HEIDENHAIN

TNC 620

Benutzerhandbuch
Zyklenprogrammierung

NC-Software
817600-06
817601-06
817605-06

Deutsch (de)
10/2018

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlegendes 33
2 Grundlagen / Übersichten 45
3 Bearbeitungszyklen verwenden 49
4 Bearbeitungszyklen: Bohren 71
5 Bearbeitungszyklen: Gewindebohren / Gewindefräsen 115
6 Bearbeitungszyklen: Taschenfräsen / Zapfenfräsen / Nutenfräsen 155
7 Bearbeitungszyklen: Musterdefinitionen 209
8 Bearbeitungszyklen: Konturtasche 219
9 Bearbeitungszyklen: Zylindermantel 265
10 Bearbeitungszyklen: Konturtasche mit Konturformel 283
11 Zyklen: Koordinaten-Umrechnungen 297
12 Zyklen: Sonderfunktionen 323
13 Mit Tastsystemzyklen arbeiten 349
14 Tastsystemzyklen: Werkstück-Schieflagen automatisch ermitteln 359
15 Tastsystemzyklen: Bezugspunkte automatisch erfassen 405
16 Tastsystemzyklen: Werkstücke automatisch kontrollieren 465
17 Tastsystemzyklen: Sonderfunktionen 511
18 Tastsystemzyklen: Kinematik automatisch vermessen 535
19 Tastsystemzyklen: Werkzeuge automatisch vermessen 569
20 Übersichtstabellen Zyklen 587

1 Grundlegendes ... 33

1.1 Über dieses Handbuch ... 34

1.2 Steuerungstyp, Software und Funktionen ... 36

Software-Optionen ... 37

2 Grundlagen / Übersichten 45

2.1 Einführung 46

2.2 Verfügbare Zyklusgruppen 47

Übersicht Bearbeitungszyklen 47

Übersicht Tastsystemzyklen 48

3 Bearbeitungszyklen verwenden ... 49

3.1 Mit Bearbeitungszyklen arbeiten ... 50

Maschinenspezifische Zyklen (Software-Option19) ... 50
Zyklus definieren über Softkeys ... 51
Zyklus definieren über GOTO-Funktion ... 51
Zyklen aufrufen ... 52
Arbeiten mit einer Parallelachse ... 54

3.2 Programmvorgaben für Zyklen ... 55

Übersicht ... 55
GLOBAL DEF eingeben ... 55
GLOBAL DEF-Angaben nutzen ... 56
Allgemeingültige globale Daten ... 57
Globale Daten für Bohrbearbeitungen ... 57
Globale Daten für Fräsbearbeitungen mit Taschenzyklen 25x ... 57
Globale Daten für Fräsbearbeitungen mit Konturzyklen ... 58
Globale Daten für das Positionierverhalten ... 58
Globale Daten für Antastfunktionen ... 58

3.3 Musterdefinition PATTERN DEF ... 59

Anwendung ... 59
PATTERN DEF eingeben ... 60
PATTERN DEF verwenden ... 60
Einzelne Bearbeitungspositionen definieren ... 61
Einzelne Reihe definieren ... 61
Einzelnes Muster definieren ... 62
Einzelnen Rahmen definieren ... 63
Vollkreis definieren ... 64
Teilkreis definieren ... 65

3.4 Punktetabellen ... 66

Anwendung ... 66
Punktetabelle eingeben ... 66
Einzelne Punkte für die Bearbeitung ausblenden ... 67
Punktetabelle im NC-Programm wählen ... 67
Zyklus in Verbindung mit Punktetabellen aufrufen ... 68

4 Bearbeitungszyklen: Bohren ... 71

4.1 Grundlagen ... 72
Übersicht ... 72

4.2 ZENTRIEREN (Zyklus 240, DIN/ISO: G240, Software-Option 19) ... 73
Zyklusablauf ... 73
Beim Programmieren beachten! ... 73
Zyklusparameter ... 74

4.3 BOHREN (Zyklus 200) ... 75
Zyklusablauf ... 75
Beim Programmieren beachten! ... 75
Zyklusparameter ... 76

4.4 REIBEN (Zyklus 201,DIN/ISO: G201, Software-Option 19) ... 77
Zyklusablauf ... 77
Beim Programmieren beachten! ... 77
Zyklusparameter ... 78

4.5 AUSDREHEN (Zyklus 202, DIN/ISO: G202, Software-Option 19) ... 79
Zyklusablauf ... 79
Beim Programmieren beachten! ... 80
Zyklusparameter ... 81

4.6 UNIVERSAL-BOHREN (Zyklus 203, DIN/ISO: G203, Software-Option19) ... 82
Zyklusablauf ... 82
Beim Programmieren beachten! ... 85
Zyklusparameter ... 86

4.7 RUECKWAERTS-SENKEN (Zyklus 204, DIN/ISO: G204, Software-Option 19) ... 88
Zyklusablauf ... 88
Beim Programmieren beachten! ... 89
Zyklusparameter ... 90

4.8 UNIVERSAL-TIEFBOHREN (Zyklus 205, DIN/ISO: G205, Software-Option 19) ... 92
Zyklusablauf ... 92
Beim Programmieren beachten! ... 93
Zyklusparameter ... 94
Positionierverhalten beim Arbeiten mit Q379 ... 96

4.9 BOHRFRAESEN (Zyklus 208, Software-Option 19) ... 100
Zyklusablauf ... 100
Beim Programmieren beachten! ... 101
Zyklusparameter ... 102

4.10 EINLIPPEN-TIEFBOHREN (Zyklus 241, DIN/ISO: G241, Software-Option 19) ... 103

Zyklusablauf ... 103
Beim Programmieren beachten! ... 104
Zyklusparameter ... 105
Positionierverhalten beim Arbeiten mit Q379 ... 107

4.11 Programmierbeispiele ... 111

Beispiel: Bohrzyklen ... 111
Beispiel: Bohrzyklen in Verbindung mit PATTERN DEF verwenden ... 112

5 Bearbeitungszyklen: Gewindebohren / Gewindefräsen ... 115

5.1 Grundlagen ... 116
Übersicht ... 116

5.2 GEWINDEBOHREN mit Ausgleichsfutter (Zyklus 206, DIN/ISO: G206) ... 117
Zyklusablauf ... 117
Beim Programmieren beachten! ... 118
Zyklusparameter ... 119

5.3 GEWINDEBOHREN ohne Ausgleichsfutter GS (Zyklus 207, DIN/ISO: G207) ... 120
Zyklusablauf ... 120
Beim Programmieren beachten! ... 120
Zyklusparameter ... 123
Freifahren bei Programmunterbrechung ... 124

5.4 GEWINDEBOHREN SPANBRUCH (Zyklus 209, DIN/ISO: G209, Software-Option 19) ... 125
Zyklusablauf ... 125
Beim Programmieren beachten! ... 126
Zyklusparameter ... 129
Freifahren bei Programmunterbrechung ... 130

5.5 Grundlagen zum Gewindefräsen ... 131
Voraussetzungen ... 131

5.6 GEWINDEFRAESEN (Zyklus 262, DIN/ISO: G262, Software-Option 19) ... 133
Zyklusablauf ... 133
Beim Programmieren beachten! ... 134
Zyklusparameter ... 135

5.7 SENKGEWINDEFRAESEN (Zyklus 263, DIN/ISO: G263, Software-Option 19) ... 137
Zyklusablauf ... 137
Beim Programmieren beachten! ... 138
Zyklusparameter ... 139

5.8 BOHRGEWINDEFRAESEN (Zyklus 264, DIN/ISO: G264, Software-Option 19) ... 141
Zyklusablauf ... 141
Beim Programmieren beachten! ... 142
Zyklusparameter ... 143

5.9 HELIX- BOHRGEWINDEFRAESEN (Zyklus 265, DIN/ISO: G265, Software-Option 19) ... 145
Zyklusablauf ... 145
Beim Programmieren beachten! ... 146
Zyklusparameter ... 147

5.10 AUSSENGEWINDE-FRAESEN (Zyklus 267, DIN/ISO: G267, Software-Option 19) ... 149
Zyklusablauf ... 149

Beim Programmieren beachten! ... 150
Zyklusparameter ... 151

5.11 Programmierbeispiele ... 153

Beispiel: Gewindebohren ... 153

6 Bearbeitungszyklen: Taschenfräsen / Zapfenfräsen / Nutenfräsen 155

6.1 Grundlagen 156
Übersicht 156

6.2 RECHTECKTASCHE (Zyklus 251, DIN/ISO: G251, Software-Option 19) 157
Zyklusablauf 157
Beim Programmieren beachten! 158
Zyklusparameter 160

6.3 KREISTASCHE (Zyklus 252, DIN/ISO: G252, Software-Option 19) 163
Zyklusablauf 163
Beim Programmieren beachten! 165
Zyklusparameter 167

6.4 NUTENFRAESEN (Zyklus 253), Software-Option 19 170
Zyklusablauf 170
Beim Programmieren beachten! 171
Zyklusparameter 172

6.5 RUNDE NUT (Zyklus 254, DIN/ISO: G254, Software-Option 19) 175
Zyklusablauf 175
Beim Programmieren beachten! 176
Zyklusparameter 178

6.6 RECHTECKZAPFEN (Zyklus 256, DIN/ISO: G256, Software-Option 19) 181
Zyklusablauf 181
Beim Programmieren beachten! 182
Zyklusparameter 183

6.7 KREISZAPFEN (Zyklus 257, DIN/ISO: G257, Software-Option 19) 186
Zyklusablauf 186
Beim Programmieren beachten! 187
Zyklusparameter 188

6.8 VIELECKZAPFEN (Zyklus 258, DIN/ISO: G258, Software-Option 19) 190
Zyklusablauf 190
Beim Programmieren beachten! 191
Zyklusparameter 193

6.9 PLANFRAESEN (Zyklus 233, DIN/ISO: G233, Software-Option 19) 196
Zyklusablauf 196
Beim Programmieren beachten! 200
Zyklusparameter 201

6.10 Programmierbeispiele 205
Beispiel: Tasche, Zapfen und Nuten fräsen 205

7 Bearbeitungszyklen: Musterdefinitionen ... 209

7.1 Grundlagen ... 210

Übersicht ... 210

7.2 PUNKTEMUSTER AUF KREIS (Zyklus 220, DIN/ISO: G220, Software-Option 19) ... 211

Zyklusablauf ... 211

Beim Programmieren beachten! ... 211

Zyklusparameter ... 212

7.3 PUNKTEMUSTER AUF LINIEN (Zyklus 221, DIN/ISO: G221, Software-Option 19) ... 214

Zyklusablauf ... 214

Beim Programmieren beachten! ... 214

Zyklusparameter ... 215

7.4 Programmierbeispiele ... 216

Beispiel: Lochkreise ... 216

8 Bearbeitungszyklen: Konturtasche ... 219

8.1 SL-Zyklen ... 220
Grundlagen ... 220
Übersicht ... 222

8.2 KONTUR (Zyklus 14, DIN/ISO: G37) ... 223
Beim Programmieren beachten! ... 223
Zyklusparameter ... 223

8.3 Überlagerte Konturen ... 224
Grundlagen ... 224
Unterprogramme: Überlagerte Taschen ... 224
„Summen“-Fläche ... 225
„Differenz“-Fläche ... 226
„Schnitt“-Fläche ... 227

8.4 KONTUR-DATEN (Zyklus 20, DIN/ISO: G120, Software-Option 19) ... 228
Beim Programmieren beachten! ... 228
Zyklusparameter ... 229

8.5 VORBOHREN (Zyklus 21, DIN/ISO: G121, Software-Option 19) ... 230
Zyklusablauf ... 230
Beim Programmieren beachten! ... 231
Zyklusparameter ... 231

8.6 RAEUMEN (Zyklus 22, DIN/ISO: G122, Software-Option 19) ... 232
Zyklusablauf ... 232
Beim Programmieren beachten! ... 233
Zyklusparameter ... 234

8.7 SCHLICHTEN TIEFE (Zyklus 23, DIN/ISO: G123, Software-Option 19) ... 236
Zyklusablauf ... 236
Beim Programmieren beachten! ... 237
Zyklusparameter ... 237

8.8 SCHLICHTEN SEITE (Zyklus 24, DIN/ISO: G124, Software-Option 19) ... 238
Zyklusablauf ... 238
Beim Programmieren beachten! ... 239
Zyklusparameter ... 240

8.9 KONTUR-ZUG (Zyklus 25, DIN/ISO: G125, Software-Option 19) ... 241
Zyklusablauf ... 241
Beim Programmieren beachten! ... 242
Zyklusparameter ... 243

8.10 KONTUR-ZUG 3D (Zyklus 276, DIN/ISO: G276, Software-Option 19) ... 245

Zyklusablauf ... 245
Beim Programmieren beachten! ... 246
Zyklusparameter ... 248

8.11 KONTURZUG-DATEN (Zyklus 270, DIN/ISO: G270, Software-Option 19) ... 250

Beim Programmieren beachten! ... 250
Zyklusparameter ... 251

8.12 KONTURNUT TROCHOIDAL (Zyklus 275, DIN ISO G275, Software-Option 19) ... 252

Zyklusablauf ... 252
Beim Programmieren beachten! ... 254
Zyklusparameter ... 255

8.13 Programmierbeispiele ... 258

Beispiel: Tasche räumen und nachräumen ... 258
Beispiel: Überlagerte Konturen vorbohren, schruppen, schlichten ... 260
Beispiel: Kontur-Zug ... 262

9 Bearbeitungszyklen: Zylindermantel ... 265

9.1 Grundlagen ... 266

Übersicht Zylindermantel-Zyklen ... 266

9.2 ZYLINDER-MANTEL (Zyklus 27, DIN/ISO: G127, Software-Option 1) ... 267

Zyklusablauf ... 267
Beim Programmieren beachten! ... 268
Zyklusparameter ... 269

9.3 ZYLINDER-MANTEL Nutenfräsen (Zyklus 28, DIN/ISO: G128, Software-Option 1) ... 270

Zyklusablauf ... 270
Beim Programmieren beachten! ... 271
Zyklusparameter ... 273

9.4 ZYLINDER-MANTEL Stegfräsen (Zyklus 29, DIN/ISO: G129, Software-Option 1) ... 274

Zyklusablauf ... 274
Beim Programmieren beachten! ... 275
Zyklusparameter ... 276

9.5 ZYLINDER-MANTEL KONTUR (Zyklus 39, DIN/ISO: G139, Software-Option 1) ... 277

Zyklusablauf ... 277
Beim Programmieren beachten! ... 278
Zyklusparameter ... 279

9.6 Programmierbeispiele ... 280

Beispiel: Zylinder-Mantel mit Zyklus 27 ... 280
Beispiel: Zylinder-Mantel mit Zyklus 28 ... 282

10 Bearbeitungszyklen: Konturtasche mit Konturformel ... 283

10.1 SL-Zyklen mit komplexer Konturformel ... 284

Grundlagen ... 284
NC-Programm mit Konturdefinitionen wählen ... 286
Konturbeschreibungen definieren ... 286
Komplexe Konturformel eingeben ... 287
Überlagerte Konturen ... 288
Kontur abarbeiten mit SL-Zyklen ... 290
Beispiel: Überlagerte Konturen mit Konturformel schruppen und schlichten ... 291

10.2 SL-Zyklen mit einfacher Konturformel ... 294

Grundlagen ... 294
Einfache Konturformel eingeben ... 296
Kontur Abarbeiten mit SL-Zyklen ... 296

11 Zyklen: Koordinaten-Umrechnungen ... 297

11.1 Grundlagen ... 298
Übersicht ... 298
Wirksamkeit der Koordinatenumrechnungen ... 298

11.2 NULLPUNKT-Verschiebung (Zyklus 7, DIN/ISO: G54) ... 299
Wirkung ... 299
Zyklusparameter ... 299
Beim Programmieren beachten ... 299

11.3 NULLPUNKT-Verschiebung mit Nullpunkttabellen (Zyklus 7, DIN/ISO: G53) ... 300
Wirkung ... 300
Beim Programmieren beachten! ... 301
Zyklusparameter ... 301
Nullpunkttabelle im NC-Programm wählen ... 302
Nullpunkttabelle editieren in der Betriebsart Programmieren ... 302
Nullpunkttabelle konfigurieren ... 304
Nullpunkttabelle verlassen ... 304
Statusanzeigen ... 304

11.4 BEZUGSPUNKT SETZEN (Zyklus 247, DIN/ISO: G247) ... 305
Wirkung ... 305
Vor dem Programmieren beachten! ... 305
Zyklusparameter ... 305
Statusanzeigen ... 305

11.5 SPIEGELN (Zyklus 8, DIN/ISO: G28) ... 306
Wirkung ... 306
Beim Programmieren beachten! ... 307
Zyklusparameter ... 307

11.6 DREHUNG (Zyklus 10, DIN/ISO: G73) ... 308
Wirkung ... 308
Beim Programmieren beachten! ... 309
Zyklusparameter ... 309

11.7 MASSFAKTOR (Zyklus 11, DIN/ISO: G72) ... 310
Wirkung ... 310
Zyklusparameter ... 310

11.8 MASSFAKTOR ACHSSP. (Zyklus 26) ... 311
Wirkung ... 311
Beim Programmieren beachten! ... 311
Zyklusparameter ... 312

11.9 BEARBEITUNGSEBENE (Zyklus 19, DIN/ISO: G80, Software-Option 1) ... 313

Wirkung ... 313
Beim Programmieren beachten! ... 314
Zyklusparameter ... 315
Rücksetzen ... 316
Drehachsen positionieren ... 316
Positionsanzeige im geschwenkten System ... 317
Arbeitsraumüberwachung ... 317
Positionieren im geschwenkten System ... 318
Kombination mit anderen Koordinatenumrechnungszyklen ... 318
Leitfaden für das Arbeiten mit Zyklus 19 Bearbeitungsebene ... 319

11.10 Programmierbeispiele ... 320

Beispiel: Koordinatenumrechnungszyklen ... 320

12 Zyklen: Sonderfunktionen ... 323

12.1 Grundlagen ... 324
Übersicht ... 324

12.2 VERWEILZEIT (Zyklus 9, DIN/ISO: G04) ... 325
Funktion ... 325
Zyklusparameter ... 325

12.3 PROGRAMM-AUFRUF (Zyklus 12, DIN/ISO: G39) ... 326
Zyklusfunktion ... 326
Beim Programmieren beachten! ... 326
Zyklusparameter ... 326

12.4 SPINDEL-ORIENTIERUNG (Zyklus 13, DIN/ISO: G36) ... 327
Zyklusfunktion ... 327
Beim Programmieren beachten! ... 327
Zyklusparameter ... 327

12.5 TOLERANZ (Zyklus 32, DIN/ISO: G62) ... 328
Zyklusfunktion ... 328
Einflüsse bei der Geometriedefinition im CAM-System ... 328
Beim Programmieren beachten! ... 329
Zyklusparameter ... 331

12.6 GRAVIEREN (Zyklus 225, DIN/ISO: G225) ... 332
Zyklusablauf ... 332
Beim Programmieren beachten! ... 332
Zyklusparameter ... 333
Erlaubte Gravierzeichen ... 335
Nicht druckbare Zeichen ... 335
Systemvariablen gravieren ... 336
Zählerstand gravieren ... 337

12.7 PLANFRAESEN (Zyklus 232, DIN/ISO: G232, Software-Option 19) ... 338
Zyklusablauf ... 338
Beim Programmieren beachten! ... 340
Zyklusparameter ... 341

12.8 BELADUNG ERMITTELN (Zyklus 239 DIN/ISO: G239, Software-Option 143) ... 343
Zyklusablauf ... 343
Beim Programmieren beachten! ... 344
Zyklusparameter ... 344

12.9 GEWINDESCHNEIDEN (Zyklus 18, DIN/ISO: G18, Software-Option 19) ... 345
Zyklusablauf ... 345

Beim Programmieren beachten! 346
Zyklusparameter 347

13 Mit Tastsystemzyklen arbeiten ... 349

13.1 Allgemeines zu den Tastsystemzyklen ... 350

Funktionsweise ... 350
Grunddrehung im Manuellen Betrieb berücksichtigen ... 350
Tastsystemzyklen in den Betriebsarten Manueller Betrieb und El. Handrad ... 350
Tastsystemzyklen für den Automatikbetrieb ... 351

13.2 Bevor Sie mit Tastsystemzyklen arbeiten! ... 353

Maximaler Verfahrweg zum Antastpunkt: DIST in Tastsystemtabelle ... 353
Sicherheitsabstand zum Antastpunkt: SET_UP in Tastsystemtabelle ... 353
Infrarot-Tastsystem auf programmierte Antastrichtung orientieren: TRACK in Tastsystemtabelle ... 353
Schaltendes Tastsystem, Antastvorschub: F in Tastsystemtabelle ... 354
Schaltendes Tastsystem, Vorschub für Positionierbewegungen: FMAX ... 354
Schaltendes Tastsystem, Eilgang für Positionierbewegungen: F_PREPOS in Tastsystemtabelle ... 354
Tastsystemzyklen abarbeiten ... 355

13.3 Tastsystemtabelle ... 356

Allgemeines ... 356
Tastsystemtabellen editieren ... 356
Tastsystemdaten ... 357

14 Tastsystemzyklen: Werkstück-Schieflagen automatisch ermitteln....359

14.1 Übersicht....360

14.2 Grundlagen der Tastsystemzyklen 14xx....362

Gemeinsamkeiten der Tastsystemzyklen 14xx für Drehungen....362
Halbautomatischer Modus....363
Auswertung der Toleranzen....365
Übergabe einer Ist-Position....366

14.3 ANTASTEN EBENE (Zyklus 1420, DIN/ISO: G1420, Software-Option 17)....367

Zyklusablauf....367
Beim Programmieren beachten!....368
Zyklusparameter....369

14.4 ANTASTEN KANTE (Zyklus 1410, DIN/ISO: G1410, Software-Option 17)....371

Zyklusablauf....371
Beim Programmieren beachten!....372
Zyklusparameter....373

14.5 ANTASTEN ZWEI KREISE (Zyklus 1411, DIN ISO G1411, Software Option 17)....375

Zyklusablauf....375
Beim Programmieren beachten!....377
Zyklusparameter....378

14.6 Grundlagen der Tastsystemzyklen 4xx....381

Gemeinsamkeiten der Tastsystemzyklen zum Erfassen der Werkstück-Schieflage....381

14.7 GRUNDDREHUNG (Zyklus 400, DIN/ISO: G400, Software-Option 17)....382

Zyklusablauf....382
Beim Programmieren beachten!....382
Zyklusparameter....383

14.8 GRUNDDREHUNG über zwei Bohrungen (Zyklus 401, DIN/ISO: G401, Software-Option 17)....385

Zyklusablauf....385
Beim Programmieren beachten!....386
Zyklusparameter....387

14.9 GRUNDDREHUNG über zwei Zapfen (Zyklus 402, DIN/ISO: G402, Software-Option 17)....389

Zyklusablauf....389
Beim Programmieren beachten!....390
Zyklusparameter....391

14.10 GRUNDDREHUNG über eine Drehachse kompensieren (Zyklus 403, DIN/ISO: G403, Software-Option 17)....394

Zyklusablauf....394

Beim Programmieren beachten! ... 395
Zyklusparameter ... 396

14.11 GRUNDDREHUNG SETZEN (Zyklus 404, DIN/ISO: G404, Software-Option 17) ... 399

Zyklusablauf ... 399
Zyklusparameter ... 399

14.12 Schieflage eines Werkstücks über C-Achse ausrichten (Zyklus 405, DIN/ISO: G405, Software-Option 17) ... 400

Zyklusablauf ... 400
Beim Programmieren beachten! ... 401
Zyklusparameter ... 402

14.13 Beispiel: Grunddrehung über zwei Bohrungen bestimmen ... 404

15 Tastsystemzyklen: Bezugspunkte automatisch erfassen ... 405

15.1 Grundlagen ... 406
Übersicht ... 406
Gemeinsamkeiten aller Tastsystemzyklen zum Bezugspunktsetzen ... 408

15.2 BEZUGSPUNKT MITTE NUT (Zyklus 408, DIN/ISO: G408, Software-Option 17) ... 410
Zyklusablauf ... 410
Beim Programmieren beachten! ... 411
Zyklusparameter ... 412

15.3 BEZUGSPUNKT MITTE STEG (Zyklus 409, DIN/ISO: G409, Software-Option 17) ... 414
Zyklusablauf ... 414
Beim Programmieren beachten! ... 415
Zyklusparameter ... 416

15.4 BEZUGSPUNKT RECHTECK INNEN (Zyklus 410, DIN/ISO: G410, Software-Option 17) ... 418
Zyklusablauf ... 418
Beim Programmieren beachten! ... 419
Zyklusparameter ... 420

15.5 BEZUGSPUNKT RECHTECK AUSSEN (Zyklus 411, DIN/ISO: G411, Software-Option 17) ... 422
Zyklusablauf ... 422
Beim Programmieren beachten! ... 423
Zyklusparameter ... 424

15.6 BEZUGSPUNKT KREIS INNEN (Zyklus 412, DIN/ISO: G412, Software-Option 17) ... 426
Zyklusablauf ... 426
Beim Programmieren beachten! ... 427
Zyklusparameter ... 428

15.7 BEZUGSPUNKT KREIS AUSSEN (Zyklus 413, DIN/ISO: G413, Software-Option 17) ... 431
Zyklusablauf ... 431
Beim Programmieren beachten! ... 432
Zyklusparameter ... 433

15.8 BEZUGSPUNKT ECKE AUSSEN (Zyklus 414, DIN/ISO: G414, Software-Option 17) ... 436
Zyklusablauf ... 436
Beim Programmieren beachten! ... 437
Zyklusparameter ... 438

15.9 BEZUGSPUNKT ECKE INNEN (Zyklus 415, DIN/ISO: G415, Software-Option 17) ... 441
Zyklusablauf ... 441
Beim Programmieren beachten! ... 442
Zyklusparameter ... 443

15.10 BEZUGSPUNKT LOCHKREIS-MITTE (Zyklus 416, DIN/ISO: G416, Software-Option 17)..... 446

Zyklusablauf.....446
Beim Programmieren beachten!.....447
Zyklusparameter.....448

15.11 BEZUGSPUNKT TASTSYSTEM-ACHSE (Zyklus 417, DIN/ISO: G417, Software-Option 17)..... 451

Zyklusablauf.....451
Beim Programmieren beachten!.....451
Zyklusparameter.....452

15.12 BEZUGSPUNKT MITTE 4 BOHRUNGEN (Zyklus 418, DIN/ISO: G418, Software-Option 17)..... 453

Zyklusablauf.....453
Beim Programmieren beachten!.....454
Zyklusparameter.....455

15.13 BEZUGSPUNKT EINZELNE ACHSE (Zyklus 419, DIN/ISO: G419, Software-Option 17).....458

Zyklusablauf.....458
Beim Programmieren beachten!.....458
Zyklusparameter.....459

15.14 Beispiel: Bezugspunktsetzen Mitte Kreissegment und Werkstück-Oberkante..... 461

15.15 Beispiel: Bezugspunktsetzen Werkstück-Oberkante und Mitte Lochkreis.....462

16 Tastsystemzyklen: Werkstücke automatisch kontrollieren....465

16.1 Grundlagen....466

Übersicht....466
Messergebnisse protokollieren....467
Messergebnisse in Q-Parametern....469
Status der Messung....469
Toleranzüberwachung....469
Werkzeugüberwachung....470
Bezugssystem für Messergebnisse....471

16.2 BEZUGSEBENE (Zyklus 0, DIN/ISO: G55, Software-Option 17)....472

Zyklusablauf....472
Beim Programmieren beachten!....472
Zyklusparameter....472

16.3 BEZUGSEBENE Polar (Zyklus 1, Software-Option 17)....473

Zyklusablauf....473
Beim Programmieren beachten!....473
Zyklusparameter....473

16.4 MESSEN WINKEL (Zyklus 420, DIN/ISO: G420, Software-Option 17)....474

Zyklusablauf....474
Beim Programmieren beachten!....474
Zyklusparameter....475

16.5 MESSEN BOHRUNG (Zyklus 421, DIN/ISO: G421, Software-Option 17)....477

Zyklusablauf....477
Beim Programmieren beachten!....478
Zyklusparameter....479

16.6 MESSEN KREIS AUSSEN (Zyklus 422, DIN/ISO: G422, Software-Option 17)....482

Zyklusablauf....482
Beim Programmieren beachten!....483
Zyklusparameter....484

16.7 MESSEN RECHTECK INNEN (Zyklus 423, DIN/ISO: G423, Software-Option 17)....487

Zyklusablauf....487
Beim Programmieren beachten!....487
Zyklusparameter....488

16.8 MESSEN RECHTECK AUSSEN (Zyklus 424, DIN/ISO: G424, Software-Option 17)....490

Zyklusablauf....490
Beim Programmieren beachten!....490
Zyklusparameter....491

16.9 MESSEN BREITE INNEN (Zyklus 425, DIN/ISO: G425, Software-Option 17)....493

Zyklusablauf....493
Beim Programmieren beachten!....493
Zyklusparameter....494

16.10 MESSEN STEG AUSSEN (Zyklus 426, DIN/ISO: G426, Software-Option 17)....496

Zyklusablauf....496
Beim Programmieren beachten!....496
Zyklusparameter....497

16.11 MESSEN KOORDINATE (Zyklus 427, DIN/ISO: G427, Software-Option 17)....499

Zyklusablauf....499
Beim Programmieren beachten!....499
Zyklusparameter....500

16.12 MESSEN LOCHKREIS (Zyklus 430, DIN/ISO: G430, Software-Option 17)....502

Zyklusablauf....502
Beim Programmieren beachten!....503
Zyklusparameter....503

16.13 MESSEN EBENE (Zyklus 431, DIN/ISO: G431, Software-Option 17)....505

Zyklusablauf....505
Beim Programmieren beachten!....506
Zyklusparameter....506

16.14 Programmierbeispiele....508

Beispiel: Rechteckzapfen messen und nachbearbeiten....508
Beispiel: Rechtecktasche vermessen, Messergebnisse protokollieren....510

17 Tastsystemzyklen: Sonderfunktionen ... 511

17.1 Grundlagen ... 512
Übersicht ... 512

17.2 MESSEN (Zyklus 3, Software-Option 17) ... 513
Zyklusablauf ... 513
Beim Programmieren beachten! ... 513
Zyklusparameter ... 514

17.3 MESSEN 3D (Zyklus 4, Software-Option 17) ... 515
Zyklusablauf ... 515
Beim Programmieren beachten! ... 516
Zyklusparameter ... 517

17.4 Schaltendes Tastsystem kalibrieren ... 518

17.5 Kalibrierwerte anzeigen ... 519

17.6 TS KALIBRIEREN (Zyklus 460, DIN/ISO: G460, Software-Option 17) ... 520

17.7 TS LÄNGE KALIBRIEREN (Zyklus 461, DIN/ISO: G461, Software-Option 17) ... 525

17.8 TS RADIUS INNEN KALIBRIEREN (Zyklus 462, DIN/ISO: G462, Software-Option 17) ... 527

17.9 TS RADIUS AUSSEN KALIBRIEREN (Zyklus 463, DIN/ISO: G463, Software-Option 17) ... 529

17.10 SCHNELLES ANTASTEN (Zyklus 441, DIN/ISO G441, Software-Option 17) ... 532
Zyklusablauf ... 532
Beim Programmieren beachten! ... 532
Zyklusparameter ... 533

18 Tastsystemzyklen: Kinematik automatisch vermessen 535

18.1 Kinematikvermessung mit Tastsystemen TS (Option KinematicsOpt) 536

Grundlegendes 536
Übersicht 537

18.2 Voraussetzungen 538

Beim Programmieren beachten! 539

18.3 KINEMATIK SICHERN (Zyklus 450, DIN/ISO: G450, Option) 540

Zyklusablauf 540
Beim Programmieren beachten! 540
Zyklusparameter 541
Protokollfunktion 541
Hinweise zur Datenhaltung 542

18.4 KINEMATIK VERMESSEN (Zyklus 451, DIN/ISO: G451, Option) 543

Zyklusablauf 543
Positionierrichtung 545
Maschinen mit hirthverzahnten Achsen 546
Rechenbeispiel Messpositionen für eine A-Achse: 546
Wahl der Anzahl der Messpunkte 547
Wahl der Position der Kalibrierkugel auf dem Maschinentisch 548
Hinweise zur Genauigkeit 548
Hinweise zu verschiedenen Kalibriermethoden 549
Lose 550
Beim Programmieren beachten! 551
Zyklusparameter 553
Verschiedene Modi (Q406) 556
Protokollfunktion 557

18.5 PRESET-KOMPENSATION (Zyklus 452, DIN/ISO: G452, Option) 558

Zyklusablauf 558
Beim Programmieren beachten! 560
Zyklusparameter 561
Abgleich von Wechselköpfen 563
Driftkompensation 565
Protokollfunktion 567

19 Tastsystemzyklen: Werkzeuge automatisch vermessen....569

19.1 Grundlagen....570

Übersicht....570
Unterschiede zwischen den Zyklen 31 bis 33 und 481 bis 483....571
Maschinenparameter einstellen....572
Eingaben in der Werkzeugtabelle TOOL.T....574

19.2 TT kalibrieren (Zyklus 30 oder 480, DIN/ISO: G480 Option #17)....576

Zyklusablauf....576
Beim Programmieren beachten!....577
Zyklusparameter....577

19.3 Kabelloses TT 449 kalibrieren (Zyklus 484, DIN/ISO: G484, Option #17)....578

Grundlegendes....578
Zyklusablauf....578
Beim Programmieren beachten!....579
Zyklusparameter....579

19.4 Werkzeuglänge vermessen (Zyklus 31 oder 481, DIN/ISO: G481, Option #17)....580

Zyklusablauf....580
Beim Programmieren beachten!....581
Zyklusparameter....582

19.5 Werkzeugradius vermessen (Zyklus 32 oder 482, DIN/ISO: G482, Option #17)....583

Zyklusablauf....583
Beim Programmieren beachten!....583
Zyklusparameter....584

19.6 Werkzeug komplett vermessen (Zyklus 33 oder 483, DIN/ISO: G483, Option #17)....585

Zyklusablauf....585
Beim Programmieren beachten!....585
Zyklusparameter....586

20 Übersichtstabellen Zyklen 587

20.1 Übersichtstabelle 588

Bearbeitungszyklen 588

Tastsystemzyklen 590

1

Grundlegendes

1.1 Über dieses Handbuch

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

1.2 Steuerungstyp, Software und Funktionen

Dieses Handbuch beschreibt Funktionen, die in den Steuerungen ab den folgenden NC-Softwarenummern verfügbar sind.

Steuerungs-Typ	NC-Software-Nr.
TNC 620	817600-06
TNC 620 E	817601-06
TNC 620 Programmierplatz	817605-06

Der Kennbuchstabe E kennzeichnet die Export-Version der Steuerung. Für die Export-Version der Steuerung gilt folgende Einschränkung:

- Geradenbewegungen simultan bis zu vier Achsen

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

Steuerungsfunktionen, die nicht an allen Maschinen zur Verfügung stehen, sind z. B.:

- Werkzeugvermessung mit dem TT

Um den tatsächlichen Funktionsumfang Ihrer Maschine kennenzulernen, setzen Sie sich mit dem Maschinenhersteller in Verbindung.

Viele Maschinenhersteller und HEIDENHAIN bieten für die Steuerungen Programmierkurse an. Um sich intensiv mit den Steuerungsfunktionen vertraut zu machen, ist die Teilnahme an solchen Kursen empfehlenswert.

Benutzerhandbuch:

Alle Steuerungsfunktionen, die nicht mit den Zyklen in Verbindung stehen, sind im Benutzerhandbuch der TNC 620 beschrieben. Benötigen Sie dieses Handbuch, wenden Sie sich ggf. an HEIDENHAIN.

ID-Benutzerhandbuch Klartextprogrammierung: 1096883-xx

ID-Benutzerhandbuch DIN/ISO-Programmierung: 1096887-xx

ID-Benutzerhandbuch Einrichten, NC-Programme testen und abarbeiten: 1263172-xx

Software-Optionen

Die TNC 620 verfügt über verschiedene Software-Optionen, die von Ihrem Maschinenhersteller freigeschaltet werden können. Jede Option ist separat freizuschalten und beinhaltet jeweils die nachfolgend aufgeführten Funktionen:

Additional Axis (Option #0 und Option #1)	
Zusätzliche Achse	Zusätzliche Regelkreise 1 und 2
Advanced Function Set 1 (Option #8)	
Erweiterte Funktionen Gruppe 1	**Rundtisch-Bearbeitung:** ■ Konturen auf der Abwicklung eines Zylinders ■ Vorschub in mm/min **Koordinatenumrechnungen:** Schwenken der Bearbeitungsebene
Advanced Function Set 2 (Option #9)	
Erweiterte Funktionen Gruppe 2 Export genehmigungspflichtig	**3D-Bearbeitung:** ■ 3D-Werkzeugkorrektur über Flächennormalenvektor ■ Ändern der Schwenkkopfstellung mit dem elektronischen Handrad während des Programmlaufs; Position der Werkzeugspitze bleibt unverändert (TCPM = **T**ool **C**enter **P**oint **M**anagement) ■ Werkzeug senkrecht auf der Kontur halten ■ Werkzeugradiuskorrektur senkrecht zur Werkzeugrichtung ■ Manuelles Fahren im aktiven Werkzeugachssystem **Interpolation:** Gerade in > 4 Achsen (Export genehmigungspflichtig)
Touch Probe Functions (Option #17)	
Tastsystem-Funktionen	**Tastsystemzyklen:** ■ Werkzeugschieflage im Automatikbetrieb kompensieren ■ Bezugspunkt in der Betriebsart **Manueller Betrieb** setzen ■ Bezugspunkt im Automatikbetrieb setzen ■ Werkstücke automatisch vermessen ■ Werkzeuge automatisch vermessen
HEIDENHAIN DNC (Option #18)	
	Kommunikation mit externen PC-Anwendungen über COM-Komponente
Advanced Programming Features (Option #19)	
Erweiterte Programmierfunktionen	**Freie Konturprogrammierung FK:** Programmierung im HEIDENHAIN-Klartext mit grafischer Unterstützung für nicht NC-gerecht bemaßte Werkstücke

Advanced Programming Features (Option #19)	
	Bearbeitungszyklen: ■ Tiefbohren, Reiben, Ausdrehen, Senken, Zentrieren (Zyklen 201 - 205, 208, 240, 241) ■ Fräsen von Innen- und Außengewinden (Zyklen 262 - 265, 267) ■ Rechteckige und kreisförmige Taschen und Zapfen schlichten (Zyklen 212 - 215, 251 - 257) ■ Abzeilen ebener und schiefwinkliger Flächen (Zyklen 230 - 233) ■ Gerade Nuten und kreisförmige Nuten (Zyklen 210, 211, 253, 254) ■ Punktemuster auf Kreis und Linien (Zyklen 220, 221) ■ Konturzug, Konturtasche - auch konturparallel, Konturnut trochoidal (Zyklen 20 - 25, 275) ■ Gravieren (Zyklus 225) ■ Herstellerzyklen (spezielle vom Maschinenhersteller erstellte Zyklen) können integriert werden
Advanced Graphic Features (Option #20)	
Erweiterte Grafikfunktionen	**Test- und Bearbeitungsgrafik:** ■ Draufsicht ■ Darstellung in drei Ebenen ■ 3D-Darstellung
Advanced Function Set 3 (Option #21)	
Erweiterte Funktionen Gruppe 3	**Werkzeugkorrektur:** M120: Radiuskorrigierte Kontur bis zu 99 NC-Sätze voraus berechnen (LOOK AHEAD) **3D-Bearbeitung:** M118: Handrad-Positionierung während des Programmlaufs überlagern
Pallet Managment (Option #22)	
Palettenverwaltung	Bearbeiten von Werkstücken in beliebiger Reihenfolge
Display Step (Option #23)	
Anzeigeschritt	**Eingabefeinheit:** ■ Linearachsen bis zu 0,01 µm ■ Winkelachsen bis zu 0,00001°
CAD Import (Option #42)	
CAD Import	■ Unterstützt DXF, STEP und IGES ■ Übernahme von Konturen und Punktemustern ■ Komfortable Bezugspunktfestlegung ■ Grafisches Wählen von Konturabschnitten aus Klartextprogrammen
KinematicsOpt (Option #48)	
Optimieren der Maschinenkinematik	■ Aktive Kinematik sichern/ wiederherstellen ■ Aktive Kinematik prüfen ■ Aktive Kinematik optimieren

Extended Tool Management (Option #93)	
Erweiterte Werkzeugverwaltung	Python-basiert
Remote Desktop Manager (Option #133)	
Fernbedienung externer Rechner-einheiten	■ Windows auf einer separaten Rechnereinheit ■ Eingebunden in die Steuerungsoberfläche
State Reporting Interface – SRI (Option #137)	
Http-Zugriffe auf die Steuerungsstatus	■ Auslesen der Zeitpunkte von Statusänderungen ■ Auslesen der aktiven NC-Programme
Cross Talk Compensation – CTC (Option #141)	
Kompensation von Achskopplungen	■ Erfassung von dynamisch bedingten Positionsabweichung durch Achsbeschleunigungen ■ Kompensation des TCP (**T**ool **C**enter **P**oint)
Position Adaptive Control – PAC (Option #142)	
Adaptive Positionsregelung	■ Anpassung von Regelparametern in Abhängigkeit von der Stellung der Achsen im Arbeitsraum ■ Anpassung von Regelparametern in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit oder der Beschleunigung einer Achse
Load Adaptive Control – LAC (Option #143)	
Adaptive Lastregelung	■ Automatisches Ermitteln von Werkstückmassen und Reibkräften ■ Anpassung von Regelparametern in Abhängigkeit von der aktuellen Masse des Werkstücks
Active Chatter Control – ACC (Option #145)	
Aktive Ratterunterdrückung	Vollautomatische Funktion zur Rattervermeidung während der Bearbei-tung
Active Vibration Damping – AVD (Option #146)	
Aktive Schwingungsdämpfung	Dämpfung von Maschinenschwingungen zur Verbesserung der Werkstückoberfläche
Batch Process Manager (Option #154)	
Batch Process Manager	Planung von Fertigungsaufträgen
Component Monitoring (Option #155)	
Komponentenüberwachung ohne externe Sensorik	Überwachung konfigurierter Maschinenkomponenten auf Überbelas-tung

Entwicklungsstand (Upgrade-Funktionen)

Neben Software-Optionen werden wesentliche Weiterentwicklungen der Steuerungs-Software über Upgrade-Funktionen, den sogenannten **F**eature **C**ontent **L**evel (engl. Begriff für Entwicklungsstand), verwaltet. Funktionen, die dem FCL unterliegen, stehen Ihnen nicht zur Verfügung, wenn Sie an Ihrer Steuerung ein Software-Update erhalten.

> Wenn Sie eine neue Maschine erhalten, dann stehen Ihnen alle Upgrade-Funktionen ohne Mehrkosten zur Verfügung.

Upgrade-Funktionen sind im Handbuch mit **FCL n** gekennzeichnet, wodurch **n** die fortlaufende Nummer des Entwicklungsstands kennzeichnet.

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

Vorgesehener Einsatzort

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

Rechtlicher Hinweis

Dieses Produkt verwendet Open-Source-Software. Weitere Informationen finden Sie auf der Steuerung unter

- Betriebsart Programmieren
- MOD-Funktion
- Softkey **LIZENZ Hinweise**

Optionale Parameter

HEIDENHAIN entwickelt das umfangreiche Zyklenpaket fortlaufend weiter, daher kann es mit jeder neuen Software auch neue Q-Parameter für Zyklen geben. Diese neuen Q-Parameter sind optionale Parameter, sie standen auf älteren Softwareständen teilweise noch nicht zur Verfügung. Im Zyklus befinden sie sich immer am Ende der Zyklusdefinition. Welche optionalen Q-Parameter bei dieser Software hinzugekommen sind, finden Sie in der Übersicht "Neue und geänderte Zyklenfunktionen der Software 81760x-06 ". Sie können selbst entscheiden, ob Sie optionale Q-Parameter definieren oder mit der Taste NO ENT löschen möchten. Sie können auch den gesetzten Standardwert übernehmen.
Wenn Sie einen optionalen Q-Parameter versehentlich gelöscht haben oder wenn Sie nach einem Software-Update Zyklen Ihrer bestehenden NC-Programme erweitern möchten, können Sie optionale Q-Parameter auch nachträglich in Zyklen einfügen. Das Vorgehen ist im Folgenden beschrieben.

Optionale Q-Parameter nachträglich einfügen:

- Rufen Sie die Zyklusdefinition auf
- Drücken Sie auf die Pfeiltaste rechts, bis die neuen Q-Parameter angezeigt werden
- Übernehmen Sie den eingetragenen Standardwert oder tragen Sie einen Wert ein
- Wenn Sie den neuen Q-Parameter übernehmen möchten, verlassen Sie das Menü durch weiteres Drücken auf die Pfeiltaste rechts oder mit END
- Wenn Sie den neuen Q-Parameter nicht übernehmen wollen, drücken Sie auf die Taste NO ENT

Kompatibilität

NC-Programme, die Sie an älteren HEIDENHAIN-Bahnsteuerungen (ab TNC 150 B) erstellt haben, sind von diesem neuen Softwarestand der TNC 620 größtenteils abarbeitbar. Auch wenn neue, optionale Parameter ("Optionale Parameter") zu bestehenden Zyklen dazugekommen sind, können Sie in der Regel Ihre NC-Programme weiterhin wie gewohnt abarbeiten. Das wird durch den hinterlegten Default-Wert erreicht. Wollen Sie in umgekehrter Richtung ein NC-Programm auf einer älteren Steuerung ablaufen lassen, das auf einem neuen SW-Stand programmiert wurde, können Sie die jeweiligen optionalen Q-Parameter mit der Taste NO ENT aus der Zyklusdefinition löschen. Somit erhalten Sie ein entsprechend abwärtskompatibles NC-Programm. Falls NC-Sätze ungültige Elemente enthalten, werden diese von der Steuerung beim Öffnen der Datei als ERROR-Sätze gekennzeichnet.

Neue und geänderte Zyklenfunktionen der Software 81760x-05

- Neuer Zyklus 441 SCHNELLES ANTASTEN. Mit diesem Zyklus können Sie verschiedene Tastsystemparameter (z.b.den Positioniervorschub) global für alle nachfolgend verwendeten Tastsystemzyklen setzen. siehe "SCHNELLES ANTASTEN (Zyklus 441, DIN/ISO G441, Software-Option 17)", Seite 532
- Neuer Zyklus 276 Konturzug 3D siehe "KONTUR-ZUG 3D (Zyklus 276, DIN/ISO: G276, Software-Option 19)", Seite 245
- Erweiterung des Konturzugs: Zyklus 25 mit Restmaterialbearbeitung, der Zyklus wurde um folgende Parameter erweitert: Q18, Q446, Q447, Q448 siehe "KONTUR-ZUG (Zyklus 25, DIN/ISO: G125, Software-Option 19)", Seite 241
- Die Zyklen 256 RECHTECKZAPFEN und 257 KREISZAPFEN wurden um die Parameter Q215, Q385, Q369 und Q386 erweitert. siehe "RECHTECKZAPFEN (Zyklus 256, DIN/ISO: G256, Software-Option 19)", Seite 181, siehe "KREISZAPFEN (Zyklus 257, DIN/ISO: G257, Software-Option 19)", Seite 186
- Zyklus 239 ermittelt die aktuelle Beladung der Maschinenachsen mit der Reglerfunktion LAC. Zudem kann Zyklus 239 jetzt auch die maximale Achsbeschleunigung anpassen. Zyklus 239 unterstützt das Ermitteln der Beladung von Verbundachsen. siehe "BELADUNG ERMITTELN (Zyklus 239 DIN/ISO: G239, Software-Option 143)", Seite 343
- Bei Zyklus 205 und 241 wurde das Vorschubverhalten geändert! siehe "EINLIPPEN-TIEFBOHREN (Zyklus 241, DIN/ISO: G241, Software-Option 19)", Seite 103, siehe "UNIVERSAL-TIEFBOHREN (Zyklus 205, DIN/ISO: G205, Software-Option 19)", Seite 92
- Detailänderungen bei Zyklus 233: Überwacht bei der Schlichtbearbeitung die Schneidenlänge (LCUTS), vergrößert beim Schruppen mit Frässtrategie 0-3 die Fläche in Fräsrichtung um Q357 (wenn in dieser Richtung keine Begrenzung gesetzt ist) siehe "PLANFRAESEN (Zyklus 233, DIN/ISO: G233, Software-Option 19)", Seite 196
- CONTOUR DEF ist in DIN/ISO programmierbar
- Die unter "old cycles" untergeordneten, technisch überholten Zyklen 1, 2, 3, 4, 5, 17, 212, 213, 214, 215, 210, 211, 230, 231 können nicht mehr über den Editor eingefügt werden. Eine Abarbeitung und Änderung dieser Zyklen ist aber weiterhin möglich.
- Die Tischtastsystem-Zyklen 480, 481, 482, 483, 484 können ausgeblendet werden siehe "Maschinenparameter einstellen", Seite 572
- Zyklus 225 Gravieren kann mit einer neuen Syntax den aktuellen Zählerstand gravieren siehe "Zählerstand gravieren", Seite 337
- Neue Spalte SERIAL in der Tastsystemtabelle siehe "Tastsystemdaten", Seite 357

Neue und geänderte Zyklenfunktionen der Software 81760x-06

- Neuer Zyklus 1410 ANTASTEN KANTE (Software-Option #17), siehe "ANTASTEN KANTE (Zyklus 1410, DIN/ISO: G1410, Software-Option 17)", Seite 371
- Neuer Zyklus 1411 ANTASTEN ZWEI KREISE (Software-Option #17),siehe "ANTASTEN ZWEI KREISE (Zyklus 1411, DIN ISO G1411, Software Option 17)", Seite 375
- Neuer Zyklus 1420 ANTASTEN EBENE (Software-Option #17), siehe "ANTASTEN EBENE (Zyklus 1420, DIN/ISO: G1420, Software-Option 17)", Seite 367
- Im Zyklus 24 SCHLICHTEN SEITE erfolgt An- und Abrunden in der letzten Zustellung durch tangentiale Helix, siehe "SCHLICHTEN SEITE (Zyklus 24, DIN/ISO: G124, Software-Option 19)", Seite 238
- Der Zyklus 233 PLANFRAESEN wurde um den Parameter Q367 FLAECHENLAGE erweitert, siehe "PLANFRAESEN (Zyklus 233, DIN/ISO: G233, Software-Option 19)", Seite 196
- Zyklus 257 KREISZAPFEN verwendet Q207 VORSCHUB FRAESEN auch für die Schruppbearbeitung, siehe "KREISZAPFEN (Zyklus 257, DIN/ISO: G257, Software-Option 19)", Seite 186
- Automatische Tastsystemzyklen 408 bis 419 berücksichtigen chkTiltingAxes (Nr. 204600) beim Bezugspunktsetzen, siehe "Tastsystemzyklen: Bezugspunkte automatisch erfassen", Seite 405
- Tastsystemzyklen 41x, Bezugspunkte automatisch erfassen: neues Verhalten von Zyklenparameter Q303 MESSWERT-UEBERGABE und Q305 NR. IN TABELLE, siehe "Tastsystemzyklen: Bezugspunkte automatisch erfassen", Seite 405
- Im Zyklus 420 MESSEN WINKEL werden beim Vorpositionieren, die Angaben des Zyklus und der Tastsystemtabelle berücksichtigt, siehe "MESSEN WINKEL (Zyklus 420, DIN/ISO: G420, Software-Option 17)", Seite 474
- Zyklus 450 KINEMATIK SICHERN schreibt beim Restaurieren keine gleichen Werte, siehe "KINEMATIK SICHERN (Zyklus 450, DIN/ISO: G450, Option)", Seite 540
- Zyklus 451 KINEMATIK VERMESSEN wurde um den Wert 3 im Zyklenparameter Q406 MODUS erweitert, siehe "KINEMATIK VERMESSEN (Zyklus 451, DIN/ISO: G451, Option)", Seite 543
- Im Zyklus 451 KINEMATIK VERMESSEN wird nur bei der zweiten Messung, der Radius der Kalibrierkugel überwacht, siehe "KINEMATIK VERMESSEN (Zyklus 451, DIN/ISO: G451, Option)", Seite 543

- Die Tastsystemtabelle wurde um eine Spalte REACTION erweitert, siehe "Tastsystemtabelle", Seite 356
- Der Maschinenparameter CfgThreadSpindle (Nr. 113600) steht Ihnen zur Verfügung, siehe "GEWINDEBOHREN mit Ausgleichsfutter (Zyklus 206, DIN/ISO: G206)", Seite 117 , siehe "GEWINDEBOHREN ohne Ausgleichsfutter GS (Zyklus 207, DIN/ISO: G207)", Seite 120, siehe "GEWINDEBOHREN SPANBRUCH (Zyklus 209, DIN/ISO: G209, Software-Option 19)", Seite 125 , siehe "GEWINDESCHNEIDEN (Zyklus 18, DIN/ISO: G18, Software-Option 19)", Seite 345

2

Grundlagen / Übersichten

2.1 Einführung

Häufig wiederkehrende Bearbeitungen, die mehrere Bearbeitungsschritte umfassen, sind in der Steuerung als Zyklen gespeichert. Auch die Koordinatenumrechnungen und einige Sonderfunktionen stehen als Zyklen zur Verfügung. Die meisten Zyklen verwenden Q-Parameter als Übergabeparameter.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Zyklen führen umfangreiche Bearbeitungen durch. Kollisionsgefahr!

- Vor dem Abarbeiten einen Programmtest durchführen

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

Wenn Sie bei Bearbeitungszyklen mit Nummern größer 200 einen Vorschubparameter definieren, dann können Sie per Softkey anstelle eines Zahlenwerts auch den im **TOOL CALL**-Satz definierten Vorschub (Softkey **FAUTO**) zuweisen. Abhängig vom jeweiligen Zyklus und von der jeweiligen Funktion des Vorschubparameters stehen noch die Vorschubalternativen **FMAX** (Eilgang), **FZ** (Zahnvorschub) und **FU** (Umdrehungsvorschub) zur Verfügung.

Beachten Sie, dass eine Änderung des **FAUTO**-Vorschubs nach einer Zyklusdefinition keine Wirkung hat, da die Steuerung bei der Verarbeitung der Zyklusdefinition den Vorschub aus dem **TOOL CALL**-Satz intern fest zuordnet.

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

2.2 Verfügbare Zyklusgruppen

Übersicht Bearbeitungszyklen

CYCL DEF

- Die Softkey-Leiste zeigt die verschiedenen Zyklusgruppen

Softkey	Zyklusgruppe	Seite
BOHREN/ GEWINDE	Zyklen zum Tiefbohren, Reiben, Ausdrehen und Senken	72
BOHREN/ GEWINDE	Zyklen zum Gewindebohren, Gewindeschneiden und Gewindefräsen	116
TASCHEN/ ZAPFEN/ NUTEN	Zyklen zum Fräsen von Taschen, Zapfen, Nuten und zum Planfräsen	156
KOORD.- UMRECHN.	Zyklen zur Koordinatenumrechnung, mit denen beliebige Konturen verschoben, gedreht, gespiegelt, vergrößert und verkleinert werden	298
SL- ZYKLEN	SL-Zyklen (Subcontour-List), mit denen Konturen bearbeitet werden, die sich aus mehreren überlagerten Teilkonturen zusammensetzen, sowie Zyklen zur Zylindermantelbearbeitung und zum Wirbelfräsen	266
PUNKTE- MUSTER	Zyklen zur Herstellung von Punktemustern, z. B. Lochkreis od. Lochfläche	210
SONDER- ZYKLEN	Sonderzyklen Verweilzeit, Programmaufruf, Spindelorientierung, Gravieren, Toleranz, Beladung ermitteln,	324

▷

- Ggf. auf maschinenspezifische Bearbeitungszyklen weiterschalten. Solche Bearbeitungszyklen können von Ihrem Maschinenhersteller integriert werden

Übersicht Tastsystemzyklen

TOUCH PROBE

- Die Softkey-Leiste zeigt die verschiedenen Zyklusgruppen

Softkey	Zyklusgruppe	Seite
ROTATION	Zyklen zum automatischen Erfassen und Kompensieren einer Werkstück-Schieflage	359
BEZUGSPKT.	Zyklen zum automatischen Bezugspunktsetzen	406
MESSEN	Zyklen zur automatischen Werkstückkontrolle	466
SONDER-ZYKLEN	Sonderzyklen	512
TS KALIBR.	Tastsystem kalibrieren	520
KINEMATIK	Zyklen zur automatischen Kinematikvermessung	535
TT ZYKLEN	Zyklen zur automatischen Werkzeugvermessung (wird vom Maschinenhersteller freigegeben)	570

▷

- Ggf. auf maschinenspezifische Tastsystemzyklen weiterschalten. Solche Tastsystemzyklen können von Ihrem Maschinenhersteller integriert werden

3

Bearbeitungs-
zyklen verwenden

3.1 Mit Bearbeitungszyklen arbeiten

Maschinenspezifische Zyklen (Software-Option19)

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

- Zyklen 300 bis 399
  Maschinenspezifische Zyklen, die über die Taste **CYCL DEF** zu definieren sind
- Zyklen 500 bis 599
  Maschinenspezifische Tastsystemzyklen, die über die Taste **TOUCH PROBE** zu definieren sind

Beachten Sie hierzu die jeweilige Funktionsbeschreibung im Maschinenhandbuch.

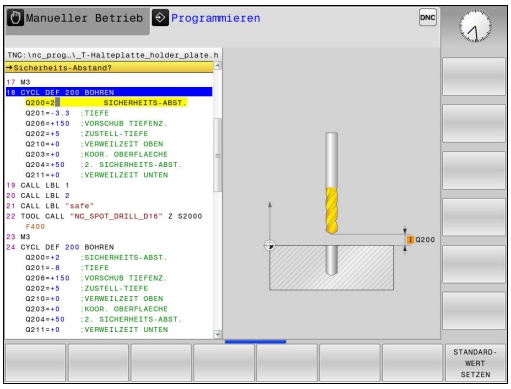
U.U. werden bei maschinenspezifischen Zyklen auch Übergabeparameter verwendet, die HEIDENHAIN bereits in Standardzyklen verwendet hat. Um bei der gleichzeitigen Verwendung von DEF-aktiven Zyklen (Zyklen, die die Steuerung automatisch bei der Zyklusdefinition abarbeitet) und CALL-aktiven Zyklen (Zyklen, die Sie zur Ausführung aufrufen müssen).

Weitere Informationen: "Zyklen aufrufen", Seite 52

Probleme hinsichtlich des Überschreibens von mehrfach verwendeten Übergabeparametern vermeiden. Folgende Vorgehensweise beachten:

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

Zyklus definieren über Softkeys



CYCL DEF

- Die Softkey-Leiste zeigt die verschiedenen Zyklusgruppen

BOHREN/ GEWINDE

- Zyklusgruppe wählen, z. B. Bohrzyklen

262

- Zyklus wählen, z. B. **GEWINDEFRÄSEN**. Die Steuerung eröffnet einen Dialog und erfragt alle Eingabewerte. Gleichzeitig blendet die Steuerung in der rechten Bildschirmhälfte eine Grafik ein. Der einzugebende Parameter ist hell hinterlegt
- Geben Sie alle von der Steuerung geforderten Parameter ein. Schließen Sie jede Eingabe mit der Taste **ENT** ab
- Die Steuerung beendet den Dialog, nachdem Sie alle erforderlichen Daten eingegeben haben

Zyklus definieren über GOTO-Funktion

CYCL DEF

- Die Softkey-Leiste zeigt die verschiedenen Zyklusgruppen

GOTO

- Die Steuerung zeigt in einem Überblendfenster die Zyklenübersicht an
- Mit den Pfeiltasten den gewünschten Zyklus wählen oder
- Zyklusnummer eingeben. Jeweils mit der Taste **ENT** bestätigen. Die Steuerung eröffnet dann den Zyklusdialog wie zuvor beschrieben

Beispiel

7 CYCL DEF 200 BOHREN	
Q200=2	;SICHERHEITS-ABST.
Q201=3	;TIEFE
Q206=150	;VORSCHUB TIEFENZ.
Q202=5	;ZUSTELL-TIEFE
Q210=0	;VERWEILZEIT OBEN
Q203=+0	;KOOR. OBERFLAECHE
Q204=50	;2. SICHERHEITS-ABST.
Q211=0.25	;VERWEILZEIT UNTEN
Q395=0	;BEZUG TIEFE

Zyklen aufrufen

Voraussetzungen

Vor einem Zyklusaufruf programmieren Sie in jedem Fall:

- **BLK FORM** zur grafischen Darstellung (nur für Testgrafik erforderlich)
- Werkzeugaufruf
- Drehsinn der Spindel (Zusatzfunktion M3/M4)
- Zyklusdefinition (CYCL DEF)

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

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

- die Zyklen 220 Punktemuster auf Kreis und 221 Punktemuster auf Linien
- den SL-Zyklus 14 KONTUR
- den SL-Zyklus 20 KONTUR-DATEN
- Zyklus 32 TOLERANZ
- Zyklen zur Koordinatenumrechnung
- den Zyklus 9 VERWEILZEIT
- alle Tastsystemzyklen

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

Zyklusaufruf mit CYCL CALL

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

CYCL CALL

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

Zyklusaufruf mit CYCL CALL PAT

Die Funktion **CYCL CALL PAT** ruft den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus an allen Positionen auf, die Sie in einer Musterdefinition PATTERN DEF oder in einer Punktetabelle definiert haben.

Weitere Informationen: "Musterdefinition PATTERN DEF", Seite 59

Weitere Informationen: "Punktetabellen", Seite 66

Zyklusaufruf mit CYCL CALL POS

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

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

- Wenn die aktuelle Werkzeugposition in der Werkzeugachse größer als die Oberkante des Werkstücks (Q203) ist, dann positioniert die Steuerung zuerst in der Bearbeitungsebene auf die programmierte Position. Anschließend in der Werkzeugachse
- Wenn die aktuelle Werkzeugposition in der Werkzeugachse unterhalb der Oberkante des Werkstücks (Q203) liegt, dann positioniert die Steuerung zuerst in Werkzeugachse auf die Sichere Höhe. Anschließend in der Bearbeitungsebene auf die programmierte Position

Im **CYCL CALL POS**-Satz müssen immer drei Koordinatenachsen programmiert sein. Über die Koordinate in der Werkzeugachse können Sie auf einfache Weise die Startposition verändern. Sie wirkt wie eine zusätzliche Nullpunktverschiebung.

Der im **CYCL CALL POS**-Satz definierte Vorschub gilt nur zum Anfahren der in diesem NC-Satz programmierten Startposition.

Die Steuerung fährt die im **CYCL CALL POS**-Satz definierte Position grundsätzlich mit inaktiver Radiuskorrektur (R0) an.

Wenn Sie mit **CYCL CALL POS** einen Zyklus aufrufen, in dem eine Startposition definiert ist (z. B. Zyklus 212), dann wirkt die im Zyklus definierte Position wie eine zusätzliche Verschiebung auf die im **CYCL CALL POS**-Satz definierte Position. Sie sollten daher die im Zyklus festzulegende Startposition immer mit 0 definieren.

Zyklusaufruf mit M99/M89

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

Wenn die Steuerung den Zyklus nach jedem Positioniersatz automatisch ausführen soll, programmieren Sie den ersten Zyklusaufruf mit **M89**.

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

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

Die Steuerung unterstützt M89 in Kombination mit FK-Programmierung nicht!

Arbeiten mit einer Parallelachse

Die Steuerung führt Zustellbewegungen in der Parallelachse (W-Achse) aus, die Sie im **TOOL CALL**-Satz als Spindelachse definiert haben. Es wird in der Statusanzeige ein "W" angezeigt, die Werkzeugverrechnung findet in der W-Achse statt.

Dies ist nur bei diesen Zyklen möglich:

Zyklus	Funktion der W-Achse
200 **BOHREN**	■
201 **REIBEN**	■
202 **AUSDREHEN**	■
203 **UNIVERSAL-BOHREN**	■
204 **RUECKWAERTS-SENKEN**	■
205 **UNIVERSAL-TIEFBOHREN**	■
208 **BOHRFRAESEN**	■
225 **GRAVIEREN**	■
232 **PLANFRAESEN**	■
233 **PLANFRAESEN**	■
241 **EINLIPPEN-TIEFBOHREN**	■

HEIDENHAIN empfiehlt, nicht mit **TOOL CALL W** zu arbeiten! Benutzen Sie **FUNCTION PARAXMODE** oder **FUNCTION PARAXCOMP**.

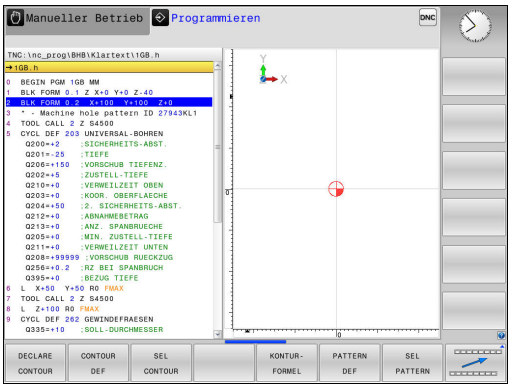
Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Klartextprogrammierung

3.2 Programmvorgaben für Zyklen

Übersicht

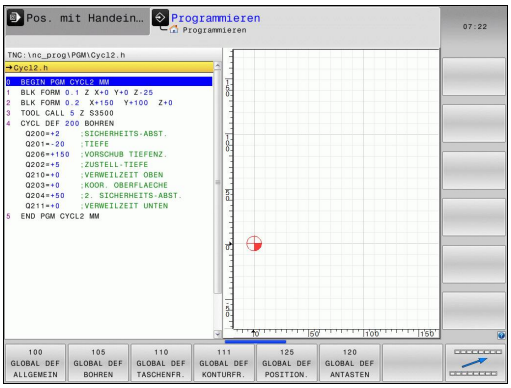
Alle Zyklen 20 bis 25 und mit Nummern größer 200 verwenden immer wieder identische Zyklenparameter, wie z. B. den Sicherheitsabstand **Q200**, die Sie bei jeder Zyklendefinition angeben müssen. Über die Funktion **GLOBAL DEF** haben Sie die Möglichkeit, diese Zyklenparameter am Programmanfang zentral zu definieren, sodass sie global für alle im NC-Programm verwendeten Bearbeitungszyklen wirksam sind. Im jeweiligen Bearbeitungszyklus verweisen Sie dann auf den Wert, den Sie am Programmanfang definiert haben.

Folgende GLOBAL DEF-Funktionen stehen zur Verfügung:



Softkey	Bearbeitungsmuster	Seite
100 GLOBAL DEF ALLGEMEIN	GLOBAL DEF ALLGEMEIN Definition von allgemeingültigen Zyklenparametern	57
105 GLOBAL DEF BOHREN	GLOBAL DEF BOHREN Definition spezieller Bohrzyklenparameter	57
110 GLOBAL DEF TASCHENFR.	GLOBAL DEF TASCHENFRAESEN Definition spezieller Taschenfräs-Zyklenparameter	57
111 GLOBAL DEF KONTURFR.	GLOBAL DEF KONTURFRAESEN Definition spezieller Konturfräsparameter	58
125 GLOBAL DEF POSITION.	GLOBAL DEF POSITIONIEREN Definition des Positionierverhaltens bei **CYCL CALL PAT**	58
120 GLOBAL DEF ANTASTEN	GLOBAL DEF ANTASTEN Definition spezieller Tastsystemzyklen-Parameter	58

GLOBAL DEF eingeben

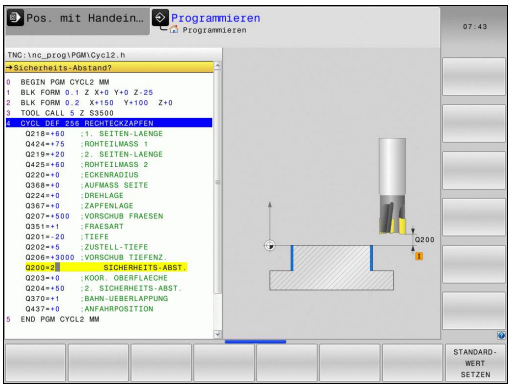


- Betriebsart: Taste **Programmieren** drücken
- Sonderfunktionen wählen: Taste **SPEC FCT** drücken
- Funktionen für die Programmvorgaben wählen
- Softkey **GLOBAL DEF** drücken
- Gewünschte GLOBAL-DEF-Funktion wählen, z. B. Softkey **GLOBAL DEF ALLGEMEIN** drücken
- Erforderliche Definitionen eingeben, jeweils mit Taste **ENT** bestätigen

GLOBAL DEF-Angaben nutzen

Wenn Sie am Programmanfang die entsprechenden GLOBAL DEF-Funktionen eingegeben haben, dann können Sie bei der Definition eines beliebigen Bearbeitungszyklus auf diese global gültigen Werte referenzieren.

Gehen Sie dabei wie folgt vor:



- Betriebsart: Taste **Programmieren** drücken

- Bearbeitungszyklen wählen: Taste **CYCLE DEF** drücken

- Gewünschte Zyklusgruppe wählen, z. B. Bohrzyklen

- Gewünschten Zyklus wählen, z. B. **bohren**
- Wenn es dafür einen globalen Parameter gibt, blendet die Steuerung den Softkey **STANDARDWERT SETZEN** ein

- Softkey **STANDARDWERT SETZEN** drücken: Die Steuerung trägt das Wort **PREDEF** (englisch: vordefiniert) in die Zyklusdefinition ein. Damit haben Sie eine Verknüpfung zum entsprechenden **GLOBAL DEF**-Parameter durchgeführt, den Sie am Programmanfang definiert haben

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie nachträglich die Programmeinstellungen mit **GLOBAL DEF** ändern, dann wirken sich die Änderungen auf das gesamte NC-Programm aus. Somit kann sich der Bearbeitungsablauf erheblich verändern.

- **GLOBAL DEF** bewusst verwenden. Vor dem Abarbeiten einen Programmtest durchführen
- In Bearbeitungszyklen einen festen Wert eintragen, dann verändert **GLOBAL DEF** die Werte nicht

Allgemeingültige globale Daten

- **Sicherheits-Abstand**: Abstand zwischen Werkzeugstirnfläche und Werkstückoberfläche beim automatischen Anfahren der Zyklusstartposition in der Werkzeugachse
- **2. Sicherheits-Abstand**: Position, auf die die Steuerung das Werkzeug am Ende eines Bearbeitungsschritts positioniert. Auf dieser Höhe wird die nächste Bearbeitungsposition in der Bearbeitungsebene angefahren
- **F Positionieren**: Vorschub, mit dem die Steuerung das Werkzeug innerhalb eines Zyklus verfährt
- **F Rückzug**: Vorschub, mit dem die Steuerung das Werkzeug zurückpositioniert

> Parameter gelten für alle Bearbeitungszyklen 2xx.

Globale Daten für Bohrbearbeitungen

- **Rückzug Spanbruch**: Wert, um den die Steuerung das Werkzeug beim Spanbrechen zurückzieht
- **Verweilzeit unten**: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt
- **Verweilzeit oben**: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug auf Sicherheitsabstand verweilt

> Parameter gelten für die Bohr-, Gewindebohr- und Gewindefräszyklen 200 bis 209, 240, 241 und 262 bis 267.

Globale Daten für Fräsbearbeitungen mit Taschenzyklen 25x

- **Überlappungs-Faktor**: Werkzeugradius x Bahnüberlappung ergibt die seitliche Zustellung
- **Fräsart**: Gleichlauf/Gegenlauf
- **Eintauchart**: Helixförmig, pendelnd oder senkrecht ins Material eintauchen

> Parameter gelten für die Fräszyklen 251 bis 257.

Globale Daten für Fräsbearbeitungen mit Konturzyklen

- **Sicherheits-Abstand**: Abstand zwischen Werkzeugstirnfläche und Werkstückoberfläche beim automatischen Anfahren der Zyklusstartposition in der Werkzeugachse
- **Sichere Höhe**: Absolute Höhe, in der keine Kollision mit dem Werkstück erfolgen kann (für Zwischenpositionierungen und Rückzug am Zyklusende)
- **Überlappungs-Faktor**: Werkzeugradius x Bahnüberlappung ergibt die seitliche Zustellung
- **Fräsart**: Gleichlauf/Gegenlauf

> Parameter gelten für die SL-Zyklen 20, 22, 23, 24 und 25.

Globale Daten für das Positionierverhalten

- **Positionier-Verhalten**: Rückzug in der Werkzeugachse am Ende eines Bearbeitungsschritts auf 2.Sicherheitsabstand oder auf die Position am Unit-Anfang

> Parameter gelten für alle Bearbeitungszyklen, wenn Sie den jeweiligen Zyklus mit der Funktion **CYCL CALL PAT** rufen.

Globale Daten für Antastfunktionen

- **Sicherheits-Abstand**: Abstand zwischen Taststift und Werkstückoberfläche beim automatischen Anfahren der Antastposition
- **Sichere Höhe**: Koordinate in der Tastsystemachse, auf der die Steuerung das Tastsystem zwischen Messpunkten verfährt, wenn Option **Fahren auf sichere Höhe** aktiviert ist
- **Fahren auf sichere Höhe**: Wählen, ob die Steuerung zwischen Messpunkten auf Sicherheitsabstand oder auf sicherer Höhe verfährt

> Parameter gelten für alle Tastsystemzyklen 4xx.

3.3 Musterdefinition PATTERN DEF

Anwendung

Mit der Funktion **PATTERN DEF** definieren Sie auf einfache Weise regelmäßige Bearbeitungsmuster, die Sie mit der Funktion **CYCL CALL PAT** rufen können. Wie bei den Zyklusdefinitionen stehen auch bei der Musterdefinition Hilfsbilder zur Verfügung, die den jeweiligen Eingabeparameter verdeutlichen.

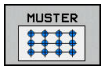
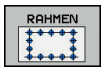
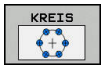
HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die Funktion **PATTERN DEF** berechnet die Bearbeitungskoordinaten in den Achsen **X** und **Y**. Bei allen Werkzeugachsen außer **Z** besteht während der nachfolgenden Bearbeitung Kollisionsgefahr!

- **PATTERN DEF** ausschließlich mit Werkzeugachse **Z** verwenden

Folgende Bearbeitungsmuster stehen zur Verfügung:

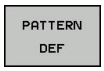
Softkey	Bearbeitungsmuster	Seite
	PUNKT Definition von bis zu 9 beliebigen Bearbeitungspositionen	61
	REIHE Definition einer einzelnen Reihe, gerade oder gedreht	61
	MUSTER Definition eines einzelnen Musters, gerade, gedreht oder verzerrt	62
	RAHMEN Definition eines einzelnen Rahmens, gerade, gedreht oder verzerrt	63
	KREIS Definition eines Vollkreises	64
	Teilkreis Definition eines Teilkreises	65

PATTERN DEF eingeben

- Betriebsart: Taste **Programmieren** drücken

- Sonderfunktionen wählen: Taste **SPEC FCT** drücken

- Funktionen für die Kontur- und Punktbearbeitung wählen



- Softkey **PATTERN DEF** drücken

- Gewünschtes Bearbeitungsmuster wählen, z. B. Softkey einzelne Reihe drücken
- Erforderliche Definitionen eingeben, jeweils mit Taste **ENT** bestätigen

PATTERN DEF verwenden

Sobald Sie eine Musterdefinition eingegeben haben, können Sie diese über die Funktion **CYCL CALL PAT** aufrufen.

Weitere Informationen: "Zyklen aufrufen", Seite 52

Die Steuerungen führt dann den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus auf dem von Ihnen definierten Bearbeitungsmuster aus.

Ein Bearbeitungsmuster bleibt so lange aktiv, bis Sie ein Neues definieren, oder über die Funktion **SEL PATTERN** eine Punktetabelle angewählt haben.

Über den Satzvorlauf können Sie einen beliebigen Punkt wählen, an dem Sie die Bearbeitung beginnen oder fortsetzen können
Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten, NC-Programm testen und abarbeiten

Die Steuerung zieht das Werkzeug zwischen den Startpunkten zurück auf die sichere Höhe. Als sichere Höhe verwendet die Steuerung entweder die Spindelachsen-Koordinate beim Zyklusaufruf, oder den Wert aus dem Zyklusparameter Q204, je nach dem, welcher größer ist.

Ist die Koordinatenoberfläche im PATTERN DEF größer als die im Zyklus, wird der 2. Sicherheitsabstand auf die Koordinatenoberfläche des PATTERN DEF gerechnet.

Wenn die Koordinatenoberfläche im Zyklus größer als die im PATTERN DEF ist, wird der Sicherheitsabstand auf die Summe der beiden Koordinatenoberflächen gerechnet.

Sie können vor **CYCL CALL PAT** die Funktion **GLOBAL DEF 125** (zu finden bei **SPEC FCT**/Programmvorgaben) mit Q352=1 verwenden. Dann positioniert die Steuerung zwischen den Bohrungen immer auf den 2. Sicherheitsabstand, der im Zyklus definiert wurde.

Einzelne Bearbeitungspositionen definieren

Sie können maximal 9 Bearbeitungspositionen eingeben, Eingabe jeweils mit Taste **ENT** bestätigen.

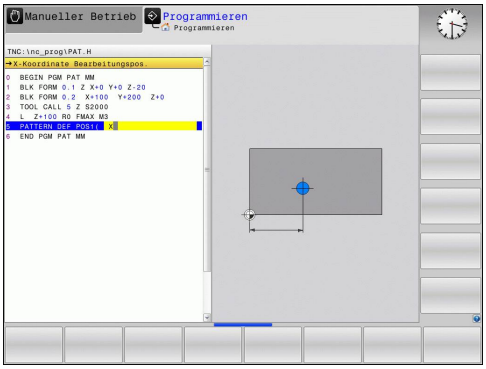
POS1 muss mit absoluten Koordinaten programmiert werden. POS2 bis POS9 darf absolut und/oder inkremental programmiert werden.

Wenn Sie eine **Werkstückoberfläche in Z** ungleich 0 definieren, dann wirkt dieser Wert zusätzlich zur Werkstückoberfläche **Q203**, die Sie im Bearbeitungszyklus definiert haben.

- POS1: **X-Koordinate Bearbeitungspos.** (absolut): X-Koordinate eingeben
- POS1: **Y-Koordinate Bearbeitungspos.** (absolut): Y-Koordinate eingeben
- POS1: **Koordinate Werkstück-Oberfläche** (absolut): Z-Koordinate eingeben, an der die Bearbeitung startet
- POS2: **X-Koordinate Bearbeitungspos.** (absolut oder inkremental): X-Koordinate eingeben
- POS2: **Y-Koordinate Bearbeitungspos.** (absolut oder inkremental): Y-Koordinate eingeben
- POS2: **Koordinate Werkstück-Oberfläche** (absolut oder inkremental): Z-Koordinate eingeben

Beispiel

```
10 L  Z+100 R0  FMAX
11 PATTERN DEF
    POS1 (X+25 Y+33,5  Z+0)
    POS2 (X+15 IY+6,5  Z+0)
```



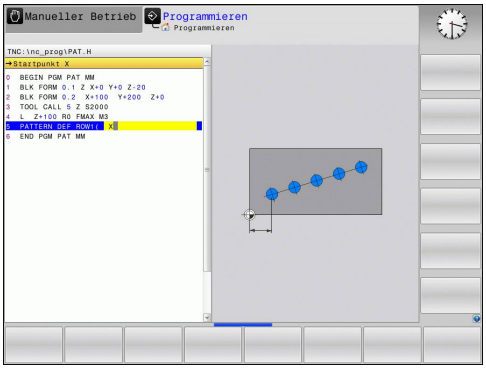
Einzelne Reihe definieren

Wenn Sie eine **Werkstückoberfläche in Z** ungleich 0 definieren, dann wirkt dieser Wert zusätzlich zur Werkstückoberfläche **Q203**, die Sie im Bearbeitungszyklus definiert haben.

- **Startpunkt X** (absolut): Koordinate des Reihenstartpunkts in der X-Achse
- **Startpunkt Y**(absolut): Koordinate des Reihenstartpunkts in der Y-Achse
- **Abstand Bearbeitungspositionen** (inkremental): Abstand zwischen den Bearbeitungspositionen. Wert positiv oder negativ eingebbar
- **Anzahl Bearbeitungen**: Gesamtanzahl der Bearbeitungspositionen
- **Drehlage des gesamten Musters** (absolut): Drehwinkel um den eingegebenen Startpunkt. Bezugsachse: Hauptachse der aktiven Bearbeitungsebene (z. B. X bei Werkzeugachse Z). Wert positiv oder negativ eingebbar
- **Koordinate Werkstück-Oberfläche** (absolut): Z-Koordinate eingeben, an der die Bearbeitung startet

Beispiel

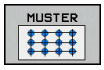
```
10 L  Z+100 R0  FMAX
11 PATTERN DEF  ROW1
    (X+25 Y+33,5  D+8 NUM5  ROT+0 Z
    +0)
```



Einzelnes Muster definieren

Wenn Sie eine **Werkstückoberfläche in Z** ungleich 0 definieren, dann wirkt dieser Wert zusätzlich zur Werkstückoberfläche **Q203**, die Sie im Bearbeitungszyklus definiert haben.

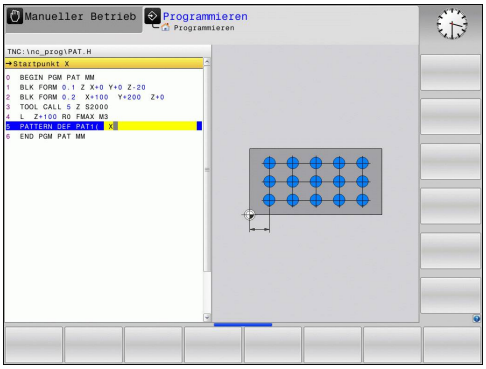
Die Parameter **Drehlage Hauptachse** und **Drehlage Nebenachse** wirken additiv auf eine zuvor durchgeführte **Drehlage des gesamten Musters**.



- **Startpunkt X** (absolut): Koordinate des Muster-Startpunkts in der X-Achse
- **Startpunkt Y** (absolut): Koordinate des Muster-Startpunkts in der Y-Achse
- **Abstand Bearbeitungspositionen X** (inkremental): Abstand zwischen den Bearbeitungspositionen in X-Richtung. Wert positiv oder negativ eingebbar
- **Abstand Bearbeitungspositionen Y** (inkremental): Abstand zwischen den Bearbeitungspositionen in Y-Richtung. Wert positiv oder negativ eingebbar
- **Anzahl Spalten**: Gesamtspaltenanzahl des Musters
- **Anzahl Zeilen**: Gesamtzeilenanzahl des Musters
- **Drehlage des gesamten Musters** (absolut): Drehwinkel, um den das gesamte Muster um den eingegebenen Startpunkt gedreht wird. Bezugsachse: Hauptachse der aktiven Bearbeitungsebene (z. B. X bei Werkzeugachse Z). Wert positiv oder negativ eingebbar
- **Drehlage Hauptachse**: Drehwinkel, um den ausschließlich die Hauptachse der Bearbeitungsebene bezogen auf den eingegebenen Startpunkt verzerrt wird. Wert positiv oder negativ eingebbar.
- **Drehlage Nebenachse**: Drehwinkel, um den ausschließlich die Nebenachse der Bearbeitungsebene bezogen auf den eingegebenen Startpunkt verzerrt wird. Wert positiv oder negativ eingebbar.
- **Koordinate Werkstück-Oberfläche** (absolut): Z-Koordinate eingeben, an der die Bearbeitung starten soll

Beispiel

```
10 L  Z+100 R0  FMAX
11 PATTERN DEF  PAT1 (X+25 Y+33,5
    DX+8 DY+10  NUMX5 NUMY4 ROT+0
    ROTX+0 ROTY+0  Z+0)
```



Einzelnen Rahmen definieren

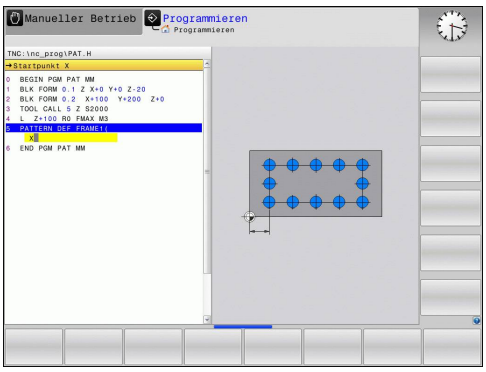
Wenn Sie eine **Werkstückoberfläche in Z** ungleich 0 definieren, dann wirkt dieser Wert zusätzlich zur Werkstückoberfläche **Q203**, die Sie im Bearbeitungszyklus definiert haben.

Die Parameter **Drehlage Hauptachse** und **Drehlage Nebenachse** wirken additiv auf eine zuvor durchgeführte **Drehlage des gesamten Musters**.

- **Startpunkt X** (absolut): Koordinate des Rahmenstartpunkts in der X-Achse
- **Startpunkt Y**(absolut): Koordinate des Rahmenstartpunkts in der Y-Achse
- **Abstand Bearbeitungspositionen X** (inkremental): Abstand zwischen den Bearbeitungspositionen in X-Richtung. Wert positiv oder negativ eingebbar
- **Abstand Bearbeitungspositionen Y** (inkremental): Abstand zwischen den Bearbeitungspositionen in Y-Richtung. Wert positiv oder negativ eingebbar
- **Anzahl Spalten**: Gesamtspaltenanzahl des Musters
- **Anzahl Zeilen**: Gesamtzeilenanzahl des Musters
- **Drehlage des gesamten Musters** (absolut): Drehwinkel, um den das gesamte Muster um den eingegebenen Startpunkt gedreht wird. Bezugsachse: Hauptachse der aktiven Bearbeitungsebene (z. B. X bei Werkzeugachse Z). Wert positiv oder negativ eingebbar
- **Drehlage Hauptachse**: Drehwinkel, um den ausschließlich die Hauptachse der Bearbeitungsebene bezogen auf den eingegebenen Startpunkt verzerrt wird. Wert positiv oder negativ eingebbar.
- **Drehlage Nebenachse**: Drehwinkel, um den ausschließlich die Nebenachse der Bearbeitungsebene bezogen auf den eingegebenen Startpunkt verzerrt wird. Wert positiv oder negativ eingebbar.
- **Koordinate Werkstück-Oberfläche** (absolut): Z-Koordinate eingeben, an der die Bearbeitung startet

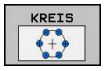
Beispiel

```
10 L  Z+100 R0  FMAX
11 PATTERN DEF  FRAME1
   (X+25  Y+33,5 DX+8  DY+10 NUMX5
   NUMY4 ROT+0  ROTX+0 ROTY+0  Z
   +0)
```



Vollkreis definieren

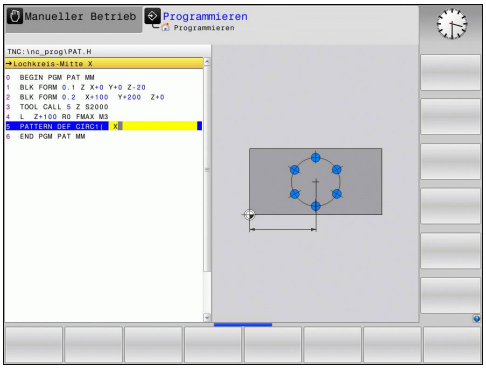
Wenn Sie eine **Werkstückoberfläche in Z** ungleich 0 definieren, dann wirkt dieser Wert zusätzlich zur Werkstückoberfläche **Q203**, die Sie im Bearbeitungszyklus definiert haben.



- **Lochkreis-Mitte X** (absolut): Koordinate des Kreismittelpunkts in der X-Achse
- **Lochkreis-Mitte Y** (absolut): Koordinate des Kreismittelpunkts in der Y-Achse
- **Lochkreis-Durchmesser**: Durchmesser des Lochkreises
- **Startwinkel**: Polarwinkel der ersten Bearbeitungsposition. Bezugsachse: Hauptachse der aktiven Bearbeitungsebene (z. B. X bei Werkzeugachse Z). Wert positiv oder negativ eingebbar
- **Anzahl Bearbeitungen**: Gesamtanzahl der Bearbeitungspositionen auf dem Kreis
- **Koordinate Werkstück-Oberfläche** (absolut): Z-Koordinate eingeben, an der die Bearbeitung startet

Beispiel

```
10 L  Z+100 R0  FMAX
11 PATTERN DEF  CIRC1
   (X+25  Y+33 D80  START+45 NUM8  Z
   +0)
```



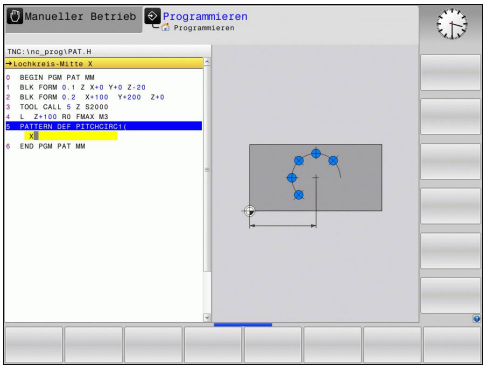
Teilkreis definieren

Wenn Sie eine **Werkstückoberfläche in Z** ungleich 0 definieren, dann wirkt dieser Wert zusätzlich zur Werkstückoberfläche **Q203**, die Sie im Bearbeitungszyklus definiert haben.

- **Lochkreis-Mitte X** (absolut): Koordinate des Kreismittelpunkts in der X-Achse
- **Lochkreis-Mitte Y** (absolut): Koordinate des Kreismittelpunkts in der Y-Achse
- **Lochkreis-Durchmesser**: Durchmesser des Lochkreises
- **Startwinkel**: Polarwinkel der ersten Bearbeitungsposition. Bezugsachse: Hauptachse der aktiven Bearbeitungsebene (z. B. X bei Werkzeugachse Z). Wert positiv oder negativ eingebbar
- **Winkelschritt/Endwinkel**: Inkrementaler Polarwinkel zwischen zwei Bearbeitungspositionen. Wert positiv oder negativ eingebbar. Alternativ Endwinkel eingebbar (per Softkey umschalten)
- **Anzahl Bearbeitungen**: Gesamtanzahl der Bearbeitungspositionen auf dem Kreis
- **Koordinate Werkstück-Oberfläche** (absolut): Z-Koordinate eingeben, an der die Bearbeitung startet

Beispiel

```
10 L  Z+100 R0  FMAX
11 PATTERN DEF  PITCHCIRC1
   (X+25  Y+33 D80  START+45 STEP30
   NUM8 Z+0)
```



3.4 Punktetabellen

Anwendung

Wenn Sie einen Zyklus oder mehrere Zyklen hintereinander, auf einem unregelmäßigen Punktemuster abarbeiten wollen, dann erstellen Sie Punktetabellen.

Wenn Sie Bohrzyklen verwenden, entsprechen die Koordinaten der Bearbeitungsebene in der Punktetabelle den Koordinaten der Bohrungsmittelpunkte. Wenn Sie Fräszyklen einsetzen, entsprechen die Koordinaten der Bearbeitungsebene in der Punktetabelle den Startpunktkoordinaten des jeweiligen Zyklus (z. B. Mittelpunktskoordinaten einer Kreistasche). Koordinaten in der Spindelachse entsprechen der Koordinate der Werkstückoberfläche.

Punktetabelle eingeben

- Betriebsart: Taste **Programmieren** drücken
- Dateiverwaltung aufrufen: Taste **PGM MGT** drücken

DATEI-NAME?

- Name und Dateityp der Punktetabelle eingeben. Mit Taste **ENT** bestätigen
- Maßeinheit wählen: Softkey **MM** oder **INCH** drücken. Die Steuerung wechselt ins Programmfenster und stellt eine leere Punktetabelle dar
- Mit Softkey **ZEILE EINFÜGEN** neue Zeile einfügen. Koordinaten des gewünschten Bearbeitungsorts eingeben

Vorgang wiederholen, bis alle gewünschten Koordinaten eingegeben sind.

> Der Name der Punktetabelle muss mit einem Buchstaben beginnen.
>
> Mit den Softkey **SPALTEN SORTIEREN/ AUSBLENDEN** (vierte Softkey-Leiste) können Sie festlegen, welche Koordinaten Sie in die Punktetabelle eingeben möchten.

Einzelne Punkte für die Bearbeitung ausblenden

In der Punktetabelle können Sie über die Spalte **FADE** den in der jeweiligen Zeile definierten Punkt so kennzeichnen, das dieser für die Bearbeitung wahlweise ausgeblendet wird.

- Punkt in der Tabelle wählen, der ausgeblendet wird

- Spalte **FADE** wählen

- Ausblenden aktivieren oder

- Ausblenden deaktivieren

Punktetabelle im NC-Programm wählen

In der Betriebsart **Programmieren** das NC-Programm wählen, für das die Punktetabelle aktiviert wird:

- Funktion zur Auswahl der Punktetabelle aufrufen: Taste **PGM CALL** drücken

- Softkey **PUNKTE TABELLE WÄHLEN** drücken

- Softkey **DATEI WÄHLEN** drücken
- Punktetabelle auswählen und mit dem Softkey **OK** abschließen

Wenn die Punktetabelle nicht im selben Verzeichnis gespeichert ist, wie das NC-Programm, dann müssen Sie den kompletten Pfadnamen eingeben.

Beispiel

```
7 SEL PATTERN  "TNC:\DIRKT5\NUST35.PNT"
```

Zyklus in Verbindung mit Punktetabellen aufrufen

Wenn die Steuerung den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus an den Punkten aufruft, die in einer Punktetabelle definiert sind, programmieren Sie den Zyklusaufruf mit **CYCL CALL PAT**:

CYCL CALL

- Zyklusaufruf programmieren: Taste **CYCL CALL** drücken
- Punktetabelle rufen: Softkey **CYCL CALL PAT** drücken
- Vorschub eingeben, mit dem die Steuerung zwischen den Punkten verfährt oder Softkey **F MAX** (keine Eingabe: Verfahren mit zuletzt programmiertem Vorschub)
- Bei Bedarf Zusatzfunktion M eingeben. Mit Taste **END** bestätigen

Die Steuerung zieht das Werkzeug zwischen den Startpunkten zurück auf die sichere Höhe. Als sichere Höhe verwendet die Steuerung entweder die Spindelachsenkoordinate beim Zyklusaufruf oder den Wert aus dem Zyklusparameter Q204, je nachdem, welcher größer ist.

Sie können vor **CYCL CALL PAT** die Funktion **GLOBAL DEF 125** (zu finden bei **SPEC FCT**/Programmvorgaben) mit Q352=1 verwenden. Dann positioniert die Steuerung zwischen den Bohrungen immer auf den 2. Sicherheitsabstand, der im Zyklus definiert wurde.

Wenn Sie beim Vorpositionieren in der Spindelachse mit reduziertem Vorschub fahren wollen, verwenden Sie die Zusatzfunktion M103.

Wirkungsweise der Punktetabelle mit SL-Zyklen und Zyklus 12

Die Steuerung interpretiert die Punkte als zusätzliche Nullpunktverschiebung.

Wirkungsweise der Punktetabelle mit Zyklen 200 bis 208, 262 bis 267

Die Steuerung interpretiert die Punkte der Bearbeitungsebene als Koordinaten des Bohrungsmittelpunkts. Wenn Sie die in der Punktetabelle definierte Koordinate in der Spindelachse als Startpunktkoordinate nutzen wollen, müssen Sie die Werkstück-Oberkante (Q203) mit 0 definieren.

Wirkungsweise der Punktetabelle mit Zyklen 251 bis 254

Die Steuerung interpretiert die Punkte der Bearbeitungsebene als Koordinaten des Zyklusstartpunkts. Wenn Sie die in der Punktetabelle definierte Koordinate in der Spindelachse als Startpunktkoordinate nutzen wollen, müssen Sie die Werkstück-Oberkante (Q203) mit 0 definieren.

Die Steuerung arbeitet mit **CYCL CALL PAT** die Punktetabelle ab, die Sie zuletzt definiert haben. Auch wenn Sie die Punktetabelle in einem mit **CALL PGM** verschachtelten NC-Programm definiert haben.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie in der Punktetabelle bei beliebigen Punkten eine Sichere Höhe programmieren, ignoriert die Steuerung für **alle** Punkte den 2. Sicherheitsabstand des Bearbeitungszyklus!

- Programmieren Sie zuvor GLOBAL DEF 125 POSITIONIEREN und die Steuerung berücksichtigt nur bei dem jeweiligen Punkt die Sichere Höhe der Punktetabelle.

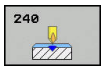
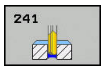
4

Bearbeitungs-zyklen: Bohren

4.1 Grundlagen

Übersicht

Die Steuerung stellt folgende Zyklen für die verschiedensten Bohrbearbeitungen zur Verfügung:

Softkey	Zyklus	Seite
	240 ZENTRIEREN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheitsabstand, wahlweise Eingabe Zentrierdurchmesser/Zentriertiefe	73
	200 BOHREN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheitsabstand	75
	201 REIBEN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheitsabstand	77
	202 AUSDREHEN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheitsabstand	79
	203 UNIVERSAL-BOHREN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheitsabstand, Spanbruch, Degression	82
	204 RUECKWAERTS-SENKEN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheitsabstand	88
	205 UNIVERSAL-TIEFBOHREN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheitsabstand, Spanbruch, Vorhalteabstand	92
	208 BOHRFRAESEN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheitsabstand	100
	241 EINLIPPEN-TIEFBOHREN Mit automatischer Vorpositionierung auf vertieften Startpunkt, Drehzahl-Kühlmitteldefinition	103

4.2 ZENTRIEREN (Zyklus 240, DIN/ISO: G240, Software-Option 19)

Zyklusablauf

1 Die Steuerung positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang **FMAX** auf den Sicherheitsabstand über der Werkstückoberfläche

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

3 Falls definiert, verweilt das Werkzeug am Zentriergrund

4 Abschließend fährt das Werkzeug mit **FMAX** auf Sicherheitsabstand oder auf den 2. Sicherheitsabstand. Der 2. Sicherheitsabstand **Q204** wirkt erst, wenn dieser größer programmiert ist als der Sicherheitsabstand **Q200**

Beim Programmieren beachten!

Positioniersatz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit der Radiuskorrektur **R0** programmieren.

Das Vorzeichen des Zyklusparameters **Q344** (Durchmesser), bzw. **Q201** (Tiefe) legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie den Durchmesser oder die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die Steuerung den Zyklus nicht aus.

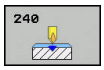
HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

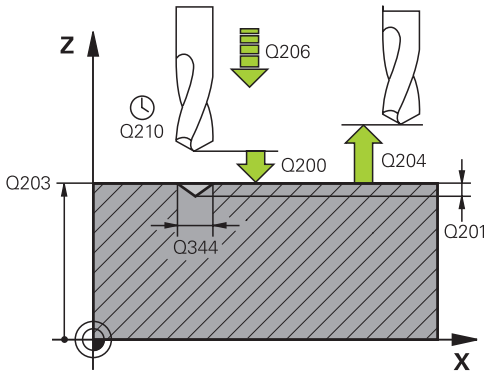
Wenn Sie bei einem Zyklus die Tiefe positiv eingeben, kehrt die Steuerung die Berechnung der Vorpositionierung um. Das Werkzeug fährt in der Werkzeugachse mit Eilgang auf Sicherheitsabstand **unter** die Werkstückoberfläche!

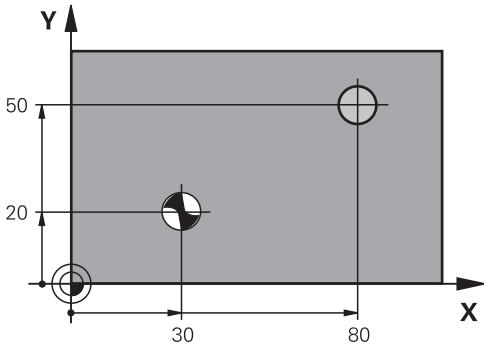
- Tiefe negativ eingeben
- Mit Maschinenparameter **displayDepthErr** (Nr. 201003) einstellen, ob die Steuerung bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off)

Zyklusparameter



- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche; Wert positiv eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q343 Auswahl Durchmesser/Tiefe (1/0)**: Auswahl, ob auf eingegebenen Durchmesser oder auf eingegebene Tiefe zentriert werden soll. Wenn die Steuerung auf den eingegebenen Durchmesser zentrieren soll, müssen Sie den Spitzenwinkel des Werkzeugs in der Spalte **T-Angle** der Werkzeugtabelle TOOL.T definieren.
  0: Auf eingegebene Tiefe zentrieren
  1: Auf eingegebenen Durchmesser zentrieren
- **Q201 Tiefe?** (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Zentriergrund (Spitze des Zentrierkegels). Nur wirksam, wenn Q343=0 definiert ist. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q344 Durchmesser Senkung** (Vorzeichen): Zentrierdurchmesser. Nur wirksam, wenn Q343=1 definiert ist. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q206 Vorschub Tiefenzustellung?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Zentrieren in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**
- **Q211 Verweilzeit unten?**: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt. Eingabebereich 0 bis 3600,0000
- **Q203 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999





Beispiel

10 L Z+100 R0 FMAX	
11 CYCL DEF 240 ZENTRIEREN	
Q200=2	;SICHERHEITS-ABST.
Q343=1	;AUSWAHL DURCHM/ TIEFE
Q201=+0	;TIEFE
Q344=-9	;DURCHMESSER
Q206=250	;VORSCHUB TIEFENZ.
Q211=0.1	;VERWEILZEIT UNTEN
Q203=+20	;KOOR. OBERFLAECHE
Q204=100	;2. SICHERHEITS-ABST.
12 L X+30 Y+20 R0 FMAX M3 M99	
13 L X+80 Y+50 R0 FMAX M99	

4.3 BOHREN (Zyklus 200)

Zyklusablauf

1 Die Steuerung positioniert das Werkzeug in der Spindelachse mit Eilgang **FMAX** auf den Sicherheitsabstand über der Werkstückoberfläche
2 Das Werkzeug bohrt mit dem programmierten Vorschub **F** bis zur ersten Zustelltiefe
3 Die Steuerung fährt das Werkzeug mit **FMAX** auf den Sicherheitsabstand zurück, verweilt dort - falls eingegeben - und fährt anschließend wieder mit **FMAX** bis auf Sicherheitsabstand über die erste Zustell-Tiefe
4 Anschließend bohrt das Werkzeug mit eingegebenem Vorschub F um eine weitere Zustelltiefe
5 Die Steuerung wiederholt diesen Ablauf (2 bis 4), bis die eingegebene Bohrtiefe erreicht ist (die Verweilzeit aus Q211 wirkt bei jeder Zustellung)
6 Abschließend fährt das Werkzeug vom Bohrungsgrund mit **FMAX** auf Sicherheitsabstand oder auf den 2. Sicherheitsabstand. Der 2. Sicherheitsabstand **Q204** wirkt erst, wenn dieser größer programmiert ist als der Sicherheitsabstand **Q200**

Beim Programmieren beachten!

Positioniersatz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur **R0** programmieren.

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

Wenn Sie ohne Spanbruch bohren möchten, definieren Sie in dem Parameter **Q202** einen höheren Wert als die Tiefe **Q201** plus die errechnete Tiefe aus dem Spitzenwinkel. Hierbei können Sie auch einen deutlichen höheren Wert angeben.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

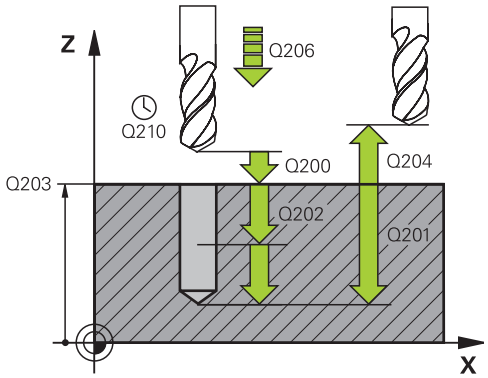
Wenn Sie bei einem Zyklus die Tiefe positiv eingeben, kehrt die Steuerung die Berechnung der Vorpositionierung um. Das Werkzeug fährt in der Werkzeugachse mit Eilgang auf Sicherheitsabstand **unter** die Werkstückoberfläche!

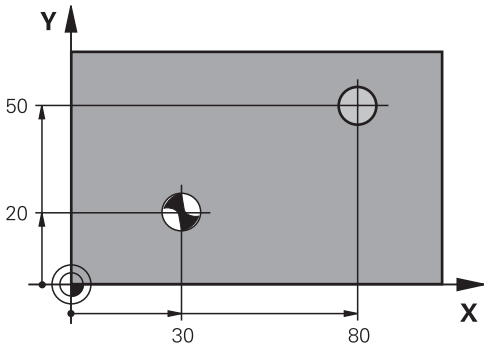
- Tiefe negativ eingeben
- Mit Maschinenparameter **displayDepthErr** (Nr. 201003) einstellen, ob die Steuerung bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off)

Zyklusparameter

- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche; Wert positiv eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q201 Tiefe?** (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Bohrungsgrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q206 Vorschub Tiefenzustellung?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Bohren in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**
- **Q202 Zustell-Tiefe?** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Eingabebereich 0 bis 99999,9999

  Die Tiefe muss kein Vielfaches der Zustelltiefe sein. Die Steuerung fährt in einem Arbeitsgang auf die Tiefe wenn:
  - Zustelltiefe und Tiefe gleich sind
  - die Zustelltiefe größer als die Tiefe ist
- **Q210 Verweilzeit oben?**: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug auf dem Sicherheitsabstand verweilt, nachdem es die Steuerung zum Entspanen aus der Bohrung herausgefahren hat. Eingabebereich 0 bis 3600,0000
- **Q203 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q211 Verweilzeit unten?**: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt. Eingabebereich 0 bis 3600,0000
- **Q395 Bezug auf Durchmesser (0/1)?**: Auswahl, ob sich die eingegebene Tiefe auf die Werkzeugspitze oder auf den zylindrischen Teil des Werkzeugs bezieht. Wenn die Steuerung die Tiefe auf den zylindrischen Teil des Werkzeugs beziehen soll, müssen Sie den Spitzenwinkel des Werkzeugs in der Spalte **T-ANGLE** der Werkzeugtabelle TOOL.T definieren.
  0 = Tiefe bezogen auf die Werkzeugspitze
  1 = Tiefe bezogen auf den zylindrischen Teil des Werkzeugs





Beispiel

```
11 CYCL DEF 200  BOHREN
    Q200=2       ;SICHERHEITS-ABST.
    Q201=-15     ;TIEFE
    Q206=250     ;VORSCHUB TIEFENZ.
    Q202=5       ;ZUSTELL-TIEFE
    Q210=0       ;VERWEILZEIT OBEN
    Q203=+20     ;KOOR. OBERFLAECHE
    Q204=100     ;2. SICHERHEITS-ABST.
    Q211=0.1     ;VERWEILZEIT UNTEN
    Q395=0       ;BEZUG TIEFE
12 L  X+30 Y+20  FMAX M3
13 CYCL CALL
14 L  X+80 Y+50  FMAX M99
```

4.4 REIBEN (Zyklus 201,DIN/ISO: G201, Software-Option 19)

Zyklusablauf

1 Die Steuerung positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang **FMAX** auf den eingegebenen Sicherheitsabstand über der Werkstückoberfläche

2 Das Werkzeug reibt mit dem eingegebenen Vorschub **F** bis zur programmierten Tiefe

3 Am Bohrungsgrund verweilt das Werkzeug, falls eingegeben

4 Anschließend fährt die Steuerung das Werkzeug im Vorschub **F** zurück auf den Sicherheitsabstand oder auf den 2. Sicherheitsabstand. Der 2. Sicherheitsabstand **Q204** wirkt erst, wenn dieser größer programmiert ist als der Sicherheitsabstand **Q200**

Beim Programmieren beachten!

Positioniersatz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur **R0** programmieren.

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

HINWEIS

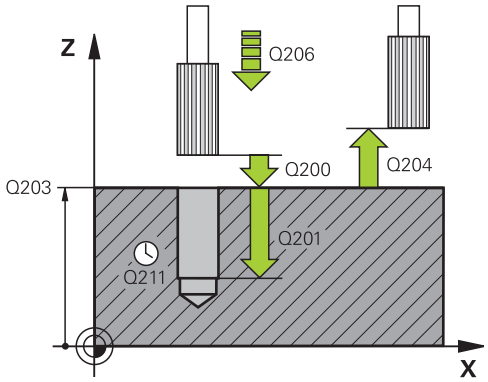
Achtung Kollisionsgefahr!

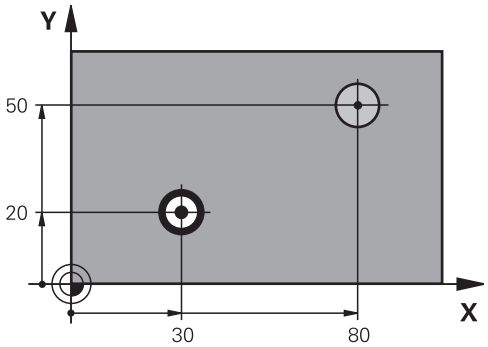
Wenn Sie bei einem Zyklus die Tiefe positiv eingeben, kehrt die Steuerung die Berechnung der Vorpositionierung um. Das Werkzeug fährt in der Werkzeugachse mit Eilgang auf Sicherheitsabstand **unter** die Werkstückoberfläche!

- Tiefe negativ eingeben
- Mit Maschinenparameter **displayDepthErr** (Nr. 201003) einstellen, ob die Steuerung bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off)

Zyklusparameter

- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstückoberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q201 Tiefe?** (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Bohrungsgrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q206 Vorschub Tiefenzustellung?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Reiben in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**
- **Q211 Verweilzeit unten?**: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt. Eingabebereich 0 bis 3600,0000
- **Q208 Vorschub Rückzug?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Herausfahren aus der Bohrung in mm/min. Wenn Sie Q208 = 0 eingeben, dann gilt Vorschub Reiben. Eingabebereich 0 bis 99999,999
- **Q203 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999





Beispiel

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

4.5 AUSDREHEN (Zyklus 202, DIN/ISO: G202, Software-Option 19)

Zyklusablauf

1 Die Steuerung positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang **FMAX** auf den Sicherheitsabstand über der Werkstückoberfläche

2 Das Werkzeug bohrt mit dem Bohrvorschub bis zur Tiefe

3 Am Bohrungsgrund verweilt das Werkzeug – falls eingegeben – mit laufender Spindel zum Freischneiden

4 Anschließend führt die Steuerung eine Spindelorientierung auf die Position durch, die im Parameter **Q336** definiert ist

5 Wenn Freifahren gewählt ist, fährt die Steuerung in der eingegebenen Richtung 0,2 mm (fester Wert) frei

6 Anschließend fährt die Steuerung das Werkzeug im Vorschub Rückzug auf den Sicherheitsabstand oder von dort mit **FMAX** auf den 2. Sicherheitsabstand. Der 2. Sicherheitsabstand **Q204** wirkt erst, wenn dieser größer programmiert ist als der Sicherheitsabstand **Q200**. Wenn **Q214**=0 erfolgt der Rückzug an der Bohrungswand

7 Zum Schluss positioniert die Steuerung das Werkzeug wieder zurück in die Mitte der Bohrung

Beim Programmieren beachten!

Maschine und Steuerung müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein.

Dieser Zyklus ist nur an Maschinen mit geregelter Spindel verwendbar.

Positioniersatz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur **R0** programmieren.

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

Nach der Bearbeitung positioniert die Steuerung das Werkzeug wieder auf den Startpunkt in der Bearbeitungsebene. Somit können Sie anschließend inkremental weiterpositionieren.

Wenn vor dem Zyklusaufruf die Funktionen M7 oder M8 aktiv waren, stellt die Steuerung diesen Zustand am Zyklusende wieder her.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie bei einem Zyklus die Tiefe positiv eingeben, kehrt die Steuerung die Berechnung der Vorpositionierung um. Das Werkzeug fährt in der Werkzeugachse mit Eilgang auf Sicherheitsabstand **unter** die Werkstückoberfläche!

- Tiefe negativ eingeben
- Mit Maschinenparameter **displayDepthErr** (Nr. 201003) einstellen, ob die Steuerung bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off)

HINWEIS

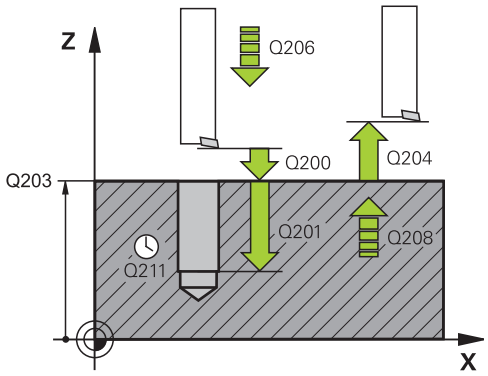
Achtung Kollisionsgefahr!

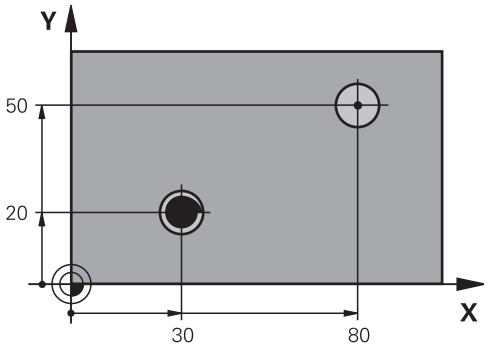
Wenn Sie die Freifahrrichtung falsch wählen, besteht Kollisionsgefahr. Eine evtl. vorhandene Spiegelung in der Bearbeitungsebene wird für die Freifahrrichtung nicht berücksichtigt. Dagegen werden aktive Transformationen beim Freifahren berücksichtigt.

- Prüfen Sie, die Position der Werkzeugspitze, wenn Sie eine Spindelorientierung auf den Winkel programmieren, den Sie im **Q336** eingeben (z. B. in der Betriebsart **Positionieren mit Handeingabe**). Dazu sollten keinerlei Transformationen aktiv sein.
- Winkel so wählen, dass die Werkzeugsspitze parallel zur Freifahrrichtung steht
- Freifahrrichtung Q214 so wählen, dass das Werkzeug vom Bohrungsrand wegfährt

Zyklusparameter

- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstückoberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q201 Tiefe?** (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Bohrungsgrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q206 Vorschub Tiefenzustellung?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Ausdrehen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**
- **Q211 Verweilzeit unten?**: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt. Eingabebereich 0 bis 3600,0000
- **Q208 Vorschub Rückzug?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Herausfahren aus der Bohrung in mm/min. Wenn Sie Q208=0 eingeben, dann gilt Vorschub Tiefenzustellung. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**
- **Q203 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q214 Freifahr-Richtung (0/1/2/3/4)?**: Richtung festlegen, in der die Steuerung das Werkzeug am Bohrungsgrund freifährt (nach der Spindel-Orientierung)
  0: Werkzeug nicht freifahren
  1: Werkzeug freifahren in Minus-Richtung der Hauptachse
  2: Werkzeug freifahren in Minus-Richtung der Nebenachse
  3: Werkzeug freifahren in Plus-Richtung der Hauptachse
  4: Werkzeug freifahren in Plus-Richtung der Nebenachse
- **Q336 Winkel für Spindel-Orientierung?** (absolut): Winkel, auf den die Steuerung das Werkzeug vor dem Freifahren positioniert. Eingabebereich -360,000 bis 360,000





Beispiel

```
10 L  Z+100 R0  FMAX
11 CYCL DEF 202  AUSDREHEN
    Q200=2      ;SICHERHEITS-ABST.
    Q201=-15    ;TIEFE
    Q206=100    ;VORSCHUB TIEFENZ.
    Q211=0.5    ;VERWEILZEIT UNTEN
    Q208=250    ;VORSCHUB RUECKZUG
    Q203=+20    ;KOOR. OBERFLAECHE
    Q204=100    ;2. SICHERHEITS-ABST.
    Q214=1      ;FREIFAHR-RICHTUNG
    Q336=0      ;WINKEL SPINDEL
12 L  X+30 Y+20  FMAX M3
13 CYCL CALL
14 L  X+80 Y+50  FMAX M99
```

4.6 UNIVERSAL-BOHREN (Zyklus 203, DIN/ISO: G203, Software-Option19)

Zyklusablauf

Verhalten ohne Spanbruch, ohne Abnahmebetrag:

1 Die Steuerung positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang **FMAX** auf den eingegebenen **SICHERHEITS-ABST. Q200** über der Werkstückoberfläche

2 Das Werkzeug bohrt mit dem eingegebenen **VORSCHUB TIEFENZ. Q206** bis zur ersten **ZUSTELL-TIEFE Q202**

3 Anschließend zieht die Steuerung das Werkzeug aus der Bohrung heraus, auf **SICHERHEITS-ABST. Q200**

4 Nun taucht die Steuerung das Werkzeug wieder im Eilgang in die Bohrung ein und bohrt anschließend erneut eine Zustellung um **ZUSTELL-TIEFEQ202 VORSCHUB TIEFENZ. Q206**

5 Beim Arbeiten ohne Spanbruch zieht die Steuerung das Werkzeug nach jeder Zustellung mit **VORSCHUB RUECKZUG Q208** aus der Bohrung heraus auf **SICHERHEITS-ABST. Q200** und wartet dort ggf. die **VERWEILZEIT OBEN Q210** ab.

6 Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis die **Tiefe Q201** erreicht ist.

7 Wenn die **TIEFE Q201** erreicht ist, zieht die Steuerung das Werkzeug mit **FMAX** aus der Bohrung auf den **SICHERHEITS-ABST. Q200** oder auf den **2. SICHERHEITS-ABST.** Der **2. SICHERHEITS-ABST. Q204** wirkt erst, wenn dieser größer programmiert ist als der **SICHERHEITS-ABST. Q200**

Verhalten mit Spanbruch, ohne Abnahmebetrag:

1 Die Steuerung positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang **FMAX** auf den eingegebenen **SICHERHEITS-ABST. Q200** über der Werkstückoberfläche

2 Das Werkzeug bohrt mit dem eingegebenen **VORSCHUB TIEFENZ. Q206** bis zur ersten **ZUSTELL-TIEFE Q202**

3 Anschließend zieht die Steuerung das Werkzeug um den Wert **RZ BEI SPANBRUCH Q256** zurück

4 Nun erfolgt erneut eine Zustellung um den Wert **ZUSTELL-TIEFE Q202** im **VORSCHUB TIEFENZ. Q206**

5 Die Steuerung stellt so lange erneut zu, bis die **ANZ. SPANBRUECHE Q213** erreicht ist, oder bis die Bohrung die gewünschte **TIEFE Q201** hat. Wenn die definierte Anzahl der Spanbrüche erreicht ist, die Bohrung aber noch nicht die gewünschte **TIEFE Q201** hat, fährt die Steuerung das Werkzeug im **VORSCHUB RUECKZUG Q208** aus der Bohrung auf den **SICHERHEITS-ABST. Q200**

6 Falls eingegeben wartet die Steuerung die **VERWEILZEIT OBEN Q210** ab

7 Anschließend taucht die Steuerung im Eilgang in die Bohrung ein, bis auf den Wert **RZ BEI SPANBRUCH Q256** über der letzten Zustelltiefe

8 Der Vorgang 2 bis 7 wird so lange wiederholt, bis die **TIEFE Q201** erreicht ist.

9 Wenn die **TIEFE Q201** erreicht ist, zieht die Steuerung das Werkzeug mit **FMAX** aus der Bohrung auf den **SICHERHEITS-ABST. Q200** oder auf den **2. SICHERHEITS-ABST.** Der **2. SICHERHEITS-ABST. Q204** wirkt erst, wenn dieser größer programmiert ist als der **SICHERHEITS-ABST. Q200**

Verhalten mit Spanbruch, mit Abnahmebetrag

1 Die Steuerung positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang **FMAX** auf den eingegebenen **SICHERHEITS-ABSTAND Q200** über der Werkstückoberfläche

2 Das Werkzeug bohrt mit dem eingegebenen **VORSCHUB TIEFENZ. Q206** bis zur ersten **ZUSTELL-TIEFE Q202**

3 Anschließend zieht die Steuerung das Werkzeug um den Wert **RZ BEI SPANBRUCH Q256** zurück

4 Erneut erfolgt eine Zustellung um **ZUSTELL-TIEFE Q202** minus **ABNAHMEBETRAG Q212** im **VORSCHUB TIEFENZ. Q206**. Die ständig sinkende Differenz aus der aktualisierten **ZUSTELL-TIEFE Q202** minus **ABNAHMEBETRAG Q212**, darf nie kleiner werden als die **MIN. ZUSTELL-TIEFE Q205** (Beispiel: **Q202**=5, **Q212**=1, **Q213**=4, **Q205**= 3: Die erste Zustelltiefe ist 5 mm, die zweite Zustelltiefe ist 5 - 1 = 4 mm, die dritte Zustelltiefe ist 4 - 1 = 3 mm, die vierte Zustelltiefe ist auch 3mm)

5 Die Steuerung stellt so lange erneut zu, bis die **ANZ. SPANBRUECHE Q213** erreicht ist, oder bis die Bohrung die gewünschte **TIEFE Q201** hat. Wenn die definierte Anzahl der Spanbrüche erreicht ist, die Bohrung aber noch nicht die gewünschte **TIEFE Q201** hat, fährt die Steuerung das Werkzeug im **VORSCHUB RUECKZUG Q208** aus der Bohrung auf den **SICHERHEITS-ABST. Q200**

6 Falls eingegeben wartet die Steuerung nun die **VERWEILZEIT OBEN Q210** ab

7 Anschließend taucht die Steuerung im Eilgang in die Bohrung ein, bis auf den Wert **RZ BEI SPANBRUCH Q256** über der letzten Zustelltiefe

8 Der Vorgang 2 bis 7 wird so lange wiederholt, bis die **TIEFE Q201** erreicht ist.

9 Falls eingegeben wartet die Steuerung nun die **VERWEILZEIT UNTEN Q211** ab

10 Wenn die **TIEFE Q201** erreicht ist, zieht die Steuerung das Werkzeug mit **FMAX** aus der Bohrung auf den **SICHERHEITS-ABST. Q200** oder auf den **2. SICHERHEITS-ABST.** Der **2. SICHERHEITS-ABST. Q204** wirkt erst, wenn dieser größer programmiert ist als der **SICHERHEITS-ABST. Q200**

Beim Programmieren beachten!

Positioniersatz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur **R0** programmieren.

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

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

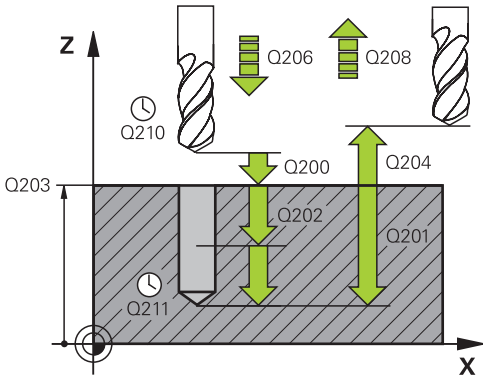
Wenn Sie bei einem Zyklus die Tiefe positiv eingeben, kehrt die Steuerung die Berechnung der Vorpositionierung um. Das Werkzeug fährt in der Werkzeugachse mit Eilgang auf Sicherheitsabstand **unter** die Werkstückoberfläche!

- Tiefe negativ eingeben
- Mit Maschinenparameter **displayDepthErr** (Nr. 201003) einstellen, ob die Steuerung bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off)

Zyklusparameter

- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstückoberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q201 Tiefe?** (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Bohrungsgrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q206 Vorschub Tiefenzustellung?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Bohren in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**
- **Q202 Zustell-Tiefe?** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Eingabebereich 0 bis 99999,9999

  Die Tiefe muss kein Vielfaches der Zustelltiefe sein. Die Steuerung fährt in einem Arbeitsgang auf die Tiefe wenn:
  - Zustelltiefe und Tiefe gleich sind
  - die Zustelltiefe größer als die Tiefe ist
- **Q210 Verweilzeit oben?**: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug auf dem Sicherheitsabstand verweilt, nachdem es die Steuerung zum Entspanen aus der Bohrung herausgefahren hat. Eingabebereich 0 bis 3600,0000
- **Q203 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q212 Abnahmebetrag?** (inkremental): Wert, um den die Steuerung **Q202 Zustelltiefe** nach jeder Zustellung verkleinert. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q213 Anzahl Spanbrüche vor Rückzug?**: Anzahl der Spanbrüche bevor die Steuerung das Werkzeug aus der Bohrung zum Entspanen herausfahren soll. Zum Spanbrechen zieht die Steuerung das Werkzeug jeweils um den Rückzugswert **Q256** zurück. Eingabebereich 0 bis 99999
- **Q205 Minimale Zustell-Tiefe?** (inkremental): Falls Sie **Q212 ABNAHMEBETRAG** eingegeben haben, begrenzt die Steuerung die Zustellung auf **Q205** . Eingabebereich 0 bis 99999,9999



Beispiel

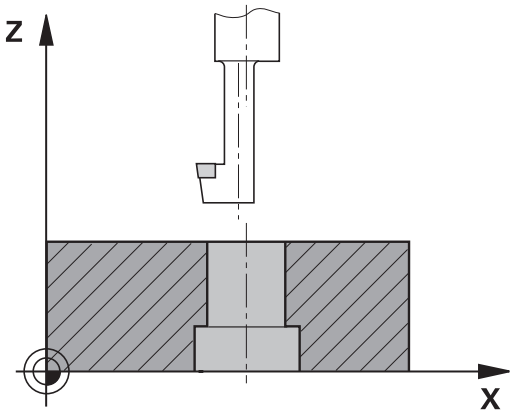
11 CYCL DEF 203	UNIVERSAL-BOHREN
Q200=2	;SICHERHEITS-ABST.
Q201=-20	;TIEFE
Q206=150	;VORSCHUB TIEFENZ.
Q202=5	;ZUSTELL-TIEFE
Q210=0	;VERWEILZEIT OBEN
Q203=+20	;KOOR. OBERFLAECHE
Q204=50	;2. SICHERHEITS-ABST.
Q212=0.2	;ABNAHMEBETRAG
Q213=3	;ANZ. SPANBRUECHE
Q205=3	;MIN. ZUSTELL-TIEFE
Q211=0.25	;VERWEILZEIT UNTEN
Q208=500	;VORSCHUB RUECKZUG
Q256=0.2	;RZ BEI SPANBRUCH
Q395=0	;BEZUG TIEFE

- **Q211 Verweilzeit unten?**: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt. Eingabebereich 0 bis 3600,0000
- **Q208 Vorschub Rückzug?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Herausfahren aus der Bohrung in mm/min. Wenn Sie Q208=0 eingeben, dann fährt die Steuerung das Werkzeug mit Vorschub **Q206** heraus. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**
- **Q256 Rückzug bei Spanbruch?** (inkremental): Wert, um den die Steuerung das Werkzeug beim Spanbrechen zurückfährt. Eingabebereich 0,000 bis 99999,999
- **Q395 Bezug auf Durchmesser (0/1)?**: Auswahl, ob sich die eingegebene Tiefe auf die Werkzeugspitze oder auf den zylindrischen Teil des Werkzeugs bezieht. Wenn die Steuerung die Tiefe auf den zylindrischen Teil des Werkzeugs beziehen soll, müssen Sie den Spitzenwinkel des Werkzeugs in der Spalte **T-ANGLE** der Werkzeugtabelle TOOL.T definieren.
  0 = Tiefe bezogen auf die Werkzeugspitze
  1 = Tiefe bezogen auf den zylindrischen Teil des Werkzeugs

4.7 RUECKWAERTS-SENKEN (Zyklus 204, DIN/ISO: G204, Software-Option 19)

Zyklusablauf

Mit diesem Zyklus stellen Sie Senkungen her, die sich auf der Werkstückunterseite befinden.



1 Die Steuerung positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang **FMAX** auf den Sicherheitsabstand über der Werkstückoberfläche
2 Dort führt die Steuerung eine Spindelorientierung auf die 0°-Position durch und versetzt das Werkzeug um das Exzentermaß
3 Anschließend taucht das Werkzeug mit dem Vorschub Vorpositionieren in die vorgebohrte Bohrung ein, bis die Schneide im Sicherheitsabstand unterhalb der Werkstück-Unterkante steht
4 Die Steuerung fährt jetzt das Werkzeug wieder auf Bohrungsmitte. Schaltet die Spindel und ggf. das Kühlmittel ein und fährt dann mit dem Vorschub Senken auf die eingegebene Tiefe Senkung
5 Falls eingegeben, verweilt das Werkzeug am Senkungsgrund. Anschließend fährt das Werkzeug wieder aus der Bohrung heraus, führt eine Spindelorientierung durch und versetzt erneut um das Exzentermaß
6 Abschließend fährt das Werkzeug mit **FMAX** auf Sicherheitsabstand oder auf den 2. Sicherheitsabstand. Der 2. Sicherheitsabstand **Q204** wirkt erst, wenn dieser größer programmiert ist als der Sicherheitsabstand **Q200**
7 Zum Schluss positioniert die Steuerung das Werkzeug wieder zurück in die Mitte der Bohrung

Beim Programmieren beachten!

Maschine und Steuerung müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein.

Der Zyklus ist nur an den Maschinen mit geregelter Spindel verwendbar.

Zyklus arbeitet nur mit Rückwärtsbohrstangen.

Positioniersatz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur **R0** programmieren.

Nach der Bearbeitung positioniert die Steuerung das Werkzeug wieder auf den Startpunkt in der Bearbeitungsebene. Somit können Sie anschließend inkremental weiterpositionieren.

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

Werkzeuglänge so eingeben, dass die Unterkante der Bohrstange vermessen ist, nicht die Schneide.

Die Steuerung berücksichtigt bei der Berechnung des Startpunkts der Senkung die Schneidenlänge der Bohrstange und die Materialstärke.

Wenn vor dem Zyklusaufruf die Funktionen M7 oder M8 aktiv waren, stellt die Steuerung diesen Zustand am Zyklusende wieder her.

HINWEIS

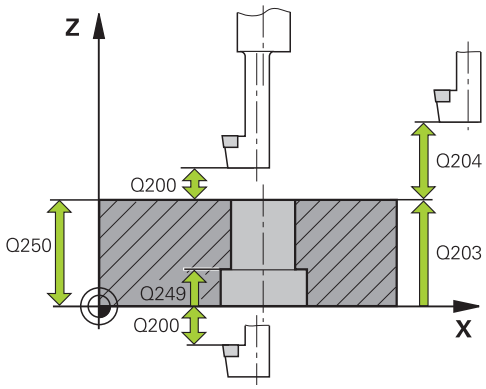
Achtung Kollisionsgefahr!

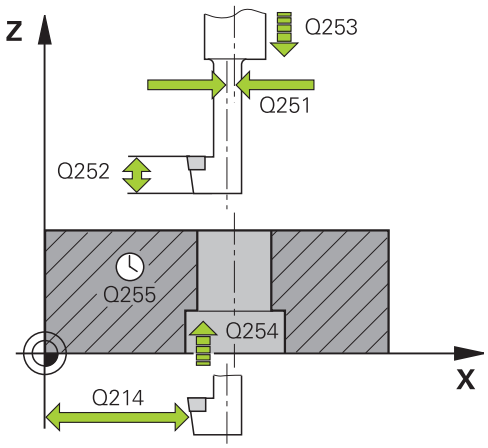
Wenn Sie die Freifahrrichtung falsch wählen, besteht Kollisionsgefahr. Eine evtl. vorhandene Spiegelung in der Bearbeitungsebene wird für die Freifahrrichtung nicht berücksichtigt. Dagegen werden aktive Transformationen beim Freifahren berücksichtigt.

