HEIDENHAIN

Benutzer-Handbuch Zyklenprogrammierung

iTNC 530

NC-Software
340 490-07, 606 420-02
340 491-07, 606 421-02
340 492-07
340 493-07
340 494-07, 606 424-02

Deutsch (de)
11/2011

Über dieses Handbuch

Nachfolgend finden Sie eine Liste der in diesem Handbuch verwendeten Hinweis-Symbole

Dieses Symbol zeigt Ihnen, dass zur beschriebenen Funktion besondere Hinweise zu beachten sind.

Dieses Symbol zeigt Ihnen, dass bei Verwendung der beschriebenen Funktion eine oder mehrere der folgenden Gefahren bestehen:

- Gefahren für Werkstück
- Gefahren für Spannmittel
- Gefahren für Werkzeug
- Gefahren für Maschine
- Gefahren für Bediener

Dieses Symbol zeigt Ihnen, dass die beschriebene Funktion von Ihrem Maschinenhersteller angepasst werden muss. Die beschriebene Funktion kann demnach von Maschine zu Maschine unterschiedlich wirken.

Dieses Symbol zeigt Ihnen, dass Sie detailliertere Beschreibungen einer Funktion in einem anderen Benutzer-Handbuch finden.

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**.

TNC-Typ, Software und Funktionen

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

TNC-Typ	NC-Software-Nr.
iTNC 530	340 490-07
iTNC 530 E	340 491-07
iTNC 530	340 492-07
iTNC 530 E	340 493-07
iTNC 530 Programmierplatz	340 494-07

TNC-Typ	NC-Software-Nr.
iTNC 530, HSCI und HeROS 5	606 420-02
iTNC 530 E, HSCI und HeROS 5	606 421-02
iTNC 530 Programmierplatz HSCI	606 424-02

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

- Geradenbewegungen simultan bis zu 4 Achsen

HSCI (HEIDENHAIN Serial Controller Interface) kennzeichnet die neue Hardware-Plattform der TNC-Steuerungen.

HeROS 5 kennzeichnet das neue Betriebssystem der HSCI basierten TNC-Steuerungen.

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

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

- Werkzeug-Vermessung mit dem TT

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

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

Benutzer-Handbuch:

Alle TNC-Funktionen, nicht mit dem Zyklen in Verbindung stehen, sind im Benutzer-Handbuch der iTNC 530 beschrieben. Wenden Sie sich ggf. an HEIDENHAIN, wenn Sie dieses Benutzer-Handbuch benötigen.

Ident-Nr. Benutzer-Handbuch Klartext-Dialog: 670 387-xx.

Ident-Nr. Benutzer-Handbuch DIN/ISO: 670 391-xx.

Benutzer-Dokumentation smarT.NC:

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

Software-Optionen

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

Software-Option 1
Zylindermantel-Interpolation (Zyklen 27, 28, 29 und 39)
Vorschub in mm/min bei Rundachsen: **M116**
Schwenken der Bearbeitungsebene (Zyklus 19, **PLANE**-Funktion und Softkey 3D-ROT in der Betriebsart Manuell)
Kreis in 3 Achsen bei geschwenkter Bearbeitungsebene

Software-Option 2
5-Achs-Interpolation
Spline-Interpolation
3D-Bearbeitung: ■ **M114**: Automatische Korrektur der Maschinengeometrie beim Arbeiten mit Schwenkachsen ■ **M128**: Position der Werkzeugspitze beim Positionieren von Schwenkachsen beibehalten (TCPM) ■ **FUNCTION TCPM**: Position der Werkzeugspitze beim Positionieren von Schwenkachsen beibehalten (TCPM) mit Einstellmöglichkeit der Wirkungsweise ■ **M144**: Berücksichtigung der Maschinen-Kinematik in IST/SOLL-Positionen am Satzende ■ Zusätzliche Parameter **Schlichten/Schruppen** und **Toleranz für Drehachsen** im Zyklus 32 (G62) ■ **LN**-Sätze (3D-Korrektur)

Software-Option DCM Collision	Beschreibung
Funktion, die vom Maschinenhersteller definierte Bereiche überwacht, um Kollisionen zu vermeiden.	Benutzer-Handbuch Klartext-Dialog

Software-Option DXF-Converter	Beschreibung
Konturen und Bearbeitungspositionen aus DXF-Dateien (Format R12) extrahieren.	Benutzer-Handbuch Klartext-Dialog

Software-Option zusätzliche Dialogsprache	Beschreibung
Funktion, zur Freischaltung der Dialogsprachen slowenisch, slowakisch, norwegisch, lettisch, estnisch, koreanisch, türkisch, rumänisch, litauisch.	Benutzer-Handbuch Klartext-Dialog

Software-Option Globale Programm-Einstellungen	Beschreibung
Funktion zur Überlagerung von Koordinaten-Transformationen in den Abarbeiten-Betriebsarten, handragüberlagertes Verfahren in virtueller Achsrichtung.	Benutzer-Handbuch Klartext-Dialog

Software-Option AFC	Beschreibung
Funktion adaptive Vorschubregelung zur Optimierung der Schnittbedingungen bei Serienproduktion.	Benutzer-Handbuch Klartext-Dialog

Software-Option KinematicsOpt	Beschreibung
Tastsystem-Zyklen zur Prüfung und Optimierung der Maschinengenauigkeit.	Seite 476

Software-Option 3D-ToolComp	Beschreibung
Eingriffswinkelabhängige 3D Werkzeug-Radiuskorrektur bei **LN**-Sätzen.	Benutzer-Handbuch Klartext-Dialog

Software-Option erweiterte Werkzeug-Verwaltung	Beschreibung
Vom Maschinenhersteller über Python-Scripte anpassbare Werkzeug-Verwaltung.	Benutzer-Handbuch Klartext-Dialog

Software-Option Interpolationsdrehen	Beschreibung
Interpolationsdrehen eines Absatzes mit Zyklus 290.	Benutzer-Handbuch Zyklen

Entwicklungsstand (Upgrade-Funktionen)

Neben Software-Optionen werden wesentliche Weiterentwicklungen der TNC-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 TNC einen 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, wobei **n** die fortlaufende Nummer des Entwicklungsstandes kennzeichnet.

