

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die Zusatzfunktion **M141** unterdrückt bei einem ausgelenkten Taststift die entsprechende Fehlermeldung. Die Steuerung führt dabei keine automatische Kollisionsprüfung mit dem Taststift durch. Durch die beiden Verhalten müssen Sie sicherstellen, dass das Tastsystem sicher freifahren kann. Bei falsch gewählter Freifahrrichtung besteht Kollisionsgefahr!

- NC-Programm oder Programmabschnitt in der Betriebsart **Programmlauf Einzelsatz** vorsichtig testen

18

Variablenprogram-
mierung

18.1 Übersicht Variablenprogrammierung

Die Steuerung bietet im Ordner **Variablen** des Fensters **NC-Funktion einfügen** folgende Möglichkeiten zur Variablenprogrammierung:

Funktionsgruppe	Weitere Informationen
Grundrechenarten	Seite 481
Winkelfunktionen	Seite 483
Kreisberechnung	Seite 485
Sprungbefehle	Seite 486
Sonderfunktionen	Seite 487 Seite 498
SQL-Befehle	Seite 512
String-Funktionen	Seite 504
Zähler	Seite 511
Formel direkt eingeben	Seite 500
Funktion zur Bearbeitung komplexer Konturen	Siehe Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen

18.2 Variablen: Q-, QL-, QR- und QS-Parameter

18.2.1 Grundlagen

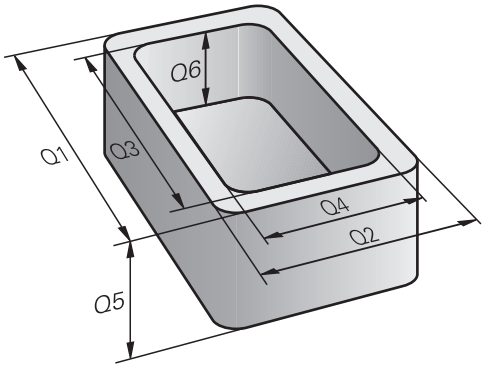
Anwendung

Mit den Variablen der Steuerung Q-, QL-, QR und QS-Parameter können Sie z. B. Berechnungen im NC-Programm durchführen.

Sie können z. B. folgende Syntaxelemente variabel programmieren:

- Koordinatenwerte
- Vorschübe
- Drehzahlen
- Zyklusdaten

Funktionsbeschreibung



Q-Parameter bestehen immer aus Buchstaben und Zahlen. Dabei bestimmen die Buchstaben die Q-Parameterart und die Zahlen den Q-Parameterbereich.

Sie können von jeder Variablenart definieren, welche Parameter die Steuerung im Reiter **QPARA** des Arbeitsbereichs **Status** zeigt.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Variablenarten

Die Steuerung bietet folgende Variablen für numerische Werte:

Q-Parameterart	Q-Parameterbereich	Bedeutung
Q-Parameter:		**Parameter wirken auf alle NC-Programme im Speicher der Steuerung**
	0 – 99	Parameter für den **Anwender**, wenn keine Überschneidungen mit den HEIDENHAIN-SL-Zyklen auftreten Diese Parameter wirken innerhalb von sog. Makros und Herstellerzyklen lokal. Änderungen werden somit nicht an das NC-Programm zurückgegeben. Verwenden Sie daher für Herstellerzyklen den Q-Parameterbereich 1200 – 1399!
	100 – 199	Parameter für Sonderfunktionen der Steuerung, die von NC-Programmen des Anwenders oder von Zyklen gelesen werden
	200 – 1199	Parameter, die bevorzugt für HEIDENHAIN-Zyklen verwendet werden
	1200 – 1399	Parameter, die bevorzugt bei Herstellerzyklen verwendet werden
	1400 – 1999	Parameter für den **Anwender**
QL-Parameter:		**Parameter wirken nur lokal innerhalb eines NC-Programms**
	0 – 499	Parameter für den **Anwender**
QR-Parameter:		**Parameter wirken dauerhaft (remanent) auf alle NC-Programme im Speicher der Steuerung, auch über eine Stromunterbrechung hinaus**
	0 – 99	Parameter für den **Anwender**
	100 – 199	Parameter für HEIDENHAIN-Funktionen (z. B. Zyklen)
	200 – 499	Parameter für den Maschinenhersteller (z. B. Zyklen)

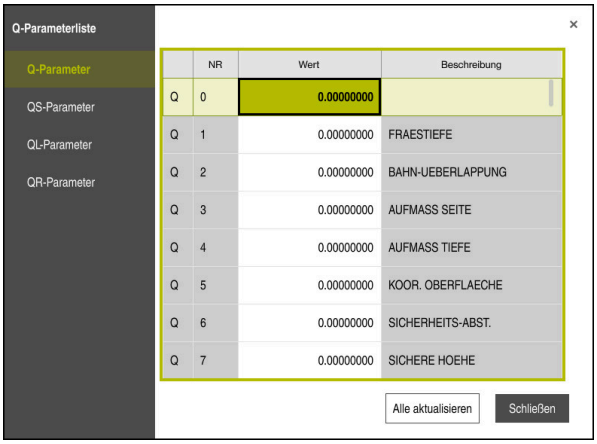
Zusätzlich bietet die Steuerung **QS**-Parameter für alphanumerische Werte, z. B. Texte:

Q-Parameterart	Q-Parameterbereich	Bedeutung
QS-Parameter:		**Parameter wirken auf alle NC-Programme im Speicher** der Steuerung
	0 – 99	Parameter für den **Anwender**, sofern keine Überschneidungen mit den HEIDENHAIN-SL-Zyklen auftreten Diese Parameter wirken innerhalb von sog. Makros und Herstellerzyklen lokal. Änderungen werden somit nicht an das NC-Programm zurückgegeben. Verwenden Sie daher für Herstellerzyklen den QS-Parameterbereich 200 – 499!

Q-Parameterart	Q-Parameterbereich	Bedeutung
	100 – 199	Parameter für Sonderfunktionen der Steuerung, die von NC-Programmen des Anwenders oder von Zyklen gelesen werden
	200 – 1199	Parameter, die bevorzugt für HEIDENHAIN-Zyklen verwendet werden
	1200 – 1399	Parameter, die bevorzugt bei Herstellerzyklen verwendet werden
	1400 – 1999	Parameter für den **Anwender**

Fenster Q-Parameterliste

Mit dem Fenster **Q-Parameterliste** können Sie die Werte aller Variablen der Steuerung sehen und ggf. die Werte editieren.



Fenster **Q-Parameterliste** mit den Werten der Q-Parameter

Sie können auf der linken Seite wählen, welche Variablenart die Steuerung zeigt.

Die Steuerung zeigt folgende Informationen:

- Variablenart, z. B. Q-Parameter
- Nummer der Variable
- Wert der Variable
- Beschreibung bei vorbelegten Variablen

Wenn das Feld in der Spalte **Wert** weiß hinterlegt ist, können Sie einen Wert eingeben oder den Wert editieren.

> Während die Steuerung ein NC-Programm abarbeitet, können Sie keine Variablen mithilfe des Fensters **Q-Parameterliste** ändern. Die Steuerung ermöglicht Änderungen ausschließlich während eines unterbrochenen oder abgebrochenen Programmlaufs.
>
> **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
>
> Den notwendigen Zustand weist die Steuerung auf, nachdem ein NC-Satz z. B. im Modus **Einzelsatz** fertig abgearbeitet wurde.
>
> Folgende Q- und QS-Parameter können Sie im Fenster **Q-Parameterliste** nicht editieren:
>
> - Parameter mit Nummern zwischen 100 und 199, da Überschneidungen mit Sonderfunktionen der Steuerung drohen
> - Parameter mit Nummern zwischen 1200 und 1399, da Überschneidungen mit maschinenherstellerspezifischen Funktionen drohen
>
> **Weitere Informationen:** "Variablenarten", Seite 472

Sie können die Spalten **NR** oder **Wert** wählen und dann eine Zeichenfolge eingeben. Die Steuerung durchsucht die gewählte Spalte nach der Zeichenfolge.

Sie können das Fenster **Q-Parameterliste** in folgenden Betriebsarten öffnen:

- **Programmieren**
- **Manuell**
- **Programmlauf**

In den Betriebsarten **Manuell** und **Programmlauf** können Sie das Fenster mit der Taste **Q** öffnen.

Hinweise

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

HEIDENHAIN-Zyklen, Maschinenherstellerzyklen und Drittanbieterfunktionen verwenden Variablen. Zusätzlich können Sie innerhalb von NC-Programmen Variablen programmieren. Wenn Sie bei der Verwendung von Variablen nicht ausschließlich die empfohlenen Variablenbereiche verwenden, kann dies zu Überschneidungen (Wechselwirkungen) und damit zu unerwünschten Verhalten führen. Während der Bearbeitung besteht Kollisionsgefahr!

- Ausschließlich von HEIDENHAIN empfohlene Variablenbereiche verwenden
- Dokumentationen von HEIDENHAIN, Maschinenhersteller und Drittanbieter beachten
- Ablauf mithilfe der Simulation prüfen

- Sie können im NC-Programm feste und variable Werte gemischt eingeben.
- Sie können QS-Parametern max. 255 Zeichen zuweisen.
- Sie können mit der Taste **Q** einen NC-Satz erstellen, um einer Variable einen Wert zuzuweisen. Wenn Sie die Taste erneut drücken, ändert die Steuerung die Variablenart in der Reihenfolge **Q**, **QL**, **QR**.

  Auf der Bildschirmtastatur funktioniert diese Vorgehensweise nur mit der Taste **Q** im Bereich NC-Funktionen.

  Weitere Informationen: "Bildschirmtastatur der Steuerungsleiste", Seite 555
- Sie können Q-Parametern Zahlenwerte zwischen –999 999 999 und +999 999 999 zuweisen. Der Eingabebereich ist auf max. 16 Zeichen, davon bis zu 9 Vorkommastellen, beschränkt. Intern kann die Steuerung Zahlenwerte bis zu einer Höhe von 10^{10} berechnen.
- Sie können Q-Parameter auf den Status **Undefined** zurücksetzen. Wird eine Position mit einem Q-Parameter programmiert, der undefiniert ist, ignoriert die Steuerung diese Bewegung.

  Weitere Informationen: "Variable auf undefiniert setzen", Seite 483
- Vorbelegte Q-Parameter (QS-Parameter) zwischen **Q100** und **Q199** (**QS100** und **QS199**) dürfen Sie nicht als Rechenparameter in den NC-Programmen verwenden.

  Weitere Informationen: "Vorbelegte Q-Parameter", Seite 476
- Die Steuerung speichert Zahlenwerte intern in einem binären Zahlenformat (Norm IEEE 754). Durch das verwendete genormte Format stellt die Steuerung manche Dezimalzahlen nicht zu 100 % exakt binär dar (Rundungsfehler). Wenn Sie berechnete Variableninhalte bei Sprungbefehlen oder Positionierungen verwenden, müssen Sie diesen Umstand berücksichtigen.

Hinweise zu QR-Parametern und Backup

Die Steuerung sichert QR-Parameter innerhalb eines Backups.

Wenn Ihr Maschinenhersteller keinen abweichenden Pfad definiert, speichert die Steuerung die **QR**-Parameterwerte unter folgendem Pfad **SYS:\runtime\sys.cfg**. Diese Partition wird ausschließlich bei einem vollständigen Backup gesichert.

Dem Maschinenhersteller stehen folgende optionale Maschinenparameter für die Pfadangabe zur Verfügung:

- **pathNcQR** (Nr. 131201)
- **pathSimQR** (Nr. 131202)

Wenn Ihr Maschinenhersteller in den optionalen Maschinenparametern einen Pfad auf der TNC-Partition angibt, können Sie die Sicherung mithilfe der Funktionen **NC/PLC Backup** auch ohne Eingabe einer Schlüsselzahl vornehmen.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

18.2.2 Vorbelegte Q-Parameter

Die Q-Parameter **Q100** bis **Q199** werden von der Steuerung mit Werten belegt. Den Q-Parametern werden zugewiesen:

- Werte aus der PLC
- Angaben zu Werkzeug und Spindel
- Angaben zum Betriebszustand
- Messergebnisse aus Tastsystemzyklen usw.

Die Steuerung legt die vorbelegten Q-Parameter **Q108**, **Q114** bis **Q117** in der jeweiligen Maßeinheit des aktuellen NC-Programms ab.

Werte aus der PLC: Q100 bis Q107

Die Steuerung benutzt die Parameter **Q100** bis **Q107**, um Werte aus der PLC in ein NC-Programm zu übernehmen.

Aktiver Werkzeugradius: Q108

Der aktive Wert des Werkzeugradius wird **Q108** zugewiesen. **Q108** setzt sich zusammen aus:

- Werkzeugradius **R** aus der Werkzeugtabelle
- Deltawert **DR** aus der Werkzeugtabelle
- Deltawert **DR** aus dem NC-Programm (Korrekturtabelle oder Werkzeugaufruf)

> Die Steuerung speichert den aktiven Werkzeugradius auch über eine Stromunterbrechung hinaus.

Werkzeugachse: Q109

Der Wert des Parameters **Q109** hängt von der aktuellen Werkzeugachse ab:

Parameter	Werkzeugachse
Q109 = –1	Keine Werkzeugachse definiert
Q109 = 0	X-Achse
Q109 = 1	Y-Achse
Q109 = 2	Z-Achse
Q109 = 6	U-Achse
Q109 = 7	V-Achse
Q109 = 8	W-Achse

Spindelzustand: Q110

Der Wert von **Q110** hängt von der zuletzt definierten Zusatzfunktion für die Spindel ab:

Parameter	Zusatzfunktion
Q110 = –1	Kein Spindelzustand definiert
Q110 = 0	M3: Spindel EIN, Uhrzeigersinn
Q110 = 1	M4: Spindel EIN, Gegenuhrzeigersinn
Q110 = 2	M5 nach M3
Q110 = 3	M5 nach M4

Kühlmittelversorgung: Q111

Parameter	M-Funktion
Q111 = 1	M8: Kühlmittel EIN
Q111 = 0	M9: Kühlmittel AUS

Überlappungsfaktor: Q112

Die Steuerung weist **Q112** den Überlappungsfaktor beim Taschenfräsen zu.

Maßangaben im NC-Programm: Q113

Der Wert des Parameters **Q113** hängt bei Verschachtelungen mit **PGM CALL** von den Maßangaben des NC-Programms ab, das als erstes andere NC-Programme ruft.

Parameter	Maßangaben des Hauptprogramms
Q113 = 0	Metrisches System (mm)
Q113 = 1	Zollsystem (inch)

Werkzeuglänge: Q114

Der aktuelle Wert der Werkzeuglänge wird **Q114** zugewiesen.

> Die Steuerung speichert die aktive Werkzeuglänge auch über eine Stromunterbrechung hinaus.

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 Antastzeitpunkt. Die Koordinaten beziehen sich auf den Bezugspunkt, der in der Betriebsart **Manueller Betrieb** aktiv ist.

Die Länge des Taststifts und der Radius der Tastkugel werden für diese Koordinaten nicht berücksichtigt.

Parameter	Koordinatenachse
Q115	X-Achse
Q116	Y-Achse
Q117	Z-Achse
Q118	IV. Achse Maschinenabhängig
Q119	V. Achse Maschinenabhängig

Ist-Sollwert-Abweichung bei automatischer Werkzeugvermessung z. B. mit dem TT 160

Parameter	Ist-Soll-Abweichung
Q115	Werkzeuglänge
Q116	Werkzeugradius

Schwenken der Bearbeitungsebene mit Werkstückwinkeln: von der Steuerung berechnete Koordinaten für Drehachsen

Parameter	Koordinaten
Q120	A-Achse
Q121	B-Achse
Q122	C-Achse

Messergebnisse von Tastsystemzyklen

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Messzyklen für Werkstücke und Werkzeuge

Parameter	Gemessene Istwerte
Q150	Winkel einer Geraden
Q151	Mitte in der Hauptachse
Q152	Mitte in der Nebenachse
Q153	Durchmesser
Q154	Taschenlänge
Q155	Taschenbreite
Q156	Länge in der im Zyklus gewählten Achse
Q157	Lage der Mittelachse
Q158	Winkel der A-Achse
Q159	Winkel der B-Achse
Q160	Koordinate der im Zyklus gewählten Achse

Parameter	Ermittelte Abweichung
Q161	Mitte in der Hauptachse
Q162	Mitte in der Nebenachse
Q163	Durchmesser
Q164	Taschenlänge
Q165	Taschenbreite
Q166	Gemessene Länge
Q167	Lage der Mittelachse

Parameter	Ermittelte Raumwinkel
Q170	Drehung um die A-Achse
Q171	Drehung um die B-Achse
Q172	Drehung um die C-Achse

Parameter	Werkstückstatus
Q180	Gut
Q181	Nacharbeit
Q182	Ausschuss

Parameter	Werkzeugvermessung mit BLUM-Laser
Q190	Reserviert
Q191	Reserviert
Q192	Reserviert
Q193	Reserviert

Parameter	Reserviert für interne Verwendung
Q195	Merker für Zyklen
Q196	Merker für Zyklen
Q197	Merker für Zyklen (Bearbeitungsbilder)
Q198	Nummer des zuletzt aktiven Messzyklus

Parameterwert	Status Werkzeugvermessung mit TT
Q199 = 0,0	Werkzeug innerhalb der Toleranz
Q199 = 1,0	Werkzeug ist verschlissen (LTOL/RTOL überschritten)
Q199 = 2,0	Werkzeug ist gebrochen (LBREAK/RBREAK überschritten)

Parameter	Gemessene Istwerte
Q950	1. Position in der Hauptachse
Q951	1. Position in der Nebenachse
Q952	1. Position in der Werkzeugachse
Q953	2. Position in der Hauptachse
Q954	2. Position in der Nebenachse
Q955	2. Position in der Werkzeugachse
Q956	3. Position in der Hauptachse
Q957	3. Position in der Nebenachse
Q958	3. Position in der Werkzeugachse
Q961	Raumwinkel SPA im WPL-CS
Q962	Raumwinkel SPB im WPL-CS
Q963	Raumwinkel SPC im WPL-CS
Q964	Drehungswinkel im I-CS
Q965	Drehungswinkel im Koordinatensystem des Drehtischs
Q966	Erster Durchmesser
Q967	Zweiter Durchmesser

Parameter	Gemessene Abweichungen
Q980	1. Position in der Hauptachse
Q981	1. Position in der Nebenachse
Q982	1. Position in der Werkzeugachse
Q983	2. Position in der Hauptachse
Q984	2. Position in der Nebenachse
Q985	2. Position in der Werkzeugachse
Q986	3. Position in der Hauptachse
Q987	3. Position in der Nebenachse
Q988	3. Position in der Werkzeugachse
Q994	Winkel im I-CS
Q995	Winkel im Koordinatensystem des Drehtischs

Parameter	Gemessene Abweichungen
Q996	Erster Durchmesser
Q997	Zweiter Durchmesser

Parameterwert	Werkstückstatus
Q183 = -1	Nicht definiert
Q183 = 0	Gut
Q183 = 1	Nacharbeit
Q183 = 2	Ausschuss

18.2.3 Ordner Grundrechenarten

Anwendung

Im Ordner **Grundrechenarten** des Fensters **NC-Funktion einfügen** bietet die Steuerung die Funktionen **FN 0** bis **FN 5**.

Mit der Funktion **FN 0** können Sie Variablen numerische Werte zuweisen. Dann setzen Sie im NC-Programm statt der festen Zahl eine Variable ein. Sie können auch vorbelegte Variablen verwenden, z. B. Ergebnisse aus Tastsystemzyklen. Mit den Funktionen **FN 1** bis **FN 5** können Sie mit den Variablenwerten während des NC-Programms rechnen.

Verwandte Themen

- Vorbelegte Variablen
  Weitere Informationen: "Vorbelegte Q-Parameter", Seite 476
- Programmierbare Tastsystemzyklen
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen
- Berechnungen mit mehreren Rechenschritten in einem NC-Satz
  Weitere Informationen: "Formeln im NC-Programm", Seite 500

Funktionsbeschreibung

Der Ordner **Grundrechenarten** enthält folgende Funktionen:

Symbol	Funktion
=	**FN 0**: ZUWEISUNG z. B. **FN 0: Q5 = +60** Wert direkt zuweisen Q-Parameterwert zurücksetzen
+	**FN 1**: ADDITION z. B. **FN 1: Q1 = -Q2 + -5** Summe aus zwei Werten bilden und zuweisen
−	**FN 2**: SUBTRAKTION z. B. **FN 2: Q1 = +10 - +5** Differenz aus zwei Werten bilden und zuweisen
×	**FN 3**: MULTIPLIKATION z. B. **FN 3: Q2 = +3 * +3** Produkt aus zwei Werten bilden und zuweisen
/	**FN 4**: DIVISION z. B. **FN 4: Q4 = +8 DIV +Q2** Quotient aus zwei Werten bilden und zuweisen **Verboten:** Division durch 0!
√	**FN 5**: WURZEL z. B. **FN 5: Q20 = SQRT 4** Wurzel aus einer Zahl ziehen und zuweisen **Verboten:** Wurzel aus negativem Wert!

Links vom **=**-Zeichen definieren Sie die Variable, der Sie den Wert oder das Ergebnis zuweisen.

Rechts vom **=**-Zeichen können Sie feste und variable Werte verwenden.

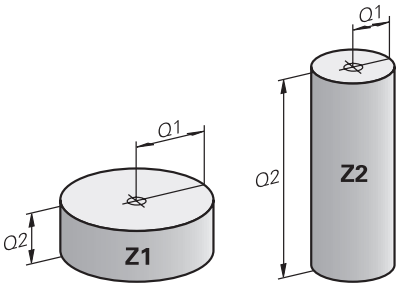
Die Variablen und Zahlenwerte in den Gleichungen können Sie mit Vorzeichen versehen.

Teilefamilien

Für Teilefamilien programmieren Sie z. B. die charakteristischen Werkstückabmessungen als Variablen. Für die Bearbeitung der einzelnen Teile weisen Sie dann jeder Variable einen entsprechenden Zahlenwert zu.

11 LBL "Z1"	
12 FN 0: Q1=30	; Zuweisung, **Q1** enthält den Wert 30
13 FN 0: Q2=10	; Zuweisung, **Q2** enthält den Wert 10
*** - ...**	
21 L X +Q1	; Entspricht **L** X +30

Beispiel: Zylinder mit Q-Parametern



Zylinderradius:	R = Q1
Zylinderhöhe:	H = Q2
Zylinder Z1:	Q1 = +30 Q2 = +10
Zylinder Z2:	Q1 = +10 Q2 = +50

Variable auf undefiniert setzen

Sie setzen eine Variable wie folgt auf den Status **undefiniert**:

- ▶ **NC-Funktion einfügen** wählen
- > Die Steuerung öffnet das Fenster **NC-Funktion einfügen**.
- ▶ **FN 0** wählen
- ▶ Nummer der Variable eingeben, z. B. **Q5**
- ▶ **SET UNDEFINED** wählen
- ▶ Eingabe bestätigen
- > Die Steuerung setzt die Variable auf den Status **undefiniert**.

Hinweise

- Die Steuerung unterscheidet zwischen undefinierten Variablen und Variablen mit dem Wert 0.
- Sie dürfen nicht durch 0 teilen (**FN 4**).
- Sie dürfen keine Wurzel aus einem negativen Wert ziehen (**FN 5**).

18.2.4 Ordner Winkelfunktionen

Anwendung

Im Ordner **Winkelfunktionen** des Fensters **NC-Funktion einfügen** bietet die Steuerung die Funktionen **FN 6** bis **FN 8** und **FN 13**.

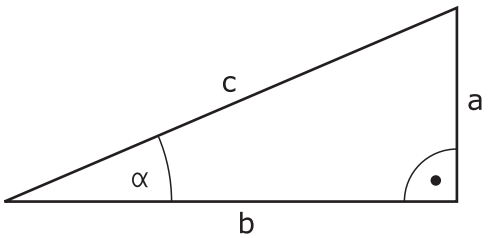
Mit diesen Funktionen können Sie Winkelfunktionen berechnen, um z. B. variable Dreieckskonturen zu programmieren.

Funktionsbeschreibung

Der Ordner **Winkelfunktionen** enthält folgende Funktionen:

Symbol	Funktion
SIN	**FN 6**: SINUS z. B. **FN 6: Q20 = SIN-Q5** Sinus eines Winkels in Grad (°) bestimmen und zuweisen
COS	**FN 7**: COSINUS z. B. **FN 7: Q21 = COS-Q5** Cosinus eines Winkels in Grad (°) bestimmen und zuweisen
LEN	**FN 8**: WURZEL AUS QUADRATSUMME z. B. **FN 8: Q10 = +5 LEN +4** Länge aus zwei Werten bilden und zuweisen
ANG	**FN 13**: WINKEL z. B. **FN 13: Q20 = +25 ANG-Q1** Winkel mit arctan aus Gegenkathete und Ankathete oder sin und cos des Winkels (0 < Winkel < 360°) bestimmen und zuweisen

Definition



Seite oder Winkel-funktion	Bedeutung
a	Seite gegenüber dem Winkel α
b	dritte Seite
c	Seite gegenüber dem rechten Winkel
Sinus	sin α = a / c
Cosinus	cos α = b / c
Tangens	tanα = a / b = sin α / cos α tanα = a / b = sin α / cos α
Arkustangens	α = arctan (a / b) = arctan (sin α / cos α)

Beispiel

a = 25 mm

b = 50 mm

α = arctan (a / b) = arctan 0,5 = 26,57°

Zusätzlich gilt:

$a^2 + b^2 = c^2$ (mit $a^2 = a \times a$)

$c = \sqrt{(a^2 + b^2)}$

18.2.5 Ordner Kreisberechnung

Anwendung

Im Ordner **Kreisberechnung** des Fensters **NC-Funktion einfügen** bietet die Steuerung die Funktionen **FN 23** und **FN 24**.

Mit diesen Funktionen können Sie aus den Koordinaten von drei oder vier Kreispunkten den Kreismittelpunkt und den Kreisradius berechnen, z. B. die Lage und Größe eines Teilkreises.

Funktionsbeschreibung

Der Ordner **Kreisberechnung** enthält folgende Funktionen:

Symbol	Funktion
	FN 23: KREISDATEN ermitteln aus drei Kreispunkten z. B. **FN 23: Q20 = CDATA Q30**
	FN 24: KREISDATEN ermitteln aus vier Kreispunkten z. B. **FN 24: Q20 = CDATA Q30**

Sie speichern die Koordinaten in der Bearbeitungsebene der jeweiligen Punkte in aufeinanderfolgenden Variablen. Dabei müssen Sie die Koordinaten der Hauptachse vor den Koordianten der Nebenachse speichern, z. B. **X** vor **Y** bei Werkzeugachse **Z**.

Weitere Informationen: "Bezeichnung der Achsen an Fräsmaschinen", Seite 100

Kreisberechnung mit drei Kreispunkten

```
11 FN 23: Q20 = CDATA Q30
```

Die Koordinatenpaare von drei Kreispunkten müssen im Parameter **Q30** und den folgenden fünf Parametern – hier also bis **Q35** –gespeichert sein.

Die Steuerung 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 Kreisradius im Parameter **Q22** ab.

Kreisberechnung mit vier Kreispunkten

```
11 FN 24: Q20 = CDATA Q30
```

Die Koordinatenpaare von vier Kreispunkten müssen im Parameter **Q30** und den folgenden sieben Parametern – hier also bis **Q37** –gespeichert sein.

Die Steuerung 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 Kreisradius im Parameter **Q22** ab.

Hinweis

Beachten Sie, dass **FN 23** und **FN 24** neben dem Ergebnisparameter auch die zwei folgenden Parameter automatisch überschreiben.

18.2.6 Ordner Sprungbefehle

Anwendung

Im Ordner **Sprungbefehle** des Fensters **NC-Funktion einfügen** bietet die Steuerung die Funktionen **FN 9** bis **FN 12** für Sprünge mit Wenn-dann-Entscheidungen.

Bei Wenn-dann-Entscheidungen vergleicht die Steuerung einen Q-Parameter mit einem anderen Q-Parameter oder einem Zahlenwert. Wenn die Bedingung erfüllt ist, dann setzt die Steuerung das NC-Programm an dem Label fort, der hinter der Bedingung programmiert ist.

Wenn die Bedingung nicht erfüllt ist, dann führt die Steuerung den nächsten NC-Satz aus.

Verwandte Themen

- Sprünge ohne Bedingung mit Labelaufruf **CALL LBL**

  Weitere Informationen: "Unterprogramme und Programmteilwiederholungen mit Label LBL", Seite 216

Funktionsbeschreibung

Der Ordner **Sprungbefehle** enthält folgende Funktionen für Wenn-dann-Entscheidungen:

Symbol	Funktion
=	**FN 9**: WENN GLEICH, SPRUNG z. B. **FN 9: IF +Q1 EQU +Q3 GOTO LBL "UPCAN25"** Wenn beide Werte oder Parameter gleich, Sprung zu angegebenem Label
	FN 9: WENN UNDEFINIERT, SPRUNG z. B. **FN 9: IF +Q1 IS UNDEFINED GOTO LBL "UPCAN25"** Wenn der angegebene Parameter undefiniert ist, Sprung zu angegebenem Label
	FN 9: WENN DEFINIERT, SPRUNG z. B. **FN 9: IF +Q1 IS DEFINED GOTO LBL "UPCAN25"** Wenn der angegebene Parameter definiert ist, Sprung zu angegebenem Label
≠	**FN 10**: WENN UNGLEICH, SPRUNG z. B. **FN 10: IF +10 NE -Q5 GOTO LBL 10** Wenn beide Werte oder Parameter ungleich, Sprung zu angegebenem Label
>	**FN 11**: WENN GROESSER, SPRUNG z. B. **FN 11: IF+Q1 GT+10 GOTO LBL QS5** Wenn erster Wert oder Parameter größer als zweiter Wert oder Parameter, Sprung zu angegebenem Label
<	**FN 12**: WENN KLEINER, SPRUNG z. B. **FN 12: IF+Q5 LT+0 GOTO LBL "ANYNAME"** Wenn erster Wert oder Parameter kleiner als zweiter Wert oder Parameter, Sprung zu angegebenem Label

Bei der Bedingung **IF** können Sie feste oder variable Zahlen oder Texte eingeben.

Bei der Sprungadresse **GOTO** können Sie folgende Werte eingeben:

- **LBL-NAME**
- **LBL-NUMMER**
- **QS**

Unbedingter Sprung

Unbedingte Sprünge sind Sprünge, deren Bedingung immer erfüllt ist.

Beispiel:

```
11 FN 9: IF+0 EQU+0 GOTO LBL1
```

Solche Sprünge können Sie z. B. in einem gerufenen NC-Programm verwenden, in dem Sie mit Unterprogrammen arbeiten. So können Sie sicherstellen, dass die Steuerung die Unterprogramme auch ohne **M30** oder **M2** nicht ohne Aufruf abarbeitet.

Weitere Informationen: "Unterprogramme", Seite 218

Definitionen

Abkürzung	Definition
IF	Wenn
EQU (equal)	Gleich
NE (not equal)	Ungleich
GT (greater than)	Größer als
LT (less than)	Kleiner als
GOTO (go to)	Gehe zu
UNDEFINED	Undefiniert
DEFINED	Definiert

18.2.7 Sonderfunktionen der Variablenprogrammierung

Fehlermeldungen ausgeben mit FN 14: ERROR

Anwendung

Mit der Funktion **FN 14: ERROR** können Sie programmgesteuert Fehlermeldungen ausgeben lassen, die vom Maschinenhersteller oder von HEIDENHAIN vorgegeben sind.

Verwandte Themen

- Von HEIDENHAIN vorbelegte Fehlernummern

  Weitere Informationen: "Vorbelegte Fehlernummern für FN 14: ERROR", Seite 644
- Fehlermeldungen im Benachrichtigungsmenü

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Funktionsbeschreibung

Wenn die Steuerung im Programmlauf oder in der Simulation die Funktion **FN 14: ERROR** liest, unterbricht sie die Bearbeitung und gibt die definierte Meldung aus. Anschließend müssen Sie das NC-Programm neu starten.

Sie definieren die Fehlernummer für die gewünschte Fehlermeldung.

Die Fehlernummern sind wie folgt gruppiert:

Bereich Fehlernummern	Standarddialog
0 ... 999	Maschinenabhängiger Dialog
1000 ... 1199	Interne Fehlermeldungen

Hinweis

Beachten Sie, dass abhängig vom Typ Ihrer Steuerung nicht alle Fehlermeldungen vorhanden sind.

Texte formatiert ausgeben mit FN 16: F-PRINT

Anwendung

Mit der Funktion **FN 16: F-PRINT** können Sie Q-Parameterwerte und Texte formatiert ausgeben, z. B. um Messprotokolle zu speichern.

Sie können die Werte wie folgt ausgeben:

- in eine Datei auf der Steuerung speichern
- auf den Bildschirm als Überblendfenster anzeigen
- in eine externe Datei speichern
- auf einem angebundenen Drucker ausdrucken

Verwandte Themen

- Automatisch erstelltes Messprotokoll bei Tastsystemzyklen
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Auf einem angebundenen Drucker ausdrucken
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Funktionsbeschreibung

Um Q-Parameterwerte und Texte ausgeben zu können, gehen Sie wie folgt vor:

- ▶ Textdatei erstellen, die das Ausgabeformat und den Inhalt vorgibt
- ▶ Im NC-Programm die Funktion **FN 16: F-PRINT** verwenden, um das Protokoll auszugeben

Wenn Sie die Werte in einer Datei ausgeben, beträgt die maximale Größe der ausgegebenen Datei 20 kB.

Innerhalb der Funktion **FN 16** legen Sie die Ausgabedatei fest, die die ausgegebenen Texte enthält.

Die Steuerung erstellt die Ausgabedatei in folgenden Fällen:

- Programmende **END PGM**
- Programmabbruch mit Taste **NC-STOPP**
- Befehl **M_CLOSE**
  Weitere Informationen: "Schlüsselwörter", Seite 490

Quelldatei für Ausgabeformat

Sie definieren das Ausgabeformat und den Inhalt der Datei in einer Quelldatei ***.a**.

Formatierung

Sie können die Formatierung mithilfe folgender Befehle definieren:

> Beachten Sie bei Ihren Eingaben die Groß- und Kleinschreibung.

Sonderzeichen	Funktion
“.....“	Ausgabeformat für Text und Variablen zwischen Anführungszeichen oben festlegen
%F	Format für Q-Parameter, QL und QR: ■ %: Format festlegen ■ F: Floating (Dezimalzahl), Format für Q, QL, QR
9.3	Format für Q-Parameter, QL und QR: ■ 9 Stellen insgesamt (inkl. Dezimaltrennzeichen) ■ davon 3 Nachkommastellen
%S	Format für Textvariable QS
%RS	Format für Textvariable QS Übernimmt den nachfolgenden Text unverändert, ohne Formatierung
%D oder **%I**	Format für Ganzzahl (Integer)
,	Trennzeichen zwischen Ausgabeformat und Parameter
;	Satzendezeichen, schließt eine Zeile ab
*****	Satzanfang einer Kommentarzeile Kommentare werden im Protokoll nicht angezeigt
%"	Ausgabe Anführungszeichen
%%	Ausgabe Prozentzeichen
****	Ausgabe Backslash
\n	Ausgabe Zeilenumbruch
+	Q-Parameterwert rechtsbündig
-	Q-Parameterwert linksbündig

Schlüsselwörter

Sie können folgende Informationen in die Datei einfügen:

Schlüsselwort	Funktion
CALL_PATH	Gibt den Pfadnamen des NC-Programms aus, in dem die FN 16-Funktion steht. Beispiel: "Messprogramm: %S",CALL_PATH;
M_CLOSE	Schließt die Datei, in die Sie mit FN 16 schreiben. Beispiel: M_CLOSE;
M_APPEND	Hängt das Protokoll bei erneuter Ausgabe an das bestehende Protokoll an. Beispiel: M_APPEND;
M_APPEND_MAX	Hängt das Protokoll bei erneuter Ausgabe an das bestehende Protokoll an, bis die anzugebende maximale Dateigröße in Kilobytes überschritten wird. Beispiel: M_APPEND_MAX20;
M_TRUNCATE	Überschreibt das Protokoll bei erneuter Ausgabe. Beispiel: M_TRUNCATE;
M_EMPTY_HIDE	Verhindert Leerzeilen im Protokoll bei nicht definierten oder leeren QS-Parametern. Beispiel: M_EMPTY_HIDE;
M_EMPTY_SHOW	Fügt im Protokoll Leerzeilen ein bei nicht definierten QS-Parametern. Setzt M_EMPTY_HIDE zurück. Beispiel: M_EMPTY_SHOW;
L_ENGLISH	Text nur bei Dialogsprache Englisch ausgeben
L_GERMAN	Text nur bei Dialogsprache Deutsch ausgeben
L_CZECH	Text nur bei Dialogsprache Tschechisch ausgeben
L_FRENCH	Text nur bei Dialogsprache Französisch ausgeben
L_ITALIAN	Text nur bei Dialogsprache Italienisch ausgeben
L_SPANISH	Text nur bei Dialogsprache Spanisch ausgeben
L_PORTUGUE	Text nur bei Dialogsprache Portugiesisch ausgeben
L_SWEDISH	Text nur bei Dialogsprache Schwedisch ausgeben
L_DANISH	Text nur bei Dialogsprache Dänisch ausgeben
L_FINNISH	Text nur bei Dialogsprache Finnisch ausgeben
L_DUTCH	Text nur bei Dialogsprache Niederländisch ausgeben
L_POLISH	Text nur bei Dialogsprache Polnisch ausgeben
L_HUNGARIA	Text nur bei Dialogsprache Ungarisch ausgeben
L_CHINESE	Text nur bei Dialogsprache Chinesisch ausgeben
L_CHINESE_TRAD	Text nur bei Dialogsprache Chinesisch (traditionell) ausgeben
L_SLOVENIAN	Text nur bei Dialogsprache Slowenisch ausgeben
L_NORWEGIAN	Text nur bei Dialogsprache Norwegisch ausgeben
L_ROMANIAN	Text nur bei Dialogsprache Rumänisch ausgeben
L_SLOVAK	Text nur bei Dialogsprache Slowakisch ausgeben
L_TURKISH	Text nur bei Dialogsprache Türkisch ausgeben
L_ALL	Text unabhängig von der Dialogsprache ausgeben
HOUR	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

Eingabe

11 FN 16: F-PRINT TNC:\mask.a / TNC:\Prot1.txt	; Ausgabedatei **Prot1.txt** mit der Quelle aus **Mask.a** ausgeben

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
FN 16: F-PRINT	Syntaxeröffner für Texte formatiert ausgeben
***.a**	Pfad der Quelldatei für das Ausgabeformat
/	Trenner zwischen den beiden Pfaden
TNC:\Prot1.txt	Pfad, unter dem die Steuerung die Ausgabedatei speichert Die Endung der Protokolldatei bestimmt den Dateityp der Ausgabe (z. B. TXT, A, XLS, HTML).

Sie können die Quelldatei und die Ausgabedatei als Q-Parameter oder QS-Parameter angeben. Dafür definieren Sie im NC-Programm vorher den gewünschten Parameter.

Damit die Steuerung erkennt, dass Sie mit Q-Parametern arbeiten, geben Sie diese in der **FN 16-**Funktion mit folgender Syntax ein:

Eingabe	Funktion
:'QS1'	QS-Parameter mit vorangestelltem Doppelpunkt und zwischen Hochkommata setzen
:'QL3'.txt	Bei Zieldatei ggf. zusätzlich Endung angeben

Ausgabemöglichkeiten

Bildschirmausgabe

Sie können die Funktion **FN 16: F-PRINT** auch verwenden, um Meldungen in einem Überblendfenster auf dem Steuerungsbildschirm auszugeben. Dadurch können Sie auf einfache Weise Hinweistexte so anzeigen, dass der Anwender darauf reagieren muss. Sie können die Länge der Hinweistexte und die Stelle im NC-Programm frei wählen. Sie können auch Inhalte von Variablen ausgeben, indem Sie die Textdatei entsprechend definieren.

Damit die Meldung auf dem Steuerungsbildschirm erscheint, definieren Sie als Ausgabepfad **SCREEN:**.

Beispiel

```
11 FN 16: F-PRINT TNC:\MASKE\MASKE1.A / SCREEN:
```

> Wenn Sie bei mehreren Bildschirmausgaben im NC-Programm den Inhalt des Überblendfensters ersetzen wollen, definieren Sie die Schlüsselwörter **M_CLOSE** oder **M_TRUNCATE**.

Sie haben folgende Möglichkeiten, das Überblendfenster zu schließen:

- Taste **CE**
- Ausgabepfad **SCLR:** definieren

Ausgabe steuerungsextern speichern

Mit der Funktion **FN 16** können Sie die Protokolldateien auch extern speichern.

Dazu müssen Sie den Namen des Zielpfads in der **FN 16**-Funktion vollständig angeben.

Beispiel

```
96 FN 16: F-PRINT TNC:\MSK\MSK1.A / PC325:\LOG\PRO1.TXT
```

Wenn Sie mehrmals im NC-Programm dieselbe Datei ausgeben, fügt die Steuerung innerhalb der Zieldatei die aktuelle Ausgabe hinter die zuvor ausgegebenen Inhalte dazu.

Ausgabedatei drucken

Sie können die Funktion **FN 16: F-PRINT** auch verwenden, um die Ausgabedateien an einem angebundenen Drucker auszudrucken.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Damit die Steuerung die Protokolldatei druckt, muss die Quelldatei für das Ausgabeformat mit dem Schlüsselwort **M_CLOSE** enden.

Damit die Meldung an den Standarddrucker gesendet wird, geben Sie als Zielpfad **Printer:** und einen Dateinamen ein.

Wenn Sie einen anderen Drucker als den Standarddrucker verwenden, geben Sie den Pfad des Druckers ein, z. B. **Printer:\PR0739** und einen Dateinamen.

Die Steuerung speichert die Datei unter dem definierten Dateinamen im definierten Pfad. Der Dateiname wird nicht mitgedruckt.

Die Steuerung speichert die Datei nur solange, bis sie gedruckt wird.

Beispiel

```
11 FN 16: F-PRINT TNC:\MASKE\MASKE1.A / PRINTER:\PRINT1
```

Hinweise

- Mit den optionalen Maschinenparametern **fn16DefaultPath** (Nr. 102202) und **fn16DefaultPathSim** (Nr. 102203) definieren Sie einen Pfad, unter dem die Steuerung die Ausgabedateien speichert.
- Wenn Sie als Zielpfad der Ausgabedatei nur den Dateinamen definieren, speichert die Steuerung die Ausgabedatei im Ordner des NC-Programms.
- Wenn Sie sowohl in den Maschinenparametern als auch in der Funktion **FN 16** einen Pfad definieren, gilt der Pfad aus der Funktion **FN 16**.
- Wenn die gerufene Datei im selben Verzeichnis steht wie die rufende Datei, können Sie auch nur den Dateinamen ohne Pfad eingeben. Wenn Sie die Datei mit dem Auswahlmenü wählen, geht die Steuerung automatisch so vor.
- Mit der Funktion **%RS** in der Quelldatei übernimmt die Steuerung den folgenden Inhalt unformatiert. Damit können Sie z. B. eine Pfadangabe mit QS-Parameter ausgeben.
- Für auszugebende Texte können Sie den UTF-8-Zeichensatz verwenden.

Beispiel

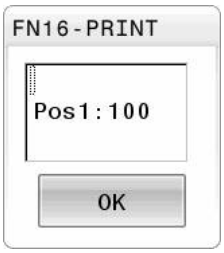
Beispiel für eine Textdatei, die eine Protokolldatei mit variabler Länge ausgibt:

“MESSPROTOKOLL“;
“%S“,QS1;
M_EMPTY_HIDE;
“%S“,QS2;
“%S“,QS3;
M_EMPTY_SHOW;
“%S“,QS4;
M_CLOSE;

Beispiel für ein NC-Programm, das ausschließlich **QS3** definiert:

```
95 Q1 = 100
96 QS3 = "Pos 1: " || TOCHAR( DAT+Q1 )
97 FN 16: F-PRINT TNC:\fn16.a / SCREEN:
```

Beispiel für die Bildschirmausgabe mit zwei Leerzeilen, die durch **QS1** und **QS4** entstehen:



Systemdaten lesen mit FN 18: SYSREAD

Anwendung

Mit der Funktion **FN 18: SYSREAD** können Sie Systemdaten lesen und in Variablen speichern.

Verwandte Themen

- Liste der Systemdaten der Steuerung
  Weitere Informationen: "Liste der FN-Funktionen", Seite 650
- Systemdaten mithilfe von QS-Parametern lesen
  Weitere Informationen: "Systemdaten lesen mit SYSSTR", Seite 506

Funktionsbeschreibung

Die Steuerung gibt Systemdaten mit **FN 18: SYSREAD** immer metrisch aus, unabhängig von der Einheit des NC-Programms.

Eingabe

11 FN 18: SYSREAD Q25 = ID210 NR4 IDX3	; Aktiven Maßfaktor der Z-Achse in **Q25** speichern

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
FN 18: SYSREAD	Syntaxeröffner für Systemdaten lesen
Q/QL/QR oder **QS**	Variable, in der die Steuerung die Information speichert
ID	Gruppennummer des Systemdatums
NR	Systemdatennummer Syntaxelement optional
IDX	Index Syntaxelement optional
.	Sub-Index bei Systemdaten für Werkzeuge Syntaxelement optional

Hinweis

Daten aus der aktiven Werkzeugtabelle können Sie alternativ mithilfe von **TABDATA READ** auslesen. Die Steuerung rechnet dabei die Tabellenwerte automatisch in die Maßeinheit des NC-Programms um.

Weitere Informationen: "Tabellenwert lesen mit TABDATA READ", Seite 622

Werte an PLC übergeben mit FN 19: PLC

Anwendung

Mit der Funktion **FN 19: PLC** können Sie bis zu zwei Zahlenwerte oder Q-Parameter an die PLC übergeben.

Funktionsbeschreibung

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Änderung an der PLC können zu unerwünschten Verhalten und schwerwiegenden Fehlern führen, z. B. Unbedienbarkeit der Steuerung. Aus diesem Grund ist der Zugang zu der PLC passwortgeschützt. Diese Funktion bietet HEIDENHAIN, ihrem Maschinenhersteller und Drittanbietern eine Möglichkeit, aus einem NC-Programm mit der PLC zu kommunizieren. Die Verwendung durch den Maschinenbediener oder NC-Programmierer ist nicht empfehlenswert.
Während der Abarbeitung der Funktion und nachfolgender Bearbeitung besteht Kollisionsgefahr!

- Funktion ausschließlich in Abstimmung mit HEIDENHAIN, Maschinenhersteller oder Drittanbieter verwenden
- Dokumentationen von HEIDENHAIN, Maschinenhersteller und Drittanbieter beachten

NC und PLC synchronisieren mit FN 20: WAIT FOR

Anwendung

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: WAIT FOR-**Satz programmiert haben.

Funktionsbeschreibung

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Änderung an der PLC können zu unerwünschten Verhalten und schwerwiegenden Fehlern führen, z. B. Unbedienbarkeit der Steuerung. Aus diesem Grund ist der Zugang zu der PLC passwortgeschützt. Diese Funktion bietet HEIDENHAIN, ihrem Maschinenhersteller und Drittanbietern eine Möglichkeit, aus einem NC-Programm mit der PLC zu kommunizieren. Die Verwendung durch den Maschinenbediener oder NC-Programmierer ist nicht empfehlenswert.
Während der Abarbeitung der Funktion und nachfolgender Bearbeitung besteht Kollisionsgefahr!

- Funktion ausschließlich in Abstimmung mit HEIDENHAIN, Maschinenhersteller oder Drittanbieter verwenden
- Dokumentationen von HEIDENHAIN, Maschinenhersteller und Drittanbieter beachten

Die Funktion **SYNC** können Sie immer dann verwenden, wenn Sie z. B. über **FN 18: SYSREAD** Systemdaten lesen, die eine Synchronisation zur Echtzeit erfordern. Die Steuerung hält dann die Vorausrechnung an und führt den folgenden NC-Satz erst dann aus, wenn auch das NC-Programm tatsächlich diesen NC-Satz erreicht hat.

Anwendungsbeispiel

```
32 FN 20: WAIT FOR SYNC
33 FN 18: SYSREAD Q1 = ID270 NR1 IDX1
```

In diesem Beispiel halten Sie die interne Vorausrechnung der Steuerung an, um die aktuelle Position der X-Achse zu ermitteln.

Werte an PLC übergeben mit FN 29: PLC

Anwendung

Mit der Funktion **FN 29: PLC** können Sie bis zu acht Zahlenwerte oder Q-Parameter an die PLC übergeben.

Funktionsbeschreibung

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Änderung an der PLC können zu unerwünschten Verhalten und schwerwiegenden Fehlern führen, z. B. Unbedienbarkeit der Steuerung. Aus diesem Grund ist der Zugang zu der PLC passwortgeschützt. Diese Funktion bietet HEIDENHAIN, ihrem Maschinenhersteller und Drittanbietern eine Möglichkeit, aus einem NC-Programm mit der PLC zu kommunizieren. Die Verwendung durch den Maschinenbediener oder NC-Programmierer ist nicht empfehlenswert.
Während der Abarbeitung der Funktion und nachfolgender Bearbeitung besteht Kollisionsgefahr!

- Funktion ausschließlich in Abstimmung mit HEIDENHAIN, Maschinenhersteller oder Drittanbieter verwenden
- Dokumentationen von HEIDENHAIN, Maschinenhersteller und Drittanbieter beachten

Eigene Zyklen erstellen mit FN 37: EXPORT

Anwendung

Die Funktion **FN 37: EXPORT** benötigen Sie, wenn Sie eigene Zyklen erstellen und in die Steuerung einbinden möchten.

Funktionsbeschreibung

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Änderung an der PLC können zu unerwünschten Verhalten und schwerwiegenden Fehlern führen, z. B. Unbedienbarkeit der Steuerung. Aus diesem Grund ist der Zugang zu der PLC passwortgeschützt. Diese Funktion bietet HEIDENHAIN, ihrem Maschinenhersteller und Drittanbietern eine Möglichkeit, aus einem NC-Programm mit der PLC zu kommunizieren. Die Verwendung durch den Maschinenbediener oder NC-Programmierer ist nicht empfehlenswert.
Während der Abarbeitung der Funktion und nachfolgender Bearbeitung besteht Kollisionsgefahr!

- Funktion ausschließlich in Abstimmung mit HEIDENHAIN, Maschinenhersteller oder Drittanbieter verwenden
- Dokumentationen von HEIDENHAIN, Maschinenhersteller und Drittanbieter beachten

Informationen aus dem NC-Programm senden mit FN 38: SEND

Anwendung

Mit der Funktion **FN 38: SEND** können Sie aus dem NC-Programm Texte und Q-Parameterwerte in das Logbuch schreiben oder an eine externe Anwendung senden, z. B. dem StateMonitor.

Funktionsbeschreibung

Die Datenübertragung erfolgt über eine TCP/IP-Verbindung.

Weitere Informationen finden Sie im Handbuch RemoTools SDK.

Eingabe

11 FN 38: SEND /"Q-Parameter Q1: %f Q23: %f" / +Q1 / +Q23	; Werte von **Q1** und **Q23** in das Logbuch schreiben

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
FN 18: SEND	Syntaxeröffner für Informationen senden
/	Ausgabetext als fester oder variabler Text mit max. sieben Platzhaltern für die Werte der Variablen, z. B. **%f** **Weitere Informationen:** "Quelldatei für Ausgabeformat", Seite 488
/	Inhalt der max. sieben Platzhalter im Ausgabetext als feste oder variable Nummern Syntaxelement optional

Hinweise

- Beachten Sie die Groß- und Kleinschreibung bei der Angabe der Platzhalter.
- Um im Ausgabetext **%** zu erhalten, müssen Sie an der gewünschten Textstelle **%%** eingeben.

Beispiel

Informationen an den StateMonitor senden.

Mithilfe der **FN 38**-Funktion können Sie u. a. Aufträge buchen. Voraussetzung hierfür sind ein im StateMonitor angelegter Auftrag sowie eine Zuweisung zur verwendeten Werkzeugmaschine.

> Die Auftragsverwaltung mithilfe des sog. JobTerminals (Option #4) ist ab der Version 1.2 des StateMonitors möglich.

Vorgaben:

- Auftragsnummer 1234
- Arbeitsschritt 1

11 FN 38: SEND /"JOB:1234_STEP:1_CREATE"	; Auftrag anlegen
12 FN 38: SEND /"JOB:1234_STEP:1_CREATE_ITEMNAME: HOLDER_ITEMID:123_TARGETQ:20"	; Alternativ: Auftrag anlegen mit Teilename, Teilenummer und Sollmenge
13 FN 38: SEND /"JOB:1234_STEP:1_START"	; Auftrag starten
14 FN 38: SEND /"JOB:1234_STEP:1_PREPARATION"	; Rüsten starten
15 FN 38: SEND /"JOB:1234_STEP:1_PRODUCTION"	; Fertigen / Produktion
16 FN 38: SEND /"JOB:1234_STEP:1_STOP"	; Auftrag stoppen
17 FN 38: SEND /"JOB:1234_STEP:1_ FINISH"	; Auftrag beenden

Zusätzlich können auch die Werkstückmengen zu dem Auftrag rückgemeldet werden.