- Prüfen Sie, die Position der Werkzeugspitze, wenn Sie eine Spindelorientierung auf den Winkel programmieren, den Sie im **Q336** eingeben (z. B. in der Betriebsart **Positionieren mit Handeingabe**). Dazu sollten keinerlei Transformationen aktiv sein.
- Winkel so wählen, dass die Werkzeugsspitze parallel zur Freifahrrichtung steht
- Freifahrrichtung Q214 so wählen, dass das Werkzeug vom Bohrungsrand wegfährt

Zyklusparameter

- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstückoberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q249 Tiefe Senkung?** (inkremental): Abstand Werkstück-Unterkante – Senkungsgrund. Positives Vorzeichen stellt die Senkung in positiver Richtung der Spindelachse her. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q250 Materialstärke?** (inkremental): Dicke des Werkstücks. Eingabebereich 0,0001 bis 99999,9999
- **Q251 Exzentermaß?** (inkremental): Exzentermaß der Bohrstange; aus Werkzeug-Datenblatt entnehmen. Eingabebereich 0,0001 bis 99999,9999
- **Q252 Schneidenhöhe?** (inkremental): Abstand Unterkante Bohrstange – Hauptschneide; aus Werkzeug-Datenblatt entnehmen. Eingabebereich 0,0001 bis 99999,9999
- **Q253 Vorschub Vorpositionieren?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in das Werkstück bzw. beim Herausfahren aus dem Werkstück in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**
- **Q254 Vorschub Senken?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Senken in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**
- **Q255 Verweilzeit in Sekunden?**: Verweilzeit in Sekunden am Senkungsgrund. Eingabebereich 0 bis 3600,000
- **Q203 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999





Beispiel

11 CYCL DEF 204 RUECKWAERTS-SENKEN	
Q200=2	;SICHERHEITS-ABST.
Q249=+5	;TIEFE SENKUNG
Q250=20	;MATERIALSTAERKE
Q251=3.5	;EXZENTERMASS
Q252=15	;SCHNEIDENHOEHE
Q253=750	;VORSCHUB VORPOS.
Q254=200	;VORSCHUB SENKEN
Q255=0	;VERWEILZEIT

- **Q214 Freifahr-Richtung (0/1/2/3/4)?**: Richtung festlegen, in der die Steuerung das Werkzeug um das Exzentermaß versetzen soll (nach der Spindelorientierung); Eingabe von 0 nicht erlaubt
  1: Werkzeug freifahren in negative Richtung der Hauptachse
  2: Werkzeug freifahren in negative Richtung der Nebenachse
  3: Werkzeug freifahren in positive Richtung der Hauptachse
  4: Werkzeug freifahren in positive Richtung der Nebenachse
- **Q336 Winkel für Spindel-Orientierung?** (absolut): Winkel, auf den die Steuerung das Werkzeug vor dem Eintauchen und vor dem Herausfahren aus der Bohrung positioniert. Eingabebereich -360,0000 bis 360,0000

```
Q203=+20   ;KOOR. OBERFLAECHE
Q204=50    ;2. SICHERHEITS-ABST.
Q214=1     ;FREIFAHR-RICHTUNG
Q336=0     ;WINKEL SPINDEL
```

4.8 UNIVERSAL-TIEFBOHREN (Zyklus 205, DIN/ISO: G205, Software-Option 19)

Zyklusablauf

1 Die Steuerung positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang **FMAX** auf den eingegebenen Sicherheitsabstand über der Werkstückoberfläche

2 Wenn ein vertiefter Startpunkt eingegeben, fährt die Steuerung mit dem definierten Positioniervorschub auf den Sicherheitsabstand über den vertieften Startpunkt

3 Das Werkzeug bohrt mit dem eingegebenen Vorschub **F** bis zur ersten Zustelltiefe

4 Wenn Spanbruch eingegeben ist, fährt die Steuerung das Werkzeug um den eingegebenen Rückzugswert zurück. Wenn Sie ohne Spanbruch arbeiten, dann fährt die Steuerung das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheitsabstand zurück und anschließend wieder mit **FMAX** bis auf den eingegebenen Vorhalteabstand über die erste Zustelltiefe

5 Anschließend bohrt das Werkzeug mit Vorschub um eine weitere Zustelltiefe. Die Zustelltiefe verringert sich mit jeder Zustellung um den Abnahmebetrag – falls eingegeben

6 Die Steuerung wiederholt diesen Ablauf (2 bis 4), bis die Bohrtiefe erreicht ist

7 Am Bohrungsgrund verweilt das Werkzeug – falls eingegeben – zum Freischneiden und wird nach der Verweilzeit mit dem Vorschub Rückzug auf den Sicherheitsabstand oder 2. Sicherheitsabstand zurückgezogen. Der 2. Sicherheitsabstand **Q204** wirkt erst, wenn dieser größer programmiert ist als der Sicherheitsabstand **Q200**

Beim Programmieren beachten!

Positioniersatz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur **R0** programmieren.

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

Wenn Sie die Vorhalteabstände **Q258** ungleich **Q259** eingeben, dann verändert die Steuerung den Vorhalteabstand zwischen der ersten und letzten Zustellung gleichmäßig.

Wenn Sie über **Q379** einen vertieften Startpunkt eingeben, dann verändert die Steuerung den Startpunkt der Zustellbewegung. Rückzugsbewegungen werden von der Steuerung nicht verändert, sie beziehen sich auf die Koordinate der Werkstückoberfläche.

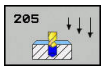
HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie bei einem Zyklus die Tiefe positiv eingeben, kehrt die Steuerung die Berechnung der Vorpositionierung um. Das Werkzeug fährt in der Werkzeugachse mit Eilgang auf Sicherheitsabstand **unter** die Werkstückoberfläche!

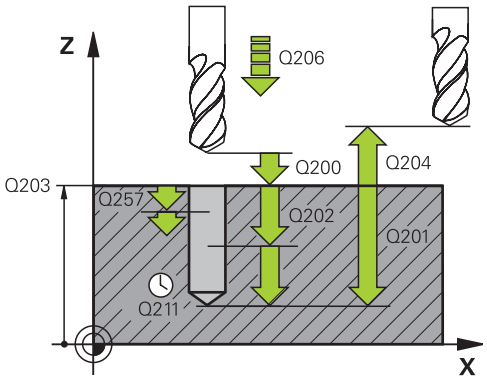
- Tiefe negativ eingeben
- Mit Maschinenparameter **displayDepthErr** (Nr. 201003) einstellen, ob die Steuerung bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off)

Zyklusparameter



- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstückoberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q201 Tiefe?** (inkremental): Abstand Werkstückoberfläche – Bohrungsgrund (Spitze des Bohrkegels). Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q206 Vorschub Tiefenzustellung?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Bohren in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**
- **Q202 Zustell-Tiefe?** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Eingabebereich 0 bis 99999,9999

  Die Tiefe muss kein Vielfaches der Zustelltiefe sein. Die Steuerung fährt in einem Arbeitsgang auf die Tiefe wenn:
  - Zustelltiefe und Tiefe gleich sind
  - die Zustelltiefe größer als die Tiefe ist
- **Q203 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q212 Abnahmebetrag?** (inkremental): Wert, um den die Steuerung die Zustelltiefe **Q202** verkleinert. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q205 Minimale Zustell-Tiefe?** (inkremental): Falls Sie **Q212 ABNAHMEBETRAG** eingegeben haben, begrenzt die Steuerung die Zustellung auf **Q205** . Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q258 Vorhalteabstand oben?** (inkremental): Sicherheitsabstand für Eilgangpositionierung, wenn die Steuerung das Werkzeug nach einem Rückzug aus der Bohrung wieder auf die aktuelle Zustelltiefe fährt. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q259 Vorhalteabstand unten?** (inkremental): Sicherheits-Abstand für Eilgangpositionierung, wenn die Steuerung das Werkzeug nach einem Rückzug aus der Bohrung wieder auf die aktuelle Zustelltiefe fährt; Wert bei letzter Zustellung. Eingabebereich 0 bis 99999,9999



Beispiel

11 CYCL DEF 205 UNIVERSAL-TIEFBOHREN	
Q200=2	;SICHERHEITS-ABST.
Q201=-80	;TIEFE
Q206=150	;VORSCHUB TIEFENZ.
Q202=15	;ZUSTELL-TIEFE
Q203=+100	;KOOR. OBERFLAECHE
Q204=50	;2. SICHERHEITS-ABST.
Q212=0.5	;ABNAHMEBETRAG
Q205=3	;MIN. ZUSTELL-TIEFE
Q258=0.5	;VORHALTEABSTAND OBEN
Q259=1	;VORHALTEABST. UNTEN
Q257=5	;BOHRTIEFE SPANBRUCH
Q256=0.2	;RZ BEI SPANBRUCH
Q211=0.25	;VERWEILZEIT UNTEN
Q379=7.5	;STARTPUNKT
Q253=750	;VORSCHUB VORPOS.
Q208=9999	;VORSCHUB RUECKZUG
Q395=0	;BEZUG TIEFE

- **Q257 Bohrtiefe bis Spanbruch?** (inkremental): Zustellung, nach der die Steuerung einen Spanbruch durchführt. Kein Spanbruch, wenn 0 eingegeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q256 Rückzug bei Spanbruch?** (inkremental): Wert, um den die Steuerung das Werkzeug beim Spanbrechen zurückfährt. Eingabebereich 0,000 bis 99999,999
- **Q211 Verweilzeit unten?**: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt. Eingabebereich 0 bis 3600,0000
- **Q379 Vertiefter Startpunkt?** (inkremental bezogen auf **Q203 KOOR. OBERFLAECHE**, berücksichtigt **Q200**): Startpunkt der eigentlichen Bohrbearbeitung. Die Steuerung fährt mit **Q253 VORSCHUB VORPOS.** um den Wert **Q200 SICHERHEITS-ABST.** über den vertieften Startpunkt. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q253 Vorschub Vorpositionieren?**: Definiert die Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Wiederanfahren auf **Q201 TIEFE** nach **Q256 RZ BEI SPANBRUCH**. Außerdem ist dieser Vorschub wirksam, wenn das Werkzeug auf **Q379 STARTPUNKT** (ungleich 0) positioniert wird. Eingabe in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**
- **Q208 Vorschub Rückzug?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Herausfahren nach der Bearbeitung in mm/min. Wenn Sie **Q208**=0 eingeben, dann fährt die Steuerung das Werkzeug mit Vorschub **Q206** heraus. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FMAX, FAUTO**
- **Q395 Bezug auf Durchmesser (0/1)?**: Auswahl, ob sich die eingegebene Tiefe auf die Werkzeugspitze oder auf den zylindrischen Teil des Werkzeugs bezieht. Wenn die Steuerung die Tiefe auf den zylindrischen Teil des Werkzeugs beziehen soll, müssen Sie den Spitzenwinkel des Werkzeugs in der Spalte **T-ANGLE** der Werkzeugtabelle TOOL.T definieren.
  0 = Tiefe bezogen auf die Werkzeugspitze
  1 = Tiefe bezogen auf den zylindrischen Teil des Werkzeugs

Positionierverhalten beim Arbeiten mit Q379

Vor allem beim Arbeiten mit sehr langen Bohrern wie z. B. Einlippbohrern oder überlangen Spiralbohrern gilt es einiges zu beachten. Sehr entscheidend ist die Position, an der die Spindel eingeschaltet wird. Wenn die notwendige Führung des Werkzeugs fehlt, kann es bei überlangen Bohrern zum Werkzeugbruch kommen.

Daher empfiehlt sich die Arbeit mit dem Parameter **STARTPUNKT Q379**. Mithilfe dieses Parameters können Sie die Position beeinflussen, an der die Steuerung die Spindel einschaltet.

Bohrbeginn

Der Parameter **STARTPUNKT Q379** berücksichtigt dabei **KOOR. OBERFLAECHE Q203** und den Parameter **SICHERHEITS-ABST. Q200**. In welchem Zusammenhang die Parameter stehen und wie sich die Startposition berechnet, verdeutlicht folgendes Beispiel:

STARTPUNKT Q379=0

- Die Steuerung schaltet die Spindel auf dem **SICHERHEITS-ABST. Q200** über der **KOOR. OBERFLAECHE Q203** ein

STARTPUNKT Q379>0

Der Bohrbeginn ist auf einem bestimmten Wert über dem vertieften Startpunkt Q379. Dieser Wert berechnet sich: **0,2 x Q379** ist das Ergebnis dieser Berechnung größer als Q200, so ist der Wert immer Q200.

Beispiel:

- **KOOR. OBERFLAECHE Q203** =0
- **SICHERHEITS-ABST. Q200** =2
- **STARTPUNKT Q379** =2
- Der Bohrbeginn berechnet sich: 0,2 x Q379=0,2*2=0,4; der Bohrbeginn ist 0,4 mm/inch über dem vertieften Startpunkt. Wenn also der vertiefte Startpunkt bei -2 ist, startet die Steuerung den Bohrvorgang bei -1,6 mm

  In der nachfolgenden Tabelle sind verschiedene Beispiele aufgeführt, wie sich der Bohrbeginn berechnet:

Bohrbeginn bei vertieftem Startpunkt

Q200	Q379	Q203	Position, auf die mit FMAX vorpositioniert wird	Faktor 0,2 * Q379	Bohrbeginn
2	2	0	2	0,2*2=0,4	-1,6
2	5	0	2	0,2*5=1	-4
2	10	0	2	0,2*10=2	-8
2	25	0	2	0,2*25=5 (Q200=2, 5>2, daher wird der Wert 2 verwendet.)	-23
2	100	0	2	0,2*100=20 (Q200=2, 20>2, daher wird der Wert 2 verwendet.)	-98
5	2	0	5	0,2*2=0,4	-1,6
5	5	0	5	0,2*5=1	-4
5	10	0	5	0,2*10=2	-8
5	25	0	5	0,2*25=5	-20
5	100	0	5	0,2*100=20 (Q200=5, 20>5, daher wird der Wert 5 verwendet.)	-95
20	2	0	20	0,2*2=0,4	-1,6
20	5	0	20	0,2*5=1	-4
20	10	0	20	0,2*10=2	-8
20	25	0	20	0,2*25=5	-20
20	100	0	20	0,2*100=20	-80

Entspänen

Auch der Punkt, an dem die Steuerung das Entspänen durchführt, ist wichtig für die Arbeit mit überlangen Werkzeugen. Die Rückzugsposition beim Entspänen muss nicht auf der Position des Bohrbeginns liegen. Mit einer definierten Position für das Entspänen kann sichergestellt werden, dass der Bohrer in der Führung bleibt.

STARTPUNKT Q379=0

- Das Entspänen findet auf dem **SICHERHEITS-ABST. Q200** über der **KOOR. OBERFLAECHE Q203** statt

STARTPUNKT Q379>0

Das Entspänen findet auf einem bestimmten Wert über dem vertieften Startpunkt Q379 statt. Dieser Wert berechnet sich: **0,8 x Q379** ist das Ergebnis dieser Berechnung größer als Q200, so ist der Wert immer Q200.

Beispiel:

- **KOOR. OBERFLAECHE Q203** =0
- **SICHERHEITS-ABST.Q200** =2
- **STARTPUNKT Q379** =2
- Die Position für das Entspänen berechnet sich: 0,8 x Q379=0,8*2=1,6; die Position für das Entspänen ist 1,6 mm/inch über dem vertieften Startpunkt. Wenn also der vertiefte Startpunkt bei -2 ist, fährt die Steuerung zum Entspänen auf -0,4

  In der nachfolgenden Tabelle sind verschiedene Beispiele aufgeführt, wie sich die Position für das Entspänen (Rückzugsposition) berechnet:

Position für das Entspänen (Rückzugsposition) bei vertieftem Startpunkt

Q200	Q379	Q203	Position, auf die mit FMAX vorpositioniert wird	Faktor 0,8 * Q379	Rückzugsposition
2	2	0	2	0,8*2=1,6	-0,4
2	5	0	2	0,8*5=4	-3
2	10	0	2	0,8*10=8 (Q200=2, 8>2, daher wird der Wert 2 verwendet.)	-8
2	25	0	2	0,8*25=20 (Q200=2, 20>2, daher wird der Wert 2 verwendet.)	-23
2	100	0	2	0,8*100=80 (Q200=2, 80>2, daher wird der Wert 2 verwendet.)	-98
5	2	0	5	0,8*2=1,6	-0,4
5	5	0	5	0,8*5=4	-1
5	10	0	5	0,8*10=8 (Q200=5, 8>5, daher wird der Wert 5 verwendet.)	-5
5	25	0	5	0,8*25=20 (Q200=5, 20>5, daher wird der Wert 5 verwendet.)	-20
5	100	0	5	0,8*100=80 (Q200=5, 80>5, daher wird der Wert 5 verwendet.)	-95
20	2	0	20	0,8*2=1,6	-1,6
20	5	0	20	0,8*5=4	-4
20	10	0	20	0,8*10=8	-8
20	25	0	20	0,8*25=20	-20
20	100	0	20	0,8*100=80 (Q200=20, 80>20, daher wird der Wert 20 verwendet.)	-80

4.9 BOHRFRAESEN (Zyklus 208, Software-Option 19)

Zyklusablauf

1 Die Steuerung positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang **FMAX** auf den eingegebenen Sicherheitsabstand über der Werkstückoberfläche. Danach fährt die Steuerung den eingegebenen Durchmesser auf einem Rundungskreis an (wenn Platz vorhanden ist)

2 Das Werkzeug fräst mit dem eingegebenen Vorschub **F** in einer Schraubenlinie bis zur eingegebenen Bohrtiefe

3 Wenn die Bohrtiefe erreicht ist, fährt die Steuerung nochmals einen Vollkreis, um das beim Eintauchen stehengelassene Material zu entfernen

4 Danach positioniert die Steuerung das Werkzeug wieder zurück in die Bohrungsmitte

5 Abschließend fährt das Werkzeug mit **FMAX** auf Sicherheitsabstand oder auf den 2. Sicherheitsabstand. Der 2. Sicherheitsabstand **Q204** wirkt erst, wenn dieser größer programmiert ist als der Sicherheitsabstand **Q200**

Beim Programmieren beachten!

Positioniersatz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur **R0** programmieren.

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

Wenn Sie den Bohrungsdurchmesser gleich dem Werkzeugdurchmesser eingegeben haben, bohrt die Steuerung ohne Schraubenlinieninterpolation direkt auf die eingegebene Tiefe.

Eine aktive Spiegelung beeinflusst **nicht** die im Zyklus definierte Fräsart.

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

Um die Eingabe zu großer Zustellungen zu vermeiden, geben Sie in der Werkzeugtabelle TOOL.T in der Spalte **ANGLE** den maximal möglichen Eintauchwinkel des Werkzeugs an. Die Steuerung berechnet dann automatisch die maximal erlaubte Zustellung und ändert ggf. Ihren eingegebenen Wert ab.

HINWEIS

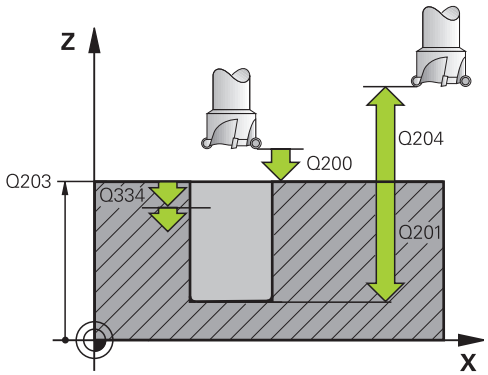
Achtung Kollisionsgefahr!

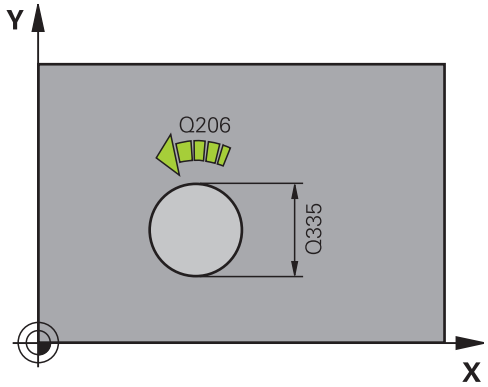
Wenn Sie bei einem Zyklus die Tiefe positiv eingeben, kehrt die Steuerung die Berechnung der Vorpositionierung um. Das Werkzeug fährt in der Werkzeugachse mit Eilgang auf Sicherheitsabstand **unter** die Werkstückoberfläche!

- Tiefe negativ eingeben
- Mit Maschinenparameter **displayDepthErr** (Nr. 201003) einstellen, ob die Steuerung bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off)

Zyklusparameter

- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand Werkzeug-Unterkante – Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q201 Tiefe?** (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Bohrungsgrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q206 Vorschub Tiefenzustellung?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Bohren auf der Schraubenlinie in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q334 Zustellung pro Schraubenlinie?** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug auf einer Schraubenlinie (=360°) jeweils zugestellt wird. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q203 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q335 Soll-Durchmesser?** (absolut): Bohrungsdurchmesser. Wenn Sie den Solldurchmesser gleich dem Werkzeugdurchmesser eingeben, dann bohrt die Steuerung ohne Schraubenlinieninterpolation direkt auf die eingegebene Tiefe. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q342 Vorgebohrter Durchmesser?** (absolut): Sobald Sie in Q342 einen Wert größer 0 eingeben, führt die Steuerung keine Prüfung bzgl. des Durchmesserverhältnisses Soll- zu Werkzeugdurchmesser mehr durch. Dadurch können Sie Bohrungen ausfräsen, deren Durchmesser mehr als doppelt so groß sind wie der Werkzeugdurchmesser. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q351 Fräsart? Gleichl.=+1 Gegenl.=-1**: Art der Fräsbearbeitung bei M3
  +1 = Gleichlauffräsen
  –1 = Gegenlauffräsen (Wenn Sie 0 eingeben, erfolgt die Bearbeitung im Gleichlauf)





Beispiel

12 CYCL DEF 208 BOHRFRAESEN	
Q200=2	;SICHERHEITS-ABST.
Q201=-80	;TIEFE
Q206=150	;VORSCHUB TIEFENZ.
Q334=1.5	;ZUSTELL-TIEFE
Q203=+100	;KOOR. OBERFLAECHE
Q204=50	;2. SICHERHEITS-ABST.
Q335=25	;SOLL-DURCHMESSER
Q342=0	;VORGEB. DURCHMESSER
Q351=+1	;FRAESART

4.10 EINLIPPEN-TIEFBOHREN (Zyklus 241, DIN/ISO: G241, Software-Option 19)

Zyklusablauf

1 Die Steuerung positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang **FMAX** auf den eingegebenen **Sicherheitsabstand Q200** über der **KOOR. OBERFLAECHE Q203**

2 Abhängig vom "Positionierverhalten beim Arbeiten mit Q379", Seite 96 schaltet die Steuerung die Spindeldrehzahl entweder auf dem **Sicherheitsabstand Q200** ein oder auf einem bestimmten Wert über der Koordinatenoberfläche. siehe Seite 96

3 Die Steuerung führt die Einfahrbewegung je nach der im Zyklus definierten Drehrichtung, mit rechtsdrehender, linksdrehender oder stehender Spindel aus

4 Das Werkzeug bohrt mit dem Vorschub **F** bis zur Bohrtiefe oder wenn ein kleinerer Zustellwert eingegeben wurde, bis zur Zustelltiefe. Die Zustelltiefe verringert sich mit jeder Zustellung um den Abnahmebetrag. Wenn Sie eine Verweiltiefe eingegeben haben, reduziert die Steuerung den Vorschub nach dem Erreichen der Verweiltiefe um den Vorschubfaktor

5 Am Bohrungsgrund verweilt das Werkzeug – falls eingegeben – zum Freischneiden

6 Die Steuerung wiederholt diesen Ablauf (4 bis 5), bis die Bohrtiefe erreicht ist

7 Nachdem die Steuerung die Bohrtiefe erreicht hat, schaltet sie das Kühlmittel aus. Sowie die Drehzahl auf den Wert, der in Q427 **DREHZAHL EIN-/AUSF.** definiert ist

8 Die Steuerung positioniert das Werkzeug mit dem Vorschub Rückzug auf die Rückzugsposition. Welchen Wert die Rückzugsposition in Ihrem Fall hat, entnehmen Sie folgendem Dokument: siehe Seite 96

9 Wenn Sie einen 2. Sicherheitsabstand eingegeben haben, fährt die Steuerung das Werkzeug mit **FMAX** dorthin

Beim Programmieren beachten!

Positioniersatz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur **R0** programmieren.

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

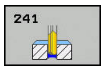
HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

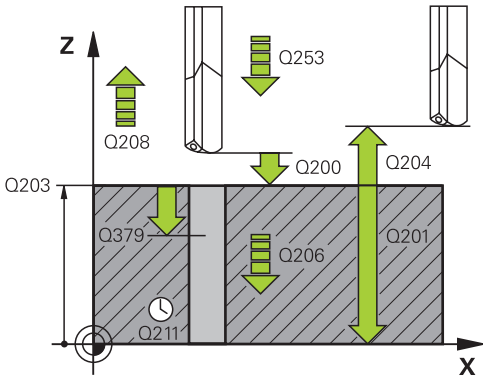
Wenn Sie bei einem Zyklus die Tiefe positiv eingeben, kehrt die Steuerung die Berechnung der Vorpositionierung um. Das Werkzeug fährt in der Werkzeugachse mit Eilgang auf Sicherheitsabstand **unter** die Werkstückoberfläche!

- Tiefe negativ eingeben
- Mit Maschinenparameter **displayDepthErr** (Nr. 201003) einstellen, ob die Steuerung bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off)

Zyklusparameter



- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – **Q203 KOOR. OBERFLAECHE**. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q201 Tiefe?** (inkremental): Abstand **Q203 KOOR. OBERFLAECHE** – Bohrungsgrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q206 Vorschub Tiefenzustellung?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Bohren in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**
- **Q211 Verweilzeit unten?**: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt. Eingabebereich 0 bis 3600,0000
- **Q203 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Abstand zum Werkstück-Nullpunkt. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q379 Vertiefter Startpunkt?** (inkremental bezogen auf **Q203 KOOR. OBERFLAECHE**, berücksichtigt **Q200**): Startpunkt der eigentlichen Bohrbearbeitung. Die Steuerung fährt mit **Q253 VORSCHUB VORPOS.** um den Wert **Q200 SICHERHEITS-ABST.** über den vertieften Startpunkt. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q253 Vorschub Vorpositionieren?**: Definiert die Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Wiederanfahren auf **Q201 TIEFE** nach **Q256 RZ BEI SPANBRUCH**. Außerdem ist dieser Vorschub wirksam, wenn das Werkzeug auf **Q379 STARTPUNKT** (ungleich 0) positioniert wird. Eingabe in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**
- **Q208 Vorschub Rückzug?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Herausfahren aus der Bohrung in mm/min. Wenn Sie **Q208**=0 eingeben, dann fährt die Steuerung das Werkzeug mit **Q206 VORSCHUB TIEFENZ.** heraus. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**



Beispiel

11 CYCL DEF 241 EINLIPPEN-TIEFBOHREN	
Q200=2	;SICHERHEITS-ABST.
Q201=-80	;TIEFE
Q206=150	;VORSCHUB TIEFENZ.
Q211=0.25	;VERWEILZEIT UNTEN
Q203=+100	;KOOR. OBERFLAECHE
Q204=50	;2. SICHERHEITS-ABST.
Q379=7.5	;STARTPUNKT
Q253=750	;VORSCHUB VORPOS.
Q208=1000	;VORSCHUB RUECKZUG
Q426=3	;SP.-DREHRICHTUNG
Q427=25	;DREHZAHL EIN-/AUSF.
Q428=500	;DREHZAHL BOHREN
Q429=8	;KUEHLUNG EIN
Q430=9	;KUEHLUNG AUS
Q435=0	;VERWEILTIEFE
Q401=100	;VORSCHUBFAKTOR
Q202=9999	;MAX. ZUSTELL-TIEFE
Q212=0	;ABNAHMEBETRAG
Q205=0	;MIN. ZUSTELL-TIEFE

- **Q426 Drehr. ein-/ausfahren (3/4/5)?**: Drehrichtung, in die das Werkzeug beim Einfahren in die Bohrung und beim Herausfahren aus der Bohrung drehen soll. Eingabe:
  3: Spindel mit M3 drehen
  4: Spindel mit M4 drehen
  5: Mit stehender Spindel fahren
- **Q427 Spindeldrehzahl ein-/ausfahren?**: Drehzahl, mit der das Werkzeug beim Einfahren in die Bohrung und beim Herausfahren aus der Bohrung drehen soll. Eingabebereich 0 bis 99999
- **Q428 Spindeldrehzahl Bohren?**: Drehzahl, mit der das Werkzeug bohren soll. Eingabebereich 0 bis 99999
- **Q429 M-Fkt. Kühlmittel EIN?**: Zusatzfunktion M zum Einschalten des Kühlmittels. Die Steuerung schaltet das Kühlmittel ein, wenn das Werkzeug in der Bohrung auf **Q379 STARTPUNKT** steht. Eingabebereich 0 bis 999
- **Q430 M-Fkt. Kühlmittel AUS?**: Zusatzfunktion M zum Ausschalten des Kühlmittels. Die Steuerung schaltet das Kühlmittel aus, wenn das Werkzeug auf **Q201 TIEFE** steht. Eingabebereich 0 bis 999
- **Q435 Verweiltiefe?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, auf der das Werkzeug verweilen soll. Funktion ist nicht aktiv bei Eingabe von 0 (Standardeinstellung). Anwendung: Bei der Herstellung von Durchgangsbohrungen erfordern manche Werkzeuge eine kurze Verweilzeit vor dem Austritt am Bohrungsgrund, um die Späne nach oben zu transportieren. Wert kleiner als **Q201 TIEFE** definieren, Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q401 Vorschubfaktor in %?**: Faktor, um den die Steuerung den Vorschub nach dem Erreichen von **Q435 VERWEILTIEFE** reduziert. Eingabebereich 0 bis 100
- **Q202 Maximale Zustell-Tiefe?** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. **Q201 TIEFE** muss kein Vielfaches von **Q202** sein. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q212 Abnahmebetrag?** (inkremental): Wert, um den die Steuerung **Q202 Zustelltiefe** nach jeder Zustellung verkleinert. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q205 Minimale Zustell-Tiefe?** (inkremental): Falls Sie **Q212 ABNAHMEBETRAG** eingegeben haben, begrenzt die Steuerung die Zustellung auf **Q205** . Eingabebereich 0 bis 99999,9999

Positionierverhalten beim Arbeiten mit Q379

Vor allem beim Arbeiten mit sehr langen Bohrern wie z. B. Einlippbohrern oder überlangen Spiralbohrern gilt es einiges zu beachten. Sehr entscheidend ist die Position, an der die Spindel eingeschaltet wird. Wenn die notwendige Führung des Werkzeugs fehlt, kann es bei überlangen Bohrern zum Werkzeugbruch kommen.

Daher empfiehlt sich die Arbeit mit dem Parameter **STARTPUNKT Q379**. Mithilfe dieses Parameters können Sie die Position beeinflussen, an der die Steuerung die Spindel einschaltet.

Bohrbeginn

Der Parameter **STARTPUNKT Q379** berücksichtigt dabei **KOOR. OBERFLAECHE Q203** und den Parameter **SICHERHEITS-ABST. Q200**. In welchem Zusammenhang die Parameter stehen und wie sich die Startposition berechnet, verdeutlicht folgendes Beispiel:

STARTPUNKT Q379=0

- Die Steuerung schaltet die Spindel auf dem **SICHERHEITS-ABST. Q200** über der **KOOR. OBERFLAECHE Q203** ein

STARTPUNKT Q379>0

Der Bohrbeginn ist auf einem bestimmten Wert über dem vertieften Startpunkt Q379. Dieser Wert berechnet sich: **0,2 x Q379** ist das Ergebnis dieser Berechnung größer als Q200, so ist der Wert immer Q200.

Beispiel:

- **KOOR. OBERFLAECHE Q203** =0
- **SICHERHEITS-ABST. Q200** =2
- **STARTPUNKT Q379** =2
- Der Bohrbeginn berechnet sich: 0,2 x Q379=0,2*2=0,4; der Bohrbeginn ist 0,4 mm/inch über dem vertieften Startpunkt. Wenn also der vertiefte Startpunkt bei -2 ist, startet die Steuerung den Bohrvorgang bei -1,6 mm

  In der nachfolgenden Tabelle sind verschiedene Beispiele aufgeführt, wie sich der Bohrbeginn berechnet:

Bohrbeginn bei vertieftem Startpunkt

Q200	Q379	Q203	Position, auf die mit FMAX vorpositioniert wird	Faktor 0,2 * Q379	Bohrbeginn
2	2	0	2	0,2*2=0,4	-1,6
2	5	0	2	0,2*5=1	-4
2	10	0	2	0,2*10=2	-8
2	25	0	2	0,2*25=5 (Q200=2, 5>2, daher wird der Wert 2 verwendet.)	-23
2	100	0	2	0,2*100=20 (Q200=2, 20>2, daher wird der Wert 2 verwendet.)	-98
5	2	0	5	0,2*2=0,4	-1,6
5	5	0	5	0,2*5=1	-4
5	10	0	5	0,2*10=2	-8
5	25	0	5	0,2*25=5	-20
5	100	0	5	0,2*100=20 (Q200=5, 20>5, daher wird der Wert 5 verwendet.)	-95
20	2	0	20	0,2*2=0,4	-1,6
20	5	0	20	0,2*5=1	-4
20	10	0	20	0,2*10=2	-8
20	25	0	20	0,2*25=5	-20
20	100	0	20	0,2*100=20	-80

Entspänen

Auch der Punkt, an dem die Steuerung das Entspänen durchführt, ist wichtig für die Arbeit mit überlangen Werkzeugen. Die Rückzugsposition beim Entspänen muss nicht auf der Position des Bohrbeginns liegen. Mit einer definierten Position für das Entspänen kann sichergestellt werden, dass der Bohrer in der Führung bleibt.

STARTPUNKT Q379=0

- Das Entspänen findet auf dem **SICHERHEITS-ABST. Q200** über der **KOOR. OBERFLAECHE Q203** statt

STARTPUNKT Q379>0

Das Entspänen findet auf einem bestimmten Wert über dem vertieften Startpunkt Q379 statt. Dieser Wert berechnet sich: **0,8 x Q379** ist das Ergebnis dieser Berechnung größer als Q200, so ist der Wert immer Q200.

Beispiel:

- **KOOR. OBERFLAECHE Q203** =0
- **SICHERHEITS-ABST.Q200** =2
- **STARTPUNKT Q379** =2
- Die Position für das Entspänen berechnet sich: 0,8 x Q379=0,8*2=1,6; die Position für das Entspänen ist 1,6 mm/inch über dem vertieften Startpunkt. Wenn also der vertiefte Startpunkt bei -2 ist, fährt die Steuerung zum Entspänen auf -0,4

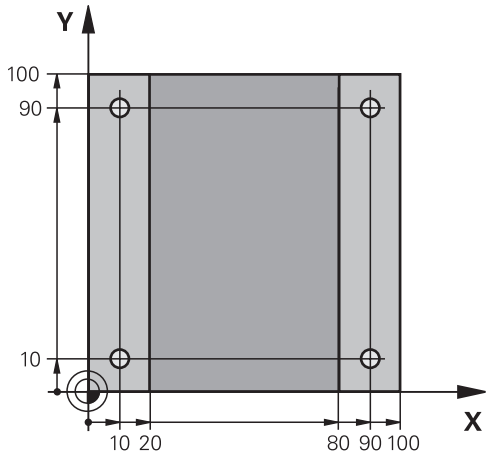
  In der nachfolgenden Tabelle sind verschiedene Beispiele aufgeführt, wie sich die Position für das Entspänen (Rückzugsposition) berechnet:

Position für das Entspänen (Rückzugsposition) bei vertieftem Startpunkt

Q200	Q379	Q203	Position, auf die mit FMAX vorpositioniert wird	Faktor 0,8 * Q379	Rückzugsposition
2	2	0	2	0,8*2=1,6	-0,4
2	5	0	2	0,8*5=4	-3
2	10	0	2	0,8*10=8 (Q200=2, 8>2, daher wird der Wert 2 verwendet.)	-8
2	25	0	2	0,8*25=20 (Q200=2, 20>2, daher wird der Wert 2 verwendet.)	-23
2	100	0	2	0,8*100=80 (Q200=2, 80>2, daher wird der Wert 2 verwendet.)	-98
5	2	0	5	0,8*2=1,6	-0,4
5	5	0	5	0,8*5=4	-1
5	10	0	5	0,8*10=8 (Q200=5, 8>5, daher wird der Wert 5 verwendet.)	-5
5	25	0	5	0,8*25=20 (Q200=5, 20>5, daher wird der Wert 5 verwendet.)	-20
5	100	0	5	0,8*100=80 (Q200=5, 80>5, daher wird der Wert 5 verwendet.)	-95
20	2	0	20	0,8*2=1,6	-1,6
20	5	0	20	0,8*5=4	-4
20	10	0	20	0,8*10=8	-8
20	25	0	20	0,8*25=20	-20
20	100	0	20	0,8*100=80 (Q200=20, 80>20, daher wird der Wert 20 verwendet.)	-80

4.11 Programmierbeispiele

Beispiel: Bohrzyklen



0 BEGIN PGM C200 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteildefinition
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S4500	Werkzeugaufruf (Werkzeugradius 3)
4 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
5 CYCL DEF 200 BOHREN	Zyklusdefinition
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-15 ;TIEFE	
Q206=250 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q210=0 ;VERWEILZEIT OBEN	
Q203=-10 ;KOOR. OBERFLAECHE	
Q204=20 ;2. SICHERHEITS-ABST.	
Q211=0.2 ;VERWEILZEIT UNTEN	
Q395=0 ;BEZUG TIEFE	
6 L X+10 Y+10 R0 FMAX M3	Bohrung 1 anfahren, Spindel einschalten
7 CYCL CALL	Zyklusaufruf
8 L Y+90 R0 FMAX M99	Bohrung 2 anfahren, Zyklusaufruf
9 L X+90 R0 FMAX M99	Bohrung 3 anfahren, Zyklusaufruf
10 L Y+10 R0 FMAX M99	Bohrung 4 anfahren, Zyklusaufruf
11 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programmende
12 END PGM C200 MM	

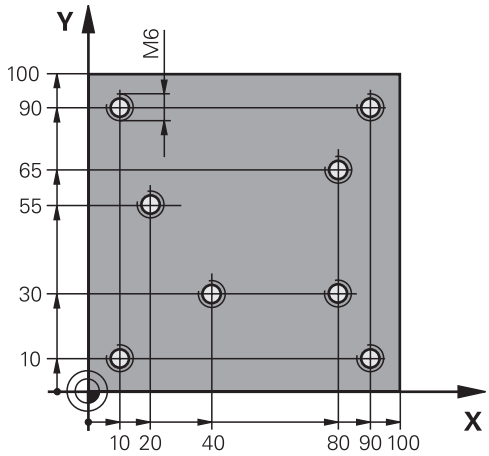
Beispiel: Bohrzyklen in Verbindung mit PATTERN DEF verwenden

Die Bohrungskoordinaten sind in der Musterdefinition PATTERN DEF POS gespeichert. Die Bohrungskoordinaten werden von der Steuerung mit CYCL CALL PAT gerufen.

Die Werkzeugradien sind so gewählt, dass alle Arbeitsschritte in der Testgrafik zu sehen sind.

Programmablauf

- Zentrieren (Werkzeugradius 4)
- Bohren (Werkzeugradius 2,4)
- Gewindebohren (Werkzeugradius 3)
  Weitere Informationen: "Grundlagen", Seite 116



0 BEGIN PGM 1 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteildefinition
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Y+0	
3 TOOL CALL 1 Z S5000	Werkzeugaufruf Zentrierer (Radius 4)
4 L Z+50 R0 FMAX	Werkzeug auf sichere Höhe fahren
5 PATTERN DEF	Alle Bohrpositionen im Punktemuster definieren
POS1(X+10 Y+10 Z+0)	
POS2(X+40 Y+30 Z+0)	
POS3(X+20 Y+55 Z+0)	
POS4(X+10 Y+90 Z+0)	
POS5(X+90 Y+90 Z+0)	
POS6(X+80 Y+65 Z+0)	
POS7(X+80 Y+30 Z+0)	
POS8(X+90 Y+10 Z+0)	
6 CYCL DEF 240 ZENTRIEREN	Zyklusdefinition Zentrieren
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q343=0 ;AUSWAHL DURCHM/TIEFE	
Q201=-2 ;TIEFE	
Q344=-10 ;DURCHMESSER	
Q206=150 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q211=0 ;VERWEILZEIT UNTEN	
Q203=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	
Q204=10 ;2. SICHERHEITS-ABST.	
7 GLOBAL DEF 125 POSITIONIEREN	Mit dieser Funktion positioniert die Steuerung bei einem CYCL CALL PAT zwischen den Punkten auf den 2. Sicherheitsabstand. Diese Funktion bleibt bis zum M30 wirksam.
Q345=+1 ;AUSWAHL POS-HOEHE	

7 CYCL CALL PAT F5000 M13	Zyklusaufruf in Verbindung mit Punktemuster
8 L Z+100 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
9 TOOL CALL 2 Z S5000	Werkzeugaufruf Bohrer (Radius 2,4)
10 L Z+50 R0 F5000	Werkzeug auf sichere Höhe fahren
11 CYCL DEF 200 BOHREN	Zyklusdefinition Bohren
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-25 ;TIEFE	
Q206=150 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q210=0 ;VERWEILZEIT OBEN	
Q203=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	
Q204=10 ;2. SICHERHEITS-ABST.	
Q211=0.2 ;VERWEILZEIT UNTEN	
Q395=0 ;BEZUG TIEFE	
12 CYCL CALL PAT F500 M13	Zyklusaufruf in Verbindung mit Punktemuster
13 L Z+100 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
14 TOOL CALL Z S200	Werkzeugaufruf Gewindebohrer (Radius 3)
15 L Z+50 R0 FMAX	Werkzeug auf sichere Höhe fahren
16 CYCL DEF 206 GEWINDEBOHREN	Zyklusdefinition Gewindebohren
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-25 ;GEWINDETIEFE	
Q206=150 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q211=0 ;VERWEILZEIT UNTEN	
Q203=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	
Q204=10 ;2. SICHERHEITS-ABST.	
17 CYCL CALL PAT F5000 M13	Zyklusaufruf in Verbindung mit Punktemuster
18 L Z+100 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programmende
19 END PGM 1 MM	

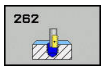
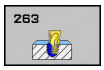
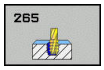
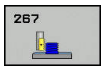
5

Bearbeitungs-zyklen: Gewindebohren / Gewindefräsen

5.1 Grundlagen

Übersicht

Die Steuerung stellt folgende Zyklen für die verschiedensten Gewindebearbeitungen zur Verfügung:

Softkey	Zyklus	Seite
	206 GEWINDEBOHREN NEU Mit Ausgleichsfutter, mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheitsabstand	117
	207 GEWINDEBOHREN GS NEU Ohne Ausgleichsfutter, mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheitsabstand	120
	209 GEWINDEBOHREN SPANBRUCH Ohne Ausgleichsfutter, mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheitsabstand, Spanbruch	125
	262 GEWINDEFRAESEN Zyklus zum Fräsen eines Gewindes ins vorgebohrte Material	133
	263 SENKGEWINDEFRAESEN Zyklus zum Fräsen eines Gewindes ins vorgebohrte Material mit Herstellung einer Senkfase	137
	264 BOHRGEWINDEFRAESEN Zyklus zum Bohren ins volle Material und anschließendem Fräsen des Gewindes mit einem Werkzeug	141
	265 HELIX-BOHRGEWINDEFRAESEN Zyklus zum Fräsen des Gewindes ins volle Material	145
	267 AUSSENGEWINDE FRAESEN Zyklus zum Fräsen eines Außengewindes mit Herstellung einer Senkfase	149

5.2 GEWINDEBOHREN mit Ausgleichsfutter (Zyklus 206, DIN/ISO: G206)

Zyklusablauf

1 Die Steuerung positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang **FMAX** auf den eingegebenen Sicherheitsabstand über der Werkstückoberfläche

2 Das Werkzeug fährt in einem Arbeitsgang auf die Bohrtiefe

3 Danach wird die Spindeldrehrichtung umgekehrt und das Werkzeug nach der Verweilzeit auf den Sicherheitsabstand zurückgezogen. Wenn Sie einen 2. Sicherheitsabstand eingegeben haben, fährt die Steuerung das Werkzeug mit **FMAX** dorthin

4 Auf Sicherheitsabstand wird die Spindeldrehrichtung erneut umgekehrt

Beim Programmieren beachten!

Positioniersatz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur **R0** programmieren.

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

Das Werkzeug muss in ein Längenausgleichsfutter gespannt sein. Das Längenausgleichsfutter kompensiert Toleranzen von Vorschub und Drehzahl während der Bearbeitung.

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

Es besteht die Möglichkeit, über die Parmeter **CfgThreadSpindle** (Nr. 113600) folgendes einzustellen:

- **sourceOverride** (Nr. 113603): Spindle Potentiometer (Vorschub Override ist nicht aktiv) und FeedPotentiometer (Drehzahl-Override ist nicht aktiv). Die Steuerung passt die Drehzahl anschließend entsprechend an
- **thrdWaitingTime** (Nr. 113601): Diese Zeit wird am Gewindegrund nach Spindelstopp gewartet
- **thrdPreSwitch** (Nr. 113602): Die Spindel wird um diese Zeit vor Erreichen des Gewindegrunds gestoppt

Das Spindeldrehzahl-Potentiometer ist nicht aktiv.

Wenn Sie in der Werkzeugtabelle in der Spalte **Pitch** die Gewindesteigung des Gewindebohrers eintragen, vergleicht die Steuerung die Gewindesteigung aus der Werkzeugtabelle, mit der im Zyklus definierten Gewindesteigung. Die Steuerung gibt eine Fehlermeldung aus, wenn die Werte nicht übereinstimmen. Im Zyklus 206 berechnet die Steuerung die Gewindesteigung anhand der programmierten Drehzahl und des im Zyklus definierten Vorschubs.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie bei einem Zyklus die Tiefe positiv eingeben, kehrt die Steuerung die Berechnung der Vorpositionierung um. Das Werkzeug fährt in der Werkzeugachse mit Eilgang auf Sicherheitsabstand **unter** die Werkstückoberfläche!

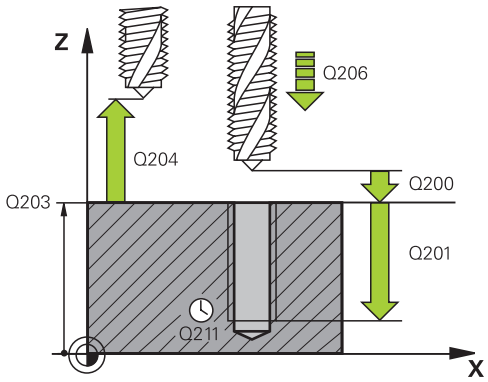
- Tiefe negativ eingeben
- Mit Maschinenparameter **displayDepthErr** (Nr. 201003) einstellen, ob die Steuerung bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off)

Zyklusparameter

- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstückoberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999

Richtwert: 4x Gewindesteigung.

- **Q201 Gewindetiefe?** (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewindegrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q206 Vorschub Tiefenzustellung?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Gewindebohren. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**
- **Q211 Verweilzeit unten?**: Wert zwischen 0 und 0,5 Sekunden eingeben, um ein Verkeilen des Werkzeugs beim Rückzug zu vermeiden. Eingabebereich 0 bis 3600,0000
- **Q203 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999



Beispiel

25 CYCL DEF 206 GEWINDEBOHREN NEU	
Q200=2	;SICHERHEITS-ABST.
Q201=-20	;GEWINDETIEFE
Q206=150	;VORSCHUB TIEFENZ.
Q211=0.25	;VERWEILZEIT UNTEN
Q203=+25	;KOOR. OBERFLAECHE
Q204=50	;2. SICHERHEITS-ABST.

Vorschub ermitteln: F = S x p

F: Vorschub mm/min)

S: Spindeldrehzahl (U/min)

p: Gewindesteigung (mm)

Freifahren bei Programmunterbrechung

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

5.3 GEWINDEBOHREN ohne Ausgleichsfutter GS (Zyklus 207, DIN/ISO: G207)

Zyklusablauf

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

1 Die Steuerung positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang **FMAX** auf den eingegebenen Sicherheitsabstand über der Werkstückoberfläche
2 Das Werkzeug fährt in einem Arbeitsgang auf die Bohrtiefe
3 Danach wird die Spindeldrehrichtung umgekehrt und das Werkzeug aus der Bohrung heraus auf den Sicherheitsabstand bewegt. Wenn Sie einen 2. Sicherheitsabstand eingegeben haben, fährt die Steuerung das Werkzeug mit **FMAX** dorthin
4 Auf Sicherheitsabstand hält die Steuerung die Spindel an

Beim Programmieren beachten!

Maschine und Steuerung müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein.

Zyklus nur an Maschinen mit geregelter Spindel verwendbar.

Positioniersatz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur **R0** programmieren.

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

Es besteht die Möglichkeit, über die Parmeter **CfgThreadSpindle** (Nr. 113600) folgendes einzustellen:

- **sourceOverride** (Nr. 113603): Spindle Potentiometer (Vorschub Override ist nicht aktiv) und FeedPotentiometer (Drehzahl-Override ist nicht aktiv). Die Steuerung passt die Drehzahl anschließend entsprechend an
- **thrdWaitingTime** (Nr. 113601): Diese Zeit wird am Gewindegrund nach Spindelstopp gewartet
- **thrdPreSwitch** (Nr. 113602): Die Spindel wird um diese Zeit vor Erreichen des Gewindegrunds gestoppt
- **limitSpindleSpeed** (Nr. 113604): Begrenzung der Spindeldrehzahl
  True: (bei kleinen Gewindetiefen wird die Spindeldrehzahl so begrenzt, dass die Spindel ca. 1/3 der Zeit mit konstanter Drehzahl läuft)
  False: (Keine Begrenzung)

Das Spindeldrehzahl-Potentiometer ist nicht aktiv.

Wenn Sie vor diesem Zyklus M3 (bzw. M4) programmieren, dreht sich die Spindel nach Zyklus-Ende (mit der im TOOL-CALL-Satz programmierten Drehzahl).

Wenn Sie vor diesem Zyklus kein M3 (bzw. M4) programmieren, bleibt die Spindel nach Ende dieses Zyklus stehen. Dann müssen Sie vor der nächsten Bearbeitung die Spindel mit M3 (bzw. M4) wieder einschalten.

Wenn Sie in der Werkzeugtabelle in der Spalte **Pitch** die Gewindesteigung des Gewindebohrers eintragen, vergleicht die Steuerung die Gewindesteigung aus der Werkzeug-Tabelle, mit der im Zyklus definierten Gewindesteigung. Die Steuerung gibt eine Fehlermeldung aus, wenn die Werte nicht übereinstimmen.

Beim Gewindebohren wird die Spindel und die Werkzeugachse immer zueinander synchronisiert. Die Synchronisation kann bei einer drehenden, aber auch bei einer stehenden Spindel erfolgen.

Wenn Sie keinen Dynamikparameter (z. B. Sicherheitsabstand, Spindeldrehzahl,...) ändern, ist es möglich das Gewinde nachträglich tiefer zu bohren. Der Sicherheitsabstand **Q200** sollte allerdings so groß gewählt werden, dass die Werkzeugachse innerhalb dieses Wegs den Beschleunigungsweg verlassen hat.

HINWEIS

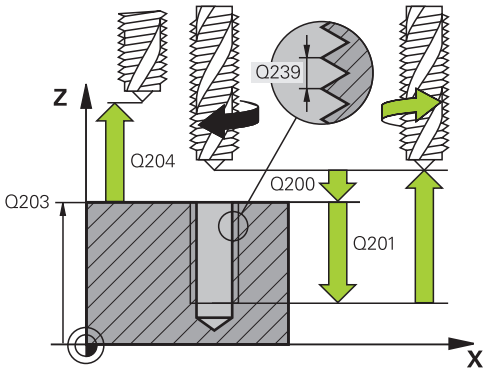
Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie bei einem Zyklus die Tiefe positiv eingeben, kehrt die Steuerung die Berechnung der Vorpositionierung um. Das Werkzeug fährt in der Werkzeugachse mit Eilgang auf Sicherheitsabstand **unter** die Werkstückoberfläche!

- Tiefe negativ eingeben
- Mit Maschinenparameter **displayDepthErr** (Nr. 201003) einstellen, ob die Steuerung bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off)

Zyklusparameter

- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstückoberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q201 Gewindetiefe?** (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewindegrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q239 Gewindesteigung?**: Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- oder Linksgewinde fest:
  + = Rechtsgewinde
  – = Linksgewinde
  Eingabebereich -99,9999 bis +99,9999
- **Q203 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999



Beispiel

26 CYCL DEF 207 GEW.-BOHREN GS NEU	
Q200=2	**;SICHERHEITS-ABST.**
Q201=-20	**;GEWINDETIEFE**
Q239=+1	**;GEWINDESTEIGUNG**
Q203=+25	**;KOOR. OBERFLAECHE**
Q204=50	**;2. SICHERHEITS-ABST.**

Freifahren bei Programmunterbrechung

Freifahren in der Betriebsart Positionieren mit Handeingabe

Wenn Sie den Vorgang des Gewindeschneidens unterbrechen möchten, drücken Sie die Taste **NC-Stopp**. Es erscheint ein Softkey zum Freifahren aus dem Gewinde in der unteren Softkey-Leiste. Wenn Sie diesen Softkey und die **NC-Start** Taste drücken, fährt das Werkzeug aus der Bohrung zurück zum Startpunkt der Bearbeitung. Die Spindel stoppt automatisch. Die Steuerung gibt Ihnen eine Meldung aus.

Freifahren in der Betriebsart Programmlauf Satzfolge, Einzelsatz

Wenn Sie den Vorgang des Gewindeschneidens unterbrechen möchten, drücken Sie die Taste **NC-Stopp**. Die Steuerung zeigt den Softkey **MANUELL VERFAHREN** an. Nachdem Sie **MANUELL VERFAHREN** gedrückt haben, können Sie das Werkzeug in der aktiven Spindelachse freifahren. Wenn Sie nach der Unterbrechung die Bearbeitung erneut fortsetzen möchten, drücken Sie den Softkey **POSITION ANFAHREN** und **NC-Start**. Die Steuerung bewegt das Werkzeug wieder auf die Position vor dem **NC-Stopp**.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie beim Freifahren das Werkzeug statt z. B. in positive Richtung, in negative Richtung bewegen, besteht Kollisionsgefahr.

- Sie haben beim Freifahren die Möglichkeit, das Werkzeug in positive und negative Richtung der Werkzeugachse zu bewegen
- Machen Sie sich vor dem Freifahren bewusst, in welcher Richtung Sie das Werkzeug aus der Bohrung heraus bewegen

5.4 GEWINDEBOHREN SPANBRUCH (Zyklus 209, DIN/ISO: G209, Software-Option 19)

Zyklusablauf

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

1 Die Steuerung positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang **FMAX** auf den eingegebenen Sicherheitsabstand über der Werkstückoberfläche und führt dort eine Spindelorientierung durch

2 Das Werkzeug fährt auf die eingegebene Zustelltiefe, kehrt die Spindeldrehrichtung um und fährt – je nach Definition – einen bestimmten Betrag zurück oder zum Entspanen aus der Bohrung heraus. Wenn Sie einen Faktor für Drehzahlerhöhung definiert haben, fährt die Steuerung mit entsprechend höherer Spindeldrehzahl aus der Bohrung heraus

3 Danach wird die Spindeldrehrichtung wieder umgekehrt und auf die nächste Zustelltiefe gefahren

4 Die Steuerung wiederholt diesen Ablauf (2 bis 3), bis die eingegebene Gewindetiefe erreicht ist

5 Danach wird das Werkzeug auf den Sicherheitsabstand zurückgezogen. Wenn Sie einen 2. Sicherheitsabstand eingegeben haben, fährt die Steuerung das Werkzeug mit **FMAX** dorthin

6 Auf Sicherheitsabstand hält die Steuerung die Spindel an

Beim Programmieren beachten!

Maschine und Steuerung müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein.

Zyklus nur an Maschinen mit geregelter Spindel verwendbar.

Positioniersatz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur **R0** programmieren.

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Gewindetiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

Es besteht die Möglichkeit, über die Parmeter **CfgThreadSpindle** (Nr. 113600) folgendes einzustellen:

- **sourceOverride** (Nr. 113603): Spindle Potentiometer (Vorschub Override ist nicht aktiv) und FeedPotentiometer (Drehzahl-Override ist nicht aktiv). Die Steuerung passt die Drehzahl anschließend entsprechend an
- **thrdWaitingTime** (Nr. 113601): Diese Zeit wird am Gewindegrund nach Spindelstopp gewartet
- **thrdPreSwitch** (Nr. 113602): Die Spindel wird um diese Zeit vor Erreichen des Gewindegrunds gestoppt

Das Spindeldrehzahl-Potentiometer ist nicht aktiv.

Wenn Sie über den Zyklusparameter **Q403** einen Drehzahlfaktor für schnelleren Rückzug definiert haben, dann beschränkt die Steuerung die Drehzahl auf die Maximaldrehzahl der aktiven Getriebestufe.

Wenn Sie vor diesem Zyklus M3 (bzw. M4) programmieren, dreht sich die Spindel nach Zyklus-Ende (mit der im TOOL-CALL-Satz programmierten Drehzahl).

Wenn Sie vor diesem Zyklus kein M3 (bzw. M4) programmieren, bleibt die Spindel nach Ende dieses Zyklus stehen. Dann müssen Sie vor der nächsten Bearbeitung die Spindel mit M3 (bzw. M4) wieder einschalten.

Wenn Sie in der Werkzeugtabelle in der Spalte **Pitch** die Gewindesteigung des Gewindebohrers eintragen, vergleicht die Steuerung die Gewindesteigung aus der Werkzeug-Tabelle, mit der im Zyklus definierten Gewindesteigung. Die Steuerung gibt eine Fehlermeldung aus, wenn die Werte nicht übereinstimmen.

Beim Gewindebohren wird die Spindel und die Werkzeugachse immer zueinander synchronisiert. Die Synchronisation kann bei einer drehenden, aber auch bei einer stehenden Spindel erfolgen.

Wenn Sie keinen Dynamikparameter (z. B. Sicherheitsabstand, Spindeldrehzahl,...) ändern, ist es möglich das Gewinde nachträglich tiefer zu bohren. Der Sicherheitsabstand **Q200** sollte allerdings so groß gewählt werden, dass die Werkzeugachse innerhalb dieses Wegs den Beschleunigungsweg verlassen hat

HINWEIS

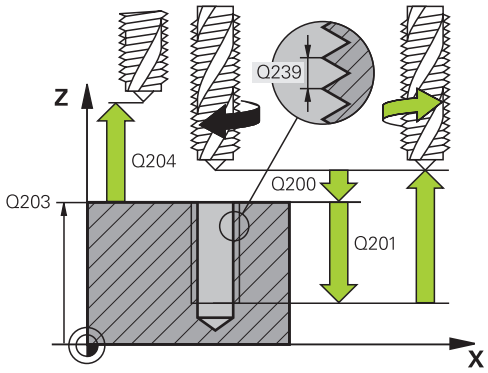
Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie bei einem Zyklus die Tiefe positiv eingeben, kehrt die Steuerung die Berechnung der Vorpositionierung um. Das Werkzeug fährt in der Werkzeugachse mit Eilgang auf Sicherheitsabstand **unter** die Werkstückoberfläche!

- Tiefe negativ eingeben
- Mit Maschinenparameter **displayDepthErr** (Nr. 201003) einstellen, ob die Steuerung bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off)

Zyklusparameter

- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstückoberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q201 Gewindetiefe?** (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewindegrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q239 Gewindesteigung?**: Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- oder Linksgewinde fest:
  + = Rechtsgewinde
  – = Linksgewinde
  Eingabebereich -99,9999 bis +99,9999
- **Q203 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q257 Bohrtiefe bis Spanbruch?** (inkremental): Zustellung, nach der die Steuerung einen Spanbruch durchführt. Kein Spanbruch, wenn 0 eingegeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q256 Rückzug bei Spanbruch?**: Die Steuerung multipliziert die Steigung **Q239** mit dem eingegebenen Wert und fährt das Werkzeug beim Spanbrechen um diesen errechneten Wert zurück. Wenn Sie **Q256** = 0 eingeben, dann fährt die Steuerung zum Entspanen vollständig aus der Bohrung heraus (auf Sicherheitsabstand). Eingabebereich 0,000 bis 99999,999
- **Q336 Winkel für Spindel-Orientierung?** (absolut): Winkel, auf den die Steuerung das Werkzeug vor dem Gewindeschneid-Vorgang positioniert. Dadurch können Sie das Gewinde ggf. nachschneiden. Eingabebereich -360,0000 bis 360,0000
- **Q403 Faktor Drehzahländerung Rückzug?**: Faktor, um den die Steuerung die Spindeldrehzahl - und damit auch den Rückzugsvorschub - beim Herausfahren aus der Bohrung erhöht. Eingabebereich 0,0001 bis 10. Erhöhung maximal auf Maximaldrehzahl der aktiven Getriebestufe.



Beispiel

26 CYCL DEF 209 GEW.-BOHREN SPANBR.	
Q200=2	;SICHERHEITS-ABST.
Q201=-20	;GEWINDETIEFE
Q239=+1	;GEWINDESTEIGUNG
Q203=+25	;KOOR. OBERFLAECHE
Q204=50	;2. SICHERHEITS-ABST.
Q257=5	;BOHRTIEFE SPANBRUCH
Q256=+1	;RZ BEI SPANBRUCH
Q336=50	;WINKEL SPINDEL
Q403=1.5	;FAKTOR DREHZAHL

Freifahren bei Programmunterbrechung

Freifahren in der Betriebsart Positionieren mit Handeingabe

Wenn Sie den Vorgang des Gewindeschneidens unterbrechen möchten, drücken Sie die Taste NC-Stopp. Es erscheint ein Softkey zum Freifahren aus dem Gewinde in der unteren Softkey-Leiste. Wenn Sie diesen Softkey und die NC-Start Taste drücken, fährt das Werkzeug aus der Bohrung zurück zum Startpunkt der Bearbeitung. Die Spindel stoppt automatisch und die Steuerung gibt Ihnen eine Meldung aus.

Freifahren in der Betriebsart Programmlauf Satzfolge, Einzelsatz

Wenn Sie den Vorgang des Gewindeschneidens unterbrechen möchten, drücken Sie die Taste NC-Stopp. Die Steuerung zeigt den Softkey **MANUELL VERFAHREN** an. Nachdem Sie **MANUELL VERFAHREN** gedrückt haben, können Sie das Werkzeug in der aktiven Spindelachse freifahren. Wenn Sie nach der Unterbrechung die Bearbeitung erneut fortsetzen möchten, drücken Sie den Softkey **POSITION ANFAHREN** und NC-Start. Die Steuerung bewegt das Werkzeug wieder auf die Position vor dem NC-Stopp.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie beim Freifahren das Werkzeug statt z. B. in positive Richtung, in negative Richtung bewegen, besteht Kollisionsgefahr.

- Sie haben beim Freifahren die Möglichkeit, das Werkzeug in positive und negative Richtung der Werkzeugachse zu bewegen
- Machen Sie sich vor dem Freifahren bewusst, in welcher Richtung Sie das Werkzeug aus der Bohrung heraus bewegen

5.5 Grundlagen zum Gewindefräsen

Voraussetzungen

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

Innengewinde	Steigung	Fräsart	Arbeitsrichtung
Rechtsgängig	+	+1(RL)	Z+
Linksgängig	–	–1(RR)	Z+
Rechtsgängig	+	–1(RR)	Z–
Linksgängig	–	+1(RL)	Z–

Außengewinde	Steigung	Fräsart	Arbeitsrichtung
Rechtsgängig	+	+1(RL)	Z–
Linksgängig	–	–1(RR)	Z–
Rechtsgängig	+	–1(RR)	Z+
Linksgängig	–	+1(RL)	Z+

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

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

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie die Angaben für die Tiefenzustellungen mit unterschiedlichen Vorzeichen programmieren, kann eine Kollision entstehen.

- Programmieren Sie die Tiefen immer mit gleichen Vorzeichen. Beispiel: Wenn Sie Parameter Q356 SENKTIEFE mit einem negativen Vorzeichen programmieren, dann programmieren Sie Parameter Q201 GEWINDETIEFE auch mit einem negativen Vorzeichen
- Wenn Sie z. B. einen Zyklus nur mit dem Senkvorgang wiederholen möchten, ist es auch möglich, bei der GEWINDETIEFE 0 einzugeben. Dann wird die Arbeitsrichtung über die SENKTIEFE bestimmt

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie bei Werkzeugbruch das Werkzeug nur in Richtung der Werkzeugachse aus der Bohrung bewegen, kann es zu einer Kollision kommen!

- Bei einem Werkzeugbruch den Programmlauf stoppen
- In die Betriebsart Positionieren mit Handeingabe wechseln
- Zuerst das Werkzeug mit einer Linearbewegung in Richtung Bohrungsmitte bewegen
- Werkzeug in Werkzeugachsrichtung frei fahren

5.6 GEWINDEFRAESEN (Zyklus 262, DIN/ISO: G262, Software-Option 19)

Zyklusablauf

1 Die Steuerung positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang **FMAX** auf den eingegebenen Sicherheitsabstand über der Werkstückoberfläche

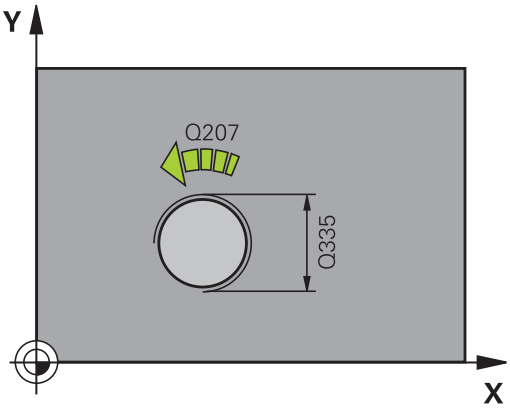
2 Das Werkzeug fährt mit dem programmierten Vorschub Vorpositionieren auf die Startebene, die sich aus dem Vorzeichen der Gewindesteigung, der Fräsart und der Anzahl der Gänge zum Nachsetzen ergibt

3 Anschließend fährt das Werkzeug tangential in einer Helixbewegung an den Gewindenenndurchmesser. Dabei wird vor der Helixanfahrbewegung noch eine Ausgleichsbewegung in der Werkzeugachse durchgeführt, um mit der Gewindebahn auf der programmierten Startebene zu beginnen

4 Abhängig vom Parameter Nachsetzen fräst das Werkzeug das Gewinde in einer, in mehreren versetzten oder in einer kontinuierlichen Schraubenlinienbewegung

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

6 Am Ende des Zyklus fährt die Steuerung das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheitsabstand oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheitsabstand



Beim Programmieren beachten!

Positioniersatz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur **R0** programmieren.

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Gewindetiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

Wenn Sie die Gewindetiefe = 0 programmieren, dann führt die Steuerung den Zyklus nicht aus.

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

Beachten Sie, dass die Steuerung vor der Anfahrbewegung eine Ausgleichsbewegung in der Werkzeugachse durchführt. Die Größe der Ausgleichsbewegung beträgt maximal die halbe Gewindesteigung. Auf ausreichend Platz in der Bohrung achten!

Wenn Sie die Gewindetiefe verändern, ändert die Steuerung automatisch den Startpunkt für die Helixbewegung.

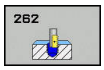
HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

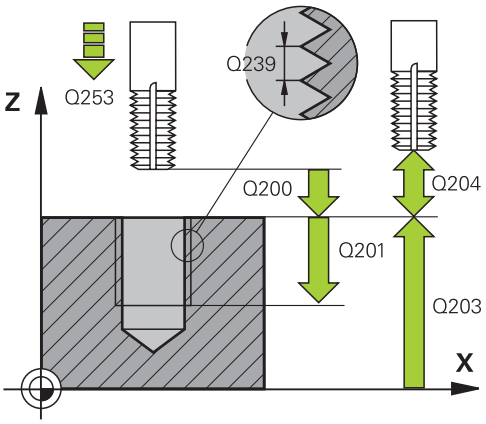
Wenn Sie bei einem Zyklus die Tiefe positiv eingeben, kehrt die Steuerung die Berechnung der Vorpositionierung um. Das Werkzeug fährt in der Werkzeugachse mit Eilgang auf Sicherheitsabstand **unter** die Werkstückoberfläche!

- Tiefe negativ eingeben
- Mit Maschinenparameter **displayDepthErr** (Nr. 201003) einstellen, ob die Steuerung bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off)

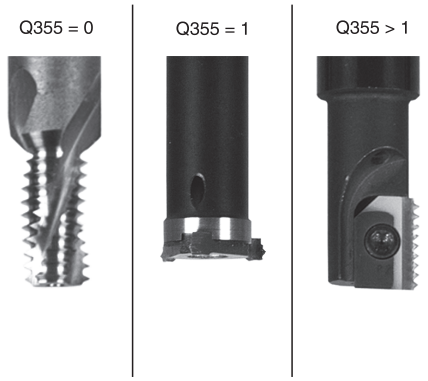
Zyklusparameter



- **Q335 Soll-Durchmesser?**: Gewindenenndurchmesser. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q239 Gewindesteigung?**: Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- oder Linksgewinde fest:
  + = Rechtsgewinde
  – = Linksgewinde
  Eingabebereich -99,9999 bis +99,9999
- **Q201 Gewindetiefe?** (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewindegrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q355 Anzahl Gänge zum Nachsetzen?**: Anzahl der Gewindegänge um die das Werkzeug versetzt wird:
  0 = eine Schraubenlinie auf die Gewindetiefe
  1 = kontinuierliche Schraubenlinie auf der gesamten Gewindelänge
  >1 = mehrere Helixbahnen mit An- und Wegfahren, dazwischen versetzt die Steuerung das Werkzeug um **Q355** mal der Steigung.
  Eingabebereich 0 bis 99999



- **Q253 Vorschub Vorpositionieren?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in das Werkstück bzw. beim Herausfahren aus dem Werkstück in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**
- **Q351 Fräsart? Gleichl.=+1 Gegenl.=-1**: Art der Fräsbearbeitung bei M3
  +1 = Gleichlauffräsen
  –1 = Gegenlauffräsen (Wenn Sie 0 eingeben, erfolgt die Bearbeitung im Gleichlauf)
- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstückoberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q203 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q207 Vorschub fräsen?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**
- **Q512 Vorschub Anfahren?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Anfahren in mm/min. Bei kleinen Gewindedurchmessern können Sie durch einen reduzierten Anfahrvorschub die Gefahr von Werkzeugbruch verringern. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**



Beispiel

```
25 CYCL DEF 262  GEWINDEFRAESEN
   Q335=10      ;SOLL-DURCHMESSER
   Q239=+1.5    ;GEWINDESTEIGUNG
   Q201=-20     ;GEWINDETIEFE
   Q355=0       ;NACHSETZEN
   Q253=750     ;VORSCHUB VORPOS.
   Q351=+1      ;FRAESART
   Q200=2       ;SICHERHEITS-ABST.
   Q203=+30     ;KOOR. OBERFLAECHE
   Q204=50      ;2. SICHERHEITS-ABST.
   Q207=500     ;VORSCHUB FRAESEN
   Q512=0       ;VORSCHUB ANFAHREN
```

5.7 SENKGEWINDEFRAESEN (Zyklus 263, DIN/ISO: G263, Software-Option 19)

Zyklusablauf

1 Die Steuerung positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang **FMAX** auf den eingegebenen Sicherheitsabstand über der Werkstückoberfläche

Senken

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

3 Wenn ein Sicherheitsabstand Seite eingeben wurde, positioniert die Steuerung das Werkzeug gleich im Vorschub Vorpositionieren auf die Senktiefe

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

Stirnseitig Senken

5 Das Werkzeug fährt im Vorschub Vorpositionieren auf die Senktiefe Stirnseitig

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

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

Gewindefräsen

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

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

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

11 Am Ende des Zyklus fährt die Steuerung das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheitsabstand oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheitsabstand

Beim Programmieren beachten!

Positioniersatz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur **R0** programmieren.

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

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

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

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

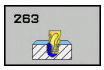
HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

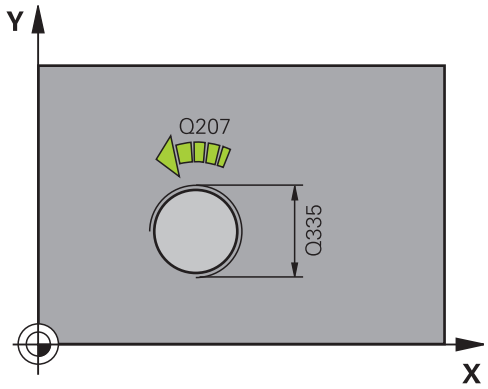
Wenn Sie bei einem Zyklus die Tiefe positiv eingeben, kehrt die Steuerung die Berechnung der Vorpositionierung um. Das Werkzeug fährt in der Werkzeugachse mit Eilgang auf Sicherheitsabstand **unter** die Werkstückoberfläche!

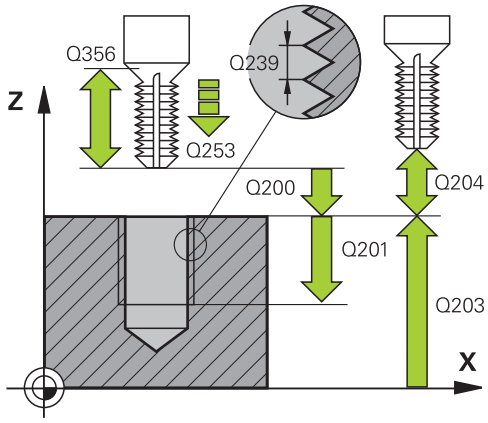
- Tiefe negativ eingeben
- Mit Maschinenparameter **displayDepthErr** (Nr. 201003) einstellen, ob die Steuerung bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off)

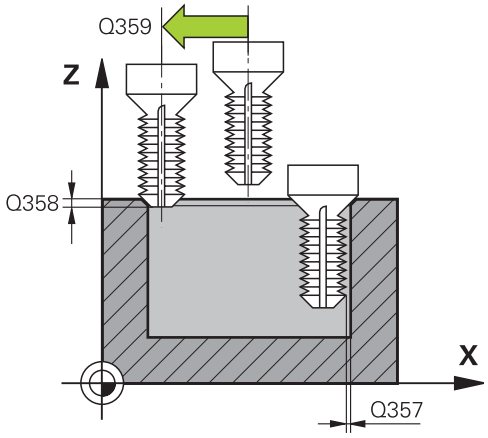
Zyklusparameter



- **Q335 Soll-Durchmesser?**: Gewindenenndurchmesser. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q239 Gewindesteigung?**: Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- oder Linksgewinde fest:
  + = Rechtsgewinde
  – = Linksgewinde
  Eingabebereich -99,9999 bis +99,9999
- **Q201 Gewindetiefe?** (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewindegrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q356 Senktiefe?** (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Werkzeugspitze. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q253 Vorschub Vorpositionieren?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in das Werkstück bzw. beim Herausfahren aus dem Werkstück in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**
- **Q351 Fräsart? Gleichl.=+1 Gegenl.=-1**: Art der Fräsbearbeitung bei M3
  +1 = Gleichlauffräsen
  –1 = Gegenlauffräsen (Wenn Sie 0 eingeben, erfolgt die Bearbeitung im Gleichlauf)
- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstückoberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q357 Sicherheits-Abstand Seite?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugschneide und Bohrungswand. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q358 Senktiefe stirnseitig?** (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Werkzeugspitze beim stirnseitigen Senkvorgang. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q359 Versatz Senken Stirnseite?** (inkremental): Abstand um den die Steuerung die Werkzeugmitte aus der Mitte versetzt. Eingabebereich 0 bis 99999,9999







- **Q203 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q254 Vorschub Senken?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Senken in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**
- **Q207 Vorschub fräsen?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**
- **Q512 Vorschub Anfahren?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Anfahren in mm/min. Bei kleinen Gewindedurchmessern können Sie durch einen reduzierten Anfahrvorschub die Gefahr von Werkzeugbruch verringern. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**

Beispiel

```
25 CYCL DEF 263
   SENKGEWINDEFRAESEN
   Q335=10     ;SOLL-DURCHMESSER
   Q239=+1.5   ;GEWINDESTEIGUNG
   Q201=-16    ;GEWINDETIEFE
   Q356=-20    ;SENKTIEFE
   Q253=750    ;VORSCHUB VORPOS.
   Q351=+1     ;FRAESART
   Q200=2      ;SICHERHEITS-ABST.
   Q357=0.2    ;SI.-ABSTAND SEITE
   Q358=+0     ;TIEFE STIRNSEITIG
   Q359=+0     ;VERSATZ STIRNSEITE
   Q203=+30    ;KOOR. OBERFLAECHE
   Q204=50     ;2. SICHERHEITS-ABST.
   Q254=150    ;VORSCHUB SENKEN
   Q207=500    ;VORSCHUB FRAESEN
   Q512=0      ;VORSCHUB ANFAHREN
```

5.8 BOHRGEWINDEFRAESEN (Zyklus 264, DIN/ISO: G264, Software-Option 19)

Zyklusablauf

1 Die Steuerung positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang **FMAX** auf den eingegebenen Sicherheitsabstand über der Werkstückoberfläche

Bohren

2 Das Werkzeug bohrt mit dem eingegebenen Vorschub Tiefenzustellung bis zur ersten Zustelltiefe

3 Wenn Spanbruch eingegeben ist, fährt die Steuerung das Werkzeug um den eingegebenen Rückzugswert zurück. Wenn Sie ohne Spanbruch arbeiten, dann fährt die Steuerung das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheitsabstand zurück und anschließend wieder mit **FMAX** bis auf den eingegebenen Vorhalteabstand über die erste Zustelltiefe

4 Anschließend bohrt das Werkzeug mit Vorschub um eine weitere Zustelltiefe

5 Die Steuerung wiederholt diesen Ablauf (2 bis 4), bis die Bohrtiefe erreicht ist

Stirnseitig Senken

6 Das Werkzeug fährt im Vorschub Vorpositionieren auf die Senktiefe Stirnseitig

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

8 Anschließend fährt die Steuerung das Werkzeug wieder auf einem Halbkreis in die Bohrungsmitte

Gewindefräsen

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

10 Anschließend fährt das Werkzeug tangential in einer Helixbewegung an den Gewindenenndurchmesser und fräst mit einer 360°- Schraubenliniebewegung das Gewinde

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

12 Am Ende des Zyklus fährt die Steuerung das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheitsabstand oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheitsabstand

Beim Programmieren beachten!

Positioniersatz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur **R0** programmieren.

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

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

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

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

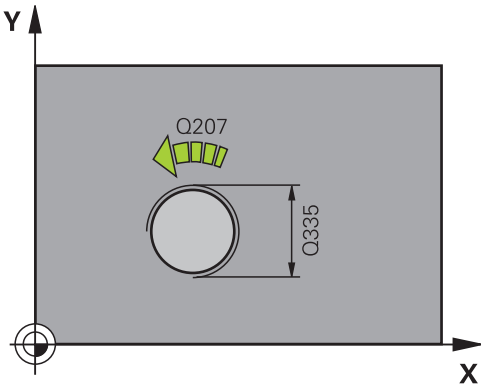
Wenn Sie bei einem Zyklus die Tiefe positiv eingeben, kehrt die Steuerung die Berechnung der Vorpositionierung um. Das Werkzeug fährt in der Werkzeugachse mit Eilgang auf Sicherheitsabstand **unter** die Werkstückoberfläche!

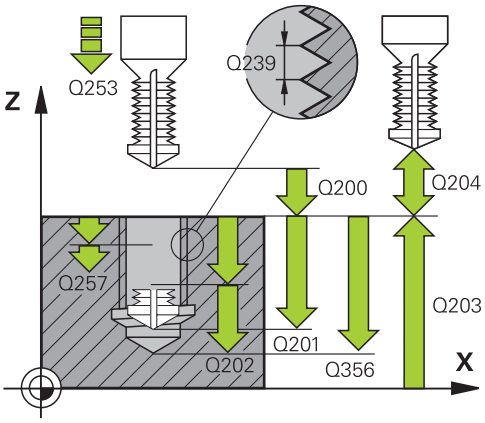
- Tiefe negativ eingeben
- Mit Maschinenparameter **displayDepthErr** (Nr. 201003) einstellen, ob die Steuerung bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off)

Zyklusparameter

- **Q335 Soll-Durchmesser?**: Gewindenenndurchmesser. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q239 Gewindesteigung?**: Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- oder Linksgewinde fest:
  + = Rechtsgewinde
  – = Linksgewinde
  Eingabebereich -99,9999 bis +99,9999
- **Q201 Gewindetiefe?** (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewindegrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q356 Bohrtiefe?** (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Bohrungsgrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q253 Vorschub Vorpositionieren?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in das Werkstück bzw. beim Herausfahren aus dem Werkstück in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**
- **Q351 Fräsart? Gleichl.=+1 Gegenl.=-1**: Art der Fräsbearbeitung bei M3
  +1 = Gleichlauffräsen
  –1 = Gegenlauffräsen (Wenn Sie 0 eingeben, erfolgt die Bearbeitung im Gleichlauf)
- **Q202 Maximale Zustell-Tiefe?** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. **Q201 TIEFE** muss kein Vielfaches von **Q202** sein. Eingabebereich 0 bis 99999,9999

  Die Tiefe muss kein Vielfaches der Zustelltiefe sein. Die Steuerung fährt in einem Arbeitsgang auf die Tiefe wenn:
  - Zustelltiefe und Tiefe gleich sind
  - die Zustelltiefe größer als die Tiefe ist
- **Q258 Vorhalteabstand oben?** (inkremental): Sicherheitsabstand für Eilgangpositionierung, wenn die Steuerung das Werkzeug nach einem Rückzug aus der Bohrung wieder auf die aktuelle Zustelltiefe fährt. Eingabebereich 0 bis 99999,9999





Beispiel

25 CYCL DEF 264 BOHRGEWINDEFRAESEN	
Q335=10	**;SOLL-DURCHMESSER**
Q239=+1.5	**;GEWINDESTEIGUNG**
Q201=-16	**;GEWINDETIEFE**
Q356=-20	**;BOHRTIEFE**
Q253=750	**;VORSCHUB VORPOS.**
Q351=+1	**;FRAESART**
Q202=5	**;ZUSTELL-TIEFE**
Q258=0.2	**;VORHALTEABSTAND OBEN**

- **Q257 Bohrtiefe bis Spanbruch?** (inkremental): Zustellung, nach der die Steuerung einen Spanbruch durchführt. Kein Spanbruch, wenn 0 eingegeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q256 Rückzug bei Spanbruch?** (inkremental): Wert, um den die Steuerung das Werkzeug beim Spanbrechen zurückfährt. Eingabebereich 0,000 bis 99999,999
- **Q358 Senktiefe stirnseitig?** (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Werkzeugspitze beim stirnseitigen Senkvorgang. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q359 Versatz Senken Stirnseite?** (inkremental): Abstand um den die Steuerung die Werkzeugmitte aus der Mitte versetzt. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstückoberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q203 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q206 Vorschub Tiefenzustellung?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**
- **Q207 Vorschub fräsen?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**
- **Q512 Vorschub Anfahren?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Anfahren in mm/min. Bei kleinen Gewindedurchmessern können Sie durch einen reduzierten Anfahrvorschub die Gefahr von Werkzeugbruch verringern. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**

```
Q257=5      ;BOHRTIEFE SPANBRUCH
Q256=0.2    ;RZ BEI SPANBRUCH
Q358=+0     ;TIEFE STIRNSEITIG
Q359=+0     ;VERSATZ STIRNSEITE
Q200=2      ;SICHERHEITS-ABST.
Q203=+30    ;KOOR. OBERFLAECHE
Q204=50     ;2. SICHERHEITS-ABST.
Q206=150    ;VORSCHUB TIEFENZ.
Q207=500    ;VORSCHUB FRAESEN
Q512=0      ;VORSCHUB ANFAHREN
```

5.9 HELIX- BOHRGEWINDEFRAESEN (Zyklus 265, DIN/ISO: G265, Software-Option 19)

Zyklusablauf

1 Die Steuerung positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang **FMAX** auf den eingegebenen Sicherheitsabstand über der Werkstückoberfläche

Stirnseitig Senken

2 Beim SenSteuerungken vor der Gewindebearbeitung fährt das Werkzeug im Vorschub Senken auf die Senktiefe Stirnseitig. Beim Senkvorgang nach der Gewindebearbeitung fährt die Steuerung das Werkzeug auf die Senktiefe im Vorschub Vorpositionieren

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

4 Anschließend fährt die Steuerung das Werkzeug wieder auf einem Halbkreis in die Bohrungsmitte

Gewindefräsen

5 Die Steuerung fährt das Werkzeug mit dem programmierten Vorschub Vorpositionieren auf die Startebene für das Gewinde

6 Anschließend fährt das Werkzeug tangential in einer Helixbewegung an den Gewindenenndurchmesser

7 Die Steuerung fährt das Werkzeug auf einer kontinuierlichen Schraubenlinie nach unten, bis die Gewindetiefe erreicht ist

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

9 Am Ende des Zyklus fährt die Steuerung das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheitsabstand oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheitsabstand

Beim Programmieren beachten!

Positioniersatz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur **R0** programmieren.

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

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

Wenn Sie die Gewindetiefe verändern, ändert die Steuerung automatisch den Startpunkt für die Helixbewegung.

Die Fräsart (Gegen-/Gleichlauf) ist durch das Gewinde (Rechts-/Linksgewinde) und die Drehrichtung des Werkzeugs bestimmt, da nur die Arbeitsrichtung von der Werkstückoberfläche ins Teil hinein möglich ist.

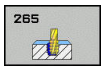
HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

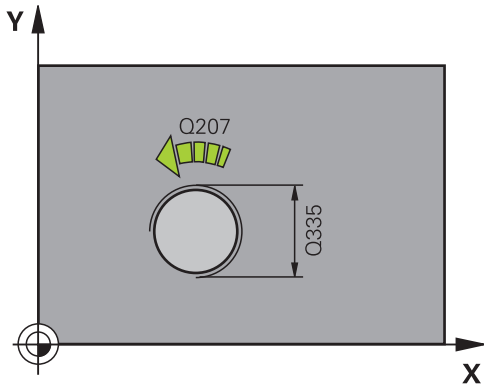
Wenn Sie bei einem Zyklus die Tiefe positiv eingeben, kehrt die Steuerung die Berechnung der Vorpositionierung um. Das Werkzeug fährt in der Werkzeugachse mit Eilgang auf Sicherheitsabstand **unter** die Werkstückoberfläche!

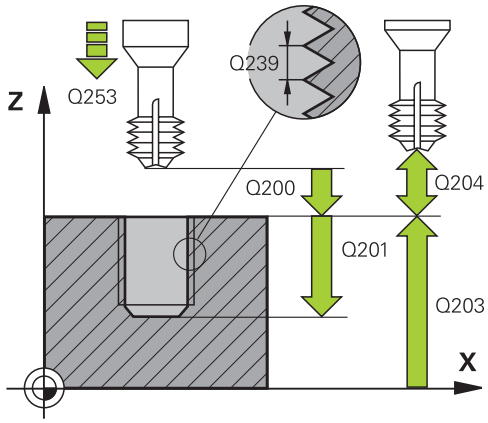
- Tiefe negativ eingeben
- Mit Maschinenparameter **displayDepthErr** (Nr. 201003) einstellen, ob die Steuerung bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off)

Zyklusparameter

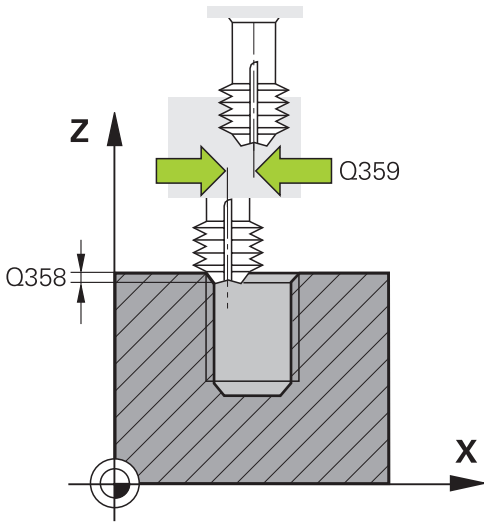


- **Q335 Soll-Durchmesser?**: Gewindenenndurchmesser. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q239 Gewindesteigung?**: Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- oder Linksgewinde fest:
  + = Rechtsgewinde
  – = Linksgewinde
  Eingabebereich -99,9999 bis +99,9999
- **Q201 Gewindetiefe?** (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewindegrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q253 Vorschub Vorpositionieren?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in das Werkstück bzw. beim Herausfahren aus dem Werkstück in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**
- **Q358 Senktiefe stirnseitig?** (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Werkzeugspitze beim stirnseitigen Senkvorgang. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q359 Versatz Senken Stirnseite?** (inkremental): Abstand um den die Steuerung die Werkzeugmitte aus der Mitte versetzt. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q360 Senkvorgang (davor/danach:0/1)?** : Ausführung der Fase
  0 = vor der Gewindebearbeitung
  1 = nach der Gewindebearbeitung
- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstückoberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q203 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999





- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q254 Vorschub Senken?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Senken in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**
- **Q207 Vorschub fräsen?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**



Beispiel

25 CYCL DEF 265 HELIX-BOHRGEWINDEFR.	
Q335=10	;SOLL-DURCHMESSER
Q239=+1.5	;GEWINDESTEIGUNG
Q201=-16	;GEWINDETIEFE
Q253=750	;VORSCHUB VORPOS.
Q358=+0	;TIEFE STIRNSEITIG
Q359=+0	;VERSATZ STIRNSEITE
Q360=0	;SENKVORGANG
Q200=2	;SICHERHEITS-ABST.
Q203=+30	;KOOR. OBERFLAECHE
Q204=50	;2. SICHERHEITS-ABST.
Q254=150	;VORSCHUB SENKEN
Q207=500	;VORSCHUB FRAESEN

5.10 AUSSENGEWINDE-FRAESEN (Zyklus 267, DIN/ISO: G267, Software-Option 19)

Zyklusablauf

1 Die Steuerung positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang **FMAX** auf den eingegebenen Sicherheitsabstand über der Werkstückoberfläche

Stirnseitig Senken

2 Die Steuerung fährt den Startpunkt für das stirnseitige Senken ausgehend von der Zapfenmitte auf der Hauptachse der Bearbeitungsebene an. Die Lage des Startpunkts ergibt sich aus Gewinderadius, Werkzeugradius und Steigung

3 Das Werkzeug fährt im Vorschub Vorpositionieren auf die Senktiefe Stirnseitig

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

5 Anschließend fährt die Steuerung das Werkzeug wieder auf einem Halbkreis auf den Startpunkt

Gewindefräsen

6 Die Steuerung positioniert das Werkzeug auf den Startpunkt wenn vorher nicht stirnseitig gesenkt wurde. Startpunkt Gewindefräsen = Startpunkt Stirnseitig Senken

7 Das Werkzeug fährt mit dem programmierten Vorschub Vorpositionieren auf die Startebene, die sich aus dem Vorzeichen der Gewindesteigung, der Fräsart und der Anzahl der Gänge zum Nachsetzen ergibt

8 Anschließend fährt das Werkzeug tangential in einer Helixbewegung an den Gewindenenndurchmesser

9 Abhängig vom Parameter Nachsetzen fräst das Werkzeug das Gewinde in einer, in mehreren versetzten oder in einer kontinuierlichen Schraubenlinienbewegung

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

11 Am Ende des Zyklus fährt die Steuerung das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheitsabstand oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheitsabstand

Beim Programmieren beachten!

Positioniersatz auf den Startpunkt (Zapfenmitte) der Bearbeitungsebene mit Radiuskorrektur **R0** programmieren.

Der erforderliche Versatz für das Senken Stirnseite sollte vorab ermittelt werden. Sie müssen den Wert von Zapfenmitte bis Werkzeugmitte (unkorrigierter Wert) angeben.

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

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

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Gewindetiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

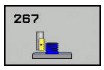
HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

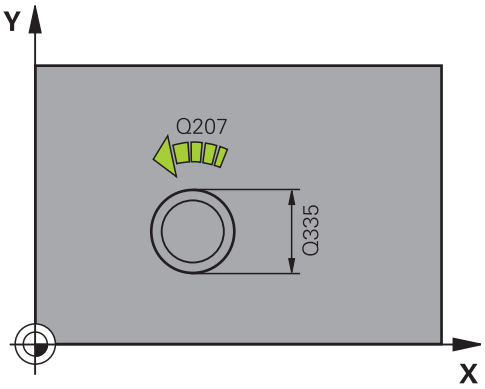
Wenn Sie bei einem Zyklus die Tiefe positiv eingeben, kehrt die Steuerung die Berechnung der Vorpositionierung um. Das Werkzeug fährt in der Werkzeugachse mit Eilgang auf Sicherheitsabstand **unter** die Werkstückoberfläche!

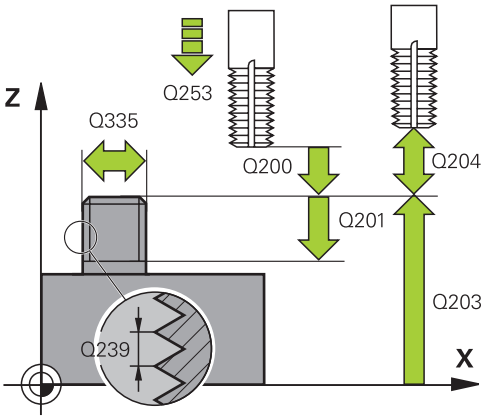
- Tiefe negativ eingeben
- Mit Maschinenparameter **displayDepthErr** (Nr. 201003) einstellen, ob die Steuerung bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off)

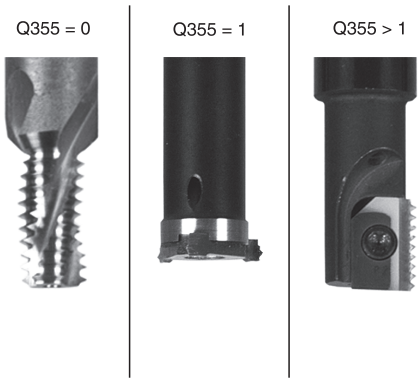
Zyklusparameter



- **Q335 Soll-Durchmesser?**: Gewindenenndurchmesser. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q239 Gewindesteigung?**: Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- oder Linksgewinde fest:
  + = Rechtsgewinde
  – = Linksgewinde
  Eingabebereich -99,9999 bis +99,9999
- **Q201 Gewindetiefe?** (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewindegrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q355 Anzahl Gänge zum Nachsetzen?**: Anzahl der Gewindegänge um die das Werkzeug versetzt wird:
  0 = eine Schraubenlinie auf die Gewindetiefe
  1 = kontinuierliche Schraubenlinie auf der gesamten Gewindelänge
  >1 = mehrere Helixbahnen mit An- und Wegfahren, dazwischen versetzt die Steuerung das Werkzeug um **Q355** mal der Steigung.
  Eingabebereich 0 bis 99999
- **Q253 Vorschub Vorpositionieren?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in das Werkstück bzw. beim Herausfahren aus dem Werkstück in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**
- **Q351 Fräsart? Gleichl.=+1 Gegenl.=-1**: Art der Fräsbearbeitung bei M3
  +1 = Gleichlauffräsen
  –1 = Gegenlauffräsen (Wenn Sie 0 eingeben, erfolgt die Bearbeitung im Gleichlauf)
- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstückoberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999







- **Q358 Senktiefe stirnseitig?** (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Werkzeugspitze beim stirnseitigen Senkvorgang. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q359 Versatz Senken Stirnseite?** (inkremental): Abstand um den die Steuerung die Werkzeugmitte aus der Mitte versetzt. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q203 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q254 Vorschub Senken?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Senken in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**
- **Q207 Vorschub fräsen?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**
- **Q512 Vorschub Anfahren?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Anfahren in mm/min. Bei kleinen Gewindedurchmessern können Sie durch einen reduzierten Anfahrvorschub die Gefahr von Werkzeugbruch verringern. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**

Beispiel

```
25 CYCL DEF 267  AUSSENGEWINDE FR.
    Q335=10      ;SOLL-DURCHMESSER
    Q239=+1.5    ;GEWINDESTEIGUNG
    Q201=-20     ;GEWINDETIEFE
    Q355=0       ;NACHSETZEN
    Q253=750     ;VORSCHUB VORPOS.
    Q351=+1      ;FRAESART
    Q200=2       ;SICHERHEITS-ABST.
    Q358=+0      ;TIEFE STIRNSEITIG
    Q359=+0      ;VERSATZ STIRNSEITE
    Q203=+30     ;KOOR. OBERFLAECHE
    Q204=50      ;2. SICHERHEITS-ABST.
    Q254=150     ;VORSCHUB SENKEN
    Q207=500     ;VORSCHUB FRAESEN
    Q512=0       ;VORSCHUB ANFAHREN
```

5.11 Programmierbeispiele

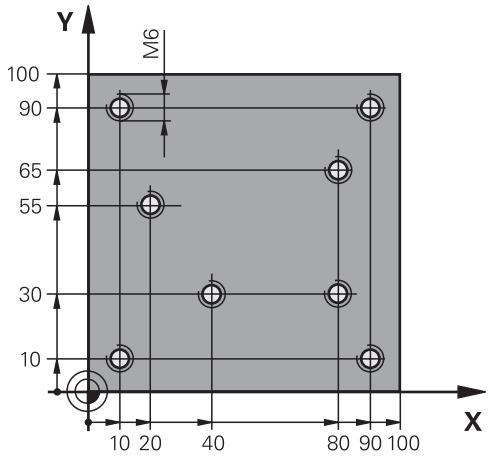
Beispiel: Gewindebohren

Die Bohrungskoordinaten sind in der Punktetabelle TAB1. PNT gespeichert und werden von der Steuerung mit **Cycl Call Pat** gerufen.

Die Werkzeugradien sind so gewählt, dass alle Arbeitsschritte in der Testgrafik zu sehen sind.

Programmablauf

- Zentrieren
- Bohren
- Gewindebohren



0 BEGIN PGM 1 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteildefinition
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S5000	Werkzeugaufruf Zentrierer
4 L Z+10 R0 F5000	Werkzeug auf sichere Höhe fahren (F mit Wert programmieren), die Steuerung positioniert nach jedem Zyklus auf die sichere Höhe
5 SEL PATTERN "TAB1"	Punktetabelle festlegen
6 CYCL DEF 240 ZENTRIEREN	Zyklusdefinition Zentrieren
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q343=1 ;AUSWAHL DURCHM/TIEFE	
Q201=-3.5 ;TIEFE	
Q344=-7 ;DURCHMESSER	
Q206=150 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q11=0 ;VERWEILZEIT UNTEN	
Q203=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	Zwingend 0 eingeben, wirkt aus Punktetabelle
Q204=0 ;2. SICHERHEITS-ABST.	Zwingend 0 eingeben, wirkt aus Punktetabelle
10 CYCL CALL PAT F5000 M3	Zyklusaufruf in Verbindung mit Punktetabelle TAB1.PNT, Vorschub zwischen den Punkten: 5000 mm/min
11 L Z+100 R0 FMAX M6	Werkzeug freifahren
12 TOOL CALL 2 Z S5000	Werkzeugaufruf Bohrer
13 L Z+10 R0 F5000	Werkzeug auf sichere Höhe fahren (F mit Wert programmieren)
14 CYCL DEF 200 BOHREN	Zyklusdefinition Bohren
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-25 ;TIEFE	
Q206=150 ;VORSCHUB TIEFENZ.	

Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q210=0 ;VERWEILZEIT OBEN	
Q203=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	Zwingend 0 eingeben, wirkt aus Punktetabelle
Q204=0 ;2. SICHERHEITS-ABST.	Zwingend 0 eingeben, wirkt aus Punktetabelle
Q211=0.2 ;VERWEILZEIT UNTEN	
Q395=0 ;BEZUG TIEFE	
15 CYCL CALL PAT F5000 M3	Zyklusaufruf in Verbindung mit Punktetabelle TAB1.PNT
16 L Z+100 R0 FMAX M6	Werkzeug freifahren
17 TOOL CALL 3 Z S200	Werkzeugaufruf Gewindebohrer
18 L Z+50 R0 FMAX	Werkzeug auf sichere Höhe fahren
19 CYCL DEF 206 GEWINDEBOHREN	Zyklusdefinition Gewindebohren
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-25 ;GEWINDETIEFE	
Q206=150 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q211=0 ;VERWEILZEIT UNTEN	
Q203=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	Zwingend 0 eingeben, wirkt aus Punktetabelle
Q204=0 ;2. SICHERHEITS-ABST.	Zwingend 0 eingeben, wirkt aus Punktetabelle
20 CYCL CALL PAT F5000 M3	Zyklusaufruf in Verbindung mit Punktetabelle TAB1.PNT
21 L Z+100 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programmende
22 END PGM 1 MM	

Punkte-Tabelle TAB1. PNT

TAB1. PNT MM
NR X Y Z
0 +10 +10 +0
1 +40 +30 +0
2 +90 +10 +0
3 +80 +30 +0
4 +80 +65 +0
5 +90 +90 +0
6 +10 +90 +0
7 +20 +55 +0
[END]

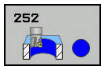
6

Bearbeitungs-zyklen: Taschenfräsen / Zapfenfräsen / Nutenfräsen

6.1 Grundlagen

Übersicht

Die Steuerung stellt folgende Zyklen für Taschen-, Zapfen- und Nutenbearbeitung zur Verfügung:

Softkey	Zyklus	Seite
	251 RECHTECKTASCHE Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit Auswahl des Bearbeitungsumfangs und helixförmigem Eintauchen	157
	252 KREISTASCHE Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit Auswahl des Bearbeitungsumfangs und helixförmigem Eintauchen	163
	253 NUTENFRAESEN Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit Auswahl des Bearbeitungsumfangs und pendelndem Eintauchen	170
	254 RUNDE NUT Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit Auswahl des Bearbeitungsumfangs und pendelndem Eintauchen	175
	256 RECHTECKZAPFEN Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit seitlicher Zustellung, wenn Mehrfachumlauf erforderlich	181
	257 KREISZAPFEN Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit seitlicher Zustellung, wenn Mehrfachumlauf erforderlich	186
	233 PLANFRÄSEN Planfläche mit bis zu 3 Begrenzungen bearbeiten	196

6.2 RECHTECKTASCHE (Zyklus 251, DIN/ISO: G251, Software-Option 19)

Zyklusablauf

Mit dem Rechtecktaschenzyklus 251 können Sie eine Rechtecktasche vollständig bearbeiten. In Abhängigkeit der Zyklusparameter stehen folgende Bearbeitungsalternativen zur Verfügung:

- Komplettbearbeitung: Schruppen, Schlichten Tiefe, Schlichten Seite
- Nur Schruppen
- Nur Schlichten Tiefe und Schlichten Seite
- Nur Schlichten Tiefe
- Nur Schlichten Seite

Schruppen

1. Das Werkzeug taucht in der Taschenmitte in das Werkstück ein und fährt auf die erste Zustelltiefe. Die Eintauchstrategie legen Sie mit dem Parameter Q366 fest
2. Die Steuerung räumt die Tasche von innen nach außen unter Berücksichtigung der Bahnüberlappung (Parameter Q370) und der Schlichtaufmaße (Parameter Q368 und Q369) aus
3. Am Ende des Ausräumvorgangs fährt die Steuerung das Werkzeug tangential von der Taschenwand weg, fährt um den Sicherheitsabstand über die aktuelle Zustelltiefe. Von dort aus im Eilgang zurück zur Taschenmitte
4. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die programmierte Taschentiefe erreicht ist

Schlichten

5. Wenn Schlichtaufmaße definiert sind, taucht die Steuerung ein, und fährt an die Kontur. Die Anfahrbewegung erfolgt dabei mit einem Radius, um ein weiches Anfahren zu ermöglichen. Die Steuerung schlichtet zunächst die Taschenwände, falls eingegeben in mehreren Zustellungen.
6. Anschließend schlichtet die Steuerung den Boden der Tasche von innen nach außen. Der Taschenboden wird dabei tangential angefahren

Beim Programmieren beachten!

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

Beachten Sie, wenn **Q224** Drehlage ungleich 0 ist, dass Sie Ihre Rohteilmaße groß genug definieren.

Werkzeug auf Startposition in der Bearbeitungsebene vorpositionieren mit Radiuskorrektur **R0**. Parameter Q367 (Lage) beachten.

Die Steuerung positioniert das Werkzeug in der Werkzeugachse automatisch vor. **Q204 2. SICHERHEITS-ABST.** beachten.

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

Die Steuerung positioniert das Werkzeug am Zyklusende wieder zurück auf die Startposition.

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

Beim Eintauchen mit einer Helix gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus, wenn der intern berechnete Helix-Durchmesser kleiner als der doppelte Werkzeug-Durchmesser ist. Wenn Sie ein über Mitte schneidendes Werkzeug verwenden, können Sie diese Überwachung mit dem Maschinenparameter **suppressPlungeErr** (Nr. 201006) ausschalten.

Die Steuerung reduziert die Zustelltiefe auf die in der Werkzeugtabelle definierte Schneidenlänge LCUTS, falls die Schneidenlänge kürzer ist als die im Zyklus eingegebene Zustelltiefe Q202.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie bei einem Zyklus die Tiefe positiv eingeben, kehrt die Steuerung die Berechnung der Vorpositionierung um. Das Werkzeug fährt in der Werkzeugachse mit Eilgang auf Sicherheitsabstand **unter** die Werkstückoberfläche!

- Tiefe negativ eingeben
- Mit Maschinenparameter **displayDepthErr** (Nr. 201003) einstellen, ob die Steuerung bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off)

HINWEIS

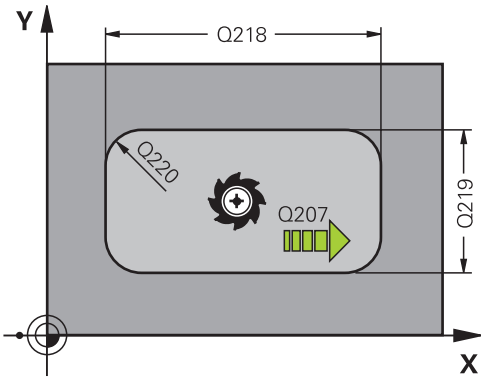
Achtung Kollisionsgefahr!

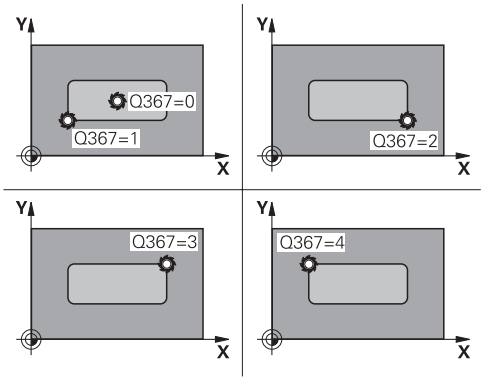
Wenn Sie den Zyklus mit Bearbeitungsumfang 2 (nur Schlichten) aufrufen, dann erfolgt die Vorpositionierung auf die erste Zustelltiefe + Sicherheitsabstand im Eilgang. Während der Positionierung im Eilgang besteht Kollisionsgefahr.

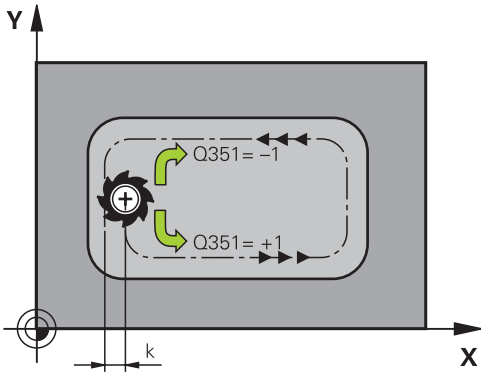
- Vorher eine Schruppbearbeitung durchführen
- Sicherstellen, dass die Steuerung das Werkzeug im Eilgang vorpositionieren kann, ohne mit dem Werkstück zu kollidieren

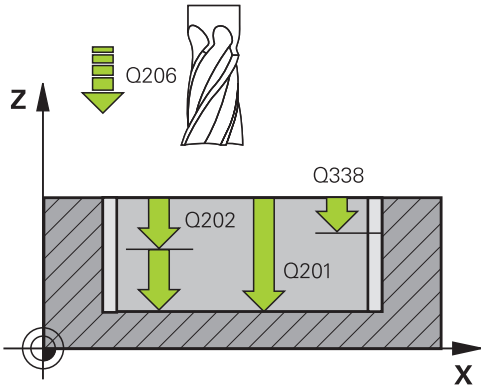
Zyklusparameter

- **Q215 Bearbeitungs-Umfang (0/1/2)?**: Bearbeitungsumfang festlegen:
  0: Schruppen und Schlichten
  1: Nur Schruppen
  2: Nur Schlichten
  Schlichten Seite und Schlichten Tiefe werden nur ausgeführt, wenn das jeweilige Schlichtaufmaß (Q368, Q369) definiert ist
- **Q218 1. Seiten-Länge?** (inkremental): Länge der Tasche, parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q219 2. Seiten-Länge?** (inkremental): Länge der Tasche, parallel zur Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q220 Eckenradius?**: Radius der Taschenecke. Wenn mit 0 eingegeben, setzt die Steuerung den Eckenradius gleich dem Werkzeugradius. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q368 Schlichtaufmaß Seite?** (inkremental): Schlichtaufmaß in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q224 Drehlage?** (absolut): Winkel, um den die gesamte Bearbeitung gedreht wird. Das Drehzentrum liegt in der Position, auf der das Werkzeug beim Zyklusaufruf steht. Eingabebereich -360,0000 bis 360,0000
- **Q367 Lage der Tasche (0/1/2/3/4)?**: Lage der Tasche bezogen auf die Position des Werkzeuges beim Zyklusaufruf:
  0: Werkzeugposition = Taschenmitte
  1: Werkzeugposition = Linke untere Ecke
  2: Werkzeugposition = Rechte untere Ecke
  3: Werkzeugposition = Rechte obere Ecke
  4: Werkzeugposition = Linke obere Ecke
- **Q207 Vorschub fräsen?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q351 Fräsart? Gleichl.=+1 Gegenl.=-1**: Art der Fräsbearbeitung bei M3:
  +1 = Gleichlauffräsen
  -1 = Gegenlauffräsen
  PREDEF: Die Steuerung verwendet Wert aus GLOBAL DEF-Satz (Wenn Sie 0 eingeben, erfolgt die Bearbeitung im Gleichlauf)
- **Q201 Tiefe?** (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Taschengrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

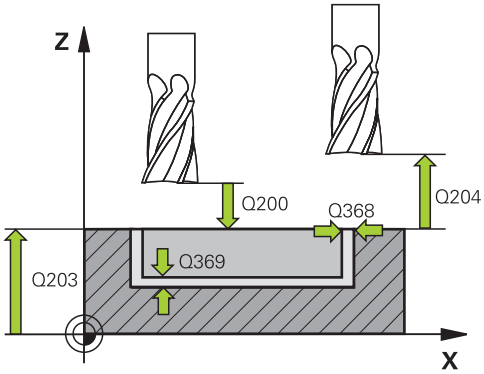








- **Q202 Zustell-Tiefe?** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird; Wert größer 0 eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q369 Schlichtaufmaß Tiefe?** (inkremental): Schlichtaufmaß für die Tiefe. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q206 Vorschub Tiefenzustellung?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q338 Zustellung Schlichten?** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug in der Spindelachse beim Schlichten zugestellt wird. Q338=0: Schlichten in einer Zustellung. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Q203 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Q370 Bahn-Überlappung Faktor?**: Q370 x Werkzeugradius ergibt die seitliche Zustellung k. Eingabebereich 0,0001 bis 1,9999 alternativ **PREDEF**
- **Q366 Eintauchstrategie (0/1/2)?**: Art der Eintauchstrategie:
  0: senkrecht eintauchen. Unabhängig vom in der Werkzeugtabelle definierten Eintauchwinkel **ANGLE** taucht die Steuerung senkrecht ein
  1: helixförmig eintauchen. In der Werkzeugtabelle muss für das aktive Werkzeug der Eintauchwinkel **ANGLE** ungleich 0 definiert sein. Ansonsten gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus
  2: pendelnd eintauchen. In der Werkzeugtabelle muss für das aktive Werkzeug der Eintauchwinkel **ANGLE** ungleich 0 definiert sein. Ansonsten gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus. Die Pendellänge ist abhängig vom Eintauchwinkel, als Minimalwert verwendet die Steuerung den doppelten Werkzeug-Durchmesser
  PREDEF: Steuerung verwendet Wert aus GLOBAL DEF-Satz



Beispiel

```
8 CYCL DEF 251  RECHTECKTASCHE
   Q215=0      ;BEARBEITUNGS-UMFANG
   Q218=80     ;1. SEITEN-LAENGE
   Q219=60     ;2. SEITEN-LAENGE
   Q220=5      ;ECKENRADIUS
   Q368=0.2    ;AUFMASS SEITE
   Q224=+0     ;DREHLAGE
   Q367=0      ;TASCHENLAGE
   Q207=500    ;VORSCHUB FRAESEN
   Q351=+1     ;FRAESART
   Q201=-20    ;TIEFE
   Q202=5      ;ZUSTELL-TIEFE
   Q369=0.1    ;AUFMASS TIEFE
   Q206=150    ;VORSCHUB TIEFENZ.
   Q338=5      ;ZUST. SCHLICHTEN
   Q200=2      ;SICHERHEITS-ABST.
   Q203=+0     ;KOOR. OBERFLAECHE
   Q204=50     ;2. SICHERHEITS-ABST.
   Q370=1      ;BAHN-UEBERLAPPUNG
   Q366=1      ;EINTAUCHEN
   Q385=500    ;VORSCHUB SCHLICHTEN
   Q439=0      ;BEZUG VORSCHUB
9 L  X+50 Y+50  R0 FMAX  M3 M99
```

- **Q385 Vorschub Schlichten?**:
  Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Seiten- und Tiefenschlichten in mm/min.
  Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q439 Bezug Vorschub (0-3)?**: Festlegen, worauf sich der programmierte Vorschub bezieht:
  0: Vorschub bezieht sich auf die Mittelpunktsbahn des Werkzeugs
  1: Vorschub bezieht sich nur beim Schlichten Seite auf die Werkzeugschneide, ansonsten auf die Mittelpunktsbahn
  2: Vorschub bezieht sich beim Schlichten Seite **und** Schlichten Tiefe auf die Werkzeugschneide, ansonsten auf die Mittelpunktsbahn
  3: Vorschub bezieht sich immer auf die Werkzeugschneide

6.3 KREISTASCHE (Zyklus 252, DIN/ISO: G252, Software-Option 19)

Zyklusablauf

Mit dem Kreistaschenzyklus 252 können Sie eine Kreistasche bearbeiten. In Abhängigkeit der Zyklusparameter stehen folgende Bearbeitungsalternativen zur Verfügung:

- Komplettbearbeitung: Schruppen, Schlichten Tiefe, Schlichten Seite
- Nur Schruppen
- Nur Schlichten Tiefe und Schlichten Seite
- Nur Schlichten Tiefe
- Nur Schlichten Seite

Schruppen

1. Die Steuerung bewegt das Werkzeug zuerst mit Eilgang auf Sicherheitsabstand Q200 über das Werkstück
2. Das Werkzeug taucht in der Taschenmitte um den Wert der Zustelltiefe ein. Die Eintauchstrategie legen Sie mit dem Parameter Q366 fest
3. Die Steuerung räumt die Tasche von innen nach außen unter Berücksichtigung der Bahnüberlappung (Parameter Q370) und der Schlichtaufmaße (Parameter Q368 und Q369) aus
4. Am Ende eines Ausräumvorgangs fährt die Steuerung das Werkzeug in der Bearbeitungsebene tangential um den Sicherheitsabstand Q200 von der Taschenwand weg, hebt das Werkzeug im Eilgang um Q200 ab und bewegt es von dort aus im Eilgang zurück zur Taschenmitte
5. Die Schritte 2 bis 4 wiederholen sich, bis die programmierte Taschentiefe erreicht ist. Dabei wird das Schlichtaufmaß Q369 berücksichtigt
6. Wenn nur Schruppen programmiert wurde (Q215=1) bewegt sich das Werkzeug tangential um den Sicherheitsabstand Q200 von der Taschenwand weg, hebt im Eilgang in der Werkzeugachse auf 2. Sicherheitsabstand Q204 ab und fährt im Eilgang zur Taschenmitte zurück

Schlichten

1 Wenn Schlichtaufmaße definiert sind, schlichtet die Steuerung zunächst die Taschenwände, falls eingegeben in mehreren Zustellungen.

2 Die Steuerung stellt das Werkzeug in der Werkzeugachse auf einer Position zu, die um das Schlichtaufmaß Q368 und den Sicherheitsabstand Q200 von der Taschenwand entfernt sind

3 Die Steuerung räumt die Tasche von innen nach außen auf den Durchmesser Q223 aus

4 Danach stellt die Steuerung das Werkzeug in der Werkzeugachse wieder auf einer Position zu, die um das Schlichtaufmaß Q368 und den Sicherheitsabstand Q200 von der Taschenwand entfernt ist und wiederholt den Schlichtvorgang der Seitenwand auf der neuen Tiefe

5 Die Steuerung wiederholt diesen Vorgang so lange, bis der programmierte Durchmesser gefertigt wurde

6 Nachdem der Durchmesser Q223 hergestellt wurde, bewegt die Steuerung das Werkzeug tangential um das Schlichtaufmaß Q368 plus den Sicherheitsabstand Q200 in der Bearbeitungsebene zurück, fährt im Eilgang in der Werkzeugachse auf Sicherheitsabstand Q200 und anschließend in die Mitte der Tasche.

7 Abschließend bewegt die Steuerung das Werkzeug in Werkzeugachse auf die Tiefe Q201 und schlichtet den Boden der Tasche von innen nach außen. Der Taschenboden wird dabei tangential angefahren.

8 Die Steuerung wiederholt diesen Vorgang, bis die Tiefe Q201 plus Q369 erreicht wurden

9 Zum Schluss bewegt sich das Werkzeug tangential um den Sicherheitsabstand Q200 von der Taschenwand weg, hebt im Eilgang in der Werkzeugachse auf Sicherheitsabstand Q200 ab und fährt im Eilgang zur Taschenmitte zurück

Beim Programmieren beachten!

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

Werkzeug auf Startposition (Kreismitte) in der Bearbeitungsebene vorpositionieren mit Radiuskorrektur **R0**.

Die Steuerung positioniert das Werkzeug in der Werkzeugachse automatisch vor. **Q204 2. SICHERHEITS-ABST.** beachten.

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

Die Steuerung positioniert das Werkzeug am Zyklusende wieder zurück auf die Startposition.

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

Beim Eintauchen mit einer Helix gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus, wenn der intern berechnete Helix-Durchmesser kleiner als der doppelte Werkzeug-Durchmesser ist. Wenn Sie ein über Mitte schneidendes Werkzeug verwenden, können Sie diese Überwachung mit dem Maschinenparameter **suppressPlungeErr** (Nr. 201006) ausschalten.

Die Steuerung reduziert die Zustelltiefe auf die in der Werkzeugtabelle definierte Schneidenlänge LCUTS, falls die Schneidenlänge kürzer ist als die im Zyklus eingegebene Zustelltiefe Q202.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie bei einem Zyklus die Tiefe positiv eingeben, kehrt die Steuerung die Berechnung der Vorpositionierung um. Das Werkzeug fährt in der Werkzeugachse mit Eilgang auf Sicherheitsabstand **unter** die Werkstückoberfläche!

- Tiefe negativ eingeben
- Mit Maschinenparameter **displayDepthErr** (Nr. 201003) einstellen, ob die Steuerung bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off)

HINWEIS

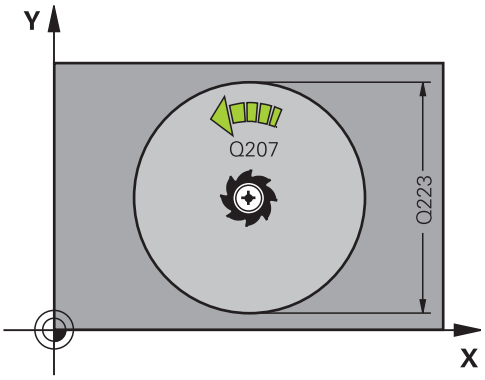
Achtung Kollisionsgefahr!

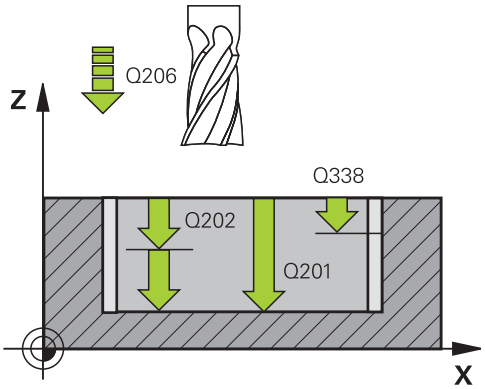
Wenn Sie den Zyklus mit Bearbeitungsumfang 2 (nur Schlichten) aufrufen, dann erfolgt die Vorpositionierung auf die erste Zustelltiefe + Sicherheitsabstand im Eilgang. Während der Positionierung im Eilgang besteht Kollisionsgefahr.

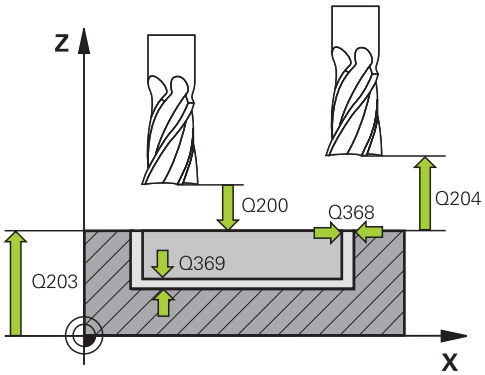
- Vorher eine Schruppbearbeitung durchführen
- Sicherstellen, dass die Steuerung das Werkzeug im Eilgang vorpositionieren kann, ohne mit dem Werkstück zu kollidieren

Zyklusparameter

- **Q215 Bearbeitungs-Umfang (0/1/2)?**: Bearbeitungsumfang festlegen:
  0: Schruppen und Schlichten
  1: Nur Schruppen
  2: Nur Schlichten
  Schlichten Seite und Schlichten Tiefe werden nur ausgeführt, wenn das jeweilige Schlichtaufmaß (Q368, Q369) definiert ist
- **Q223 Kreisdurchmesser?**: Durchmesser der fertig bearbeiteten Tasche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q368 Schlichtaufmaß Seite?** (inkremental): Schlichtaufmaß in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q207 Vorschub fräsen?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q351 Fräsart? Gleichl.=+1 Gegenl.=-1**: Art der Fräsbearbeitung bei M3:
  +1 = Gleichlauffräsen
  -1 = Gegenlauffräsen
  PREDEF: Die Steuerung verwendet Wert aus GLOBAL DEF-Satz (Wenn Sie 0 eingeben, erfolgt die Bearbeitung im Gleichlauf)
- **Q201 Tiefe?** (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Taschengrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q202 Zustell-Tiefe?** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird; Wert größer 0 eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q369 Schlichtaufmaß Tiefe?** (inkremental): Schlichtaufmaß für die Tiefe. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q206 Vorschub Tiefenzustellung?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**







- **Q338 Zustellung Schlichten?** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug in der Spindelachse beim Schlichten zugestellt wird. Q338=0: Schlichten in einer Zustellung. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Q203 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Q370 Bahn-Überlappung Faktor?**: Q370 x Werkzeugradius ergibt die seitliche Zustellung k. Die Überlappung wird als maximale Überlappung angesehen. Um zu vermeiden, dass an den Ecken Restmaterial stehen bleibt, kann eine Reduzierung der Überlappung erfolgen. Eingabebereich 0,1 bis 1,9999 alternativ **PREDEF**
- **Q366 Eintauchstrategie (0/1)?**: Art der Eintauchstrategie:
  - 0 = senkrecht eintauchen. In der Werkzeugtabelle muss für das aktive Werkzeug der Eintauchwinkel **ANGLE** 0 oder 90 eingegeben werden. Ansonsten gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus
  - 1 = helixförmig eintauchen. In der Werkzeugtabelle muss für das aktive Werkzeug der Eintauchwinkel **ANGLE** ungleich 0 definiert sein. Ansonsten gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus
  - Alternativ **PREDEF**

Beispiel

```
8 CYCL DEF 252  KREISTASCHE
   Q215=0      ;BEARBEITUNGS-UMFANG
   Q223=60     ;KREISDURCHMESSER
   Q368=0.2    ;AUFMASS SEITE
   Q207=500    ;VORSCHUB FRAESEN
   Q351=+1     ;FRAESART
   Q201=-20    ;TIEFE
   Q202=5      ;ZUSTELL-TIEFE
   Q369=0.1    ;AUFMASS TIEFE
   Q206=150    ;VORSCHUB TIEFENZ.
   Q338=5      ;ZUST. SCHLICHTEN
   Q200=2      ;SICHERHEITS-ABST.
   Q203=+0     ;KOOR. OBERFLAECHE
   Q204=50     ;2. SICHERHEITS-ABST.
   Q370=1      ;BAHN-UEBERLAPPUNG
   Q366=1      ;EINTAUCHEN
   Q385=500    ;VORSCHUB SCHLICHTEN
   Q439=3      ;BEZUG VORSCHUB
9 L  X+50 Y+50  R0 FMAX  M3 M99
```

- **Q385 Vorschub Schlichten?**:
  Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Seiten- und Tiefenschlichten in mm/min.
  Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q439 Bezug Vorschub (0-3)?**: Festlegen, worauf sich der programmierte Vorschub bezieht:
  0: Vorschub bezieht sich auf die Mittelpunktsbahn des Werkzeugs
  1: Vorschub bezieht sich nur beim Schlichten Seite auf die Werkzeugschneide, ansonsten auf die Mittelpunktsbahn
  2: Vorschub bezieht sich beim Schlichten Seite **und** Schlichten Tiefe auf die Werkzeugschneide, ansonsten auf die Mittelpunktsbahn
  3: Vorschub bezieht sich immer auf die Werkzeugschneide

6.4 NUTENFRAESEN (Zyklus 253), Software-Option 19

Zyklusablauf

Mit dem Zyklus 253 können Sie eine Nut vollständig bearbeiten. In Abhängigkeit der Zyklusparameter stehen folgende Bearbeitungsalternativen zur Verfügung:

- Komplettbearbeitung: Schruppen, Schlichten Tiefe, Schlichten Seite
- Nur Schruppen
- Nur Schlichten Tiefe und Schlichten Seite
- Nur Schlichten Tiefe
- Nur Schlichten Seite

Schruppen

1. Das Werkzeug pendelt ausgehend vom linken Nutkreis-Mittelpunkt mit dem in der Werkzeugtabelle definierten Eintauchwinkel auf die erste Zustelltiefe. Die Eintauchstrategie legen Sie mit dem Parameter Q366 fest
2. Die Steuerung räumt die Nut von innen nach außen unter Berücksichtigung der Schlichtaufmaße (Parameter Q368 und Q369) aus
3. Die Steuerung zieht das Werkzeug um den Sicherheitsabstand Q200 zurück. Wenn die Nutbreite dem Fräserdurchmesser entspricht, positioniert die Steuerung das Werkzeug nach jeder Zustellung aus der Nut heraus
4. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die programmierte Nuttiefe erreicht ist

Schlichten

5. Wenn Schlichtaufmaße definiert sind, schlichtet die Steuerung zunächst die Nutwände, falls eingegeben in mehreren Zustellungen. Die Nutwand wird dabei tangential im linken Nutkreis angefahren
6. Anschließend schlichtet die Steuerung den Boden der Nut von innen nach außen.

Beim Programmieren beachten!

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

Werkzeug auf Startposition in der Bearbeitungsebene vorpositionieren mit Radiuskorrektur **R0**. Parameter Q367 (Lage) beachten.

Die Steuerung positioniert das Werkzeug in der Werkzeugachse automatisch vor. **Q204 2. SICHERHEITS-ABST.** beachten.

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

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

Die Steuerung reduziert die Zustelltiefe auf die in der Werkzeugtabelle definierte Schneidenlänge LCUTS, falls die Schneidenlänge kürzer ist als die im Zyklus eingegebene Zustelltiefe Q202.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie eine Nutlage ungleich 0 definieren, positioniert die Steuerung das Werkzeug nur in der Werkzeugachse auf den 2. Sicherheitsabstand. Das bedeutet die Position am Zyklusende muss nicht mit der Position am Zyklusanfang übereinstimmen!

- Programmieren Sie nach dem Zyklus **keine** inkrementellen Maße
- Programmieren Sie nach dem Zyklus eine absolute Position in allen Hauptachsen

HINWEIS

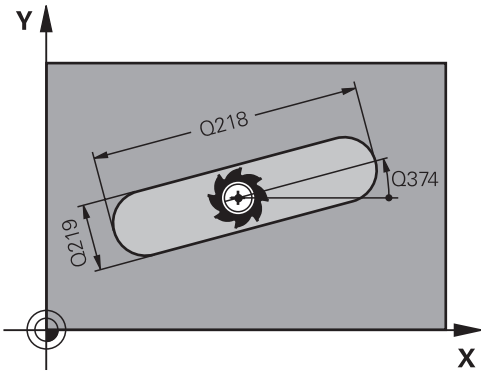
Achtung Kollisionsgefahr!

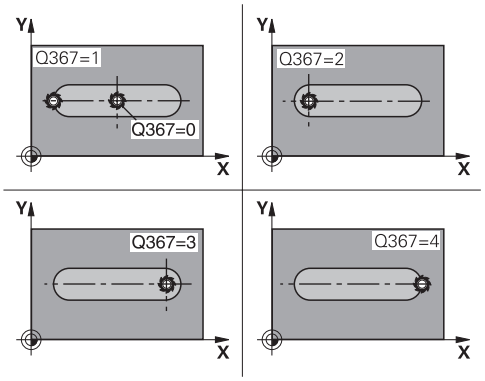
Wenn Sie bei einem Zyklus die Tiefe positiv eingeben, kehrt die Steuerung die Berechnung der Vorpositionierung um. Das Werkzeug fährt in der Werkzeugachse mit Eilgang auf Sicherheitsabstand **unter** die Werkstückoberfläche!