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

FCL 4-Funktionen	Beschreibung
Grafische Darstellung des Schutzraumes bei aktiver Kollisionsüberwachung DCM	Benutzer-Handbuch
Handradüberlagerung in gestopptem Zustand bei aktiver Kollisionsüberwachung DCM	Benutzer-Handbuch
3D-Grunddrehung (Aufspannkompensation)	Maschinenhandbuch

FCL 3-Funktionen	Beschreibung
Tastsystem-Zyklus zum 3D-Antasten	Seite 465
Tastsystemzyklen zum automatischen Bezugspunkt-Setzen Mitte Nut/Mitte Steg	Seite 359
Vorschubreduzierung bei Konturtaschenbearbeitung wenn Werkzeug im Volleingriff ist	Benutzer-Handbuch
PLANE-Funktion: Achswinkeleingabe	Benutzer-Handbuch
Benutzer-Dokumentation als Kontextsensitives Hilfesystem	Benutzer-Handbuch
smarT.NC: smarT.NC programmieren parallel zur Bearbeitung	Benutzer-Handbuch
smarT.NC: Konturtasche auf Punktemuster	Lotse smarT.NC

FCL 3-Funktionen	Beschreibung
smarT.NC: Preview von Konturprogrammen im Datei-Manager	Lotse smarT.NC
smarT.NC: Positionierstrategie bei Punkte-Bearbeitungen	Lotse smarT.NC

FCL 2-Funktionen	Beschreibung
3D-Liniengrafik	Benutzer-Handbuch
Virtuelle Werkzeug-Achse	Benutzer-Handbuch
USB-Unterstützung von Block-Geräten (Speicher-Sticks, Festplatten, CD-ROM-Laufwerke)	Benutzer-Handbuch
Konturen filtern, die extern erstellt wurden	Benutzer-Handbuch
Möglichkeit, jeder Teilkontur bei der Konturformel unterschiedliche Tiefen zuzuweisen	Benutzer-Handbuch
Dynamische IP-Adressen-Verwaltung DHCP	Benutzer-Handbuch
Tastsystem-Zyklus zum globalen Einstellen von Tastsystem-Parametern	Seite 470
smarT.NC: Satzvorlauf grafisch unterstützt	Lotse smarT.NC
smarT.NC: Koordinaten-Transformationen	Lotse smarT.NC
smarT.NC: PLANE-Funktion	Lotse smarT.NC

Vorgesehener Einsatzort

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

Neue Zyklen-Funktionen der Software 340 49x-02

- Neuer Maschinen-Parameter zur Definition der Positionier-Geschwindigkeit (siehe „Schaltendes Tastsystem, Eilgang für Positionierbewegungen: MP6151" auf Seite 331)
- Neuer Maschinen-Parameter Grunddrehung im Manuellern Betrieb berücksichtigen (siehe „Grunddrehung im Manuellen Betrieb berücksichtigen: MP6166" auf Seite 330)
- Die Zyklen zur automatischen Werkzeug-Vermessung 420 bis 431 wurden dahingehend erweitert, dass jetzt das Messprotokoll auch auf den Bildschirm ausgegeben werden kann (siehe „Messergebnisse protokollieren" auf Seite 411)
- Es wurde ein neuer Zyklus eingeführt, mit dem Tastsystem-Parameter global gesetzt werden können (siehe „SCHNELLES ANTASTEN (Zyklus 441, DIN/ISO: G441, FCL 2-Funktion)" auf Seite 470)

Neue Zyklen-Funktionen der Software 340 49x-03

- Neuer Zyklus zum Setzen eines Bezugspunktes in der Mitte einer Nut (siehe „BEZUGSPUNKT MITTE NUT (Zyklus 408, DIN/ISO: G408, FCL 3-Funktion)" auf Seite 359)
- Neuer Zyklus zum Setzen eines Bezugspunktes in der Mitte eines Steges (siehe „BEZUGSPUNKT MITTE STEG (Zyklus 409, DIN/ISO: G409, FCL 3-Funktion)" auf Seite 363)
- Neuer 3D-Antastzyklus (siehe „MESSEN 3D (Zyklus 4, FCL 3-Funktion)" auf Seite 465)
- Zyklus 401 kann eine Werkstück-Schieflage jetzt auch durch Rundtischdrehung kompensieren (siehe „GRUNDDREHUNG über zwei Bohrungen (Zyklus 401, DIN/ISO: G401)" auf Seite 339)
- Zyklus 402 kann eine Werkstück-Schieflage jetzt auch durch Rundtischdrehung kompensieren (siehe „GRUNDDREHUNG über zwei Zapfen (Zyklus 402, DIN/ISO: G402)" auf Seite 342)
- Bei den Zyklen zum Bezugspunkt-Setzen stehen die Messergebnisse in den Q-Parametern **Q15X** zur Verfügung (siehe „Messergebnisse in Q-Parametern" auf Seite 413)

Neue Zyklen-Funktionen der Software 340 49x-04

- Neuer Zyklus zum Sichern einer Maschinenkinematik (siehe „KINEMATIK SICHERN (Zyklus 450, DIN/ISO: G450, Option)" auf Seite 478)
- Neuer Zyklus zum Prüfen und Optimieren einer Maschinenkinematik (siehe „KINEMATIK VERMESSEN (Zyklus 451, DIN/ISO: G451, Option)" auf Seite 480)
- Zyklus 412: Anzahl der Messpunkte über neuen Parameter Q423 wählbar (siehe „BEZUGSPUNKT KREIS INNEN (Zyklus 412, DIN/ISO: G412)" auf Seite 374)
- Zyklus 413: Anzahl der Messpunkte über neuen Parameter Q423 wählbar (siehe „BEZUGSPUNKT KREIS AUSSEN (Zyklus 413, DIN/ISO: G413)" auf Seite 378)
- Zyklus 421: Anzahl der Messpunkte über neuen Parameter Q423 wählbar (siehe „MESSEN BOHRUNG (Zyklus 421, DIN/ISO: G421)" auf Seite 422)
- Zyklus 422: Anzahl der Messpunkte über neuen Parameter Q423 wählbar (siehe „MESSEN KREIS AUSSEN (Zyklus 422, DIN/ISO: G422)" auf Seite 426)
- Zyklus 3: Fehlermeldung unterdrückbar, wenn der Taststift am Zyklusanfang bereits ausgelenkt ist (siehe „MESSEN (Zyklus 3)" auf Seite 463)
- Neuer Zyklus zum Fräsen von Rechteckzapfen (siehe „RECHTECKZAPFEN (Zyklus 256, DIN/ISO: G256)" auf Seite 164)
- Neuer Zyklus zum Fräsen von Kreiszapfen (siehe „KREISZAPFEN (Zyklus 257, DIN/ISO: G257)" auf Seite 168)