Mit den Platzhaltern **OK**, **S** und **R** geben Sie an, ob die Menge der rückgemeldeten Werkstücke korrekt gefertigt wurde oder nicht.

Die Platzhalter **A** und **I** definieren Sie, wie der StateMonitor die Rückmeldung interpretiert. Bei der Übergabe von absoluten Werten überschreibt der StateMonitor die zuvor gültigen Werte. Bei inkrementalen Werten zählt der StateMonitor die Stückzahl hoch.

11 FN 38: SEND /"JOB:1234_STEP:1_OK_A:23"	; Istmenge (OK) absolut
12 FN 38: SEND /"JOB:1234_STEP:1_OK_I:1"	; Istmenge (OK) inkremental
13 FN 38: SEND /"JOB:1234_STEP:1_S_A:12"	; Ausschuss (S) absolut
14 FN 38: SEND /"JOB:1234_STEP:1_S_I:1"	; Ausschuss (S) inkremental
15 FN 38: SEND /"JOB:1234_STEP:1_R_A:15"	; Nacharbeit (R) absolut
16 FN 38: SEND /"JOB:1234_STEP:1_R_I:1"	; Nacharbeit (R) inkremental

18.2.8 Funktionen für frei definierbare Tabellen

Frei definierbare Tabelle öffnen mit FN 26: TABOPEN

Anwendung

Mit der Funktion **FN 26: TABOPEN** öffnen Sie eine beliebige frei definierbare Tabelle, um diese Tabelle mit **FN 27** zu beschreiben, bzw. aus dieser Tabelle mit **FN 28** zu lesen.

Verwandte Themen

- Inhalt und Erstellung von frei definierbaren Tabellen
  Weitere Informationen: "Frei definierbare Tabellen", Seite 624
- Zugriff auf Tabellenwerte mit geringer Rechenleistung
  Weitere Informationen: "Tabellenzugriff mit SQL-Anweisungen", Seite 512

Funktionsbeschreibung

Sie geben den Pfad der frei definierbaren Tabelle ein. Der Dateiname muss mit ***.tab** enden.

Hinweis

In einem NC-Programm kann immer nur eine Tabelle geöffnet sein. Ein neuer NC-Satz mit **FN 26: TABOPEN** schließt die zuletzt geöffnete Tabelle automatisch.

Frei definierbare Tabelle beschreiben mit FN 27: TABWRITE

Anwendung

Mit der Funktion **FN 27: TABWRITE** beschreiben Sie die Tabelle, die Sie zuvor mit **FN 26: TABOPEN** geöffnet haben.

Verwandte Themen

- Inhalt und Erstellung von frei definierbaren Tabelle
  Weitere Informationen: "Frei definierbare Tabellen", Seite 624
- Frei definierbare Tabelle öffnen
  Weitere Informationen: "Frei definierbare Tabelle öffnen mit FN 26: TABOPEN", Seite 498

Funktionsbeschreibung

Sie können mehrere Spaltennamen in einem **TABWRITE**-Satz definieren, d. h. beschreiben. Die Spaltennamen müssen zwischen Anführungszeichen stehen und durch ein Komma getrennt sein. Den Wert, den die Steuerung in die jeweilige Spalte schreiben soll, definieren Sie in Q-Parametern.

Wenn Sie in ein Textfeld (z. B. Spaltentyp **UPTEXT**) schreiben wollen, arbeiten Sie mit QS-Parametern. In Zahlenfelder schreiben Sie mit Q, QL oder QR-Parametern.

Hinweise

- Die Steuerung führt die Funktion **FN 27: TABWRITE** nur in der Betriebsart **Programmlauf** aus.
  Mit der Funktion **FN 18 ID992 NR16** können Sie abfragen, in welcher Betriebsart das NC-Programm ausgeführt wird.
- Wenn Sie mehrere Spalten in einem NC-Satz beschreiben, müssen Sie die zu schreibenden Werte in aufeinanderfolgenden Q-Parameternummern speichern.
- Die Steuerung zeigt eine Fehlermeldung, wenn Sie in eine gesperrte oder nicht vorhandene Tabellenzelle schreiben wollen.

Beispiel

In die Zeile 5 der momentan geöffneten Tabelle die Spalten Radius, Tiefe und D beschreiben. Die Werte, die in die Tabelle geschrieben werden sollen, sind in den Q-Parametern **Q5**, **Q6** und **Q7** gespeichert.

11 Q5 = 3,75	; Wert für die Spalte **Radius** definieren
12 Q6 = -5	; Wert für die Spalte **Depth** definieren
13 Q7 = 7,5	; Wert für die Spalte **D** definieren
14 FN 27: TABWRITE 5/“Radius,Depth,D“ = Q5	; Definierte Werte in die Tabelle schreiben

Frei definierbare Tabelle lesen mit FN 28: TABREAD

Anwendung

Mit der Funktion **FN 28: TABREAD** lesen Sie aus der Tabelle, die Sie zuvor mit **FN 26: TABOPEN** geöffnet haben.

Verwandte Themen

- Inhalt und Erstellung von frei definierbaren Tabellen
  Weitere Informationen: "Frei definierbare Tabellen", Seite 624
- Frei definierbare Tabelle öffnen
  Weitere Informationen: "Frei definierbare Tabelle öffnen mit FN 26: TABOPEN", Seite 498
- Frei definierbare Tabelle beschreiben
  Weitere Informationen: "Frei definierbare Tabelle beschreiben mit FN 27: TABWRITE", Seite 499

Funktionsbeschreibung

Sie können mehrere Spaltennamen in einem **TABREAD**-Satz definieren, d. h. lesen. Die Spaltennamen müssen zwischen Anführungszeichen stehen und durch ein Komma getrennt sein. Die Q-Parameternummer, in die die Steuerung den ersten gelesenen Wert schreiben soll, definieren Sie im **FN 28**-Satz.

Wenn Sie ein Textfeld auslesen, arbeiten Sie mit QS-Parametern. Aus Zahlenfeldern lesen Sie mit Q, QL oder QR-Parametern.

Hinweis

Wenn Sie mehrere Spalten in einem NC-Satz lesen, dann speichert die Steuerung die gelesenen Werte in aufeinanderfolgenden Q-Parameter des gleichen Typs, z. B. **QL1**, **QL2** und **QL3**.

Beispiel

Aus der Zeile 6 der momentan geöffneten Tabelle die Werte der Spalten **X**, **Y** und **D** lesen. Den ersten Wert im Q-Parameter **Q10**, den zweiten Wert in **Q11** und den dritten Wert in **Q12** speichern.

Aus derselben Zeile die Spalte **DOC** in **QS1** speichern.

11 FN 28: TABREAD Q10 = 6/“X,Y,D“	; Numerische Werte aus den Spalten **X**, **Y** und **D** lesen
12 FN 28: TABREAD QS1 = 6/“DOC“	; Alphanumerischen Wert aus der Spalte **DOC** lesen

18.2.9 Formeln im NC-Programm

Anwendung

Mit der Funktion **Formel Q/QL/QR** können Sie mehrere Rechenoperationen in einem NC-Satz definieren.

Verwandte Themen

- Stringformel für Zeichenketten
  Weitere Informationen: "Stringfunktionen", Seite 504
- Eine Berechnung im NC-Satz definieren
  Weitere Informationen: "Ordner Grundrechenarten", Seite 481

Funktionsbeschreibung

Als erste Eingabe definieren Sie die Variable, der Sie das Ergebnis zuweisen.

Rechts vom **=**-Zeichen definieren Sie die Rechenoperationen.

Wenn Sie die Funktionen **Formel Q/QL/QR** oder **Stringformel QS** definieren, können Sie in der Aktionsleiste oder im Formular eine Tastatur zur Formeleingabe mit allen verfügbaren Rechenschritten öffnen. Die Bildschirmtastatur enthält auch einen Modus Formeleingabe.

Weitere Informationen: "Bildschirmtastatur der Steuerungsleiste", Seite 555

Rechenregeln

Reihenfolge bei der Auswertung von Rechenoperationen

Wenn Sie eine mathematische Formel eingeben, die mehr als eine Rechenoperation enthält, wertet die Steuerung die einzelnen Operationen immer in einer definierten Reihenfolge aus. Ein bekanntes Beispiel dafür ist die Punkt- vor Strichrechnung.

Die Steuerung beachtet folgende Prioritätsregeln bei der Auswertung von mathematischen Formeln:

Priorität	Bezeichnung	Rechenzeichen
1	Klammer auflösen	**( )**
2	Vorzeichen beachten, Funktion berechnen	Vorzeichen-Minus, **SIN**, **COS**, **LN** usw.
3	Potenzieren	**^**
4	Multiplizieren und Dividieren (Punktrechnung)	***** , **/**
5	Addieren und Subtrahieren (Strichrechnung)	**+**, **-**

Reihenfolge bei Operationen mit gleicher Priorität

Grundsätzlich berechnet die Steuerung Operationen mit gleicher Priorität von links nach rechts.

2 + 3 - 2 = (2 + 3) - 2 = 3

Ausnahme: Bei verketteten Potenzen wird von rechts nach links ausgewertet.

2 ^ 3 ^ 2 = 2 ^ (3 ^ 2) = 2 ^ 9 = 512

Rechenoperationen

Die Tastatur zur Formeleingabe enthält folgende Verknüpfungsfunktionen:

Syntax	Verknüpfungsfunktion	Priorität
+	**Addition** z. B. **Q10 = Q1 + Q5**	Strichrechnung
-	**Subtraktion** z. B. **Q25 = Q7 - Q108**	Strichrechnung
*****	**Multiplikation** z. B. **Q12 = 5 * Q5**	Punktrechnung
/	**Division** z. B. **Q25 = Q1 / Q2**	Punktrechnung
(	**Klammer auf** z. B. **Q12 = Q1 * (Q2 + Q3)**	Klammer
)	**Klammer zu** z. B. **Q12 = Q1 * (Q2 + Q3)**	Klammer
SQ	**Wert quadrieren (engl. square)** z. B. **Q15 = SQ 5**	Funktion
SQRT	**Wurzel ziehen (engl. square root)** z. B. **Q22 = SQRT 25**	Funktion
SIN	**Sinus eines Winkels** z. B. **Q44 = SIN 45**	Funktion
COS	**Cosinus eines Winkels** z. B. **Q45 = COS 45**	Funktion
TAN	**Tangens eines Winkels** z. B. **Q46 = TAN 45**	Funktion
ASIN	**Arcus-Sinus** Umkehrfunktion des Sinus; Winkel bestimmen aus dem Verhältnis Gegenkathete/Hypotenuse z. B. **Q10 = ASIN (Q40 / Q20)**	Funktion
ACOS	**Arcus-Cosinus** Umkehrfunktion des Cosinus; Winkel bestimmen aus dem Verhältnis Ankathete/Hypotenuse z. B. **Q11 = ACOS Q40**	Funktion
ATAN	**Arcus-Tangens** Umkehrfunktion des Tangens; Winkel bestimmen aus dem Verhältnis Gegenkathete/Ankathete z. B. **Q12 = ATAN Q50**	Funktion
^	**Werte potenzieren** z. B. **Q15 = 3 ^ 3**	Potenz
PI	**Konstante PI** π = 3,14159 z. B. **Q15 = PI**	

Syntax	Verknüpfungsfunktion	Priorität
LN	**Natürlichen Logarithmus (LN) einer Zahl bilden** Basiszahl = e = 2,7183 z. B. **Q15 = LN Q11**	Funktion
LOG	**Logarithmus einer Zahl bilden** Basiszahl = 10 z. B. **Q33 = LOG Q22**	Funktion
EXP	**Exponentialfunktion (e ^ n)** Basiszahl = e = 2,7183 z. B. **Q1 = EXP Q12**	Funktion
NEG	**Werte negieren** Multiplikation mit -1 z. B. **Q2 = NEG Q1**	Funktion
INT	**Nachkommastellen abschneiden** Integer-Zahl bilden z. B. **Q3 = INT Q42** Die Funktion **INT** rundet nicht, sondern schneidet nur die Nachkommastellen ab.	Funktion
ABS	**Absolutwert einer Zahl bilden** z. B. **Q4 = ABS Q22**	Funktion
FRAC	**Vorkommastellen einer Zahl abschneiden** Fraktionieren z. B. **Q5 = FRAC Q23**	Funktion
SGN	**Vorzeichen einer Zahl prüfen** z. B. **Q12 = SGN Q50** Wenn **Q50 = 0**, dann ist **SGN Q50 = 0** Wenn **Q50 < 0**, dann ist **SGN Q50 = -1** Wenn **Q50 > 0**, dann ist **SGN Q50 = 1**	Funktion
%	**Modulowert (Divisionsrest) berechnen** z. B. **Q12 = 400 % 360** Ergebnis: **Q12 = 40**	Funktion

Sie können auch Verknüpfungsfunktionen für Strings, also Zeichenketten, definieren.

Beispiel

Punkt- vor Strichrechnung

```
11 Q1 = 5 * 3 + 2 * 10      ; Ergebnis = 35
```

- 1. Rechenschritt 5 * 3 = 15
- 2. Rechenschritt 2 * 10 = 20
- 3. Rechenschritt 15 + 20 = 35

Potenz vor Strichrechnung

```
11 Q2 = SQ 10 - 3^3        ; Ergebnis = 73
```

- 1. Rechenschritt 10 quadrieren = 100
- 2. Rechenschritt 3 mit 3 potenzieren = 27
- 3. Rechenschritt 100 – 27 = 73

Funktion vor Potenz

```
11 Q4 = SIN 30 ^ 2         ; Ergebnis = 0,25
```

- 1. Rechenschritt: Sinus von 30 berechnen = 0,5
- 2. Rechenschritt: 0,5 quadrieren = 0,25

Klammer vor Funktion

```
11 Q5 = SIN ( 50 - 20 )    ; = 0,5
```

- 1. Rechenschritt: Klammer ausrechnen 50 - 20 = 30
- 2. Rechenschritt: Sinus von 30 berechnen = 0,5

18.3 Stringfunktionen

Anwendung

Mit QS-Parametern können Sie Texte definieren und weiter verarbeiten, um z. B. variable Protokolle mit **FN 16: F-PRINT** zu erstellen.

Verwandte Themen

- Bereiche von Variablen
  Weitere Informationen: "Variablenarten", Seite 472

Funktionsbeschreibung

Sie können einem QS-Parameter max. 255 Zeichen zuweisen.

Innerhalb von QS-Parametern sind folgende Zeichen erlaubt:

- Buchstaben
- Ziffern
- Sonderzeichen, z. B. **?**
- Steuerzeichen, z. B. **** für Pfade
- Leerzeichen

Sie programmieren die einzelnen Stringfunktionen mithilfe der freien Syntaxeingabe.

Weitere Informationen: "NC-Funktionen ändern", Seite 120

Sie können die Werte von QS-Parametern mit den Funktionen **Formel Q/QL/QR** und **Stringformel QS** weiterverarbeiten oder prüfen.

Syntax	Funktion	Übergeordnete NC-Funktion
DECLARE STRING	QS-Parameter einen Wert zuweisen **Weitere Informationen:** "QS-Parameter Text zuweisen", Seite 508	
STRING-FORMEL	QS-Parameter verketten **Weitere Informationen:** "QS-Parameter verketten", Seite 508	**Stringformel QS**

Syntax	Funktion	Übergeordnete NC-Funktion
TONUMB	Alpha-numerischen Wert eines QS-Parameters in einen numerischen Wert umwandeln und einer Variable zuweisen **Weitere Informationen:** "Variable Textinhalte in numerische Werte umwandeln ", Seite 509	**Formel Q/QL/QR**
TOCHAR	Numerischen Wert in einen alpha-numerischen Wert umwandeln und einem QS-Parameter zuweisen **Weitere Informationen:** "Variable numerische Werte in Textinhalte umwandeln", Seite 509	**Stringformel QS**
SUBSTR	Teilstring aus einem QS-Parameter kopieren **Weitere Informationen:** "Teilstring aus einem QS-Parameter kopieren", Seite 509	**Stringformel QS**
SYSSTR	Systemdaten lesen **Weitere Informationen:** "Systemdaten lesen mit SYSSTR", Seite 506	**Stringformel QS**
INSTR	Prüfen, ob der Inhalt eines QS-Parameters in einem anderen QS-Parameter enthalten ist. **Weitere Informationen:** "Teilstring innerhalb eines QS-Parameterinhalts suchen", Seite 509	**Formel Q/QL/QR**
STRLEN	Textlänge des Werts eines QS-Parameters ermitteln **Weitere Informationen:** "Gesamtanzahl der Zeichen eines QS-Parameters ermitteln", Seite 509 Wenn der gewählte String-Parameter nicht definiert ist, liefert die Steuerung das Ergebnis **-1**.	**Formel Q/QL/QR**
STRCOMP	Alphabetische Reihenfolge vergleichen **Weitere Informationen:** "Alphabetische Reihenfolge zweier QS-Parameterinhalte vergleichen", Seite 510	**Formel Q/QL/QR**
CFGREAD	Maschinenparameter auslesen **Weitere Informationen:** "Inhalt eines Maschinenparameters übernehmen", Seite 510	■ **Stringformel QS** ■ **Formel Q/QL/QR**

Systemdaten lesen mit SYSSTR

Mit der Funktion **SYSSTR** können Sie Systemdaten lesen und in String-Parametern speichern. Die Auswahl des Systemdatums erfolgt mit einer Gruppennummer (ID) und einer Nummer.

Die Eingabe von IDX und DAT ist nicht notwendig.

Sie können folgende Systemdaten lesen:

Gruppenname, ID-Nr.	Nummer	Bedeutung
Programminformation, 10010	1	Pfad des aktuellen Hauptprogramms oder Palettenprogramms
	2	Pfad des in der Satzanzeige angezeigten NC-Programms
	3	Pfad des mit **CYCL DEF 12 PGM CALL** angewählten Zyklus
	10	Pfad des mit **SEL PGM** angewählten NC-Programms
Kanaldaten, 10025	1	Kanalname
Im Werkzeugaufruf programmierte Werte, 10060	1	Werkzeugname
Kinematik, 10290	10	Im letzten **FUNCTION MODE**-Satz programmierte Kinematik
Aktuelle Systemzeit, 10321	1 - 16, 20	■ 1: DD.MM.YYYY hh:mm:ss ■ 2 und 16: DD.MM.YYYY hh:mm ■ 3: DD.MM.YY hh:mm ■ 4: YYYY-MM-DD hh:mm:ss ■ 5 und 6: YYYY-MM-DD hh:mm ■ 7: YY-MM-DD hh:mm ■ 8 und 9: DD.MM.YYYY ■ 10: D.MM.YY ■ 11: YYYY-MM-DD ■ 12: YY-MM-DD ■ 13 und 14: hh:mm:ss ■ 15: hh:mm ■ 20: XX Die Bezeichnung XX steht für die 2-stellige Ausgabe der aktuellen Kalenderwoche, die nach ISO 8601 folgende Eigenschaften aufweist: ■ Hat sieben Tage ■ Beginnt an einem Montag ■ Wird fortlaufend nummeriert ■ Erste Kalenderwoche enthält ersten Donnerstag des Jahrs
Daten des Tastsystems, 10350	50	Tastertyp des aktiven Tastsystems TS
	70	Tastertyp des aktiven Tastsystems TT
	73	Keyname des aktiven Tastsystems TT aus dem MP **activeTT**

Gruppenname, ID-Nr.	Nummer	Bedeutung
Daten zur Palettenbearbeitung, 10510	1	Name der aktuell bearbeiteten Palette
	2	Pfad der aktuell angewählten Palettentabelle
NC-Softwarestand, 10630	10	Versionskennung des NC-Softwarestands
Information für Unwuchtzyklus, 10855	1	Pfad der Unwucht-Kalibriertabelle, die zur aktiven Kinematik gehört
Werkzeugdaten, 10950	1	Werkzeugname
	2	DOC-Eintragung des Werkzeugs
	3	AFC-Regeleinstellung
	4	Werkzeugträgerkinematik

Maschinenparameter lesen mit CFGREAD

Mit der Funktion **CFGREAD** können Sie Maschinenparameter der Steuerung als numerische Werte oder als Strings auslesen. Die gelesenen Werte werden immer metrisch ausgegeben.

Sie müssen zum Lesen eines Maschinenparameters folgende Inhalte im Konfigurationseditor ermitteln:

- Parametername
- Parameterobjekt
- Wenn vorhanden Gruppenname und Index

Weitere Informationen: "Inhalt eines Maschinenparameters übernehmen", Seite 510

Symbol	Typ	Bedeutung	Beispiel
	Key	Gruppenname des Maschinenparameters (wenn vorhanden)	**CH_NC**
	Entität	Parameterobjekt (der Name beginnt mit **Cfg**...)	**CfgGeoCycle**
	Attribut	Name des Maschinenparameters	**displaySpindleErr**
	Index	Listenindex eines Maschinenparameters (wenn vorhanden)	**[0]**

> Wenn Sie sich im Konfigurationseditor für die Anwenderparameter befinden, können Sie die Darstellung der vorhandenen Parameter ändern. Mit der Standardeinstellung werden die Parameter mit kurzen, erklärenden Texten angezeigt.

Bevor Sie einen Maschinenparameter mit der Funktion **CFGREAD** abfragen können, müssen Sie jeweils einen QS-Parameter mit Attribut, Entität und Key definieren.

Folgende Parameter werden im Dialog der Funktion **CFGREAD** abgefragt:

- **KEY_QS**: Gruppenname (Key) des Maschinenparameters
- **TAG_QS**: Objektname (Entität) des Maschinenparameters
- **ATR_QS**: Name (Attribut) des Maschinenparameters
- **IDX**: Index des Maschinenparameters

18.3.1 QS-Parameter Text zuweisen

Bevor Sie Texte verwenden und weiterverarbeiten können, müssen Sie die Zeichen QS-Parametern zuweisen. Dazu verwenden Sie den Befehl **DECLARE STRING**.

Sie weisen einem QS-Parameter wie folgt einen Text zu:

NC-Funktion einfügen

- ▶ **NC-Funktion einfügen** wählen
- > Die Steuerung öffnet das Fenster **NC-Funktion einfügen**.
- ▶ **DECLARE STRING** wählen
- ▶ QS-Parameter für das Ergebnis definieren, z. B. **QS10**
- ▶ **Name** wählen
- ▶ Gewünschten Text eingeben
- ▶ NC-Satz beenden
- ▶ NC-Satz abarbeiten
- > Die Steuerung weist dem QS-Parameter den eingegebenen Text zu.

In diesem Beispiel wird ein Text dem QS-Parameter **QS10** zugewiesen.

```
37 DECLARE STRING QS10 = "workpiece"
```

18.3.2 QS-Parameter verketten

Mit dem Verkettungsoperator **||** können Sie die Zeichen mehrerer QS-Parameter miteinander verbinden. So können Sie feste und variable Textbestandteile kombinieren.

Sie verbinden die Werte mehrere QS-Parameter wie folgt:

NC-Funktion einfügen

- ▶ **NC-Funktion einfügen** wählen
- > Die Steuerung öffnet das Fenster **NC-Funktion einfügen**.
- ▶ **Stringformel QS** wählen
- ▶ QS-Parameter für das Ergebnis definieren
- ▶ Tastatur zur Formeleingabe öffnen
- ▶ Verkettungsoperator **||** wählen
- ▶ Links vom Symbol Verkettungsoperator Nummer des QS-Parameters mit dem ersten Teilstring definieren
- ▶ Rechts vom Symbol Verkettungsoperator Nummer des QS-Parameters mit dem zweiten Teilstring definieren
- ▶ NC-Satz beenden
- ▶ Eingabe bestätigen
- > Die Steuerung speichert die Teilstrings nach dem Abarbeiten hintereinander als Wert in den Zielparameter.

In diesem Beispiel soll **QS10** den kompletten Text von **QS12**, **QS13** und **QS14** enthalten.

```
37 QS10 =  QS12 || QS13 || QS14
```

Parameterinhalte:

- **QS12**: **Werkstueck**
- **QS13**: **Status:**
- **QS14**: **Ausschuss**
- **QS10**: **Werkstueck Status: Ausschuss**

18.3.3 Variable Textinhalte in numerische Werte umwandeln

Mit der Funktion **TONUMB** können Sie numerische Zeichen eines QS-Parameters als Wert einer Variable speichern. Der umzuwandelnde Wert darf nur aus Zahlen bestehen. Mit dem gespeicherten Wert können Sie z. B. Berechnungen ausführen.

In diesem Beispiel wird der QS-Parameter **QS11** in den numerischen Parameter **Q82** umgewandelt.

```
37 Q82 = TONUMB ( SRC_QS11 )
```

18.3.4 Variable numerische Werte in Textinhalte umwandeln

Mit der Funktion **TOCHAR** können Sie den Inhalt einer Variable in einen QS-Parameter speichern. Den gespeicherten Inhalt können Sie, z. B. mit anderen QS-Parametern verketten.

In diesem Beispiel wird der Inhalt des numerischen Parameters **Q50** in den String-Parameter **QS11** übertragen.

```
37 QS11 = TOCHAR ( DAT+Q50 DECIMALS3 )
```

18.3.5 Teilstring aus einem QS-Parameter kopieren

Mit der Funktion **SUBSTR** können Sie aus einem QS-Parameter einen definierbaren Bereich in einen anderen QS-Parameter speichern. Sie können diese Funktion z. B. nutzen, um den Dateinamen aus einem absoluten Dateipfad zu extrahieren.

In diesem Beispiel wird mit dem Syntaxelement **BEG2** ab der dritten Stelle, da das Zählen ab Null beginnt und mit **LEN4** ein vier Zeichen langer Teilstring gelesen.

```
37 QS13 = SUBSTR ( SRC_QS10 BEG2 LEN4 )
```

18.3.6 Teilstring innerhalb eines QS-Parameterinhalts suchen

Mit der Funktion **INSTR** können Sie prüfen, ob sich ein bestimmter Teilstring innerhalb eines QS-Parameters befindet. Damit können Sie z. B. prüfen, ob die Verkettung mehrerer QS-Parameter funktioniert hat. Für die Prüfung sind zwei QS-Parameter notwendig. Die Steuerung durchsucht den ersten QS-Parameter nach dem Inhalt des zweiten QS-Parameters.

Wenn die Steuerung den zu suchenden Teilstring nicht findet, dann speichert die Steuerung die Gesamtanzahl der Zeichen in den Ergebnisparameter.

Wenn der zu suchende Teil-String mehrfach auftritt, dann liefert die Steuerung die erste Stelle zurück, an der sie den Teil-String findet.

In diesem Beispiel wird **QS10** auf den in **QS13** gespeicherten Text durchsucht. Die Suche beginnt ab der dritten Stelle. Beim Zählen der Zeichen beginnen Sie mit null.

```
37 Q50 = INSTR ( SRC_QS10 SEA_QS13 BEG2 )
```

18.3.7 Gesamtanzahl der Zeichen eines QS-Parameters ermitteln

Die Funktion **STRLEN** liefert die Länge des Texts, der in einem wählbaren QS-Parameter gespeichert ist. Mit dieser Funktion können Sie z. B. die Länge eines Dateipfads ermitteln.

In diesem Beispiel wird die Länge von **QS15** ermittelt.

```
37 Q52 = STRLEN ( SRC_QS15 )
```

18.3.8 Alphabetische Reihenfolge zweier QS-Parameterinhalte vergleichen

Mit der Funktion **STRCOMP** können Sie die alphabetische Reihenfolge des Inhalts von zwei QS-Parametern vergleichen. Mit dieser Funktion können Sie z. B. prüfen, ob sich in einem QS-Parameter Klein- oder Großbuchstaben befinden. Die Steuerung durchsucht zunächst alle Großbuchstaben alphabetisch und anschließend alle Kleinbuchstaben alphabetisch.

Die Steuerung 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

In diesem Beispiel wird die alphabetische Reihenfolge von **QS12** und **QS14** verglichen.

```
37 Q52 = STRCOMP  ( SRC_QS12 SEA_QS14 )
```

18.3.9 Inhalt eines Maschinenparameters übernehmen

Mit der NC-Funktion **CFGREAD** können Sie den Inhalt eines Maschinenparameters in einen QS-Parameter übernehmen.

Abhängig von dem Inhalt des Maschinenparameters können Sie mithilfe der Funktion **CFGREAD** Textinhalte in QS-Parameter oder numerische Werte in Q-, QL- oder QR-Parameter übernehmen.

In diesem Beispiel wird die Achsbezeichnung der vierten Achse als QS-Parameter eingelesen.

Vorgegebene Einstellungen in den Maschinenparametern:

- DisplaySettings
- CfgDisplayData
  - axisDisplayOrder
  - [0] bis [5]

Beispiel

14 QS11 = ""	; QS-Parameter für Key zuweisen
15 QS12 = "CfgDisplaydata"	; QS-Parameter für Entität zuweisen
16 QS13 = "axisDisplay"	; QS-Parameter für Parameter-Namen zuweisen
17 QS1 = CFGREAD(KEY_QS11 TAG_QS12 ATR_QS13 IDX3)	; Maschinenparameter auslesen

Hinweis

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 numerischer Wert.

Definition

String
In der Informatik ist ein String eine definierte Folge von alphanumerischen Zeichen, also Texte. Die Steuerung verwendet QS-Parameter, um Strings zu verarbeiten.

18.4 Zähler definieren mit FUNCTION COUNT

Anwendung

Mit der Funktion **FUNCTION COUNT** können Sie aus dem NC-Programm heraus einen einfachen Zähler steuern. Mit diesem Zähler können Sie z. B. die Anzahl der gefertigten Werkstücke zählen.

Funktionsbeschreibung

Der Zählerstand bleibt auch über einen Steuerungsneustart erhalten.

Die Steuerung berücksichtigt die Funktion **FUNCTION COUNT** nur in der Betriebsart **Programmlauf**.

Die Steuerung zeigt den aktuellen Zählerstand und die definierte Sollanzahl im Reiter **PGM** des Arbeitsbereichs **Status**.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Eingabe

11 FUNCTION COUNT TARGET5	; Zielwert des Zählers auf 5 festlegen

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
FUNCTION COUNT	Syntaxeröffner für den Zähler
INC, **RESET**, **ADD**, **SET**, **TARGET** oder **REPEAT**	Zählerfunktion definieren **Weitere Informationen:** "Zählerfunktionen", Seite 511

Zählerfunktionen

Die Funktion **FUNCTION COUNT** bietet folgende Möglichkeiten:

Syntax	Funktion
INC	Zähler um 1 erhöhen
RESET	Zähler zurücksetzen
ADD	Zähler um einen Wert erhöhen Eingabe: **0...9999**
SET	Zähler auf einen Wert setzen Eingabe: **0...9999**
TARGET	Sollanzahl (Zielwert) auf einen Wert setzen Eingabe: **0...9999**
REPEAT	NC-Programm ab dem definierten Label wiederholen, wenn der Zielwert noch nicht erreicht ist. Feste oder variable Nummer oder Name

Hinweise

HINWEIS

Achtung, Datenverlust möglich!

Die Steuerung verwaltet nur einen Zähler. Wenn Sie ein NC-Programm abarbeiten, in dem Sie den Zähler zurücksetzen, wird der Zählerfortschritt eines anderen NC-Programms gelöscht.

- Vor der Bearbeitung prüfen, ob ein Zähler aktiv ist

- Mit dem optionalen Maschinenparameter **CfgNcCounter** (Nr. 129100) definiert der Maschinenhersteller, ob Sie den Zähler editieren können.
- Sie können den aktuellen Zählerstand mit Zyklus **225** gravieren.
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen

18.4.1 Beispiel

11 FUNCTION COUNT RESET	; Zählerstand zurücksetzen
12 FUNCTION COUNT TARGET10	; Sollanzahl der Bearbeitungen setzen
13 LBL 11	; Sprungmarke
* - ...	; Bearbeitung
21 FUNCTION COUNT INC	; Zählerstand erhöhen
22 FUNCTION COUNT REPEAT LBL 11	; Bearbeitung wiederholen, wenn die Sollanzahl nicht erreicht ist
23 M30	
24 END PGM	

18.5 Tabellenzugriff mit SQL-Anweisungen

18.5.1 Grundlagen

Anwendung

Wenn Sie auf numerische oder alphanumerische Inhalte einer Tabelle zugreifen oder die Tabellen manipulieren (z. B. Spalten oder Zeilen umbenennen) möchten, verwenden Sie die zur Verfügung stehenden SQL-Befehle.

Die Syntax der steuerungsintern verfügbaren SQL-Befehle ist stark an die Programmiersprache SQL angelehnt, jedoch nicht uneingeschränkt konform. Darüber hinaus unterstützt die Steuerung nicht den gesamten SQL-Sprachumfang.

Verwandte Themen

- Frei definierbare Tabellen öffnen, beschreiben und lesen
  Weitere Informationen: "Funktionen für frei definierbare Tabellen", Seite 498

Voraussetzungen

- Schlüsselzahl 555343
- Tabelle vorhanden
- Geeigneter Tabellenname

  Die Namen von Tabellen und Tabellenspalten müssen mit einem Buchstaben beginnen und dürfen keine Rechenzeichen, z. B. **+** beinhalten. Diese Zeichen können aufgrund von SQL-Befehlen beim Einlesen oder Auslesen von Daten zu Problemen führen.

Funktionsbeschreibung

In der NC-Software erfolgen Tabellenzugriffe über einen SQL-Server. Dieser Server wird mit den verfügbaren SQL-Befehlen gesteuert. Die SQL-Befehle können Sie direkt in einem NC-Programm definieren.

Der Server basiert auf einem Transaktionsmodell. Eine **Transaktion** besteht aus mehreren Schritten, die gemeinsam ausgeführt werden und dadurch ein geordnetes und definiertes Bearbeiten der Tabelleneinträge gewährleisten.

Die SQL-Befehle wirken in der Betriebsart **Programmlauf** und der Anwendung **MDI**.

Beispiel einer Transaktion:

- Tabellenspalten für Lese- oder Schreibzugriffe Q-Parameter zuweisen mit **SQL BIND**
- Daten selektieren mit **SQL EXECUTE** mit der Anweisung **SELECT**
- Daten lesen, ändern oder hinzufügen mit **SQL FETCH**, **SQL UPDATE** oder **SQL INSERT**
- Interaktion bestätigen oder verwerfen mit **SQL COMMIT** oder **SQL ROLLBACK**
- Bindungen zwischen Tabellenspalten und Q-Parametern freigeben mit **SQL BIND**

> Schließen Sie alle begonnenen Transaktionen unbedingt ab, auch ausschließlich lesende Zugriffe. Nur der Abschluss der Transaktionen gewährleistet die Übernahme der Änderungen und Ergänzungen, das Aufheben von Sperren sowie das Freigeben von verwendeten Ressourcen.

Der **Result-set** beschreibt die Ergebnismenge einer Tabellendatei. Eine Abfrage mit **SELECT** definiert die Ergebnismenge.

Der **Result-set** entsteht bei der Ausführung der Abfrage im SQL-Server und belegt dort Ressourcen.

Diese Abfrage wirkt, wie ein Filter auf die Tabelle, der nur einen Teil der Datensätze sichtbar macht. Um die Abfrage zu ermöglichen, muss die Tabellendatei an dieser Stelle notwendigerweise gelesen werden.

Zur Identifikation des **Result-set** beim Lesen und Ändern von Daten und beim Abschließen der Transaktion vergibt der SQL-Server ein **Handle**. Das **Handle** zeigt das im NC-Programm sichtbare Ergebnis der Abfrage. Der Wert 0 kennzeichnet ein ungültiges **Handle**, wodurch für eine Abfrage kein **Result-set** angelegt werden konnte. Wenn keine Zeilen die angegebene Bedingung erfüllen, wird ein leeres **Result-set** unter einem gültigen **Handle** angelegt.

Übersicht der SQL-Befehle

Die Steuerung bietet folgende SQL-Befehle:

Syntax	Funktion	Weitere Informationen
SQL BIND	**SQL BIND** erstellt oder löst Verbindung zwischen Tabellenspalten und Q- oder QS-Parametern	Seite 514
SQL SELECT	**SQL SELECT** liest einen einzelnen Wert aus einer Tabelle und öffnet dabei keine Transaktion	Seite 515
SQL EXECUTE	**SQL EXECUTE** öffnet eine Transaktion unter Auswahl von Tabellenspalten und Tabellenzeilen oder ermöglicht die Verwendung weiterer SQL-Anweisungen (Zusatzfunktionen)	Seite 517
SQL FETCH	**SQL FETCH** übergibt die Werte an die gebundenen Q-Parameter	Seite 522
SQL ROLLBACK	**SQL ROLLBACK** verwirft alle Änderungen und schließt die Transaktion	Seite 523
SQL COMMIT	**SQL COMMIT** speichert alle Änderungen und schließt die Transaktion	Seite 525
SQL UPDATE	**SQL UPDATE** erweitert die Transaktion um die Änderung einer bestehenden Zeile	Seite 526
SQL INSERT	**SQL INSERT** erstellt eine neue Tabellenzeile	Seite 528

Hinweise

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Lese- und Schreibzugriffe mithilfe der SQL-Befehle erfolgen immer mit metrischen Einheiten, unabhängig von der gewählten Maßeinheit der Tabelle und des NC-Programms.
Wenn Sie z. B. eine Länge aus einer Tabelle in einen Q-Parameter speichern, ist der Wert danach immer metrisch. Wenn dieser Wert nachfolgend in einem Inch-Programm zur Positionierung verwendet wird (**L X+Q1800**), resultiert daraus eine falsche Position.

- In Inch-Programmen die gelesenen Werte vor der Verwendung umrechnen

- Um mit HDR-Festplatten maximale Geschwindigkeit bei Tabellenanwendungen zu erreichen und Rechenleistung zu schonen, empfiehlt HEIDENHAIN den Einsatz von SQL-Funktionen anstelle von **FN 26**, **FN 27** und **FN 28**.

18.5.2 Variable an Tabellenspalte binden mit SQL BIND

Anwendung

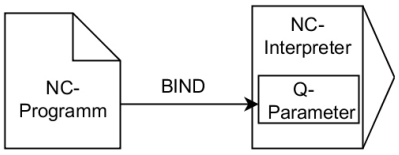
SQL BIND bindet einen Q-Parameter an eine Tabellenspalte. Die SQL-Befehle **FETCH**, **UPDATE** und **INSERT** werten diese Bindung (Zuordnung) bei den Datentransfers zwischen **Result-set** (Ergebnismenge) und NC-Programm aus.

Voraussetzungen

- Schlüsselzahl 555343
- Tabelle vorhanden
- Geeigneter Tabellenname

  Die Namen von Tabellen und Tabellenspalten müssen mit einem Buchstaben beginnen und dürfen keine Rechenzeichen, z. B. **+** beinhalten. Diese Zeichen können aufgrund von SQL-Befehlen beim Einlesen oder Auslesen von Daten zu Problemen führen.

Funktionsbeschreibung



Programmieren Sie beliebig viele Bindungen mit **SQL BIND...**, bevor Sie die Befehle **FETCH**, **UPDATE** oder **INSERT** verwenden.

Ein **SQL BIND** ohne Tabellen- und Spaltenname hebt die Bindung auf. Die Bindung endet spätestens mit dem Ende des NC-Programms oder des Unterprogramms.

Eingabe

11 SQL BIND Q881 "Tab_example.Position_Nr"	; **Q881** an die Spalte "Position_Nr" der Tabelle "Tab_Example" binden

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
SQL BIND	Syntaxeröffner für den SQL-Befehl **BIND**
Q/QL/QR, **QS** oder **Q REF**	Zu bindende Variable
" " oder **QS**	Tabellenname und Tabellenspalte, mit **.** getrennt oder QS-Parameter mit der Definition

Hinweise

- Als Tabellenname geben Sie den Pfad der Tabelle oder ein Synonym ein.

  Weitere Informationen: "SQL-Anweisungen ausführen mit SQL EXECUTE", Seite 517
- Bei den Lese- und Schreibvorgängen berücksichtigt die Steuerung ausschließlich die Spalten, die Sie mithilfe des **SELECT**-Befehls angeben. Wenn Sie in dem **SELECT**-Befehl Spalten ohne Bindung angeben, unterbricht die Steuerung den Lese- oder Schreibvorgang mit einer Fehlermeldung.

18.5.3 Tabellenwert auslesen mit SQL SELECT

Anwendung

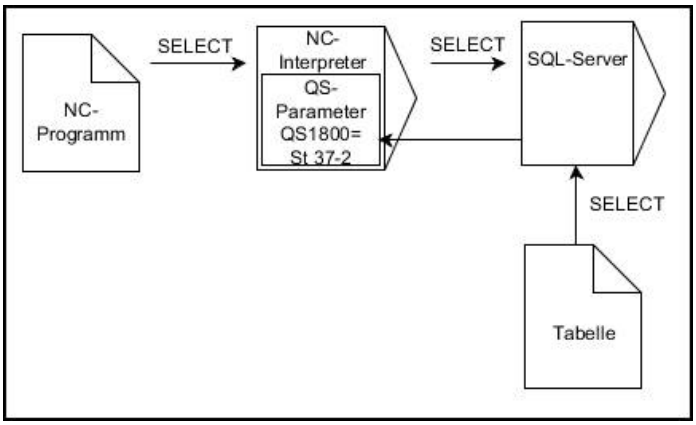
SQL SELECT liest einen einzelnen Wert aus einer Tabelle und speichert das Ergebnis im definierten Q-Parameter ab.

Voraussetzungen

- Schlüsselzahl 555343
- Tabelle vorhanden
- Geeigneter Tabellenname

  Die Namen von Tabellen und Tabellenspalten müssen mit einem Buchstaben beginnen und dürfen keine Rechenzeichen, z. B. **+** beinhalten. Diese Zeichen können aufgrund von SQL-Befehlen beim Einlesen oder Auslesen von Daten zu Problemen führen.

Funktionsbeschreibung



Schwarze Pfeile und zugehörige Syntax zeigen interne Abläufe von **SQL SELECT**

Bei **SQL SELECT** gibt es keine Transaktion sowie keine Bindungen zwischen Tabellenspalte und Q-Parameter. Evtl. vorhandene Bindungen auf die angegebene Spalte berücksichtigt die Steuerung nicht. Den gelesenen Wert kopiert die Steuerung ausschließlich in den für das Ergebnis angegebenen Parameter.

Eingabe

11 SQL SELECT Q5 "SELECT Mess_X FROM Tab_Example WHERE Position_NR==3"	; Wert der Spalte "Position_Nr" der Tabelle "Tab_Example" in **Q5** speichern

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
SQL BIND	Syntaxeröffner für den SQL-Befehl **SELECT**
Q/QL/QR, **QS** oder **Q REF**	Variable, in der die Steuerung das Ergebnis speichert
" " oder **QS**	SQL-Anweisung oder QS-Parameter mit der Definition mit folgendem Inhalt: ■ **SELECT**: Tabellenspalte des zu transferierenden Werts ■ **FROM**: Synonym oder absoluter Pfad der Tabelle (Pfad in Hochkommata) ■ **WHERE**: Spaltenbezeichnung, Bedingung und Vergleichswert (Q-Parameter nach **:** in Hochkommata)

Hinweise

- Mehrere Werte oder mehrere Spalten wählen Sie mithilfe des SQL-Befehls **SQL EXECUTE** und der Anweisung **SELECT**.
- Sie können für die Anweisungen innerhalb vom SQL-Befehl ebenfalls einfache oder zusammengesetzte QS-Parameter verwenden.

  Weitere Informationen: "QS-Parameter verketten", Seite 508
- Wenn Sie den Inhalt eines QS-Parameters in der zusätzlichen Statusanzeige (Reiter **QPARA**) prüfen, sehen Sie ausschließlich die ersten 30 Zeichen und somit nicht den vollständigen Inhalt.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Beispiel

Das Ergebnis der folgenden NC-Programme ist identisch.

0 BEGIN PGM SQL_READ_WMAT MM	
1 SQL Q1800 "CREATE SYNONYM my_table FOR 'TNC:\table \WMAT.TAB'"	; Synonym erstellen
2 SQL BIND QS1800 "my_table.WMAT"	; QS-Parameter binden
3 SQL QL1 "SELECT WMAT FROM my_table WHERE NR==3"	; Suche definieren
* - ...	

* - ...	
3 SQL SELECT QS1800 "SELECT WMAT FROM my_table WHERE NR==3"	; Wert lesen und speichern
* - ...	

* - ...
3 DECLARE STRING QS1 = "SELECT "
4 DECLARE STRING QS2 = "WMAT "
5 DECLARE STRING QS3 = "FROM "
6 DECLARE STRING QS4 = "my_table "
7 DECLARE STRING QS5 = "WHERE "
8 DECLARE STRING QS6 = "NR==3"
9 QS7 = QS1 || QS2 || QS3 || QS4 || QS5 || QS6
10 SQL SELECT QL1 QS7
* - ...

18.5.4 SQL-Anweisungen ausführen mit SQL EXECUTE

Anwendung

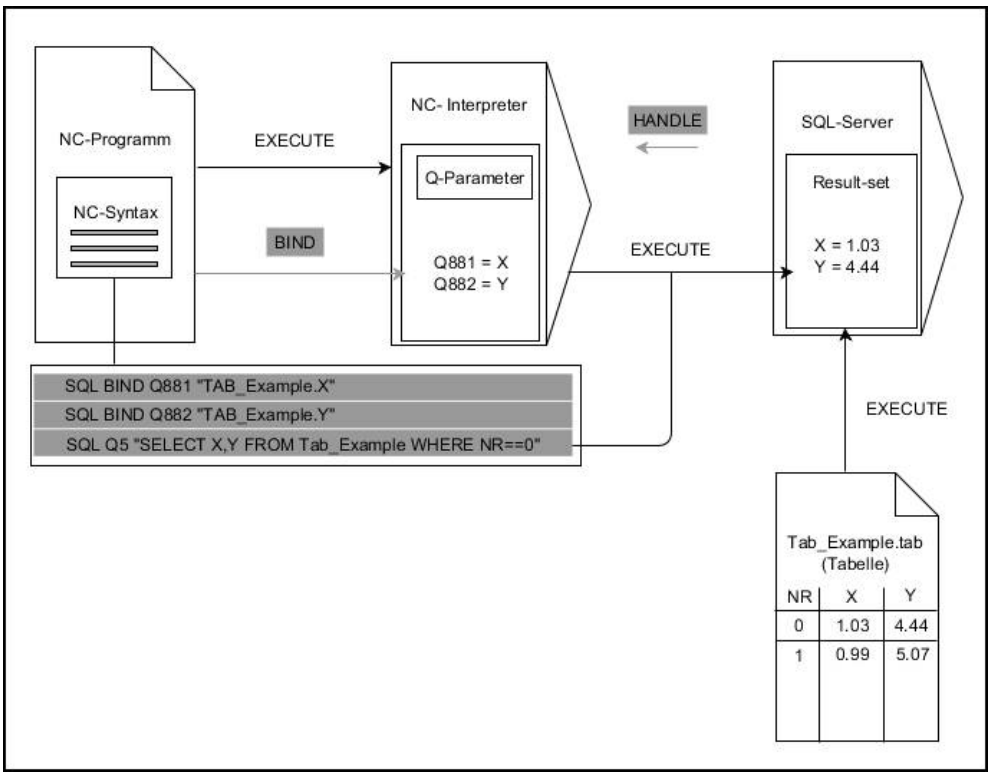
SQL EXECUTE verwenden Sie in Verbindung mit verschiedenen SQL-Anweisungen.

Voraussetzungen

- Schlüsselzahl 555343
- Tabelle vorhanden
- Geeigneter Tabellenname

  Die Namen von Tabellen und Tabellenspalten müssen mit einem Buchstaben beginnen und dürfen keine Rechenzeichen, z. B. **+** beinhalten. Diese Zeichen können aufgrund von SQL-Befehlen beim Einlesen oder Auslesen von Daten zu Problemen führen.

Funktionsbeschreibung



Schwarze Pfeile und zugehörige Syntax zeigen interne Abläufe von **SQL EXECUTE**. Graue Pfeile und zugehörige Syntax gehören nicht unmittelbar zu dem Befehl **SQL EXECUTE**.

Die Steuerung bietet folgende SQL-Anweisungen im Befehl **SQL EXECUTE**:

Anweisung	Funktion
SELECT	Daten selektieren
CREATE SYNONYM	Synonym erstellen (lange Pfandangaben durch kurzen Namen ersetzen)
DROP SYNONYM	Synonym löschen
CREATE TABLE	Tabelle erzeugen
COPY TABLE	Tabelle kopieren
RENAME TABLE	Tabelle umbenennen
DROP TABLE	Tabelle löschen
INSERT	Tabellenzeilen einfügen
UPDATE	Tabellenzeilen aktualisieren
DELETE	Tabellenzeilen löschen
ALTER TABLE	■ Mit **ADD** Tabellenspalten einfügen ■ Mit **DROP** Tabellenspalten löschen
RENAME COLUMN	Tabellenspalten umbenennen

SQL EXECUTE mit der SQL-Anweisung SELECT

Der SQL-Server legt die Daten zeilenweise im **Result-set** (Ergebnismenge) ab. Die Zeilen werden, mit 0 beginnend, fortlaufend nummeriert. Diese Zeilennummer (der **INDEX**) verwenden die SQL-Befehle **FETCH** und **UPDATE**.

SQL EXECUTE in Verbindung mit der SQL-Anweisung **SELECT** wählt Tabellenwerte, transferiert sie in den **Result-set** und eröffnet dabei immer eine Transaktion. Im Gegensatz zum SQL-Befehl **SQL SELECT** ermöglicht die Kombination aus **SQL EXECUTE** und der Anweisung **SELECT** eine gleichzeitige Auswahl mehrerer Spalten und Zeilen.

In der Funktion **SQL ... "SELECT...WHERE..."** geben Sie die Suchkriterien an. Damit grenzen Sie die Anzahl der zu transferierenden Zeilen bei Bedarf ein. Wenn Sie diese Option nicht verwenden, werden alle Zeilen der Tabelle geladen.

In der Funktion **SQL ... "SELECT...ORDER BY..."** geben Sie das Sortierkriterium an. Die Angabe besteht aus der Spaltenbezeichnung und dem Schlüsselwort **ASC** für aufsteigende oder **DESC** absteigende Sortierung. Wenn Sie diese Option nicht verwenden, werden die Zeilen in einer zufälligen Reihenfolge abgelegt.

Mit der Funktion **SQL ... "SELECT...FOR UPDATE"** sperren Sie die selektierten Zeilen für andere Anwendungen. Andere Anwendungen können diese Zeilen weiterhin lesen, aber nicht ändern. Wenn Sie Änderungen an den Tabelleneinträgen vornehmen, verwenden Sie diese Option unbedingt.

Leerer Result-set: Wenn keine Zeilen dem Suchkriterium entsprechen, liefert der SQL-Server ein gültiges **HANDLE** ohne Tabelleneinträge zurück.

Bedingungen der WHERE-Angabe

Bedingung	Programmierung
gleich	= ==
ungleich	!= <>
kleiner	<
kleiner oder gleich	<=
größer	>
größer oder gleich	>=
leer	IS NULL
nicht leer	IS NOT NULL
Mehrere Bedingungen verknüpfen:	
Logisches UND	AND
Logisches ODER	OR

Hinweise

- Sie können auch für noch nicht erzeugte Tabellen Synonyme definieren.
- Die Reihenfolge der Spalten in der erzeugten Datei entspricht der Reihenfolge innerhalb der **AS SELECT**-Anweisung.
- Sie können für die Anweisungen innerhalb vom SQL-Befehl ebenfalls einfache oder zusammengesetzte QS-Parameter verwenden.

  Weitere Informationen: "QS-Parameter verketten", Seite 508
- Wenn Sie den Inhalt eines QS-Parameters in der zusätzlichen Statusanzeige (Reiter **QPARA**) prüfen, sehen Sie ausschließlich die ersten 30 Zeichen und somit nicht den vollständigen Inhalt.