- Tiefe negativ eingeben
- Mit Maschinenparameter **displayDepthErr** (Nr. 201003) einstellen, ob die Steuerung bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off)

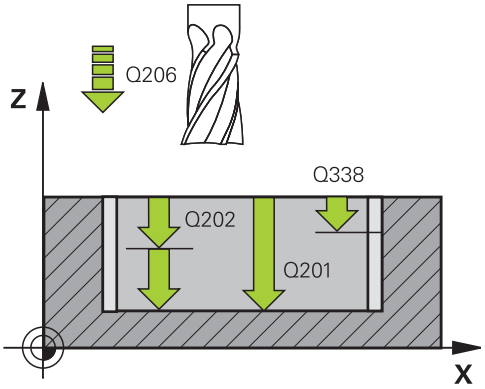
Zyklusparameter

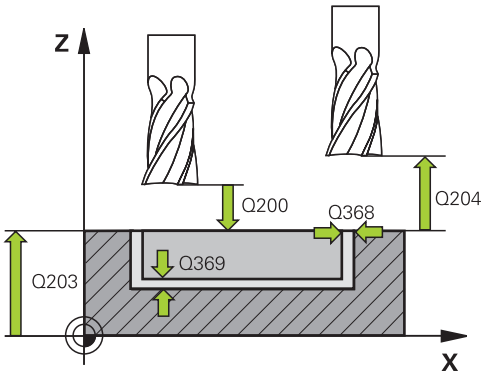
- **Q215 Bearbeitungs-Umfang (0/1/2)?**: Bearbeitungsumfang festlegen:
  0: Schruppen und Schlichten
  1: Nur Schruppen
  2: Nur Schlichten
  Schlichten Seite und Schlichten Tiefe werden nur ausgeführt, wenn das jeweilige Schlichtaufmaß (Q368, Q369) definiert ist
- **Q218 Länge der Nut?** (Wert parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene): Längere Seite der Nut eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q219 Breite der Nut?** (Wert parallel zur Nebenachse der Bearbeitungsebene): Breite der Nut eingeben; wenn Nutbreite gleich Werkzeugdurchmesser eingegeben, dann schruppt die Steuerung nur (Langloch fräsen). Maximale Nutbreite beim Schruppen: Doppelter Werkzeugdurchmesser. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q368 Schlichtaufmaß Seite?** (inkremental): Schlichtaufmaß in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q374 Drehlage?** (absolut): Winkel, um den die gesamte Nut gedreht wird. Das Drehzentrum liegt in der Position, auf der das Werkzeug beim Zyklusaufruf steht. Eingabebereich -360,000 bis 360,000
- **Q367 Lage der Nut (0/1/2/3/4)?**: Lage der Nut bezogen auf die Position des Werkzeuges beim Zyklusaufruf:
  0: Werkzeugposition = Nutmitte
  1: Werkzeugposition = Linkes Ende der Nut
  2: Werkzeugposition = Zentrum linker Nutkreis
  3: Werkzeugposition = Zentrum rechter Nutkreis
  4: Werkzeugposition = Rechtes Ende der Nut





- **Q207 Vorschub fräsen?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q351 Fräsart? Gleichl.=+1 Gegenl.=-1**: Art der Fräsbearbeitung bei M3:
  +1 = Gleichlauffräsen
  -1 = Gegenlauffräsen
  PREDEF: Die Steuerung verwendet Wert aus GLOBAL DEF-Satz (Wenn Sie 0 eingeben, erfolgt die Bearbeitung im Gleichlauf)
- **Q201 Tiefe?** (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Nutgrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q202 Zustell-Tiefe?** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird; Wert größer 0 eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q369 Schlichtaufmaß Tiefe?** (inkremental): Schlichtaufmaß für die Tiefe. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q206 Vorschub Tiefenzustellung?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q338 Zustellung Schlichten?** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug in der Spindelachse beim Schlichten zugestellt wird. Q338=0: Schlichten in einer Zustellung. Eingabebereich 0 bis 99999,9999





Beispiel

8 CYCL DEF 253	NUTENFRAESEN
Q215=0	;BEARBEITUNGS-UMFANG
Q218=80	;NUTLAENGE
Q219=12	;NUTBREITE
Q368=0.2	;AUFMASS SEITE
Q374=+0	;DREHLAGE
Q367=0	;NUTLAGE
Q207=500	;VORSCHUB FRAESEN
Q351=+1	;FRAESART
Q201=-20	;TIEFE
Q202=5	;ZUSTELL-TIEFE
Q369=0.1	;AUFMASS TIEFE

- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Q203 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Q366 Eintauchstrategie (0/1/2)?**: Art der Eintauchstrategie:
  - 0 = senkrecht eintauchen. Der Eintauchwinkel ANGLE in der Werkzeugtabelle wird nicht ausgewertet.
  - 1, 2 = pendelnd eintauchen. In der Werkzeugtabelle muss für das aktive Werkzeug der Eintauchwinkel **ANGLE** ungleich 0 definiert sein. Ansonsten gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus
  - Alternativ **PREDEF**
- **Q385 Vorschub Schlichten?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Seiten- und Tiefenschlichten in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q439 Bezug Vorschub (0-3)?**: Festlegen, worauf sich der programmierte Vorschub bezieht:
  0: Vorschub bezieht sich auf die Mittelpunktsbahn des Werkzeugs
  1: Vorschub bezieht sich nur beim Schlichten Seite auf die Werkzeugschneide, ansonsten auf die Mittelpunktsbahn
  2: Vorschub bezieht sich beim Schlichten Seite **und** Schlichten Tiefe auf die Werkzeugschneide, ansonsten auf die Mittelpunktsbahn
  3: Vorschub bezieht sich immer auf die Werkzeugschneide

```
Q206=150   ;VORSCHUB TIEFENZ.
Q338=5     ;ZUST. SCHLICHTEN
Q200=2     ;SICHERHEITS-ABST.
Q203=+0    ;KOOR. OBERFLAECHE
Q204=50    ;2. SICHERHEITS-ABST.
Q366=1     ;EINTAUCHEN
Q385=500   ;VORSCHUB SCHLICHTEN
Q439=0     ;BEZUG VORSCHUB
9 L  X+50 Y+50  R0 FMAX  M3 M99
```

6.5 RUNDE NUT (Zyklus 254, DIN/ISO: G254, Software-Option 19)

Zyklusablauf

Mit dem Zyklus 254 können Sie eine runde Nut vollständig bearbeiten. In Abhängigkeit der Zyklusparameter stehen folgende Bearbeitungsalternativen zur Verfügung:

- Komplettbearbeitung: Schruppen, Schlichten Tiefe, Schlichten Seite
- Nur Schruppen
- Nur Schlichten Tiefe und Schlichten Seite
- Nur Schlichten Tiefe
- Nur Schlichten Seite

Schruppen

1. Das Werkzeug pendelt im Nutzentrum mit dem in der Werkzeugtabelle definierten Eintauchwinkel auf die erste Zustelltiefe. Die Eintauchstrategie legen Sie mit dem Parameter Q366 fest
2. Die Steuerung räumt die Nut von innen nach außen unter Berücksichtigung der Schlichtaufmaße (Parameter Q368 und Q369) aus
3. Die Steuerung zieht das Werkzeug um den Sicherheitsabstand Q200 zurück. Wenn die Nutbreite dem Fräserdurchmesser entspricht, positioniert die Steuerung das Werkzeug nach jeder Zustellung aus der Nut heraus
4. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die programmierte Nuttiefe erreicht ist

Schlichten

5. Wenn Schlichtaufmaße definiert sind, schlichtet die Steuerung zunächst die Nutwände, falls eingegeben in mehreren Zustellungen. Die Nutwand wird dabei tangential angefahren
6. Anschließend schlichtet die Steuerung den Boden der Nut von innen nach außen

Beim Programmieren beachten!

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

Werkzeug auf Startposition in der Bearbeitungsebene vorpositionieren mit Radiuskorrektur **R0**. Parameter Q367 (Lage) beachten.

Die Steuerung positioniert das Werkzeug in der Werkzeugachse automatisch vor. **Q204 2. SICHERHEITS-ABST.** beachten.

Die Position am Zyklusende muss nicht mit der Position am Zyklusanfang übereinstimmen! Wenn Sie eine Nutlage ungleich 0 definieren, dann positioniert die Steuerung das Werkzeug nur in der Werkzeugachse auf den 2. Sicherheits-Abstand.

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

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

Wenn Sie den Zyklus 254 Runde Nut in Verbindung mit Zyklus 221 verwenden, dann ist die Nutlage 0 nicht erlaubt.

Die Steuerung reduziert die Zustelltiefe auf die in der Werkzeugtabelle definierte Schneidenlänge LCUTS, falls die Schneidenlänge kürzer ist als die im Zyklus eingegebene Zustelltiefe Q202.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie eine Nutlage ungleich 0 definieren, positioniert die Steuerung das Werkzeug nur in der Werkzeugachse auf den 2. Sicherheitsabstand. Das bedeutet die Position am Zyklusende muss nicht mit der Position am Zyklusanfang übereinstimmen!

- Programmieren Sie nach dem Zyklus keine inkrementellen Maße
- Programmieren Sie nach dem Zyklus eine absolute Position in allen Hauptachsen

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie bei einem Zyklus die Tiefe positiv eingeben, kehrt die Steuerung die Berechnung der Vorpositionierung um. Das Werkzeug fährt in der Werkzeugachse mit Eilgang auf Sicherheitsabstand **unter** die Werkstückoberfläche!

- Tiefe negativ eingeben
- Mit Maschinenparameter **displayDepthErr** (Nr. 201003) einstellen, ob die Steuerung bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off)

HINWEIS

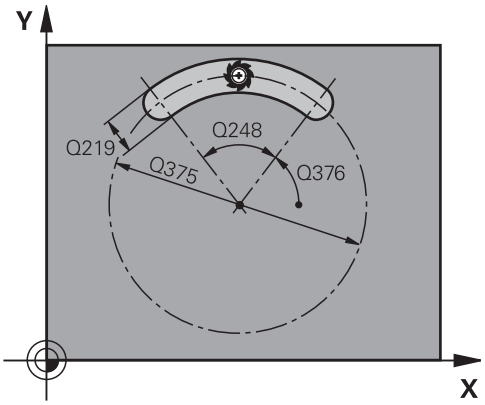
Achtung Kollisionsgefahr!

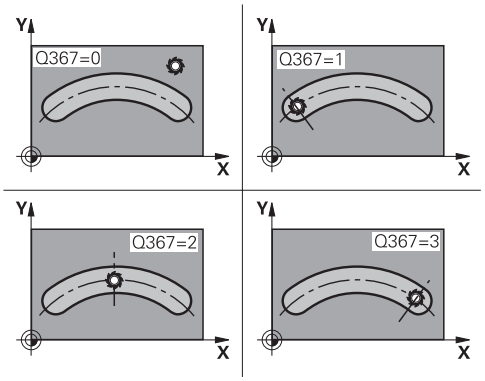
Wenn Sie den Zyklus mit Bearbeitungsumfang 2 (nur Schlichten) aufrufen, dann erfolgt die Vorpositionierung auf die erste Zustelltiefe + Sicherheitsabstand im Eilgang. Während der Positionierung im Eilgang besteht Kollisionsgefahr.

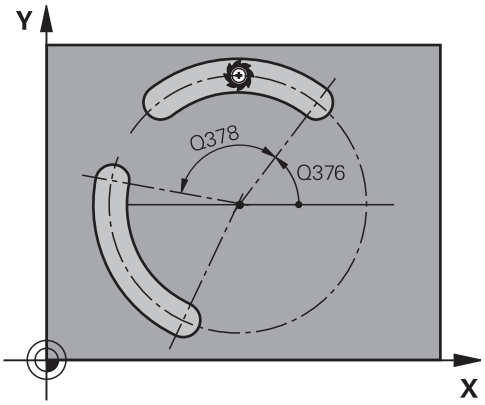
- Vorher eine Schruppbearbeitung durchführen
- Sicherstellen, dass die Steuerung das Werkzeug im Eilgang vorpositionieren kann, ohne mit dem Werkstück zu kollidieren

Zyklusparameter

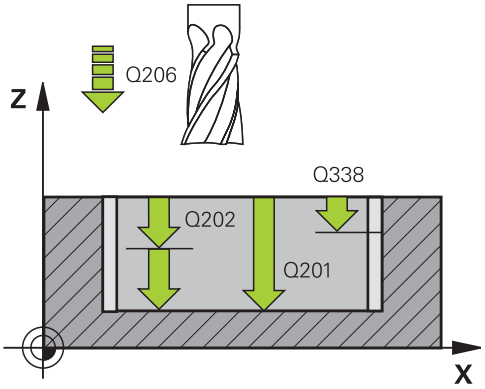
- **Q215 Bearbeitungs-Umfang (0/1/2)?**: Bearbeitungsumfang festlegen:
  0: Schruppen und Schlichten
  1: Nur Schruppen
  2: Nur Schlichten
  Schlichten Seite und Schlichten Tiefe werden nur ausgeführt, wenn das jeweilige Schlichtaufmaß (Q368, Q369) definiert ist
- **Q219 Breite der Nut?** (Wert parallel zur Nebenachse der Bearbeitungsebene): Breite der Nut eingeben; wenn Nutbreite gleich Werkzeugdurchmesser eingegeben, dann schruppt die Steuerung nur (Langloch fräsen). Maximale Nutbreite beim Schruppen: Doppelter Werkzeugdurchmesser. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q368 Schlichtaufmaß Seite?** (inkremental): Schlichtaufmaß in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q375 Teilkreis-Durchmesser?**: Durchmesser des Teilkreises eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q367 Bezug für Nutlage (0/1/2/3)?**: Lage der Nut bezogen auf die Position des Werkzeuges beim Zyklusaufruf:
  0: Werkzeugposition wird nicht berücksichtigt. Nutlage ergibt sich aus eingegebener Teilkreis-Mitte und Startwinkel
  1: Werkzeugposition = Zentrum linker Nutkreis. Startwinkel Q376 bezieht sich auf diese Position. Eingegebene Teilkreis-Mitte wird nicht berücksichtigt
  2: Werkzeugposition = Zentrum Mittelachse. Startwinkel Q376 bezieht sich auf diese Position. Eingegebene Teilkreis-Mitte wird nicht berücksichtigt
  3: Werkzeugposition = Zentrum rechter Nutkreis. Startwinkel Q376 bezieht sich auf diese Position. Eingegebene Teilkreis-Mitte wird nicht berücksichtigt
- **Q216 Mitte 1. Achse?** (absolut): Mitte des Teilkreises in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. **Nur wirksam, wenn Q367 = 0**. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

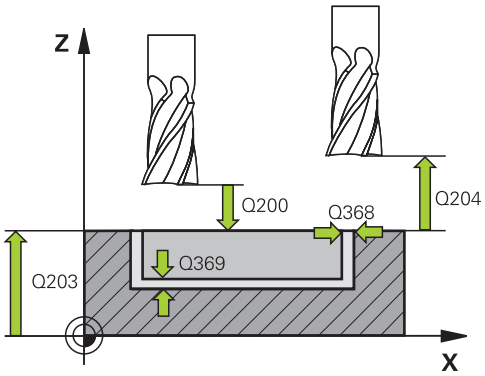






- **Q217 Mitte 2. Achse?** (absolut): Mitte des Teilkreises in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. **Nur wirksam, wenn Q367 = 0**. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q376 Startwinkel?** (absolut): Polarwinkel des Startpunkts eingeben. Eingabebereich -360,000 bis 360,000
- **Q248 Öffnungswinkel der Nut?** (inkremental): Öffnungs-Winkel der Nut eingeben. Eingabebereich 0 bis 360,000
- **Q378 Winkelschritt?** (inkremental): Winkel, um den die gesamte Nut gedreht wird. Das Drehzentrum liegt in der Teilkreis-Mitte. Eingabebereich -360,000 bis 360,000
- **Q377 Anzahl Bearbeitungen?**: Anzahl der Bearbeitungen auf dem Teilkreis. Eingabebereich 1 bis 99999
- **Q207 Vorschub fräsen?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q351 Fräsart? Gleichl.=+1 Gegenl.=-1**: Art der Fräsbearbeitung bei M3:
  +1 = Gleichlauffräsen
  -1 = Gegenlauffräsen
  PREDEF: Die Steuerung verwendet Wert aus GLOBAL DEF-Satz (Wenn Sie 0 eingeben, erfolgt die Bearbeitung im Gleichlauf)
- **Q201 Tiefe?** (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Nutgrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q202 Zustell-Tiefe?** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird; Wert größer 0 eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q369 Schlichtaufmaß Tiefe?** (inkremental): Schlichtaufmaß für die Tiefe. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q206 Vorschub Tiefenzustellung?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**





Beispiel

8 CYCL DEF 254 RUNDE NUT	
Q215=0	**;BEARBEITUNGS-UMFANG**
Q219=12	**;NUTBREITE**
Q368=0.2	**;AUFMASS SEITE**
Q375=80	**;TEILKREIS-DURCHM.**
Q367=0	**;BEZUG NUTLAGE**
Q216=+50	**;MITTE 1. ACHSE**
Q217=+50	**;MITTE 2. ACHSE**
Q376=+45	**;STARTWINKEL**
Q248=90	**;OEFFNUNGSWINKEL**
Q378=0	**;WINKELSCHRITT**
Q377=1	**;ANZAHL BEARBEITUNGEN**
Q207=500	**;VORSCHUB FRAESEN**
Q351=+1	**;FRAESART**
Q201=-20	**;TIEFE**
Q202=5	**;ZUSTELL-TIEFE**

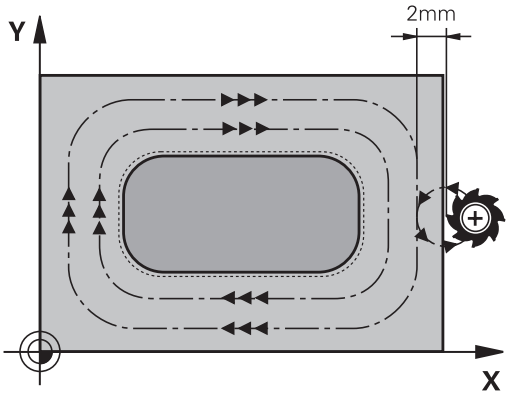
- **Q338 Zustellung Schlichten?** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug in der Spindelachse beim Schlichten zugestellt wird. Q338=0: Schlichten in einer Zustellung. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstückoberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q203 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q366 Eintauchstrategie (0/1/2)?**: Art der Eintauchstrategie:
  0: senkrecht eintauchen. Der Eintauchwinkel ANGLE in der Werkezeug-Tabelle wird nicht ausgewertet.
  1, 2: pendelnd eintauchen. In der Werkzeugtabelle muss für das aktive Werkzeug der Eintauchwinkel **ANGLE** ungleich 0 definiert sein. Ansonsten gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus
  PREDEF: Die Steuerung verwendet den Wert aus GLOBAL DEF-Satz
- **Q385 Vorschub Schlichten?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Seiten- und Tiefenschlichten in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q439 Bezug Vorschub (0-3)?**: Festlegen, worauf sich der programmierte Vorschub bezieht:
  0: Vorschub bezieht sich auf die Mittelpunktsbahn des Werkzeugs
  1: Vorschub bezieht sich nur beim Schlichten Seite auf die Werkzeugschneide, ansonsten auf die Mittelpunktsbahn
  2: Vorschub bezieht sich beim Schlichten Seite **und** Schlichten Tiefe auf die Werkzeugschneide, ansonsten auf die Mittelpunktsbahn
  3: Vorschub bezieht sich immer auf die Werkzeugschneide

```
Q369=0.1    ;AUFMASS TIEFE
Q206=150    ;VORSCHUB TIEFENZ.
Q338=5      ;ZUST. SCHLICHTEN
Q200=2      ;SICHERHEITS-ABST.
Q203=+0     ;KOOR. OBERFLAECHE
Q204=50     ;2. SICHERHEITS-ABST.
Q366=1      ;EINTAUCHEN
Q385=500    ;VORSCHUB SCHLICHTEN
Q439=0      ;BEZUG VORSCHUB
9 L  X+50 Y+50  R0 FMAX  M3 M99
```

6.6 RECHTECKZAPFEN (Zyklus 256, DIN/ISO: G256, Software-Option 19)

Zyklusablauf

Mit dem Rechteckzapfenzyklus 256 können Sie einen Rechteckzapfen bearbeiten. Wenn ein Rohteilmaß größer als die maximal mögliche seitliche Zustellung ist, dann führt die Steuerung mehrere seitliche Zustellungen aus, bis das Fertigmaß erreicht ist.



1 Das Werkzeug fährt von der Zyklusstartposition aus (Zapfenmitte) auf die Startposition der Zapfenbearbeitung. Die Startposition legen Sie über den Parameter Q437 fest. Die der Standardeinstellung (**Q437**=0) liegt 2 mm rechts neben dem Zapfenrohteil.
2 Wenn das Werkzeug auf dem 2. Sicherheitsabstand steht, fährt die Steuerung das Werkzeug im Eilgang **FMAX** auf den Sicherheitsabstand und von dort mit dem Vorschub Tiefenzustellung auf die erste Zustelltiefe
3 Anschließend fährt das Werkzeug tangential an die Zapfenkontur und fräst danach einen Umlauf
4 Wenn sich das Fertigmaß nicht in einem Umlauf erreichen lässt, stellt die Steuerung das Werkzeug auf der aktuellen Zustelltiefe seitlich zu und fräst danach erneut einen Umlauf. Die Steuerung berücksichtigt dabei das Rohteilmaß, das Fertigmaß und die erlaubte seitliche Zustellung. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis das definierte Fertigmaß erreicht ist. Wenn Sie den Startpunkt dagegen nicht seitlich gewählt haben, sondern auf eine Ecke legen, (Q437 ungleich 0), fräst die Steuerung spiralförmig vom Startpunkt aus nach innen, bis das Fertigmaß erreicht ist.
5 Wenn in der Tiefe weitere Zustellungen erforderlich sind, fährt das Werkzeug tangential von der Kontur weg zurück zum Startpunkt der Zapfenbearbeitung
6 Anschließend fährt die Steuerung das Werkzeug auf die nächste Zustelltiefe und bearbeitet den Zapfen auf dieser Tiefe
7 Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die programmierte Zapfentiefe erreicht ist
8 Am Zyklusende positioniert die Steuerung das Werkzeug in der Werkzeugachse auf die im Zyklus definierte Sichere Höhe. Die Endposition stimmt also nicht mit der Startposition überein

Beim Programmieren beachten!

Werkzeug auf Startposition in der Bearbeitungsebene vorpositionieren mit Radiuskorrektur **R0**. Parameter Q367 (Lage) beachten.

Die Steuerung positioniert das Werkzeug in der Werkzeugachse automatisch vor. **Q204 2. SICHERHEITS-ABST.** beachten.

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

Die Steuerung reduziert die Zustelltiefe auf die in der Werkzeugtabelle definierte Schneidenlänge LCUTS, falls die Schneidenlänge kürzer ist als die im Zyklus eingegebene Zustelltiefe Q202.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie bei einem Zyklus die Tiefe positiv eingeben, kehrt die Steuerung die Berechnung der Vorpositionierung um. Das Werkzeug fährt in der Werkzeugachse mit Eilgang auf Sicherheitsabstand **unter** die Werkstückoberfläche!

- Tiefe negativ eingeben
- Mit Maschinenparameter **displayDepthErr** (Nr. 201003) einstellen, ob die Steuerung bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off)

HINWEIS

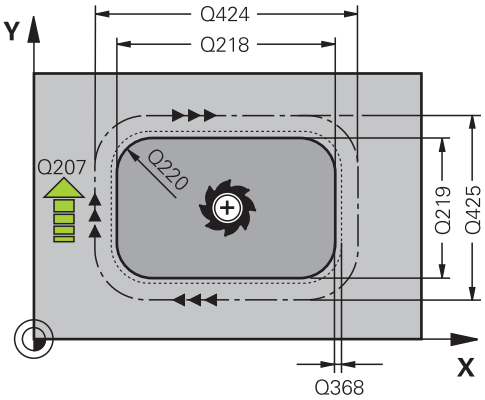
Achtung Kollisionsgefahr!

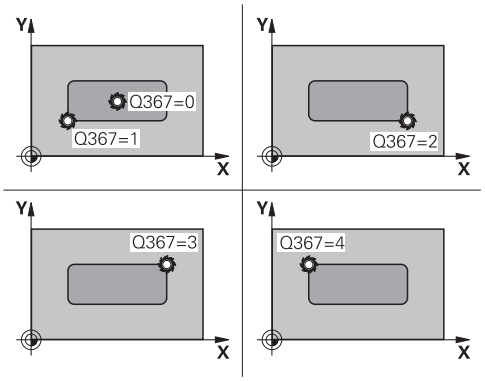
Wenn für die Anfahrbewegung nicht genügend Platz neben dem Zapfen ist, besteht Kollisionsgefahr.

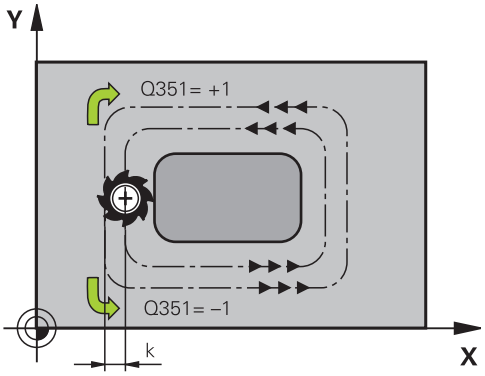
- Je nach Anfahrposition Q439 benötigt die Steuerung Platz für die Anfahrbewegung
- Neben dem Zapfen Platz für die Anfahrbewegung lassen
- Mindestens Werkzeugdurchmesser + 2mm
- Die Steuerung positioniert das Werkzeug am Ende zurück auf den Sicherheitsabstand, wenn eingegeben auf den zweiten Sicherheitsabstand. Die Endposition des Werkzeugs nach dem Zyklus stimmt nicht mit der Startposition überein.

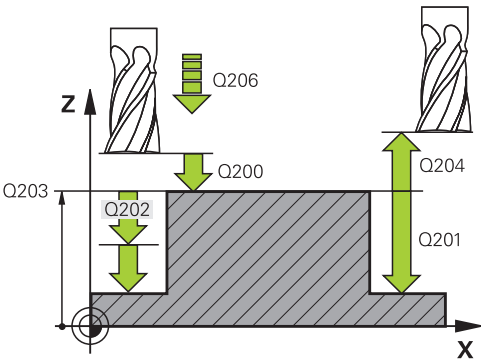
Zyklusparameter

- **Q218 1. Seiten-Länge?**: Länge des Zapfens, parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q424 Rohteilmaß Seitenlänge 1?**: Länge des Zapfenrohteils, parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene. **Rohteilmaß Seitenlänge 1** größer als **1. Seiten-Länge** eingeben. Die Steuerung führt mehrere seitliche Zustellungen aus, wenn die Differenz zwischen Rohteilmaß 1 und Fertigmaß 1 größer ist als die erlaubte seitliche Zustellung (Werkzeugradius mal Bahnüberlappung **Q370**). Die Steuerung berechnet immer eine konstante seitliche Zustellung. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q219 2. Seiten-Länge?**: Länge des Zapfens, parallel zur Nebenachse der Bearbeitungsebene. **Rohteilmaß Seitenlänge 2** größer als **2. Seiten-Länge** eingeben. Die Steuerung führt mehrere seitliche Zustellungen aus, wenn die Differenz zwischen Rohteilmaß 2 und Fertigmaß 2 größer ist als die erlaubte seitliche Zustellung (Werkzeugradius mal Bahnüberlappung **Q370**). Die Steuerung berechnet immer eine konstante seitliche Zustellung. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q425 Rohteilmaß Seitenlänge 2?**: Länge des Zapfenrohteils, parallel zur Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q220 Radius / Fase (+/-)?**: Geben Sie den Wert für das Formelement Radius oder Fase ein. Bei der Eingabe eines positiven Werts 0 bis +99999,9999 erstellt die Steuerung eine Rundung an jeder Ecke. Der von Ihnen eingegebene Wert entspricht dabei dem Radius. Wenn Sie einen negativen Wert 0 bis -99999,9999 eingeben, werden alle Konturecken mit einer Fase versehen, dabei entspricht der eingegebene Wert der Länge der Fase.
- **Q368 Schlichtaufmaß Seite?** (inkremental): Schlicht-Aufmaß in der Bearbeitungsebene, das die Steuerung bei der Bearbeitung stehen lässt. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q224 Drehlage?** (absolut): Winkel, um den die gesamte Bearbeitung gedreht wird. Das Drehzentrum liegt in der Position, auf der das Werkzeug beim Zyklusaufruf steht. Eingabebereich -360,0000 bis 360,0000









- **Q367 Lage des Zapfens (0/1/2/3/4)?**: Lage des Zapfens bezogen auf die Position des Werkzeuges beim Zyklusaufruf:
  0: Werkzeugposition = Zapfenmitte
  1: Werkzeugposition = Linke untere Ecke
  2: Werkzeugposition = Rechte untere Ecke
  3: Werkzeugposition = Rechte obere Ecke
  4: Werkzeugposition = Linke obere Ecke
- **Q207 Vorschub fräsen?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q351 Fräsart? Gleichl.=+1 Gegenl.=-1**: Art der Fräsbearbeitung bei M3:
  +1 = Gleichlauffräsen
  -1 = Gegenlauffräsen
  PREDEF: Die Steuerung verwendet Wert aus GLOBAL DEF-Satz (Wenn Sie 0 eingeben, erfolgt die Bearbeitung im Gleichlauf)
- **Q201 Tiefe?** (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Zapfengrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q202 Zustell-Tiefe?** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird; Wert größer 0 eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q206 Vorschub Tiefenzustellung?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Q203 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Q370 Bahn-Überlappung Faktor?**: Q370 x Werkzeugradius ergibt die seitliche Zustellung k. Die Überlappung wird als maximale Überlappung angesehen. Um zu vermeiden, dass an den Ecken Restmaterial stehen bleibt, kann eine Reduzierung der Überlappung erfolgen. Eingabebereich 0,1 bis 1,9999 alternativ **PREDEF**

Beispiel

```
8 CYCL DEF 256  RECHTECKZAPFEN
    Q218=60     ;1. SEITEN-LAENGE
    Q424=74     ;ROHTEILMASS 1
    Q219=40     ;2. SEITEN-LAENGE
    Q425=60     ;ROHTEILMASS 2
    Q220=5      ;ECKENRADIUS
    Q368=0.2    ;AUFMASS SEITE
    Q224=+0     ;DREHLAGE
    Q367=0      ;ZAPFENLAGE
    Q207=500    ;VORSCHUB FRAESEN
    Q351=+1     ;FRAESART
    Q201=-20    ;TIEFE
    Q202=5      ;ZUSTELL-TIEFE
    Q206=150    ;VORSCHUB TIEFENZ.
    Q200=2      ;SICHERHEITS-ABST.
    Q203=+0     ;KOOR. OBERFLAECHE
    Q204=50     ;2. SICHERHEITS-ABST.
    Q370=1      ;BAHN-UEBERLAPPUNG
    Q437=0      ;ANFAHRPOSITION
    Q215=1      ;BEARBEITUNGS-UMFANG
    Q369=+0     ;AUFMASS TIEFE
    Q338=+0     ;ZUST. SCHLICHTEN
    Q385=+0     ;VORSCHUB SCHLICHTEN
9 L  X+50 Y+50  R0 FMAX  M3 M99
```

- **Q437 Anfahrposition (0...4)?**: Anfahrstrategie des Werkzeugs festlegen:
  0: Rechts vom Zapfen (Grundeinstellung)
  1: Linke untere Ecke
  2: Rechte untere Ecke
  3: Rechte obere Ecke
  4: Linke obere Ecke.
  Wenn beim Anfahren mit der Einstellung Q437=0 Anfahrmarken auf der Zapfenoberfläche entstehen, dann wählen Sie eine andere Anfahrposition.
- **Q215 Bearbeitungs-Umfang (0/1/2)?**: Bearbeitungsumfang festlegen:
  0: Schruppen und Schlichten
  1: Nur Schruppen
  2: Nur Schlichten
  Schlichten Seite und Schlichten Tiefe werden nur ausgeführt, wenn das jeweilige Schlichtaufmaß (Q368, Q369) definiert ist
- **Q369 Schlichtaufmaß Tiefe?** (inkremental): Schlichtaufmaß für die Tiefe. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q338 Zustellung Schlichten?** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug in der Spindelachse beim Schlichten zugestellt wird. Q338=0: Schlichten in einer Zustellung. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q385 Vorschub Schlichten?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Seiten- und Tiefenschlichten in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**

6.7 KREISZAPFEN (Zyklus 257, DIN/ISO: G257, Software-Option 19)

Zyklusablauf

Mit dem Kreiszapfenzyklus 257 können Sie einen Kreiszapfen bearbeiten. Die Steuerung erstellt den Kreiszapfen in einer spiralförmigen Zustellung ausgehend vom Rohteildurchmesser.

1 Wenn das Werkzeug unterhalb des 2. Sicherheitsabstands steht, zieht die Steuerung das Werkzeug auf den 2. Sicherheitsabstand zurück
2 Das Werkzeug fährt von der Zapfenmitte aus auf die Startposition der Zapfenbearbeitung. Die Startposition legen Sie über den Polarwinkel bezogen auf die Zapfenmitte mit dem Parameter Q376 fest
3 Die Steuerung fährt das Werkzeug im Eilgang **FMAX** auf den Sicherheitsabstand Q200 und von dort mit dem Vorschub Tiefenzustellung auf die erste Zustelltiefe
4 Anschließend erstellt die Steuerung den Kreiszapfen in einer spiralförmigen Zustellung unter Berücksichtigung der Bahnüberlappung
5 Die Steuerung fährt das Werkzeug auf einer tangentialen Bahn um 2 mm von der Kontur weg
6 Wenn mehrere Tiefenzustellungen nötig sind, so erfolgt die neue Tiefenzustellung an dem der Abfahrbewegung nächstgelegenen Punkt
7 Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die programmierte Zapfentiefe erreicht ist
8 Am Zyklusende hebt das Werkzeug – nach dem tangentialen Abfahren – in der Werkzeugachse auf den, im Zyklus definierten, 2. Sicherheitsabstand ab

Beim Programmieren beachten!

Werkzeug auf Startposition in der Bearbeitungsebene (Zapfenmitte) vorpositionieren mit Radiuskorrektur **R0**.

Die Steuerung positioniert das Werkzeug in der Werkzeugachse automatisch vor. **Q204 2. SICHERHEITS-ABST.** beachten.

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

Die Steuerung positioniert das Werkzeug am Zyklusende wieder zurück auf die Startposition.

Die Steuerung reduziert die Zustelltiefe auf die in der Werkzeugtabelle definierte Schneidenlänge LCUTS, falls die Schneidenlänge kürzer ist als die im Zyklus eingegebene Zustelltiefe Q202.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie bei einem Zyklus die Tiefe positiv eingeben, kehrt die Steuerung die Berechnung der Vorpositionierung um. Das Werkzeug fährt in der Werkzeugachse mit Eilgang auf Sicherheitsabstand **unter** die Werkstückoberfläche!

- Tiefe negativ eingeben
- Mit Maschinenparameter **displayDepthErr** (Nr. 201003) einstellen, ob die Steuerung bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off)

HINWEIS

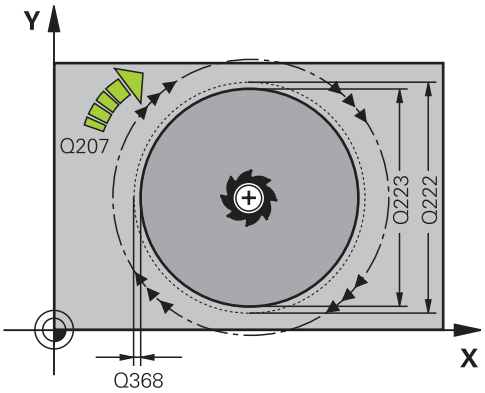
Achtung Kollisionsgefahr!

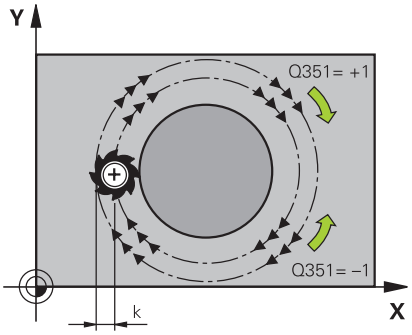
Wenn für die Anfahrbewegung neben dem Zapfen nicht genügend Platz ist, besteht Kollisionsgefahr.

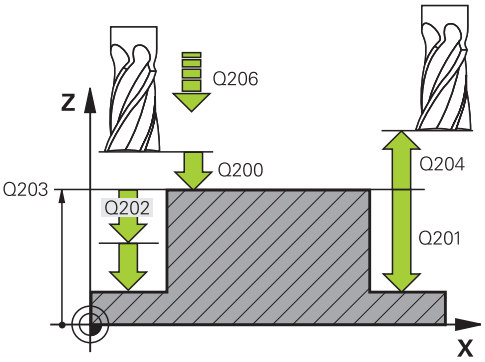
- Die Steuerung führt bei diesem Zyklus eine Anfahrbewegung durch
- Um die genaue Startposition festzulegen, geben Sie im Parameter Q376 einen Startwinkel zwischen 0° und 360° an
- Je nach Startwinkel Q376 muss neben dem Zapfen folgender Platz zur Verfügung stehen: mindestens Werkzeugdurchmesser +2 mm
- Verwenden Sie den Default-Wert -1, so berechnet die Steuerung automatisch die Startposition

Zyklusparameter

- **Q223 Fertigteil-Durchmesser?**: Durchmesser des fertig bearbeiteten Zapfens. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q222 Rohteil-Durchmesser?**: Durchmesser des Rohteils. Rohteil-Durchmesser größer Fertigteil-Durchmesser eingeben. Die Steuerung führt mehrere seitliche Zustellungen aus, wenn die Differenz zwischen Rohteil-Durchmesser und Fertigteil-Durchmesser größer ist als die erlaubte seitliche Zustellung (Werkzeugradius mal Bahnüberlappung **Q370**). Die Steuerung berechnet immer eine konstante seitliche Zustellung. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q368 Schlichtaufmaß Seite?** (inkremental): Schlichtaufmaß in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q207 Vorschub fräsen?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q351 Fräsart? Gleichl.=+1 Gegenl.=-1**: Art der Fräsbearbeitung bei M3:
  +1 = Gleichlauffräsen
  -1 = Gegenlauffräsen
  PREDEF: Die Steuerung verwendet Wert aus GLOBAL DEF-Satz (Wenn Sie 0 eingeben, erfolgt die Bearbeitung im Gleichlauf)
- **Q201 Tiefe?** (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Zapfengrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q202 Zustell-Tiefe?** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird; Wert größer 0 eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q206 Vorschub Tiefenzustellung?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**, **FU**, **FZ**







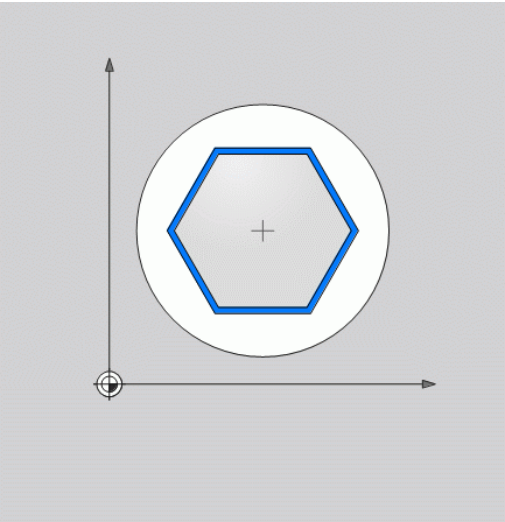
- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Q203 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Q370 Bahn-Überlappung Faktor?**: Q370 x Werkzeugradius ergibt die seitliche Zustellung k. Eingabebereich 0,0001 bis 1,9999 alternativ **PREDEF**
- **Q376 Startwinkel?**: Polarwinkel bezogen auf den Zapfenmittelpunkt, von dem aus das Werkzeug an den Zapfen anfährt. Eingabebereich 0 bis 359°
- **Q215 Bearbeitungs-Umfang (0/1/2)?**: Bearbeitungs-Umfang festlegen:
  0: Schruppen und Schlichten
  1: Nur Schruppen
  2: Nur Schlichten
- **Q369 Schlichtaufmaß Tiefe?** (inkremental): Schlichtaufmaß für die Tiefe. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q338 Zustellung Schlichten?** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug in der Spindelachse beim Schlichten zugestellt wird. Q338=0: Schlichten in einer Zustellung. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q385 Vorschub Schlichten?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Seiten- und Tiefenschlichten in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**

Beispiel

```
8 CYCL DEF 257  KREISZAPFEN
    Q223=60     ;FERTIGTEIL-DURCHM.
    Q222=60     ;ROHTEIL-DURCHMESSER
    Q368=0.2    ;AUFMASS SEITE
    Q207=500    ;VORSCHUB FRAESEN
    Q351=+1     ;FRAESART
    Q201=-20    ;TIEFE
    Q202=5      ;ZUSTELL-TIEFE
    Q206=150    ;VORSCHUB TIEFENZ.
    Q200=2      ;SICHERHEITS-ABST.
    Q203=+0     ;KOOR. OBERFLAECHE
    Q204=50     ;2. SICHERHEITS-ABST.
    Q370=1      ;BAHN-UEBERLAPPUNG
    Q376=0      ;STARTWINKEL
    Q215=+1     ;BEARBEITUNGS-UMFANG
    Q369=0      ;AUFMASS TIEFE
    Q338=0      ;ZUST. SCHLICHTEN
    Q385=+500   ;VORSCHUB SCHLICHTEN
9 L  X+50 Y+50  R0 FMAX  M3 M99
```

6.8 VIELECKZAPFEN (Zyklus 258, DIN/ISO: G258, Software-Option 19)

Zyklusablauf



Mit dem Zyklus **Vieleckzapfen** können Sie ein regelmäßiges Polygon durch Außenbearbeitung herstellen. Der Fräsvorgang erfolgt auf einer spiralförmigen Bahn, ausgehend vom Rohteildurchmesser.

1 Steht das Werkzeug zu Beginn der Bearbeitung unterhalb des 2. Sicherheitsabstands, zieht die Steuerung das Werkzeug auf den 2. Sicherheitsabstand zurück

2 Ausgehend von der Zapfenmitte bewegt die Steuerung das Werkzeug auf die Startposition der Zapfenbearbeitung. Die Startposition ist u. a. vom Rohteildurchmesser und der Drehlage des Zapfens abhängig. Die Drehlage bestimmen Sie mit dem Parameter Q224

3 Das Werkzeug fährt im Eilgang **FMAX** auf den Sicherheitsabstand Q200 und von dort mit dem Vorschub Tiefenzustellung auf die erste Zustelltiefe

4 Anschließend erstellt die Steuerung den Vieleckzapfen in einer spiralförmigen Zustellung unter Berücksichtigung der Bahnüberlappung

5 Die Steuerung bewegt das Werkzeug auf einer tangentialen Bahn von außen nach innen

6 Das Werkzeug hebt in Richtung der Spindelachse mit einer Eilgangbewegung auf den 2. Sicherheitsabstand ab

7 Wenn mehrere Tiefenzustellungen nötig sind, positioniert die Steuerung das Werkzeug wieder an den Startpunkt der Zapfenbearbeitung und stellt das Werkzeug in der Tiefe zu

8 Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die programmierte Zapfentiefe erreicht ist

9 Am Zyklusende erfolgt zunächst eine tangentiale Abfahrbewegung. Anschließend bewegt die Steuerung das Werkzeug in der Werkzeugachse auf den 2. Sicherheitsabstand

Beim Programmieren beachten!

Vor Zyklusstart müssen Sie das Werkzeug in der Bearbeitungsebene vorpositionieren. Bewegen Sie dafür das Werkzeug mit Radiuskorrektur **R0** in die Mitte des Zapfens.

Die Steuerung positioniert das Werkzeug in der Werkzeugachse automatisch vor. **Q204 2. SICHERHEITS-ABST.** beachten.

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

Die Steuerung reduziert die Zustelltiefe auf die in der Werkzeugtabelle definierte Schneidenlänge LCUTS, falls die Schneidenlänge kürzer ist als die im Zyklus eingegebene Zustelltiefe Q202.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie bei einem Zyklus die Tiefe positiv eingeben, kehrt die Steuerung die Berechnung der Vorpositionierung um. Das Werkzeug fährt in der Werkzeugachse mit Eilgang auf Sicherheitsabstand **unter** die Werkstückoberfläche!

- Tiefe negativ eingeben
- Mit Maschinenparameter **displayDepthErr** (Nr. 201003) einstellen, ob die Steuerung bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off)

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die Steuerung führt bei diesem Zyklus automatisch eine Anfahrbewegung durch. Wenn Sie dafür nicht genügend Platz vorsehen, kann es zu einer Kollision kommen.

- Legen Sie mit Q224 fest, unter welchem Winkel die erste Ecke des Vieleckzapfens gefertigt werden soll Eingabebereich: -360° bis +360°
- Es muss je nach Drehlage Q224 neben dem Zapfen folgener Platz zur Verfügung stehen: mindestens Werkzeugdurchmesser + 2 mm

HINWEIS

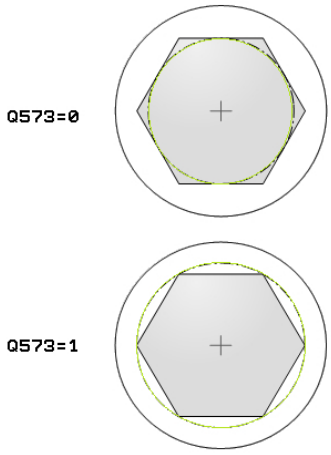
Achtung Kollisionsgefahr!

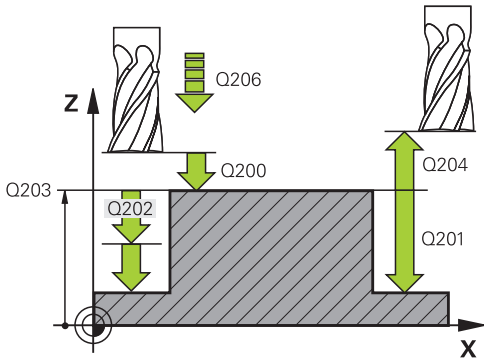
Die Steuerung positioniert das Werkzeug am Ende zurück auf den Sicherheitsabstand, wenn eingegeben auf den zweiten Sicherheitsabstand. Die Endposition des Werkzeugs nach dem Zyklus muss nicht mit der Startposition übereinstimmen.

- Verfahrbewegungen der Maschine kontrollieren
- In der Simulation die Endposition des Werkzeugs nach dem Zyklus kontrollieren
- Nach dem Zyklus absolute Koordinaten programmieren (nicht inkremental)

Zyklusparameter

- **Q573 Inkreis / Umkreis (0/1)?**: Geben Sie an, ob sich die Bemaßung auf den Inkreis oder auf den Umkreis beziehen soll:
  0= Bemaßung bezieht sich auf den Inkreis
  1= Bemaßung bezieht sich auf den Umkreis
- **Q571 Bezugskreis-Durchmesser?**: Geben Sie den Durchmesser des Bezugskreises an. Ob sich der hier eingegebene Durchmesser auf den Umkreis oder auf den Inkreis bezieht, geben Sie mit Parameter Q573 an. Eingabebereich: 0 bis 99999,9999
- **Q222 Rohteil-Durchmesser?**: Geben Sie den Durchmesser des Rohteils an. Der Rohteil-Durchmesser soll größer als der Bezugskreis-Durchmesser sein. Die Steuerung führt mehrere seitliche Zustellungen aus, wenn die Differenz zwischen Rohteil-Durchmesser und Bezugskreis-Durchmesser größer ist als die erlaubte seitliche Zustellung (Werkzeugradius mal Bahnüberlappung **Q370**). Die Steuerung berechnet immer eine konstante seitliche Zustellung. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q572 Anzahl der Ecken?**: Tragen Sie die Anzahl der Ecken des Vieleckzapfens ein. Die Steuerung verteilt die Ecken immer gleichmäßig auf dem Zapfen. Eingabebereich 3 bis 30
- **Q224 Drehlage?**: Legen Sie fest, unter welchem Winkel die erste Ecke des Vieleckzapfens gefertigt werden soll. Eingabebereich: -360° bis +360°





- **Q220 Radius / Fase (+/-)?**: Geben Sie den Wert für das Formelement Radius oder Fase ein. Bei der Eingabe eines positiven Werts 0 bis +99999,9999 erstellt die Steuerung eine Rundung an jeder Ecke. Der von Ihnen eingegebene Wert entspricht dabei dem Radius. Wenn Sie einen negativen Wert 0 bis -99999,9999 eingeben, werden alle Konturecken mit einer Fase versehen, dabei entspricht der eingegebene Wert der Länge der Fase.
- **Q368 Schlichtaufmaß Seite?** (inkremental): Schlichtaufmaß in der Bearbeitungsebene. Wenn Sie hier einen negativen Wert eintragen, positioniert die Steuerung das Werkzeug nach dem Schruppen wieder auf einen Durchmesser ausserhalb des Rohteildurchmessers. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q207 Vorschub fräsen?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q351 Fräsart? Gleichl.=+1 Gegenl.=-1**: Art der Fräsbearbeitung bei M3:
  +1 = Gleichlauffräsen
  -1 = Gegenlauffräsen
  PREDEF: Die Steuerung verwendet Wert aus GLOBAL DEF-Satz (Wenn Sie 0 eingeben, erfolgt die Bearbeitung im Gleichlauf)
- **Q201 Tiefe?** (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Zapfengrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q202 Zustell-Tiefe?** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird; Wert größer 0 eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q206 Vorschub Tiefenzustellung?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**, **FU**, **FZ**

Beispiel

```
8 CYCL DEF 258 VIELECKZAPFEN
    Q573=1      ;BEZUGSKREIS
    Q571=50     ;BEZUGSKREIS-DURCHM.
    Q222=120    ;ROHTEIL-DURCHMESSER
    Q572=10     ;ANZAHL DER ECKEN
    Q224=40     ;DREHLAGE
    Q220=2      ;RADIUS / FASE
    Q368=0      ;AUFMASS SEITE
    Q207=3000   ;VORSCHUB FRAESEN
    Q351=1      ;FRAESART
    Q201=-18    ;TIEFE
    Q202=10     ;ZUSTELL-TIEFE
    Q206=150    ;VORSCHUB TIEFENZ.
    Q200=2      ;SICHERHEITS-ABST.
    Q203=+0     ;KOOR. OBERFLAECHE
    Q204=50     ;2. SICHERHEITS-ABST.
    Q370=1      ;BAHN-UEBERLAPPUNG
    Q215=0      ;BEARBEITUNGS-UMFANG
    Q369=0      ;AUFMASS TIEFE
    Q338=0      ;ZUST. SCHLICHTEN
    Q385=500    ;VORSCHUB SCHLICHTEN
9 L  X+50 Y+50  R0 FMAX  M3 M99
```

- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Q203 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Q370 Bahn-Überlappung Faktor?**: Q370 x Werkzeugradius ergibt die seitliche Zustellung k. Eingabebereich 0,0001 bis 1,9999 alternativ **PREDEF**
- **Q215 Bearbeitungs-Umfang (0/1/2)?**: Bearbeitungsumfang festlegen:
  0: Schruppen und Schlichten
  1: Nur Schruppen
  2: Nur Schlichten
  Schlichten Seite und Schlichten Tiefe werden nur ausgeführt, wenn das jeweilige Schlichtaufmaß (Q368, Q369) definiert ist
- **Q369 Schlichtaufmaß Tiefe?** (inkremental): Schlichtaufmaß für die Tiefe. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q338 Zustellung Schlichten?** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug in der Spindelachse beim Schlichten zugestellt wird. Q338=0: Schlichten in einer Zustellung. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q385 Vorschub Schlichten?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Seiten- und Tiefenschlichten in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**

6.9 PLANFRAESEN (Zyklus 233, DIN/ISO: G233, Software-Option 19)

Zyklusablauf

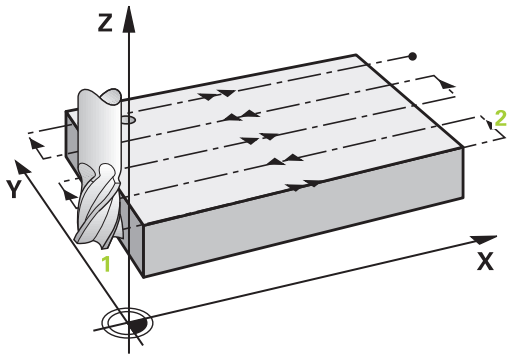
Mit dem Zyklus 233 können Sie eine ebene Fläche in mehreren Zustellungen und unter Berücksichtigung eines Schlichtaufmaßes planfräsen. Zusätzlich können Sie im Zyklus auch Seitenwände definieren, die dann bei der Bearbeitung der Planfläche berücksichtigt werden. Im Zyklus stehen verschiedene Bearbeitungsstrategien zur Verfügung:

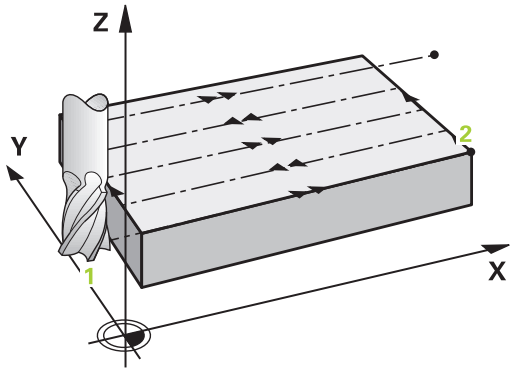
- **Strategie Q389=0**: Mäanderförmig bearbeiten, seitliche Zustellung außerhalb der zu bearbeitenden Fläche
- **Strategie Q389=1**: Mäanderförmig bearbeiten, seitliche Zustellung am Rand der zu bearbeitenden Fläche
- **Strategie Q389=2**: Zeilenweise mit Überlauf bearbeiten, seitliche Zustellung beim Rückzug im Eilgang
- **Strategie Q389=3**: Zeilenweise ohne Überlauf bearbeiten, seitliche Zustellung beim Rückzug im Eilgang
- **Strategie Q389=4**: Spiralförmig von außen nach innen bearbeiten

1. Die Steuerung positioniert das Werkzeug im Eilgang **FMAX** von der aktuellen Position aus in der Bearbeitungsebene auf den Startpunkt **1**: Der Startpunkt in der Bearbeitungsebene liegt um den Werkzeugradius und um den seitlichen Sicherheitsabstand versetzt neben dem Werkstück
2. Danach positioniert die Steuerung das Werkzeug im Eilgang **FMAX** in der Spindelachse auf Sicherheitsabstand
3. Anschließend fährt das Werkzeug mit dem Vorschub Fräsen Q207 in der Spindelachse auf die von der Steuerung berechnete erste Zustelltiefe

Strategie Q389=0 und Q389 =1

Die Strategien Q389=0 und Q389=1 unterscheiden sich durch den Überlauf beim Planfräsen. Bei Q389=0 liegt der Endpunkt außerhalb der Fläche, bei Q389=1 am Rand der Fläche. Die Steuerung berechnet den Endpunkt **2** aus der Seitenlänge und dem seitlichen Sicherheitsabstand. Bei der Strategie Q389=0 verfährt die Steuerung das Werkzeug zusätzlich um den Werkzeugradius über die Planfläche hinaus.





4 Die Steuerung fährt das Werkzeug mit dem programmierten Vorschub Fräsen auf den Endpunkt **2**

5 Danach versetzt die Steuerung das Werkzeug mit Vorschub Vorpositionieren quer auf den Startpunkt der nächsten Zeile; die Steuerung berechnet den Versatz aus der programmierten Breite, dem Werkzeugradius, dem maximalen Bahnüberlappungsfaktor und dem seitlichen Sicherheitsabstand

6 Anschließend fährt die Steuerung das Werkzeug mit dem Fräsvorschub in entgegengesetzter Richtung zurück

7 Der Vorgang wiederholt sich, bis die eingegebene Fläche vollständig bearbeitet ist.

8 Danach positioniert die Steuerung das Werkzeug im Eilgang **FMAX** zurück zum Starpunkt **1**

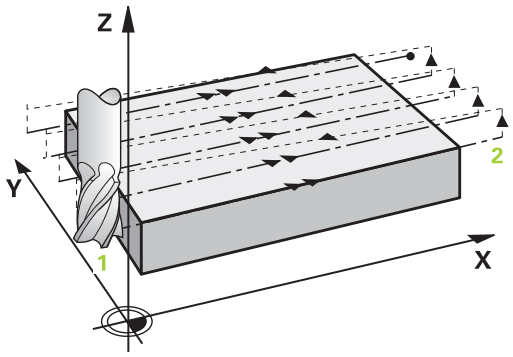
9 Wenn mehrere Zustellungen erforderlich sind, fährt die Steuerung das Werkzeug mit Positioniervorschub in der Spindelachse auf die nächste Zustelltiefe

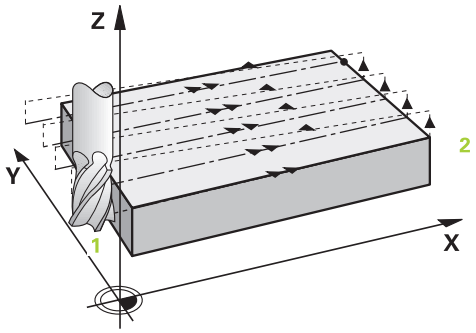
10 Der Vorgang wiederholt sich, bis alle Zustellungen ausgeführt sind. Bei der letzten Zustellung wird das eingegebene Schlichtaufmaß im Vorschub Schlichten abgefräst

11 Am Ende fährt die Steuerung das Werkzeug mit **FMAX** zurück auf den 2. Sicherheitsabstand

Strategie Q389=2 und Q389=3

Die Strategien Q389=2 und Q389=3 unterscheiden sich durch den Überlauf beim Planfräsen. Bei Q389=2 liegt der Endpunkt außerhalb der Fläche, bei Q389=3 am Rand der Fläche. Die Steuerung berechnet den Endpunkt **2** aus der Seitenlänge und dem seitlichen Sicherheitsabstand. Bei der Strategie Q389=2 verfährt die Steuerung das Werkzeug zusätzlich um den Werkzeugradius über die Planfläche hinaus.





4 Danach fährt das Werkzeug mit dem programmierten Vorschub Fräsen auf den Endpunkt **zwei**

5 Die Steuerung fährt das Werkzeug in der Spindelachse auf Sicherheitsabstand über die aktuelle Zustelltiefe und fährt mit **FMAX**direkt zurück auf den Startpunkt der nächsten Zeile. Die Steuerung berechnet den Versatz aus der programmierten Breite, dem Werkzeugradius, dem maximalen Bahnüberlappungsfaktor und dem seitlichen Sicherheitsabstand

6 Danach fährt das Werkzeug wieder auf die aktuelle Zustelltiefe und anschließend wieder in Richtung des Endpunkts **2**

7 Der Vorgang wiederholt sich, bis die eingegebene Fläche vollständig bearbeitet ist. Am Ende der letzten Bahn positioniert die Steuerung das Werkzeug im Eilgang **FMAX** zurück zum Starpunkt **1**

8 Wenn mehrere Zustellungen erforderlich sind, fährt die Steuerung das Werkzeug mit Positioniervorschub in der Spindelachse auf die nächste Zustelltiefe

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

10 Am Ende fährt die Steuerung das Werkzeug mit **FMAX** zurück auf den 2. Sicherheitsabstand

Strategie Q389=4

4 Danach fährt das Werkzeug mit dem programmierten **Vorschub Fräsen** mit einer tangentialen Anfahrbewegung auf den Anfangspunkt der Fräsbahn

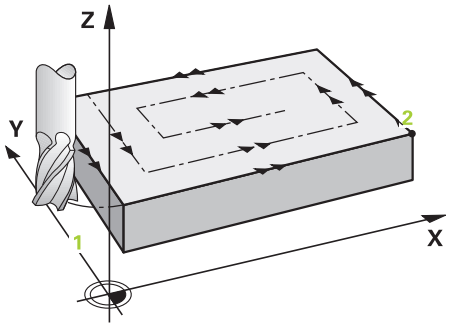
5 Die Steuerung bearbeitet die Planfläche im Vorschub Fräsen von außen nach innen mit immer kürzer werdenden Fräsbahnen. Durch die konstante seitliche Zustellung ist das Werkzeug permanent im Eingriff

6 Der Vorgang wiederholt sich, bis die eingegebene Fläche vollständig bearbeitet ist. Am Ende der letzten Bahn positioniert die Steuerung das Werkzeug im Eilgang **FMAX** zurück zum Starpunkt **1**

7 Wenn mehrere Zustellungen erforderlich sind, fährt die Steuerung das Werkzeug mit Positioniervorschub in der Spindelachse auf die nächste Zustelltiefe

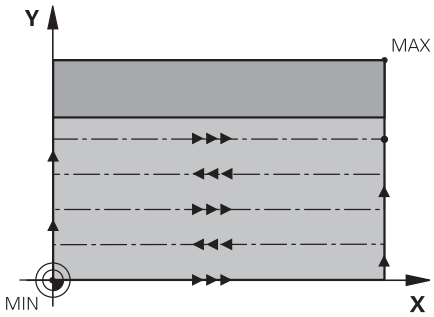
8 Der Vorgang wiederholt sich, bis alle Zustellungen ausgeführt sind. Bei der letzten Zustellung wird das eingegebene Schlichtaufmaß im Vorschub Schlichten abgefräst

9 Am Ende fährt die Steuerung das Werkzeug mit **FMAX** zurück auf den **2. Sicherheits-Abstand**



Begrenzung

Mit den Begrenzungen können Sie die Bearbeitung der Planfläche eingrenzen, um z. B. Seitenwände oder Absätze bei der Bearbeitung zu berücksichtigen. Eine durch eine Begrenzung definierte Seitenwand wird auf das Maß bearbeitet, das sich aus dem Startpunkt bzw. der Seitenlängen der Planfläche ergibt. Bei der Schruppbearbeitung berücksichtigt die Steuerung das Aufmaß Seite – beim Schlichtvorgang dient das Aufmaß zur Vorpositionierung des Werkzeugs.



Beim Programmieren beachten!

Werkzeug auf Startposition in der Bearbeitungsebene vorpositionieren mit Radiuskorrektur **R0**. Bearbeitungsrichtung beachten.

Die Steuerung positioniert das Werkzeug in der Werkzeugachse automatisch vor. **Q204 2. SICHERHEITS-ABST.** beachten.

Den **Q204 2. SICHERHEITS-ABST.** so eingeben, dass keine Kollision mit dem Werkstück oder Spannmitteln erfolgen kann.

Wenn **Q227 STARTPUNKT 3. ACHSE** und **Q386 ENDPUNKT 3. ACHSE** gleich eingegeben sind, dann führt die Steuerung den Zyklus nicht aus (Tiefe = 0 programmiert).

Die Steuerung reduziert die Zustelltiefe auf die in der Werkzeugtabelle definierte Schneidenlänge LCUTS, falls die Schneidenlänge kürzer ist als die im Zyklus eingegebene Zustelltiefe Q202.

Wenn Sie **Q370** BAHN-UEBERLAPPUNG >1 definieren, wird bereits ab der ersten Bearbeitungsbahn der programmierte Überlappungsfaktor berücksichtigt.

Zyklus 233 überwacht den Eintrag der Werkzeug-/Schneidenlänge **LCUTS** der Werkzeugtabelle. Reicht die Länge des Werkzeugs bzw. der Schneiden bei einer Schlichtbearbeitung nicht aus, teilt die Steuerung die Bearbeitung in mehrere Bearbeitungsschritte auf.

HINWEIS

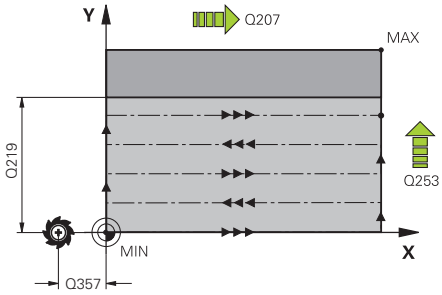
Achtung Kollisionsgefahr!

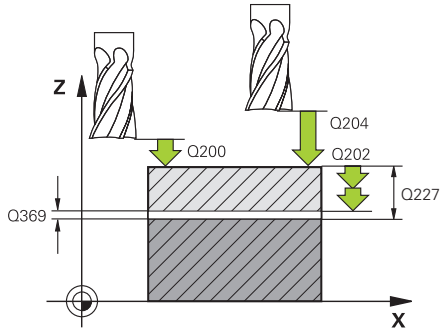
Wenn Sie bei einem Zyklus die Tiefe positiv eingeben, kehrt die Steuerung die Berechnung der Vorpositionierung um. Das Werkzeug fährt in der Werkzeugachse mit Eilgang auf Sicherheitsabstand **unter** die Werkstückoberfläche!

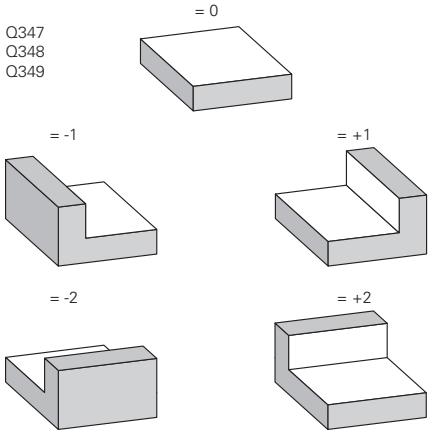
- Tiefe negativ eingeben
- Mit Maschinenparameter **displayDepthErr** (Nr. 201003) einstellen, ob die Steuerung bei der Eingabe einer positiven Tiefe eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off)

Zyklusparameter

- **Q215 Bearbeitungs-Umfang (0/1/2)?**:
  Bearbeitungsumfang festlegen:
  0: Schruppen und Schlichten
  1: Nur Schruppen
  2: Nur Schlichten
  Schlichten Seite und Schlichten Tiefe werden nur ausgeführt, wenn das jeweilige Schlichtaufmaß (Q368, Q369) definiert ist
- **Q389 Bearbeitungsstrategie (0-4)?**: Festlegen, wie die Steuerung die Fläche bearbeiten soll:
  0: Mäanderförmig bearbeiten, seitliche Zustellung im Positionier-Vorschub außerhalb der zu bearbeitenden Fläche
  1: Mäanderförmig bearbeiten, seitliche Zustellung im Fräsvorschub am Rand der zu bearbeitenden Fläche
  2: Zeilenweise bearbeiten, Rückzug und seitliche Zustellung im Positionier-Vorschub außerhalb der zu bearbeitenden Fläche
  3: Zeilenweise bearbeiten, Rückzug und seitliche Zustellung im Positionier-Vorschub am Rand der zu bearbeitenden Fläche
  4: Spiralförmig bearbeiten, gleichmäßige Zustellung von Außen nach Innen
- **Q350 Fräsrichtung?**: Achse der Bearbeitungsebene, nach der die Bearbeitung ausgerichtet werden soll:
  1: Hauptachse = Bearbeitungsrichtung
  2: Nebenachse = Bearbeitungsrichtung
- **Q218 1. Seiten-Länge?** (inkremental): Länge der zu bearbeitenden Fläche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene, bezogen auf den Startpunkt 1. Achse. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999







- **Q219 2. Seiten-Länge?** (inkremental): Länge der zu bearbeitenden Fläche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Über das Vorzeichen können Sie die Richtung der ersten Querzustellung bezogen auf den **STARTPUNKT 2. ACHSE** festlegen. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q227 Startpunkt 3. Achse?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche, von der aus die Zustellungen berechnet werden. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q386 Endpunkt 3. Achse?** (absolut): Koordinate in der Spindelachse, auf die die Fläche plangefräst werden soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q369 Schlichtaufmaß Tiefe?** (inkremental): Wert, mit dem die letzte Zustellung verfahren werden soll. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q202 MAX. ZUSTELL-TIEFE** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird; Wert größer 0 eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q370 Bahn-Überlappung Faktor?**: Maximale seitliche Zustellung k. Die Steuerung berechnet die tatsächliche seitliche Zustellung aus der 2. Seitenlänge (Q219) und dem Werkzeug-Radius so, dass jeweils mit konstanter seitlicher Zustellung bearbeitet wird. Eingabebereich: 0,1 bis 1,9999.
- **Q207 Vorschub fräsen?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q385 Vorschub Schlichten?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen der letzten Zustellung in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q253 Vorschub Vorpositionieren?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Anfahren der Startposition und beim Fahren auf die nächste Zeile in mm/min; wenn Sie im Material quer fahren (Q389=1), dann fährt die Steuerung die Querzustellung mit Fräsvorschub Q207. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**

Beispiel

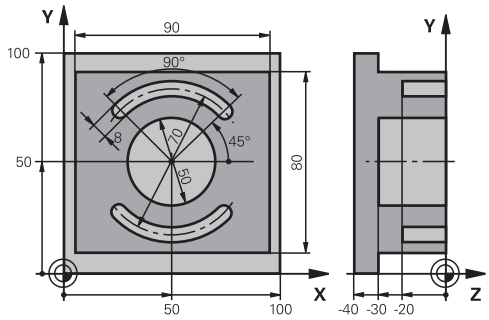
```
8 CYCL DEF 233  PLANFRAESEN
    Q215=0      ;BEARBEITUNGS-UMFANG
    Q389=2      ;FRAESSTRATEGIE
    Q350=1      ;FRAESRICHTUNG
    Q218=120    ;1. SEITEN-LAENGE
    Q219=80     ;2. SEITEN-LAENGE
    Q227=0      ;STARTPUNKT 3. ACHSE
    Q386=-6     ;ENDPUNKT 3. ACHSE
    Q369=0.2    ;AUFMASS TIEFE
    Q202=3      ;MAX. ZUSTELL-TIEFE
    Q370=1      ;BAHN-UEBERLAPPUNG
    Q207=500    ;VORSCHUB FRAESEN
    Q385=500    ;VORSCHUB SCHLICHTEN
    Q253=750    ;VORSCHUB VORPOS.
    Q357=2      ;SI.-ABSTAND SEITE
    Q200=2      ;SICHERHEITS-ABST.
    Q204=50     ;2. SICHERHEITS-ABST.
    Q347=0      ;1.BEGRENZUNG
    Q348=0      ;2.BEGRENZUNG
    Q349=0      ;3.BEGRENZUNG
    Q220=2      ;ECKENRADIUS
    Q368=0      ;AUFMASS SEITE
    Q338=0      ;ZUST. SCHLICHTEN
    Q367=-1     ;LAGE DER FLÄCHE
                (-1/0/1/2/3/4)?
9 L  X+0 Y+0  R0 FMAX  M3 M99
```

- **Q357 Sicherheits-Abstand Seite?** (inkremental)
  Parameter Q357 hat Einfluss auf folgende Situationen:
  Anfahren der ersten Zustelltiefe: Q357 ist der seitliche Abstand des Werkzeugs vom Werkstück
  Schruppen mit den Frässtrategien Q389=0-3: Die zu bearbeitende Fläche wird in **Q350** FRAESRICHTUNG um den Wert aus Q357 vergrößert, sofern in dieser Richtung keine Begrenzung gesetzt ist
  Schlichten Seite: Die Bahnen werden um Q357 in **Q350** FRAESRICHTUNG verlängert
  Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental):
  Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
  alternativ **PREDEF**
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental):
  Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
  alternativ **PREDEF**
- **Q347 1.Begrenzung?**: Werkstück-Seite auswählen, an der die Planfläche durch eine Seitenwand begrenzt wird (nicht bei spiralförmiger Bearbeitung möglich). Je nach Lage der Seitenwand begrenzt die Steuerung die Bearbeitung der Planfläche auf die entsprechende Startpunkt-Koordinate oder Seitenlänge: (nicht bei spiralförmiger Bearbeitung möglich):
  Eingabe **0**: keine Begrenzung
  Eingabe **-1**: Begrenzung in negativer Hauptachse
  Eingabe **+1**: Begrenzung in positiver Hauptachse
  Eingabe **-2**: Begrenzung in negativer Nebenachse
  Eingabe **+2**: Begrenzung in positiver Nebenachse
- **Q348 2.Begrenzung?**: Siehe Parameter 1. Begrenzung Q347
- **Q349 3.Begrenzung?**: Siehe Parameter 1. Begrenzung Q347
- **Q220 Eckenradius?**: Radius für Ecke an Begrenzungen (Q347 - Q349). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q368 Schlichtaufmaß Seite?** (inkremental):
  Schlichtaufmaß in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999

- **Q338 Zustellung Schlichten?** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug in der Spindelachse beim Schlichten zugestellt wird. Q338=0: Schlichten in einer Zustellung. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q367 Lage der Fläche (-1/0/1/2/3/4)?**: Lage der Fläche bezogen auf die Position des Werkzeuges beim Zyklusaufruf:
  -1: Werkzeugpositon = Aktuelle Position
  0: Werkzeugposition = Zapfenmitte
  1: Werkzeugposition = Linke untere Ecke
  2: Werkzeugposition = Rechte untere Ecke
  3: Werkzeugposition = Rechte obere Ecke
  4: Werkzeugposition = Linke obere Ecke

6.10 Programmierbeispiele

Beispiel: Tasche, Zapfen und Nuten fräsen



0 BEGINN PGM C210 MM		
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40		Rohteildefinition
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0		
3 TOOL CALL 1 Z S3500		Werkzeugaufruf Schruppen/Schlichten
4 L Z+250 R0 FMAX		Werkzeug freifahren
5 CYCL DEF 256 RECHTECKZAPFEN		Zyklusdefinition Außenbearbeitung
Q218=90	;1. SEITEN-LAENGE	
Q424=100	;ROHTEILMASS 1	
Q219=80	;2. SEITEN-LAENGE	
Q425=100	;ROHTEILMASS 2	
Q220=0	;ECKENRADIUS	
Q368=0	;AUFMASS SEITE	
Q224=0	;DREHLAGE	
Q367=0	;ZAPFENLAGE	
Q207=250	;VORSCHUB FRAESEN	
Q351=+1	;FRAESART	
Q201=-30	;TIEFE	
Q202=5	;ZUSTELL-TIEFE	
Q206=250	;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q200=2	;SICHERHEITS-ABST.	
Q203=+0	;KOOR. OBERFLAECHE	
Q204=20	;2. SICHERHEITS-ABST.	
Q370=1	;BAHN-UEBERLAPPUNG	
Q437=0	;ANFAHRPOSITION	
6 L X+50 Y+50 R0 M3 M99		Zyklusaufruf Außenbearbeitung
7 CYCL DEF 252 KREISTASCHE		Zyklusdefinition Kreistasche
Q215=0	;BEARBEITUNGS-UMFANG	
Q223=50	;KREISDURCHMESSER	
Q368=0.2	;AUFMASS SEITE	
Q207=500	;VORSCHUB FRAESEN	

Q351=+1	;FRAESART	
Q201=-30	;TIEFE	
Q202=5	;ZUSTELL-TIEFE	
Q369=0.1	;AUFMASS TIEFE	
Q206=150	;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q338=5	;ZUST. SCHLICHTEN	
Q200=2	;SICHERHEITS-ABST.	
Q203=+0	;KOOR. OBERFLAECHE	
Q204=50	;2. SICHERHEITS-ABST.	
Q370=1	;BAHN-UEBERLAPPUNG	
Q366=1	;EINTAUCHEN	
Q385=750	;VORSCHUB SCHLICHTEN	
Q439=0	;BEZUG VORSCHUB	
8 L X+50 Y+50 R0 FMAX M99		Zyklusaufruf Kreistasche
9 L Z+250 R0 FMAX M6		Werkzeug freifahren
10 TOOL CALL 2 Z S5000		Werkzeugaufruf Nutenfräser
11 CYCL DEF 254 RUNDE NUT		Zyklusdefinition Nuten
Q215=0	;BEARBEITUNGS-UMFANG	
Q219=8	;NUTBREITE	
Q368=0.2	;AUFMASS SEITE	
Q375=70	;TEILKREIS-DURCHM.	
Q367=0	;BEZUG NUTLAGE	Keine Vorpositionierung in X/Y erforderlich
Q216=+50	;MITTE 1. ACHSE	
Q217=+50	;MITTE 2. ACHSE	
Q376=+45	;STARTWINKEL	
Q248=90	;OEFFNUNGSWINKEL	
Q378=180	;WINKELSCHRITT	Startpunkt 2. Nut
Q377=2	;ANZAHL BEARBEITUNGEN	
Q207=500	;VORSCHUB FRAESEN	
Q351=+1	;FRAESART	
Q201=-20	;TIEFE	
Q202=5	;ZUSTELL-TIEFE	
Q369=0.1	;AUFMASS TIEFE	
Q206=150	;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q338=5	;ZUST. SCHLICHTEN	
Q200=2	;SICHERHEITS-ABST.	
Q203=+0	;KOOR. OBERFLAECHE	
Q204=50	;2. SICHERHEITS-ABST.	
Q366=1	;EINTAUCHEN	
Q385=500	;VORSCHUB SCHLICHTEN	
Q439=0	;BEZUG VORSCHUB	
12 CYCL CALL FMAX M3		Zyklusaufruf Nuten
13 L Z+250 R0 FMAX M2		Werkzeug freifahren, Programmende

```
14 END PGM  C210 MM
```

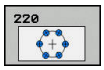
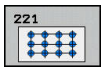
7

Bearbeitungszyklen: Musterdefinitionen

7.1 Grundlagen

Übersicht

Die Steuerung stellt zwei Zyklen zur Verfügung, mit denen Sie Punktemuster direkt fertigen können:

Softkey	Zyklus	Seite
	220 PUNKTEMUSTER AUF KREIS	211
	221 PUNKTEMUSTER AUF LINIEN	214

Folgende Bearbeitungszyklen können Sie mit den Zyklen 220 und 221 kombinieren:

> Wenn Sie unregelmäßige Punktemuster fertigen müssen, dann verwenden Sie Punktetabellen mit **CYCL CALL PAT** (siehe "Punktetabellen", Seite 66).
>
> Mit der Funktion **pattern def** stehen weitere regelmäßige Punktemuster zur Verfügung (siehe "Musterdefinition PATTERN DEF", Seite 59).

Zyklus 200 BOHREN
Zyklus 201 REIBEN
Zyklus 202 AUSDREHEN
Zyklus 203 UNIVERSAL-BOHREN
Zyklus 204 RUECKWAERTS-SENKEN
Zyklus 205 UNIVERSAL-TIEFBOHREN
Zyklus 206 GEWINDEBOHREN NEU mit Ausgleichsfutter
Zyklus 207 GEWINDEBOHREN GS NEU ohne Ausgleichsfutter
Zyklus 208 BOHRFRAESEN
Zyklus 209 GEWINDEBOHREN SPANBRUCH
Zyklus 240 ZENTRIEREN
Zyklus 251 RECHTECKTASCHE
Zyklus 252 KREISTASCHE
Zyklus 253 NUTENFRAESEN
Zyklus 254 RUNDE NUT (nur mit Zyklus 221 kombinierbar)
Zyklus 256 RECHTECKZAPFEN
Zyklus 257 KREISZAPFEN
Zyklus 262 GEWINDEFRAESEN
Zyklus 263 SENKGEWINDEFRAESEN
Zyklus 264 BOHRGEWINDEFRAESEN
Zyklus 265 HELIX-BOHRGEWINDEFRAESEN
Zyklus 267 AUSSEN-GEWINDEFRAESEN

7.2 PUNKTEMUSTER AUF KREIS (Zyklus 220, DIN/ISO: G220, Software-Option 19)

Zyklusablauf

1 Die Steuerung positioniert das Werkzeug im Eilgang von der aktuellen Position zum Startpunkt der ersten Bearbeitung.

Reihenfolge:

- 2. Sicherheitsabstand anfahren (Spindelachse)
- Startpunkt in der Bearbeitungsebene anfahren
- Auf Sicherheitsabstand über Werkstückoberfläche fahren (Spindelachse)

2 Ab dieser Position führt die Steuerung den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus aus

3 Anschließend positioniert die Steuerung das Werkzeug mit einer Geradenbewegung oder mit einer Kreisbewegungauf den Startpunkt der nächsten Bearbeitung. Das Werkzeug steht dabei auf Sicherheitsabstand (oder 2. Sicherheitsabstand)

4 Dieser Vorgang (1 bis 3) wiederholt sich, bis alle Bearbeitungen ausgeführt sind

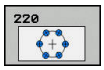
Beim Programmieren beachten!

Zyklus 220 ist DEF-Aktiv, das heißt, Zyklus 220 ruft automatisch den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus auf.

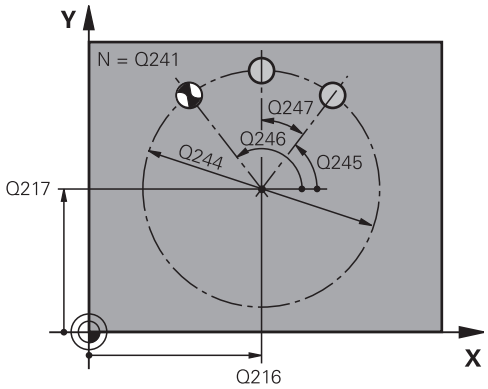
Wenn Sie einen der Bearbeitungszyklen 200 bis 209 und 251 bis 267 mit Zyklus 220 oder mit Zyklus 221 kombinieren, wirken der Sicherheits-Abstand, die Werkstück-Oberfläche und der 2. Sicherheits-Abstand aus Zyklus 220 bzw. 221. Das gilt innerhalb des NC-Programms so lange, bis die betroffenen Parameter erneut überschrieben werden. Beispiel: Wird in einem NC-Programm Zyklus 200 mit Q203=0 definiert und danach ein Zyklus 220 mit Q203=-5 programmiert, dann wird bei den nachfolgenden CYCL CALL und M99-aufrufen Q203=-5 verwendet. Die Zyklen 220 und 221 überschreiben die oben genannten Parameter der CALL-aktiven Bearbeitungszyklen (wenn in beiden Zyklen gleiche Eingabeparameter vorkommen).

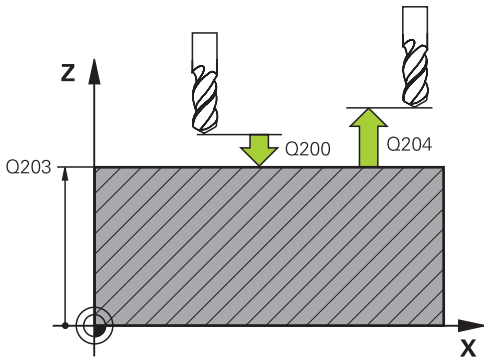
Wenn Sie diesen Zyklus im Einzelsatzbetrieb ablaufen lassen, hält die Steuerung zwischen den Punkten eines Punktemusters an.

Zyklusparameter



- **Q216 Mitte 1. Achse?** (absolut): Teilkreis-Mittelpunkt in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q217 Mitte 2. Achse?** (absolut): Teilkreis-Mittelpunkt in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q244 Teilkreis-Durchmesser?**: Durchmesser des Teilkreises. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q245 Startwinkel?** (absolut): Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und dem Startpunkt der ersten Bearbeitung auf dem Teilkreis. Eingabebereich -360,000 bis 360,000
- **Q246 Endwinkel?** (absolut): Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und dem Startpunkt der letzten Bearbeitung auf dem Teilkreis (gilt nicht für Vollkreise); Endwinkel ungleich Startwinkel eingeben; wenn Endwinkel größer als Startwinkel eingegeben, dann Bearbeitung im Gegen-Uhrzeigersinn, sonst Bearbeitung im Uhrzeigersinn. Eingabebereich -360,000 bis 360,000
- **Q247 Winkelschritt?** (inkremental): Winkel zwischen zwei Bearbeitungen auf dem Teilkreis; wenn der Winkelschritt gleich null ist, dann berechnet die Steuerung den Winkelschritt aus Startwinkel, Endwinkel und Anzahl Bearbeitungen; wenn ein Winkelschritt eingegeben ist, dann berücksichtigt die Steuerung den Endwinkel nicht; das Vorzeichen des Winkelschritts legt die Bearbeitungsrichtung fest (– = Uhrzeigersinn). Eingabebereich -360,000 bis 360,000
- **Q241 Anzahl Bearbeitungen?**: Anzahl der Bearbeitungen auf dem Teilkreis. Eingabebereich 1 bis 99999
- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstückoberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q203 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999





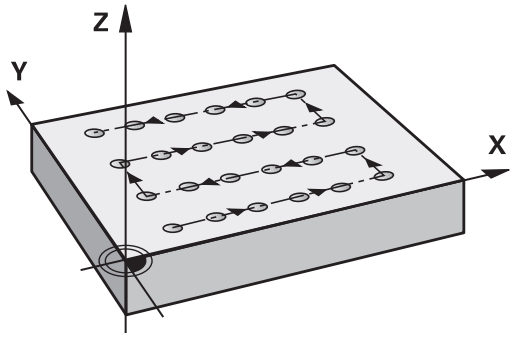
Beispiel

53 CYCL DEF 220 MUSTER KREIS	
Q216=+50	;MITTE 1. ACHSE
Q217=+50	;MITTE 2. ACHSE
Q244=80	;TEILKREIS-DURCHM.
Q245=+0	;STARTWINKEL
Q246=+360	;ENDWINKEL
Q247=+0	;WINKELSCHRITT
Q241=8	;ANZAHL BEARBEITUNGEN
Q200=2	;SICHERHEITS-ABST.
Q203=+30	;KOOR. OBERFLAECHE
Q204=50	;2. SICHERHEITS-ABST.
Q301=1	;FAHREN AUF S. HOEHE
Q365=0	;VERFAHRART

- **Q301 Fahren auf sichere Höhe (0/1)?**: Festlegen, wie das Werkzeug zwischen den Bearbeitungen verfahren soll:
  0: Zwischen den Bearbeitungen auf Sicherheits-Abstand verfahren
  1: Zwischen den Bearbeitungen auf 2. Sicherheits-Abstand verfahren
- **Q365 Verfahrart? Gerade=0/Kreis=1**: Festlegen, mit welcher Bahnfunktion das Werkzeug zwischen den Bearbeitungen verfahren soll:
  0: Zwischen den Bearbeitungen auf einer Geraden verfahren
  1: Zwischen den Bearbeitungen zirkular auf dem Teilkreis-Durchmesser verfahren

7.3 PUNKTEMUSTER AUF LINIEN (Zyklus 221, DIN/ISO: G221, Software-Option 19)

Zyklusablauf



1 Die Steuerung positioniert das Werkzeug automatisch von der aktuellen Position zum Startpunkt der ersten Bearbeitung

   Reihenfolge:
   - 2. Sicherheitsabstand anfahren (Spindelachse)
   - Startpunkt in der Bearbeitungsebene anfahren
   - Auf Sicherheitsabstand über Werkstückoberfläche fahren (Spindelachse)

2 Ab dieser Position führt die Steuerung den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus aus

3 Anschließend positioniert die Steuerung das Werkzeug in positiver Richtung der Hauptachse auf den Startpunkt der nächsten Bearbeitung. Das Werkzeug steht dabei auf Sicherheitsabstand (oder 2. Sicherheitsabstand)

4 Dieser Vorgang (1 bis 3) wiederholt sich, bis alle Bearbeitungen auf der ersten Zeile ausgeführt sind. Das Werkzeug steht am letzten Punkt der ersten Zeile

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

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

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

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

9 In einer Pendelbewegung werden alle weiteren Zeilen abgearbeitet

Beim Programmieren beachten!

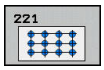
Zyklus 221 ist DEF-Aktiv, das heißt, Zyklus 221 ruft automatisch den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus auf.

Wenn Sie einen der Bearbeitungszyklen 200 bis 209 und 251 bis 267 mit Zyklus 221 kombinieren, wirken der Sicherheits-Abstand, die Werkstück-Oberfläche, der 2. Sicherheits-Abstand und die Drehlage aus Zyklus 221.

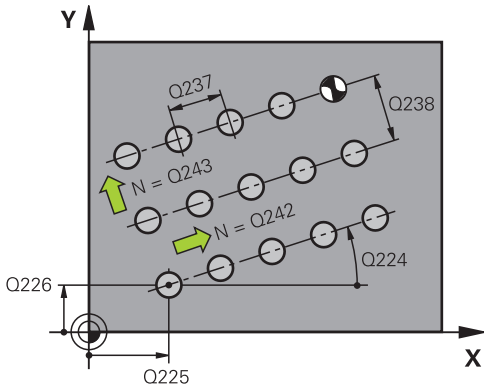
Wenn Sie den Zyklus 254 Runde Nut in Verbindung mit Zyklus 221 verwenden, dann ist die Nutlage 0 nicht erlaubt.

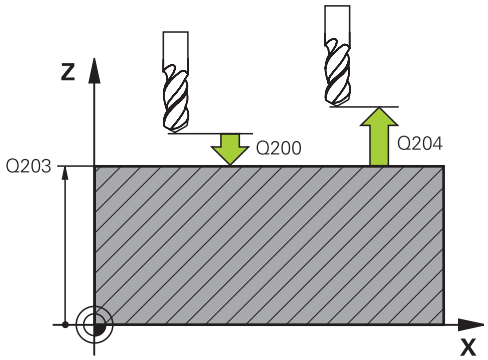
Wenn Sie diesen Zyklus im Einzelsatzbetrieb ablaufen lassen, hält die Steuerung zwischen den Punkten eines Punktemusters an.

Zyklusparameter



- **Q225 Startpunkt 1. Achse?** (absolut): Koordinate des Startpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- **Q226 Startpunkt 2. Achse?** (absolut): Koordinate des Startpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- **Q237 Abstand 1. Achse?** (inkremental): Abstand der einzelnen Punkte auf der Zeile
- **Q238 Abstand 2. Achse?** (inkremental): Abstand der einzelnen Zeilen voneinander
- **Q242 Anzahl Spalten?**: Anzahl der Bearbeitungen auf der Zeile
- **Q243 Anzahl Zeilen?**: Anzahl der Zeilen
- **Q224 Drehlage?** (absolut): Winkel, um den das gesamte Anordnungsbild gedreht wird; das Drehzentrum liegt im Startpunkt
- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstückoberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q203 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q301 Fahren auf sichere Höhe (0/1)?**: Festlegen, wie das Werkzeug zwischen den Bearbeitungen verfahren soll:
  0: Zwischen den Bearbeitungen auf Sicherheits-Abstand verfahren
  1: Zwischen den Bearbeitungen auf 2. Sicherheits-Abstand verfahren



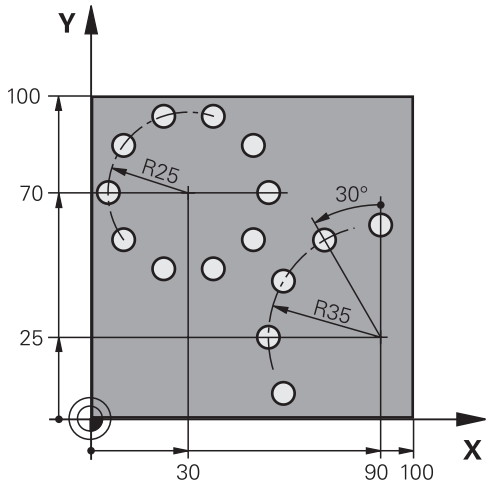


Beispiel

54 CYCL DEF 221 MUSTER LINIEN	
Q225=+15	;STARTPUNKT 1. ACHSE
Q226=+15	;STARTPUNKT 2. ACHSE
Q237=+10	;ABSTAND 1. ACHSE
Q238=+8	;ABSTAND 2. ACHSE
Q242=6	;ANZAHL SPALTEN
Q243=4	;ANZAHL ZEILEN
Q224=+15	;DREHLAGE
Q200=2	;SICHERHEITS-ABST.
Q203=+30	;KOOR. OBERFLAECHE
Q204=50	;2. SICHERHEITS-ABST.
Q301=1	;FAHREN AUF S. HOEHE

7.4 Programmierbeispiele

Beispiel: Lochkreise



0 BEGIN PGM BOHRB MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Rohteildefinition
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S3500	Werkzeugaufruf
4 L Z+250 R0 FMAX M3	Werkzeug freifahren
5 CYCL DEF 200 BOHREN	Zyklusdefinition Bohren
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-15 ;TIEFE	
Q206=250 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q202=4 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q210=0 ;VERWEILZEIT OBEN	
Q203=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	
Q204=0 ;2. SICHERHEITS-ABST.	
Q211=0.25 ;VERWEILZEIT UNTEN	
Q395=0 ;BEZUG TIEFE	
6 CYCL DEF 220 MUSTER KREIS	Zyklusdefinition Lochkreis 1, CYCL 200 wird automatisch gerufen, Q200, Q203 und Q204 wirken aus Zyklus 220
Q216=+30 ;MITTE 1. ACHSE	
Q217=+70 ;MITTE 2. ACHSE	
Q244=50 ;TEILKREIS-DURCHM.	
Q245=+0 ;STARTWINKEL	
Q246=+360 ;ENDWINKEL	
Q247=+0 ;WINKELSCHRITT	
Q241=10 ;ANZAHL BEARBEITUNGEN	
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q203=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	

Q204=100	;2. SICHERHEITS-ABST.	
Q301=1	;FAHREN AUF S. HOEHE	
Q365=0	;VERFAHRART	
7 CYCL DEF 220 MUSTER KREIS		Zyklusdefinition Lochkreis 2, CYCL 200 wird automatisch gerufen, Q200, Q203 und Q204 wirken aus Zyklus 220
Q216=+90	;MITTE 1. ACHSE	
Q217=+25	;MITTE 2. ACHSE	
Q244=70	;TEILKREIS-DURCHM.	
Q245=+90	;STARTWINKEL	
Q246=+360	;ENDWINKEL	
Q247=30	;WINKELSCHRITT	
Q241=5	;ANZAHL BEARBEITUNGEN	
Q200=2	;SICHERHEITS-ABST.	
Q203=+0	;KOOR. OBERFLAECHE	
Q204=100	;2. SICHERHEITS-ABST.	
Q301=1	;FAHREN AUF S. HOEHE	
Q365=0	;VERFAHRART	
8 L Z+250 R0 FMAX M2		Werkzeug freifahren, Programmende
9 END PGM BOHRB MM		

8

Bearbeitungs-zyklen: Konturtasche

8.1 SL-Zyklen

Grundlagen

Mit den SL-Zyklen können Sie komplexe Konturen aus bis zu zwölf Teilkonturen (Taschen oder Inseln) zusammensetzen. Die einzelnen Teilkonturen geben Sie als Unterprogramme ein. Aus der Liste der Teilkonturen (Unterprogramm-Nummern), die Sie im Zyklus 14 KONTUR angeben, berechnet die Steuerung die Gesamtkontur.

> Der Speicher für einen SL-Zyklus ist begrenzt. Sie können in einem SL-Zyklus maximal 16384 Konturelemente programmieren.
>
> SL-Zyklen führen intern umfangreiche und komplexe Berechnungen und daraus resultierende Bearbeitungen durch. Aus Sicherheitsgründen in jedem Fall vor dem Abarbeiten einen grafischen Programm-Test durchführen! Dadurch können Sie auf einfache Weise feststellen, ob die von der Steuerung ermittelte Bearbeitung richtig abläuft.
>
> Wenn Sie lokale Q-Parameter **QL** in einem Konturunterprogramm verwenden, müssen Sie diese auch innerhalb des Konturunterprogramms zuweisen oder berechnen.

Eigenschaften der Unterprogramme

- Koordinatenumrechnungen sind erlaubt. Werden sie innerhalb der Teilkonturen programmiert, wirken sie auch in den nachfolgenden Unterprogrammen, müssen aber nach dem Zyklusaufruf nicht zurückgesetzt werden
- Die Steuerung erkennt eine Tasche, wenn Sie die Kontur innen umlaufen, z. B. Beschreibung der Kontur im Uhrzeigersinn mit Radiuskorrektur RR
- Die Steuerung erkennt eine Insel, wenn Sie die Kontur außen umlaufen, z. B. Beschreibung der Kontur im Uhrzeigersinn mit Radiuskorrektur RL
- Die Unterprogramme dürfen keine Koordinaten in der Spindelachse enthalten
- Programmieren Sie im ersten NC-Satz des Unterprogramms immer beide Achsen
- Wenn Sie Q-Parameter verwenden, dann die jeweiligen Berechnungen und Zuweisungen nur innerhalb des jeweiligen Konturunterprogramms durchführen

Schema: Abarbeiten mit SL-Zyklen

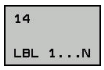
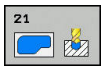
```
0 BEGIN PGM  SL2 MM
...
12 CYCL DEF 14  KONTUR ...
13 CYCL DEF 20  KONTUR-DATEN ...
...
16 CYCL DEF 21  VORBOHREN ...
17 CYCL CALL
...
18 CYCL DEF 22  RAEUMEN ...
19 CYCL CALL
...
22 CYCL DEF 23  SCHLICHTEN TIEFE ...
23 CYCL CALL
...
26 CYCL DEF 24  SCHLICHTEN SEITE ...
27 CYCL CALL
...
50 L  Z+250 R0  FMAX M2
51 LBL 1
...
55 LBL 0
56 LBL 2
...
60 LBL 0
...
99 END PGM  SL2 MM
```

Eigenschaften der Bearbeitungszyklen

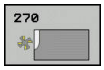
- Die Steuerung positioniert vor jedem Zyklus automatisch auf den Sicherheitsabstand – positionieren Sie das Werkzeug vor dem Zyklusaufruf auf eine sichere Position
- Jedes Tiefenniveau wird ohne Werkzeugabheben gefräst, Inseln werden seitlich umfahren
- Der Radius von „Innenecken“ ist programmierbar – das Werkzeug bleibt nicht stehen, Freischneidemarkierungen werden verhindert (gilt für äußerste Bahn beim Räumen und Seitenschlichten)
- Beim Seitenschlichten fährt die Steuerung die Kontur auf einer tangentialen Kreisbahn an
- Beim Tiefenschlichten fährt die Steuerung das Werkzeug ebenfalls auf einer tangentialen Kreisbahn an das Werkstück (z. B.: Spindelachse Z: Kreisbahn in Ebene Z/X)
- Die Steuerung bearbeitet die Kontur durchgehend im Gleichlauf oder im Gegenlauf

Die Maßangaben für die Bearbeitung, wie Frästiefe, Aufmaße und Sicherheitsabstand geben Sie zentral im Zyklus 20 als KONTUR-DATEN ein.

Übersicht

Softkey	Zyklus	Seite
	14 KONTUR (zwingend erforderlich)	223
	20 KONTUR-DATEN (zwingend erforderlich)	228
	21 VORBOHREN (wahlweise verwendbar)	230
	22 RAEUMEN (zwingend erforderlich)	232
	23 SCHLICHTEN TIEFE (wahlweise verwendbar)	236
	24 SCHLICHTEN SEITE (wahlweise verwendbar)	238

Erweiterte Zyklen:

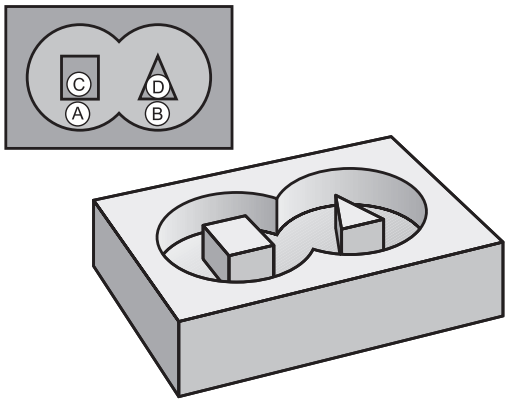
Softkey	Zyklus	Seite
	25 KONTURZUG	241
	270 KONTURZUG-DATEN	250

8.2 KONTUR (Zyklus 14, DIN/ISO: G37)

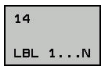
Beim Programmieren beachten!

In Zyklus 14 KONTUR listen Sie alle Unterprogramme auf, die zu einer Gesamtkontur überlagert werden sollen.

> Zyklus 14 ist DEF-Aktiv, das heißt ab seiner Definition im NC-Programm wirksam.
>
> In Zyklus 14 können Sie maximal 12 Unterprogramme (Teilkonturen) auflisten.



Zyklusparameter

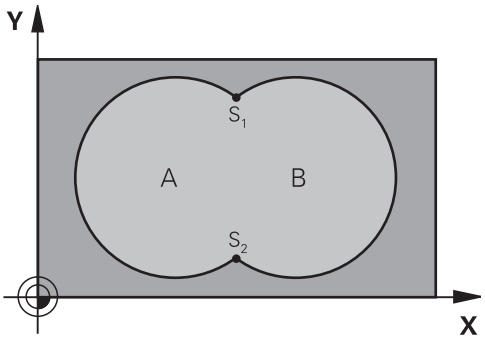


- **Label-Nummern für die Kontur**: Alle Labelnummern der einzelnen Unterprogramme eingeben, die zu einer Kontur überlagert werden sollen. Jede Nummer mit der Taste ENT bestätigen. Die Eingaben mit der Taste **END** abschließen. Eingabe von bis zu 12 Unterprogramm-Nummern 1 bis 65 535

8.3 Überlagerte Konturen

Grundlagen

Taschen und Inseln können Sie zu einer neuen Kontur überlagern. Damit können Sie die Fläche einer Tasche durch eine überlagerte Tasche vergrößern oder eine Insel verkleinern.



Beispiel

```
12 CYCL DEF 14.0  KONTUR
13 CYCL DEF 14.1
   KONTURLABEL1/2/3/4
```

Unterprogramme: Überlagerte Taschen

> Die nachfolgenden Beispiele sind Kontur-Unterprogramme, die in einem Hauptprogramm von Zyklus 14 KONTUR aufgerufen werden.

Die Taschen A und B überlagern sich.

Die Steuerung berechnet die Schnittpunkte S1 und S2. Sie müssen nicht programmiert werden.

Die Taschen sind als Vollkreise programmiert.

Unterprogramm 1: Tasche A

```
51 LBL 1
52 L  X+10 Y+50  RR
53 CC  X+35 Y+50
54 C  X+10 Y+50  DR-
55 LBL 0
```

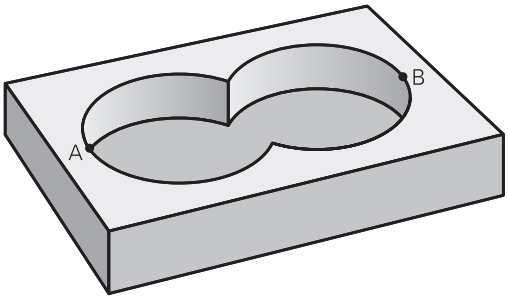
Unterprogramm 2: Tasche B

```
56 LBL 2
57 L  X+90 Y+50  RR
58 CC  X+65 Y+50
59 C  X+90 Y+50  DR-
60 LBL 0
```

„Summen“-Fläche

Beide Teilflächen A und B inklusive der gemeinsam überdeckten Fläche sollen bearbeitet werden:

- Die Flächen A und B müssen Taschen sein
- Die erste Tasche (in Zyklus 14) muss außerhalb der zweiten beginnen



Fläche A:

```
51 LBL 1
52 L  X+10 Y+50  RR
53 CC  X+35 Y+50
54 C  X+10 Y+50  DR-
55 LBL 0
```

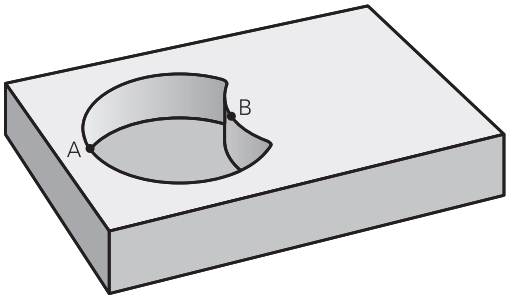
Fläche B:

```
56 LBL 2
57 L  X+90 Y+50  RR
58 CC  X+65 Y+50
59 C  X+90 Y+50  DR-
60 LBL 0
```

„Differenz“-Fläche

Fläche A soll ohne den von B überdeckten Anteil bearbeitet werden:

- Fläche A muss Tasche und B muss Insel sein.
- A muss außerhalb B beginnen.
- B muss innerhalb von A beginnen



Fläche A:

```
51 LBL 1
52 L  X+10 Y+50  RR
53 CC  X+35 Y+50
54 C  X+10 Y+50  DR-
55 LBL 0
```

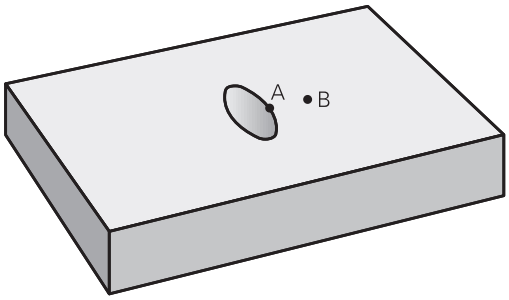
Fläche B:

```
56 LBL 2
57 L  X+40 Y+50  RL
58 CC  X+65 Y+50
59 C  X+40 Y+50  DR-
60 LBL 0
```

„Schnitt“-Fläche

Die von A und B überdeckte Fläche soll bearbeitet werden. (Einfach überdeckte Flächen sollen unbearbeitet bleiben.)

- A und B müssen Taschen sein
- A muss innerhalb B beginnen



Fläche A:

```
51 LBL 1
52 L  X+60 Y+50  RR
53 CC  X+35 Y+50
54 C  X+60 Y+50  DR-
55 LBL 0
```

Fläche B:

```
56 LBL 2
57 L  X+90 Y+50  RR
58 CC  X+65 Y+50
59 C  X+90 Y+50  DR-
60 LBL 0
```

8.4 KONTUR-DATEN (Zyklus 20, DIN/ISO: G120, Software-Option 19)

Beim Programmieren beachten!

In Zyklus 20 geben Sie Bearbeitungsinformationen für die Unterprogramme mit den Teilkonturen an.

Zyklus 20 ist DEF-Aktiv, das heißt Zyklus 20 ist ab seiner Definition im NC-Programm aktiv.

Die in Zyklus 20 angegebenen Bearbeitungsinformationen gelten für die Zyklen 21 bis 24.

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die Steuerung diesen Zyklus auf Tiefe = 0 aus.

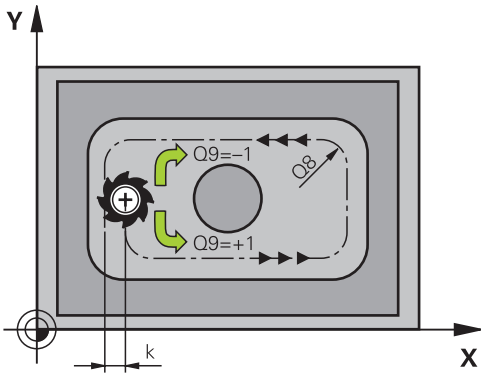
Wenn Sie SL-Zyklen in Q-Parameter-Programmen anwenden, dann dürfen Sie die Parameter Q1 bis Q20 nicht als Programm-Parameter benutzen.

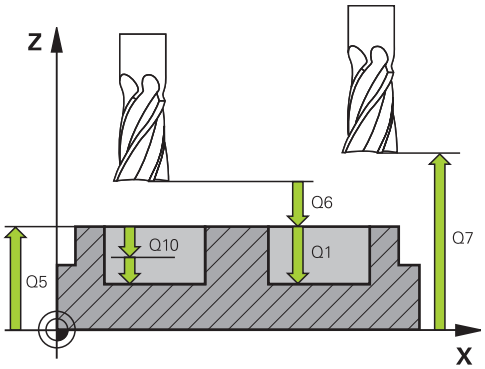
Zyklusparameter

20 KONTUR-DATEN

- **Q1 Frästiefe?** (inkremental): Abstand Werkstückoberfläche – Taschengrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q2 Bahn-Überlappung Faktor?**: Q2 x-Werkzeug-Radius ergibt die seitliche Zustellung k. Eingabebereich -0,0001 bis 1,9999
- **Q3 Schlichtaufmaß Seite?** (inkremental): Schlicht-Aufmaß in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q4 Schlichtaufmaß Tiefe?** (inkremental): Schlicht-Aufmaß für die Tiefe. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q5 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Absolute Koordinate der Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q6 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q7 Sichere Höhe?** (absolut): Absolute Höhe, in der keine Kollision mit dem Werkstück erfolgen kann (für Zwischenpositionierung und Rückzug am Zyklusende). Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q8 Innen-Rundungsradius?**: Verrundungs-Radius an Innen-„Ecken"; Eingegebener Wert bezieht sich auf die Werkzeug-Mittelpunktsbahn und wird verwendet, um weichere Verfahrbewegungen zwischen Konturelementen zu errechnen. **Q8 ist kein Radius, den die Steuerung als separates Konturelement zwischen programmierte Elemente einfügt!** Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q9 Drehsinn? Uhrzeigersinn = -1**: Bearbeitungsrichtung für Taschen
  - Q9 = -1 Gegenlauf für Tasche und Insel
  - Q9 = +1 Gleichlauf für Tasche und Insel

Sie können die Bearbeitungsparameter bei einer Programmunterbrechung überprüfen und ggf. überschreiben.





Beispiel

57 CYCL DEF 20 KONTUR-DATEN	
Q1=-20	;FRAESTIEFE
Q2=1	;BAHN-UEBERLAPPUNG
Q3=+0.2	;AUFMASS SEITE
Q4=+0.1	;AUFMASS TIEFE
Q5=+30	;KOOR. OBERFLAECHE
Q6=2	;SICHERHEITS-ABST.
Q7=+80	;SICHERE HOEHE
Q8=0.5	;RUNDUNGSRADIUS
Q9=+1	;DREHSINN

8.5 VORBOHREN (Zyklus 21, DIN/ISO: G121, Software-Option 19)

Zyklusablauf

Sie verwenden Zyklus 21 VORBOHREN, wenn Sie anschließend ein Werkzeug zum Ausräumen Ihrer Kontur verwenden, das keinen über Mitte schneidenden Stirnzahn besitzt (DIN 844). Dieser Zyklus fertigt eine Bohrung in dem Bereich an, der später z. B. mit Zyklus 22 geräumt wird. Zyklus 21 berücksichtigt für die Einstichpunkte das Schlichtaufmaß Seite und das Schlichtaufmaß Tiefe sowie den Radius des Ausräumwerkzeugs. Die Einstichpunkte sind gleichzeitig die Startpunkte für das Räumen.

Vor dem Aufruf von Zyklus 21 müssen Sie zwei weitere Zyklen programmieren:

- **Zyklus 14 KONTUR** oder SEL CONTOUR - wird von Zyklus 21 VORBOHREN benötigt, um die Bohrposition in der Ebene zu ermitteln
- **Zyklus 20 KONTUR-DATEN** - wird von Zyklus 21 VORBOHREN benötigt, um z. B. die Bohrtiefe und den Sicherheitsabstand zu ermitteln

Zyklusablauf:

1. Die Steuerung positioniert zuerst das Werkzeug in der Ebene (Position resultiert aus der Kontur, die Sie zuvor mit Zyklus 14 oder SEL CONTOUR definiert haben, und aus den Informationen über das Ausräumwerkzeug)
2. Anschließend bewegt sich das Werkzeug im Eilgang **FMAX** auf den Sicherheitsabstand. (Sicherheitsabstand geben Sie im Zyklus 20 KONTUR-DATEN an)
3. Das Werkzeug bohrt mit dem eingegebenen Vorschub **F** von der aktuellen Position bis zur ersten Zustelltiefe
4. Danach fährt die Steuerung das Werkzeug im Eilgang **FMAX** zurück und wieder bis zur ersten Zustelltiefe, verringert um den Vorhalteabstand t
5. Die Steuerung ermittelt den Vorhalteabstand selbsttätig:
   - Bohrtiefe bis 30 mm: t = 0,6 mm
   - Bohrtiefe über 30 mm: t = Bohrtiefe/50
   - maximaler Vorhalteabstand: 7 mm
6. Anschließend bohrt das Werkzeug mit dem eingegebenen Vorschub **F** um eine weitere Zustelltiefe
7. Die Steuerung wiederholt diesen Ablauf (1 bis 4), bis die eingegebene Bohrtiefe erreicht ist. Dabei wird das Schlichtaufmaß Tiefe berücksichtigt
8. Abschließend fährt das Werkzeug in der Werkzeugachse zurück auf die sichere Höhe oder auf die zuletzt vor dem Zyklus programmierte Position. Abhängig von Parameter **ConfigDatum**, **CfgGeoCycle** (Nr. 201000), **posAfterContPocket** (Nr. 201007).

Beim Programmieren beachten!

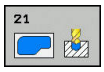
Die Steuerung berücksichtigt einen im **TOOL CALL**-Satz programmierten Deltawert **DR** nicht zur Berechnung der Einstichpunkte.

An Engstellen kann die Steuerung ggf. nicht mit einem Werkzeug vorbohren, das größer ist als das Schruppwerkzeug.

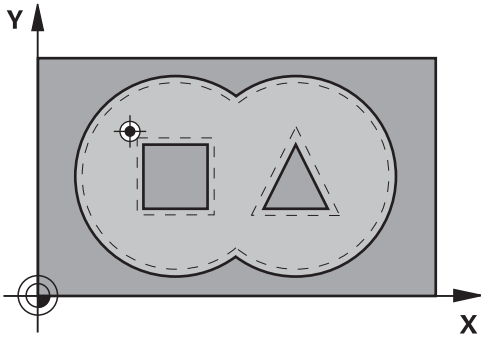
Wenn Q13=0 ist, werden die Daten des Werkzeugs verwendet, das sich in der Spindel befindet.

Positionieren Sie nach Zyklusende Ihr Werkzeug in der Ebene nicht inkremental, sondern auf eine absolute Position, wenn Sie den Parameter **ConfigDatum**, **CfgGeoCycle** (Nr. 201000), **posAfterContPocket** (Nr. 201007) auf **ToolAxClearanceHeight** eingestellt haben.

Zyklusparameter



- **Q10 Zustell-Tiefe?** (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird (Vorzeichen bei negativer Arbeitsrichtung „–“). Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q11 Vorschub Tiefenzustellung?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q13 Ausräum-Werkzeug Nummer/Name?** bzw. QS13: Nummer oder Name des Ausräum-Werkzeugs. Sie haben die Möglichkeit, per Softkey das Werkzeug direkt aus der Werkzeugtabelle zu übernehmen.

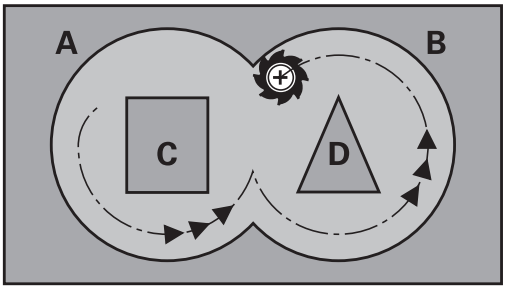


Beispiel

```
58 CYCL DEF 21  VORBOHREN
    Q10=+5      ;ZUSTELL-TIEFE
    Q11=100     ;VORSCHUB TIEFENZ.
    Q13=1       ;AUSRAEUM-WERKZEUG
```

8.6 RAEUMEN (Zyklus 22, DIN/ISO: G122, Software-Option 19)

Zyklusablauf



Mit Zyklus 22 RÄUMEN legen Sie die Technologiedaten für das Ausräumen fest.

Vor dem Aufruf von Zyklus 22 müssen Sie weitere Zyklen programmieren:

- Zyklus 14 KONTUR oder SEL CONTOUR
- Zyklus 20 KONTUR-DATEN
- ggf. Zyklus 21 VORBOHREN

Zyklusablauf

1. Die Steuerung positioniert das Werkzeug über den Einstichpunkt; dabei wird das Schlichtaufmaß Seite berücksichtigt
2. In der ersten Zustelltiefe fräst das Werkzeug mit dem Fräsvorschub Q12 die Kontur von innen nach außen
3. Dabei werden die Inselkonturen (hier: C/D) mit einer Annäherung an die Taschenkontur (hier: A/B) freigefräst
4. Im nächsten Schritt fährt die Steuerung das Werkzeug auf die nächste Zustelltiefe und wiederholt den Ausräumvorgang, bis die programmierte Tiefe erreicht ist
5. Abschließend fährt das Werkzeug in der Werkzeugachse zurück auf die sichere Höhe oder auf die zuletzt vor dem Zyklus programmierte Position. Abhängig von Parameter **ConfigDatum**, **CfgGeoCycle** (Nr. 201000), **posAfterContPocket** (Nr. 201007).

Beim Programmieren beachten!

Ggf. Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn verwenden (DIN 844), oder Vorbohren mit Zyklus 21.

Das Eintauchverhalten des Zyklus 22 legen Sie mit dem Parameter Q19 und in der Werkzeug-Tabelle mit den Spalten **ANGLE** und **LCUTS** fest:

- Wenn Q19=0 definiert ist, dann taucht die Steuerung senkrecht ein, auch wenn für das aktive Werkzeug ein Eintauchwinkel (**ANGLE**) definiert ist
- Wenn Sie **ANGLE**=90° definieren, taucht die Steuerung senkrecht ein. Als Eintauchvorschub wird dann der Pendelvorschub Q19 verwendet
- Wenn der Pendelvorschub Q19 im Zyklus 22 definiert ist und **ANGLE** zwischen 0.1 und 89.999 in der Werkzeugtabelle definiert ist, taucht die Steuerung mit dem festgelegten **ANGLE** helixförmig ein
- Wenn der Pendelvorschub im Zyklus 22 definiert ist und kein **ANGLE** in der Werkzeugtabelle steht, dann gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus
- Sind die Geometrieverhältnisse so, dass nicht helixförmig eingetaucht werden kann (Nut), so versucht die Steuerung pendelnd einzutauchen. Die Pendellänge berechnet sich dann aus **LCUTS** und **ANGLE** (Pendellänge = **LCUTS** / tan **ANGLE**)

Bei Taschenkonturen mit spitzen Innenecken kann bei Verwendung eines Überlappungsfaktors von größer 1 Restmaterial beim Ausräumen stehen bleiben. Insbesondere die innerste Bahn per Testgrafik prüfen und ggf. den Überlappungsfaktor geringfügig ändern. Dadurch lässt sich eine andere Schnittaufteilung erreichen, was oftmals zum gewünschten Ergebnis führt.

Beim Nachräumen berücksichtigt die Steuerung einen definierten Verschleißwert **DR** des Vorräumwerkzeuges nicht.

Ist während der Bearbeitung **M110** aktiv, so wird bei innen korrigierten Kreisbögen der Vorschub dementsprechend reduziert.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie den Parameter **posAfterContPocket** (Nr. 201007) auf **ToolAxClearanceHeight** eingestellt haben, positioniert die Steuerung das Werkzeug nach Zyklusende nur in Werkzeugachsrichtung auf die sichere Höhe. Die Steuerung positioniert das Werkzeug nicht in der Bearbeitungsebene.

- Werkzeug nach Zyklus Ende mit allen Koordinaten der Bearbeitungsebene positionieren, z. B. **L X+80 Y+0 R0 FMAX**
- Nachdem Zyklus eine absolute Position programmieren, keine inkrementale Verfahrbewegung

Zyklusparameter

- **Q10 Zustell-Tiefe?** (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q11 Vorschub Tiefenzustellung?**: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Spindelachse. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q12 Vorschub ausräumen?**: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q18 Vorräum-Werkzeug?** bzw. **QS18**: Nummer oder Name des Werkzeugs, mit dem die Steuerung bereits vorgeräumt hat. Sie haben die Möglichkeit, per Softkey das Vorräum-Werkzeug direkt aus der Werkzeugtabelle zu übernehmen. Außerdem können Sie mit dem Softkey **Werkzeug-Name** selbst den Werkzeugnamen eingeben. Die Steuerung fügt das Anführungszeichen oben-Zeichen automatisch ein, wenn Sie das Eingabefeld verlassen. Falls nicht vorgeräumt wurde „0“ eingeben; falls Sie hier eine Nummer oder einen Namen eingeben, räumt die Steuerung nur den Teil aus, der mit dem Vorräum-Werkzeug nicht bearbeitet werden konnte. Falls der Nachräumbereich nicht seitlich anzufahren ist, taucht die Steuerung pendelnd ein; dazu müssen Sie in der Werkzeugtabelle TOOL.T, die Schneidenlänge **LCUTS** und den maximalen Eintauchwinkel **ANGLE** des Werkzeugs definieren. Eingabebereich 0 bis 99999 bei Nummerneingabe, maximal 16 Zeichen bei Namenseingabe
- **Q19 Vorschub pendeln?**: Pendelvorschub in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q208 Vorschub Rückzug?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Herausfahren nach der Bearbeitung in mm/min. Wenn Sie Q208=0 eingeben, dann fährt die Steuerung das Werkzeug mit Vorschub Q12 heraus. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FMAX, FAUTO**

Beispiel

```
59 CYCL DEF 22  AUSRAEUMEN
    Q10=+5      ;ZUSTELL-TIEFE
    Q11=100     ;VORSCHUB TIEFENZ.
    Q12=750     ;VORSCHUB RAEUMEN
    Q18=1       ;VORRAEUM-WERKZEUG
    Q19=150     ;VORSCHUB PENDELN
    Q208=9999   ;VORSCHUB RUECKZUG
    Q401=80     ;VORSCHUBFAKTOR
    Q404=0      ;NACHRAEUMSTRATEGIE
```

- **Q401 Vorschubfaktor in %?**: Prozentualer Faktor, auf den die Steuerung den Bearbeitungsvorschub (Q12) reduziert, sobald das Werkzeug beim Ausräumen mit dem vollen Umfang im Material verfährt. Wenn Sie die Vorschubreduzierung nutzen, dann können Sie den Vorschub Ausräumen so groß definieren, dass bei der im Zyklus 20 festgelegten Bahnüberlappung (Q2) optimale Schnittbedingungen herrschen. Die Steuerung reduziert dann an Übergängen oder Engstellen den Vorschub wie von Ihnen definiert, sodass die Bearbeitungszeit insgesamt kleiner sein sollte.
  Eingabebereich 0,0001 bis 100,0000
- **Q404 Nachräumstrategie (0/1)?**: Festlegen, wie die Steuerung beim Nachräumen verfahren soll, wenn der Radius des Nachräumwerkzeuges gleich oder größer als die Hälfte des Radius des Vorräumwerkzeuges ist.
  Q404=0:
  Die Steuerung verfährt das Werkzeug zwischen den nachzuräumenden Bereichen auf aktueller Tiefe entlang der Kontur
  Q404=1:
  Die Steuerung zieht das Werkzeug zwischen den nachzuräumenden Bereichen auf Sicherheitsabstand zurück und fährt anschließend zum Startpunkt des nächsten Ausräumbereiches

8.7 SCHLICHTEN TIEFE (Zyklus 23, DIN/ISO: G123, Software-Option 19)

Zyklusablauf

Mit dem Zyklus 23 SCHLICHTEN TIEFE wird das im Zyklus 20 programmierte Aufmaß Tiefe geschlichtet. Die Steuerung fährt das Werkzeug weich (vertikaler Tangentialkreis) auf die zu bearbeitende Fläche, wenn hierfür genügend Platz vorhanden ist. Bei beengten Platzverhältnissen fährt die Steuerung das Werkzeug senkrecht auf Tiefe. Anschließend wird das beim Ausräumen verbliebene Schlichtaufmaß abgefräst.

Vor dem Aufruf von Zyklus 23 müssen Sie weitere Zyklen programmieren:

- Zyklus 14 KONTUR oder SEL CONTOUR
- Zyklus 20 KONTUR-DATEN
- ggf. Zyklus 21 VORBOHREN
- ggf. Zyklus 22 AUSRÄUMEN

Zyklusablauf

1. Die Steuerung positioniert das Werkzeug auf die Sichere Höhe im Eilgang FMAX.
2. Anschließend folgt eine Bewegung in der Werkzeugachse im Vorschub Q11.
3. Die Steuerung fährt das Werkzeug weich (vertikaler Tangentialkreis) auf die zu bearbeitende Fläche, wenn hierfür genügend Platz vorhanden ist. Bei beengten Platzverhältnissen fährt die Steuerung das Werkzeug senkrecht auf Tiefe
4. Das beim Ausräumen verbliebene Schlichtaufmaß wird abgefräst
5. Abschließend fährt das Werkzeug in der Werkzeugachse zurück auf die sichere Höhe oder auf die zuletzt vor dem Zyklus programmierte Position. Abhängig von Parameter **ConfigDatum**, **CfgGeoCycle** (Nr. 201000), **posAfterContPocket** (Nr. 201007).

Beim Programmieren beachten!

Die Steuerung ermittelt den Startpunkt für das Schlichten Tiefe selbständig. Der Startpunkt ist abhängig von den Platzverhältnissen in der Tasche.

Der Einfahrradius zum Anpositionieren auf die Endtiefe ist intern fest definiert und unabhängig vom Eintauchwinkel des Werkzeugs.

Ist während der Bearbeitung **M110** aktiv, so wird bei innen korrigierten Kreisbögen der Vorschub dementsprechend reduziert.

HINWEIS

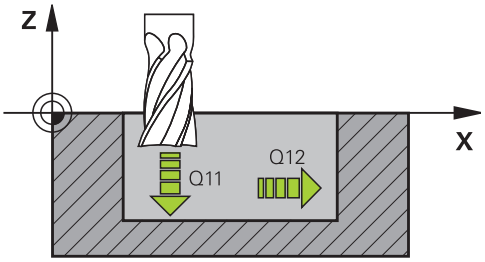
Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie den Parameter **posAfterContPocket** (Nr. 201007) auf **ToolAxClearanceHeight** eingestellt haben, positioniert die Steuerung das Werkzeug nach Zyklusende nur in Werkzeugachsrichtung auf die sichere Höhe. Die Steuerung positioniert das Werkzeug nicht in der Bearbeitungsebene.

- Werkzeug nach Zyklus Ende mit allen Koordinaten der Bearbeitungsebene positionieren, z. B. **L X+80 Y+0 R0 FMAX**
- Nachdem Zyklus eine absolute Position programmieren, keine inkrementale Verfahrbewegung

Zyklusparameter

- **Q11 Vorschub Tiefenzustellung?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q12 Vorschub ausräumen?**: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q208 Vorschub Rückzug?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Herausfahren nach der Bearbeitung in mm/min. Wenn Sie Q208=0 eingeben, dann fährt die Steuerung das Werkzeug mit Vorschub Q12 heraus. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FMAX, FAUTO**



Beispiel

```
60 CYCL DEF 23  SCHLICHTEN TIEFE
    Q11=100     ;VORSCHUB TIEFENZ.
    Q12=350     ;VORSCHUB RAEUMEN
    Q208=9999   ;VORSCHUB RUECKZUG
```

8.8 SCHLICHTEN SEITE (Zyklus 24, DIN/ISO: G124, Software-Option 19)

Zyklusablauf

Mit dem Zyklus 24 **SCHLICHTEN SEITE** wird das im Zyklus 20 programmierte Aufmaß Seite geschlichtet. Sie können diesen Zyklus im Gleichlauf oder im Gegenlauf ausführen lassen.

Vor dem Aufruf von Zyklus 24 müssen Sie weitere Zyklen programmieren:

- Zyklus 14 KONTUR oder SEL CONTOUR
- Zyklus 20 KONTUR-DATEN
- ggf. Zyklus 21 Vorbohren
- ggf. Zyklus 22 AUSRÄUMEN

Zyklusablauf

1. Die Steuerung positioniert das Werkzeug über dem Bauteil auf den Startpunkt der Anfahrposition. Diese Position in der Ebene ergibt sich durch eine tangentiale Kreisbahn, auf der die Steuerung das Werkzeug dann an die Kontur führt
2. Anschließend bewegt die Steuerung das Werkzeug auf die erste Zustelltiefe im Vorschub Tiefenzustellung
3. Die Steuerung fährt weich an die Kontur an, bis die gesamte Kontur geschlichtet ist. Dabei wird jede Teilkontur separat geschlichtet
4. Die Steuerung fährt in einem tangentialen Helixbogen an die Schlichtkontur an bzw. ab. Die Starthöhe der Helix ist 1/25 vom Sicherheitsabstand Q6 höchstens jedoch die verbleibende letzte Zustelltiefe über der Endtiefe
5. Abschließend fährt das Werkzeug in der Werkzeugachse zurück auf die sichere Höhe oder auf die zuletzt vor dem Zyklus programmierte Position. Abhängig von Parameter **ConfigDatum**, **CfgGeoCycle** (Nr. 201000), **posAfterContPocket** (Nr. 201007).

Beim Programmieren beachten!

Die Summe aus Schlichtaufmaß Seite (Q14) und Schlichtwerkzeug-Radius muss kleiner sein als die Summe aus Schlichtaufmaß Seite (Q3, Zyklus 20) und Räumwerkzeug-Radius.

Wenn im Zyklus 20 kein Aufmaß definiert wurde, gibt die Steuerung eine Fehlermeldung "Werkzeugradius zu groß" aus.

Das Aufmaß Seite Q14 bleibt nach dem Schlichten stehen, es muss also kleiner sein als das Aufmaß im Zyklus 20.

Wenn Sie Zyklus 24 abarbeiten ohne zuvor mit Zyklus 22 ausgeräumt zu haben, gilt oben aufgestellte Berechnung ebenso; der Radius des Räum-Werkzeugs hat dann den Wert „0“.

Sie können Zyklus 24 auch zum Konturfräsen verwenden. Sie müssen dann:

- die zu fräsende Kontur als einzelne Insel definieren (ohne Taschenbegrenzung)
- im Zyklus 20 das Schlichtaufmaß (Q3) größer eingeben als die Summe aus Schlichtaufmaß Q14 + Radius des verwendeten Werkzeugs

Die Steuerung ermittelt den Startpunkt fürs Schlichten selbständig. Der Startpunkt ist abhängig von den Platzverhältnissen in der Tasche und dem im Zyklus 20 programmierten Aufmaß.

Die Steuerung berechnet den Startpunkt auch in Abhängigkeit von der Reihenfolge beim Abarbeiten. Wenn Sie den Schlichtzyklus mit der Taste GOTO anwählen und das NC-Programm dann starten, kann der Startpunkt an einer anderen Stelle liegen, als wenn Sie das NC-Programm in der definierten Reihenfolge abarbeiten.

Ist während der Bearbeitung **M110** aktiv, so wird bei innen korrigierten Kreisbögen der Vorschub dementsprechend reduziert.

HINWEIS

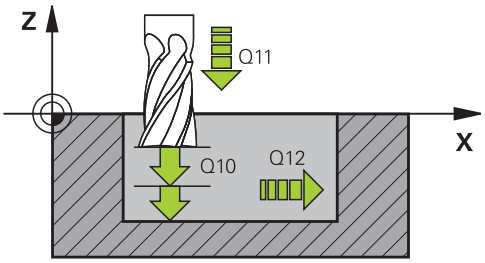
Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie den Parameter **posAfterContPocket** (Nr. 201007) auf **ToolAxClearanceHeight** eingestellt haben, positioniert die Steuerung das Werkzeug nach Zyklusende nur in Werkzeugachsrichtung auf die sichere Höhe. Die Steuerung positioniert das Werkzeug nicht in der Bearbeitungsebene.

- Werkzeug nach Zyklus Ende mit allen Koordinaten der Bearbeitungsebene positionieren, z. B. **L X+80 Y+0 R0 FMAX**
- Nachdem Zyklus eine absolute Position programmieren, keine inkrementale Verfahrbewegung

Zyklusparameter

- **Q9 Drehsinn? Uhrzeigersinn = -1**: Bearbeitungsrichtung:
  +1: Drehung im Gegen-Uhrzeigersinn
  –1: Drehung im Uhrzeigersinn
- **Q10 Zustell-Tiefe?** (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q11 Vorschub Tiefenzustellung?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q12 Vorschub ausräumen?**: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q14 Schlichtaufmaß Seite?** (inkremental): Das Aufmaß Seite Q14 bleibt nach dem Schlichten stehen. (Dieses Aufmaß muss kleiner sein als das Aufmaß im Zyklus 20). Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q438 Nummer/Name Ausräum-Werkzeug Q438** bzw. **QS438**: Nummer oder Name des Werkzeugs, mit dem die Steuerung die Konturtasche ausgeräumt hat. Sie haben die Möglichkeit per Softkey das Vorräumwerkzeug direkt aus der Werkzeugtabelle zu übernehmen. Außerdem können Sie mit dem Softkey **Werkzeug-Name** selbst den Werkzeugnamen eingeben. Wenn Sie das Eingabefeld verlassen, fügt die Steuerung das Anführungszeichen oben automatisch ein. Eingabebereich bei Nummerneingabe -1 bis +32767,9
  Q438=-1: Das zuletzt verwendete Werkzeug wird als Ausräumwerkzeug angenommen (Standardverhalten)
  Q438=0: Falls nicht vorgeräumt wurde, 0 eingeben. Ausräumwerkzeug wird mit Radius 0 angenommen



Beispiel

61 CYCL DEF 24 SCHLICHTEN SEITE	
Q9=+1	;DREHSINN
Q10=+5	;ZUSTELL-TIEFE
Q11=100	;VORSCHUB TIEFENZ.
Q12=350	;VORSCHUB RAEUMEN
Q14=+0	;AUFMASS SEITE
Q438=-1	;NUMMER/NAME AUSRÄUM-WERKZEUG?