Neue Zyklen-Funktionen der Software 340 49x-05

- Neuer Bearbeitungszyklus zum Einlippen-Bohren (siehe „EINLIPPEN-BOHREN (Zyklus 241, DIN/ISO: G241)" auf Seite 102)
- Tastsystem-Zyklus 404 (Grunddrehung setzen) wurde um den Parameter Q305 (Nummer in Tabelle) erweitert, damit auch Grunddrehungen in die Preset-Tabelle geschrieben werden können (siehe Seite 349)
- Tastsystem-Zyklen 408 bis 419: Beim Setzen der Anzeige schreibt die TNC den Bezugspunkt auch in die Zeile 0 der Preset-Tabelle (siehe „Berechneten Bezugspunkt speichern" auf Seite 358)
- Tastsystem-Zyklus 412: Zusätzlicher Parameter Q365 Verfahrart (siehe „BEZUGSPUNKT KREIS INNEN (Zyklus 412, DIN/ISO: G412)" auf Seite 374))
- Tastsystem-Zyklus 413: Zusätzlicher Parameter Q365 Verfahrart (siehe „BEZUGSPUNKT KREIS AUSSEN (Zyklus 413, DIN/ISO: G413)" auf Seite 378))
- Tastsystem-Zyklus 416: Zusätzlicher Parameter Q320 (Sicherheits-Abstand, siehe „BEZUGSPUNKT LOCHKREIS-MITTE (Zyklus 416, DIN/ISO: G416)", Seite 391)
- Tastsystem-Zyklus 421: Zusätzlicher Parameter Q365 Verfahrart (siehe „MESSEN BOHRUNG (Zyklus 421, DIN/ISO: G421)" auf Seite 422))
- Tastsystem-Zyklus 422: Zusätzlicher Parameter Q365 Verfahrart (siehe „MESSEN KREIS AUSSEN (Zyklus 422, DIN/ISO: G422)" auf Seite 426))
- Tastsystem-Zyklus 425 (Messen Nut) wurde um die Parameter Q301 (Zwischenpositionierung auf sicherer Höhe durchführen oder nicht) und Q320 (Sicherheits-Abstand) erweitert (siehe „MESSEN BREITE INNEN (Zyklus 425, DIN/ISO: G425)", Seite 438)
- Tastsystem-Zyklus 450 (Kinematik sichern) wurde um die Eingabemöglichkeit 2 (Speicherstatus anzeigen) im Parameter Q410 (Modus) erweitert (siehe „KINEMATIK SICHERN (Zyklus 450, DIN/ISO: G450, Option)" auf Seite 478)
- Tastsystem-Zyklus 451 (Kinematik vermessen) wurde um die Parameter Q423 (Anzahl Kreismessungen) und Q432 (Preset setzen) erweitert (siehe „Zyklusparameter" auf Seite 489)
- Neuer Tastsystem-Zyklus 452 Preset-Kompensation zur einfachen Vermessung von Wechselköpfen (siehe „PRESET-KOMPENSATION (Zyklus 452, DIN/ISO: G452, Option)" auf Seite 496)
- Neuer Tastsystem-Zyklus 484 zum Kalibrieren des kabellosen Tischtastsystems TT 449 (siehe „Kabelloses TT 449 kalibrieren (Zyklus 484, DIN/ISO: G484)" auf Seite 514)

Neue Zyklen-Funktionen der Software 340 49x-06 bzw. 606 42x-01

- Neuer Zyklus 275 Konturnut trochoidal (siehe „KONTURNUT TROCHOIDAL (Zyklus 275, DIN/ISO: G275)" auf Seite 209)
- Beim Zyklus 241 zum Einlippen-Bohren kann nun auch eine Verweiltiefe definiert werden (siehe „EINLIPPEN-BOHREN (Zyklus 241, DIN/ISO: G241)" auf Seite 102)
- An- und Wegfahrverhalten des Zyklus 39 ZYLINDERMANTEL KONTUR ist nun einstellbar (siehe „Zyklusablauf" auf Seite 236)
- Neuer Tastsystem-Zyklus zum Kalibrieren eines Tastsystems an einer Kalibrierkugel (siehe „TS KALIBRIEREN (Zyklus 460, DIN/ISO: G460)" auf Seite 472)
- KinematicsOpt: Ein zusätzlicher Parameter zur Ermittlung der Lose einer Drehachse wurde eingeführt (siehe „Lose" auf Seite 487)
- KinematicsOpt: Bessere Unterstützung zur Positionierung von hirthverzahnten Achsen (siehe „Maschinen mit hirthverzahnten-Achsen" auf Seite 483)

Neue Zyklen-Funktionen der Software 340 49x-07 bzw 606 42x-02

- Neuer Bearbeitungszyklus **225 Gravieren** (siehe „GRAVIEREN (Zyklus 225, DIN/ISO: G225)" auf Seite 317)
- Neuer Bearbeitungszyklus **276 Konturzug 3D** (siehe „KONTUR-ZUG 3D (Zyklus 276, DIN/ISO: G276)" auf Seite 215)
- Neuer Bearbeitungszyklus **290 Interpolationsdrehen** (siehe „INTERPOLATIONSDREHEN (Software-Option, Zyklus 290, DIN/ISO: G290)" auf Seite 320)
- Bei den Gewindefräszyklen 26x steht jetzt ein separater Vorschub für das tangentiale Anfahren an Gewinde zur Verfügung (siehe jeweilige Beschreibung der Zyklenparameter)
- Bei den KinematicsOpt-Zyklen wurden folgende Verbesserungen durchgeführt:
  - Neuer, schnellerer Optimierungsalgorythmus
  - Nach der Winkeloptimierung ist keine separate Messreihe mehr für die Positionsoptimierung erforderlich (siehe „Verschiedene Modi (Q406)" auf Seite 492)
  - Rückgabe der Offsetfehler (Änderung des Maschinennullpunkts) in den Parametern Q147-149 (siehe „Zyklusablauf" auf Seite 480)
  - Bis zu 8 Ebenenmesspunkte bei der Kugelmessung (siehe „Zyklusparameter" auf Seite 489)
  - Drehachsen die nicht konfiguriert sind werden von der TNC beim Ausführen des Zyklus ignoriert (siehe „Beim Programmieren beachten!" auf Seite 488)

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

- Die Verwaltung von mehreren Kalibrierdaten wurde geändert siehe Benutzer-Handbuch Klartext-Dialogprogrammierung

Geänderte Zyklen-Funktionen der Software 340 49x-05

- Die Zylindermantel-Zyklen 27, 28, 29 und 39) arbeiten jetzt auch mit Drehachsen, deren Anzeige winkelreduziert ist. Bisher musste der Maschinen-Parameter 810.x = 0 gesetzt sein
- Zyklus 403 führt nun keine Sinnigkeitsprüfung in Bezug auf Antast-Punkte und Ausgleichsachse durch. Dadurch kann auch im geschwenkten System angetastet werden (siehe „GRUNDDREHUNG über eine Drehachse kompensieren (Zyklus 403, DIN/ISO: G403)" auf Seite 345)

Geänderte Zyklen-Funktionen der Software 340 49x-06 bzw. 606 42x-01

- Anfahrverhalten beim Seitenschlichten mit Zyklus 24 (DIN/ISO: G124) geändert (siehe „Beim Programmieren beachten!" auf Seite 203)