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Beispiel

Beispiel: Tabellenzeilen selektieren

```
11 SQL BIND Q881 "Tab_Example.Position_Nr"
12 SQL BIND Q882 "Tab_Example.Measure_X"
13 SQL BIND Q883 "Tab_Example.Measure_Y"
14 SQL BIND Q884 "Tab_Example.Measure_Z"
. . .
20 SQL Q5 "SELECT
    Position_Nr,Measure_X,Measure_Y, Measure_Z
    FROM Tab_Example"
```

Beispiel: Tabellenzeilen mit Funktion WHERE selektieren

```
20 SQL Q5 "SELECT
    Position_Nr,Measure_X,Measure_Y, Measure_Z
    FROM Tab_Example WHERE Position_Nr<20"
```

Beispiel: Tabellenzeilen mit Funktion WHERE und Q-Parameter selektieren

```
20 SQL Q5 "SELECT
    Position_Nr,Measure_X,Measure_Y,
    Measure_Z FROM Tab_Example WHERE
    Position_Nr==:’Q11’"
```

Beispiel: Tabellenname durch absolute Pfadangabe definieren

```
20 SQL Q5 "SELECT
    Position_Nr,Measure_X,Measure_Y, Measure_Z
    FROM ’V:\table\Tab_Example’ WHERE
    Position_Nr<20"
```

```
0  BEGIN PGM SQL_CREATE_TAB MM
1  SQL Q10 "CREATE SYNONYM NEW FOR 'TNC:
    \table\NewTab.TAB'"
2  SQL Q10 "CREATE TABLE NEW AS SELECT X,Y,Z
    FROM 'TNC:\prototype_for_NewTab.tab'"
3  END PGM SQL_CREATE_TAB MM
```

Synonym erstellen

Tabelle erstellen

```
0  BEGIN PGM SQL_CREATE_TABLE_QS MM
1  DECLARE STRING QS1 = "CREATE TABLE "
2  DECLARE STRING QS2 = "'TNC:\nc_prog\demo
    \Doku\NewTab.t' "
3  DECLARE STRING QS3 = "AS SELECT "
4  DECLARE STRING QS4 = "DL,R,DR,L "
5  DECLARE STRING QS5 = "FROM "
6  DECLARE STRING QS6 = "'TNC:\table\tool.t'"
7  QS7 = QS1 || QS2 || QS3 || QS4 || QS5 || QS6
8  SQL Q1800 QS7
9  END PGM SQL_CREATE_TABLE_QS MM
```

18.5.5 Zeile aus der Ergebnismenge lesen mit SQL FETCH

Anwendung

SQL FETCH liest eine Zeile aus dem **Result-set** (Ergebnismenge). Die Werte der einzelnen Zellen legt die Steuerung in den gebundenen Q-Parametern ab. Die Transaktion ist durch das anzugebende **HANDLE** definiert, die Zeile durch den **INDEX**.

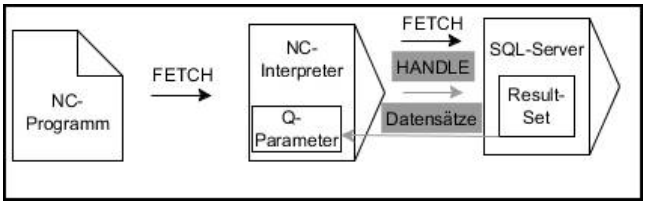
SQL FETCH berücksichtigt alle Spalten, die die **SELECT**-Anweisung (SQL-Befehl **SQL EXECUTE**) enthält.

Voraussetzungen

- Schlüsselzahl 555343
- Tabelle vorhanden
- Geeigneter Tabellenname

  Die Namen von Tabellen und Tabellenspalten müssen mit einem Buchstaben beginnen und dürfen keine Rechenzeichen, z. B. **+** beinhalten. Diese Zeichen können aufgrund von SQL-Befehlen beim Einlesen oder Auslesen von Daten zu Problemen führen.

Funktionsbeschreibung



Schwarze Pfeile und zugehörige Syntax zeigen interne Abläufe von **SQL FETCH**. Graue Pfeile und zugehörige Syntax gehören nicht unmittelbar zu dem Befehl **SQL FETCH**.

Die Steuerung zeigt in der definierten Variable, ob der Lesevorgang erfolgreich (0) oder fehlerhalft (1) war.

Eingabe

11 SQL FETCH Q1 HANDLE Q5 INDEX 5 IGNORE UNBOUND UNDEFINE MISSING	; Ergebnis der Transaktion **Q5** Zeile 5 auslesen

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
SQL FETCH	Syntaxeröffner für den SQL-Befehl **FETCH**
Q/QL/QR oder **Q REF**	Variable, in der die Steuerung das Ergebnis speichert
HANDLE	Q-Parameter mit der Identifikation der Transaktion
INDEX	Zeilennummer innerhalb des **Result-set** als Nummer oder Variable Ohne Angabe greift die Steuerung auf die Zeile 0 zu. Syntaxelement optional
IGNORE UNBOUND	Nur für den Maschinenhersteller Syntaxelement optional
UNDEFINE MISSING	Nur für den Maschinenhersteller Syntaxelement optional

Beispiel

Zeilennummer im Q-Parameter übergeben

```
11 SQL BIND Q881 "Tab_Example.Position_Nr"
12 SQL BIND Q882 "Tab_Example.Measure_X"
13 SQL BIND Q883 "Tab_Example.Measure_Y"
14 SQL BIND Q884 "Tab_Example.Measure_Z"
* - ...
21 SQL Q5 "SELECT Position_Nr,Measure_X,Measure_Y, Measure_Z FROM
   Tab_Example"
* - ...
31 SQL FETCH Q1 HANDLE Q5 INDEX+Q2
```

18.5.6 Änderungen einer Transaktion verwerfen mit SQL ROLLBACK

Anwendung

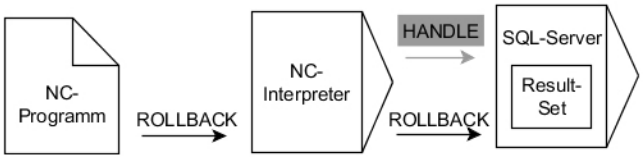
SQL ROLLBACK verwirft alle Änderungen und Ergänzungen einer Transaktion. Die Transaktion ist durch das anzugebende **HANDLE** definiert.

Voraussetzungen

- Schlüsselzahl 555343
- Tabelle vorhanden
- Geeigneter Tabellenname

  Die Namen von Tabellen und Tabellenspalten müssen mit einem Buchstaben beginnen und dürfen keine Rechenzeichen, z. B. **+** beinhalten. Diese Zeichen können aufgrund von SQL-Befehlen beim Einlesen oder Auslesen von Daten zu Problemen führen.

Funktionsbeschreibung



Schwarze Pfeile und zugehörige Syntax zeigen interne Abläufe von **SQL ROLLBACK**. Graue Pfeile und zugehörige Syntax gehören nicht unmittelbar zu dem Befehl **SQL ROLLBACK**.

Die Funktion des SQL-Befehls **SQL ROLLBACK** ist abhängig vom **INDEX**:

- Ohne **INDEX**:
  - Die Steuerung verwirft alle Änderungen und Ergänzungen der Transaktion
  - Die Steuerung setzt eine mit **SELECT...FOR UPDATE** gesetzte Sperre zurück
  - Die Steuerung schließt die Transaktion ab (das **HANDLE** verliert seine Gültigkeit)
- Mit **INDEX**:
  - Ausschließlich die indizierte Zeile bleibt im **Result-set** erhalten (die Steuerung entfernt alle anderen Zeilen)
  - Die Steuerung verwirft alle eventuellen Änderungen und Ergänzungen in den nicht angegebenen Zeilen
  - Die Steuerung sperrt ausschließlich die mit **SELECT...FOR UPDATE** indizierte Zeile (die Steuerung setzt alle anderen Sperren zurück)
  - Die angegebene (indizierte) Zeile ist nachfolgend die neue Zeile 0 des **Result-set**
  - Die Steuerung schließt die Transaktion **nicht** ab (das **HANDLE** behält seine Gültigkeit)
  - Späteres manuelles Abschließen der Transaktion mithilfe von **SQL ROLLBACK** oder **SQL COMMIT** ist notwendig

Eingabe

11 SQL ROLLBACK Q1 HANDLE Q5 INDEX 5	; Alle Zeilen der Transaktion **Q5** außer Zeile 5 löschen

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
SQL ROLLBACK	Syntaxeröffner für den SQL-Befehl **ROLLBACK**
Q/QL/QR oder **Q REF**	Variable, in der die Steuerung das Ergebnis speichert
HANDLE	Q-Parameter mit der Identifikation der Transaktion
INDEX	Zeilennummer innerhalb des **Result-set** als Nummer oder Variable, die erhalten bleibt Ohne Angabe verwirft die Steuerung alle Änderungen und Ergänzungen der Transaktion Syntaxelement optional

Beispiel

```
11 SQL BIND Q881 "Tab_Example.Position_Nr"
12 SQL BIND Q882 "Tab_Example.Measure_X"
13 SQL BIND Q883 "Tab_Example.Measure_Y"
14 SQL BIND Q884 "Tab_Example.Measure_Z"
* - ...
21 SQL Q5 "SELECT Position_Nr,Measure_X,Measure_Y, Measure_Z FROM
   Tab_Example"
* - ...
31 SQL FETCH Q1 HANDLE Q5 INDEX+Q2
* - ...
41 SQL ROLLBACK Q1 HANDLE Q5
```

18.5.7 Transaktion abschließen mit SQL COMMIT

Anwendung

SQL COMMIT überträgt gleichzeitig alle in einer Transaktion geänderten und hinzugefügten Zeilen zurück in die Tabelle. Die Transaktion ist durch das anzugebende **HANDLE** definiert. Eine mit **SELECT...FOR UPDATE** gesetzte Sperre setzt die Steuerung dabei zurück.

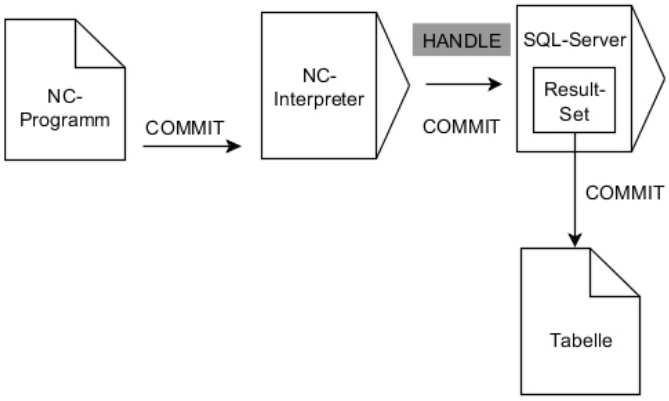
Voraussetzungen

- Schlüsselzahl 555343
- Tabelle vorhanden
- Geeigneter Tabellenname

  Die Namen von Tabellen und Tabellenspalten müssen mit einem Buchstaben beginnen und dürfen keine Rechenzeichen, z. B. **+** beinhalten. Diese Zeichen können aufgrund von SQL-Befehlen beim Einlesen oder Auslesen von Daten zu Problemen führen.

Funktionsbeschreibung

Das vergebene **HANDLE** (Vorgang) verliert seine Gültigkeit.



Schwarze Pfeile und zugehörige Syntax zeigen interne Abläufe von **SQL COMMIT**.

Die Steuerung zeigt in der definierten Variable, ob der Lesevorgang erfolgreich (0) oder fehlerhaft (1) war.

Eingabe

11 SQL COMMIT Q1 HANDLE Q5	; Alle Zeilen der Transaktion **Q5** abschließen und Tabelle aktualisieren

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
SQL COMMIT	Syntaxeröffner für den SQL-Befehl **COMMIT**
Q/QL/QR oder **Q REF**	Variable, in der die Steuerung das Ergebnis speichert
HANDLE	Q-Parameter mit der Identifikation der Transaktion

Beispiel

```
11 SQL BIND Q881 "Tab_Example.Position_Nr"
12 SQL BIND Q882 "Tab_Example.Measure_X"
13 SQL BIND Q883 "Tab_Example.Measure_Y"
14 SQL BIND Q884 "Tab_Example.Measure_Z"
* - ...
21 SQL Q5 "SELECT Position_Nr,Measure_X,Measure_Y, Measure_Z FROM
   Tab_Example"
* - ...
31 SQL FETCH Q1 HANDLE Q5 INDEX+Q2
* - ...
41 SQL UPDATE Q1 HANDLE Q5 INDEX+Q2
* - ...
51 SQL COMMIT Q1 HANDLE Q5
```

18.5.8 Zeile der Ergebnismenge ändern mit SQL UPDATE

Anwendung

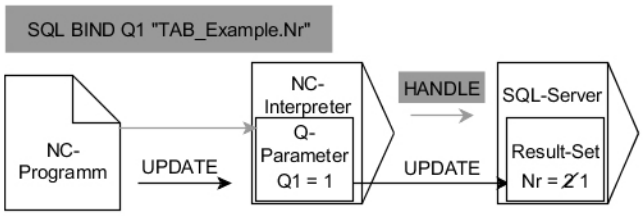
SQL UPDATE ändert eine Zeile im **Result-set** (Ergebnismenge). Die neuen Werte der einzelnen Zellen kopiert die Steuerung aus den gebundenen Q-Parametern. Die Transaktion ist durch das anzugebende **HANDLE** definiert, die Zeile durch den **INDEX**. Die Steuerung überschreibt die bestehende Zeile im **Result-set** vollständig.

Voraussetzungen

- Schlüsselzahl 555343
- Tabelle vorhanden
- Geeigneter Tabellenname

  Die Namen von Tabellen und Tabellenspalten müssen mit einem Buchstaben beginnen und dürfen keine Rechenzeichen, z. B. **+** beinhalten. Diese Zeichen können aufgrund von SQL-Befehlen beim Einlesen oder Auslesen von Daten zu Problemen führen.

Funktionsbeschreibung



Schwarze Pfeile und zugehörige Syntax zeigen interne Abläufe von **SQL UPDATE**. Graue Pfeile und zugehörige Syntax gehören nicht unmittelbar zu dem Befehl **SQL UPDATE**.

SQL UPDATE berücksichtigt alle Spalten, die die **SELECT**-Anweisung (SQL-Befehl **SQL EXECUTE**) enthält.

Die Steuerung zeigt in der definierten Variable, ob der Lesevorgang erfolgreich (0) oder fehlerhaft (1) war.

Eingabe

11 SQL UPDATE Q1 HANDLE Q5 index5 RESET UNBOUND	; Alle Zeilen der Transaktion **Q5** abschließen und Tabelle aktualisieren

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
SQL UPDATE	Syntaxeröffner für den SQL-Befehl **UPDATE**
Q/QL/QR oder **Q REF**	Variable, in der die Steuerung das Ergebnis speichert
HANDLE	Q-Parameter mit der Identifikation der Transaktion
INDEX	Zeilennummer innerhalb des **Result-set** als Nummer oder Variable Ohne Angabe greift die Steuerung auf die Zeile 0 zu. Syntaxelement optional
RESET UNBOUND	Nur für den Maschinenhersteller Syntaxelement optional

Hinweis

Die Steuerung prüft beim Schreiben in Tabellen die Länge der String-Parameter. Wenn die Einträge die Länge der zu beschreibenden Spalten überschreiten, gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus.

Beispiel

Zeilennummer im Q-Parameter übergeben

```
11 SQL BIND Q881 "TAB_EXAMPLE.Position_NR"
12 SQL BIND Q882 "TAB_EXAMPLE.Measure_X"
13 SQL BIND Q883 "TAB_EXAMPLE.Measure_Y"
14 SQL BIND Q884 "TAB_EXAMPLE.Measure_Z"
* - ...
21 SQL Q5 "SELECT Position_NR,Measure_X,Measure_Y,Measure_Z FROM
   TAB_EXAMPLE"
* - ...
31 SQL FETCH Q1 HANDLE Q5 INDEX+Q2
```

Zeilennummer direkt programmieren

```
31 SQL UPDATE Q1 HANDLE Q5 INDEX5
```

18.5.9 Neue Zeile in der Ergebnismenge erstellen mit SQL INSERT

Anwendung

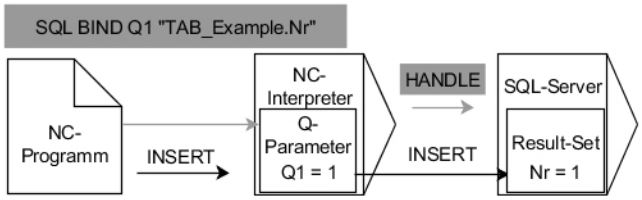
SQL INSERT erstellt eine neue Zeile im **Result-set** (Ergebnismenge). Die Werte der einzelnen Zellen kopiert die Steuerung aus den gebundenen Q-Parametern. Die Transaktion ist durch das anzugebende **HANDLE** definiert.

Voraussetzungen

- Schlüsselzahl 555343
- Tabelle vorhanden
- Geeigneter Tabellenname

  Die Namen von Tabellen und Tabellenspalten müssen mit einem Buchstaben beginnen und dürfen keine Rechenzeichen, z. B. **+** beinhalten. Diese Zeichen können aufgrund von SQL-Befehlen beim Einlesen oder Auslesen von Daten zu Problemen führen.

Funktionsbeschreibung



Schwarze Pfeile und zugehörige Syntax zeigen interne Abläufe von **SQL INSERT**. Graue Pfeile und zugehörige Syntax gehören nicht unmittelbar zu dem Befehl **SQL INSERT**.

SQL INSERT berücksichtigt alle Spalten, die die **SELECT**-Anweisung (SQL-Befehl **SQL EXECUTE**) enthält. Tabellenspalten ohne entsprechende **SELECT**-Anweisung (nicht im Abfrageergebnis enthalten) beschreibt die Steuerung mit Default-Werten.

Die Steuerung zeigt in der definierten Variable, ob der Lesevorgang erfolgreich (0) oder fehlerhalft (1) war.

Eingabe

11 SQL INSERT Q1 HANDLE Q5	; Neue Zeile in der Transaktion **Q5** erstellen

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
SQL INSERT	Syntaxeröffner für den SQL-Befehl **INSERT**
Q/QL/QR oder **Q REF**	Variable, in der die Steuerung das Ergebnis speichert
HANDLE	Q-Parameter mit der Identifikation der Transaktion

Hinweis

Die Steuerung prüft beim Schreiben in Tabellen die Länge der String-Parameter. Wenn die Einträge die Länge der zu beschreibenden Spalten überschreiten, gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus.

Beispiel

```
11 SQL BIND Q881 "Tab_Example.Position_Nr"
12 SQL BIND Q882 "Tab_Example.Measure_X"
13 SQL BIND Q883 "Tab_Example.Measure_Y"
14 SQL BIND Q884 "Tab_Example.Measure_Z"
* - ...
21 SQL Q5 "SELECT Position_Nr,Measure_X,Measure_Y, Measure_Z FROM
   Tab_Example"
* - ...
31SQL INSERT Q1 HANDLE Q5
```

18.5.10 Beispiel

Im nachfolgenden Beispiel wird der definierte Werkstoff aus der Tabelle (**WMAT.TAB**) gelesen und als Text in einem QS-Parameter gespeichert. Das nachfolgende Beispiel zeigt eine mögliche Anwendung und die notwendigen Programmschritte.

> Texte aus QS-Parametern können Sie z. B. mithilfe der Funktion **FN 16** in eigenen Protokolldateien weiterverwenden.

Synonym verwenden

0 BEGIN PGM SQL_READ_WMAT MM	
1 SQL Q1800 "CREATE SYNONYM my_table FOR 'TNC:\table-\WMAT.TAB'"	; Synonym erstellen
2 SQL BIND QS1800 "my_table.WMAT"	; QS-Parameter binden
3 SQL QL1 "SELECT WMAT FROM my_table WHERE NR==3"	; Suche definieren
4 SQL FETCH Q1900 HANDLE QL1	; Suche ausführen
5 SQL ROLLBACK Q1900 HANDLE QL1	; Transaktion abschließen
6 SQL BIND QS1800	; Parameterbindung lösen
7 SQL Q1 "DROP SYNONYM my_table"	; Synonym löschen
8 END PGM SQL_READ_WMAT MM	

Schritt	Erläuterung
1 Synonym erstellen	Einem Pfad ein Synonym zuweisen (lange Pfandangaben durch kurze Namen ersetzen) ■ Der Pfad **TNC:\table\WMAT.TAB** steht immer zwischen Hochkommata ■ Das gewählte Synonym lautet **my_table**
2 QS-Parameter binden	An eine Tabellenspalte einen QS-Parameter binden ■ **QS1800** steht in NC-Programmen frei zur Verfügung ■ Das Synonym ersetzt die Eingabe des kompletten Pfads ■ Die definierte Spalte aus der Tabelle heißt **WMAT**
3 Suche definieren	Eine Suchdefinition beinhaltet die Angabe des Übergabewerts ■ Der lokale Parameter **QL1** (frei wählbar) dient der Identifizierung der Transaktion (mehrere Transaktionen gleichzeitig möglich) ■ Das Synonym bestimmt die Tabelle ■ Die Eingabe **WMAT** bestimmt die Tabellenspalte des Lesevorgangs ■ Die Eingaben **NR** und **==3** bestimmen die Tabellenzeile des Lesevorgangs ■ Gewählte Tabellenspalte und Tabellenzeile definieren die Zelle des Lesevorgangs

4 Suche ausführen	Die Steuerung führt den Leservorgang aus
	■ **SQL FETCH** kopiert die Werte aus dem **Result-set** in die angebundenen Q- oder QS-Parameter
	  ■ **0** erfolgreicher Lesevorgang
	  ■ **1** fehlerhafter Lesevorgang
	■ Die Syntax **HANDLE QL1** ist die, durch den Parameter **QL1** bezeichnete, Transaktion
	■ Der Parameter **Q1900** ist ein Rückgabewert zur Kontrolle, ob Daten gelesen wurden

Schritt	Erläuterung
5 Transaktion abschließen	Die Transaktion wird beendet und die verwendeten Ressourcen freigegeben
6 Bindung lösen	Die Bindung zwischen Tabellenspalte und QS-Parameter wird gelöst (notwendige Ressourcen-Freigabe)
7 Synonym löschen	Das Synonym wird wieder gelöscht (notwendige Ressourcen-Freigabe)

> Synonyme stellen ausschließliche eine Alternative zu den notwendigen absoluten Pfadangaben dar. Eine Eingabe von relativen Pfadangaben ist nicht möglich.

Das nachfolgende NC-Programm zeigt die Eingabe eines absoluten Pfads.

```
0 BEGIN PGM SQL_READ_WMAT_2 MM
1 SQL BIND QS 1800 "'TNC:\table-
  \WMAT.TAB'.WMAT"                  ; QS-Parameter binden
2 SQL QL1 "SELECT WMAT FROM 'TNC:-
  \table\WMAT.TAB' WHERE NR ==3"    ; Suche definieren
3 SQL FETCH Q1900 HANDLE QL1        ; Suche ausführen
4 SQL ROLLBACK Q1900 HANDLE QL1     ; Transaktion abschließen
5 SQL BIND QS 1800                  ; Parameterbindung lösen
6 END PGM SQL_READ_WMAT_2 MM
```

19

Grafisches Programmieren

19.1 Grundlagen

Anwendung

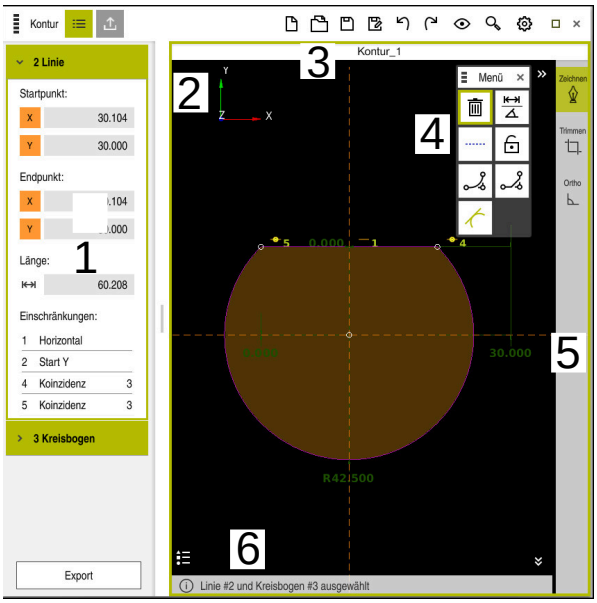
Das grafische Programmieren bietet eine Alternative zur konventionellen Klartextprogrammierung. Sie können über das Zeichnen von Linien und Kreisbögen 2D-Skizzen herstellen und daraus eine Kontur im Klartext generieren. Darüber hinaus können Sie bestehende Konturen aus einem NC-Programm in den Arbeitsbereich **Kontur** importieren und grafisch editieren.

Sie können das grafische Programmieren alleinstehend über einen eigenen Reiter oder in Form des separaten Arbeitsbereichs **Kontur** nutzen. Wenn Sie das grafische Programmieren als eigenen Reiter verwenden, können Sie in diesem Reiter keine weiteren Arbeitsbereiche der Betriebsart **Programmieren** öffnen.

Funktionsbeschreibung

Der Arbeitsbereich **Kontur** steht in der Betriebsart **Programmieren** zur Verfügung.

Bildschirmaufteilung



Bildschirmaufteilung des Arbeitsbereichs **Kontur**

Der Arbeitsbereich **Kontur** enthält folgende Bereiche:

1 Bereich Elementinformation
2 Bereich Zeichnen
3 Titelleiste
4 Zeichenfunktionen
5 Werkzeugleiste
6 Informationsleiste

Bedienelemente und Gesten im grafischen Programmieren

Im grafischen Programmieren können Sie mithilfe von verschiedenen Elementen eine 2D-Skizze erstellen.

Weitere Informationen: "Erste Schritte im grafischen Programmieren", Seite 548

Folgende Elemente stehen im grafischen Programmieren zur Verfügung:

- Linie
- Kreisbogen
- Konstruktionspunkt
- Konstruktionslinie
- Konstruktionskreis
- Fase
- Verrundung

Gesten

Neben den speziell für das grafische Programmieren verfügbaren Gesten können Sie auch verschiedene allgemeine Gesten im grafischen Programmieren verwenden.

Weitere Informationen: "Allgemeine Gesten für den Touchscreen", Seite 65

Symbol	Geste	Bedeutung
	Tippen	Punkt oder Element wählen
	Halten	Konstruktionspunkt einfügen
	Ziehen mit zwei Fingern	Zeichenansicht verschieben
	Gerade Elemente zeichnen	Element **Linie** einfügen
	Zirkulare Elemente zeichnen	Element **Kreisbogen** einfügen

Symbole der Titelleiste

Die Titelleiste des Arbeitsbereichs **Kontur** zeigt neben allein zum grafischen Programmieren verfügbaren Symbolen auch allgemeine Symbole der Steuerungsoberfläche.

Weitere Informationen: "Symbole der Steuerungsoberfläche", Seite 72

Die Steuerung zeigt folgende Symbole in der Titelleiste:

Symbol oder Tastaturkürzel	Bedeutung
	Dateioptionen
STRG+N	**Kontur verwerfen**
STRG+O	**Datei öffnen**
	Ansichtseinstellungen
	Zeige Bemaßungen
	Zeige Einschränkungen
	Zeige Referenzachsen
	Menü Voreingestellte Ansichten
	Definierte Zeichenfläche einschließen Mit dieser Funktion zeigt die Steuerung die definierte Größe der Zeichenfläche. Die Größe der Zeichenfläche können Sie in den Kontureinstellungen definieren. **Weitere Informationen:** "Fenster Kontureinstellungen", Seite 540
	Gewähltes Element einschließen
	Gezeichnete Elemente in Zeichenfläche einschließen
	Fenster **Kontureinstellungen** öffnen **Weitere Informationen:** "Fenster Kontureinstellungen", Seite 540

Mögliche Farben

Die Steuerung zeigt die Elemente in folgenden Farben:

Symbol	Bedeutung
	Element Ein gezeichnetes Element, das nicht vollständig bemaßt ist, zeigt die Steuerung orange und durchgezogen.
	Konstruktionselement Gezeichnete Elemente können zu Konstruktionselementen umgeschaltet werden. Sie können Konstruktionselemente verwenden, um zusätzliche Punkte für die Erstellung Ihrer Skizze zu erhalten. Konstruktionselemente zeigt die Steuerung blau und unterbrochen.
	Referenzachse Die gezeigten Referenzachsen bilden ein kartesisches Koordinatensystem. Die Bemaßungen gehen im Kontureditor vom Schnittpunkt der Referenzachsen aus. Der Schnittpunkt der Referenzachsen entspricht beim Export der Konturdaten dem Werkstück-Bezugspunkt. Die Steuerung zeigt Referenzachsen braun und unterbrochen.
	Gesperrtes Element Gesperrte Elemente können sie nicht anpassen. Wenn Sie ein gesperrtes Element bearbeiten wollen, müssen Sie es zuvor entsperren. Gesperrte Elemente zeigt die Steuerung rot und durchgezogen.
	Vollständig bemaßtes Element Die Steuerung zeigt vollständig bemaßte Elemente dunkelgrün. Sie können weder weitere Einschränkungen noch Bemaßungen an ein vollständiges bemaßtes Element anfügen, da das Element sonst überbestimmt ist.
	Konturelement Die Konturelemente zwischen **Startpunkt** und **Endpunkt** zeigt die Steuerung im Menü **Export** als grüne durchgezogene Elemente.

Symbole im Bereich Zeichnen

Die Steuerung zeigt im Bereich Zeichnen folgende Symbole:

Symbol oder Tastaturkürzel	Bezeichnung	Bedeutung
	Fräsrichtung	Die gewählte **Fräsrichtung** bestimmt, ob die definierten Konturelemente im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn ausgegeben werden.
	Löschen	Löscht alle markierten Elemente
	Beschriftung ändern	Schaltet die Anzeige zwischen Längen- und Winkelbemaßung um.
	Konstruktionselement umschalten	Diese Funktion wandelt ein Element in ein Konstruktionselement um. Konstruktionselemente können beim Export einer Kontur nicht mit ausgegeben werden.
	Element sperren	Wenn dieses Symbol gezeigt wird, ist das gewählte Element für die Bearbeitung gesperrt. Wenn Sie das Symbol wählen, wird das Element entsperrt.
	Element entsperren	Wenn dieses Symbol gezeigt wird, ist das gewählte Element für die Bearbeitung entsperrt. Wenn Sie das Symbol wählen, wird das Element gesperrt.
	Nullpunkt setzen	Diese Funktion verschiebt den gewählten Punkt an den Ursprung des Koordinatensystems. Alle weiteren gezeichneten Elemente werden unter Beachtung der gegebenen Abstände und Bemaßungen ebenfalls verschoben. Die Funktion **Nullpunkt setzen** führt ggf. zu einer Neuberechnung der vorhandenen Einschränkungen.
	Ecken runden	Fügt eine Verrundung ein
	Fase	Fügt eine Fase ein
	Koinzidenz	Diese Funktion setzt für zwei markierte Punkte die Einschränkung **Koinzidenz**. Wenn Sie diese Funktion anwenden, werden die gewählten Punkte zweier Elemente miteinander verbunden. Das Wort Koinzidenz bedeutet zusammenfallend.
	Vertikal	Diese Funktion setzt für das markierte Element **Linie** die Einschränkung **Vertikal**. Vertikale Elemente sind automatisch senkrecht.
	Horizontal	Diese Funktion setzt für das markierte Element **Linie** die Einschränkung **Horizontal**. Horizontale Elemente sind automatisch waagerecht.
	Lotrecht	Diese Funktion setzt für zwei markierte Elemente des Typs **Linie** die Einschränkung **Lotrecht**. Zwischen lotrechten Elementen befindet sich ein Winkel von 90°.

Symbol oder Tastaturkürzel	Bezeichnung	Bedeutung
//	**Parallel**	Diese Funktion setzt für zwei markierte Elemente des Typs **Linie** die Einschränkung **Parallel**. Wenn Sie diese Funktion anwenden, wird der Winkel zweier Linien angeglichen. Zuerst prüft die Steuerung, ob Einschränkungen vorliegen z. B. **Horizontal**. Verhalten bei Einschränkungen: ■ Wenn eine Einschränkung vorliegt, wird die **Linie** ohne Einschränkung an die **Linie** mit Einschränkung angeglichen. ■ Wenn bei beiden Linien Einschränkungen vorliegen, kann die Funktion nicht angewendet werden. Die Bemaßung ist überbestimmt. ■ Wenn keine Einschränkungen vorliegen, ist die Reihenfolge des Wählens entscheidend. Die als zweites gewählte **Linie** wird an die zuerst gewählte **Linie** angeglichen.
=	**Gleich**	Diese Funktion setzt für zwei markierte Elemente die Einschränkung **Gleich**. Wenn Sie diese Funktion anwenden, wird die Größe z. B. die Länge oder der Durchmesser zweier Elemente angeglichen. Zunächst prüft die Steuerung, ob Einschränkungen vorliegen z. B. eine definierte Länge. Verhalten bei Einschränkungen: ■ Wenn eine Einschränkung vorliegt, wird das Element ohne Einschränkung an das Element mit Einschränkung angeglichen. ■ Wenn bei beiden Elementen entsprechende Einschränkungen vorliegen, kann die Funktion nicht angewendet werden. Die Bemaßung ist überbestimmt. ■ Wenn keine Einschränkungen vorliegen, bildet die Steuerung den Mittelwert aus den gegebenen**Kreisbogen**Größenwerten.
	Tangential	Diese Funktion setzt für zwei markierte Elemente von Typ **Linie** und **Kreisbogen** oder **Kreisbogen** und **Kreisbogen** die Einschränkung **Tangential**. Wenn Sie diese Funktion anwenden, werden sowohl Kreisbögen als auch Linien verschoben. Die betroffenen Elemente berühren sich nach dem Verschieben an genau einem Punkt und bilden einen tangentialen Übergang.
	Symmetrie	Diese Funktion setzt für ein markiertes Element des Typs **Linie** und zwei markierte Punkte anderer Konstruktionselemente die Einschränkung **Symmetrie**. Wenn Sie diese Funktion anwenden, positioniert die Steuerung den Abstand der beiden Punkte symmetrisch zur gewählten Linie. Wenn Sie den Abstand eines der Punkte nachträglich ändern, passt sich der andere Punkt automatisch der Änderung an.
	Punkt auf Element	Diese Funktion setzt für ein markiertes Element und einen Punkt eines anderen markierten Elements die Einschränkung **Punkt auf Element**. Wenn Sie diese Funktion anwenden, wird der gewählte Punkt auf das gewählte Element verschoben.
	Legende	Mit dieser Funktion blenden Sie die Legende mit der Erklärung aller Bedienelemente ein oder aus.

Symbol oder Tastaturkürzel	Bezeichnung	Bedeutung
STRG+D	**Zeichnen**	Um beim Verschieben der Zeichnung zu verhindern, dass Sie unabsichtlich Elemente zeichnen, können Sie den Zeichenmodus deaktivieren. Der Zeichenmodus bleibt solange deaktiviert, bis Sie ihn wieder aktivieren. Wenn Sie den Zeichenmodus deaktivieren, hinterlegt die Steuerung die Schaltfläche grün.
STRG+T	**Trimmen**	Wenn sich mehrere Elemente überlappen, können Sie im Modus **Trimmen** Elemente bis zum jeweils nächsten angrenzenden Element kürzen. Der Modus **Trimmen** ist solange aktiv, bis Sie ihn wieder deaktivieren. Wenn die Funktion aktiv ist, hinterlegt die Steuerung die Schaltfläche grün.
	Ortho	Mit dieser Funktion können Sie nur noch rechtwinklige Linien zeichnen. Die Steuerung erlaubt keine schrägen Linien oder Kreisbögen. Wenn die Funktion aktiv ist, hinterlegt die Steuerung die Schaltfläche grün.
STRG+A	**Alles markieren**	Mit der Funktion **Alles markieren** können Sie alle gezeichneten Elemente gleichzeitig markieren.

Fenster Kontureinstellungen

Das Fenster **Kontureinstellungen** enthält folgende Bereiche:

- **Allgemein**
- **Zeichnen**
- **Export**

Bereich Allgemein

Der Bereich **Allgemein** enthält folgende Einstellungen:

Einstellung	Bedeutung
Ebene	Sie wählen mithilfe der Auswahl einer Achskombination, in welcher Ebene gezeichnet wird. Verfügbare Ebenen: ■ **XY** ■ **ZX** ■ **YZ**
Durchmesserprogrammierung	Sie wählen mithilfe eines Schalters, ob gezeichnete Drehkonturen in der XZ- und YZ-Ebene beim Export als Radius oder Durchmessermaße interpretiert werden.
Breite der Zeichenfläche	Voreingestellte Größe der Zeichenfläche in der Breite
Höhe der Zeichenfläche	Voreingestellte Größe der Zeichenfläche in der Höhe
Nachkommastellen	Anzahl der Nachkommastellen bei der Bemaßung

Bereich Zeichnen

Der Bereich **Zeichnen** enthält folgende Einstellungen:

Einstellung	Bedeutung
Verrundungsradius	Standardgröße für einen eingefügten Verrundungsradius
Fasenlänge	Standardgröße für eine eingefügte Fase
Größe des Fangkreises	Größe des Fangkreises beim Auswählen der Elemente

Bereich Export

Der Bereich **Export** enthält folgende Einstellungen:

Einstellung	Bedeutung
Kreis ausgeben	Sie wählen, ob Kreisbögen als **CC** und **C** oder **CR** ausgegeben werden.
RND ausgeben	Sie wählen mithilfe eines Schalters, ob mit der Funktion **RND** gezeichnete Verrundungen auch als **RND** in das NC-Programm exportiert werden.
CHF Ausgabe	Sie wählen mithilfe eines Schalters, ob mit der Funktion **CHF** gezeichnete Fasen auch als **CHF** in das NC-Programm exportiert werden.

19.1.1 Neue Kontur anlegen

Sie legen eine neue Kontur wie folgt an:

- Betriebsart **Programmieren** wählen
- **Hinzufügen** wählen
  - > Die Steuerung öffnet die Arbeitsbereiche **Schnellauswahl** und **Datei öffnen**.
- **Neue Kontur** wählen
  - > Die Steuerung öffnet die Kontur in einem neuen Reiter.

19.1.2 Elemente sperren und entsperren

Wenn Sie ein Element vor Anpassungen schützen möchten, können Sie das Element sperren. Ein gesperrtes Element kann nicht verändert werden. Wenn Sie das gesperrte Element anpassen wollen, müssen Sie das Element zunächst entsperren.

Sie sperren und zu entsperren Elemente im grafischen Programmieren wie folgt:

- Gezeichnetes Element wählen
- Funktion **Element sperren** wählen
  - > Die Steuerung sperrt das Element.
  - > Die Steuerung stellt das gesperrte Element rot dar.
- Funktion **Element entsperren** wählen
  - > Die Steuerung entsperrt das Element.
  - > Die Steuerung stellt das entsperrte Element gelb dar.

Hinweise

- Legen Sie vor dem Zeichnen die **Kontureinstellungen** fest.
  Weitere Informationen: "Fenster Kontureinstellungen", Seite 540
- Führen Sie die Bemaßung jedes Elements unmittelbar nach dem Zeichnen durch. Wenn Sie erst nach dem Zeichnen der gesamten Kontur bemaßen, kann sich die Kontur ungewollt verschieben.
- Sie können den gezeichneten Elementen Einschränkungen zuweisen. Um die Konstruktion nicht unnötig zu erschweren, arbeiten Sie nur mit notwendigen Einschränkungen.
  Weitere Informationen: "Symbole im Bereich Zeichnen", Seite 538
- Wenn Sie Elemente der Kontur wählen, hinterlegt die Steuerung die Elemente in der Menüleiste grün.

Definitionen

Dateityp	Definition
H	NC-Programm im Klartext
TNCDRW	HEIDENHAIN-Konturdatei

19.2 Konturen in das grafische Programmieren importieren

Anwendung

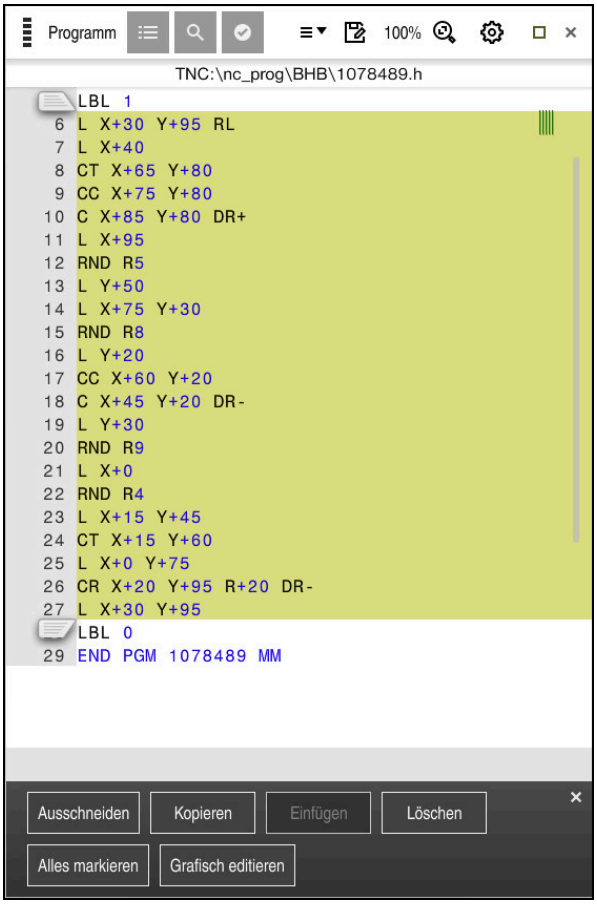
Mit dem Arbeitsbereich **Kontur** können Sie nicht nur neue Konturen erstellen, sondern auch Konturen aus bestehenden NC-Programmen importieren und bei Bedarf grafisch editieren.

Voraussetzungen

- Max. 200 NC-Sätze
- Keine Zyklen
- Keine An- und Abfahrbewegungen
- Keine Geraden **LN** (Option #9)
- Keine Technologiedaten, z. B. Vorschübe oder Zusatzfunktionen
- Keine Achsbewegungen, die sich außerhalb der festgelegten Ebene befinden, z. B. XY-Ebene

Wenn Sie versuchen, einen unerlaubten NC-Satz in das grafische Programmieren zu importieren, gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus.

Funktionsbeschreibung



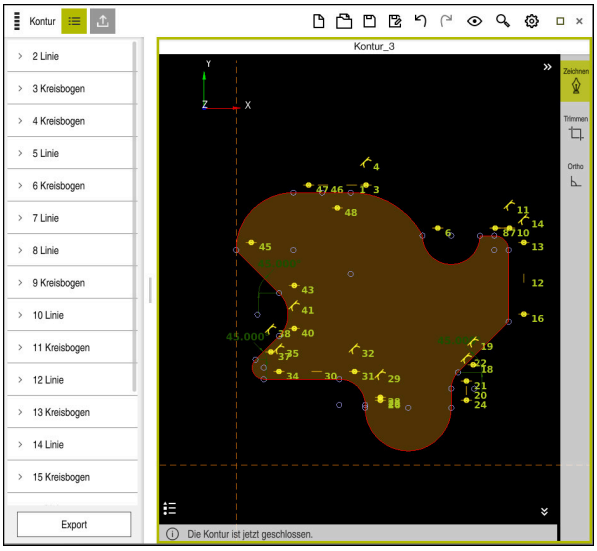
Zu importierende Kontur aus dem NC-Programm

Im grafischen Programmieren bestehen alle Konturen ausschließlich aus linearen oder zirkularen Elementen mit absoluten kartesischen Koordinaten.

Die Steuerung wandelt folgende Bahnfunktionen beim Import in den Arbeitsbereich **Kontur** um:

- Kreisbahn **CT**
  Weitere Informationen: "Kreisbahn CT", Seite 187
- NC-Sätze mit Polarkoordinaten
  Weitere Informationen: "Polarkoordinaten", Seite 173
- NC-Sätze mit inkrementalen Eingaben
  Weitere Informationen: "Inkrementale Eingaben", Seite 175
- Freie Konturprogrammierung **FK**

19.2.1 Konturen importieren



Importierte Kontur

Sie importieren Konturen aus NC-Programmen wie folgt:

- ▶ Betriebsart **Programmieren** wählen
- ▶ Vorhandenes NC-Programm mit enthaltener Kontur öffnen
- ▶ Kontur im NC-Programm suchen
- ▶ Ersten NC-Satz der Kontur halten
- > Die Steuerung öffnet das Kontextmenü.
- ▶ **Markieren** wählen
- > Die Steuerung zeigt zwei Markierungspfeile.
- ▶ Gewünschten Bereich mit Markierungspfeilen wählen
- ▶ **Grafisch editieren** wählen
- > Die Steuerung öffnet den markierten Konturbereich im Arbeitsbereich **Kontur**.

Hinweise

- Sie können im Fenster **Kontureinstellungen** festlegen, ob die Maße von Drehkonturen in der XZ-Ebene oder YZ-Ebene als Radius- oder Durchmessermaße interpretiert werden.

  Weitere Informationen: "Fenster Kontureinstellungen", Seite 540
- Wenn Sie mithilfe der Funktion **Grafisch editieren** eine Kontur in das grafische Programmieren importieren, sind alle Elemente zunächst gesperrt. Bevor Sie mit der Anpassung der Elemente beginnen, müssen Sie die Elemente entsperren.

  Weitere Informationen: "Elemente sperren und entsperren", Seite 541
- Sie können Konturen nach dem Importieren grafisch editieren sowie exportieren.

  Weitere Informationen: "Erste Schritte im grafischen Programmieren", Seite 548

  Weitere Informationen: "Konturen aus dem grafischen Programmieren exportieren", Seite 545

19.3 Konturen aus dem grafischen Programmieren exportieren

Anwendung

Mithilfe der Spalte **Export** können Sie im Arbeitsbereich **Kontur** neu erstellte oder grafisch editierte Konturen exportieren.

Verwandte Themen

- Konturen importieren

  Weitere Informationen: "Konturen in das grafische Programmieren importieren", Seite 542
- Erste Schritte im grafischen Programmieren

  Weitere Informationen: "Erste Schritte im grafischen Programmieren", Seite 548

Funktionsbeschreibung

Die Spalte **Export** bietet folgende Funktionen:

- **Startpunkt**

  Mit dieser Funktion legen Sie den **Startpunkt** der Kontur fest. Sie können den **Startpunkt** entweder grafisch setzen oder einen Achswert eingeben. Wenn Sie einen Achswert eingeben, ermittelt die Steuerung den zweiten Achswert automatisch.
- **Endpunkt**

  Mit dieser Funktion legen Sie den **Endpunkt** der Kontur fest. Den **Endpunkt** können Sie auf die gleiche Weise wie den **Startpunkt** festlegen.
- **Richtung invertieren**

  Mit dieser Funktion ändern Sie die Programmierrichtung der Kontur.
- **Klartext generieren**

  Mit dieser Funktion exportieren Sie die Kontur als NC-Programm oder Unterprogramm. Die Steuerung kann nur bestimmte Bahnfunktionen exportieren. Alle generierten Konturen enthalten absolute kartesische Koordinaten.

  Weitere Informationen: "Fenster Kontureinstellungen", Seite 540

  Der Kontureditor kann folgende Bahnfunktionen generieren:
  - Gerade **L**
  - Kreismittelpunkt **CC**
  - Kreisbahn **C**
  - Kreisbahn **CR**
  - Radius **RND**
  - Fase **CHF**
- **Auswahl zurücksetzen**

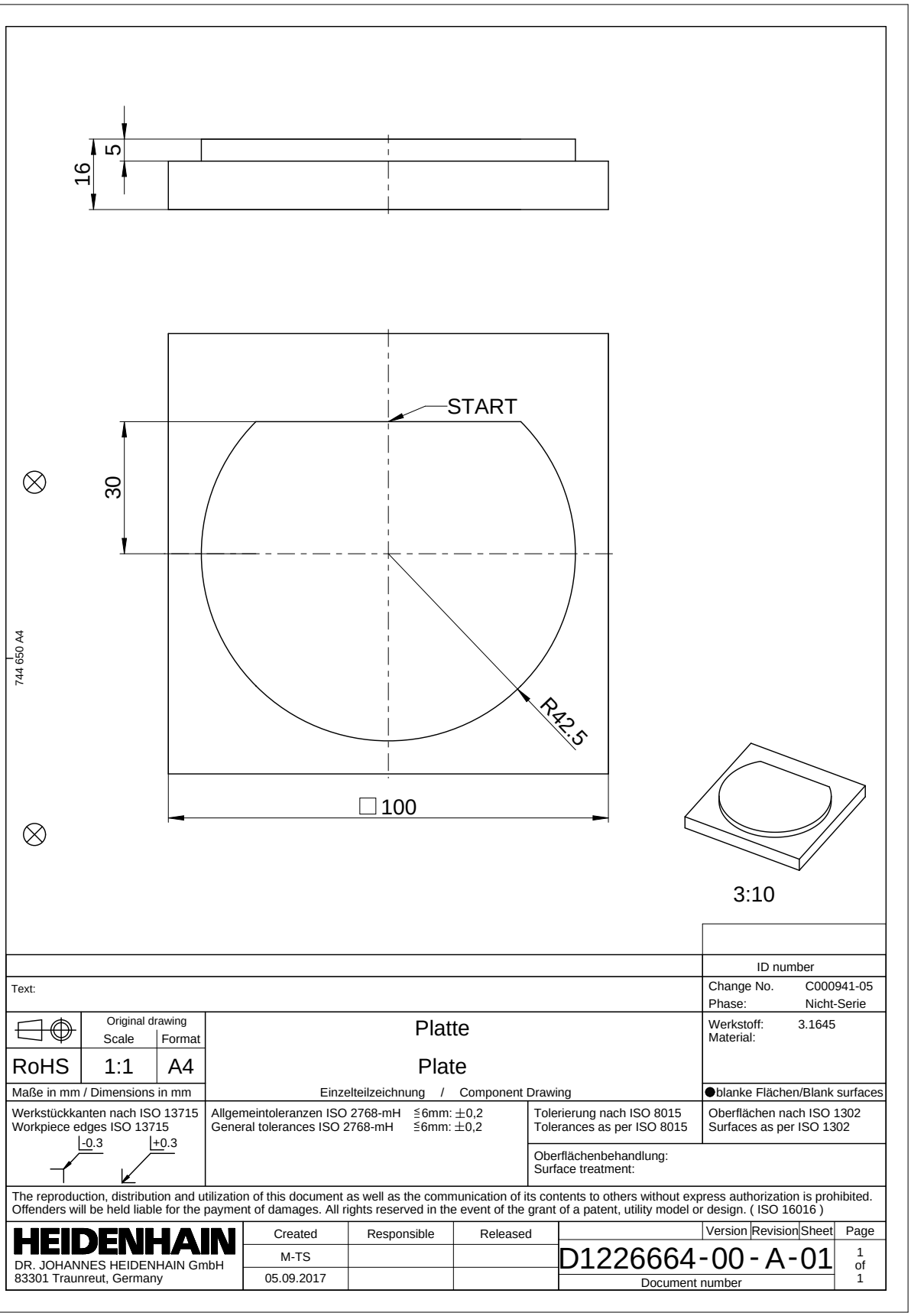
  Mit dieser Funktion können Sie die Markierung einer Kontur aufheben.

Hinweise

- Sie können mithilfe der Funktionen **Startpunkt** und **Endpunkt** auch Teilbereiche der gezeichneten Elemente abgreifen und daraus eine Kontur generieren.
- Sie können gezeichnete Konturen mit dem Dateityp ***.tncdrw** auf der Steuerung speichern.

19.4 Erste Schritte im grafischen Programmieren

19.4.1 Beispielaufgabe D1226664



19.4.2 Beispielkontur zeichnen

Sie zeichnen die dargestellte Kontur wie folgt:

- Neue Kontur anlegen

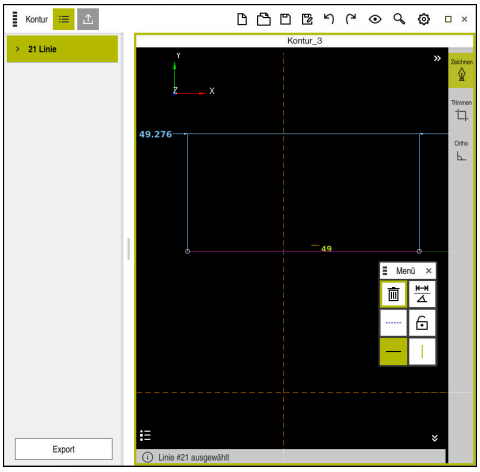
Weitere Informationen: "Neue Kontur anlegen", Seite 541

- **Kontureinstellungen** vornehmen

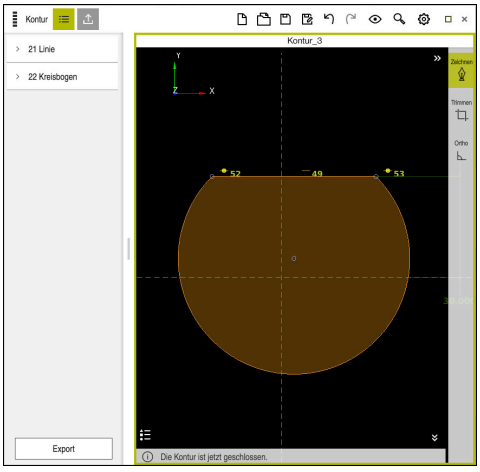
> Im Fenster **Kontureinstellungen** können Sie grundsätzliche Einstellungen für das Zeichnen definieren. Für dieses Beispiel können Sie die Standardeinstellungen verwenden.