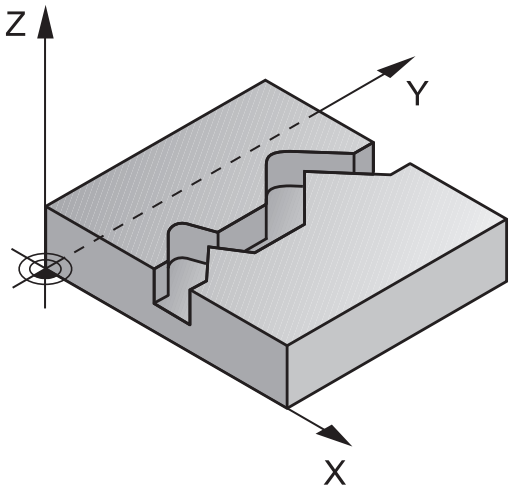
8.9 KONTUR-ZUG (Zyklus 25, DIN/ISO: G125, Software-Option 19)

Zyklusablauf

Mit diesem Zyklus lassen sich zusammen mit Zyklus 14 KONTUR - offene und geschlossene Konturen bearbeiten.

Der Zyklus 25 KONTUR-ZUG bietet gegenüber der Bearbeitung einer Kontur mit Positioniersätzen erhebliche Vorteile:

- Die Steuerung überwacht die Bearbeitung auf Hinterschneidungen und Konturverletzungen. Kontur mit der Testgrafik prüfen
- Ist der Werkzeugradius zu groß, so muss die Kontur an Innenecken evtl. nachbearbeitet werden
- Die Bearbeitung lässt sich durchgehend im Gleich- oder Gegenlauf ausführen. Die Fräsart bleibt sogar erhalten, wenn Konturen gespiegelt werden
- Bei mehreren Zustellungen kann die Steuerung das Werkzeug hin und her verfahren: Dadurch verringert sich die Bearbeitungszeit
- Sie können Aufmaße eingeben, um in mehreren Arbeitsgängen zu schruppen und zu schlichten



Beim Programmieren beachten!

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

Die Steuerung berücksichtigt nur das erste Label aus Zyklus 14 KONTUR.

Wenn Sie lokale Q-Parameter **QL** in einem Konturunterprogramm verwenden, müssen Sie diese auch innerhalb des Konturunterprogramms zuweisen oder berechnen.

Der Speicher für einen SL-Zyklus ist begrenzt. Sie können in einem SL-Zyklus maximal 16384 Konturelemente programmieren.

Zyklus 20 **KONTUR-DATEN** wird nicht benötigt.

Ist während der Bearbeitung **M110** aktiv, so wird bei innen korrigierten Kreisbögen der Vorschub dementsprechend reduziert.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie den Parameter **posAfterContPocket** (Nr. 201007) auf **ToolAxClearanceHeight** eingestellt haben, positioniert die Steuerung das Werkzeug nach Zyklusende nur in Werkzeugachsrichtung auf die sichere Höhe. Die Steuerung positioniert das Werkzeug nicht in der Bearbeitungsebene.

- Werkzeug nach Zyklus Ende mit allen Koordinaten der Bearbeitungsebene positionieren, z. B. **L X+80 Y+0 R0 FMAX**
- Nachdem Zyklus eine absolute Position programmieren, keine inkrementale Verfahrbewegung

Zyklusparameter

- **Q1 Frästiefe?** (inkremental): Abstand zwischen Werkstückoberfläche und Konturgrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q3 Schlichtaufmaß Seite?** (inkremental): Schlicht-Aufmaß in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q5 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Absolute Koordinate der Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q7 Sichere Höhe?** (absolut): Absolute Höhe, in der keine Kollision mit dem Werkstück erfolgen kann (für Zwischenpositionierung und Rückzug am Zyklusende). Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q10 Zustell-Tiefe?** (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q11 Vorschub Tiefenzustellung?**: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Spindelachse. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q12 Vorschub ausräumen?**: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q15 Fräsart? Gegenlauf = -1**:
  Gleichlauf-Fräsen: Eingabe = +1
  Gegenlauf-Fräsen: Eingabe = –1
  Abwechselnd im Gleich- und Gegenlauf fräsen bei mehreren Zustellungen: Eingabe = 0

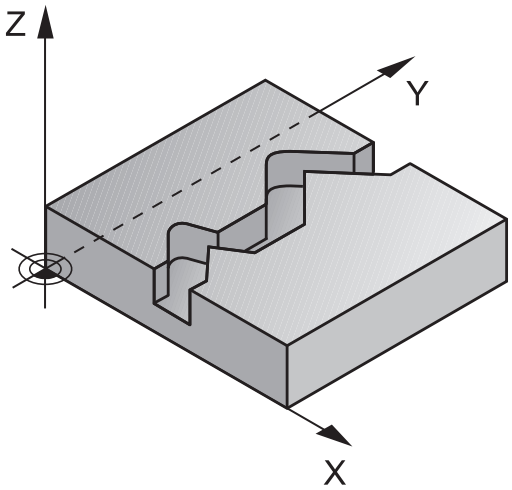
Beispiel

```
62 CYCL DEF 25  KONTUR-ZUG
    Q1=-20        ;FRAESTIEFE
    Q3=+0         ;AUFMASS SEITE
    Q5=+0         ;KOOR. OBERFLAECHE
    Q7=+50        ;SICHERE HOEHE
    Q10=+5        ;ZUSTELL-TIEFE
    Q11=100       ;VORSCHUB TIEFENZ.
    Q12=350       ;VORSCHUB RAEUMEN
    Q15=-1        ;FRAESART
    Q18=0         ;VORRAEUM-WERKZEUG
    Q446=+0,01;RESTMATERIAL
    Q447=+10      ;VERBINDUNGSABSTAND
    Q448=+2       ;BAHNVERLAENGERUNG
```

- **Q18 Vorräum-Werkzeug?** bzw. **QS18**: Nummer oder Name des Werkzeugs, mit dem die Steuerung bereits vorgeräumt hat. Sie haben die Möglichkeit, per Softkey das Vorräum-Werkzeug direkt aus der Werkzeugtabelle zu übernehmen. Außerdem können Sie mit dem Softkey **Werkzeug-Name** selbst den Werkzeugnamen eingeben. Die Steuerung fügt das Anführungszeichen oben-Zeichen automatisch ein, wenn Sie das Eingabefeld verlassen. Falls nicht vorgeräumt wurde „0“ eingeben; falls Sie hier eine Nummer oder einen Namen eingeben, räumt die Steuerung nur den Teil aus, der mit dem Vorräum-Werkzeug nicht bearbeitet werden konnte. Falls der Nachräumbereich nicht seitlich anzufahren ist, taucht die Steuerung pendelnd ein; dazu müssen Sie in der Werkzeugtabelle TOOL.T, die Schneidenlänge **LCUTS** und den maximalen Eintauchwinkel **ANGLE** des Werkzeugs definieren. Eingabebereich 0 bis 99999 bei Nummerneingabe, maximal 16 Zeichen bei Namenseingabe
- **Q446 Akzeptiertes Restmaterial?** Geben Sie an, bis zu welchem Wert in mm Sie Restmaterial auf Ihrer Kontur akzeptieren. Wenn Sie z. B. 0,01 mm eingeben, führt die Steuerung ab einer Restmaterialdicke von 0,01 mm keine Restmaterialbearbeitung mehr durch. Eingabebereich 0,001 bis 9,999
- **Q447 Maximaler Verbindungsabstand?** Maximaler Abstand zwischen zwei nachzuräumenden Bereichen. Innerhalb dieses Abstands verfährt die Steuerung ohne Abhebebewegung, auf der Bearbeitungstiefe entlang der Kontur. Eingabebereich 0 bis 999,9999
- **Q448 Bahnverlängerung?** Betrag für die Verlängerung der Werkzeugbahn am Konturanfang und Konturende. Die Steuerung verlängert die Werkzeugbahn immer parallel zur Kontur. Eingabebereich 0 bis 99,999

8.10 KONTUR-ZUG 3D (Zyklus 276, DIN/ISO: G276, Software-Option 19)

Zyklusablauf



Mit diesem Zyklus lassen sich zusammen mit Zyklus 14 KONTUR und Zyklus 270 KONTURZUG-DATEN offene und geschlossene Konturen bearbeiten. Sie können auch mit einer automatischen Restmaterialerkennung arbeiten. Dadurch können Sie z. B. Innenecken nachträglich mit einem kleineren Werkzeug fertig bearbeiten.

Zyklus 276 KONTUR-ZUG 3D verarbeitet im Vergleich zu Zyklus 25 KONTUR-ZUG auch Koordinaten der Werkzeugachse, die im Konturunterprogramm definiert sind. Dadurch kann dieser Zyklus 3-dimensionale Konturen bearbeiten.

Es ist zu Empfehlen, Zyklus 270 KONTURZUG-DATEN vor Zyklus 276 KONTUR-ZUG 3D zu programmieren.

Bearbeiten einer Kontur ohne Zustellung: Frästiefe Q1=0

1 Das Werkzeug fährt auf den Startpunkt der Bearbeitung. Dieser Startpunkt ergibt sich durch den ersten Konturpunkt, der gewählten Fräsart und den Parametern aus dem zuvor definierten Zyklus 270 KONTURZUG-DATEN wie z. B. der Anfahrart. Hier bewegt die Steuerung das Werkzeug auf die erste Zustelltiefe
2 Die Steuerung fährt entsprechend dem zuvor definierten Zyklus 270 KONTURZUG-DATEN an die Kontur an und führt anschließend die Bearbeitung bis zum Ende der Kontur durch
3 Am Ende der Kontur erfolgt die Abfahrbewegung wie in Zyklus 270 KONTURZUG-DATEN definiert
4 Abschließend positioniert die Steuerung das Werkzeug auf die sichere Höhe

Bearbeiten einer Kontur mit Zustellung: Frästiefe Q1 ungleich 0 und Zustelltiefe Q10 definiert

1 Das Werkzeug fährt auf den Startpunkt der Bearbeitung. Dieser Startpunkt ergibt sich durch den ersten Konturpunkt, der gewählten Fräsart und den Parametern aus dem zuvor definierten Zyklus 270 KONTURZUG-DATEN wie z. B. der Anfahrart. Hier bewegt die Steuerung das Werkzeug auf die erste Zustelltiefe
2 Die Steuerung fährt entsprechend dem zuvor definierten Zyklus 270 KONTURZUG-DATEN an die Kontur an und führt anschließend die Bearbeitung bis zum Ende der Kontur durch
3 Wenn eine Bearbeitung im Gleich- und Gegenlauf gewählt ist (Q15=0), führt die Steuerung eine pendelnde Bewegung durch. Sie führt die Zustellbewegung am Ende und am Konturstartpunkt aus. Wenn Q15 ungleich 0, fährt die Steuerung das Werkzeug auf sicherer Höhe zurück zum Startpunkt der Bearbeitung und dort auf die nächste Zustelltiefe
4 Die Abfahrbewegung erfolgt wie in Zyklus 270 KONTURZUG-DATEN definiert
5 Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die programmierte Tiefe erreicht ist
6 Abschließend positioniert die Steuerung das Werkzeug auf die sichere Höhe

Beim Programmieren beachten!

Der erste NC-Satz im Konturunterprogramm muss Werte in allen drei Achsen X, Y und Z enthalten.

Wenn Sie zum An- und Wegfahren **APPR** und **DEP**-Sätze verwenden, dann prüft die Steuerung, ob diese An- und Abfahrbewegungen die Kontur verletzen

Das Vorzeichen des Parameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie Tiefe = 0 programmieren, dann verwendet die Steuerung die, im Konturunterprogramm angegebenen Koordinaten der Werkzeugachse.

Wenn Sie Zyklus 25 KONTUR-ZUG verwenden, dürfen Sie im Zyklus KONTUR nur ein Unterprogramm definieren.

In Verbindung mit Zyklus 276 empfiehlt sich Zyklus 270 KONTURZUG-DATEN zu verwenden. Zyklus 20 KONTUR-DATEN wird dagegen nicht benötigt.

Wenn Sie lokale Q-Parameter **QL** in einem Konturunterprogramm verwenden, müssen Sie diese auch innerhalb des Konturunterprogramms zuweisen oder berechnen.

Der Speicher für einen SL-Zyklus ist begrenzt. Sie können in einem SL-Zyklus maximal 16384 Konturelemente programmieren.

Ist während der Bearbeitung **M110** aktiv, so wird bei innen korrigierten Kreisbögen der Vorschub dementsprechend reduziert.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie den Parameter **posAfterContPocket** (Nr. 201007) auf **ToolAxClearanceHeight** eingestellt haben, positioniert die Steuerung das Werkzeug nach Zyklusende nur in Werkzeugachsrichtung auf die sichere Höhe. Die Steuerung positioniert das Werkzeug nicht in der Bearbeitungsebene.

- Werkzeug nach Zyklus Ende mit allen Koordinaten der Bearbeitungsebene positionieren, z. B. **L X+80 Y+0 R0 FMAX**
- Nachdem Zyklus eine absolute Position programmieren, keine inkrementale Verfahrbewegung

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie das Werkzeug vor Zyklusaufruf hinter einem Hindernis positionieren, kann es zu einer Kollision kommen.

- Das Werkzeug vor Zyklusaufruf so positionieren, dass die Steuerung den Konturstartpunkt ohne Kollision anfahren kann
- Wenn die Position des Werkzeugs beim Zyklusaufruf unterhalb der sicheren Höhe liegt, gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus

Zyklusparameter

- **Q1 Frästiefe?** (inkremental): Abstand zwischen Werkstückoberfläche und Konturgrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q3 Schlichtaufmaß Seite?** (inkremental): Schlicht-Aufmaß in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q7 Sichere Höhe?** (absolut): Absolute Höhe, in der keine Kollision mit dem Werkstück erfolgen kann (für Zwischenpositionierung und Rückzug am Zyklusende). Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q10 Zustell-Tiefe?** (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q11 Vorschub Tiefenzustellung?**: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Spindelachse. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q12 Vorschub ausräumen?**: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q15 Fräsart? Gegenlauf = -1**:
  Gleichlauf-Fräsen: Eingabe = +1
  Gegenlauf-Fräsen: Eingabe = –1
  Abwechselnd im Gleich- und Gegenlauf fräsen bei mehreren Zustellungen: Eingabe = 0
- **Q18 Vorräum-Werkzeug?** bzw. **QS18**: Nummer oder Name des Werkzeugs, mit dem die Steuerung bereits vorgeräumt hat. Sie haben die Möglichkeit, per Softkey das Vorräum-Werkzeug direkt aus der Werkzeugtabelle zu übernehmen. Außerdem können Sie mit dem Softkey **Werkzeug-Name** selbst den Werkzeugnamen eingeben. Die Steuerung fügt das Anführungszeichen oben-Zeichen automatisch ein, wenn Sie das Eingabefeld verlassen. Falls nicht vorgeräumt wurde „0“ eingeben; falls Sie hier eine Nummer oder einen Namen eingeben, räumt die Steuerung nur den Teil aus, der mit dem Vorräum-Werkzeug nicht bearbeitet werden konnte. Falls der Nachräumbereich nicht seitlich anzufahren ist, taucht die Steuerung pendelnd ein; dazu müssen Sie in der Werkzeugtabelle TOOL.T, die Schneidenlänge **LCUTS** und den maximalen Eintauchwinkel **ANGLE** des Werkzeugs definieren. Eingabebereich 0 bis 99999 bei Nummerneingabe, maximal 16 Zeichen bei Namenseingabe

Beispiel

```
62 CYCL DEF 276  KONTUR-ZUG 3D
    Q1=-20        ;FRAESTIEFE
    Q3=+0         ;AUFMASS SEITE
    Q7=+50        ;SICHERE HOEHE
    Q10=-5        ;ZUSTELL-TIEFE
    Q11=150       ;VORSCHUB TIEFENZ.
    Q12=500       ;VORSCHUB RAEUMEN
    Q15=+1        ;FRAESART
    Q18=0         ;VORRAEUM-WERKZEUG
    Q446=+0,01    ;RESTMATERIAL
    Q447=+10      ;VERBINDUNGSABSTAND
    Q448=+2       ;BAHNVERLAENGERUNG
```

- **Q446 Akzeptiertes Restmaterial?** Geben Sie an, bis zu welchem Wert in mm Sie Restmaterial auf Ihrer Kontur akzeptieren. Wenn Sie z. B. 0,01 mm eingeben, führt die Steuerung ab einer Restmaterialdicke von 0,01 mm keine Restmaterialbearbeitung mehr durch. Eingabebereich 0,001 bis 9,999
- **Q447 Maximaler Verbindungsabstand?** Maximaler Abstand zwischen zwei nachzuräumenden Bereichen. Innerhalb dieses Abstands verfährt die Steuerung ohne Abhebebewegung, auf der Bearbeitungstiefe entlang der Kontur. Eingabebereich 0 bis 999,9999
- **Q448 Bahnverlängerung?** Betrag für die Verlängerung der Werkzeugbahn am Konturanfang und Konturende. Die Steuerung verlängert die Werkzeugbahn immer parallel zur Kontur. Eingabebereich 0 bis 99,999

8.11 KONTURZUG-DATEN (Zyklus 270, DIN/ISO: G270, Software-Option 19)

Beim Programmieren beachten!

Mit diesem Zyklus können Sie verschiedene Eigenschaften von Zyklus 25 KONTUR-ZUG festlegen.

Zyklus 270 ist DEF-Aktiv, das heißt Zyklus 270 ist ab seiner Definition im NC-Programm aktiv.

Bei Verwendung von Zyklus 270 im Kontur-Unterprogramm keine Radiuskorrektur definieren.

Zyklus 270 vor Zyklus 25 definieren.

Zyklusparameter

- **Q390 Anfahrart/Wegfahrart?**: Definition der Anfahrart/Wegfahrart:
  Q390=1:
  Kontur tangential auf einem Kreisbogen anfahren
  Q390=2:
  Kontur tangential auf einer Geraden anfahren
  Q390=3:
  Kontur senkrecht anfahren
- **Q391 Radius-Korr. (0=R0/1=RL/2=RR)?**: Definition der Radiuskorrektur:
  Q391=0:
  Definierte Kontur ohne Radiuskorrektur bearbeiten
  Q391=1:
  Definierte Kontur linkskorrigiert bearbeiten
  Q391=2:
  Definierte Kontur rechtskorrigiert bearbeiten
- **Q392 Anfahrradius/Wegfahrradius?**: Nur wirksam, wenn tangentiales Anfahren auf einem Kreisbogen gewählt wurde (Q390=1). Radius des Einfahrkreises/Wegfahrkreises. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q393 Mittelpunktswinkel?**: Nur wirksam, wenn tangentiales Anfahren auf einem Kreisbogen gewählt wurde (Q390=1). Öffnungswinkel des Einfahrkreises. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q394 Abstand Hilfspunkt?**: Nur wirksam, wenn tangentiales Anfahren auf einer Geraden oder senkrechtes Anfahren gewählt ist (Q390=2 oder Q390=3). Abstand des Hilfspunktes, von dem aus die Steuerung die Kontur anfahren soll. Eingabebereich 0 bis 99999,9999

Beispiel

```
62 CYCL DEF 270  KONTURZUG-DATEN
    Q390=1       ;ANFAHRART
    Q391=1       ;RADIUS-KORREKTUR
    Q392=3       ;RADIUS
    Q393=+45     ;MITTELPUNKTSWINKEL
    Q394=+2      ;ABSTAND
```

8.12 KONTURNUT TROCHOIDAL (Zyklus 275, DIN ISO G275, Software-Option 19)

Zyklusablauf

Mit diesem Zyklus lassen sich - in Verbindung mit Zyklus 14 **KONTUR** - offene und geschlossene Nuten oder Konturnuten mit dem Wirbelfräsverfahren vollständig bearbeiten.

Beim Wirbelfräsen können Sie mit großer Schnitttiefe und hoher Schnittgeschwindigkeit fahren, da durch die gleichmäßigen Schnittbedingungen keine verschleißsteigernden Einflüsse auf das Werkzeug ausgeübt werden. Beim Einsatz von Schneidplatten können Sie die komplette Schneidenlänge nutzen und steigern dadurch das erzielbare Spanvolumen pro Zahn. Zudem schont das Wirbelfräsen die Maschinenmechanik.

In Abhängigkeit von der Wahl der Zyklusparameter stehen folgende Bearbeitungsalternativen zur Verfügung:

- Komplettbearbeitung: Schruppen, Schlichten Seite
- Nur Schruppen
- Nur Schlichten Seite

Schruppen bei geschlossener Nut

Die Konturbeschreibung einer geschlossenen Nut muss immer mit einem Geradensatz (**L**-Satz) beginnen.

1. Das Werkzeug fährt mit Positionierlogik auf den Startpunkt der Konturbeschreibung und pendelt mit dem in der Werkzeugtabelle definierten Eintauchwinkel auf die erste Zustelltiefe. Die Eintauchstrategie legen Sie mit dem Parameter **Q366** fest
2. Die Steuerung räumt die Nut in kreisförmigen Bewegungen bis zum Konturendpunkt aus. Während der kreisförmigen Bewegung versetzt die Steuerung das Werkzeug in Bearbeitungsrichtung um eine von Ihnen definierbare Zustellung (**Q436**). Gleich-/Gegenlauf der kreisförmigen Bewegung legen Sie über den Parameter **Q351** fest
3. Am Konturendpunkt fährt die Steuerung das Werkzeug auf sichere Höhe und positioniert zurück auf den Startpunkt der Konturbeschreibung
4. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die programmierte Nuttiefe erreicht ist

Schlichten bei geschlossener Nut

5. Wenn ein Schlichtaufmaß definiert ist, schlichtet die Steuerung die Nutwände, falls eingegeben in mehreren Zustellungen. Die Nutwand fährt die Steuerung dabei tangential ausgehend vom definierten Startpunkt an. Dabei berücksichtigt die Steuerung Gleich- /Gegenlauf

Schema: Abarbeiten mit SL-Zyklen

```
0 BEGIN PGM CYC275 MM
...
12 CYCL DEF 14.0 KONTUR
13 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 10
14 CYCL DEF 275 KONTURNUT
   TROCHOIDAL ...
15 CYCL CALL M3
...
50 L Z+250 R0 FMAX M2
51 LBL 10
...
55 LBL 0
...
99 END PGM CYC275 MM
```

Schruppen bei offener Nut

Die Konturbeschreibung einer offenen Nut muss immer mit einem Approach-Satz (**APPR**) beginnen.

1 Das Werkzeug fährt mit Positionierlogik auf den Startpunkt der Bearbeitung, der sich aus den im **APPR**-Satz definierten Parametern ergibt und positioniert dort senkrecht auf die erste Zustelltiefe

2 Die Steuerung räumt die Nut in kreisförmigen Bewegungen bis zum Konturendpunkt aus. Während der kreisförmigen Bewegung versetzt die Steuerung das Werkzeug in Bearbeitungsrichtung um eine von Ihnen definierbare Zustellung (**Q436**). Gleich-/Gegenlauf der kreisförmigen Bewegung legen Sie über den Parameter **Q351** fest

3 Am Konturendpunkt fährt die Steuerung das Werkzeug auf sichere Höhe und positioniert zurück auf den Startpunkt der Konturbeschreibung

4 Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die programmierte Nuttiefe erreicht ist

Schlichten bei offener Nut

5 Wenn ein Schlichtaufmaß definiert ist, schlichtet die Steuerung die Nutwände, falls eingegeben in mehreren Zustellungen. Die Nutwand fährt die Steuerung dabei ausgehend vom sich ergebenden Startpunkt des **APPR**-Satzes an. Dabei berücksichtigt die Steuerung Gleich-/Gegenlauf

Beim Programmieren beachten!

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

Bei Verwendung von Zyklus 275 KONTURNUT TROCHOIDAL dürfen Sie im Zyklus 14 KONTUR nur ein Kontur- Unterprogramm definieren.

Im Kontur-Unterprogramm definieren Sie die Mittelline der Nut mit allen zur Verfügung stehenden Bahnfunktionen.

Der Speicher für einen SL-Zyklus ist begrenzt. Sie können in einem SL-Zyklus maximal 16384 Konturelemente programmieren.

Die Steuerung benötigt den Zyklus 20 KONTUR-DATEN nicht in Verbindung mit Zyklus 275.

Der Startpunkt darf bei einer geschlossenen Nut nicht in einer Ecke der Kontur liegen.

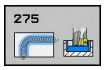
HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

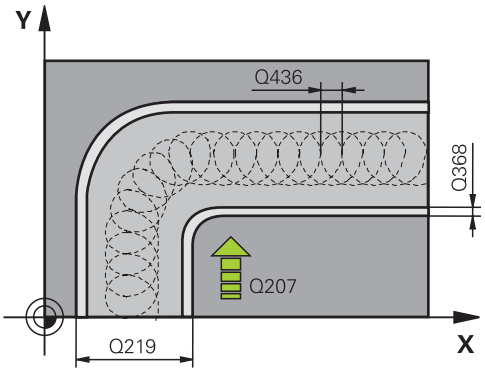
Wenn Sie den Parameter **posAfterContPocket** (Nr. 201007) auf **ToolAxClearanceHeight** eingestellt haben, positioniert die Steuerung das Werkzeug nach Zyklusende nur in Werkzeugachsrichtung auf die sichere Höhe. Die Steuerung positioniert das Werkzeug nicht in der Bearbeitungsebene.

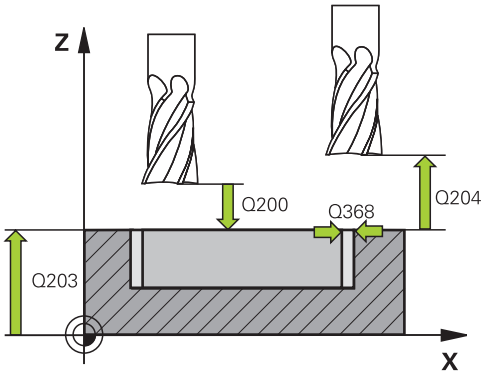
- Werkzeug nach Zyklus Ende mit allen Koordinaten der Bearbeitungsebene positionieren, z. B. **L X+80 Y+0 R0 FMAX**
- Nachdem Zyklus eine absolute Position programmieren, keine inkrementale Verfahrbewegung

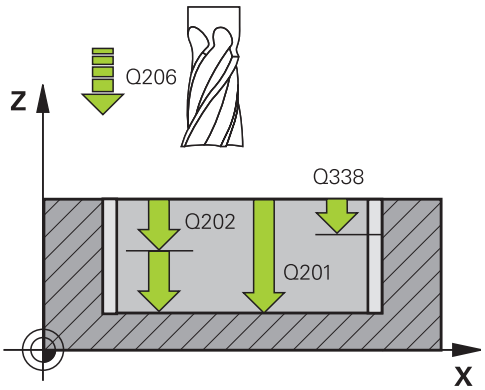
Zyklusparameter



- **Q215 Bearbeitungs-Umfang (0/1/2)?**: Bearbeitungsumfang festlegen:
  0: Schruppen und Schlichten
  1: Nur Schruppen
  2: Nur Schlichten
  Schlichten Seite und Schlichten Tiefe werden nur ausgeführt, wenn das jeweilige Schlichtaufmaß (Q368, Q369) definiert ist
- **Q219 Breite der Nut?** (Wert parallel zur Nebenachse der Bearbeitungsebene): Breite der Nut eingeben; wenn Nutbreite gleich Werkzeugdurchmesser eingegeben, dann schruppt die Steuerung nur (Langloch fräsen). Maximale Nutbreite beim Schruppen: Doppelter Werkzeugdurchmesser. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q368 Schlichtaufmaß Seite?** (inkremental): Schlichtaufmaß in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q436 Zustellung pro Umlauf?** (absolut): Wert, um den die Steuerung das Werkzeug pro Umlauf in Bearbeitungsrichtung versetzt. Eingabebereich: 0 bis 99999,9999
- **Q207 Vorschub fräsen?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q12 Vorschub ausräumen?**: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q351 Fräsart? Gleichl.=+1 Gegenl.=-1**: Art der Fräsbearbeitung bei M3:
  +1 = Gleichlauffräsen
  -1 = Gegenlauffräsen
  PREDEF: Die Steuerung verwendet Wert aus GLOBAL DEF-Satz (Wenn Sie 0 eingeben, erfolgt die Bearbeitung im Gleichlauf)







- **Q201 Tiefe?** (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Nutgrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q202 Zustell-Tiefe?** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird; Wert größer 0 eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q206 Vorschub Tiefenzustellung?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q338 Zustellung Schlichten?** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug in der Spindelachse beim Schlichten zugestellt wird. Q338=0: Schlichten in einer Zustellung. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q385 Vorschub Schlichten?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Seiten- und Tiefenschlichten in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Q203 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q366 Eintauchstrategie (0/1/2)?**: Art der Eintauchstrategie:
  0 = senkrecht eintauchen. Unabhängig vom in der Werkzeugtabelle definierten Eintauchwinkel ANGLE taucht die Steuerung senkrecht ein
  1 = Ohne Funktion
  2 = pendelnd eintauchen. In der Werkzeugtabelle muss für das aktive Werkzeug der Eintauchwinkel ANGLE ungleich 0 definiert sein. Ansonsten gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus
  Alternativ **PREDEF**

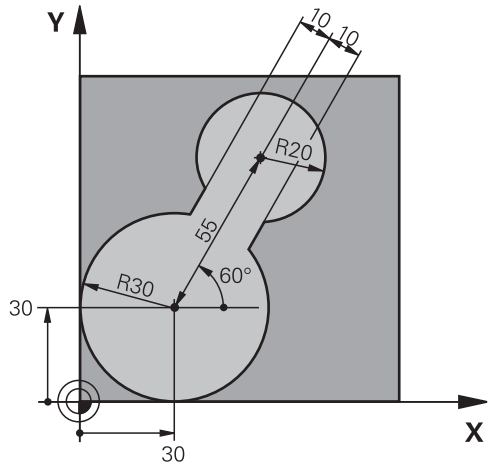
Beispiel

```
8 CYCL DEF 275 KONTURNUT
   WIRBELFR.
   Q215=0      ;BEARBEITUNGS-UMFANG
   Q219=12     ;NUTBREITE
   Q368=0.2    ;AUFMASS SEITE
   Q436=2      ;ZUST. PRO UMLAUF
   Q207=500    ;VORSCHUB FRAESEN
   Q351=+1     ;FRAESART
   Q201=-20    ;TIEFE
   Q202=5      ;ZUSTELL-TIEFE
   Q206=150    ;VORSCHUB TIEFENZ.
   Q338=5      ;ZUST. SCHLICHTEN
   Q385=500    ;VORSCHUB SCHLICHTEN
   Q200=2      ;SICHERHEITS-ABST.
   Q203=+0     ;KOOR. OBERFLAECHE
   Q204=50     ;2. SICHERHEITS-ABST.
   Q366=2      ;EINTAUCHEN
   Q369=0      ;AUFMASS TIEFE
   Q439=0      ;BEZUG VORSCHUB
9 CYCL CALL FMAX M3
```

- **Q369 Schlichtaufmaß Tiefe?** (inkremental): Schlichtaufmaß für die Tiefe. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q439 Bezug Vorschub (0-3)?**: Festlegen, worauf sich der programmierte Vorschub bezieht:
  0: Vorschub bezieht sich auf die Mittelpunktsbahn des Werkzeugs
  1: Vorschub bezieht sich nur beim Schlichten Seite auf die Werkzeugschneide, ansonsten auf die Mittelpunktsbahn
  2: Vorschub bezieht sich beim Schlichten Seite **und** Schlichten Tiefe auf die Werkzeugschneide, ansonsten auf die Mittelpunktsbahn
  3: Vorschub bezieht sich immer auf die Werkzeugschneide

8.13 Programmierbeispiele

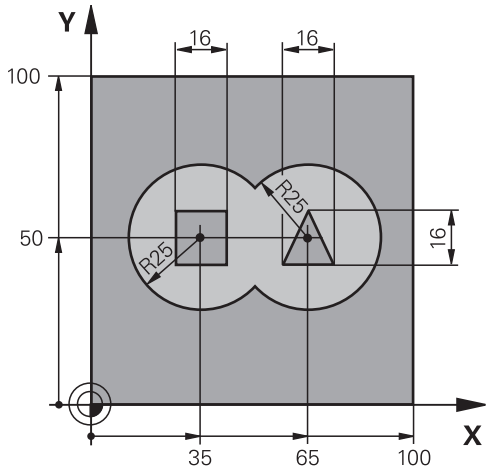
Beispiel: Tasche räumen und nachräumen



0 BEGIN PGM C20 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X-10 Y-10 Z-40	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	Rohteildefinition
3 TOOL CALL 1 Z S2500	Werkzeugaufruf Vorräumer, Durchmesser 30
4 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
5 CYCL DEF 14.0 KONTUR	Konturunterprogramm festlegen
6 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1	
7 CYCL DEF 20 KONTUR-DATEN	Allgemeine Bearbeitungsparameter festlegen
Q1=-20 ;FRAESTIEFE	
Q2=1 ;BAHN-UEBERLAPPUNG	
Q3=+0 ;AUFMASS SEITE	
Q4=+0 ;AUFMASS TIEFE	
Q5=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	
Q6=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q7=+100 ;SICHERE HOEHE	
Q8=0.1 ;RUNDUNGSRADIUS	
Q9=-1 ;DREHSINN	
8 CYCL DEF 22 RAEUMEN	Zyklusdefinition Vorräumen
Q10=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q12=350 ;VORSCHUB RAEUMEN	
Q18=0 ;VORRAEUM-WERKZEUG	
Q19=150 ;VORSCHUB PENDELN	
Q208=30000 ;VORSCHUB RUECKZUG	
9 CYCL CALL M3	Zyklusaufruf Vorräumen
10 L Z+250 R0 FMAX M6	Werkzeug freifahren

11 TOOL CALL 2 Z S3000	Werkzeugaufruf Nachräumer, Durchmesser 15
12 CYCL DEF 22 RAEUMEN	Zyklusdefinition Nachräumen
Q10=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q12=350 ;VORSCHUB RAEUMEN	
Q18=1 ;VORRAEUM-WERKZEUG	
Q19=150 ;VORSCHUB PENDELN	
Q208=30000 ;VORSCHUB RUECKZUG	
13 CYCL CALL M3	Zyklusaufruf Nachräumen
14 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programmende
15 LBL 1	Konturunterprogramm
16 L X+0 Y+30 RR	
17 FC DR- R30 CCX+30 CCY+30	
18 FL AN+60 PDX+30 PDY+30 D10	
19 FSELECT 3	
20 FPOL X+30 Y+30	
21 FC DR- R20 CCPR+55 CCPA+60	
22 FSELECT 2	
23 FL AN-120 PDX+30 PDY+30 D10	
24 FSELECT 3	
25 FC X+0 DR- R30 CCX+30 CCY+30	
26 FSELECT 2	
27 LBL 0	
28 END PGM C20 MM	

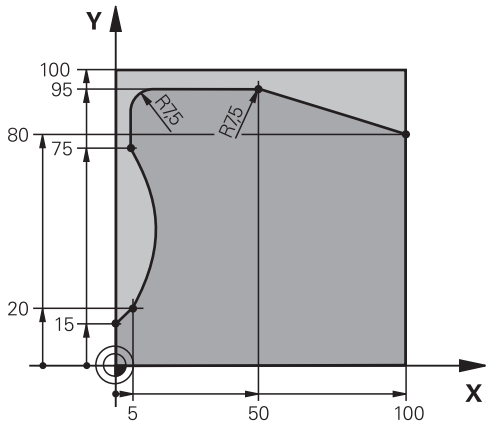
Beispiel: Überlagerte Konturen vorbohren, schruppen, schlichten



0 BEGIN PGM C21 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Rohteildefinition
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S2500	Werkzeugaufruf Bohrer, Durchmesser 12
4 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
5 CYCL DEF 14.0 KONTUR	Konturunterprogramme festlegen
6 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1/2/3/4	
7 CYCL DEF 20 KONTUR-DATEN	Allgemeine Bearbeitungsparameter festlegen
Q1=-20 ;FRAESTIEFE	
Q2=1 ;BAHN-UEBERLAPPUNG	
Q3=+0.5 ;AUFMASS SEITE	
Q4=+0.5 ;AUFMASS TIEFE	
Q5=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	
Q6=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q7=+100 ;SICHERE HOEHE	
Q8=0.1 ;RUNDUNGSRADIUS	
Q9=-1 ;DREHSINN	
8 CYCL DEF 21 VORBOHREN	Zyklusdefinition Vorbohren
Q10=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q11=250 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q13=2 ;AUSRAEUM-WERKZEUG	
9 CYCL CALL M3	Zyklusaufruf Vorbohren
10 L +250 R0 FMAX M6	Werkzeug freifahren
11 TOOL CALL 2 Z S3000	Werkzeugaufruf Schruppen/Schlichten, Durchmesser 12
12 CYCL DEF 22 RAEUMEN	Zyklusdefinition Räumen
Q10=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.	

Q12=350 ;VORSCHUB RAEUMEN	
Q18=0 ;VORRAEUM-WERKZEUG	
Q19=150 ;VORSCHUB PENDELN	
Q208=30000 ;VORSCHUB RUECKZUG	
13 CYCL CALL M3	Zyklusaufruf Räumen
14 CYCL DEF 23 SCHLICHTEN TIEFE	Zyklusdefinition Schlichten Tiefe
Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q12=200 ;VORSCHUB RAEUMEN	
Q208=30000 ;VORSCHUB RUECKZUG	
15 CYCL CALL	Zyklusaufruf Schlichten Tiefe
16 CYCL DEF 24 SCHLICHTEN SEITE	Zyklusdefinition Schlichten Seite
Q9=+1 ;DREHSINN	
Q10=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q12=400 ;VORSCHUB RAEUMEN	
Q14=+0 ;AUFMASS SEITE	
17 CYCL CALL	Zyklusaufruf Schlichten Seite
18 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programmende
19 LBL 1	Konturunterprogramm 1: Tasche links
20 CC X+35 Y+50	
21 L X+10 Y+50 RR	
22 C X+10 DR-	
23 LBL 0	
24 LBL 2	Konturunterprogramm 2: Tasche rechts
25 CC X+65 Y+50	
26 L X+90 Y+50 RR	
27 C X+90 DR-	
28 LBL 0	
29 LBL 3	Konturunterprogramm 3: Insel Viereckig links
30 L X+27 Y+50 RL	
31 L Y+58	
32 L X+43	
33 L Y+42	
34 L X+27	
35 LBL 0	
36 LBL 4	Konturunterprogramm 4: Insel Dreieckig rechts
37 L X+65 Y+42 RL	
38 L X+57	
39 L X+65 Y+58	
40 L X+73 Y+42	
41 LBL 0	
42 END PGM C21 MM	

Beispiel: Kontur-Zug



0 BEGIN PGM C25 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Rohteildefinition
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S2000	Werkzeugaufruf , Durchmesser 20
4 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
5 CYCL DEF 14.0 KONTUR	Konturunterprogramm festlegen
6 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1	
7 CYCL DEF 25 KONTUR-ZUG	Bearbeitungsparameter festlegen
Q1=-20 ;FRAESTIEFE	
Q3=+0 ;AUFMASS SEITE	
Q5=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	
Q7=+250 ;SICHERE HOEHE	
Q10=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q12=200 ;VORSCHUB RAEUMEN	
Q15=+1 ;FRAESART	
Q466= 0.01 ;RESTMATERIAL	
Q447=+10 ;VERBINDUNGSABSTAND	
Q448=+2 ;BAHNVERLAENGERUNG	
8 CYCL CALL M3	Zyklusaufruf
9 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programmende
10 LBL 1	Konturunterprogramm
11 L X+0 Y+15 RL	
12 L X+5 Y+20	
13 CT X+5 Y+75	
14 L Y+95	
15 RND R7.5	
16 L X+50	
17 RND R7.5	

18 L X+100 Y+80	
19 LBL 0	
20 END PGM C25 MM	

9

Bearbeitungs-zyklen: Zylinder-mantel

9.1 Grundlagen

Übersicht Zylindermantel-Zyklen

Softkey	Zyklus	Seite
	27 ZYLINDER-MANTEL	267
	28 ZYLINDER-MANTEL Nutenfräsen	270
	29 ZYLINDER-MANTEL Stegfräsen	274
	39 ZYLINDER-MANTEL Außenkontur fräsen	277

9.2 ZYLINDER-MANTEL (Zyklus 27, DIN/ISO: G127, Software-Option 1)

Zyklusablauf

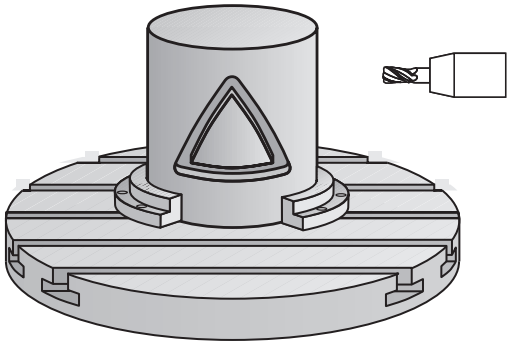
Mit diesem Zyklus können Sie eine auf der Abwicklung definierte Kontur auf den Mantel eines Zylinders übertragen. Verwenden Sie den Zyklus 28, wenn Sie Führungsnuten auf dem Zylinder fräsen wollen.

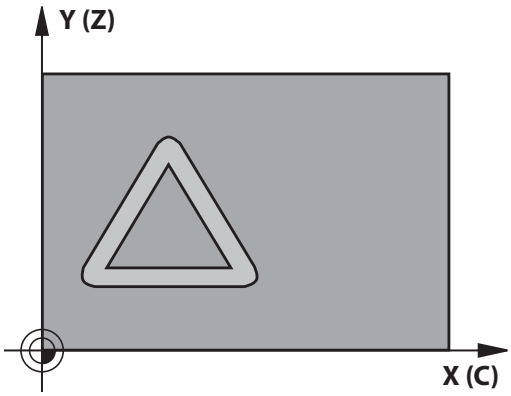
Die Kontur beschreiben Sie in einem Unterprogramm, das Sie über Zyklus 14 (KONTUR) festlegen.

Im Unterprogramm beschreiben Sie die Kontur immer mit den Koordinaten X und Y unabhängig davon, welche Drehachsen an Ihrer Maschine vorhanden sind. Die Konturbeschreibung ist somit unabhängig von Ihrer Maschinenkonfiguration. Als Bahnfunktionen stehen **L**, **CHF**, **CR**, **RND** und **CT** zur Verfügung.

Die Angaben für die Winkelachse (X-Koordinaten) können Sie wahlweise in Grad oder in mm (Inch) eingeben (bei der Zyklusdefinition über Q17 festlegen).

1. Die Steuerung positioniert das Werkzeug über den Einstichpunkt; dabei wird das Schlichtaufmaß Seite berücksichtigt
2. In der ersten Zustelltiefe fräst das Werkzeug mit dem Fräsvorschub Q12 entlang der programmierten Kontur
3. Am Konturende fährt die Steuerung das Werkzeug auf Sicherheitsabstand und zurück zum Einstichpunkt
4. Die Schritte 1 bis 3 wiederholen sich, bis die programmierte Frästiefe Q1 erreicht ist
5. Anschließend fährt das Werkzeug in der Werkzeugachse auf die sichere Höhe





Beim Programmieren beachten!

Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!

Maschine und Steuerung müssen vom Maschinenhersteller für die Zylindermantel-Interpolation vorbereitet sein.

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

Der Speicher für einen SL-Zyklus ist begrenzt. Sie können in einem SL-Zyklus maximal 16384 Konturelemente programmieren.

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

Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn verwenden (DIN 844).

Der Zylinder muss mittig auf dem Rundtisch aufgespannt sein. Setzen Sie den Bezugspunkt im Zentrum des Rundtisches.

Die Spindelachse muss beim Zyklusaufruf senkrecht auf der Rundtischachse stehen. Wenn dies nicht der Fall ist, dann gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus. Ggf. ist eine Umschaltung der Kinematik erforderlich.

Diesen Zyklus können Sie auch bei geschwenkter Bearbeitungsebene ausführen.

Der Sicherheitsabstand muss größer als der Werkzeugradius sein.

Die Bearbeitungszeit kann sich erhöhen, wenn die Kontur aus vielen nicht tangentialen Konturelementen besteht.

Wenn Sie lokale Q-Parameter **QL** in einem Konturunterprogramm verwenden, müssen Sie diese auch innerhalb des Konturunterprogramms zuweisen oder berechnen.

Zyklusparameter

- **Q1 Frästiefe?** (inkremental): Abstand zwischen Zylindermantel und Konturgrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q3 Schlichtaufmaß Seite?** (inkremental): Schlichtaufmaß in der Ebene der Mantelabwicklung; das Aufmaß wirkt in der Richtung der Radiuskorrektur. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q6 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Zylinder-Mantelfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q10 Zustell-Tiefe?** (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q11 Vorschub Tiefenzustellung?**: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Spindelachse. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q12 Vorschub ausräumen?**: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q16 Zylinder-Radius?**: Radius des Zylinders, auf dem die Kontur bearbeitet werden soll. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q17 Bemassungsart? Grad=0 MM/INCH=1**: Koordinaten der Drehachse im Unterprogramm in Grad oder mm (inch) programmieren

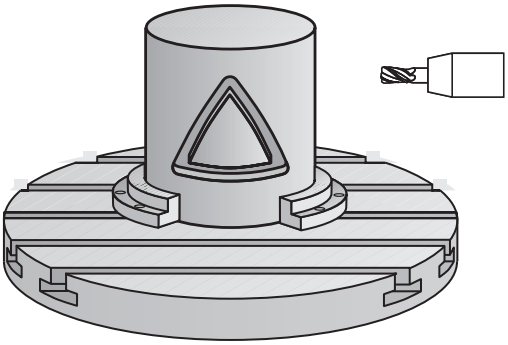
Beispiel

```
63 CYCL DEF 27  ZYLINDER-MANTEL
    Q1=-8        ;FRAESTIEFE
    Q3=+0        ;AUFMASS SEITE
    Q6=+0        ;SICHERHEITS-ABST.
    Q10=+3       ;ZUSTELL-TIEFE
    Q11=100      ;VORSCHUB TIEFENZ.
    Q12=350      ;VORSCHUB RAEUMEN
    Q16=25       ;RADIUS
    Q17=0        ;BEMASSUNGSART
```

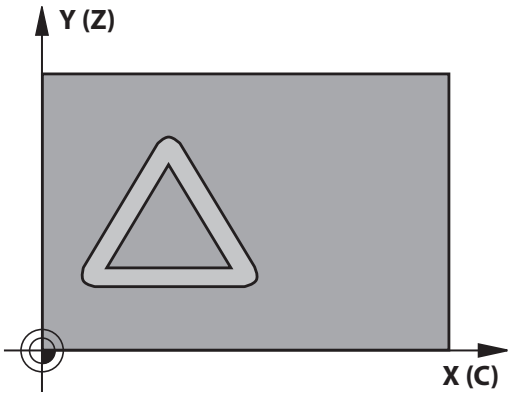
9.3 ZYLINDER-MANTEL Nutenfräsen (Zyklus 28, DIN/ISO: G128, Software-Option 1)

Zyklusablauf

Mit diesem Zyklus können Sie eine, auf der Abwicklung definierte Führungsnut, auf den Mantel eines Zylinders übertragen. Im Gegensatz zum Zyklus 27 stellt die Steuerung das Werkzeug bei diesem Zyklus so an, dass die Wände bei aktiver Radiuskorrektur nahezu parallel zueinander verlaufen. Exakt parallel verlaufende Wände erhalten Sie dann, wenn Sie ein Werkzeug verwenden, das exakt so groß ist, wie die Nutbreite.



Je kleiner das Werkzeug im Verhältnis zur Nutbreite ist, desto größere Verzerrungen entstehen bei Kreisbahnen und schrägen Geraden. Um diese verfahrensbedingten Verzerrungen zu minimieren, können Sie den Parameter Q21 definieren. Dieser Parameter gibt die Toleranz an, mit der die Steuerung die herzustellende Nut an eine Nut annähert, die mit einem Werkzeug hergestellt wurde, dessen Durchmesser der Nutbreite entspricht.



Programmieren Sie die Mittelpunktsbahn der Kontur mit Angabe der Werkzeugradiuskorrektur. Über die Radiuskorrektur legen Sie fest, ob die Steuerung die Nut im Gleich- oder Gegenlauf herstellt.

1 Die Steuerung positioniert das Werkzeug über den Einstichpunkt
2 Die Steuerung bewegt das Werkzeug senkrecht auf die erste Zustelltiefe. Das Anfahrverhalten erfolgt tangential oder auf einer Geraden mit Fräsvorschub Q12. Anfahrverhalten ist abhängig von Parameter **ConfigDatum CfgGeoCycle** (Nr. 201000) **apprDepCylWall** (Nr. 201004)
3 In der ersten Zustelltiefe fräst das Werkzeug mit dem Fräsvorschub Q12 entlang der Nutwand, dabei wird das Schlichtaufmaß Seite berücksichtigt
4 Am Konturende versetzt die Steuerung das Werkzeug an die gegenüberliegende Nutwand und fährt zurück zum Einstichpunkt
5 Die Schritte 2 und 3 wiederholen sich, bis die programmierte Frästiefe Q1 erreicht ist
6 Wenn Sie die Toleranz Q21 definiert haben, dann führt die Steuerung die Nachbearbeitung aus, um möglichst parallele Nutwände zu erhalten
7 Abschließend fährt das Werkzeug in der Werkzeugachse zurück auf die sichere Höhe

Beim Programmieren beachten!

Dieser Zyklus führt eine angestellte Bearbeitung durch. Um diesen Zyklus ausführen zu können, muss die erste Maschinenachse unter dem Maschinentisch eine Drehachse sein. Zudem muss das Werkzeug senkrecht auf der Mantelfläche positioniert werden können.

Legen Sie das Anfahrverhalten fest, über **ConfigDatum**, **CfgGeoCycle** (Nr. 201000), **apprDepCylWall** (Nr. 201004)

- CircleTangential:
  Tangentiales An- und Wegfahren ausführen
- LineNormal: Die Bewegung zum Konturstartpunkt erfolgt nicht tangential, sondern normal, also auf einer Geraden

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

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

Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn verwenden (DIN 844).

Der Zylinder muss mittig auf dem Rundtisch aufgespannt sein. Setzen Sie den Bezugspunkt im Zentrum des Rundtisches.

Die Spindelachse muss beim Zyklusaufruf senkrecht auf der Rundtischachse stehen.

Diesen Zyklus können Sie auch bei geschwenkter Bearbeitungsebene ausführen.

Der Sicherheitsabstand muss größer als der Werkzeugradius sein.

Die Bearbeitungszeit kann sich erhöhen, wenn die Kontur aus vielen nicht tangentialen Konturelementen besteht.

Wenn Sie lokale Q-Parameter **QL** in einem Konturunterprogramm verwenden, müssen Sie diese auch innerhalb des Konturunterprogramms zuweisen oder berechnen.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn beim Zyklusaufruf die Spindel nicht eingeschaltet ist, kann eine Kollision entstehen.

- Mit Parameter **displaySpindleErr** (Nr. 201002), on/off einstellen, ob die Steuerung eine Fehlermeldung ausgibt, wenn die Spindel nicht eingeschaltet ist
- Die Funktion muss von Ihrem Maschinenhersteller angepasst werden.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die Steuerung positioniert das Werkzeug am Ende zurück auf den Sicherheitsabstand, wenn eingegeben auf den zweiten Sicherheitsabstand. Die Endposition des Werkzeugs nach dem Zyklus muss nicht mit der Startposition übereinstimmen.

- Verfahrbewegungen der Maschine kontrollieren
- In der Simulation die Endposition des Werkzeugs nach dem Zyklus kontrollieren
- Nach dem Zyklus absolute Koordinaten programmieren (nicht inkremental)

Zyklusparameter

- **Q1 Frästiefe?** (inkremental): Abstand zwischen Zylindermantel und Konturgrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q3 Schlichtaufmaß Seite?** (inkremental): Schlichtaufmaß an der Nutwand. Das Schlichtaufmaß verkleinert die Nutbreite um den zweifachen eingegebenen Wert. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q6 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Zylinder-Mantelfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q10 Zustell-Tiefe?** (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q11 Vorschub Tiefenzustellung?**: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Spindelachse. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q12 Vorschub ausräumen?**: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q16 Zylinder-Radius?**: Radius des Zylinders, auf dem die Kontur bearbeitet werden soll. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q17 Bemassungsart? Grad=0 MM/INCH=1**: Koordinaten der Drehachse im Unterprogramm in Grad oder mm (inch) programmieren
- **Q20 Nutbreite?**: Breite der herzustellenden Nut. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q21 Toleranz?**: Wenn Sie ein Werkzeug verwenden, das kleiner ist als die programmierte Nutbreite Q20, entstehen verfahrensbedingt Verzerrungen an der Nutwand bei Kreisen und schrägen Geraden. Wenn Sie die Toleranz Q21 definieren, dann nähert die Steuerung die Nut in einem nachgeschalteten Fräsvorgang so an, als ob Sie die Nut mit einem Werkzeug gefräst hätten, das exakt so groß ist wie die Nutbreite. Mit Q21 definieren Sie die erlaubte Abweichung von dieser idealen Nut. Die Anzahl der Nachbearbeitungsschritte hängt ab vom Zylinderradius, dem verwendeten Werkzeug und der Nuttiefe. Je kleiner die Toleranz definiert ist, desto exakter wird die Nut, desto länger dauert aber auch die Nachbearbeitung. Eingabebereich Toleranz 0,0001 bis 9,9999
  Empfehlung: Toleranz von 0.02 mm verwenden.
  Funktion inaktiv: 0 eingeben (Grundeinstellung).

Beispiel

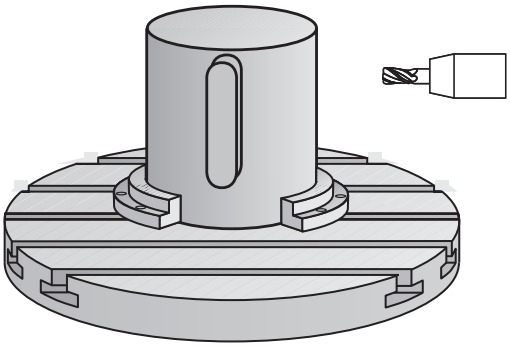
```
63 CYCL DEF 28  ZYLINDER-MANTEL
    Q1=-8        ;FRAESTIEFE
    Q3=+0        ;AUFMASS SEITE
    Q6=+0        ;SICHERHEITS-ABST.
    Q10=+3       ;ZUSTELL-TIEFE
    Q11=100      ;VORSCHUB TIEFENZ.
    Q12=350      ;VORSCHUB RAEUMEN
    Q16=25       ;RADIUS
    Q17=0        ;BEMASSUNGSART
    Q20=12       ;NUTBREITE
    Q21=0        ;TOLERANZ
```

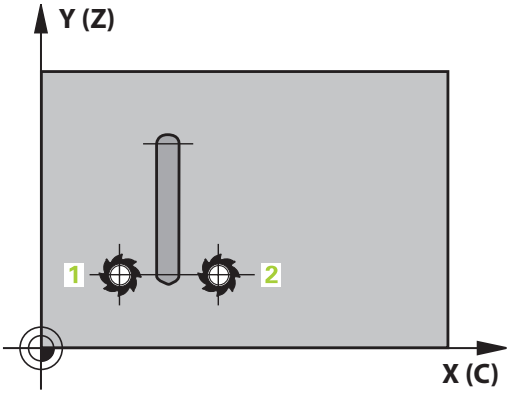
9.4 ZYLINDER-MANTEL Stegfräsen (Zyklus 29, DIN/ISO: G129, Software-Option 1)

Zyklusablauf

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

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





1 Die Steuerung positioniert das Werkzeug über den Startpunkt der Bearbeitung. Den Startpunkt berechnet die Steuerung aus der Stegbreite und dem Werkzeugdurchmesser. Er liegt um die halbe Stegbreite und dem Werkzeugdurchmesser versetzt neben dem ersten im Konturunterprogramm definierten Punkt. Die Radiuskorrektur bestimmt, ob links (1, RL=Gleichlauf) oder rechts vom Steg (2, RR=Gegenlauf) gestartet wird
2 Nachdem die Steuerung auf die erste Zustelltiefe positioniert hat, fährt das Werkzeug auf einem Kreisbogen mit Fräsvorschub Q12 tangential an die Stegwand an. Ggf. wird das Schlichtaufmaß Seite berücksichtigt
3 Auf der ersten Zustelltiefe fräst das Werkzeug mit dem Fräsvorschub Q12 entlang der Stegwand, bis der Zapfen vollständig hergestellt ist
4 Anschließend fährt das Werkzeug tangential von der Stegwand weg zurück zum Startpunkt der Bearbeitung
5 Die Schritte 2 bis 4 wiederholen sich, bis die programmierte Frästiefe Q1 erreicht ist
6 Abschließend fährt das Werkzeug in der Werkzeugachse zurück auf die sichere Höhe

Beim Programmieren beachten!

Dieser Zyklus führt eine angestellte Bearbeitung durch. Um diesen Zyklus ausführen zu können, muss die erste Maschinenachse unter dem Maschinentisch eine Drehachse sein. Zudem muss das Werkzeug senkrecht auf der Mantelfläche positioniert werden können.

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

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

Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn verwenden (DIN 844).

Der Zylinder muss mittig auf dem Rundtisch aufgespannt sein. Setzen Sie den Bezugspunkt im Zentrum des Rundtisches.

Die Spindelachse muss beim Zyklusaufruf senkrecht auf der Rundtischachse stehen. Wenn dies nicht der Fall ist, dann gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus. Ggf. ist eine Umschaltung der Kinematik erforderlich.

Der Sicherheitsabstand muss größer als der Werkzeugradius sein.

Wenn Sie lokale Q-Parameter **QL** in einem Konturunterprogramm verwenden, müssen Sie diese auch innerhalb des Konturunterprogramms zuweisen oder berechnen.

Mit Parameter **CfgGeoCycle** (Nr. 201000), **displaySpindleErr** (Nr. 201002), on/off stellen Sie ein, ob die Steuerung eine Fehlermeldung ausgeben soll (on) oder nicht (off), wenn beim Zyklusaufruf die Spindel nicht läuft. Die Funktion muss von Ihrem Maschinenhersteller angepasst sein.

Zyklusparameter

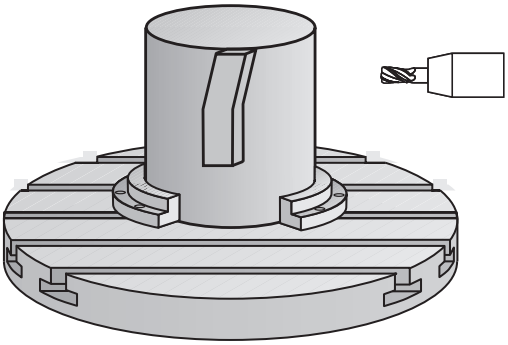
- **Q1 Frästiefe?** (inkremental): Abstand zwischen Zylindermantel und Konturgrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q3 Schlichtaufmaß Seite?** (inkremental): Schlichtaufmaß an der Stegwand. Das Schlichtaufmaß vergrößert die Stegbreite um den zweifachen eingegebenen Wert. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q6 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Zylinder-Mantelfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q10 Zustell-Tiefe?** (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q11 Vorschub Tiefenzustellung?**: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Spindelachse. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q12 Vorschub ausräumen?**: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q16 Zylinder-Radius?**: Radius des Zylinders, auf dem die Kontur bearbeitet werden soll. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q17 Bemassungsart? Grad=0 MM/INCH=1**: Koordinaten der Drehachse im Unterprogramm in Grad oder mm (inch) programmieren
- **Q20 Stegbreite?**: Breite des herzustellenden Steges. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

Beispiel

```
63 CYCL DEF 29  ZYLINDER-MANTEL
   STEG
   Q1=-8          ;FRAESTIEFE
   Q3=+0          ;AUFMASS SEITE
   Q6=+0          ;SICHERHEITS-ABST.
   Q10=+3         ;ZUSTELL-TIEFE
   Q11=100        ;VORSCHUB TIEFENZ.
   Q12=350        ;VORSCHUB RAEUMEN
   Q16=25         ;RADIUS
   Q17=0          ;BEMASSUNGSART
   Q20=12         ;STEGBREITE
```

9.5 ZYLINDER-MANTEL KONTUR (Zyklus 39, DIN/ISO: G139, Software-Option 1)

Zyklusablauf



Mit diesem Zyklus können Sie eine Kontur auf dem Mantel eines Zylinders herstellen. Die Kontur definieren Sie dafür auf der Abwicklung eines Zylinders. Die Steuerung stellt das Werkzeug bei diesem Zyklus so an, dass die Wand der gefrästen Kontur bei aktiver Radiuskorrektur parallel zur Zylinderachse verläuft.

Die Kontur beschreiben Sie in einem Unterprogramm, das Sie über Zyklus 14 (KONTUR) festlegen.

Im Unterprogramm beschreiben Sie die Kontur immer mit den Koordinaten X und Y unabhängig davon, welche Drehachsen an Ihrer Maschine vorhanden sind. Die Konturbeschreibung ist somit unabhängig von Ihrer Maschinenkonfiguration. Als Bahnfunktionen stehen **L**, **CHF**, **CR**, **RND** und **CT** zur Verfügung.

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

1. Die Steuerung positioniert das Werkzeug über den Startpunkt der Bearbeitung. Den Startpunkt legt die Steuerung um den Werkzeugdurchmesser versetzt neben dem ersten im Konturunterprogramm definierten Punkt
2. Anschließend bewegt die Steuerung das Werkzeug senkrecht auf die erste Zustelltiefe. Das Anfahrverhalten erfolgt tangential oder auf einer Geraden mit Fräsvorschub Q12. Ggf. wird das Schlichtaufmaß Seite berücksichtigt. (Anfahrverhalten ist abhängig von Parameter ConfigDatum, CfgGeoCycle (Nr. 201000), apprDepCylWall (Nr. 201004))
3. Auf der ersten Zustelltiefe fräst das Werkzeug mit dem Fräsvorschub Q12 entlang der Kontur, bis der definierte Konturzug hergestellt ist
4. Danach fährt das Werkzeug tangential von der Stegwand weg zurück zum Startpunkt der Bearbeitung
5. Die Schritte 2 bis 4 wiederholen sich, bis die programmierte Frästiefe Q1 erreicht ist
6. Abschließend fährt das Werkzeug in der Werkzeugachse zurück auf die sichere Höhe

Beim Programmieren beachten!

Dieser Zyklus führt eine angestellte Bearbeitung durch. Um diesen Zyklus ausführen zu können, muss die erste Maschinenachse unter dem Maschinentisch eine Drehachse sein. Zudem muss das Werkzeug senkrecht auf der Mantelfläche positioniert werden können.

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

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

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

Der Zylinder muss mittig auf dem Rundtisch aufgespannt sein. Setzen Sie den Bezugspunkt im Zentrum des Rundtisches.

Die Spindelachse muss beim Zyklusaufruf senkrecht auf der Rundtischachse stehen.

Der Sicherheitsabstand muss größer als der Werkzeugradius sein.

Die Bearbeitungszeit kann sich erhöhen, wenn die Kontur aus vielen nicht tangentialen Konturelementen besteht.

Wenn Sie lokale Q-Parameter **QL** in einem Konturunterprogramm verwenden, müssen Sie diese auch innerhalb des Konturunterprogramms zuweisen oder berechnen.

Legen Sie das Anfahrverhalten fest, über **ConfigDatum**, **CfgGeoCycle** (Nr. 201000), **apprDepCylWall** (Nr. 201004)

- CircleTangential:
  Tangentiales An- und Wegfahren ausführen
- LineNormal: Die Bewegung zum Konturstartpunkt erfolgt nicht tangential, sondern normal, also auf einer Geraden

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn beim Zyklusaufruf die Spindel nicht eingeschaltet ist, kann eine Kollision entstehen.

- Mit Parameter **displaySpindleErr** (Nr. 201002), on/off einstellen, ob die Steuerung eine Fehlermeldung ausgibt, wenn die Spindel nicht eingeschaltet ist
- Die Funktion muss von Ihrem Maschinenhersteller angepasst werden.

Zyklusparameter

- **Q1 Frästiefe?** (inkremental): Abstand zwischen Zylindermantel und Konturgrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q3 Schlichtaufmaß Seite?** (inkremental): Schlichtaufmaß in der Ebene der Mantelabwicklung; das Aufmaß wirkt in der Richtung der Radiuskorrektur. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q6 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Zylinder-Mantelfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q10 Zustell-Tiefe?** (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q11 Vorschub Tiefenzustellung?**: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Spindelachse. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q12 Vorschub ausräumen?**: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q16 Zylinder-Radius?**: Radius des Zylinders, auf dem die Kontur bearbeitet werden soll. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q17 Bemassungsart? Grad=0 MM/INCH=1**: Koordinaten der Drehachse im Unterprogramm in Grad oder mm (inch) programmieren

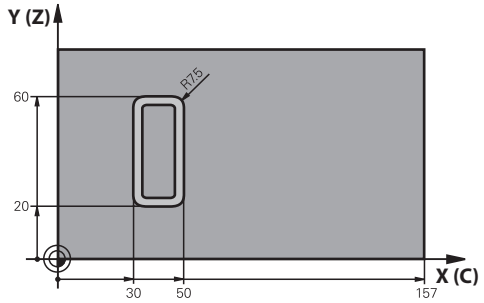
Beispiel

```
63 CYCL DEF 39  ZYLINDER-MAN.
   KONTUR
   Q1=-8          ;FRAESTIEFE
   Q3=+0          ;AUFMASS SEITE
   Q6=+0          ;SICHERHEITS-ABST.
   Q10=+3         ;ZUSTELL-TIEFE
   Q11=100        ;VORSCHUB TIEFENZ.
   Q12=350        ;VORSCHUB RAEUMEN
   Q16=25         ;RADIUS
   Q17=0          ;BEMASSUNGSART
```

9.6 Programmierbeispiele

Beispiel: Zylinder-Mantel mit Zyklus 27

- Maschine mit B-Kopf und C-Tisch
- Zylinder mittig auf Rundtisch aufgespannt
- Bezugspunkt liegt auf der Unterseite, in der Rundtischmitte

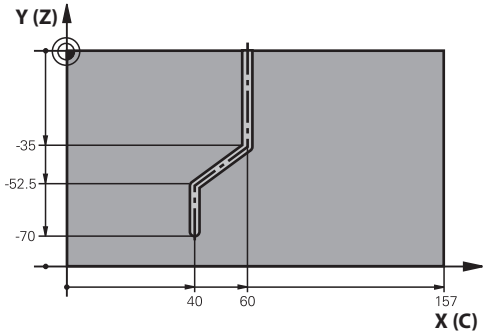


0 BEGIN PGM C27 MM	
1 TOOL CALL 1 Z S2000	Werkzeugaufruf, Durchmesser 7
2 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
3 L X+50 Y0 R0 FMAX	Werkzeug vorpositionieren
4 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+90 SPC+0 TURN MBMAX FMAX	Einschwenken
5 CYCL DEF 14.0 KONTUR	Konturunterprogramm festlegen
6 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1	
7 CYCL DEF 27 ZYLINDER-MANTEL	Bearbeitungsparameter festlegen
Q1=-7 ;FRAESTIEFE	
Q3=+0 ;AUFMASS SEITE	
Q6=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q10=4 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q12=250 ;VORSCHUB RAEUMEN	
Q16=25 ;RADIUS	
Q17=1 ;BEMASSUNGSART	
8 L C+0 R0 FMAX M13 M99	Rundtisch vorpositionieren, Spindel ein, Zyklus aufrufen
9 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
10 PLANE RESET TURN FMAX	Zurückschwenken, PLANE-Funktion aufheben
11 M2	Programmende
12 LBL 1	Konturunterprogramm
13 L X+40 Y+20 RL	Angaben in der Drehachse in mm (Q17=1)
14 L X+50	
15 RND R7.5	
16 L Y+60	
17 RN R7.5	
18 L IX-20	
19 RND R7.5	

20 L Y+20	
21 RND R7.5	
22 L X+40 Y+20	
23 LBL 0	
24 END PGM C27 MM	

Beispiel: Zylinder-Mantel mit Zyklus 28

- Zylinder mittig auf Rundtisch aufgespannt
- Maschine mit B-Kopf und C-Tisch
- Bezugspunkt liegt in der Rundtischmitte
- Beschreibung der Mittelpunktsbahn im Konturunterprogramm



0 BEGIN PGM C28 MM	
1 TOOL CALL 1 Z S2000	Werkzeugaufruf, Werkzeugachse Z, Durchmesser 7
2 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
3 L X+50 Y+0 R0 FMAX	Werkzeug vorpositionieren
4 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+90 SPC+0 TURN FMAX	Einschwenken
5 CYCL DEF 14.0 KONTUR	Konturunterprogramm festlegen
6 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1	
7 CYCL DEF 28 ZYLINDER-MANTEL	Bearbeitungsparameter festlegen
Q1=-7 ;FRAESTIEFE	
Q3=+0 ;AUFMASS SEITE	
Q6=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q10=-4 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q12=250 ;VORSCHUB RAEUMEN	
Q16=25 ;RADIUS	
Q17=1 ;BEMASSUNGSART	
Q20=10 ;NUTBREITE	
Q21=0.02 ;TOLERANZ	Nachbearbeitung aktiv
8 L C+0 R0 FMAX M3 M99	Rundtisch vorpositionieren, Spindel ein, Zyklus aufrufen
9 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
10 PLANE RESET TURN FMAX	Zurückschwenken, PLANE-Funktion aufheben
11 M2	Programmende
12 LBL 1	Konturunterprogramm, Beschreibung der Mittelpunktsbahn
13 L X+60 Y+0 RL	Angaben in der Drehachse in mm (Q17=1)
14 L Y-35	
15 L X+40 Y-52.5	
16 L Y-70	
17 LBL 0	
18 END PGM C28 MM	

10

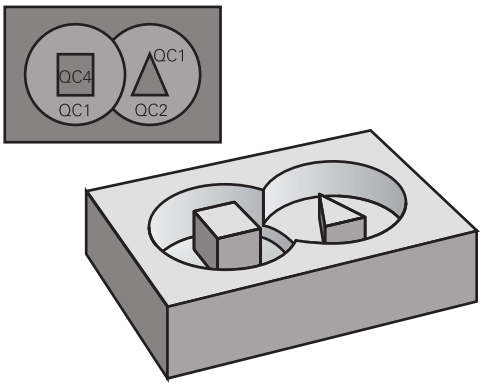
Bearbeitungs-zyklen: Konturtasche mit Konturformel

10.1 SL-Zyklen mit komplexer Konturformel

Grundlagen

Mit den SL-Zyklen und der komplexen Konturformel können Sie komplexe Konturen aus Teilkonturen (Taschen oder Inseln) zusammensetzen. Die einzelnen Teilkonturen (Geometriedaten) geben Sie als separate NC-Programme ein. Dadurch sind alle Teilkonturen beliebig wiederverwendbar. Aus den gewählten Teilkonturen, die Sie über eine Konturformel miteinander verknüpfen, berechnet die Steuerung die Gesamtkontur.

> Der Speicher für einen SL-Zyklus (alle Konturbeschreibungs-Programme) ist auf maximal **128 Konturen** begrenzt. Die Anzahl der möglichen Konturelemente hängt von der Konturart (Innen-/Außenkontur) und der Anzahl der Konturbeschreibungen ab und beträgt maximal **16384** Konturelemente.
>
> Die SL-Zyklen mit Konturformel setzen einen strukturierten Programmaufbau voraus und bieten die Möglichkeit, immer wiederkehrende Konturen in einzelnen NC-Programmen abzulegen. Über die Konturformel verknüpfen Sie die Teilkonturen zu einer Gesamtkontur und legen fest, ob es sich um eine Tasche oder Insel handelt.
>
> Die Funktion SL-Zyklen mit Konturformel ist in der Bedienoberfläche der Steuerung auf mehrere Bereiche verteilt und dient als Grundlage für weitergehende Entwicklungen.



Schema: Abarbeiten mit SL-Zyklen und komplexer Konturformel

```
0 BEGIN PGM  KONTUR MM
...
5 SEL CONTOUR  "MODEL"
6 CYCL DEF 20  KONTUR-DATEN ...
8 CYCL DEF 22  RAEUMEN ...
9 CYCL CALL
...
12 CYCL DEF 23  SCHLICHTEN TIEFE ...
13 CYCL CALL
...
16 CYCL DEF 24  SCHLICHTEN SEITE ...
17 CYCL CALL
63 L  Z+250 R0  FMAX M2
64 END PGM  KONTUR MM
```

Eigenschaften der Teilkonturen

- Die Steuerung erkennt alle Konturen als Tasche. Programmieren Sie keine Radiuskorrektur
- Die Steuerung ignoriert Vorschübe F und Zusatzfunktionen M
- Koordinatenumrechnungen sind erlaubt. Werden sie innerhalb der Teilkonturen programmiert, wirken sie auch in den nachfolgenden Unterprogrammen, müssen aber nach dem Zyklusaufruf nicht zurückgesetzt werden
- Die Unterprogramme dürfen auch Koordinaten in der Spindelachse enthalten, diese werden aber ignoriert
- Im ersten Koordinatensatz des Unterprogramms legen Sie die Bearbeitungsebene fest
- Teilkonturen können Sie bei Bedarf mit unterschiedlichen Tiefen definieren

Eigenschaften der Bearbeitungszyklen

- Die Steuerung positioniert vor jedem Zyklus automatisch auf den Sicherheitsabstand
- Jedes Tiefenniveau wird ohne Werkzeugabheben gefräst; Inseln werden seitlich umfahren
- Der Radius von „Innenecken“ ist programmierbar – das Werkzeug bleibt nicht stehen, Freischneidemarkierungen werden verhindert (gilt für äußerste Bahn beim Räumen und Seitenschlichten)
- Beim Seitenschlichten fährt die Steuerung die Kontur auf einer tangentialen Kreisbahn an
- Beim Tiefenschlichten fährt die Steuerung das Werkzeug ebenfalls auf einer tangentialen Kreisbahn an das Werkstück (z. B.: Spindelachse Z: Kreisbahn in Ebene Z/X)
- Die Steuerung bearbeitet die Kontur durchgehend im Gleichlauf bzw. im Gegenlauf

Die Maßangaben für die Bearbeitung, wie Frästiefe, Aufmaße und Sicherheitsabstand geben Sie zentral im Zyklus 20 als KONTUR-DATEN ein.

Schema: Verrechnung der Teilkonturen mit Konturformel

```
0 BEGIN PGM  MODEL MM
1 DECLARE CONTOUR  QC1 = “KREIS1“
2 DECLARE CONTOUR  QC2 = “KREISXY“
    DEPTH15
3 DECLARE CONTOUR  QC3 = “DREIECK“
    DEPTH10
4 DECLARE CONTOUR  QC4 =
    “QUADRAT“  DEPTH5
5 QC10 =  ( QC1 | QC3 | QC4 ) \ QC2
6 END PGM  MODEL MM
```

```
0 BEGIN PGM  KREIS1 MM
1 CC  X+75 Y+50
2 LP  PR+45 PA+0
3 CP  IPA+360 DR+
4 END PGM  KREIS1 MM
```

```
0 BEGIN PGM  KREIS31XY MM
...
...
```

NC-Programm mit Konturdefinitionen wählen

Mit der Funktion **SEL CONTOUR** wählen Sie ein NC-Programm mit Konturdefinitionen, aus denen die Steuerung die Konturbeschreibungen entnimmt:

SPEC FCT

- Softkey-Leiste mit Sonderfunktionen einblenden

KONTUR/-PUNKT BEARB.

- Menü für Funktionen: Softkey Kontur- und Punktbearbeitung drücken

SEL CONTOUR

- Softkey **SEL CONTOUR** drücken
- Vollständigen Programmnamen des NC-Programms mit den Konturdefinitionen eingeben. Mit Taste **END** bestätigen

> **SEL CONTOUR**-Satz vor den SL-Zyklen programmieren. Zyklus **14 KONTUR** ist bei der Verwendung von **SEL CONTUR** nicht mehr erforderlich.

Konturbeschreibungen definieren

Mit der Funktion **DECLARE CONTOUR** geben Sie einem NC-Programm den Pfad für NC-Programme an, aus denen die Steuerung die Konturbeschreibungen entnimmt. Des Weiteren können Sie für diese Konturbeschreibung eine separate Tiefe wählen (FCL 2-Funktion):

SPEC FCT

- Softkey-Leiste mit Sonderfunktionen einblenden

KONTUR/-PUNKT BEARB.

- Menü für Funktionen: Softkey Kontur- und Punktbearbeitung drücken

DECLARE CONTOUR

- Softkey **DECLARE CONTOUR** drücken
- Nummer für den Konturbezeichner **QC** eingeben, mit Taste **ENT** bestätigen
- Vollständigen Programmnamen des NC-Programms mit den Kontur-Beschreibungen eingeben, mit Taste **END** bestätigen oder wenn gewünscht
- Separate Tiefe für die gewählte Kontur definieren

> Mit den angegebenen Konturbezeichnern **QC** können Sie in der Konturformel die verschiedenen Konturen miteinander verrechnen.
>
> Wenn Sie Konturen mit separater Tiefe verwenden, dann müssen Sie allen Teilkonturen eine Tiefe zuweisen (ggf. Tiefe 0 zuweisen).

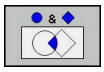
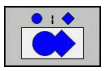
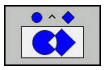
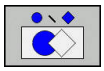
Komplexe Konturformel eingeben

Über Softkeys können Sie verschiedene Konturen in einer mathematischen Formel miteinander verknüpfen:

- Softkey-Leiste mit Sonderfunktionen einblenden

- Menü für Funktionen: Softkey Kontur- und Punktbearbeitung drücken

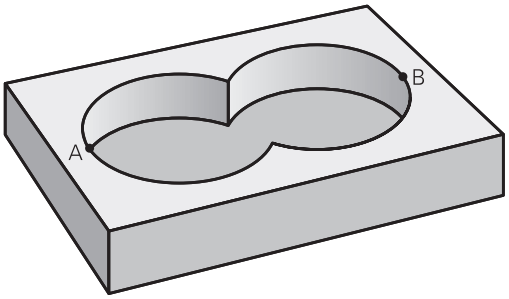
- Softkey **KONTUR FORMEL** drücken: Die Steuerung zeigt folgende Softkeys an:

Softkey	Verknüpfungsfunktion
	**geschnitten mit** z. B. **QC10 = QC1 & QC5**
	**vereinigt mit** z. B. **QC25 = QC7 | QC18**
	**vereinigt mit, aber ohne Schnitt** z. B. **QC12 = QC5 ^ QC25**
	**ohne** z. B. **QC25 = QC1 \ QC2**
	Klammer auf z. B. **QC12 = QC1 * (QC2 + QC3)**
	Klammer zu z. B. **QC12 = QC1 * (QC2 + QC3)**
	Einzelne Kontur definieren z. B. **QC12 = QC1**

Überlagerte Konturen

Die Steuerung betrachtet eine programmierte Kontur als Tasche. Mit den Funktionen der Konturformel haben Sie die Möglichkeit, eine Kontur in eine Insel umzuwandeln.

Taschen und Inseln können Sie zu einer neuen Kontur überlagern. Damit können Sie die Fläche einer Tasche durch eine überlagerte Tasche vergrößern oder eine Insel verkleinern.



Unterprogramme: Überlagerte Taschen

> Die nachfolgenden Beispiele sind Konturbeschreibungsprogramme, die in einem Konturdefinitionsprogramm definiert sind. Das Konturdefinitionsprogramm wiederum ist über die Funktion **SEL CONTOUR** im eigentlichen Hauptprogramm aufzurufen.

Die Taschen A und B überlagern sich.

Die Steuerung berechnet die Schnittpunkte S1 und S2, sie müssen nicht programmiert werden.

Die Taschen sind als Vollkreise programmiert.

Konturbeschreibungsprogramm 1: Tasche A

```
0 BEGIN PGM  TASCHE_A MM
1 L  X+10 Y+50  R0
2 CC  X+35 Y+50
3 C  X+10 Y+50  DR-
4 END PGM  TASCHE_A MM
```

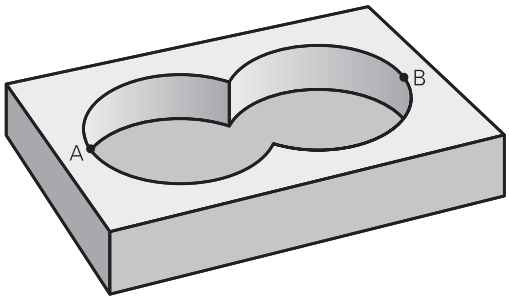
Konturbeschreibungsprogramm 2: Tasche B

```
0 BEGIN PGM  TASCHE_B MM
1 L  X+90 Y+50  R0
2 CC  X+65 Y+50
3 C  X+90 Y+50  DR-
4 END PGM  TASCHE_B MM
```

„Summen“-Fläche

Beide Teilflächen A und B inklusive der gemeinsam überdeckten Fläche sollen bearbeitet werden:

- Die Flächen A und B müssen in separaten NC-Programmen ohne Radiuskorrektur programmiert sein
- In der Konturformel werden die Flächen A und B mit der Funktion “vereinigt mit“ verrechnet



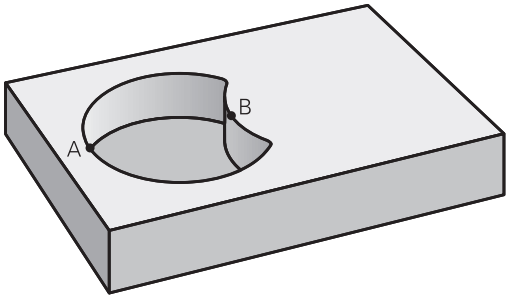
Konturdefinitionsprogramm:

```
50 ...
51 ...
52 DECLARE CONTOUR  QC1 = “TASCHE_A.H“
53 DECLARE CONTOUR  QC2 = “TASCHE_B.H“
54 QC10 =  QC1 | QC2
55 ...
56 ...
```

„Differenz“-Fläche

Fläche A soll ohne den von B überdeckten Anteil bearbeitet werden:

- Die Flächen A und B müssen in separaten NC-Programmen ohne Radiuskorrektur programmiert sein
- In der Konturformel wird die Fläche B mit der Funktion **ohne** von der Fläche A abgezogen



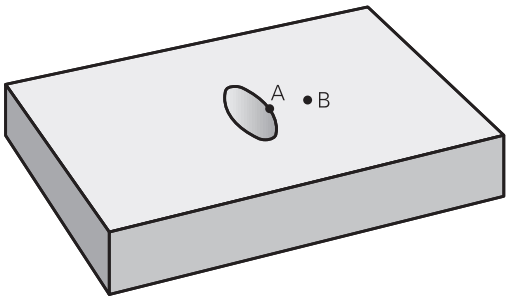
Konturdefinitionsprogramm:

```
50 ...
51 ...
52 DECLARE CONTOUR  QC1 = “TASCHE_A.H“
53 DECLARE CONTOUR  QC2 = “TASCHE_B.H“
54 QC10 =  QC1 \ QC2
55 ...
56 ...
```

„Schnitt“-Fläche

Die von A und B überdeckte Fläche soll bearbeitet werden. (Einfach überdeckte Flächen sollen unbearbeitet bleiben.)

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



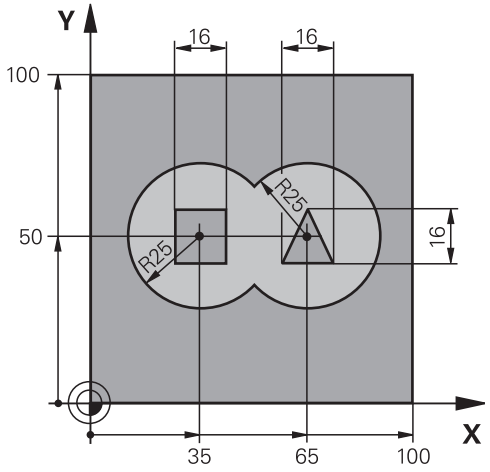
Konturdefinitionsprogramm:

```
50 ...
51 ...
52 DECLARE CONTOUR  QC1 = “TASCHE_A.H“
53 DECLARE CONTOUR  QC2 = “TASCHE_B.H“
54 QC10 =  QC1 & QC2
55 ...
56 ...
```

Kontur abarbeiten mit SL-Zyklen

Die Bearbeitung der definierten Gesamtkontur erfolgt mit den SL-Zyklen 20 - 24 (siehe "Übersicht", Seite 222).

Beispiel: Überlagerte Konturen mit Konturformel schruppen und schlichten



0 BEGIN PGM KONTUR MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Rohteildefinition
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S2500	Werkzeugaufruf Schruppfräser
4 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
5 SEL CONTOUR "MODEL"	Konturdefinitionsprogramm festlegen
6 CYCL DEF 20 KONTUR-DATEN	Allgemeine Bearbeitungsparameter festlegen
Q1=-20 ;FRAESTIEFE	
Q2=1 ;BAHN-UEBERLAPPUNG	
Q3=+0.5 ;AUFMASS SEITE	
Q4=+0.5 ;AUFMASS TIEFE	
Q5=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	
Q6=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q7=+100 ;SICHERE HOEHE	
Q8=0.1 ;RUNDUNGSRADIUS	
Q9=-1 ;DREHSINN	

7 CYCL DEF 22 RAEUMEN	Zyklusdefinition Räumen
Q10=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q12=350 ;VORSCHUB RAEUMEN	
Q18=0 ;VORRAEUM-WERKZEUG	
Q19=150 ;VORSCHUB PENDELN	
Q401=100 ;VORSCHUBFAKTOR	
Q404=0 ;NACHRAEUMSTRATEGIE	
8 CYCL CALL M3	Zyklusaufruf Räumen
9 TOOL CALL 2 Z S5000	Werkzeugaufruf Schlichtfräser
10 CYCL DEF 23 SCHLICHTEN TIEFE	Zyklusdefinition Schlichten Tiefe
Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q12=200 ;VORSCHUB RAEUMEN	
11 CYCL CALL M3	Zyklusaufruf Schlichten Tiefe
12 CYCL DEF 24 SCHLICHTEN SEITE	Zyklusdefinition Schlichten Seite
Q9=+1 ;DREHSINN	
Q10=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q12=400 ;VORSCHUB RAEUMEN	
Q14=+0 ;AUFMASS SEITE	
13 CYCL CALL M3	Zyklusaufruf Schlichten Seite
14 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programmende
15 END PGM KONTUR MM	

Konturdefinitionsprogramm mit Konturformel:

0 BEGIN PGM MODEL MM	Konturdefinitionsprogramm
1 DECLARE CONTOUR QC1 = “KREIS1“	Definition des Konturbezeichners für das NC-Programm “KREIS1“
2 FN 0: Q1 =+35	Wertzuweisung für verwendete Parameter im PGM “KREIS31XY“
3 FN 0: Q2 =+50	
4 FN 0: Q3 =+25	
5 DECLARE CONTOUR QC2 = “KREIS31XY“	Definition des Konturbezeichners für das NC-Programm “KREIS31XY“
6 DECLARE CONTOUR QC3 = “DREIECK“	Definition des Konturbezeichners für das NC-Programm “DREIECK“
7 DECLARE CONTOUR QC4 = “QUADRAT“	Definition des Konturbezeichners für das NC-Programm “QUADRAT“
8 QC10 = (QC 1 | QC 2) \ QC 3 \ QC 4	Konturformel
9 END PGM MODEL MM	

Konturbeschreibungsprogramme:

0 BEGIN PGM KREIS1 MM	Konturbeschreibungsprogramm: Kreis rechts
1 CC X+65 Y+50	
2 L PR+25 PA+0 R0	
3 CP IPA+360 DR+	
4 END PGM KREIS1 MM	

0 BEGIN PGM KREIS31XY MM	Konturbeschreibungsprogramm: Kreis links
1 CC X+Q1 Y+Q2	
2 LP PR+Q3 PA+0 R0	
3 CP IPA+360 DR+	
4 END PGM KREIS31XY MM	

0 BEGIN PGM DREIECK MM	Konturbeschreibungsprogramm: Dreieck rechts
1 L X+73 Y+42 R0	
2 L X+65 Y+58	
3 L X+58 Y+42	
4 L X+73	
5 END PGM DREIECK MM	

0 BEGIN PGM QUADRAT MM	Konturbeschreibungsprogramm: Quadrat links
1 L X+27 Y+58 R0	
2 L X+43	
3 L Y+42	
4 L X+27	
5 L Y+58	
6 END PGM QUADRAT MM	

10.2 SL-Zyklen mit einfacher Konturformel

Grundlagen

Mit den SL-Zyklen und der einfachen Konturformel können Sie Konturen aus bis zu neun Teilkonturen (Taschen oder Inseln) auf einfache Weise zusammensetzen. Die einzelnen Teilkonturen (Geometriedaten) geben Sie als separate NC-Programme ein. Dadurch sind alle Teilkonturen beliebig wiederverwendbar. Aus den gewählten Teilkonturen berechnet die Steuerung die Gesamtkontur.

> Der Speicher für einen SL-Zyklus (alle Konturbeschreibungs-Programme) ist auf maximal **128 Konturen** begrenzt. Die Anzahl der möglichen Konturelemente hängt von der Konturart (Innen-/Außenkontur) und der Anzahl der Konturbeschreibungen ab und beträgt maximal **16384** Konturelemente.

Schema: Abarbeiten mit SL-Zyklen und komplexer Konturformel

```
0 BEGIN PGM  CONTDEF MM
...
5 CONTOUR DEF  P1= “POCK1.H“ I2 =
    “ISLE2.H“ DEPTH5  I3 “ISLE3.H“
    DEPTH7.5
6 CYCL DEF 20  KONTUR-DATEN ...
8 CYCL DEF 22  RAEUMEN ...
9 CYCL CALL
...
12 CYCL DEF 23  SCHLICHTEN TIEFE ...
13 CYCL CALL
...
16 CYCL DEF 24  SCHLICHTEN SEITE ...
17 CYCL CALL
63 L  Z+250 R0  FMAX M2
64 END PGM  CONTDEF MM
```

Eigenschaften der Teilkonturen

- Programmieren Sie keine Radiuskorrektur
- Die Steuerung ignoriert Vorschübe F und Zusatzfunktionen M
- Koordinatenumrechnungen sind erlaubt. Werden sie innerhalb der Teilkonturen programmiert, wirken sie auch in den nachfolgenden Unterprogrammen, müssen aber nach dem Zyklusaufruf nicht zurückgesetzt werden
- Die Unterprogramme dürfen auch Koordinaten in der Spindelachse enthalten, diese werden aber ignoriert
- Im ersten Koordinatensatz des Unterprogramms legen Sie die Bearbeitungsebene fest

Eigenschaften der Bearbeitungszyklen

- Die Steuerung positioniert vor jedem Zyklus automatisch auf den Sicherheitsabstand
- Jedes Tiefenniveau wird ohne Werkzeugabheben gefräst; Inseln werden seitlich umfahren
- Der Radius von „Innenecken“ ist programmierbar – das Werkzeug bleibt nicht stehen, Freischneidemarkierungen werden verhindert (gilt für äußerste Bahn beim Räumen und Seitenschlichten)
- Beim Seitenschlichten fährt die Steuerung die Kontur auf einer tangentialen Kreisbahn an
- Beim Tiefenschlichten fährt die Steuerung das Werkzeug ebenfalls auf einer tangentialen Kreisbahn an das Werkstück (z. B.: Spindelachse Z: Kreisbahn in Ebene Z/X)
- Die Steuerung bearbeitet die Kontur durchgehend im Gleichlauf bzw. im Gegenlauf

Die Maßangaben für die Bearbeitung, wie Frästiefe, Aufmaße und Sicherheitsabstand geben Sie zentral im Zyklus 20 als KONTUR-DATEN ein.

Einfache Konturformel eingeben

Über Softkeys können Sie verschiedene Konturen in einer mathematischen Formel miteinander verknüpfen:

SPEC FCT

- Softkey-Leiste mit Sonderfunktionen einblenden

KONTUR/-PUNKT BEARB.

- Menü für Funktionen: Softkey Kontur- und Punktbearbeitung drücken

CONTOUR DEF

- Softkey **CONTOUR DEF** drücken: Die Steuerung startet die Eingabe der Konturformel
- Namen der ersten Teilkontur eingeben. Die erste Teilkontur muss immer die tiefste Tasche sein, mit Taste **ENT** bestätigen

INSEL

- Per Softkey festlegen, ob die nächste Kontur eine Tasche oder Insel ist, mit Taste **ENT** bestätigen
- Namen der zweiten Teilkontur eingeben. Mit Taste **ENT** bestätigen
- Bei Bedarf Tiefe der zweiten Teilkontur eingeben, mit Taste **ENT** bestätigen
- Dialog wie zuvor beschrieben fortführen, bis Sie alle Teilkonturen eingegeben haben

> Liste der Teilkonturen grundsätzlich immer mit der tiefsten Tasche beginnen!
>
> Wenn die Kontur als Insel definiert ist, dann interpretiert die Steuerung die eingegebene Tiefe als Inselhöhe. Der eingegebene, vorzeichenlose Wert bezieht sich dann auf die Werkstück-Oberfläche!
>
> Wenn die Tiefe mit 0 eingegeben ist, dann wirkt bei Taschen die im Zyklus 20 definierte Tiefe, Inseln ragen dann bis zur Werkstück-Oberfläche!

Kontur Abarbeiten mit SL-Zyklen

> Die Bearbeitung der definierten Gesamtkontur erfolgt mit den SL-Zyklen 20 - 24 (siehe "Übersicht", Seite 222).

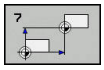
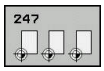
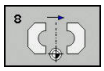
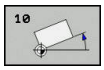
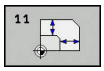
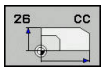
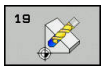
11

Zyklen: Koordinaten-Umrechnungen

11.1 Grundlagen

Übersicht

Mit Koordinatenumrechnungen kann die Steuerung eine einmal programmierte Kontur an verschiedenen Stellen des Werkstücks mit veränderter Lage und Größe ausführen. Die Steuerung stellt folgende Koordinatenumrechnungszyklen zur Verfügung:

Softkey	Zyklus	Seite
	7 NULLPUNKT Konturen verschieben direkt im NC-Programm oder aus Nullpunkttabellen	299
	247 Bezugspunktsetzen Bezugspunkt während des Programmlaufs setzen	305
	8 SPIEGELN Konturen spiegeln	306
	10 DREHUNG Konturen in der Bearbeitungsebene drehen	308
	11 MASSFAKTOR Konturen verkleinern oder vergrößern	310
	26 ACHSSPEZIFISCHER MASSFAKTOR Konturen verkleinern oder vergrößern mit achsspezifischen Maßfaktoren	311
	19 Bearbeitungsebene Bearbeitungen im geschwenkten Koordinatensystem durchführen für Maschinen mit Schwenkköpfen und/oder Drehtischen	313

Wirksamkeit der Koordinatenumrechnungen

Beginn der Wirksamkeit: Eine Koordinatenumrechnung wird ab ihrer Definition wirksam – wird also nicht aufgerufen. Sie wirkt so lange, bis sie zurückgesetzt oder neu definiert wird.

Koordinatenumrechnung zurücksetzen:

- Zyklus mit Werten für das Grundverhalten erneut definieren, z. B. Maßfaktor 1.0
- Zusatzfunktionen M2, M30 oder den NC-Satz END PGM ausführen (diese M-Funktionen sind Maschinenparameter abhängig).
- Neues NC-Programm wählen

11.2 NULLPUNKT-Verschiebung (Zyklus 7, DIN/ISO: G54)

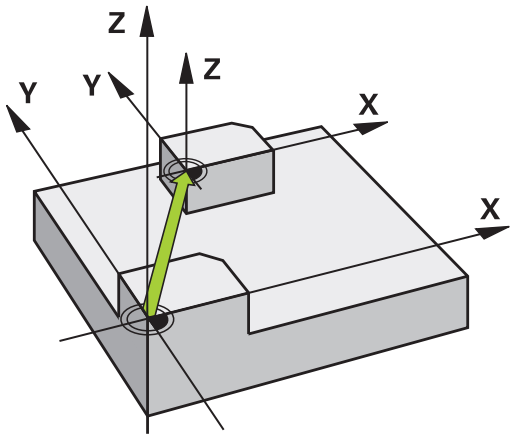
Wirkung

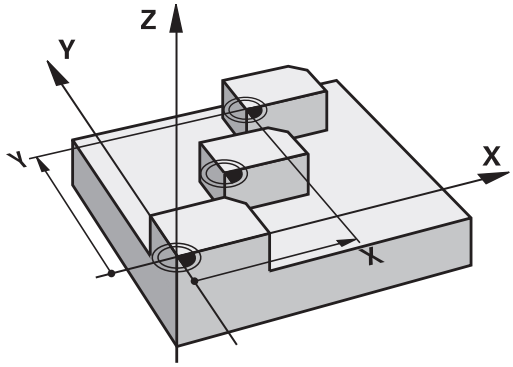
Mit der Nullpunktverschiebung können Sie Bearbeitungen an beliebigen Stellen des Werkstücks wiederholen.

Nach einer Zyklusdefinition Nullpunktverschiebung beziehen sich alle Koordinateneingaben auf den neuen Nullpunkt. Die Verschiebung in jeder Achse zeigt die Steuerung in der zusätzlichen Statusanzeige an. Die Eingabe von Drehachsen ist auch erlaubt.

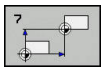
Rücksetzen

- Verschiebung zu den Koordinaten X=0; Y=0 etc. durch erneute Zyklusdefinition programmieren
- Aus der Nullpunkttabelle Verschiebung zu den Koordinaten X=0; Y=0 etc. aufrufen





Zyklusparameter



- **Verschiebung**: Koordinaten des neuen Nullpunkts eingeben; Absolutwerte beziehen sich auf den Werkstücknullpunkt, der durch das Bezugspunktsetzen festgelegt ist; Inkrementalwerte beziehen sich immer auf den zuletzt gültigen Nullpunkt – dieser kann bereits verschoben sein. Eingabe-Bereich bis zu 6 NC-Achsen, jeweils von -99999,9999 bis 99999,9999

Beispiel

```
13 CYCL DEF 7.0  NULLPUNKT
14 CYCL DEF 7.1  X+60
15 CYCL DEF 7.2  Y+40
16 CYCL DEF 7.3  Z-5
```

Beim Programmieren beachten

Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!

Die Verrechnung der Nullpunktverschiebung in den Drehachsen legt Ihr Maschinenhersteller im Parameter **presetToAlignAxis** (Nr. 300203) fest.

Mit dem optionalen Maschinenparameter **CfgDisplayCoordSys** (Nr. 127501) können Sie entscheiden, in welchem Koordinatensystem die Statusanzeige eine aktive Nullpunktverschiebung anzeigt.

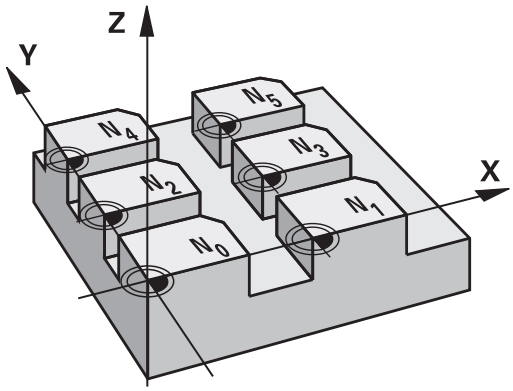
11.3 NULLPUNKT-Verschiebung mit Nullpunkttabellen (Zyklus 7, DIN/ISO: G53)

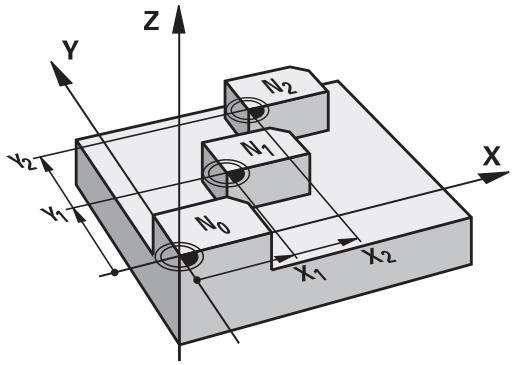
Wirkung

Nullpunkttabellen setzen Sie z. B. ein bei

- häufig wiederkehrenden Bearbeitungsgängen an verschiedenen Werkstückpositionen oder
- häufiger Verwendung derselben Nullpunktverschiebung

Innerhalb eines NC-Programms können Sie Nullpunkte sowohl direkt in der Zyklusdefinition programmieren als auch aus einer Nullpunkttabelle heraus aufrufen.





Rücksetzen

- Aus der Nullpunkttabelle Verschiebung zu den Koordinaten X=0; Y=0 etc. aufrufen
- Verschiebung zu den Koordinaten X=0; Y=0 etc. direkt mit einer Zyklusdefinition aufrufen

Statusanzeigen

In der zusätzlichen Statusanzeige werden folgende Daten aus der Nullpunkttabelle angezeigt:

- Name und Pfad der aktiven Nullpunkttabelle
- Aktive Nullpunktnummer
- Kommentar aus der Spalte DOC der aktiven Nullpunktnummer

Beim Programmieren beachten!

Nullpunkte aus der Nullpunkttabelle beziehen sich **immer und ausschließlich** auf den aktuellen Bezugspunkt.

Wenn Sie Nullpunktverschiebungen mit Nullpunkttabellen einsetzen, dann verwenden Sie die Funktion **SEL TABLE**, um die gewünschte Nullpunkttabelle vom NC-Programm aus zu aktivieren.

Mit dem optionalen Maschinenparameter **CfgDisplayCoordSys** (Nr. 127501) können Sie entscheiden, in welchem Koordinatensystem die Statusanzeige eine aktive Nullpunktverschiebung anzeigt.

Wenn Sie ohne **SEL TABLE** arbeiten, dann müssen Sie die gewünschte Nullpunkttabelle vor dem Programmtest oder dem Programmlauf aktivieren (gilt auch für die Programmiergrafik):

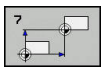
- Gewünschte Tabelle für den Programmtest in der Betriebsart **Programm-Test** über die Dateiverwaltung wählen: Tabelle erhält den Status S
- Gewünschte Tabelle für den Programmlauf in den Betriebsarten **Programmlauf Einzelsatz** und **Programmlauf Satzfolge** über die Dateiverwaltung wählen: Tabelle erhält den Status M

Die Koordinaten-Werte aus Nullpunkttabellen sind ausschließlich absolut wirksam.

Neue Zeilen können Sie nur am Tabellenende einfügen.

Wenn Sie Nullpunkttabellen erstellen, muss der Dateinamen mit einem Buchstaben beginnen.

Zyklusparameter



- **Verschiebung**: Nummer des Nullpunktes aus der Nullpunkttabelle oder einen Q-Parameter eingeben; Wenn Sie einen Q-Parameter eingeben, dann aktiviert die Steuerung die Nullpunkt-Nummer, die im Q-Parameter steht. Eingabe-Bereich 0 bis 9999

Beispiel

```
77 CYCL DEF 7.0  NULLPUNKT
78 CYCL DEF 7.1  #5
```

Nullpunkttabelle im NC-Programm wählen

Mit der Funktion **SEL TABLE** wählen Sie die Nullpunkttabelle, aus der die Steuerung die Nullpunkte entnimmt:

PGM CALL

- Funktionen zum Programmaufruf wählen: Taste **PGM CALL** drücken

NULLPUNKT TABELLE

- Softkey **NULLPUNKT TABELLE** drücken
- Vollständigen Pfadnamen der Nullpunkttabelle eingeben oder Datei mit dem Softkey **AUSWÄHLEN** wählen. Mit Taste **END** bestätigen

> **SEL TABLE**-Satz vor Zyklus 7 Nullpunktverschiebung programmieren.
>
> Eine mit **SEL TABLE** gewählte Nullpunkttabelle bleibt solange aktiv, bis Sie mit **SEL TABLE** oder über **PGM MGT** eine andere Nullpunkttabelle wählen.

Nullpunkttabelle editieren in der Betriebsart Programmieren

> Nachdem Sie einen Wert in einer Nullpunkttabelle geändert haben, müssen Sie die Änderung mit der Taste **ENT** speichern. Ansonsten wird die Änderung ggf. beim Abarbeiten eines NC-Programmes nicht berücksichtigt.

Die Nullpunkttabelle wählen Sie in der Betriebsart **Programmieren**

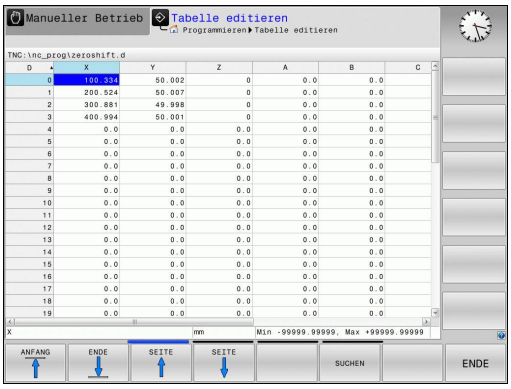
PGM MGT

- Dateiverwaltung aufrufen: Taste **PGM MGT** drücken
- Nullpunkttabellen anzeigen: Softkeys **TYP WÄHLEN** und **ZEIGE .D** drücken
- Gewünschte Tabelle wählen oder neuen Dateinamen eingeben
- Datei editieren. Die Softkey-Leiste zeigt dazu u. a. folgende Funktionen an:

Softkey	Funktion
ANFANG	Tabellenanfang wählen
ENDE	Tabellenende wählen
SEITE	Seitenweise blättern nach oben
SEITE	Seitenweise blättern nach unten
ZEILE EINFÜGEN	Zeile einfügen (nur möglich am Tabellenende)
ZEILE LÖSCHEN	Zeile löschen
SUCHEN	Suchen
ZEILEN-ANFANG	Cursor zum Zeilenanfang
ZEILEN-ENDE	Cursor zum Zeilenende
AKTUELLEN WERT KOPIEREN	Aktuellen Wert kopieren
KOPIERTEN WERT EINFÜGEN	Kopierten Wert einfügen
N ZEILEN AM ENDE ANFÜGEN	Eingebbare Anzahl von Zeilen (Nullpunkten) am Tabellenende anfügen

Nullpunkttabelle konfigurieren

Wenn Sie zu einer aktiven Achse keinen Nullpunkt definieren wollen, drücken Sie die Taste **DEL**. Die Steuerung löscht dann den Zahlenwert aus dem entsprechenden Eingabefeld.



> Sie können die Eigenschaften von Tabellen ändern. Geben Sie hierzu im MOD-Menü die Schlüsselzahl 555343 ein. Die Steuerung bietet dann den Softkey **FORMAT EDITIEREN** an, wenn eine Tabelle angewählt ist. Wenn Sie diesen Softkey drücken, öffnet die Steuerung ein Überblend-Fenster, in dem die Spalten der angewählten Tabelle mit den jeweiligen Eigenschaften angezeigt werden. Änderungen sind nur für die geöffnete Tabelle wirksam.

Nullpunkttabelle verlassen

In der Dateiverwaltung anderen Dateitypen anzeigen lassen. Gewünschte Datei wählen.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die Steuerung berücksichtigt Änderungen in einer Nullpunkttabelle erst, wenn die Werte gespeichert sind.

- Änderungen in der Tabelle sofort mit Taste **ENT** bestätigen
- NC-Programm nach einer Änderung der Nullpunkttabelle vorsichtig einfahren

Statusanzeigen

In der zusätzlichen Statusanzeige zeigt die Steuerung die Werte der aktiven Nullpunktverschiebung an.

11.4 BEZUGSPUNKT SETZEN (Zyklus 247, DIN/ISO: G247)

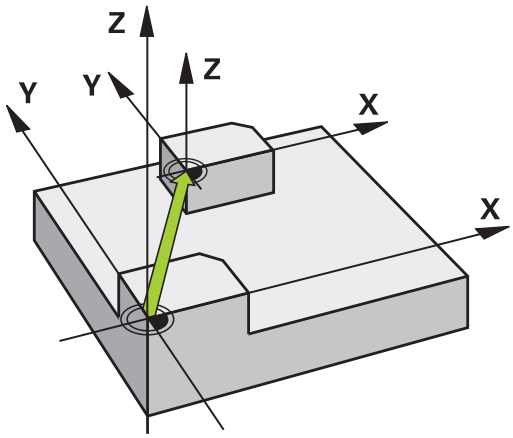
Wirkung

Mit dem Zyklus Bezugspunktsetzen können Sie einen in der Bezugspunkttabelle definierten Bezugpunkt als neuen Bezugspunkt aktivieren.

Nach einer Zyklusdefinition Bezugspunktsetzen beziehen sich alle Koordinateneingaben und Nullpunktverschiebungen (absolute und inkrementale) auf den neuen Bezugpunkt.

Statusanzeige

In der Statusanzeige zeigt die Steuerung die aktive Bezugspunktnummer hinter dem Bezugspunktsymbol an.



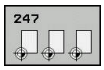
Vor dem Programmieren beachten!

Beim Aktivieren eines Bezugspunkts aus der Bezugspunkttabelle setzt die Steuerung Nullpunktverschiebung, Spiegeln, Drehung, Maßfaktor und achsspezifischer Maßfaktor zurück.

Wenn Sie den Bezugspunkt Nummer 0 (Zeile 0) aktivieren, dann aktivieren Sie den Bezugspunkt, den Sie zuletzt in der Betriebsart **Manueller Betrieb** oder **El. Handrad** gesetzt haben.

Zyklus 247 wirkt auch in der Betriebsart Programm-Test.

Zyklusparameter



- **Nummer für Bezugspunkt?**: Geben Sie die Nummer des gewünschten Bezugspunkts aus der Bezugspunkttabelle an. Alternativ können Sie auch über den Softkey **AUSWÄHLEN** den gewünschten Bezugspunkt direkt aus der Bezugspunkttabelle anwählen. Eingabebereich 0 bis 65 535

Beispiel

```
13 CYCL DEF 247  BEZUGSPUNKT
   SETZEN
   Q339=4        ;BEZUGSPUNKT-NUMMER
```

Statusanzeigen

In der zusätzlichen Statusanzeige (**STATUS POS.-ANZ.**) zeigt die Steuerung die aktive Presetnummer hinter dem Dialog **Bezugsp.** an.

11.5 SPIEGELN (Zyklus 8, DIN/ISO: G28)

Wirkung

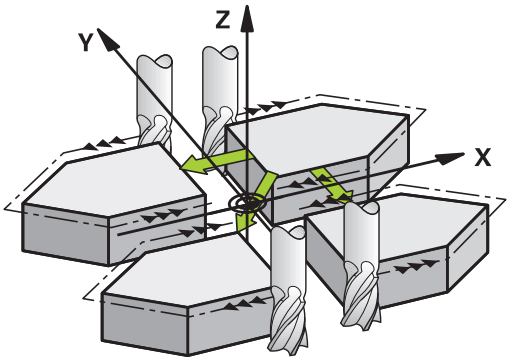
Die Steuerung kann Bearbeitung in der Bearbeitungsebene spiegelbildlich ausführen.

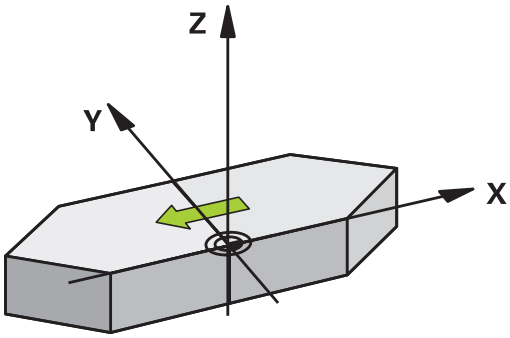
Die Spiegelung wirkt ab ihrer Definition im NC-Programm. Sie wirkt auch in der Betriebsart **Positionieren mit Handeingabe**. Die Steuerung zeigt aktive Spiegelachsen in der zusätzlichen Statusanzeige an.

- Wenn Sie nur eine Achse spiegeln, ändert sich der Umlaufsinn des Werkzeugs. Dies gilt nicht bei SL-Zyklen
- Wenn Sie zwei Achsen spiegeln, bleibt der Umlaufsinn erhalten

Das Ergebnis der Spiegelung hängt von der Lage des Nullpunkts ab:

- Nullpunkt liegt auf der zu spiegelnden Kontur: Das Element wird direkt am Nullpunkt gespiegelt
- Nullpunkt liegt außerhalb der zu spiegelnden Kontur: Das Element verlagert sich zusätzlich





Rücksetzen

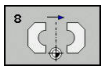
Zyklus SPIEGELN mit Eingabe **NO ENT** erneut programmieren.

Beim Programmieren beachten!

Wenn Sie im geschwenkten System mit Zyklus 8 arbeiten, wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

- Programmieren Sie **zuerst** die Schwenkbewegung und rufen Sie **danach** Zyklus 8 SPIEGELN auf!

Zyklusparameter



- **Gespiegelte Achse?**: Achsen eingeben, die gespiegelt werden soll; Sie können alle Achsen spiegeln – inkl. Drehachsen – mit Ausnahme der Spindelachse und der dazugehörigen Nebenachse. Erlaubt ist die Eingabe von max. drei Achsen. Eingabebereich bis zu drei NC-Achsen **X**, **Y**, **Z**, **U**, **V**, **W**, **A**, **B**, **C**

Beispiel

```
79 CYCL DEF 8.0  SPIEGELN
80 CYCL DEF 8.1  X Y  Z
```

11.6 DREHUNG (Zyklus 10, DIN/ISO: G73)

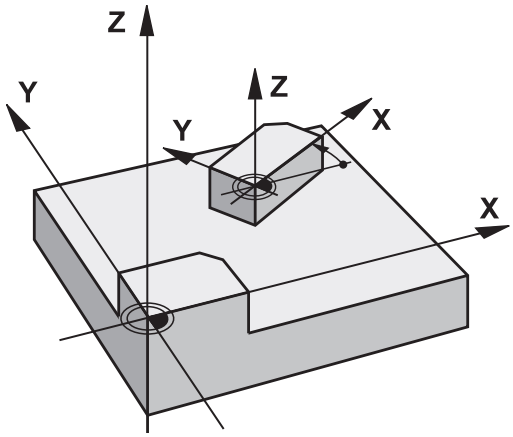
Wirkung

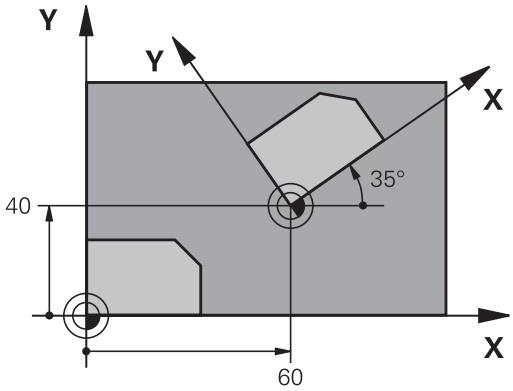
Innerhalb eines NC-Programms kann die Steuerung das Koordinatensystem in der Bearbeitungsebene um den aktiven Nullpunkt drehen.

Die DREHUNG wirkt ab ihrer Definition im NC-Programm. Sie wirkt auch in der Betriebsart Positionieren mit Handeingabe. Die Steuerung zeigt den aktiven Drehwinkel in der zusätzlichen Statusanzeige an.

Bezugsachse für den Drehwinkel:

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





Rücksetzen

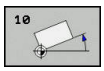
Zyklus DREHUNG mit Drehwinkel 0° erneut programmieren.

Beim Programmieren beachten!

Die Steuerung hebt eine aktive Radiuskorrektur durch Definieren von Zyklus 10 auf. Ggf. Radiuskorrektur erneut programmieren.

Nachdem Sie Zyklus 10 definiert haben, verfahren Sie beide Achsen der Bearbeitungsebene, um die Drehung zu aktivieren.

Zyklusparameter



- **Drehung**: Drehwinkel in Grad (°) eingeben. Eingabebereich -360,000° bis +360,000° (absolut oder inkremental)

Beispiel

```
12 CALL LBL 1
13 CYCL DEF 7.0  NULLPUNKT
14 CYCL DEF 7.1  X+60
15 CYCL DEF 7.2  Y+40
16 CYCL DEF 10.0  DREHUNG
17 CYCL DEF 10.1  ROT+35
18 CALL LBL 1
```

11.7 MASSFAKTOR (Zyklus 11, DIN/ISO: G72)

Wirkung

Die Steuerung kann innerhalb eines NC-Programms Konturen vergrößern oder verkleinern. So können Sie z. B. Schrumpf- und Aufmaßfaktoren berücksichtigen.

Der MASSFAKTOR wirkt ab seiner Definition im NC-Programm. Er wirkt auch in der Betriebsart **Positionieren mit Handeingabe**. Die Steuerung zeigt den aktiven Maßfaktor in der zusätzlichen Statusanzeige an.

Der Maßfaktor wirkt

- auf alle drei Koordinatenachsen gleichzeitig
- auf Maßangaben in Zyklen

Voraussetzung

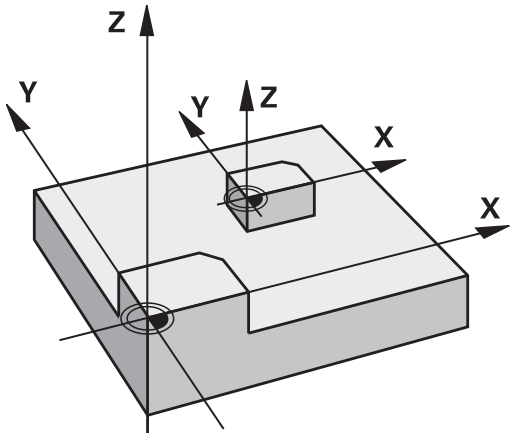
Vor der Vergrößerung bzw. Verkleinerung sollte der Nullpunkt auf eine Kante oder Ecke der Kontur verschoben werden.

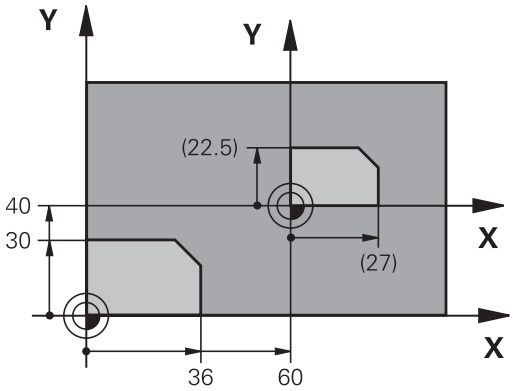
Vergrößern: SCL größer als 1 bis 99,999 999

Verkleinern: SCL kleiner als 1 bis 0,000 001

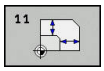
Rücksetzen

Zyklus MASSFAKTOR mit Maßfaktor 1 erneut programmieren.





Zyklusparameter



- **Faktor?**: Faktor SCL eingeben (engl.: scaling); Die Steuerung multipliziert die Koordinaten und Radien mit SCL (wie in „Wirkung“ beschrieben). Eingabebereich 0,000001 bis 99,999999

Beispiel

```
11 CALL LBL 1
12 CYCL DEF 7.0  NULLPUNKT
13 CYCL DEF 7.1  X+60
14 CYCL DEF 7.2  Y+40
15 CYCL DEF 11.0  MASSFAKTOR
16 CYCL DEF 11.1  SCL 0.75
17 CALL LBL 1
```

11.8 MASSFAKTOR ACHSSP. (Zyklus 26)

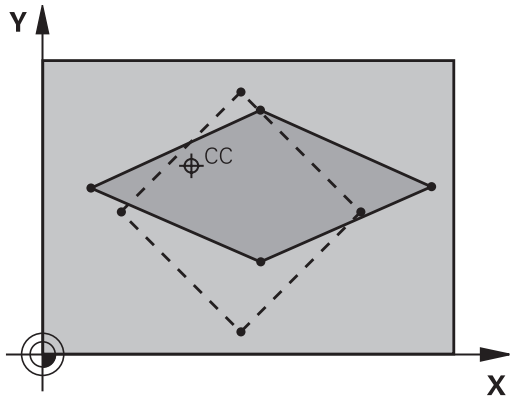
Wirkung

Mit dem Zyklus 26 können Sie Schrumpf- und Aufmaßfaktoren achsspezifisch berücksichtigen.

Der MASSFAKTOR wirkt ab seiner Definition im NC-Programm. Er wirkt auch in der Betriebsart **Positionieren mit Handeingabe**. Die Steuerung zeigt den aktiven Maßfaktor in der zusätzlichen Statusanzeige an.

Rücksetzen

Zyklus MASSFAKTOR mit Faktor 1 für die entsprechende Achse erneut programmieren.



Beim Programmieren beachten!

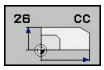
Koordinatenachsen mit Positionen für Kreisbahnen dürfen Sie nicht mit unterschiedlichen Faktoren strecken oder stauchen.

Für jede Koordinaten-Achse können Sie einen eigenen achsspezifischen Maßfaktor eingeben.

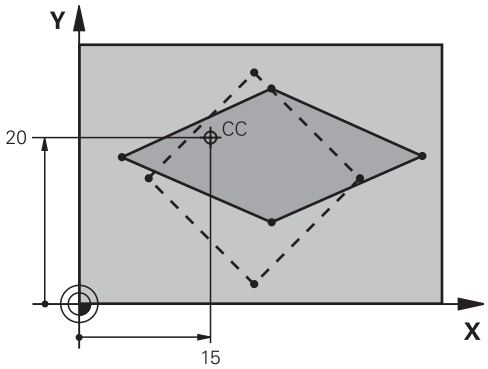
Zusätzlich lassen sich die Koordinaten eines Zentrums für alle Maßfaktoren programmieren.

Die Kontur wird vom Zentrum aus gestreckt oder zu ihm hin gestaucht, also nicht unbedingt vom und zum aktuellen Nullpunkt – wie beim Zyklus 11 MASSFAKTOR.

Zyklusparameter



- **Achse und Faktor**: Koordinatenachse(n) per Softkey wählen. Faktor(en) der achsspezifischen Streckung oder Stauchung eingeben. Eingabebereich 0,000001 bis 99,999999
- **Zentrums-Koordinaten**: Zentrum der achsspezifischen Streckung oder Stauchung. Eingabe-Bereich -99999,9999 bis 99999,9999



Beispiel

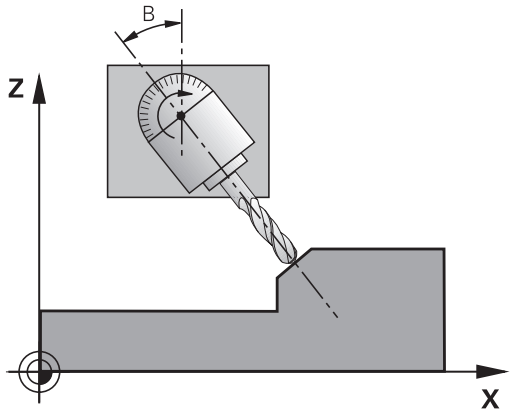
25 CALL LBL 1
26 CYCL DEF 26.0 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.
27 CYCL DEF 26.1 X 1.4 Y 0.6 CCX+15 CCY+20
28 CALL LBL 1

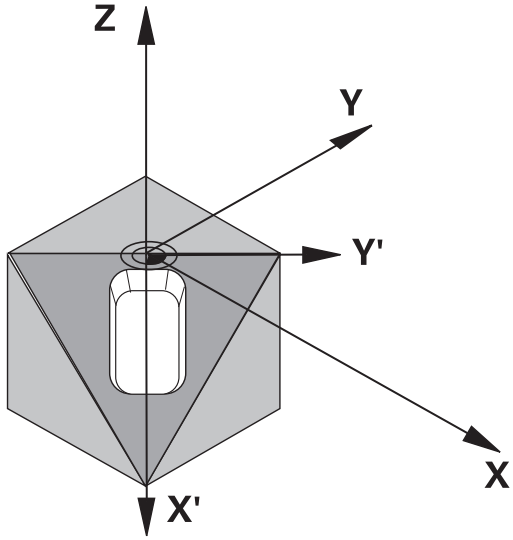
11.9 BEARBEITUNGSEBENE (Zyklus 19, DIN/ISO: G80, Software-Option 1)

Wirkung

Im Zyklus 19 definieren Sie die Lage der Bearbeitungsebene – sprich die Lage der Werkzeugachse bezogen auf das maschinenfeste Koordinatensystem – durch die Eingabe von Schwenkwinkeln. Sie können die Lage der Bearbeitungsebene auf zwei Arten festlegen:

- Stellung der Schwenkachsen direkt eingeben
- Lage der Bearbeitungsebene durch bis zu drei Drehungen (Raumwinkel) des **maschinenfesten** Koordinatensystems beschreiben. Die einzugebenden Raumwinkel erhalten Sie, indem Sie einen Schnitt senkrecht durch die geschwenkte Bearbeitungsebene legen und den Schnitt von der Achse aus betrachten, um die Sie schwenken wollen. Mit zwei Raumwinkeln ist bereits jede beliebige Werkzeuglage im Raum eindeutig definiert





> Beachten Sie, dass die Lage des geschwenkten Koordinatensystems und damit auch Verfahrbewegungen im geschwenkten System davon abhängen, wie Sie die geschwenkte Ebene beschreiben.

Wenn Sie die Lage der Bearbeitungsebene über Raumwinkel programmieren, berechnet die Steuerung die dafür erforderlichen Winkelstellungen der Schwenkachsen automatisch und legt diese in den Parametern Q120 (A-Achse) bis Q122 (C-Achse) ab. Sind zwei Lösungen möglich, wählt die Steuerung – ausgehend von der aktuellen Position der Drehachsen – den kürzeren Weg.

Die Reihenfolge der Drehungen für die Berechnung der Lage der Ebene ist festgelegt: Zuerst dreht die Steuerung die A-Achse, danach die B-Achse und schließlich die C-Achse.

Zyklus 19 wirkt ab seiner Definition im NC-Programm. Sobald Sie eine Achse im geschwenkten System verfahren, wirkt die Korrektur für diese Achse. Wenn die Korrektur in allen Achsen verrechnet werden soll, dann müssen Sie alle Achsen verfahren.

Wenn Sie die Funktion **Schwenken Programmlauf** in der Betriebsart Manuell auf **Aktiv** gesetzt haben; wird der in diesem Menü eingetragene Winkelwert vom Zyklus 19 Bearbeitungsebene überschrieben.

Beim Programmieren beachten!

Die Funktionen zum **Bearbeitungsebene schwenken** werden vom Maschinenhersteller an Steuerung und Maschine angepasst.

Der Maschinenhersteller legt ebenfalls fest, ob die programmierten Winkel von der Steuerung als Koordinaten der Drehachsen (Achswinkel) oder als Winkelkomponenten einer schiefen Ebene (Raumwinkel) interpretiert werden.

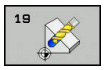
Da nicht programmierte Drehachsenwerte grundsätzlich immer als unveränderte Werte interpretiert werden, sollten Sie immer alle drei Raumwinkel definieren, auch wenn einer oder mehrere Winkel gleich 0 sind.

Das Schwenken der Bearbeitungsebene erfolgt immer um den aktiven Nullpunkt.

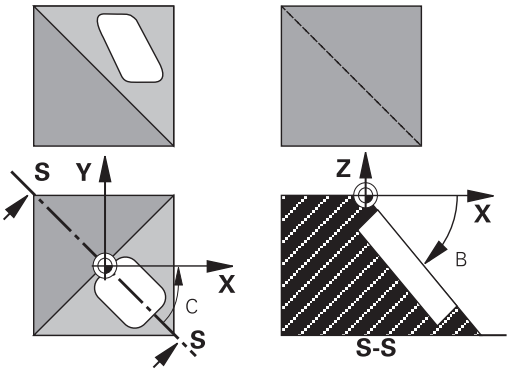
Wenn Sie den Zyklus 19 bei aktivem M120 verwenden, dann hebt die Steuerung die Radiuskorrektur und damit auch die Funktion M120 automatisch auf.

Mit dem optionalen Maschinenparameter **CfgDisplayCoordSys** (Nr. 127501) können Sie entscheiden, in welchem Koordinatensystem die Statusanzeige eine aktive Nullpunktverschiebung anzeigt.

Zyklusparameter



- **Drehachse und -winkel?**: Drehachse mit zugehörigem Drehwinkel eingeben; die Drehachsen A, B und C über Softkeys programmieren. Eingabebereich -360,000 bis 360,000



Wenn die Steuerung die Drehachsen automatisch positioniert, dann können Sie noch folgende Parameter eingeben

- **Vorschub? F=**: Verfahrgeschwindigkeit der Drehachse beim automatischen Positionieren. Eingabe-Bereich 0 bis 99999,999
- **Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Die Steuerung positioniert den Schwenkkopf so, dass die Position, die sich aus der Verlängerung des Werkzeugs um den Sicherheitsabstand, sich relativ zum Werkstück nicht ändert. Eingabe-Bereich 0 bis 99999,9999

Rücksetzen

Um die Schwenkwinkel zurückzusetzen, Zyklus Bearbeitungsebene erneut definieren. Für alle Drehachsen 0° eingeben. Anschließend Zyklus Bearbeitungsebene nochmal definieren. Und die Dialogfrage mit der Taste **NO ENT** bestätigen. Dadurch setzen Sie die Funktion inaktiv.

Drehachsen positionieren

Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!

Der Maschinenhersteller legt fest, ob Zyklus 19 die Drehachsen automatisch positioniert oder ob Sie die Drehachsen im NC-Programm manuell positionieren müssen.

Drehachsen manuell positionieren

Wenn Zyklus 19 die Drehachsen nicht automatisch positioniert, müssen Sie die Drehachsen in einem separaten L-Satz nach der Zyklusdefinition positionieren.

Wenn Sie mit Achswinkeln arbeiten, können Sie die Achswerte direkt im L-Satz definieren. Wenn Sie mit Raumwinkeln arbeiten, dann verwenden Sie die vom Zyklus 19 beschriebenen Q-Parameter **Q120** (A-Achswert), **Q121** (B-Achswert) und **Q122** (C-Achswert).

Verwenden Sie beim manuellen Positionieren grundsätzlich immer die in den Q-Parametern Q120 bis Q122 abgelegten Drehachspositionen!

Vermeiden Sie Funktionen wie M94 (Winkelreduzierung), um bei Mehrfachaufrufen keine Unstimmigkeiten zwischen Ist- und Sollpositionen der Drehachsen zu erhalten.

Beispiel

10 L Z+100 R0 FMAX	
11 L X+25 Y+10 R0 FMAX	
12 CYCL DEF 19.0 BEARBEITUNGSEBENE	Raumwinkel für Korrekturberechnung definieren
13 CYCL DEF 19.1 A+0 B+45 C+0	
14 L A+Q120 C+Q122 R0 F1000	Drehachsen mit Werten positionieren, die Zyklus 19 berechnet hat
15 L Z+80 R0 FMAX	Korrektur aktivieren Spindelachse
16 L X-8.5 Y-10 R0 FMAX	Korrektur aktivieren Bearbeitungsebene

Drehachsen automatisch positionieren

Wenn Zyklus 19 die Drehachsen automatisch positioniert, gilt:

- Die Steuerung kann nur geregelte Achsen automatisch positionieren.
- In der Zyklusdefinition müssen Sie zusätzlich zu den Schwenkwinkeln einen Sicherheitsabstand und einen Vorschub eingeben, mit dem die Schwenkachsen positioniert werden.
- Nur voreingestellte Werkzeuge verwenden (volle Werkzeuglänge muss definiert sein).
- Beim Schwenkvorgang bleibt die Position der Werkzeugspitze gegenüber dem Werkstück nahezu unverändert.
- Die Steuerung führt den Schwenkvorgang mit dem zuletzt programmierten Vorschub aus. Der maximal erreichbare Vorschub hängt ab von der Komplexität des Schwenkkopfs (Schwenktisches).