Geänderte Zyklen-Funktionen der Software 340 49x-07 bzw. 606 42x-02

- Position des Softkeys zur Definition von Zyklus 270 geändert

Inhalt

Grundlagen / Übersichten 1

Zyklen verwenden 2

Bearbeitungszyklen: Bohren 3

Bearbeitungszyklen: Gewindebohren / Gewindefräsen 4

Bearbeitungszyklen: Taschenfräsen / Zapfenfräsen / Nutenfräsen 5

Bearbeitungszyklen: Musterdefinitionen 6

Bearbeitungszyklen: Konturtasche, Konturzug 7

Bearbeitungszyklen: Zylindermantel 8

Bearbeitungszyklen: Konturtasche mit Konturformel 9

Bearbeitungszyklen: Abzeilen 10

Zyklen: Koordinaten-Umrechnungen 11

Zyklen: Sonderfunktionen 12

Mit Tastsystemzyklen arbeiten 13

Tastsystemzyklen: Werkstückschieflagen automatisch ermitteln 14

Tastsystemzyklen: Bezugspunkte automatisch erfassen 15

Tastsystemzyklen: Werkstücke automatisch kontrollieren 16

Tastsystemzyklen: Sonderfunktionen 17

Tastsystemzyklen: Kinematik automatisch vermessen 18

Tastsystemzyklen: Werkzeuge automatisch vermessen 19

1 Grundlagen / Übersichten 45

1.1 Einführung 46
1.2 Verfügbare Zyklengruppen 47
Übersicht Bearbeitungszyklen 47
Übersicht Tastsystemzyklen 48

2 Bearbeitungszyklen verwenden 49

2.1 Mit Bearbeitungszyklen arbeiten 50
- Allgemeine Hinweise 50
- Maschinenspezifische Zyklen 51
- Zyklus definieren über Softkeys 52
- Zyklus definieren über GOTO-Funktion 52
- Zyklen aufrufen 53
- Arbeiten mit Zusatzachsen U/V/W 56

2.2 Programmvorgaben für Zyklen 57
- Übersicht 57
- GLOBAL DEF eingeben 58
- GLOBAL DEF-Angaben nutzen 58
- Allgemeingültige globale Daten 59
- Globale Daten für Bohrbearbeitungen 59
- Globale Daten für Fräsbearbeitungen mit Taschenzyklen 25x 60
- Globale Daten für Fräsbearbeitungen mit Konturzyklen 60
- Globale Daten für das Positionierverhalten 60
- Globale Daten für Antastfunktionen 61

2.3 Muster-Definition PATTERN DEF 62
- Anwendung 62
- PATTERN DEF eingeben 63
- PATTERN DEF verwenden 63
- Einzelne Bearbeitungspositionen definieren 64
- Einzelne Reihe definieren 65
- Einzelnes Muster definieren 66
- Einzelnen Rahmen definieren 67
- Vollkreis definieren 68
- Teilkreis definieren 69

2.4 Punkte-Tabellen 70
- Anwendung 70
- Punkte-Tabelle eingeben 70
- Einzelne Punkte für die Bearbeitung ausblenden 71
- Punkte-Tabelle im Programm wählen 72
- Zyklus in Verbindung mit Punkte-Tabellen aufrufen 73

3 Bearbeitungszyklen: Bohren 75

3.1 Grundlagen 76
Übersicht 76
3.2 ZENTRIEREN (Zyklus 240, DIN/ISO: G240) 77
Zyklusablauf 77
Beim Programmieren beachten! 77
Zyklusparameter 78
3.3 BOHREN (Zyklus 200) 79
Zyklusablauf 79
Beim Programmieren beachten! 79
Zyklusparameter 80
3.4 REIBEN (Zyklus 201, DIN/ISO: G201) 81
Zyklusablauf 81
Beim Programmieren beachten! 81
Zyklusparameter 82
3.5 AUSDREHEN (Zyklus 202, DIN/ISO: G202) 83
Zyklusablauf 83
Beim Programmieren beachten! 84
Zyklusparameter 85
3.6 UNIVERSAL-BOHREN (Zyklus 203, DIN/ISO: G203) 87
Zyklusablauf 87
Beim Programmieren beachten! 88
Zyklusparameter 89
3.7 RUECKWAERTS-SENKEN (Zyklus 204, DIN/ISO: G204) 91
Zyklusablauf 91
Beim Programmieren beachten! 92
Zyklusparameter 93
3.8 UNIVERSAL-TIEFBOHREN (Zyklus 205, DIN/ISO: G205) 95
Zyklusablauf 95
Beim Programmieren beachten! 96
Zyklusparameter 97
3.9 BOHRFRAESEN (Zyklus 208) 99
Zyklusablauf 99
Beim Programmieren beachten! 100
Zyklusparameter 101
3.10 EINLIPPEN-BOHREN (Zyklus 241, DIN/ISO: G241) 102
Zyklusablauf 102
Beim Programmieren beachten! 102
Zyklusparameter 103
3.11 Programmierbeispiele 105

4 Bearbeitungszyklen: Gewindebohren / Gewindefräsen 109

4.1 Grundlagen 110
Übersicht 110
4.2 GEWINDEBOHREN NEU mit Ausgleichsfutter (Zyklus 206, DIN/ISO: G206) 111
Zyklusablauf 111
Beim Programmieren beachten! 111
Zyklusparameter 112
4.3 GEWINDEBOHREN ohne Ausgleichsfutter GS NEU (Zyklus 207, DIN/ISO: G207) 113
Zyklusablauf 113
Beim Programmieren beachten! 114
Zyklusparameter 115
4.4 GEWINDEBOHREN SPANBRUCH (Zyklus 209, DIN/ISO: G209) 116
Zyklusablauf 116
Beim Programmieren beachten! 117
Zyklusparameter 118
4.5 Grundlagen zum Gewindefräsen 119
Voraussetzungen 119
4.6 GEWINDEFRAESEN (Zyklus 262, DIN/ISO: G262) 121
Zyklusablauf 121
Beim Programieren beachten! 122
Zyklusparameter 123
4.7 SENKGEWINDEFRAESEN (Zyklus 263, DIN/ISO:G263) 124
Zyklusablauf 124
Beim Programmieren beachten! 125
Zyklusparameter 126
4.8 BOHRGEWINDEFRAESEN (Zyklus 264, DIN/ISO: G264) 128
Zyklusablauf 128
Beim Programmieren beachten! 129
Zyklusparameter 130
4.9 HELIX- BOHRGEWINDEFRAESEN (Zyklus 265, DIN/ISO: G265) 132
Zyklusablauf 132
Beim Programmieren beachten! 133
Zyklusparameter 134
4.10 AUSSENGEWINDE-FRAESEN (Zyklus 267, DIN/ISO: G267) 136
Zyklusablauf 136
Beim Programmiern beachten! 137
Zyklusparameter 138
4.11 Programmierbeispiele 140