Weitere Informationen: "Fenster Kontureinstellungen", Seite 540

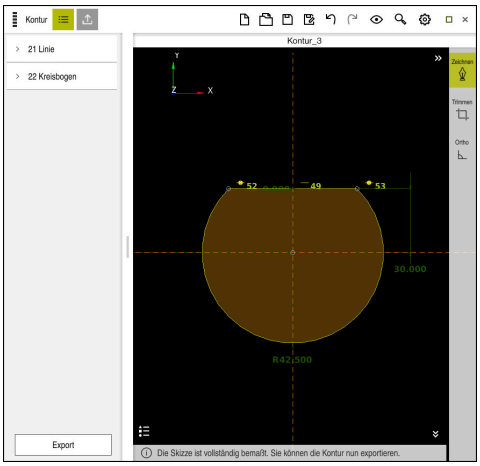
- Horizontale **Linie** zeichnen
- Endpunkt der gezeichneten Linie wählen
- > Die Steuerung zeigt den X- und Y-Abstand der Linie zum Zentrum.
- Y-Abstand zum Zentrum eingeben z. B. **30**
- > Die Steuerung positioniert die Linie entsprechend der gesetzten Bedingung.
- **Kreisbogen** von einem Endpunkt der Linie zum anderen Endpunkt zeichnen
- > Die Steuerung stellt die geschlossene Kontur gelb dar.
- Mittelpunkt des Kreisbogens wählen
- > Die Steuerung zeigt die Mittelpunktskoordinaten des Kreisbogens in **X** und **Y**.
- Für X- und Y-Mittelpunktskoordinaten des Kreisbogens **0** eingeben
- > Die Steuerung verschiebt die Kontur.
- Gezeichneten Kreisbogen wählen
- > Die Steuerung zeigt den aktuellen Radiuswert des Kreisbogens.
- Radius **42,5** eingeben
- > Die Steuerung passt den Radius des Kreisbogens an.
- > Die Kontur ist vollständig definiert.



Gezeichnete Linie



Geschlossene Kontur



Bemaßte Kontur

19.4.3 Gezeichnete Kontur exportieren

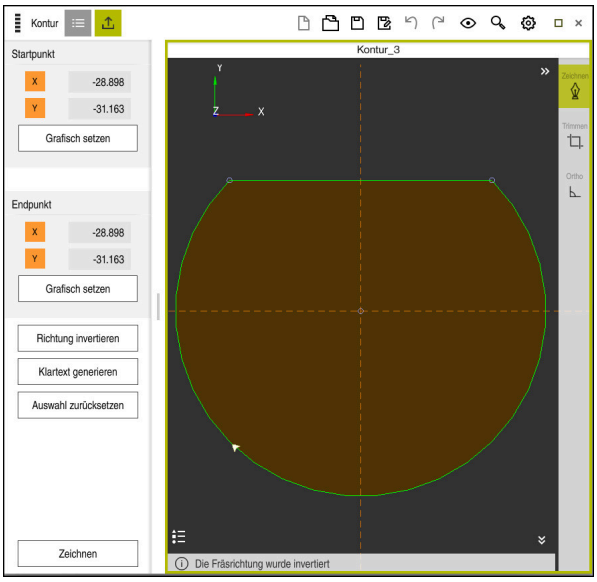
Sie exportieren die gezeichnete Kontur wie folgt:

- Kontur zeichnen

- Spalte **Export** wählen
- > Die Steuerung zeigt die Spalte **Export**.
- Im Bereich **Startpunkt Grafisch setzen** wählen
- Startpunkt auf der gezeichneten Kontur wählen
- > Die Steuerung zeigt die Koordinaten des gewählten Startpunkts, die markierte Kontur und die Programmierrichtung.

> Sie können die Programmierrichtung der Kontur mit der Funktion **Richtung invertieren** anpassen.

- Funktion **Klartext generieren** wählen
- > Die Steuerung generiert die Kontur anhand der definierten Daten.



Gewählte Konturelemente in der Spalte **Export** mit definierter **Fräsrichtung**

20

Bedienhilfen

20.1 Arbeitsbereich Hilfe

Anwendung

Im Arbeitsbereich **Hilfe** zeigt die Steuerung ein Hilfsbild für das aktuelle Syntaxelement einer NC-Funktion oder die integrierte Produkthilfe **TNCguide**.

Verwandte Themen

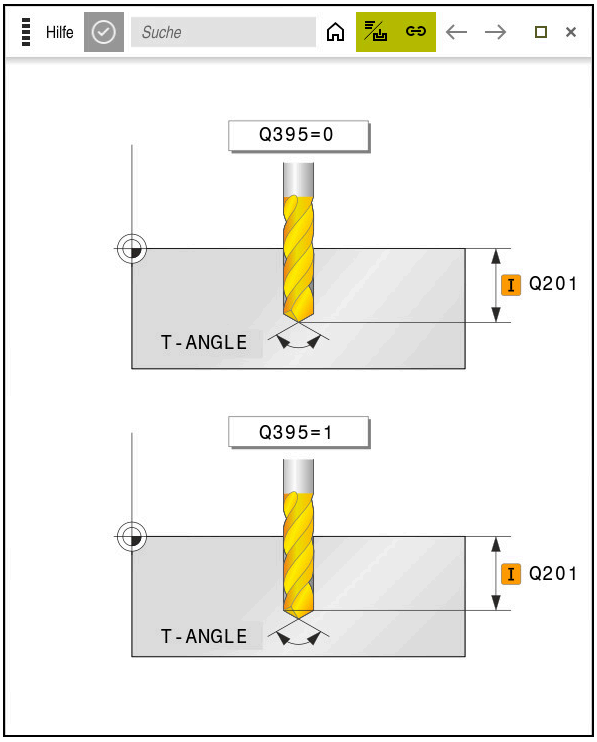
- Anwendung **Hilfe**
  Weitere Informationen: "Anwendung Hilfe", Seite 35
- Benutzerhandbuch als integrierte Produkthilfe **TNCguide**
  Weitere Informationen: "Benutzerhandbuch als integrierte Produkthilfe TNCguide", Seite 34

Funktionsbeschreibung

Der Arbeitsbereich **Hilfe** ist in der Betriebsart **Programmieren** und in der Anwendung **MDI** wählbar.

Weitere Informationen: "Betriebsart Programmieren", Seite 106

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten



Arbeitsbereich **Hilfe** mit einem Hilfsbild für einen Zyklusparameter

Wenn der Arbeitsbereich **Hilfe** aktiv ist, kann die Steuerung während des Programmierens das Hilfsbild darin anzeigen anstatt im Arbeitsbereich **Programm**.

Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Programm", Seite 108

Arbeitsbereich **Hilfe** mit geöffnetem **TNCguide**

Wenn der Arbeitsbereich **Hilfe** aktiv ist, kann die Steuerung die integrierte Produkthilfe **TNCguide** anzeigen.

Weitere Informationen: "Benutzerhandbuch als integrierte Produkthilfe TNCguide", Seite 34

Symbole im Arbeitsbereich Hilfe

Symbol	Funktion
	Startseite anzeigen Die Startseite zeigt alle verfügbaren Dokumentationen. Wählen Sie die gewünschte Dokumentation mithilfe der Navigationskacheln, z. B. den **TNCguide**. Wenn ausschließlich eine Dokumentation verfügbar ist, öffnet die Steuerung den Inhalt direkt. Wenn eine Dokumentation geöffnet ist, können Sie die Suchfunktion nutzen. **Weitere Informationen:** "Symbole", Seite 36
	TNCguide anzeigen **Weitere Informationen:** "Benutzerhandbuch als integrierte Produkthilfe TNCguide", Seite 34
	Hilfsbilder während der Programmierung anzeigen

20.2 Bildschirmtastatur der Steuerungsleiste

Anwendung

Mit der Bildschirmtastatur können Sie NC-Funktionen, Buchstaben und Zahlen eingeben sowie navigieren.

Die Bildschirmtastatur bietet folgende Modi:

- NC-Eingabe
- Texteingabe
- Formeleingabe

Funktionsbeschreibung

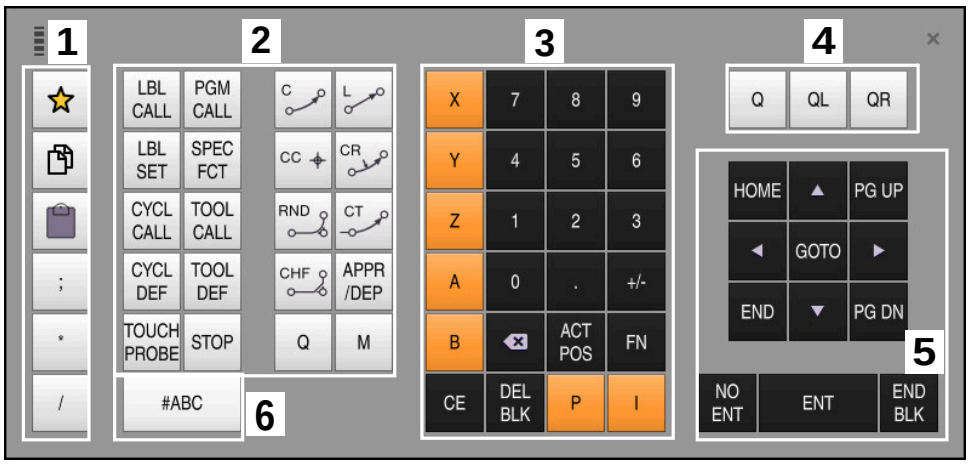
Die Steuerung öffnet nach dem Startvorgang standardmäßig den Modus NC-Eingabe.

Sie können die Tastatur am Bildschirm verschieben. Die Tastatur bleibt auch bei einem Wechsel der Betriebsart aktiv, bis sie geschlossen wird.

Die Steuerung merkt sich die Position und den Modus der Bildschirmtastatur bis zum Herunterfahren.

Der Arbeitsbereich **Tastatur** bietet die gleichen Funktionen wie die Bildschirmtastatur.

Bereiche der NC-Eingabe



Bildschirmtastatur im Modus NC-Eingabe

Die NC-Eingabe enthält folgende Bereiche:

1 Dateifunktionen
- Favoriten definieren
- Kopieren
- Einfügen
- Kommentar einfügen
- Gliederungspunkt einfügen
- NC-Satz ausblenden

2 NC-Funktionen

3 Achstasten und Zahleneingabe

4 Q-Parameter

5 Navigations- und Dialogtasten

6 Zur Texteingabe umschalten

> Wenn Sie im Bereich NC-Funktionen die Taste **Q** mehrmals wählen, ändert die Steuerung die eingefügte Syntax in folgender Reihenfolge:
> - **Q**
> - **QL**
> - **QR**

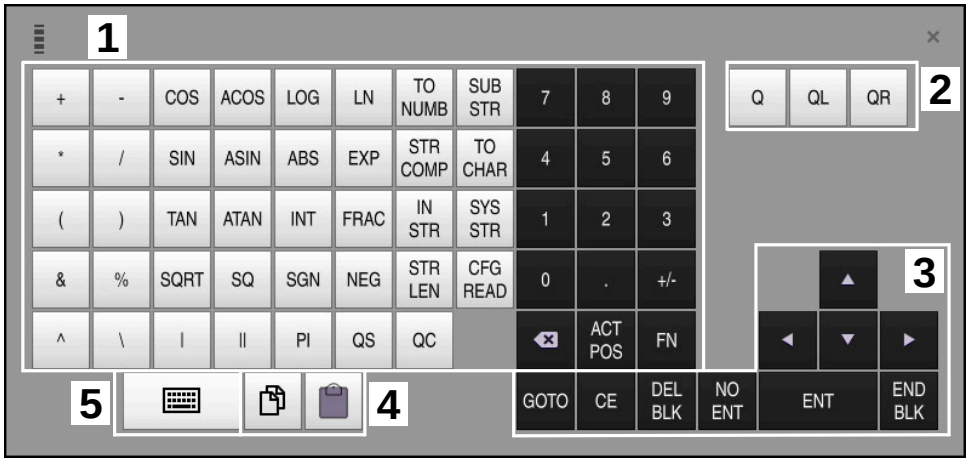
Bereiche der Texteingabe

Bildschirmtastatur im Modus Texteingabe

Die Texteingabe enthält folgende Bereiche:

1 Eingabe
2 Navigations- und Dialogtasten
3 Kopieren und Einfügen
4 Zur Formeleingabe umschalten

Bereiche der Formeleingabe



Bildschirmtastatur im Modus Formeleingabe

Die Formeleingabe enthält folgende Bereiche:

1 Eingabe
2 Q-Parameter
3 Navigations- und Dialogtasten
4 Kopieren und Einfügen
5 Zur NC-Eingabe umschalten

20.2.1 Bildschirmtastatur öffnen und schließen

Sie öffnen die Bildschirmtastatur wie folgt:

- ▶ In der Steuerungsleiste **Bildschirmtastatur** wählen
- > Die Steuerung öffnet die Bildschirmtastatur.

Sie schließen die Bildschirmtastatur wie folgt:

- ▶ **Bildschirmtastatur** bei geöffneter Bildschirmtastatur wählen
- ▶ Alternativ innerhalb der Bildschirmtastatur **Schließen** wählen
- > Die Steuerung schließt die Bildschirmtastatur.

20.3 GOTO-Funktion

Anwendung

Mit der Taste **GOTO** oder der Schaltfläche **GOTO Satznummer** definieren Sie einen NC-Satz, zu dem die Steuerung den Cursor positioniert. In der Betriebsart **Tabellen** definieren Sie mit der Schaltfläche **GOTO Zeilennummer** eine Tabellenzeile.

Funktionsbeschreibung

Wenn Sie ein NC-Programm zum Abarbeiten oder in der Simulation geöffnet haben, positioniert die Steuerung zusätzlich den Ausführungscursor vor den NC-Satz. Die Steuerung startet den Programmlauf oder die Simulation von dem definierten NC-Satz, ohne das vorherige NC-Programm zu berücksichtigen.

Sie können die Satznummer eingeben oder mithilfe von **Suchen** im NC-Programm wählen.

20.3.1 NC-Satz mit GOTO wählen

Sie wählen einen NC-Satz wie folgt:

- ▶ **GOTO** wählen
- > Die Steuerung öffnet das Fenster **Sprunganweisung GOTO**.
- ▶ Satznummer eingeben
- ▶ **OK** wählen
- > Die Steuerung positioniert den Cursor zu dem definierten NC-Satz.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie im Programmlauf mithilfe der **GOTO**-Funktion einen NC-Satz wählen und anschließend das NC-Programm abarbeiten, ignoriert die Steuerung alle zuvor programmierten NC-Funktionen, z. B. Transformationen. Dadurch besteht während der nachfolgenden Verfahrbewegungen Kollisionsgefahr!

- ▶ **GOTO** nur beim Programmieren und Testen von NC-Programmen verwenden
- ▶ Beim Abarbeiten von NC-Programmen ausschließlich **Satzvorlauf** verwenden

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Hinweise

- Sie können statt der Schaltfläche **GOTO** auch das Tastaturkürzel **STRG+G** verwenden.
- Wenn die Steuerung in der Aktionsleiste ein Symbol zur Auswahl zeigt, können Sie das Auswahlfenster mit **GOTO** öffnen.

20.4 Einfügen von Kommentaren

Anwendung

Sie können in einem NC-Programm Kommentare einfügen und mithilfe dieser Funktion Programmschritte erläutern oder Hinweise geben.

Funktionsbeschreibung

Sie haben folgende Möglichkeiten, einen Kommentar einzufügen:

- Kommentar innerhalb eines NC-Satzes
- Kommentar als eigener NC-Satz
- Bestehenden NC-Satz als Kommentar definieren

Kommentare kennzeichnet die Steuerung mit dem Zeichen **;**. Die Steuerung arbeitet Kommentare in der Simulation und im Programmlauf nicht ab.

Ein Kommentar darf max. 255 Zeichen enthalten.

> Das letzte Zeichen in einem Kommentarsatz darf keine Tilde sein (**~**).

20.4.1 Kommentar als NC-Satz einfügen

Sie fügen einen Kommentar wie folgt als separaten NC-Satz ein:

- NC-Satz wählen, hinter dem Sie einen Kommentar einfügen möchten

- **;** wählen
- > Die Steuerung fügt nach dem gewählten NC-Satz einen Kommentar als neuen NC-Satz ein.
- Kommentar definieren

20.4.2 Kommentar im NC-Satz einfügen

Sie fügen einen Kommentar innerhalb eines NC-Satzes wie folgt ein:

- Gewünschten NC-Satz editieren

- **;** wählen
- > Die Steuerung fügt am Satzende das Zeichen **;** ein.
- Kommentar definieren

20.4.3 NC-Satz aus- oder einkommentieren

Mit der Schaltfläche **Aus-/Einkommentieren** können Sie einen bestehenden NC-Satz als Kommentar definieren oder den Kommentar wieder als NC-Satz definieren.

Sie kommentieren einen bestehenden NC-Satz wie folgt ein oder aus:

- Gewünschten NC-Satz wählen

; Kommentar Aus/Ein

- **Kommentar Aus/Ein** wählen
- > Die Steuerung fügt das Zeichen **;** am Satzanfang ein.
- > Wenn der NC-Satz bereits als Kommentar definiert ist, entfernt die Steuerung das Zeichen **;**.

20.5 Ausblenden von NC-Sätzen

Anwendung

Mit **/** oder der Schaltfläche **Aus-/Einblenden** können Sie NC-Sätze ausblenden.

Wenn Sie NC-Sätze ausblenden, können Sie die ausgeblendeten NC-Sätze im Programmlauf zu überspringen.

Verwandte Themen

- Betriebsart **Programmlauf**

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Funktionsbeschreibung

Wenn Sie einen NC-Satz mit **/** markieren, ist der NC-Satz ausgeblendet. Wenn Sie in der Betriebsart **Programmlauf** oder in der Anwendung **MDI** den Schalter **/ Überspringen** aktivieren, überspringt die Steuerung den NC-Satz bei der Abarbeitung.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

20.5.1 NC-Sätze aus- oder einblenden

Einen NC-Satz blenden Sie wie folgt aus oder ein:

- Gewünschten NC-Satz wählen

/ Überspringen Aus/Ein

- **Überspringen Aus/Ein** wählen
- > Die Steuerung fügt das Zeichen **/** vor dem NC-Satz ein.
- > Wenn der NC-Satz bereits ausgeblendet ist, entfernt die Steuerung das Zeichen **/**.

20.6 Gliedern von NC-Programmen

Anwendung

Mithilfe von Gliederungspunkten können Sie lange und komplexe NC-Programme übersichtlicher und verständlicher gestalten und schneller durch das NC-Programm navigieren.

Verwandte Themen

- Spalte **Gliederung** des Arbeitsbereichs **Programm**
  Weitere Informationen: "Spalte Gliederung im Arbeitsbereich Programm", Seite 561

Funktionsbeschreibung

Sie können Ihre NC-Programme mithilfe von Gliederungspunkten strukturieren. Gliederungspunkte sind Texte, die Sie als Kommentar oder Überschrift für die nachfolgenden Programmzeilen nutzen können.

Ein Gliederungspunkt darf max. 255 Zeichen enthalten.

Die Steuerung zeigt die Gliederungspunkte in der Spalte **Gliederung**.

Weitere Informationen: "Spalte Gliederung im Arbeitsbereich Programm", Seite 561

20.6.1 Gliederungspunkt einfügen

Sie fügen einen Gliederungspunkt wie folgt ein:

▶ Gewünschten NC-Satz wählen, nach dem Sie den Gliederungspunkt einfügen möchten

▶ ***** wählen

> Die Steuerung fügt nach dem gewählten NC-Satz einen Gliederungspunkt als neuen NC-Satz ein.

▶ Gliederungstext definieren

20.7 Spalte Gliederung im Arbeitsbereich Programm

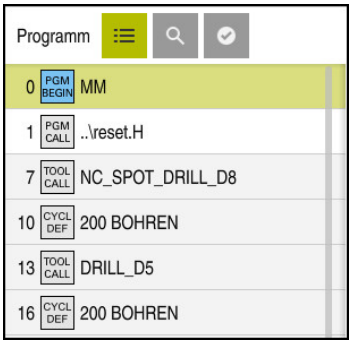
Anwendung

Wenn Sie ein NC-Programm öffnen, durchsucht die Steuerung das NC-Programm nach Strukturelementen und zeigt diese Strukturelemente in der Spalte **Gliederung**. Die Strukturelemente wirken wie Verlinkungen und ermöglichen damit eine schnelle Navigation im NC-Programm.

Verwandte Themen

- Arbeitsbereich **Programm**, Inhalte der Spalte **Gliederung** definieren
  Weitere Informationen: "Einstellungen im Arbeitsbereich Programm", Seite 111
- Gliederungspunkte manuell einfügen
  Weitere Informationen: "Gliedern von NC-Programmen", Seite 560

Funktionsbeschreibung



Spalte **Gliederung** mit automatisch erstellten Strukturelementen

Wenn Sie ein NC-Programm öffnen, erstellt die Steuerung die Gliederung automatisch.

Sie definieren im Fenster **Programmeinstellungen**, welche Strukturelemente die Steuerung in der Gliederung zeigt.

Weitere Informationen: "Einstellungen im Arbeitsbereich Programm", Seite 111

Die Spalte **Gliederung** zeigt folgende Informationen:

- NC-Satznummer
- Symbol der NC-Funktion
- Funktionsabhängige Informationen

Die Steuerung zeigt innerhalb der Gliederung folgende Symbole:

Symbol	Syntax	Information
PGM BEGIN	**BEGIN PGM**	Maßeinheit des NC-Programms **MM** oder **INCH**
TOOL CALL	**TOOL CALL**	Abhängig von der im **TOOL CALL** gewählten Bezeichnung: ■ Name des Werkzeugs ■ Nummer des Werkzeugs Wenn Sie keinen Namen oder keine Nummer im **TOOL CALL** angeben, zeigt die Steuerung keine zusätzlichen Informationen.
*	*** Gliederungssatz**	Im NC-Satz eingegebene Zeichenfolge
LBL SET	**LBL SET**	Abhängig von der im Dialog gewählten Bezeichnung: ■ Name des Labels ■ Nummer des Labels
LBL SET	**LBL 0**	Nummer des Labels 0
CYCL DEF	**CYCL DEF**	Nummer und Name des definierten Zyklus
TCH PROBE	**TCH PROBE**	Nummer und Name des definierten Zyklus
MON START	**MONITORING SECTION START**	Im Syntaxelement **AS** eingegebene Zeichenfolge
MON STOP	**MONITORING SECTION STOP**	Keine zusätzlichen Informationen

Symbol	Syntax	Information
PGM CALL	**PGM CALL**	Pfad des gerufenen NC-Programms, z. B. **TNC:\Safe.h**
SPEC FCT	**FUNCTION MODE**	Gewählten Bearbeitungsmodus **MILL** oder **TURN**
STOP M0	**STOP** oder **M0**	Keine zusätzlichen Informationen
M1	**M1**	Keine zusätzlichen Informationen
M2 M30	**M2** oder **M30**	Keine zusätzlichen Informationen

20.7.1 NC-Satz mithilfe der Gliederung editieren

Sie editieren einen NC-Satz mithilfe der Gliederung wie folgt:

- NC-Programm öffnen
- Spalte **Gliederung** öffnen
- Strukturelement wählen
  - > Die Steuerung positioniert den Cursor auf den entsprechenden NC-Satz im NC-Programm. Der Fokus des Cursors bleibt in der Spalte **Gliederung**.
- Pfeil nach rechts wählen
  - > Der Fokus des Cursors wechselt zum NC-Satz.
- Pfeil nach rechts wählen
  - > Die Steuerung editiert den NC-Satz.

Hinweise

- Bei langen NC-Programmen kann der Aufbau der Gliederung länger dauern als das Laden des NC-Programms. Auch wenn die Gliederung noch nicht erstellt ist, können Sie unabhängig davon im geladenen NC-Programm arbeiten.
- Sie können innerhalb der Spalte **Gliederung** mit den Pfeiltasten nach oben und unten navigieren.
- Die Steuerung zeigt gerufene NC-Programme in der Gliederung mit einem weißen Hintergrund. Wenn Sie auf ein solches Strukturelement doppelt tippen oder klicken, öffnet die Steuerung ggf. das NC-Programm in einem neuen Reiter. Wenn das NC-Programm geöffnet ist, wechselt die Steuerung in den entsprechenden Reiter.

20.8 Spalte Suche im Arbeitsbereich Programm

Anwendung

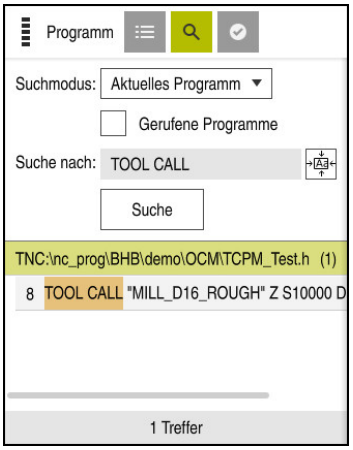
In der Spalte **Suche** können Sie das NC-Programm nach beliebigen Zeichenfolgen durchsuchen, z. B. einzelne Syntaxelemente. Die Steuerung listet alle gefundenen Ergebnisse auf.

Verwandte Themen

- Gleiches Syntaxelement im NC-Programm mit Pfeiltasten suchen

  Weitere Informationen: "Gleiche Syntaxelemente in verschiedenen NC-Sätzen suchen", Seite 116

Funktionsbeschreibung



Spalte **Suche** im Arbeitsbereich **Programm**

Den vollen Funktionsumfang bietet die Steuerung nur in der Betriebsart **Programmieren**. In der Anwendung **MDI** und der Betriebsart **Programmlauf** können Sie nur im aktiven NC-Programm suchen.

Die Steuerung bietet folgende Funktionen, Symbole und Schaltflächen in der Spalte **Suche**:

Bereich	Funktion
Suchen in:	■ **Aktuelles Programm** Aktuelles NC-Programm und optional alle gerufenen NC-Programme durchsuchen ■ **Geöffnete Programme** Alle geöffneten NC-Programme durchsuchen ■ **Suchen und ersetzen** Zeichenfolgen suchen und durch neue Zeichenfolgen ersetzen, z. B. Syntaxelemente **Weitere Informationen:** "Modus Suchen und ersetzen", Seite 565
Suche nach:	In dem Eingabebereich definieren Sie den Suchbegriff. Wenn Sie noch keine Zeichen eingegeben haben, bietet die Steuerung die letzten sechs Suchbegriffe zur Auswahl.
	Mit dem Symbol **Auswahl übernehmen** übernehmen Sie das aktuell gewählte Syntaxelement in den Eingabebereich. Wenn der gewählte NC-Satz nicht editiert wird, übernimmt die Steuerung den Syntaxeröffner.
Suche	Mit dieser Schaltfläche starten Sie die Suche in den Modi **Aktuelles Programm** und **Geöffnete Programme**.

Die Steuerung zeigt folgende Informationen zu den Ergebnissen:

- Anzahl der Ergebnisse
- Dateipfade der NC-Programme
- NC-Satznummern
- Vollständige NC-Sätze

Die Steuerung gruppiert die Ergebnisse nach NC-Programmen. Wenn Sie ein Ergebnis wählen, positioniert die Steuerung den Cursor auf den entsprechenden NC-Satz.

Modus Suchen und ersetzen

Im Modus **Suchen und ersetzen** können Sie nach Zeichenfolgen suchen und die gefundenen Ergebnisse durch andere Zeichenfolgen ersetzen, z. B. Syntaxelemente.

Die Steuerung führt vor dem Ersetzen eines Syntaxelements eine Syntaxprüfung durch. Mit der Syntaxprüfung stellt die Steuerung sicher, dass der neue Inhalt eine korrekte Syntax ergibt. Wenn das Resultat zu einem Syntaxfehler führt, ersetzt die Steuerung den Inhalt nicht und zeigt eine Meldung.

Im Modus **Suchen und ersetzen** bietet die Steuerung folgende Checkboxen und Schaltflächen:

Checkbox oder Schaltfläche	Bedeutung
Rückwärts suchen	Die Steuerung durchsucht das NC-Programm von unten nach oben.
Am Ende von vorne beginnen	Die Steuerung durchsucht das gesamte NC-Programm, über den Anfang und das Ende des NC-Programms hinaus.
Weitersuchen	Die Steuerung durchsucht das NC-Programm nach dem Suchbegriff. Die Steuerung markiert das nächste Ergebnis im NC-Programm.
Ersetzen	Die Steuerung führt eine Syntaxprüfung durch und ersetzt den markierten Inhalt im NC-Programm mit dem Inhalt des Felds **Ersetzen mit:**.
Ersetzen und weitersuchen	Wenn noch keine Suche durchgeführt wurde, markiert die Steuerung nur das erste Ergebnis. Wenn ein Ergebnis markiert ist, führt die Steuerung eine Syntaxprüfung durch und ersetzt den gefundenen Inhalt automatisch mit dem Inhalt des Felds **Ersetzen mit:**. Anschließend markiert die Steuerung das nächste Ergebnis.
Alles ersetzen	Die Steuerung führt eine Syntaxprüfung durch und ersetzt alle gefundenen Ergebnisse automatisch mit dem Inhalt des Felds **Ersetzen mit:**.

20.8.1 Syntaxelemente suchen und ersetzen

Sie suchen und ersetzen Syntaxelemente im NC-Programm wie folgt:

- ▶ Betriebsart wählen, z. B. **Programmieren**
- ▶ Gewünschtes NC-Programm wählen
- > Die Steuerung öffnet das gewählte NC-Programm im Arbeitsbereich **Programm**.
- ▶ Spalte **Suche** öffnen
- ▶ Im Feld **Suchen in:** Funktion **Suchen und ersetzen** wählen
- > Die Steuerung zeigt die Felder **Suche nach:** und **Ersetzen mit:**.
- ▶ Im Feld **Suche nach:** Suchinhalt eingeben, z. B. **M4**
- ▶ Im Feld **Ersetzen mit:** gewünschten Inhalt eingeben, z. B. **M3**
- ▶ **Weitersuchen** wählen (Weitersuchen)
- > Die Steuerung markiert das erste Ergebnis im NC-Programm.
- ▶ **Ersetzen** wählen (Ersetzen)
- > Die Steuerung führt eine Syntaxprüfung durch und ersetzt bei erfolgreicher Prüfung den Inhalt.

Hinweise

- Die Suchergebnisse bleiben solange erhalten, bis Sie die Steuerung herunterfahren oder erneut suchen.
- Wenn Sie auf ein Suchergebnis in einem gerufenen NC-Programm doppelt tippen oder klicken, öffnet die Steuerung ggf. das NC-Programm in einem neuen Reiter. Wenn das NC-Programm geöffnet ist, wechselt die Steuerung auf den entsprechenden Reiter.

20.9 Programmvergleich

Anwendung

Mit der Funktion **Programmvergleich** ermitteln Sie Unterschiede zwischen zwei NC-Programmen. Sie können die Abweichungen in das aktive NC-Programm übernehmen. Wenn im aktiven NC-Programm ungespeicherte Änderungen vorhanden sind, können Sie das NC-Programm mit der zuletzt gespeicherten Version vergleichen.

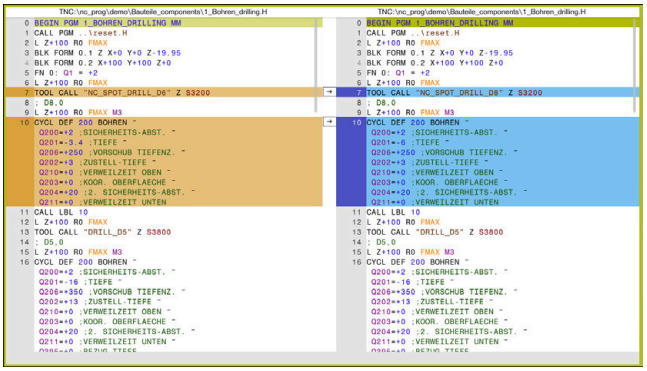
Voraussetzungen

- Max. 30 000 Zeilen je NC-Programm

  Die Steuerung berücksichtigt die tatsächlichen Zeilen, nicht die Anzahl der NC-Sätze. NC-Sätze können auch mit einer Satznummer mehrere Zeilen umfassen, z. B. Zyklen.

  Weitere Informationen: "Inhalte eines NC-Programms", Seite 104

Funktionsbeschreibung



Programmvergleich zweier NC-Programme

Sie können den Programmvergleich nur in der Betriebsart **Programmieren** im Arbeitsbereich **Programm** verwenden.

Die Steuerung zeigt das aktive NC-Programm rechts und das Vergleichsprogramm links.

Die Steuerung markiert Unterschiede mit folgenden Farben:

Farbe	Syntaxelement
Grau	Fehlender NC-Satz oder fehlende Zeile bei unterschiedlich langen NC-Funktionen
Orange	NC-Satz mit Unterschied im Vergleichsprogramm
Blau	NC-Satz mit Unterschied im aktiven NC-Programm

Während des Programmvergleichs können Sie das aktive NC-Programm editieren, das Vergleichsprogramm nicht.

Wenn sich NC-Sätze unterscheiden, können Sie mithilfe eines Pfeilsymbols die NC-Sätze des Vergleichsprogramms in das aktive NC-Programm übernehmen.

20.9.1 Unterschiede in das aktive NC-Programm übernehmen

Sie übernehmen Unterschiede wie folgt in das aktive NC-Programm:

- ▶ Betriebsart **Programmieren** wählen
- ▶ NC-Programm öffnen
- ▶ **Programmvergleich** wählen
- > Die Steuerung öffnet ein Überblendfenster zur Dateiauswahl.
- ▶ Vergleichsprogramm wählen
- ▶ **Auswählen** wählen
- > Die Steuerung zeigt beide NC-Programme in der Vergleichsansicht und markiert alle abweichenden NC-Sätze.
- ▶ Bei gewünschtem NC-Satz Pfeilsymbol wählen
- > Die Steuerung übernimmt den NC-Satz in das aktive NC-Programm.
- ▶ **Programmvergleich** wählen
- > Die Steuerung beendet die Vergleichsansicht und übernimmt die Unterschiede in das aktive NC-Programm.

Hinweise

- Wenn die verglichenen NC-Programme mehr als 1000 Unterschiede enthalten, bricht die Steuerung den Vergleich ab.
- Wenn ein NC-Programm ungespeicherte Änderungen enthält, zeigt die Steuerung im Reiter der Anwendungsleiste einen Stern vor dem Namen des NC-Programms.

20.10 Kontextmenü

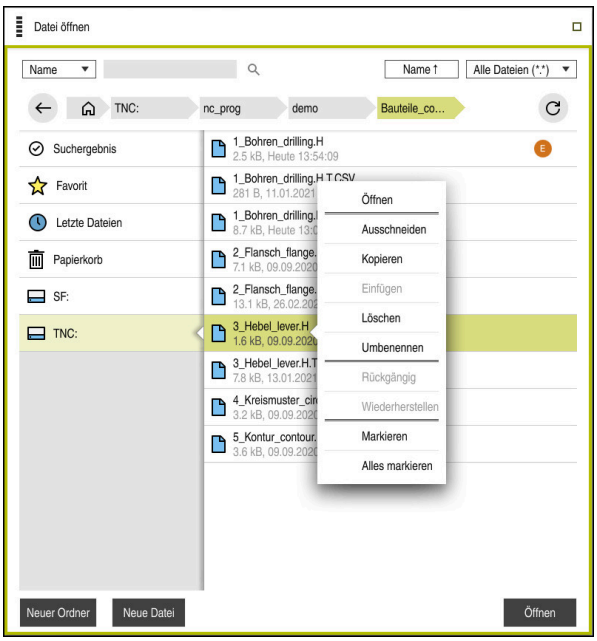
Anwendung

Durch die Geste Halten oder einem Rechtsklick mit der Maus öffnet die Steuerung ein Kontextmenü zu dem gewählten Element, z. B. NC-Sätze oder Dateien. Mit den verschiedenen Funktionen des Kontextmenüs können Sie Funktionen für die aktuell gewählten Elemente ausführen.

Funktionsbeschreibung

Die möglichen Funktionen des Kontextmenüs sind abhängig vom gewählten Element sowie von der gewählten Betriebsart.

Allgemein



Kontextmenü im Arbeitsbereich **Datei öffnen**

Das Kontextmenü bietet folgende Funktionen:

- **Ausschneiden**
- **Kopieren**
- **Einfügen**
- **Löschen**
- **Rückgängig**
- **Wiederherstellen**
- **Markieren**
- **Alles markieren**

> Wenn Sie die Funktionen **Markieren** oder **Alles markieren** wählen, öffnet die Steuerung die Aktionsleiste. Die Aktionsleiste zeigt alle Funktionen, die aktuell im Kontextmenü zur Auswahl möglich sind.

Alternativ zum Kontextmenü können Sie Tastaturkürzel verwenden:

Weitere Informationen: "Symbole der Steuerungsoberfläche", Seite 72

Taste oder Tastaturkürzel	Bedeutung
STRG+LEER	Gewählte Zeile markieren
SHIFT+↑	Zeile darüber zusätzlich markieren
SHIFT+↓	Zeile darunter zusätzlich markieren
ESC	Markieren abbrechen

> Die Tastaturkürzel funktionieren nicht im Arbeitsbereich **Auftragsliste**.

Kontextmenü in der Betriebsart Dateien

In der Betriebsart **Dateien** bietet das Kontextmenü zusätzlich folgende Funktionen:

- **Öffnen**
- **Anwählen im Programmlauf**
- **Umbenennen**

Das Kontextmenü bietet bei den Navigationsfunktionen jeweils dazu passende Funktionen, z. B. **Suchergebnisse verwerfen**.

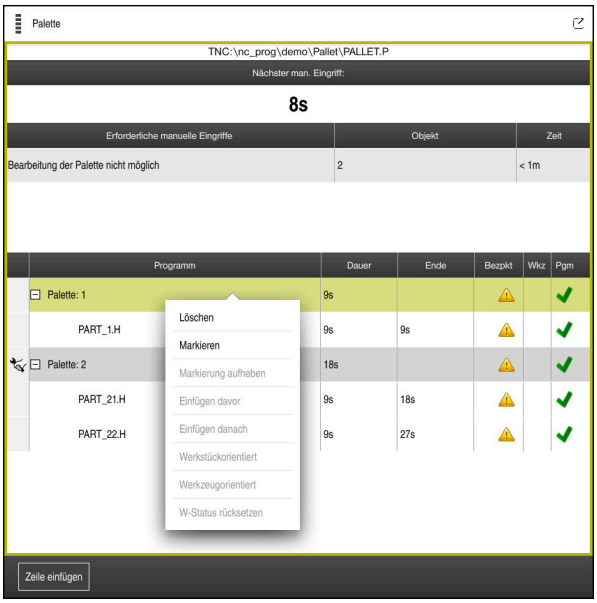
Weitere Informationen: "Kontextmenü", Seite 568

Kontextmenü in der Betriebsart Tabellen

In der Betriebsart **Tabellen** bietet das Kontextmenü zusätzlich die Funktion **Abbrechen**. Mit der Funktion **Abbrechen** brechen Sie den Markiervorgang ab.

Weitere Informationen: "Betriebsart Tabellen", Seite 614

Kontextmenü im Arbeitsbereich Auftragsliste (Option #22)



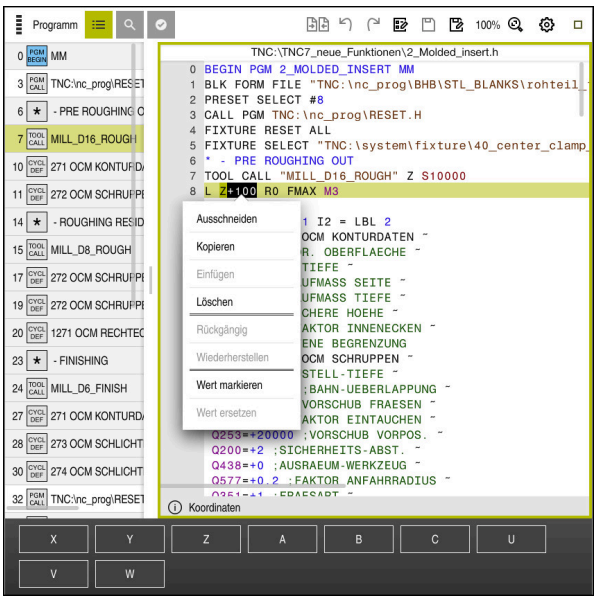
Kontextmenü im Arbeitsbereich **Auftragsliste**

Im Arbeitsbereich **Auftragsliste** bietet das Kontextmenü zusätzlich folgende Funktionen:

- **Markierung aufheben**
- **Einfügen davor**
- **Einfügen danach**
- **Werkstückorientiert**
- **Werkzeugorientiert**
- **W-Status rücksetzen**

Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Auftragsliste", Seite 600

Kontextmenü im Arbeitsbereich Programm



Kontextmenü für gewählten Wert im Arbeitsbereich **Programm** der Betriebsart **Programmieren**

Im Arbeitsbereich **Programm** bietet das Kontextmenü zusätzlich folgende Funktionen:

- **Grafisch editieren**

  Nur in der Betriebsart **Programmieren**

  Weitere Informationen: "Konturen in das grafische Programmieren importieren", Seite 542
- **Wert markieren**

  Aktiv, wenn Sie einen Wert eines NC-Satzes wählen.
- **Wert ersetzen**

  Aktiv, wenn Sie einen Wert eines NC-Satzes wählen.

Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Programm", Seite 108

> Die Funktionen **Wert markieren** und **Wert ersetzen** stehen nur in der Betriebsart **Programmieren** und der Anwendung **MDI** zur Verfügung.
>
> **Wert ersetzen** steht ebenfalls während des Editierens zur Verfügung. In diesem Fall entfällt das sonst notwendige Markieren des zu ersetzenden Werts.
>
> Sie können z. B. Werte aus dem Taschenrechner oder der Positionsanzeige in die Zwischenablage speichern und mit der Funktion **Wert ersetzen** einfügen.

Weitere Informationen: "Taschenrechner", Seite 572

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Wenn Sie einen NC-Satz markieren, zeigt die Steuerung am Anfang und am Ende des markierten Bereichs Markierungspfeile. Mit diesen Markierungspfeilen können Sie den markierten Bereich ändern.

Kontextmenü im Konfigurationseditor

Im Konfigurationseditor bietet das Kontextmenü zusätzlich folgende Funktionen:

- **Direkte Werteingabe**
- **Kopie anlegen**
- **Kopie zurückholen**
- **Keyname ändern**
- **Element öffnen**
- **Element entfernen**

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

20.11 Taschenrechner

Anwendung

Die Steuerung bietet einen Taschenrechner in der Steuerungsleiste. Sie können das Ergebnis in die Zwischenablage speichern und Werte aus der Zwischenablage einfügen.

Funktionsbeschreibung

Der Taschenrechner bietet folgende Rechenfunktionen:

- Grundrechenarten
- Trigonometrische Grundfunktionen
- Quadratwurzel
- Potenzrechnung
- Kehrwert

Taschenrechner

Sie können zwischen den Modi Radiant **RAD** oder Grad **DEG** umschalten.

Sie können das Ergebnis in die Zwischenablage speichern oder den zuletzt in der Zwischenablage gespeicherten Wert im Taschenrechner einfügen.

Der Taschenrechner speichert die letzten zehn Berechnungen im Verlauf. Sie können die gespeicherten Ergebnisse für weitere Berechnungen verwenden. Sie können den Verlauf manuell löschen.

20.11.1 Taschenrechner öffnen und schließen

Sie öffnen den Taschenrechner wie folgt:

- In der Steuerungsleiste **Taschenrechner** wählen
- > Die Steuerung öffnet den Taschenrechner.

Sie schließen den Taschenrechner wie folgt:

- **Taschenrechner** bei geöffnetem Taschenrechner wählen
- > Die Steuerung schließt den Taschenrechner.

20.11.2 Ergebnis aus dem Verlauf wählen

Sie wählen ein Ergebnis aus dem Verlauf für weitere Berechnungen wie folgt:

- **Verlauf** wählen
- > Die Steuerung öffnet den Verlauf des Taschenrechners.
- Gewünschtes Ergebnis wählen
- **Verlauf** wählen
- > Die Steuerung schließt den Verlauf des Taschenrechners.

20.11.3 Verlauf löschen

Sie löschen den Verlauf des Taschenrechners wie folgt:

- **Verlauf** wählen
- > Die Steuerung öffnet den Verlauf des Taschenrechners.
- **Löschen** wählen
- > Die Steuerung löscht den Verlauf des Taschenrechners.

20.12 Schnittdatenrechner

Anwendung

Mit dem Schnittdatenrechner können Sie die Drehzahl und den Vorschub für einen Bearbeitungsprozess berechnen. Die berechneten Werte können Sie im NC-Programm in einen geöffneten Vorschub- oder Drehzahldialog übernehmen.

Für OCM-Zyklen (Option #167) bietet die Steuerung den **OCM-Schnittdatenrechner**.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen

Voraussetzung

- Fräsbetrieb **FUNCTION MODE MILL**

Funktionsbeschreibung

Fenster **Schnittdatenrechner**

Auf der linken Seite des Schnittdatenrechners geben Sie die Angaben ein. Auf der rechten Seite zeigt Ihnen die Steuerung das errechnete Ergebnis.

Wenn Sie ein in der Werkzeugverwaltung definiertes Werkzeug wählen, übernimmt die Steuerung automatisch den Werkzeugdurchmesser und die Anzahl der Schneiden. Wenn Sie die Checkbox **Werkzeugnummer übernehmen** aktivieren, wird die Werkzeugnummer im aktuellen NC-Satz überschrieben.

Sie können die Drehzahl wie folgt berechnen:

- Schnittgeschwindigkeit **VC** in m/min
- Spindeldrehzahl **S** in U/min

Sie können den Vorschub wie folgt berechnen:

- Vorschub pro Zahn **FZ** in mm
- Vorschub pro Umdrehung **FU** in mm

Alternativ können Sie die Schnittdaten mithilfe von Tabellen berechnen.

Weitere Informationen: "Berechnung mit Tabellen", Seite 575

Wertübernahme

Nach der Berechnung der Schnittdaten können Sie wählen, welche Werte die Steuerung übernimmt.

Für die Drehzahl haben Sie folgende Auswahlmöglichkeiten:

- **Schnittgeschw. (VC)**
- **Spindeldrehzahl (S)**
- **keine Wertübernahme**

Für den Vorschub haben Sie folgende Auswahlmöglichkeiten:

- **Zahnvorschub (FZ)**
- **Umdrehungsv. (FU)**
- **Bahnvorschub (F)**
- **keine Wertübernahme**

Berechnung mit Tabellen

Um die Schnittdaten mithilfe von Tabellen zu berechnen, müssen Sie Folgendes definieren:

- Werkstückmaterial in der Tabelle **WMAT.tab**

  Weitere Informationen: "Tabelle für Werkstückmaterialien WMAT.tab", Seite 630
- Werkzeugschneidstoff in der Tabelle **TMAT.tab**

  Weitere Informationen: "Tabelle für Werkzeugschneidstoffe TMAT.tab", Seite 631
- Kombination aus Werkstückmaterial und Schneidstoff in der Schnittdatentabelle ***.cut** oder in der durchmesserabhängigen Schnittdatentabelle ***.cutd**

  Mithilfe der vereinfachten Schnittdatentabelle ermitteln Sie Drehzahlen und Vorschübe mit vom Werkzeugradius unabhängigen Schnittdaten, z. B. **VC** und **FZ**.

  Weitere Informationen: "Schnittdatentabelle *.cut", Seite 631

  Wenn Sie abhängig vom Werkzeugradius unterschiedliche Schnittdaten für die Berechnung benötigen, verwenden Sie die durchmesserabhängige Schnittdatentabelle.

  Weitere Informationen: "Durchmesserabhängige Schnittdatentabelle *.cutd", Seite 632
- Parameter des Werkzeugs in der Werkzeugverwaltung:
  - **R**: Werkzeugradius
  - **LCUTS**: Anzahl der Schneiden
  - **TMAT**: Schneidstoff aus der **TMAT.tab**
  - **CUTDATA**: Tabellenzeile aus der Schnittdatentabelle ***.cut** oder ***.cutd**

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

20.12.1 Schnittdatenrechner öffnen

Sie öffnen den Schnittdatenrechner wie folgt:

- Gewünschten NC-Satz editieren
- Syntaxelement für Vorschub oder Drehzahl wählen

- **Schnittdatenrechner** wählen
- > Die Steuerung öffnet das Fenster **Schnittdatenrechner.**

20.12.2 Schnittdaten mit Tabellen berechnen

Um die Schnittdaten mit Tabellen berechnen zu können, müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- Tabelle **WMAT.tab** erstellt
- Tabelle **TMAT.tab** erstellt
- Tabelle ***.cut** oder ***.cutd** erstellt
- Schneidstoff und Schnittdatentabelle in der Werkzeugverwaltung zugewiesen

Sie berechnen die Schnittdaten wie folgt mit Tabellen:

- Gewünschten NC-Satz editieren

- **Schnittdatenrechner** öffnen
- **Schnittdaten aus Tabelle aktivieren** wählen
- Mithilfe von **Material wählen** Werkstückmaterial wählen
- Mithilfe von **Bearbeitungsart wählen** Werkstückmaterial-Schneidstoff-Kombination wählen
- Gewünschte Übernahmewerte wählen

- **Übernehmen** wählen
> Die Steuerung übernimmt die berechneten Werte in den NC-Satz.

Hinweise

Mit dem Schnittdatenrechner können Sie keine Schnittdaten im Drehbetrieb (Option #50) berechnen, da sich die Vorschub- und Drehzahlangaben im Drehbetrieb und im Fräsbetrieb unterscheiden.

Bei der Drehbearbeitung werden Vorschübe meist in Millimeter pro Umdrehung (mm/1) definiert (**M136**), der Schnittdatenrechner berechnet Vorschübe aber immer in Millimeter pro Minute (mm/min). Zudem bezieht sich der Radius im Schnittdatenrechner auf das Werkzeug, bei der Drehbearbeitung ist der Werkstückdurchmesser erforderlich.

21

Arbeitsbereich Simulation

21.1 Grundlagen

Anwendung

In der Betriebsart **Programmieren** können Sie im Arbeitsbereich **Simulation** grafisch testen, ob NC-Programme korrekt programmiert sind und kollisionsfrei ablaufen.

In den Betriebsarten **Manuell** und **Programmlauf** zeigt die Steuerung im Arbeitsbereich **Simulation** die aktuellen Verfahrbewegungen der Maschine.

Voraussetzungen

- Werkzeugdefinitionen entsprechend den Werkzeugdaten aus der Maschine
- Für Programmtest gültige Rohteildefinition
  Weitere Informationen: "Rohteil definieren mit BLK FORM", Seite 148

Funktionsbeschreibung

In der Betriebsart **Programmieren** kann der Arbeitsbereich **Simulation** nur für ein NC-Programm geöffnet sein. Wenn Sie den Arbeitsbereich in einem anderen Reiter öffnen wollen, fragt die Steuerung zur Bestätigung nach.