Beispiel

10 L Z+100 R0 FMAX	
11 L X+25 Y+10 R0 FMAX	
12 CYCL DEF 19.0 BEARBEITUNGSEBENE	Winkel für Korrekturberechnung definieren
13 CYCL DEF 19.1 A+0 B+45 C+0 F5000 ABST50	Zusätzlich Vorschub und Abstand definieren
14 L Z+80 R0 FMAX	Korrektur aktivieren Spindelachse
15 L X-8.5 Y-10 R0 FMAX	Korrektur aktivieren Bearbeitungsebene

Positionsanzeige im geschwenkten System

Die angezeigten Positionen (**SOLL** und **IST**) und die Nullpunktanzeige in der zusätzlichen Statusanzeige beziehen sich nach dem Aktivieren von Zyklus 19 auf das geschwenkte Koordinatensystem. Die angezeigte Position stimmt direkt nach der Zyklusdefinition also ggf. nicht mehr mit den Koordinaten der zuletzt vor Zyklus 19 programmierten Position überein.

Arbeitsraumüberwachung

Die Steuerung prüft im geschwenkten Koordinatensystem nur die Achsen auf Endschalter, die verfahren werden. Ggf. gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus.

Positionieren im geschwenkten System

Mit der Zusatzfunktion M130 können Sie auch im geschwenkten System Positionen anfahren, die sich auf das ungeschwenkte Koordinatensystem beziehen.

Auch Positionierungen mit Geradensätzen die sich auf das Maschinen-Koordinatensystem beziehen (NC-Sätze mit M91 oder M92), lassen sich bei geschwenkter Bearbeitungsebene ausführen. Einschränkungen:

- Positionierung erfolgt ohne Längenkorrektur
- Positionierung erfolgt ohne Maschinengeometriekorrektur
- Werkzeugradiuskorrektur ist nicht erlaubt

Kombination mit anderen Koordinatenumrechnungszyklen

Bei der Kombination von Koordinatenumrechnungszyklen ist darauf zu achten, dass das Schwenken der Bearbeitungsebene immer um den aktiven Nullpunkt erfolgt. Sie können eine Nullpunktverschiebung vor dem Aktivieren von Zyklus 19 durchführen: Dann verschieben Sie das „maschinenfeste Koordinatensystem“.

Wenn Sie den Nullpunkt nach dem Aktivieren von Zyklus 19 verschieben, dann verschieben Sie das „geschwenkte Koordinatensystem“.

Wichtig: Gehen Sie beim Rücksetzen der Zyklen in der umgekehrten Reihenfolge wie beim Definieren vor:

1. Nullpunktverschiebung aktivieren
2. Bearbeitungsebene schwenken aktivieren
3. Drehung aktivieren

...

Werkstückbearbeitung

...

1. Drehung zurücksetzen
2. Bearbeitungsebene schwenken zurücksetzen
3. Nullpunktverschiebung zurücksetzen

Leitfaden für das Arbeiten mit Zyklus 19 Bearbeitungsebene

1 NC-Programm erstellen

- Werkzeug definieren (entfällt, wenn TOOL.T aktiv), volle Werkzeuglänge eingeben
- Werkzeug aufrufen
- Spindelachse so freifahren, dass beim Schwenken keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- Ggf. Drehachse(n) mit L-Satz positionieren auf entsprechenden Winkelwert (abhängig von einem Maschinenparameter)
- Ggf. Nullpunktverschiebung aktivieren
- Zyklus 19 Bearbeitungsebene definieren; Winkelwerte der Drehachsen eingeben
- Alle Hauptachsen (X, Y, Z) verfahren, um die Korrektur zu aktivieren
- Bearbeitung so programmieren, als ob sie in der ungeschwenkten Ebene ausgeführt werden würde
- Ggf. Zyklus 19 Bearbeitungsebene mit anderen Winkeln definieren, um die Bearbeitung in einer anderen Achsstellung auszuführen. Es ist in diesem Fall nicht erforderlich Zyklus 19 zurückzusetzen, Sie können direkt die neuen Winkelstellungen definieren
- Zyklus 19 Bearbeitungsebene zurücksetzen; für alle Drehachsen 0° eingeben
- Funktion Bearbeitungsebene deaktivieren; Zyklus 19 erneut definieren. Dialogfrage mit **NO ENT** bestätigen
- Ggf. Nullpunktverschiebung zurücksetzen
- Ggf. Drehachsen in die 0°-Stellung positionieren

2 Werkstück aufspannen

3 Bezugspunktsetzen

- Manuell durch Ankratzen
- Gesteuert mit einem HEIDENHAIN 3D-Tastsystem,

  Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten, NC-Programme testen und abarbeiten
- Automatisch mit einem HEIDENHAIN 3D-Tastsystem
  Weitere Informationen: "Tastsystemzyklen: Bezugspunkte automatisch erfassen", Seite 405)

4 NC-Programm in der Betriebsart Programmlauf Satzfolge starten

5 Betriebsart Manueller Betrieb

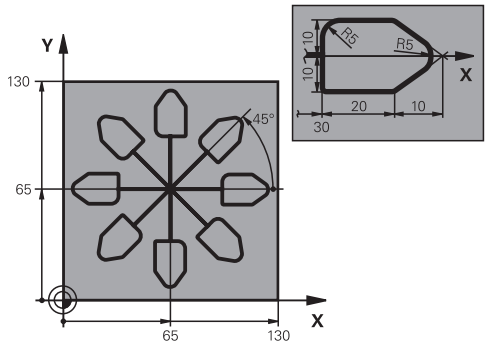
Funktion Bearbeitungsebene schwenken mit Softkey 3D-ROT auf INAKTIV setzen. Für alle Drehachsen Winkelwert 0° ins Menü eintragen.

11.10 Programmierbeispiele

Beispiel: Koordinatenumrechnungszyklen

Programmablauf

- Koordinatenumrechnungen im Hauptprogramm
- Bearbeitung im Unterprogramm



0 BEGIN PGM KOUMR MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteildefinition
2 BLK FORM 0.2 X+130 X+130 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S4500	Werkzeugaufruf
4 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
5 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	Nullpunktverschiebung ins Zentrum
6 CYCL DEF 7.1 X+65	
7 CYCL DEF 7.2 Y+65	
8 CALL LBL 1	Fräsbearbeitung aufrufen
9 LBL 10	Marke für Programmteil-Wiederholung setzen
10 CYCL DEF 10.0 DREHUNG	Drehung um 45° inkremental
11 CYCL DEF 10.1 IROT+45	
12 CALL LBL 1	Fräsbearbeitung aufrufen
13 CALL LBL 10 REP 6/6	Rücksprung zu LBL 10; insgesamt sechsmal
14 CYCL DEF 10.0 DREHUNG	Drehung rücksetzen
15 CYCL DEF 10.1 ROT+0	
16 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	Nullpunktverschiebung rücksetzen
17 CYCL DEF 7.1 X+0	
18 CYCL DEF 7.2 Y+0	
19 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programmende
20 LBL 1	Unterprogramm 1
21 L X+0 Y+0 R0 FMAX	Festlegung der Fräsbearbeitung
22 L Z+2 R0 FMAX M3	
23 L Z-5 R0 F200	
24 L X+30 RL	
25 L IY+10	
26 RND R5	
27 L IX+20	
28 L IX+10 IY-10	

29 RND R5	
30 L IX-10 IY-10	
31 L IX-20	
32 L IY+10	
33 L X+0 Y+0 R0 F5000	
34 L Z+20 R0 FMAX	
35 LBL 0	
36 END PGM KOUMR MM	

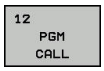
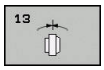
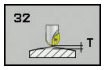
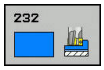
12

Zyklen: Sonderfunktionen

12.1 Grundlagen

Übersicht

Die Steuerung stellt folgende Zyklen für folgende Sonderanwendungen zur Verfügung:

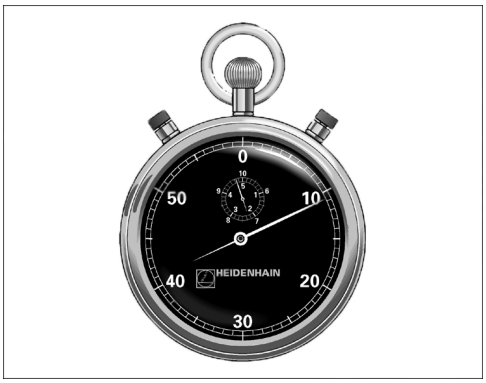
Softkey	Zyklus	Seite
	9 VERWEILZEIT	325
	12 Programmaufruf	326
	13 Spindelorientierung	327
	32 TOLERANZ	328
	225 GRAVIEREN von Texten	332
	232 PLANFRÄSEN	338
	239 BELADUNG ERMITTELN	343

12.2 VERWEILZEIT (Zyklus 9, DIN/ISO: G04)

Funktion

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

Der Zyklus wirkt ab seiner Definition im NC-Programm. Modal wirkende (bleibende) Zustände werden dadurch nicht beeinflusst, wie z. B. die Drehung der Spindel.



Beispiel

```
89 CYCL DEF 9.0  VERWEILZEIT
90 CYCL DEF 9.1  V.ZEIT 1.5
```

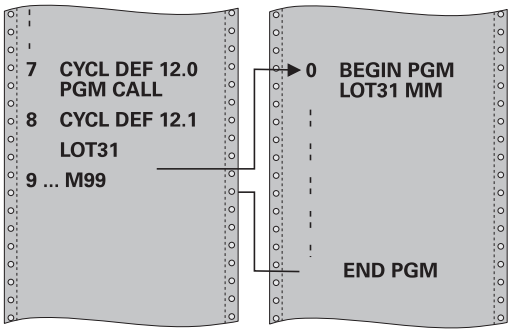
Zyklusparameter

- **Verweilzeit in Sekunden**: Verweilzeit in Sekunden eingeben. Eingabebereich 0 bis 3 600 s (1 Stunde) in 0,001 s-Schritten

12.3 PROGRAMM-AUFRUF (Zyklus 12, DIN/ISO: G39)

Zyklusfunktion

Sie können beliebige NC-Programme, wie z. B. spezielle Bohrzyklen oder Geometriemodule, einem Bearbeitungszyklus gleichstellen. Sie rufen dieses NC-Programm dann wie einen Zyklus auf.



Beim Programmieren beachten!

Das aufgerufene NC-Programm muss auf dem internen Speicher der Steuerung gespeichert sein.

Wenn Sie nur den Programmnamen eingeben, muss das zum Zyklus deklarierte NC-Programm im selben Verzeichnis stehen wie das rufende NC-Programm.

Wenn das zum Zyklus deklarierte NC-Programm nicht im selben Verzeichnis steht wie das rufende NC-Programm, dann geben Sie den vollständigen Pfadnamen ein, z.B. **TNC:\KLAR35\FK1\50.H**.

Wenn Sie ein DIN/ISO-Programm zum Zyklus deklarieren wollen, dann geben Sie den Dateitypen .I hinter dem Programmnamen ein.

Q-Parameter wirken bei einem Programmaufruf mit Zyklus 12 grundsätzlich global. Beachten Sie daher, dass Änderungen an Q-Parametern im aufgerufenen NC-Programm sich ggf. auch auf das aufrufende NC-Programm auswirken.

Zyklusparameter

12
PGM
CALL

- **Programmname**: Name des aufzurufenden NC-Programms ggf. mit Pfad eingeben, in dem das NC-Programm steht, oder
- Über den Softkey **AUSWÄHLEN** den File-Select-Dialog aktivieren. Aufzurufendes NC-Programm wählen

NC-Programm 50.h als Zyklus deklarieren und mit M99 aufrufen

```
55 CYCL DEF 12.0  PGM CALL
56 CYCL DE 12.1  PGM TNC:
   \KLAR35\FK1\50.H
57 L  X+20 Y+50  FMAX M99
```

Das NC-Programm rufen Sie auf mit:

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

12.4 SPINDEL-ORIENTIERUNG (Zyklus 13, DIN/ISO: G36)

Zyklusfunktion

Maschine und Steuerung müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein.

Die Steuerung kann die Hauptspindel einer Werkzeugmaschine ansteuern und in eine durch einen Winkel bestimmte Position drehen.

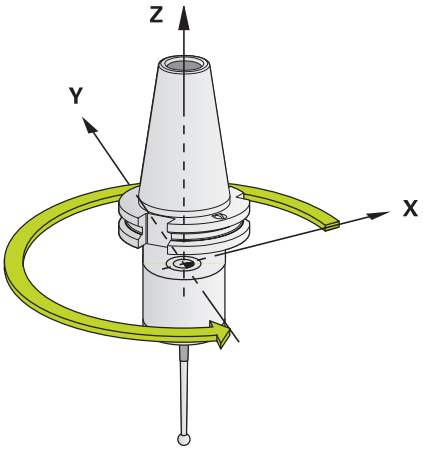
Die Spindelorientierung wird z. B. benötigt

- bei Werkzeugwechselsystemen mit bestimmter Wechsel-Position für das Werkzeug
- zum Ausrichten des Sende- und Empfangsfensters von 3D-Tastsystemen mit Infrarotübertragung

Die im Zyklus definierte Winkelstellung positioniert die Steuerung durch Programmieren von M19 oder M20 (maschinenabhängig).

Wenn Sie M19, oder M20 programmieren, ohne zuvor den Zyklus 13 definiert zu haben, dann positioniert die Steuerung die Hauptspindel auf einen Winkelwert, der vom Maschinenhersteller festgelegt ist.

Weitere Informationen: Maschinenhandbuch



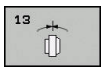
Beispiel

```
93 CYCL DEF 13.0  ORIENTIERUNG
94 CYCL DEF 13.1  WINKEL 180
```

Beim Programmieren beachten!

In den Bearbeitungszyklen 202, 204 und 209 wird intern Zyklus 13 verwendet. Beachten Sie in Ihrem NC-Programm, dass Sie ggf. Zyklus 13 nach einem der oben genannten Bearbeitungszyklen erneut programmieren müssen.

Zyklusparameter

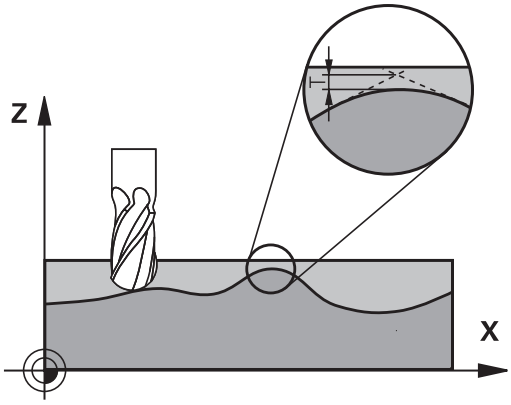


- **Orientierungswinkel**: Winkel bezogen auf die Winkelbezugsachse der Bearbeitungsebene eingeben. Eingabebereich: 0,0000° bis 360,0000°

12.5 TOLERANZ (Zyklus 32, DIN/ISO: G62)

Zyklusfunktion

Maschine und Steuerung müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein.



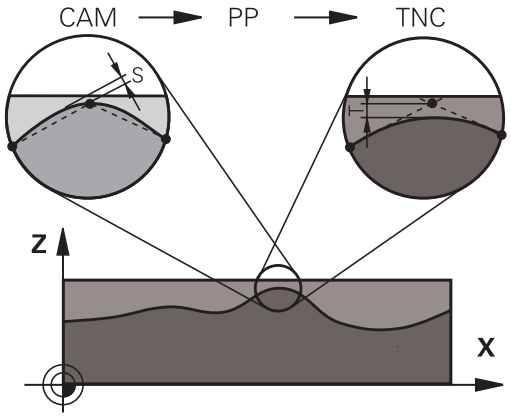
Durch die Angaben im Zyklus 32 können Sie das Ergebnis bei der HSC-Bearbeitung hinsichtlich Genauigkeit, Oberflächengüte und Geschwindigkeit beeinflussen, sofern die Steuerung an die maschinenspezifischen Eigenschaften angepasst wurde.

Die Steuerung glättet automatisch die Kontur zwischen beliebigen (unkorrigierten oder korrigierten) Konturelementen. Dadurch verfährt das Werkzeug kontinuierlich auf der Werkstückoberfläche und schont dabei die Maschinenmechanik. Zusätzlich wirkt die im Zyklus definierte Toleranz auch bei Verfahrbewegungen auf Kreisbögen.

Falls erforderlich, reduziert die Steuerung den programmierten Vorschub automatisch, sodass das Programm immer „ruckelfrei“ mit der schnellstmöglichen Geschwindigkeit von der Steuerung abgearbeitet wird. **Auch wenn die Steuerung mit nicht reduzierter Geschwindigkeit verfährt, wird die von Ihnen definierte Toleranz grundsätzlich immer eingehalten**. Je größer Sie die Toleranz definieren, desto schneller kann die Steuerung verfahren.

Durch das Glätten der Kontur entsteht eine Abweichung. Die Größe dieser Konturabweichung (**Toleranzwert**) ist in einem Maschinenparameter von Ihrem Maschinenhersteller festgelegt. Mit dem Zyklus **32** können Sie den voreingestellten Toleranzwert verändern und unterschiedliche Filtereinstellungen wählen, vorausgesetzt ihr Maschinenhersteller nutzt diese Einstellmöglichkeiten.

Einflüsse bei der Geometriedefinition im CAM-System



Der wesentlichste Einflussfaktor bei der externen NC-Programmerstellung ist der im CAM-System definierbare Sehnenfehler S. Über den Sehnenfehler definiert sich der maximale Punktabstand des über einen Postprozessor (PP) erzeugten NC-Programms. Ist der Sehnenfehler gleich oder kleiner als der im Zyklus 32 gewählte Toleranzwert **T**, dann kann die Steuerung die Konturpunkte glätten, sofern durch spezielle Maschineneinstellungen der programmierte Vorschub nicht begrenzt wird.

Eine optimale Glättung der Kontur erhalten Sie, wenn Sie den Toleranzwert im Zyklus 32 zwischen dem 1,1 und 2-fachen des CAM-Sehnenfehlers wählen.

Beim Programmieren beachten!

Bei sehr kleinen Toleranzwerten kann die Maschine die Kontur nicht mehr ruckelfrei bearbeiten. Das Ruckeln liegt nicht an fehlender Rechenleistung der Steuerung, sondern an der Tatsache, dass die Steuerung die Konturübergänge nahezu exakt anfahren, die Verfahrgeschwindigkeit also ggf. drastisch reduzieren muss.

Zyklus 32 ist DEF-Aktiv, das heißt ab seiner Definition im NC-Programm wirksam.

Die Steuerung setzt den Zyklus 32 zurück, wenn Sie

- den Zyklus 32 erneut definieren und die Dialogfrage nach dem **Toleranzwert** mit **NO ENT** bestätigen
- über die Taste **PGM MGT** ein neues NC-Programm anwählen

Nachdem Sie den Zyklus 32 zurückgesetzt haben, aktiviert die Steuerung wieder die über Maschinenparameter voreingestellte Toleranz.

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

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

Bei zunehmender Toleranz verkleinert sich bei Kreisbewegungen im Regelfall der Kreisdurchmesser, außer wenn an Ihrer Maschine HSC-Filter aktiv sind (Einstellungen des Maschinenherstellers).

Wenn Zyklus 32 aktiv ist, zeigt die Steuerung in der zusätzlichen Status-Anzeige, Reiter **CYC**, die definierten Zyklus 32-Parameter an.

NC-Programme für 5-Achs-Simultanbearbeitungen mit Kugelfräsern bevorzugt auf Kugelmitte ausgeben lassen. Die NC-Daten sind dadurch in der Regel gleichmäßiger. Zusätzlich können Sie im eine höhere Drehachstoleranz **TA** (z. B. zwischen 1° und 3°) für einen noch gleichmäßigeren Vorschubverlauf am Werkzeugbezugspunkt (TCP) einstellen

Bei NC-Programmen für 5-Achs-Simultanbearbeitungen mit Torusfräsern oder Kugelfräsern sollten Sie bei NC-Ausgabe auf Kugelsüdpol eine geringere Drehachstoleranz wählen. Ein üblicher Wert ist z. B. 0.1°. Ausschlaggebend für die Drehachstoleranz ist die maximal erlaubte Konturverletzung.
Diese Konturverletzung ist von der möglichen Werkzeugschiefstellung, dem Werkzeugradius und der Eingriffstiefe des Werkzeugs abhängig.
Beim 5-Achs-Abwälzfräsen mit einem Schaftfräser können Sie die maximal mögliche Konturverletzung T direkt aus der Fräsereingriffslänge L und der erlaubten Konturtoleranz TA berechnen:
T ~ K x L x TA K = 0.0175 [1/°]
Beispiel: L = 10 mm, TA = 0.1°: T = 0.0175 mm

Beispielformel Torusfräser:

Beim Arbeiten mit Torusfräser kommt der Winkeltoleranz eine größere Bedeutung zu.

$$Tw = \frac{180}{\Pi * R} T_{32}$$

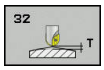
T_w: Winkeltoleranz in Grad

π

R: Mittlerer Radius des Torus in mm

T_{32}: Bearbeitungstoleranz in mm

Zyklusparameter



- **Toleranzwert T**: Zulässige Konturabweichung in mm (bzw. inch bei Inch-Programmen). Eingabebereich 0,0000 bis 10,0000
  >0: Bei einer Eingabe größer Null verwendet die Steuerung die von Ihnen angegebene maximal zulässige Abweichung
  0: Bei einer Eingabe von Null oder wenn Sie beim Programmieren die Taste **NO ENT** drücken, verwendet die Steuerung einen vom Maschinenhersteller konfigurierten Wert
- **HSC-MODE, Schlichten=0, Schruppen=1**: Filter aktivieren:
  - Eingabewert 0: **Mit höherer Konturgenauigkeit fräsen**. Die Steuerung verwendet intern definierte Schlichtfiltereinstellungen
  - Eingabewert 1: **Mit höherer Vorschubgeschwindigkeit fräsen**. Die Steuerung verwendet intern definierte Schruppfiltereinstellungen
- **Toleranz für Drehachsen TA**: Zulässige Positionsabweichung von Drehachsen in Grad bei aktivem M128 (FUNCTION TCPM). Die Steuerung reduziert den Bahnvorschub immer so, dass bei mehrachsigen Bewegungen die langsamste Achse mit ihrem maximalen Vorschub verfährt. In der Regel sind Drehachsen wesentlich langsamer als Linearachsen. Durch Eingabe einer großen Toleranz (z.B. 10°), können Sie die Bearbeitungszeit bei mehrachsigen NC-Programmen erheblich verkürzen, da die Steuerung die Drehachse(n) dann nicht immer genau auf die vorgegebene Soll-Position fahren muss. Die Werkzeugorientierung (Stellung der Drehachse bezogen auf die Werkstückoberfläche) wird angepasst. Die Position am **T**ool **C**enter **P**oint (TCP) wird automatisch korrigiert. Das hat beispielsweise bei einem Kugelfräser,der im Zentrum vermessen wurde und auf Mittelpunktsbahnprogrammiert ist, keine negativen Einflüsse auf die Kontur. Eingabebereich 0,0000 bis 10,0000
  >0: Bei einer Eingabe größer Null verwendet die Steuerung die von Ihnen angegebene maximal zulässige Abweichung.
  0: Bei einer Eingabe von Null oder wenn Sie beim Programmieren die Taste **NO ENT** drücken, verwendet die Steuerung einen vom Maschinenhersteller konfigurierten Wert

Beispiel

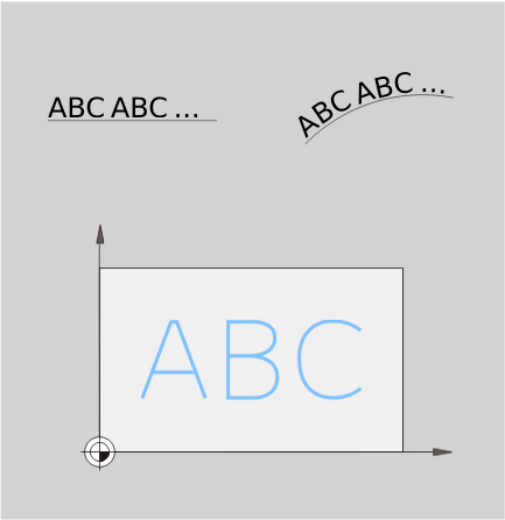
```
95 CYCL DEF 32.0  TOLERANZ
96 CYCL DEF 32.1  T0.05
97 CYCL DEF 32.2  HSC-MODE:1 TA5
```

12.6 GRAVIEREN (Zyklus 225, DIN/ISO: G225)

Zyklusablauf

Mit diesem Zyklus lassen sich Texte auf eine ebene Fläche des Werkstücks gravieren. Die Texte lassen sich entlang einer Geraden oder auf einem Kreisbogen anordnen.

1 Die Steuerung positioniert in der Bearbeitungsebene zum Startpunkt des ersten Zeichens
2 Das Werkzeug taucht senkrecht auf den Graviergrund und fräst das Zeichen. Erforderliche Abhebebewegungen zwischen den Zeichen führt die Steuerung auf Sicherheitsabstand aus. Nachdem das Zeichen bearbeitet wurde, steht das Werkzeug auf Sicherheitsabstand über der Oberfläche
3 Dieser Vorgang wiederholt sich für alle zu gravierenden Zeichen
4 Abschließend positioniert die Steuerung das Werkzeug auf den 2. Sicherheitsabstand



Beim Programmieren beachten!

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

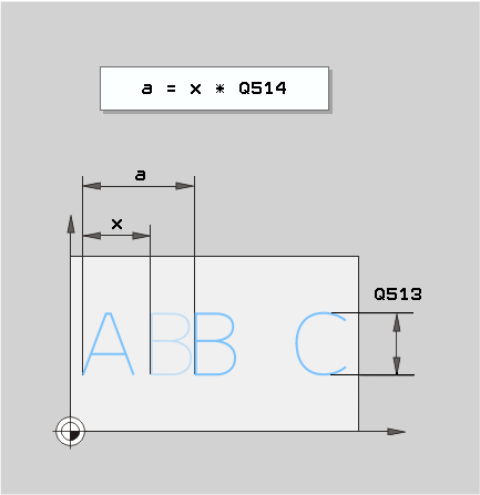
Den Graviertext können Sie auch per String-Variable (**QS**) übergeben.

Mit Parameter Q374 kann die Drehlage der Buchstaben beeinflusst werden.
Wenn Q374=0° bis 180°: Die Schreibrichtung ist von links nach rechts.
Wenn Q374 größer 180°: Die Schreibrichtung wird umgekehrt.

Der Startpunkt bei einer Gravur auf einer Kreisbahn befindet sich links unten, über dem ersten zu gravierenden Zeichen. (Bei älteren Software-Ständen erfolgte ggf. eine Vorpositionierung auf das Zentrum des Kreises.)

Zyklusparameter

- **QS500 Graviertext?**: Graviertext innerhalb Anführungszeichen. Erlaubte Eingabezeichen: 255 Zeichen. Zuweisung einer String-Variable über Taste **Q** des Nummernblocks, Taste **Q** auf der Alphatastatur entspricht normaler Texteingabe. siehe "Systemvariablen gravieren", Seite 336
- **Q513 Zeichenhoehe?** (absolut): Höhe der zu gravierenden Zeichen in mm. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q514 Faktor Zeichenabstand?**: Beim verwendeten Font handelt es sich um einen sogenannten Proportionalfont. Jedes Zeichen hat demnach seine eigene Breite, die die Steuerung bei Definition von Q514=0 entsprechend graviert. Bei Definition von Q514 ungleich 0 skaliert die Steuerung den Abstand zwischen den Zeichen. Eingabebereich 0 bis 9,9999
- **Q515 Schriftart?**: Es wird standardmäßig die Schrift **DeJaVuSans** verwendet
- **Q516 Text auf Gerade/Kreis (0/1)?**: Text entlang einer Geraden gravieren: Eingabe = 0 Text auf einem Kreisbogen gravieren: Eingabe = 1 Text auf einem Kreisbogen gravieren, umlaufend (nicht unbedingt von unten lesbar): Eingabe=2
- **Q374 Drehlage?**: Mittelpunktswinkel, wenn Text auf Kreis angeordnet werden soll. Gravierwinkel bei gerader Textanordnung. Eingabebereich -360,0000 bis +360,0000°
- **Q517 Radius bei Text auf Kreis?** (absolut): Radius des Kreisbogens, auf dem die Steuerung den Text anordnen soll in mm. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q207 Vorschub fräsen?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q201 Tiefe?** (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Graviergrund
- **Q206 Vorschub Tiefenzustellung?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**
- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**



Beispiel

```
62 CYCL DEF 225  GRAVIEREN
    QS500=“A“  ;GRAVIERTEXT
    Q513=10    ;ZEICHENHOEHE
    Q514=0     ;FAKTOR ABSTAND
    Q515=0     ;SCHRIFTART
    Q516=0     ;TEXTANORDNUNG
    Q374=0     ;DREHLAGE
    Q517=0     ;KREISRADIUS
    Q207=750   ;VORSCHUB FRAESEN
    Q201=-0.5  ;TIEFE
    Q206=150   ;VORSCHUB TIEFENZ.
    Q200=2     ;SICHERHEITS-ABST.
    Q203=+20   ;KOOR. OBERFLAECHE
    Q204=50    ;2. SICHERHEITS-ABST.
    Q367=+0    ;TEXTLAGE
    Q574=+0    ;TEXTLAENGE
```

- **Q203 Koord. Werkstück-Oberfläche?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Q367 Bezug für Textlage (0-6)?** Geben Sie hier den Bezug für die Lage des Texts ein. Abhängig davon, ob der Text auf einem Kreis oder einer Geraden graviert wird (Parameter Q516) ergeben sich folgende Eingaben:
  Gravur auf einer Kreisbahn, die Textlage bezieht sich auf folgenden Punkt:
  0 = Zentrum des Kreises
  1 = Links unten
  2 = Mitte unten
  3 = Rechts unten
  4 = Rechts oben
  5 = Mitte oben
  6 = Links oben
  Gravur auf einer Geraden, die Textlage bezieht sich auf folgenden Punkt:
  0 = Links unten
  1 = Links unten
  2 = Mitte unten
  3 = Rechts unten
  4 = Rechts oben
  5 = Mitte oben
  6 = Links oben
- **Q574 Maximale Textlänge?** (mm/inch): Geben Sie hier die maximale Textlänge an. Die Steuerung berücksichtigt zusätzlich den Parameter Q513 Zeichenhöhe. Wenn Q513 = 0, graviert die Steuerung die Textlänge exakt wie in Parameter Q574 angegeben. Die Zeichenhöhe wird entsprechend skaliert. Wenn Q513 größer als Null ist, überprüft die Steuerung, ob die tatsächliche Textlänge die maximale Textlänge aus Q574 überschreitet. Ist das der Fall, gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus.

Erlaubte Gravierzeichen

Neben Kleinbuchstaben, Großbuchstaben und Zahlen sind folgende Sonderzeichen möglich:

! # $ % & ‘ ( ) * + , - . / : ; < = > ? @ [\ ] _ ß CE

> Die Sonderzeichen **%** und **** nutzt die Steuerung für spezielle Funktionen. Wenn Sie diese Zeichen gravieren wollen, dann müssen Sie diese im Graviertext doppelt angeben, z. B. **%%**.

Zum Gravieren von Umlauten, ß, ø, @ oder dem CE-Zeichen beginnen Sie ihre Eingabe mit einem %-Zeichen:

Zeichen	Eingabe
ä	%ae
ö	%oe
ü	%ue
Ä	%AE
Ö	%OE
Ü	%UE
ß	%ss
ø	%D
@	%at
CE	%CE

Nicht druckbare Zeichen

Neben Text ist es auch möglich, einige nicht druckbare Zeichen für Formatierungszwecke zu definieren. Die Angabe von nicht druckbaren Zeichen leiten Sie mit dem Sonderzeichen **** ein.

Folgende Möglichkeiten existieren:

Zeichen	Eingabe
Zeilenumbruch	\n
Horizontaler Tabulator (Tabulatorweite ist fest auf 8 Zeichen)	\t
Vertikaler Tabulator (Tabulatorweite ist fest auf eine Zeile)	\v

Systemvariablen gravieren

Zusätzlich zu festen Zeichen ist es möglich, den Inhalt von bestimmten Systemvariablen zu gravieren. Die Angabe einer Systemvariablen leiten Sie mit **%** ein.

Es ist möglich, das aktuelle Datum oder die aktuelle Uhrzeit zu gravieren. Geben Sie dazu **%time<x>** ein. **<x>** definiert das Format, z. B. 08 für TT.MM.JJJJ. (Identisch zur Funktion **SYSSTR ID321**)

> Beachten Sie, dass Sie bei der Eingabe der Datumsformate 1 bis 9 eine führende 0 angeben müssen, z. B. **time08**.

Zeichen	Eingabe
TT.MM.JJJJ hh:mm:ss	%time00
T.MM.JJJJ h:mm:ss	%time01
T.MM.JJJJ h:mm	%time02
T.MM.JJ h:mm	%time03
JJJJ-MM-TT hh:mm:ss	%time04
JJJJ-MM-TT hh:mm	%time05
JJJJ-MM-TT h:mm	%time06
JJ-MM-TT h:mm	%time07
TT.MM.JJJJ	%time08
T.MM.JJJJ	%time09
T.MM.JJ	%time10
JJJJ-MM-TT	%time11
JJ-MM-TT	%time12
hh:mm:ss	%time13
h:mm:ss	%time14
h:mm	%time15

Zählerstand gravieren

Sie können den aktuellen Zählerstand, den Sie im MOD-Menü finden mit Zyklus 225 gravieren.

Dafür programmieren Sie den Zyklus 225 wie gewohnt, und geben als Graviertext z. B. Folgendes ein: **%count2**

Die Zahl, hinter **%count** gibt an, wie viele Stellen die Steuerung graviert. Maximal sind neun Stellen möglich.

Beispiel: Wenn Sie im Zyklus **%count9** programmieren, bei einem aktuellen Zählerstand von 3, dann graviert die Steuerung Folgendes: 000000003

> In der Betriebsart Programm-Test simuliert die Steuerung nur den Zählerstand, den Sie direkt im NC-Programm eingegeben haben. Der Zählerstand aus dem MOD-Menü bleibt unberücksichtigt.
>
> In den Betriebsarten EINZELSATZ und SATZFOLGE und Einzelsatz berücksichtigt die Steuerung den Zählerstand aus dem MOD-Menü.

12.7 PLANFRAESEN (Zyklus 232, DIN/ISO: G232, Software-Option 19)

Zyklusablauf

Mit dem Zyklus 232 können Sie eine ebene Fläche in mehreren Zustellungen und unter Berücksichtigung eines Schlichtaufmaßes planfräsen. Dabei stehen drei Bearbeitungsstrategien zur Verfügung:

- **Strategie Q389=0**: Mäanderförmig bearbeiten, seitliche Zustellung außerhalb der zu bearbeitenden Fläche
- **Strategie Q389=1**: Mäanderförmig bearbeiten, seitliche Zustellung am Rand der zu bearbeitenden Fläche
- **Strategie Q389=2**: Zeilenweise bearbeiten, Rückzug und seitliche Zustellung im Positioniervorschub

1 Die Steuerung positioniert das Werkzeug im Eilgang **FMAX** von der aktuellen Position aus mit Positionierlogik auf den Startpunkt 1: Wenn die aktuelle Position in der Spindelachse größer als der 2. Sicherheitsabstand ist, dann fährt die Steuerung das Werkzeug zunächst in der Bearbeitungsebene und dann in der Spindelachse, ansonsten zuerst auf den 2. Sicherheitsabstand und dann in der Bearbeitungsebene. Der Startpunkt in der Bearbeitungsebene liegt um den Werkzeugradius und um den seitlichen Sicherheitsabstand versetzt neben dem Werkstück

2 Anschließend fährt das Werkzeug mit Positioniervorschub in der Spindelachse auf die von der Steuerung berechnete erste Zustelltiefe

Strategie Q389=0

3 Danach fährt das Werkzeug mit dem programmierten Vorschub Fräsen auf den Endpunkt 2. Der Endpunkt liegt **außerhalb** der Fläche, die Steuerung berechnet ihn aus dem programmierten Startpunkt, der programmierten Länge, dem programmierten seitlichen Sicherheitsabstand und dem Werkzeugradius

4 Die Steuerung versetzt das Werkzeug mit Vorschub Vorpositionieren quer auf den Startpunkt der nächsten Zeile; die Steuerung berechnet den Versatz aus der programmierten Breite, dem Werkzeugradius und dem maximalen Bahnüberlappungsfaktor

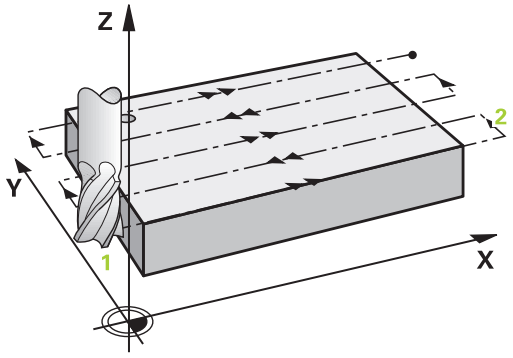
5 Danach fährt das Werkzeug wieder zurück in Richtung des Startpunkts 1

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

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

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

9 Am Ende fährt die Steuerung das Werkzeug mit **FMAX** zurück auf den 2. Sicherheitsabstand



Strategie Q389=1

3 Danach fährt das Werkzeug mit dem programmierten Vorschub Fräsen auf den Endpunkt 2. Der Endpunkt liegt **am Rand** der Fläche, die Steuerung berechnet ihn aus dem programmierten Startpunkt, der programmierten Länge und dem Werkzeugradius

4 Die Steuerung versetzt das Werkzeug mit Vorschub Vorpositionieren quer auf den Startpunkt der nächsten Zeile; die Steuerung berechnet den Versatz aus der programmierten Breite, dem Werkzeugradius und dem maximalen Bahnüberlappungsfaktor

5 Danach fährt das Werkzeug wieder zurück in Richtung des Startpunkts 1. Der Versatz auf die nächste Zeile erfolgt wieder am Rand des Werkstücks

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

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

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

9 Am Ende fährt die Steuerung das Werkzeug mit **FMAX** zurück auf den 2. Sicherheitsabstand

Strategie Q389=2

3 Danach fährt das Werkzeug mit dem programmierten Vorschub Fräsen auf den Endpunkt 2. Der Endpunkt liegt außerhalb der Fläche, die Steuerung berechnet ihn aus dem programmierten Startpunkt, der programmierten Länge, dem programmierten seitlichen Sicherheitsabstand und dem Werkzeugradius

4 Die Steuerung fährt das Werkzeug in der Spindelachse auf Sicherheitsabstand über die aktuelle Zustelltiefe und fährt im Vorschub Vorpositionieren direkt zurück auf den Startpunkt der nächsten Zeile. Die Steuerung berechnet den Versatz aus der programmierten Breite, dem Werkzeugradius und dem maximalen Bahnüberlappungsfaktor

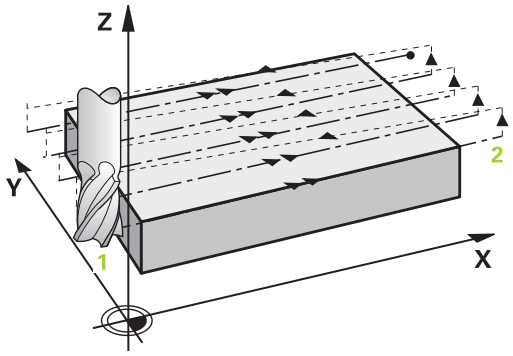
5 Danach fährt das Werkzeug wieder auf die aktuelle Zustelltiefe und anschließend wieder in Richtung des Endpunkts 2

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

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

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

9 Am Ende fährt die Steuerung das Werkzeug mit **FMAX** zurück auf den 2. Sicherheitsabstand



Beim Programmieren beachten!

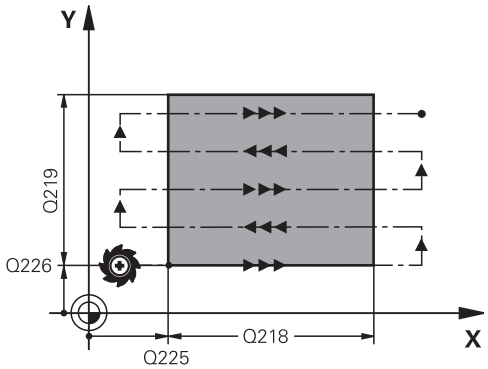
Den **Q204 2. SICHERHEITS-ABST.** so eingeben, dass keine Kollision mit dem Werkstück oder Spannmitteln erfolgen kann.

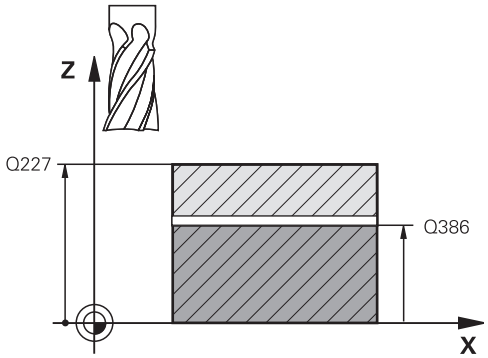
Wenn **Q227 STARTPUNKT 3. ACHSE** und **Q386 ENDPUNKT 3. ACHSE** gleich eingegeben sind, dann führt die Steuerung den Zyklus nicht aus (Tiefe = 0 programmiert).

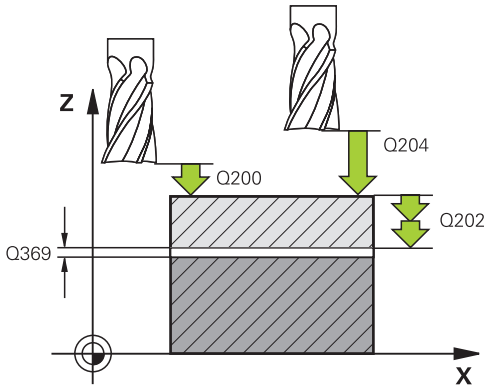
Programmieren Sie Q227 größer als Q386. Andernfalls gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus.

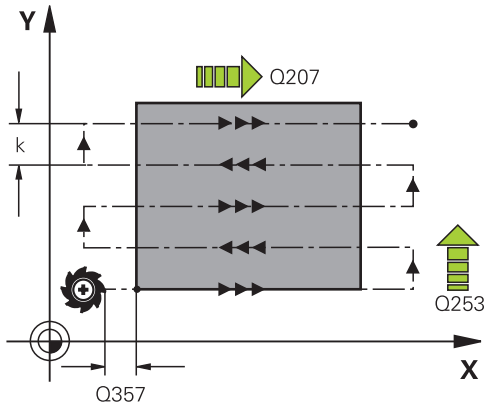
Zyklusparameter

- **Q389 Bearbeitungsstrategie (0/1/2)?**: Festlegen, wie die Steuerung die Fläche bearbeiten soll:
  0: Mäanderförmig bearbeiten, seitliche Zustellung im Positionier-Vorschub außerhalb der zu bearbeitenden Fläche
  1: Mäanderförmig bearbeiten, seitliche Zustellung im Fräsvorschub am Rand der zu bearbeitenden Fläche
  2: Zeilenweise bearbeiten, Rückzug und seitliche Zustellung im Positionier-Vorschub
- **Q225 Startpunkt 1. Achse?** (absolut): Startpunkt-Koordinate der zu bearbeitenden Fläche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q226 Startpunkt 2. Achse?** (absolut): Startpunkt-Koordinate der zu bearbeitenden Fläche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q227 Startpunkt 3. Achse?** (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche, von der aus die Zustellungen berechnet werden. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q386 Endpunkt 3. Achse?** (absolut): Koordinate in der Spindelachse, auf die die Fläche plangefräst werden soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q218 1. Seiten-Länge?** (inkremental): Länge der zu bearbeitenden Fläche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Über das Vorzeichen können Sie die Richtung der ersten Fräsbahn bezogen auf den **Startpunkt 1. Achse** festlegen. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q219 2. Seiten-Länge?** (inkremental): Länge der zu bearbeitenden Fläche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Über das Vorzeichen können Sie die Richtung der ersten Querzustellung bezogen auf den **STARTPUNKT 2. ACHSE** festlegen. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q202 Maximale Zustell-Tiefe?** (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils **maximal** zugestellt wird. Die Steuerung berechnet die tatsächliche Zustelltiefe aus der Differenz zwischen Endpunkt und Startpunkt in der Werkzeugachse – unter Berücksichtigung des Schlichtaufmaßes – so, dass jeweils mit gleichen Zustelltiefen bearbeitet wird. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q369 Schlichtaufmaß Tiefe?** (inkremental): Wert, mit dem die letzte Zustellung verfahren werden soll. Eingabebereich 0 bis 99999,9999









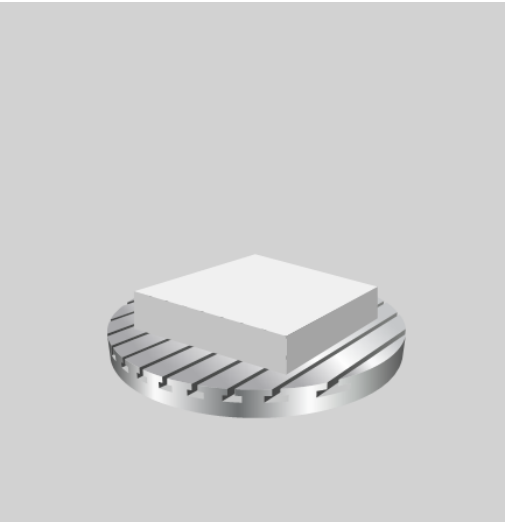
- **Q370 Max. Bahn-Überlappung Faktor?**: **maximale** seitliche Zustellung k. Die Steuerung berechnet die tatsächliche seitliche Zustellung aus der 2. Seitenlänge (Q219) und dem Werkzeugradius so, dass jeweils mit konstanter seitlicher Zustellung bearbeitet wird. Wenn Sie in der Werkzeugtabelle einen Radius R2 eingetragen haben (z. B. Plattenradius bei Verwendung eines Messerkopfes), verringert die Steuerung die seitliche Zustellung entsprechend. Eingabebereich 0,1 bis 1,9999
- **Q207 Vorschub fräsen?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q385 Vorschub Schlichten?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen der letzten Zustellung in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q253 Vorschub Vorpositionieren?**: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Anfahren der Startposition und beim Fahren auf die nächste Zeile in mm/min; wenn Sie im Material quer fahren (Q389=1), dann fährt die Steuerung die Querzustellung mit Fräsvorschub Q207. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**
- **Q200 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Startposition in der Werkzeugachse. Wenn Sie mit Bearbeitungsstrategie Q389=2 fräsen, fährt die Steuerung im Sicherheitsabstand über der aktuellen Zustelltiefe den Startpunkt auf der nächsten Zeile an. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q357 Sicherheits-Abstand Seite?** (inkremental) Parameter Q357 hat Einfluss auf folgende Situationen:
  Anfahren der ersten Zustelltiefe: Q357 ist der seitliche Abstand des Werkzeugs vom Werkstück
  Schruppen mit den Frässtrategien Q389=0-3: Die zu bearbeitende Fläche wird in **Q350** FRAESRICHTUNG um den Wert aus Q357 vergrößert, sofern in dieser Richtung keine Begrenzung gesetzt ist
  Schlichten Seite: Die Bahnen werden um Q357 in **Q350** FRAESRICHTUNG verlängert
  Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q204 2. Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**

Beispiel

```
71 CYCL DEF 232  PLANFRAESEN
   Q389=2       ;STRATEGIE
   Q225=+10     ;STARTPUNKT 1. ACHSE
   Q226=+12     ;STARTPUNKT 2. ACHSE
   Q227=+2.5    ;STARTPUNKT 3. ACHSE
   Q386=-3      ;ENDPUNKT 3. ACHSE
   Q218=150     ;1. SEITEN-LAENGE
   Q219=75      ;2. SEITEN-LAENGE
   Q202=2       ;MAX. ZUSTELL-TIEFE
   Q369=0.5     ;AUFMASS TIEFE
   Q370=1       ;MAX. UEBERLAPPUNG
   Q207=500     ;VORSCHUB FRAESEN
   Q385=800     ;VORSCHUB SCHLICHTEN
   Q253=2000    ;VORSCHUB VORPOS.
   Q200=2       ;SICHERHEITS-ABST.
   Q357=2       ;SI.-ABSTAND SEITE
   Q204=2       ;2. SICHERHEITS-ABST.
```

12.8 BELADUNG ERMITTELN (Zyklus 239 DIN/ISO: G239, Software-Option 143)

Zyklusablauf



Das dynamische Verhalten Ihrer Maschine kann variieren, wenn Sie den Maschinentisch mit unterschiedlich schweren Bauteilen beladen. Eine veränderte Beladung hat Einfluss auf Reibkräfte, Beschleunigungen, Haltemomente und Haftreibungen von Tischachsen. Mit Option #143 LAC (Load Adaptive Control) und Zyklus 239 BELADUNG ERMITTELN ist die Steuerung in der Lage, die aktuelle Massenträgheit der Beladung, die aktuellen Reibkräfte und die maximale Achsbeschleunigung automatisch zu ermitteln und anzupassen, oder Vorsteuer- und Reglerparameter zurücksetzen. Somit können Sie optimal auf große Veränderungen der Beladung reagieren. Die Steuerung führt einen sogenannten Wiegelauf durch, um das Gewicht, mit dem die Achsen beladen sind, abzuschätzen. Bei diesem Wiegelauf legen die Achsen einen bestimmten Weg zurück - die genauen Bewegungen definiert Ihr Maschinenhersteller. Vor dem Wiegelauf werden die Achsen ggf. in Position gebracht, um eine Kollision während des Wiegelaufs zu vermeiden. Diese sichere Position definiert Ihr Maschinenhersteller.

Mit LAC wird neben der Anpassung von Reglerparametern auch die maximale Beschleunigung gewichtsabhängig angepasst. Dadurch kann die Dynamik bei geringer Beladung entsprechend erhöht und damit die Produktivität gesteigert werden.

Parameter Q570 = 0

1 Es findet keine physikalische Bewegung der Achsen statt
2 Die Steuerung setzt LAC zurück
3 Es werden Vorsteuer- und evtl. Reglerparameter aktiv, die ein sicheres Bewegen der Achse(n) unabhängig vom Beladungszustand ermöglichen - die mit Q570=0 gesetzten Parameter sind von der aktuellen Beladung **unabhängig**
4 Während des Rüstens oder nach Beendigung eines NC-Programms kann es sinnvoll sein, auf diese Parameter zurückzugreifen

Parameter Q570 = 1

1 Die Steuerung führt einen Wiegelauf durch, dabei bewegt sie ggf. mehrere Achsen. Welche Achsen bewegt werden, hängt vom Aufbau der Maschine sowie von den Antrieben der Achsen ab
2 In welchem Umfang die Achsen bewegt werden, legt der Maschinenhersteller fest
3 Die von der Steuerung ermittelten Vorsteuer- und Reglerparameter sind von der aktuellen Beladung **abhängig**
4 Die Steuerung aktiviert die ermittelten Parameter

Beim Programmieren beachten!

Ihre Maschine muss vom Maschinenhersteller für diesen Zyklus vorbereitet sein.

Zyklus 239 arbeitet nur mit Option #143 LAC (Load Adaptive Control).

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Der Zyklus kann umfassende Bewegungen in mehreren Achsen im Eilgang ausführen!

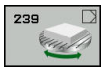
- Informieren Sie sich bei Ihrem Maschinenhersteller über Art und Umfang der Bewegungen von Zyklus 239, bevor Sie diesen Zyklus verwenden
- Vor Zyklusstart fährt die Steuerung ggf. eine sichere Position an. Diese Position wird vom Maschinenhersteller festgelegt
- Stellen Sie den Potentiometer für Vorschub-, Eilgang-Override auf mindestens 50 %, damit die Beladung korrekt ermittelt werden kann

Zyklus 239 wirkt sofort nach der Definition.

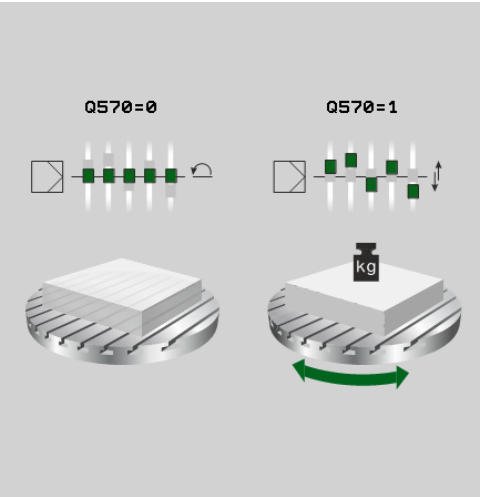
Wenn Sie einen Satzvorlauf durchführen, und die Steuerung dabei Zyklus 239 überliest, ignoriert die Steuerung diesen Zyklus - es wird kein Wiegelauf durchgeführt.

Zyklus 239 unterstützt das Ermitteln der Beladung von Verbundachsen, wenn diese nur über ein gemeinsames Lagemessgerät verfügen (Momenten-Master-Slave).

Zyklusparameter



- **Q570 Beladung(0=löschen/1=ermitteln)?**: Festlegen, ob die Steuerung einen LAC (Load adaptive control) Wiegelauf durchführen soll, oder ob die zuletzt ermittelten, beladungsabhängigen Vorsteuer- und Reglerparameter zurückgesetzt werden sollen:
  0: LAC zurücksetzen, die zuletzt von der Steuerung gesetzten Werte werden zurückgesetzt, die Steuerung arbeitet mit beladungsunabhängigen Vorsteuer- und Reglerparametern
  1: Wiegelauf durchführen, die Steuerung bewegt die Achsen und ermittelt dadurch Vorsteuer- und Reglerparameter in Abhängigkeit der aktuellen Beladung, die ermittelten Werte werden sofort aktiviert



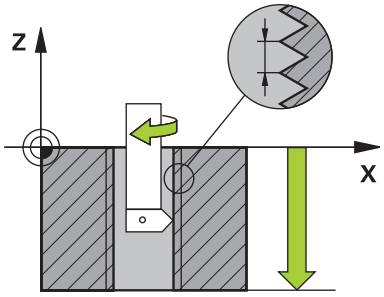
Beispiel

```
62 CYCL DEF 239  BELADUNG
    ERMITTELN
    Q570=+0      ;BELADUNGSERMITTLUNG
```

12.9 GEWINDESCHNEIDEN (Zyklus 18, DIN/ISO: G18, Software-Option 19)

Zyklusablauf

Zyklus **18** GEWINDESCHNEIDEN fährt das Werkzeug mit geregelter Spindel von der aktuellen Position mit der aktiven Drehzahl auf die eingegebene Tiefe. Am Bohrungsgrund erfolgt ein Spindelstopp. An- und Abfahrbewegungen müssen Sie separat programmieren.



Beim Programmieren beachten!

Es besteht die Möglichkeit, über die Parmeter **CfgThreadSpindle** (Nr. 113600) folgendes einzustellen:

- **sourceOverride** (Nr. 113603): Spindle Potentiometer (Vorschub Override ist nicht aktiv) und FeedPotentiometer (Drehzahl-Override ist nicht aktiv). Die Steuerung passt die Drehzahl anschließend entsprechend an
- **thrdWaitingTime** (Nr. 113601): Diese Zeit wird am Gewindegrund nach Spindelstopp gewartet
- **thrdPreSwitch** (Nr. 113602): Die Spindel wird um diese Zeit vor Erreichen des Gewindegrunds gestoppt
- **limitSpindleSpeed** (Nr. 113604): Begrenzung der Spindeldrehzahl
  True: (bei kleinen Gewindetiefen wird die Spindeldrehzahl so begrenzt, dass die Spindel ca. 1/3 der Zeit mit konstanter Drehzahl läuft)
  False: (Keine Begrenzung)

Das Spindeldrehzahl-Potentiometer ist nicht aktiv.

Programmieren Sie vor Zyklusstart einen Spindelstopp! (z. B. mit M5). Die Steuerung schaltet die Spindel dann bei Zyklusstart automatisch ein und am Ende wieder aus.

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Gewindetiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie vor dem Aufruf von Zyklus 18 keine Vorpositionierung programmieren, kann es zu einer Kollision kommen. Zyklus 18 führt keine An- und Abfahrbewegung durch.

- Vor dem Zyklusstart das Werkzeug vorpositionieren
- Das Werkzeug fährt nach Zyklusaufruf von der aktuellen Position auf die eingegebene Tiefe

HINWEIS

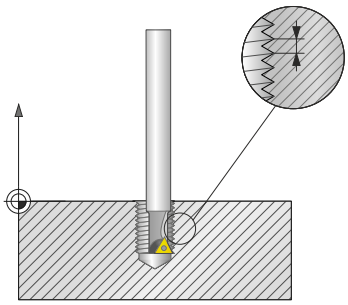
Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn vor Zyklusstart die Spindel eingeschaltet war, schaltet Zyklus 18 die Spindel aus und der Zyklus arbeitet mit stehender Spindel! Am Ende schaltet Zyklus 18 die Spindel wieder ein, wenn sie vor Zyklusstart eingeschaltet war.

- Programmieren Sie vor dem Zyklusstart einen Spindelstopp! (z. B. mit M5)
- Nachdem Zyklus 18 zu Ende ist, wird der Spindelzustand vor Zyklusstart wiederhergestellt. Wenn vor Zyklusstart die Spindel aus war, schaltet die Steuerung die Spindel nach dem Ende von Zyklus 18 wieder aus

Zyklusparameter

- Bohrtiefe (inkremental): Geben Sie ausgehend von der aktuellen Position die Gewindetiefe ein
  Eingabebereich: -99999 ... +99999
- Gewindesteigung: Geben Sie die Steigung des Gewindes an. Das hier eingetragene Vorzeichen legt fest, ob es sich um ein Rechts- oder Linksgewinde handelt:
  + = Rechtsgewinde (M3 bei negativer Bohrtiefe)
  - = Linksgewinde (M4 bei negativer Bohrtiefe)



Beispiel

```
25 CYCL DEF 18.0  GEWINDESCHNEIDEN
26 CYCL DEF 18.1 TIEFE = -20
27 CYCL DEF 18.2 STEIG = +1
```

13

Mit Tastsystem-zyklen arbeiten

13.1 Allgemeines zu den Tastsystemzyklen

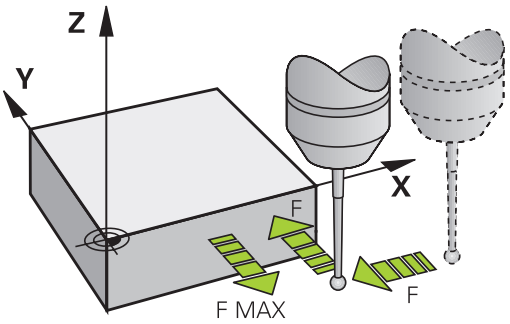
HEIDENHAIN übernimmt die Gewährleistung für die Funktion der Tastsystemzyklen nur dann, wenn HEIDENHAIN-Tastsysteme eingesetzt werden.

Die Steuerung muss vom Maschinenhersteller für den Einsatz des 3D-Tastsystemens vorbereitet sein.

Funktionsweise

Wenn die Steuerung einen Tastsystemzyklus abarbeitet, fährt das 3D-Tastsystem achsparallel auf das Werkstück zu (auch bei aktiver Grunddrehung und bei geschwenkter Bearbeitungsebene). Der Maschinenhersteller legt den Antastvorschub in einem Maschinenparameter fest.

Weitere Informationen: "Bevor Sie mit Tastsystemzyklen arbeiten!", Seite 353



Wenn der Taststift das Werkstück berührt,

- sendet das 3D-Tastsystem ein Signal an die Steuerung: Die Koordinaten der angetasteten Position werden gespeichert
- stoppt das 3D-Tastsystem
- fährt im Eilgang auf die Startposition des Antastvorgangs zurück

Wird innerhalb eines festgelegten Wegs der Taststift nicht ausgelenkt, gibt die Steuerung eine entsprechende Fehlermeldung aus (Weg: **DIST** aus Tastsystemtabelle).

Grunddrehung im Manuellen Betrieb berücksichtigen

Die Steuerung berücksichtigt beim Antastvorgang eine aktive Grunddrehung und fährt schräg auf das Werkstück zu.

Tastsystemzyklen in den Betriebsarten Manueller Betrieb und El. Handrad

Die Steuerung stellt in den Betriebsarten **Manueller Betrieb** und **El. Handrad** Tastsystemzyklen zur Verfügung, mit denen Sie:

- das Tastsystem kalibrieren
- Werkstück-Schieflagen kompensieren
- Bezugspunkte setzen

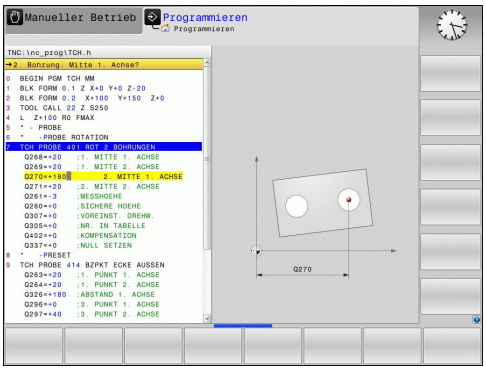
Tastsystemzyklen für den Automatikbetrieb

Neben den Tastsystemzyklen, die Sie in der Betriebsarten Manuell und El. Handrad verwenden, stellt die Steuerung eine Vielzahl von Zyklen für die unterschiedlichsten Einsatzmöglichkeiten im Automatikbetrieb zur Verfügung:

- Schaltendes Tastsystem kalibrieren
- Werkstück-Schieflagen kompensieren
- Bezugspunkte setzen
- Automatische Werkstückkontrolle
- Automatische Werkzeugvermessung

Die Tastsystemzyklen programmieren Sie in der Betriebsart **Programmieren** über die Taste **TOUCH PROBE**. Tastsystemzyklen mit Nummern ab 400 verwenden, ebenso wie neuere Bearbeitungszyklen, Q-Parameter als Übergabeparameter. Parameter mit gleicher Funktion, die die Steuerung in verschiedenen Zyklen benötigt, haben immer dieselbe Nummer: z. B. Q260 ist immer die sichere Höhe, Q261 immer die Messhöhe usw.

Um die Programmierung zu vereinfachen, zeigt die Steuerung während der Zyklusdefinition ein Hilfsbild an. Im Hilfsbild wird der Parameter angezeigt, den Sie eingeben müssen (siehe Bild rechts).



Tastsystemzyklus in Betriebsart Programmieren definieren

- Die Softkey-Leiste zeigt – in Gruppen gegliedert – alle verfügbaren Tastsystemfunktionen an

- Antastzyklusgruppe wählen, z. B. Bezugspunktsetzen. Zyklen zur automatischen Werkzeugvermessung stehen nur zur Verfügung, wenn Ihre Maschine dafür vorbereitet ist

- Zyklus wählen, z. B. Bezugspunktsetzen Taschenmitte. Die Steuerung eröffnet einen Dialog und erfragt alle Eingabewerte; Gleichzeitig blendet die Steuerung in der rechten Bildschirmhälfte eine Grafik ein, in der der einzugebende Parameter hell hinterlegt ist
- Geben Sie alle von der Steuerung geforderten Parameter ein und schließen Sie jede Eingabe mit der Taste ENT ab
- Die Steuerung beendet den Dialog, nachdem Sie alle erforderlichen Daten eingegeben haben

Softkey	Messzyklusgruppe	Seite
ROTATION	Zyklen zum automatischen Erfassen und Kompensieren einer Werkstück-Schieflage	359
BEZUGSPKT.	Zyklen zum automatischen Bezugspunktsetzen	406
MESSEN	Zyklen zur automatischen Werkstückkontrolle	466
SONDER-ZYKLEN	Sonderzyklen	512
TS KALIBR.	TS-Kalibrieren	512
KINEMATIK	Kinematik	537
TT ZYKLEN	Zyklen zur automatischen Werkzeugvermessung (wird vom Maschinenhersteller freigegeben)	570

NC-Sätze

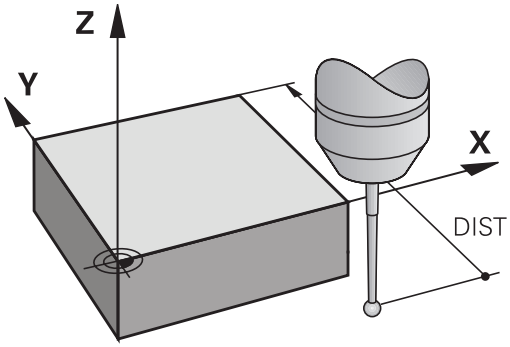
```
5 TCH PROBE 410  BZPKT RECHTECK
   INNEN
   Q321=+50   ;MITTE 1. ACHSE
   Q322=+50   ;MITTE 2. ACHSE
   Q323=60    ;1. SEITEN-LAENGE
   Q324=20    ;2. SEITEN-LAENGE
   Q261=-5    ;MESSHOEHE
   Q320=0     ;SICHERHEITS-ABST.
   Q260=+20   ;SICHERE HOEHE
   Q301=0     ;FAHREN AUF S. HOEHE
   Q305=10    ;NR. IN TABELLE
   Q331=+0    ;BEZUGSPUNKT
   Q332=+0    ;BEZUGSPUNKT
   Q303=+1    ;MESSWERT-UEBERGABE
   Q381=1     ;ANTASTEN TS-ACHSE
   Q382=+85   ;1. KO. FUER TS-ACHSE
   Q383=+50   ;2. KO. FUER TS-ACHSE
   Q384=+0    ;3. KO. FUER TS-ACHSE
   Q333=+0    ;BEZUGSPUNKT
```

13.2 Bevor Sie mit Tastsystemzyklen arbeiten!

Um einen möglichst großen Anwendungsbereich an Messaufgaben abdecken zu können, stehen Ihnen über Maschinenparameter Einstellmöglichkeiten zur Verfügung, die das grundsätzliche Verhalten aller Tastsystemzyklen festlegen:

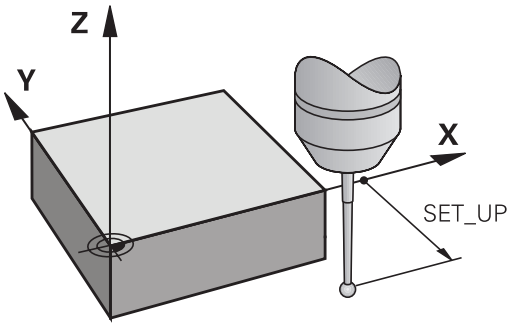
Maximaler Verfahrweg zum Antastpunkt: DIST in Tastsystemtabelle

Wenn der Taststift innerhalb des in **DIST** festgelegten Wegs nicht ausgelenkt wird, gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus.



Sicherheitsabstand zum Antastpunkt: SET_UP in Tastsystemtabelle

In **SET_UP** legen Sie fest, wie weit die Steuerung das Tastsystem vom definierten – oder vom Zyklus berechneten – Antastpunkt entfernt vorpositionieren soll. Je kleiner Sie diesen Wert eingeben, desto genauer müssen Sie die Antastpositionen definieren. In vielen Tastsystemzyklen können Sie zusätzlich einen Sicherheitsabstand definieren, der additiv zu **SET_UP** wirkt.



Infrarot-Tastsystem auf programmierte Antastrichtung orientieren: TRACK in Tastsystemtabelle

Um die Messgenauigkeit zu erhöhen, können Sie über **TRACK** = ON erreichen, dass ein Infrarot-Tastsystem vor jedem Antastvorgang in Richtung der programmierten Antastrichtung orientiert. Der Taststift wird dadurch immer in die gleiche Richtung ausgelenkt.

> Wenn Sie **TRACK** = ON verändern, dann müssen Sie das Tastsystem neu kalibrieren.

Schaltendes Tastsystem, Antastvorschub: F in Tastsystemtabelle

In **F** legen Sie den Vorschub fest, mit dem die Steuerung das Werkstück antasten soll.

F kann nie größer werden, als im Maschinenparameter **maxTouchFeed** (Nr. 122602) eingestellt ist.

Bei Tastsystem-Zyklen kann der Vorschub-Potentiometer wirksam sein. Die nötigen Einstellungen legt Ihr Maschinenhersteller fest. (Parameter **overrideForMeasure** (Nr. 122604), muss entsprechend konfiguriert sein.)

Schaltendes Tastsystem, Vorschub für Positionierbewegungen: FMAX

In **FMAX** legen Sie den Vorschub fest, mit dem die Steuerung das Tastsystem vorpositioniert und zwischen den Messpunkten positioniert.

Schaltendes Tastsystem, Eilgang für Positionierbewegungen: F_PREPOS in Tastsystemtabelle

In **F_PREPOS** legen Sie fest, ob die Steuerung das Tastsystem mit dem in FMAX definierten Vorschub positionieren soll oder im Maschineneilgang.

- Eingabewert = **FMAX_PROBE**: Mit Vorschub aus **FMAX** positionieren
- Eingabewert = **FMAX_MACHINE**: Mit Maschineneilgang vorpositionieren

Tastsystemzyklen abarbeiten

Alle Tastsystemzyklen sind DEF-aktiv. Die Steuerung arbeitet also den Zyklus automatisch ab, wenn im Programmlauf die Zyklusdefinition von der Steuerung abgearbeitet wird.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Bei Ausführung der Tastsystemzyklen 400 bis 499 dürfen keine Zyklen zur Koordinatenumrechnung aktiv sein.

- Folgende Zyklen nicht vor der Verwendung von Tastsystemzyklen aktivieren: Zyklus **7 NULLPUNKT**,Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **10 DREHUNG**,Zyklus **11 MASSFAKTOR** und **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**
- Koordinatenumrechnungen vorher zurücksetzen

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Bei Ausführung der Tastsystemzyklen 1400 bis 1499 dürfen keine Zyklen zur Koordinatenumrechnung aktiv sein.

- Folgende Zyklen nicht vor der Verwendung von Tastsystemzyklen aktivieren: Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **11 MASSFAKTOR** und **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**
- Koordinatenumrechnungen vorher zurücksetzen

Die Tastsystemzyklen 408 bis 419 sowie 1400 bis1499 dürfen Sie auch bei aktiver Grunddrehung abarbeiten. Achten Sie jedoch darauf, dass sich der Winkel der Grunddrehung nicht mehr verändert, wenn Sie nach dem Messzyklus mit dem Zyklus 7 Nullpunktverschiebung arbeiten.

Des Weiteren gilt, je nach Einstellung des optionalen Maschinenparameters **chkTiltingAxes** (Nr. 204600) wird beim Antasten geprüft, ob die Stellung der Drehachsen mit den Schwenkwinkeln (3D-ROT) übereinstimmt. Ist das nicht der Fall, gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus.

Tastsystemzyklen mit einer Nummer 400 bis 499 oder 1400 bis 1499 positionieren das Tastsystem nach einer Positionierlogik vor:

- Ist die aktuelle Koordinate des Taststift-Südpols kleiner als die Koordinate der Sicheren Höhe (im Zyklus definiert), dann zieht die Steuerung das Tastsystem zuerst in der Tastsystemachse auf sichere Höhe zurück und positioniert anschließend in der Bearbeitungsebene zum ersten Antastpunkt
- Ist die aktuelle Koordinate des Taststift-Südpols größer als die Koordinate der sicheren Höhe, positioniert die Steuerung das Tastsystem zuerst in der Bearbeitungsebene auf den ersten Antastpunkt und anschließend in der Tastsystemachse direkt auf die Messhöhe

13.3 Tastsystemtabelle

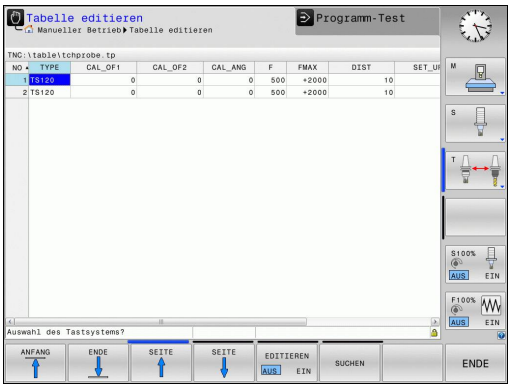
Allgemeines

In der Tastsystemtabelle sind verschiedene Daten gespeichert, die das Verhalten beim Antastvorgang bestimmen. Wenn Sie an Ihrer Maschine mehrere Tastsysteme im Einsatz haben, können Sie zu jedem Tastsystem separate Daten speichern.

> Die Daten der Tastsystemtabelle können auch in der erweiterten Werkzeugverwaltung (Option #93) eingesehen und editiert werden.

Tastsystemtabellen editieren

Um die Tastsystemtabelle editieren zu können, gehen Sie wie folgt vor:



- Betriebsart: Taste **Manueller Betrieb** drücken

- Antastfunktionen wählen: Softkey **ANTASTFUNKTION** drücken. Die Steuerung zeigt weitere Softkeys

- Tastsystemtabelle wählen: Softkey **TASTSYSTEM TABELLE** drücken

- Softkey **EDITIEREN** auf **EIN** setzen
- Mit den Pfeiltasten gewünschte Einstellung wählen
- Gewünschte Änderungen durchführen
- Tastsystemtabelle verlassen: Softkey **ENDE** drücken

Tastsystemdaten

Abk.	Eingaben	Dialog
NO	Nummer des Tastsystems: Diese Nummer müssen Sie in der Werkzeugtabelle (Spalte: **TP_NO**) unter der entsprechenden Werkzeugnummer eintragen	–
TYPE	Auswahl des verwendeten Tastsystems	**Auswahl des Tastsystems?**
CAL_OF1	Versatz von Tastsystemachse zu Spindelachse in der Hauptachse	**TS-Mittenversatz Hauptachse? [mm]**
CAL_OF2	Versatz von Tastsystemachse zu Spindelachse in der Nebenachse	**TS-Mittenversatz Nebenachse? [mm]**
CAL_ANG	Die Steuerung orientiert das Tastsystem vor dem Kalibrieren oder Antasten auf den Orientierungswinkel (wenn Orientierung möglich)	**Spindelwinkel beim Kalibrieren?**
F	Vorschub, mit dem die Steuerung das Werkstück antastet **F** kann nie größer werden, als im Maschinenparameter **maxTouchFeed** (Nr. 122602) eingestellt ist.	**Antast-Vorschub? [mm/min]**
FMAX	Vorschub, mit dem das Tastsystem vorpositioniert und zwischen den Messpunkten positioniert	**Eilgang im Antast-Zyklus? [mm/min]**
DIST	Wird der Taststift innerhalb des hier definierten Werts nicht ausgelenkt, gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus	**Maximaler Messweg? [mm]**
SET_UP	Über **set_up** legen Sie fest, wie weit die Steuerung das Tastsystem vom definierten oder vom Zyklus berechneten Antastpunkt entfernt vorpositionieren soll. Je kleiner Sie diesen Wert eingeben, desto genauer müssen Sie die Antastpositionen definieren. In vielen Tastsystemzyklen können Sie zusätzlich einen Sicherheitsabstand definieren, der additiv zu **set_up** wirkt	**Sicherheits-Abstand? [mm]**
F_PREPOS	Geschwindigkeit beim Vorpositionieren festlegen: ■ Vorpositionieren mit Geschwindigkeit aus **FMAX**: **FMAX_PROBE** ■ Vorpositionieren mit Maschineneilgang: **FMAX_MACHINE**	**Vorposition. mit Eilgang? ENT/NOENT**
TRACK	Um die Messgenauigkeit zu erhöhen, können Sie über **TRACK = ON** erreichen, dass die Steuerung ein Infrarot-Tastsystem vor jeden Antastvorgang in Richtung der programmierten Antastrichtung orientiert. Der Taststift wird dadurch immer in die gleiche Richtung ausgelenkt: ■ **ON**: Spindelnachführung durchführen ■ **OFF**: Keine Spindelnachführung durchführen	**Tastsystem orient.? Ja=ENT/Nein=NOENT**
SERIAL	Sie müssen in dieser Spalte keinen Eintrag vornehmen. Die Steuerung trägt automatisch die Seriennummer des Tastsystems ein, wenn das Tastsystem über eine EnDat-Schnittstelle verfügt	**Seriennummer?**
REACTION	Verhalten bei Kollision mit dem Tastsystem ■ **NCSTOP**: Unterbrechen des NC-Programm ■ **EMERGSTOP**: NOT-AUS, Schnelleres Abbremsen der Achsen	**Reaktion?**

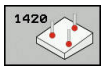
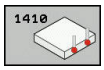
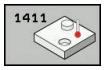
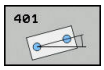
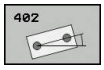
14

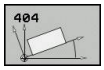
Tastsystem-zyklen: Werkstück-Schieflagen automatisch ermitteln

14.1 Übersicht

Die Steuerung muss vom Maschinenhersteller für den Einsatz des 3D-Tastsystemens vorbereitet sein.

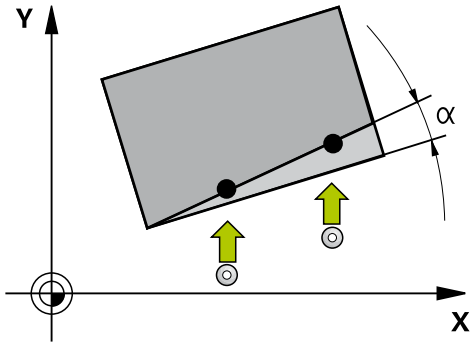
HEIDENHAIN übernimmt die Gewährleistung für die Funktion der Tastsystemzyklen nur dann, wenn HEIDENHAIN-Tastsysteme eingesetzt werden.

Softkey	Zyklus	Seite
	1420 ANTASTEN EBENE Automatische Erfassung über drei Punkte, Kompensation über Funktion Grunddrehung	367
	1410 ANTASTEN KANTE Automatische Erfassung über zwei Punkte, Kompensation über Funktion Grunddrehung oder Rundtischdrehung	371
	1411 ANTASTEN ZWEI KREISE Automatische Erfassung über zwei Bohrungen oder Zapfen, Kompensation über Funktion Grunddrehung oder Rundtisch-drehung	375
	400 GRUNDDREHUNG Automatische Erfassung über zwei Punkte, Kompensation über Funktion Grunddrehung	382
	401 ROT 2 BOHRUNGEN Automatische Erfassung über zwei Bohrungen, Kompensa-tion über Funktion Grunddre-hung	385
	402 ROT 2 ZAPFEN Automatische Erfassung über zwei Zapfen, Kompensation über Funktion Grunddrehung	389

Softkey	Zyklus	Seite
	403 ROT UEBER DREHACHSE Automatische Erfassung über zwei Punkte, Kompensation über Rundtischdrehung	394
	405 ROT UEBER C-ACHSE Automatisches Ausrichten eines Winkelversatzes zwischen einem Bohrungsmittelpunkt und der positiven Y-Achse, Kompensation über Rundtischdrehung	400
	404 GRUNDDREHUNG SETZEN Setzen einer beliebigen Grunddrehung	399

14.2 Grundlagen der Tastsystemzyklen 14xx

Gemeinsamkeiten der Tastsystemzyklen 14xx für Drehungen



Zur Ermittlung von Drehungen gibt es drei Zyklen:

- 1410 **ANTASTEN KANTE**
- 1411 **ANTASTEN ZWEI KREISE**
- 1420 **ANTASTEN EBENE**

Diese Zyklen enthalten:

- Beachtung der aktiven Maschinenkinematik
- Halbautomatisches Antasten
- Überwachung von Toleranzen
- Berücksichtigung einer 3D-Kalibrierung
- Gleichzeitige Bestimmung von Drehung und Position

Die programmierten Positionen werden als Sollpositionen im I-CS interpretiert. Die Antastpositionen beziehen sich auf die programmierten Sollkoordinaten.

Auswertung - Bezugspunkt:

- Verschiebungen können in die Basistransformation der Bezugspunkttabelle geschrieben werden, wenn bei konsistenter Bearbeitungsebene, oder bei Positionsobjekten mit aktivem TCPM angetastet wird.
- Drehungen können in die Basistransformation der Bezugspunkttabelle als Grunddrehung geschrieben werden oder auch als Achsoffset der ersten Rundtischachse vom Werkstück aus betrachtet.

Protokoll:

Die ermittelten Ergebnisse werden in **TCHPRAUTO.html** protokolliert. Sowie in den für den Zyklus vorhergesehenen Q-Parameter abgelegt.
Die gemessenen Abweichungen beziehen sich auf die Toleranzmitte. Wenn keine Toleranz angegeben ist, beziehen sie sich auf das Nennmaß.

> Wenn Sie nicht nur die Drehung, sondern auch eine gemessene Position verwenden möchten, dann müssen Sie die Fläche möglichst in dessen Flächennormale antasten. Je größer der Winkelfehler und je größer der Tastkugelradius, desto größer ist der Positionsfehler. Durch große Winkelabweichungen in der Ausgangslage können hier entsprechende Abweichungen in der Position entstehen.
>
> Beim Antasten mit TCPM werden vorhandene 3D-Kalibrierdaten berücksichtigt. Wenn diese Kalibrierdaten nicht vorhanden sind, können Abweichungen entstehen.

Halbautomatischer Modus

Wenn die Platzierung des Werkstücks noch unbestimmt ist, trifft der halbautomatische Modus zu. Hier kann vor dem Ausführen des Antastobjekts die Startposition durch manuelles Vorpositionieren bestimmt werden. Diese Unterbrechung wird nur in den Maschinen-Betriebsarten ausgeführt, also nicht im Programmtest.

Hierzu wird bei der Definition jeder Koordinate des betreffenden Objekts unter dem Softkey **TEXT EINGEBEN** dem Sollmaß ein "**?**" vorangestellt. Wenn keine Sollposition definiert ist, erfolgt nach dem Antasten des Objekts eine Ist-Sollübernahme. Das bedeutet, dass die gemessene Istposition nachträglich als Sollposition angenommen wird. Infolgedessen gibt es für diese Position keine Abweichung und deshalb keine Positionskorrektur. Das kann aktiv genutzt werden, um für Richtungen, die bei einem halbautomatischen Ablauf nicht exakt definiert werden, keine Korrektur des Bezugspunkts durchzuführen.

Zyklusablauf:

- Der Zyklus unterbricht das Programm
- Erscheinen eines Dialogfensters
- Positionieren Sie mit den Achsrichtungstasten oder dem Handrad das Tastsystem an dem gewünschten Punkt vor
- Ändern Sie bei Bedarf die Antastbedingungen, wie z. B. die Antastrichtung
- Drücken Sie **NC-Start**
- Stellen Sie sicher, dass Sie sich am Ende des Zyklus auf einer sicheren Position für den weiteren Programmablauf befinden

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Je nach Antastobjekt ignoriert die Steuerung bei der Ausführung des Halbautomatischen Modus, den programmierten Modus für Rückzug auf Sichere Höhe. Ist der Halbautomatische Modus nur bei einem Antastobjekt programmiert, so ignoriert der Zyklus nur bei diesem Antastobjekt den Rückzug auf Sichere Höhe.

- Stellen Sie sicher, dass Sie sich am Ende des Zyklus auf einer sicheren Position befinden

Beispiel:

Beim Ausrichten einer Kante auf 0° mit Zyklus 1410 soll zwar in Hauptachsrichtung der Bezugspunkt gesetzt werden. Jedoch nicht in Neben- und Werkzeugachse, da diese Antastpositionen nicht exakt definiert sind.

5 TCH PROBE 1410 ANTASTEN ZWEI KREISE	Zyklus definieren
QS1100= "?10" ;1.PUNKT HAUPTACHSE	Sollposition 1 Hauptachse vorhanden, jedoch Lage des Werkstücks unbekannt
QS1101= "?" ;1.PUNKT NEBENACHSE	Sollposition 1 Nebenachse unbekannt
QS1102= "?" ;1.PUNKT WZ-ACHSE	Sollposition 1 Werkzeugachse unbekannt
QS1103= "?50" ;2.PUNKT HAUPTACHSE	Sollposition 2 Hauptachse vorhanden, jedoch Lage des Werkstücks unbekannt
QS1104= "?" ;2.PUNKT NEBENACHSE	Sollposition 2 Nebenachse unbekannt
QS1105= "?" ;2.PUNKT WZ-ACHSE	Sollposition 2 Werkzeugachse unbekannt
Q372=+1 ;ANTASTRICHTUNG	Antastrichtung (-3 bis +3)
... ;	

Auswertung der Toleranzen

Optional kann auf Toleranzen hin überwacht werden. Dabei kann die Position und Dimension eines Objekts unterschieden werden.

Sobald eine Maßangabe mit Toleranzen versehen ist, wird dieses Maß überwacht und der Fehlerstatus im Rückgabeparameter **Q183** gesetzt. Die Toleranzüberwachung und Status beziehen sich immer auf die Situation während des Antastvorgangs, also vor einer Korrektur des Bezugspunkts durch den Zyklus.

Zyklusablauf:

- Wenn die Fehlerreaktion aktiv ist (**Q309=1**), prüft die Steuerung nach Ausschuss und Nacharbeit, Wenn die Steuerung Ausschuss ermittelt hat, unterbricht diese das NC-Programm. Ist **Q309=2**, dann erfolgt die Prüfung nur nach Ausschuss. Ist dies der Fall, unterbricht die Steuerung das Programm.
- Ist Ihr Werkstück Ausschuss, erscheint ein Dialogfenster. Es werden Ihnen sämtliche Soll- und Messwerte des Objekts dargestellt
- Sie können entscheiden, ob Sie weiter fahren oder das Programm unterbrechen. Bei Fortsetzen des Programms drücken Sie **NC-Start** und bei Abbrechen des Programms drücken Sie den Softkey **ABBRUCH**

> Beachten Sie, dass die Tastsystemzyklen die Abweichungen in Bezug zur Toleranzmitte in den Q-Parametern **Q98x** und **Q99x** zurückgeben. Damit stellen diese Werte dieselben Korrekturgrößen dar, die der Zyklus ausführt, wenn die Eingabeparameter **Q1120** und **Q1121** entsprechend gesetzt sind. Wenn keine automatische Auswertung programmiert ist, so können diese Werte in Bezug zur Toleranzmitte einfacher für eine anderwärtige Korrektur verwendet werden.

5 TCH PROBE 1410 ANTASTEN ZWEI KREISE	Zyklus definieren
Q1100=+50 ;1.PUNKT HAUPTACHSE	Sollposition 1 Hauptachse
Q1101= +50 ;1.PUNKT NEBENACHSE	Sollposition 1 Nebenachse
Q1102= -5 ;1.PUNKT WZ-ACHSE	Sollposition 1 Werkzeugachse
QS1116="+9-1-0.5" ;DURCHMESSER 1	Durchmesser 1 mit Angabe einer Toleranz
Q1103= +80 ;2.PUNKT HAUPTACHSE	Sollposition 2 Hauptachse
Q1104=+60 ;2.PUNKT NEBENACHSE	Sollposition 2 Nebenachse
QS1105= -5 ;2.PUNKT WZ-ACHSE	Sollposition 2 Werkzeugachse
QS1117="+9-1-0,5" ;DURCHMESSER 2	Durchmesser 2 mit Angabe einer Toleranz
... ;	
Q309=2 ;FEHLERREAKTION	
... ;	

Übergabe einer Ist-Position

Sie können die tatsächliche Position vorab ermitteln und dem Tastsystemzyklus als Istposition definieren. Dem Objekt wird sowohl die Sollposition als auch die Istposition übergeben. Der Zyklus berechnet aus der Differenz die notwendigen Korrekturen und wendet die Toleranzüberwachung an.

Beachten Sie, dass in diesem Fall nicht angetastet wird, sondern die Steuerung nur die Ist- und Sollpositionen verrechnet.

Hierzu wird bei der Definition jeder Koordinate des betreffenden Objekts unter dem Softkey **TEXT EINGEBEN** dem Sollmaß ein "**@**" nachgestellt. Nach dem "**@**" kann die Istposition angegeben werden.

> Sie müssen für alle drei Achsen (Haupt-, Neben- und Werkzeugachse) die Ist-Positionen definieren. Wenn Sie nur eine Achse mit der Istposition definieren, ergibt sich eine Fehlermeldung.
>
> Die Istpositionen können auch mit Q-Parameter **Q1900-Q1999** definiert werden.

Beispiel:

Mit dieser Möglichkeit können Sie z. B.:

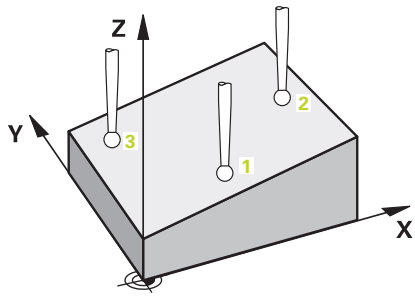
- Kreismuster aus unterschiedlichen Objekten ermitteln
- Zahnrad über Zahnradmitte und der Position eines Zahns ausrichten

5 TCH PROBE 1410 ANTASTEN KANTE	
QS1100= "10+0.02@10.0123"	
;1.PUNKT HAUPTACHSE	1. Sollposition der Hauptachse mit Toleranzüberwachung und der Istposition
QS1101="50@50.0321"	
;1.PUNKT NEBENACHSE	1. Sollposition der Nebenachse und der Istposition
QS1102= "-10-0.2+0.02@Q1900"	
;1.PUNKT WZ-ACHSE	1. Sollposition der WZ-Achse mit Toleranzüberwachung und der Istposition
... ;	

14.3 ANTASTEN EBENE (Zyklus 1420, DIN/ISO: G1420, Software-Option 17)

Zyklusablauf

Der Tastsystemzyklus 1420 ermittelt die Winkel einer Ebene durch Messung dreier Punkte und legt die Werte in den Systemparametern ab.



1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik "Tastsystemzyklen abarbeiten" zum programmierten Antastpunkt **1** und misst dort den ersten Ebenenpunkt. Die Steuerung versetzt dabei das Tastsystem um den Sicherheitsabstand entgegen der Antastrichtung
2 Anschließend fährt das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe (abhängig von **Q1125**), danach in der Bearbeitungsebene zum Antastpunkt **2** und misst dort den Istwert des zweiten Ebenenpunkts
3 Anschließend fährt das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe (abhängig von **Q1125**), danach in der Bearbeitungsebene zum Antastpunkt **3** und misst dort den Istwert des dritten Ebenenpunkts
4 Abschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe (abhängig von **Q1125**) und speichert die ermittelten Werte in folgenden Q-Parametern:

Parameternummer	Bedeutung
Q950 bis Q952	1. gemessene Position in der Haupt-, Neben- und Werkzeugachse
Q953 bis Q955	2. gemessene Position in der Haupt-, Neben- und Werkzeugachse
Q956 bis Q958	3. gemessene Position in der Haupt-, Neben- und Werkzeugachse
Q961 bis Q963	Gemessener Raumwinkel SPA, SPB und SPC im WP_CS
Q980 bis Q982	1. gemessene Abweichungen der Positionen: Haupt-, Neben- und Werkzeugachse
Q983 bis Q985	2. gemessene Abweichungen der Positionen: Haupt-, Neben- und Werkzeugachse
Q986 bis Q988	3. gemessene Abweichungen der Positionen: Haupt-, Neben- und Werkzeugachse
Q183	Werkstückstatus (-1=nicht definiert / 0=Gut / 1=Nacharbeit / 2=Ausschuss)

Beim Programmieren beachten!

Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben. Diese Tastsystemachse muss gleich Z sein.

Damit die Steuerung Winkelwerte berechnen kann, dürfen die drei Messpunkte nicht auf einer Geraden liegen.

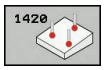
Das Ausrichten mit Drehachsen kann nur dann erfolgen, wenn zwei Drehachsen in der Kinematik vorhanden sind.

Wenn **Q1121** gleich 0 ist und **Q1126** ungleich 0, dann erhalten Sie eine Fehlermeldung. Denn die Drehachsen werden ausgerichtet, aber es findet keine Rotationsauswertung statt.

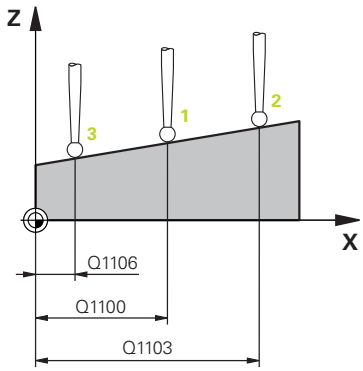
Die Abweichungen stellen die Differenz der gemessenen Istwerte zur Toleranzmitte dar, nicht die Differenz zum Sollwert.

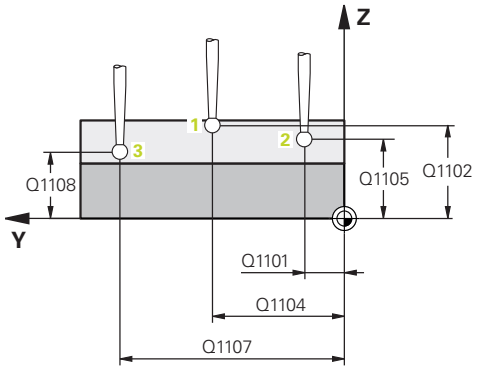
In den Parametern **Q961** bis **Q963** ist der gemessene Raumwinkel gespeichert. Über die Definition der Sollpositionen bestimmen Sie den Sollraumwinkel. Die Differenz aus gemessenem Raumwinkel und Sollraumwinkel wird für die Übernahme in die 3D-Grunddrehung der Bezugspunkttabelle verwendet.

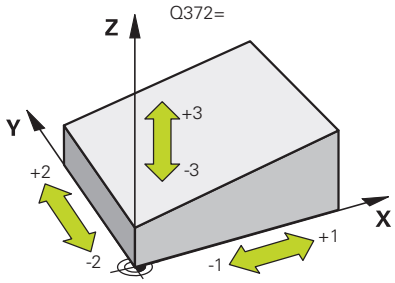
Zyklusparameter

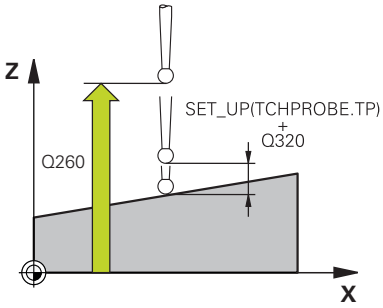


- **Q1100 1.Sollposition Hauptachse?** (absolut): Sollkoordinate des ersten Antastpunkts in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q1101 1.Sollposition Nebenachse?** (absolut): Sollkoordinate des ersten Antastpunkts in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q1102 1.Sollposition Werkzeugachse?** (absolut): Sollkoordinate des ersten Antastpunkts in der Werkzeugachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q1103 2.Sollposition Hauptachse?** (absolut): Sollkoordinate des zweiten Antastpunkts in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q1104 2.Sollposition Nebenachse?** (absolut): Sollkoordinate des zweiten Antastpunkts in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q1105 2. Sollposition Werkzeugachse?** (absolut): Sollkoordinate des zweiten Antastpunkts in der Werkzeugachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q1106 3.Sollposition Hauptachse?** (absolut): Sollkoordinate des dritten Antastpunkts in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q1107 3.Sollposition Nebenachse?** (absolut): Sollkoordinate des dritten Antastpunkts in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q1108 3.Sollposition Werkzeugachse?** (absolut): Sollkoordinate des dritten Antastpunkts in der Werkzeugachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q372 Antastrichtung (-3...+3)?**: Achse bestimmen, in deren Richtung die Antastung erfolgen soll. Mit dem Vorzeichen definieren Sie die positive und negative Verfahrrichtung der Antastachse. Eingabebereich -3 bis +3
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental) Definieren Sie einen zusätzlichen Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle). Eingabebereich 0 bis 99999,9999









- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q1125 Fahren auf Sichere Höhe?**: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  -1: Nicht auf Sichere Höhe fahren
  0: Vor und nach dem Zyklus auf Sichere Höhe fahren
  1: Vor und nach jedem Messobjekt auf Sichere Höhe fahren
  2: Vor und nach jedem Messpunkt auf Sichere Höhe fahren
- **Q309 Reaktion bei Toleranzfehler?**: Festlegen, ob die Steuerung bei einer ermittelten Abweichung den Programmlauf unterbricht und eine Meldung ausgibt:
  0: Bei Toleranzüberschreitung den Programmlauf nicht unterbrechen, keine Meldung ausgeben
  1: Bei Toleranzüberschreitung den Programmlauf unterbrechen, Meldung ausgeben
  2: Wenn die ermittelte Istkoordinate Ausschuss ist, gibt die Steuerung eine Meldung aus und unterbricht den Programmlauf. Es erfolgt dagegen keine Fehlerreaktion, wenn sich der ermittelte Wert in einem Bereich der Nacharbeit befindet.
- **Q1126 Drehachsen ausrichten?**: Schwenkachsen für angestellte Bearbeitung positionieren:
  0: Aktuelle Schwenkachsposition beibehalten
  1: Schwenkachse automatisch positionieren und Tastspitze dabei nachführen (MOVE). Die Relativposition zwischen Werkstück und Tastsystem wird nicht verändert. Die Steuerung führt mit den Linearachsen eine Ausgleichsbewegung aus
  2: Schwenkachse automatisch positionieren, ohne die Tastspitze nachzuführen (TURN)
- **Q1120 Position zur Übernahme?**: Festlegen, welche gemessene Istposition, die Steuerung als Sollposition, in die Bezugstabelle übernimmt:
  0: keine Übernahme
  1: Übernahme des 1. Messpunkts
  2: Übernahme des 2. Messpunkts
  3: Übernahme des 3. Messpunkts
  4: Übernahme des gemittelten Messpunkts
- **Q1121 Grunddrehung übernehmen?**: Festlegen, ob die Steuerung die ermittelte Schieflage als Grunddrehung übernehmen soll:
  0: Keine Grunddrehung
  1: Grunddrehung setzen: Hier speichert die Steuerung die Grunddrehung

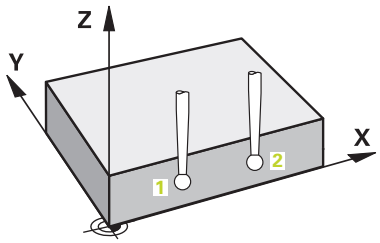
Beispiel

```
5 TCH PROBE 1420  ANTASTEN EBENE
   Q1100=+0   ;1.PUNKT HAUPTACHSE
   Q1101=+0   ;1.PUNKT NEBENACHSE
   Q1102=+0   ;1.PUNKT WZ-ACHSE
   Q1103=+0   ;2.PUNKT HAUPTACHSE
   Q1104=+0   ;2.PUNKT NEBENACHSE
   Q1105=+0   ;2.PUNKT WZ-ACHSE
   Q1106=+0   ;3.PUNKT HAUPTACHSE
   Q1107=+0   ;3.PUNKT NEBENACHSE
   Q1108=+0   ;3.PUNKT NEBENACHSE
   Q372=+1    ;ANTASTRICHTUNG
   Q320=+0    ;SICHERHEITS-ABST.
   Q260=+100  ;SICHERE HOEHE
   Q1125=+2   ;MODUS SICHERE HOEHE
   Q309=+0    ;FEHLERREAKTION
   Q1126=+0   ;DREHACHSEN AUSRICHT.
   Q1120=+0   ;UEBERNAHMEPOSITION
   Q1121=+0   ;DREHUNG
              UEBERNEHMEN
```

14.4 ANTASTEN KANTE (Zyklus 1410, DIN/ISO: G1410, Software-Option 17)

Zyklusablauf

Der Tastsystemzyklus 1410 ermittelt den Winkel, den eine beliebige Gerade mit der Hauptachse der Bearbeitungsebene einschließt.



1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik "Tastsystemzyklen abarbeiten" zum programmierten Antastpunkt **1**. Die Summe aus **Q320**, **SET_UP** und dem Tastkugelradius wird beim Antasten in jede Antastrichtung berücksichtigt. Die Steuerung versetzt dabei das Tastsystem entgegen der Antastrichtung.
2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antastvorgang mit Antastvorschub (Spalte **F**) durch
3 Danach fährt das Tastsystem zum nächsten Antastpunkt und **2** führt den zweiten Antastvorgang durch
4 Abschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe (abhängig von **Q1125**) und speichert den ermittelten Winkel in folgendem Q-Parameter:

Parameternummer	Bedeutung
Q950 bis Q952	1. gemessene Position in der Haupt-, Neben- und Werkzeugachse
Q953 bis Q955	2. gemessene Position in der Haupt-, Neben- und Werkzeugachse
Q964	Gemessener Drehungswinkel im IP_CS
Q965	Gemessener Drehungswinkel im Koordinatensystem des Drehtischs
Q980 bis Q982	1. gemessene Abweichungen der Positionen: Haupt-, Neben- und Werkzeugachse
Q983 bis Q985	2. gemessene Abweichungen der Positionen: Haupt-, Neben- und Werkzeugachse
Q994	Gemessene Winkelabweichung im IP_CS
Q995	Gemessene Winkelabweichung im Koordinatensystem des Drehtischs
Q183	Werkstückstatus (-1=nicht definiert / 0=Gut / 1=Nacharbeit / 2=Ausschuss)

Beim Programmieren beachten!

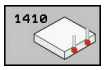
Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben. Diese Tastsystemachse muss gleich Z sein.

Das Ausrichten mit Drehachsen kann nur dann erfolgen, wenn die gemessene Rotation durch eine Drehtischachse, die erste Drehtischachse ausgehend vom Werkstück ist, korrigiert werden kann.

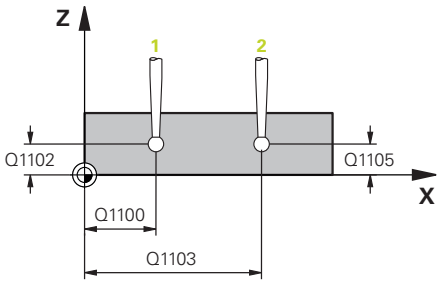
Wenn **Q1121** ungleich 2 ist und **Q1126** ungleich 0, dann erhalten Sie eine Fehlermeldung. Denn es ist widersprüchlich, dass Sie die Drehachse ausrichten, aber gleichzeitig die Grunddrehung aktivieren.

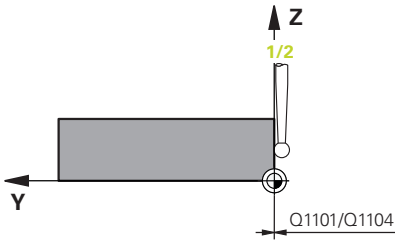
Die Abweichungen stellen die Differenz der gemessenen Istwerte zur Toleranzmitte (inklusive Toleranzfaktor) dar, nicht die Differenz zum Sollwert.

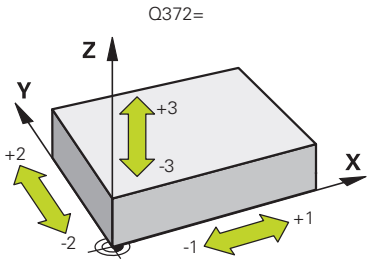
Zyklusparameter

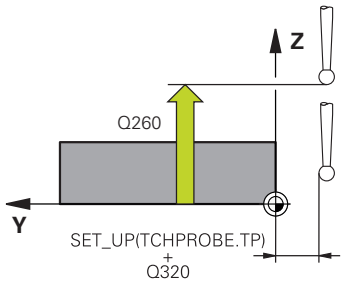


- **Q1100 1.Sollposition Hauptachse?** (absolut): Sollkoordinate des ersten Antastpunkts in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q1101 1.Sollposition Nebenachse?** (absolut): Sollkoordinate des ersten Antastpunkts in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q1102 1.Sollposition Werkzeugachse?** (absolut): Sollkoordinate des ersten Antastpunkts in der Werkzeugachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q1103 2.Sollposition Hauptachse?** (absolut): Sollkoordinate des zweiten Antastpunkts in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q1104 2.Sollposition Nebenachse?** (absolut): Sollkoordinate des zweiten Antastpunkts in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q1105 2. Sollposition Werkzeugachse?** (absolut): Sollkoordinate des zweiten Antastpunkts in der Werkzeugachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q372 Antastrichtung (-3...+3)?**: Achse bestimmen, in deren Richtung die Antastung erfolgen soll. Mit dem Vorzeichen definieren Sie die positive und negative Verfahrrichtung der Antastachse. Eingabebereich -3 bis +3
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental) Definieren Sie einen zusätzlichen Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999









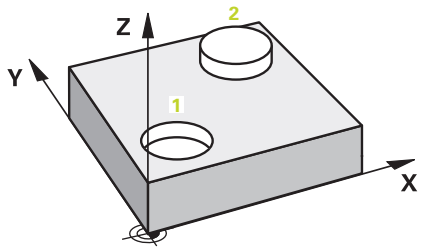
- **Q1125 Fahren auf Sichere Höhe?**: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  -1: Nicht auf Sichere Höhe fahren
  0: Vor und nach dem Zyklus auf Sichere Höhe fahren
  1: Vor und nach jedem Messobjekt auf Sichere Höhe fahren
  2: Vor und nach jedem Messpunkt auf Sichere Höhe fahren
- **Q309 Reaktion bei Toleranzfehler?**: Festlegen, ob die Steuerung bei einer ermittelten Abweichung den Programmlauf unterbricht und eine Meldung ausgibt:
  0: Bei Toleranzüberschreitung den Programmlauf nicht unterbrechen, keine Meldung ausgeben
  1: Bei Toleranzüberschreitung den Programmlauf unterbrechen, Meldung ausgeben
  2: Wenn die ermittelte Istkoordinate Ausschuss ist, gibt die Steuerung eine Meldung aus und unterbricht den Programmlauf. Es erfolgt dagegen keine Fehlerreaktion, wenn sich der ermittelte Wert in einem Bereich der Nacharbeit befindet.
- **Q1126 Drehachsen ausrichten?**: Schwenkachsen für angestellte Bearbeitung positionieren:
  0: Aktuelle Schwenkachsposition beibehalten
  1: Schwenkachse automatisch positionieren und Tastspitze dabei nachführen (MOVE). Die Relativposition zwischen Werkstück und Tastsystem wird nicht verändert. Die Steuerung führt mit den Linearachsen eine Ausgleichsbewegung aus
  2: Schwenkachse automatisch positionieren, ohne die Tastspitze nachzuführen (TURN)
- **Q1120 Position zur Übernahme?**: Festlegen, welche gemessene Istposition, die Steuerung als Sollposition, in die Bezugstabelle übernimmt:
  0: keine Übernahme
  1: Übernahme des 1. Messpunkts
  2: Übernahme des 2. Messpunkts
  3: Übernahme des gemittelten Messpunkts
- **Q1121 Drehung übernehmen?**: Festlegen, ob die Steuerung die ermittelte Schieflage als Grunddrehung übernehmen soll:
  0: Keine Grunddrehung
  1: Grunddrehung setzen: Hier speichert die Steuerung die Grunddrehung
  2: Rundtischdrehung ausführen: Es erfolgt ein Eintrag in die jeweilige **Offset**-Spalte der Bezugspunkttabelle

Beispiel

```
5 TCH PROBE 1410  ANTASTEN KANTE
   Q1100=+0   ;1.PUNKT HAUPTACHSE
   Q1101=+0   ;1.PUNKT NEBENACHSE
   Q1102=+0   ;1.PUNKT WZ-ACHSE
   Q1103=+0   ;2.PUNKT HAUPTACHSE
   Q1104=+0   ;2.PUNKT NEBENACHSE
   Q1105=+0   ;2.PUNKT WZ-ACHSE
   Q372=+1    ;ANTASTRICHTUNG
   Q320=+0    ;SICHERHEITS-ABST.
   Q260=+100  ;SICHERE HOEHE
   Q1125=+2   ;MODUS SICHERE HOEHE
   Q309=+0    ;FEHLERREAKTION
   Q1126=+0   ;DREHACHSEN AUSRICHT.
   Q1120=+0   ;UEBERNAHMEPOSITION
   Q1121=+0   ;DREHUNG
              UEBERNEHMEN
```

14.5 ANTASTEN ZWEI KREISE (Zyklus 1411, DIN ISO G1411, Software Option 17)

Zyklusablauf



Der Tastsystemzyklus 1411 erfasst die Mittelpunkte zweier Bohrungen oder Zapfen. Anschließend berechnet die Steuerung den Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und der Verbindungsgeraden der Bohrungs- oder Zapfenmittelpunkte. Über die Funktion Grunddrehung kompensiert die Steuerung den berechneten Wert. Alternativ können Sie die ermittelte Schieflage auch durch eine Drehung des Rundtisches kompensieren.

1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik "Tastsystemzyklen abarbeiten" zum programmierten Mittelpunkt **1**. Die Summe aus **Q320**, **SET_UP** und dem Tastkugelradius wird beim Antasten in jede Antastrichtung berücksichtigt. Die Steuerung versetzt dabei das Tastsystem um den Sicherheitsabstand entgegen der Antastrichtung
2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und erfasst durch die Antastungen (abhängig von der Anzahl der Antastungen **Q423**) den ersten Bohrungs- bzw. Zapfenmittelpunkt
3 Danach fährt das Tastsystem zurück auf sichere Höhe und positioniert auf den eingegebenen Mittelpunkt der zweiten Bohrung oder des zweiten Zapfens **2**
4 Die Steuerung fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und erfasst durch die Antastungen (abhängig von der Anzahl der Antastungen **Q423**) den zweiten Bohrungs- oder Zapfenmittelpunkt
5 Abschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe (abhängig von **Q1125**) und speichert den ermittelten Winkel in folgendem Q-Parameter:

Parameternummer	Bedeutung
Q950 bis Q952	1. gemessene Position in der Haupt-, Neben- und Werkzeugachse
Q953 bis Q955	2. gemessene Position in der Haupt-, Neben- und Werkzeugachse
Q964	Gemessener Drehungswinkel im IP_CS
Q965	Gemessener Drehungswinkel im Koordinatensystem des Drehtischs
Q966 bis Q967	Gemessener erster und zweiter Durchmesser
Q980 bis Q982	1. gemessene Abweichungen der Positionen: Haupt-, Neben- und Werkzeugachse
Q983 bis Q985	2. gemessene Abweichungen der Positionen: Haupt-, Neben- und Werkzeugachse

Parameternummer	Bedeutung
Q994	Gemessene Winkelabweichung im IP_CS
Q995	Gemessene Winkelabweichung im Koordinatensystem des Drehtischs
Q996 bis Q997	Gemessene Abweichung des ersten und zweiten Durchmesser
Q183	Werkstückstatus (-1=nicht definiert / 0=Gut / 1=Nacharbeit / 2=Ausschuss)

Beim Programmieren beachten!

Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben. Diese Tastsystemachse muss gleich Z sein.

Das Ausrichten mit Drehachsen kann nur dann erfolgen, wenn die gemessene Rotation durch eine Drehtischachse, die erste Drehtischachse ausgehend vom Werkstück ist, korrigiert werden kann.

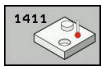
Wenn **Q1121** ungleich 2 ist und **Q1126** ungleich 0, dann erhalten Sie eine Fehlermeldung. Denn es ist widersprüchlich, dass Sie die Drehachse ausrichten, aber gleichzeitig die Grunddrehung aktivieren.

Die Abweichungen stellen die Differenz der gemessenen Istwerte zur Toleranzmitte dar, nicht die Differenz zum Sollwert.

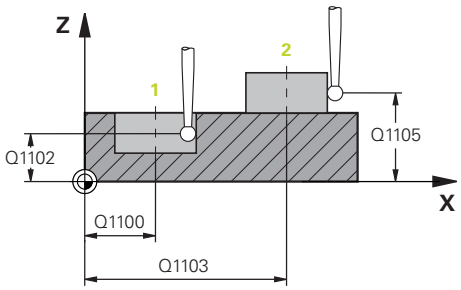
Wenn der Bohrungsdurchmesser kleiner wie der Tastkugeldurchmesser ist, wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

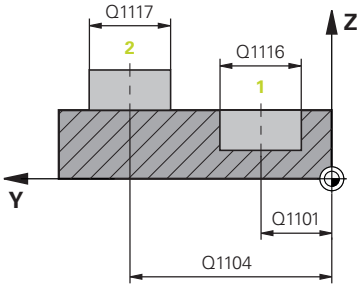
Wenn der Bohrungsdurchmesser so klein ist, dass der programmierte Sicherheitsabstand nicht eingehalten werden kann, so wird ein Dialog geöffnet. Der Dialog zeigt den Sollwert, der dem Bohrungsradius entspricht, den kalibrierten Tastkugelradius und den noch möglichen Sicherheitsabstand. Dieser Dialog kann mit **NC-Start** quittiert oder per Softkey abgebrochen werden. Wenn mit **NC-Start** quittiert wird, so wird der wirksame Sicherheitsabstand nur für dieses Antastobjekt auf den angezeigten Wert reduziert.

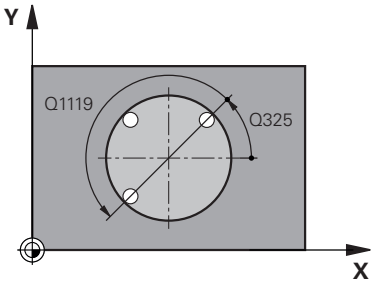
Zyklusparameter

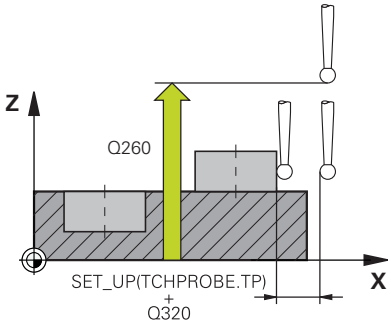


- **Q1100 1.Sollposition Hauptachse?** (absolut): Sollkoordinate des ersten Antastpunkts in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q1101 1.Sollposition Nebenachse?** (absolut): Sollkoordinate des ersten Antastpunkts in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q1102 1.Sollposition Werkzeugachse?** (absolut): Sollkoordinate des ersten Antastpunkts in der Werkzeugachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q1116 Durchmesser 1.Position?**: Durchmesser der ersten Bohrung bzw. des ersten Zapfens. Eingabebereich 0 bis 9999,9999
- **Q1103 2.Sollposition Hauptachse?** (absolut): Sollkoordinate des zweiten Antastpunkts in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q1104 2.Sollposition Nebenachse?** (absolut): Sollkoordinate des zweiten Antastpunkts in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q1105 2. Sollposition Werkzeugachse?** (absolut): Sollkoordinate des zweiten Antastpunkts in der Werkzeugachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q1117 Durchmesser 2.Position?**: Durchmesser der zweiten Bohrung bzw. des zweiten Zapfens. Eingabebereich 0 bis 9999,9999
- **Q1115 Geometrietyp (0-3)?**: Festlegen, der Geometrie der Antastobjekte
  0: 1. Position=Bohrung und 2. Position=Bohrung
  1: 1. Position=Zapfen und 2. Position=Zapfen
  2: 1. Position=Bohrung und 2. Position=Zapfen
  3: 1. Position=Zapfen und 2. Position=Bohrung
- **Q423 Anzahl Antastungen (3-8)?** (absolut): Anzahl der Messpunkte auf dem Durchmesser. Eingabebereich 3 bis 8
- **Q325 Startwinkel?** (absolut): Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und dem ersten Antastpunkt. Eingabebereich -360,000 bis 360,000









- **Q1119 Kreis-Öffnungswinkel?**: Winkelbereich, in dem die Antastungen verteilt sind. Eingabebereich -359,999 bis +360
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle) und nur beim Antasten des Bezugspunktes in der Tastsystemachse. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q1125 Fahren auf Sichere Höhe?**: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  -1: Nicht auf Sichere Höhe fahren
  0: Vor und nach dem Zyklus auf Sichere Höhe fahren
  1: Vor und nach jedem Messobjekt auf Sichere Höhe fahren
  2: Vor und nach jedem Messpunkt auf Sichere Höhe fahren
- **Q309 Reaktion bei Toleranzfehler?**: Festlegen, ob die Steuerung bei einer ermittelten Abweichung den Programmlauf unterbricht und eine Meldung ausgibt:
  0: Bei Toleranzüberschreitung den Programmlauf nicht unterbrechen, keine Meldung ausgeben
  1: Bei Toleranzüberschreitung den Programmlauf unterbrechen, Meldung ausgeben
  2: Wenn die ermittelte Istkoordinate Ausschuss ist, gibt die Steuerung eine Meldung aus und unterbricht den Programmlauf. Es erfolgt dagegen keine Fehlerreaktion, wenn sich der ermittelte Wert in einem Bereich der Nacharbeit befindet.
- **Q1126 Drehachsen ausrichten?**: Schwenkachsen für angestellte Bearbeitung positionieren:
  0: Aktuelle Schwenkachsposition beibehalten
  1: Schwenkachse automatisch positionieren und Tastspitze dabei nachführen (MOVE). Die Relativposition zwischen Werkstück und Tastsystem wird nicht verändert. Die Steuerung führt mit den Linearachsen eine Ausgleichsbewegung aus
  2: Schwenkachse automatisch positionieren, ohne die Tastspitze nachzuführen (TURN)
- **Q1120 Position zur Übernahme?**: Festlegen, welche gemessene Istposition, die Steuerung als Sollposition, in die Bezugstabelle übernimmt:
  0: keine Übernahme
  1: Übernahme des 1. Messpunkts
  2: Übernahme des 2. Messpunkts
  3: Übernahme des gemittelten Messpunkts

Beispiel

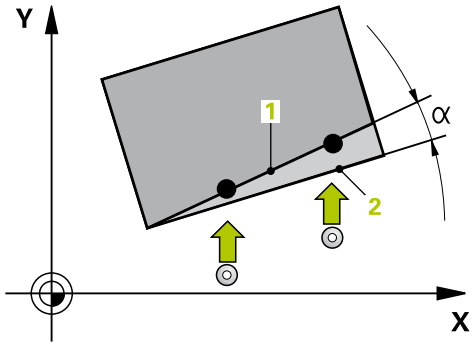
```
5 TCH PROBE 1410 ANTASTEN ZWEI
  KREISE
  Q1100=+0   ;1.PUNKT HAUPTACHSE
  Q1101=+0   ;1.PUNKT NEBENACHSE
  Q1102=+0   ;1.PUNKT WZ-ACHSE
  Q1116=0    ;DURCHMESSER 1
  Q1103=+0   ;2.PUNKT HAUPTACHSE
  Q1104=+0   ;2.PUNKT NEBENACHSE
  Q1105=+0   ;2.PUNKT WZ-ACHSE
  Q1117=+0   ;DURCHMESSER 2
  Q1115=0    ;GEOMETRIETYP
  Q423=4     ;ANZAHL ANTASTUNGEN
  Q325=+0    ;STARTWINKEL
  Q1119=+360;OEFFNUNGSWINKEL
  Q320=+0    ;SICHERHEITS-ABST.
  Q260=+100  ;SICHERE HOEHE
  Q1125=+2   ;MODUS SICHERE HOEHE
  Q309=+0    ;FEHLERREAKTION
  Q1126=+0   ;DREHACHSEN AUSRICHT.
  Q1120=+0   ;UEBERNAHMEPOSITION
  Q1121=+0   ;DREHUNG
             UEBERNEHMEN
```

- **Q1121 Drehung übernehmen?**: Festlegen, ob die Steuerung die ermittelte Schieflage als Grunddrehung übernehmen soll:
  0: Keine Grunddrehung
  1: Grunddrehung setzen: Hier speichert die Steuerung die Grunddrehung
  2: Rundtischdrehung ausführen: Es erfolgt ein Eintrag in die jeweilige **Offset**-Spalte der Bezugspunkttabelle

14.6 Grundlagen der Tastsystemzyklen 4xx

Gemeinsamkeiten der Tastsystemzyklen zum Erfassen der Werkstück-Schieflage

Bei den Zyklen 400, 401 und 402 können Sie über den Parameter **Q307 Voreinstellung Grunddrehung** festlegen, ob das Ergebnis der Messung um einen bekannten Winkel # (siehe Bild rechts) korrigiert werden soll. Dadurch können Sie die Grunddrehung an einer beliebigen Gerade **1** des Werkstücks messen und den Bezug zur eigentlichen 0°-Richtung **2** herstellen.

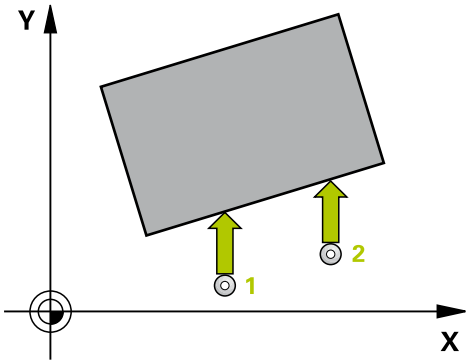


> Diese Zyklen funktionieren nicht mit 3D-Rot!
> Benutzen Sie in diesem Fall die Zyklen 14xx. **Weitere Informationen:** "Grundlagen der Tastsystemzyklen 14xx ", Seite 362

14.7 GRUNDDREHUNG (Zyklus 400, DIN/ISO: G400, Software-Option 17)

Zyklusablauf

Der Tastsystemzyklus 400 ermittelt durch Messung zweier Punkte, die auf einer Geraden liegen müssen, eine Werkstück-Schieflage. Über die Funktion Grunddrehung kompensiert die Steuerung den gemessenen Wert.



1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik (siehe "Tastsystemzyklen abarbeiten", Seite 355) zum programmierten Antastpunkt **1**. Die Steuerung versetzt dabei das Tastsystem um den Sicherheits-Abstand entgegen der festgelegten Verfahrrichtung
2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antastvorgang mit Antastvorschub (Spalte **F**) durch
3 Anschließend fährt das Tastsystem zum nächsten Antastpunkt **2** und führt den zweiten Antastvorgang durch
4 Die Steuerung positioniert das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und führt die ermittelte Grunddrehung durch

Beim Programmieren beachten!

Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben.

Die Steuerung setzt eine aktive Grunddrehung am Zyklusanfang zurück.

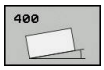
HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

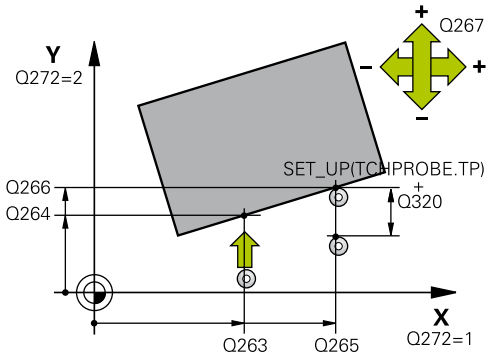
Bei Ausführung der Tastsystemzyklen 400 bis 499 dürfen keine Zyklen zur Koordinatenumrechnung aktiv sein.

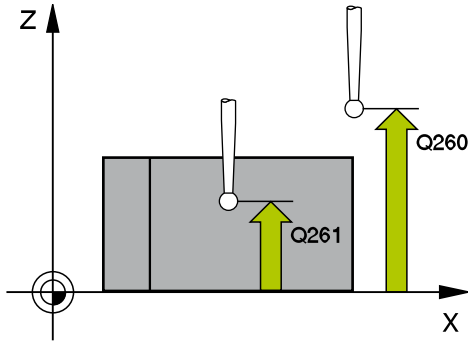
- Folgende Zyklen nicht vor der Verwendung von Tastsystemzyklen aktivieren: Zyklus **7 NULLPUNKT**,Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **10 DREHUNG**,Zyklus **11 MASSFAKTOR** und **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**
- Koordinatenumrechnungen vorher zurücksetzen

Zyklusparameter



- **Q263 1. Meßpunkt 1. Achse?** (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q264 1. Meßpunkt 2. Achse?** (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q265 2. Meßpunkt 1. Achse?** (absolut): Koordinate des zweiten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q266 2. Meßpunkt 2. Achse?** (absolut): Koordinate des zweiten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q272 Meßachse (1=1.Achse/2=2.Achse)?**: Achse der Bearbeitungsebene, in der die Messung erfolgen soll:
  1: Hauptachse = Messachse
  2: Nebenachse = Messachse
- **Q267 Verfahrrichtung 1 (+1=+ / -1=-)?**: Richtung, in der das Tastsystem auf das Werkstück zufahren soll:
  -1: Verfahrrichtung negativ
  +1: Verfahrrichtung positiv
- **Q261 Meßhöhe in der Tastsystemachse?** (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystemachse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental) Definieren Sie einen zusätzlichen Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q301 Fahren auf sichere Höhe (0/1)?**: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren





Beispiel

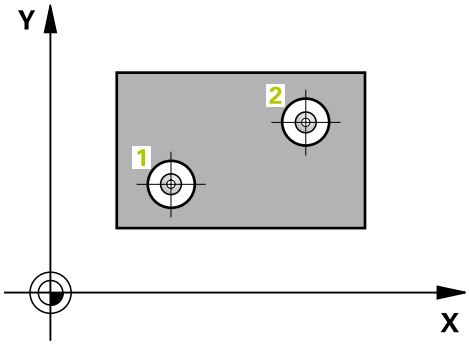
5 TCH PROBE 400 GRUNDDREHUNG	
Q263=+10	;1. PUNKT 1. ACHSE
Q264=+3,5	;1. PUNKT 2. ACHSE
Q265=+25	;2. PUNKT 1. ACHSE
Q266=+2	;2. PUNKT 2. ACHSE
Q272=+2	;MESSACHSE
Q267=+1	;VERFAHRRICHTUNG
Q261=-5	;MESSHOEHE
Q320=0	;SICHERHEITS-ABST.
Q260=+20	;SICHERE HOEHE
Q301=0	;FAHREN AUF S. HOEHE
Q307=0	;VOREINST. DREHW.
Q305=0	;NR. IN TABELLE

- **Q307 Voreinstellung Drehwinkel** (absolut): Wenn sich die zu messende Schieflage nicht auf die Hauptachse, sondern auf eine beliebige Gerade beziehen soll, Winkel der Bezugsgeraden eingeben. Die Steuerung ermittelt dann für die Grunddrehung die Differenz aus dem gemessenen Wert und dem Winkel der Bezugsgeraden. Eingabebereich -360,000 bis 360,000
- **Q305 Preset-Nummer in Tabelle?**: Nummer in der Bezugspunkttabelle angeben, in der die Steuerung die ermittelte Grunddrehung speichern soll. Bei Eingabe von Q305=0, legt die Steuerung die ermittelte Grunddrehung im ROT-Menü der Betriebsart Manuell ab. Eingabebereich 0 bis 99999

14.8 GRUNDDREHUNG über zwei Bohrungen (Zyklus 401, DIN/ISO: G401, Software-Option 17)

Zyklusablauf

Der Tastsystemzyklus 401 erfasst die Mittelpunkte zweier Bohrungen. Anschließend berechnet die Steuerung den Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und der Verbindungsgeraden der Bohrungsmittelpunkte. Über die Funktion Grunddrehung kompensiert die Steuerung den berechneten Wert. Alternativ können Sie die ermittelte Schieflage auch durch eine Drehung des Rundtisches kompensieren.



1. Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik (siehe "Tastsystemzyklen abarbeiten", Seite 355) auf den eingegebenen Mittelpunkt der ersten Bohrung **1**
2. Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und erfasst durch vier Antastungen den ersten Bohrungsmittelpunkt
3. Anschließend fährt das Tastsystem zurück auf die sichere Höhe und positioniert auf den eingegebenen Mittelpunkt der zweiten Bohrung **2**
4. Die Steuerung fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und erfasst durch vier Antastungen den zweiten Bohrungsmittelpunkt
5. Abschließend fährt die Steuerung das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und führt die ermittelte Grunddrehung durch

Beim Programmieren beachten!

Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben.

Die Steuerung setzt eine aktive Grunddrehung am Zyklusanfang zurück.

Wenn Sie die Schieflage über eine Rundtischdrehung kompensieren wollen, dann verwendet die Steuerung automatisch folgende Drehachsen:

- C bei Werkzeugachse Z
- B bei Werkzeugachse Y
- A bei Werkzeugachse X

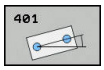
HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

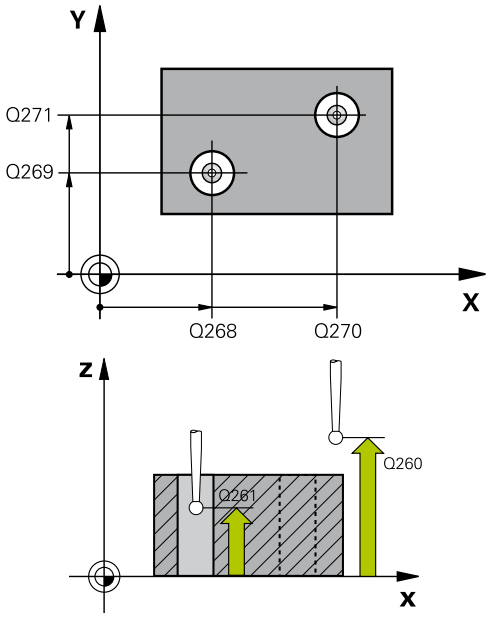
Bei Ausführung der Tastsystemzyklen 400 bis 499 dürfen keine Zyklen zur Koordinatenumrechnung aktiv sein.

- Folgende Zyklen nicht vor der Verwendung von Tastsystemzyklen aktivieren: Zyklus **7 NULLPUNKT**,Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **10 DREHUNG**,Zyklus **11 MASSFAKTOR** und **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**
- Koordinatenumrechnungen vorher zurücksetzen

Zyklusparameter



- **Q268 1. Bohrung: Mitte 1. Achse?** (absolut): Mittelpunkt der ersten Bohrung in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q269 1. Bohrung: Mitte 2. Achse?** (absolut): Mittelpunkt der ersten Bohrung in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q270 2. Bohrung: Mitte 1. Achse?** (absolut): Mittelpunkt der zweiten Bohrung in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q271 2. Bohrung: Mitte 2. Achse?** (absolut): Mittelpunkt der zweiten Bohrung in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q261 Meßhöhe in der Tastsystemachse?** (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystemachse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q307 Voreinstellung Drehwinkel** (absolut): Wenn sich die zu messende Schieflage nicht auf die Hauptachse, sondern auf eine beliebige Gerade beziehen soll, Winkel der Bezugsgeraden eingeben. Die Steuerung ermittelt dann für die Grunddrehung die Differenz aus dem gemessenen Wert und dem Winkel der Bezugsgeraden. Eingabebereich -360,000 bis 360,000



Beispiel

5 TCH PROBE 401 ROT 2 BOHRUNGEN	
Q268=-37	;1. MITTE 1. ACHSE
Q269=+12	;1. MITTE 2. ACHSE
Q270=+75	;2. MITTE 1. ACHSE
Q271=+20	;2. MITTE 2. ACHSE
Q261=-5	;MESSHOEHE
Q260=+20	;SICHERE HOEHE
Q307=0	;VOREINST. DREHW.
Q305=0	;NR. IN TABELLE
Q402=0	;KOMPENSATION

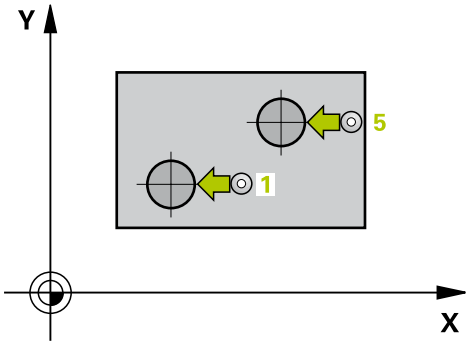
- **Q305 Nummer in Tabelle?** Geben Sie die Nummer einer Zeile der Bezugspunkttabelle an. In dieser Zeile nimmt die Steuerung den jeweiligen Eintrag vor: Eingabebereich 0 bis 99999
  Q305 = 0: Die Drehachse wird in der Zeile 0 der Bezugspunkttabelle abgenullt. Dadurch erfolgt ein Eintrag in die **OFFSET**-Spalte. (Beispiel: Bei Werkzeugachse Z erfolgt ein Eintrag in **C_OFFS**). Zusätzlich werden alle anderen Werte (X, Y, Z, etc.) des derzeit aktiven Bezugspunktes in die Zeile 0 der Bezugspunkttabelle übernommen. Außerdem wird der Bezugspunkt aus Zeile 0 aktiviert.
  Q305 > 0: Die Drehachse wird in der hier angegebenen Zeile der Bezugspunkttabelle abgenullt. Dadurch erfolgt ein Eintrag in die jeweilge **OFFSET**-Spalte der Bezugspunkttabelle. (Beispiel: Bei Werkzeugachse Z erfolgt ein Eintrag in **C_OFFS**).
  Q305 ist von folgenden Parametern abhängig:
  Q337 = 0 und gleichzeitig **Q402** = 0: Es wird in der Zeile, die mit Q305 angegeben wurde, eine Grunddrehung gesetzt. (Beispiel: Bei Werkzeugachse Z erfolgt ein Eintrag der Grunddrehung in Spalte **SPC**)
  Q337 = 0 und gleichzeitig **Q402** = 1: Parameter Q305 ist nicht wirksam
  Q337 = 1 Parameter Q305 wirkt wie oben beschrieben
- **Q402 Grunddrehung/Ausrichten (0/1)**: Festlegen, ob die Steuerung die ermittelte Schieflage als Grunddrehung setzen, oder per Rundtischdrehung ausrichten soll:
  0: Grunddrehung setzen: Hier speichert die Steuerung die Grunddrehung (Beispiel: bei Werkzeugachse Z verwendet die Steuerung die Spalte **SPC**)
  1: Rundtischdrehung ausführen: Es erfolgt ein Eintrag in die jeweilige **Offset**-Spalte der Bezugspunkttabelle (Beispiel: bei Werkzeugachse Z verwendet die Steuerung die Spalte **C_Offs**), zusätzlich dreht sich die jeweilige Achse
- **Q337 Null setzen nach Ausrichtung?**: Festlegen, ob die Steuerung die Positionsanzeige der jeweiligen Drehachse nach dem Ausrichten auf 0 setzen soll:
  0: Nach dem Ausrichten wird die Positionsanzeige nicht auf 0 gesetzt
  1: Nach dem Ausrichten wird die Positionsanzeige auf 0 gesetzt, wenn Sie zuvor **Q402=1** definiert haben

```
Q337=0      ;NULL SETZEN
```

14.9 GRUNDDREHUNG über zwei Zapfen (Zyklus 402, DIN/ISO: G402, Software-Option 17)

Zyklusablauf

Der Tastsystemzyklus 402 erfasst die Mittelpunkte zweier Zapfen. Anschließend berechnet die Steuerung den Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und der Verbindungsgeraden der Zapfenmittelpunkte. Über die Funktion Grunddrehung kompensiert die Steuerung den berechneten Wert. Alternativ können Sie die ermittelte Schieflage auch durch eine Drehung des Rundtisches kompensieren.