5 Bearbeitungszyklen: Taschenfräsen / Zapfenfräsen / Nutenfräsen 143

5.1 Grundlagen 144
Übersicht 144
5.2 RECHTECKTASCHE (Zyklus 251, DIN/ISO: G251) 145
Zyklusablauf 145
Beim Programmieren beachten 146
Zyklusparameter 147
5.3 KREISTASCHE (Zyklus 252, DIN/ISO: G252) 150
Zyklusablauf 150
Beim Programmieren beachten! 151
Zyklusparameter 152
5.4 NUTENFRAESEN (Zyklus 253, DIN/ISO: G253) 154
Zyklusablauf 154
Beim Programmieren beachten! 155
Zyklusparameter 156
5.5 RUNDE NUT (Zyklus 254, DIN/ISO: G254) 159
Zyklusablauf 159
Beim Programmieren beachten! 160
Zyklusparameter 161
5.6 RECHTECKZAPFEN (Zyklus 256, DIN/ISO: G256) 164
Zyklusablauf 164
Beim Programmieren beachten! 165
Zyklusparameter 166
5.7 KREISZAPFEN (Zyklus 257, DIN/ISO: G257) 168
Zyklusablauf 168
Beim Programmieren beachten! 169
Zyklusparameter 170
5.8 Programmierbeispiele 172

6 Bearbeitungszyklen: Musterdefinitionen 175

6.1 Grundlagen 176
Übersicht 176
6.2 PUNKTEMUSTER AUF KREIS (Zyklus 220, DIN/ISO: G220) 177
Zyklusablauf 177
Beim Programmieren beachten! 177
Zyklusparameter 178
6.3 PUNKTEMUSTER AUF LINIEN (Zyklus 221, DIN/ISO: G221) 180
Zyklusablauf 180
Beim Programmieren beachten! 180
Zyklusparameter 181
6.4 Programmierbeispiele 182

7 Bearbeitungszyklen: Konturtasche, Konturzüge 185

7.1 SL-Zyklen 186
Grundlagen 186
Übersicht 188
7.2 KONTUR (Zyklus 14, DIN/ISO: G37) 189
Beim Programmieren beachten! 189
Zyklusparameter 189
7.3 Überlagerte Konturen 190
Grundlagen 190
Unterprogramme: Überlagerte Taschen 191
„Summen“-Fläche 192
„Differenz“-Fläche 193
„Schnitt“-Fläche 193
7.4 KONTUR-DATEN (Zyklus 20, DIN/ISO: G120) 194
Beim Programmieren beachten! 194
Zyklusparameter 195
7.5 VORBOHREN (Zyklus 21, DIN/ISO: G121) 196
Zyklusablauf 196
Beim Programmieren beachten! 196
Zyklusparameter 197
7.6 RAEUMEN (Zyklus 22, DIN/ISO: G122) 198
Zyklusablauf 198
Beim Programmieren beachten! 199
Zyklusparameter 200
7.7 SCHLICHTEN TIEFE (Zyklus 23, DIN/ISO: G123) 202
Zyklusablauf 202
Beim Programmieren beachten! 202
Zyklusparameter 202
7.8 SCHLICHTEN SEITE (Zyklus 24, DIN/ISO: G124) 203
Zyklusablauf 203
Beim Programmieren beachten! 203
Zyklusparameter 204
7.9 KONTURZUG-Daten (Zyklus 270, DIN/ISO: G270) 205
Beim Programmieren beachten! 205
Zyklusparameter 206
7.10 KONTUR-ZUG (Zyklus 25, DIN/ISO: G125) 207
Zyklusablauf 207
Beim Programmmiern beachten! 207
Zyklusparameter 208
7.11 KONTURNUT TROCHOIDAL (Zyklus 275, DIN/ISO: G275) 209
Zyklusablauf 209
Beim Programmmiern beachten! 211
Zyklusparameter 212

7.12 KONTUR-ZUG 3D (Zyklus 276, DIN/ISO: G276) 215
Zyklusablauf 215
Beim Programmmiern beachten! 216
Zyklusparameter 217
7.13 Programmierbeispiele 218

8 Bearbeitungszyklen: Zylindermantel 225

8.1 Grundlagen 226
Übersicht Zylindermantel-Zyklen 226
8.2 ZYLINDER-MANTEL (Zyklus 27, DIN/ISO: G127, Software-Option 1) 227
Zyklus-Ablauf 227
Beim Programmieren beachten 228
Zyklusparameter 229
8.3 ZYLINDER-MANTEL Nutenfräsen (Zyklus 28, DIN/ISO: G128, Software-Option 1) 230
Zyklusablauf 230
Beim Programmieren beachten! 231
Zyklusparameter 232
8.4 ZYLINDER-MANTEL Stegfräsen (Zyklus 29, DIN/ISO: G129, Software-Option 1) 233
Zyklusablauf 233
Beim Programmieren beachten! 234
Zyklusparameter 235
8.5 ZYLINDER-MANTEL Außenkontur fräsen (Zyklus 39, DIN/ISO: G139, Software-Option 1) 236
Zyklusablauf 236
Beim Programmieren beachten! 237
Zyklusparameter 238
8.6 Programmierbeispiele 239

9 Bearbeitungszyklen: Konturtasche mit Konturformel 243

9.1 SL-Zyklen mit komplexer Konturformel 244
Grundlagen 244
Programm mit Konturdefinitionen wählen 246
Konturbeschreibungen definieren 247
Komplexe Konturformel eingeben 248
Überlagerte Konturen 249
Kontur Abarbeiten mit SL-Zyklen 251
9.2 SL-Zyklen mit einfacher Konturformel 255
Grundlagen 255
Einfache Konturformel eingeben 257
Kontur Abarbeiten mit SL-Zyklen 257

10 Bearbeitungszyklen: Abzeilen 259

10.1 Grundlagen 260
Übersicht 260
10.2 3D-DATEN ABARBEITEN (Zyklus 30, DIN/ISO: G60) 261
Zyklusablauf 261
Beim Programmieren beachten! 261
Zyklusparameter 262
10.3 ABZEILEN (Zyklus 230, DIN/ISO: G230) 263
Zyklusablauf 263
Beim Programmieren beachten! 263
Zyklusparameter 264
10.4 REGELFLAECHE (Zyklus 231; DIN/ISO: G231) 265
Zyklusablauf 265
Beim Programmieren beachten! 266
Zyklusparameter 267
10.5 PLANFRAESEN (Zyklus 232, DIN/ISO: G232) 269
Zyklusablauf 269
Beim Programmieren beachten! 271
Zyklusparameter 271
10.6 Programmierbeispiele 274