Die zur Verfügung stehenden Funktionen der Simulation hängen von folgenden Einstellungen ab:

- Gewählter Modelltyp, z. B. **2,5D**
- Gewählte Modellqualität, z. B. **Mittel**
- Gewählter Modus, z. B. **Maschine**

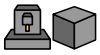
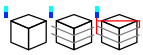
Symbole im Arbeitsbereich Simulation

Der Arbeitsbereich **Simulation** enthält folgende Symbole:

Symbol	Funktion
	Visualisierungsoptionen **Weitere Informationen:** "Spalte Visualisiergungsoptionen", Seite 580
	Werkstückoptionen **Weitere Informationen:** "Spalte Werkstückoptionen", Seite 582
	Voreingestellte Ansichten **Weitere Informationen:** "Voreingestellte Ansichten", Seite 588
	Simuliertes Werkstück als STL-Datei exportieren **Weitere Informationen:** "Simuliertes Werkstück als STL-Datei exportieren", Seite 589
	Simulationseinstellungen **Weitere Informationen:** "Fenster Simulationseinstellungen", Seite 584
	Status der Dynamischen Kollisionsüberwachung DCM in der Simulation **Weitere Informationen:** "Spalte Visualisiergungsoptionen", Seite 580
++	Status der Funktion **Erweiterte Prüfungen** **Weitere Informationen:** "Spalte Visualisiergungsoptionen", Seite 580
	Gewählte Modellqualität **Weitere Informationen:** "Fenster Simulationseinstellungen", Seite 584
T 3	Nummer des aktiven Werkzeugs
00:00:00	Aktuelle Programmlaufzeit

Spalte Visualisiergungsoptionen

In der Spalte **Visualisiergungsoptionen** können Sie folgende Darstellungsoptionen und Funktionen definieren:

Symbol oder Schalter	Funktion	Voraussetzungen
	Modus **Maschine** oder **Werkstück** wählen Wenn Sie den Modus **Maschine** wählen, zeigt die Steuerung das definierte Werkstück, die Kollisionskörper und das Werkzeug. Im Modus **Werkstück** zeigt die Steuerung das zu simulierende Werkstück. Je nach gewähltem Modus stehen unterschiedliche Funktionen zur Verfügung.	
Werkstückposition	Mit dieser Funktion können Sie die Position des Werkstück-Bezugspunkts für die Simulation definieren. Mithilfe einer Schaltfläche können Sie den aktuellen Werkstück-Bezugspunkt aus der Bezugspunkttabelle übernehmen. **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten	■ Modus **Maschine** ■ Modelltyp **2,5D**
	Sie können für die Maschine folgende Darstellungsarten wählen: ■ **Original**: schattierte undurchsichtige Darstellung ■ **Halbtransparent**: durchsichtige Darstellung ■ **Drahtmodell**: Darstellung der Maschinenumrisse	■ Modus **Werkstück** ■ Modelltyp **2,5D**
	Sie können für das Werkzeug folgende Darstellungsarten wählen: ■ **Original**: schattierte undurchsichtige Darstellung ■ **Halbtransparent**: durchsichtige Darstellung ■ **Unsichtbar**: das Objekt wird ausgeblendet	■ Modus **Werkstück** ■ Modelltyp **2,5D**
	Sie können für das Werkstück folgende Darstellungsarten wählen: ■ **Original**: schattierte undurchsichtige Darstellung ■ **Halbtransparent**: durchsichtige Darstellung ■ **Unsichtbar**: das Objekt wird ausgeblendet	■ Modus **Werkstück** ■ Modelltyp **2,5D**
	Sie können in der Simulation die Werkzeugbewegungen einblenden. Die Steuerung zeigt die Mittelpunktsbahn der Werkzeuge. Sie können für die Werkzeugwege folgende Darstellungsarten wählen: ■ **Keine**: Werkzeugwege nicht anzeigen ■ **Vorschub**: Werkzeugwege mit programmierter Vorschubgeschwindigkeit anzeigen ■ **Vorschub + FMAX**: Werkzeugewege mit programmierter Vorschubgeschwindigkeit und mit programmiertem Eilgang anzeigen	■ Modus **Werkstück** ■ Betriebsart **Programmieren**

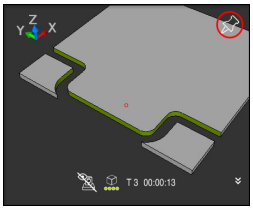
Symbol oder Schalter	Funktion	Voraussetzungen
DCM	Mit diesem Schalter können Sie die Dynamische Kollisionsüberwachung DCM (Option #40) für die Simulation aktivieren oder deaktivieren. **Weitere Informationen:** "Dynamische Kollisionsüberwachung DCM in der Betriebsart Programmieren", Seite 365	■ Modus **Werkstück** ■ Betriebsart **Programmieren** ■ Modelltyp **2,5D**
Erweiterte Prüfungen	Mit diesem Schalter können Sie die Funktion **Erweiterte Prüfungen** aktivieren. **Weitere Informationen:** "Erweiterte Prüfungen in der Simulation", Seite 372	■ Betriebsart **Programmieren**
/ Überspringen	Wenn vor einem NC-Satz das Zeichen **/** steht, ist der NC-Satz ausgeblendet. Wenn Sie den Schalter **/ Überspringen** aktivieren, überspringt die Steuerung die ausgeblendeten NC-Sätze in der Simulation. **Weitere Informationen:** "Ausblenden von NC-Sätzen", Seite 560	■ Betriebsart **Programmieren**
Halt bei M1	Wenn Sie diesen Schalter aktivieren, stoppt die Steuerung die Simulation bei jeder Zusatzfunktion **M1** im NC-Programm. **Weitere Informationen:** "Übersicht der Zusatzfunktionen", Seite 427	■ Betriebsart **Programmieren**

Spalte Werkstückoptionen

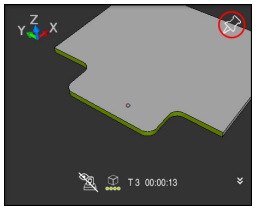
In der Spalte **Werkstückoptionen** können Sie folgende Simulationsfunktionen für das Werkstück definieren:

Schalter oder Schaltfläche	Funktion	Voraussetzungen
Messen	Mit dieser Funktion können Sie beliebige Punkte am simulierten Werkstück messen. **Weitere Informationen:** "Messfunktion", Seite 591	■ Modus **Werkstück** ■ Betriebsart **Programmieren** ■ Modelltyp **2,5D**
Schnittansicht	Mit dieser Funktion können Sie das simulierte Werkstück entlang einer Ebene schneiden. **Weitere Informationen:** "Schnittansicht in der Simulation", Seite 593	■ Modus **Werkstück** ■ Betriebsart **Programmieren** ■ Modelltyp **2,5D**
Werkstückkanten hervorheben	Mit dieser Funktion können Sie die Kanten des simulierten Werkstücks hervorheben.	■ Modus **Werkstück** ■ Modelltyp **2,5D**
Rohteilrahmen	Mit dieser Funktion zeigt die Steuerung die Außenlinien des Rohteils.	■ Modus **Werkstück** ■ Betriebsart **Programmieren** ■ Modelltyp **2,5D**
Fertigteil	Mit dieser Funktion können Sie ein Fertigteil anzeigen, dass mithilfe der Funktion **BLK FORM FILE** definiert wurde. **Weitere Informationen:** "Schnittansicht in der Simulation", Seite 593	■ Modus **Werkstück** ■ Betriebsart **Programmieren** ■ Modelltyp **2,5D**
Software- Endschalter	Mit dieser Funktion können Sie die Software-Endschalter der Maschine aus dem aktiven Verfahrbereich für die Simulation aktivieren. Mithilfe der Endschaltersimulation können Sie prüfen, ob der Arbeitsraum der Maschine für das simulierte Werkstück ausreicht. **Weitere Informationen:** "Fenster Simulationseinstellungen", Seite 584	■ Betriebsart **Programmieren**

Schalter oder Schaltfläche	Funktion	Voraussetzungen
Werkstück einfärben	■ **Graustufen** Die Steuerung stellt das Werkstück in unterschiedlichen Grautönen dar. ■ **Werkzeugbasiert** Die Steuerung stellt das Werkstück farbig dar. Jedem bearbeitenden Werkzeug wird eine eigene Farbe zugeordnet. ■ **Modellvergleich** Die Steuerung zeigt einen Vergleich zwischen Rohteil und Fertigteil. **Weitere Informationen:** "Modellvergleich", Seite 594 ■ **Monitoring** Die Steuerung stellt eine Heatmap auf dem Werkstück dar: ■ Komponenten-Heatmap mit **MONITORING HEATMAP** **Weitere Informationen:** "Komponentenüberwachung mit MONITORING HEATMAP (Option #155)", Seite 390 **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen ■ Prozess-Heatmap mit **SECTION MONITORING** **Weitere Informationen:** "Prozessüberwachung (Option #168)", Seite 392	■ Modelltyp **2,5D** ■ Funktion **Modellvergleich** nur im Modus **Werkstück** ■ Funktion **Monitoring** nur in der Betriebsart **Programmlauf**
Rohteil zurücksetzen	Mit dieser Funktion können Sie das Werkstück auf das Rohteil zurücksetzen.	■ Betriebsart **Programmieren** ■ Modelltyp **2,5D**
Werkzeugwege zurücksetzen	Mit dieser Funktion können Sie die simulierten Werkzeugwege zurücksetzen.	■ Modus **Werkstück** ■ Betriebsart **Programmieren**
Werkstück bereinigen	Mit dieser Funktion können Sie Teile des Werkstücks, die während der Bearbeitung abgetrennt wurden, aus der Simulation entfernen.	■ Betriebsart **Programmieren** ■ Modelltyp **3D**



Werkstück vor dem Bereinigen



Werkstück nach dem Bereinigen

Fenster Simulationseinstellungen

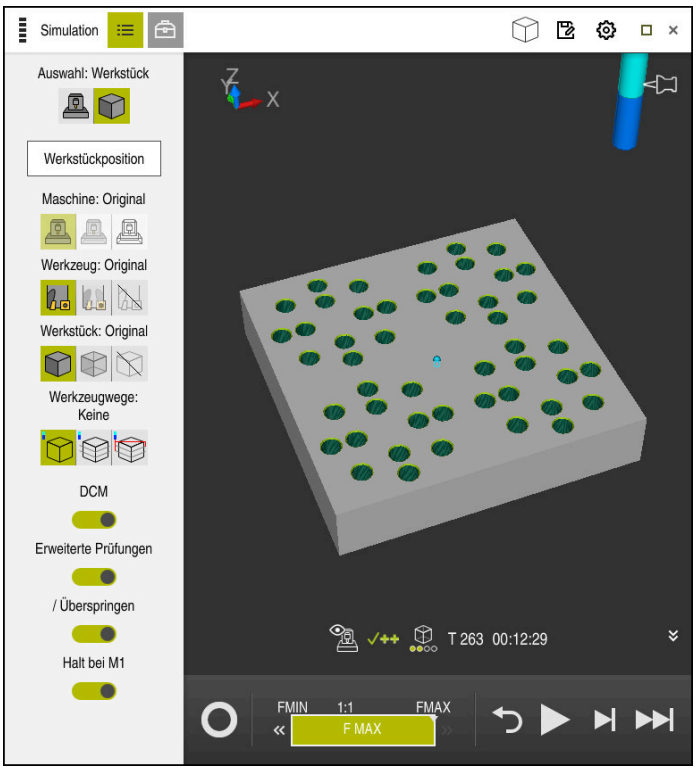
Das Fenster **Simulationseinstellungen** steht nur in der Betriebsart **Programmieren** zur Verfügung.

Das Fenster **Simulationseinstellungen** enthält folgende Bereiche:

Bereich	Funktion
Allgemein	■ **Modelltyp** ■ **Keine**: schnelle Liniengrafik ohne Volumenmodell ■ **2,5D**: schnelles Volumenmodell ohne Hinterschnitte ■ **3D**: genaues Volumenmodell mit Hinterschnitten ■ **Qualität** ■ **Niedrig**: niedrige Modellqualität, niedriger Speicherverbrauch ■ **Mittel**: normale Modellqualität, mittlerer Speicherverbrauch ■ **Hoch**: hohe Modellqualität, hoher Speicherverbrauch ■ **Höchste**: beste Modellqualität, höchster Speicherverbrauch ■ **Modus** ■ **Fräsen** ■ **Drehen** ■ **Schleifen** ■ **Aktive Kinematik** Kinematik für die Simulation aus einem Auswahlmenü wählen. Der Maschinenhersteller gibt die Kinematiken frei. ■ **Werkzeug-Einsatzdatei erzeugen** ■ **nie** Keine Werkzeug-Einsatzdatei erzeugen ■ **einmalig** Werkzeug-Einsatzdatei für das nächste simulierte NC-Programm erzeugen ■ **immer** Werkzeug-Einsatzdatei für jedes simulierte NC-Programm erzeugen **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
Verfahrbereiche	■ **Verfahrbereiche** In diesem Auswahlmenü können Sie einen der definierten Verfahrbereiche des Maschinenherstellers wählen, z. B. **Limit1**. Der Maschinenhersteller definiert in den einzelnen Verfahrbereichen unterschiedliche Software-Endschalter für die einzelnen Achsen der Maschine. Der Maschinenhersteller verwendet Verfahrbereiche z. B. bei Großmaschinen mit zwei abgeschlossenen Bereichen. **Weitere Informationen:** "Spalte Werkstückoptionen", Seite 582 ■ **Aktive Verfahrbereiche** Diese Funktion zeigt den aktiven Verfahrbereich und die in dem Verfahrbereich definierten Werte.

Bereich	Funktion
Tabellen	Sie können speziell für die Betriebsart **Programmieren** Tabellen wählen. Die Steuerung verwendet die gewählten Tabellen für die Simulation. Die gewählten Tabellen sind unabhängig von den aktiven Tabellen in den anderen Betriebsarten. Sie können die Tabellen mithilfe eines Auswahlmenüs wählen. Sie können folgende Tabellen für den Arbeitsbereich **Simulation** wählen: ■ Werkzeugtabelle ■ Drehwerkzeugtabelle ■ Nullpunkttabelle ■ Bezugspunkttabelle ■ Schleifwerkzeugtabelle ■ Abrichtwerkzeugtabelle **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Aktionsleiste



Arbeitsbereich **Simulation** in der Betriebsart **Programmieren**

In der Betriebsart **Programmieren** können Sie NC-Programme in der Simulation testen. Die Simulation hilft, Programmierfehler oder Kollisionen zu erkennen und das Bearbeitungsergebnis visuell zu prüfen.

Die Steuerung zeigt über der Aktionsleiste das aktive Werkzeug und die Bearbeitungszeit.

Die Aktionsleiste enthält folgende Symbole:

Symbol	Funktion
	StiB (Steuerung in Betrieb): Mit dem Symbol **StiB** zeigt die Steuerung den aktuellen Status der Simulation in der Aktionsleiste und im Reiter des NC-Programms: ■ Weiß: kein Verfahrauftrag ■ Grün: Abarbeitung aktiv, Achsen werden bewegt ■ Orange: NC-Programm unterbrochen ■ Rot: NC-Programm gestoppt
	Simulationsgeschwindigkeit **Weitere Informationen:** "Geschwindigkeit der Simulation ", Seite 596
	Zurücksetzen Zum Programmanfang springen, Transformationen und Bearbeitungszeit zurücksetzen
	Starten
	Start Einzelsatz

Symbol	Funktion
▶▶|	Simulation bis zu bestimmten NC-Satz ausführen **Weitere Informationen:** "NC-Programm bis zu bestimmten NC-Satz simulieren", Seite 597

Simulation von Werkzeugen

Die Steuerung bildet folgende Einträge der Werkzeugtabelle in der Simulation ab:

- **L**
- **LCUTS**
- **LU**
- **RN**
- **T-ANGLE**
- **R**
- **R2**
- **KINEMATIC**
- Deltawerte aus der Werkzeugtabelle

  Bei Deltawerten aus der Werkzeugtabelle vergrößert oder verkleinert sich das simulierte Werkzeug. Bei Deltawerten aus dem Werkzeugaufruf verschiebt sich das Werkzeug in der Simulation.

  Weitere Informationen: "Werkzeugkorrektur für Werkzeuglänge und -radius", Seite 310

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Die Steuerung bildet folgende Einträge der Drehwerkzeugtabelle in der Simulation ab:

- **ZL**
- **XL**
- **YL**
- **RS**
- **T-ANGLE**
- **P-ANGLE**
- **CUTLENGTH**
- **CUTWIDTH**

Wenn in der Drehwerkzeugtabelle die Spalten **ZL** und **XL** definiert sind, wird die Schneidplatte angezeigt und der Grundkörper schematisch dargestellt.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Die Steuerung bildet folgende Einträge der Schleifwerkzeugtabelle in der Simulation ab:

- **R-OVR**
- **LO**
- **B**
- **R_SHAFT**

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Die Steuerung zeigt das Werkzeug in folgenden Farben:

- Türkis: Werkzeuglänge
- Rot: Schneidenlänge und Werkzeug ist im Eingriff
- Blau: Schneidenlänge und Werkzeug ist freigefahren

21.2 Voreingestellte Ansichten

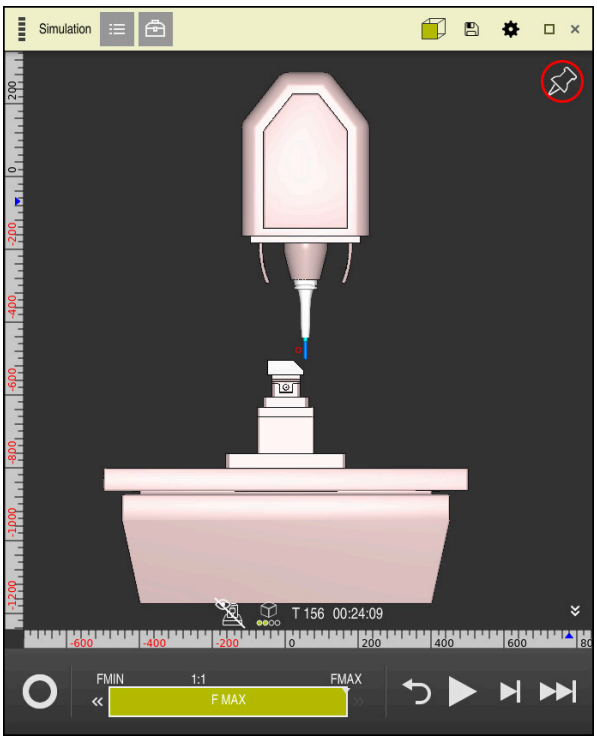
Anwendung

Sie können im Arbeitsbereich **Simulation** verschiedene voreingestellte Ansichten zur Ausrichtung des Werkstücks wählen. Dadurch können Sie das Werkstück für die Simulation schneller positionieren.

Funktionsbeschreibung

Die Steuerung bietet folgende voreingestellte Ansichten:

Symbol	Funktion
	Draufsicht
	Unteransicht
	Vorderansicht
	Rückansicht
	Seitenansicht von Links
	Seitenansicht von Rechts
	Isometrische Ansicht



Vorderansicht des simulierten Werkstücks im Modus **Maschine**

21.3 Simuliertes Werkstück als STL-Datei exportieren

Anwendung

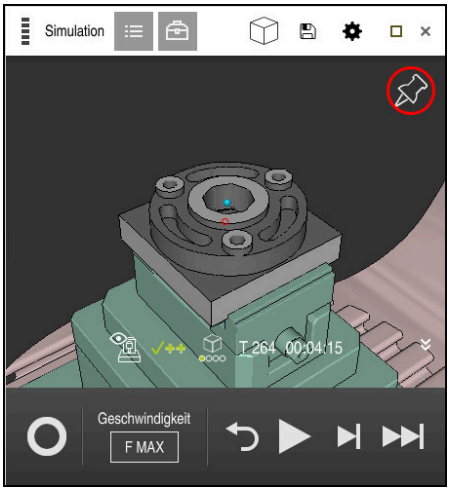
Sie können in der Simulation mithilfe der Funktion **Speichern** den aktuellen Zustand des simulierten Werkstücks als 3D-Modell im STL-Format speichern.

Die Dateigröße des 3D-Modells hängt von der Komplexität der Geometrie und der gewählten Modellqualität ab.

Verwandte Themen

- STL-Datei als Rohteil verwenden
  Weitere Informationen: "STL-Datei als Rohteil mit BLK FORM FILE", Seite 153
- STL-Datei im **CAD-Viewer** anpassen (Option #152)
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Funktionsbeschreibung



Simuliertes Werkstück

Sie können diese Funktion nur in der Betriebsart **Programmieren** verwenden.

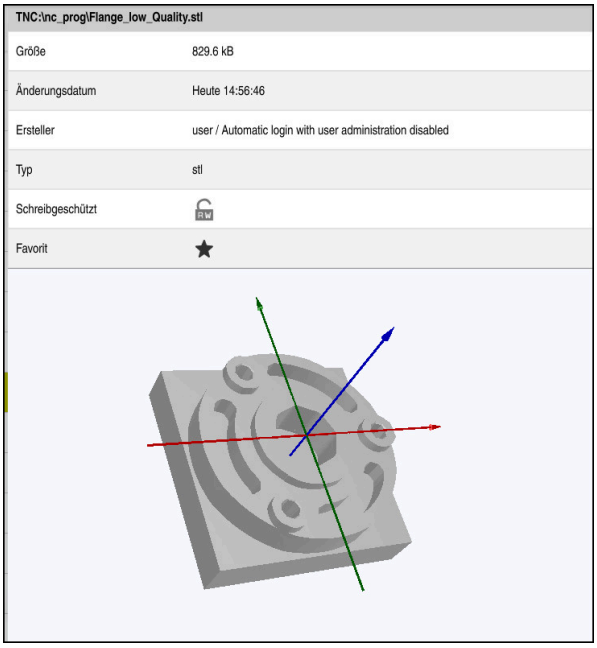
Die Steuerung kann nur STL-Dateien mit einer Anzahl von max. 20 000 Dreiecken darstellen. Wenn das exportierte 3D-Modell aufgrund einer zu hohen Modellqualität zu viele Dreiecke enthält, können Sie das exportierte 3D-Modell auf der Steuerung nicht weiter verwenden.

Reduzieren Sie in diesem Fall die Modellqualität der Simulation.

Weitere Informationen: "Fenster Simulationseinstellungen", Seite 584

Sie können die Anzahl der Dreiecke auch mithilfe der Funktion **3D-Gitternetz** verringern (Option #152).

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten



Simuliertes Werkstück als gespeicherte STL-Datei

21.3.1 Simuliertes Werkstück als STL-Datei speichern

Sie speichern ein simuliertes Werkstück wie folgt als STL-Datei:

- Werkstück simulieren

- **Speichern** wählen
- > Die Steuerung öffnet das Fenster **Speichern unter**.
- Gewünschten Dateinamen eingeben
- **Erstellen** wählen
- > Die Steuerung speichert die erstellte STL-Datei.

21.4 Messfunktion

Anwendung

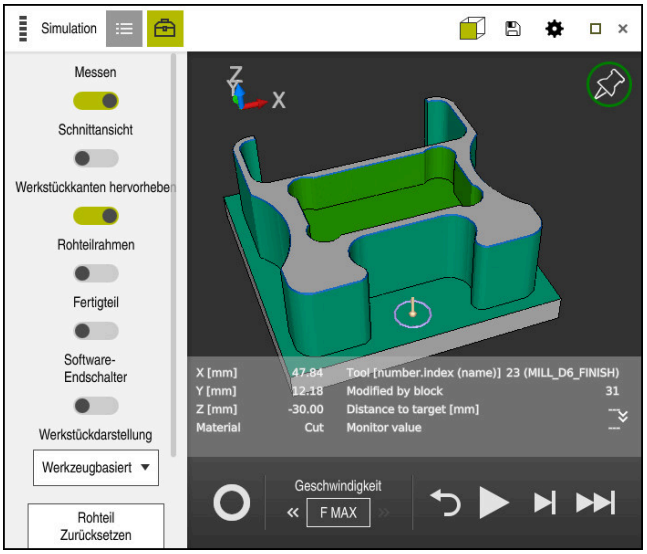
Mit der Messfunktion können Sie beliebige Punkte am simulierten Werkstück messen. Die Steuerung zeigt dabei verschiedene Informationen über die gemessene Fläche.

Voraussetzung

- Modus **Werkstück**

Funktionsbeschreibung

Wenn Sie einen Punkt auf dem simulierten Werkstück messen, rastet der Cursor immer auf der aktuell gewählten Fläche ein.



Gemessener Punkt an simuliertem Werkstück

Die Steuerung zeigt folgende Informationen über die gemessene Fläche:

- Gemessene Positionen in den Achsen **X**, **Y** und **Z**
- Zustand der bearbeiteten Fläche
  - **Material Cut** = Bearbeitete Fläche
  - **Material NoCut** = Unbearbeitete Fläche
- Bearbeitendes Werkzeug
- Ausführender NC-Satz im NC-Programm
- Abstand der gemessenen Fläche zum Fertigteil
- Relevante Werte überwachter Maschinenkomponenten (Option #155)
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

21.4.1 Unterschied zwischen Rohteil und Fertigteil messen

Sie messen den Unterschied zwischen Rohteil und Fertigteil wie folgt:

- Betriebsart wählen, z. B. **Programmieren**
- NC-Programm mit in **BLK FORM FILE** programmiertem Rohteil und Fertigteil öffnen
- Arbeitsbereich **Simulation** öffnen

- Spalte **Werkzeugoptionen** wählen
- Schalter **Messen** aktivieren
- Auswahlmenü **Werkstück einfärben** wählen

- **Modellvergleich** wählen
> Die Steuerung zeigt das in der Funktion **BLK FORM FILE** definierte Rohteil und Fertigteil.

- Simulation starten
> Die Steuerung simuliert das Werkstück.
- Gewünschten Punkt an simuliertem Werkstück wählen
> Die Steuerung zeigt den Maßunterschied zwischen dem simulierten Werkstück und dem Fertigteil.

> Die Steuerung kennzeichnet Maßunterschiede zwischen simuliertem Werkstück und Fertigteil mithilfe der Funktion **Modellvergleich** erst farblich, ab Unterschieden größer als 0.2 mm.

Hinweise

- Wenn Sie Werkzeuge korrigieren, können Sie die Messfunktion nutzen, um das zu korrigierende Werkzeug zu ermitteln.
- Wenn Sie im simulierten Werkstück einen Fehler bemerken, können Sie mithilfe der Messfunktion den verursachenden NC-Satz ermitteln.

21.5 Schnittansicht in der Simulation

Anwendung

Sie können das simulierte Werkstück in der Schnittansicht entlang einer beliebigen Achse schneiden. So können Sie z. B. Bohrungen und Hinterschnitte in der Simulation prüfen.

Voraussetzung

- Modus **Werkstück**

Funktionsbeschreibung

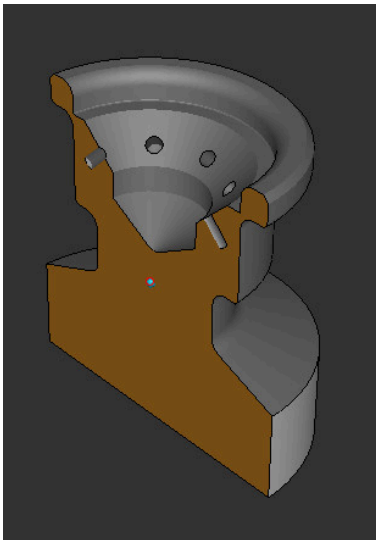
Sie können die Schnittansicht nur in der Betriebsart **Programmieren** verwenden.

Die Lage der Schnittebene ist während des Verschiebens in der Simulation als Prozentangabe sichtbar. Die Schnittebene bleibt bis zu einem Neustart der Steuerung aktiv.

21.5.1 Schnittebene verschieben

Sie verschieben die Schnittebene wie folgt:

- Betriebsart **Programmieren** wählen
- Arbeitsbereich **Simulation** öffnen
- Spalte **Visualisierungsoptionen** wählen
- Modus **Werkstück** wählen
- > Die Steuerung zeigt die Werkstückansicht.
- **Werkstückoptionen** wählen
- Schalter **Schnittansicht** aktivieren
- > Die Steuerung aktiviert die **Schnittansicht**.
- Gewünschte Schnittachse mithilfe des Auswahlmenüs wählen, z. B. Z-Achse
- Gewünschte Prozenteinstellung mithilfe des Schiebereglers festlegen
- > Die Steuerung simuliert das Werkstück mit der gewählten Schnitteinstellungen.



Simuliertes Werkstück in der **Schnittansicht**

21.6 Modellvergleich

Anwendung

Mit der Funktion **Modellvergleich** können Sie Roh- und Fertigteil im STL- oder M3D-Format miteinander vergleichen.

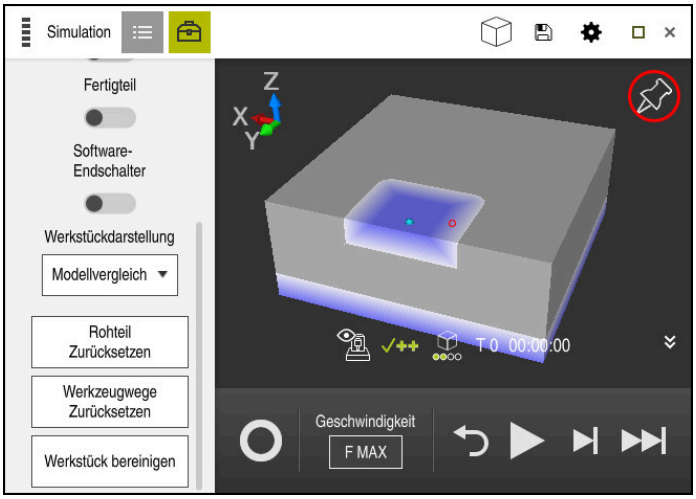
Verwandte Themen

- Roh- und Fertigteil mit STL-Dateien programmieren
  Weitere Informationen: "STL-Datei als Rohteil mit BLK FORM FILE", Seite 153

Voraussetzungen

- STL-Datei oder M3D-Datei von Rohteil und Fertigteil
- Modus **Werkstück**
- Rohteildefinition mit **BLK FORM FILE**

Funktionsbeschreibung



Die Steuerung zeigt mit der Funktion **Modellvergleich** den Materialunterschied der verglichenen Modelle. Die Steuerung zeigt den Materialunterschied in einem Farbverlauf von weiß nach blau. Je mehr Material auf dem Fertigteilmodell aufliegt, umso dunkler ist der blaue Farbton. Wenn Material vom Fertigteilmodell abgetragen wurde, zeigt die Steuerung den Materialabtrag rot.

Hinweise

- Die Steuerung kennzeichnet Maßunterschiede zwischen simuliertem Werkstück und Fertigteil mithilfe der Funktion **Modellvergleich** erst ab Unterschieden größer als 0.2 mm farblich.
- Nutzen Sie die Messfunktion, um den genauen Maßunterschied zwischen Roh- und Fertigteil zu ermitteln.

  Weitere Informationen: "Unterschied zwischen Rohteil und Fertigteil messen", Seite 593

21.7 Drehzentrum der Simulation

Anwendung

Das Drehzentrum der Simulation befindet sich standardmäßig in der Mitte des Modells. Wenn Sie zoomen, wird das Drehzentrum immer wieder automatisch in die Mitte des Modells gerückt. Wenn Sie die Simulation um einen definierten Punkt drehen möchten, können Sie das Drehzentrum manuell bestimmen.

Funktionsbeschreibung

Mit der Funktion **Drehzentrum** können Sie das Drehzentrum für die Simulation manuell setzen.

Die Steuerung stellt das Symbol **Drehzentrum** je nach Zustand wie folgt dar:

Symbol	Funktion
	Das Drehzentrum liegt in der Mitte des Modells.
	Das Symbol blinkt. Das Drehzentrum kann verschoben werden.
	Das Drehzentrum ist manuell gesetzt.

21.7.1 Drehzentrum auf eine Ecke des simulierten Werkstücks setzen

Sie legen das Drehzentrum wie folgt auf eine Ecke des Werkstücks:

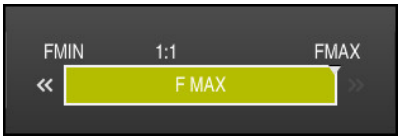
- Betriebsart wählen, z. B. **Programmieren**
- Arbeitsbereich **Simulation** öffnen
> Das Drehzentrum befindet sich in der Mitte des Modells.

- **Drehzentrum** wählen
> Die Steuerung schaltet das Symbol **Drehzentrum** um. Das Symbol blinkt.
- Ecke des simulierten Werkstücks wählen
> Das Drehzentrum ist definiert. Die Steuerung schaltet das Symbol **Drehzentrum** auf gesetzt um.

21.8 Geschwindigkeit der Simulation

Anwendung

Sie können die Geschwindigkeit der Simulation mithilfe eines Schiebereglers beliebig wählen.



Funktionsbeschreibung

Sie können diese Funktion nur in der Betriebsart **Programmieren** verwenden.

Die Simulationsgeschwindigkeit ist standardmäßig **FMAX**. Wenn Sie die Simulationsgeschwindigkeit ändern, bleibt die Änderung bis zu einem Neustart der Steuerung aktiv.

Sie können die Simulationsgeschwindigkeit sowohl vor als auch während der Simulation ändern.

Die Steuerung bietet folgende Möglichkeiten:

Schaltfläche	Funktionen
FMIN	Minimalen Vorschub aktivieren (**0.01*T**)
«	Vorschub reduzieren
1:1	Vorschub 1:1 (Echtzeit)
»	Vorschub erhöhen
FMAX	Maximalen Vorschub aktivieren (**FMAX**)

21.9 NC-Programm bis zu bestimmten NC-Satz simulieren

Anwendung

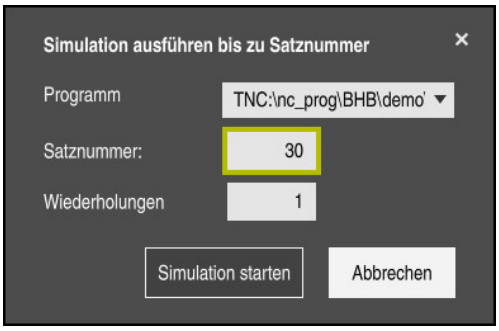
Wenn Sie eine kritische Stelle im NC-Programm prüfen möchten, können Sie das NC-Programm bis zu einem von Ihnen gewählten NC-Satz simulieren. Wenn der NC-Satz in der Simulation erreicht ist, stoppt die Steuerung die Simulation automatisch. Von dem NC-Satz ausgehend können Sie die Simulation, z. B. im **Einzelsatz** oder mit einer geringeren Vorschubgeschwindigkeit fortführen.

Verwandte Themen

- Möglichkeiten in der Aktionsleiste
  Weitere Informationen: "Aktionsleiste", Seite 586
- Geschwindigkeit der Simulation
  Weitere Informationen: "Geschwindigkeit der Simulation ", Seite 596

Funktionsbeschreibung

Sie können diese Funktion nur in der Betriebsart **Programmieren** verwenden.



Fenster **Simulation ausführen bis zu Satznummer** mit definiertem NC-Satz

Sie haben im Fenster **Simulation ausführen bis zu Satznummer** folgende Einstellmöglichkeiten:

- **Programm**
  Sie können in diesem Feld mithilfe eines Auswahlmenüs wählen, ob Sie bis zu einem NC-Satz im aktiven Hauptprogramm oder in einem gerufenen Programm simulieren möchten.
- **Satznummer**
  Im Feld **Satznummer** geben Sie die Nummer des NC-Satzes ein, bis zu dem Sie simulieren möchten. Die Nummer des NC-Satzes bezieht sich auf das im Feld **Programm** gewählte NC-Programm.
- **Wiederholungen**
  Wenn der gewünschte NC-Satz innerhalb einer Programmteil-Wiederholung liegt, nutzen Sie dieses Feld. Geben Sie in diesem Feld ein, bis zu welchem Durchlauf der Programmteil-Wiederholung Sie simulieren möchten.
  Wenn Sie im Feld **Wiederholungen 1** oder **0** eingeben, simuliert die Steuerung bis zum ersten Durchlauf des Programmteils (Wiederholung 0).
  Weitere Informationen: "Programmteil-Wiederholungen", Seite 219

21.9.1 NC-Programm bis zu bestimmten NC-Satz simulieren

Sie simulieren wie folgt bis zu einem bestimmten NC-Satz:

- Arbeitsbereich **Simulation** öffnen

- **Simulation ausführen bis zu Satznummer** wählen
- > Die Steuerung öffnet das Fenster **Simulation ausführen bis zu Satznummer**.
- Hauptprogramm oder gerufenes Programm mithilfe des Auswahlmenüs im Feld **Programm** festlegen
- Im Feld **Satznummer** Nummer des gewünschten NC-Satzes eingeben
- Bei einer Programmteil-Wiederholung im Feld **Wiederholungen** Nummer des Durchlaufs der Programmteil-Wiederholung eingeben

- **Simulation starten** wählen
- > Die Steuerung simuliert das Werkstück bis zu dem gewählten NC-Satz.

22

Palettenbearbeitung und Auftragslisten

22.1 Grundlagen

> Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!
> Die Palettenverwaltung ist eine maschinenabhängige Funktion. Im Folgenden wird der Standardfunktionsumfang beschrieben.

Palettentabellen (**.p**) finden hauptsächlich in Bearbeitungszentren mit Palettenwechslern Anwendung. Dabei rufen die Palettentabellen die verschiedenen Paletten (PAL), optional die Aufspannungen (FIX) und die zugehörigen NC-Programme (PGM) auf. Die Palettentabellen aktivieren alle definierten Bezugspunkte und Nullpunkttabellen.

Ohne Palettenwechsler können Sie Palettentabellen verwenden, um NC-Programme mit unterschiedlichen Bezugspunkten mit nur einem **NC-Start** nacheinander abzuarbeiten. Diese Verwendung heißt auch Auftragsliste.

Sie können sowohl Palettentabellen als auch Auftragslisten werkzeugorientiert abarbeiten. Dabei reduziert die Steuerung Werkzeugwechsel und somit die Bearbeitungszeit.

Weitere Informationen: "Werkzeugorientierte Bearbeitung", Seite 608

22.1.1 Palettenzähler

Sie können an der Steuerung einen Palettenzähler definieren. Dadurch können Sie z. B. bei einer Palettenbearbeitung mit automatischem Werkstückwechsel die gefertigte Stückzahl variabel definieren.

Dafür definieren Sie einen Sollwert in der Spalte **TARGET** der Palettentabelle. Die Steuerung wiederholt die NC-Programme dieser Palette so lange, bis der Sollwert erreicht ist.

Standardmäßig erhöht jedes abgearbeitete NC-Programm den Istwert um 1. Wenn z. B. ein NC-Programm mehrere Werkstücke produziert, definieren Sie den Wert in der Spalte **COUNT** der Palettentabelle.

Weitere Informationen: "Palettentabelle", Seite 633

Die Steuerung zeigt den definierten Sollwert und den aktuellen Istwert im Arbeitsbereich **Auftragsliste**.

Weitere Informationen: "Informationen zur Palettentabelle", Seite 601

22.2 Arbeitsbereich Auftragsliste

22.2.1 Grundlagen

Anwendung

Im Arbeitsbereich **Auftragsliste** können Sie Palettentabellen editieren und abarbeiten.

Verwandte Themen

- Inhalt einer Palettentabelle
  Weitere Informationen: "Palettentabelle", Seite 633
- Arbeitsbereich **Formular** für Paletten
  Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Formular für Paletten", Seite 607
- Werkzeugorientierte Bearbeitung
  Weitere Informationen: "Werkzeugorientierte Bearbeitung", Seite 608

Funktionsbeschreibung

Die Steuerung zeigt im Arbeitsbereich **Auftragsliste** die einzelnen Zeilen der Palettentabelle und den Status.

Weitere Informationen: "Informationen zur Palettentabelle", Seite 601

Wenn Sie den Schalter **Editieren** aktivieren, können Sie mit der Schaltfläche **Zeile einfügen** in der Aktionsleiste eine neue Tabellenzeile einfügen.

Weitere Informationen: "Fenster Zeile einfügen", Seite 603

Wenn Sie in den Betriebsarten **Programmieren** und **Programmlauf** eine Palettentabelle öffnen, zeigt die Steuerung den Arbeitsbereich **Auftragsliste** automatisch. Sie können diesen Arbeitsbereich nicht schließen.

Informationen zur Palettentabelle

Wenn Sie eine Palettentabelle öffnen, zeigt die Steuerung folgende Informationen im Arbeitsbereich **Auftragsliste**:

Spalte	Bedeutung
Kein Spaltenname	Status der Palette, der Aufspannung oder des NC-Programms In der Betriebsart **Programmlauf** Ausführungscursor **Weitere Informationen:** "Status der Palette, der Aufspannung oder des NC-Programms", Seite 601
Programm	Informationen zum Palettenzähler: ■ Für Zeilen mit dem Typ **PAL**: Aktueller Istwert (**COUNT**) und definierter Sollwert (**TARGET**) des Palettenzählers ■ Für Zeilen mit dem Typ **PGM**: Wert, um wie viel der Istwert nach der Abarbeitung des NC-Programms steigt **Weitere Informationen:** "Palettenzähler", Seite 600 Bearbeitungsmethode: ■ Werkstückorientierte Bearbeitung ■ Werkzeugorientierte Bearbeitung **Weitere Informationen:** "Bearbeitungsmethode", Seite 602
Sts	Bearbeitungsstatus **Weitere Informationen:** "Bearbeitungsstatus", Seite 602

Status der Palette, der Aufspannung oder des NC-Programms

Die Steuerung zeigt den Status mit folgenden Symbolen:

Icon	Bedeutung
	Palette, **Aufspannung** oder **Programm** ist gesperrt
	Palette oder **Aufspannung** ist nicht für die Bearbeitung freigegeben
	Diese Zeile wird gerade im **Programmlauf Einzelsatz** oder **Programmlauf Satzfolge** abgearbeitet und ist nicht editierbar
	In dieser Zeile erfolgte eine manuelle Programmunterbrechung

Bearbeitungsmethode

Die Steuerung zeigt die Bearbeitungsmethode mit folgenden Symbolen:

Icon	Bedeutung
Kein Icon	Werkstückorientierte Bearbeitung
	Werkzeugorientierte Bearbeitung ■ Beginn ■ Ende

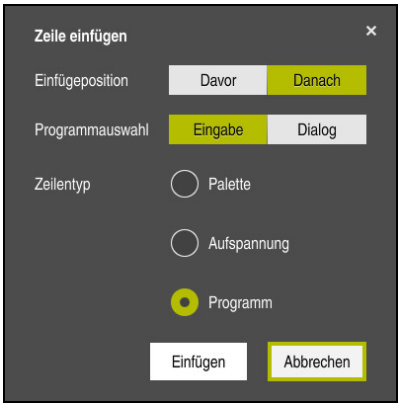
Bearbeitungsstatus

Die Steuerung aktualisiert den Bearbeitungsstatus während des Programmlaufs.

Die Steuerung zeigt den Bearbeitungsstatus mit folgenden Symbolen:

Icon	Bedeutung
	Rohteil, Bearbeitung erforderlich
	Unvollständig bearbeitet, weitere Bearbeitung erforderlich
	Vollständig bearbeitet, keine Bearbeitung mehr erforderlich
	Bearbeitung überspringen

Fenster Zeile einfügen



Fenster **Zeile einfügen** mit der Auswahl **Programm**

Das Fenster **Zeile einfügen** enthält folgende Einstellungen:

Einstellung	Bedeutung
Einfügeposition	■ **Davor**: Neue Zeile vor der aktuellen Cursor-Position einfügen ■ **Danach**: Neue Zeile nach der aktuellen Cursor-Position einfügen
Programmaus-wahl	■ **Eingabe**: Pfad des NC-Programms eingeben ■ **Dialog**: NC-Programm mithilfe eines Auswahlfensters wählen
Zeilentyp	Entspricht der Spalte **TYPE** der Palettentabelle **Programm**, **Aufspannung** oder **Programm** einfügen

Die Inhalte und Einstellungen einer Zeile können Sie im Arbeitsbereich **Formular** editieren.

Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Formular für Paletten", Seite 607

Betriebsart Programmlauf

Sie können zusätzlich zum Arbeitsbereich **Auftragsliste** auch den Arbeitsbereich **Programm** öffnen. Wenn eine Tabellenzeile mit einem NC-Programm gewählt ist, zeigt die Steuerung den Inhalt im Arbeitsbereich **Programm**.

Die Steuerung zeigt mithilfe des Ausführungscursors, welche Tabellenzeile zur Abarbeitung markiert ist oder gerade abgearbeitet wird.

Mithilfe der Schaltfläche **GOTO Cursor** bewegen Sie den Ausführungscursor an die aktuell gewählte Zeile der Palettentabelle.

Weitere Informationen: "Satzvorlauf zu einem beliebigen NC-Satz durchführen", Seite 604

Satzvorlauf zu einem beliebigen NC-Satz durchführen

Sie führen den Satzvorlauf zu einem NC-Satz wie folgt durch:

- Palettentabelle in der Betriebsart **Programmlauf** öffnen
- Arbeitsbereich **Programm** öffnen
- Gewünschte Tabellenzeile mit NC-Programm wählen

- **GOTO Cursor** wählen
  - > Die Steuerung markiert die Tabellenzeile mit dem Ausführungscursor.
  - > Die Steuerung zeigt den Inhalt des NC-Programms im Arbeitsbereich **Programm**.
- Gewünschten NC-Satz wählen

- **Satzvorlauf** wählen
  - > Die Steuerung öffnet das Fenster **Satzvorlauf** mit den Werten des NC-Satzes.

- Taste **NC-Start** drücken
  - > Die Steuerung startet den Satzvorlauf.

Hinweise

- Sobald Sie in der Betriebsart **Programmlauf** eine Palettentabelle öffnen, können Sie diese Palettentabelle in der Betriebsart **Programmieren** nicht mehr editieren.
- Mit dem Maschinenparameter **stopAt** (Nr. 202101) definiert der Maschinenhersteller, wann die Steuerung bei der Abarbeitung einer Palettentabelle den Programmlauf stoppt.
- Mit dem Maschinenparameter **editTableWhileRun** (Nr. 202102) definiert der Maschinenhersteller, ob Sie während des Programmlaufs die Palettentabelle editieren können.
- Mit dem optionalen Maschinenparameter **resumePallet** (Nr. 200603) definiert der Maschinenhersteller, ob die Steuerung nach einer Fehlermeldung den Programmlauf fortsetzt.

22.2.2 Batch Process Manager (Option #154)

Anwendung

Mit dem **Batch Process Manager** wird die Planung von Fertigungsaufträgen an einer Werkzeugmaschine ermöglicht.

Mit dem Batch Process Manager zeigt die Steuerung im Arbeitsbereich **Auftragsliste** zusätzlich folgende Informationen:

- Zeitpunkte notwendiger manueller Eingriffe an der Maschine
- Laufzeit der NC-Programme
- Verfügbarkeit der Werkzeuge
- Fehlerfreiheit des NC-Programms

Verwandte Themen

- Arbeitsbereich **Auftragsliste**
  Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Auftragsliste", Seite 600
- Palettentabelle bearbeiten mit dem Arbeitsbereich **Formular**
  Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Formular für Paletten", Seite 607
- Inhalt der Palettentabelle
  Weitere Informationen: "Palettentabelle", Seite 633

Voraussetzungen

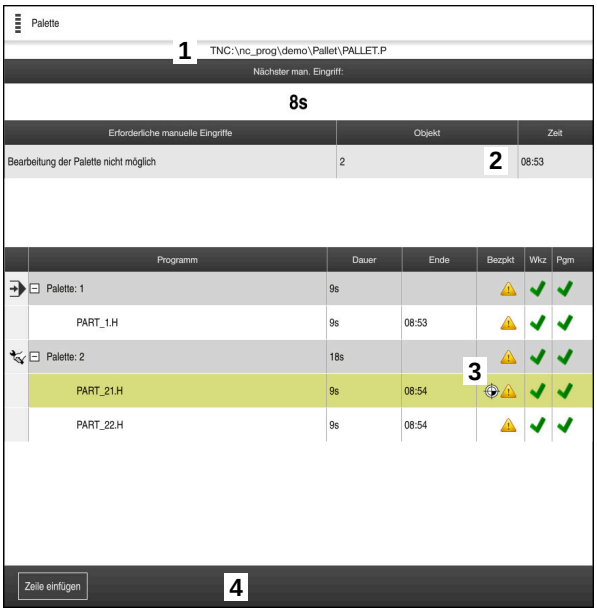
- Software-Option #22 Palettenverwaltung
- Software-Option #154 Batch Process Manager

  Der Batch Process Manager ist eine Erweiterung der Palettenverwaltung. Mit dem Batch Process Manager erhalten Sie den kompletten Funktionsumfang des Arbeitsbereichs **Auftragsliste**.
- Werkzeug-Einsatzprüfung aktiv

  Um alle Informationen zu erhalten, muss die Funktion Werkzeugeinsatzprüfung freigegeben und eingeschaltet sein!

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Funktionsbeschreibung



Arbeitsbereich **Auftragsliste** mit **Batch Process Manager** (Option #154)

Mit dem Batch Process Manager zeigt der Arbeitsbereich **Auftragsliste** folgende Bereiche:

1 Dateiinformationsleiste

  In der Dateiinformationsleiste zeigt die Steuerung den Pfad der Palettentabelle.

2 Informationen über notwendige manuelle Eingriffe
  - Zeit bis zum nächsten manuellen Eingriff
  - Art des Eingriffs
  - Betroffenes Objekt
  - Uhrzeit des manuellen Eingriffs

3 Informationen und Status zur Palettentabelle

  Weitere Informationen: "Informationen zur Palettentabelle", Seite 606

4 Aktionsleiste

  Wenn der Schalter **Editieren** aktiv ist, können Sie eine neue Zeile hinzufügen.

  Wenn der Schalter **Editieren** inaktiv ist, können Sie in der Betriebsart **Programmlauf** alle NC-Programme der Palettentabelle mit der Dynamischen Kollisionsüberwachung DCM (Option #40) prüfen.

Informationen zur Palettentabelle

Wenn Sie eine Palettentabelle öffnen, zeigt die Steuerung folgende Informationen im Arbeitsbereich **Auftragsliste**:

Spalte	Bedeutung
Kein Spaltenname	Status der Palette, der Aufspannung oder des NC-Programms In der Betriebsart **Programmlauf** Ausführungscursor **Weitere Informationen:** "Status der Palette, der Aufspannung oder des NC-Programms", Seite 601
Programm	Name der Palette, der Aufspannung oder des NC-Programms Informationen zum Palettenzähler: ■ Für Zeilen mit dem Typ **PAL**: Aktueller Istwert (**COUNT**) und definierter Sollwert (**TARGET**) des Palettenzählers ■ Für Zeilen mit dem Typ **PGM**: Wert, um wie viel der Istwert nach der Abarbeitung des NC-Programms steigt **Weitere Informationen:** "Palettenzähler", Seite 600 Bearbeitungsmethode: ■ Werkstückorientierte Bearbeitung ■ Werkzeugorientierte Bearbeitung **Weitere Informationen:** "Bearbeitungsmethode", Seite 602
Dauer	Dauer des NC-Programms Nur in der Betriebsart **Programmieren**
Ende	Uhrzeit, wann das NC-Programm komplett abgearbeitet wurde In der Betriebsart **Programmieren** Dauer
Bezpkt	Status des Werkstück-Bezugspunkts: ■ Werkstück-Bezugspunkt ist definiert ■ Eingabe kontrollieren **Weitere Informationen:** "Status des Werkstück-Bezugspunkts, Werkzeuge und NC-Programms", Seite 607
Wkz	Status der eingesetzten Werkzeuge: ■ Prüfung ist abgeschlossen ■ Prüfung ist noch nicht abgeschlossen ■ Prüfung ist fehlgeschlagen Nur in der Betriebsart **Programmlauf** Inhalt vorhanden **Weitere Informationen:** "Status des Werkstück-Bezugspunkts, Werkzeuge und NC-Programms", Seite 607
Pgm	Status des NC-Programms: ■ Prüfung ist abgeschlossen ■ Prüfung ist noch nicht abgeschlossen ■ Prüfung ist fehlgeschlagen **Weitere Informationen:** "Status des Werkstück-Bezugspunkts, Werkzeuge und NC-Programms", Seite 607
Sts	Bearbeitungsstatus **Weitere Informationen:** "Bearbeitungsstatus", Seite 602

Status des Werkstück-Bezugspunkts, Werkzeuge und NC-Programms

Die Steuerung zeigt den Status mit folgenden Symbolen:

Icon	Bedeutung
	Prüfung ist abgeschlossen
	Prüfung ist abgeschlossen Programmsimulation mit aktiver **Dynamische Kollisionsüberwachung DCM** (Option #40)
	Prüfung ist fehlgeschlagen, z. B. Standzeit eines Werkzeugs ist abgelaufen, Kollisionsgefahr
	Prüfung ist noch nicht abgeschlossen
	Programmaufbau ist nicht richtig, z. B. Palette enthält keine untergeordneten Programme
	Werkstück-Bezugspunkt ist definiert
	Eingabe kontrollieren Sie können entweder der Palette einen Werkstück-Bezugspunkt zuordnen oder allen untergeordneten NC-Programmen.

Hinweis

Eine Änderung der Auftragsliste setzt den Status Prüfung auf Kollision ist abgeschlossen auf den Status Prüfung ist abgeschlossen zurück.

22.3 Arbeitsbereich Formular für Paletten

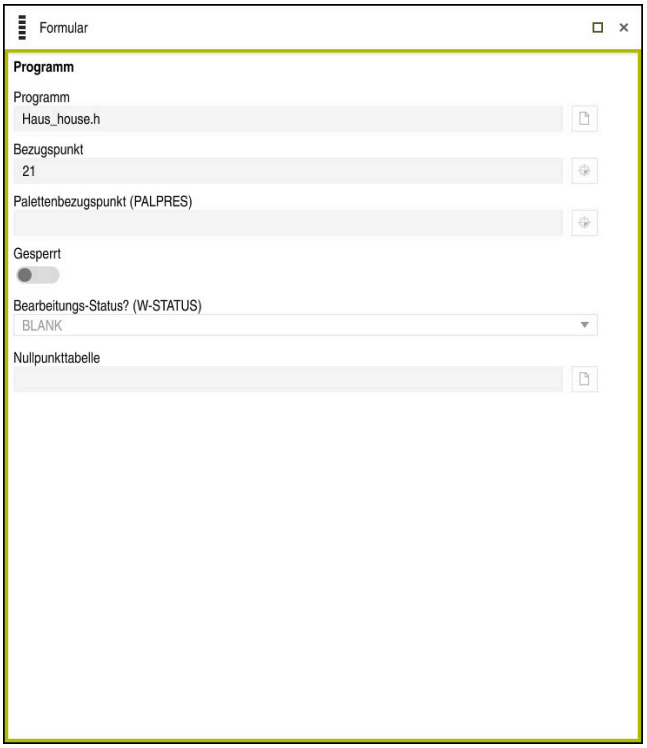
Anwendung

Im Arbeitsbereich **Formular** zeigt die Steuerung die Inhalte der Palettentabelle für die gewählte Zeile.