1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte FMAX) und mit Positionierlogik (siehe "Tastsystemzyklen abarbeiten", Seite 355) auf den Antastpunkt **1** des ersten Zapfens
2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene **Messhöhe 1** und erfasst durch vier Antastungen den ersten Zapfen-Mittelpunkt. Zwischen den jeweils um 90° versetzten Antastpunkten verfährt das Tastsystem auf einem Kreisbogen
3 Anschließend fährt das Tastsystem zurück auf die sichere Höhe und positioniert auf den Antastpunkt **5** des zweiten Zapfens
4 Die Steuerung fährt das Tastsystem auf die eingegebene **Messhöhe 2** und erfasst durch vier Antastungen den zweiten Zapfenmittelpunkt
5 Abschließend fährt die Steuerung das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und führt die ermittelte Grunddrehung durch

Beim Programmieren beachten!

Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben.

Die Steuerung setzt eine aktive Grunddrehung am Zyklusanfang zurück.

Wenn Sie die Schieflage über eine Rundtischdrehung kompensieren wollen, dann verwendet die Steuerung automatisch folgende Drehachsen:

- C bei Werkzeugachse Z
- B bei Werkzeugachse Y
- A bei Werkzeugachse X

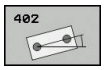
HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

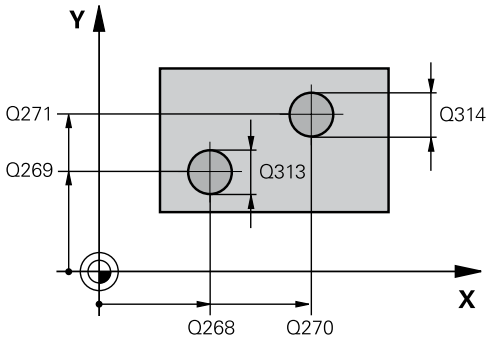
Bei Ausführung der Tastsystemzyklen 400 bis 499 dürfen keine Zyklen zur Koordinatenumrechnung aktiv sein.

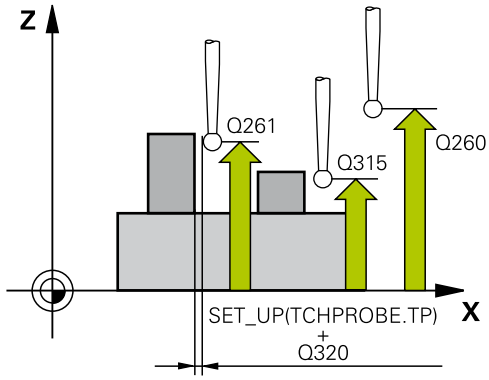
- Folgende Zyklen nicht vor der Verwendung von Tastsystemzyklen aktivieren: Zyklus **7 NULLPUNKT**,Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **10 DREHUNG**,Zyklus **11 MASSFAKTOR** und **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**
- Koordinatenumrechnungen vorher zurücksetzen

Zyklusparameter



- **Q268 1. Zapfen: Mitte 1. Achse?** (absolut): Mittelpunkt des ersten Zapfens in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q269 1. Zapfen: Mitte 2. Achse?** (absolut): Mittelpunkt des ersten Zapfens in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q313 Durchmesser Zapfen 1?**: ungefährer Durchmesser des 1. Zapfens. Wert eher zu groß eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q261 Meßhöhe Zapfen 1 in TS-Achse?** (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystemachse, auf der die Messung des Zapfens 1 erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q270 2. Zapfen: Mitte 1. Achse?** (absolut): Mittelpunkt des zweiten Zapfens in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q271 2. Zapfen: Mitte 2. Achse?** (absolut): Mittelpunkt des zweiten Zapfens in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q314 Durchmesser Zapfen 2?**: ungefährer Durchmesser des 2. Zapfens. Wert eher zu groß eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q315 Meßhöhe Zapfen 2 in TS-Achse?** (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystemachse, auf der die Messung des Zapfens 2 erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental) Definieren Sie einen zusätzlichen Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q301 Fahren auf sichere Höhe (0/1)?**: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren





Beispiel

5 TCH PROBE 402 ROT 2 ZAPFEN	
Q268=-37	;1. MITTE 1. ACHSE
Q269=+12	;1. MITTE 2. ACHSE
Q313=60	;DURCHMESSER ZAPFEN 1
Q261=-5	;MESSHOEHE 1
Q270=+75	;2. MITTE 1. ACHSE
Q271=+20	;2. MITTE 2. ACHSE
Q314=60	;DURCHMESSER ZAPFEN 2
Q315=-5	;MESSHOEHE 2
Q320=0	;SICHERHEITS-ABST.
Q260=+20	;SICHERE HOEHE
Q301=0	;FAHREN AUF S. HOEHE
Q307=0	;VOREINST. DREHW.
Q305=0	;NR. IN TABELLE
Q402=0	;KOMPENSATION
Q337=0	;NULL SETZEN

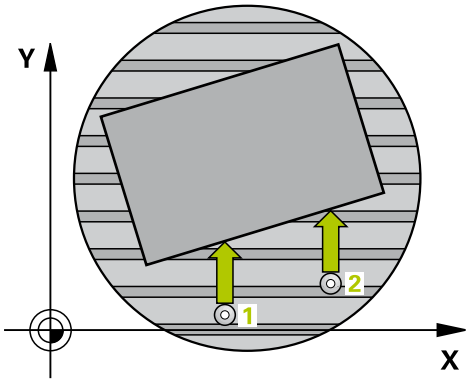
- **Q307 Voreinstellung Drehwinkel** (absolut): Wenn sich die zu messende Schieflage nicht auf die Hauptachse, sondern auf eine beliebige Gerade beziehen soll, Winkel der Bezugsgeraden eingeben. Die Steuerung ermittelt dann für die Grunddrehung die Differenz aus dem gemessenen Wert und dem Winkel der Bezugsgeraden. Eingabebereich -360,000 bis 360,000
- **Q305 Nummer in Tabelle?** Geben Sie die Nummer einer Zeile der Bezugspunkttabelle an. In dieser Zeile nimmt die Steuerung den jeweiligen Eintrag vor: Eingabebereich 0 bis 99999
  Q305 = 0: Die Drehachse wird in der Zeile 0 der Bezugspunkttabelle abgenullt. Dadurch erfolgt ein Eintrag in die **OFFSET**-Spalte. (Beispiel: Bei Werkzeugachse Z erfolgt ein Eintrag in **C_OFFS**). Zusätzlich werden alle anderen Werte (X, Y, Z, etc.) des derzeit aktiven Bezugspunktes in die Zeile 0 der Bezugspunkttabelle übernommen. Außerdem wird der Bezugspunkt aus Zeile 0 aktiviert.
  Q305 > 0: Die Drehachse wird in der hier angegebenen Zeile der Bezugspunkttabelle abgenullt. Dadurch erfolgt ein Eintrag in die jeweilge **OFFSET**-Spalte der Bezugspunkttabelle. (Beispiel: Bei Werkzeugachse Z erfolgt ein Eintrag in **C_OFFS**).
  Q305 ist von folgenden Parametern abhängig:
  Q337 = 0 und gleichzeitig **Q402** = 0: Es wird in der Zeile, die mit Q305 angegeben wurde, eine Grunddrehung gesetzt. (Beispiel: Bei Werkzeugachse Z erfolgt ein Eintrag der Grunddrehung in Spalte **SPC**)
  Q337 = 0 und gleichzeitig **Q402** = 1: Parameter Q305 ist nicht wirksam
  Q337 = 1 Parameter Q305 wirkt wie oben beschrieben

- **Q402 Grunddrehung/Ausrichten (0/1)**:
  Festlegen, ob die Steuerung die ermittelte Schieflage als Grunddrehung setzen, oder per Rundtischdrehung ausrichten soll:
  0: Grunddrehung setzen: Hier speichert die Steuerung die Grunddrehung (Beispiel: bei Werkzeugachse Z verwendet die Steuerung die Spalte **SPC**)
  1: Rundtischdrehung ausführen: Es erfolgt ein Eintrag in die jeweilige **Offset**-Spalte der Bezugspunkttabelle (Beispiel: bei Werkzeugachse Z verwendet die Steuerung die Spalte **C_Offs**), zusätzlich dreht sich die jeweilige Achse
- **Q337 Null setzen nach Ausrichtung?**: Festlegen, ob die Steuerung die Positionsanzeige der jeweiligen Drehachse nach dem Ausrichten auf 0 setzen soll:
  0: Nach dem Ausrichten wird die Positionsanzeige nicht auf 0 gesetzt
  1: Nach dem Ausrichten wird die Positionsanzeige auf 0 gesetzt, wenn Sie zuvor **Q402=1** definiert haben

14.10 GRUNDDREHUNG über eine Drehachse kompensieren (Zyklus 403, DIN/ISO: G403, Software-Option 17)

Zyklusablauf

Der Tastsystemzyklus 403 ermittelt durch Messung zweier Punkte, die auf einer Geraden liegen müssen, eine Werkstück-Schieflage. Die ermittelte Werkstück-Schieflage kompensiert die Steuerung durch Drehung der A-, B- oder C-Achse. Das Werkstück darf dabei beliebig auf dem Rundtisch aufgespannt sein.



1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik (siehe "Tastsystemzyklen abarbeiten", Seite 355) zum programmierten Antastpunkt **1**. Die Steuerung versetzt dabei das Tastsystem um den Sicherheits-Abstand entgegen der festgelegten Verfahrrichtung
2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antastvorgang mit Antastvorschub (Spalte **F**) durch
3 Anschließend fährt das Tastsystem zum nächsten Antastpunkt **2** und führt den zweiten Antastvorgang durch
4 Die Steuerung positioniert das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und dreht die im Zyklus definierte Drehachse um den ermittelten Wert. Optional können Sie festlegen, ob die Steuerung den ermittelten Drehwinkel in der Bezugspunkttabelle oder in der Nullpunkttabelle auf 0 setzen soll.

Beim Programmieren beachten!

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn die Steuerung die Drehachse automatisch positioniert, kann es zu einer Kollision kommen.

- Auf mögliche Kollisionen zwischen evtl. auf dem Tisch aufgebauten Elementen und dem Werkzeug achten
- Die sichere Höhe so wählen, dass keine Kollision entstehen kann

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie im Parameter Q312 Achse für Ausgleichsbewegung? den Wert 0 eingeben, ermittelt der Zyklus die auszurichtende Drehachse automatisch (empfohlene Einstellung). Dabei wird, abhängig von der Reihenfolge der Antastpunkte, ein Winkel ermittelt. Der ermittelte Winkel zeigt vom ersten und zum zweiten Antastpunkt. Wenn Sie im Parameter Q312 die A-, B- oder C-Achse als Ausgleichsachse wählen, ermittelt der Zyklus den Winkel unabhängig von der Reihenfolge der Antastpunkte. Der berechnete Winkel liegt im Bereich von -90 bis +90°.

- Prüfen Sie nach dem Ausrichten die Stellung der Drehachse

HINWEIS

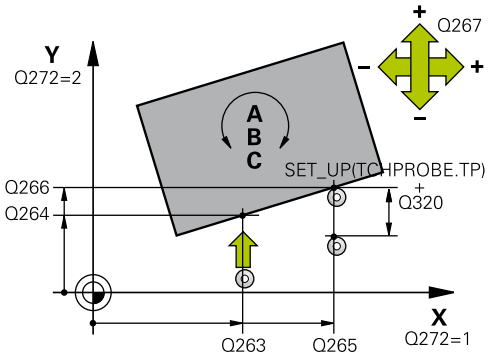
Achtung Kollisionsgefahr!

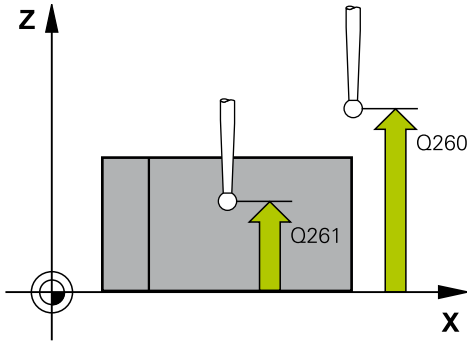
Bei Ausführung der Tastsystemzyklen 400 bis 499 dürfen keine Zyklen zur Koordinatenumrechnung aktiv sein.

- Folgende Zyklen nicht vor der Verwendung von Tastsystemzyklen aktivieren: Zyklus **7 NULLPUNKT**,Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **10 DREHUNG**,Zyklus **11 MASSFAKTOR** und **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**
- Koordinatenumrechnungen vorher zurücksetzen

Zyklusparameter

- **Q263 1. Meßpunkt 1. Achse?** (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q264 1. Meßpunkt 2. Achse?** (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q265 2. Meßpunkt 1. Achse?** (absolut): Koordinate des zweiten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q266 2. Meßpunkt 2. Achse?** (absolut): Koordinate des zweiten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q272 Meßachse (1...3: 1=Hauptachse)?**: Achse, in der die Messung erfolgen soll:
  1: Hauptachse = Messachse
  2: Nebenachse = Messachse
  3: Tastsystemachse = Messachse
- **Q267 Verfahrrichtung 1 (+1=+ / -1=-)?**: Richtung, in der das Tastsystem auf das Werkstück zufahren soll:
  -1: Verfahrrichtung negativ
  +1: Verfahrrichtung positiv
- **Q261 Meßhöhe in der Tastsystemachse?** (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystemachse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental) Definieren Sie einen zusätzlichen Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q301 Fahren auf sichere Höhe (0/1)?**: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren





Beispiel

5 TCH PROBE 403 ROT UEBER DREHACHSE	
Q263=+0	;1. PUNKT 1. ACHSE
Q264=+0	;1. PUNKT 2. ACHSE
Q265=+20	;2. PUNKT 1. ACHSE
Q266=+30	;2. PUNKT 2. ACHSE
Q272=1	;MESSACHSE
Q267=-1	;VERFAHRRICHTUNG
Q261=-5	;MESSHOEHE
Q320=0	;SICHERHEITS-ABST.
Q260=+20	;SICHERE HOEHE
Q301=0	;FAHREN AUF S. HOEHE
Q312=0	;AUSGLEICHSACHSE
Q337=0	;NULL SETZEN
Q305=1	;NR. IN TABELLE
Q303=+1	;MESSWERT-UEBERGABE
Q380=+90	;BEZUGSWINKEL

- **Q312 Achse für Ausgleichsbewegung?**:
  Festlegen, mit welcher Drehachse die Steuerung die gemessene Schieflage kompensieren soll:
  0: Automatikmodus – die Steuerung ermittelt die auszurichtende Drehachse anhand der aktiven Kinematik. Im Automatikmodus wird die erste Tischdrehachse (ausgehend vom Werkstück) als Ausgleichsachse verwendet. Empfohlene Einstellung!
  4: Schieflage mit Drehachse A kompensieren
  5: Schieflage mit Drehachse B kompensieren
  6: Schieflage mit Drehachse C kompensieren
- **Q337 Null setzen nach Ausrichtung?**: Festlegen, ob die Steuerung den Winkel der ausgerichteten Drehachse in der Preset-Tabelle bzw. in der Nullpunkttabelle nach dem Ausrichten auf 0 setzen soll.
  0: Nach dem Ausrichten Winkel der Drehachse in der Tabelle nicht auf 0 setzen
  1: Nach dem Ausrichten Winkel der Drehachse in der Tabelle auf 0 setzen
- **Q305 Nummer in Tabelle?** Nummer in der Bezugspunkttabelle angeben, in der die Steuerung die Grunddrehung eintragen soll. Eingabebereich 0 bis 99999
  Q305 = 0: Die Drehachse wird in der Nummer 0 der Bezugspunkttabelle abgenullt. Es erfolgt ein Eintrag in die **OFFSET**-Spalte. Zusätzlich werden alle anderen Werte (X, Y, Z, etc.) des derzeit aktiven Bezugspunktes in die Zeile 0 der Bezugspunkttabelle übernommen. Außerdem wird der Bezugspunkt aus Zeile 0 aktiviert.
  Q305 > 0: Zeile der Bezugspunkttabelle angeben, in der die Steuerung die Drehachse abnullen soll. Es erfolgt ein Eintrag in die **OFFSET**-Spalte der Bezugspunkttabelle.
  Q305 ist von folgenden Parametern abhängig:
  Q337 = 0 Parameter Q305 ist nicht wirksam
  Q337 = 1 Parameter Q305 wirkt wie oben beschrieben
  Q312 = 0: Parameter Q305 wirkt wie oben beschrieben
  Q312 > 0: Der Eintrag in Q305 wird ignoriert. Es erfolgt ein Eintrag in die **OFFSET**-Spalte in der Zeile der Bezugspunkttabelle, die beim Zyklusaufruf aktiv ist

- **Q303 Messwert-Übergabe (0,1)?**: Festlegen, ob der ermittelte Bezugspunkt in der Nullpunkttabelle oder in der Bezugspunkttabelle abgelegt werden soll:
  0: Ermittelte Bezugspunkt als Nullpunktverschiebung in die aktive Nullpunkttabelle schreiben. Bezugssystem ist das aktive Werkstück-Koordinatensystem
  1: Ermittelte Bezugspunkt in die Bezugspunkttabelle schreiben. Bezugssystem ist das Maschinen-Koordinatensystem (REF-System)
- **Q380 Bezugswinkel Hauptachse?**: Winkel, auf den die Steuerung die angetastete Gerade ausrichten soll. Nur wirksam, wenn Drehachse = Automatikmodus oder C gewählt ist (Q312 = 0 oder 6). Eingabebereich -360,000 bis 360,000

14.11 GRUNDDREHUNG SETZEN (Zyklus 404, DIN/ISO: G404, Software-Option 17)

Zyklusablauf

Mit dem Tastsystemzyklus 404 können Sie während des Programmlaufs automatisch eine beliebige Grunddrehung setzen oder in der Bezugspunkttabelle speichern. Sie können den Zyklus 404 auch verwenden, wenn Sie eine aktive Grunddrehung zurücksetzen wollen.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

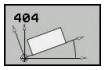
Bei Ausführung der Tastsystemzyklen 400 bis 499 dürfen keine Zyklen zur Koordinatenumrechnung aktiv sein.

- Folgende Zyklen nicht vor der Verwendung von Tastsystemzyklen aktivieren: Zyklus **7 NULLPUNKT**,Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **10 DREHUNG**,Zyklus **11 MASSFAKTOR** und **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**
- Koordinatenumrechnungen vorher zurücksetzen

Beispiel

```
5 TCH PROBE 404  GRUNDDREHUNG
    SETZEN
    Q307=+0      ;VOREINST. DREHW.
    Q305=-1      ;NR. IN TABELLE
```

Zyklusparameter



- **Q307 Voreinstellung Drehwinkel**: Winkelwert, mit dem die Grunddrehung gesetzt werden soll. Eingabebereich -360,000 bis 360,000
- **Q305 Preset-Nummer in Tabelle?**: Nummer in der Bezugspunkttabelle angeben, in der die Steuerung die ermittelte Grunddrehung speichern soll. Eingabebereich -1 bis 99999. Bei Eingabe von Q305=0 oder Q305=-1, legt die Steuerung die ermittelte Grunddrehung zusätzlich im Grunddrehungsmenü (**Antasten Rot**) in der Betriebsart **Manueller Betrieb** ab.
  -1 = Aktiven Bezugspunkt überschreiben und aktivieren
  0 = Aktiven Bezugspunkt in Bezugspunkt-Zeile 0 kopieren, Grunddrehung in Bezugspunkt-Zeile 0 schreiben und Bezugspunkt 0 aktivieren
  >1 = Grunddrehung in den angegebenen Bezugspunkt speichern. Der Bezugspunkt wird nicht aktiviert

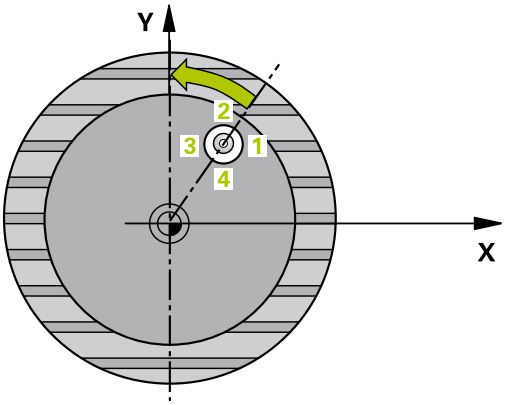
14.12 Schieflage eines Werkstücks über C-Achse ausrichten (Zyklus 405, DIN/ISO: G405, Software-Option 17)

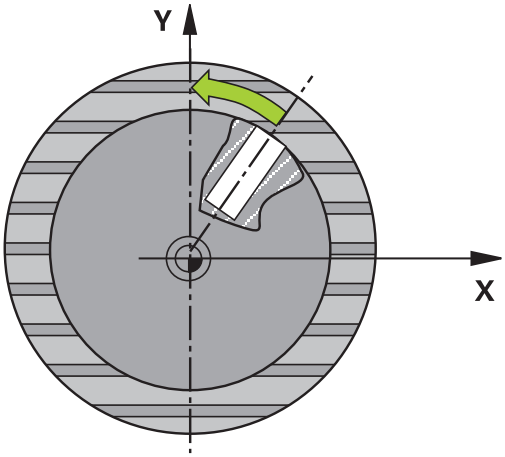
Zyklusablauf

Mit dem Tastsystemzyklus 405 ermitteln Sie

- den Winkelversatz zwischen der positiven Y-Achse des aktiven Koordinatensystems und der Mittellinie einer Bohrung oder
- den Winkelversatz zwischen der Sollposition und der Istposition eines Bohrungsmittelpunktes

Den ermittelten Winkelversatz kompensiert die Steuerung durch Drehung der C-Achse. Das Werkstück darf dabei beliebig auf dem Rundtisch aufgespannt sein, die Y-Koordinate der Bohrung muss jedoch positiv sein. Wenn Sie den Winkelversatz der Bohrung mit Tastsystemachse Y (Horizontale Lage der Bohrung) messen, kann es erforderlich sein, den Zyklus mehrfach auszuführen, da durch die Messstrategie eine Ungenauigkeit von ca. 1% der Schieflage entsteht.





1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik (siehe "Tastsystemzyklen abarbeiten", Seite 355) zum Antastpunkt **1**. Die Steuerung berechnet die Antastpunkte aus den Angaben im Zyklus und dem Sicherheits-Abstand aus der Spalte **SET_UP** der Tastsystemtabelle

2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antastvorgang mit Antastvorschub (Spalte **F**) durch. Die Steuerung bestimmt die Antastrichtung automatisch in Abhängigkeit vom programmierten Startwinkel

3 Danach fährt das Tastsystem zirkular, entweder auf Messhöhe oder auf Sicherer Höhe, zum nächsten Antastpunkt **2** und führt dort den zweiten Antastvorgang durch

4 Die Steuerung positioniert das Tastsystem zum Antastpunkt **3** und danach zum Antastpunkt **4** und führt dort den dritten bzw. vierten Antastvorgang durch und positioniert das Tastsystem auf die ermittelte Bohrungsmitte

5 Abschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und richtet das Werkstück durch Drehung des Rundtisches aus. Die Steuerung dreht dabei den Rundtisch so, dass der Bohrungsmittelpunkt nach der Kompensation - sowohl bei vertikaler als auch bei horizontaler Tastsystemachse - In Richtung der positiven Y-Achse, oder auf der Sollposition des Bohrungsmittelpunktes liegt. Der gemessene Winkelversatz steht zusätzlich noch im Parameter Q150 zur Verfügung

Beim Programmieren beachten!

- Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben
- Je kleiner Sie den Winkelschritt programmieren, desto ungenauer berechnet die Steuerung den Kreismittelpunkt. Kleinster Eingabewert: 5°

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn die Taschenmaße und der Sicherheitsabstand eine Vorpositionierung in die Nähe der Antastpunkte nicht erlauben, tastet die Steuerung immer ausgehend von der Taschenmitte an. Zwischen den vier Messpunkten fährt das Tastsystem dann nicht auf die Sichere Höhe.

- Innerhalb der Tasche/Bohrung darf kein Material mehr stehen
- Um eine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück zu vermeiden, geben Sie den Soll-Durchmesser der Tasche (Bohrung) eher zu **klein** ein.

HINWEIS

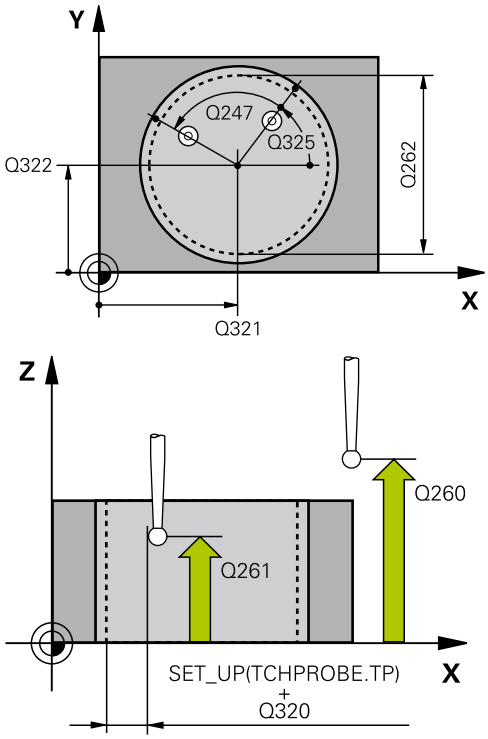
Achtung Kollisionsgefahr!

Bei Ausführung der Tastsystemzyklen 400 bis 499 dürfen keine Zyklen zur Koordinatenumrechnung aktiv sein.

- Folgende Zyklen nicht vor der Verwendung von Tastsystemzyklen aktivieren: Zyklus **7 NULLPUNKT**,Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **10 DREHUNG**,Zyklus **11 MASSFAKTOR** und **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**
- Koordinatenumrechnungen vorher zurücksetzen

Zyklusparameter

- **Q321 Mitte 1. Achse?** (absolut): Mitte der Bohrung in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q322 Mitte 2. Achse?** (absolut): Mitte der Bohrung in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Wenn Sie Q322 = 0 programmieren, dann richtet die Steuerung den Bohrungs-Mittelpunkt auf die positive Y-Achse aus, wenn Sie Q322 ungleich 0 programmieren, dann richtet die Steuerung den Bohrungs-Mittelpunkt auf die Sollposition (Winkel, der sich aus der Bohrungsmitte ergibt) aus. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q262 Soll-Durchmesser?**: ungefährer Durchmesser der Kreistasche (Bohrung). Wert eher zu klein eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q325 Startwinkel?** (absolut): Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und dem ersten Antastpunkt. Eingabebereich -360,000 bis 360,000
- **Q247 Winkelschritt?** (inkremental): Winkel zwischen zwei Messpunkten, das Vorzeichen des Winkelschritts legt die Drehrichtung fest (- = Uhrzeigersinn), mit der das Tastsystem zum nächsten Messpunkt fährt. Wenn Sie Kreisbögen vermessen wollen, dann programmieren Sie einen Winkelschritt kleiner 90°. Eingabebereich -120,000 bis 120,000
- **Q261 Meßhöhe in der Tastsystemachse?** (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystemachse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental) Definieren Sie einen zusätzlichen Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

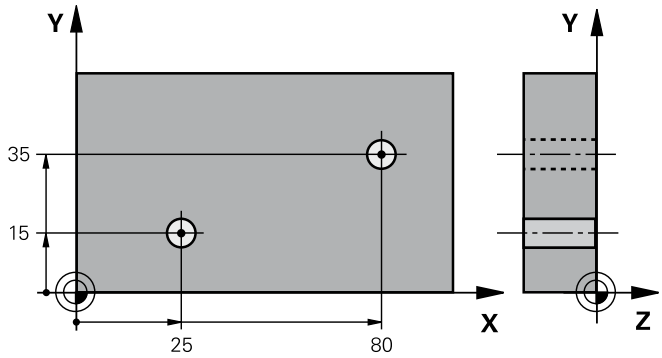


Beispiel

5 TCH PROBE 405 ROT UEBER C-ACHSE	
Q321=+50	;MITTE 1. ACHSE
Q322=+50	;MITTE 2. ACHSE
Q262=10	;SOLL-DURCHMESSER
Q325=+0	;STARTWINKEL
Q247=90	;WINKELSCHRITT
Q261=-5	;MESSHOEHE
Q320=0	;SICHERHEITS-ABST.
Q260=+20	;SICHERE HOEHE
Q301=0	;FAHREN AUF S. HOEHE
Q337=0	;NULL SETZEN

- **Q301 Fahren auf sichere Höhe (0/1)?**: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
- **Q337 Null setzen nach Ausrichtung?**:
  0: Anzeige der C-Achse auf 0 setzen und **C_Offset** der aktiven Zeile der Nullpunkttabelle beschreiben
  >0: Gemessenen Winkelversatz in die Nullpunkttabelle schreiben. Zeilen-Nummer = Wert vom Q337. Ist bereits eine C-Verschiebung in die Nullpunkttabelle eingetragen, dann addiert die Steuerung den gemessenen Winkelversatz vorzeichenrichtig

14.13 Beispiel: Grunddrehung über zwei Bohrungen bestimmen



0 BEGIN P GM CYC401 MM	
1 TOOL CALL 69 Z	
2 TCH PROBE 401 ROT 2 BOHRUNGEN	
Q268=+25 ;1. MITTE 1. ACHSE	Mittelpunkt der 1. Bohrung: X-Koordinate
Q269=+15 ;1. MITTE 2. ACHSE	Mittelpunkt der 1. Bohrung: Y-Koordinate
Q270=+80 ;2. MITTE 1. ACHSE	Mittelpunkt der 2. Bohrung: X-Koordinate
Q271=+35 ;2. MITTE 2. ACHSE	Mittelpunkt der 2. Bohrung: Y-Koordinate
Q261=-5 ;MESSHOEHE	Koordinate in der Tastsystemachse, auf der die Messung erfolgt
Q260=+20 ;SICHERE HOEHE	Höhe, auf der das Tastsystemachse ohne Kollision verfahren kann
Q307=+0 ;VOREINST. DREHW.	Winkel der Bezugsgeraden
Q305=0 ;NR. IN TABELLE	
Q402=1 ;KOMPENSATION	Schieflage durch Rundtischdrehung kompensieren
Q337=1 ;NULL SETZEN	Nach dem Ausrichten Anzeige abnullen
3 CALL PGM 35K47	Bearbeitungsprogramm aufrufen
4 END PGM CYC401 MM	

15

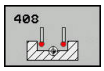
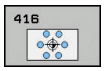
Tastsystemzyklen: Bezugspunkte automatisch erfassen

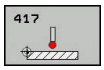
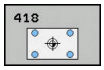
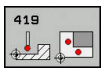
15.1 Grundlagen

Übersicht

Die Steuerung stellt zwölf Zyklen zur Verfügung, mit denen Sie Bezugspunkte automatisch ermitteln und wie folgt verarbeiten können:

- Ermittelte Werte direkt als Anzeigewerte setzen
- Ermittelte Werte in die Bezugspunkttabelle schreiben
- Ermittelte Werte in eine Nullpunkttabelle schreiben

Softkey	Zyklus	Seite
	408 BZPKT MITTE NUT Breite einer Nut innen messen, Nutmitte als Bezugspunkt setzen	410
	409 BZPKT MITTE STEG Breite eines Steges außen messen, Stegmitte als Bezugspunkt setzen	414
	410 BZPKT RECHTECK INNEN Länge und Breite eines Rechtecks innen messen, Rechteckmitte als Bezugspunkt setzen	418
	411 BZPKT RECHTECK AUSSEN Länge und Breite eines Rechtecks außen messen, Rechteckmitte als Bezugspunkt setzen	422
	412 BZPKT KREIS INNEN Vier beliebige Kreispunkte innen messen, Kreismitte als Bezugspunkt setzen	426
	413 BZPKT KREIS AUSSEN Vier beliebige Kreispunkte außen messen, Kreismitte als Bezugspunkt setzen	431
	414 BZPKT ECKE AUSSEN Zwei Geraden außen messen, Schnittpunkt der Geraden als Bezugspunkt setzen	436
	415 BZPKT ECKE INNEN Zwei Geraden innen messen, Schnittpunkt der Geraden als Bezugspunkt setzen	441
	416 BZPKT LOCHKREIS-MITTE (2. Softkey-Ebene) Drei beliebige Bohrungen auf dem Lochkreis messen, Lochkreis-Mitte als Bezugspunkt setzen	446

Softkey	Zyklus	Seite
	417 BZPKT TS.-ACHSE (2. Softkey-Ebene) Beliebige Position in der Tastsystemachse messen und als Bezugspunkt setzen	451
	418 BZPKT 4 BOHRUNGEN (2. Softkey-Ebene) Jeweils 2 Bohrungen über Kreuz messen, Schnittpunkt der Verbindungsgeraden als Bezugspunkt setzen	453
	419 BZPKT EINZELNE ACHSE (2. Softkey-Ebene) Beliebige Position in einer wählbaren Achse messen und als Bezugspunkt setzen	458

Die Steuerung muss vom Maschinenhersteller für den Einsatz des 3D-Tastsystemens vorbereitet sein.

HEIDENHAIN übernimmt die Gewährleistung für die Funktion der Tastsystemzyklen nur dann, wenn HEIDENHAIN-Tastsysteme eingesetzt werden.

Je nach Einstellung des optionalen Maschinenparameters **CfgPresetSettings** (Nr. 204600) wird beim Antasten geprüft, ob die Stellung der Drehachse mit den Schwenkwinkeln **3D ROT** übereinstimmen. Ist das nicht der Fall, gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus.

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Bei Ausführung der Tastsystemzyklen 400 bis 499 dürfen keine Zyklen zur Koordinatenumrechnung aktiv sein.

- Folgende Zyklen nicht vor der Verwendung von Tastsystemzyklen aktivieren: Zyklus **7 NULLPUNKT**,Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **10 DREHUNG**,Zyklus **11 MASSFAKTOR** und **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**
- Koordinatenumrechnungen vorher zurücksetzen

Gemeinsamkeiten aller Tastsystemzyklen zum Bezugspunktsetzen

Sie können die Tastsystemzyklen 408 bis 419 auch bei aktiver Rotation (Grunddrehung oder Zyklus 10) abarbeiten.

Bezugspunkt und Tastsystemachse

Die Steuerung setzt den Bezugspunkt in der Bearbeitungsebene in Abhängigkeit von der Tastsystemachse, die Sie in Ihrem Messprogramm definiert haben

Aktive Tastsystemachse	Bezugspunktsetzen in
Z	X und Y
Y	Z und X
X	Y und Z

Berechneten Bezugspunkt speichern

Bei allen Zyklen zum Bezugspunktsetzen können Sie über die Eingabeparameter Q303 und Q305 festlegen, wie die Steuerung den berechneten Bezugspunkt speichern soll:

- **Q305 = 0, Q303 = 1:**
  Der aktive Bezugspunkt wird in die Zeile 0 kopiert und aktiviert Zeile 0. Dabei werden einfache Trafos gelöscht
- **Q305 ungleich 0, Q303 = 0:**
  Das Ergebnis wird in die Nullpunkttabelle Zeile **Q305** geschrieben. **Nullpunkt über Zyklus 7 im NC-Programm aktivieren**
- **Q305 ungleich 0, Q303 = 1:**
  Das Ergebnis wird in die Bezugspunkttabelle Zeile **Q305** geschrieben. Bezugssystem ist das Maschinen-Koordinatensystem (REF-Koordinaten). **Bezugspunkt über Zyklus 247 im NC-Programm aktivieren**
- **Q305 ungleich 0, Q303 = -1**

Diese Kombination kann nur entstehen, wenn Sie

- NC-Programme mit Zyklen 410 bis 418 einlesen, die auf einer TNC 4xx erstellt wurden
- NC-Programme mit Zyklen 410 bis 418 einlesen, die mit einem älteren Softwarestand der iTNC 530 erstellt wurden
- bei der Zyklusdefinition die Messwert-Übergabe über den Parameter Q303 nicht bewusst definiert haben

In solchen Fällen gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus, da sich das komplette Handling in Verbindung mit REF-bezogenen Nullpunkttabellen geändert hat und Sie über den Parameter Q303 eine definierte Messwert-Übergabe festlegen müssen.

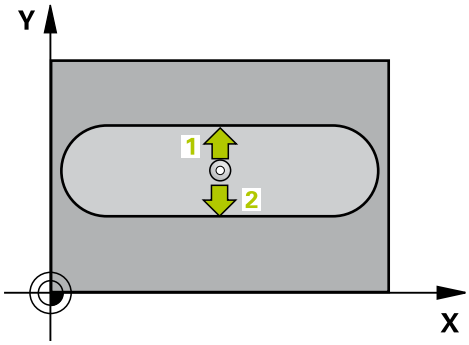
Messergebnisse in Q-Parametern

Die Messergebnisse des jeweiligen Antastzyklus legt die Steuerung in den global wirksamen Q-Parametern Q150 bis Q160 ab. Diese Parameter können Sie in Ihrem NC-Programm weiterverwenden. Beachten Sie die Tabelle der Ergebnisparameter, die bei jeder Zyklusbeschreibung mit aufgeführt ist.

15.2 BEZUGSPUNKT MITTE NUT (Zyklus 408, DIN/ISO: G408, Software-Option 17)

Zyklusablauf

Der Tastsystemzyklus 408 ermittelt den Mittelpunkt einer Nut und setzt diesen Mittelpunkt als Bezugspunkt. Wahlweise kann die Steuerung den Mittelpunkt auch in eine Nullpunkttabelle oder Bezugspunkttabelle schreiben.



1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik (siehe "Tastsystemzyklen abarbeiten", Seite 355) zum Antastpunkt **1**. Die Steuerung berechnet die Antastpunkte aus den Angaben im Zyklus und dem Sicherheits-Abstand aus der Spalte **SET_UP** der Tastsystemtabelle
2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antastvorgang mit Antastvorschub (Spalte **F**) durch
3 Danach fährt das Tastsystem entweder achsparallel auf Messhöhe oder linear auf Sicherer Höhe zum nächsten Antastpunkt **2** und führt dort den zweiten Antastvorgang durch
4 Abschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und verarbeitet den ermittelten Bezugspunkt in Abhängigkeit der Zyklusparameter Q303 und Q305 (siehe "Gemeinsamkeiten aller Tastsystemzyklen zum Bezugspunktsetzen", Seite 408) und speichert die Istwerte in nachfolgend aufgeführten Q-Parametern ab
5 Wenn gewünscht, ermittelt die Steuerung anschließend in einem separaten Antastvorgang noch den Bezugspunkt in der Tastsystemachse

Parameternummer	Bedeutung
Q166	Istwert gemessene Nutbreite
Q157	Istwert Lage Mittelachse

Beim Programmieren beachten!

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Bei Ausführung der Tastsystemzyklen 400 bis 499 dürfen keine Zyklen zur Koordinatenumrechnung aktiv sein.

- Folgende Zyklen nicht vor der Verwendung von Tastsystemzyklen aktivieren: Zyklus **7 NULLPUNKT**,Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **10 DREHUNG**,Zyklus **11 MASSFAKTOR** und **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**
- Koordinatenumrechnungen vorher zurücksetzen

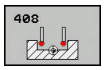
HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

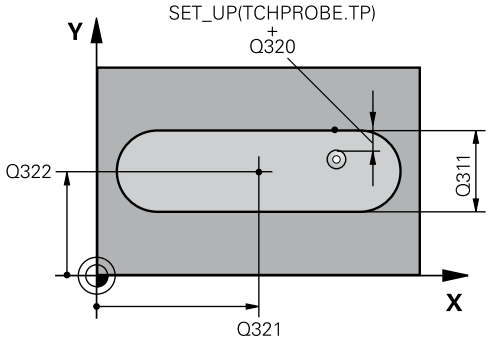
Um eine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück zu vermeiden, geben Sie die Nutbreite eher zu **klein** ein. Wenn die Nutbreite und der Sicherheitsabstand eine Vorpositionierung in die Nähe der Antastpunkte nicht erlauben, tastet die Steuerung immer ausgehend von der Nutmitte an. Zwischen den zwei Messpunkten fährt das Tastsystem dann nicht auf die Sichere Höhe.

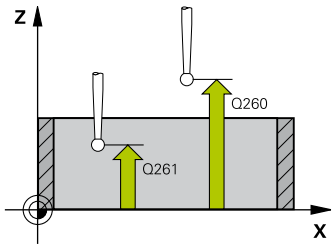
- Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben

Zyklusparameter



- **Q321 Mitte 1. Achse?** (absolut): Mitte der Nut in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q322 Mitte 2. Achse?** (absolut): Mitte der Nut in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q311 Breite der Nut?** (inkremental): Breite der Nut unabhängig von der Lage in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q272 Meßachse (1=1.Achse/2=2.Achse)?**: Achse der Bearbeitungsebene, in der die Messung erfolgen soll:
  1: Hauptachse = Messachse
  2: Nebenachse = Messachse
- **Q261 Meßhöhe in der Tastsystemachse?** (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystemachse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental) Definieren Sie einen zusätzlichen Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q301 Fahren auf sichere Höhe (0/1)?**: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
- **Q305 Nummer in Tabelle?**: Geben Sie die Zeilennummer der Bezugspunkttabelle/Nullpunkttabelle an, in der die Steuerung die Koordinaten des Mittelpunkts speichert, Eingabebereich 0 bis 9999. Abhängig von **Q303** schreibt die Steuerung den Eintrag in die Bezugspunkttabelle oder in die Nullpunkttabelle:
  Wenn **Q303 = 1** ist, dann beschreibt die Steuerung die Bezugspunkttabelle. Wenn eine Änderung im aktiven Bezugspunkt erfolgt, wird die Änderung sofort wirksam. Ansonsten erfolgt ein Eintrag in die jeweilige Zeile der Bezugspunkttabelle ohne automatische Aktivierung
  Wenn **Q303 = 0** ist, dann beschreibt die Steuerung die Nullpunkttabelle. Der Nullpunkt wird nicht automatisch aktiviert





Beispiel

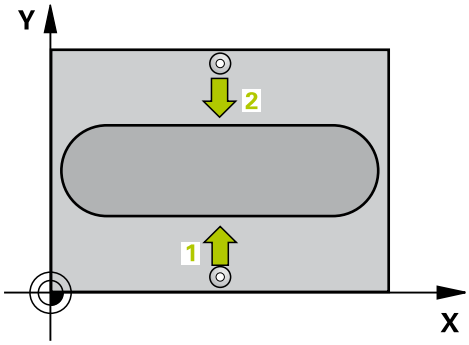
5 TCH PROBE 408 BZPKT MITTE NUT	
Q321=+50	;MITTE 1. ACHSE
Q322=+50	;MITTE 2. ACHSE
Q311=25	;NUTBREITE
Q272=1	;MESSACHSE
Q261=-5	;MESSHOEHE
Q320=0	;SICHERHEITS-ABST.
Q260=+20	;SICHERE HOEHE
Q301=0	;FAHREN AUF S. HOEHE
Q305=10	;NR. IN TABELLE
Q405=+0	;BEZUGSPUNKT
Q303=+1	;MESSWERT-UEBERGABE
Q381=1	;ANTASTEN TS-ACHSE
Q382=+85	;1. KO. FUER TS-ACHSE
Q383=+50	;2. KO. FUER TS-ACHSE
Q384=+0	;3. KO. FUER TS-ACHSE
Q333=+1	;BEZUGSPUNKT

- **Q405 Neuer Bezugspunkt?** (absolut): Koordinate in der Messachse, auf die die Steuerung die ermittelte Nutmitte setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q303 Messwert-Übergabe (0,1)?**: Festlegen, ob der ermittelte Bezugspunkt in der Nullpunkttabelle oder in der Bezugspunkttabelle abgelegt werden soll:
  0: Ermittelte Bezugspunkt als Nullpunktverschiebung in die aktive Nullpunkttabelle schreiben. Bezugssystem ist das aktive Werkstück-Koordinatensystem
  1: Ermittelte Bezugspunkt in die Bezugspunkttabelle schreiben. Bezugssystem ist das Maschinen-Koordinatensystem (REF-System)
- **Q381 Antasten in TS-Achse? (0/1)**: Festlegen, ob die Steuerung auch den Bezugspunkt in der Tastsystemachse setzen soll:
  0: Bezugspunkt in der Tastsystemachse nicht setzen
  1: Bezugspunkt in der Tastsystemachse setzen
- **Q382 Tasten TS-Achse: Koor. 1. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q383 Tasten TS-Achse: Koor. 2. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q384 Tasten TS-Achse: Koor. 3. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Tastsystemachse, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q333 Neuer Bezugspunkt TS-Achse?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, auf die die Steuerung den Bezugspunkt setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

15.3 BEZUGSPUNKT MITTE STEG (Zyklus 409, DIN/ISO: G409, Software-Option 17)

Zyklusablauf

Der Tastsystemzyklus 409 ermittelt den Mittelpunkt eines Steges und setzt diesen Mittelpunkt als Bezugspunkt. Wahlweise kann die Steuerung den Mittelpunkt auch in eine Nullpunkttabelle oder Bezugspunkttabelle schreiben.



1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik (siehe "Tastsystemzyklen abarbeiten", Seite 355) zum Antastpunkt **1**. Die Steuerung berechnet die Antastpunkte aus den Angaben im Zyklus und dem Sicherheits-Abstand aus der Spalte **SET_UP** der Tastsystemtabelle
2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antastvorgang mit Antastvorschub (Spalte **F**) durch
3 Danach fährt das Tastsystem auf Sicherer Höhe zum nächsten Antastpunkt **2** und führt dort den zweiten Antastvorgang durch
4 Abschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und verarbeitet den ermittelten Bezugspunkt in Abhängigkeit der Zyklusparameter Q303 und Q305 (siehe "Gemeinsamkeiten aller Tastsystemzyklen zum Bezugspunktsetzen", Seite 408) und speichert die Istwerte in nachfolgend aufgeführten Q-Parametern ab
5 Wenn gewünscht, ermittelt die Steuerung anschließend in einem separaten Antastvorgang noch den Bezugspunkt in der Tastsystemachse

Parameternummer	Bedeutung
Q166	Istwert gemessene Stegbreite
Q157	Istwert Lage Mittelachse

Beim Programmieren beachten!

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Bei Ausführung der Tastsystemzyklen 400 bis 499 dürfen keine Zyklen zur Koordinatenumrechnung aktiv sein.

- Folgende Zyklen nicht vor der Verwendung von Tastsystemzyklen aktivieren: Zyklus **7 NULLPUNKT**,Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **10 DREHUNG**,Zyklus **11 MASSFAKTOR** und **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**
- Koordinatenumrechnungen vorher zurücksetzen

HINWEIS

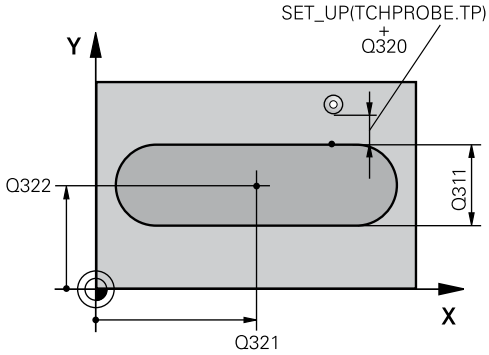
Achtung Kollisionsgefahr!

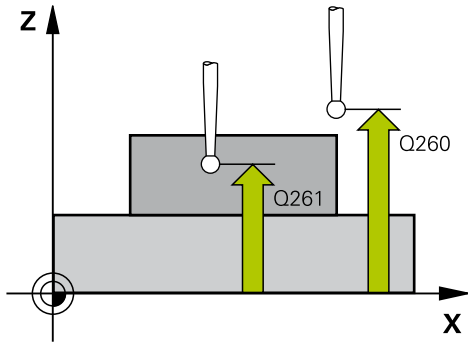
Um eine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück zu vermeiden, geben Sie die Stegbreite eher zu **groß** ein.

- Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben

Zyklusparameter

- **Q321 Mitte 1. Achse?** (absolut): Mitte des Steges in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q322 Mitte 2. Achse?** (absolut): Mitte des Steges in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q311 Stegbreite?** (inkremental): Breite des Steges unabhängig von der Lage in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q272 Meßachse (1=1.Achse/2=2.Achse)?**: Achse der Bearbeitungsebene, in der die Messung erfolgen soll:
  1: Hauptachse = Messachse
  2: Nebenachse = Messachse
- **Q261 Meßhöhe in der Tastsystemachse?** (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystemachse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental) Definieren Sie einen zusätzlichen Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q305 Nummer in Tabelle?**: Geben Sie die Zeilennummer der Bezugspunkttabelle/ Nullpunkttabelle an, in der die Steuerung die Koordinaten des Mittelpunkts speichert, Eingabebereich 0 bis 9999. Abhängig von **Q303** schreibt die Steuerung den Eintrag in die Bezugspunkttabelle oder in die Nullpunkttabelle: Wenn **Q303 = 1** ist, dann beschreibt die Steuerung die Bezugspunkttabelle. Wenn eine Änderung im aktiven Bezugspunkt erfolgt, wird die Änderung sofort wirksam. Ansonsten erfolgt ein Eintrag in die jeweilige Zeile der Bezugspunkttabelle ohne automatische Aktivierung
  Wenn **Q303 = 0** ist, dann beschreibt die Steuerung die Nullpunkttabelle. Der Nullpunkt wird nicht automatisch aktiviert





Beispiel

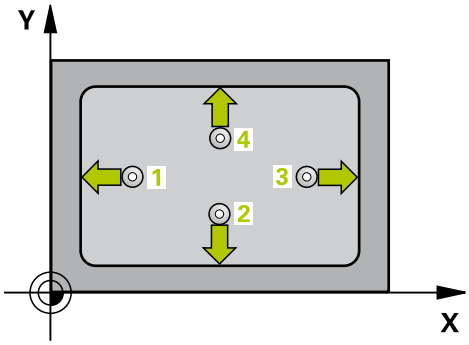
5 TCH PROBE 409 BZPKT MITTE STEG	
Q321=+50	;MITTE 1. ACHSE
Q322=+50	;MITTE 2. ACHSE
Q311=25	;STEGBREITE
Q272=1	;MESSACHSE
Q261=-5	;MESSHOEHE
Q320=0	;SICHERHEITS-ABST.
Q260=+20	;SICHERE HOEHE
Q305=10	;NR. IN TABELLE
Q405=+0	;BEZUGSPUNKT
Q303=+1	;MESSWERT-UEBERGABE
Q381=1	;ANTASTEN TS-ACHSE
Q382=+85	;1. KO. FUER TS-ACHSE
Q383=+50	;2. KO. FUER TS-ACHSE
Q384=+0	;3. KO. FUER TS-ACHSE
Q333=+1	;BEZUGSPUNKT

- **Q405 Neuer Bezugspunkt?** (absolut): Koordinate in der Messachse, auf die die Steuerung die ermittelte Stegmitte setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q303 Messwert-Übergabe (0,1)?**: Festlegen, ob der ermittelte Bezugspunkt in der Nullpunkttabelle oder in der Bezugspunkttabelle abgelegt werden soll:
  0: Ermittelte Bezugspunkt als Nullpunktverschiebung in die aktive Nullpunkttabelle schreiben. Bezugssystem ist das aktive Werkstück-Koordinatensystem
  1: Ermittelte Bezugspunkt in die Bezugspunkttabelle schreiben. Bezugssystem ist das Maschinen-Koordinatensystem (REF-System)
- **Q381 Antasten in TS-Achse? (0/1)**: Festlegen, ob die Steuerung auch den Bezugspunkt in der Tastsystemachse setzen soll:
  0: Bezugspunkt in der Tastsystemachse nicht setzen
  1: Bezugspunkt in der Tastsystemachse setzen
- **Q382 Tasten TS-Achse: Koor. 1. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q383 Tasten TS-Achse: Koor. 2. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q384 Tasten TS-Achse: Koor. 3. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Tastsystemachse, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q333 Neuer Bezugspunkt TS-Achse?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, auf die die Steuerung den Bezugspunkt setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

15.4 BEZUGSPUNKT RECHTECK INNEN (Zyklus 410, DIN/ISO: G410, Software-Option 17)

Zyklusablauf

Der Tastsystemzyklus 410 ermittelt den Mittelpunkt einer Rechtecktasche und setzt diesen Mittelpunkt als Bezugspunkt. Wahlweise kann die Steuerung den Mittelpunkt auch in eine Nullpunkttabelle oder Bezugspunkttabelle schreiben.



1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik (siehe "Tastsystemzyklen abarbeiten", Seite 355) zum Antastpunkt **1**. Die Steuerung berechnet die Antastpunkte aus den Angaben im Zyklus und dem Sicherheits-Abstand aus der Spalte **SET_UP** der Tastsystemtabelle
2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antastvorgang mit Antastvorschub (Spalte **F**) durch
3 Danach fährt das Tastsystem entweder achsparallel auf Messhöhe oder linear auf Sicherer Höhe zum nächsten Antastpunkt **2** und führt dort den zweiten Antastvorgang durch
4 Die Steuerung positioniert das Tastsystem zum Antastpunkt **3** und danach zum Antastpunkt **4** und führt dort den dritten und vierten Antastvorgang durch
5 Abschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und verarbeitet den ermittelten Bezugspunkt in Abhängigkeit der Zyklusparameter Q303 und Q305 (siehe "Gemeinsamkeiten aller Tastsystemzyklen zum Bezugspunktsetzen", Seite 408)
6 Wenn gewünscht, ermittelt die Steuerung anschließend in einem separaten Antastvorgang noch den Bezugspunkt in der Tastsystemachse und speichert die Istwerte in folgenden Q-Parametern ab

Parameternummer	Bedeutung
Q151	Istwert Mitte Hauptachse
Q152	Istwert Mitte Nebenachse
Q154	Istwert Seitenlänge Hauptachse
Q155	Istwert Seitenlänge Nebenachse

Beim Programmieren beachten!

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Bei Ausführung der Tastsystemzyklen 400 bis 499 dürfen keine Zyklen zur Koordinatenumrechnung aktiv sein.

- Folgende Zyklen nicht vor der Verwendung von Tastsystemzyklen aktivieren: Zyklus **7 NULLPUNKT**,Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **10 DREHUNG**,Zyklus **11 MASSFAKTOR** und **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**
- Koordinatenumrechnungen vorher zurücksetzen

HINWEIS

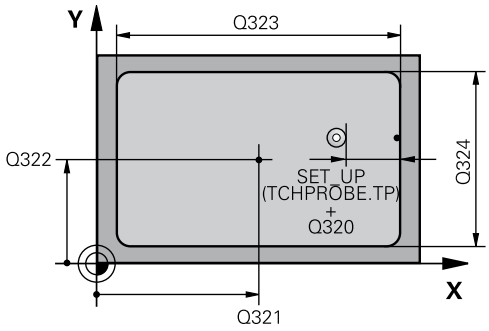
Achtung Kollisionsgefahr!

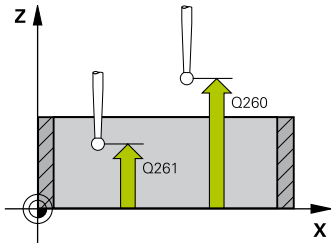
Um eine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück zu vermeiden, geben Sie die 1. und 2. Seiten-Länge der Tasche eher zu **klein** ein. Wenn die Taschenmaße und der Sicherheitsabstand eine Vorpositionierung in die Nähe der Antastpunkte nicht erlauben, tastet die Steuerung immer ausgehend von der Taschenmitte an. Zwischen den vier Messpunkten fährt das Tastsystem dann nicht auf die Sichere Höhe.

- Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben

Zyklusparameter

- **Q321 Mitte 1. Achse?** (absolut): Mitte der Tasche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q322 Mitte 2. Achse?** (absolut): Mitte der Tasche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q323 1. Seiten-Länge?** (inkremental): Länge der Tasche, parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q324 2. Seiten-Länge?** (inkremental): Länge der Tasche, parallel zur Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q261 Meßhöhe in der Tastsystemachse?** (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystemachse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental) Definieren Sie einen zusätzlichen Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q301 Fahren auf sichere Höhe (0/1)?**: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
- **Q305 Nummer in Tabelle?**: Geben Sie die Zeilennummer der Bezugspunkttabelle/ Nullpunkttabelle an, in der die Steuerung die Koordinaten des Mittelpunkts speichert, Eingabebereich 0 bis 9999. Abhängig von **Q303** schreibt die Steuerung den Eintrag in die Bezugspunkttabelle oder in die Nullpunkttabelle: Wenn **Q303 = 1** ist, dann beschreibt die Steuerung die Bezugspunkttabelle. Wenn eine Änderung im aktiven Bezugspunkt erfolgt, wird die Änderung sofort wirksam. Ansonsten erfolgt ein Eintrag in die jeweilige Zeile der Bezugspunkttabelle ohne automatische Aktivierung
  Wenn **Q303 = 0** ist, dann beschreibt die Steuerung die Nullpunkttabelle. Der Nullpunkt wird nicht automatisch aktiviert





Beispiel

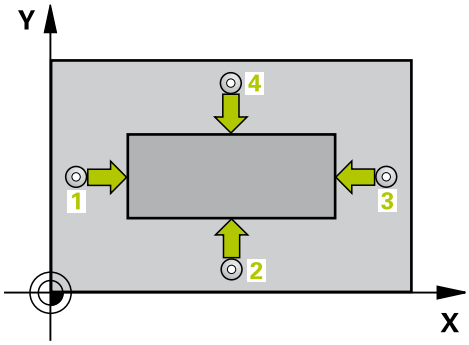
5 TCH PROBE 410 BZPKT RECHTECK INNEN	
Q321=+50	;MITTE 1. ACHSE
Q322=+50	;MITTE 2. ACHSE
Q323=60	;1. SEITEN-LAENGE
Q324=20	;2. SEITEN-LAENGE
Q261=-5	;MESSHOEHE
Q320=0	;SICHERHEITS-ABST.
Q260=+20	;SICHERE HOEHE
Q301=0	;FAHREN AUF S. HOEHE
Q305=10	;NR. IN TABELLE
Q331=+0	;BEZUGSPUNKT
Q332=+0	;BEZUGSPUNKT
Q303=+1	;MESSWERT-UEBERGABE
Q381=1	;ANTASTEN TS-ACHSE
Q382=+85	;1. KO. FUER TS-ACHSE
Q383=+50	;2. KO. FUER TS-ACHSE
Q384=+0	;3. KO. FUER TS-ACHSE
Q333=+1	;BEZUGSPUNKT

- **Q331 Neuer Bezugspunkt Hauptachse?** (absolut): Koordinate in der Hauptachse, auf die die Steuerung die ermittelte Taschenmitte setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q332 Neuer Bezugspunkt Nebenachse?** (absolut): Koordinate in der Nebenachse, auf die die Steuerung die ermittelte Taschenmitte setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q303 Messwert-Übergabe (0,1)?**: Festlegen, ob der ermittelte Bezugspunkt in der Nullpunkttabelle oder in der Bezugspunkttabelle abgelegt werden soll:
  -1: Nicht verwenden! Wird von der Steuerung eingetragen, wenn alte NC-Programme eingelesen werden (siehe "Gemeinsamkeiten aller Tastsystemzyklen zum Bezugspunktsetzen", Seite 408)
  0: Ermittelten Bezugspunkt in die aktive Nullpunkttabelle schreiben. Bezugssystem ist das aktive Werkstück-Koordinatensystem
  1: Ermittelten Bezugspunkt in die Bezugspunkttabelle schreiben. Bezugssystem ist das Maschinen-Koordinatensystem (REF-System)
- **Q381 Antasten in TS-Achse? (0/1)**: Festlegen, ob die Steuerung auch den Bezugspunkt in der Tastsystemachse setzen soll:
  0: Bezugspunkt in der Tastsystemachse nicht setzen
  1: Bezugspunkt in der Tastsystemachse setzen
- **Q382 Tasten TS-Achse: Koor. 1. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q383 Tasten TS-Achse: Koor. 2. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q384 Tasten TS-Achse: Koor. 3. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Tastsystemachse, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q333 Neuer Bezugspunkt TS-Achse?** (absolut): Koordinate, auf die die Steuerung den Bezugspunkt setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

15.5 BEZUGSPUNKT RECHTECK AUSSEN (Zyklus 411, DIN/ISO: G411, Software-Option 17)

Zyklusablauf

Der Tastsystemzyklus 411 ermittelt den Mittelpunkt eines Rechteckzapfens und setzt diesen Mittelpunkt als Bezugspunkt. Wahlweise kann die Steuerung den Mittelpunkt auch in eine Nullpunkttabelle oder Bezugspunkttabelle schreiben.



1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik (siehe "Tastsystemzyklen abarbeiten", Seite 355) zum Antastpunkt **1**. Die Steuerung berechnet die Antastpunkte aus den Angaben im Zyklus und dem Sicherheits-Abstand aus der Spalte **SET_UP** der Tastsystemtabelle
2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antastvorgang mit Antastvorschub (Spalte **F**) durch
3 Danach fährt das Tastsystem entweder achsparallel auf Messhöhe oder linear auf Sicherer Höhe zum nächsten Antastpunkt **2** und führt dort den zweiten Antastvorgang durch
4 Die Steuerung positioniert das Tastsystem zum Antastpunkt **3** und danach zum Antastpunkt **4** und führt dort den dritten und vierten Antastvorgang durch
5 Abschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und verarbeitet den ermittelten Bezugspunkt in Abhängigkeit der Zyklusparameter Q303 und Q305 (siehe "Gemeinsamkeiten aller Tastsystemzyklen zum Bezugspunktsetzen", Seite 408)
6 Wenn gewünscht, ermittelt die Steuerung anschließend in einem separaten Antastvorgang noch den Bezugspunkt in der Tastsystemachse und speichert die Istwerte in folgenden Q-Parametern ab

Parameternummer	Bedeutung
Q151	Istwert Mitte Hauptachse
Q152	Istwert Mitte Nebenachse
Q154	Istwert Seitenlänge Hauptachse
Q155	Istwert Seitenlänge Nebenachse

Beim Programmieren beachten!

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Bei Ausführung der Tastsystemzyklen 400 bis 499 dürfen keine Zyklen zur Koordinatenumrechnung aktiv sein.

- Folgende Zyklen nicht vor der Verwendung von Tastsystemzyklen aktivieren: Zyklus **7 NULLPUNKT**,Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **10 DREHUNG**,Zyklus **11 MASSFAKTOR** und **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**
- Koordinatenumrechnungen vorher zurücksetzen

HINWEIS

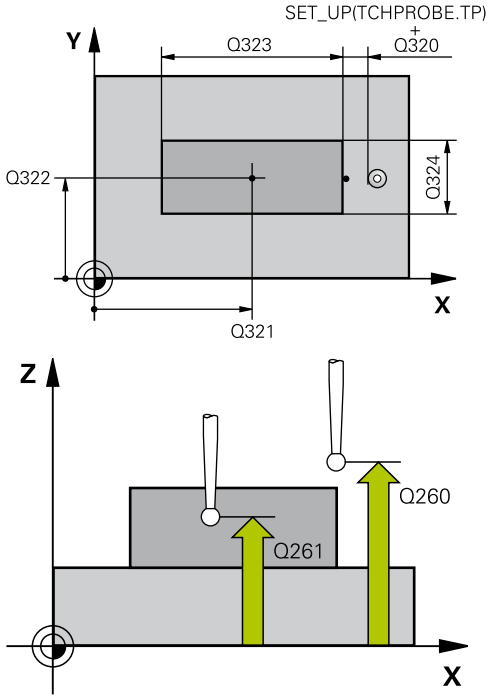
Achtung Kollisionsgefahr!

Um eine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück zu vermeiden, geben Sie die 1. und 2. Seitenlänge des Zapfens eher zu **groß** ein.

- Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben

Zyklusparameter

- **Q321 Mitte 1. Achse?** (absolut): Mitte des Zapfens in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q322 Mitte 2. Achse?** (absolut): Mitte des Zapfens in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q323 1. Seiten-Länge?** (inkremental): Länge des Zapfens, parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q324 2. Seiten-Länge?** (inkremental): Länge des Zapfens, parallel zur Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q261 Meßhöhe in der Tastsystemachse?** (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystemachse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental) Definieren Sie einen zusätzlichen Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q301 Fahren auf sichere Höhe (0/1)?**: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
- **Q305 Nummer in Tabelle?**: Geben Sie die Zeilennummer der Bezugspunkttabelle/ Nullpunkttabelle an, in der die Steuerung die Koordinaten des Mittelpunkts speichert, Eingabebereich 0 bis 9999. Abhängig von **Q303** schreibt die Steuerung den Eintrag in die Bezugspunkttabelle oder in die Nullpunkttabelle: Wenn **Q303 = 1** ist, dann beschreibt die Steuerung die Bezugspunkttabelle. Wenn eine Änderung im aktiven Bezugspunkt erfolgt, wird die Änderung sofort wirksam. Ansonsten erfolgt ein Eintrag in die jeweilige Zeile der Bezugspunkttabelle ohne automatische Aktivierung
  Wenn **Q303 = 0** ist, dann beschreibt die Steuerung die Nullpunkttabelle. Der Nullpunkt wird nicht automatisch aktiviert



Beispiel

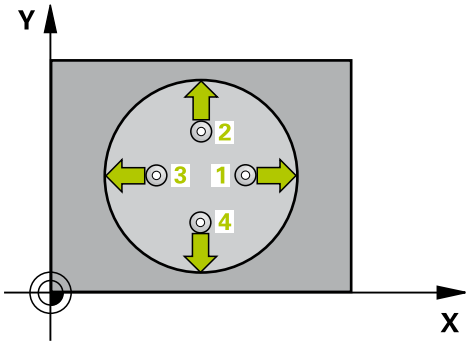
```
5 TCH PROBE 411  BZPKT RECHTECK
  AUS.
  Q321=+50   ;MITTE 1. ACHSE
  Q322=+50   ;MITTE 2. ACHSE
  Q323=60    ;1. SEITEN-LAENGE
  Q324=20    ;2. SEITEN-LAENGE
  Q261=-5    ;MESSHOEHE
  Q320=0     ;SICHERHEITS-ABST.
  Q260=+20   ;SICHERE HOEHE
  Q301=0     ;FAHREN AUF S. HOEHE
  Q305=0     ;NR. IN TABELLE
  Q331=+0    ;BEZUGSPUNKT
  Q332=+0    ;BEZUGSPUNKT
  Q303=+1    ;MESSWERT-UEBERGABE
  Q381=1     ;ANTASTEN TS-ACHSE
  Q382=+85   ;1. KO. FUER TS-ACHSE
  Q383=+50   ;2. KO. FUER TS-ACHSE
  Q384=+0    ;3. KO. FUER TS-ACHSE
  Q333=+1    ;BEZUGSPUNKT
```

- **Q331 Neuer Bezugspunkt Hauptachse?** (absolut): Koordinate in der Hauptachse, auf die die Steuerung die ermittelte Zapfenmitte setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q332 Neuer Bezugspunkt Nebenachse?** (absolut): Koordinate in der Nebenachse, auf die die Steuerung die ermittelte Zapfenmitte setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q303 Messwert-Übergabe (0,1)?**: Festlegen, ob der ermittelte Bezugspunkt in der Nullpunkttabelle oder in der Bezugspunkttabelle abgelegt werden soll:
  -1: Nicht verwenden! Wird von der Steuerung eingetragen, wenn alte NC-Programme eingelesen werden (siehe "Gemeinsamkeiten aller Tastsystemzyklen zum Bezugspunktsetzen", Seite 408)
  0: Ermittelten Bezugspunkt in die aktive Nullpunkttabelle schreiben. Bezugssystem ist das aktive Werkstück-Koordinatensystem
  1: Ermittelten Bezugspunkt in die Bezugspunkttabelle schreiben. Bezugssystem ist das Maschinen-Koordinatensystem (REF-System)
- **Q381 Antasten in TS-Achse? (0/1)**: Festlegen, ob die Steuerung auch den Bezugspunkt in der Tastsystemachse setzen soll:
  0: Bezugspunkt in der Tastsystemachse nicht setzen
  1: Bezugspunkt in der Tastsystemachse setzen
- **Q382 Tasten TS-Achse: Koor. 1. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q383 Tasten TS-Achse: Koor. 2. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q384 Tasten TS-Achse: Koor. 3. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Tastsystemachse, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q333 Neuer Bezugspunkt TS-Achse?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, auf die die Steuerung den Bezugspunkt setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

15.6 BEZUGSPUNKT KREIS INNEN (Zyklus 412, DIN/ISO: G412, Software-Option 17)

Zyklusablauf

Der Tastsystemzyklus 412 ermittelt den Mittelpunkt einer Kreistasche (Bohrung) und setzt diesen Mittelpunkt als Bezugspunkt. Wahlweise kann die Steuerung den Mittelpunkt auch in eine Nullpunkttabelle oder Bezugspunkttabelle schreiben.



1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik (siehe "Tastsystemzyklen abarbeiten", Seite 355) zum Antastpunkt **1**. Die Steuerung berechnet die Antastpunkte aus den Angaben im Zyklus und dem Sicherheits-Abstand aus der Spalte **SET_UP** der Tastsystem-Tabelle
2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antastvorgang mit Antastvorschub (Spalte **F**) durch. Die Steuerung bestimmt die Antastrichtung automatisch in Abhängigkeit vom programmierten Startwinkel
3 Danach fährt das Tastsystem zirkular, entweder auf Messhöhe oder auf Sicherer Höhe, zum nächsten Antastpunkt **2** und führt dort den zweiten Antastvorgang durch
4 Die Steuerung positioniert das Tastsystem zum Antastpunkt **3** und danach zum Antastpunkt **4** und führt dort den dritten und vierten Antastvorgang durch
5 Abschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und verarbeitet den ermittelten Bezugspunkt in Abhängigkeit der Zyklusparameter Q303 und Q305 (siehe "Gemeinsamkeiten aller Tastsystemzyklen zum Bezugspunktsetzen", Seite 408) und speichert die Istwerte in nachfolgend aufgeführten Q-Parametern ab
6 Wenn gewünscht, ermittelt die Steuerung anschließend in einem separaten Antastvorgang noch den Bezugspunkt in der Tastsystemachse

Parameternummer	Bedeutung
Q151	Istwert Mitte Hauptachse
Q152	Istwert Mitte Nebenachse
Q153	Istwert Durchmesser

Beim Programmieren beachten!

- Je kleiner Sie den Winkelschritt Q247 programmieren, desto ungenauer berechnet die Steuerung den Bezugspunkt. Kleinster Eingabewert: 5°
- Programmieren Sie einen Winkelschritt kleiner 90°, Eingabebereich -120° - 120°

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Bei Ausführung der Tastsystemzyklen 400 bis 499 dürfen keine Zyklen zur Koordinatenumrechnung aktiv sein.

- Folgende Zyklen nicht vor der Verwendung von Tastsystemzyklen aktivieren: Zyklus **7 NULLPUNKT**,Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **10 DREHUNG**,Zyklus **11 MASSFAKTOR** und **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**
- Koordinatenumrechnungen vorher zurücksetzen

HINWEIS

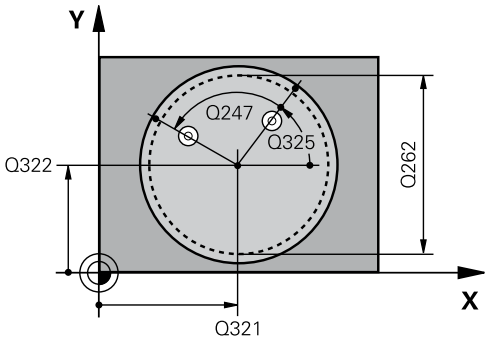
Achtung Kollisionsgefahr!

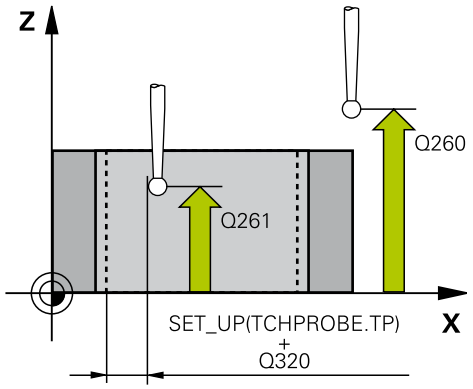
Um eine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück zu vermeiden, geben Sie den Soll-Durchmesser der Tasche (Bohrung) eher zu **klein** ein. Wenn die Taschenmaße und der Sicherheits-Abstand eine Vorpositionierung in die Nähe der Antastpunkte nicht erlauben, tastet die Steuerung immer ausgehend von der Taschenmitte an. Zwischen den vier Messpunkten fährt das Tastsystem dann nicht auf die Sichere Höhe.

- Positionierung der Antastpunkte
- Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben

Zyklusparameter

- **Q321 Mitte 1. Achse?** (absolut): Mitte der Tasche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q322 Mitte 2. Achse?** (absolut): Mitte der Tasche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Wenn Sie Q322 = 0 programmieren, dann richtet die Steuerung den Bohrungs-Mittelpunkt auf die positive Y-Achse aus, wenn Sie Q322 ungleich 0 programmieren, dann richtet die Steuerung den Bohrungs-Mittelpunkt auf die Sollposition aus. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q262 Soll-Durchmesser?**: ungefährer Durchmesser der Kreistasche (Bohrung). Wert eher zu klein eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q325 Startwinkel?** (absolut): Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und dem ersten Antastpunkt. Eingabebereich -360,000 bis 360,000
- **Q247 Winkelschritt?** (inkremental): Winkel zwischen zwei Messpunkten, das Vorzeichen des Winkelschritts legt die Drehrichtung fest (- = Uhrzeigersinn), mit der das Tastsystem zum nächsten Messpunkt fährt. Wenn Sie Kreisbögen vermessen wollen, dann programmieren Sie einen Winkelschritt kleiner 90°. Eingabebereich -120,000 bis 120,000
- **Q261 Meßhöhe in der Tastsystemachse?** (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystemachse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental) Definieren Sie einen zusätzlichen Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999





Beispiel

5 TCH PROBE 412 BZPKT KREIS INNEN	
Q321=+50	;MITTE 1. ACHSE
Q322=+50	;MITTE 2. ACHSE
Q262=75	;SOLL-DURCHMESSER
Q325=+0	;STARTWINKEL
Q247=+60	;WINKELSCHRITT
Q261=-5	;MESSHOEHE
Q320=0	;SICHERHEITS-ABST.
Q260=+20	;SICHERE HOEHE
Q301=0	;FAHREN AUF S. HOEHE
Q305=12	;NR. IN TABELLE
Q331=+0	;BEZUGSPUNKT
Q332=+0	;BEZUGSPUNKT

- **Q301 Fahren auf sichere Höhe (0/1)?**: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
- **Q305 Nummer in Tabelle?**: Geben Sie die Zeilennummer der Bezugspunkttabelle/ Nullpunkttabelle an, in der die Steuerung die Koordinaten des Mittelpunkts speichert, Eingabebereich 0 bis 9999. Abhängig von **Q303** schreibt die Steuerung den Eintrag in die Bezugspunkttabelle oder in die Nullpunkttabelle:
  Wenn **Q303 = 1** ist, dann beschreibt die Steuerung die Bezugspunkttabelle. Wenn eine Änderung im aktiven Bezugspunkt erfolgt, wird die Änderung sofort wirksam. Ansonsten erfolgt ein Eintrag in die jeweilige Zeile der Bezugspunkttabelle ohne automatische Aktivierung
  Wenn **Q303 = 0** ist, dann beschreibt die Steuerung die Nullpunkttabelle. Der Nullpunkt wird nicht automatisch aktiviert
- **Q331 Neuer Bezugspunkt Hauptachse?** (absolut): Koordinate in der Hauptachse, auf die die Steuerung die ermittelte Taschenmitte setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q332 Neuer Bezugspunkt Nebenachse?** (absolut): Koordinate in der Nebenachse, auf die die Steuerung die ermittelte Taschenmitte setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q303 Messwert-Übergabe (0,1)?**: Festlegen, ob der ermittelte Bezugspunkt in der Nullpunkttabelle oder in der Bezugspunkttabelle abgelegt werden soll:
  -1: Nicht verwenden! Wird von der Steuerung eingetragen, wenn alte NC-Programme eingelesen werden (siehe "Gemeinsamkeiten aller Tastsystemzyklen zum Bezugspunktsetzen", Seite 408)
  0: Ermittelten Bezugspunkt in die aktive Nullpunkttabelle schreiben. Bezugssystem ist das aktive Werkstück-Koordinatensystem
  1: Ermittelten Bezugspunkt in die Bezugspunkttabelle schreiben. Bezugssystem ist das Maschinen-Koordinatensystem (REF-System)

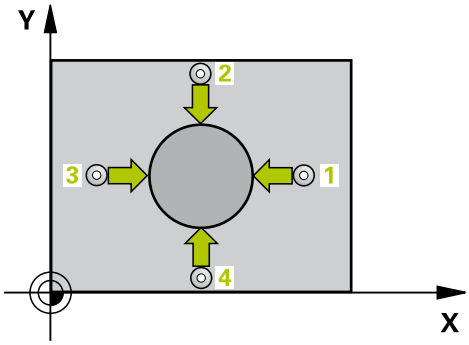
Q303=+1	;MESSWERT-UEBERGABE
Q381=1	;ANTASTEN TS-ACHSE
Q382=+85	;1. KO. FUER TS-ACHSE
Q383=+50	;2. KO. FUER TS-ACHSE
Q384=+0	;3. KO. FUER TS-ACHSE
Q333=+1	;BEZUGSPUNKT
Q423=4	;ANZAHL ANTASTUNGEN
Q365=1	;VERFAHRART

- **Q381 Antasten in TS-Achse? (0/1)**: Festlegen, ob die Steuerung auch den Bezugspunkt in der Tastsystemachse setzen soll:
  0: Bezugspunkt in der Tastsystemachse nicht setzen
  1: Bezugspunkt in der Tastsystemachse setzen
- **Q382 Tasten TS-Achse: Koor. 1. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q383 Tasten TS-Achse: Koor. 2. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q384 Tasten TS-Achse: Koor. 3. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Tastsystemachse, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q333 Neuer Bezugspunkt TS-Achse?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, auf die die Steuerung den Bezugspunkt setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q423 Anzahl Antastungen Ebene (4/3)?**: Festlegen, ob die Steuerung den Kreis mit 4 oder 3 Antastungen messen soll:
  4: 4 Messpunkte verwenden (Standardeinstellung)
  3: 3 Messpunkte verwenden
- **Q365 Verfahrart? Gerade=0/Kreis=1**: Festlegen, mit welcher Bahnfunktion das Werkzeug zwischen den Messpunkten verfahren soll, wenn Fahren auf sicherer Höhe (Q301=1) aktiv ist:
  0: zwischen den Bearbeitungen auf einer Geraden verfahren
  1: zwischen den Bearbeitungen zirkular auf dem Teilkreis-Durchmesser verfahren

15.7 BEZUGSPUNKT KREIS AUSSEN (Zyklus 413, DIN/ISO: G413, Software-Option 17)

Zyklusablauf

Der Tastsystemzyklus 413 ermittelt den Mittelpunkt eines Kreiszapfens und setzt diesen Mittelpunkt als Bezugspunkt. Wahlweise kann die Steuerung den Mittelpunkt auch in eine Nullpunkttabelle oder Bezugspunkttabelle schreiben.



1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik (siehe "Tastsystemzyklen abarbeiten", Seite 355) zum Antastpunkt **1**. Die Steuerung berechnet die Antastpunkte aus den Angaben im Zyklus und dem Sicherheits-Abstand aus der Spalte **SET_UP** der Tastsystem-Tabelle
2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antastvorgang mit Antastvorschub (Spalte **F**) durch. Die Steuerung bestimmt die Antastrichtung automatisch in Abhängigkeit vom programmierten Startwinkel
3 Danach fährt das Tastsystem zirkular, entweder auf Messhöhe oder auf Sicherer Höhe, zum nächsten Antastpunkt **2** und führt dort den zweiten Antastvorgang durch
4 Die Steuerung positioniert das Tastsystem zum Antastpunkt **3** und danach zum Antastpunkt **4** und führt dort den dritten und vierten Antastvorgang durch
5 Abschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und verarbeitet den ermittelten Bezugspunkt in Abhängigkeit der Zyklusparameter Q303 und Q305 (siehe "Gemeinsamkeiten aller Tastsystemzyklen zum Bezugspunktsetzen", Seite 408) und speichert die Istwerte in nachfolgend aufgeführten Q-Parametern ab
6 Wenn gewünscht, ermittelt die Steuerung anschließend in einem separaten Antastvorgang noch den Bezugspunkt in der Tastsystemachse

Parameternummer	Bedeutung
Q151	Istwert Mitte Hauptachse
Q152	Istwert Mitte Nebenachse
Q153	Istwert Durchmesser

Beim Programmieren beachten!

- Je kleiner Sie den Winkelschritt Q247 programmieren, desto ungenauer berechnet die Steuerung den Bezugspunkt. Kleinster Eingabewert: 5°
- Programmieren Sie einen Winkelschritt kleiner 90°, Eingabebereich -120° - 120°

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Bei Ausführung der Tastsystemzyklen 400 bis 499 dürfen keine Zyklen zur Koordinatenumrechnung aktiv sein.

- Folgende Zyklen nicht vor der Verwendung von Tastsystemzyklen aktivieren: Zyklus **7 NULLPUNKT**,Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **10 DREHUNG**,Zyklus **11 MASSFAKTOR** und **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**
- Koordinatenumrechnungen vorher zurücksetzen

HINWEIS

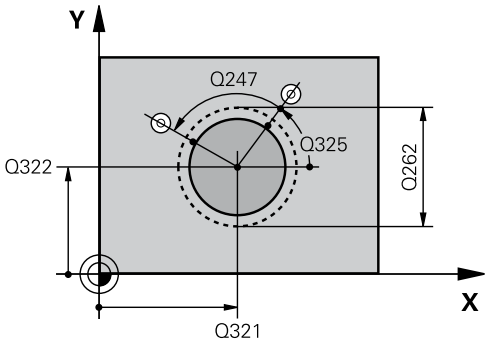
Achtung Kollisionsgefahr!

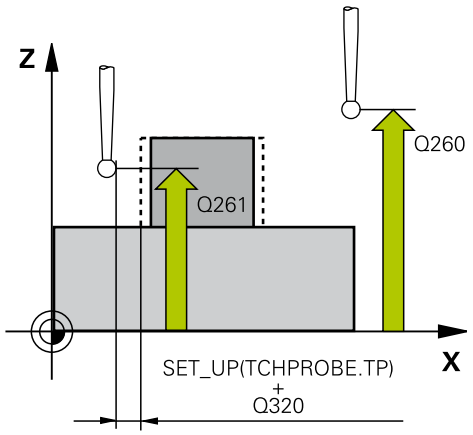
Um eine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück zu vermeiden, geben Sie den Soll-Durchmesser des Zapfens eher zu **groß** sein.

- Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben

Zyklusparameter

- **Q321 Mitte 1. Achse?** (absolut): Mitte des Zapfens in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q322 Mitte 2. Achse?** (absolut): Mitte des Zapfens in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Wenn Sie Q322 = 0 programmieren, dann richtet die Steuerung den Bohrungs-Mittelpunkt auf die positive Y-Achse aus, wenn Sie Q322 ungleich 0 programmieren, dann richtet die Steuerung den Bohrungs-Mittelpunkt auf die Sollposition aus. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q262 Soll-Durchmesser?**: ungefährer Durchmesser des Zapfens. Wert eher zu groß eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q325 Startwinkel?** (absolut): Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und dem ersten Antastpunkt. Eingabebereich -360,000 bis 360,000
- **Q247 Winkelschritt?** (inkremental): Winkel zwischen zwei Messpunkten, das Vorzeichen des Winkelschritts legt die Drehrichtung fest (- = Uhrzeigersinn), mit der das Tastsystem zum nächsten Messpunkt fährt. Wenn Sie Kreisbögen vermessen wollen, dann programmieren Sie einen Winkelschritt kleiner 90°. Eingabebereich -120,000 bis 120,000
- **Q261 Meßhöhe in der Tastsystemachse?** (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystemachse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental) Definieren Sie einen zusätzlichen Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q301 Fahren auf sichere Höhe (0/1)?**: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren





Beispiel

5 TCH PROBE 413 BZPKT KREIS AUSSEN	
Q321=+50	;MITTE 1. ACHSE
Q322=+50	;MITTE 2. ACHSE
Q262=75	;SOLL-DURCHMESSER
Q325=+0	;STARTWINKEL
Q247=+60	;WINKELSCHRITT
Q261=-5	;MESSHOEHE
Q320=0	;SICHERHEITS-ABST.
Q260=+20	;SICHERE HOEHE
Q301=0	;FAHREN AUF S. HOEHE
Q305=15	;NR. IN TABELLE
Q331=+0	;BEZUGSPUNKT
Q332=+0	;BEZUGSPUNKT
Q303=+1	;MESSWERT-UEBERGABE
Q381=1	;ANTASTEN TS-ACHSE
Q382=+85	;1. KO. FUER TS-ACHSE
Q383=+50	;2. KO. FUER TS-ACHSE
Q384=+0	;3. KO. FUER TS-ACHSE
Q333=+1	;BEZUGSPUNKT
Q423=4	;ANZAHL ANTASTUNGEN
Q365=1	;VERFAHRART

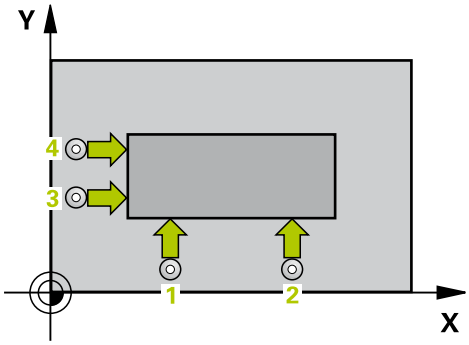
- **Q305 Nummer in Tabelle?**: Geben Sie die Zeilennummer der Bezugspunkttabelle/ Nullpunkttabelle an, in der die Steuerung die Koordinaten des Mittelpunkts speichert, Eingabebereich 0 bis 9999. Abhängig von **Q303** schreibt die Steuerung den Eintrag in die Bezugspunkttabelle oder in die Nullpunkttabelle:
  Wenn **Q303 = 1** ist, dann beschreibt die Steuerung die Bezugspunkttabelle. Wenn eine Änderung im aktiven Bezugspunkt erfolgt, wird die Änderung sofort wirksam. Ansonsten erfolgt ein Eintrag in die jeweilige Zeile der Bezugspunkttabelle ohne automatische Aktivierung
  Wenn **Q303 = 0** ist, dann beschreibt die Steuerung die Nullpunkttabelle. Der Nullpunkt wird nicht automatisch aktiviert
- **Q331 Neuer Bezugspunkt Hauptachse?** (absolut): Koordinate in der Hauptachse, auf die die Steuerung die ermittelte Zapfenmitte setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q332 Neuer Bezugspunkt Nebenachse?** (absolut): Koordinate in der Nebenachse, auf die die Steuerung die ermittelte Zapfenmitte setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q303 Messwert-Übergabe (0,1)?**: Festlegen, ob der ermittelte Bezugspunkt in der Nullpunkttabelle oder in der Bezugspunkttabelle abgelegt werden soll:
  -1: Nicht verwenden! Wird von der Steuerung eingetragen, wenn alte NC-Programme eingelesen werden (siehe "Gemeinsamkeiten aller Tastsystemzyklen zum Bezugspunktsetzen", Seite 408)
  0: Ermittelten Bezugspunkt in die aktive Nullpunkttabelle schreiben. Bezugssystem ist das aktive Werkstück-Koordinatensystem
  1: Ermittelten Bezugspunkt in die Bezugspunkttabelle schreiben. Bezugssystem ist das Maschinen-Koordinatensystem (REF-System)
- **Q381 Antasten in TS-Achse? (0/1)**: Festlegen, ob die Steuerung auch den Bezugspunkt in der Tastsystemachse setzen soll:
  0: Bezugspunkt in der Tastsystemachse nicht setzen
  1: Bezugspunkt in der Tastsystemachse setzen

- **Q382 Tasten TS-Achse: Koor. 1. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q383 Tasten TS-Achse: Koor. 2. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q384 Tasten TS-Achse: Koor. 3. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Tastsystemachse, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q333 Neuer Bezugspunkt TS-Achse?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, auf die die Steuerung den Bezugspunkt setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q423 Anzahl Antastungen Ebene (4/3)?**: Festlegen, ob die Steuerung den Kreis mit 4 oder 3 Antastungen messen soll:
  4: 4 Messpunkte verwenden (Standardeinstellung)
  3: 3 Messpunkte verwenden
- **Q365 Verfahrart? Gerade=0/Kreis=1**: Festlegen, mit welcher Bahnfunktion das Werkzeug zwischen den Messpunkten verfahren soll, wenn Fahren auf sicherer Höhe (Q301=1) aktiv ist:
  0: zwischen den Bearbeitungen auf einer Geraden verfahren
  1: zwischen den Bearbeitungen zirkular auf dem Teilkreis-Durchmesser verfahren

15.8 BEZUGSPUNKT ECKE AUSSEN (Zyklus 414, DIN/ISO: G414, Software-Option 17)

Zyklusablauf

Der Tastsystemzyklus 414 ermittelt den Schnittpunkt zweier Geraden und setzt diesen Schnittpunkt als Bezugspunkt. Wahlweise kann die Steuerung den Schnittpunkt auch in eine Nullpunkttabelle oder Bezugspunkttabelle schreiben.



1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik (siehe "Tastsystemzyklen abarbeiten", Seite 355) zum ersten Antastpunkt **1** (siehe Bild rechts oben). Die Steuerung versetzt dabei das Tastsystem um den Sicherheits-Abstand entgegen der jeweiligen Verfahrrichtung
2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antastvorgang mit Antastvorschub (Spalte **F**) durch. Die Steuerung bestimmt die Antastrichtung automatisch in Abhängigkeit vom programmierten 3. Messpunkt
3 Danach fährt das Tastsystem zum nächsten Antastpunkt **2** und führt dort den zweiten Antastvorgang durch
4 Die Steuerung positioniert das Tastsystem zum Antastpunkt **3** und danach zum Antastpunkt **4** und führt dort den dritten und vierten Antastvorgang durch
5 Abschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und verarbeitet den ermittelten Bezugspunkt in Abhängigkeit der Zyklusparameter Q303 und Q305 (siehe "Gemeinsamkeiten aller Tastsystemzyklen zum Bezugspunktsetzen", Seite 408) und speichert die Koordinaten der ermittelten Ecke in nachfolgend aufgeführten Q-Parametern ab
6 Wenn gewünscht, ermittelt die Steuerung anschließend in einem separaten Antastvorgang noch den Bezugspunkt in der Tastsystemachse

Parameternummer	Bedeutung
Q151	Istwert Ecke Hauptachse
Q152	Istwert Ecke Nebenachse

Beim Programmieren beachten!

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

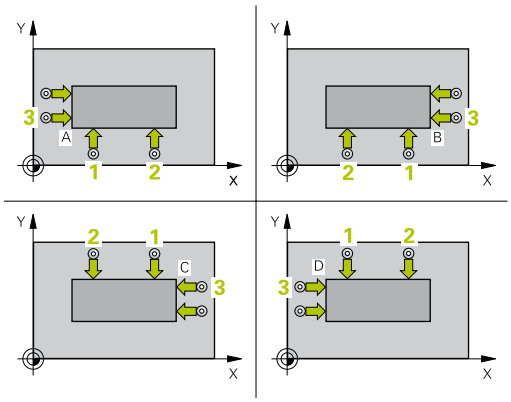
Bei Ausführung der Tastsystemzyklen 400 bis 499 dürfen keine Zyklen zur Koordinatenumrechnung aktiv sein.

- Folgende Zyklen nicht vor der Verwendung von Tastsystemzyklen aktivieren: Zyklus **7 NULLPUNKT**,Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **10 DREHUNG**,Zyklus **11 MASSFAKTOR** und **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**
- Koordinatenumrechnungen vorher zurücksetzen

Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben.

Die Steuerung misst die erste Gerade immer in Richtung der Nebenachse der Bearbeitungsebene.

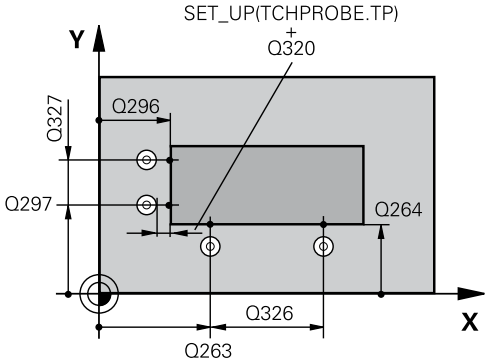
Durch die Lage der Messpunkte **1** und **3** legen Sie die Ecke fest, an der die Steuerung den Bezugspunkt setzt (siehe Bild rechts und nachfolgende Tabelle).

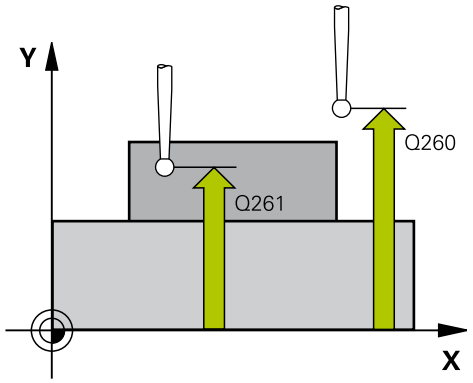


Ecke	Koordinate X	Koordinate Y
A	Punkt **1** größer Punkt **3**	Punkt **1** kleiner Punkt **3**
B	Punkt **1** kleiner Punkt **3**	Punkt **1** kleiner Punkt **3**
C	Punkt **1** kleiner Punkt **3**	Punkt **1** größer Punkt **3**
D	Punkt **1** größer Punkt **3**	Punkt **1** größer Punkt **3**

Zyklusparameter

- **Q263 1. Meßpunkt 1. Achse?** (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q264 1. Meßpunkt 2. Achse?** (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q326 Abstand 1. Achse?** (inkremental): Abstand zwischen erstem und zweitem Messpunkt in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q296 3. Meßpunkt 1. Achse?** (absolut): Koordinate des dritten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q297 3. Meßpunkt 2. Achse?** (absolut): Koordinate des dritten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q327 Abstand 2. Achse?** (inkremental): Abstand zwischen drittem und viertem Messpunkt in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q261 Meßhöhe in der Tastsystemachse?** (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystemachse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental) Definieren Sie einen zusätzlichen Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q301 Fahren auf sichere Höhe (0/1)?**: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren





Beispiel

5 TCH PROBE 414 BZPKT ECKE INNEN	
Q263=+37	;1. PUNKT 1. ACHSE
Q264=+7	;1. PUNKT 2. ACHSE
Q326=50	;ABSTAND 1. ACHSE
Q296=+95	;3. PUNKT 1. ACHSE
Q297=+25	;3. PUNKT 2. ACHSE
Q327=45	;ABSTAND 2. ACHSE
Q261=-5	;MESSHOEHE
Q320=0	;SICHERHEITS-ABST.
Q260=+20	;SICHERE HOEHE
Q301=0	;FAHREN AUF S. HOEHE
Q304=0	;GRUNDDREHUNG
Q305=7	;NR. IN TABELLE
Q331=+0	;BEZUGSPUNKT
Q332=+0	;BEZUGSPUNKT
Q303=+1	;MESSWERT-UEBERGABE

- **Q304 Grunddrehung durchführen (0/1)?**: Festlegen, ob die Steuerung die Werkstück-Schieflage durch eine Grunddrehung kompensieren soll:
  0: Keine Grunddrehung durchführen
  1: Grunddrehung durchführen
- **Q305 Nummer in Tabelle?**: Geben Sie die Zeilennumer der Bezugspunkttabelle/Nullpunkttabelle an, in der die Steuerung die Koordinaten der Ecke speichert, Eingabebereich 0 bis 9999. Abhängig von **Q303** schreibt die Steuerung den Eintrag in die Bezugspunkttabelle oder in die Nullpunkttabelle:
  Wenn **Q303 = 1** ist, dann beschreibt die Steuerung die Bezugspunkttabelle. Wenn eine Änderung im aktiven Bezugspunkt erfolgt, wird die Änderung sofort wirksam. Ansonsten erfolgt ein Eintrag in die jeweilige Zeile der Bezugspunkttabelle ohne automatische Aktivierung
  Wenn **Q303 = 0** ist, dann beschreibt die Steuerung die Nullpunkttabelle. Der Nullpunkt wird nicht automatisch aktiviert
- **Q331 Neuer Bezugspunkt Hauptachse?** (absolut): Koordinate in der Hauptachse, auf die die Steuerung die ermittelte Ecke setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q332 Neuer Bezugspunkt Nebenachse?** (absolut): Koordinate in der Nebenachse, auf die die Steuerung die ermittelte Ecke setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q303 Messwert-Übergabe (0,1)?**: Festlegen, ob der ermittelte Bezugspunkt in der Nullpunkttabelle oder in der Bezugspunkttabelle abgelegt werden soll:
  -1: Nicht verwenden! Wird von der Steuerung eingetragen, wenn alte NC-Programme eingelesen werden (siehe "Gemeinsamkeiten aller Tastsystemzyklen zum Bezugspunktsetzen", Seite 408)
  0: Ermittelten Bezugspunkt in die aktive Nullpunkttabelle schreiben. Bezugssystem ist das aktive Werkstück-Koordinatensystem
  1: Ermittelten Bezugspunkt in die Bezugspunkttabelle schreiben. Bezugssystem ist das Maschinen-Koordinatensystem (REF-System)
- **Q381 Antasten in TS-Achse? (0/1)**: Festlegen, ob die Steuerung auch den Bezugspunkt in der Tastsystemachse setzen soll:
  0: Bezugspunkt in der Tastsystemachse nicht setzen
  1: Bezugspunkt in der Tastsystemachse setzen

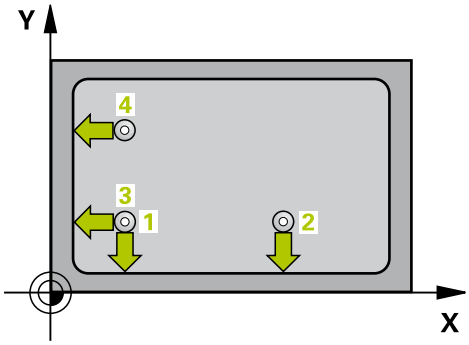
```
Q381=1      ;ANTASTEN TS-ACHSE
Q382=+85    ;1. KO. FUER TS-ACHSE
Q383=+50    ;2. KO. FUER TS-ACHSE
Q384=+0     ;3. KO. FUER TS-ACHSE
Q333=+1     ;BEZUGSPUNKT
```

- **Q382 Tasten TS-Achse: Koor. 1. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q383 Tasten TS-Achse: Koor. 2. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q384 Tasten TS-Achse: Koor. 3. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Tastsystemachse, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q333 Neuer Bezugspunkt TS-Achse?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, auf die die Steuerung den Bezugspunkt setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

15.9 BEZUGSPUNKT ECKE INNEN (Zyklus 415, DIN/ISO: G415, Software-Option 17)

Zyklusablauf

Der Tastsystemzyklus 415 ermittelt den Schnittpunkt zweier Geraden und setzt diesen Schnittpunkt als Bezugspunkt. Wahlweise kann die Steuerung den Schnittpunkt auch in eine Nullpunkttabelle oder Bezugspunkttabelle schreiben.



1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik (siehe "Tastsystemzyklen abarbeiten", Seite 355) zum ersten Antastpunkt **1** (siehe Bild rechts oben), den Sie im Zyklus definieren. Die Steuerung versetzt dabei das Tastsystem um den Sicherheits-Abstand entgegen der jeweiligen Verfahrrichtung
2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antastvorgang mit Antastvorschub (Spalte **F**) durch. Die Antastrichtung ergibt sich durch die Eckennummer
3 Danach fährt das Tastsystem zum nächsten Antastpunkt **2** und führt dort den zweiten Antastvorgang durch
4 Die Steuerung positioniert das Tastsystem zum Antastpunkt **3** und danach zum Antastpunkt **4** und führt dort den dritten und vierten Antastvorgang durch
5 Abschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und verarbeitet den ermittelten Bezugspunkt in Abhängigkeit der Zyklusparameter Q303 und Q305 (siehe "Gemeinsamkeiten aller Tastsystemzyklen zum Bezugspunktsetzen", Seite 408) und speichert die Koordinaten der ermittelten Ecke in nachfolgend aufgeführten Q-Parametern ab
6 Wenn gewünscht, ermittelt die Steuerung anschließend in einem separaten Antastvorgang noch den Bezugspunkt in der Tastsystemachse

Parameternummer	Bedeutung
Q151	Istwert Ecke Hauptachse
Q152	Istwert Ecke Nebenachse

Beim Programmieren beachten!

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Bei Ausführung der Tastsystemzyklen 400 bis 499 dürfen keine Zyklen zur Koordinatenumrechnung aktiv sein.

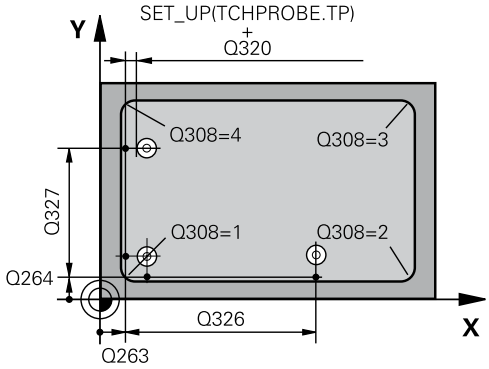
- Folgende Zyklen nicht vor der Verwendung von Tastsystemzyklen aktivieren: Zyklus **7 NULLPUNKT**,Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **10 DREHUNG**,Zyklus **11 MASSFAKTOR** und **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**
- Koordinatenumrechnungen vorher zurücksetzen

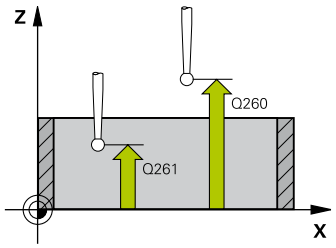
Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben.

Die Steuerung misst die erste Gerade immer in Richtung der Nebenachse der Bearbeitungsebene.

Zyklusparameter

- **Q263 1. Meßpunkt 1. Achse?** (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q264 1. Meßpunkt 2. Achse?** (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q326 Abstand 1. Achse?** (inkremental): Abstand zwischen erstem und zweitem Messpunkt in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q327 Abstand 2. Achse?** (inkremental): Abstand zwischen drittem und viertem Messpunkt in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q308 Ecke? (1/2/3/4)**: Nummer der Ecke, an der die Steuerung den Bezugspunkt setzen soll. Eingabebereich 1 bis 4
- **Q261 Meßhöhe in der Tastsystemachse?** (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystemachse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental) Definieren Sie einen zusätzlichen Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q301 Fahren auf sichere Höhe (0/1)?**: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
- **Q304 Grunddrehung durchführen (0/1)?**: Festlegen, ob die Steuerung die Werkstück-Schieflage durch eine Grunddrehung kompensieren soll:
  0: Keine Grunddrehung durchführen
  1: Grunddrehung durchführen





Beispiel

5 TCH PROBE 415 BZPKT ECKE AUSSEN	
Q263=+37	;1. PUNKT 1. ACHSE
Q264=+7	;1. PUNKT 2. ACHSE
Q326=50	;ABSTAND 1. ACHSE
Q327=45	;ABSTAND 2. ACHSE
Q308=+1	;ECKE
Q261=-5	;MESSHOEHE
Q320=0	;SICHERHEITS-ABST.
Q260=+20	;SICHERE HOEHE
Q301=0	;FAHREN AUF S. HOEHE
Q304=0	;GRUNDDREHUNG
Q305=7	;NR. IN TABELLE
Q331=+0	;BEZUGSPUNKT
Q332=+0	;BEZUGSPUNKT
Q303=+1	;MESSWERT-UEBERGABE
Q381=1	;ANTASTEN TS-ACHSE
Q382=+85	;1. KO. FUER TS-ACHSE
Q383=+50	;2. KO. FUER TS-ACHSE
Q384=+0	;3. KO. FUER TS-ACHSE
Q333=+1	;BEZUGSPUNKT

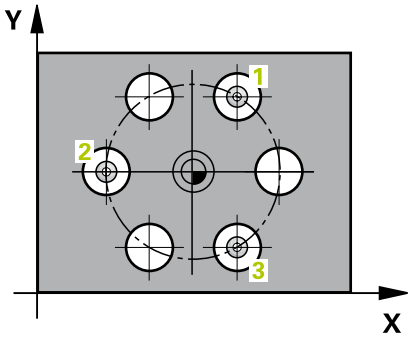
- **Q305 Nummer in Tabelle?**: Geben Sie die Zeilennumer der Bezugspunkttabelle/ Nullpunkttabelle an, in der die Steuerung die Koordinaten der Ecke speichert, Eingabebereich 0 bis 9999. Abhängig von **Q303** schreibt die Steuerung den Eintrag in die Bezugspunkttabelle oder in die Nullpunkttabelle:
  Wenn **Q303 = 1** ist, dann beschreibt die Steuerung die Bezugspunkttabelle. Wenn eine Änderung im aktiven Bezugspunkt erfolgt, wird die Änderung sofort wirksam. Ansonsten erfolgt ein Eintrag in die jeweilige Zeile der Bezugspunkttabelle ohne automatische Aktivierung
  Wenn **Q303 = 0** ist, dann beschreibt die Steuerung die Nullpunkttabelle. Der Nullpunkt wird nicht automatisch aktiviert
- **Q331 Neuer Bezugspunkt Hauptachse?** (absolut): Koordinate in der Hauptachse, auf die die Steuerung die ermittelte Ecke setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q332 Neuer Bezugspunkt Nebenachse?** (absolut): Koordinate in der Nebenachse, auf die die Steuerung die ermittelte Ecke setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q303 Messwert-Übergabe (0,1)?**: Festlegen, ob der ermittelte Bezugspunkt in der Nullpunkttabelle oder in der Bezugspunkttabelle abgelegt werden soll:
  -1: Nicht verwenden! Wird von der Steuerung eingetragen, wenn alte NC-Programme eingelesen werden (siehe "Gemeinsamkeiten aller Tastsystemzyklen zum Bezugspunktsetzen", Seite 408)
  0: Ermittelten Bezugspunkt in die aktive Nullpunkttabelle schreiben. Bezugssystem ist das aktive Werkstück-Koordinatensystem
  1: Ermittelten Bezugspunkt in die Bezugspunkttabelle schreiben. Bezugssystem ist das Maschinen-Koordinatensystem (REF-System)
- **Q381 Antasten in TS-Achse? (0/1)**: Festlegen, ob die Steuerung auch den Bezugspunkt in der Tastsystemachse setzen soll:
  0: Bezugspunkt in der Tastsystemachse nicht setzen
  1: Bezugspunkt in der Tastsystemachse setzen

- **Q382 Tasten TS-Achse: Koor. 1. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q383 Tasten TS-Achse: Koor. 2. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q384 Tasten TS-Achse: Koor. 3. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Tastsystemachse, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q333 Neuer Bezugspunkt TS-Achse?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, auf die die Steuerung den Bezugspunkt setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

15.10 BEZUGSPUNKT LOCHKREIS-MITTE (Zyklus 416, DIN/ISO: G416, Software-Option 17)

Zyklusablauf

Der Tastsystemzyklus 416 berechnet den Mittelpunkt eines Lochkreises durch Messung dreier Bohrungen und setzt diesen Mittelpunkt als Bezugspunkt. Wahlweise kann die Steuerung den Mittelpunkt auch in eine Nullpunkttabelle oder Bezugspunkttabelle schreiben.



1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik (siehe "Tastsystemzyklen abarbeiten", Seite 355) auf den eingegebenen Mittelpunkt der ersten Bohrung **1**
2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und erfasst durch vier Antastungen den ersten Bohrungsmittelpunkt
3 Anschließend fährt das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und positioniert auf den eingegebenen Mittelpunkt der zweiten Bohrung **2**
4 Die Steuerung fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und erfasst durch vier Antastungen den zweiten Bohrungsmittelpunkt
5 Anschließend fährt das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und positioniert auf den eingegebenen Mittelpunkt der dritten Bohrung **3**
6 Die Steuerung fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und erfasst durch vier Antastungen den dritten Bohrungsmittelpunkt
7 Abschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und verarbeitet den ermittelten Bezugspunkt in Abhängigkeit der Zyklusparameter Q303 und Q305 (siehe "Gemeinsamkeiten aller Tastsystemzyklen zum Bezugspunktsetzen", Seite 408) und speichert die Istwerte in nachfolgend aufgeführten Q-Parametern ab
8 Wenn gewünscht, ermittelt die Steuerung anschließend in einem separaten Antastvorgang noch den Bezugspunkt in der Tastsystemachse

Parameternummer	Bedeutung
Q151	Istwert Mitte Hauptachse
Q152	Istwert Mitte Nebenachse
Q153	Istwert Lochkreisdurchmesser

Beim Programmieren beachten!

HINWEIS

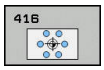
Achtung Kollisionsgefahr!

Bei Ausführung der Tastsystemzyklen 400 bis 499 dürfen keine Zyklen zur Koordinatenumrechnung aktiv sein.

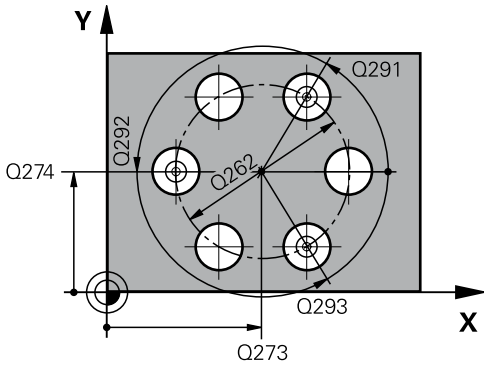
- Folgende Zyklen nicht vor der Verwendung von Tastsystemzyklen aktivieren: Zyklus **7 NULLPUNKT**,Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **10 DREHUNG**,Zyklus **11 MASSFAKTOR** und **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**
- Koordinatenumrechnungen vorher zurücksetzen

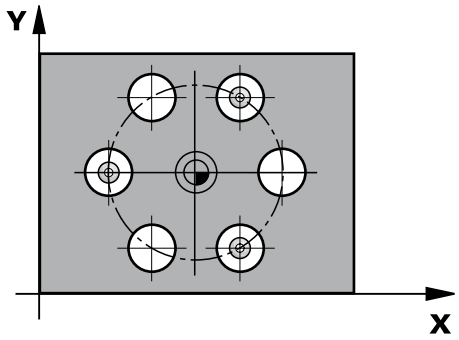
Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben.

Zyklusparameter



- **Q273 Mitte 1. Achse (Sollwert)?** (absolut): Lochkreis-Mitte (Sollwert) in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q274 Mitte 2. Achse (Sollwert)?** (absolut): Lochkreis-Mitte (Sollwert) in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q262 Soll-Durchmesser?**: Ungefähren Lochkreis-Durchmesser eingeben. Je kleiner der Bohrungsdurchmesser ist, desto genauer müssen Sie den Soll-Durchmesser angeben. Eingabebereich -0 bis 99999,9999
- **Q291 Winkel 1. Bohrung?** (absolut): Polarkoordinaten-Winkel des ersten Bohrungs-Mittelpunktes in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -360,0000 bis 360,0000
- **Q292 Winkel 2. Bohrung?** (absolut): Polarkoordinaten-Winkel des zweiten Bohrungs-Mittelpunktes in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -360,0000 bis 360,0000
- **Q293 Winkel 3. Bohrung?** (absolut): Polarkoordinaten-Winkel des dritten Bohrungs-Mittelpunktes in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -360,0000 bis 360,0000
- **Q261 Meßhöhe in der Tastsystemachse?** (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystemachse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q305 Nummer in Tabelle?**: Geben Sie die Zeilennummer der Bezugspunkttabelle/ Nullpunkttabelle an, in der die Steuerung die Koordinaten des Mittelpunkts speichert, Eingabebereich 0 bis 9999. Abhängig von **Q303** schreibt die Steuerung den Eintrag in die Bezugspunkttabelle oder in die Nullpunkttabelle: Wenn **Q303 = 1** ist, dann beschreibt die Steuerung die Bezugspunkttabelle. Wenn eine Änderung im aktiven Bezugspunkt erfolgt, wird die Änderung sofort wirksam. Ansonsten erfolgt ein Eintrag in die jeweilige Zeile der Bezugspunkttabelle ohne automatische Aktivierung
  Wenn **Q303 = 0** ist, dann beschreibt die Steuerung die Nullpunkttabelle. Der Nullpunkt wird nicht automatisch aktiviert





Beispiel

```
5 TCH PROBE 416  BZPKT
   LOCHKREISMITTE
   Q273=+50   ;MITTE 1. ACHSE
   Q274=+50   ;MITTE 2. ACHSE
   Q262=90    ;SOLL-DURCHMESSER
   Q291=+34   ;WINKEL 1. BOHRUNG
   Q292=+70   ;WINKEL 2. BOHRUNG
   Q293=+210  ;WINKEL 3. BOHRUNG
   Q261=-5    ;MESSHOEHE
   Q260=+20   ;SICHERE HOEHE
   Q305=12    ;NR. IN TABELLE
   Q331=+0    ;BEZUGSPUNKT
   Q332=+0    ;BEZUGSPUNKT
   Q303=+1    ;MESSWERT-UEBERGABE
   Q381=1     ;ANTASTEN TS-ACHSE
   Q382=+85   ;1. KO. FUER TS-ACHSE
   Q383=+50   ;2. KO. FUER TS-ACHSE
   Q384=+0    ;3. KO. FUER TS-ACHSE
   Q333=+1    ;BEZUGSPUNKT
   Q320=0     ;SICHERHEITS-ABST.
```

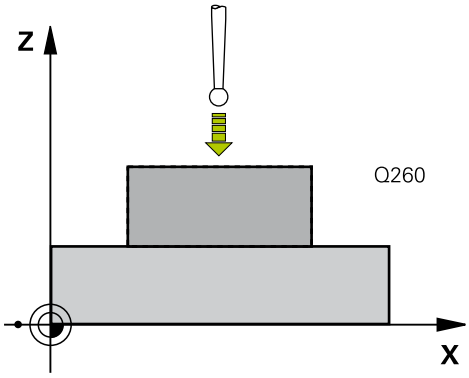
- **Q331 Neuer Bezugspunkt Hauptachse?** (absolut): Koordinate in der Hauptachse, auf die die Steuerung die ermittelte Lochkreis-Mitte setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q332 Neuer Bezugspunkt Nebenachse?** (absolut): Koordinate in der Nebenachse, auf die die Steuerung die ermittelte Lochkreis-Mitte setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q303 Messwert-Übergabe (0,1)?**: Festlegen, ob der ermittelte Bezugspunkt in der Nullpunkttabelle oder in der Bezugspunkttabelle abgelegt werden soll:
  -1: Nicht verwenden! Wird von der Steuerung eingetragen, wenn alte NC-Programme eingelesen werden (siehe "Gemeinsamkeiten aller Tastsystemzyklen zum Bezugspunktsetzen", Seite 408)
  0: Ermittelten Bezugspunkt in die aktive Nullpunkttabelle schreiben. Bezugssystem ist das aktive Werkstück-Koordinatensystem
  1: Ermittelten Bezugspunkt in die Bezugspunkttabelle schreiben. Bezugssystem ist das Maschinen-Koordinatensystem (REF-System)
- **Q381 Antasten in TS-Achse? (0/1)**: Festlegen, ob die Steuerung auch den Bezugspunkt in der Tastsystemachse setzen soll:
  0: Bezugspunkt in der Tastsystemachse nicht setzen
  1: Bezugspunkt in der Tastsystemachse setzen
- **Q382 Tasten TS-Achse: Koor. 1. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q383 Tasten TS-Achse: Koor. 2. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

- **Q384 Tasten TS-Achse: Koor. 3. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Tastsystemachse, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q333 Neuer Bezugspunkt TS-Achse?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, auf die die Steuerung den Bezugspunkt setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle) und nur beim Antasten des Bezugspunktes in der Tastsystemachse. Eingabebereich 0 bis 99999,9999

15.11 BEZUGSPUNKT TASTSYSTEM-ACHSE (Zyklus 417, DIN/ISO: G417, Software-Option 17)

Zyklusablauf

Der Tastsystemzyklus 417 misst eine beliebige Koordinate in der Tastsystemachse und setzt diese Koordinate als Bezugspunkt. Wahlweise kann die Steuerung die gemessene Koordinate auch in eine Nullpunkttabelle oder Bezugspunkttabelle schreiben.



1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik (siehe "Tastsystemzyklen abarbeiten", Seite 355) zum programmierten Antastpunkt **1**. Die Steuerung versetzt dabei das Tastsystem um den Sicherheits-Abstand in Richtung der positiven Tastsystemachse

2 Anschließend fährt das Tastsystem in der Tastsystemachse auf die eingegebene Koordinate des Antastpunktes **1** und erfasst durch einfaches Antasten die Ist-Position

3 Abschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und verarbeitet den ermittelten Bezugspunkt in Abhängigkeit der Zyklusparameter Q303 und Q305 (siehe "Gemeinsamkeiten aller Tastsystemzyklen zum Bezugspunktsetzen", Seite 408) und speichert den Istwert in nachfolgend aufgeführtem Q-Parameter ab

Parameternummer	Bedeutung
Q160	Istwert gemessener Punkt

Beim Programmieren beachten!

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

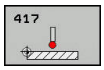
Bei Ausführung der Tastsystemzyklen 400 bis 499 dürfen keine Zyklen zur Koordinatenumrechnung aktiv sein.

- Folgende Zyklen nicht vor der Verwendung von Tastsystemzyklen aktivieren: Zyklus **7 NULLPUNKT**,Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **10 DREHUNG**,Zyklus **11 MASSFAKTOR** und **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**
- Koordinatenumrechnungen vorher zurücksetzen

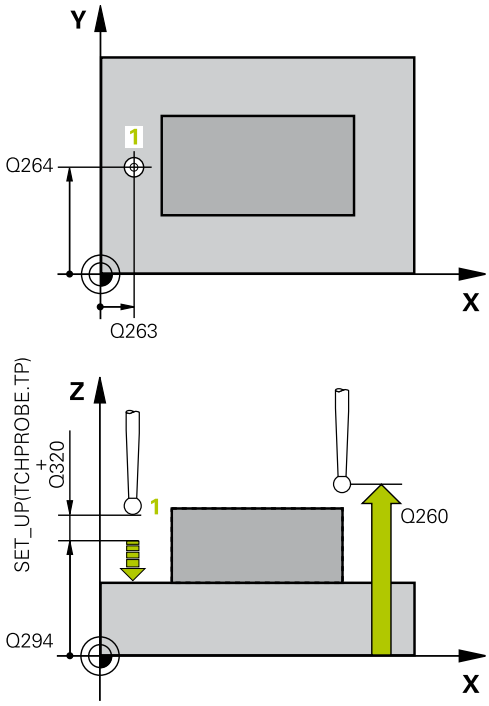
Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben.

Die Steuerung setzt dann in dieser Achse den Bezugspunkt.

Zyklusparameter



- **Q263 1. Meßpunkt 1. Achse?** (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q264 1. Meßpunkt 2. Achse?** (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q294 1. Meßpunkt 3. Achse?** (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Tastsystemachse. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental) Definieren Sie einen zusätzlichen Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q305 Nummer in Tabelle?**: Geben Sie die Zeilennummer der Bezugspunkttabelle/ Nullpunkttabelle an, in der die Steuerung die Koordinaten speichert, Eingabebereich 0 bis 9999. Wenn **Q303 = 1** ist, dann beschreibt die Steuerung die Bezugspunkttabelle. Wenn eine Änderung im aktiven Bezugspunkt erfolgt, wird die Änderung sofort wirksam. Ansonsten erfolgt ein Eintrag in die jeweilige Zeile der Bezugspunkttabelle ohne automatische Aktivierung
  Wenn **Q303 = 0** ist, dann beschreibt die Steuerung die Nullpunkttabelle. Der Nullpunkt wird nicht automatisch aktiviert
- **Q333 Neuer Bezugspunkt TS-Achse?** (absolut): Koordinate, auf die die Steuerung den Bezugspunkt setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q303 Messwert-Übergabe (0,1)?**: Festlegen, ob der ermittelte Bezugspunkt in der Nullpunkttabelle oder in der Bezugspunkttabelle abgelegt werden soll:
  -1: Nicht verwenden! Wird von der Steuerung eingetragen, wenn alte NC-Programme eingelesen werden (siehe "Gemeinsamkeiten aller Tastsystemzyklen zum Bezugspunktsetzen", Seite 408)
  0: Ermittelten Bezugspunkt in die aktive Nullpunkttabelle schreiben. Bezugssystem ist das aktive Werkstück-Koordinatensystem
  1: Ermittelten Bezugspunkt in die Bezugspunkttabelle schreiben. Bezugssystem ist das Maschinen-Koordinatensystem (REF-System)



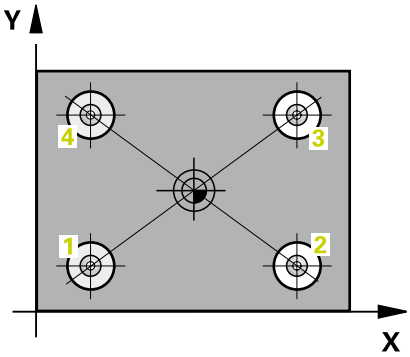
Beispiel

5 TCH PROBE 417 BZPKT TS.-ACHSE	
Q263=+25	;1. PUNKT 1. ACHSE
Q264=+25	;1. PUNKT 2. ACHSE
Q294=+25	;1. PUNKT 3. ACHSE
Q320=0	;SICHERHEITS-ABST.
Q260=+50	;SICHERE HOEHE
Q305=0	;NR. IN TABELLE
Q333=+0	;BEZUGSPUNKT
Q303=+1	;MESSWERT-UEBERGABE

15.12 BEZUGSPUNKT MITTE 4 BOHRUNGEN (Zyklus 418, DIN/ISO: G418, Software-Option 17)

Zyklusablauf

Der Tastsystemzyklus 418 berechnet den Schnittpunkt der Verbindungslinien von jeweils zwei Bohrungsmittelpunkten und setzt diesen Schnittpunkt als Bezugspunkt. Wahlweise kann die Steuerung den Schnittpunkt auch in eine Nullpunkttabelle oder Bezugspunkttabelle schreiben.



1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik (siehe "Tastsystemzyklen abarbeiten", Seite 355) in die Mitte der ersten Bohrung **1**
2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und erfasst durch vier Antastungen den ersten Bohrungsmittelpunkt
3 Anschließend fährt das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und positioniert auf den eingegebenen Mittelpunkt der zweiten Bohrung **2**
4 Die Steuerung fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und erfasst durch vier Antastungen den zweiten Bohrungsmittelpunkt
5 Die Steuerung wiederholt den Vorgang für die Bohrungen **3** und **4**
6 Abschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und verarbeitet den ermittelten Bezugspunkt in Abhängigkeit der Zyklusparameter Q303 und Q305 (siehe "Gemeinsamkeiten aller Tastsystemzyklen zum Bezugspunktsetzen", Seite 408). Die Steuerung berechnet den Bezugspunkt als Schnittpunkt der Verbindungslinien Bohrungsmittelpunkt **1**/**3** und **2**/**4** und speichert die Istwerte in nachfolgend aufgeführten Q-Parametern ab
7 Wenn gewünscht, ermittelt die Steuerung anschließend in einem separaten Antastvorgang noch den Bezugspunkt in der Tastsystemachse

Parameternummer	Bedeutung
Q151	Istwert Schnittpunkt Hauptachse
Q152	Istwert Schnittpunkt Nebenachse

Beim Programmieren beachten!

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

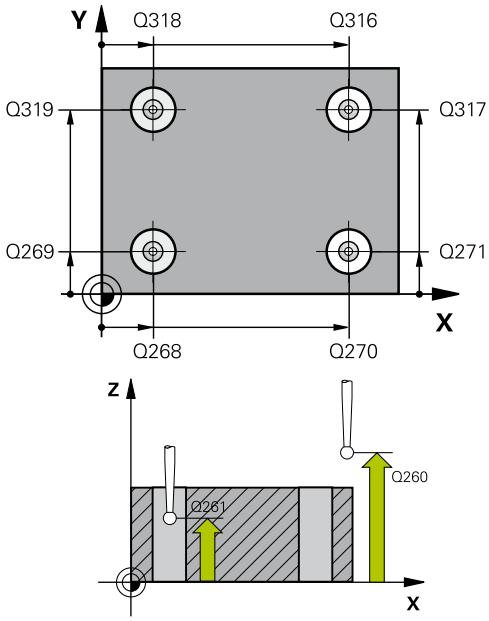
Bei Ausführung der Tastsystemzyklen 400 bis 499 dürfen keine Zyklen zur Koordinatenumrechnung aktiv sein.

- Folgende Zyklen nicht vor der Verwendung von Tastsystemzyklen aktivieren: Zyklus **7 NULLPUNKT**,Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **10 DREHUNG**,Zyklus **11 MASSFAKTOR** und **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**
- Koordinatenumrechnungen vorher zurücksetzen

Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben.

Zyklusparameter

- **Q268 1. Bohrung: Mitte 1. Achse?** (absolut): Mittelpunkt der ersten Bohrung in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q269 1. Bohrung: Mitte 2. Achse?** (absolut): Mittelpunkt der ersten Bohrung in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q270 2. Bohrung: Mitte 1. Achse?** (absolut): Mittelpunkt der zweiten Bohrung in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q271 2. Bohrung: Mitte 2. Achse?** (absolut): Mittelpunkt der zweiten Bohrung in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q316 3. Bohrung: Mitte 1. Achse?** (absolut): Mittelpunkt der 3. Bohrung in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q317 3. Bohrung: Mitte 2. Achse?** (absolut): Mittelpunkt der 3. Bohrung in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q318 4. Bohrung: Mitte 1. Achse?** (absolut): Mittelpunkt der 4. Bohrung in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q319 4. Bohrung: Mitte 2. Achse?** (absolut): Mittelpunkt der 4. Bohrung in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q261 Meßhöhe in der Tastsystemachse?** (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystemachse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999



Beispiel

5 TCH PROBE 418 BZPKT 4 BOHRUNGEN	
Q268=+20	;1. MITTE 1. ACHSE
Q269=+25	;1. MITTE 2. ACHSE
Q270=+150	;2. MITTE 1. ACHSE
Q271=+25	;2. MITTE 2. ACHSE
Q316=+150	;3. MITTE 1. ACHSE
Q317=+85	;3. MITTE 2. ACHSE
Q318=+22	;4. MITTE 1. ACHSE
Q319=+80	;4. MITTE 2. ACHSE
Q261=-5	;MESSHOEHE
Q260=+10	;SICHERE HOEHE
Q305=12	;NR. IN TABELLE
Q331=+0	;BEZUGSPUNKT
Q332=+0	;BEZUGSPUNKT
Q303=+1	;MESSWERT-UEBERGABE
Q381=1	;ANTASTEN TS-ACHSE
Q382=+85	;1. KO. FUER TS-ACHSE
Q383=+50	;2. KO. FUER TS-ACHSE
Q384=+0	;3. KO. FUER TS-ACHSE
Q333=+0	;BEZUGSPUNKT

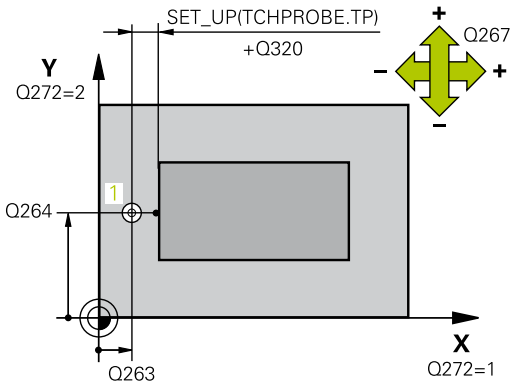
- **Q305 Nummer in Tabelle?**: Geben Sie die Zeilennummer der Bezugspunkttabelle/ Nullpunkttabelle an, in der die Steuerung Koordinaten des Schnittpunkts der Verbindungslinien speichert, Eingabebereich 0 bis 9999.
  Wenn **Q303 = 1** ist, dann beschreibt die Steuerung die Bezugspunkttabelle. Wenn eine Änderung im aktiven Bezugspunkt erfolgt, wird die Änderung sofort wirksam. Ansonsten erfolgt ein Eintrag in die jeweilige Zeile der Bezugspunkttabelle ohne automatische Aktivierung
  Wenn **Q303 = 0** ist, dann beschreibt die Steuerung die Nullpunkttabelle. Der Nullpunkt wird nicht automatisch aktiviert
- **Q331 Neuer Bezugspunkt Hauptachse?** (absolut): Koordinate in der Hauptachse, auf die die Steuerung den ermittelten Schnittpunkt der Verbindungslinien setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q332 Neuer Bezugspunkt Nebenachse?** (absolut): Koordinate in der Nebenachse, auf die die Steuerung den ermittelten Schnittpunkt der Verbindungslinien setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q303 Messwert-Übergabe (0,1)?**: Festlegen, ob der ermittelte Bezugspunkt in der Nullpunkttabelle oder in der Bezugspunkttabelle abgelegt werden soll:
  -1: Nicht verwenden! Wird von der Steuerung eingetragen, wenn alte NC-Programme eingelesen werden (siehe "Gemeinsamkeiten aller Tastsystemzyklen zum Bezugspunktsetzen", Seite 408)
  0: Ermittelten Bezugspunkt in die aktive Nullpunkttabelle schreiben. Bezugssystem ist das aktive Werkstück-Koordinatensystem
  1: Ermittelten Bezugspunkt in die Bezugspunkttabelle schreiben. Bezugssystem ist das Maschinen-Koordinatensystem (REF-System)
- **Q381 Antasten in TS-Achse? (0/1)**: Festlegen, ob die Steuerung auch den Bezugspunkt in der Tastsystemachse setzen soll:
  0: Bezugspunkt in der Tastsystemachse nicht setzen
  1: Bezugspunkt in der Tastsystemachse setzen

- **Q382 Tasten TS-Achse: Koor. 1. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q383 Tasten TS-Achse: Koor. 2. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q384 Tasten TS-Achse: Koor. 3. Achse?** (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Tastsystemachse, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q333 Neuer Bezugspunkt TS-Achse?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, auf die die Steuerung den Bezugspunkt setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

15.13 BEZUGSPUNKT EINZELNE ACHSE (Zyklus 419, DIN/ISO: G419, Software-Option 17)

Zyklusablauf

Der Tastsystemzyklus 419 misst eine beliebige Koordinate in einer wählbaren Achse und setzt diese Koordinate als Bezugspunkt. Wahlweise kann die Steuerung die gemessene Koordinate auch in eine Nullpunkttabelle oder Bezugspunkttabelle schreiben.