11 Zyklen: Koordinaten-Umrechnungen 277

11.1 Grundlagen 278
Übersicht 278
Wirksamkeit der Koordinaten-Umrechnungen 278
11.2 NULLPUNKT-Verschiebung (Zyklus 7, DIN/ISO: G54) 279
Wirkung 279
Zyklusparameter 279
11.3 NULLPUNKT-Verschiebung mit Nullpunkt-Tabellen (Zyklus 7, DIN/ISO: G53) 280
Wirkung 280
Beim Programmieren beachten! 281
Zyklusparameter 282
Nullpunkt-Tabelle im NC-Programm wählen 282
Nullpunkt-Tabelle editieren in der Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren 283
Nullpunkt-Tabelle in einer Programmlauf-Betriebsart editieren 284
Istwerte in die Nullpunkt-Tabelle übernehmen 284
Nullpunkt-Tabelle konfigurieren 285
Nullpunkt-Tabelle verlassen 285
11.4 BEZUGSPUNKT SETZEN (Zyklus 247, DIN/ISO: G247) 286
Wirkung 286
Vor dem Programmieren beachten! 286
Zyklusparameter 286
11.5 SPIEGELN (Zyklus 8, DIN/ISO: G28) 287
Wirkung 287
Beim Programmieren beachten! 287
Zyklenparameter 288
11.6 DREHUNG (Zyklus 10, DIN/ISO: G73) 289
Wirkung 289
Beim Programmieren beachten! 289
Zyklusparameter 290
11.7 MASSFAKTOR (Zyklus 11, DIN/ISO: G72) 291
Wirkung 291
Zyklusparameter 292
11.8 MASSFAKTOR ACHSSP. (Zyklus 26) 293
Wirkung 293
Beim Programmieren beachten! 293
Zyklusparameter 294

11.9 BEARBEITUNGSEBENE (Zyklus 19, DIN/ISO: G80, Software-Option 1) 295
Wirkung 295
Beim Programmieren beachten! 296
Zyklusparameter 297
Rücksetzen 297
Drehachsen positionieren 298
Positions-Anzeige im geschwenkten System 300
Arbeitsraum-Überwachung 300
Positionieren im geschwenkten System 300
Kombination mit anderen Koordinaten-Umrechnungszyklen 301
Automatisches Messen im geschwenkten System 301
Leitfaden für das Arbeiten mit Zyklus 19 BEARBEITUNGSEBENE 302
11.10 Programmierbeispiele 304

12 Zyklen: Sonderfunktionen 307

12.1 Grundlagen 308
Übersicht 308
12.2 VERWEILZEIT (Zyklus 9, DIN/ISO: G04) 309
Funktion 309
Zyklusparameter 309
12.3 PROGRAMM-AUFRUF (Zyklus 12, DIN/ISO: G39) 310
Zyklusfunktion 310
Beim Programmieren beachten! 310
Zyklusparameter 311
12.4 SPINDEL-ORIENTIERUNG (Zyklus 13, DIN/ISO: G36) 312
Zyklusfunktion 312
Beim Programmieren beachten! 312
Zyklusparameter 312
12.5 TOLERANZ (Zyklus 32, DIN/ISO: G62) 313
Zyklusfunktion 313
Einflüsse bei der Geometriedefinition im CAM-System 314
Beim Programmieren beachten! 315
Zyklusparameter 316
12.6 GRAVIEREN (Zyklus 225, DIN/ISO: G225) 317
Zyklusablauf 317
Beim Programmmiern beachten! 317
Zyklusparameter 318
Erlaubte Gravierzeichen 319
Nicht druckbare Zeichen 319
Systemvariablen gravieren 319
12.7 INTERPOLATIONSDREHEN (Software-Option, Zyklus 290, DIN/ISO: G290) 320
Zyklusablauf 320
Beim Programmmiern beachten! 321
Zyklusparameter 322

13 Mit Tastsystemzyklen arbeiten 325

13.1 Allgemeines zu den Tastsystemzyklen 326
Funktionsweise 326
Tastsystemzyklen in den Betriebsarten Manuell und El. Handrad 327
Tastsystemzyklen für den Automatik-Betrieb 327
13.2 Bevor Sie mit Tastsystemzyklen arbeiten! 329
Maximaler Verfahrweg zum Antastpunkt: MP6130 329
Sicherheits-Abstand zum Antastpunkt: MP6140 329
Infrarot-Tastsystem auf programmierte Antastrichtung orientieren: MP6165 329
Grunddrehung im Manuellen Betrieb berücksichtigen: MP6166 330
Mehrfachmessung: MP6170 330
Vertrauensbereich für Mehrfachmessung: MP6171 330
Schaltendes Tastsystem, Antastvorschub: MP6120 331
Schaltendes Tastsystem, Vorschub für Positionierbewegungen: MP6150 331
Schaltendes Tastsystem, Eilgang für Positionierbewegungen: MP6151 331
KinematicsOpt, Toleranzgrenze für Modus Optimieren: MP6600 331
KinematicsOpt, erlaubte Abweichung Kalibrierkugelradius: MP6601 331
Tastsystemzyklen abarbeiten 332

14 Tastsystemzyklen: Werkstückschieflagen automatisch ermitteln 333

14.1 Grundlagen 334
Übersicht 334
Gemeinsamkeiten der Tastsystemzyklen zum Erfassen der Werkstück-Schieflage 335
14.2 GRUNDDREHUNG (Zyklus 400, DIN/ISO: G400) 336
Zyklusablauf 336
Beim Programmieren beachten! 336
Zyklusparameter 337
14.3 GRUNDDREHUNG über zwei Bohrungen (Zyklus 401, DIN/ISO: G401) 339
Zyklusablauf 339
Beim Programmieren beachten! 339
Zyklusparameter 340
14.4 GRUNDDREHUNG über zwei Zapfen (Zyklus 402, DIN/ISO: G402) 342
Zyklusablauf 342
Beim Programmieren beachten! 342
Zyklusparameter 343
14.5 GRUNDDREHUNG über eine Drehachse kompensieren (Zyklus 403, DIN/ISO: G403) 345
Zyklusablauf 345
Beim Programmieren beachten! 346
Zyklusparameter 347
14.6 GRUNDDREHUNG SETZEN (Zyklus 404, DIN/ISO: G404) 349
Zyklusablauf 349
Zyklusparameter 349
14.7 Schieflage eines Werkstücks über C-Achse ausrichten (Zyklus 405, DIN/ISO: G405) 350
Zyklusablauf 350
Beim Programmieren beachten! 351
Zyklusparameter 352