Verwandte Themen

- Arbeitsbereich **Auftragsliste**
  Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Auftragsliste", Seite 600
- Inhalte der Palettentabelle
  Weitere Informationen: "Palettentabelle", Seite 633
- Werkzeugorientierte Bearbeitung
  Weitere Informationen: "Werkzeugorientierte Bearbeitung", Seite 608

Funktionsbeschreibung



Arbeitsbereich **Formular** mit den Inhalten einer Palettentabelle

Eine Palettentabelle kann aus folgenden Zeilentypen bestehen:

- **Palette**
- **Aufspannung**
- **Programm**

Im Arbeitsbereich **Formular** zeigt die Steuerung die Inhalte der Palettentabelle. Die Steuerung zeigt die relevanten Inhalte für den jeweiligen Zeilentyp der gewählten Zeile.

Sie können die Einstellungen im Arbeitsbereich **Formular** oder in der Betriebsart **Tabellen** editieren. Die Steuerung synchronisiert die Inhalte.

Die Eingabemöglichkeiten im Formular enthalten standardmäßig die Namen der Tabellenspalten.

Die Schalter im Formular entsprechen folgenden Tabellenspalten:

- Schalter **Gesperrt** entspricht der Spalte **LOCK**
- Schalter **Bearb. freigegeben** entspricht der Spalte **LOCATION**

Wenn die Steuerung ein Symbol hinter dem Eingabebereich zeigt, können Sie den Inhalt mithilfe eines Auswahlfensters wählen.

Der Arbeitsbereich **Formular** ist bei Palettentabellen in den Betriebsarten **Programmieren** und **Programmlauf** wählbar.

22.4 Werkzeugorientierte Bearbeitung

Anwendung

Mit der werkzeugorientierten Bearbeitung können Sie auch auf einer Maschine ohne Palettenwechsler mehrere Werkstücke gemeinsam bearbeiten und so Werkzeugwechselzeiten einsparen. Somit können Sie die Palettenverwaltung auch auf Maschinen ohne Palettenwechsler verwenden.

Verwandte Themen

- Inhalte der Palettentabelle
  Weitere Informationen: "Palettentabelle", Seite 633
- Wiedereinstieg in eine Palettentabelle mit Satzvorlauf
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Voraussetzungen

- Software-Option #22 Palettenverwaltung
- Werkzeugwechsel-Makro für werkzeugorientierte Bearbeitung
- Spalte **METHOD** mit den Werten **TO** oder **TCO**
- NC-Programme mit denselben Werkzeugen
  Die verwendeten Werkzeuge müssen zumindest zum Teil dieselben sein.
- Spalte **W-STATUS** mit den Werten **BLANK** oder **INCOMPLETE**
- NC-Programme ohne folgende Funktionen:
  - **FUNCTION TCPM** oder **M128** (Option #9)
    Weitere Informationen: "Werkzeuganstellung kompensieren mit FUNCTION TCPM (Option #9)", Seite 301
  - **M144** (Option #9)
    Weitere Informationen: "Werkzeugversatz rechnerisch berücksichtigen M144 (Option #9)", Seite 457
  - **M101**
    Weitere Informationen: "Schwesterwerkzeug automatisch einwechseln mit M101", Seite 462
  - **M118**
    Weitere Informationen: "Handradüberlagerung aktivieren mit M118", Seite 441
  - Wechsel des Paletten-Bezugspunkts
    Weitere Informationen: "Paletten-Bezugspunkttabelle", Seite 611

Funktionsbeschreibung

Folgende Spalten der Palettentabelle gelten für die werkzeugorientierte Bearbeitung:

- **W-STATUS**
- **METHOD**
- **CTID**
- **SP-X** bis **SP-W**
  Sie können für die Achsen Sicherheitspositionen angeben. Diese Positionen fährt die Steuerung nur an, wenn der Maschinenhersteller sie in den NC-Makros verarbeitet.

Weitere Informationen: "Palettentabelle", Seite 633

Im Arbeitsbereich **Auftragsliste** können Sie die werkzeugorientierte Bearbeitung für jedes NC-Programm mit dem Kontextmenü aktivieren und deaktivieren. Dabei aktualisiert die Steuerung die Spalte **METHOD**.

Weitere Informationen: "Kontextmenü", Seite 568

Ablauf der werkzeugorientierten Bearbeitung

1 Die Steuerung erkennt beim Lesen des Eintrags TO und CTO, dass über diese Zeilen der Palettentabelle eine werkzeugorientierte Bearbeitung erfolgen muss
2 Die Steuerung bearbeitet das NC-Programm mit dem Eintrag TO bis zum TOOL CALL
3 Der W-STATUS ändert sich von BLANK auf INCOMPLETE und die Steuerung trägt einen Wert in das Feld CTID ein
4 Die Steuerung bearbeitet alle weiteren NC-Programme mit dem Eintrag CTO bis zum TOOL CALL
5 Die Steuerung führt mit dem nächsten Werkzeug die weiteren Bearbeitungsschritte aus, wenn eine der folgenden Punkte eintrifft:
   - Die nächste Tabellenzeile hat den Eintrag PAL
   - Die nächste Tabellenzeile hat den Eintrag TO oder WPO
   - Es sind noch Tabellenzeilen vorhanden, die noch nicht den Eintrag ENDED oder EMPTY haben
6 Bei jeder Bearbeitung aktualisiert die Steuerung den Eintrag im Feld CTID
7 Wenn alle Tabellenzeilen der Gruppe den Eintrag ENDED haben, bearbeitet die Steuerung die nächsten Zeilen der Palettentabelle

Wiedereinstieg mit Satzvorlauf

Nach einer Unterbrechung können Sie auch in eine Palettentabelle wieder einsteigen. Die Steuerung kann die Zeile und den NC-Satz vorgeben, an dem Sie unterbrochen haben.

Die Steuerung speichert Informationen zum Wiedereinstieg in der Spalte **CTID** der Palettentabelle.

Der Satzvorlauf in die Palettentabelle erfolgt werkstückorientiert.

Nach dem Wiedereinstieg kann die Steuerung wieder werkzeugorientiert bearbeiten, wenn in den folgenden Zeilen die werkzeugorientierte Bearbeitungsmethode TO und CTO definiert ist.

Weitere Informationen: "Palettentabelle", Seite 633

Folgende Funktionen erfordern vor allem bei einem Wiedereinstieg besondere Vorsicht:

- Ändern der Maschinenzustände mit Zusatzfunktionen (z. B. M13)
- Schreiben in die Konfiguration (z. B. WRITE KINEMATICS)
- Verfahrbereichsumschaltung
- Zyklus **32**
- Zyklus **800**
- Schwenken der Bearbeitungsebene

Hinweise

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Nicht alle Palettentabellen und NC-Programme sind für eine werkzeugorientierte Bearbeitung geeignet. Durch die werkzeugorientierte Bearbeitung arbeitet die Steuerung die NC-Programme nicht mehr zusammenhängend ab, sondern teilt diese an den Werkzeugaufrufen auf. Durch die Aufteilung der NC-Programme können nicht zurückgesetzte Funktionen (Maschinenzustände) programmübergreifend wirken. Dadurch besteht während der Bearbeitung Kollisionsgefahr!

- Genannte Einschränkungen berücksichtigen
- Palettentabellen und NC-Programme an die werkzeugorientierte Bearbeitung anpassen
  - Programminformationen nach jedem Werkzeug in jedem NC-Programm erneut programmieren (z. B. **M3** oder **M4**)
  - Sonderfunktionen und Zusatzfunktionen vor jedem Werkzeug in jedem NC-Programm zurücksetzen (z. B. **Bearbeitungsebene schwenken** oder **M138**)
- Palettentabelle mit dazugehörigen NC-Programmen in der Betriebsart **Programmlauf Einzelsatz** vorsichtig testen

- Wenn Sie die Bearbeitung noch einmal starten wollen, ändern Sie den W-STATUS auf BLANK oder auf keinen Eintrag.

Hinweise in Verbindung mit einem Wiedereinstieg

- Der Eintrag im Feld CTID bleibt zwei Wochen erhalten. Danach ist kein Wiedereinstieg mehr möglich.
- Den Eintrag im Feld CTID dürfen Sie nicht ändern oder löschen.
- Die Daten aus dem Feld CTID werden bei einem Software-Update ungültig.
- Die Steuerung speichert Bezugspunktnummern für den Wiedereinstieg. Wenn Sie diesen Bezugspunkt ändern, verschiebt sich auch die Bearbeitung.
- Nach dem Editieren eines NC-Programms innerhalb der werkzeugorientierten Bearbeitung ist kein Wiedereinstieg mehr möglich.

22.5 Paletten-Bezugspunkttabelle

Anwendung

Über die Palettenbezugspunkte lassen sich z. B. mechanisch bedingte Differenzen zwischen einzelnen Paletten auf einfache Weise kompensieren.

Der Maschinenhersteller definiert die Paletten-Bezugspunkttabelle.

Verwandte Themen

- Inhalte der Palettentabelle
  Weitere Informationen: "Palettentabelle", Seite 633
- Werkstück-Bezugspunktverwaltung
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Funktionsbeschreibung

Wenn ein Paletten-Bezugspunkt aktiv ist, bezieht sich darauf der Werkstück-Bezugspunkt.

In der Spalte **PALPRES** der Palettentabelle können Sie für eine Palette den zugehörigen Paletten-Bezugspunkt eintragen.

Sie können auch das Koordinatensystem auf der Palette insgesamt ausrichten, indem Sie z. B. den Palettenbezugspunkt in die Mitte eines Spannturms legen.

Wenn ein Paletten-Bezugspunkt aktiv ist, zeigt die Steuerung kein Symbol. Sie können den aktiven Paletten-Bezugspunkt und die definierten Werte in der Anwendung **Einrichten** prüfen.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Hinweis

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Trotz einer Grunddrehung durch den aktiven Palettenbezugspunkt zeigt die Steuerung kein Symbol in der Statusanzeige. Während aller nachfolgender Achsbewegungen besteht Kollisionsgefahr!

- Verfahrbewegungen der Maschine prüfen
- Palettenbezugspunkt ausschließlich in Verbindung mit Paletten nutzen

Wenn der Palettenbezugspunkt sich ändert, müssen Sie den Werkstück-Bezugspunkt neu setzen.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

23

Tabellen

23.1 Betriebsart Tabellen

Anwendung

In der Betriebsart **Tabellen** können Sie verschiedene Tabellen der Steuerung öffnen und ggf. editieren.

Funktionsbeschreibung

Wenn Sie **Hinzufügen** wählen, zeigt die Steuerung die Arbeitsbereiche **Schnellauswahl** und **Datei öffnen**.

Im Arbeitsbereich **Schnellauswahl** können Sie einige Tabellen direkt öffnen.

Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Schnellauswahl", Seite 354

Im Arbeitsbereich **Datei öffnen** können Sie eine bestehende Tabelle öffnen oder eine neue Tabelle erstellen.

Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Datei öffnen", Seite 353

Es können mehrere Tabellen gleichzeitig geöffnet sein. Die Steuerung zeigt jede Tabelle in einer eigenen Anwendung.

Wenn eine Tabelle für den Programmlauf oder für die Simulation gewählt ist, zeigt die Steuerung den Status **M** oder **S** im Reiter der Anwendung.

In jeder Anwendung können Sie die Arbeitsbereiche **Tabelle** und **Formular** öffnen.

Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Tabelle", Seite 615

Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Formular für Tabellen", Seite 619

Sie können verschiedene Funktionen über das Kontextmenü wählen, z. B. **Kopieren**.

Weitere Informationen: "Kontextmenü", Seite 568

Schaltflächen

Die Betriebsart **Tabellen** enthält in der Funktionsleiste folgende Schaltflächen:

Schaltfläche	Bedeutung
Bezugspunkt aktivieren	Die gewählte Zeile der Bezugspunkttabelle als Bezugspunkt aktivieren. **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
Rückgängig	Letzte Änderung rückgängig machen
Wiederherstellen	Rückgängig gemachte Änderung wiederherstellen
GOTO Zeilennummer	Die Steuerung öffnet das Fenster **Sprunganweisung GOTO**. Die Steuerung springt zu der von Ihnen definierten Zeilennummer.
Editieren	Wenn der Schalter aktiv ist, können Sie die Tabelle editieren.
Werkzeug einfügen	Die Steuerung öffnet das Fenster **Werkzeug einfügen**, in dem Sie ein neues Werkzeug zur Werkzeugverwaltung hinzufügen können. **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten Wenn Sie die Checkbox **Anhängen** aktivieren, fügt die Steuerung das Werkzeug nach der letzten Zeile der Tabelle ein.
Zeile einfügen	Die Steuerung fügt am Ende der Tabelle eine Zeile ein.
Zeile zurücksetzen	Die Steuerung setzt alle Daten der Zeile zurück.
Werkzeug löschen	Die Steuerung löscht das in der Werkzeugverwaltung gewählte Werkzeug **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
Zeile löschen	Die Steuerung löscht die aktuell gewählte Zeile.
T INSPECT	Die Steuerung prüft ein Werkzeug.
T OUT	Die Steuerung lagert ein Werkzeug aus.
T IN	Die Steuerung lagert ein Werkzeug ein.

23.1.1 Tabelleninhalt editieren

Sie editieren den Tabelleninhalt wie folgt:

- Gewünschte Zelle wählen

- **Editieren** aktivieren
  - > Die Steuerung schaltet die Werte zum Bearbeiten frei.

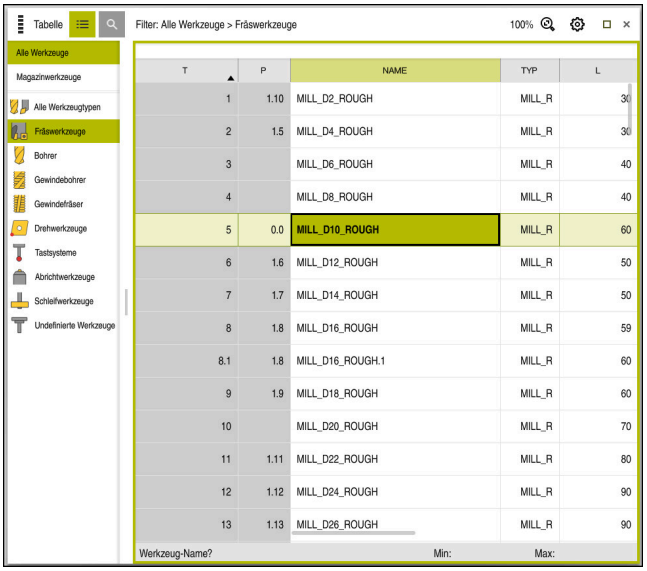
> Wenn der Schalter **Editieren** aktiv ist, können Sie die Inhalte sowohl im Arbeitsbereich **Tabelle** als auch im Arbeitsbereich **Formular** editieren.

23.2 Arbeitsbereich Tabelle

Anwendung

Im Arbeitsbereich **Tabelle** zeigt die Steuerung den Inhalt einer Tabelle. Bei einigen Tabellen zeigt die Steuerung links eine Spalte mit Filtern und einer Suchfunktion.

Funktionsbeschreibung



Arbeitsbereich **Tabelle**

Der Arbeitsbereich **Tabelle** ist in der Betriebsart **Tabellen** in jeder Anwendung standardmäßig geöffnet.

Die Steuerung zeigt den Namen und Pfad der Datei über der Kopfzeile der Tabelle.

Wenn Sie den Titel einer Spalte wählen, sortiert die Steuerung den Inhalt der Tabelle nach dieser Spalte.

Wenn die Tabelle es erlaubt, können Sie die Inhalte der Tabellen in diesem Arbeitsbereich auch editieren.

Symbole und Tastaturkürzel

Der Arbeitsbereich **Tabelle** enthält folgende Symbole oder Tastaturkürzel:

Symbol oder Tastaturkürzel	Funktion
	Filter öffnen **Weitere Informationen:** "Filter im Arbeitsbereich Tabelle", Seite 617
	Suchfunktion öffnen **Weitere Informationen:** "Spalte Suche im Arbeitsbereich Tabelle", Seite 618
100%	Schriftgröße der Tabelle Wenn Sie den Prozentwert wählen, zeigt die Steuerung Symbole zum Vergrößern und Verkleinern der Schriftgröße.
	Schriftgröße der Tabelle auf 100 % setzen
	Einstellungen im Fenster **Tabellen** öffnen **Weitere Informationen:** "Einstellungen im Arbeitsbereich Tabelle", Seite 618
STRG+A	Alle Zeilen markieren
STRG+LEER	Aktive Zeile markieren oder Markieren beenden
SHIFT+↑	Zeile darüber zusätzlich markieren
SHIFT+↓	Zeile darunter zusätzlich markieren

Filter im Arbeitsbereich Tabelle

Sie können die Werkzeugtabellen und die **Platztabelle** filtern.

Filtern in der Werkzeugverwaltung

Sie haben folgende Möglichkeiten, die Werkzeugverwaltung zu filtern:

- **Alle Werkzeuge**
- **Magazinwerkzeuge**

Je nach Auswahl aller Werkzeuge oder nur Magazinwerkzeuge können Sie in diesem Bereich noch nach Werkzeugtypen filtern:

- **Alle Werkzeugtypen**
- **Fräswerkzeuge**
- **Bohrer**
- **Gewindebohrer**
- **Gewindefräser**
- **Drehwerkzeuge**
- **Tastsysteme**
- **Abrichtwerkzeuge**
- **Schleifwerkzeuge**
- **Undefinierte Werkzeuge**

Filtern in der Platztabelle

Sie haben folgende Möglichkeiten die Platztabelle zu filtern:

- **Alle Magazine**
- **Hauptmagazin**
- **Spindel**

Je nach Auwahl des Magazins oder der Spindel können Sie in diesem Bereich noch nach Plätzen filtern:

- **Alle Plätze**
- **freie plätze**
- **Belegte plätze**

Spalte Suche im Arbeitsbereich Tabelle

Die Tabellen **Werkzeugverwaltung** und **Platztabelle** können durchsuchen.

In der Suchfunktion können Sie mehrere Bedingungen für die Suche definieren.

Jede Bedingung enthält folgende Informationen:

- Tabellenspalte, z. B. **T** oder **NAME**
  Sie wählen die Spalte mit dem Auswahlmenü **Suchen in**.
- Operator, z. B. **Enthält** oder **Gleich (=)**
  Sie wählen den Operator mit dem Auswahlmenü **Operator**.
- Suchbegriff im Eingabefeld **Suche nach**

Einstellungen im Arbeitsbereich Tabelle

Im Fenster **Tabellen** können Sie die gezeigten Inhalte im Arbeitsbereich **Tabelle** beeinflussen.

Das Fenster **Tabellen** enthält folgende Bereiche:

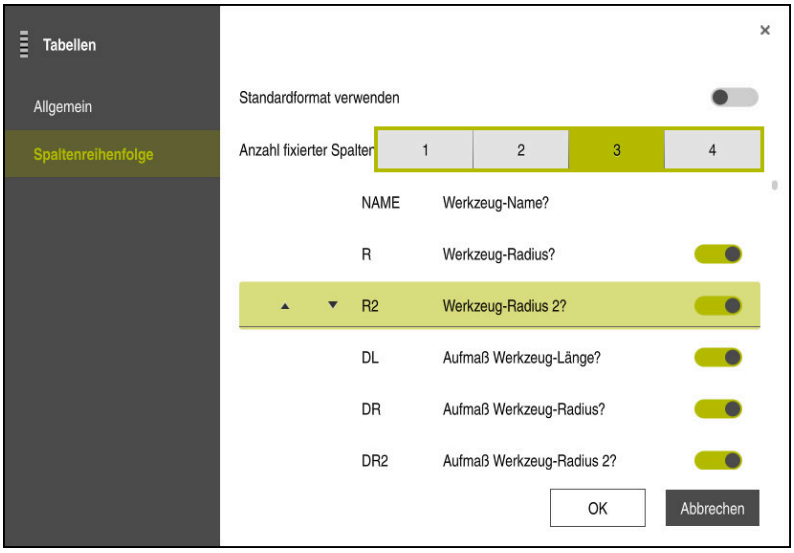
- **Allgemein**
- **Spaltenreihenfolge**

Bereich Allgemein

Die gewählte Einstellung im Bereich **Allgemein** ist modal wirksam.

Wenn der Schalter **Tabelle und Formular synchronisieren** aktiv ist, bewegt sich der Cursor mit. Wenn Sie z. B. eine andere Tabellenspalte im Arbeitsbereich **Tabelle** wählen, führt die Steuerung den Cursor im Arbeitsbereich **Formular** mit.

Bereich Spaltenreihenfolge



Fenster **Tabellen**

Im Bereich **Spaltenreihenfolge** definieren Sie die Ansicht für jede Tabelle.

Mit dem Schalter **Standardformat verwenden** blenden Sie alle Spalten in der Standardreihenfolge ein.

Mit dem Schalter **Anzahl fixierter Spalten** definieren Sie, wie viele Spalten die Steuerung am linken Rand fixiert. Auch wenn Sie in der Tabelle weiter nach rechts navigieren, bleiben diese Spalten sichtbar.

Die Steuerung zeigt alle Spalten der Tabelle untereinander. Mit dem Schalter wählen Sie für jede Spalte, ob sie gezeigt oder ausgeblendet wird.

Nach der gewählten Anzahl der fixierten Spalten zeigt die Steuerung eine Linie. Die Steuerung fixiert die Spalten über dieser Linie.

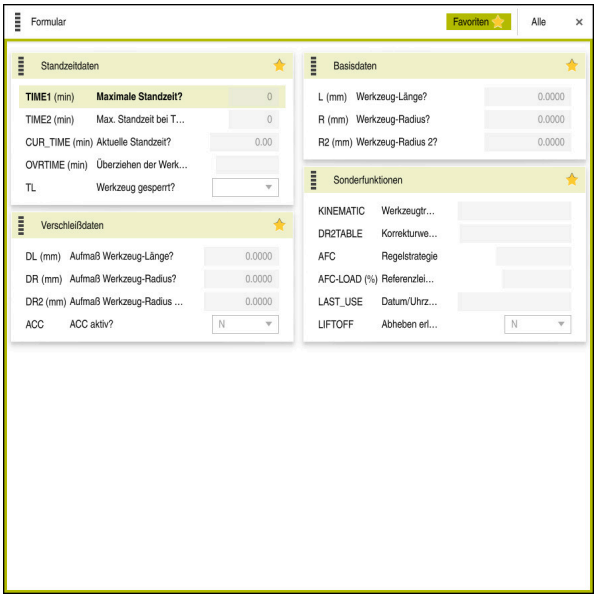
Wenn Sie eine Spalte wählen, zeigt die Steuerung Pfeile nach oben und nach unten. Mit diesen Pfeilen können Sie die Reihenfolge der Spalten ändern.

23.3 Arbeitsbereich Formular für Tabellen

Anwendung

Im Arbeitsbereich **Formular** zeigt die Steuerung alle Inhalte einer gewählten Tabellenzeile. Abhängig von der Tabelle können Sie die Werte im Formular bearbeiten.

Funktionsbeschreibung



Arbeitsbereich **Formular** in der Ansicht **Favoriten**

Die Steuerung zeigt für jede Spalte folgende Informationen:

- Ggf. Symbol der Spalte
- Name der Spalte
- Ggf. Einheit
- Spaltenbeschreibung
- Aktueller Wert

Wenn eine Eingabe ungültig ist, zeigt die Steuerung ein Symbol vor dem Eingabefeld. Wenn Sie auf das Symbol tippen, zeigt die Steuerung die Fehlerursache, z. B. **Zu viele Schriftzeichen**.

Inhalte bestimmter Tabellen zeigt die Steuerung gruppiert innerhalb des Arbeitsbereichs **Formular**. In der Ansicht **Alle** zeigt die Steuerung alle Gruppen. Mit der Funktion **Favoriten** können Sie einzelne Gruppen markieren, um eine individuelle Ansicht zusammenzustellen. Sie können die Gruppen mithilfe des Greifers anordnen.

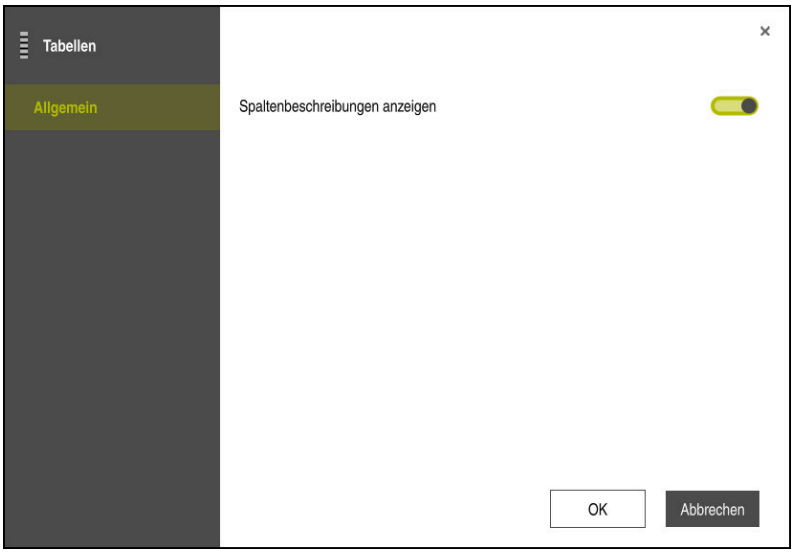
Symbole

Der Arbeitsbereich **Tabelle** enthält folgende Symbole:

Symbol oder Tastaturkürzel	Funktion
	Einstellungen im Fenster **Tabellen** öffnen **Weitere Informationen:** "Einstellungen im Arbeitsbereich Formular", Seite 621
	Favorit

Einstellungen im Arbeitsbereich Formular

Im Fenster **Tabellen** können Sie wählen, ob die Steuerung die Spaltenbeschreibungen anzeigen soll. Die gewählte Einstellung ist modal wirksam.



23.4 Zugriff auf Tabellenwerte

23.4.1 Grundlagen

Mit den **TABDATA**-Funktionen können Sie auf Tabellenwerte zugreifen.

Mit diesen Funktionen können Sie z. B. die Korrekturdaten automatisiert aus dem NC-Programm heraus ändern.

Der Zugriff auf folgende Tabellen ist möglich:

- Werkzeugtabelle ***.t**, nur lesender Zugriff
- Korrekturtabelle ***.tco**, lesender und schreibender Zugriff
- Korrekturtabelle ***.wco**, lesender und schreibender Zugriff

Der Zugriff erfolgt auf die jeweils aktive Tabelle. Lesender Zugriff ist dabei immer möglich, Schreibzugriff nur während der Abarbeitung. Ein schreibender Zugriff während der Simulation oder während eines Satzvorlaufs ist nicht wirksam.

Die Steuerung bietet folgende Funktionen zum Zugriff auf Tabellenwerte:

Syntax	Funktion	Weitere Informationen
TABDATA READ	Wert aus einer Tabellenzelle lesen	Seite 622
TABDATA WRITE	Wert in eine Tabellenzelle schreiben	Seite 623
TABDATA ADD	Wert zu einem Tabellenwert addieren	Seite 623

Wenn das NC-Programm und die Tabelle unterschiedliche Maßeinheiten aufweisen, wandelt die Steuerung die Werte von **MM** in **INCH** und umgekehrt.

Verwandte Themen

- Grundlagen Variablen
  Weitere Informationen: "Grundlagen", Seite 470
- Werkzeugtabelle
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Korrekturtabellen
  Weitere Informationen: "Korrekturtabellen", Seite 637
- Werte aus frei definierbaren Tabellen lesen
  Weitere Informationen: "Frei definierbare Tabelle lesen mit FN 28: TABREAD", Seite 500
- Werte in frei definierbare Tabellen schreiben
  Weitere Informationen: "Frei definierbare Tabelle beschreiben mit FN 27: TABWRITE", Seite 499

23.4.2 Tabellenwert lesen mit TABDATA READ

Anwendung

Mit der Funktion **TABDATA READ** lesen Sie einen Wert aus einer Tabelle und speichern diesen Wert in einem Q-Parameter.

Die Funktion **TABDATA READ** können Sie z. B. verwenden, um vorab die Werkzeugdaten des verwendeten Werkzeugs zu prüfen und eine Fehlermeldung während des Programmlaufs zu verhindern.

Funktionsbeschreibung

Je nach Spaltentyp, den Sie auslesen, können Sie **Q**, **QL**, **QR** oder **QS** zum Speichern des Werts verwenden. Die Steuerung rechnet die Tabellenwerte automatisch in die Maßeinheit des NC-Programms um.

Eingabe

11 TABDATA READ Q1 = CORR-TCS COLUMN "DR" KEY "5"	; Wert der Zeile 5, Spalte **DR** aus der Korrekturtabelle in **Q1** speichern

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
TABDATA	Syntaxeröffner für Zugriff auf Tabellenwerte
READ	Tabellenwert lesen
Q/QL/QR oder **QS**	Variablenart und Nummer, in der die Steuerung den Wert speichert
TOOL, **CORR-TCS** oder **CORR-WPL**	Wert der Werkzeugtabelle oder einer Korrekturtabelle ***.tco** oder ***.wco** lesen
COLUMN	Spaltenname Fester oder variabler Name
KEY	Zeilennummer Fester oder variabler Name

23.4.3 Tabellenwert schreiben mit TABDATA WRITE

Anwendung

Mit der Funktion **TABDATA WRITE** schreiben Sie einen Wert aus einem Q-Parameter in eine Tabelle.

Nach einem Tastsystemzyklus können Sie die Funktion **TABDATA WRITE** z. B. nutzen, um eine erforderliche Werkzeugkorrektur in die Korrekturtabelle einzutragen.

Funktionsbeschreibung

Je nach Spaltentyp, den Sie beschreiben, können Sie **Q**, **QL**, **QR** oder **QS** als Übergabeparameter verwenden.

Eingabe

11 TABDATA WRITE CORR-TCS COLUMN "DR" KEY "3" = Q1	; Wert aus **Q1** in Zeile 5, Spalte **DR** der Korrekturtabelle schreiben

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
TABDATA	Syntaxeröffner für Zugriff auf Tabellenwerte
WRITE	Tabellenwert schreiben
CORR-TCS oder **CORR-WPL**	Wert in eine Korrekturtabelle ***.tco** oder ***.wco** schreiben
COLUMN	Spaltenname Fester oder variabler Name
KEY	Zeilennummer Fester oder variabler Name
Q/QL/QR oder **QS**	Variablenart und Nummer, die den zu schreibende Wert enthält

23.4.4 Tabellenwert addieren mit TABDATA ADD

Anwendung

Mit der Funktion **TABDATA ADD** addieren Sie einen Wert aus einem Q-Parameter zu einem bestehenden Tabellenwert.

Sie können die Funktion **TABDATA ADD** z. B. nutzen, um bei einer wiederholten Messung eine Werkzeugkorrektur zu aktualisieren.

Funktionsbeschreibung

Je nach Spaltentyp, den Sie beschreiben, können Sie **Q**, **QL** oder **QR** als Übergabeparameter verwenden.

Um in eine Korrekturtabelle zu schreiben, müssen Sie die Tabelle aktivieren.

Weitere Informationen: "Korrekturtabelle wählen mit SEL CORR-TABLE", Seite 322

Eingabe

11 TABDATA ADD CORR-TCS COLUMN "DR" KEY "3" = Q1	; Wert aus **Q1** zu Zeile 5, Spalte **DR** der Korrekturtabelle addieren

Die NC-Funktion enthält folgende Syntaxelemente:

Syntaxelement	Bedeutung
TABDATA	Syntaxeröffner für Zugriff auf Tabellenwerte
ADD	Wert zu Tabellenwert addieren
CORR-TCS oder **CORR-WPL**	Wert in eine Korrekturtabelle ***.tco** oder ***.wco** schreiben
COLUMN	Spaltenname Fester oder variabler Name
KEY	Zeilennummer Fester oder variabler Name
Q/QL/QR	Variablenart und Nummer, die den zu addierenden Wert enthält

23.5 Frei definierbare Tabellen

Anwendung

In frei definierbaren Tabellen können Sie beliebige Informationen vom NC-Programm aus speichern und lesen. Dafür stehen die Q-Parameterfunktionen **FN 26** bis **FN 28** zur Verfügung.

Verwandte Themen

- Variablenfunktionen **FN 26** bis **FN 28**
  Weitere Informationen: "Funktionen für frei definierbare Tabellen", Seite 498

Funktionsbeschreibung

Wenn Sie eine frei definierbare Tabelle erstellen, bietet die Steuerung verschiedene Tabellenvorlagen zur Auswahl.

Der Maschinenhersteller kann eigene Tabellenvorlagen erstellen und in der Steuerung ablegen.

23.5.1 Frei definierbare Tabelle erstellen

Sie erstellen eine frei definierbare Tabelle wie folgt:

- Betriebsart **Tabellen** wählen
- **Hinzufügen** wählen
  - > Die Steuerung öffnet die Arbeitsbereiche **Schnellauswahl** und **Datei öffnen**.
- **Neue Tabelle erstellen** wählen
  - > Die Steuerung öffnet das Fenster **Neue Tabelle erstellen**.
- Ordner **tab** wählen
- Tabellenvorlage wählen
- **Pfad wählen** wählen
  - > Die Steuerung öffnet das Fenster **Speichern unter**.
- Ordner wählen
- Name eingeben
- **Erstellen** wählen
  - > Die Steuerung öffnet die Tabelle.
- Ggf. Tabelle anpassen

Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Tabelle", Seite 615

Hinweis

Die Namen von Tabellen und Tabellenspalten müssen mit einem Buchstaben beginnen und dürfen keine Rechenzeichen, z. B. **+** beinhalten. Diese Zeichen können aufgrund von SQL-Befehlen beim Einlesen oder Auslesen von Daten zu Problemen führen.

Weitere Informationen: "Tabellenzugriff mit SQL-Anweisungen", Seite 512

23.6 Punktetabelle

Anwendung

In einer Punktetabelle speichern Sie Positionen am Werkstück in einem unregelmäßigen Muster. Die Steuerung führt bei jedem Punkt einen Zyklusaufruf durch. Sie können einzelne Punkte ausblenden und eine sichere Höhe definieren.

Verwandte Themen

- Punktetabelle aufrufen, Wirkung mit verschiedenen Zyklen
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Bearbeitungszyklen

Funktionsbeschreibung

Parameter in Punktetabellen

Eine Punktetabelle enthält folgende Parameter:

Parameter	Bedeutung
NR	Nummer der Zeile in der Punktetabelle Eingabe: **0...99999**
X	X-Koordinate eines Punkts Eingabe: **-99999.9999...+99999.9999**
Y	Y-Koordinate eines Punkts Eingabe: **-99999.9999...+99999.9999**
Z	Z-Koordinate eines Punkts Eingabe: **-99999.9999...+99999.9999**
FADE	**Ausblenden? (Ja=ENT/Nein=NO ENT)** **Y**=**Yes:** Der Punkt wird für die Bearbeitung ausgeblendet. Ausgeblendete Punkte bleiben solange ausgeblendet, bis sie manuell wieder eingeblendet werden. **N**=**No:** Der Punkt wird für die Bearbeitung eingeblendet. Standardmäßig sind bei einer Punktetabelle alle Punkte zur Bearbeitung eingeblendet. Eingabe: **Y**, **N**
CLEARANCE	**Sichere Höhe?** Sichere Position in der Werkzeugachse, auf die die Steuerung das Werkzeugs nach der Bearbeitung eines Punkts zurückzieht. Wenn Sie in der Spalte **CLEARANCE** keinen Wert definieren, greift die Steuerung auf den Wert des Zyklusparameters **Q204 2. SICHERHEITS-ABST.** zurück. Wenn Sie sowohl in der Spalte **CLEARANCE** als auch im Parameter **Q204** Werte festgelegt haben, verwendet die Steuerung den höheren Wert. Eingabe: **-99999.9999...+99999.9999**

23.6.1 Punktetabelle erstellen

Sie erstellen eine Punktetabelle wie folgt:

- Betriebsart **Tabellen** wählen
- **Hinzufügen** wählen
  - > Die Steuerung öffnet die Arbeitsbereiche **Schnellauswahl** und **Datei öffnen**.
- **Neue Tabelle erstellen** wählen
  - > Die Steuerung öffnet das Fenster **Neue Tabelle erstellen**.
- Ordner **pnt** wählen
- **Auswahl** wählen
  - > Die Steuerung öffnet das Fenster **Speichern unter**.
- Ordner wählen
- Name eingeben
- **Erstellen** wählen
- **OK** wählen
  - > Die Steuerung öffnet die Punktetabelle.

> Die Namen von Tabellen und Tabellenspalten müssen mit einem Buchstaben beginnen und dürfen keine Rechenzeichen, z. B. **+** beinhalten. Diese Zeichen können aufgrund von SQL-Befehlen beim Einlesen oder Auslesen von Daten zu Problemen führen.
>
> **Weitere Informationen:** "Tabellenzugriff mit SQL-Anweisungen", Seite 512

23.6.2 Einzelne Punkte für die Bearbeitung ausblenden

In der Punktetabelle können Sie mithilfe der Spalte **FADE** Punkte so kennzeichnen, dass sie für die Bearbeitung ausgeblendet werden.

Sie blenden Punkte wie folgt aus:

- Gewünschten Punkt in der Tabelle wählen
- Spalte **FADE** wählen
- **Editieren** aktivieren
- **Y** eingeben
  - > Die Steuerung blendet den Punkt beim Zyklusaufruf aus.

Wenn Sie in der Spalte **FADE** ein **Y** eingeben, können Sie diesen Punkt mithilfe des Schalters **/ Überspringen** in der Betriebsart **Programmlauf** überspringen.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

23.7 Nullpunkttabelle

Anwendung

In einer Nullpunkttabelle speichern Sie Positionen am Werkstück. Um eine Nullpunkttabelle nutzen zu können, müssen Sie sie aktivieren. Innerhalb eines NC-Programms können Sie die Nullpunkte aufrufen, um z. B. Bearbeitungen bei mehreren Werkstücken an der gleichen Position durchzuführen. Die aktive Zeile der Nullpunkttabelle dient als Werkstück-Nullpunkt im NC-Programm.

Verwandte Themen

- Inhalte und Erstellung einer Nullpunkttabelle
  Weitere Informationen: "Nullpunkttabelle", Seite 627
- Nullpunkttabelle während des Programmlaufs editieren
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Bezugspunkttabelle
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Funktionsbeschreibung

Parameter in Nullpunkttabellen

Eine Nullpunkttabelle enthält folgende Parameter:

Parameter	Bedeutung
D	Nummer der Zeile in der Nullpunkttabelle Eingabe: **0...99999999**
X	X-Koordinate des Nullpunkts Eingabe: **-99999.99999...+99999.99999**
Y	Y-Koordinate des Nullpunkts Eingabe: **-99999.99999...+99999.99999**
Z	Z-Koordinate des Nullpunkts Eingabe: **-99999.99999...+99999.99999**
A	A-Koordinate des Nullpunkts Eingabe: **-360.0000000...+360.0000000**
B	B-Koordinate des Nullpunkts Eingabe: **-360.0000000...+360.0000000**
C	C-Koordinate des Nullpunkts Eingabe: **-360.0000000...+360.0000000**
U	U-Koordinate des Nullpunkts Eingabe: **-99999.99999...+99999.99999**
V	V-Koordinate des Nullpunkts Eingabe: **-99999.99999...+99999.99999**
W	W-Koordinate des Nullpunkts Eingabe: **-99999.99999...+99999.99999**
DOC	**Verschiebungs-Kommentar?** Eingabe: **Textbreite 15**

23.7.1 Nullpunkttabelle erstellen

Sie erstellen eine Nullpunkttabelle wie folgt:

- ▶ Betriebsart **Tabellen** wählen
- ▶ **Hinzufügen** wählen
- > Die Steuerung öffnet die Arbeitsbereiche **Schnellauswahl** und **Datei öffnen**.
- ▶ **Neue Tabelle erstellen** wählen
- > Die Steuerung öffnet das Fenster **Neue Tabelle erstellen**.
- ▶ Ordner **d** wählen
- ▶ **Auswahl** wählen
- > Die Steuerung öffnet das Fenster **Speichern unter**.
- ▶ Ordner wählen
- ▶ Name eingeben
- ▶ **Erstellen** wählen
- ▶ **OK** wählen
- > Die Steuerung öffnet die Nullpunkttabelle.

> Die Namen von Tabellen und Tabellenspalten müssen mit einem Buchstaben beginnen und dürfen keine Rechenzeichen, z. B. **+** beinhalten. Diese Zeichen können aufgrund von SQL-Befehlen beim Einlesen oder Auslesen von Daten zu Problemen führen.
>
> **Weitere Informationen:** "Tabellenzugriff mit SQL-Anweisungen", Seite 512

23.7.2 Nullpunkttabelle editieren

Sie können die aktive Nullpunkttabelle während des Programmlaufs editieren.

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Sie editieren eine Nullpunkttabelle wie folgt:

- ▶ **Editieren** aktivieren
- ▶ Wert wählen
- ▶ Wert editieren
- ▶ Änderung speichern, z. B. andere Zeile wählen

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die Steuerung berücksichtigt Änderungen in einer Nullpunkttabelle oder Korrekturtabelle erst, wenn die Werte gespeichert sind. Sie müssen den Nullpunkt oder den Korrekturwert im NC-Programm erneut aktivieren, ansonsten verwendet die Steuerung die bisherigen Werte weiter.

- ▶ Änderungen in der Tabelle sofort bestätigen, z. B. mit der Taste **ENT**
- ▶ Nullpunkt oder Korrekturwert im NC-Programm erneut aktivieren
- ▶ NC-Programm nach einer Änderung der Tabellenwerte vorsichtig einfahren

23.8 Tabellen für die Schnittdatenberechnung

Anwendung

Mithilfe folgender Tabellen können Sie Schnittdaten eines Werkzeugs im Schnittdatenrechner berechnen:

- Tabelle mit Werkstückmaterialien **WMAT.tab**

  Weitere Informationen: "Tabelle für Werkstückmaterialien WMAT.tab", Seite 630
- Tabelle mit Werkzeugschneidstoffen **TMAT.tab**

  Weitere Informationen: "Tabelle für Werkzeugschneidstoffe TMAT.tab", Seite 631
- Schnittdatentabelle ***.cut**

  Weitere Informationen: "Schnittdatentabelle *.cut", Seite 631
- Durchmesserabhängige Schnittdatentabelle ***.cutd**

  Weitere Informationen: "Durchmesserabhängige Schnittdatentabelle *.cutd", Seite 632

Verwandte Themen

- Schnittdatenrechner

  Weitere Informationen: "Schnittdatenrechner", Seite 573
- Werkzeugverwaltung

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Funktionsbeschreibung

Tabelle für Werkstückmaterialien WMAT.tab

In der Tabelle für Werkstückmaterialien **WMAT.tab** definieren Sie das Material des Werkstücks. Sie müssen die Tabelle im Ordner **TNC:\table** speichern.

Die Tabelle mit Werkstückmaterialien **WMAT.tab** enthält folgende Parameter:

Parameter	Bedeutung
WMAT	Werkstückmaterial, z. B. Aluminium Eingabe: **Textbreite 32**
MAT_CLASS	Werkstoffklasse Teilen Sie die Materialien in Werkstoffklassen mit gleichen Schnittbedingungen auf, z. B. nach DIN EN 10027-2. Eingabe: **Textbreite 32**

Tabelle für Werkzeugschneidstoffe TMAT.tab

In der Tabelle für Werkzeugschneidstoffe **TMAT.tab** definieren Sie den Schneidstoff des Werkzeugs. Sie müssen die Tabelle in dem Ordner **TNC:\table** speichern.

Die Tabelle mit Werkzeugschneidstoffen **TMAT.tab** enthält folgende Parameter:

Parameter	Bedeutung
TMAT	Werkzeugschneidstoff, z. B. Vollhartmetall Eingabe: **Textbreite 32**
ALIAS1	Zusätzliche Benennung Eingabe: **Textbreite 32**
ALIAS2	Zusätzliche Benennung Eingabe: **Textbreite 32**

Schnittdatentabelle *.cut

In der Schnittdatentabelle ***.cut** weisen Sie den Werkstückmaterialien und den Werkzeugschneidstoffen die zugehörigen Schnittdaten zu. Sie müssen die Tabelle in dem Ordner **TNC:\system\Cutting-Data** speichern.

Die Schnittdatentabelle ***.cut** enthält folgende Parameter:

Parameter	Bedeutung
NR	Fortlaufende Nummer der Tabellenzeilen Eingabe: **0...999999999**
MAT_CLASS	Werkzeugmaterial aus der Tabelle **WMAT.tab** **Weitere Informationen:** "Tabelle für Werkstückmaterialien WMAT.tab", Seite 630 Auswahl mithilfe eines Auswahlfensters Eingabe: **0...9999999**
MODE	Bearbeitungsart, z. B. Schruppen oder Schlichten Eingabe: **Textbreite 32**
TMAT	Werkzeugschneidstoff aus der Tabelle **TMAT.tab** **Weitere Informationen:** "Tabelle für Werkzeugschneidstoffe TMAT.tab", Seite 631 Auswahl mithilfe eines Auswahlfensters Eingabe: **Textbreite 32**
VC	Schnittgeschwindigkeit in m/min **Weitere Informationen:** "Schnittdaten", Seite 167 Eingabe: **0...1000**
FTYPE	Vorschubart: ■ **FU**: Vorschub pro Umdrehung **FU** in mm/U ■ **FZ**: Vorschub pro Zahn **FZ** in mm/Zahn **Weitere Informationen:** "Vorschub F", Seite 168 Eingabe: **FU**, **FZ**
F	Vorschubwert Eingabe: **0.0000...9.9999**

Durchmesserabhängige Schnittdatentabelle *.cutd

In der durchmesserabhängigen Schnittdatentabelle ***.cutd** weisen Sie den Werkstückmaterialien und den Schneidstoffen die zugehörigen Schnittdaten zu. Sie müssen die Tabelle in dem Ordner **TNC:\system\Cutting-Data** speichern.

Die durchmesserabhängige Schnittdatentabelle ***.cutd** enthält folgende Parameter:

Parameter	Bedeutung
NR	Fortlaufende Nummer der Tabellenzeilen Eingabe: **0...999999999**
MAT_CLASS	Werkzeugmaterial aus der Tabelle **WMAT.tab** **Weitere Informationen:** "Tabelle für Werkstückmaterialien WMAT.tab", Seite 630 Auswahl mithilfe eines Auswahlfensters Eingabe: **0...9999999**
MODE	Bearbeitungsart, z. B. Schruppen oder Schlichten Eingabe: **Textbreite 32**
TMAT	Werkzeugschneidstoff aus der Tabelle **TMAT.tab** **Weitere Informationen:** "Tabelle für Werkzeugschneidstoffe TMAT.tab", Seite 631 Auswahl mithilfe eines Auswahlfensters Eingabe: **Textbreite 32**
VC	Schnittgeschwindigkeit in m/min **Weitere Informationen:** "Schnittdaten", Seite 167 Eingabe: **0...1000**
FTYPE	Vorschubart: ■ **FU**: Vorschub pro Umdrehung **FU** in mm/U ■ **FZ**: Vorschub pro Zahn **FZ** in mm/Zahn **Weitere Informationen:** "Vorschub F", Seite 168 Eingabe: **FU**, **FZ**
F_D_0...**F_D_9999**	Vorschubwert für den jeweiligen Durchmesser Sie müssen nicht alle Spalten definieren. Wenn ein Werkzeugdurchmesser zwischen zwei definierten Spalten liegt, dann interpoliert die Steuerung den Vorschub linear. Eingabe: **0.0000...9.9999**

Hinweis

Die Steuerung enthält in den jeweiligen Ordnern Beispieltabellen für die automatische Schnittdatenberechnung. Sie können die Tabellen an die Gegebenheiten anpassen, z. B. verwendete Materialien und Werkzeuge eintragen.

23.9 Palettentabelle

Anwendung

Mithilfe von Palettentabellen definieren Sie, in welcher Reihenfolge die Steuerung Paletten abarbeitet und welche NC-Programme dabei verwendet werden.

Ohne Palettenwechsler können Sie Palettentabellen verwenden, um NC-Programme mit unterschiedlichen Bezugspunkten mit nur einem **NC-Start** nacheinander abzuarbeiten. Diese Verwendung heißt auch Auftragsliste.

Sie können sowohl Palettentabellen als auch Auftragslisten werkzeugorientiert abarbeiten. Dabei reduziert die Steuerung Werkzeugwechsel und somit die Bearbeitungszeit.

Verwandte Themen

- Palettentabelle bearbeiten im Arbeitsbereich **Auftragsliste**
  Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Auftragsliste", Seite 600
- Werkzeugorientierte Bearbeitung
  Weitere Informationen: "Werkzeugorientierte Bearbeitung", Seite 608

Voraussetzung

- Software-Option #22 Palettenverwaltung

Funktionsbeschreibung

Sie können Palettentabellen in den Betriebsarten **Tabellen**, **Programmieren** und **Programmlauf** öffnen. In den Betriebsarten **Programmieren** und **Programmlauf** öffnet die Steuerung die Palettentabelle dabei nicht als Tabelle, sondern im Arbeitsbereich **Auftragsliste**.

Der Maschinenhersteller definiert einen Prototyp für die Palettentabelle. Wenn Sie eine neue Palettentabelle erstellen, kopiert die Steuerung den Prototyp. Dadurch enthält eine Palettentabelle auf Ihrer Steuerung ggf. nicht alle möglichen Parameter.