1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik (siehe "Tastsystemzyklen abarbeiten", Seite 355) zum programmierten Antastpunkt **1**. Die Steuerung versetzt dabei das Tastsystem um den Sicherheits-Abstand entgegen der programmierten Antastrichtung
2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und erfasst durch einfaches Antasten die Ist-Position
3 Abschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und verarbeitet den ermittelten Bezugspunkt in Abhängigkeit der Zyklusparameter Q303 und Q305 (siehe "Gemeinsamkeiten aller Tastsystemzyklen zum Bezugspunktsetzen", Seite 408)

Beim Programmieren beachten!

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

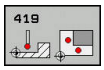
Bei Ausführung der Tastsystemzyklen 400 bis 499 dürfen keine Zyklen zur Koordinatenumrechnung aktiv sein.

- Folgende Zyklen nicht vor der Verwendung von Tastsystemzyklen aktivieren: Zyklus **7 NULLPUNKT**,Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **10 DREHUNG**,Zyklus **11 MASSFAKTOR** und **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**
- Koordinatenumrechnungen vorher zurücksetzen

Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben.

Wenn Sie den Bezugspunkt in mehreren Achsen in der Bezugspunkttabelle speichern möchten, können Sie Zyklus 419 mehrfach hintereinander verwenden. Dafür müssen Sie jedoch die Bezugspunktnummer nach jeder Ausführung von Zyklus 419 erneut aktivieren. Wenn Sie mit Bezugspunkt 0 als aktiven Bezugsunkt arbeiten, entfällt dieser Vorgang.

Zyklusparameter

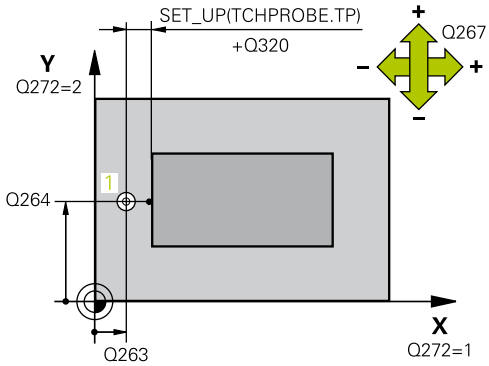


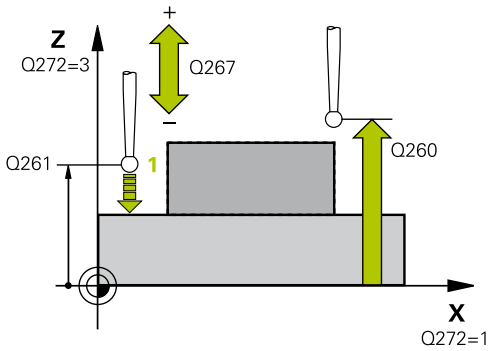
- **Q263 1. Meßpunkt 1. Achse?** (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q264 1. Meßpunkt 2. Achse?** (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q261 Meßhöhe in der Tastsystemachse?** (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystemachse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental) Definieren Sie einen zusätzlichen Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q272 Meßachse (1...3: 1=Hauptachse)?**: Achse, in der die Messung erfolgen soll:
  1: Hauptachse = Messachse
  2: Nebenachse = Messachse
  3: Tastsystemachse = Messachse

Achszuordnungen

Aktive Tastsystemachse: Q272 = 3	Zugehörige Hauptachse: Q272 = 1	Zugehörige Nebenachse: Q272 = 2
Z	X	Y
Y	Z	X
X	Y	Z

- **Q267 Verfahrrichtung 1 (+1=+ / -1=-)?**: Richtung, in der das Tastsystem auf das Werkstück zufahren soll:
  -1: Verfahrrichtung negativ
  +1: Verfahrrichtung positiv



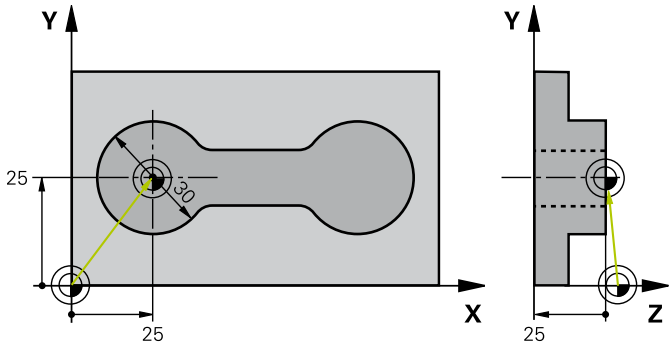


Beispiel

5 TCH PROBE 419 BZPKT EINZELNE ACHSE	
Q263=+25	;1. PUNKT 1. ACHSE
Q264=+25	;1. PUNKT 2. ACHSE
Q261=+25	;MESSHOEHE
Q320=0	;SICHERHEITS-ABST.
Q260=+50	;SICHERE HOEHE
Q272=+1	;MESSACHSE
Q267=+1	;VERFAHRRICHTUNG
Q305=0	;NR. IN TABELLE
Q333=+0	;BEZUGSPUNKT
Q303=+1	;MESSWERT-UEBERGABE

- **Q305 Nummer in Tabelle?**: Geben Sie die Zeilennummer der Bezugspunkttabelle/ Nullpunkttabelle an, in der die Steuerung die Koordinaten speichert, Eingabebereich 0 bis 9999.
  Wenn **Q303 = 1** ist, dann beschreibt die Steuerung die Bezugspunkttabelle. Wenn eine Änderung im aktiven Bezugspunkt erfolgt, wird die Änderung sofort wirksam. Ansonsten erfolgt ein Eintrag in die jeweilige Zeile der Bezugspunkttabelle ohne automatische Aktivierung
  Wenn **Q303 = 0** ist, dann beschreibt die Steuerung die Nullpunkttabelle. Der Nullpunkt wird nicht automatisch aktiviert
- **Q333 Neuer Bezugspunkt TS-Achse?** (absolut): Koordinate, auf die die Steuerung den Bezugspunkt setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q303 Messwert-Übergabe (0,1)?**: Festlegen, ob der ermittelte Bezugspunkt in der Nullpunkttabelle oder in der Bezugspunkttabelle abgelegt werden soll:
  -1: Nicht verwenden! Wird von der Steuerung eingetragen, wenn alte NC-Programme eingelesen werden (siehe "Gemeinsamkeiten aller Tastsystemzyklen zum Bezugspunktsetzen", Seite 408)
  0: Ermittelten Bezugspunkt in die aktive Nullpunkttabelle schreiben. Bezugssystem ist das aktive Werkstück-Koordinatensystem
  1: Ermittelten Bezugspunkt in die Bezugspunkttabelle schreiben. Bezugssystem ist das Maschinen-Koordinatensystem (REF-System)

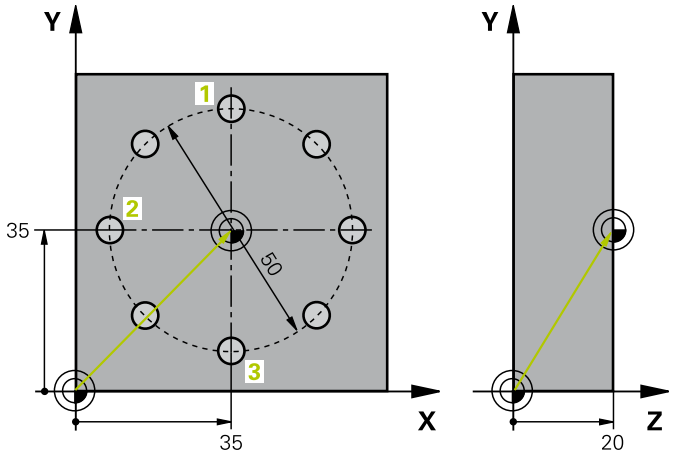
15.14 Beispiel: Bezugspunktsetzen Mitte Kreissegment und Werkstück-Oberkante



0 BEGIN PGM CYC413 MM		
1 TOOL CALL 69 Z		
2 TCH PROBE 413 BZPKT KREIS AUSSEN		
Q321=+25	;MITTE 1. ACHSE	Mittelpunkt des Kreises: X-Koordinate
Q322=+25	;MITTE 2. ACHSE	Mittelpunkt des Kreises: Y-Koordinate
Q262=30	;SOLL-DURCHMESSER	Durchmesser des Kreises
Q325=+90	;STARTWINKEL	Polarkoordinaten-Winkel für 1. Antastpunkt
Q247=+45	;WINKELSCHRITT	Winkelschritt zur Berechnung der Antastpunkte 2 bis 4
Q261=-5	;MESSHOEHE	Koordinate in der Tastsystemachse, auf der die Messung erfolgt
Q320=2	;SICHERHEITS-ABST.	Sicherheits-Abstand zusätzlich zur Spalte SET_UP
Q260=+10	;SICHERE HOEHE	Höhe, auf der das Tastsystemachse ohne Kollision verfahren kann
Q301=0	;FAHREN AUF S. HOEHE	Zwischen den Messpunkten nicht auf sichere Höhe fahren
Q305=0	;NR. IN TABELLE	Anzeige setzen
Q331=+0	;BEZUGSPUNKT	Anzeige in X auf 0 setzen
Q332=+10	;BEZUGSPUNKT	Anzeige in Y auf 10 setzen
Q303=+0	;MESSWERT-UEBERGABE	Ohne Funktion, da Anzeige gesetzt werden soll
Q381=1	;ANTASTEN TS-ACHSE	Auch Bezugspunkt in der TS-Achse setzen
Q382=+25	;1. KO. FUER TS-ACHSE	X-Koordinate Antastpunkt
Q383=+25	;2. KO. FUER TS-ACHSE	Y-Koordinate Antastpunkt
Q384=+25	;3. KO. FUER TS-ACHSE	Z-Koordinate Antastpunkt
Q333=+0	;BEZUGSPUNKT	Anzeige in Z auf 0 setzen
Q423=4	;ANZAHL ANTASTUNGEN	Kreis mit 4 Antastungen vermessen
Q365=0	;VERFAHRART	Zwischen den Messpunkten auf Kreisbahn verfahren
3 CALL PGM 35K47		Bearbeitungsprogramm aufrufen
4 END PGM CYC413 MM		

15.15 Beispiel: Bezugspunktsetzen Werkstück-Oberkante und Mitte Lochkreis

Der gemessene Lochkreis-Mittelpunkt soll zur späteren Verwendung in eine Bezugspunkttabelle geschrieben werden.



0 BEGIN PGM CYC416 MM	
1 TOOL CALL 69 Z	
2 TCH POBE 417 BZPKT TS.-ACHSE	Zyklusdefinition zum Bezugspunktsetzen in der Tastsystemachse
Q263=+7,5 ;1. PUNKT 1. ACHSE	Antastpunkt: X-Koordinate
Q264=+7,5 ;1. PUNKT 2. ACHSE	Antastpunkt: Y-Koordinate
Q294=+25 ;1. PUNKT 3. ACHSE	Antastpunkt: Z-Koordinate
Q320=0 ;SICHERHEITS-ABST.	Sicherheits-Abstand zusätzlich zur Spalte SET_UP
Q260=+50 ;SICHERE HOEHE	Höhe, auf der das Tastsystemachse ohne Kollision verfahren kann
Q305=1 ;NR. IN TABELLE	Z-Koordinate in Zeile 1 schreiben
Q333=+0 ;BEZUGSPUNKT	Tastsystemachse 0 setzen
Q303=+1 ;MESSWERT-UEBERGABE	Berechneten Bezugspunkt bezogen auf das maschinenfeste Koordinatensystem (REF-System) in der Bezugspunkttabelle PRESET.PR speichern
3 TCH PROBE 416 BZPKT LOCHKREISMITTE	
Q273=+35 ;MITTE 1. ACHSE	Mittelpunkt des Lochkreises: X-Koordinate
Q274=+35 ;MITTE 2. ACHSE	Mittelpunkt des Lochkreises: Y-Koordinate
Q262=50 ;SOLL-DURCHMESSER	Durchmesser des Lochkreises
Q291=+90 ;WINKEL 1. BOHRUNG	Polarkoordinaten-Winkel für 1. Bohrungsmittelpunkt 1
Q292=+180 ;WINKEL 2. BOHRUNG	Polarkoordinaten-Winkel für 2. Bohrungsmittelpunkt 2
Q293=+270 ;WINKEL 3. BOHRUNG	Polarkoordinaten-Winkel für 3. Bohrungsmittelpunkt 3
Q261=+15 ;MESSHOEHE	Koordinate in der Tastsystemachse, auf der die Messung erfolgt
Q260=+10 ;SICHERE HOEHE	Höhe, auf der das Tastsystemachse ohne Kollision verfahren kann
Q305=1 ;NR. IN TABELLE	Lochkreismitte (X und Y) in Zeile 1 schreiben
Q331=+0 ;BEZUGSPUNKT	
Q332=+0 ;BEZUGSPUNKT	

Q303=+1 ;MESSWERT-UEBERGABE	Berechneten Bezugspunkt bezogen auf das maschinenfeste Koordinatensystem (REF-System) in der Bezugspunkttabelle PRESET.PR speichern
Q381=0 ;ANTASTEN TS-ACHSE	Keinen Bezugspunkt in der TS-Achse setzen
Q382=+0 ;1. KO. FUER TS-ACHSE	Ohne Funktion
Q383=+0 ;2. KO. FUER TS-ACHSE	Ohne Funktion
Q384=+0 ;3. KO. FUER TS-ACHSE	Ohne Funktion
Q333=+0 ;BEZUGSPUNKT	Ohne Funktion
Q320=0 ;SICHERHEITS-ABST..	Sicherheits-Abstand zusätzlich zur Spalte SET_UP
4 CYCL DEF 247 BEZUGSPUNKT SETZEN	Neuen Bezugspunkt mit Zyklus 247 aktivieren
Q339=1 ;BEZUGSPUNKT-NUMMER	
6 CALL PGM 35KLZ	Bearbeitungsprogramm aufrufen
7 END PGM CYC416 MM	

16

Tastsystem-zyklen: Werkstücke automatisch kontrollieren

16.1 Grundlagen

Übersicht

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

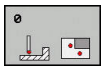
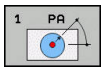
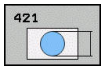
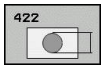
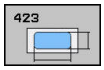
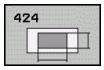
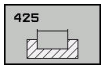
Bei Ausführung der Tastsystemzyklen 400 bis 499 dürfen keine Zyklen zur Koordinatenumrechnung aktiv sein.

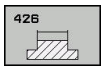
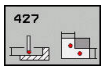
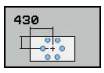
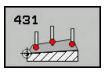
- Folgende Zyklen nicht vor der Verwendung von Tastsystemzyklen aktivieren: Zyklus **7 NULLPUNKT**,Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **10 DREHUNG**,Zyklus **11 MASSFAKTOR** und **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**
- Koordinatenumrechnungen vorher zurücksetzen

Die Steuerung muss vom Maschinenhersteller für den Einsatz des 3D-Tastsystemens vorbereitet sein.

HEIDENHAIN übernimmt die Gewährleistung für die Funktion der Tastsystemzyklen nur dann, wenn HEIDENHAIN-Tastsysteme eingesetzt werden.

Die Steuerung stellt zwölf Zyklen zur Verfügung, mit denen Sie Werkstücke automatisch vermessen können:

Softkey	Zyklus	Seite
	0 BEZUGSEBENE Messen einer Koordinate in einer wählbaren Achse	472
	1 BEZUGSEBENE POLAR Messen eines Punktes, Antastrichtung über Winkel	473
	420 MESSEN WINKEL Winkel in der Bearbeitungsebene messen	474
	421 MESSEN BOHRUNG Lage und Durchmesser einer Bohrung messen	477
	422 MESSEN KREIS AUSSEN Lage und Durchmesser eines kreisförmigen Zapfens messen	482
	423 MESSEN RECHTECK INNEN Lage, Länge und Breite einer Rechtecktasche messen	487
	424 MESSEN RECHTECK AUSSEN Lage, Länge und Breite eines Rechteckzapfens messen	490
	425 MESSEN BREITE INNEN (2. Softkey-Ebene) Nutbreite innen messen	493

Softkey	Zyklus	Seite
	426 MESSEN STEG AUSSEN (2. Softkey-Ebene) Steg außen messen	496
	427 MESSEN KOORDINATE (2. Softkey-Ebene) Beliebige Koordinate in wählbarer Achse messen	499
	430 MESSEN LOCHKREIS (2. Softkey-Ebene) Lochkreis-Lage und -Durchmesser messen	502
	431 MESSEN EBENE (2. Softkey-Ebene) A- und B-Achsenwinkel einer Ebene messen	505

Messergebnisse protokollieren

Zu allen Zyklen, mit denen Sie Werkstücke automatisch vermessen können (Ausnahmen: Zyklus 0 und 1), können Sie von der Steuerung ein Messprotokoll erstellen lassen. Im jeweiligen Antastzyklus können Sie definieren, ob die Steuerung

- das Messprotokoll in einer Datei speichern soll
- das Messprotokoll auf den Bildschirm ausgeben und den Programmlauf unterbrechen soll
- kein Messprotokoll erzeugen soll

Sofern Sie das Messprotokoll in einer Datei ablegen wollen, speichert die Steuerung die Daten standardmäßig als ASCII-Datei ab. Als Speicherort wählt die Steuerung das Verzeichnis, welches auch das zugehörige NC-Programm beinhaltet.

> Benutzen Sie die HEIDENHAIN Datenübertragungs-Software TNCremo, wenn Sie das Messprotokoll über die Datenschnittstelle ausgeben wollen.

Beispiel: Protokolldatei für Antastzyklus 421:

Messprotokoll Antastzyklus 421 Bohrung messen

Datum: 30-06-2005
Uhrzeit: 6:55:04
Messprogramm: TNC:\GEH35712\CHECK1.H

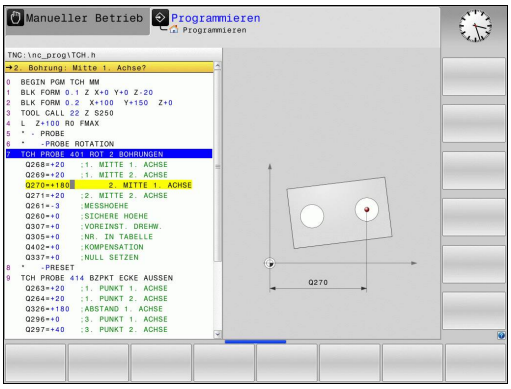
Sollwerte:	
Mitte Hauptachse:	50.0000
Mitte Nebenachse:	65.0000
Durchmesser:	12.0000
Vorgegebene Grenzwerte:	
Größtmaß Mitte Hauptachse:	50.1000
Kleinstmaß Mitte Hauptachse:	49.9000
Größtmaß Mitte Nebenachse:	65.1000
Kleinstmaß Mitte Nebenachse:	64.9000
Größtmaß Bohrung:	12.0450
Kleinstmaß Bohrung:	12.0000
Istwerte:	
Mitte Hauptachse:	50.0810
Mitte Nebenachse:	64.9530
Durchmesser:	12.0259
Abweichungen:	
Mitte Hauptachse:	0.0810
Mitte Nebenachse:	-0.0470
Durchmesser:	0.0259
Weitere Messergebnisse: Messhöhe:	-5.0000

Messprotokoll-Ende

Messergebnisse in Q-Parametern

Die Messergebnisse des jeweiligen Antastzyklus legt die Steuerung in den global wirksamen Q-Parametern Q150 bis Q160 ab. Abweichungen vom Sollwert sind in den Parametern Q161 bis Q166 gespeichert. Beachten Sie die Tabelle der Ergebnisparameter, die bei jeder Zyklusbeschreibung mit aufgeführt ist.

Zusätzlich zeigt die Steuerung bei der Zyklusdefinition im Hilfsbild des jeweiligen Zyklus die Ergebnisparameter mit an (siehe Bild rechts oben). Dabei gehört der hell hinterlegte Ergebnisparameter zum jeweiligen Eingabeparameter.



Status der Messung

Bei einigen Zyklen können Sie über die global wirksamen Q-Parameter Q180 bis Q182 den Status der Messung abfragen.

Mess-Status	Parameterwert
Messwerte liegen innerhalb der Toleranz	Q180 = 1
Nacharbeit erforderlich	Q181 = 1
Ausschuss	Q182 = 1

Die Steuerung setzt den Nacharbeits- oder Ausschussmerker, sobald einer der Messwerte außerhalb der Toleranz liegt. Um festzustellen, welches Messergebnis außerhalb der Toleranz liegt, beachten Sie zusätzlich das Messprotokoll, oder prüfen Sie die jeweiligen Messergebnisse (Q150 bis Q160) auf ihre Grenzwerte.

Beim Zyklus 427 geht die Steuerung standardmäßig davon aus, dass Sie ein Außenmaß (Zapfen) vermessen. Durch entsprechende Wahl von Größt- und Kleinstmaß in Verbindung mit der Antastrichtung können Sie den Status der Messung jedoch richtigstellen.

> Die Steuerung setzt die Status-Merker auch dann, wenn Sie keine Toleranzwerte oder Größt-/ bzw. Kleinstmaße eingegeben haben.

Toleranzüberwachung

Bei den meisten Zyklen zur Werkstückkontrolle können Sie von der Steuerung eine Toleranzüberwachung durchführen lassen. Dazu müssen Sie bei der Zyklusdefinition die erforderlichen Grenzwerte definieren. Wenn Sie keine Toleranzüberwachung durchführen wollen, geben Sie diese Parameter mit 0 ein (= voreingestellter Wert).

Werkzeugüberwachung

Bei einigen Zyklen zur Werkstückkontrolle können Sie von der Steuerung eine Werkzeugüberwachung durchführen lassen. Die Steuerung überwacht dann, ob

- aufgrund der Abweichungen vom Sollwert (Werte in Q16x) der Werkzeugradius korrigiert werden soll
- die Abweichungen vom Sollwert (Werte in Q16x) größer als die Bruchtoleranz des Werkzeugs ist

Werkzeug korrigieren

Funktion arbeitet nur

- bei aktiver Werkzeugtabelle
- wenn Sie die Werkzeugüberwachung im Zyklus einschalten: **Q330** ungleich 0 oder einen Werkzeugnamen eingeben. Die Eingabe des Werkzeugnamens wählen Sie per Softkey. Die Steuerung zeigt das rechte Hochkomma nicht mehr an.

Wenn Sie mehrere Korrekturmessungen durchführen, dann addiert die Steuerung die jeweils gemessene Abweichung auf den in der Werkzeugtabelle bereits gespeicherten Wert.

Fräswerkzeug: Wenn Sie im Parameter Q330 auf ein Fräswerkzeug verweisen, dann werden die entsprechenden Werte folgendermaßen korrigiert: Die Steuerung korrigiert den Werkzeugradius in der Spalte DR der Werkzeugtabelle grundsätzlich immer, auch wenn die gemessene Abweichung innerhalb der vorgegebenen Toleranz liegt. Ob Sie nacharbeiten müssen, können Sie in Ihrem NC-Programm über den Parameter Q181 abfragen (Q181=1: Nacharbeit erforderlich).

Werkzeug-Bruchüberwachung

Funktion arbeitet nur

- bei aktiver Werkzeugtabelle
- wenn Sie die Werkzeugüberwachung im Zyklus einschalten (Q330 ungleich 0 eingeben)
- wenn für die eingegebene Werkzeugnummer in der Tabelle die Bruchtoleranz RBREAK größer 0 eingegeben ist

Weitere Informationen: Benutzerhandbuch Einrichten, NC-Programme testen und abarbeiten

Die Steuerung gibt eine Fehlermeldung aus und stoppt den Programmlauf, wenn die gemessene Abweichung größer als die Bruchtoleranz des Werkzeugs ist. Gleichzeitig sperrt sie das Werkzeug in der Werkzeugtabelle (Spalte TL = L).

Bezugssystem für Messergebnisse

Die Steuerung gibt alle Messergebnisse in die Ergebnisparameter und in die Protokolldatei im aktiven - also ggf. im verschobenen oder/und gedrehten/geschwenkten - Koordinatensystem aus.

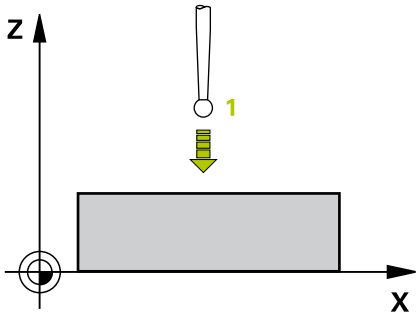
16.2 BEZUGSEBENE (Zyklus 0, DIN/ISO: G55, Software-Option 17)

Zyklusablauf

1 Das Tastsystem fährt in einer 3D-Bewegung im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) die im Zyklus programmierte Vorposition **1** an

2 Anschließend führt das Tastsystem den Antastvorgang mit Antastvorschub (Spalte **F**) durch. Die Antastrichtung ist im Zyklus festzulegen

3 Nachdem die Steuerung die Position erfasst hat, fährt das Tastsystem zurück auf den Startpunkt des Antast-Vorgangs und speichert die gemessene Koordinate in einem Q-Parameter ab. Zusätzlich speichert die Steuerung die Koordinaten der Position, an der sich das Tastsystem zum Zeitpunkt des Schaltsignals befindet, in den Parametern Q115 bis Q119 ab. Für die Werte in diesen Parametern berücksichtigt die Steuerung Taststiftlänge und -radius nicht



Beim Programmieren beachten!

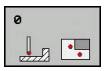
HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Die Steuerung bewegt das Tastsystem in einer 3-dimensionalen Bewegung im Eilgang auf die im Zyklus programmierte Vorposition. Je nach Position auf der sich das Werkzeug vorher befindet, besteht Kollisionsgefahr!

- So vorpositionieren, dass keine Kollision beim Anfahren der programmierten Vorposition entsteht

Zyklusparameter



- **Parameter-Nr. für Ergebnis?**: Nummer des Q-Parameters eingeben, dem der Wert der Koordinate zugewiesen wird. Eingabebereich 0 bis 1999
- **Antast-Achse / Antast-Richtung?**: Antastachse mit Achstaste oder über die Alphatastatur und Vorzeichen für Antastrichtung eingeben. Mit Taste **ENT** bestätigen. Eingabebereich alle NC-Achsen
- **Positions-Sollwert?**: Über die Achstasten oder über die Alphatastatur alle Koordinaten für das Vorpositionieren des Tastsystems eingeben. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- Eingabe abschließen: Taste **ENT** drücken

Beispiel

```
67 TCH PROBE 0.0  BEZUGSEBENE Q5 X-
68 TCH PROBE 0.1  X+5 Y+0 Z-5
```

16.3 BEZUGSEBENE Polar (Zyklus 1, Software-Option 17)

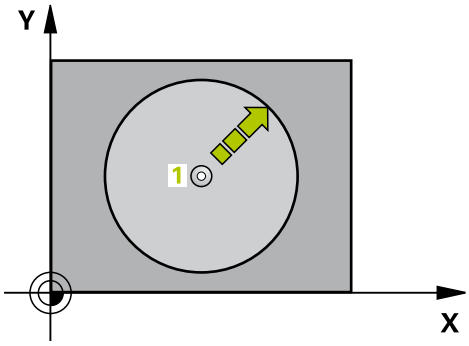
Zyklusablauf

Der Tastsystemzyklus 1 ermittelt in einer beliebigen Antastrichtung eine beliebige Position am Werkstück.

1 Das Tastsystem fährt in einer 3D-Bewegung im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) die im Zyklus programmierte Vorposition **1** an

2 Anschließend führt das Tastsystem den Antastvorgang mit Antastvorschub (Spalte **F**) durch. Beim Antastvorgang verfährt die Steuerung gleichzeitig in 2 Achsen (abhängig vom Antastwinkel) Die Antastrichtung ist über Polarwinkel im Zyklus festzulegen

3 Nachdem die Steuerung die Position erfasst hat, fährt das Tastsystem zurück auf den Startpunkt des Antastvorgangs. Die Koordinaten der Position, an der sich das Tastsystem zum Zeitpunkt des Schaltsignals befindet, speichert die Steuerung in den Parametern Q115 bis Q119.



Beim Programmieren beachten!

HINWEIS

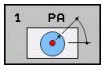
Achtung Kollisionsgefahr!

Die Steuerung bewegt das Tastsystem in einer 3-dimensionalen Bewegung im Eilgang auf die im Zyklus programmierte Vorposition. Je nach Position auf der sich das Werkzeug vorher befindet, besteht Kollisionsgefahr!

- So vorpositionieren, dass keine Kollision beim Anfahren der programmierten Vorposition entsteht

Die im Zyklus definierte Antast-Achse legt die Tastebene fest:
Antast-Achse X: X/Y-Ebene
Antast-Achse Y: Y/Z-Ebene
Antast-Achse Z: Z/X-Ebene

Zyklusparameter



- **Antast-Achse?**: Antastachse mit Achstaste oder über die Alphatastatur eingeben. Mit Taste **ENT** bestätigen. Eingabebereich **X**, **Y** oder **Z**
- **Antast-Winkel?**: Winkel bezogen auf die Antastachse, in der das Tastsystem verfahren soll. Eingabebereich -180,0000 bis 180,0000
- **Positions-Sollwert?**: Über die Achstasten oder über die Alphatastatur alle Koordinaten für das Vorpositionieren des Tastsystems eingeben. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- Eingabe abschließen: Taste **ENT** drücken

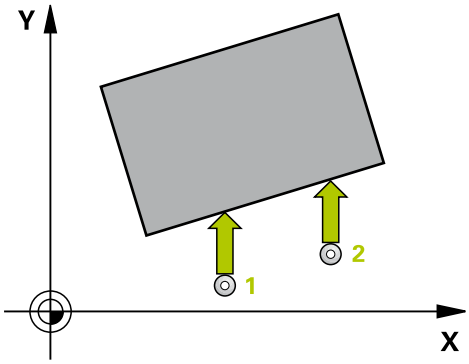
Beispiel

```
67 TCH PROBE 1.0  BEZUGSPUNKT
   POLAR
68 TCH PROBE 1.1  X WINKEL: +30
69 TCH PROBE 1.2  X+5 Y+0 Z-5
```

16.4 MESSEN WINKEL (Zyklus 420, DIN/ISO: G420, Software-Option 17)

Zyklusablauf

Der Tastsystemzyklus 420 ermittelt den Winkel, den eine beliebige Gerade mit der Hauptachse der Bearbeitungsebene einschließt.



1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik (siehe "Tastsystemzyklen abarbeiten", Seite 355) zum programmierten Antastpunkt **1**. Die Summe aus Q320, **SET_UP** und dem Tastkugelradius wird beim Antasten in jede Antastrichtung berücksichtigt. Die Tastkugelmitte ist um diese Summe vom Antastpunkt entgegen der Antastrichtung versetzt, wenn die Antastbewegung gestartet wird

2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antastvorgang mit Antastvorschub (Spalte **F**) durch

3 Danach fährt das Tastsystem zum nächsten Antastpunkt **2** und führt den zweiten Antastvorgang durch

4 Die Steuerung positioniert das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und speichert den ermittelten Winkel in folgendem Q-Parameter:

Parameternummer	Bedeutung
Q150	Gemessener Winkel bezogen auf die Hauptachse der Bearbeitungsebene

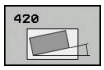
Beim Programmieren beachten!

Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben.

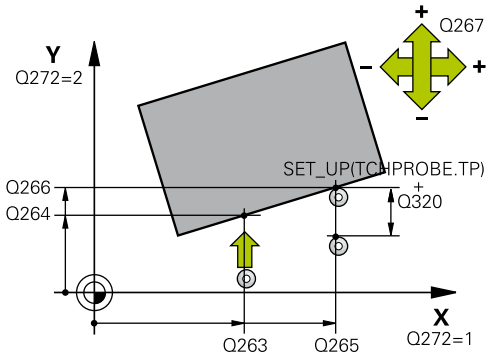
Wenn Tastsystemachse = Messachse definiert ist, können Sie den Winkel in Richtung der A-Achse oder B-Achse messen:

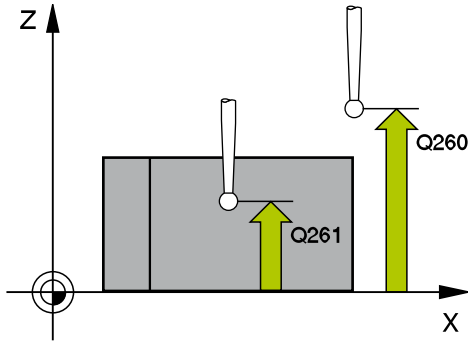
- Wenn der Winkel in Richtung der A-Achse gemessen werden soll, dann **Q263** gleich **Q265** wählen und **Q264** ungleich **Q266**
- Wenn Winkel in Richtung der B-Achse gemessen werden soll, dann **Q263** ungleich **Q265** wählen und **Q264** gleich **Q266**

Zyklusparameter



- **Q263 1. Meßpunkt 1. Achse?** (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q264 1. Meßpunkt 2. Achse?** (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q265 2. Meßpunkt 1. Achse?** (absolut): Koordinate des zweiten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q266 2. Meßpunkt 2. Achse?** (absolut): Koordinate des zweiten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q272 Meßachse (1...3: 1=Hauptachse)?**: Achse, in der die Messung erfolgen soll:
  1: Hauptachse = Messachse
  2: Nebenachse = Messachse
  3: Tastsystemachse = Messachse
- **Q267 Verfahrrichtung 1 (+1=+ / -1=-)?**: Richtung, in der das Tastsystem auf das Werkstück zufahren soll:
  -1: Verfahrrichtung negativ
  +1: Verfahrrichtung positiv
- **Q261 Meßhöhe in der Tastsystemachse?** (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystemachse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Die Antastbewegung startet auch beim Antasten in der Werkzeugachsrichtung um die Summe aus **Q320**, **SET_UP** und dem Tastkugelradius versetzt. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999





Beispiel

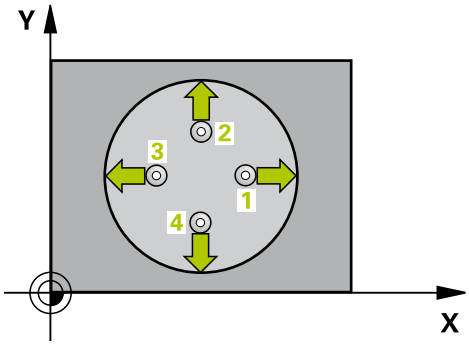
5 TCH PROBE 420 MESSEN WINKEL	
Q263=+10	;1. PUNKT 1. ACHSE
Q264=+10	;1. PUNKT 2. ACHSE
Q265=+15	;2. PUNKT 1. ACHSE
Q266=+95	;2. PUNKT 2. ACHSE
Q272=1	;MESSACHSE
Q267=-1	;VERFAHRRICHTUNG
Q261=-5	;MESSHOEHE
Q320=0	;SICHERHEITS-ABST.
Q260=+10	;SICHERE HOEHE
Q301=1	;FAHREN AUF S. HOEHE
Q281=1	;MESSPROTOKOLL

- **Q301 Fahren auf sichere Höhe (0/1)?**: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
- **Q281 Meßprotokoll (0/1/2)?**: Festlegen, ob die Steuerung ein Messprotokoll erstellen soll:
  0: Kein Messprotokoll erstellen
  1: Messprotokoll erstellen: Die Steuerung speichert die **Protokolldatei TCHPR420.TXT** im selben Ordner, in dem sich auch das zugehörige NC-Programm befindet.
  2: Programmlauf unterbrechen und Messprotokoll auf den Steuerungs-Bildschirm ausgeben
  (Sie können anschließend mit **NC-Start** das NC-Programm fortsetzen)

16.5 MESSEN BOHRUNG (Zyklus 421, DIN/ISO: G421, Software-Option 17)

Zyklusablauf

Der Tastsystemzyklus 421 ermittelt den Mittelpunkt und den Durchmesser einer Bohrung (Kreistasche). Wenn Sie die entsprechenden Toleranzwerte im Zyklus definieren, führt die Steuerung einen Soll-Istwertvergleich durch und legt die Abweichungen in Q-Parametern ab.



1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik (siehe "Tastsystemzyklen abarbeiten", Seite 355) zum Antastpunkt **1**. Die Steuerung berechnet die Antastpunkte aus den Angaben im Zyklus und dem Sicherheits-Abstand aus der Spalte SET_UP der Tastsystemtabelle
2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antastvorgang mit Antastvorschub (Spalte **F**) durch. Die Steuerung bestimmt die Antastrichtung automatisch in Abhängigkeit vom programmierten Startwinkel
3 Danach fährt das Tastsystem zirkular, entweder auf Messhöhe oder auf Sicherer Höhe, zum nächsten Antastpunkt **2** und führt dort den zweiten Antastvorgang durch
4 Die Steuerung positioniert das Tastsystem zum Antastpunkt **3** und danach zum Antastpunkt **4** und führt dort den dritten und vierten Antastvorgang durch
5 Abschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und speichert die Istwerte und die Abweichungen in folgenden Q-Parametern:

Parameternummer	Bedeutung
Q151	Istwert Mitte Hauptachse
Q152	Istwert Mitte Nebenachse
Q153	Istwert Durchmesser
Q161	Abweichung Mitte Hauptachse
Q162	Abweichung Mitte Nebenachse
Q163	Abweichung Durchmesser

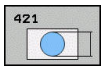
Beim Programmieren beachten!

Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben.

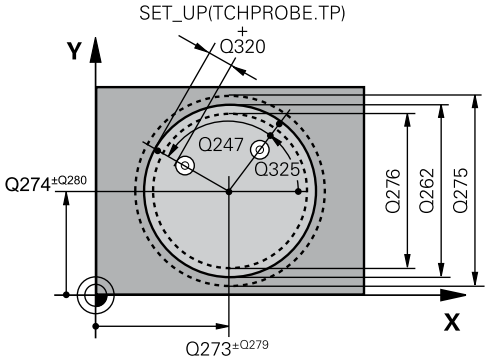
Je kleiner Sie den Winkelschritt programmieren, desto ungenauer berechnet die Steuerung die Bohrungsmaße. Kleinster Eingabwert: 5°.

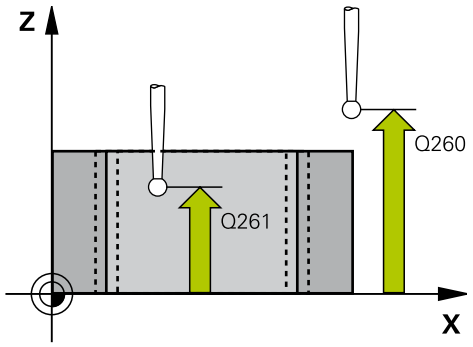
Die Parameter **Q498** und **Q531** haben bei diesem Zyklus keine Auswirkungen. Sie müssen keine Eingaben vornehmen. Diese Parameter wurden lediglich aus Gründen der Kompatibilität integriert. Wenn Sie beispielsweise ein Programm der Dreh-Fräs-Steuerung TNC 640 importieren, erhalten Sie keine Fehlermeldung.

Zyklusparameter



- **Q273 Mitte 1. Achse (Sollwert)?** (absolut): Mitte der Bohrung in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q274 Mitte 2. Achse (Sollwert)?** (absolut): Mitte der Bohrung in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q262 Soll-Durchmesser?**: Durchmesser der Bohrung eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q325 Startwinkel?** (absolut): Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und dem ersten Antastpunkt. Eingabebereich -360,000 bis 360,000
- **Q247 Winkelschritt?** (inkremental): Winkel zwischen zwei Messpunkten, das Vorzeichen des Winkelschritts legt die Drehrichtung fest (- = Uhrzeigersinn), mit der das Tastsystem zum nächsten Messpunkt fährt. Wenn Sie Kreisbögen vermessen wollen, dann programmieren Sie einen Winkelschritt kleiner 90°. Eingabebereich -120,000 bis 120,000
- **Q261 Meßhöhe in der Tastsystemachse?** (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystemachse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental) Definieren Sie einen zusätzlichen Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999





Beispiel

5 TCH PROBE 421 MESSEN BOHRUNG	
Q273=+50	;MITTE 1. ACHSE
Q274=+50	;MITTE 2. ACHSE
Q262=75	;SOLL-DURCHMESSER
Q325=+0	;STARTWINKEL
Q247=+60	;WINKELSCHRITT
Q261=-5	;MESSHOEHE
Q320=0	;SICHERHEITS-ABST.
Q260=+20	;SICHERE HOEHE
Q301=1	;FAHREN AUF S. HOEHE

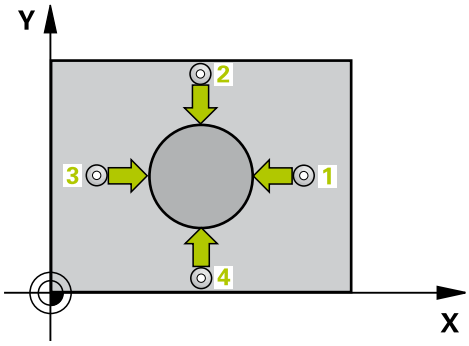
- **Q301 Fahren auf sichere Höhe (0/1)?**: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
- **Q275 Größtmaß Bohrung?**: größter erlaubter Durchmesser der Bohrung (Kreistasche). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q276 Kleinstmaß Bohrung?**: kleinster erlaubter Durchmesser der Bohrung (Kreistasche). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q279 Toleranzwert Mitte 1. Achse?**: erlaubte Lageabweichung in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q280 Toleranzwert Mitte 2. Achse?**: erlaubte Lageabweichung in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q281 Meßprotokoll (0/1/2)?**: Festlegen, ob die Steuerung ein Messprotokoll erstellen soll:
  0: Kein Messprotokoll erstellen
  1: Messprotokoll erstellen: Die Steuerung legt die **Protokolldatei TCHPR421.TXT** standardmäßig in dem Verzeichnis ab, in dem sich auch das zugehörige NC-Programm befindet.
  2: Programmlauf unterbrechen und Messprotokoll auf dem Steuerungs-Bildschirm ausgeben. NC-Programm mit **NC-Start** fortsetzen
- **Q309 PGM-Stopp bei Toleranzfehler?**: Festlegen, ob die Steuerung bei Toleranzüberschreitungen den Programmlauf unterbrechen und eine Fehlermeldung ausgeben soll:
  0: Programmlauf nicht unterbrechen, keine Fehlermeldung ausgeben
  1: Programmlauf unterbrechen, Fehlermeldung ausgeben

```
Q275=75,12;GROESSTMASS
Q276=74,95;KLEINSTMASS
Q279=0,1   ;TOLERANZ 1. MITTE
Q280=0,1   ;TOLERANZ 2. MITTE
Q281=1     ;MESSPROTOKOLL
Q309=0     ;PGM-STOP BEI FEHLER
Q330=0     ;WERKZEUG
Q423=4     ;ANZAHL ANTASTUNGEN
Q365=1     ;VERFAHRART
```

- **Q330 Werkzeug für Überwachung?**: Festlegen, ob die Steuerung eine Werkzeugüberwachung durchführen soll (siehe "Werkzeugüberwachung", Seite 470). Eingabebereich 0 bis 32767,9, alternativ Werkzeugname mit maximal 16 Zeichen
  0: Überwachung nicht aktiv
  >0: Nummer oder Name des Werkzeugs, mit dem die Steuerung die Bearbeitung ausgeführt hat. Sie haben die Möglichkeit, per Softkey direkt ein Werkzeug aus der Werkzeugtabelle zu übernehmen.
- **Q423 Anzahl Antastungen Ebene (4/3)?**: Festlegen, ob die Steuerung den Kreis mit 4 oder 3 Antastungen messen soll:
  4: 4 Messpunkte verwenden (Standardeinstellung)
  3: 3 Messpunkte verwenden
- **Q365 Verfahrart? Gerade=0/Kreis=1**: Festlegen, mit welcher Bahnfunktion das Werkzeug zwischen den Messpunkten verfahren soll, wenn Fahren auf sicherer Höhe (Q301=1) aktiv ist:
  0: zwischen den Bearbeitungen auf einer Geraden verfahren
  1: zwischen den Bearbeitungen zirkular auf dem Teilkreis-Durchmesser verfahren
- Die Parameter **Q498** und **Q531** haben bei diesem Zyklus keine Auswirkungen. Sie müssen keine Eingaben vornehmen. Diese Parameter wurden lediglich aus Gründen der Kompatibilität integriert. Wenn Sie beispielsweise ein Programm der Dreh-Fräs-Steuerung TNC 640 importieren, erhalten Sie keine Fehlermeldung.

16.6 MESSEN KREIS AUSSEN (Zyklus 422, DIN/ISO: G422, Software-Option 17)

Zyklusablauf



Der Tastsystemzyklus 422 ermittelt den Mittelpunkt und den Durchmesser eines Kreiszapfens. Wenn Sie die entsprechenden Toleranzwerte im Zyklus definieren, führt die Steuerung einen Soll-Istwertvergleich durch und legt die Abweichungen in Q-Parametern ab.

1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik (siehe "Tastsystemzyklen abarbeiten", Seite 355) zum Antastpunkt **1**. Die Steuerung berechnet die Antastpunkte aus den Angaben im Zyklus und dem Sicherheits-Abstand aus der Spalte **SET_UP** der Tastsystemtabelle
2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antastvorgang mit Antastvorschub (Spalte **F**) durch. Die Steuerung bestimmt die Antastrichtung automatisch in Abhängigkeit vom programmierten Startwinkel
3 Danach fährt das Tastsystem zirkular, entweder auf Messhöhe oder auf Sicherer Höhe, zum nächsten Antastpunkt **2** und führt dort den zweiten Antastvorgang durch
4 Die Steuerung positioniert das Tastsystem zum Antastpunkt **3** und danach zum Antastpunkt **4** und führt dort den dritten und vierten Antastvorgang durch
5 Abschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und speichert die Istwerte und die Abweichungen in folgenden Q-Parametern:

Parameternummer	Bedeutung
Q151	Istwert Mitte Hauptachse
Q152	Istwert Mitte Nebenachse
Q153	Istwert Durchmesser
Q161	Abweichung Mitte Hauptachse
Q162	Abweichung Mitte Nebenachse
Q163	Abweichung Durchmesser

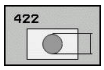
Beim Programmieren beachten!

Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben.

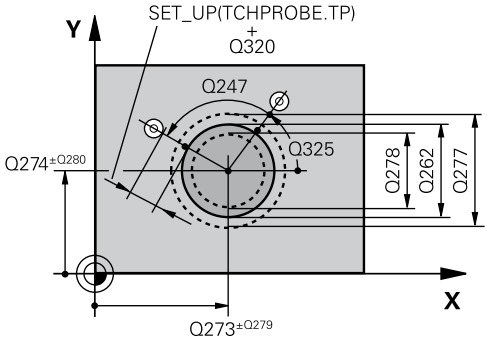
Je kleiner Sie den Winkelschritt programmieren, desto ungenauer berechnet die Steuerung die Zapfenmaße. Kleinster Eingabewert: 5°.

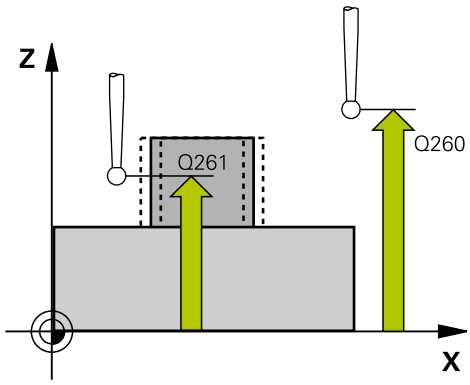
Die Parameter **Q498** und **Q531** haben bei diesem Zyklus keine Auswirkungen. Sie müssen keine Eingaben vornehmen. Diese Parameter wurden lediglich aus Gründen der Kompatibilität integriert. Wenn Sie beispielsweise ein Programm der Dreh-Fräs-Steuerung TNC 640 importieren, erhalten Sie keine Fehlermeldung.

Zyklusparameter



- **Q273 Mitte 1. Achse (Sollwert)?** (absolut): Mitte des Zapfens in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q274 Mitte 2. Achse (Sollwert)?** (absolut): Mitte des Zapfens in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q262 Soll-Durchmesser?**: Durchmesser des Zapfens eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q325 Startwinkel?** (absolut): Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und dem ersten Antastpunkt. Eingabebereich -360,000 bis 360,000
- **Q247 Winkelschritt?** (inkremental): Winkel zwischen zwei Messpunkten, das Vorzeichen des Winkelschritts legt die Bearbeitungsrichtung fest (- = Uhrzeigersinn). Wenn Sie Kreisbögen vermessen wollen, dann programmieren Sie einen Winkelschritt kleiner 90°. Eingabebereich -120,0000 bis 120,0000
- **Q261 Meßhöhe in der Tastsystemachse?** (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystemachse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental) Definieren Sie einen zusätzlichen Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q301 Fahren auf sichere Höhe (0/1)?**: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren





Beispiel

```
5 TCH PROBE 422  MESSEN KREIS
    AUSSEN
    Q273=+50   ;MITTE 1. ACHSE
    Q274=+50   ;MITTE 2. ACHSE
    Q262=75    ;SOLL-DURCHMESSER
    Q325=+90   ;STARTWINKEL
    Q247=+30   ;WINKELSCHRITT
    Q261=-5    ;MESSHOEHE
    Q320=0     ;SICHERHEITS-ABST.
    Q260=+10   ;SICHERE HOEHE
    Q301=0     ;FAHREN AUF S. HOEHE
    Q277=35,15;GROESSTMASS
    Q278=34,9  ;KLEINSTMASS
    Q279=0,05  ;TOLERANZ 1. MITTE
    Q280=0,05  ;TOLERANZ 2. MITTE
```

- **Q277 Größtmaß Zapfen?**: größter erlaubter Durchmesser des Zapfens. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q278 Kleinstmaß Zapfen?**: kleinster erlaubter Durchmesser des Zapfens. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q279 Toleranzwert Mitte 1. Achse?**: erlaubte Lageabweichung in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q280 Toleranzwert Mitte 2. Achse?**: erlaubte Lageabweichung in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q281 Meßprotokoll (0/1/2)?**: Festlegen, ob die Steuerung ein Messprotokoll erstellen soll:
  0: Kein Messprotokoll erstellen
  1: Messprotokoll erstellen: Die Steuerung speichert die **Protokolldatei TCHPR422.TXT** im selben Ordner, in dem sich auch das zugehörige NC-Programm befindet.
  2: Programmlauf unterbrechen und Messprotokoll auf dem Steuerungs-Bildschirm ausgeben. NC-Programm mit **NC-Start** fortsetzen
- **Q309 PGM-Stopp bei Toleranzfehler?**: Festlegen, ob die Steuerung bei Toleranzüberschreitungen den Programmlauf unterbrechen und eine Fehlermeldung ausgeben soll:
  0: Programmlauf nicht unterbrechen, keine Fehlermeldung ausgeben
  1: Programmlauf unterbrechen, Fehlermeldung ausgeben
- **Q330 Werkzeug für Überwachung?**: Festlegen, ob die Steuerung eine Werkzeugüberwachung durchführen soll (siehe "Werkzeugüberwachung", Seite 470). Eingabebereich 0 bis 32767,9, alternativ Werkzeugname mit maximal 16 Zeichen
  0: Überwachung nicht aktiv
  >0: Werkzeugnummer in der Werkzeugtabelle TOOL.T
- **Q423 Anzahl Antastungen Ebene (4/3)?**: Festlegen, ob die Steuerung den Kreis mit 4 oder 3 Antastungen messen soll:
  4: 4 Messpunkte verwenden (Standardeinstellung)
  3: 3 Messpunkte verwenden

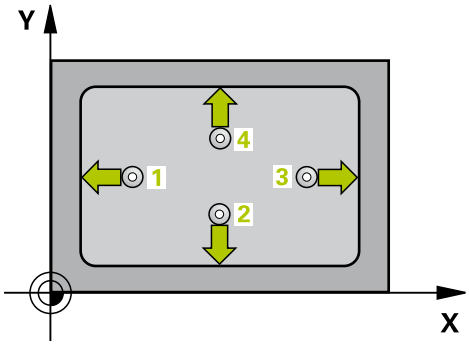
Q281=1	;MESSPROTOKOLL
Q309=0	;PGM-STOP BEI FEHLER
Q330=0	;WERKZEUG
Q423=4	;ANZAHL ANTASTUNGEN
Q365=1	;VERFAHRART

- **Q365 Verfahrart? Gerade=0/Kreis=1**: Festlegen, mit welcher Bahnfunktion das Werkzeug zwischen den Messpunkten verfahren soll, wenn Fahren auf sicherer Höhe (Q301=1) aktiv ist:
  0: zwischen den Bearbeitungen auf einer Geraden verfahren
  1: zwischen den Bearbeitungen zirkular auf dem Teilkreis-Durchmesser verfahren
- Die Parameter **Q498** und **Q531** haben bei diesem Zyklus keine Auswirkungen. Sie müssen keine Eingaben vornehmen. Diese Parameter wurden lediglich aus Gründen der Kompatibilität integriert. Wenn Sie beispielsweise ein Programm der Dreh-Fräs-Steuerung TNC 640 importieren, erhalten Sie keine Fehlermeldung.

16.7 MESSEN RECHTECK INNEN (Zyklus 423, DIN/ISO: G423, Software-Option 17)

Zyklusablauf

Der Tastsystemzyklus 423 ermittelt den Mittelpunkt sowie Länge und Breite einer Rechtecktasche. Wenn Sie die entsprechenden Toleranzwerte im Zyklus definieren, führt die Steuerung einen Soll-Istwertvergleich durch und legt die Abweichungen in Q-Parametern ab.



1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik (siehe "Tastsystemzyklen abarbeiten", Seite 355) zum Antastpunkt **1**. Die Steuerung berechnet die Antastpunkte aus den Angaben im Zyklus und dem Sicherheits-Abstand aus der Spalte **SET_UP** der Tastsystemtabelle
2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antastvorgang mit Antastvorschub (Spalte **F**) durch
3 Danach fährt das Tastsystem entweder achsparallel auf Messhöhe oder linear auf Sicherer Höhe zum nächsten Antastpunkt **2** und führt dort den zweiten Antastvorgang durch
4 Die Steuerung positioniert das Tastsystem zum Antastpunkt **3** und danach zum Antastpunkt **4** und führt dort den dritten und vierten Antastvorgang durch
5 Abschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und speichert die Istwerte und die Abweichungen in folgenden Q-Parametern:

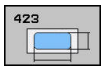
Parameternummer	Bedeutung
Q151	Istwert Mitte Hauptachse
Q152	Istwert Mitte Nebenachse
Q154	Istwert Seitenlänge Hauptachse
Q155	Istwert Seitenlänge Nebenachse
Q161	Abweichung Mitte Hauptachse
Q162	Abweichung Mitte Nebenachse
Q164	Abweichung Seitenlänge Hauptachse
Q165	Abweichung Seitenlänge Nebenachse

Beim Programmieren beachten!

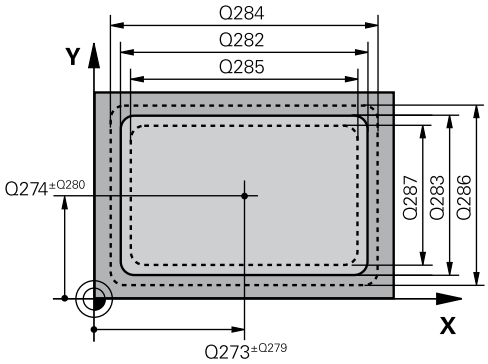
Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben.

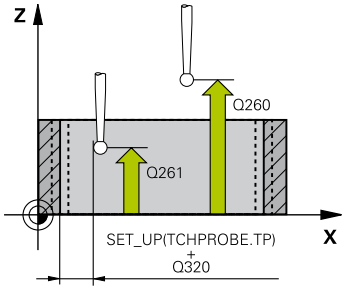
Wenn die Taschenmaße und der Sicherheitsabstand eine Vorpositionierung in die Nähe der Antastpunkte nicht erlauben, tastet die Steuerung immer ausgehend von der Taschenmitte an. Zwischen den vier Messpunkten fährt das Tastsystem dann nicht auf die Sichere Höhe.

Zyklusparameter



- **Q273 Mitte 1. Achse (Sollwert)?** (absolut): Mitte der Tasche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q274 Mitte 2. Achse (Sollwert)?** (absolut): Mitte der Tasche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q282 1. Seiten-Länge (Sollwert)?**: Länge der Tasche, parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q283 2. Seiten-Länge (Sollwert)?**: Länge der Tasche, parallel zur Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q261 Meßhöhe in der Tastsystemachse?** (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystemachse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental) Definieren Sie einen zusätzlichen Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q301 Fahren auf sichere Höhe (0/1)?**: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
- **Q284 Größtmaß 1. Seiten-Länge?**: größte erlaubte Länge der Tasche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q285 Kleinstmaß 1. Seiten-Länge?**: kleinste erlaubte Länge der Tasche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q286 Größtmaß 2. Seiten-Länge?**: größte erlaubte Breite der Tasche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999





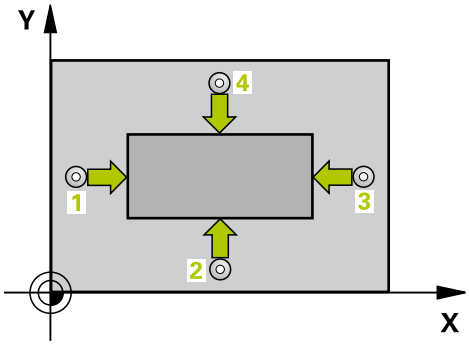
Beispiel

5 TCH PROBE 423 MESSEN RECHTECK INN.	
Q273=+50	;MITTE 1. ACHSE
Q274=+50	;MITTE 2. ACHSE
Q282=80	;1. SEITEN-LAENGE
Q283=60	;2. SEITEN-LAENGE
Q261=-5	;MESSHOEHE
Q320=0	;SICHERHEITS-ABST.
Q260=+10	;SICHERE HOEHE
Q301=1	;FAHREN AUF S. HOEHE
Q284=0	;GROESSTMASS 1. SEITE
Q285=0	;KLEINSTMASS 1. SEITE
Q286=0	;GROESSTMASS 2. SEITE
Q287=0	;KLEINSTMASS 2. SEITE
Q279=0	;TOLERANZ 1. MITTE
Q280=0	;TOLERANZ 2. MITTE
Q281=1	;MESSPROTOKOLL
Q309=0	;PGM-STOP BEI FEHLER
Q330=0	;WERKZEUG

- **Q287 Kleinstmaß 2. Seiten-Länge?**: kleinste erlaubte Breite der Tasche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q279 Toleranzwert Mitte 1. Achse?**: erlaubte Lageabweichung in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q280 Toleranzwert Mitte 2. Achse?**: erlaubte Lageabweichung in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q281 Meßprotokoll (0/1/2)?**: Festlegen, ob die Steuerung ein Messprotokoll erstellen soll:
  0: Kein Messprotokoll erstellen
  1: Messprotokoll erstellen: Die Steuerung speichert die **Protokolldatei TCHPR423.TXT** im selben Ordner, in dem sich auch das zugehörige NC-Programm befindet.
  2: Programmlauf unterbrechen und Messprotokoll auf dem Steuerungs-Bildschirm ausgeben. NC-Programm mit **NC-Start** fortsetzen
- **Q309 PGM-Stopp bei Toleranzfehler?**: Festlegen, ob die Steuerung bei Toleranzüberschreitungen den Programmlauf unterbrechen und eine Fehlermeldung ausgeben soll:
  0: Programmlauf nicht unterbrechen, keine Fehlermeldung ausgeben
  1: Programmlauf unterbrechen, Fehlermeldung ausgeben
- **Q330 Werkzeug für Überwachung?**: Festlegen, ob die Steuerung eine Werkzeugüberwachung durchführen soll (siehe "Werkzeugüberwachung", Seite 470). Eingabebereich 0 bis 32767,9, alternativ Werkzeugname mit maximal 16 Zeichen
  0: Überwachung nicht aktiv
  >0: Werkzeugnummer in der Werkzeugtabelle TOOL.T

16.8 MESSEN RECHTECK AUSSEN (Zyklus 424, DIN/ISO: G424, Software-Option 17)

Zyklusablauf



Der Tastsystemzyklus 424 ermittelt den Mittelpunkt sowie Länge und Breite eines Rechteckzapfens. Wenn Sie die entsprechenden Toleranzwerte im Zyklus definieren, führt die Steuerung einen Soll-Istwertvergleich durch und legt die Abweichungen in Q-Parametern ab.

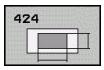
1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik (siehe "Tastsystemzyklen abarbeiten", Seite 355) zum Antastpunkt **1**. Die Steuerung berechnet die Antastpunkte aus den Angaben im Zyklus und dem Sicherheitsabstand aus der Spalte **SET_UP** der Tastsystemtabelle
2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antastvorgang mit Antastvorschub (Spalte **F**) durch
3 Danach fährt das Tastsystem entweder achsparallel auf Messhöhe oder linear auf Sicherer Höhe zum nächsten Antastpunkt **2** und führt dort den zweiten Antastvorgang durch
4 Die Steuerung positioniert das Tastsystem zum Antastpunkt **3** und danach zum Antastpunkt **4** und führt dort den dritten und vierten Antastvorgang durch
5 Abschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und speichert die Istwerte und die Abweichungen in folgenden Q-Parametern:

Parameternummer	Bedeutung
Q151	Istwert Mitte Hauptachse
Q152	Istwert Mitte Nebenachse
Q154	Istwert Seitenlänge Hauptachse
Q155	Istwert Seitenlänge Nebenachse
Q161	Abweichung Mitte Hauptachse
Q162	Abweichung Mitte Nebenachse
Q164	Abweichung Seitenlänge Hauptachse
Q165	Abweichung Seitenlänge Nebenachse

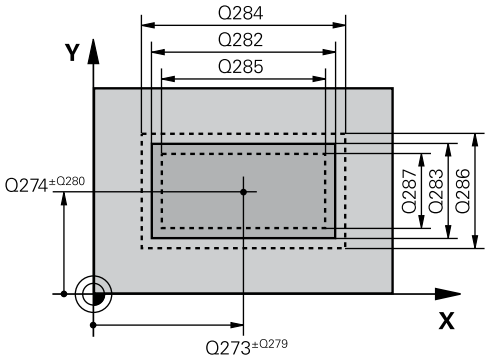
Beim Programmieren beachten!

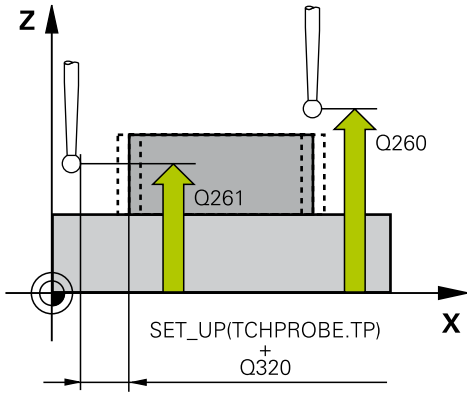
Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugdufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben.

Zyklusparameter



- **Q273 Mitte 1. Achse (Sollwert)?** (absolut): Mitte des Zapfens in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q274 Mitte 2. Achse (Sollwert)?** (absolut): Mitte des Zapfens in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q282 1. Seiten-Länge (Sollwert)?**: Länge des Zapfens, parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q283 2. Seiten-Länge (Sollwert)?**: Länge des Zapfens, parallel zur Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q261 Meßhöhe in der Tastsystemachse?** (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystemachse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental) Definieren Sie einen zusätzlichen Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q301 Fahren auf sichere Höhe (0/1)?**: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
- **Q284 Größtmaß 1. Seiten-Länge?**: Größte erlaubte Länge des Zapfens. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q285 Kleinstmaß 1. Seiten-Länge?**: Kleinste erlaubte Länge des Zapfens. Eingabebereich 0 bis 99999,9999





Beispiel

```
5 TCH PROBE 424  MESSEN RECHTECK
   AUS.
   Q273=+50   ;MITTE 1. ACHSE
   Q274=+50   ;2. MITTE 2. ACHSE
   Q282=75    ;1. SEITEN-LAENGE
   Q283=35    ;2. SEITEN-LAENGE
   Q261=-5    ;MESSHOEHE
   Q320=0     ;SICHERHEITS-ABST.
   Q260=+20   ;SICHERE HOEHE
   Q301=0     ;FAHREN AUF S. HOEHE
   Q284=75,1  ;GROESSTMASS 1. SEITE
   Q285=74,9  ;KLEINSTMASS 1. SEITE
   Q286=35    ;GROESSTMASS 2. SEITE
   Q287=34,95;KLEINSTMASS 2. SEITE
```

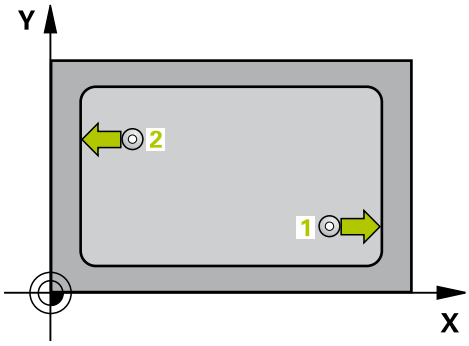
- **Q286 Größtmaß 2. Seiten-Länge?**: Größte erlaubte Breite des Zapfens. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q287 Kleinstmaß 2. Seiten-Länge?**: Kleinste erlaubte Breite des Zapfens. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q279 Toleranzwert Mitte 1. Achse?**: erlaubte Lageabweichung in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q280 Toleranzwert Mitte 2. Achse?**: erlaubte Lageabweichung in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q281 Meßprotokoll (0/1/2)?**: Festlegen, ob die Steuerung ein Messprotokoll erstellen soll:
  0: Kein Messprotokoll erstellen
  1: Messprotokoll erstellen: Die Steuerung speichert das Protokoll **Protokolldatei TCHPR424.TXT** im selben Ordner, in dem auch die .h-Datei liegt
  2: Programmlauf unterbrechen und Messprotokoll auf den Steuerungs-Bildschirm ausgeben. NC-Programm mit **NC-Start** fortsetzen
- **Q309 PGM-Stopp bei Toleranzfehler?**: Festlegen, ob die Steuerung bei Toleranzüberschreitungen den Programmlauf unterbrechen und eine Fehlermeldung ausgeben soll:
  0: Programmlauf nicht unterbrechen, keine Fehlermeldung ausgeben
  1: Programmlauf unterbrechen, Fehlermeldung ausgeben
- **Q330 Werkzeug für Überwachung?**: Festlegen, ob die Steuerung eine Werkzeugüberwachung durchführen soll (siehe "Werkzeugüberwachung", Seite 470). Eingabebereich 0 bis 32767,9, alternativ Werkzeugname mit maximal 16 Zeichen
  0: Überwachung nicht aktiv
  >0: Nummer oder Name des Werkzeugs, mit dem die Steuerung die Bearbeitung ausgeführt hat. Sie haben die Möglichkeit, per Softkey direkt ein Werkzeug aus der Werkzeugtabelle zu übernehmen.

Q279=0,1	;TOLERANZ 1. MITTE
Q280=0,1	;TOLERANZ 2. MITTE
Q281=1	;MESSPROTOKOLL
Q309=0	;PGM-STOP BEI FEHLER
Q330=0	;WERKZEUG

16.9 MESSEN BREITE INNEN (Zyklus 425, DIN/ISO: G425, Software-Option 17)

Zyklusablauf

Der Tastsystemzyklus 425 ermittelt die Lage und die Breite einer Nut (Tasche). Wenn Sie die entsprechenden Toleranzwerte im Zyklus definieren, führt die Steuerung einen Soll-Istwertvergleich durch und legt die Abweichung in einem Q-Parameter ab.



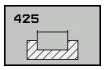
1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik (siehe "Tastsystemzyklen abarbeiten", Seite 355) zum Antastpunkt **1**. Die Steuerung berechnet die Antastpunkte aus den Angaben im Zyklus und dem Sicherheits-Abstand aus der Spalte **SET_UP** der Tastsystemtabelle
2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antastvorgang mit Antastvorschub (Spalte **F**) durch. 1. Antastung immer in positive Richtung der programmierten Achse
3 Wenn Sie für die zweite Messung einen Versatz eingeben, dann fährt die Steuerung das Tastsystem (ggf. auf sicherer Höhe) zum nächsten Antastpunkt **2** und führt dort den zweiten Antastvorgang durch. Bei großen Solllängen positioniert die Steuerung zum zweiten Antastpunkt im Eilgang. Wenn Sie keinen Versatz eingeben, misst die Steuerung die Breite direkt in der entgegengesetzten Richtung
4 Abschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und speichert die Istwerte und die Abweichung in folgenden Q-Parametern:

Parameternummer	Bedeutung
Q156	Istwert gemessene Länge
Q157	Istwert Lage Mittelachse
Q166	Abweichung der gemessenen Länge

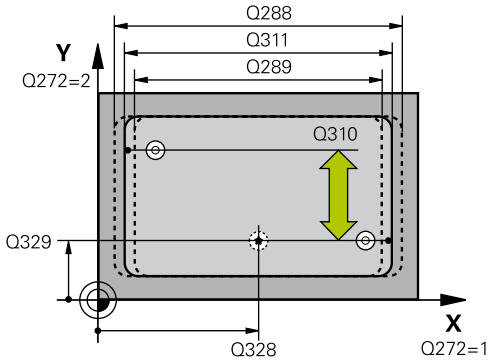
Beim Programmieren beachten!

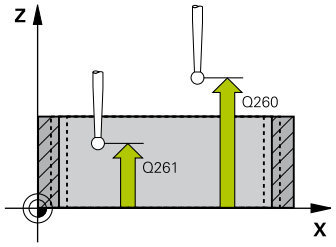
Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben.

Zyklusparameter



- **Q328 Startpunkt 1. Achse?** (absolut): Startpunkt des Antastvorgangs in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q329 Startpunkt 2. Achse?** (absolut): Startpunkt des Antastvorgangs in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q310 Versatz für 2. Messung (+/-)?** (inkremental): Wert, um den das Tastsystem vor der zweiten Messung versetzt wird. Wenn Sie 0 eingeben, versetzt die Steuerung das Tastsystem nicht. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q272 Meßachse (1=1.Achse/2=2.Achse)?**: Achse der Bearbeitungsebene, in der die Messung erfolgen soll:
  1: Hauptachse = Messachse
  2: Nebenachse = Messachse
- **Q261 Meßhöhe in der Tastsystemachse?** (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystemachse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q311 Soll-Länge?** : Sollwert der zu messenden Länge. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q288 Größtmaß?**: Größte erlaubte Länge. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q289 Kleinstmaß?**: Kleinste erlaubte Länge. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q281 Messprotokoll** : Festlegen, ob die Steuerung ein Messprotokoll erstellen soll:
  0: Kein Messprotokoll erstellen
  1: Messprotokoll erstellen: Die Steuerung speichert das Protokoll **Protokolldatei TCHPR425.TXT** im selben Ordner, in dem auch die .h-Datei liegt
  2: Programmlauf unterbrechen und Messprotokoll auf den Steuerungs-Bildschirmausgeben. NC-Programm mit **NC-Start** fortsetzen





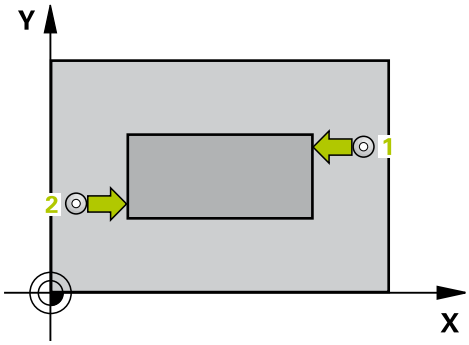
Beispiel

```
5 TCH PROBE 425  MESSEN BREITE
    INNEN
    Q328=+75   ;STARTPUNKT 1. ACHSE
    Q329=-12.5 ;STARTPUNKT 2. ACHSE
    Q310=+0    ;VERSATZ 2. MESSUNG
    Q272=1     ;MESSACHSE
    Q261=-5    ;MESSHOEHE
    Q260=+10   ;SICHERE HOEHE
    Q311=25    ;SOLL-LAENGE
    Q288=25.05;GROESSTMASS
    Q289=25    ;KLEINSTMASS
    Q281=1     ;MESSPROTOKOLL
    Q309=0     ;PGM-STOP BEI FEHLER
    Q330=0     ;WERKZEUG
    Q320=0     ;SICHERHEITS-ABST.
    Q301=0     ;FAHREN AUF S. HOEHE
```

- **Q309 PGM-Stopp bei Toleranzfehler?**: Festlegen, ob die Steuerung bei Toleranzüberschreitungen den Programmlauf unterbrechen und eine Fehlermeldung ausgeben soll:
  0: Programmlauf nicht unterbrechen, keine Fehlermeldung ausgeben
  1: Programmlauf unterbrechen, Fehlermeldung ausgeben
- **Q330 Werkzeug für Überwachung?**: Festlegen, ob die Steuerung eine Werkzeugüberwachung durchführen soll (siehe "Werkzeugüberwachung", Seite 470). Eingabebereich 0 bis 32767,9, alternativ Werkzeugname mit maximal 16 Zeichen
  0: Überwachung nicht aktiv
  >0: Nummer oder Name des Werkzeugs, mit dem die Steuerung die Bearbeitung ausgeführt hat. Sie haben die Möglichkeit, per Softkey direkt ein Werkzeug aus der Werkzeugtabelle zu übernehmen.
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle) und nur beim Antasten des Bezugspunktes in der Tastsystemachse. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q301 Fahren auf sichere Höhe (0/1)?**: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren

16.10 MESSEN STEG AUSSEN (Zyklus 426, DIN/ISO: G426, Software-Option 17)

Zyklusablauf



Der Tastsystemzyklus 426 ermittelt die Lage und die Breite eines Stegs. Wenn Sie die entsprechenden Toleranzwerte im Zyklus definieren, führt die Steuerung einen Soll-Istwertvergleich durch und legt die Abweichung in Q-Parametern ab.

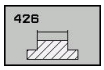
1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik (siehe "Tastsystemzyklen abarbeiten", Seite 355) zum Antastpunkt **1**. Die Steuerung berechnet die Antastpunkte aus den Angaben im Zyklus und dem Sicherheitsabstand aus der Spalte **SET_UP** der Tastsystemtabelle
2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antastvorgang mit Antastvorschub (Spalte **F**) durch. 1. Antastung immer in negative Richtung der programmierten Achse
3 Danach fährt das Tastsystem auf sicherer Höhe zum nächsten Antastpunkt und führt dort den zweiten Antastvorgang durch
4 Abschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und speichert die Istwerte und die Abweichung in folgenden Q-Parametern:

Parameternummer	Bedeutung
Q156	Istwert gemessene Länge
Q157	Istwert Lage Mittelachse
Q166	Abweichung der gemessenen Länge

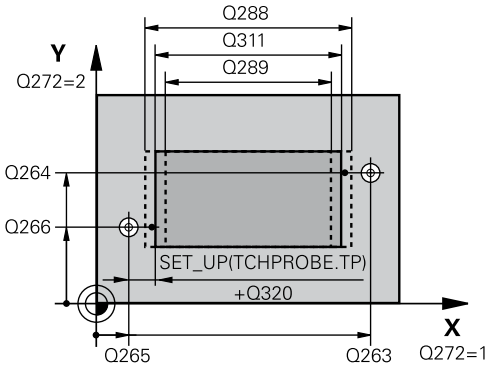
Beim Programmieren beachten!

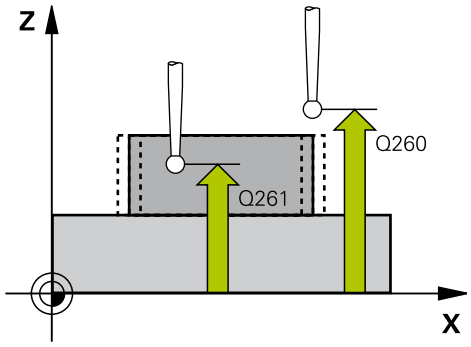
Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben.

Zyklusparameter



- **Q263 1. Meßpunkt 1. Achse?** (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q264 1. Meßpunkt 2. Achse?** (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q265 2. Meßpunkt 1. Achse?** (absolut): Koordinate des zweiten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q266 2. Meßpunkt 2. Achse?** (absolut): Koordinate des zweiten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q272 Meßachse (1=1.Achse/2=2.Achse)?**: Achse der Bearbeitungsebene, in der die Messung erfolgen soll:
  1: Hauptachse = Messachse
  2: Nebenachse = Messachse
- **Q261 Meßhöhe in der Tastsystemachse?** (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystemachse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental) Definieren Sie einen zusätzlichen Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q311 Soll-Länge?** : Sollwert der zu messenden Länge. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q288 Größtmaß?**: Größte erlaubte Länge. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q289 Kleinstmaß?**: Kleinste erlaubte Länge. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q281 Meßprotokoll (0/1/2)?**: Festlegen, ob die Steuerung ein Messprotokoll erstellen soll:
  0: Kein Messprotokoll erstellen
  1: Messprotokoll erstellen: Die Steuerung speichert die **Protokolldatei TCHPR426.TXT** im selben Ordner, in dem sich auch das zugehörige NC-Programm befindet.
  2: Programmlauf unterbrechen und Messprotokoll auf den Steuerungs-Bildschirm ausgeben. NC-Programm mit **NC-Start** fortsetzen





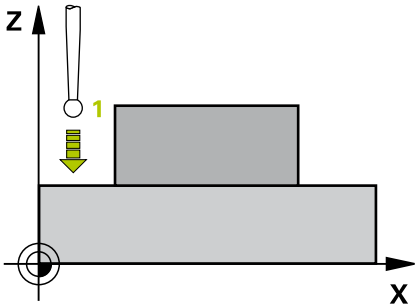
Beispiel

5 TCH PROBE 426 MESSEN STEG AUSSEN	
Q263=+50	;1. PUNKT 1. ACHSE
Q264=+25	;1. PUNKT 2. ACHSE
Q265=+50	;2. PUNKT 1. ACHSE
Q266=+85	;2. PUNKT 2. ACHSE
Q272=2	;MESSACHSE
Q261=-5	;MESSHOEHE
Q320=0	;SICHERHEITS-ABST.
Q260=+20	;SICHERE HOEHE
Q311=45	;SOLL-LAENGE
Q288=45	;GROESSTMASS
Q289=44.95	;KLEINSTMASS
Q281=1	;MESSPROTOKOLL
Q309=0	;PGM-STOP BEI FEHLER
Q330=0	;WERKZEUG

- **Q309 PGM-Stopp bei Toleranzfehler?**: Festlegen, ob die Steuerung bei Toleranzüberschreitungen den Programmlauf unterbrechen und eine Fehlermeldung ausgeben soll:
  0: Programmlauf nicht unterbrechen, keine Fehlermeldung ausgeben
  1: Programmlauf unterbrechen, Fehlermeldung ausgeben
- **Q330 Werkzeug für Überwachung?**: Festlegen, ob die Steuerung eine Werkzeugüberwachung durchführen soll (siehe "Werkzeugüberwachung", Seite 470). Eingabebereich 0 bis 32767,9, alternativ Werkzeugname mit maximal 16 Zeichen
  0: Überwachung nicht aktiv
  >0: Nummer oder Name des Werkzeugs, mit dem die Steuerung die Bearbeitung ausgeführt hat. Sie haben die Möglichkeit, per Softkey direkt ein Werkzeug aus der Werkzeugtabelle zu übernehmen.

16.11 MESSEN KOORDINATE (Zyklus 427, DIN/ISO: G427, Software-Option 17)

Zyklusablauf



Der Tastsystemzyklus 427 ermittelt eine Koordinate in einer wählbaren Achse und legt den Wert in einem Systemparameter ab.Wenn Sie die entsprechenden Toleranzwerte im Zyklus definieren, führt die Steuerung einen Soll-Istwertvergleich durch und legt die Abweichung in Q-Parametern ab.

1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik (siehe "Tastsystemzyklen abarbeiten", Seite 355) zum Antastpunkt **1**. Die Steuerung versetzt dabei das Tastsystem um den Sicherheits-Abstand entgegen der festgelegten Verfahrrichtung
2 Danach positioniert die Steuerung das Tastsystem in der Bearbeitungsebene auf den eingegebenen Antastpunkt **1** und misst dort den Istwert in der gewählten Achse
3 Abschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und speichert die ermittelte Koordinate in folgendem Q-Parameter:

Parameternummer	Bedeutung
Q160	Gemessene Koordinate

Beim Programmieren beachten!

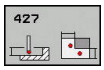
Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben.

Wenn als Messachse eine Achse der aktiven Bearbeitungsebene definiert ist (Q272 = 1 oder 2), führt die Steuerung eine Werkzeugradiuskorrektur durch. Die Korrekturrichtung ermittelt die Steuerung anhand der definierten Verfahrrichtung (Q267)

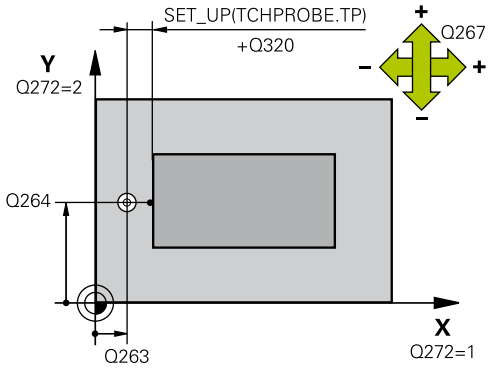
Wenn als Messachse die Tastsystemachse gewählt ist (Q272 = 3), führt die Steuerung eine Werkzeuglängenkorrektur durch

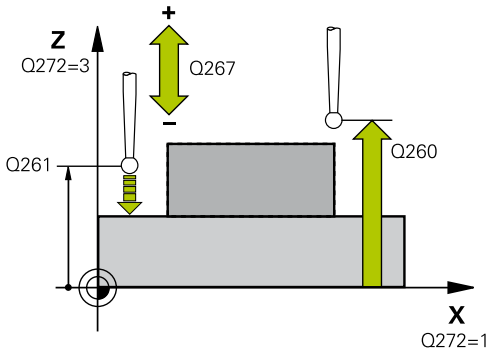
Die Parameter **Q498** und **Q531** haben bei diesem Zyklus keine Auswirkungen. Sie müssen keine Eingaben vornehmen. Diese Parameter wurden lediglich aus Gründen der Kompatibilität integriert. Wenn Sie beispielsweise ein Programm der Dreh-Fräs-Steuerung TNC 640 importieren, erhalten Sie keine Fehlermeldung.

Zyklusparameter



- **Q263 1. Meßpunkt 1. Achse?** (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q264 1. Meßpunkt 2. Achse?** (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q261 Meßhöhe in der Tastsystemachse?** (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystemachse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental) Definieren Sie einen zusätzlichen Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q272 Meßachse (1...3: 1=Hauptachse)?**: Achse, in der die Messung erfolgen soll:
  1: Hauptachse = Messachse
  2: Nebenachse = Messachse
  3: Tastsystemachse = Messachse
- **Q267 Verfahrrichtung 1 (+1=+ / -1=-)?**: Richtung, in der das Tastsystem auf das Werkstück zufahren soll:
  -1: Verfahrrichtung negativ
  +1: Verfahrrichtung positiv
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q281 Meßprotokoll (0/1/2)?**: Festlegen, ob die Steuerung ein Messprotokoll erstellen soll:
  0: Kein Messprotokoll erstellen
  1: Messprotokoll erstellen: Die Steuerung speichert die **Protokolldatei TCHPR427.TXT** im selben Ordner, in dem sich auch das zugehörige NC-Programm befindet.
  2: Programmlauf unterbrechen und Messprotokoll auf den Steuerungs-Bildschirmausgeben. NC-Programm mit **NC-Start** fortsetzen
- **Q288 Größtmaß?**: Größter erlaubter Messwert. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q289 Kleinstmaß?**: Kleinster erlaubter Messwert. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999





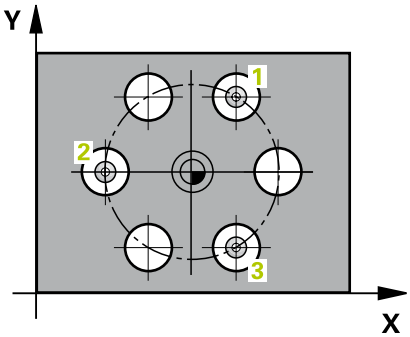
Beispiel

5 TCH PROBE 427 MESSEN KOORDINATE	
Q263=+35	;1. PUNKT 1. ACHSE
Q264=+45	;1. PUNKT 2. ACHSE
Q261=+5	;MESSHOEHE
Q320=0	;SICHERHEITS-ABST.
Q272=3	;MESSACHSE
Q267=-1	;VERFAHRRICHTUNG
Q260=+20	;SICHERE HOEHE
Q281=1	;MESSPROTOKOLL
Q288=5.1	;GROESSTMASS
Q289=4.95	;KLEINSTMASS
Q309=0	;PGM-STOP BEI FEHLER
Q330=0	;WERKZEUG
Q498=0	;WERKZEUG UMKEHREN
Q531=0	;ANSTELLWINKEL

- **Q309 PGM-Stopp bei Toleranzfehler?**: Festlegen, ob die Steuerung bei Toleranzüberschreitungen den Programmlauf unterbrechen und eine Fehlermeldung ausgeben soll:
  0: Programmlauf nicht unterbrechen, keine Fehlermeldung ausgeben
  1: Programmlauf unterbrechen, Fehlermeldung ausgeben
- **Q330 Werkzeug für Überwachung?**: Festlegen, ob die Steuerung eine Werkzeugüberwachung durchführen soll (siehe "Werkzeugüberwachung", Seite 470). Eingabebereich 0 bis 32767,9, alternativ Werkzeugname mit maximal 16 Zeichen
  0: Überwachung nicht aktiv
  >0: Nummer oder Name des Werkzeugs, mit dem die Steuerung die Bearbeitung ausgeführt hat. Sie haben die Möglichkeit, per Softkey direkt ein Werkzeug aus der Werkzeugtabelle zu übernehmen.
- Die Parameter **Q498** und **Q531** haben bei diesem Zyklus keine Auswirkungen. Sie müssen keine Eingaben vornehmen. Diese Parameter wurden lediglich aus Gründen der Kompatibilität integriert. Wenn Sie beispielsweise ein Programm der Dreh-Fräs-Steuerung TNC 640 importieren, erhalten Sie keine Fehlermeldung.

16.12 MESSEN LOCHKREIS (Zyklus 430, DIN/ISO: G430, Software-Option 17)

Zyklusablauf



Der Tastsystemzyklus 430 ermittelt den Mittelpunkt und den Durchmesser eines Lochkreises durch Messung dreier Bohrungen. Wenn Sie die entsprechenden Toleranzwerte im Zyklus definieren, führt die Steuerung einen Soll-Istwertvergleich durch und legt die Abweichung in Q-Parametern ab.

1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik (siehe "Tastsystemzyklen abarbeiten", Seite 355) auf den eingegebenen Mittelpunkt der ersten Bohrung **1**
2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und erfasst durch vier Antastungen den ersten Bohrungsmittelpunkt
3 Anschließend fährt das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und positioniert auf den eingegebenen Mittelpunkt der zweiten Bohrung **2**
4 Die Steuerung fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und erfasst durch vier Antastungen den zweiten Bohrungsmittelpunkt
5 Anschließend fährt das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und positioniert auf den eingegebenen Mittelpunkt der dritten Bohrung **3**
6 Die Steuerung fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und erfasst durch vier Antastungen den dritten Bohrungsmittelpunkt
7 Abschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und speichert die Istwerte und die Abweichungen in folgenden Q-Parametern:

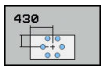
Parameternummer	Bedeutung
Q151	Istwert Mitte Hauptachse
Q152	Istwert Mitte Nebenachse
Q153	Istwert Lochkreisdurchmesser
Q161	Abweichung Mitte Hauptachse
Q162	Abweichung Mitte Nebenachse
Q163	Abweichung Lochkreisdurchmesser

Beim Programmieren beachten!

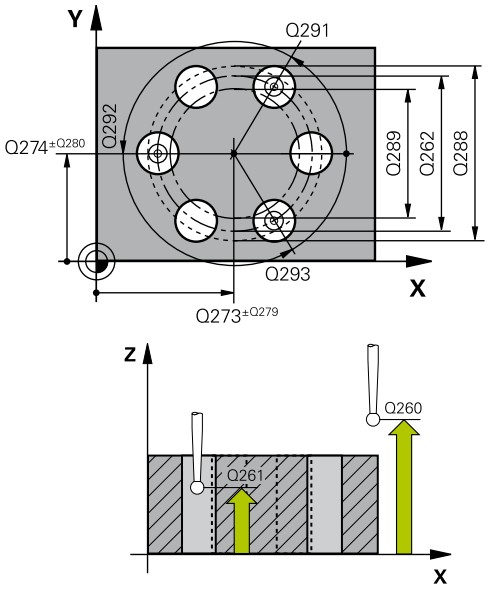
Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben.

Zyklus 430 führt nur Bruchüberwachung durch, keine automatische Werkzeugkorrektur.

Zyklusparameter



- **Q273 Mitte 1. Achse (Sollwert)?** (absolut): Lochkreis-Mitte (Sollwert) in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q274 Mitte 2. Achse (Sollwert)?** (absolut): Lochkreis-Mitte (Sollwert) in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q262 Soll-Durchmesser?**: Durchmesser der Bohrung eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q291 Winkel 1. Bohrung?** (absolut): Polarkoordinaten-Winkel des ersten Bohrungs-Mittelpunktes in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -360,0000 bis 360,0000
- **Q292 Winkel 2. Bohrung?** (absolut): Polarkoordinaten-Winkel des zweiten Bohrungs-Mittelpunktes in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -360,0000 bis 360,0000
- **Q293 Winkel 3. Bohrung?** (absolut): Polarkoordinaten-Winkel des dritten Bohrungs-Mittelpunktes in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -360,0000 bis 360,0000
- **Q261 Meßhöhe in der Tastsystemachse?** (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystemachse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q288 Größtmaß?**: Größter erlaubter Lochkreis-Durchmesser. Eingabebereich 0 bis 99999,9999



Beispiel

```
5 TCH PROBE 430  MESSEN LOCHKREIS
   Q273=+50    ;MITTE 1. ACHSE
   Q274=+50    ;MITTE 2. ACHSE
   Q262=80     ;SOLL-DURCHMESSER
   Q291=+0     ;WINKEL 1. BOHRUNG
   Q292=+90    ;WINKEL 2. BOHRUNG
   Q293=+180   ;WINKEL 3. BOHRUNG
   Q261=-5     ;MESSHOEHE
   Q260=+10    ;SICHERE HOEHE
   Q288=80.1   ;GROESSTMASS
   Q289=79.9   ;KLEINSTMASS
```

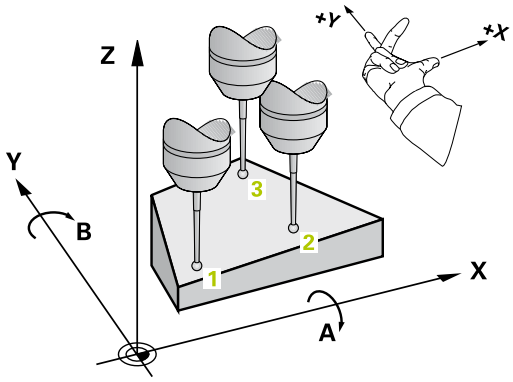
- **Q289 Kleinstmaß?**: Kleinster erlaubter Lochkreis-Durchmesser. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q279 Toleranzwert Mitte 1. Achse?**: erlaubte Lageabweichung in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q280 Toleranzwert Mitte 2. Achse?**: erlaubte Lageabweichung in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q281 Meßprotokoll (0/1/2)?**: Festlegen, ob die Steuerung ein Messprotokoll erstellen soll:
  0: Kein Messprotokoll erstellen
  1: Messprotokoll erstellen: Die Steuerung speichert die **Protokolldatei TCHPR430.TXT** im selben Ordner, in dem sich auch das zugehörige NC-Programm befindet
  2: Programmlauf unterbrechen und Messprotokoll auf den Steuerungs-Bildschirm ausgeben. NC-Programm mit **NC-Start** fortsetzen
- **Q309 PGM-Stopp bei Toleranzfehler?**: Festlegen, ob die Steuerung bei Toleranzüberschreitungen den Programmlauf unterbrechen und eine Fehlermeldung ausgeben soll:
  0: Programmlauf nicht unterbrechen, keine Fehlermeldung ausgeben
  1: Programmlauf unterbrechen, Fehlermeldung ausgeben
- **Q330 Werkzeug für Überwachung?**: Festlegen, ob die Steuerung eine Werkzeugüberwachung durchführen soll (siehe "Werkzeugüberwachung", Seite 470). Eingabebereich 0 bis 32767,9, alternativ Werkzeugname mit maximal 16 Zeichen
  0: Überwachung nicht aktiv
  >0: Nummer oder Name des Werkzeugs, mit dem die Steuerung die Bearbeitung ausgeführt hat. Sie haben die Möglichkeit, per Softkey direkt ein Werkzeug aus der Werkzeugtabelle zu übernehmen.

```
Q279=0.15  ;TOLERANZ 1. MITTE
Q280=0.15  ;TOLERANZ 2. MITTE
Q281=1     ;MESSPROTOKOLL
Q309=0     ;PGM-STOP BEI FEHLER
Q330=0     ;WERKZEUG
```

16.13 MESSEN EBENE (Zyklus 431, DIN/ISO: G431, Software-Option 17)

Zyklusablauf

Der Tastsystemzyklus 431 ermittelt die Winkel einer Ebene durch Messung dreier Punkte und legt die Werte in Q-Parametern ab.



1 Die Steuerung positioniert das Tastsystem im Eilgang (Wert aus Spalte **FMAX**) und mit Positionierlogik (siehe "Tastsystemzyklen abarbeiten", Seite 355) zum programmierten Antastpunkt **1** und misst dort den ersten Ebenenpunkt. Die Steuerung versetzt dabei das Tastsystem um den Sicherheits-Abstand entgegen der Antastrichtung

2 Anschließend fährt das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe, danach in der Bearbeitungsebene zum Antastpunkt **2** und misst dort den Istwert des zweiten Ebenenpunkts

3 Anschließend fährt das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe, danach in der Bearbeitungsebene zum Antastpunkt **3** und misst dort den Istwert des dritten Ebenenpunkts

4 Abschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und speichert die ermittelten Winkelwerte in folgenden Q-Parametern:

Parameternummer	Bedeutung
Q158	Projektionswinkel der A-Achse
Q159	Projektionswinkel der B-Achse
Q170	Raumwinkel A
Q171	Raumwinkel B
Q172	Raumwinkel C
Q173 bis Q175	Messwerte in der Tastsystemachse (erste bis dritte Messung)

Beim Programmieren beachten!

Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben.

Damit die Steuerung Winkelwerte berechnen kann, dürfen die drei Messpunkte nicht auf einer Geraden liegen.

In den Parametern Q170 - Q172 werden die Raumwinkel gespeichert, die bei der Funktion Bearbeitungsebene Schwenken benötigt werden. Über die ersten zwei Messpunkte bestimmen Sie die Ausrichtung der Hauptachse beim Schwenken der Bearbeitungsebene.

Der dritte Messpunkt legt die Richtung der Werkzeugachse fest. Dritten Messpunkt in Richtung positiver Y-Achse definieren, damit die Werkzeugachse im rechtsdrehenden Koordinatensystem richtig liegt.

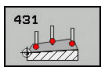
HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

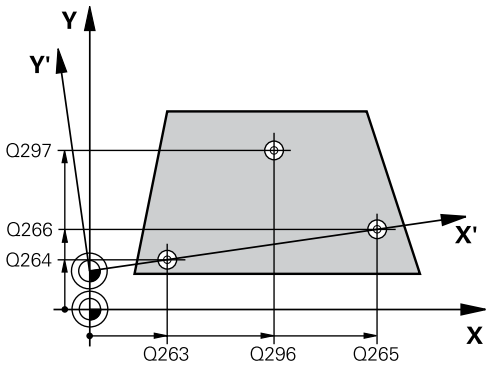
Wenn Sie Ihre Winkel in die Bezugspunkttabelle schreiben und danach auf die Raumwinkeln mit SPA=0; SPB=0; SPC=0 schwenken, ergeben sich mehrere Lösungen, bei der die Schwenkachsen auf 0 stehen.

- Programmieren Sie SYM (SEQ) + oder SYM (SEQ) -

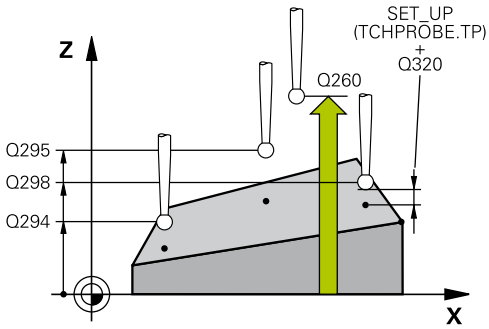
Zyklusparameter



- **Q263 1. Meßpunkt 1. Achse?** (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q264 1. Meßpunkt 2. Achse?** (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q294 1. Meßpunkt 3. Achse?** (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Tastsystemachse. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q265 2. Meßpunkt 1. Achse?** (absolut): Koordinate des zweiten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q266 2. Meßpunkt 2. Achse?** (absolut): Koordinate des zweiten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999



- **Q295 2. Meßpunkt 3. Achse?** (absolut): Koordinate des zweiten Antastpunktes in der Tastsystemachse. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q296 3. Meßpunkt 1. Achse?** (absolut): Koordinate des dritten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q297 3. Meßpunkt 2. Achse?** (absolut): Koordinate des dritten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q298 3. Meßpunkt 3. Achse?** (absolut): Koordinate des dritten Antastpunktes in der Tastsystemachse. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental) Definieren Sie einen zusätzlichen Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q260 Sichere Höhe?** (absolut): Koordinate in der Tastsystemachse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q281 Meßprotokoll (0/1/2)?**: Festlegen, ob die Steuerung ein Messprotokoll erstellen soll:
  0: Kein Messprotokoll erstellen
  1: Messprotokoll erstellen: Die Steuerung speichert die **Protokolldatei TCHPR431.TXT** im selben Ordner, in dem sich auch das zugehörige NC-Programm befindet
  2: Programmlauf unterbrechen und Messprotokoll auf den Steuerungs-Bildschirm ausgeben. NC-Programm mit **NC-Start** fortsetzen



Beispiel

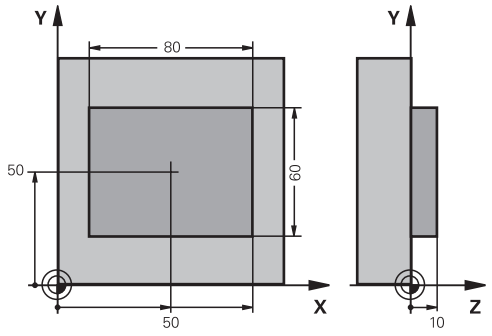
```
5 TCH PROBE 431  MESSEN EBENE
   Q263=+20   ;1. PUNKT 1. ACHSE
   Q264=+20   ;1. PUNKT 2. ACHSE
   Q294=-10   ;1. PUNKT 3. ACHSE
   Q265=+50   ;2. PUNKT 1. ACHSE
   Q266=+80   ;2. PUNKT 2. ACHSE
   Q295=+0    ;2. PUNKT 3. ACHSE
   Q296=+90   ;3. PUNKT 1. ACHSE
   Q297=+35   ;3. PUNKT 2. ACHSE
   Q298=+12   ;3. PUNKT 3. ACHSE
   Q320=0     ;SICHERHEITS-ABST.
   Q260=+5    ;SICHERE HOEHE
   Q281=1     ;MESSPROTOKOLL
```

16.14 Programmierbeispiele

Beispiel: Rechteckzapfen messen und nachbearbeiten

Programmablauf

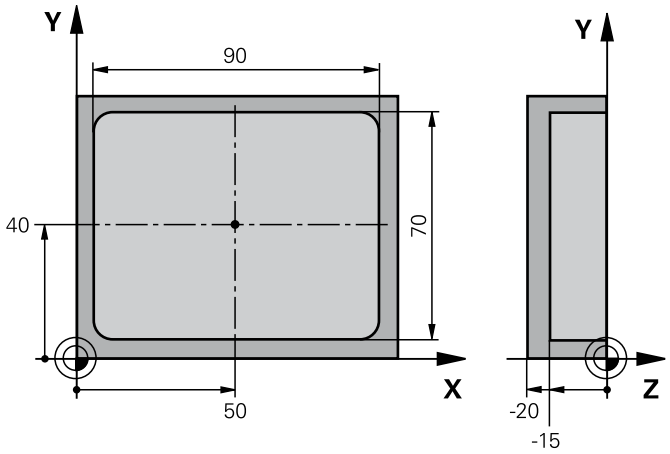
- Rechteckzapfen schruppen mit Aufmaß 0,5
- Rechteckzapfen messen
- Rechteckzapfen schlichten unter Berücksichtigung der Messwerte



0 BEGIN PGM BEAMS MM	
1 TOOL CALL 69 Z	Werkzeugaufruf Vorbearbeitung
2 L Z+100 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
3 FN 0: Q1 = +81	Rechtecklänge in X (Schrupp-Maß)
4 FN 0: Q2 = +61	Rechtecklänge in Y (Schrupp-Maß)
5 CALL LBL 1	Unterprogramm zur Bearbeitung aufrufen
6 L Z+100 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
7 TOOL CALL 99 Z	Taster aufrufen
8 TCH PROBE 424 MESSEN RECHTECK AUS.	Gefrästes Rechteck messen
Q273=+50 ;MITTE 1. ACHSE	
Q274=+50 ;MITTE 2. ACHSE	
Q282=80 ;1. SEITEN-LAENGE	Soll-Länge in X (Endgültiges Maß)
Q283=60 ;2. SEITEN-LAENGE	Soll-Länge in Y (Endgültiges Maß)
Q261=-5 ;MESSHOEHE	
Q320=0 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q260=+30 ;SICHERE HOEHE	
Q301=0 ;FAHREN AUF S. HOEHE	
Q284=0 ;GROESSTMASS 1. SEITE	Eingabewerte für Toleranzprüfung nicht erforderlich
Q285=0 ;KLEINSTMASS 1. SEITE	
Q286=0 ;GROESSTMASS 2. SEITE	
Q287=0 ;KLEINSTMASS 2. SEITE	
Q279=0 ;TOLERANZ 1. MITTE	
Q280=0 ;TOLERANZ 2. MITTE	
Q281=0 ;MESSPROTOKOLL	Kein Messprotokoll ausgeben
Q309=0 ;PGM-STOP BEI FEHLER	Keine Fehlermeldung ausgeben
Q330=0 ;WERKZEUG	Keine Werkzeugüberwachung
9 FN 2: Q1 = +Q1 - +Q164	Länge in X berechnen anhand der gemessenen Abweichung
10 FN 2: Q2 = +Q2 - +Q165	Länge in Y berechnen anhand der gemessenen Abweichung
11 L Z+100 R0 FMAX	Taster freifahren

12 TOOL CALL 1 Z S5000	Werkzeugaufruf Schlichten
13 CALL LBL 1	Unterprogramm zur Bearbeitung aufrufen
14 L Z+100 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programmende
15 LBL 1	Unterprogramm mit Bearbeitungszyklus Rechteckzapfen
16 CYCL DEF 213 ZAPFEN SCHLICHTEN	
Q200=20 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-10 ;TIEFE	
Q206=150 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q207=500 ;VORSCHUB FRAESEN	
Q203=+10 ;KOOR. OBERFLAECHE	
Q204=20 ;2. SICHERHEITS-ABST.	
Q216=+50 ;MITTE 1. ACHSE	
Q217=+50 ;MITTE 2. ACHSE	
Q218=Q1 ;1. SEITEN-LAENGE	Länge in X variabel für schruppen und schlichten
Q219=Q2 ;2. SEITEN-LAENGE	Länge in Y variabel für schruppen und schlichten
Q220=0 ;ECKENRADIUS	
Q221=0 ;AUFMASS 1. ACHSE	
17 CYCL CALL M3	Zyklusaufruf
18 LBL 0	Unterprogrammende
19 END PGM BEAMS MM	

Beispiel: Rechtecktasche vermessen, Messergebnisse protokollieren



0 BEGIN PGM BSMESS MM		
1 TOOL CALL 1 Z		Werkzeugaufruf Taster
2 L Z+100 R0 FMAX		Taster freifahren
3 TCH PROBE 423 MESSEN RECHTECK INN.		
Q273=+50	;MITTE 1. ACHSE	
Q274=+40	;MITTE 2. ACHSE	
Q282=90	;1. SEITEN-LAENGE	Soll-Länge in X
Q283=70	;2. SEITEN-LAENGE	Soll-Länge in Y
Q261=-5	;MESSHOEHE	
Q320=0	;SICHERHEITS-ABST.	
Q260=+20	;SICHERE HOEHE	
Q301=0	;FAHREN AUF S. HOEHE	
Q284=90.15	;GROESSTMASS 1. SEITE	Größtmaß in X
Q285=89.95	;KLEINSTMASS 1. SEITE	Kleinstmaß in X
Q286=70.1	;GROESSTMASS 2. SEITE	Größtmaß in Y
Q287=69.9	;KLEINSTMASS 2. SEITE	Kleinstmaß in Y
Q279=0.15	;TOLERANZ 1. MITTE	Erlaubte Lageabweichung in X
Q280=0.1	;TOLERANZ 2. MITTE	Erlaubte Lageabweichung in Y
Q281=1	;MESSPROTOKOLL	Messprotokoll in Datei ausgeben
Q309=0	;PGM-STOP BEI FEHLER	Bei Toleranzüberschreitung keine Fehlermeldung anzeigen
Q330=0	;WERKZEUG	Keine Werkzeugüberwachung
4 L Z+100 R0 FMAX M2		Werkzeug freifahren, Programmende
5 END PGM BSMESS MM		

17

Tastsystemzyklen: Sonderfunktionen

17.1 Grundlagen

Übersicht

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

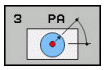
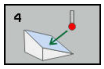
Bei Ausführung der Tastsystemzyklen 400 bis 499 dürfen keine Zyklen zur Koordinatenumrechnung aktiv sein.

- Folgende Zyklen nicht vor der Verwendung von Tastsystemzyklen aktivieren: Zyklus **7 NULLPUNKT**,Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **10 DREHUNG**,Zyklus **11 MASSFAKTOR** und **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**
- Koordinatenumrechnungen vorher zurücksetzen

Die Steuerung muss vom Maschinenhersteller für den Einsatz von 3D-Tastsystemen vorbereitet sein.

HEIDENHAIN übernimmt die Gewährleistung für die Funktion der Antastzyklen nur dann, wenn HEIDENHAIN-Tastsysteme eingesetzt werden.

Die Steuerung stellt Zyklen für folgende Sonderanwendung zur Verfügung:

Softkey	Zyklus	Seite
	3 **MESSEN** Messzyklus zur Erstellung von Herstellerzyklen	513
	4 **MESSEN 3D** Messen einer beliebigen Position	515
	441 **SCHNELLES ANTASTEN** Messzyklus zur Definition verschiedener Tastsystempara-meter	532

17.2 MESSEN (Zyklus 3, Software-Option 17)

Zyklusablauf

Der Tastsystemzyklus 3 ermittelt in einer wählbaren Antastrichtung eine beliebige Position am Werkstück. Im Gegensatz zu anderen Messzyklen können Sie im Zyklus 3 den Messweg **ABST** und den Messvorschub **F** direkt eingeben. Auch der Rückzug nach Erfassung des Messwerts erfolgt um den eingebbaren Wert **MB**.

1 Das Tastsystem fährt von der aktuellen Position aus mit dem eingegebenen Vorschub in die festgelegte Antastrichtung. Die Antastrichtung ist über Polarwinkel im Zyklus festzulegen

2 Nachdem die Steuerung die Position erfasst hat, stoppt das Tastsystem. Die Koordinaten des Tastkugel-Mittelpunkts X, Y, Z, speichert die Steuerung in drei aufeinanderfolgenden Q-Parametern ab. Die Steuerung führt keine Längen- und Radiuskorrekturen durch. Die Nummer des ersten Ergebnisparameters definieren Sie im Zyklus

3 Abschließend fährt die Steuerung das Tastsystem um den Wert entgegen der Antastrichtung zurück, den Sie im Parameter **MB** definiert haben

Beim Programmieren beachten!

Die genaue Funktionsweise des Tastsystemzyklus 3 legt Ihr Maschinenhersteller oder ein Softwarehersteller fest, der Zyklus 3 innerhalb von speziellen Tastsystemzyklen verwendet.

Die bei anderen Messzyklen wirksamen Tastsystemdaten, **DIST** (maximaler Verfahrweg zum Antastpunkt) und **F** (Antastvorschub), wirken nicht im Tastsystemzyklus 3.

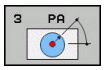
Beachten Sie, dass die Steuerung grundsätzlich immer 4 aufeinanderfolgende Q-Parameter beschreibt.

Wenn die Steuerung keinen gültigen Antastpunkt ermitteln konnte, wird das NC-Programm ohne Fehlermeldung weiter abgearbeitet. In diesem Fall weist die Steuerung dem 4. Ergebnis-Parameter den Wert -1 zu, sodass Sie selbst eine entsprechende Fehlerbehandlung durchführen können.

Die Steuerung fährt das Tastsystem maximal um den Rückzugsweg **MB** zurück, jedoch nicht über den Startpunkt der Messung hinaus. Dadurch kann beim Rückzug keine Kollision erfolgen.

Mit der Funktion **FN17: SYSWRITE ID 990 NR 6** können Sie festlegen, ob der Zyklus auf den Tastereingang X12 oder X13 wirken soll.

Zyklusparameter



- **Parameter-Nr. für Ergebnis?**: Nummer des Q-Parameters eingeben, dem die Steuerung den Wert der ersten ermittelten Koordinate (X) zuweisen soll. Die Werte Y und Z stehen in den direkt folgenden Q-Parametern. Eingabebereich 0 bis 1999
- **Antast-Achse?**: Achse eingeben, in deren Richtung die Antastung erfolgen soll, mit Taste **ENT** bestätigen. Eingabebereich X, Y oder Z
- **Antast-Winkel?**: Winkel bezogen auf die definierte **Antastachse**, in der das Tastsystem verfahren soll, mit Taste **ENT** bestätigen. Eingabebereich -180,0000 bis 180,0000
- **Maximaler Messweg?**: Verfahrweg eingeben, wie weit das Tastsystem vom Startpunkt aus verfahren soll, mit Taste ENT bestätigen. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Vorschub Messen**: Messvorschub in mm/min eingeben. Eingabebereich 0 bis 3000,000
- **Maximaler Rückzugweg?**: Verfahrweg entgegen der Antastrichtung, nachdem der Taststift ausgelenkt wurde. Die Steuerung verfährt das Tastsystem maximal bis zum Startpunkt zurück, sodass keine Kollision erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Bezugssystem? (0=IST/1=REF)**: Festlegen, ob sich die Antastrichtung und das Messergebnis auf das aktuelle Koordinatensystem (**IST**, kann also verschoben oder verdreht sein) oder auf das Maschinen-Koordinatensystem (**REF**) beziehen sollen:
  0: Im aktuellen System antasten und Messergebnis im **IST**-System ablegen
  1: Im maschinenfesten REF-System antasten. Messergebnis im REF-System ablegen
- **Fehlermodus? (0=AUS/1=EIN)**: Festlegen, ob die Steuerung bei ausgelenktem Taststift am Zyklusanfang eine Fehlermeldung ausgeben soll oder nicht. Wenn Modus **1** gewählt ist, dann speichert die Steuerung im 4. Ergebnisparameter den Wert **-1** und arbeitet den Zyklus weiter ab:
  0: Fehlermeldung ausgeben
  1: Keine Fehlermeldung ausgeben

Beispiel

```
4 TCH PROBE 3.0  MESSEN
5 TCH PROBE 3.1  Q1
6 TCH PROBE 3.2  X WINKEL:  +15
7 TCH PROBE 3.3  ABST +10  F100 MB1
   BEZUGSSYSTEM: 0
8 TCH PROBE 3.4  ERRORMODE1
```

17.3 MESSEN 3D (Zyklus 4, Software-Option 17)

Zyklusablauf

> Der Zyklus 4 ist ein Hilfszyklus, den Sie für Antastbewegungen mit einem beliebigen Tastsystem (TS, TT oder TL) verwenden können. Die Steuerung stellt keinen Zyklus zur Verfügung, mit dem Sie das Tastsystem TS in beliebiger Antastrichtung kalibrieren können.

Der Tastsystemzyklus 4 ermittelt in einer per Vektor definierbaren Antastrichtung eine beliebige Position am Werkstück. Im Gegensatz zu anderen Messzyklen können Sie im Zyklus 4 den Antastweg und den Antastvorschub direkt eingeben. Auch der Rückzug nach Erfassung des Antastwerts erfolgt um einen eingebbaren Wert.

1. Die Steuerung verfährt von der aktuellen Position aus mit dem eingegebenen Vorschub in die festgelegte Antastrichtung. Die Antastrichtung ist über einen Vektor (Deltawerte in X, Y und Z) im Zyklus festzulegen
2. Nachdem die Steuerung die Position erfasst hat, stoppt die Steuerung die Antastbewegung. Die Steuerung speichert die Koordinaten der Antastposition X, Y und Z in drei aufeinanderfolgenden Q-Parametern ab. Die Nummer des ersten Parameters definieren Sie im Zyklus. Wenn Sie ein Tastsystem TS verwenden, wird das Antastergebnis um den kalibrierten Mittenversatz korrigiert.
3. Abschließend führt die Steuerung eine Positionierung entgegen der Antastrichtung aus. Den Verfahrweg definieren Sie im Parameter **MB**, dabei wird maximal bis zur Startposition verfahren

Beim Programmieren beachten!

Die Steuerung fährt das Tastsystem maximal um den Rückzugsweg **MB** zurück, jedoch nicht über den Startpunkt der Messung hinaus. Dadurch kann beim Rückzug keine Kollision erfolgen.

Beim Vorpositionieren darauf achten, dass die Steuerung den Tastkugel-Mittelpunkt unkorrigiert auf die definierte Position fährt!

Beachten Sie, dass die Steuerung grundsätzlich immer vier aufeinanderfolgende Q-Parameter beschreibt.

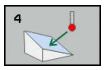
HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn die Steuerung keinen gültigen Antastpunkt ermitteln konnte, erhält der 4. Ergebnisparameter den Wert -1. Die Steuerung unterbricht das Programm **nicht**!

- Stellen Sie sicher, dass alle Antastpunkte erreicht werden können

Zyklusparameter



- **Parameter-Nr. für Ergebnis?**: Nummer des Q-Parameters eingeben, dem die Steuerung den Wert der ersten ermittelten Koordinate (X) zuweisen soll. Die Werte Y und Z stehen in den direkt folgenden Q-Parametern. Eingabebereich 0 bis 1999
- **Relativer Messweg in X?**: X-Anteil des Richtungsvektors, in dessen Richtung das Tastsystem verfahren soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Relativer Messweg in Y?**: Y-Anteil des Richtungsvektors, in dessen Richtung das Tastsystem verfahren soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Relativer Messweg in Z?**: Z-Anteil des Richtungsvektors, in dessen Richtung das Tastsystem verfahren soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Maximaler Messweg?**: Verfahrweg eingeben, wie weit das Tastsystem vom Startpunkt aus entlang des Richtungsvektors verfahren soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Vorschub Messen**: Messvorschub in mm/min eingeben. Eingabebereich 0 bis 3000,000
- **Maximaler Rückzugweg?**: Verfahrweg entgegen der Antastrichtung, nachdem der Taststift ausgelenkt wurde. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Bezugssystem? (0=IST/1=REF)**: Festlegen, ob das Tastergebnis im Eingabe-Koordinatensystem (**IST**) oder bezogen auf das Maschinen-Koordinatensystem (**REF**) abgelegt werden soll:
  0: Messergebnis im **IST**-System ablegen
  1: Messergebnis im **REF**-System ablegen

Beispiel

```
4 TCH PROBE 4.0  MESSEN 3D
5 TCH PROBE 4.1  Q1
6 TCH PROBE 4.2  IX-0.5 IY-1 IZ-1
7 TCH PROBE 4.3 ABST+45 F100 MB50
  BEZUGSSYSTEM:0
```

17.4 Schaltendes Tastsystem kalibrieren

Um den tatsächlichen Schaltpunkt eines 3D-Tastsystems exakt bestimmen zu können, müssen Sie das Tastsystem kalibrieren, ansonsten kann die Steuerung keine exakten Messergebnisse ermitteln.

Tastsystem immer kalibrieren bei:
- Inbetriebnahme
- Taststiftbruch
- Taststiftwechsel
- Änderung des Antastvorschubs
- Unregelmäßigkeiten, z. b. durch Erwärmung der Maschine
- Änderung der aktiven Werkzeugachse

Die Steuerung übernimmt die Kalibrierwerte für das aktive Tastsystem direkt nach dem Kalibriervorgang. Die aktualisierten Werkzeugdaten sind dann sofort wirksam. Ein erneuter Werkzeugaufruf ist nicht erforderlich.

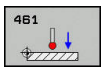
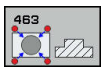
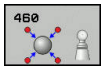
Beim Kalibrieren ermittelt die Steuerung die „wirksame“ Länge des Taststifts und den „wirksamen“ Radius der Tastkugel. Zum Kalibrieren des 3D-Tastsystems spannen Sie einen Einstellring oder einen Zapfen mit bekannter Höhe und bekanntem Radius auf den Maschinentisch.

Die Steuerung verfügt über Kalibrierzyklen für die Längenkalibrierung und für die Radiuskalibrierung:

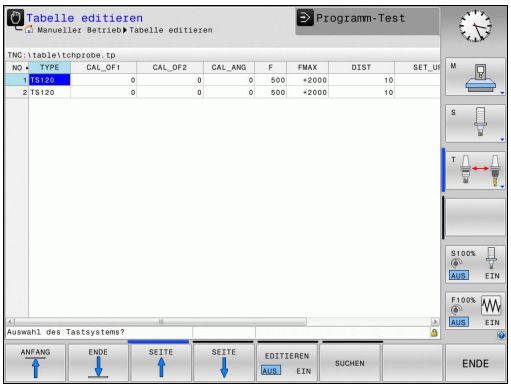
- Softkey **Antastfunktion** drücken

- Kalibrierzyklen anzeigen: Softkey **TS KALIBR.** drücken
- Kalibrierzyklus wählen

Kalibrierzyklen der Steuerung

Softkey	Funktion	Seite
	Länge kalibrieren	525
	Radius und Mittenversatz mit einem Kalibrierring ermitteln	527
	Radius und Mittenversatz mit einem Zapfen oder Kalibrierdorn ermitteln	529
	Radius und Mittenversatz mit einer Kalibrierkugel ermitteln	520

17.5 Kalibrierwerte anzeigen



Die Steuerung speichert wirksame Länge und wirksamen Radius des Tastsystems in der Werkzeugtabelle. Den Tastsystem-Mittenversatzes speichert die Steuerung in der Tastsystemtabelle, in den Spalten **CAL_OF1** (Hauptachse) und **CAL_OF2** (Nebenachse). Um die gespeicherten Werte anzuzeigen, drücken Sie den Softkey Tastsystemtabelle.

Während des Kalibriervorgangs wird automatisch ein Messprotokoll erstellt. Dieses Protokoll trägt den Namen TCHPRAUTO.html. Speicherort dieser Datei ist der Selbe, wie der Speicherort der Ausgangsdatei. Das Messprotokoll kann an der Steuerung mit dem Browser angezeigt werden. Werden in einem NC-Programm mehrere Zyklen zum Kalibrieren des Tastsystems verwendet, so befinden sich alle Messprotokolle unter TCHPRAUTO.html. Wenn Sie einen Tastsystemzyklus in der Betriebsart Manueller Betrieb abarbeiten, so speichert die Steuerung das Messprotokoll unter dem Namen TCHPRMAN.html. Speicherort dieser Datei ist der Ordner TNC: \ *.

Stellen Sie sicher, dass die Werkzeugnummer der Werkzeugtabelle und die Tastsystemnummer der Tastsystemtabelle zusammenpassen. Dies gilt unabhängig davon, ob Sie einen Tastsystemzyklus im Automatikbetrieb oder in der Betriebsart **Manueller Betrieb** abarbeiten wollen.

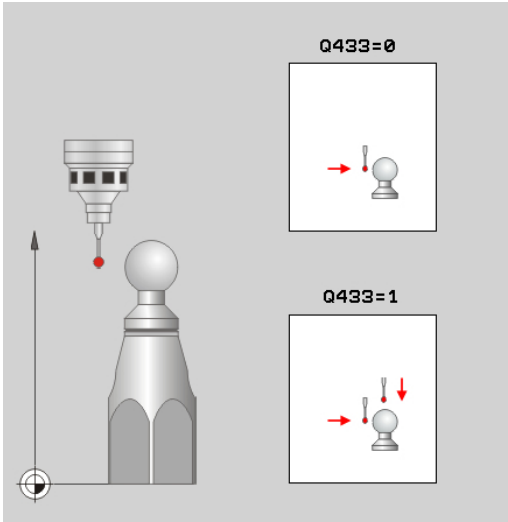
Weitere Informationen finden Sie im Kapitel Tastsystemtabelle

17.6 TS KALIBRIEREN (Zyklus 460, DIN/ISO: G460, Software-Option 17)

Bevor Sie den Kalibrierzyklus starten, müssen Sie das Tastsystem mittig über der Kalibrierkugel vorpositionieren. Positionieren Sie das Tastsystem in der Tastsystemachse ungefähr um Sicherheitsabstand (Wert aus Tastsystemtabelle + Wert aus Zyklus) über der Kalibrierkugel.

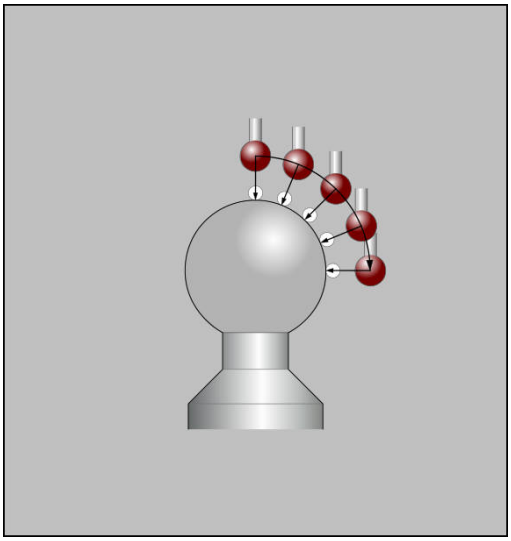
Mit dem Zyklus 460 können Sie ein schaltendes 3D-Tastsystem an einer exakten Kalibrierkugel automatisch kalibrieren.

Zudem ist es möglich, 3D-Kalibrierdaten zu erfassen. Dafür wird die Software-Option 92, 3D-ToolComp benötigt. 3D-Kalibrierdaten beschreiben das Auslenkverhalten des Tastsystems in beliebiger Antastrichtung. Unter TNC:\system\CAL_TS<T-Nr.>_<T-Idx.>.3DTC werden die 3D-Kalibrierdaten abgespeichert. In der Werkzeugtabelle wird in der Spalte DR2TABLE auf die 3DTC-Tabelle referenziert. Beim Antastvorgang werden dann die 3D-Kalibrierdaten berücksichtigt.



Zyklusablauf

Abhängig vom Parameter **Q433** können Sie nur eine Radiuskalibrierung oder Radius- und Längenkalibrierung durchführen.



Radiuskalibrierung Q433=0

1 Kalibrierkugel aufspannen. Auf Kollisionsfreiheit achten
2 Tastsystem in der Tastsystemachse über die Kalibrierkugel und in der Bearbeitungsebene ungefähr in die Kugelmitte positionieren
3 Die erste Bewegung der Steuerung erfolgt in der Ebene, abhängig vom Bezugswinkel (Q380)
4 Anschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem in Tastsystemachse
5 Der Antastvorgang startet und die Steuerung beginnt mit der Suche nach dem Äquator der Kalibrierkugel
6 Nachdem der Äquator ermittelt wurde, beginnt die Radiuskalibrierung
7 Abschließend zieht die Steuerung das Tastsystem in Tastsystemachse zurück auf die Höhe, auf der das Tastsystem vorpositioniert wurde

Radius- und Längenkalibrierung Q433=1

1 Kalibrierkugel aufspannen. Auf Kollisionsfreiheit achten
2 Tastsystem in der Tastsystemachse über die Kalibrierkugel und in der Bearbeitungsebene ungefähr in die Kugelmitte positionieren
3 Die erste Bewegung der Steuerung erfolgt in der Ebene, abhängig vom Bezugswinkel (Q380)
4 Anschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem in Tastsystemachse
5 Der Antastvorgang startet und die Steuerung beginnt mit der Suche nach dem Äquator der Kalibrierkugel
6 Nachdem der Äquator ermittelt wurde, beginnt die Radiuskalibrierung
7 Anschließend zieht die Steuerung das Tastsystem in Tastsystemachse zurück auf die Höhe, auf der das Tastsystem vorpositioniert wurde
8 Die Steuerung ermittelt die Länge des Tastsystems am Nordpol der Kalibrierkugel
9 Am Ende des Zyklus zieht die Steuerung das Tastsystem in Tastsystemachse zurück auf die Höhe, auf der das Tastsystem vorpositioniert wurde

Abhängig vom Parameter **Q455** können Sie zusätzlich eine 3D-Kalibrierung durchführen.

3D-Kalibrierung Q455= 1...30

1 Kalibrierkugel aufspannen. Auf Kollisionsfreiheit achten
2 Nach dem Kalibrieren von Radius und Länge zieht die Steuerung das Tastsystem in Tastsystemachse zurück. Anschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem über dem Nordpol
3 Der Antastvorgang startet ausgehend vom Nordpol bis zum Äquator in mehreren Schritten. Abweichungen zum Sollwert und damit das spezifische Auslenkverhalten werden festgestellt
4 Die Anzahl der Antastpunkte zwischen Nordpol und Äquator können Sie festlegen. Diese Anzahl ist abhängig vom Eingabeparameter Q455. Es kann ein Wert von 1 bis 30 programmiert werden. Wenn Sie Q455=0 programmieren, findet keine 3D-Kalibrierung statt
5 Die während der Kalibrierung festgestellten Abweichungen werden in einer 3DTC-Tabelle gespeichert
6 Am Ende des Zyklus zieht die Steuerung das Tastsystem in Tastsystemachse zurück auf die Höhe, auf der das Tastsystem vorpositioniert wurde

Beim Programmieren beachten!

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Bei Ausführung der Tastsystemzyklen 400 bis 499 dürfen keine Zyklen zur Koordinatenumrechnung aktiv sein.

- Folgende Zyklen nicht vor der Verwendung von Tastsystemzyklen aktivieren: Zyklus **7 NULLPUNKT**,Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **10 DREHUNG**,Zyklus **11 MASSFAKTOR** und **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**
- Koordinatenumrechnungen vorher zurücksetzen

HEIDENHAIN übernimmt die Gewährleistung für die Funktion der Tastsystemzyklen nur dann, wenn HEIDENHAIN-Tastsysteme eingesetzt werden.

Während des Kalibriervorgangs wird automatisch ein Messprotokoll erstellt. Dieses Protokoll trägt den Namen TCHPRAUTO.html. Speicherort dieser Datei ist der Selbe, wie der Speicherort der Ausgangsdatei. Das Messprotokoll kann an der Steuerung mit dem Browser angezeigt werden. Werden in einem NC-Programm mehrere Zyklen zum Kalibrieren des Tastsystems verwendet, so befinden sich alle Messprotokolle unter TCHPRAUTO.html.

Die wirksame Länge des Tastsystems bezieht sich immer auf den Werkzeugbezugspunkt. Der Werkzeugbezugspunkt befindet sich häufig an der sog. Spindelnase (Planfläche der Spindel). Ihr Maschinenhersteller kann den Werkzeugbezugspunkt auch davon abweichend platzieren.

Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmieren.

Tastsystem so vorpositionieren, dass es ungefähr über der Kugelmitte steht.

Wenn Sie Q455=0 programmieren, führt die Steuerung keine 3D-Kalibrierung aus.

Wenn Sie Q455=1 - 30 programmieren, erfolgt eine 3D-Kalibrierung des Tastsystems. Dabei werden Abweichungen des Auslenkverhaltens in Abhängigkeit verschiedener Winkel ermittelt. Wenn Sie Zyklus 444 verwenden, sollten Sie zuvor eine 3D-Kalibrierung durchführen.

Wenn Sie Q455=1 - 30 programmieren, wird unter TNC:\Table\CAL_TS<T-NR.>_<T-Idx.>.3DTC eine Tabelle abgespeichert. Dabei ist <T-NR> die Nummer und <Idx> der Index des Tastsystems.

Existiert bereits eine Referenz auf eine Kalibriertabelle (Eintrag in DR2TABLE), so wird diese Tabelle überschrieben.

Existiert noch keine Referenz auf eine Kalibriertabelle (Eintrag in DR2TABLE), wird in Abhängigkeit der Werkzeugnummer eine Referenz und die dazugehörige Tabelle erzeugt.