15 Tastsystemzyklen: Bezugspunkte automatisch erfassen 355

15.1 Grundlagen 356
Übersicht 356
Gemeinsamkeiten aller Tastsystemzyklen zum Bezugspunkt-Setzen 357
15.2 BEZUGSPUNKT MITTE NUT (Zyklus 408, DIN/ISO: G408, FCL 3-Funktion) 359
Zyklusablauf 359
Beim Programmieren beachten! 360
Zyklusparameter 360
15.3 BEZUGSPUNKT MITTE STEG (Zyklus 409, DIN/ISO: G409, FCL 3-Funktion) 363
Zyklusablauf 363
Beim Programmieren beachten! 363
Zyklusparameter 364
15.4 BEZUGSPUNKT RECHTECK INNEN (Zyklus 410, DIN/ISO: G410) 366
Zyklusablauf 366
Beim Programmieren beachten! 367
Zyklusparameter 367
15.5 BEZUGSPUNKT RECHTECK AUSSEN (Zyklus 411, DIN/ISO: G411) 370
Zyklusablauf 370
Beim Programmieren beachten! 371
Zyklusparameter 371
15.6 BEZUGSPUNKT KREIS INNEN (Zyklus 412, DIN/ISO: G412) 374
Zyklusablauf 374
Beim Programmieren beachten! 375
Zyklusparameter 375
15.7 BEZUGSPUNKT KREIS AUSSEN (Zyklus 413, DIN/ISO: G413) 378
Zyklusablauf 378
Beim Programmieren beachten! 379
Zyklusparameter 379
15.8 BEZUGSPUNKT ECKE AUSSEN (Zyklus 414, DIN/ISO: G414) 382
Zyklusablauf 382
Beim Programmieren beachten! 383
Zyklusparameter 384
15.9 BEZUGSPUNKT ECKE INNEN (Zyklus 415, DIN/ISO: G415) 387
Zyklusablauf 387
Beim Programmieren beachten! 388
Zyklusparameter 388
15.10 BEZUGSPUNKT LOCHKREIS-MITTE (Zyklus 416, DIN/ISO: G416) 391
Zyklusablauf 391
Beim Programmieren beachten! 392
Zyklusparameter 392
15.11 BEZUGSPUNKT TASTSYSTEM-ACHSE (Zyklus 417, DIN/ISO: G417) 395
Zyklusablauf 395
Beim Programmieren beachten! 395
Zyklusparameter 396

15.12 BEZUGSPUNKT MITTE 4 BOHRUNGEN (Zyklus 418, DIN/ISO: G418) 397
Zyklusablauf 397
Beim Programmieren beachten! 398
Zyklusparameter 398
15.13 BEZUGSPUNKT EINZELNE ACHSE (Zyklus 419, DIN/ISO: G419) 401
Zyklusablauf 401
Beim Programmieren beachten! 401
Zyklenparameter 402

16 Tastsystemzyklen: Werkstücke automatisch kontrollieren 409

16.1 Grundlagen 410
Übersicht 410
Messergebnisse protokollieren 411
Messergebnisse in Q-Parametern 413
Status der Messung 413
Toleranz-Überwachung 414
Werkzeug-Überwachung 414
Bezugssystem für Messergebnisse 415
16.2 BEZUGSEBENE (Zyklus 0, DIN/ISO: G55) 416
Zyklusablauf 416
Beim Programmieren beachten! 416
Zyklusparameter 416
16.3 BEZUGSEBENE Polar (Zyklus 1) 417
Zyklusablauf 417
Beim Programmieren beachten! 417
Zyklusparameter 418
16.4 MESSEN WINKEL (Zyklus 420, DIN/ISO: G420) 419
Zyklusablauf 419
Beim Programmieren beachten! 419
Zyklusparameter 420
16.5 MESSEN BOHRUNG (Zyklus 421, DIN/ISO: G421) 422
Zyklusablauf 422
Beim Programmieren beachten! 422
Zyklusparameter 423
16.6 MESSEN KREIS AUSSEN (Zyklus 422, DIN/ISO: G422) 426
Zyklusablauf 426
Beim Programmieren beachten! 426
Zyklusparameter 427
16.7 MESSEN RECHTECK INNEN (Zyklus 423, DIN/ISO: G423) 430
Zyklusablauf 430
Beim Programmieren beachten! 431
Zyklusparameter 431
16.8 MESSEN RECHTECK AUSSEN (Zyklus 424, DIN/ISO: G424) 434
Zyklusablauf 434
Beim Programmieren beachten! 435
Zyklusparameter 435
16.9 MESSEN BREITE INNEN (Zyklus 425, DIN/ISO: G425) 438
Zyklusablauf 438
Beim Programmieren beachten! 438
Zyklusparameter 439

16.10 MESSEN STEG AUSSEN (Zyklus 426, DIN/ISO: G426) 441
Zyklusablauf 441
Beim Programmieren beachten! 441
Zyklusparameter 442
16.11 MESSEN KOORDINATE (Zyklus 427, DIN/ISO: G427) 444
Zyklusablauf 444
Beim Programmieren beachten! 444
Zyklusparameter 445
16.12 MESSEN LOCHKREIS (Zyklus 430, DIN/ISO: G430) 447
Zyklusablauf 447
Beim Programmieren beachten! 448
Zyklusparameter 448
16.13 MESSEN EBENE (Zyklus 431, DIN/ISO: G431) 451
Zyklusablauf 451
Beim Programmieren beachten! 452
Zyklusparameter 453
16.14 Programmierbeispiele 455

17 Tastsystemzyklen: Sonderfunktionen 459

17.1 Grundlagen 460
Übersicht 460
17.2 TS KALIBRIEREN (Zyklus 2) 461
Zyklusablauf 461
Beim Programmieren beachten! 461
Zyklusparameter 461
17.3 TS KALIBRIEREN LAENGE (Zyklus 9) 462
Zyklusablauf 462
Zyklusparameter 462
17.4 MESSEN (Zyklus 3) 463
Zyklusablauf 463
Beim Programmieren beachten! 463
Zyklusparameter 464
17.5 MESSEN 3D (Zyklus 4, FCL 3-Funktion) 465
Zyklusablauf 465
Beim Programmieren beachten! 465
Zyklusparameter 466
17.6 ACHSVERSCHIEBUNG MESSEN (Tastsystem-Zyklus 440, DIN/ISO: G440) 467
Zyklusablauf 467
Beim Programmieren beachten! 468
Zyklusparameter 469
17.7 SCHNELLES ANTASTEN (Zyklus 441, DIN/ISO: G441, FCL 2-Funktion) 470
Zyklusablauf 470
Beim Programmieren beachten! 470
Zyklusparameter 471
17.8 TS KALIBRIEREN (Zyklus 460, DIN/ISO: G460) 472
Zyklusablauf 472
Beim Programmieren beachten! 472
Zyklusparameter 473