Der Prototyp kann folgende Parameter enthalten:

Parameter	Bedeutung
NR	Zeilennummer der Palettentabelle Der Eintrag ist erforderlich für das Eingabefeld **Zeilennummer** der Funktion **SATZVORLAUF**. **Weitere Informationen:** Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten Eingabe: **0...99999999**
TYPE	**Paletten Typ?** Inhalt der Tabellenzeile: ■ **PAL**: Palette ■ **FIX**: Aufspannung ■ **PGM**: NC-Programm Auswahl mithilfe eines Auswahlmenüs Eingabe: **PAL**, **FIX**, **PGM**

Parameter	Bedeutung
NAME	**Palette / NC-Programm / Fixture?** Dateiname der Palette, Aufspannung oder des NC-Programms Namen für Paletten und Aufspannungen legt ggf. der Maschinenhersteller fest. Namen der NC-Programme definieren Sie. Auswahl mithilfe eines Auswahlfensters Eingabe: **Textbreite 32**
DATUM	**Nullpunkt-Tabelle?** Im NC-Programm verwendete Nullpunkttabelle. Auswahl mithilfe eines Auswahlfensters Eingabe: **Textbreite 32**
PRESET	**Bezugspunkt?** Zeilennummer der Bezugspunkttabelle für den zu aktivierenden Werkstück-Bezugspunkt. Auswahl mithilfe eines Auswahlfensters Eingabe: **0...999**
LOCATION	**Ablauf-Ort?** Der Eintrag **MA** kennzeichnet, dass sich eine Palette oder eine Aufspannung im Arbeitsraum der Maschine befindet und bearbeitet werden kann. Um **MA** einzutragen, drücken Sie die Taste **ENT**. Mit der Taste **NO ENT** können Sie den Eintrag entfernen und somit die Bearbeitung unterdrücken. Wenn die Spalte vorhanden ist, ist ein Eintrag zwingend erforderlich. Entspricht dem Schalter **Bearb. freigegeben** im Arbeitsbereich **Formular**. Auswahl mithilfe eines Auswahlmenüs Eingabe: Kein Wert, **MA**
LOCK	**Gesperrt?** Mithilfe des Eintrags ***** können Sie die Zeile der Palettentabelle von der Bearbeitung ausschließen. Durch Drücken der Taste **ENT** kennzeichnen Sie die Zeile mit dem Eintrag *****. Mit der Taste **NO ENT** können Sie die Sperrung wieder aufheben. Sie können die Abarbeitung für einzelne NC-Programme, Aufspannungen oder ganze Paletten sperren. Nicht gesperrte Zeilen (z. B. PGM) einer gesperrten Palette werden ebenfalls nicht bearbeitet. Auswahl mithilfe eines Auswahlmenüs Eingabe: Kein Wert, *****
W-STATUS	**Bearbeitungs-Status?** Für die werkzeugorientierte Bearbeitung relevant Der Bearbeitungsstatus legt den Fortschritt der Bearbeitung fest. Geben Sie für ein unbearbeitetes Werkstück BLANK an. Die Steuerung ändert diesen Eintrag bei der Bearbeitung automatisch. Die Steuerung unterscheidet zwischen folgenden Einträgen: ■ BLANK / kein Eintrag: Rohteil, Bearbeitung erforderlich ■ INCOMPLETE: Unvollständig bearbeitet, weitere Bearbeitung erforderlich ■ ENDED: Vollständig bearbeitet, keine Bearbeitung mehr erforderlich ■ EMPTY: Leerer Platz, keine Bearbeitung erforderlich ■ SKIP: Bearbeitung überspringen **Weitere Informationen:** "Werkzeugorientierte Bearbeitung", Seite 608 Eingabe: Kein Wert, **BLANK**, **INCOMPLETE**, **ENDED**, **EMPTY**, **SKIP**

Parameter	Bedeutung
PALPRES	**Palettenbezugspunkt** Zeilennummer der Paletten-Bezugspunkttabelle für den zu aktivierenden Paletten-Bezugspunkt Nur nötig, wenn auf der Steuerung eine Paletten-Bezugspunkttabelle angelegt ist. Auswahl mithilfe eines Auswahlfensters Eingabe: **-1...+999**
DOC	Kommentar Eingabe: **Textbreite 15**
METHOD	**Bearbeitungs-Methode?** Bearbeitungsmethode Die Steuerung unterscheidet zwischen folgenden Einträgen: ■ WPO: Werkstückorientiert (Standard) ■ TO: Werkzeugorientiert (erstes Werkstück) ■ CTO: Werkzeugorientiert (weitere Werkstücke) **Weitere Informationen:** "Werkzeugorientierte Bearbeitung", Seite 608 Auswahl mithilfe eines Auswahlmenüs Eingabe: **WPO**, **TO**, **CTO**
CTID	**ID-Nr. Geometrie-Kontext?** Für die werkzeugorientierte Bearbeitung relevant Die Steuerung erstellt die Identnummer für den Wiedereinstieg mit Satzvorlauf automatisch. Wenn Sie den Eintrag löschen oder ändern, ist ein Wiedereinstieg nicht mehr möglich. **Weitere Informationen:** "Werkzeugorientierte Bearbeitung", Seite 608 Eingabe: **Textbreite 8**
SP-X	**Sichere Hoehe?** Sichere Position in der X-Achse für die werkzeugorientierte Bearbeitung **Weitere Informationen:** "Werkzeugorientierte Bearbeitung", Seite 608 Eingabe: **-999999.99999...+999999.99999**
SP-Y	**Sichere Hoehe?** Sichere Position in der Y-Achse für die werkzeugorientierte Bearbeitung **Weitere Informationen:** "Werkzeugorientierte Bearbeitung", Seite 608 Eingabe: **-999999.99999...+999999.99999**
SP-Z	**Sichere Hoehe?** Sichere Position in der Z-Achse für die werkzeugorientierte Bearbeitung **Weitere Informationen:** "Werkzeugorientierte Bearbeitung", Seite 608 Eingabe: **-999999.99999...+999999.99999**
SP-A	**Sichere Hoehe?** Sichere Position in der A-Achse für die werkzeugorientierte Bearbeitung **Weitere Informationen:** "Werkzeugorientierte Bearbeitung", Seite 608 Eingabe: **-999999.99999...+999999.99999**
SP-B	**Sichere Hoehe?** Sichere Position in der B-Achse für die werkzeugorientierte Bearbeitung **Weitere Informationen:** "Werkzeugorientierte Bearbeitung", Seite 608 Eingabe: **-999999.99999...+999999.99999**

Parameter	Bedeutung
SP-C	**Sichere Hoehe?** Sichere Position in der C-Achse für die werkzeugorientierte Bearbeitung **Weitere Informationen:** "Werkzeugorientierte Bearbeitung", Seite 608 Eingabe: **-999999.99999...+999999.99999**
SP-U	**Sichere Hoehe?** Sichere Position in der U-Achse für die werkzeugorientierte Bearbeitung **Weitere Informationen:** "Werkzeugorientierte Bearbeitung", Seite 608 Eingabe: **-999999.99999...+999999.99999**
SP-V	**Sichere Hoehe?** Sichere Position in der V-Achse für die werkzeugorientierte Bearbeitung **Weitere Informationen:** "Werkzeugorientierte Bearbeitung", Seite 608 Eingabe: **-999999.99999...+999999.99999**
SP-W	**Sichere Hoehe?** Sichere Position in der W-Achse für die werkzeugorientierte Bearbeitung **Weitere Informationen:** "Werkzeugorientierte Bearbeitung", Seite 608 Eingabe: **-999999.99999...+999999.99999**
COUNT	**Anzahl Bearbeitungen** Für Zeilen mit dem Typ **PAL**: Aktueller Istwert für den in der Spalte **TARGET** definierten Sollwert des Palettenzählers Für Zeilen mit dem Typ **PGM**: Wert, um wie viel der Istwert des Palettenzählers nach der Abarbeitung des NC-Programms steigt **Weitere Informationen:** "Palettenzähler", Seite 600 Eingabe: **0...99999**
TARGET	**Gesamtanzahl Bearbeitungen** Sollwert für den Palettenzähler bei Zeilen mit dem Typ **PAL** Die Steuerung wiederholt die NC-Programme dieser Palette so lange, bis der Sollwert erreicht ist. **Weitere Informationen:** "Palettenzähler", Seite 600 Eingabe: **0...99999**

23.9.1 Palettentabelle erstellen und öffnen

Sie erstellen eine Palettentabelle wie folgt:

- Betriebsart **Tabellen** wählen
- **Hinzufügen** wählen
  - > Die Steuerung öffnet die Arbeitsbereiche **Schnellauswahl** und **Datei öffnen**.
- **Neue Tabelle erstellen** wählen
  - > Die Steuerung öffnet das Fenster **Neue Tabelle erstellen**.
- Ordner **p** wählen
- Tabellenformat wählen
- Pfad wählen: **Pfad wählen** wählen
  - > Die Steuerung öffnet das Fenster **Speichern unter**.
- Ordner wählen
- Name eingeben
- Erstellen: **Erstellen** wählen
  - > Die Steuerung öffnet die Tabelle in der Betriebsart **Tabellen**.

- Der Dateiname einer Palettentabelle muss immer mit einem Buchstaben beginnen.
- Mit der Schaltfläche **Anwählen im Programmlauf** in der Betriebsart **Dateien** können Sie die Palettentabelle in der Betriebsart **Programmlauf** öffnen. In dieser Betriebsart können Sie die Palettentabelle editieren und abarbeiten.

  Weitere Informationen: "Arbeitsbereich Auftragsliste", Seite 600

23.10 Korrekturtabellen

23.10.1 Übersicht

Die Steuerung bietet folgende Korrekturtabellen:

Tabelle	Weitere Informationen
Korrekturtabelle ***.tco** Korrektur im Werkzeug-Koordinatensystem **T-CS**	Seite 637
Korrekturtabelle ***.wco** Korrektur im Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS**	Seite 640

23.10.2 Korrekturtabelle *.tco

Anwendung

Mit der Korrekturtabelle ***.tco** definieren Sie Korrekturwerte für das Werkzeug im Werkzeug-Koordinatensystem **T-CS**.

Sie können die Korrekturtabelle ***.tco** für Werkzeuge aller Technologien verwenden.

Verwandte Themen

- Korrekturtabellen verwenden
  Weitere Informationen: "Werkzeugkorrektur mit Korrekturtabellen", Seite 320
- Inhalte der Korrekturtabelle ***.wco**
  Weitere Informationen: "Korrekturtabelle *.wco", Seite 640
- Korrekturtabellen während des Programmlaufs editieren
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Werkzeug-Koordinatensystem **T-CS**
  Weitere Informationen: "Werkzeug-Koordinatensystem T-CS", Seite 240

Funktionsbeschreibung

Die Korrekturen in den Korrekturtabellen mit der Endung ***.tco** korrigieren das aktive Werkzeug. Die Tabelle gilt für alle Werkzeugtypen, deshalb sehen Sie beim Anlegen auch Spalten, die Sie ggf. für Ihren Werkzeugtyp nicht benötigen.

Geben Sie nur Werte ein, die an Ihrem Werkzeug sinnvoll sind. Die Steuerung gibt eine Fehlermeldung aus, wenn Sie Werte korrigieren, die beim aktiven Werkzeug nicht vorhanden sind.

Die Korrekturtabelle ***.tco** enthält folgende Parameter:

Parameter	Bedeutung
NO	Zeilennummer der Tabelle Eingabe: **0...999999999**
DOC	Kommentar Eingabe: **Textbreite 16**
DL	**Aufmaß Werkzeug-Länge?** Deltawert zum Parameter **L** der Werkzeugtabelle Eingabe: **-999.9999...+999.9999**
DR	**Aufmaß Werkzeug-Radius?** Deltawert zum Parameter **R** der Werkzeugtabelle Eingabe: **-999.9999...+999.9999**
DR2	**Aufmaß Werkzeug-Radius 2?** Deltawert zum Parameter **R2** der Werkzeugtabelle Eingabe: **-999.9999...+999.9999**
DXL	**Aufmaß Werkzeug-Länge 2?** Deltawert zum Parameter **DXL** der Drehwerkzeugtabelle Eingabe: **-999.9999...+999.9999**
DYL	**Aufmaß Werkzeug-Länge 3?** Deltawert zum Parameter **DYL** der Drehwerkzeugtabelle Eingabe: **-999.9999...+999.9999**
DZL	**Aufmaß Werkzeug-Länge 1?** Deltawert zum Parameter **DZL** der Drehwerkzeugtabelle Eingabe: **-999.9999...+999.9999**
DL-OVR	**Korrektur der Ausladung** Deltawert zum Parameter **L-OVR** der Schleifwerkzeugtabelle Eingabe: **-999.9999...+999.9999**
DR-OVR	**Korrektur des Radius** Deltawert zum Parameter **R-OVR** der Schleifwerkzeugtabelle Eingabe: **-999.9999...+999.9999**
DLO	**Korrektur der Gesamtlänge** Deltawert zum Parameter **LO** der Schleifwerkzeugtabelle Eingabe: **-999.9999...+999.9999**
DLI	**Korrektur der Länge zur Innenkante** Deltawert zum Parameter **LI** der Schleifwerkzeugtabelle Eingabe: **-999.9999...+999.9999**

23.10.3 Korrekturtabelle *.wco

Anwendung

Die Werte aus den Korrekturtabellen mit der Endung ***.wco** wirken als Verschiebungen im Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS**.

Die Korrekturtabellen ***.wco** werden hauptsächlich für die Drehbearbeitung genutzt (Option #50).

Verwandte Themen

- Korrekturtabellen verwenden
  Weitere Informationen: "Werkzeugkorrektur mit Korrekturtabellen", Seite 320
- Inhalte der Korrekturtabelle ***.tco**
  Weitere Informationen: "Korrekturtabelle *.tco", Seite 637
- Korrekturtabellen während des Programmlaufs editieren
  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten
- Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS**
  Weitere Informationen: "Bearbeitungsebene-Koordinatensystem WPL-CS", Seite 236

Funktionsbeschreibung

Die Korrekturtabelle ***.wco** enthält folgende Parameter:

Parameter	Bedeutung
NO	Zeilennummer der Tabelle Eingabe: **0...999999999**
DOC	Kommentar Eingabe: **Textbreite 16**
X	Verschiebung des Bearbeitungsebene-Koordinatensystems **WPL-CS** in **X** Eingabe: **-999.9999...+999.9999**
Y	Verschiebung des **WPL-CS** in **Y** Eingabe: **-999.9999...+999.9999**
Z	Verschiebung des **WPL-CS** in **Z** Eingabe: **-999.9999...+999.9999**

23.10.4 Korrekturtabelle erstellen

Sie erstellen eine Korrekturtabelle wie folgt:

- Betriebsart **Tabellen** wählen
- **Hinzufügen** wählen
  - > Die Steuerung öffnet die Arbeitsbereiche **Schnellauswahl** und **Datei öffnen**.
- **Neue Tabelle erstellen** wählen
  - > Die Steuerung öffnet das Fenster **Neue Tabelle erstellen**.
- Ordner **tco** oder **wco** wählen
- **Pfad wählen** wählen
  - > Die Steuerung öffnet das Fenster **Speichern unter**.
- Ordner wählen
- Name eingeben
- **Erstellen** wählen
  - > Die Steuerung öffnet die Tabelle.

23.11 Korrekturwerttabelle *.3DTC

Anwendung

In einer Korrekturwerttabelle ***.3DTC** speichert die Steuerung bei Kugelfräsern die Radiusabweichung vom Sollwert bei einem bestimmten Anstellwinkel. Bei Werkstück-Tastsystemen speichert die Steuerung das Auslenkverhalten des Tastsystems bei einem bestimmten Antastwinkel.

Die Steuerung berücksichtigt die ermittelten Daten bei der Abarbeitung von NC-Programmen und beim Antasten.

Verwandte Themen

- Eingriffswinkelabhängige 3D-Radiuskorrektur

  Weitere Informationen: "Eingriffswinkelabhängige 3D-Radiuskorrektur (Option #92)", Seite 340
- Tastsystem 3D-kalibrieren

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten und Abarbeiten

Voraussetzungen

- Software-Option #9 Erweiterte Funktionen Gruppe 2
- Software-Option #92 3D-ToolComp

Funktionsbeschreibung

Korrekturwerttabellen ***.3DTC** müssen im Ordner **TNC:\system\3D-ToolComp** gespeichert sein. Dann können Sie die Tabellen in der Spalte **DR2TABLE** der Werkzeugverwaltung einem Werkzeug zuordnen.

Sie legen für jedes Werkzeug eine eigene Tabelle an.

Eine Korrekturwerttabelle enthält folgende Parameter:

Parameter	Bedeutung
NR	Fortlaufende Zeilennummer der Korrekturwerttabelle Die Steuerung wertet max. 100 Zeilen der Korrekturwerttabelle aus. Eingabe: **0...9999999**
ANGLE	Anstellwinkel bei Werkzeugen oder Antastwinkel bei Werkstück-Tastsystemen Eingabe: **-99999.999999...+99999.999999**
DR2	Radiusabweichung vom Sollwert oder Auslenkung des Tastsystems Eingabe: **-99999.999999...+99999.999999**

24

Übersichten

24.1 Vorbelegte Fehlernummern für FN 14: ERROR

Mit der Funktion **FN 14: ERROR** können Sie Fehlermeldungen im NC-Programm ausgeben.

Weitere Informationen: "Fehlermeldungen ausgeben mit FN 14: ERROR", Seite 487

Folgende Fehlermeldungen sind von HEIDENHAIN vorbelegt:

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

Fehler-Nummer	Text
1034	CYCL 211 nicht erlaubt
1035	Q220 zu groß
1036	Q222 größer Q223 eingeben
1037	Q244 größer 0 eingeben
1038	Q245 ungleich Q246 eingeben
1039	Winkelbereich < 360° eingeben
1040	Q223 größer Q222 eingeben
1041	Q214: 0 nicht erlaubt
1042	Verfahrrichtung nicht definiert
1043	Keine Nullpunkttabelle 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	Nullpunkttabelle?
1069	Fräsart Q351 ungleich 0 eingeben
1070	Gewindetiefe verringern
1071	Kalibrierung durchführen
1072	Toleranz überschritten

Fehler-Nummer	Text
1073	Satzvorlauf aktiv
1074	ORIENTIERUNG nicht erlaubt
1075	3DROT nicht erlaubt
1076	3DROT aktivieren
1077	Tiefe negativ eingeben
1078	Q303 im Messzyklus undefiniert!
1079	Werkzeugachse nicht erlaubt
1080	Berechnete Werte fehlerhaft
1081	Messpunkte widersprüchlich
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
1091	Umschaltung Q399 nicht erlaubt
1092	Werkzeug nicht definiert
1093	Werkzeugnummer nicht erlaubt
1094	Werkzeugname nicht erlaubt
1095	Software-Option nicht aktiv
1096	Restore Kinematik nicht möglich
1097	Funktion nicht erlaubt
1098	Rohteilmaße widersprüchlich
1099	Messposition nicht erlaubt
1100	Kinematik-Zugriff nicht möglich
1101	Messpos. nicht im Verfahrbereich
1102	Presetkompensation nicht möglich
1103	Werkzeug-Radius zu groß
1104	Eintauchart nicht möglich
1105	Eintauchwinkel falsch definiert
1106	Öffnungswinkel nicht definiert
1107	Nutbreite zu groß
1108	Maßfaktoren nicht gleich
1109	Werkzeug-Daten inkonsistent
1110	MOVE nicht möglich
1111	Preset-Setzen nicht erlaubt!

Fehler-Nummer	Text
1112	Gewindelänge zu kurz!
1113	Status 3D-Rot widersprüchlich!
1114	Konfiguration unvollständig
1115	Kein Drehwerkzeug aktiv
1116	Werkzeugorient. inkonsistent
1117	Winkel nicht möglich!
1118	Kreis-Radius zu klein!
1119	Gewindeauslauf zu kurz!
1120	Messpunkte widersprüchlich
1121	Anzahl der Begrenzungen zu hoch
1122	Bearbeitungsstrategie mit Begrenzungen nicht möglich
1123	Bearbeitungsrichtung nicht möglich
1124	Gewindesteigung prüfen!
1125	Winkelberechnung nicht möglich
1126	Exzentrisches Drehen nicht möglich
1127	Kein Fräswerkzeug aktiv
1128	Schneidenlänge nicht ausreichend
1129	Zahnrad-Definition inkonsistent oder unvollständig
1130	Kein Schlichtaufmaß angegeben
1131	Zeile in Tabelle nicht vorhanden
1132	Antastvorgang nicht möglich
1133	Koppelfunktion nicht möglich
1134	Bearbeitungszyklus wird mit dieser NC-Software nicht unterstützt
1135	Tastsystem-Zyklus wird mit dieser NC-Software nicht unterstützt
1136	NC-Programm abgebrochen
1137	Tastsystemdaten unvollständig
1138	Funktion LAC nicht möglich
1139	Wert für Rundung oder Fase zu groß!
1140	Achswinkel ungleich Schwenkwinkel
1141	Zeichenhöhe nicht definiert
1142	Zeichenhöhe zu groß
1143	Toleranzfehler: Werkstück Nacharbeit
1144	Toleranzfehler: Werkstück Ausschuss
1145	Maßdefinition fehlerhaft
1146	Nicht erlaubter Eintrag in Kompensationstabelle
1147	Transformation nicht möglich
1148	Werkzeugspindel ist falsch konfiguriert

Fehler-Nummer	Text
1149	Offset der Drehspindel nicht bekannt
1150	Globale Programmeinstellungen aktiv
1151	Konfiguration der OEM-Makros nicht korrekt
1152	Kombination der programmierten Aufmaße nicht möglich
1153	Messwert nicht erfasst
1154	Toleranzüberwachung prüfen
1155	Bohrung kleiner als Tastkugel
1156	Bezugspunkt setzen nicht möglich
1157	Ausrichten eines Rundtisches ist nicht möglich
1158	Ausrichten von Drehachsen nicht möglich
1159	Zustellung auf Schneidenlänge begrenzt
1160	Bearbeitungstiefe mit 0 definiert
1161	Werkzeugtyp ungeeignet
1162	Schlichtaufmaß nicht definiert
1163	Maschinen-Nullpunkt konnte nicht geschrieben werden
1164	Spindel für Synchronisation konnte nicht ermittelt werden
1165	Funktion ist im aktiven Betriebsmodus nicht möglich
1166	Aufmaß zu groß definiert
1167	Anzahl der Schneiden nicht definiert
1168	Bearbeitungstiefe steigt nicht monoton an
1169	Zustellung fällt nicht monoton ab
1170	Werkzeugradius nicht korrekt definiert
1171	Modus für Rückzug auf Sichere Höhe nicht möglich
1172	Zahnraddefinition nicht korrekt
1173	Antastobjekt enthält unterschiedliche Typen der Maßdefinition
1174	Maßdefinition enthält nicht erlaubte Zeichen
1175	Istwert in Maßdefinition fehlerhaft
1176	Startpunkt für Bohrung zu tief
1177	Maßdefinition: Sollwert fehlt bei manueller Vorpositionierung
1178	Ein Schwesterwerkzeug ist nicht verfügbar
1179	OEM-Makro ist nicht definiert
1180	Messung mit Hilfsachse nicht möglich
1181	Startposition bei Moduloachse nicht möglich
1182	Funktion nur bei geschlossener Türe möglich
1183	Anzahl der möglichen Datensätze überschritten
1184	Inkonsistente Bearbeitungsebene durch Achswinkel bei Grunddrehung
1185	Übergabeparameter enthält nicht erlaubten Wert
1186	Schneidenbreite RCUTS zu groß definiert

Fehler-Nummer	Text
1187	Nutzlänge LU des Werkzeugs zu klein
1188	Die definierte Fase ist zu groß
1189	Fasenwinkel kann mit dem aktiven Werkzeug nicht erzeugt werden
1190	Aufmasse definieren keinen Materialabtrag
1191	Spindelwinkel nicht eindeutig

24.2 Systemdaten

24.2.1 Liste der FN-Funktionen

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
Programminformation				
	10	3	-	Nummer des aktiven Bearbeitungszyklus
		6	-	Nummer des letzten ausgeführten Tastsystemzyklus –1 = keiner
		7	-	Typ des rufenden NC-Programms: –1 = keines 0 = sichtbares NC-Programm 1 = Zyklus / Makro, Hauptprogramm ist sichtbar 2 = Zyklus / Makro, es gibt kein sichtbares Hauptprogramm
		8	1	Maßeinheit des unmittelbar rufenden NC-Programms (das kann auch ein Zyklus sein). Rückgabewerte: 0 = mm 1 = Inch -1 = es gibt kein entsprechendes Programm
			2	Maßeinheit des in der Satzanzeige sichtbaren NC-Programms, von dem aus der aktuelle Zyklus direkt oder indirekt gerufen wurde. Rückgabewerte: 0 = mm 1 = Inch -1 = es gibt kein entsprechendes Programm
		9	-	Innerhalb eines M-Funktions-Makros: Nummer der M-Funktion. Sonst -1
		103	Q-Parame-ter-Nummer	Innerhalb von NC-Zyklen relevant; zur Abfrage, ob der unter IDX angegebene Q-Parameter im zugehörigen CYCLE DEF explizit angegeben wurde.
		110	QS-Parame-ter-Nr.	Gibt es eine Datei mit dem Namen QS(IDX)? 0 = Nein, 1 = Ja Die Funktion löst relative Dateipfade auf.
		111	QS-Parame-ter-Nr.	Gibt es ein Verzeichnis mit dem Namen QS(IDX)? 0 = Nein, 1 = Ja Nur absolute Verzeichnispfade möglich.

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
System-Sprungadressen				
	13	1	-	Label-Nummer oder Label-Name (String oder QS), zu dem bei M2/M30 gesprungen wird, statt das aktuelle NC-Programm zu beenden. Wert = 0: M2/M30 wirkt normal
		2	-	Label-Nummer oder Label-Name (String oder QS), zu dem bei FN14: ERROR mit Reaktion NC-CANCEL gesprungen wird, statt das NC-Programm mit einem Fehler abzubrechen. Die im FN14-Befehl programmierte Fehlernummer kann unter ID992 NR14 gelesen werden. Wert = 0: FN14 wirkt normal.
		3	-	Label-Nummer oder Label-Name (String oder QS), zu dem bei einem internen Server-Fehler (SQL, PLC, CFG) oder bei fehlerhaften Datei-Operationen (FUNCTION FILECOPY, FUNCTION FILEMOVE oder FUNCTION FILEDELETE) gesprungen wird, statt das NC-Programm mit einem Fehler abzubrechen. Wert = 0: Fehler wirkt normal.
Indizierter Zugriff auf Q-Parameter				
	15	11	Q-Parame-ter-Nr.	Liest Q(IDX)
		12	QL-Parame-ter-Nr.	Liest QL(IDX)
		13	QR-Parame-ter-Nr.	Liest QR(IDX)
Maschinenzustand				
	20	1	-	Aktive Werkzeugnummer
		2	-	Vorbereitete Werkzeugnummer
		3	-	Aktive Werkzeugachse 0 = X 6 = U 1 = Y 7 = V 2 = Z 8 = W
		4	-	Programmierte Spindeldrehzahl
		5	-	Aktiver Spindelzustand -1 = Spindelzustand undefiniert 0 = M3 aktiv 1 = M4 aktiv 2 = M5 nach M3 aktiv 3 = M5 nach M4 aktiv
		7	-	Aktive Getriebestufe
		8	-	Aktiver Kühlmittelzustand 0 = Aus, 1 = Ein

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
		9	-	Aktiver Vorschub
		10	-	Index des vorbereiteten Werkzeugs
		11	-	Index des aktiven Werkzeugs
		14	-	Nummer der aktiven Spindel
		20	-	Programmierte Schnittgeschwindigkeit im Drehbetrieb
		21	-	Spindelmodus im Drehbetrieb: 0 = konst. Drehzahl 1 = konst. Schnittgeschw.
		22	-	Kühlmittelzustand M7: 0 = inaktiv, 1 = aktiv
		23	-	Kühlmittelzustand M8: 0 = inaktiv, 1 = aktiv

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
Kanaldaten				
	25	1	-	Kanalnummer
Zyklusparameter				
	30	1	-	Sicherheits-Abstand
		2	-	Bohrtiefe / Frästiefe
		3	-	Zustelltiefe
		4	-	Vorschub Tiefenzustellung
		5	-	Erste Seitenlänge bei Tasche
		6	-	Zweite Seitenlänge bei Tasche
		7	-	Erste Seitenlänge bei Nut
		8	-	Zweite Seitenlänge bei Nut
		9	-	Radius Kreistasche
		10	-	Vorschub Fräsen
		11	-	Umlaufsinn der Fräsbahn
		12	-	Verweilzeit
		13	-	Gewindesteigung Zyklus 17 und 18
		14	-	Schlichtaufmaß
		15	-	Ausräumwinkel
		21	-	Antastwinkel
		22	-	Antastweg
		23	-	Antastvorschub
		49	-	HSC-Mode (Zyklus 32 Toleranz)
		50	-	Toleranz Drehachsen (Zyklus 32 Toleranz)
		52	Q-Parame-ter-Nummer	Art des Übergabeparameters bei Anwen-der-Zyklen: –1: Zyklusparameter in CYCL DEF nicht programmiert 0: Zyklusparameter in CYCL DEF numerisch programmiert (Q-Parameter) 1: Zyklusparameter in CYCL DEF als String programmiert (Q-Parameter)
		60	-	Sichere Höhe (Tastsystemzyklen 30 bis 33)
		61	-	Prüfen (Tastsystemzyklen 30 bis 33)
		62	-	Schneidenvermessung (Tastsystemzy-klen 30 bis 33)
		63	-	Q-Parameter-Nummer für das Ergebnis (Tastsystemzyklen 30 bis 33)
		64	-	Q-Parameter-Typ für das Ergebnis (Tastsystemzyklen 30 bis 33) 1 = Q, 2 = QL, 3 = QR

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
		70	-	Multiplikator für Vorschub (Zyklus 17 und 18)

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
Modaler Zustand				
	35	1	-	Bemaßung: 0 = absolut (G90) 1 = inkremental (G91)
		2	-	Radiuskorrektur: 0 = R0 1 = RR/RL 10 = Face Milling 11 = Peripheral Milling
Daten zu SQL-Tabellen				
	40	1	-	Ergebniscode zum letzten SQL-Befehl. War der letzte Ergebniscode 1 (= Fehler) wird als Rückgabewerte der Fehlercode übergeben.
Daten aus der Werkzeugtabelle				
	50	1	Werkzeug-Nr.	Werkzeuglänge L
		2	Werkzeug-Nr.	Werkzeugradius R
		3	Werkzeug-Nr.	Werkzeugradius R2
		4	Werkzeug-Nr.	Aufmaß Werkzeuglänge DL
		5	Werkzeug-Nr.	Aufmaß Werkzeugradius DR
		6	Werkzeug-Nr.	Aufmaß Werkzeugradius DR2
		7	Werkzeug-Nr.	Werkzeug gesperrt TL 0 = nicht gesperrt, 1 = gesperrt
		8	Werkzeug-Nr.	Nummer des Schwesterwerkzeugs RT
		9	Werkzeug-Nr.	Maximale Standzeit TIME1
		10	Werkzeug-Nr.	Maximale Standzeit TIME2
		11	Werkzeug-Nr.	Aktuelle Standzeit CUR.TIME
		12	Werkzeug-Nr.	PLC-Status
		13	Werkzeug-Nr.	Maximale Schneidenlänge LCUTS
		14	Werkzeug-Nr.	Maximaler Eintauchwinkel ANGLE
		15	Werkzeug-Nr.	TT: Anzahl der Schneiden CUT

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
		16	Werkzeug-Nr.	TT: Verschleißtoleranz Länge LTOL
		17	Werkzeug-Nr.	TT: Verschleißtoleranz Radius RTOL
		18	Werkzeug-Nr.	TT: Drehrichtung DIRECT 0 = Positiv, –1 = Negativ
		19	Werkzeug-Nr.	TT: Versatz Ebene R-OFFS R = 99999,9999
		20	Werkzeug-Nr.	TT: Versatz Länge L-OFFS
		21	Werkzeug-Nr.	TT: Bruchtoleranz Länge LBREAK
		22	Werkzeug-Nr.	TT: Bruchtoleranz Radius RBREAK
		28	Werkzeug-Nr.	Maximal-Drehzahl NMAX
		32	Werkzeug-Nr.	Spitzenwinkel TANGLE
		34	Werkzeug-Nr.	Abheben erlaubt LIFTOFF (0 = Nein, 1 = Ja)
		35	Werkzeug-Nr.	Verschleißtoleranz-Radius R2TOL
		36	Werkzeug-Nr.	Werkzeugtyp TYPE (Fräser = 0, Schleifwerkzeug = 1, ... Tastsystem = 21)
		37	Werkzeug-Nr.	Zugehörige Zeile in der Tastsystemtabelle
		38	Werkzeug-Nr.	Zeitstempel der letzten Verwendung
		39	Werkzeug-Nr.	ACC
		40	Werkzeug-Nr.	Steigung für Gewindezyklen
		41	Werkzeug-Nr.	AFC: Referenzlast
		42	Werkzeug-Nr.	AFC: Überlast Vorwarnung
		43	Werkzeug-Nr.	AFC: Überlast NC-Stopp
		44	Werkzeug-Nr.	Überziehen der Werkzeugstandzeit
		45	Werkzeug-Nr.	Stirnseitige Breite der Schneidplatte (RCUTS)
		46	Werkzeug-Nr.	Nutzlänge des Fräsers (LU)

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
		47	Werkzeug-Nr.	Halsradius des Fräsers (RN)

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
Daten aus der Platztabelle				
	51	1	Platznum-mer	Werkzeugnummer
		2	Platznum-mer	0 = Kein Sonderwerkzeug 1 = Sonderwerkzeug
		3	Platznum-mer	0 = Kein Festplatz 1 = Festplatz
		4	Platznum-mer	0 = kein gesperrter Platz 1 = gesperrter Platz
		5	Platznum-mer	PLC-Status
Werkzeugplatz ermitteln				
	52	1	Werkzeug-Nr.	Platznummer
		2	Werkzeug-Nr.	Werkzeugmagazin-Nummer
Datei-Information				
	56	1	-	Anzahl der Zeilen der Werkzeugtabelle
		2	-	Anzahl der Zeilen der aktiven Nullpunkttabelle
		4	-	Anzahl der Zeilen einer frei definierbaren Tabelle, die mit FN26: TABOPEN geöffnet wurde
Werkzeugdaten für T- und S-Strobes				
	57	1	T-Code	Werkzeugnummer IDX0 = T0-Strobe (WZ ablegen), IDX1 = T1-Strobe (WZ einwechseln), IDX2 = T2-Strobe (WZ vorbereiten)
		2	T-Code	Werkzeugindex IDX0 = T0-Strobe (WZ ablegen), IDX1 = T1-Strobe (WZ einwechseln), IDX2 = T2-Strobe (WZ vorbereiten)
		5	-	Spindeldrehzahl IDX0 = T0-Strobe (WZ ablegen), IDX1 = T1-Strobe (WZ einwechseln), IDX2 = T2-Strobe (WZ vorbereiten)
Im TOOL CALL programmierte Werte				
	60	1	-	Werkzeugnummer T
		2	-	Aktive Werkzeugachse 0 = X 1 = Y 2 = Z 6 = U 7 = V 8 = W
		3	-	Spindeldrehzahl S
		4	-	Aufmaß Werkzeuglänge DL

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
		5	-	Aufmaß Werkzeugradius DR
		6	-	Automatischer TOOL CALL 0 = Ja, 1 = Nein
		7	-	Aufmaß Werkzeugradius DR2
		8	-	Werkzeugindex
		9	-	Aktiver Vorschub
		10	-	Schnittgeschwindigkeit in [mm/min]
Im TOOL DEF programmierte Werte				
	61	0	Werkzeug-Nr.	Nummer der Werkzeugwechsel-Sequenz lesen: 0 = Werkzeug bereits in Spindel, 1 = Wechsel zwischen externen Werkzeugen, 2 = Wechsel internes auf externes Werkzeug, 3 = Wechsel Sonderwerkzeug auf externes Werkzeug, 4 = Einwechseln externes Werkzeug, 5 = Wechsel von externem auf internes Werkzeug, 6 = Wechsel von internem auf internes Werkzeug, 7 = Wechsel von Sonderwerkzeug auf internes Werkzeug, 8 = Einwechseln internes Werkzeug, 9 = Wechsel von externem Werkzeug auf Sonderwerkzeug, 10 = Wechsel von Sonderwerkzeug auf internes Werkzeug, 11 = Wechsel von Sonderwerkzeug auf Sonderwerkzeug, 12 = Einwechseln Sonderwerkzeug, 13 = Auswechseln externes Werkzeug, 14 = Auswechseln internes Werkzeug, 15 = Auswechseln Sonderwerkzeug
		1	-	Werkzeugnummer T
		2	-	Länge
		3	-	Radius
		4	-	Index
		5	-	Werkzeugdaten in TOOL DEF programmiert 1 = Ja, 0 = Nein

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
Mit FUNCTION TURNDATA programmierte Werte				
	62	1	-	Aufmaß Werkzeuglänge DXL
		2	-	Aufmaß Werkzeuglänge DYL
		3	-	Aufmaß Werkzeuglänge DZL
			-	Aufmaß Schneidenradius DRS
Werte von LAC und VSC				
	71	0	0	Index der NC-Achse, für die der LAC-Wiegelauf durchgeführt werden soll bzw. zuletzt durchgeführt wurde (X bis W = 1 bis 9)
			2	Durch den LAC-Wiegelauf ermittelte Gesamtträgheit in [kgm^2] (bei Drehachsen A/B/C) bzw. Gesamtmasse in [kg] (bei Linearachsen X/Y/Z)
		1	0	Zyklus 957 Freifahren aus dem Gewinde
Frei verfügbarer Speicherbereich für Herstellerzyklen				
	72	0-39	0 bis 30	Frei verfügbarer Speicherbereich für Herstellerzyklen. Die Werte werden durch die Steuerung nur bei einem Steuerungs-Reboot zurückgesetzt (= 0). Beim Cancel werden die Werte nicht auf den Wert zurückgesetzt, den sie zum Zeitpunkt der Ausführung hatten. Bis einschließlich 597110-11: nur NR 0-9 und IDX 0-9 Ab 597110-12: NR 0-39 und IDX 0-30
Frei verfügbarer Speicherbereich für Anwenderzyklen				
	73	0-39	0 bis 30	Frei verfügbarer Speicherbereich für Anwenderzyklen. Die Werte werden durch die Steuerung nur bei einem Steuerungsreboot zurückgesetzt (= 0). Beim Cancel werden die Werte nicht auf den Wert zurückgesetzt, den sie zum Zeitpunkt der Ausführung hatten. Bis einschließlich 597110-11: nur NR 0-9 und IDX 0-9 Ab 597110-12: NR 0-39 und IDX 0-30
Minimale und maximale Spindeldrehzahl lesen				
	90	1	Spindel ID	Minimale Spindeldrehzahl der niedrigsten Getriebestufe. Falls keine Getriebestufen konfiguriert sind, wird CfgFeedLimits/minFeed des ersten Parametersatzes der Spindel ausgewertet. Index 99 = aktive Spindel
		2	Spindel ID	Maximale Spindeldrehzahl der höchsten Getriebestufe. Falls keine Getriebestufen konfiguriert sind, wird CfgFeedLi-

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
				mits/maxFeed des ersten Parametersat-zes der Spindel ausgewertet. Index 99 = aktive Spindel
Werkzeugkorrekturen				
	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
		6	Werkzeug-Nr.	Werkzeuglänge Index 0 = aktives Werkzeug
Koordinatentransformationen				
	210	1	-	Grunddrehung (manuell)
		2	-	Programmierte Drehung
		3	-	Aktive Spiegelachse Bit#0 bis 2 und 6 bis 8: Achse X, Y, Z und U, V, W
		4	Achse	Aktiver Maßfaktor Index: 1 - 9 (X, Y, Z, A, B, C, U, V, W)
		5	Drehachse	3D-ROT Index: 1 - 3 (A, B, C)
		6	-	Bearbeitungsebene schwenken in den Programmlauf-Betriebsarten 0 = Nicht aktiv –1 = Aktiv
		7	-	Bearbeitungsebene schwenken in manuellen Betriebsarten 0 = Nicht aktiv –1 = Aktiv
		8	QL-Parame-ter-Nr.	Verdrehwinkel zwischen Spindel und geschwenktem Koordinatensystem. Projiziert den im QL-Parameter hinterleg-

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
				ten Winkel vom Eingabe-Koordinatensystem in das Werkzeugkoordinatensystem. Wird IDX freigelassen, wird der Winkel 0 projiziert.
		10	-	Art der Definition der aktiven Schwenkung: 0 = keine Schwenkung - wird zurückgegeben, falls sowohl in Betriebsart **Manueller Betrieb** als auch in den Automatikbetriebsarten keine Schwenkung aktiv ist. 1 = axial 2 = Raumwinkel
		11	-	Koordinatensystem für manuelle Bewegungen: 0 = Maschinen-Koordinatensystem **M-CS** 1 = Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS** 2 = Werkzeug-Koordinatensystem **T-CS** 4 = Werkstück-Koordinatensystem **W-CS**
		12	Achse	Korrektur im Bearbeitungsebene-Koordinatensystem **WPL-CS** (FUNCTION TURNDATA CORR WPL bzw. FUNCTION CORRDATA WPL) Index: 1 - 9 (X, Y, Z, A, B, C, U, V, W)

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
Aktives Koordinatensystem				
	211	–	-	1 = Eingabesystem (default) 2 = REF-System 3 = Werkzeugwechsel-System
Sondertransformationen im Drehbetrieb				
	215	1	-	Winkel für die Präzession des Eingabesystems in der XY-Ebene im Drehbetrieb. Um die Transformation zurückzusetzen, ist für den Winkel der Wert 0 einzutragen. Diese Transformation wird im Rahmen von Zyklus 800 (Parameter Q497) verwendet.
		3	1-3	Auslesen der mit NR2 geschriebenen Raumwinkel. Index: 1 - 3 (rotA, rotB, rotC)
Aktive Nullpunktverschiebung				
	220	2	Achse	Aktuelle Nullpunktverschiebung in [mm] Index: 1 - 9 (X, Y, Z, A, B, C, U, V, W)
		3	Achse	Differenz zwischen Referenz- und Bezugspunkt lesen. Index: 1 - 9 (X, Y, Z, A, B, C, U, V, W)
		4	Achse	Werte für OEM-Offset lesen. Index: 1 - 9 (X_OFFS, Y_OFFS, Z_OFFS,...)
Verfahrbereich				
	230	2	Achse	Negative Software-Endschalter Index: 1 - 9 (X, Y, Z, A, B, C, U, V, W)
		3	Achse	Positive Software-Endschalter Index: 1 - 9 (X, Y, Z, A, B, C, U, V, W)
		5	-	Software-Endschalter ein- oder aus: 0 = ein, 1 = aus Für Modulo-Achsen muss obere und untere Grenze oder keine Grenze gesetzt sein.
Sollposition im REF-System lesen				
	240	1	Achse	Aktuelle Sollposition im REF-System
Sollposition im REF-System inklusive Offsets (Handrad usw.) lesen				
	241	1	Achse	Aktuelle Sollposition im REF-System
Aktuelle Position im aktiven Koordinatensystem lesen				
	270	1	Achse	Aktuelle Sollposition im Eingabesystem Die Funktion liefert bei Aufruf mit aktiver Werkzeugradiuskorrektur die unkorrigierten Positionen für die Hauptachsen X, Y und Z. Wird die Funktion mit aktiver Werkzeugradiuskorrektur für eine

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
				Drehachse gerufen, wird eine Fehlermeldung ausgegeben. Index: 1 - 9 (X, Y, Z, A, B, C, U, V, W)
Aktuelle Position im aktiven Koordinatensystem inklusive Offsets (Handrad usw.) lesen				
	271	1	Achse	Aktuelle Sollposition im Eingabesystem
Informationen zu M128 lesen				
	280	1	-	M128 aktiv: –1 = ja, 0 = nein
		3	-	Zustand von TCPM nach Q-Nr.: Q-Nr. + 0: TCPM aktiv, 0 = nein, 1 = ja Q-Nr. + 1: AXIS, 0 = POS, 1 = SPAT Q-Nr. + 2: PATHCTRL, 0 = AXIS, 1 = VECTOR Q-Nr. + 3: Vorschub, 0 = F TCP, 1 = F CONT
Maschinenkinematik				
	290	5	-	0: Temperaturkompensation nicht aktiv 1: Temperaturkompensation aktiv
		7	-	KinematicsComp: 0: Kompensationen durch KinematicsComp nicht aktiv 1: Kompensationen durch KinematicsComp aktiv
		10	-	Index der in FUNCTION MODE MILL bzw. FUNCTION MODE TURN programmierten Maschinenkinematik aus Channels/ChannelSettings/CfgKinList/kinCompositeModels –1 = Nicht programmiert
Daten der Maschinenkinematik lesen				
	295	1	QS-Parameter-Nr.	Lesen der Achsnamen der aktiven Dreiachskinematik. Die Achsnamen werden nach QS(IDX), QS(IDX+1) und QS(IDX+2) geschrieben. 0 = Operation erfolgreich
		2	0	Funktion FACING HEAD POS aktiv? 1 = ja, 0 = nein
		4	Drehachse	Lesen, ob die angegebene Drehachse an der kinematischen Berechnung beteiligt ist. 1 = ja, 0 = nein (Eine Drehachse kann mit M138 von der kinematischen Berechnung ausgeschlossen werden.) Index: 4, 5, 6 (A, B, C)

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
		5	Nebenachse	Lesen, ob die angegebene Nebenachse in der Kinematik verwendet wird. -1 = Achse nicht in Kinematik 0 = Achse geht nicht in die kinematische Rechnung ein:
		6	Achse	Winkelkopf: Verschiebungsvektor im Basis-Koordinatensystem B-CS durch Winkelkopf Index: 1, 2, 3 (X, Y, Z)
		7	Achse	Winkelkopf: Richtungsvektor des Werkzeugs im Basis-Koordinatensystem B-CS Index: 1, 2, 3 (X, Y, Z)
		10	Achse	Programmierbare Achsen ermitteln. Zum angegebenen Index der Achse die zugehörige Achs-ID (Index aus CfgAxis/axisList) ermitteln. Index: 1 - 9 (X, Y, Z, A, B, C, U, V, W)
		11	Achs-ID	Programmierbare Achsen ermitteln. Zur angegebenen Achs-ID den Index der Achse (X = 1, Y = 2, ...) ermitteln. Index: Achs-ID (Index aus CfgAxis/axisList)

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
Geometrisches Verhalten modifizieren				
	310	20	Achse	Durchmesserprogrammierung: –1 = ein, 0 = aus
		126	-	M126: –1 = ein, 0 = aus
Aktuelle Systemzeit				
	320	1	0	Systemzeit in Sekunden, die seit dem 01.01.1970, 00:00:00 Uhr vergangen sind (Echtzeit).
			1	Systemzeit in Sekunden, die seit dem 01.01.1970, 00:00:00 Uhr vergangen sind (Vorausrechnung).
		3	-	Bearbeitungszeit des aktuellen NC-Programms lesen.
Formatierung für Systemzeit				
	321	0	0	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Echtzeit) Format: TT.MM.JJJJ hh:mm:ss
			1	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Vorausrechnung) Format: TT.MM.JJJJ hh:mm:ss
		1	0	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Echtzeit) Format: T.MM.JJJJ h:mm:ss
			1	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Vorausrechnung) Format: T.MM.JJJJ h:mm:ss
		2	0	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Echtzeit) Format: T.MM.JJJJ h:mm
			1	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Vorausrechnung) Format: T.MM.JJJJ h:mm
		3	0	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Echtzeit) Format: T.MM.JJ h:mm
			1	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Vorausrechnung) Format: T.MM.JJ h:mm

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
		4	0	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Echtzeit) Format: JJJJ-MM-TT hh:mm:ss
			1	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Vorausrechnung) Format: JJJJ-MM-TT hh:mm:ss
		5	0	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Echtzeit) Format: JJJJ-MM-TT hh:mm
			1	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Vorausrechnung) Format: JJJJ-MM-TT hh:mm
		6	0	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Echtzeit) Format: JJJJ-MM-TT h:mm
			1	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Vorausrechnung) Format: JJJJ-MM-TT h:mm
		7	0	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Echtzeit) Format: JJ-MM-TT h:mm
			1	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Vorausrechnung) Format: JJ-MM-TT h:mm
		8	0	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Echtzeit) Format: TT.MM.JJJJ
			1	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Vorausrechnung) Format: TT.MM.JJJJ
		9	0	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Echtzeit) Format: T.MM.JJJJ
			1	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Vorausrechnung) Format: T.MM.JJJJ

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
		10	0	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Echtzeit) Format: T.MM.JJ
			1	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Vorausrechnung) Format: T.MM.JJ
		11	0	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Echtzeit) Format: JJJJ-MM-TT
			1	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Vorausrechnung) Format: JJJJ-MM-TT
		12	0	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Echtzeit) Format: JJ-MM-TT
			1	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Vorausrechnung) Format: JJ-MM-TT
		13	0	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Echtzeit) Format: hh:mm:ss
			1	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Vorausrechnung) Format: hh:mm:ss
		14	0	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Echtzeit) Format: h:mm:ss
			1	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Vorausrechnung) Format: h:mm:ss
		15	0	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Echtzeit) Format: h:mm
			1	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Vorausrechnung) Format: h:mm

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
		16	0	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Echtzeit) Format: TT.MM.JJJJ hh:mm
			1	Formatierung von: Systemzeit in Sekunden, die seit dem 1.1.1970, 0:00 Uhr vergangen sind (Vorausrechnung) Format: TT.MM.JJJJ hh:mm
		20	0	Aktuelle Kalenderwoche nach ISO 8601 (Echtzeit)
			1	Aktuelle Kalenderwoche nach ISO 8601 (Vorausrechnung)
Globale Programmeinstellungen GPS: Aktivierungszustand global				
	330	0	-	0 = keine GPS-Einstellung aktiv 1 = beliebige GPS-Einstellung aktiv
Globale Programmeinstellungen GPS: Aktivierungszustand einzeln				
	331	0	-	0 = keine GPS-Einstellung aktiv 1 = beliebige GPS-Einstellung aktiv
		1	-	GPS: Grunddrehung 0 = aus, 1 = ein
		3	Achse	GPS: Spiegelung 0 = aus, 1 = ein Index: 1 - 6 (X, Y, Z, A, B, C)
		4	-	GPS: Verschiebung im modifizierten Werkstücksystem 0 = aus, 1 = ein
		5	-	GPS: Drehung im Eingabesystem 0 = aus, 1 = ein
		6	-	GPS: Vorschubfaktor 0 = aus, 1 = ein
		8	-	GPS: Handradüberlagerung 0 = aus, 1 = ein
		10	-	GPS: Virtuelle Werkzeugachse VT 0 = aus, 1 = ein
		15	-	GPS: Auswahl des Handrad-Koordinatensystems 0 = Maschinen-Koordinatensystem M-CS 1 = Werkstück-Koordinatensystem W-CS 2 = modifiziertes Werkstück-Koordinatensystem mW-CS 3 = Bearbeitungsebene-Koordinatensystem WPL-CS
		16	-	GPS: Verschiebung im Werkstücksystem 0 = aus, 1 = ein
		17	-	GPS: Achs-Offset 0 = aus, 1 = ein

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
Globale Programmeinstellungen GPS				
	332	1	-	GPS: Winkel der Grunddrehung
		3	Achse	GPS: Spiegelung 0 = nicht gespiegelt, 1 = gespiegelt Index: 1 - 6 (X, Y, Z, A, B, C)
		4	Achse	GPS: Verschiebung im modifizierten Werkstück-Koordinatensystem mW-CS Index: 1 - 6 (X, Y, Z, A, B, C)
		5	-	GPS: Winkel der Drehung im Eingabe-Koordinatensystem I-CS
		6	-	GPS: Vorschubfaktor
		8	Achse	GPS: Handradüberlagerung Maximum des Betrags Index: 1 - 10 (X, Y, Z, A, B, C, U, V, W, VT)
		9	Achse	GPS: Wert für Handradüberlagerung Index: 1 - 10 (X, Y, Z, A, B, C, U, V, W, VT)
		16	Achse	GPS: Verschiebung im Werkstück-Koordinatensystem W-CS Index: 1 - 3 (X, Y, Z)
		17	Achse	GPS: Achs-Offsets Index: 4 - 6 (A, B, C)
Schaltendes Tastsystem TS				
	350	50	1	Tastsystem-Typ: 0: TS120, 1: TS220, 2: TS440, 3: TS630, 4: TS632, 5: TS640, 6: TS444, 7: TS740
			2	Zeile in der Tastsystemtabelle
		51	-	Wirksame Länge
		52	1	Wirksamer Radius der Tastkugel
			2	Verrundungsradius
		53	1	Mittenversatz (Hauptachse)
			2	Mittenversatz (Nebenachse)
		54	-	Winkel der Spindelorientierung in Grad (Mittenversatz)
		55	1	Eilgang
			2	Messvorschub
			3	Vorschub für Vorpositionierung: FMAX_PROBE oder FMAX_MACHINE
		56	1	Maximaler Messweg
			2	Sicherheitsabstand
		57	1	Spindelorientierung möglich 0 = nein, 1 = ja
			2	Winkel der Spindelorientierung in Grad

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
Tisch-Tastsystem zur Werkzeugvermessung TT				
	350	70	1	TT: Tastsystem-Typ
			2	TT: Zeile in der Tastsystemtabelle
		71	1/2/3	TT: Tastsystem-Mittelpunkt (REF-System)
		72	-	TT: Tastsystem-Radius
		75	1	TT: Eilgang
			2	TT: Messvorschub bei stehender Spindel
			3	TT: Messvorschub bei drehender Spindel
		76	1	TT: Maximaler Messweg
			2	TT: Sicherheitsabstand für Längenmessung
			3	TT: Sicherheitsabstand für Radiusmessung
			4	TT: Abstand Fräser-Unterkante zu Stylus-Oberkante
		77	-	TT: Spindeldrehzahl
		78	-	TT: Antastrichtung
		79	-	TT: Funkübertragung aktivieren
		80	-	TT: Stopp bei Auslenkung des Tastsystems

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
Bezugspunkt aus Tastsystemzyklus (Antastergebnisse)				
	360	1	Koordinate	Letzter Bezugspunkt eines manuellen Tastsystemzyklus bzw. letzter Antastpunkt aus Zyklus 0 (Eingabe-Koordinatensystem). Korrekturen: Länge, Radius und Mittenversatz
		2	Achse	Letzter Bezugspunkt eines manuellen Tastsystemzyklus oder letzter Antastpunkt aus Zyklus 0 (Maschinen-Koordinatensystem; als Index sind nur Achsen der aktiven 3D-Kinematik zulässig). Korrektur: nur Mittenversatz
		3	Koordinate	Messergebnis im Eingabesystem der Tastsystemzyklen 0 und 1. Das Messergebnis wird in Form von Koordinaten ausgelesen. Korrektur: nur Mittenversatz
		4	Koordinate	Letzter Bezugspunkt eines manuellen Tastsystemzyklus bzw. letzter Antastpunkt aus Zyklus 0 (Werkstück-Koordinatensystem). Das Messergebnis wird in Form von Koordinaten ausgelesen. Korrektur: nur Mittenversatz
		5	Achse	Achswerte, unkorrigiert
		6	Koordinate / Achse	Auslesen der Messergebnisse in Form von Koordinaten/Achswerten im Eingabesystem von Antastvorgängen. Korrektur: nur Länge
		10	-	Spindelorientierung
		11	-	Fehlerstatus des Antastvorgangs: 0: Antastvorgang erfolgreich –1: Antastpunkt nicht erreicht –2: Taster zu Beginn des Tastvorgangs bereits ausgelenkt