- **Q407 Radius Kalibrierkugel?** Geben Sie den exakten Radius der verwendeten Kalibrierkugel ein. Eingabebereich 0,0001 bis 99,9999
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental): zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle) und nur beim Antasten des Bezugspunktes in der Tastsystemachse. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q301 Fahren auf sichere Höhe (0/1)?**: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
- **Q423 Anzahl Antastungen (3-8)?** (absolut): Anzahl der Messpunkte auf dem Durchmesser. Eingabebereich 3 bis 8
- **Q380 Bezugswinkel Hauptachse?** (absolut) Geben Sie den Bezugswinkel (die Grunddrehung) für die Erfassung der Messpunkte im wirksamen Werkstück-Koordinatensystem an. Das Definieren eines Bezugswinkels kann den Messbereich einer Achse erheblich vergrößern. Eingabebereich 0 bis 360,0000
- **Q433 Länge kalibrieren (0/1)?**: Festlegen, ob die Steuerung nach der Radiuskalibrierung auch die Tastsystem-Länge kalibrieren soll:
  0: Tastsystem-Länge nicht kalibrieren
  1: Tastsystem-Länge kalibrieren
- **Q434 Bezugspunkt für Länge?** (absolut): Koordinate des Kalibrierkugel-Zentrums. Definition nur erforderlich, wenn Längenkalibrierung durchgeführt werden soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Q455 Anzahl der Punkte für 3D-Kal.?** Geben Sie die Anzahl der Antastpunkte zum 3D-Kalibrieren ein. Sinnvoll ist ein Wert von z. B. 15 Antastpunkten. Wird hier 0 eingetragen, so findet keine 3D-Kalibrierung statt. Bei einer 3D-Kalibrierung wird das Auslenkverhalten des Tastsystems unter verschiedenen Winkeln ermittelt und in einer Tabelle abgespeichert. Für die 3D-Kalibrierung wird 3D-ToolComp benötigt. Eingabebereich: 1 bis 30

Beispiel

```
5 TCH PROBE 460  TS KALIBRIEREN AN
  KUGEL
  Q407=12.5  ;KUGELRADIUS
  Q320=0     ;SICHERHEITS-ABST.
  Q301=1     ;FAHREN AUF S. HOEHE
  Q423=4     ;ANZAHL ANTASTUNGEN
  Q380=+0    ;BEZUGSWINKEL
  Q433=0     ;LAENGE KALIBRIEREN
  Q434=-2.5  ;BEZUGSPUNKT
  Q455=15    ;ANZAHL PUNKTE 3D-KAL
```

17.7 TS LÄNGE KALIBRIEREN (Zyklus 461, DIN/ISO: G461, Software-Option 17)

Zyklusablauf

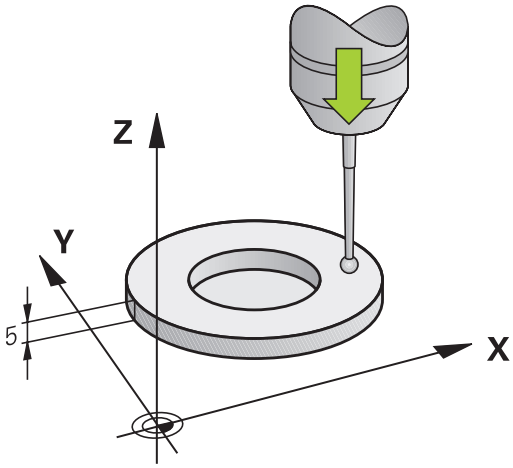
Bevor Sie den Kalibrierzyklus starten, müssen Sie den Bezugspunkt in der Spindelachse so setzen, dass auf dem Maschinentisch Z=0 ist und das Tastsystem über dem Kalibrierring vorpositionieren.

Während des Kalibriervorgangs wird automatisch ein Messprotokoll erstellt. Dieses Protokoll trägt den Namen TCHPRAUTO.html. Speicherort dieser Datei ist der Selbe, wie der Speicherort der Ausgangsdatei. Das Messprotokoll kann an der Steuerung mit dem Browser angezeigt werden. Werden in einem NC-Programm mehrere Zyklen zum Kalibrieren des Tastsystems verwendet, so befinden sich alle Messprotokolle unter TCHPRAUTO.html.

1 Die Steuerung orientiert das Tastsystem auf den Winkel **CAL_ANG** aus der Tastsystemtabelle (nur wenn Ihr Tastsystem orientierbar ist)

2 Die Steuerung tastet von der aktuellen Position aus in negativer Spindelachsrichtung mit Antastvorschub (Spalte **F** aus der Tastsystemtabelle)

3 Anschließend positioniert die Steuerung das Tastsystem mit Eilgang (Spalte **FMAX** aus der Tastsystemtabelle) zurück zur Startposition



Beim Programmieren beachten!

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Bei Ausführung der Tastsystemzyklen 400 bis 499 dürfen keine Zyklen zur Koordinatenumrechnung aktiv sein.

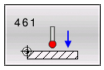
- Folgende Zyklen nicht vor der Verwendung von Tastsystemzyklen aktivieren: Zyklus **7 NULLPUNKT**,Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **10 DREHUNG**,Zyklus **11 MASSFAKTOR** und **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**
- Koordinatenumrechnungen vorher zurücksetzen

HEIDENHAIN übernimmt die Gewährleistung für die Funktion der Tastsystemzyklen nur dann, wenn HEIDENHAIN-Tastsysteme eingesetzt werden.

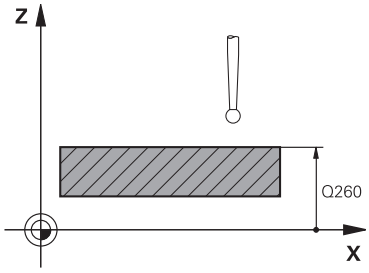
Die wirksame Länge des Tastsystems bezieht sich immer auf den Werkzeugbezugspunkt. Der Werkzeugbezugspunkt befindet sich häufig an der sog. Spindelnase (Planfläche der Spindel). Ihr Maschinenhersteller kann den Werkzeugbezugspunkt auch davon abweichend platzieren.

Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben.

Während des Kalibriervorgangs wird automatisch ein Messprotokoll erstellt. Dieses Protokoll trägt den Namen TCHPRAUTO.html.



- **Q434 Bezugspunkt für Länge?** (absolut): Bezug für die Länge (z. B. Höhe Einstellring). Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999



Beispiel

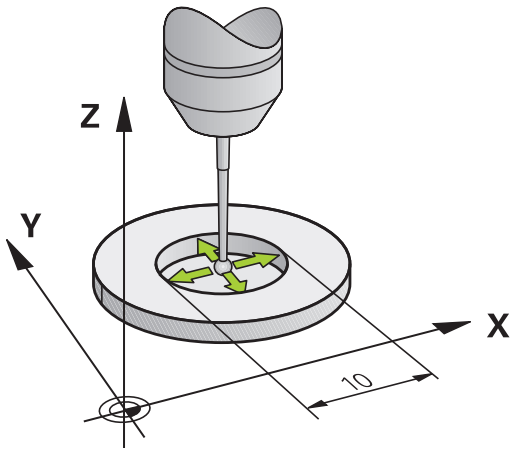
```
5 TCH PROBE 461  TS LAENGE
    KALIBRIEREN
    Q434=+5      ;BEZUGSPUNKT
```

17.8 TS RADIUS INNEN KALIBRIEREN (Zyklus 462, DIN/ISO: G462, Software-Option 17)

Zyklusablauf

Bevor Sie den Kalibrierzyklus starten, müssen Sie das Tastsystem in der Mitte des Kalibrierrings und auf der gewünschten Messhöhe vorpositionieren.

Beim Kalibrieren des Tastkugelradius führt die Steuerung eine automatische Antastroutine aus. Im ersten Durchlauf ermittelt die Steuerung die Mitte des Kalibrierrings bzw. des Zapfens (Grobmessung) und positioniert das Tastsystem in das Zentrum. Anschließend wird im eigentlichen Kalibriervorgang (Feinmessung) der Tastkugelradius ermittelt. Falls mit dem Tastsystem eine Umschlagmessung möglich ist, wird in einem weiteren Durchlauf der Mittenversatz ermittelt.



Während des Kalibriervorgangs wird automatisch ein Messprotokoll erstellt. Dieses Protokoll trägt den Namen TCHPRAUTO.html. Speicherort dieser Datei ist der Selbe, wie der Speicherort der Ausgangsdatei. Das Messprotokoll kann an der Steuerung mit dem Browser angezeigt werden. Werden in einem NC-Programm mehrere Zyklen zum Kalibrieren des Tastsystems verwendet, so befinden sich alle Messprotokolle unter TCHPRAUTO.html.

Die Orientierung des Tastsystems bestimmt die Kalibrierroutine:

- Keine Orientierung möglich oder Orientierung nur in eine Richtung möglich: Die Steuerung führt eine Grob- und eine Feinmessung aus und ermittelt den wirksamen Tastkugelradius (Spalte R in tool.t)
- Orientierung in zwei Richtungen möglich (z. B. Kabel-Tastsysteme von HEIDENHAIN): Die Steuerung führt eine Grob- und eine Feinmessung aus, dreht das Tastsystem um 180° und führt vier weitere Antastroutine aus. Durch die Umschlagmessung wird zusätzlich zum Radius, der Mittenversatz (CAL_OF in tchprobe.tp) ermittelt.
- Beliebige Orientierung möglich (z. B. Infrarot-Tastsysteme von HEIDENHAIN): Antastroutine: siehe „Orientierung in zwei Richtungen möglich"

Beim Programmieren beachten!

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Bei Ausführung der Tastsystemzyklen 400 bis 499 dürfen keine Zyklen zur Koordinatenumrechnung aktiv sein.

- Folgende Zyklen nicht vor der Verwendung von Tastsystemzyklen aktivieren: Zyklus **7 NULLPUNKT**,Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **10 DREHUNG**,Zyklus **11 MASSFAKTOR** und **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**
- Koordinatenumrechnungen vorher zurücksetzen

Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben.

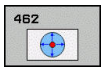
Sie können den Mittenversatz nur mit einem dafür geeigneten Tastsystem ermitteln.

Während des Kalibriervorgangs wird automatisch ein Messprotokoll erstellt. Dieses Protokoll trägt den Namen TCHPRAUTO.html.

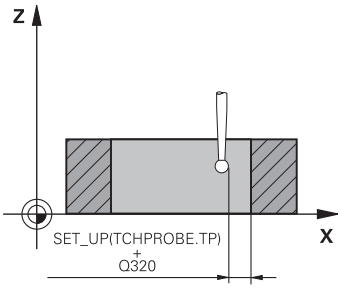
Um den Tastkugel-Mittenversatz zu bestimmen, muss die Steuerung vom Maschinenhersteller vorbereitet sein. Maschinenhandbuch beachten!

Die Eigenschaft oder wie Ihr Tastsystem orientiert werden kann, ist bei HEIDENHAIN-Tastsystemen bereits vordefiniert. Andere Tastsysteme werden vom Maschinenhersteller konfiguriert.

HEIDENHAIN übernimmt die Gewährleistung für die Funktion der Tastsystemzyklen nur dann, wenn HEIDENHAIN-Tastsysteme eingesetzt werden.



- **Q407 RINGRADIUS** Geben Sie den Radius des Kalibrierrings ein. Eingabebereich 0 bis 9,9999
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental) Definieren Sie einen zusätzlichen Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q423 Anzahl Antastungen (3-8)?** (absolut): Anzahl der Messpunkte auf dem Durchmesser. Eingabebereich 3 bis 8
- **Q380 Bezugswinkel Hauptachse?** (absolut): Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und dem ersten Antastpunkt. Eingabebereich 0 bis 360,0000



Beispiel

5 TCH PROBE 462 TS KALIBRIEREN IN RING	
Q407=+5	;RINGRADIUS
Q320=+0	;SICHERHEITS-ABST.
Q423=+8	;ANZAHL ANTASTUNGEN
Q380=+0	;BEZUGSWINKEL

17.9 TS RADIUS AUSSEN KALIBRIEREN (Zyklus 463, DIN/ISO: G463, Software-Option 17)

Zyklusablauf

Bevor Sie den Kalibrierzyklus starten, müssen Sie das Tastsystem mittig über dem Kalibrierdorn vorpositionieren. Positionieren Sie das Tastsystem in der Tastsystemachse ungefähr um Sicherheitsabstand (Wert aus Tastsystemtabelle + Wert aus Zyklus) über dem Kalibrierdorn.

Beim Kalibrieren des Tastkugelradius führt die Steuerung eine automatische Antastroutine aus. Im ersten Durchlauf ermittelt die Steuerung die Mitte des Kalibrierrings oder des Zapfens (Grobmessung) und positioniert das Tastsystem in das Zentrum. Anschließend wird im eigentlichen Kalibriervorgang (Feinmessung) der Tastkugelradius ermittelt. Falls mit dem Tastsystem eine Umschlagmessung möglich ist, wird in einem weiteren Durchlauf der Mittenversatz ermittelt.

Während des Kalibriervorgangs wird automatisch ein Messprotokoll erstellt. Dieses Protokoll trägt den Namen TCHPRAUTO.html. Speicherort dieser Datei ist der Selbe, wie der Speicherort der Ausgangsdatei. Das Messprotokoll kann an der Steuerung mit dem Browser angezeigt werden. Werden in einem NC-Programm mehrere Zyklen zum Kalibrieren des Tastsystems verwendet, so befinden sich alle Messprotokolle unter TCHPRAUTO.html.

Die Orientierung des Tastsystems bestimmt die Kalibrierroutine:

- Keine Orientierung möglich oder Orientierung nur in eine Richtung möglich: Die Steuerung führt eine Grob- und eine Feinmessung aus und ermittelt den wirksamen Tastkugelradius (Spalte R in tool.t)
- Orientierung in zwei Richtungen möglich (z. B. Kabel-Tastsysteme von HEIDENHAIN): Die Steuerung führt eine Grob- und eine Feinmessung aus, dreht das Tastsystem um 180° und führt vier weitere Antastroutinen aus. Durch die Umschlagmessung wird zusätzlich zum Radius, der Mittenversatz (CAL_OF in tchprobe.tp) ermittelt.
- Beliebige Orientierung möglich (z. B. Infrarot-Tastsysteme von HEIDENHAIN): Antastroutine: siehe „Orientierung in zwei Richtungen möglich"

Beim Programmieren beachten!

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Bei Ausführung der Tastsystemzyklen 400 bis 499 dürfen keine Zyklen zur Koordinatenumrechnung aktiv sein.

- Folgende Zyklen nicht vor der Verwendung von Tastsystemzyklen aktivieren: Zyklus **7 NULLPUNKT**,Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **10 DREHUNG**,Zyklus **11 MASSFAKTOR** und **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**
- Koordinatenumrechnungen vorher zurücksetzen

Vor der Zyklusdefinition müssen Sie einen Werkzeugaufruf zur Definition der Tastsystemachse programmiert haben.

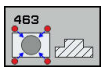
Sie können den Mittenversatz nur mit einem dafür geeigneten Tastsystem ermitteln.

Während des Kalibriervorgangs wird automatisch ein Messprotokoll erstellt. Dieses Protokoll trägt den Namen TCHPRAUTO.html.

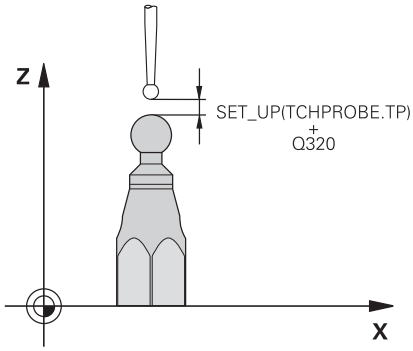
Um den Tastkugel-Mittenversatz zu bestimmen, muss die Steuerung vom Maschinenhersteller vorbereitet sein. Maschinenhandbuch beachten!

Die Eigenschaft oder wie Ihr Tastsystem orientiert werden kann, ist bei HEIDENHAIN-Tastsystemen bereits vordefiniert. Andere Tastsysteme werden vom Maschinenhersteller konfiguriert.

HEIDENHAIN übernimmt die Gewährleistung für die Funktion der Tastsystemzyklen nur dann, wenn HEIDENHAIN-Tastsysteme eingesetzt werden.



- **Q407 Radius Kalibrierzapfen?**: Durchmesser des Einstellrings. Eingabebereich 0 bis 99,9999
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental) Definieren Sie einen zusätzlichen Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q301 Fahren auf sichere Höhe (0/1)?**: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
- **Q423 Anzahl Antastungen (3-8)?** (absolut): Anzahl der Messpunkte auf dem Durchmesser. Eingabebereich 3 bis 8
- **Q380 Bezugswinkel Hauptachse?** (absolut): Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und dem ersten Antastpunkt. Eingabebereich 0 bis 360,0000



Beispiel

5 TCH PROBE 463 TS KALIBRIEREN AN ZAPFEN	
Q407=+5	;ZAPFENRADIUS
Q320=+0	;SICHERHEITS-ABST.
Q301=+1	;FAHREN AUF S. HOEHE
Q423=+8	;ANZAHL ANTASTUNGEN
Q380=+0	;BEZUGSWINKEL

17.10 SCHNELLES ANTASTEN (Zyklus 441, DIN/ISO G441, Software-Option 17)

Zyklusablauf

Mit dem Tastsystemzyklus 441 können Sie verschiedene Tastsystemparameter, wie z. B. den Positioniervorschub, für alle nachfolgend verwendeten Tastsystemzyklen global einstellen.

Beim Programmieren beachten!

Zyklus 441 setzt Parameter für Antastzyklen. Dieser Zyklus führt keine Maschinenbewegungen aus

END PGM, **M2**, **M30** setzen die globalen Einstellungen von Zyklus 441 zurück

Zyklusparameter **Q399** ist abhängig von Ihrer Maschinenkonfiguration. Die Möglichkeit, das Tastsystem vom NC-Programm aus zu orientieren muss von Ihrem Maschinenhersteller eingestellt sein.

Der Vorschub kann zusätzlich von Ihrem Maschinehersteller begrenzt sein. Im Maschinenparameter **maxTouchFeed** (Nr. 122602) wird der absolute, maximale Vorschub definiert.

Auch wenn Sie an Ihrer Maschine getrennte Potentiometer für Eilgang und Vorschub besitzen, können Sie den Vorschub auch bei Q397=1 nur mit dem Potentiometer für Vorschubbewegungen regeln.

Zyklusparameter

- **Q396 Positionier-Vorschub?**: Festlegen, mit welchem Vorschub die Steuerung Positionierbewegungen des Tastsystems durchführt. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**
- **Q397 Vorpos. mit Maschineneilgang?**: Festlegen, ob die Steuerung beim Vorpositionieren des Tastsystems mit dem Vorschub **FMAX** (Eilgang der Maschine) verfährt:
  0: Mit dem Vorschub aus **Q396** vorpositionieren
  1: Mit dem Maschineneilgang **FMAX** vorpositionieren Auch wenn Sie an Ihrer Maschine getrennte Potentiometer für Eilgang und Vorschub besitzen, können Sie den Vorschub auch bei Q397=1 nur mit dem Potentiometer für Vorschubbewegungen regeln. Der Vorschub kann zusätzlich von Ihrem Maschinehersteller begrenzt sein. Im Maschinenparameter **maxTouchFeed** (Nr. 122602) wird der absolute, maximale Vorschub definiert.
- **Q399 Winkelnachführung (0/1)?**: Festlegen, ob die Steuerung das Tastsystem vor jedem Antastvorgang orientiert:
  0: Nicht orientieren
  1: Vor jedem Antastvorgang Spindel orientieren (erhöht die Genauigkeit)
- **Q400 Automatische Unterbrechung?** Festlegen, ob die Steuerung nach einem Messzyklus zur automatischen Werkstückvermessung den Programmlauf unterbricht und die Messergebnisse am Bildschirm ausgibt:
  0: Programmlauf nicht unterbrechen, auch wenn im jeweiligen Antastzyklus die Ausgabe der Messergebnisse auf den Bildschirm gewählt ist
  1: Programmlauf unterbrechen, Messergebnisse am Bildschirm ausgeben. Sie können den Programmlauf anschließend mit **NC-Start** fortsetzen

Beispiel

```
5 TCH PROBE 441  SCHNELLES
    ANTASTEN
    Q 396=3000;POSITIONIER-VORSCHUB
    Q 397=0    ;AUSWAHL VORSCHUB
    Q 399=1    ;WINKELNACHFÜHRUNG
    Q 400=1    ;UNTERBRECHUNG
```

18

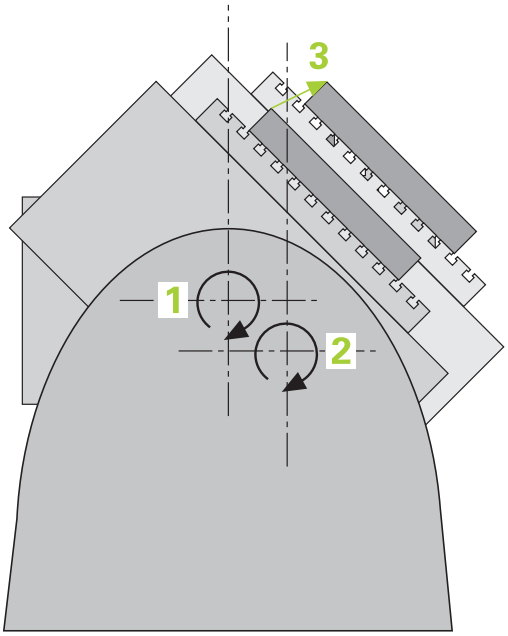
Tastsystem-zyklen: Kinematik automatisch vermessen

18.1 Kinematikvermessung mit Tastsystemen TS (Option KinematicsOpt)

Grundlegendes

Die Genauigkeitsanforderungen, insbesondere auch im Bereich der 5-Achsbearbeitung, werden immer höher. So sollen komplexe Teile exakt und mit reproduzierbarer Genauigkeit auch über lange Zeiträume gefertigt werden können.

Gründe für Ungenauigkeiten bei der Mehrachsbearbeitung sind - u. a. - die Abweichungen zwischen dem kinematischen Modell, das in der Steuerung hinterlegt ist (siehe Bild rechts **1**) und den tatsächlich an der Maschine vorhandenen kinematischen Verhältnissen (siehe Bild rechts**2**). Diese Abweichungen führen beim Positionieren der Drehachsen zu einem Fehler am Werkstück (siehe Bild rechts **3**). Es muss also eine Möglichkeit geschaffen werden, Modell und Wirklichkeit möglichst Nahe aufeinander abzustimmen.

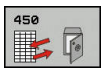


Die Steuerungsfunktion **KinematicsOpt** ist ein wichtiger Baustein, der hilft, diese komplexe Anforderung auch wirklich umsetzen zu können: Ein 3D Tastsystemzyklus vermisst die an Ihrer Maschine vorhandenen Drehachsen vollautomatisch, unabhängig davon, ob die Drehachsen mechanisch als Tisch oder Kopf ausgeführt sind. Dabei wird eine Kalibrierkugel an einer beliebigen Stelle auf dem Maschinentisch befestigt und in einer von Ihnen definierbaren Feinheit vermessen. Sie legen bei der Zyklusdefinition lediglich für jede Drehachse separat den Bereich fest, den Sie vermessen wollen.

Aus den gemessenen Werten ermittelt die Steuerung die statische Schwenkgenauigkeit. Dabei minimiert die Software den durch die Schwenkbewegungen entstehenden Positionierfehler und speichert die Maschinengeometrie am Ende des Messvorgangs automatisch in den jeweiligen Maschinenkonstanten der Kinematiktabelle ab.

Übersicht

Die Steuerung stellt Zyklen zur Verfügung, mit denen Sie Ihre Maschinenkinematik automatisch sichern, wiederherstellen, prüfen und optimieren können:

Softkey	Zyklus	Seite
	450 **KINEMATIK SICHERN** Automatisches Sichern und Wiederherstellen von Kinematiken	540
	451 **KINEMATIK VERMESSEN** Automatisches Prüfen oder Optimieren der Maschinenkinematik	543
	452 **PRESET-KOMPENSATION** Automatisches Prüfen oder Optimieren der Maschinenkinematik	558

18.2 Voraussetzungen

Um KinematicsOpt nutzen zu können, müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- Die Software-Optionen 48 (KinematicsOpt), 8 (Software-Option 1) und 17 (Touch probe function) müssen freigeschaltet sein
- Das für die Vermessung verwendete 3D-Tastsystem muss kalibriert sein
- Die Zyklen können nur mit Werkzeugachse Z ausgeführt werden
- Eine Messkugel mit exakt bekanntem Radius und ausreichender Steifigkeit muss an einer beliebigen Stelle auf dem Maschinentisch befestigt sein. HEIDENHAIN empfiehlt die Verwendung der Kalibrierkugeln **KKH 250 (Bestellnummer 655475-01)** oder **KKH 100 (Bestellnummer 655475-02)**, die eine besonders hohe Steifigkeit aufweisen und speziell für die Maschinenkalibrierung konstruiert wurden. Setzen Sie sich bei Interesse mit HEIDENHAIN in Verbindung.
- Die Kinematikbeschreibung der Maschine muss vollständig und korrekt definiert sein. Die Transformationsmaße müssen mit einer Genauigkeit von ca. 1 mm eingetragen sein
- Die Maschine muss vollständig geometrisch vermessen sein (wird vom Maschinenhersteller bei der Inbetriebnahme durchgeführt)
- Der Maschinenhersteller muss in den Konfigurationsdaten die Maschinenparameter für **CfgKinematicsOpt** (Nr. 204800) hinterlegt haben. **maxModification** (Nr. 204801) legt die Toleranzgrenze fest, ab der die Steuerung einen Hinweis anzeigen soll, wenn die Änderungen an den Kinematikdaten über diesem Grenzwert liegen. **maxDevCalBall** (Nr. 204802) legt fest, wie groß der gemessene Kalibrierkugelradius vom eingegebenen Zyklusparameter sein darf. **mStrobeRotAxPos** (Nr. 204803) legt eine speziell vom Maschinenhersteller definierte M-Funktion fest, mit der die Drehachsen positioniert werden können.

Beim Programmieren beachten!

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Bei Ausführung der Tastsystemzyklen 400 bis 499 dürfen keine Zyklen zur Koordinatenumrechnung aktiv sein.

- Folgende Zyklen nicht vor der Verwendung von Tastsystemzyklen aktivieren: Zyklus **7 NULLPUNKT**,Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **10 DREHUNG**,Zyklus **11 MASSFAKTOR** und **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.**
- Koordinatenumrechnungen vorher zurücksetzen

HEIDENHAIN übernimmt die Gewährleistung für die Funktion der Antastzyklen nur dann, wenn HEIDENHAIN-Tastsysteme eingesetzt werden.

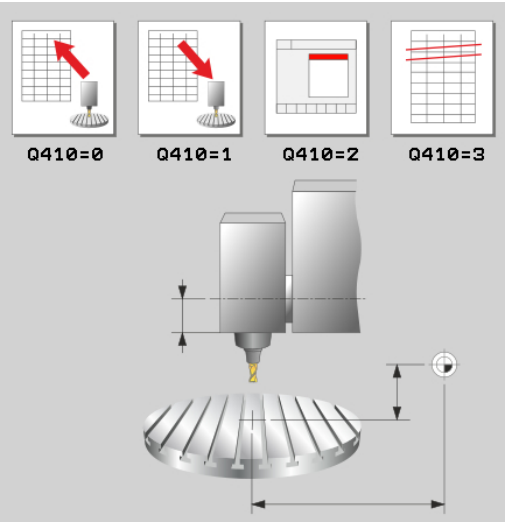
Wenn im Maschinenparameter **mStrobeRotAxPos** (Nr. 204803) eine M-Funktion festgelegt ist, dann müssen Sie vor Starten eines der KinematicsOpt-Zyklen (außer 450) die Drehachsen auf 0 Grad (IST-System) positionieren.

Wurden die Maschinenparameter durch die KinematicsOpt-Zyklen verändert, so muss ein Neustart der Steuerung ausgeführt werden. Andernfalls besteht unter bestimmten Umständen die Gefahr, dass die Änderungen verloren gehen.

18.3 KINEMATIK SICHERN (Zyklus 450, DIN/ISO: G450, Option)

Zyklusablauf

Mit dem Tastsystemzyklus 450 können Sie die aktive Maschinenkinematik sichern oder eine zuvor gesicherte Maschinenkinematik wiederherstellen. Die gespeicherten Daten können angezeigt und gelöscht werden. Insgesamt stehen 16 Speicherplätze zur Verfügung.



Beim Programmieren beachten!

Bevor Sie eine Kinematikoptimierung durchführen, sollten Sie die aktive Kinematik grundsätzlich sichern. Vorteil:

- Entspricht das Ergebnis nicht den Erwartungen, oder treten während der Optimierung Fehler auf (z. B. Stromausfall) dann können Sie die alten Daten wiederherstellen.

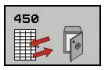
Beachten Sie beim Modus **Herstellen**:

- Gesicherte Daten kann die Steuerung grundsätzlich nur in eine identische Kinematikbeschreibung zurückschreiben.
- Eine Änderung der Kinematik hat immer auch eine Änderung des Bezugspunkts zur Folge. Bezugspunkt ggf. neu setzen.

Der Zyklus stellt keine gleichen Werte mehr her. Er stellt nur Daten her, wenn sich diese von den vorhandenen Daten unterscheiden. Auch Kompensationen werden nur hergestellt, wenn diese auch gesichert wurden.

Das Sichern und wiederherstellen mit Zyklus 450 sollte nur dann durchgeführt werden, wenn keine Werkzeugträgerkinematik mit Transformationen aktiv ist.

Zyklusparameter



- **Q410 Modus (0/1/2/3)?**: Festlegen, ob Sie eine Kinematik sichern oder wiederherstellen wollen:
  0: Aktive Kinematik sichern
  1: Eine gespeicherte Kinematik wiederherstellen
  2: Aktuellen Speicherstatus anzeigen
  3: Löschen eines Datensatzes
- **Q409/QS409 Bezeichnung des Datensatzes?**: Nummer oder Name des Datensatzbezeichners. Bei der Eingabe von Zahlen können Sie Werte von 0 bis 99999 eingeben, die Zeichenlänge bei der Verwendung von Buchstaben darf 16 Zeichen nicht überschreiten. Insgesamt stehen 16 Speicherplätze zur Verfügung. Q409 ist ohne Funktion, wenn Modus 2 gewählt ist. Im Modus 1 und 3 (Herstellen und Löschen) können Sie Platzhalter - sogenannte Wildcards zur Suche verwenden. Findet die Steuerung aufgrund von Wildcards mehrere mögliche Datensätze, so restauriert die Steuerung die Mittelwerte der Daten (Modus 1), bzw. löscht alle selektierten Datensätze nach Bestätigen (Modus 3). Sie können zur Suche folgende Wildcards verwenden:
  ?: Ein einzelnes unbestimmtes Zeichen
  $: Ein einzelnes alphabetisches Zeichen (Buchstabe)
  #: Eine einzelne unbestimmte Ziffer
  *****: Eine beliebig lange unbestimmte Zeichenkette

Sichern der aktiven Kinematik

```
5 TCH PROBE 450  KINEMATIK SICHERN
    Q410=0      ;MODUS
    Q409=947    ;SPEICHERBEZEICHNUNG
```

Restaurieren von Datensätzen

```
5 TCH PROBE 450  KINEMATIK SICHERN
    Q410=1      ;MODUS
    Q409=948    ;SPEICHERBEZEICHNUNG
```

Anzeigen aller gespeicherten Datensätze

```
5 TCH PROBE 450  KINEMATIK SICHERN
    Q410=2      ;MODUS
    Q409=949    ;SPEICHERBEZEICHNUNG
```

Löschen von Datensätzen

```
5 TCH PROBE 450  KINEMATIK SICHERN
    Q410=3      ;MODUS
    Q409=950    ;SPEICHERBEZEICHNUNG
```

Protokollfunktion

Die Steuerung erstellt nach dem Abarbeiten des Zyklus 450 ein Protokoll (**tchprAUTO.html**), das folgende Daten enthält:

- Datum und Uhrzeit, an dem das Protokoll erstellt wurde
- Name des NC-Programms, aus dem der Zyklus abgearbeitet wurde
- Bezeichner der aktiven Kinematik
- Aktives Werkzeug

Die weiteren Daten im Protokoll hängen vom gewählten Modus ab:

- Modus 0: Protokollierung aller Achs- und Transformationseinträge der Kinematikkette, die die Steuerung gesichert hat
- Modus 1: Protokollierung aller Transformationseinträge vor und nach der Wiederherstellung
- Modus 2: Auflistung der gespeicherten Datensätze.
- Modus 3: Auflistung der gelöschten Datensätze.

Hinweise zur Datenhaltung

Die Steuerung speichert die gesicherten Daten in der Datei **TNC:\table\DATA450.KD**. Diese Datei kann z. b. mit **TNCremo** auf einem externen PC gesichert werden. Wird die Datei gelöscht, so sind auch die gesicherten Daten entfernt. Ein manuelles Verändern der Daten in der Datei kann zur Folge haben, dass die Datensätze korrupt und dadurch nicht mehr verwendbar werden.

Existiert die Datei **TNC:\table\DATA450.KD**, nicht, so wird diese beim Ausführen von Zyklus 450 automatisch generiert.

Achten Sie darauf, dass Sie evtl. leere Dateien mit dem Namen **TNC:\table\DATA450.KD** löschen, bevor Sie Zyklus 450 starten. Wenn eine leere Speichertabelle (**TNC:\table\DATA450.KD**) vorliegt, die noch keine Zeilen enthält, kommt es beim Ausführen von Zyklus 450 zu einer Fehlermeldung. Löschen Sie in diesem Fall die leere Speichertabelle und führen Sie den Zyklus erneut aus.

Führen Sie keine manuellen Änderungen an den gesicherten Daten aus.

Sichern Sie die Datei **TNC:\table\DATA450.KD**, um im Bedarfsfall (z. B. Defekt des Datenträgers) die Datei wiederherstellen zu können.

18.4 KINEMATIK VERMESSEN (Zyklus 451, DIN/ISO: G451, Option)

Zyklusablauf

Mit dem Tastsystemzyklus 451 können Sie die Kinematik Ihrer Maschine prüfen und bei Bedarf optimieren. Dabei vermessen Sie mit dem 3D-Tastsystem TS eine HEIDENHAIN-Kalibrierkugel, die Sie auf dem Maschinentisch befestigt haben.

> HEIDENHAIN empfiehlt die Verwendung der Kalibrierkugeln **KKH 250 (Bestellnummer 655475-01)** oder **KKH 100 (Bestellnummer 655475-02)**, die eine besonders hohe Steifigkeit aufweisen und speziell für die Maschinenkalibrierung konstruiert wurden. Setzen Sie sich bei Interesse mit HEIDENHAIN in Verbindung.

Die Steuerung ermittelt die statische Schwenkgenauigkeit. Dabei minimiert die Software den durch die Schwenkbewegungen entstehenden Raumfehler und speichert die Maschinengeometrie am Ende des Messvorgangs automatisch in den jeweiligen Maschinenkonstanten der Kinematikbeschreibung ab.

1. Kalibrierkugel aufspannen, auf Kollisionsfreiheit achten
2. In der Betriebsart Manuell den Bezugspunkt in das Kugelzentrum setzen oder, wenn **Q431=1** oder **Q431=3** definiert ist: Tastsystem manuell in der Tastsystemachse über die Kalibrierkugel und in der Bearbeitungsebene in die Kugelmitte positionieren
3. Programmlauf-Betriebsart wählen und Kalibrierprogramm starten
4. Die Steuerung vermisst automatisch nacheinander alle Drehachsen in der von Ihnen definierten Feinheit
5. Die Messwerte speichert die Steuerung in folgenden Q-Parametern:

Parameternummer	Bedeutung
Q141	Gemessene Standardabweichung A-Achse (-1, wenn Achse nicht vermessen wurde)
Q142	Gemessene Standardabweichung B-Achse (-1, wenn Achse nicht vermessen wurde)
Q143	Gemessene Standardabweichung C-Achse (-1, wenn Achse nicht vermessen wurde)
Q144	Optimierte Standardabweichung A-Achse (-1, wenn Achse nicht optimiert wurde)
Q145	Optimierte Standardabweichung B-Achse (-1, wenn Achse nicht optimiert wurde)
Q146	Optimierte Standardabweichung C-Achse (-1, wenn Achse nicht optimiert wurde)
Q147	Offsetfehler in X-Richtung, zur manuellen Übernahme in den entsprechenden Maschinenparameter
Q148	Offsetfehler in Y-Richtung, zur manuellen Übernahme in den entsprechenden Maschinenparameter
Q149	Offsetfehler in Z-Richtung, zur manuellen Übernahme in den entsprechenden Maschinenparameter

Positionierrichtung

Die Positionierrichtung der zu vermessenden Drehachse ergibt sich aus dem von Ihnen im Zyklus definierten Start- und Endwinkel. Bei 0° erfolgt automatisch eine Referenzmessung.

Start- und Endwinkel so wählen, dass dieselbe Position von der Steuerung nicht doppelt vermessen wird. Eine doppelte Messpunktaufnahme (z. B. Messposition +90° und -270°) ist nicht sinnvoll, führt jedoch zu keiner Fehlermeldung.

- Beispiel: Startwinkel = +90°, Endwinkel = -90°
  - Startwinkel = +90°
  - Endwinkel = -90°
  - Anzahl Messpunkte = 4
  - Daraus berechneter Winkelschritt = (-90° - +90°) / (4 – 1) = -60°
  - Messpunkt 1 = +90°
  - Messpunkt 2 = +30°
  - Messpunkt 3 = -30°
  - Messpunkt 4 = -90°
- Beispiel: Startwinkel = +90°, Endwinkel = +270°
  - Startwinkel = +90°
  - Endwinkel = +270°
  - Anzahl Messpunkte = 4
  - Daraus berechneter Winkelschritt = (270° – 90°) / (4 – 1) = +60°
  - Messpunkt 1 = +90°
  - Messpunkt 2 = +150°
  - Messpunkt 3 = +210°
  - Messpunkt 4 = +270°

Maschinen mit hirthverzahnten Achsen

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Zum Positionieren muss sich die Achse aus dem Hirth-Raster bewegen. Die Steuerung rundet ggf. die Messpositionen so, dass sie in das Hirth-Raster passen (abhängig von Startwinkel, Endwinkel und Anzahl Messpunkte).

- Achten Sie deshalb auf einen ausreichend großen Sicherheitsabstand, damit es zu keiner Kollision zwischen Tastsystem und Kalibrierkugel kommt
- Gleichzeitig darauf achten, dass zum Anfahren des Sicherheitsabstands genügend Platz ist (Software-Endschalter)

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Abhängig von der Maschinenkonfiguration kann die Steuerung die Drehachsen nicht automatisch positionieren. In diesem Fall benötigen Sie eine spezielle M-Funktion vom Maschinenhersteller, über die die Steuerung die Drehachsen bewegen kann. Im Maschinenparameter **mStrobeRotAxPos** (Nr. 244803) muss der Maschinenhersteller dazu die Nummer der M-Funktion eingetragen haben.

- Dokumentation Ihres Maschinenherstellers beachten

Rückzugshöhe größer 0 definieren, wenn Software-Option 2 nicht verfügbar ist.

Die Messpositionen errechnen sich aus Startwinkel, Endwinkel und Anzahl der Messungen für die jeweilige Achse und dem Hirth-Raster.

Rechenbeispiel Messpositionen für eine A-Achse:

Startwinkel **Q411** = -30

Endwinkel **Q412** = +90

Anzahl Messpunkte **Q414** = 4

Hirth-Raster = 3°

Berechneter Winkelschritt = (Q412 - Q411) / (Q414 -1)

Berechneter Winkelschritt = (90° - (-30°)) / (4 – 1) = 120 / 3 = 40°

Messposition 1 = Q411 + 0 * Winkelschritt = -30° –> -30°

Messposition 2 = Q411 + 1 * Winkelschritt = +10° –> 9°

Messposition 3 = Q411 + 2 * Winkelschritt = +50° –> 51°

Messposition 4 = Q411 + 3 * Winkelschritt = +90° –> 90°

Wahl der Anzahl der Messpunkte

Um Zeit zu sparen, können Sie eine Groboptimierung, z. b. bei der Inbetriebnahme mit einer geringen Anzahl an Messpunkten (1 - 2) durchführen.

Eine anschließende Feinoptimierung führen Sie dann mit mittlerer Messpunktanzahl (empfohlener Wert = ca. 4) durch. Eine noch höhere Messpunktanzahl bringt meist keine besseren Ergebnisse. Idealerweise sollten Sie die Messpunkte gleichmäßig über den Schwenkbereich der Achse verteilen.

Eine Achse mit einem Schwenkbereich von 0-360° vermessen Sie daher idealerweise mit drei Messpunkten auf 90°, 180° und 270°. Definieren Sie also den Startwinkel mit 90° und den Endwinkel mit 270°.

Wenn Sie die Genauigkeit entsprechend prüfen wollen, dann können Sie im Modus **Prüfen** auch eine höhere Anzahl an Messpunkten angeben.

> Wenn ein Messpunkt bei 0° definiert ist, so wird dieser ignoriert, da bei 0° immer die Referenzmessung erfolgt.

Wahl der Position der Kalibrierkugel auf dem Maschinentisch

Prinzipiell können Sie die Kalibrierkugel an jeder zugänglichen Stelle auf dem Maschinentisch anbringen, aber auch auf Spannmitteln oder Werkstücken befestigen. Folgende Faktoren sollten das Messergebnis positiv beeinflussen:

- Maschinen mit Rundtisch/Schwenktisch: Kalibrierkugel möglichst weit vom Drehzentrum entfernt aufspannen
- Maschinen mit großen Verfahrwegen: Kalibrierkugel möglichst nahe an der späteren Bearbeitungsposition aufspannen

Hinweise zur Genauigkeit

Geometrie- und Positionierfehler der Maschine beeinflussen die Messwerte und damit auch die Optimierung einer Drehachse. Ein Restfehler, der sich nicht beseitigen lässt, wird somit immer vorhanden sein.

Geht man davon aus, dass Geometrie-, und Positionierfehler nicht vorhanden wären, wären die vom Zyklus ermittelten Werte an jedem beliebigen Punkt in der Maschine zu einem bestimmten Zeitpunkt exakt reproduzierbar. Je größer Geometrie- und Positionierfehler sind, desto größer wird die Streuung der Messergebnisse, wenn Sie die Messungen an unterschiedlichen Positionen ausführen.

Die von der Steuerung im Messprotokoll ausgegebene Streuung ist ein Maß für die Genauigkeit der statischen Schwenkbewegungen einer Maschine. In die Genauigkeitsbetrachtung muss allerdings der Messkreisradius und auch Anzahl und Lage der Messpunkte mit einfließen. Bei nur einem Messpunkt lässt sich keine Streuung berechnen, die ausgegebene Streuung entspricht in diesem Fall dem Raumfehler des Messpunkts.

Bewegen sich mehrere Drehachsen gleichzeitig, so überlagern sich deren Fehler, im ungünstigsten Fall addieren sie sich.

Wenn Ihre Maschine mit einer geregelten Spindel ausgerüstet ist, sollten Sie die Winkelnachführung in der Tastsystemtabelle (**Spalte TRACK**) aktivieren. Dadurch erhöhen Sie generell die Genauigkeiten beim Messen mit einem 3D-Tastsystem.

Ggf. für die Dauer der Vermessung die Klemmung der Drehachsen deaktivieren, ansonsten können die Messergebnisse verfälscht werden. Maschinenhandbuch beachten.

Hinweise zu verschiedenen Kalibriermethoden

- **Groboptimierung während der Inbetriebnahme nach Eingabe ungefährer Maße**
  - Messpunktanzahl zwischen 1 und 2
  - Winkelschritt der Drehachsen: Ca. 90°
- **Feinoptimierung über den kompletten Verfahrbereich**
  - Messpunktanzahl zwischen 3 und 6
  - Start- und Endwinkel sollen einen möglichst großen Verfahrbereich der Drehachsen abdecken
  - Positionieren Sie die Kalibrierkugel so auf dem Maschinentisch, dass bei Tischdrehachsen ein großer Messkreisradius entsteht oder das bei Kopfdrehachsen die Vermessung an einer repräsentativen Position erfolgen kann (z. B. in der Mitte des Verfahrbereichs)
- **Optimierung einer speziellen Drehachsposition**
  - Messpunktanzahl zwischen 2 und 3
  - Die Messungen erfolgen um den Drehachswinkel, bei dem die Bearbeitung später stattfinden soll
  - Positionieren Sie die Kalibrierkugel so auf dem Maschinentisch, dass die Kalibrierung an der Stelle stattfindet, an der auch die Bearbeitung stattfindet
- **Prüfen der Maschinengenauigkeit**
  - Messpunktanzahl zwischen 4 und 8
  - Start- und Endwinkel sollen einen möglichst großen Verfahrbereich der Drehachsen abdecken
- **Ermittlung der Drehachslose**
  - Messpunktanzahl zwischen 8 und 12
  - Start- und Endwinkel sollen einen möglichst großen Verfahrbereich der Drehachsen abdecken

Lose

Unter Lose versteht man ein geringfügiges Spiel zwischen Drehgeber (Winkelmessgerät) und Tisch, das bei einer Richtungsumkehr entsteht. Haben die Drehachsen eine Lose außerhalb der Regelstrecke, beispielsweise weil die Winkelmessung mit dem Motordrehgeber erfolgt, so kann das zu beträchtlichen Fehlern beim Schwenken führen.

Mit dem Eingabeparameter **Q432** können Sie eine Messung der Lose aktivieren. Dazu geben Sie einen Winkel ein, den die Steuerung als Überfahrtswinkel verwendet. Der Zyklus führt dann pro Drehachse zwei Messungen aus. Wenn Sie den Winkelwert 0 übernehmen, dann ermittelt die Steuerung keine Lose.

Die Steuerung führt keine automatische Kompensation der Lose durch.

Ist der Messkreisradius < 1 mm, so führt die Steuerung keine Ermittlung der Lose mehr durch. Je größer der Messkreisradius ist, desto genauer kann die Steuerung die Drehachslose bestimmen (siehe "Protokollfunktion", Seite 557).

Wenn in Maschinenparameter **mStrobeRotAxPos** (Nr. 204803) eine M-Funktion zur Positionierung der Drehachsen gesetzt ist oder die Achse eine Hirth-Achse ist, dann ist keine Ermittlung der Lose möglich.

Beim Programmieren beachten!

Achten Sie vor Zyklusstart darauf, dass **M128** oder **FUNCTION TCPM** ausgeschaltet ist.

Zyklus 453, wie auch 451 und 452 wird mit einem aktiven 3D-ROT im Automatikbetrieb verlassen, der mit der Stellung der Drehachsen übereinstimmt.

Die Position der Kalibrierkugel auf dem Maschinentisch so wählen, dass beim Messvorgang keine Kollision erfolgen kann.

Vor der Zyklusdefinition müssen Sie den Bezugspunkt ins Zentrum der Kalibrierkugel gesetzt und diesen aktiviert haben, oder Sie definieren den Eingabeparameter Q431 entsprechend auf 1 oder 3.

Wenn Maschinenparameter **mStrobeRotAxPos** (Nr. 204803) ungleich -1 (M-Funktion positioniert Drehachse) definiert ist, dann starten Sie eine Messung nur, wenn alle Drehachsen auf 0° stehen.

Die Steuerung verwendet als Positioniervorschub zum Anfahren der Antasthöhe in der Tastsystemachse den kleineren Wert aus Zyklusparameter **Q253** und dem **FMAX**-Wert aus der Tastsystemtabelle. Drehachsbewegungen führt die Steuerung grundsätzlich mit Positioniervorschub **Q253** aus, dabei ist die Tasterüberwachung inaktiv.

Die Steuerung ignoriert Angaben in der Zyklusdefinition für nicht aktive Achsen.

Für eine Optimierung der Winkel kann der Maschinenhersteller die Konfiguration entsprechend verhindern.

Eine Korrektur im Maschinen-Nullpunkt (Q406=3) ist nur dann möglich, wenn Kopf- oder Tischseitige überlagerte Drehachsen gemessen werden.

Eine Kompensation der Winkel ist nur mit der Option #52 **KinematicsComp** möglich.

Wenn im Modus Optimieren die ermittelten Kinematikdaten über dem erlaubten Grenzwert (**maxModification**) liegen, gibt die Steuerung eine Warnmeldung aus. Die Übernahme der ermittelten Werte müssen Sie dann mit **NC-Start** bestätigen.

Beachten Sie, dass eine Änderung der Kinematik immer auch eine Änderung des Bezugspunkts zur Folge hat. Nach einer Optimierung den Bezugspunkt neu setzen.

Die Steuerung ermittelt bei jedem Antastvorgang zunächst den Radius der Kalibrierkugel. Weicht der ermittelte Kugelradius vom eingegebenen Kugelradius mehr ab, als Sie im Maschinenparameter **maxDevCalBall** (Nr. 204802) definiert haben, gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus und beendet die Vermessung.

Inch-Programmierung: Messergebnisse und Protokolldaten gibt die Steuerung grundsätzlich in mm aus.

Während des Bezugspunktsetzens wird der programmierte Radius der Kalibierkugel nur bei der zweiten Messung überwacht. Denn wenn die Vorpositionierung gegenüber der Kalibrierkugel ungenau ist und Sie dann das Bezugspunktsetzen ausführen, wird die Kalibrierkugel zweimal angetastet.

Zyklusparameter

- **Q406 Modus (0/1/2/3)?**: Festlegen, ob die Steuerung die aktive Kinematik prüfen oder optimieren soll:
  0: Aktive Maschinenkinematik prüfen. Die Steuerung vermisst die Kinematik in den von Ihnen definierten Drehachsen, führt keine Änderungen an der aktiven Kinematik durch. Die Messergebnisse zeigt die Steuerung in einem Messprotokoll an.
  1: Aktive Maschinenkinematik optimieren: Die Steuerung vermisst die Kinematik in den von Ihnen definierten Drehachsen. Anschließend optimiert sie **die Position der Drehachsen** der aktiven Kinematik.
  2: Aktive Maschinenkinematik optimieren: Die Steuerung vermisst die Kinematik in den von Ihnen definierten Drehachsen. Es werden anschließend **Winkel- und Positionsfehler** optimiert. Voraussetzung für eine Winkelfehlerkorrektur ist die Option #52 KinematicsComp.
  3: Aktive Maschinenkinematik optimieren: Die Steuerung korrigiert hier automatisch den Maschinen-Nullpunkt. Es werden anschließend **Winkel- und Positionsfehler** optimiert. Voraussetzung ist die Option #52 KinematicsComp.
- **Q407 Radius Kalibrierkugel?** Geben Sie den exakten Radius der verwendeten Kalibrierkugel ein. Eingabebereich 0,0001 bis 99,9999
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental) Definieren Sie einen zusätzlichen Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle). Eingabebereich 0 bis 99999,9999alternativ **PREDEF**
- **Q408 Rückzugshöhe?** (absolut) Eingabebereich 0,0001 bis 99999,9999
  0: Keine Rückzugshöhe anfahren, die Steuerung fährt die nächste Messposition in der zu vermessenden Achse an. Nicht erlaubt für Hirthachsen! Die Steuerung fährt die erste Messposition in der Reihenfolge A, dann B, dann C an
  >0: Rückzugshöhe im ungeschwenkten Werkstück-Koordinatensystem, auf den die Steuerung vor einer Drehachspositionierung die Spindelachse positioniert. Zusätzlich positioniert die Steuerung das Tastsystem in der Bearbeitungsebene auf den Nullpunkt. Die Tasterüberwachung ist in diesem Modus nicht aktiv. Definieren Sie die Positioniergeschwindigkeit im Parameter Q253

Sichern und Prüfen der Kinematik

```
4 TOOL CALL  "TASTER" Z
5 TCH PROBE 450  KINEMATIK SICHERN
    Q410=0       ;MODUS
    Q409=5       ;SPEICHERBEZEICHNUNG
6 TCH PROBE 451  KINEMATIK
    VERMESSEN
    Q406=0       ;MODUS
    Q407=12.5    ;KUGELRADIUS
    Q320=0       ;SICHERHEITS-ABST.
    Q408=0       ;RUECKZUGSHOEHE
    Q253=750     ;VORSCHUB VORPOS.
    Q380=0       ;BEZUGSWINKEL
    Q411=-90     ;STARTWINKEL A-ACHSE
    Q412=+90     ;ENDWINKEL A-ACHSE
    Q413=0       ;ANSTELLW. A-ACHSE
    Q414=0       ;MESSPUNKTE A-ACHSE
    Q415=-90     ;STARTWINKEL B-ACHSE
    Q416=+90     ;ENDWINKEL B-ACHSE
    Q417=0       ;ANSTELLW. B-ACHSE
    Q418=2       ;MESSPUNKTE B-ACHSE
    Q419=-90     ;STARTWINKEL C-ACHSE
    Q420=+90     ;ENDWINKEL C-ACHSE
    Q421=0       ;ANSTELLW. C-ACHSE
    Q422=2       ;MESSPUNKTE C-ACHSE
    Q423=4       ;ANZAHL ANTASTUNGEN
    Q431=0       ;PRESET SETZEN
    Q432=0       ;WINKELBEREICH LOSE
```

- **Q253 Vorschub Vorpositionieren?** Geben Sie die Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Positionieren in mm/min an. Eingabebereich 0,0001 bis 99999,9999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**
- **Q380 Bezugswinkel Hauptachse?** (absolut) Geben Sie den Bezugswinkel (die Grunddrehung) für die Erfassung der Messpunkte im wirksamen Werkstück-Koordinatensystem an. Das Definieren eines Bezugswinkels kann den Messbereich einer Achse erheblich vergrößern. Eingabebereich 0 bis 360,0000
- **Q411 Startwinkel A-Achse?** (absolut): Startwinkel in der A-Achse, an dem die erste Messung erfolgen soll. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Q412 Endwinkel A-Achse?** (absolut): Endwinkel in der A-Achse, an dem die letzte Messung erfolgen soll. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Q413 Anstellwinkel A-Achse?**: Anstellwinkel der A-Achse, in dem die anderen Drehachsen vermessen werden sollen. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Q414 Anzahl Messpunkte in A (0...12)?**: Anzahl der Antastungen, die die Steuerung zur Vermessung der A-Achse verwenden soll. Bei Eingabe = 0 führt die Steuerung keine Vermessung dieser Achse durch. Eingabebereich 0 bis 12
- **Q415 Startwinkel B-Achse?** (absolut): Startwinkel in der B-Achse, an dem die erste Messung erfolgen soll. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Q416 Endwinkel B-Achse?** (absolut): Endwinkel in der B-Achse, an dem die letzte Messung erfolgen soll. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Q417 Anstellwinkel B-Achse?**: Anstellwinkel der B-Achse, in dem die anderen Drehachsen vermessen werden sollen. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Q418 Anzahl Messpunkte in B (0...12)?**: Anzahl der Antastungen, die die Steuerung zur Vermessung der B-Achse verwenden soll. Bei Eingabe = 0 führt die Steuerung keine Vermessung dieser Achse durch. Eingabebereich 0 bis 12
- **Q419 Startwinkel C-Achse?** (absolut): Startwinkel in der C-Achse, an dem die erste Messung erfolgen soll. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Q420 Endwinkel C-Achse?** (absolut): Endwinkel in der C-Achse, an dem die letzte Messung erfolgen soll. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Q421 Anstellwinkel C-Achse?**: Anstellwinkel der C-Achse, in dem die anderen Drehachsen vermessen werden sollen. Eingabebereich -359,999 bis 359,999

- **Q422 Anzahl Messpunkte in C (0...12)?**: Anzahl der Antastungen, die die Steuerung zur Vermessung der C-Achse verwenden soll. Eingabebereich 0 bis 12. Bei Eingabe = 0 führt die Steuerung keine Vermessung dieser Achse durch
- **Q423 Anzahl Antastungen (3-8)?** Definieren Sie die Anzahl der Antastungen, die die Steuerung zur Vermessung der Kalibrierkugel in der Ebene verwenden soll. Eingabebereich: 3 bis 8. Weniger Messpunkte erhöhen die Geschwindigkeit, mehr Messpunkte erhöhen die Messsicherheit.
- **Q431 Preset setzen (0/1/2/3)?** Legen Sie fest, ob die Steuerung den aktiven Bezugspunkt automatisch ins Kugelzentrum setzen soll:
  0: Bezugspunkt nicht automatisch ins Kugelzentrum setzen: Bezugspunkt manuell vor Zyklusstart setzen
  1: Bezugspunkt vor der Vermessung automatisch ins Kugelzentrum setzen (Der aktive Bezugspunkt wird überschrieben): Tastsystem manuell vor dem Zyklusstart über der Kalibrierkugel vorpositionieren
  2: Bezugspunkt nach der Vermessung automatisch ins Kugelzentrum setzen (Der aktive Bezugspunkt wird überschrieben): Bezugspunkt manuell vor Zyklusstart setzen
  3: Bezugspunkt vor und nach der Messung ins Kugelzentrum setzen (Der aktive Bezugspunkt wird überschrieben): Tastsystem manuell vor dem Zyklusstart über der Kalibrierkugel vorpositionieren
- **Q432 Winkelbereich Losekompensation?**: Hier definieren Sie den Winkelwert, der als Überfahrt für die Messung der Drehachslose verwendet werden soll. Der Überfahrtswinkel muss deutlich größer sein als die tatsächliche Lose der Drehachsen. Bei Eingabe = 0 führt die Steuerung keine Vermessung der Lose durch. Eingabebereich: -3,0000 bis +3,0000

Wenn Sie das Bezugspunktsetzen vor der Vermessung aktiviert haben (Q431 = 1/3), dann positionieren Sie vor Zyklusstart das Tastsystem um den Sicherheitsabstand (Q320 + SET_UP) ungefähr mittig über die Kalibrierkugel.

Verschiedene Modi (Q406)

Modus Prüfen Q406 = 0

- Die Steuerung vermisst die Drehachsen in den definierten Positionen und ermittelt daraus die statische Genauigkeit der Schwenktransformation
- Die Steuerung protokolliert Ergebnisse einer möglichen Positionsoptimierung, nimmt jedoch keine Anpassungen vor

Modus Position der Drehachsen optimieren Q406 = 1

- Die Steuerung vermisst die Drehachsen in den definierten Positionen und ermittelt daraus die statische Genauigkeit der Schwenktransformation
- Dabei versucht die Steuerung, die Position der Drehachse im Kinematikmodell so zu verändern, dass eine höhere Genauigkeit erreicht wird
- Die Anpassungen der Maschinendaten erfolgen automatisch

Modus Position und Winkel optimieren Q406 = 2

- Die Steuerung vermisst die Drehachsen in den definierten Positionen und ermittelt daraus die statische Genauigkeit der Schwenktransformation
- Die Steuerung versucht zuerst, die Winkellage der Drehachse über eine Kompensation zu optimieren (Option #52 KinematicsComp)
- Nach der Winkeloptimierung erfolgt die Positionsoptimierung. Dazu sind keine zusätzlichen Messungen notwendig, die Positionsoptimierung wird automatisch von der Steuerung errechnet

Positionsoptimierung der Drehachsen mit vorausgehendem automatischem Bezugspunktsetzen und Messung der Drehachslose

```
1 TOOL CALL "TASTER" Z
2 TCH PROBE 451 KINEMATIK
  VERMESSEN
    Q406=1       ;MODUS
    Q407=12.5    ;KUGELRADIUS
    Q320=0       ;SICHERHEITS-ABST.
    Q408=0       ;RUECKZUGSHOEHE
    Q253=750     ;VORSCHUB VORPOS.
    Q380=0       ;BEZUGSWINKEL
    Q411=-90     ;STARTWINKEL A-ACHSE
    Q412=+90     ;ENDWINKEL A-ACHSE
    Q413=0       ;ANSTELLW. A-ACHSE
    Q414=0       ;MESSPUNKTE A-ACHSE
    Q415=-90     ;STARTWINKEL B-ACHSE
    Q416=+90     ;ENDWINKEL B-ACHSE
    Q417=0       ;ANSTELLW. B-ACHSE
    Q418=4       ;MESSPUNKTE B-ACHSE
    Q419=+90     ;STARTWINKEL C-ACHSE
    Q420=+270    ;ENDWINKEL C-ACHSE
    Q421=0       ;ANSTELLW. C-ACHSE
    Q422=3       ;MESSPUNKTE C-ACHSE
    Q423=3       ;ANZAHL ANTASTUNGEN
    Q431=1       ;PRESET SETZEN
    Q432=0.5     ;WINKELBEREICH LOSE
```

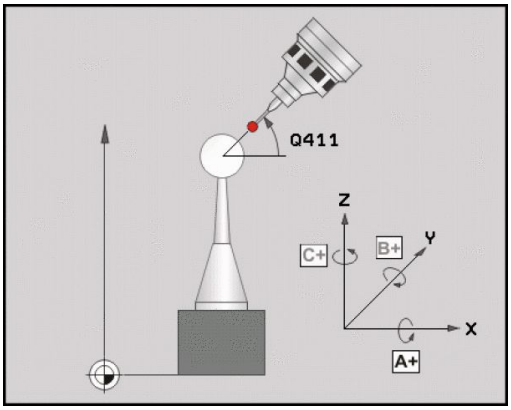
Protokollfunktion

Die Steuerung erstellt nach dem Abarbeiten des Zyklus 451 ein Protokoll **(TCHPR451.html**) und speichert die Protokolldatei im selben Ordner, in dem sich auch das zugehörige NC-Programm befindet. Das Protokoll enthält folgende Daten:

- Datum und Uhrzeit, an dem das Protokoll erstellt wurde
- Pfadname des NC-Programms, aus dem der Zyklus abgearbeitet wurde
- Durchgeführter Modus (0=prüfen/1=Position optimieren/2=Pose optimieren)
- Aktive Kinematiknummer
- Eingegebener Messkugelradius
- Für jede vermessene Drehachse:
  - Startwinkel
  - Endwinkel
  - Anstellwinkel
  - Anzahl der Messpunkte
  - Streuung (Standardabweichung)
  - Maximaler Fehler
  - Winkelfehler
  - Gemittelte Lose
  - Gemittelter Positionierfehler
  - Messkreisradius
  - Korrekturbeträge in allen Achsen (Bezugspunktverschiebung)
  - Position der überprüften Drehachsen vor der Optimierung (bezieht sich auf den Beginn der kinematischen Transformationskette, üblicherweise auf die Spindelnase)
  - Position der überprüften Drehachsen nach der Optimierung (bezieht sich auf den Beginn der kinematischen Transformationskette, üblicherweise auf die Spindelnase)

18.5 PRESET-KOMPENSATION (Zyklus 452, DIN/ISO: G452, Option)

Zyklusablauf



Mit dem Tastsystemzyklus 452 können Sie die kinematische Transformationskette Ihrer Maschine optimieren (siehe "KINEMATIK VERMESSEN (Zyklus 451, DIN/ISO: G451, Option)", Seite 543). Anschließend korrigiert die Steuerung ebenfalls im Kinematikmodell das Werkstück-Koordinatensystem so, dass der aktuelle Bezugspunkt nach der Optimierung im Zentrum der Kalibrierkugel ist.

Mit diesem Zyklus können Sie z. b. Wechselköpfe untereinander abstimmen.

1 Kalibrierkugel aufspannen
2 Referenzkopf mit Zyklus 451 vollständig vermessen und abschließend vom Zyklus 451 den Bezugspunkt in das Kugelzentrum setzen lassen
3 Zweiten Kopf einwechseln
4 Wechselkopf mit Zyklus 452 bis zur Kopfwechsel-Schnittstelle vermessen
5 weitere Wechselköpfe mit Zyklus 452 an den Referenzkopf angleichen

Wenn Sie während der Bearbeitung die Kalibrierkugel auf dem Maschinentisch aufgespannt lassen können, so können Sie z. b. eine Drift der Maschine kompensieren. Dieser Vorgang ist auch auf einer Maschine ohne Drehachsen möglich.

1 Kalibrierkugel aufspannen, auf Kollisionsfreiheit achten
2 Bezugspunkt in der Kalibrierkugel setzen
3 Bezugspunkt am Werkstück setzen und Bearbeitung des Werkstücks starten
4 Mit Zyklus 452 in regelmäßigen Abständen eine Presetkompensation ausführen. Dabei erfasst die Steuerung die Drift der beteiligten Achsen und korrigiert diese in der Kinematik

Parameternummer	Bedeutung
Q141	Gemessene Standardabweichung A-Achse (-1, wenn Achse nicht vermessen wurde)
Q142	Gemessene Standardabweichung B-Achse (-1, wenn Achse nicht vermessen wurde)
Q143	Gemessene Standardabweichung C-Achse (-1, wenn Achse nicht vermessen wurde)
Q144	Optimierte Standardabweichung A-Achse (-1, wenn Achse nicht vermessen wurde)
Q145	Optimierte Standardabweichung B-Achse (-1, wenn Achse nicht vermessen wurde)
Q146	Optimierte Standardabweichung C-Achse (-1, wenn Achse nicht vermessen wurde)
Q147	Offsetfehler in X-Richtung, zur manuellen Übernahme in den entsprechenden Maschinenparameter
Q148	Offsetfehler in Y-Richtung, zur manuellen Übernahme in den entsprechenden Maschinenparameter
Q149	Offsetfehler in Z-Richtung, zur manuellen Übernahme in den entsprechenden Maschinenparameter

Beim Programmieren beachten!

Achten Sie vor Zyklusstart darauf, dass **M128** oder **FUNCTION TCPM** ausgeschaltet ist.

Zyklus 453, wie auch 451 und 452 wird mit einem aktiven 3D-ROT im Automatikbetrieb verlassen, der mit der Stellung der Drehachsen übereinstimmt.

Um eine Presetkompensation durchführen zu können, muss die Kinematik entsprechend vorbereitet sein. Maschinenhandbuch beachten.

Darauf achten, dass alle Funktionen zum Schwenken der Bearbeitungsebene zurückgesetzt sind.

Die Position der Kalibrierkugel auf dem Maschinentisch so wählen, dass beim Messvorgang keine Kollision erfolgen kann.

Vor der Zyklusdefinition müssen Sie den Bezugspunkt ins Zentrum der Kalibrierkugel gesetzt und diesen aktiviert haben.

Wählen Sie bei Achsen ohne separates Lagemesssystem die Messpunkte so, dass Sie 1° Verfahrweg bis zum Endschalter haben. Die Steuerung benötigt diesen Weg für die interne Losekompensation.

Die Steuerung verwendet als Positioniervorschub zum Anfahren der Antasthöhe in der Tastsystemachse den kleineren Wert aus Zyklusparameter **Q253** und dem **FMAX**-Wert aus der Tastsystemtabelle. Drehachsbewegungen führt die Steuerung grundsätzlich mit Positioniervorschub **Q253** aus, dabei ist die Tasterüberwachung inaktiv.

Wenn Sie den Zyklus während der Vermessung abbrechen, können sich ggf. die Kinematikdaten nicht mehr im ursprünglichen Zustand befinden. Sichern Sie die aktive Kinematik vor einer Optimierung mit Zyklus 450, damit Sie im Fehlerfall die zuletzt aktive Kinematik wiederherstellen können.

Wenn die ermittelten Kinematikdaten über dem erlaubten Grenzwert (**maxModification**) liegen, gibt die Steuerung eine Warnmeldung aus. Die Übernahme der ermittelten Werte müssen Sie dann mit **NC-Start** bestätigen.

Beachten Sie, dass eine Änderung der Kinematik immer auch eine Änderung des Bezugspunkts zur Folge hat. Nach einer Optimierung den Bezugspunkt neu setzen.

Die Steuerung ermittelt bei jedem Antastvorgang zunächst den Radius der Kalibrierkugel. Weicht der ermittelte Kugelradius vom eingegebenen Kugelradius mehr ab, als Sie im Maschinenparameter **maxDevCalBall** (Nr. 204802) definiert haben, gibt die Steuerung eine Fehlermeldung aus und beendet die Vermessung.

Inch-Programmierung: Messergebnisse und Protokolldaten gibt die Steuerung grundsätzlich in mm aus.

Zyklusparameter

- **Q407 Radius Kalibrierkugel?** Geben Sie den exakten Radius der verwendeten Kalibrierkugel ein. Eingabebereich 0,0001 bis 99,9999
- **Q320 Sicherheits-Abstand?** (inkremental) Definieren Sie einen zusätzlichen Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu **SET_UP** (Tastsystemtabelle). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Q408 Rückzugshöhe?** (absolut) Eingabebereich 0,0001 bis 99999,9999
  0: Keine Rückzugshöhe anfahren, die Steuerung fährt die nächste Messposition in der zu vermessenden Achse an. Nicht erlaubt für Hirthachsen! Die Steuerung fährt die erste Messposition in der Reihenfolge A, dann B, dann C an
  >0: Rückzugshöhe im ungeschwenkten Werkstück-Koordinatensystem, auf den die Steuerung vor einer Drehachspositionierung die Spindelachse positioniert. Zusätzlich positioniert die Steuerung das Tastsystem in der Bearbeitungsebene auf den Nullpunkt. Die Tasterüberwachung ist in diesem Modus nicht aktiv. Definieren Sie die Positioniergeschwindigkeit im Parameter Q253
- **Q253 Vorschub Vorpositionieren?** Geben Sie die Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Positionieren in mm/min an. Eingabebereich 0,0001 bis 99999,9999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**
- **Q380 Bezugswinkel Hauptachse?** (absolut) Geben Sie den Bezugswinkel (die Grunddrehung) für die Erfassung der Messpunkte im wirksamen Werkstück-Koordinatensystem an. Das Definieren eines Bezugswinkels kann den Messbereich einer Achse erheblich vergrößern. Eingabebereich 0 bis 360,0000
- **Q411 Startwinkel A-Achse?** (absolut): Startwinkel in der A-Achse, an dem die erste Messung erfolgen soll. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Q412 Endwinkel A-Achse?** (absolut): Endwinkel in der A-Achse, an dem die letzte Messung erfolgen soll. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Q413 Anstellwinkel A-Achse?**: Anstellwinkel der A-Achse, in dem die anderen Drehachsen vermessen werden sollen. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Q414 Anzahl Messpunkte in A (0...12)?**: Anzahl der Antastungen, die die Steuerung zur Vermessung der A-Achse verwenden soll. Bei Eingabe = 0 führt die Steuerung keine Vermessung dieser Achse durch. Eingabebereich 0 bis 12

Kalibrierprogramm

```
4 TOOL CALL "TASTER" Z
5 TCH PROBE 450 KINEMATIK SICHERN
    Q410=0        ;MODUS
    Q409=5        ;SPEICHERBEZEICHNUNG
6 TCH PROBE 452 PRESET-
    KOMPENSATION
    Q407=12.5     ;KUGELRADIUS
    Q320=0        ;SICHERHEITS-ABST.
    Q408=0        ;RUECKZUGSHOEHE
    Q253=750      ;VORSCHUB VORPOS.
    Q380=0        ;BEZUGSWINKEL
    Q411=-90      ;STARTWINKEL A-ACHSE
    Q412=+90      ;ENDWINKEL A-ACHSE
    Q413=0        ;ANSTELLW. A-ACHSE
    Q414=0        ;MESSPUNKTE A-ACHSE
    Q415=-90      ;STARTWINKEL B-ACHSE
    Q416=+90      ;ENDWINKEL B-ACHSE
    Q417=0        ;ANSTELLW. B-ACHSE
    Q418=2        ;MESSPUNKTE B-ACHSE
    Q419=-90      ;STARTWINKEL C-ACHSE
    Q420=+90      ;ENDWINKEL C-ACHSE
    Q421=0        ;ANSTELLW. C-ACHSE
    Q422=2        ;MESSPUNKTE C-ACHSE
    Q423=4        ;ANZAHL ANTASTUNGEN
    Q432=0        ;WINKELBEREICH LOSE
```

- **Q415 Startwinkel B-Achse?** (absolut): Startwinkel in der B-Achse, an dem die erste Messung erfolgen soll. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Q416 Endwinkel B-Achse?** (absolut): Endwinkel in der B-Achse, an dem die letzte Messung erfolgen soll. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Q417 Anstellwinkel B-Achse?**: Anstellwinkel der B-Achse, in dem die anderen Drehachsen vermessen werden sollen. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Q418 Anzahl Messpunkte in B (0...12)?**: Anzahl der Antastungen, die die Steuerung zur Vermessung der B-Achse verwenden soll. Bei Eingabe = 0 führt die Steuerung keine Vermessung dieser Achse durch. Eingabebereich 0 bis 12
- **Q419 Startwinkel C-Achse?** (absolut): Startwinkel in der C-Achse, an dem die erste Messung erfolgen soll. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Q420 Endwinkel C-Achse?** (absolut): Endwinkel in der C-Achse, an dem die letzte Messung erfolgen soll. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Q421 Anstellwinkel C-Achse?**: Anstellwinkel der C-Achse, in dem die anderen Drehachsen vermessen werden sollen. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Q422 Anzahl Messpunkte in C (0...12)?**: Anzahl der Antastungen, die die Steuerung zur Vermessung der C-Achse verwenden soll. Eingabebereich 0 bis 12. Bei Eingabe = 0 führt die Steuerung keine Vermessung dieser Achse durch
- **Q423 Anzahl Antastungen (3-8)?** Definieren Sie die Anzahl der Antastungen, die die Steuerung zur Vermessung der Kalibrierkugel in der Ebene verwenden soll. Eingabebereich: 3 bis 8. Weniger Messpunkte erhöhen die Geschwindigkeit, mehr Messpunkte erhöhen die Messsicherheit.
- **Q432 Winkelbereich Losekompensation?**: Hier definieren Sie den Winkelwert, der als Überfahrt für die Messung der Drehachslose verwendet werden soll. Der Überfahrtswinkel muss deutlich größer sein als die tatsächliche Lose der Drehachsen. Bei Eingabe = 0 führt die Steuerung keine Vermessung der Lose durch. Eingabebereich: -3,0000 bis +3,0000

Abgleich von Wechselköpfen

Die Zielsetzung dieses Vorgangs ist, dass nach dem Wechseln von Drehachsen (Kopfwechsel) der Bezugspunkt am Werkstück unverändert ist

Im folgenden Beispiel wird der Abgleich eines Gabelkopfes mit den Achsen AC beschrieben. Die A-Achsen werden gewechselt, die C-Achse bleibt an der Grundmaschine.

- Einwechseln einer der Wechselköpfe, der dann als Referenzkopf dient
- Kalibrierkugel aufspannen
- Tastsystem einwechseln
- Vermessen Sie die vollständige Kinematik mit dem Referenzkopf mittels Zyklus 451
- Setzen Sie den Bezugspunkt (mit Q431 = 2 oder 3 in Zyklus 451) nach dem Vermessen des Referenzkopfs

Referenzkopf vermessen

```
1 TOOL CALL "TASTER" Z
2 TCH PROBE 451 KINEMATIK VERMESSEN
    Q406=1       ;MODUS
    Q407=12.5    ;KUGELRADIUS
    Q320=0       ;SICHERHEITS-ABST.
    Q408=0       ;RUECKZUGSHOEHE
    Q253=2000    ;VORSCHUB VORPOS.
    Q380=45      ;BEZUGSWINKEL
    Q411=-90     ;STARTWINKEL A-ACHSE
    Q412=+90     ;ENDWINKEL A-ACHSE
    Q413=45      ;ANSTELLW. A-ACHSE
    Q414=4       ;MESSPUNKTE A-ACHSE
    Q415=-90     ;STARTWINKEL B-ACHSE
    Q416=+90     ;ENDWINKEL B-ACHSE
    Q417=0       ;ANSTELLW. B-ACHSE
    Q418=2       ;MESSPUNKTE B-ACHSE
    Q419=+90     ;STARTWINKEL C-ACHSE
    Q420=+270    ;ENDWINKEL C-ACHSE
    Q421=0       ;ANSTELLW. C-ACHSE
    Q422=3       ;MESSPUNKTE C-ACHSE
    Q423=4       ;ANZAHL ANTASTUNGEN
    Q431=3       ;PRESET SETZEN
    Q432=0       ;WINKELBEREICH LOSE
```

- Einwechseln des zweiten Wechselkopfs
- Tastsystem einwechseln
- Wechselkopf mit Zyklus 452 vermessen
- Vermessen Sie nur die Achsen, die tatsächlich gewechselt wurden (im Beispiel nur die A-Achse, die C-Achse ist mit Q422 ausgeblendet)
- Den Bezugspunkt und die Position der Kalibrierkugel dürfen Sie während des gesamten Vorgangs nicht verändern
- Alle weiteren Wechselköpfe können Sie auf die gleiche Weise anpassen

Der Kopfwechsel ist eine maschinenspezifische Funktion. Beachten Sie das Maschinenhandbuch.

Wechselkopf abgleichen

```
3 TOOL CALL "TASTER" Z
4 TCH PROBE 452 PRESET-
  KOMPENSATION
  Q407=12.5  ;KUGELRADIUS
  Q320=0     ;SICHERHEITS-ABST.
  Q408=0     ;RUECKZUGSHOEHE
  Q253=2000  ;VORSCHUB VORPOS.
  Q380=45    ;BEZUGSWINKEL
  Q411=-90   ;STARTWINKEL A-ACHSE
  Q412=+90   ;ENDWINKEL A-ACHSE
  Q413=45    ;ANSTELLW. A-ACHSE
  Q414=4     ;MESSPUNKTE A-ACHSE
  Q415=-90   ;STARTWINKEL B-ACHSE
  Q416=+90   ;ENDWINKEL B-ACHSE
  Q417=0     ;ANSTELLW. B-ACHSE
  Q418=2     ;MESSPUNKTE B-ACHSE
  Q419=+90   ;STARTWINKEL C-ACHSE
  Q420=+270  ;ENDWINKEL C-ACHSE
  Q421=0     ;ANSTELLW. C-ACHSE
  Q422=0     ;MESSPUNKTE C-ACHSE
  Q423=4     ;ANZAHL ANTASTUNGEN
  Q432=0     ;WINKELBEREICH LOSE
```

Driftkompensation

Während der Bearbeitung unterliegen verschiedene Bauteile einer Maschine aufgrund von sich ändernden Umgebungseinflüssen einer Drift. Ist die Drift über den Verfahrbereich ausreichend konstant und kann während der Bearbeitung die Kalibrierkugel auf dem Maschinentisch stehen bleiben, so lässt sich diese Drift mit Zyklus 452 erfassen und kompensieren.

- Kalibrierkugel aufspannen
- Tastsystem einwechseln
- Vermessen Sie die Kinematik vollständig mit Zyklus 451 bevor Sie mit der Bearbeitung beginnen
- Setzen Sie den Bezugspunkt (mit Q432 = 2 oder 3 in Zyklus 451) nach dem Vermessen der Kinematik
- Setzen Sie dann die Bezugspunkte für Ihre Werkstücke und starten Sie die Bearbeitung

Referenzmessung für Driftkompensation

```
1 TOOL CALL "TASTER" Z
2 CYCL DEF 247 BEZUGSPUNKT SETZEN
    Q339=1       ;BEZUGSPUNKT-NUMMER
3 TCH PROBE  451 KINEMATIK
    VERMESSEN
    Q406=1       ;MODUS
    Q407=12.5    ;KUGELRADIUS
    Q320=0       ;SICHERHEITS-ABST.
    Q408=0       ;RUECKZUGSHOEHE
    Q253=750     ;VORSCHUB VORPOS.
    Q380=45      ;BEZUGSWINKEL
    Q411=+90     ;STARTWINKEL A-ACHSE
    Q412=+270    ;ENDWINKEL A-ACHSE
    Q413=45      ;ANSTELLW. A-ACHSE
    Q414=4       ;MESSPUNKTE A-ACHSE
    Q415=-90     ;STARTWINKEL B-ACHSE
    Q416=+90     ;ENDWINKEL B-ACHSE
    Q417=0       ;ANSTELLW. B-ACHSE
    Q418=2       ;MESSPUNKTE B-ACHSE
    Q419=+90     ;STARTWINKEL C-ACHSE
    Q420=+270    ;ENDWINKEL C-ACHSE
    Q421=0       ;ANSTELLW. C-ACHSE
    Q422=3       ;MESSPUNKTE C-ACHSE
    Q423=4       ;ANZAHL ANTASTUNGEN
    Q431=3       ;PRESET SETZEN
    Q432=0       ;WINKELBEREICH LOSE
```

- Erfassen Sie in regelmäßigen Intervallen die Drift der Achsen
- Tastsystem einwechseln
- Bezugspunkt in der Kalibrierkugel aktivieren
- Vermessen Sie mit Zyklus 452 die Kinematik
- Den Bezugspunkt und die Position der Kalibrierkugel dürfen Sie während des gesamten Vorgangs nicht verändern

> Dieser Vorgang ist auch möglich auf Maschinen ohne Drehachsen

Drift kompensieren

```
4 TOOL CALL "TASTER" Z
5 TCH PROBE 452 PRESET-
  KOMPENSATION
    Q407=12.5  ;KUGELRADIUS
    Q320=0     ;SICHERHEITS-ABST.
    Q408=0     ;RUECKZUGSHOEHE
    Q253=99999;VORSCHUB VORPOS.
    Q380=45    ;BEZUGSWINKEL
    Q411=-90   ;STARTWINKEL A-ACHSE
    Q412=+90   ;ENDWINKEL A-ACHSE
    Q413=45    ;ANSTELLW. A-ACHSE
    Q414=4     ;MESSPUNKTE A-ACHSE
    Q415=-90   ;STARTWINKEL B-ACHSE
    Q416=+90   ;ENDWINKEL B-ACHSE
    Q417=0     ;ANSTELLW. B-ACHSE
    Q418=2     ;MESSPUNKTE B-ACHSE
    Q419=+90   ;STARTWINKEL C-ACHSE
    Q420=+270  ;ENDWINKEL C-ACHSE
    Q421=0     ;ANSTELLW. C-ACHSE
    Q422=3     ;MESSPUNKTE C-ACHSE
    Q423=3     ;ANZAHL ANTASTUNGEN
    Q432=0     ;WINKELBEREICH LOSE
```

Protokollfunktion

Die Steuerung erstellt nach dem Abarbeiten des Zyklus 452 ein Protokoll **(TCHPR452.html)**, das folgende Daten enthält:

- Datum und Uhrzeit, an dem das Protokoll erstellt wurde
- Pfadname des NC-Programms, aus dem der Zyklus abgearbeitet wurde
- Aktive Kinematiknummer
- Eingegebener Messkugelradius
- Für jede vermessene Drehachse:
  - Startwinkel
  - Endwinkel
  - Anstellwinkel
  - Anzahl der Messpunkte
  - Streuung (Standardabweichung)
  - Maximaler Fehler
  - Winkelfehler
  - Gemittelte Lose
  - Gemittelter Positionierfehler
  - Messkreisradius
  - Korrekturbeträge in allen Achsen (Bezugspunktverschiebung)
  - Messunsicherheit für Drehachsen
  - Position der überprüften Drehachsen vor der Presetkompensation (bezieht sich auf den Beginn der kinematischen Transformationskette, üblicherweise auf die Spindelnase)
  - Position der überprüften Drehachsen nach der Presetkompensation (bezieht sich auf den Beginn der kinematischen Transformationskette, üblicherweise auf die Spindelnase)

Erläuterungen zu den Protokollwerten

(siehe "Protokollfunktion", Seite 557)

19

Tastsystem-zyklen: Werkzeuge automatisch vermessen

19.1 Grundlagen

Übersicht

Bedienhinweise
- Bei Ausführung der Tastsystemzyklen dürfen Zyklus **8 SPIEGELUNG**, Zyklus **11 MASSFAKTOR** und Zyklus **26 MASSFAKTOR ACHSSPEZ.** nicht aktiv sein.
- HEIDENHAIN übernimmt die Gewährleistung für die Funktion der Antastzyklen nur dann, wenn HEIDENHAIN-Tastsysteme eingesetzt werden.

Maschine und Steuerung müssen vom Maschinenhersteller für das Tastsystem TT vorbereitet sein.

Ggf. stehen an Ihrer Maschine nicht alle hier beschriebenen Zyklen und Funktionen zur Verfügung. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch!

Die Tastsystemzyklen stehen nur mit der Software-Option #17 Touch Probe Functions zur Verfügung.

Mit dem Werkzeug-Tastsystem und den Werkzeugvermessungszyklen der Steuerung vermessen Sie Werkzeuge automatisch: Die Korrekturwerte für Länge und Radius werden von der Steuerung im zentralen Werkzeugspeicher TOOL.T abgelegt und automatisch am Ende des Tastsystemzyklus verrechnet. Folgende Vermessungsarten stehen zur Verfügung:
- Werkzeugvermessung mit stillstehendem Werkzeug
- Werkzeugvermessung mit rotierendem Werkzeug
- Einzelschneidenvermessung

Die Zyklen zur Werkzeugvermessung programmieren Sie in der Betriebsart **Programmieren** über die Taste **TOUCH PROBE**. Folgende Zyklen stehen zur Verfügung:

Neues Format	Altes Format	Zyklus	Seite
480 CAL.	30 CAL.	TT kalibrieren, Zyklen 30 und 480	576
484 CAL.		Kabelloses TT 449 kalibrieren, Zyklus 484	578
481	31	Werkzeuglänge vermessen, Zyklen 31 und 481	580
482	32	Werkzeugradius vermessen, Zyklen 32 und 482	583
483	33	Werkzeuglänge und Werkzeugradius vermessen, Zyklen 33 und 483	585

Die Messzyklen arbeiten nur bei aktivem zentralen Werkzeugspeicher TOOL.T.

Bevor Sie mit den Messzyklen arbeiten, müssen Sie alle zur Vermessung erforderlichen Daten im zentralen Werkzeugspeicher eingetragen und das zu vermessende Werkzeug mit **TOOL CALL** aufgerufen haben.

Unterschiede zwischen den Zyklen 31 bis 33 und 481 bis 483

Der Funktionsumfang und der Zyklusablauf sind absolut identisch. Zwischen den Zyklen 31 bis 33 und 481 bis 483 bestehen lediglich die zwei folgenden Unterschiede:

- Die Zyklen 481 bis 483 stehen unter G481 bis G483 auch in DIN/ISO zur Verfügung
- Anstelle eines frei wählbaren Parameters für den Status der Messung verwenden die neuen Zyklen den festen Parameter **Q199**

Maschinenparameter einstellen

Bevor Sie mit den Messzyklen arbeiten, alle Maschinenparameter prüfen, die unter **ProbeSettings** > **CfgTT** (Nr. 122700) und **CfgTTRoundStylus** (Nr. 114200) definiert sind.

Die Tischtastsystemzyklen 480, 481, 482, 483, 484 können mit dem Maschinenparameter **hideMeasureTT** (Nr. 128901) ausgeblendet werden.

Die Steuerung verwendet für die Vermessung mit stehender Spindel den Antastvorschub aus dem Maschinenparameter **probingFeed** (Nr. 122709).

Beim Vermessen mit rotierendem Werkzeug berechnet die Steuerung die Spindeldrehzahl und den Antastvorschub automatisch.

Die Spindeldrehzahl berechnet sich dabei wie folgt:

n = **maxPeriphSpeedMeas** / (r • 0,0063) mit

n:	Drehzahl [U/min]
maxPeriphSpeedMeas:	Maximal zulässige Umlaufgeschwindigkeit [m/min]
r:	Aktiver Werkzeugradius [mm]

Der Antastvorschub berechnet sich aus:
v = Messtoleranz • n mit

v:	Antastvorschub [mm/min]
Messtoleranz:	Messtoleranz [mm], abhängig von **maxPeriphSpeedMeas**
n:	Drehzahl [U/min]

Mit **probingFeedCalc** (Nr. 122710) stellen Sie die Berechnung des Antastvorschubs ein:

probingFeedCalc (Nr. 122710) = **ConstantTolerance**:

Die Messtoleranz bleibt konstant – unabhängig vom Werkzeugradius. Bei sehr großen Werkzeugen reduziert sich der Antastvorschub jedoch zu Null. Dieser Effekt macht sich umso früher bemerkbar, je kleiner Sie die maximale Umlaufgeschwindigkeit (**maxPeriphSpeedMeas** Nr. 122712) und die zulässige Toleranz (**measureTolerance1** Nr. 122715) wählen.

probingFeedCalc (Nr. 122710) = **VariableTolerance**:

Die Messtoleranz verändert sich mit zunehmendem Werkzeugradius. Das stellt auch bei großen Werkzeugradien noch einen ausreichenden Antastvorschub sicher. Die Steuerung verändert die Messtoleranz nach folgender Tabelle:

Werkzeugradius	Messtoleranz
Bis 30 mm	**measureTolerance1**
30 bis 60 mm	2 • **measureTolerance1**
60 bis 90 mm	3 • **measureTolerance1**
90 bis 120 mm	4 • **measureTolerance1**

probingFeedCalc (Nr. 122710) = **ConstantFeed**:

Der Antastvorschub bleibt konstant, der Messfehler wächst jedoch linear mit größer werdendem Werkzeugradius:

Messtoleranz = (r • **measureTolerance1**)/ 5 mm) mit

r:	Aktiver Werkzeugradius [mm]
measureTolerance1:	Maximal zulässiger Messfehler

Eingaben in der Werkzeugtabelle TOOL.T

Abk.	Eingaben	Dialog
CUT	Anzahl der Werkzeugschneiden (max. 20 Schneiden)	**Anzahl der Schneiden?**
LTOL	Zulässige Abweichung von der Werkzeuglänge L für Verschleißerkennung. Wird der eingegebene Wert überschritten, sperrt die Steuerung das Werkzeug (Status **L**). Eingabebereich: 0 bis 0,9999 mm	**Verschleiß-Toleranz: Länge?**
RTOL	Zulässige Abweichung vom Werkzeugradius R für Verschleißerkennung. Wird der eingegebene Wert überschritten, sperrt die Steuerung das Werkzeug (Status **I**). Eingabebereich: 0 bis 0,9999 mm	**Verschleiß-Toleranz: Radius?**
R2TOL	Zulässige Abweichung vom Werkzeugradius R2 für Verschleißerkennung. Wird der eingegebene Wert überschritten, sperrt die Steuerung das Werkzeug (Status **I**). Eingabebereich: 0 bis 0,9999 mm	**Verschleiß-Toleranz: Radius 2?**
DIRECT.	Schneidrichtung des Werkzeugs für Vermessung mit drehendem Werkzeug	**Schneid-Richtung (M3 = -)?**
R-OFFS	Längenvermessung: Versatz des Werkzeugs zwischen Stylusmitte und Werkzeugmitte. Voreinstellung: Kein Wert eingetragen (Versatz = Werkzeugradius)	**Werkzeug-Versatz: Radius?**
L-OFFS	Radiusvermessung: zusätzlicher Versatz des Werkzeugs zu **offsetToolAxis** zwischen Stylusoberkante und Werkzeugunterkante. Voreinstellung: 0	**Werkzeug-Versatz: Länge?**
LBREAK	Zulässige Abweichung von der Werkzeuglänge L für Brucherkennung. Wird der eingegebene Wert überschritten, sperrt die Steuerung das Werkzeug (Status **L**). Eingabebereich: 0 bis 0,9999 mm	**Bruch-Toleranz: Länge?**
RBREAK	Zulässige Abweichung vom Werkzeugradius R für Brucherkennung. Wird der eingegebene Wert überschritten, sperrt die Steuerung das Werkzeug (Status **I**). Eingabebereich: 0 bis 0,9999 mm	**Bruch-Toleranz: Radius?**

Beispiele für gängige Werkzeugtypen

Werkzeugtyp	CUT	R-OFFS	L-OFFS
Bohrer	– (ohne Funktion)	0 (kein Versatz erforderlich, da Bohrerspitze gemessen werden soll)	
Schaftfräser	4 (4 Schneiden)	R (Versatz erforderlich, wenn der Werkzeugdurchmesser größer ist als der Tellerdurchmesser des TT)	0 (kein zusätzlicher Versatz bei der Radiusvermessung erforderlich. Versatz wird aus **offsetToolAxis** (Nr. 122707) verwendet)
Kugelfräser mit z. B. Durchmesser 10 mm	4 (4 Schneiden)	0 (kein Versatz erforderlich, da Kugelsüdpol gemessen werden soll)	5 (immer Werkzeugradius als Versatz definieren, damit der Durchmesser nicht im Radius gemessen wird)

19.2 TT kalibrieren (Zyklus 30 oder 480, DIN/ISO: G480 Option #17)

Zyklusablauf

Das TT kalibrieren Sie mit dem Messzyklus TCH PROBE 30 oder TCH PROBE 480. (siehe "Unterschiede zwischen den Zyklen 31 bis 33 und 481 bis 483", Seite 571). Der Kalibriervorgang läuft automatisch ab. Die Steuerung ermittelt auch automatisch den Mittenversatz des Kalibrierwerkzeugs. Dazu dreht die Steuerung die Spindel nach der Hälfte des Kalibrierzyklus um 180°.

Als Kalibrierwerkzeug verwenden Sie ein exakt zylindrisches Teil, z. B. einen Zylinderstift. Die Kalibrierwerte speichert die Steuerung und berücksichtigt sie bei nachfolgenden Werkzeugvermessungen.

Ablauf der Kalibrierung:

1. Kalibrierwerkzeug einspannen. Als Kalibrierwerkzeug verwenden Sie ein exakt zylindrisches Teil, z. B. einen Zylinderstift
2. Kalibrierwerkzeug in der Bearbeitungsebene manuell über das Zentrum des TT positionieren
3. Kalibrierwerkzeug in Werkzeugachse ca. 15 mm + Sicherheitsabstand über das TT positionieren
4. Die erste Bewegung der Steuerung erfolgt entlang der Werkzeugachse. Das Werkzeug wird zuerst auf eine Sichere Höhe von 15 mm + Sicherheitsabstand bewegt
5. Der Kalibriervorgang entlang der Werkzeugachse startet
6. Anschließend erfolgt die Kalibrierung in der Bearbeitungsebene
7. Die Steuerung positioniert das Kalibrierwerkzeug zuerst in Bearbeitungsebene auf einen Wert von 11 mm + Radius TT + Sicherheitsabstand
8. Anschließend bewegt die Steuerung das Werkzeug entlang der Werkzeugachse nach unten und der Kalibriervorgang startet
9. Während des Antastvorgangs führt die Steuerung ein quadratisches Bewegungsbild aus
10. Die Steuerung speichert die Kalibrierwerte und berücksichtigt sie bei nachfolgenden Werkzeugvermessungen
11. Abschließend zieht die Steuerung den Taststift entlang der Werkzeugachse auf den Sicherheitsabstand zurück und bewegt es in die Mitte des TT

Beim Programmieren beachten!

Die Funktionsweise des Kalibrierzyklus ist abhängig von Maschinenparameter **CfgTTRoundStylus** (Nr. 114200). Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Die Funktionsweise des Zyklus ist abhängig von Maschinenparameter **probingCapability** (Nr. 122723). (Mit diesem Parameter kann unter anderem eine Werkzeuglängen-Vermessung mit stehender Spindel erlaubt und gleichzeitig eine Werkzeugradius- und Einzelschneidenvermessung gesperrt werden.) Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Bevor Sie kalibrieren, müssen Sie den genauen Radius und die genaue Länge des Kalibrierwerkzeugs in der Werkzeugtabelle TOOL.T eintragen.

In den Maschinenparametern **centerPos** (Nr. 114201) > **[0]** bis **[2]** muss die Lage des TT im Arbeitsraum der Maschine festgelegt sein.

Wenn Sie einen der Maschinenparameter **centerPos** (Nr. 114201) > **[0]** bis **[2]** ändern, müssen Sie neu kalibrieren.

Zyklusparameter

- **Q260 Sichere Höhe?**: Position in der Spindelachse eingeben, in der eine Kollision mit Werkstücken oder Spannmitteln ausgeschlossen ist. Die Sichere Höhe bezieht sich auf den aktiven Werkstück-Bezugspunkt. Wenn die Sichere Höhe so klein eingegeben ist, dass die Werkzeugspitze unterhalb der Telleroberkante liegen würde, positioniert die Steuerung das Kalibrierwerkzeug automatisch über den Teller (Sicherheitszone aus **safetyDistToolAx** (Nr. 114203)). Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

Beispiel altes Format

```
6 TOOL CALL  1 Z
7 TCH PROBE 30.0  TT KALIBRIEREN
8 TCH PROBE 30.1  HOEHE: +90
```

Beispiel neues Format

```
6 TOOL CALL  1 Z
7 TCH PROBE 480  TT KALIBRIEREN
    Q260=+100 ;SICHERE HOEHE
```

19.3 Kabelloses TT 449 kalibrieren (Zyklus 484, DIN/ISO: G484, Option #17)

Grundlegendes

Mit dem Zyklus 484 kalibrieren Sie Ihr Werkzeug-Tastsystem, z. b. das kabellose Infrarot-Tischtastsystem TT 449. Der Kalibriervorgang läuft je nach Parametereingabe vollautomatisch oder halbautomatisch ab.

- **Halbautomatisch** - Mit Stopp vor Zyklusbeginn: Sie werden dazu aufgefordert, das Werkzeug manuell über das TT zu bewegen
- **Vollautomatisch** - Ohne Stopp vor Zyklusbeginn: Bevor Sie Zyklus 484 verwenden, müssen Sie das Werkzeug über das TT bewegen

Zyklusablauf

Zum Kalibrieren Ihres Werkzeug-Tastsystems programmieren Sie den Messzyklus TCH PROBE 484. In dem Eingabeparameter Q536 können Sie einstellen, ob der Zyklus halbautomatisch oder vollautomatisch ausgeführt wird.

Halbautomatisch - mit Stopp vor Zyklusbeginn

- Kalibrierwerkzeug einwechseln
- Kalibrierzyklus definieren und starten
- Die Steuerung unterbricht den Kalibrierzyklus
- Die Steuerung eröffnet einen Dialog in einem neuen Fenster
- Sie werden aufgefordert, das Kalibrierwerkzeug manuell über der Mitte des Tastsystems zu positionieren. Achten Sie darauf, dass das Kalibrierwerkzeug über der Messfläche des Tastelements steht

Vollautomatisch - ohne Stopp vor Zyklusbeginn

- Kalibrierwerkzeug einwechseln
- Positionieren Sie das Kalibrierwerkzeug über die Mitte des Tastsystems. Achten Sie darauf, dass das Kalibrierwerkzeug über der Messfläche des Tastelements steht
- Kalibrierzyklus definieren und starten
- Kalibrierzyklus läuft ohne Stopp ab. Kalibriervorgang startet von der aktuellen Position, auf der sich das Werkzeug befindet

Kalibrierwerkzeug:

Als Kalibrierwerkzeug verwenden Sie ein exakt zylindrisches Teil, z. B. einen Zylinderstift. Tragen Sie den genauen Radius und die genaue Länge des Kalibrierwerkzeugs in die Werkzeugtabelle TOOL.T ein. Nach dem Kalibriervorgang speichert die Steuerung die Kalibrierwerte und berücksichtigt sie bei nachfolgenden Werkzeugvermessungen. Das Kalibrierwerkzeug sollte einen Durchmesser größer 15 mm besitzen und ca. 50 mm aus dem Spannfutter herausstehen.

Beim Programmieren beachten!

HINWEIS

Achtung Kollisionsgefahr!

Wenn Sie eine Kollision vermeiden wollen, muss das Werkzeug bei **Q536**=1, vor dem Zyklusaufruf vorpositioniert werden!
Die Steuerung ermittelt beim Kalibriervorgang auch den Mittenversatz des Kalibrierwerkzeugs. Dazu dreht die Steuerung die Spindel nach der Hälfte des Kalibrierzyklus um 180°.

- Festlegen, ob vor Zyklusbeginn ein Stopp erfolgen soll oder ob Sie den Zyklus ohne Stopp automatisch ablaufen lassen möchten.

Die Funktionsweise des Zyklus ist abhängig von Maschinenparameter **probingCapability** (Nr. 122723). (Mit diesem Parameter kann unter anderem eine Werkzeuglängen-Vermessung mit stehender Spindel erlaubt und gleichzeitig eine Werkzeugradius- und Einzelschneidenvermessung gesperrt werden.) Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Das Kalibrierwerkzeug sollte einen Durchmesser größer 15 mm besitzen und ca. 50 mm aus dem Spannfutter herausstehen. Wenn Sie einen Zylinderstift mit diesen Abmaßen verwenden, entsteht lediglich eine Verbiegung von 0.1 µm pro 1 N Antastkraft. Bei der Verwendung eines Kalibrierwerkzeugs, das einen zu kleinen Durchmesser besitzt und/oder sehr weit aus dem Spannfutter heraussteht, können größere Ungenauigkeiten entstehen.

Bevor Sie kalibrieren, müssen Sie den genauen Radius und die genaue Länge des Kalibrierwerkzeugs in der Werkzeugtabelle TOOL.T eintragen.

Wenn Sie die Position des TT auf dem Tisch verändern, müssen Sie neu kalibrieren.

Zyklusparameter

- **Q536 Stopp vor Ausführung (0=Stopp)?**: Festlegen, ob vor Zyklusbeginn ein Stopp erfolgen soll, oder ob Sie den Zyklus ohne Stopp automatisch ablaufen lassen möchten:
  0: Mit Stopp vor Zyklusbeginn. Sie werden in einem Dialog aufgefordert, das Werkzeug manuell über das Tischtastsystem zu positionieren.
  Wenn Sie die ungefähre Position über dem Tischtastsystem erreicht haben, können Sie die Bearbeitung mit NC-Start fortsetzen oder mit dem Softkey **ABBRUCH** abbrechen
  1: Ohne Stopp vor Zyklusbeginn. Die Steuerung startet den Kalibriervorgang von der aktuellen Position. Sie müssen vor Zyklus 484 das Werkzeug über das Tischtastsystem bewegen.

Beispiel

```
6 TOOL CALL  1 Z
7 TCH PROBE 484  TT KALIBRIEREN
    Q536=+0     ;STOPP VOR AUSFUEHR.
```

19.4 Werkzeuglänge vermessen (Zyklus 31 oder 481, DIN/ISO: G481, Option #17)

Zyklusablauf

Zum Vermessen der Werkzeuglänge programmieren Sie den Messzyklus TCH PROBE 31 oder TCH PROBE 481 (siehe "Unterschiede zwischen den Zyklen 31 bis 33 und 481 bis 483"). Über Eingabeparameter können Sie die Werkzeuglänge auf drei verschiedene Arten bestimmen:

- Wenn der Werkzeugdurchmesser größer als der Durchmesser der Messfläche des TT ist, dann vermessen Sie mit rotierendem Werkzeug
- Wenn der Werkzeugdurchmesser kleiner als der Durchmesser der Messfläche des TT ist oder wenn Sie die Länge von Bohrern oder Kugelfräsern bestimmen, dann vermessen Sie mit stillstehendem Werkzeug
- Wenn der Werkzeugdurchmesser größer als der Durchmesser der Messfläche des TT ist, dann führen Sie eine Einzelschneidenvermessung mit stillstehendem Werkzeug durch

Ablauf „Vermessung mit rotierendem Werkzeug“

Um die längste Schneide zu ermitteln, wird das zu vermessende Werkzeug versetzt zum Tastsystem-Mittelpunkt und rotierend auf die Messfläche des TT gefahren. Den Versatz programmieren Sie in der Werkzeugtabelle unter Werkzeugversatz: Radius (**R-OFFS**).

Ablauf „Vermessung mit stillstehendem Werkzeug“ (z. B. für Bohrer)

Das zu vermessende Werkzeug wird mittig über die Messfläche gefahren. Anschließend fährt es mit stehender Spindel auf die Messfläche des TT. Für diese Messung tragen Sie den Werkzeugversatz: Radius (**R-OFFS**) in der Werkzeugtabelle mit „0“ ein.

Ablauf „Einzelschneidenvermessung“

Die Steuerung positioniert das zu vermessende Werkzeug seitlich vom Tastkopf vor. Die Werkzeugstirnfläche befindet sich dabei unterhalb der Tastkopf-Oberkante wie in **offsetToolAxis** (Nr. 122707) festgelegt. In der Werkzeugtabelle können Sie unter Werkzeugversatz: Länge (**L-OFFS**) einen zusätzlichen Versatz festlegen. Die Steuerung tastet mit rotierendem Werkzeug radial an, um den Startwinkel für die Einzelschneiden-Vermessung zu bestimmen. Anschließend vermisst sie die Länge aller Schneiden durch Ändern der Spindelorientierung. Für diese Messung programmieren Sie die SCHNEIDENVERMESSUNG im ZYKLUS TCH PROBE 31 = 1.

Beim Programmieren beachten!

Bevor Sie Werkzeuge zum ersten Mal vermessen, tragen Sie den ungefähren Radius, die ungefähre Länge, die Anzahl der Schneiden und die Schneidrichtung des jeweiligen Werkzeugs in die Werkzeugtabelle TOOL.T ein.

Eine Einzelschneidenvermessung können Sie für Werkzeuge mit **bis zu 20 Schneiden** ausführen.

Zyklusparameter

- **Modus Werkzeugvermessung (0-2)?**: Festlegen, ob und wie die ermittelten Daten in die Werkzeugtabelle eingetragen werden.
  0: Die gemessene Werkzeuglänge wird in der Werkzeugtabelle TOOL.T in den Speicher L geschrieben und die Werkzeugkorrektur DL=0 gesetzt. Ist in der TOOL.T bereits ein Wert hinterlegt, wird dieser überschrieben.
  1: Die gemessene Werkzeuglänge wird mit der Werkzeuglänge L aus TOOL.T verglichen. Die Steuerung berechnet die Abweichung und trägt diese als Deltawert DL in die TOOL.T ein. Zusätzlich steht die Abweichung auch im Q-Parameter Q115 zur Verfügung. Wenn der Deltawert größer ist, als die zulässige Verschleiß- oder Bruch-Toleranz für die Werkzeuglänge, dann sperrt die Steuerung das Werkzeug (Status L in TOOL.T)
  2: Die gemessene Werkzeuglänge wird mit der Werkzeuglänge L aus TOOL.T verglichen. Die Steuerung berechnet die Abweichung und schreibt den Wert in Q-Parameter Q115. Es erfolgt kein Eintrag in der Werkzeugtabelle unter L oder DL.
- **Parameter-Nr. für Ergebnis?**: Parameternummer, in der die Steuerung den Status der Messung abspeichert:
  0,0: Werkzeug innerhalb der Toleranz
  1,0: Werkzeug ist verschlissen (**LTOL** überschritten)
  2,0: Werkzeug ist gebrochen (**LBREAK** überschritten) Wenn Sie das Messergebnis nicht innerhalb des NC-Programms weiterverarbeiten wollen, Dialogfrage mit Taste **NO ENT** bestätigen
- **Sichere Höhe?**: Position in der Spindelachse eingeben, in der eine Kollision mit Werkstücken oder Spannmitteln ausgeschlossen ist. Die Sichere Höhe bezieht sich auf den aktiven Werkstück-Bezugspunkt. Wenn die Sichere Höhe so klein eingegeben ist, dass die Werkzeugspitze unterhalb der Telleroberkante liegen würde, positioniert die Steuerung das Werkzeug automatisch über den Teller (Sicherheitszone aus **safetyDistStylus**). Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Schneidenvermessung? 0=Nein/1=Ja**: Festlegen, ob eine Einzelschneiden-Vermessung durchgeführt werden soll (maximal 20 Schneiden vermessbar)

Erstvermessung mit rotierendem Werkzeug; altes Format

```
6 TOOL CALL  12 Z
7 TCH PROBE 31.0  WERKZEUG-LAENGE
8 TCH PROBE 31.1  PRUEFEN: 0
9 TCH PROBE 31.2  HOEHE: +120
10 TCH PROBE 31.3
   SCHNEIDENVERMESSUNG: 0
```

Prüfen mit Einzelschneiden-Vermessung, Status in Q5 speichern; altes Format

```
6 TOOL CALL  12 Z
7 TCH PROBE 31.0  WERKZEUG-LAENGE
8 TCH PROBE 31.1  PRUEFEN: 1  q5
9 TCH PROBE 31.2  HOEHE: +120
10 TCH PROBE 31.3
   SCHNEIDENVERMESSUNG: 1
```

Beispiel neues Format

```
6 TOOL CALL  12 Z
7 TCH PROBE 481  WERKZEUG-LAENGE
   Q340=1       ;PRUEFEN
   Q260=+100 ;SICHERE HOEHE
   Q341=1       ;SCHNEIDENVERMESSUNG
```

19.5 Werkzeugradius vermessen (Zyklus 32 oder 482, DIN/ISO: G482, Option #17)

Zyklusablauf

Zum Vermessen des Werkzeugradius programmieren Sie den Messzyklus TCH PROBE 32 oder TCH PROBE 482 (siehe "Unterschiede zwischen den Zyklen 31 bis 33 und 481 bis 483", Seite 571). Über Eingabeparameter können Sie den Werkzeugradius auf zwei Arten bestimmen:

- Vermessung mit rotierendem Werkzeug
- Vermessung mit rotierendem Werkzeug und anschließender Einzelschneidenvermessung

Die Steuerung positioniert das zu vermessende Werkzeug seitlich vom Tastkopf vor. Die Fräserstirnfläche befindet sich dabei unterhalb der Tastkopf-Oberkante, wie in **offsetToolAxis** festgelegt. Die Steuerung tastet mit rotierendem Werkzeug radial an. Falls zusätzlich eine Einzelschneidenvermessung durchgeführt werden soll, werden die Radien aller Schneiden mittels Spindelorientierung vermessen.

Beim Programmieren beachten!

Bevor Sie Werkzeuge zum ersten Mal vermessen, tragen Sie den ungefähren Radius, die ungefähre Länge, die Anzahl der Schneiden und die Schneidrichtung des jeweiligen Werkzeugs in die Werkzeugtabelle TOOL.T ein.

Die Funktionsweise des Zyklus ist abhängig von Maschinenparameter **probingCapability** (Nr. 122723). (Mit diesem Parameter kann unter anderem eine Werkzeuglängen-Vermessung mit stehender Spindel erlaubt und gleichzeitig eine Werkzeugradius- und Einzelschneidenvermessung gesperrt werden.) Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Zylinderförmige Werkzeuge mit Diamantoberfläche können mit stehender Spindel vermessen werden. Dazu müssen Sie in der Werkzeugtabelle die Schneidenanzahl **CUT** mit 0 definieren und Maschinenparameter **CfgTT** (Nr. 122700) anpassen. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Zyklusparameter

- **Modus Werkzeugvermessung (0-2)?**: Festlegen, ob und wie die ermittelten Daten in die Werkztabelle eingetragen werden.
  0: Der gemessene Werkzeugradius wird in der Werkzeugtabelle TOOL.T in den Speicher R geschrieben und die Werkzeugkorrektur DR=0 gesetzt. Ist in der TOOL.T bereits ein Wert hinterlegt, wird dieser überschrieben.
  1: Der gemessene Werkzeugradius wird mit dem Werkzeugradius R aus TOOL.T verglichen. Die Steuerung berechnet die Abweichung und trägt diese als Deltawert DR in die TOOL.T ein. Zusätzlich steht die Abweichung auch im Q-Parameter Q116 zur Verfügung. Wenn der Deltawert größer ist, als die zulässige Verschleiß- oder Bruch-Toleranz für den Werkzeugradius, dann sperrt die Steuerung das Werkzeug (Status L in TOOL.T)
  2: Der gemessene Werkzeugradius wird mit dem Werkzeugradius aus TOOL.T verglichen. Die Steuerung berechnet die Abweichung und schreibt sie in Q-Parameter Q116. Es erflolgt kein Eintrag in der Werkzeugtabelle unter R oder DR.
- **Parameter-Nr. für Ergebnis?**: Parameternummer, in der die Steuerung den Status der Messung abspeichert:
  0,0: Werkzeug innerhalb der Toleranz
  1,0: Werkzeug ist verschlissen (**RTOL** überschritten)
  2,0: Werkzeug ist gebrochen (**RBREAK** überschritten) Wenn Sie das Messergebnis nicht innerhalb des NC-Programms weiterverarbeiten wollen, Dialogfrage mit Taste **NO ENT** bestätigen
- **Sichere Höhe?**: Position in der Spindelachse eingeben, in der eine Kollision mit Werkstücken oder Spannmitteln ausgeschlossen ist. Die Sichere Höhe bezieht sich auf den aktiven Werkstück-Bezugspunkt. Wenn die Sichere Höhe so klein eingegeben ist, dass die Werkzeugspitze unterhalb der Telleroberkante liegen würde, positioniert die Steuerung das Werkzeug automatisch über den Teller (Sicherheitszone aus **safetyDistStylus**). Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Schneidenvermessung? 0=Nein/1=Ja**: Festlegen, ob eine Einzelschneiden-Vermessung durchgeführt werden soll (maximal 20 Schneiden vermessbar)

Erstvermessung mit rotierendem Werkzeug; altes Format

```
6 TOOL CALL  12 Z
7 TCH PROBE 32.0  WERKZEUG-RADIUS
8 TCH PROBE 32.1  PRUEFEN: 0
9 TCH PROBE 32.2  HOEHE: +120
10 TCH PROBE 32.3
   SCHNEIDENVERMESSUNG: 0
```

Prüfen mit Einzelschneiden-Vermessung, Status in Q5 speichern; altes Format

```
6 TOOL CALL  12 Z
7 TCH PROBE 32.0  WERKZEUG-RADIUS
8 TCH PROBE 32.1  PRUEFEN: 1  q5
9 TCH PROBE 32.2  HOEHE: +120
10 TCH PROBE 32.3
   SCHNEIDENVERMESSUNG: 1
```

Beispiel neues Format

```
6 TOOL CALL  12 Z
7 TCH PROBE 482  WERKZEUG-RADIUS
   Q340=1       ;PRUEFEN
   Q260=+100 ;SICHERE HOEHE
   Q341=1       ;SCHNEIDENVERMESSUNG
```

19.6 Werkzeug komplett vermessen (Zyklus 33 oder 483, DIN/ISO: G483, Option #17)

Zyklusablauf

Um das Werkzeug komplett zu vermessen (Länge und Radius), programmieren Sie den Messzyklus TCH PROBE 33 oder TCH PROBE 483 (siehe "Unterschiede zwischen den Zyklen 31 bis 33 und 481 bis 483", Seite 571). Der Zyklus eignet sich besonders für die Erstvermessung von Werkzeugen, da – verglichen mit der Einzelvermessung von Länge und Radius – ein erheblicher Zeitvorteil besteht. Über Eingabeparameter können Sie das Werkzeug auf zwei Arten vermessen:

- Vermessung mit rotierendem Werkzeug
- Vermessung mit rotierendem Werkzeug und anschließender Einzelschneidenvermessung

Die Steuerung vermisst das Werkzeug nach einem fest programmierten Ablauf. Zunächst wird der Werkzeugradius und anschließend die Werkzeuglänge vermessen. Der Messablauf entspricht den Abläufen aus Messzyklus 31 und 32 sowie 481 und 482.

Beim Programmieren beachten!

Bevor Sie Werkzeuge zum ersten Mal vermessen, tragen Sie den ungefähren Radius, die ungefähre Länge, die Anzahl der Schneiden und die Schneidrichtung des jeweiligen Werkzeugs in die Werkzeugtabelle TOOL.T ein.

Die Funktionsweise des Zyklus ist abhängig von Maschinenparameter **probingCapability** (Nr. 122723). (Mit diesem Parameter kann unter anderem eine Werkzeuglängen-Vermessung mit stehender Spindel erlaubt und gleichzeitig eine Werkzeugradius- und Einzelschneidenvermessung gesperrt werden.) Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Zylinderförmige Werkzeuge mit Diamantoberfläche können mit stehender Spindel vermessen werden. Dazu müssen Sie in der Werkzeugtabelle die Schneidenanzahl **CUT** mit 0 definieren und Maschinenparameter **CfgTT** (Nr. 122700) anpassen. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Zyklusparameter

- **Modus Werkzeugvermessung (0-2)?**: Festlegen, ob und wie die ermittelten Daten in die Werkztabelle eingetragen werden.
  0: Die gemessene Werkzeuglänge und der gemessene Werkzeugradius werden in der Werkzeugtabelle TOOL.T in den Speicher L und R geschrieben und die Werkzeugkorrektur DL=0 und DR=0 gesetzt. Ist in der TOOL.T bereits ein Wert hinterlegt, wird dieser überschrieben.
  1: Die gemessene Werkzeuglänge und der gemessene Werkzeugradius werden mit der Werkzeuglänge L und dem Werkzeugradius R aus TOOL.T verglichen. Die Steuerung berechnet die Abweichung und trägt diese als Deltawert DL und DR in die TOOL.T ein. Zusätzlich steht die Abweichung auch im Q-Parameter Q115 und Q116 zur Verfügung. Wenn der Deltawert größer ist, als die zulässige Verschleiß- oder Bruch-Toleranz für die Werkzeuglänge oder Radius, dann sperrt die Steuerung das Werkzeug (Status L in TOOL.T)
  2: Die gemessene Werkzeuglänge und der gemessene Werkzeugradius werden mit der Werkzeuglänge L und dem Werkzeugradius R aus TOOL.T verglichen. Die Steuerung berechnet die Abweichung und schreibt sie in Q-Parameter Q115 bzw. Q116. Es erflolgt kein Eintrag in der Werkzeugtabelle unter L,R oder DL, DR.
- **Parameter-Nr. für Ergebnis?**: Parameternummer, in der die Steuerung den Status der Messung abspeichert:
  0,0: Werkzeug innerhalb der Toleranz
  1,0: Werkzeug ist verschlissen (**LTOL** oder/und **RTOL** überschritten)
  2,0: Werkzeug ist gebrochen (**LBREAK** oder/und **RBREAK** überschritten) Wenn Sie das Messergebnis nicht innerhalb des NC-Programms weiterverarbeiten wollen, Dialogfrage mit Taste **NO ENT** bestätigen
- **Sichere Höhe?**: Position in der Spindelachse eingeben, in der eine Kollision mit Werkstücken oder Spannmitteln ausgeschlossen ist. Die Sichere Höhe bezieht sich auf den aktiven Werkstück-Bezugspunkt. Wenn die Sichere Höhe so klein eingegeben ist, dass die Werkzeugspitze unterhalb der Telleroberkante liegen würde, positioniert die Steuerung das Werkzeug automatisch über den Teller (Sicherheitszone aus **safetyDistStylus**). Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Schneidenvermessung? 0=Nein/1=Ja**: Festlegen, ob eine Einzelschneiden-Vermessung durchgeführt werden soll (maximal 20 Schneiden vermessbar)

Erstvermessung mit rotierendem Werkzeug; altes Format

```
6 TOOL CALL  12 Z
7 TCH PROBE 33.0  WERKZEUG MESSEN
8 TCH PROBE 33.1  PRUEFEN: 0
9 TCH PROBE 33.2  HOEHE: +120
10 TCH PROBE 33.3
   SCHNEIDENVERMESSUNG: 0
```

Prüfen mit Einzelschneiden-Vermessung, Status in Q5 speichern; altes Format

```
6 TOOL CALL  12 Z
7 TCH PROBE 33.0  WERKZEUG MESSEN
8 TCH PROBE 33.1  PRUEFEN: 1  q5
9 TCH PROBE 33.2  HOEHE: +120
10 TCH PROBE 33.3
   SCHNEIDENVERMESSUNG: 1
```

Beispiel neues Format

```
6 TOOL CALL  12 Z
7 TCH PROBE 483  WERKZEUG MESSEN
   Q340=1      ;PRUEFEN
   Q260=+100 ;SICHERE HOEHE
   Q341=1      ;SCHNEIDENVERMESSUNG
```

20

Übersichtstabellen Zyklen

20.1 Übersichtstabelle

Bearbeitungszyklen

Zyklus-nummer	Zyklusbezeichnung	DEF-aktiv	CALL-aktiv	Seite
7	Nullpunktverschiebung	■		299
8	Spiegeln	■		306
9	Verweilzeit	■		325
10	Drehung	■		308
11	Maßfaktor	■		310
12	Programmaufruf	■		326
13	Spindelorientierung	■		327
14	Konturdefinition	■		223
18	Gewindeschneiden		■	345
19	Bearbeitungsebene schwenken	■		313
20	Kontur-Daten SL II	■		228
21	Vorbohren SL II		■	230
22	Räumen SL II		■	232
23	Schlichten Tiefe SL II		■	236
24	Schlichten Seite SL II		■	238
25	Konturzug		■	241
26	Maßfaktor Achsspezifisch	■		311
27	Zylinder-Mantel		■	267
28	Zylinder-Mantel Nutenfräsen		■	270
29	Zylinder-Mantel Steg		■	274
32	Toleranz	■		328
39	Zylinder-Mantel Außenkontur		■	277
200	Bohren		■	75
201	Reiben		■	77
202	Ausdrehen		■	79
203	Universal-Bohren		■	82
204	Rückwärts-Senken		■	88
205	Universal-Tiefbohren		■	92
206	Gewindebohren mit Ausgleichsfutter, neu		■	117
207	Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter, neu		■	120
208	Bohrfräsen		■	100
209	Gewindebohren mit Spanbruch		■	125
220	Punktemuster auf Kreis	■		211
221	Punktemuster auf Linien	■		214

Zyklus-nummer	Zyklusbezeichnung	DEF-aktiv	CALL-aktiv	Seite
225	Gravieren		■	332
232	Planfräsen		■	338
233	Planfräsen (Fräsrichtung wählbar, Seitenwände berücksichtigen)		■	196
239	Beladung ermitteln	■		343
240	Zentrieren		■	73
241	Einlippen-Tiefbohren		■	103
247	Bezugspunkt Setzen	■		305
251	Rechtecktasche Komplettbearbeitung		■	157
252	Kreistasche Komplettbearbeitung		■	163
253	Nutenfräsen		■	170
254	Runde Nut		■	175
256	Rechteckzapfen Komplettbearbeitung		■	181
257	Kreiszapfen Komplettbearbeitung		■	186
258	Vieleckzapfen		■	190
262	Gewindefräsen		■	133
263	Senkgewindefräsen		■	137
264	Bohrgewindefräsen		■	141
265	Helix-Bohrgewindefräsen		■	145
267	Außengewindefräsen		■	149
270	Konturzug-Daten		■	250
275	Konturnut trochoidal		■	252
276	Konturzug 3D		■	245

Tastsystemzyklen

Zyklus-nummer	Zyklusbezeichnung	DEF-aktiv	CALL-aktiv	Seite
0	Bezugsebene	■		472
1	Bezugspunkt polar	■		473
3	Messen	■		513
4	Messen 3D	■		515
30	TT kalibrieren	■		576
31	Werkzeug-Länge messen/prüfen	■		580
32	Werkzeug-Radius messen/prüfen	■		583
33	Werkzeug-Länge und -Radius messen/prüfen	■		585
400	Grunddrehung über zwei Punkte	■		382
401	Grunddrehung über zwei Bohrungen	■		385
402	Grunddrehung über zwei Zapfen	■		389
403	Schieflage mit Drehachse kompensieren	■		394
404	Grunddrehung setzen	■		399
405	Schieflage mit C-Achse kompensieren	■		400
408	Bezugspunkt-Setzen Mitte Nut (FCL 3-Funktion)	■		410
409	Bezugspunkt-Setzen Mitte Steg (FCL 3-Funktion)	■		414
410	Bezugspunkt-Setzen Rechteck innen	■		418
411	Bezugspunkt-Setzen Rechteck aussen	■		422
412	Bezugspunkt-Setzen Kreis innen (Bohrung)	■		426
413	Bezugspunkt-Setzen Kreis aussen (Zapfen)	■		431
414	Bezugspunkt-Setzen Ecke aussen	■		436
415	Bezugspunkt-Setzen Ecke innen	■		441
416	Bezugspunkt-Setzen Lochkreis-Mitte	■		446
417	Bezugspunkt-Setzen Tastsystem-Achse	■		451
418	Bezugspunkt-Setzen Mitte von vier Bohrungen	■		453
419	Bezugspunkt-Setzen einzelne, wählbare Achse	■		458
420	Werkstück messen Winkel	■		474
421	Werkstück messen Kreis innen (Bohrung)	■		477
422	Werkstück messen Kreis aussen (Zapfen)	■		482
423	Werkstück messen Rechteck innen	■		487
424	Werkstück messen Rechteck aussen	■		490
425	Werkstück messen Breite innen (Nut)	■		493
426	Werkstück messen Breite aussen (Steg)	■		496
427	Werkstück messen einzelne, wählbare Achse	■		499
430	Werkstück messen Lochkreis	■		502
431	Werkstück messen Ebene	■		502

Zyklus-nummer	Zyklusbezeichnung	DEF-aktiv	CALL-aktiv	Seite
441	Schnelles Antasten	■		532
450	KinematicsOpt: Kinematik sichern (Option)	■		540
451	KinematicsOpt: Kinematik vermessen (Option)	■		543
452	KinematicsOpt: Preset-Kompensation	■		536
460	Tastsystem kalibrieren	■		520
461	Tastsystem-Länge kalibrieren	■		525
462	Tastsystem-Radius innen kalibrieren	■		527
463	Tastsystem-Radius außen kalibrieren	■		529
480	TT kalibrieren	■		576
481	Werkzeug-Länge messen/prüfen	■		580
482	Werkzeug-Radius messen/prüfen	■		583
483	Werkzeug-Länge und -Radius messen/prüfen	■		585
484	TT kalibrieren	■		578
1410	Antasten Kante	■		371
1411	Antasten zwei Kreise	■		375
1420	Antasten Ebene	■		367

Index

3

3D-Tastsysteme..... 350

A

Antastvorschub..... 354
Antastzyklen
  für den Automatikbetrieb..... 352
Ausdrehen..... 79
Ausräumen:\Siehe SL-Zyklen, Räumen..... 232
Automatische Werkzeug-Vermessung..... 574

B

Bearbeitungsebene schwenken.... 313
  Leitfaden..... 319
  Zyklus..... 313
Bearbeitungsmuster..... 59
Bezugspunkt automatisch setzen.... 406
  Ecke außen..... 436
  Ecke innen..... 441
  in der Tastsystem-Achse..... 451
  in einer beliebigen Achse..... 458
  Mittelpunkt einer Kreistasche (Bohrung)..... 426
  Mittelpunkt einer Rechtecktasche..... 418
  Mittelpunkt eines Kreiszapfens... 431
  Mittelpunkt eines Lochkreises.... 446
  Mittelpunkt eines Rechteckzapfens..... 422
  Mitte von 4 Bohrungen..... 453
  Nutmitte..... 410
  Stegmitte..... 414
Bohren..... 75, 82, 92
Bohrfräsen..... 100
Bohrgewindefräsen..... 141
Bohrung vermessen..... 477
Bohrzyklen..... 72
Breite außen messen..... 496
Breite innen messen..... 493

D

Drehung..... 308

E

Ebenenwinkel messen..... 505
Einlippen-Bohren..... 103
Einzelne Koordinate messen.... 499
Entwicklungsstand..... 40
Ergebnis-Parameter..... 469

F

FCL-Funktion..... 40

G

Gewindebohren
  mit Ausgleichsfutter..... 117
  mit Spanbruch..... 125
  ohne Ausgleichsfutter.. 120, 125
Gewindefräsen außen..... 149
Gewindefräsen Grundlagen..... 131
Gewindefräsen innen..... 133, 345
Gravieren..... 332
Grunddrehung
  direkt setzen..... 399
  während des Programmlaufs erfassen..... 381
Grunddrehung berücksichtigen. 350
Grundlagen der Tastsystemzyklen 14xx für Drehungen..... 362

H

Helix-Bohrgewindefräsen..... 145

K

KinematicsOpt..... 536
Kinematik vermessen..... 543
  Preset-Kompensation..... 558
Kinematikvermessung
  Messpunktwahl..... 542, 547
  Protokollfunktion..... 557
Kinematik-Vermessung..... 536
  Genauigkeit..... 548
  Hirthverzahnung..... 546
  Kalibriermethoden 549, 563, 565
  Kinematik sichern..... 540
  Kinematik vermessen... 543, 558
  Lose..... 550
  Messstellenwahl..... 548
  Protokollfunktion..... 541, 567
  Voraussetzungen..... 538
Kontur-Zug..... 241, 245, 250
Konturzyklen..... 220
Koordinaten-Umrechnung..... 298
Kreis außen messen..... 482
Kreis innen messen..... 477
Kreistasche
  Schruppen+Schlichten..... 163
Kreiszapfen..... 186

L

Lochkreis..... 211
Lochkreis messen..... 502

M

Maschinenparameter für 3D-Tastsystem..... 353
Maßfaktor..... 310
Maßfaktor achsspezifisch..... 311
Messergebnisse in Q-Parametern... 469
Messergebnisse protokollieren 467
Muster-Definition..... 59

N

Nullpunkt-Verschiebung..... 299
  im Programm..... 299
  mit Nullpunkt-Tabellen..... 300
Nutbreite messen..... 493
Nutenfräsen
  Schruppen+Schlichten..... 170

P

Planfräsen..... 338
Positionierlogik..... 355
Programm-Aufruf..... 326
  über Zyklus..... 326
Punktemuster..... 210
  auf Kreis..... 211
  auf Linien..... 214
  Übersicht..... 210
Punktetabellen..... 66

R

Rechtecktasche
  Schruppen+Schlichten..... 157
Rechtecktasche vermessen..... 490
Rechteckzapfen..... 181
Rechteckzapfen vermessen..... 487
Reiben..... 77
Rückwärts-Senken..... 88
Runde Nut
  Schruppen+Schlichten..... 175

S

Schwenken der Bearbeitungsebene 313
Seitenschlichten..... 238
Senkgewindefräsen..... 137
SL-Zyklen..... 220, 267, 277
  Ausräumen..... 232
  Grundlagen..... 220
  Grundlagen..... 294
  Kontur-Daten..... 228
  Kontur-Zug..... 241, 245, 250
  Schlichten Seite..... 238
  Schlichten Tiefe..... 236
  Überlagerte Konturen... 224, 288
  Vorbohren..... 230
  Zyklus Kontur..... 223
SL-Zyklen mit einfacher Konturformel..... 294
SL-Zyklen mit komplexer Konturformel..... 284
Spiegeln..... 306
Spindel-Orientierung..... 327
Status der Messung..... 469

Steg außen messen..... 496, 496

T

Tastsystemdaten..... 357
Tastsystem-Tabelle..... 356
Tiefbohren..... 92, 103
Tiefenschlichten..... 236
Toleranzüberwachung..... 469
Toleranz-Überwachung..... 469

U

Über dieses Handbuch..... 34
Universal-Bohren..... 82, 92

V

Verweilzeit..... 325
Vieleckzapfen..... 190

W

Werkstücke vermessen..... 466
Werkstück-Schieflage kompensieren
durch Messung zweier Punkte einer Geraden..... 382
über eine Drehachse.... 394, 400
über zwei Bohrungen..... 385
über zwei Kreiszapfen..... 389
Werkstück-Schieflage kompensieren <$nopage>..... 381
Werkzeugkorrektur..... 470
Werkzeugüberwachung..... 470
Werkzeug-Überwachung..... 470
Werkzeug-Vermessung..... 574
Komplett vermessen..... 585
Maschinenparameter..... 572
TT kalibrieren..... 576, 578
Werkzeug-Länge..... 580
Werkzeug-Radius..... 583
Werkzeug-Vermessung..... 570
Winkel einer Ebene messen.... 367, 505
Winkel einer Kante messen.... 371, 375
Winkel messen..... 474

Z

Zentrieren..... 73
Zyklen und Punktetabellen..... 68
Zyklus..... 50
aufrufen..... 52
definieren..... 51
Zylinder-Mantel
Kontur bearbeiten..... 267, 277
Nut bearbeiten..... 270
Steg bearbeiten..... 274

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

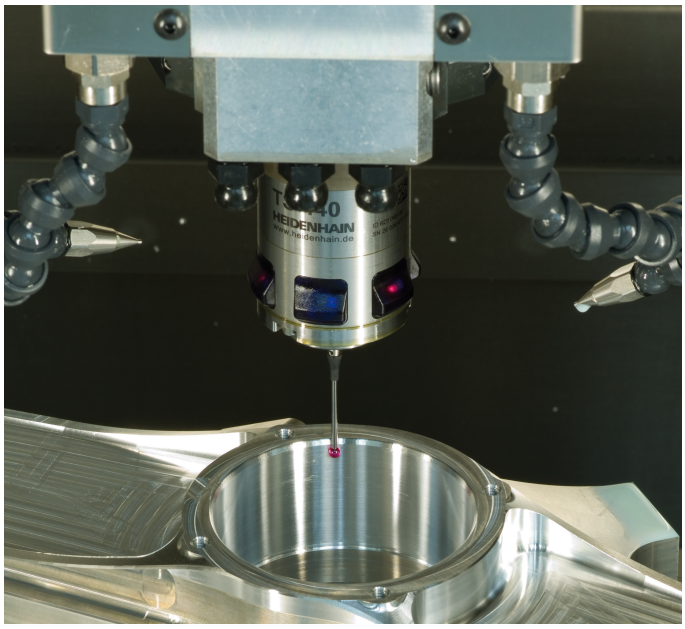
Tastsysteme von HEIDENHAIN

helfen Ihnen, Nebenzeiten zu reduzieren und die Maßhaltigkeit der gefertigten Werkstücke zu verbessern.

Werkstück-Tastsysteme

TS 220	kabelgebundene Signalübertragung
TS 440, TS 444	Infrarot-Übertragung
TS 640, TS 740	Infrarot-Übertragung

- Werkstücke ausrichten
- Bezugspunkte setzen
- Werkstücke vermessen



Werkzeug-Tastsysteme

TT 140	kabelgebundene Signalübertragung
TT 449	Infrarot-Übertragung
TL	berührungslose Lasersysteme

- Werkzeuge vermessen
- Verschleiß überwachen
- Werkzeugbruch erfassen

Originaldokumentation
1096886-15 · Ver05 · SW06 · 10/2018 · H · Printed in Germany