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
Werte aus aktiver Nullpunkttabelle				
	500	Row number	Spalte	Werte lesen
Werte aus Bezugspunkttabelle (Basistransformation)				
	507	Row number	1-6	Werte lesen
Achs-Offsets aus Bezugspunkttabelle				
	508	Row number	1-9	Werte lesen
Daten zur Palettenbearbeitung				
	510	1	-	Nummer der PAL-Zeile, zu der die laufende Bearbeitung gehört
		2	-	Aktuelle Palettennummer. Wert der Spalte NAME des letzten Eintrags vom Typ PAL. Wenn die Spalte leer ist oder keinen Zahlenwert enthält, wird der Wert -1 zurückgegeben.
		3	-	Aktuelle Zeile der Paletten-Tabelle.
		4	-	Letzte Zeile des NC-Programms der aktuellen Palette.
		5	Achse	Werkzeugorientierte Bearbeitung: Sichere Höhe programmiert: 0 = nein, 1 = ja Index: 1 - 9 (X, Y, Z, A, B, C, U, V, W)
		6	Achse	Werkzeugorientierte Bearbeitung: Sichere Höhe Der Wert ist ungültig, wenn ID510 NR5 mit dem entsprechenden IDX den Wert 0 liefert. Index: 1 - 9 (X, Y, Z, A, B, C, U, V, W)
		10	-	Zeilennummer der Paletten-Tabelle, bis zu der im Satzvorlauf gesucht wird.
		20	-	Art der Palettenbearbeitung? 0 = Werkstückorientiert 1 = Werkzeugorientiert
		21	-	Automatische Fortsetzung nach NC-Fehler: 0 = gesperrt 1 = aktiv 10 = Fortsetzung abbrechen 11 = Fortsetzung mit der Zeile in der Paletten-Tabelle, die ohne den NC-Fehler als nächstes ausgeführt worden wäre 12 = Fortsetzung mit der Zeile in der Paletten-Tabelle, in der der NC-Fehler aufgetreten ist 13 = Fortsetzung mit der nächsten Palette

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
Daten aus Punktetabelle lesen				
	520	Row number	1-3 X/Y/Z	Wert aus aktiver Punktetabelle lesen.
			10	Wert aus aktiver Punktetabelle lesen.
			11	Wert aus aktiver Punktetabelle lesen.
Aktiver Bezugspunkt				
	530	1	-	Nummer des aktiven Bezugspunkts in der aktiven Bezugspunkttabelle.
Aktiver Palettenbezugspunkt				
	540	1	-	Nummer des aktiven Palettenbezugs-punktes. Liefert die Nummer des aktiven Bezugs-punktes zurück. Ist kein Palettenbezugs-punkt aktiv, liefert die Funktion den Wert –1 zurück.
		2	-	Nummer des aktiven Palettenbezugs-punktes. Wie NR1.
Werte für Basistransformation des Palettenbezugspunktes				
	547	row number	Achse	Werte der Basistransformation aus der Palettenpresettabelle lesen. Index: 1 - 6 (X, Y, Z, SPA, SPB, SPC)
Achs-Offsets aus Palettenbezugspunkt-Tabelle				
	548	Row number	Offset	Werte der Achs-Offsets aus der Paletten-bezugspunkt-Tabelle lesen. Index: 1 - 9 (X_OFFS, Y_OFFS, Z_OFFS,...)
OEM-Offset				
	558	Row number	Offset	Werte für OEM-Offset lesen. Index: 4 - 9 (A_OFFS, B_OFFS, C_OFFS,...)
Maschinenzustand				
	590	2	1-30	Frei verfügbar, wird bei Programmanwahl nicht gelöscht.
		3	1-30	Frei verfügbar, wird bei Netzausfall nicht gelöscht (persistente Speicherung).
Look-Ahead-Parameter einer einzelnen Achse lesen bzw. schreiben (Maschinenebene)				
	610	1	-	Minimaler Vorschub (**MP_minPathFeed**) in mm/min.
		2	-	Minimaler Vorschub an Ecken (**MP_min-CornerFeed**) in mm/min
		3	-	Vorschub-Grenze für hohe Geschwindig-keit (**MP_maxG1Feed**) in mm/min
		4	-	Max. Ruck bei niedriger Geschwindigkeit (**MP_maxPathJerk**) in m/s³
		5	-	Max. Ruck bei hoher Geschwindigkeit (**MP_maxPathJerkHi**) in m/s³

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
		6	-	Toleranz bei niedriger Geschwindigkeit (**MP_pathTolerance**) in mm
		7	-	Toleranz bei hoher Geschwindigkeit (**MP_pathToleranceHi**) in mm
		8	-	Max. Ableitung des Rucks (**MP_maxPathYank**) in m/s^4
		9	-	Toleranzfaktor in Kurven (**MP_curveTolFactor**)
		10	-	Anteil des max. zulässigen Rucks bei Krümmungsänderung (**MP_curveJerkFactor**)
		11	-	Max. Ruck bei Antastbewegungen (**MP_pathMeasJerk**)
		12	-	Winkeltoleranz bei Bearbeitungsvorschub (**MP_angleTolerance**)
		13	-	Winkeltoleranz bei Eilgang (**MP_angleToleranceHi**)
		14	-	Max. Eckenwinkel für Polygone (**MP_maxPolyAngle**)
		18	-	Radialbeschleunigung bei Bearbeitungsvorschub(**MP_maxTransAcc**)
		19	-	Radialbeschleunigung bei Eilgang (**MP_maxTransAccHi**)
		20	Index der physikalischen Achse	Max. Vorschub (**MP_maxFeed**) in mm/min
		21	Index der physikalischen Achse	Max. Beschleunigung (**MP_maxAcceleration**) in m/s^2
		22	Index der physikalischen Achse	Maximaler Übergangsruck der Achse bei Eilgang (**MP_axTransJerkHi**) in m/s^2
		23	Index der physikalischen Achse	Maximaler Übergangsruck der Achse bei Bearbeitungsvorschub (**MP_axTransJerk**) in m/s^3
		24	Index der physikalischen Achse	Beschleunigungs-Vorsteuerung (**MP_compAcc**)
		25	Index der physikalischen Achse	Achsspezifischer Ruck bei niedriger Geschwindigkeit (**MP_axPathJerk**) in m/s^3
		26	Index der physikalischen Achse	Achsspezifischer Ruck bei hoher Geschwindigkeit (**MP_axPathJerkHi**) in m/s^3

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
		27	Index der physikali-schen Achse	Genauere Toleranzbetrachtung in Ecken (**MP_reduceCornerFeed**) 0 = ausgeschaltet, 1 = eingeschaltet
		28	Index der physikali-schen Achse	DCM: Maximale Toleranz für Linearach-sen in mm (**MP_maxLinearTolerance**)
		29	Index der physikali-schen Achse	DCM: Maximale Winkeltoleranz in [°] (**MP_maxAngleTolerance**)
		30	Index der physikali-schen Achse	Toleranzüberwachung für verkettete Gewinde (**MP_threadTolerance**)
		31	Index der physikali-schen Achse	Form (**MP_shape**) des **axisCutterLoc** Filters 0: Off 1: Average 2: Triangle 3: HSC 4: Advanced HSC
		32	Index der physikali-schen Achse	Frequenz (**MP_frequency**) des **axisCut-terLoc** Filters in Hz
		33	Index der physikali-schen Achse	Form (**MP_shape**) des **axisPosition** Filters 0: Off 1: Average 2: Triangle 3: HSC 4: Advanced HSC
		34	Index der physikali-schen Achse	Frequenz (**MP_frequency**) des **axisPosi-tion** Filters in Hz
		35	Index der physikali-schen Achse	Ordnung des Filters für Betriebsart **Manueller Betrieb** (**MP_manualFilterOr-der**)
		36	Index der physikali-schen Achse	HSC-Mode (**MP_hscMode**) des **axisCut-terLoc** Filters
		37	Index der physikali-schen Achse	HSC-Mode (**MP_hscMode**) des **axisPosi-tion** Filters
		38	Index der physikali-schen Achse	Achsspezifischer Ruck für Antastbewe-gungen (**MP_axMeasJerk**)
		39	Index der physikali-schen Achse	Gewichtung des Filterfehlers zur Berech-nung der Filterabweichung (**MP_axFilter-ErrWeight**)

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
		40	Index der physikali-schen Achse	Maximale Filterlänge Positionsfilter (**MP_maxHscOrder**)
		41	Index der physikali-schen Achse	Maximale Filterlänge CLP-Filter (**MP_maxHscOrder**)
		42	-	Maximaler Vorschub der Achse bei Bearbeitungsvorschub (**MP_maxWork-Feed**)
		43	-	Maximale Bahnbeschleunigung bei Bearbeitungsvorschub (**MP_maxPat-hAcc**)
		44	-	Maximale Bahnbeschleunigung bei Eilgang (**MP_maxPathAccHi**)
		45	-	Form Smoothing-Filter (**CfgSmoothingFilter/shape**) 0 = Off 1 = Average 2 = Triangle
		46	-	Ordnung Smoothing-Filter (nur ungerade Werte) (**CfgSmoothingFilter/order**)
		47	-	Typ Beschleunigungsprofil (**CfgLaPath/profileType**) 0 = Bellshaped 1 = Trapezoidal 2 = Advanced Trapezoidal
		48	-	Typ Beschleunigungsprofil, Eilgang (**CfgLaPath/profileTypeHi**) 0 = Bellshaped 1 = Trapezoidal 2 = Advanced Trapezoidal
		51	Index der physikali-schen Achse	Kompensation des Schleppfehlers in der Ruckphase (**MP_IpcJerkFact**)
		52	Index der physikali-schen Achse	kv-Faktor des Lagereglers in 1/s (**MP_kv-Factor**)

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
Maximale Auslastung einer Achse messen				
	621	0	Index der physikali-schen Achse	Messung der dynamischen Belastung abschließen und Ergebnis in angegebe-nem Q-Parameter abspeichern.
SIK-Inhalte lesen				
	630	0	Options-Nr.	Es kann explizit ermittelt werden, ob die unter **IDX** angegebene SIK-Option gesetzt ist oder nicht. 1 = Option ist freigeschaltet 0 = Option ist nicht freigeschaltet
		1	-	Es kann ermittelt werden, ob und welcher Feature Content Level (für Upgrade-Funktionen) gesetzt ist. –1 = kein FCL gesetzt <Nr.> = gesetzter FCL
		2	-	Seriennummer des SIK lesen -1 = kein gültiger SIK im System
		10	-	Steuerungstyp ermitteln: 0 = iTNC 530 1 = NCK basierte Steuerung (TNC 640, TNC 620, TNC 320, TNC 128, PNC 610, ...)
Allgemeine Daten der Schleifscheibe				
	780	2	-	Breite
		3	-	Ausladung
		4	-	Winkel Alpha (optional)
		5	-	Winkel Gamma (optional)
		6	-	Tiefe (optional)
		7	-	Rundungsradius an der Kante "Further" (optional)
		8	-	Rundungsradius an der Kante "Nearer" (optional)
		9	-	Rundungsradius an der Kante "Neares-t" (optional)
		10	-	Aktive Kante:
		11	-	Typ der Schleifscheibe (Gerade/Schräg)
		12	-	Außen- oder Innenscheibe?
		13	-	Korrekturwinkel der B-Achse (gegenüber dem Grundwinkel des Platzes)
		14	-	Typ der schrägen Scheibe
		15	-	Gesamtlänge der Schleifscheibe
		16	-	Länge der Innenkante der Schleifscheibe
		17	-	Minimaler Scheibendurchmesser (Abnüt-zungsgrenze)

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
		18	-	Minimale Scheibenbreite (Abnützungs-grenze)
		19	-	Werkzeugnummer
		20	-	Schnittgeschwindigkeit
		21	-	Maximal erlaubte Schnittgeschwindigkeit
		27	-	Scheibe vom Basistyp hinterzogen
		28	-	Hinterzugwinkel an der Außenseite
		29	-	Hinterzugwinkel an der Innenseite
		30	-	Erfassungsstatus
		31	-	Radiuskorrektur
		32	-	Gesamtlängenkorrektur
		33	-	Ausladungskorrektur
		34	-	Korrektur der Länge bis zur innersten Kante
		35	-	Radius des Schafts der Schleifscheibe
		36	-	Initial-Abrichten durchgeführt?
		37	-	Abrichterplatz für das Initial-Abrichten
		38	-	Abrichtwerkzeug für das Initial-Abrichten
		39	-	Schleifscheibe vermessen?
		51	-	Abrichtwerkzeug für Abrichten am Durch-messer
		52	-	Abrichtwerkzeug für Abrichten an der Außenkante
		53	-	Abrichtwerkzeug für Abrichten an der Innenkante
		54	-	Abrichten des Durchmessers nach Anzahl aufrufen
		55	-	Abrichten der Außenkante nach Anzahl aufrufen
		56	-	Abrichten der Innenkante nach Anzahl aufrufen
		57	-	Abrichtzähler Durchmesser
		58	-	Abrichtzähler Außenkante
		59	-	Abrichtzähler Innenkante
		101	-	Radius der Schleifscheibe

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
Detaillierte Geometrie (Kontur) der Schleifscheibe				
	783	1	1	Fasenbreite der Scheibenseite außen
			2	Fasenbreite der Scheibenseite innen
		2	1	Fasenwinkel der Scheibenseite außen
			2	Fasenwinkel der Scheibenseite innen
		3	1	Eckenradius der Scheibenseite außen
			2	Eckenradius der Scheibenseite innen
		4	1	Seitenlänge der Scheibenseite außen
			2	Seitenlänge der Scheibenseite innen
		5	1	Länge des Hinterzugs der Scheibenseite außen
			2	Länge des Hinterzugs der Scheibenseite innen
		6	1	Winkel des Hinterzugs der Scheibenseite außen
			2	Winkel des Hinterzugs der Scheibenseite innen
		7	1	Länge des Hinterstichs der Scheibenseite außen
			2	Länge des Hinterstichs der Scheibenseite innen
		8	1	Ausfahrradius der Scheibenseite außen
			2	Ausfahrradius der Scheibenseite innen
		9	1	Gesamttiefe außen
			2	Gesamttiefe innen

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
Informationen der Funktionalen Sicherheit FS lesen				
	820	1	-	Einschränkung durch FS: 0 = Keine Funktionale Sicherheit FS, 1 = Schutztür offen SOM1, 2 = Schutztür offen SOM2, 3 = Schutztür offen SOM3, 4 = Schutztür offen SOM4, 5 = alle Schutztüren zu
Daten für Unwucht-Überwachung schreiben				
	850	10	-	Unwucht-Überwachung aktivieren und deaktivieren 0 = Unwucht-Überwachung nicht aktiv 1 = Unwucht-Überwachung aktiv
Zähler				
	920	1	-	Geplante Werkstücke. Der Zähler liefert in Betriebsart **Programm-Test** generell den Wert 0.
		2	-	Bereits gefertigte Werkstücke. Der Zähler liefert in Betriebsart **Programm-Test** generell den Wert 0.
		12	-	Noch zu fertigende Werkstücke. Der Zähler liefert in Betriebsart **Programm-Test** generell den Wert 0.
Daten des aktuellen Werkzeugs lesen und schreiben				
	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 bei TOOL CALL
		11	-	Aktuelle Standzeit CUR.TIME
		12	-	PLC-Status
		13	-	Schneidenlänge in der Werkzeugachse LCUTS
		14	-	Maximaler Eintauchwinkel ANGLE
		15	-	TT: Anzahl der Schneiden CUT
		16	-	TT: Verschleiß-Toleranz Länge LTOL

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
		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
		28	-	Maximal-Drehzahl [1/min] NMAX
		32	-	Spitzenwinkel TANGLE
		34	-	Abheben erlaubt LIFTOFF (0=Nein, 1=Ja)
		35	-	Verschleißtoleranz-Radius R2TOL
		36	-	Werkzeugtyp (Fräser = 0, Schleifwerkzeug = 1, ... Tastsystem = 21)
		37	-	Zugehörige Zeile in der Tastsystemtabelle
		38	-	Zeitstempel der letzten Verwendung
		39	-	ACC
		40	-	Steigung für Gewindezyklen
		41	-	AFC: Referenzlast
		42	-	AFC: Überlast Vorwarnung
		43	-	AFC: Überlast NC-Stopp
		44	-	Überziehen der Werkzeugstandzeit
		45	-	Stirnseitige Breite der Schneidplatte (RCUTS)
		46	-	Nutzlänge des Fräsers (LU)
		47	-	Halsradius des Fräsers (RN)

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
Daten des aktuellen Drehwerkzeugs lesen und schreiben				
	951	1	-	Werkzeugnummer
		2	-	Werkzeug-Länge XL
		3	-	Werkzeug-Länge YL
		4	-	Werkzeug-Länge ZL
		5	-	Aufmaß Werkzeug-Länge DXL
		6	-	Aufmaß Werkzeug-Länge DYL
		7	-	Aufmaß Werkzeug-Länge DZL
		8	-	Schneidenradius RS
		9	-	Werkzeug-Orientierung TO
		10	-	Orientierungswinkel der Spindel ORI
		11	-	Einstellwinkel P_ANGLE
		12	-	Spitzenwinkel T_ANGLE
		13	-	Stecherbreite CUT_WIDTH
		14	-	Typ (z. B. Schrupp-, Schlicht-, Gewinde-, Stech- oder Pilzwerkzeug)
		15	-	Schneidenlänge CUT_LENGTH
		16	-	Korrektur des Werkstückdurchmessers WPL-DX-DIAM im Bearbeitungsebe-ne-Koordinatensystem WPL-CS
		17	-	Korrektur der Werkstücklänge WPL-DZL im Bearbeitungsebene-Koordinatensys-tem WPL-CS
		18	-	Aufmaß Stecherbreite
		19	-	Aufmaß Schneidenradius
		20	-	Drehung um den B-Raumwinkel für gekröpfte Stechwerkzeuge

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
Daten des aktiven Abrichters				
	952	1	-	Werkzeugnummer
		2	-	Werkzeug-Länge XL
		3	-	Werkzeug-Länge YL
		4	-	Werkzeug-Länge ZL
		5	-	Aufmass Werkzeug-Länge DXL
		6	-	Aufmass Werkzeug-Länge DYL
		7	-	Aufmass Werkzeug-Länge DZL
		8	-	Schneidenradius
		9	-	Schneidenlage
		13	-	Schneidenbreite für Fliese oder Rolle
		14	-	Typ (z.B. Diamant, Fliese, Spindel, Rolle)
		19	-	Schneidenradiusaufmaß
		20	-	Drehzahl einer Abrichtspindel oder -rolle

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
Frei verfügbarer Speicherbereich für Werkzeug-Verwaltung				
	956	0-9	-	Frei verfügbarer Datenbereich für Werkzeug-Verwaltung. Die Daten werden beim Programm-Abbruch nicht zurückgesetzt.
Werkzeugeinsatz und -bestückung				
	975	1	-	Werkzeugeinsatzprüfung für das aktuelle NC-Programm: Ergebnis –2: Keine Prüfung möglich, Funktion ist in der Konfiguration ausgeschaltet Ergebnis –1: Keine Prüfung möglich, Werkzeug-Einsatzdatei fehlt Ergebnis 0: OK, alle Werkzeuge verfügbar Ergebnis 1: Prüfung nicht OK
		2	Zeile	Verfügbarkeit der Werkzeuge prüfen, die in der Palette aus Zeile IDX in der aktuellen Palettentabelle benötigt werden. –3 = In Zeile IDX ist keine Palette definiert oder Funktion wurde außerhalb der Palettenbearbeitung gerufen –2 / –1 / 0 / 1 siehe NR1
Abheben des Werkzeugs bei NC-Stopp				
	980	3	-	(Diese Funktion ist veraltet - HEIDENHAIN empfiehlt: Nicht mehr verwenden. ID980 NR3 = 1 ist äquivalent zu ID980 NR1 = –1, ID980 NR3 = 0 wirkt äquivalent zu ID980 NR1 = 0. Andere Werte sind nicht zulässig.) Abheben auf den in CfgLiftOff definierten Wert freigeben: 0 = Abheben sperren 1 = Abheben freigeben
Tastsystemzyklen und Koordinatentransformationen				
	990	1	-	Anfahrverhalten: 0 = Standardverhalten, 1 = Antastposition ohne Korrektur anfahren. Wirksamer Radius, Sicherheitsabstand Null
		2	16	Maschinenbetriebsart Automatik/Manuell
		4	-	0 = Taststift nicht ausgelenkt 1 = Taststift ausgelenkt
		6	-	Tisch-Tastsystem TT aktiv? 1 = Ja 0 = Nein
		8	-	Aktueller Spindelwinkel in [°]

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
		10	QS-Parame-ter-Nr.	Werkzeugnummer aus Werkzeugnamen ermitteln. Der Rückgabewert richtet sich nach den konfigurierten Regeln zur Suche des Schwesterwerkzeugs. Gibt es mehrere Werkzeuge mit gleichem Namen, wird das erste Werkzeug aus der Werkzeugtabelle geliefert. Ist das nach den Regeln ausgewählte Werkzeug gesperrt, wird ein Schwester-werkzeug zurückgeliefert. Die Funktion liefert nur die Werkzeugnum-mer, nicht den Index. –1: Kein Werkzeug mit dem übergebenen Namen in der Werkzeugtabelle gefunden oder alle in Frage kommenden Werkzeu-ge gesperrt.
		16	0	0 = Kontrolle über die Kanal-Spindel an PLC übergeben, 1 = Kontrolle über die Kanal-Spindel übernehmen
			1	0 = Kontrolle über die WZ-Spindel an PLC übergeben, 1 = Kontrolle über die WZ-Spindel übernehmen
		19	-	Antastbewegung in Zyklen unterdrücken: 0 = Bewegung wird unterdrückt (Parame-ter CfgMachineSimul/simMode ungleich FullOperation oder Betriebsart **Programm-Test** aktiv) 1 = Bewegung wird ausgeführt (Parame-ter CfgMachineSimul/simMode = FullOperation, kann für Testzwecke geschrieben werden)

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
Abarbeitungs-Status				
	992	10	-	Satzvorlauf aktiv 1 = ja, 0 = nein
		11	-	Satzvorlauf - Informationen zur Satzsuche: 0 = NC-Programm ohne Satzvorlauf gestartet 1 = Iniprog-Systemzyklus vor Satzsuche wird ausgeführt 2 = Satzsuche läuft 3 = Funktionen werden nachgeführt –1 = Iniprog-Zyklus vor Satzsuche wurde abgebrochen –2 = Abbruch während der Satzsuche –3 = Abbruch des Satzvorlaufs nach der Suchphase, vor oder während dem Nachführen von Funktionen –99 = Impliziter Cancel
		12	-	Art des Abbruchs zur Abfrage innerhalb des OEM_CANCEL- Makros: 0 = Kein Abbruch 1 = Abbruch wegen Fehler oder Not-Halt 2 = Expliziter Abbruch mit Intern Stopp nach Stopp in Satzmitte 3 = Expliziter Abbruch mit Intern Stopp nach Stopp an Satzgrenze
		14	-	Nummer des letzten FN14-Fehlers
		16	-	Echte Abarbeitung aktiv? 1 = Abarbeitung, 0 = Simulation
		17	-	2D-Programmiergrafik aktiv? 1 = ja 0 = nein
		18	-	Programmiergrafik mitführen (Softkey **AUTOM. ZEICHNEN**) aktiv? 1 = ja 0 = nein
		20	-	Informationen zur Fräs-Drehbearbeitung: 0 = Fräsen (nach **FUNCTION MODE MILL**) 1 = Drehen (nach **FUNCTION MODE TURN**) 10 = Ausführung der Operationen für den Übergang von Drehbetrieb auf Fräsbetrieb 11 = Ausführung der Operationen für den Übergang von Fräsbetrieb auf Drehbetrieb
		30	-	Interpolation von mehreren Achsen erlaubt? 0 = nein (z. B. bei Streckensteuerung) 1 = ja

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
		31	-	R+/R– im MDI-Betrieb möglich / erlaubt? 0 = nein 1 = ja
		32	0	Zyklusaufruf möglich / erlaubt? 0 = nein 1 = ja
			Zyklusnum-mer	Einzelner Zyklus frei geschaltet: 0 = nein 1 = ja
		40	-	Tabellen in BA **Programm-Test** kopieren? Wert 1 wird bei Programmanwahl und bei Betätigung des Softkeys **RESET+START** gesetzt. Der Systemzyklus **iniprog.h** kopiert dann die Tabellen und setzt das Systemdatum zurück. 0 = nein 1 = ja
		101	-	M101 aktiv (sichtbarer Zustand)? 0 = nein 1 = ja
		136	-	M136 aktiv? 0 = nein 1 = ja

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
Maschinen-Parameter-Teildatei aktivieren				
	1020	13	QS-Parame-ter-Nr.	Maschinen-Parameter-Teildatei mit Pfad aus QS-Nummer (IDX) geladen? 1 = ja 0 = nein
Konfigurationseinstellungen für Zyklen				
	1030	1	-	Fehlermeldung **Spindel dreht nicht** anzeigen? **(CfgGeoCycle/displaySpindleErr)** 0 = nein, 1 = ja
			-	Fehlermeldung **Vorzeichen Tiefe überprüfen!** anzeigen? **(CfgGeoCycle/displayDepthErr)** 0 = nein, 1 = ja
Datenübergabe zwischen HEIDENHAIN-Zyklen und OEM-Makros				
	1031	1	0	Komponentenüberwachung: Zähler der Messung. Zyklus 238 Maschinendaten messen zählt diesen Zähler automatisch hoch.
			1	Komponentenüberwachung: Art der Messung –1 = keine Messung 0 = Kreisformtest 1 = Wasserfalldiagramm 2 = Frequenzgang 3 = Hüllkurvenspektrum 4 = Erweiterter Frequenzgang
			2	Komponentenüberwachung: Index der Achse aus **CfgAxes\MP_axisList**
			3 – 9	Komponentenüberwachung: Weitere Argumente in Abhängigkeit der Messung
		100	-	Komponentenüberwachung: Optionale Namen der Überwachungsaufgaben, wie unter **System\Monitoring\CfgMonCom-ponent** parametriert. Nach Abschluss der Messung werden die hier angegebe-nen Überwachungsaufgaben nachein-ander ausgeführt. Achten Sie bei der Parametrierung darauf die aufgelisteten Überwachungsaufgaben durch Kommas zu trennen.
Anwendereinstellungen für die Benutzeroberfläche				
	1070	1	-	Vorschubgrenze von Softkey FMAX, 0 = FMAX inaktiv
Bit Test				
	2300	Number	Bit-Nummer	Die Funktion prüft, ob ein Bit in einer Zahl gesetzt ist. Die zu kontrollierende Zahl wird als NR übergeben, das gesucht Bit

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
				als IDX, dabei bezeichnet IDX0 das niederwertigste Bit. Um die Funktion für große Zahlen aufzurufen, muss die NR als Q-Parameter übergeben werden. 0 = Bit nicht gesetzt 1 = Bit gesetzt
Programminformationen (Systemstring)				
	10010	1	0/1/2/3	IDX0 = Vollständiger Pfad des aktuellen Hauptprogramms oder Palettenprogramms IDX1 = Dateipfad des Verzeichnisses, in dem das NC-Programm liegt IDX2 = Name des NC-Programms, ohne Pfad und Dateierweiterung IDX3 = Dateierweiterung des NC-Programms
		2	0/1/2/3	IDX0 = Vollständiger Pfad des in der Satzanzeige sichtbaren NC-Programms IDX1 = Dateipfad des Verzeichnisses, in dem das NC-Programm liegt IDX2 = Name des NC-Programms, ohne Pfad und Dateierweiterung IDX3 = Dateierweiterung des NC-Programms
		3	-	Pfad des mit **SEL CYCLE** oder **CYCLE DEF 12 PGM CALL** angewählten Zyklus bzw. Pfad des aktuell gewählten Zyklus.
		10	-	Pfad des mit **SEL PGM „...“** angewählten NC-Programms.
Indizierter Zugriff auf QS-Parameter				
	10015	20	QS-Parameter-Nr.	Liest QS(IDX)
		30	QS-Parameter-Nr.	Liefert den String, den man erhält, wenn in QS(IDX) alles außer Buchstaben und Zahlen durch '_' ersetzt wird.
Kanaldaten lesen (Systemstring)				
	10025	1	-	Name des Bearbeitungskanals (Key)
Daten zu SQL-Tabellen lesen (Systemstring)				
	10040	1	-	Symbolischer Name der Bezugspunkttabelle.
		2	-	Symbolischer Name der Nullpunkttabelle.
		3	-	Symbolischer Name der Paletten-Bezugspunkttabelle.
		10	-	Symbolischer Name der Werkzeugtabelle.
		11	-	Symbolischer Name der Platztabelle.
		12	-	Symbolischer Name der Drehwerkzeugtabelle

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
Im Werkzeugaufruf programmierte Werte (Systemstring)				
	10060	1	-	Werkzeugname
Maschinenkinematik (Systemstring)				
	10290	10	-	Symbolischer Name der mit **FUNCTION MODE MILL** bzw. **FUNCTION MODE TURN** programmierten Maschinenkinematik aus Channels/ChannelSettings/CfgKin-List/kinCompositeModels.
Verfahrbereichsumschaltung (Systemstring)				
	10300	1	-	Keyname des zuletzt aktivierten Verfahr-bereichs
Aktuelle Systemzeit lesen (Systemstring)				
	10321	1 - 16	-	0: TT.MM.JJJJ hh:mm:ss 1: T.MM.JJJJ h:mm:ss 2: T.MM.JJJJ h:mm 3: T.MM.JJ h:mm 4: JJJJ-MM-TT hh:mm:ss 5: JJJJ-MM-TT hh:mm 6: JJJJ-MM-TT h:mm 7: JJ-MM-TT h:mm 8: TT.MM.JJJJ 9: T.MM.JJJJ 10: T.MM.JJ 11: JJJJ-MM-TT 12: JJ-MM-TT 13: hh:mm:ss 14: h:mm:ss 15: h:mm 16: TT.MM.JJJJ hh:mm 20: Kalenderwoche nach ISO 8601 Alternativ kann mit **DAT** in **SYSSTR(...)** eine Systemzeit in Sekunden angegeben werden, die zur Formatierung verwendet werden soll.
Daten der Tastsysteme (TS, TT) lesen (Systemstring)				
	10350	50	-	Typ des Tastsystems TS aus Spalte TYPE der Tastsystemtabelle (**tchprobe.tp**).
		70	-	Typ des Werkzeug-Tastsystems TT aus CfgTT/type.
		73	-	Keyname des aktiven Tisch-Tastsystems TT aus **CfgProbes/activeTT**.
Daten der Tastsysteme (TS, TT) lesen und schreiben (Systemstring)				
	10350	74	-	Seriennummer des aktiven Tisch-Tastsystems TT aus **CfgPro-bes/activeTT**.

Gruppen-name	Gruppen-nummer ID...	Systemda-tennummer NR...	Index IDX...	Beschreibung
Daten zur Palettenbearbeitung lesen (Systemstring)				
	10510	1	-	Name der Palette
		2	-	Pfad der aktuell angewählten Palettenta-belle.
Versionskennung der NC-Software lesen (Systemstring)				
	10630	10	-	Der String entspricht dem Format der angezeigten Versionskennung, also z. B. **340590 10** oder **817601 06 SP1**.
Allgemeine Daten der Schleifscheibe				
	10780	1	-	Name der Schleifscheibe
Information für Unwuchtzyklus lesen (Systemstring)				
	10855	1	-	Pfad der Unwucht-Kalibriertabelle, die zur aktiven Kinematik gehört
Daten des aktuellen Werkzeugs lesen (Systemstring)				
	10950	1	-	Name des aktuellen Werkzeugs
		2	-	Eintrag aus der Spalte DOC des aktiven Werkzeugs
		3	-	AFC-Regeleinstellung
		4	-	Werkzeugträgerkinematik
		5	-	Eintrag aus Spalte DR2TABLE - Datei-name der Korrekturwerttabelle für 3D-ToolComp
Daten von FUNCTION MODE SET lesen (Systemstring)				
	11031	10	-	Liefert die Auswahl des Makro FUNCTION MODE SET <OEM-Mode> als String.

Index

3

3D-ToolComp..... 340
Korrekturwerttabelle..... 641
3D-Werkzeugkorrektur..... 325
Gerade LN..... 326
gesamter Werkzeugradius..... 338
Grundlagen..... 325
Stirnfräsen..... 329
Umfangsfräsen..... 335
Werkzeug..... 327

A

Abrichten..... 141
aktivieren..... 142
Absolute Eingabe..... 174
Achsbezeichnung..... 100
Adaptive Vorschubregelung AFC..... 378
Advanced Dynamic Prediction ADP..... 421
AFC..... 378
programmieren..... 380
Anfahrfunktion..... 201
APPR CT..... 206
APPR LCT..... 207
APPR LN..... 205
APPR LT..... 204
APPR PCT..... 206
APPR PLCT..... 207
APPR PLN..... 205
APPR PLT..... 204
Angestellte Bearbeitung..... 299
Angestellte Drehbearbeitung..... 131
Arbeitsbereiche..... 61
Übersicht..... 62
Aufteilung Benutzerhandbuch..... 31
Auftragsliste..... 599
Batch Process Manager..... 604
editieren..... 600
werkzeugorientiert..... 608
Ausblenden von NC-Sätzen..... 560
Auswahfunktion
NC-Programm aufrufen..... 220
Auswahlfunktion..... 220
Datei..... 357
Korrekturtabelle..... 322
NC-Programm..... 222
Nullpunkttabelle..... 247
Übersicht..... 220

B

Bahnfunktion
anfahren und verlassen..... 201
Fase..... 181
Gerade L..... 180
Gerade LN..... 326
Grundlagen..... 176
Kreisbahn C..... 184
Kreisbahn CR..... 185
Kreisbahn CT..... 187
Kreismittelpunkt..... 183
Polarkoordinaten..... 191
Rundung..... 182
Übersicht..... 180
Basis-Koordinatensystem..... 232
Batch Process Manager..... 604
B-CS..... 232
Bearbeitungsart Fräsen..... 412
Bearbeitungsebene..... 100
Drehen..... 126
Bearbeitungsebene-Koordinatensystem..... 236
Bearbeitungsebene schwenken
Grundlagen..... 255
Kopfdrehachse..... 256
manuell..... 255
programmiert..... 256
Tischdrehachse..... 256
Bearbeitungsmodus..... 124
Bearbeitungsvorschub..... 168
Bedienelemente..... 65
Bedienhilfen..... 551
Bestimmungsgemäßer Gebrauch..... 40
Betriebsart
Dateien..... 344
Programmieren..... 106
Tabellen..... 614
Übersicht..... 59
Bewegungsführung ADP..... 421
Bezugspunkt
im NC-Programm aktivieren.. 243
im NC-Programm kopieren.... 244
im NC-Programm korrigieren 245
Bezugssystem..... 228
Basis-Koordinatensystem..... 232
Bearbeitungsebene-Koordinatensystem..... 236
Eingabe-Koordinatensystem. 238
Maschinen-Koordinatensystem.... 229
Werkstück-Koordinatensystem..... 233
Werkzeug-Koordinatensystem..... 240
Bildschirm..... 53
Bildschirmtastatur..... 555
Blockform..... 148

C

CAD-Modell..... 414
CAM..... 409
Ausgabe..... 415
Ausgabeformat..... 410
Software-Optionen..... 421
CAM-Programm..... 409
abarbeiten..... 417
Korrektur..... 325
CR2..... 162

D

Datei..... 343
iTNC 530 anpassen..... 354
iTNC 530 Import..... 354
öffnen mit OPEN FILE..... 357
verwalten mit FUNCTION FILE..... 358
Zeichen..... 348
Dateiendung..... 349
Dateiformat..... 349
Dateifunktion..... 353
im NC-Programm..... 357
Dateiname..... 348
Dateipfad..... 348
absolut..... 348
relativ..... 348
Dateityp..... 349
Dateiverwaltung..... 344
suchen..... 346
DCM..... 362
NC-Funktion..... 367
Simulation..... 366
Spannmittel..... 368
Deltalänge..... 312
Deltaradius..... 313
Deltawert..... 310
Drehbearbeitung..... 126
angestellt..... 131
Bearbeitungsebene..... 126
Drehzahl..... 128
FreeTurn..... 134
Grundlagen..... 126
Planschieber..... 400
Rohteilnachführung..... 154
simultan..... 132
Vorschubgeschwindigkeit..... 130
Drehbetrieb..... 124
Unwucht..... 136
Drehung
NC-Funktion..... 252
Drehwerkzeug
korrigieren..... 323
Drehzahl..... 167
pulsierend..... 384
Durchmesserabhängige Schnittdatentabelle..... 632
Dynamic Efficiency..... 422
Dynamic Precision..... 423
Dynamische Kollisionsüberwachung DCM..... 362

E

Eingabe-Koordinatensystem..... 238
Eingriffswinkelabhängige Werkzeugkorrektur..... 340
  Korrekturwerttabelle..... 641
Einsatzort..... 40
Erste Schritte..... 77
  programmieren..... 80
Erweiterte Prüfung..... 372

F

FCL..... 52
Feature Content Level..... 52
Fehlermeldung..... 644
  ausgeben..... 487
Flächennormalenvektor..... 325
FN 16..... 488
  Ausgabeformat..... 488
FN 18..... 493
FN 26..... 498
FN 27..... 499
FN 28..... 500
FN 38..... 496
Formular..... 116
Fräsbetrieb..... 124
FreeTurn..... 134
Frei definierbare Tabelle..... 624
  beschreiben..... 499
  lesen..... 500
  öffnen..... 498
  Zugriff..... 498
FUNCTION DCM..... 367
FUNCTION DRESS..... 142
FUNCTION TCPM..... 301
  REFPNT..... 306
  Werkzeug-Führungspunkt..... 306
Funktion STOP..... 426
  programmieren..... 426

G

Gerade L..... 180
Gerade LN..... 326, 412
Gerade polar..... 192
Geschwindigkeit der Simulation 596
Gesten..... 65
Gewähltes Programm aufrufen. 222
Gliederung..... 561
  erstellen..... 560
Gliederungspunkt..... 560
GOTO..... 558
Grafik..... 577
Grafisch programmieren..... 533
  Erste Schritte..... 548
  Kontur exportieren..... 545
  Kontur importieren..... 542
Grundlagen
  programmieren..... 104

H

Handrad-Überlagerung
  M118..... 441
Hardware..... 53
Helix..... 195
  Beispiel..... 198
Hilfsbild..... 111
Hinweistypen..... 32

I

I-CS..... 238
Inkrementale Eingabe..... 175
Integrierte Produkthilfe
  TNCguide..... 34
Interface..... 58
iTNC 530
  Datei anpassen..... 354
  Werkzeugtabelle importieren 354

K

Kartesische Koordinaten..... 172
Kartesisches Koordinatensystem..... 229
Klartext-Editor..... 118
Klartextprogrammierung..... 104
Kollisionsüberwachung..... 362
  NC-Funktion..... 367
  Simulation..... 366
  Spannmittel..... 368
Kommentar einfügen..... 559
Komponentenüberwachung
  Heatmap..... 390
Kontakt..... 37
Kontextmenü..... 568
Kontur..... 533
  Erste Schritte..... 548
  exportieren..... 545
  importieren..... 542
Kontur anfahren..... 201
Kontur verlassen..... 201
Koordinatendefinition
  Absolut..... 174
  Inkremental..... 175
  Kartesisch..... 172
  Polar..... 173
Koordinatenschleifen..... 140
Koordinatensystem..... 228
  Grundlagen..... 229
  Koordinatenursprung..... 229
Koordinatentransformation..... 248
  Drehung..... 252
  Nullpunktverschiebung..... 248
  Skalierung..... 254
  Spiegelung..... 250
Korrektur
  CAM-Programm..... 325
  Drehwerkzeug..... 323
  Eingriffswinkel..... 340
  Kugelfräser..... 340
Korrekturtabelle..... 320
  erstellen..... 641
  Spalten..... 637
  tco..... 321
  wählen..... 322
  wco..... 321
  Wert aktivieren..... 322
Korrekturwerttabelle 3DTC..... 641
Kreisberechnung..... 485
Kreismittelpunkt..... 183

L

Label..... 216
  aufrufen..... 217
  definieren..... 216
Längenkorrektur..... 312
Längenmessgerät..... 101
Liftoff..... 373
Linearsatz..... 180
Lizenzbedingung..... 53

M

M92-Nullpunkt M92-ZP..... 102
Maschinen-Koordinatensystem. 229
Maschinen-Nullpunkt..... 102
M-CS..... 229
Messen in der Simulation..... 591
Messgerät..... 101
M-Funktion..... 425
  für das Bahnverhalten..... 433
  für Koordinatenangaben..... 430
  für Werkzeuge..... 462
  Übersicht..... 427
Modellvergleich..... 594

N

NC-Funktion ändern..... 120
NC-Funktion einfügen..... 118
NC-Grundlagen..... 100
NC-Programm..... 105
  aufrufen..... 220
  bedienen..... 113
  Darstellung..... 110
  editieren..... 117
  Einstellungen..... 111
  Formular..... 116
  Gliederung..... 561
  Gliederung erstellen..... 560
  Hilfsbild..... 111
  Suche..... 563
  wählen..... 222
NC-Satz..... 105
  ausblenden..... 560
  überspringen..... 560
NC-Syntax..... 105
Nullpunkttabelle..... 246, **627**
  erstellen..... 629

Spalten 628
wählen 247
Nullpunktverschiebung 248

O

Oberfläche der Steuerung 58

P

Palette 599
Batch Process Manager 604
editieren 600
Parameter 633
Tabelle 633
werkzeugorientiert 608
Palettentabelle
erstellen 637
Spalten 633
Palettenzähler 600
Parallelachse 396
Zyklus 400
Paraxcomp 396
Paraxmode 396
Pendelhub 139
Pfad 348
absolut 348
relativ 348
PLANE-Funktion 256
Achswinkeldefinition 286
AXIAL 286
Drehachspositionierung 290
EULER 271
Eulerwinkeldefinition 271
Inkrementale Definition 281
MOVE 291
POINTS 277
PROJECTED 266
Projektionswinkeldefinition 266
Punktedefinition 277
Raumwinkeldefinition 261
RELATIV 281
RESET 285
Schwenklösung 293
SPATIAL 261
STAY 292
Transformationsarten 297
TURN 291
Übersicht 257
VECTOR 273
Vektordefinition 273
zurücksetzen 285
Planschieber 400
Polare Kinematik 404
POLARKIN 404
Polarkoordinaten
Gerade 192
Grundlagen 173
Helix 195
Kreisbahn CP 193
Kreisbahn CTP 194
Pol 191
Übersicht 191
Postprozessor 415
Programm 105
bedienen 113
Darstellung 110
editieren 117
Einstellungen 111
Formular 116
Gliederung 561
Gliederung erstellen 560
Hilfsbild 111
Q-Parameter 470
Suche 563
Programmaufruf 220
Programmeditor 108
Programmiergrundlagen 104
Programmiermöglichkeiten 103
Programmiertechnik 215
Programmierte Verweilzeit 385
Programmlauf
abheben 373
Programmteil-Wiederholung 219
Programmvergleich 566
Prozessüberwachung 392
MONITORING SECTION 393
Überwachungsabschnitt 393
Pulsierende Drehzahl 384
Punktetabelle
erstellen 627
Punkt ausblenden 627
Spalten 626

Q

Q-Info 474
Q-Parameter 470
Formel 500
Grundlagen 470
Grundrechenart 481
Kreisberechnung 485
Sprung 486
Stringformel 504
Systemdatum lesen 493
Text ausgeben 488
Übersicht 470
vorbelegt 476
Winkelfunktion 483
Q-Parameterliste **474**

R

Radiuskorrektur 313
Raumkreis 188
Rechte-Hand-Regel 262
Rechtsklick 568
Rechtwinklige Koordinaten 172
Referenzpunkt 102
RL/RR/R0 314
Rohteil 148
nachführen 154
Quader 149
Rohr 150
Rotation 151
STL-Datei 153
Zylinder 150
Rohteildefinition 148
Rohteilnachführung 154

S

Satz 105
ausblenden 560
überspringen 560
Satzvorlauf
in Palettenprogramm 604
Schleifbearbeitung 138
Abrichtbetrieb 142
abrichten 141
Grundlagen 138
Koordinatenschleifen 140
Programmaufbau 140
Schleifbetrieb 124
Schnittdaten 167
Schnittdatenrechner 573
Schnittdatentabellen 575
Tabelle 630
Schnittdatentabelle 631
verwenden 575
Schnittgeschwindigkeit 128
Schwenken
der Bearbeitungsebene 256
Manuell 255
ohne Drehachsen 260
zurücksetzen 285
Schwesterwerkzeug einwechseln 462
Sicherheitshinweis 42
Inhalt 32
Simulation 577
DCM 366
Drehzentrum 595
Einstellung 578
Geschwindigkeit 596
Kollisionsprüfung 372
Messen 591
Modellvergleich 594
Schnittansicht 593
STL-Datei erstellen 589
Werkzeugdarstellung 587
Simultane Drehbearbeitung 132
Skalierung 254
Software-Nummer 45
Software-Option **45**
Spannmittelüberwachung 368
aktivieren 371
CFG-Datei 370

M3D-Datei ... 370
STL-Datei ... 370
Spiegelung
NC-Funktion ... 250
Spindeldrehzahl ... 167
Sprung mit GOTO ... 558
SQL ... 512
BIND ... 514
COMMIT ... 525
EXECUTE ... 517
FETCH ... 522
INSERT ... 528
ROLLBACK ... 523
SELECT ... 515
Übersicht ... 514
UPDATE ... 526
Steuerungsoberfläche ... 58
Stirnfräsen ... 329
STL-Datei als Rohteil ... 153
STOP ... 426
programmieren ... 426
Stringformel ... 504
String-Parameter ... 504
Sturzfräsen ... 299
Suchen und ersetzen ... 565
Symbole allgemein ... 72
Syntax ... 105
Syntaxelement ... 105
Syntaxhervorhebung ... 110
Syntaxsuche ... 116
Systemdatum lesen ... 493

T

TABDATA ... 621
Tabelle
Korrekturtabelle ... 637
Korrekturwerttabelle 3DTC ... 641
Nullpunkttabelle ... 627
Palettentabelle ... 633
Punktetabelle ... 625
Schnittdatenberechnung ... 630
SQL-Zugriff ... 512
Zugriff aus dem NC-Programm ... 621
Tabellenwert addieren ... 623
Tabellenwert lesen ... 622
Tabellenwert schreiben ... 623
Taschenrechner ... 572
Tastatur ... 55
Fenster ... 555
Formel ... 557
NC-Funktionen ... 556
Text ... 557
Tasten ... 65
Tastsystem
Korrektur ... 340
TCP ... 161
TCPM ... **301**, 448
REFPNT ... 306
Werkzeug-Führungspunkt ... 306
T-CS ... 240
Teilefamilie ... 482
Text ausgeben ... 488
Texteditor ... 121
TIP ... 160
TLP ... 161
TMAT ... 631
TOOL CALL ... 163
TOOL DEF ... 169
Touchscreen ... 53
Transformation ... 248
Drehung ... 252
Nullpunktverschiebung ... 248
Skalierung ... 254
Spiegelung ... 250
Trigonometrie ... 483
TRP ... 162

U

Über das Benutzerhandbuch ... 29
Über das Produkt ... 39
Überspringen von NC-Sätzen ... 560
Umfangsfräsen ... 335
Unterprogramm ... 218
Unwucht ... 136
USB-Gerät ... 355
entfernen ... 356

V

Variable ... 469
Formel ... 500
Grundlagen ... 470
Grundrechenart ... 481
Information senden ... 496
kontrollieren ... 474
Kreisberechnung ... 485
lokale Parameter QL ... 472
remanente Parameter QR ... 472
Sprung ... 486
SQL-Anweisung ... 512
Stringformel ... 504
String-Parameter QS ... 504
Systemdatum lesen ... 493
Text ausgeben ... 488
Übersicht ... 470
vorbelegt ... 476
Winkelfunktion ... 483
Zähler ... 511
Variablenprogrammierung ... 469
Vektorsatz ... 412
Verfahrbereich umschalten ... 124
Vergleich ... 566
Verschachtelung ... 224
Verweilzeit
einmalig ... 385
zyklisch ... 386
Virtuelle Werkzeugachse ... 443
Vorschub ... 168
Vorschubbegrenzung
TCPM ... 307
Vorschubregelung ... 378

W

W-CS ... 233
Wegfahrfunktion ... 201
DEP CT ... 210
DEP LCT ... 211
DEP LN ... 209
DEP LT ... 209
DEP PLCT ... 211
Wegmessgerät ... 101
Wenn-dann-Entscheidung ... 486
Werkstück-Bezugspunkt ... 102
im NC-Programm aktivieren ... 243
im NC-Programm kopieren ... 244
im NC-Programm korrigieren 245
verwalten ... 243
Werkstück-Koordinatensystem ... 233
Werkstückmaterial ... 630
Werkstück-Nullpunkt ... 102
Werkstückzähler ... 511
Werkzeug ... 157
abheben ... 373
Bezugspunkt ... 158
Deltawert ... 310
Längenkorrektur ... 312
Radiuskorrektur ... 313, 314
Übersicht ... 158
Werkzeugachse ausrichten ... 260
Werkzeuganstellung kompensieren ... 301
Werkzeugaufruf
Werkzeugwechsel ... 163
Werkzeug-Drehpunkt TRP ... 162
Auswahl ... 306
Werkzeug-Führungspunkt TLP ... 161
Auswahl ... 306
Werkzeug-Koordinatensystem ... 240
Werkzeugkorrektur ... 310
Drehwerkzeug ... 323
dreidimensional ... 325
Eingriffswinkel ... 340
Tabelle ... 320
Werkzeug-Mittelpunkt TCP ... 161
Werkzeugorientierte Bearbeitung ... 608
Werkzeugradiuskorrektur ... 314
Werkzeugschneidstoff ... 631
Werkzeugspitze TIP ... 160
Werkzeugtabelle
iTNC 530 ... 354
Werkzeugträger-Bezugspunkt ... 159
Werkzeugvorauswahl ... 169
Werkzeug-Wechselpunkt ... 102

Wiederholende Verweilzeit..... 386
Winkelmessgerät..... 101
Wischmenü..... 353
WMAT..... 630
WPL-CS..... 236

Z

Zähler..... 511
Zentrum Werkzeugradius 2 CR2 162
Zielgruppe..... 30
Zusatzdokumentation..... 31
Zusatzfunktion..... 425
    für das Bahnverhalten..... 433
    für Koordinatenangaben..... 430
    für Werkzeuge..... 462
    Grundlagen..... 426
    Übersicht..... 427

HEIDENHAIN

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH
Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5
83301 Traunreut, Germany
☏ +49 8669 31-0
FAX +49 8669 32-5061
E-mail: info@heidenhain.de

Technical support FAX +49 8669 32-1000
Measuring systems ☏ +49 8669 31-3104
E-mail: service.ms-support@heidenhain.de
NC support ☏ +49 8669 31-3101
E-mail: service.nc-support@heidenhain.de
NC programming ☏ +49 8669 31-3103
E-mail: service.nc-pgm@heidenhain.de
PLC programming ☏ +49 8669 31-3102
E-mail: service.plc@heidenhain.de
APP programming ☏ +49 8669 31-3106
E-mail: service.app@heidenhain.de

www.heidenhain.de

www.klartext-portal.de
Die Informationsseite für HEIDENHAIN-Steuerungen

Klartext-App
Der Klartext auf Ihrem mobilen Endgerät

Google Play Store

Apple App Store

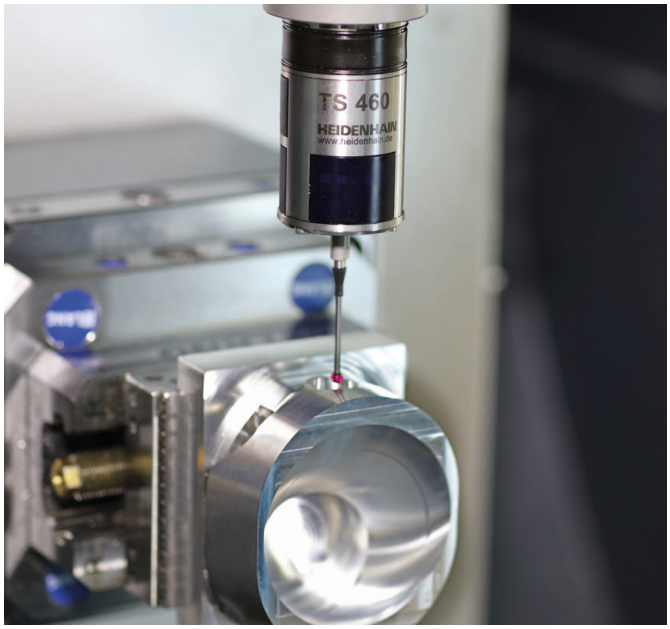
Tastsysteme von HEIDENHAIN

helfen Ihnen, Nebenzeiten zu reduzieren und die Maßhaltigkeit der gefertigten Werkstücke zu verbessern.

Werkstück-Tastsysteme

TS 150, TS 260, TS 750	kabelgebundene Signalübertragung
TS 460, TS 760	Funk- oder Infrarotübertragung
TS 642, TS 740	Infrarot-Übertragung

- Werkstücke ausrichten
- Bezugspunkte setzen
- Werkstücke vermessen



Werkzeug-Tastsysteme

TT 160	kabelgebundene Signalübertragung
TT 460	Infrarot-Übertragung

- Werkzeuge vermessen
- Verschleiß überwachen
- Werkzeugbruch erfassen

Originaldokumentation
1358773-10 · Ver00 · 01/2022 · H · Printed in Germany