18 Tastsystemzyklen: Kinematik automatisch vermessen 475

18.1 Kinematik-Vermessung mit Tastsystemen TS (Option KinematicsOpt) 476
Grundlegendes 476
Übersicht 476
18.2 Voraussetzungen 477
Beim Programmieren beachten! 477
18.3 KINEMATIK SICHERN (Zyklus 450, DIN/ISO: G450, Option) 478
Zyklusablauf 478
Beim Programmieren beachten! 478
Zyklusparameter 479
Protokollfunktion 479
18.4 KINEMATIK VERMESSEN (Zyklus 451, DIN/ISO: G451, Option) 480
Zyklusablauf 480
Positionierrichtung 482
Maschinen mit hirthverzahnten-Achsen 483
Wahl der Anzahl der Messpunkte 484
Wahl der Position der Kalibrierkugel auf dem Maschinentisch 484
Hinweise zur Genauigkeit 485
Hinweise zu verschiedenen Kalibriermethoden 486
Lose 487
Beim Programmieren beachten! 488
Zyklusparameter 489
Verschiedene Modi (Q406) 492
Protokollfunktion 493
18.5 PRESET-KOMPENSATION (Zyklus 452, DIN/ISO: G452, Option) 496
Zyklusablauf 496
Beim Programmieren beachten! 498
Zyklusparameter 499
Abgleich von Wechselköpfen 501
Driftkompensation 503
Protokollfunktion 505

19 Tastsystemzyklen: Werkzeuge automatisch vermessen 507

19.1 Grundlagen 508
Übersicht 508
Unterschiede zwischen den Zyklen 31 bis 33 und 481 bis 483 509
Maschinen-Parameter einstellen 509
Eingaben in der Werkzeug-Tabelle TOOL.T 511
Messergebnisse anzeigen 512
19.2 TT kalibrieren (Zyklus 30 oder 480, DIN/ISO: G480) 513
Zyklusablauf 513
Beim Programmieren beachten! 513
Zyklusparameter 513
19.3 Kabelloses TT 449 kalibrieren (Zyklus 484, DIN/ISO: G484) 514
Grundlegendes 514
Zyklusablauf 514
Beim Programmieren beachten! 514
Zyklusparameter 514
19.4 Werkzeug-Länge vermessen (Zyklus 31 oder 481, DIN/ISO: G481) 515
Zyklusablauf 515
Beim Programmieren beachten! 516
Zyklusparameter 516
19.5 Werkzeug-Radius vermessen (Zyklus 32 oder 482, DIN/ISO: G482) 517
Zyklusablauf 517
Beim Programmieren beachten! 517
Zyklusparameter 518
19.6 Werkzeug komplett vermessen (Zyklus 33 oder 483, DIN/ISO: G483) 519
Zyklusablauf 519
Beim Programmieren beachten! 519
Zyklusparameter 520

1

Grundlagen / Übersichten

1.1 Einführung

Häufig wiederkehrende Bearbeitungen, die mehrere Bearbeitungsschritte umfassen, sind in der TNC als Zyklen gespeichert. Auch Koordinaten-Umrechnungen und einige Sonderfunktionen stehen als Zyklen zur Verfügung.

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

Achtung Kollisionsgefahr!

Zyklen führen ggf. umfangreiche Bearbeitungen durch. Aus Sicherheitsgründen vor dem Abarbeiten einen grafischen Programm-Test durchführen!

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

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

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

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

1.2 Verfügbare Zyklengruppen

Übersicht Bearbeitungszyklen

CYCL DEF

▶ Die Softkey-Leiste zeigt die verschiedenen Zyklus-Gruppen

Zyklengruppe	Softkey	Seite
Zyklen zum Tiefbohren, Reiben, Ausdrehen und Senken	BOHREN/ GEWINDE	Seite 76
Zyklen zum Gewindebohren, Gewindeschneiden und Gewindefräsen	BOHREN/ GEWINDE	Seite 110
Zyklen zum Fräsen von Taschen, Zapfen und Nuten	TASCHEN/ ZAPFEN/ NUTEN	Seite 144
Zyklen zur Herstellung von Punktemustern, z.B. Lochkreis od. Lochfläche	PUNKTE- MUSTER	Seite 176
SL-Zyklen (Subcontur-List), mit denen aufwendigere Konturen konturparallel bearbeitet werden, die sich aus mehreren überlagerten Teilkonturen zusammensetzen, Zylindermantel-Interpolation	SL II	Seite 188
Zyklen zum Abzeilen ebener oder in sich verwundener Flächen	ABZEILEN	Seite 260
Zyklen zur Koordinaten-Umrechnung, mit denen beliebige Konturen verschoben, gedreht, gespiegelt, vergrößert und verkleinert werden	KOORD.- UMRECHN.	Seite 278
Sonder-Zyklen Verweilzeit, Programm-Aufruf, Spindel-Orientierung, Toleranz, Gravieren, Interpolationsdrehen (Option)	SONDER- ZYKLEN	Seite 308

▷

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

Übersicht Tastsystemzyklen

TOUCH PROBE

▶ Die Softkey-Leiste zeigt die verschiedenen Zyklus-Gruppen

Zyklengruppe	Softkey	Seite
Zyklen zum automatischen Erfassen und Kompensieren einer Werkstück-Schieflage		Seite 334
Zyklen zum automatischen Bezugspunkt-Setzen		Seite 356
Zyklen zur automatischen Werkstück-Kontrolle		Seite 410
Kalibrierzyklen, Sonderzyklen	SONDER-ZYKLEN	Seite 460
Zyklen zur automatischen Kinematik-Vermessung	KINEMATIK	Seite 476
Zyklen zur automatischen Werkzeug-Vermessung (wird vom Maschinenhersteller freigegeben)		Seite 508

▷

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

2

Bearbeitungszyklen verwenden

2.1 Mit Bearbeitungszyklen arbeiten

Allgemeine Hinweise

Sofern Sie NC-Programme aus alten TNC-Steuerungen einlesen oder extern erstellen, z.B. über ein CAM-System oder auch mit einem ASCI-Editor, achten Sie auf folgende Konventionen:

- Bearbeitungs- und Tastsystemzyklen mit Nummern **kleiner** 200:
  - Bei älteren iTNC-Softwareständen und älteren TNC-Steuerungen wurden in manchen Dialogsprachen Textfolgen verwendet, die der aktuelle iTNC-Editor nicht immer richtig wandeln konnte. Darauf achten, dass keine Zyklustexte mit einem Punkt enden.
- Bearbeitungs- und Tastsystemzyklen mit Nummern **größer** 200:
  - Mit dem Tilte-Zeichen (**~**) das jeweilige Zeilenende kennzeichnen. Der letzte Parameter im Zyklus darf kein Tilte-Zeichen enthalten
  - Zyklusnamen und-Kommentare müssen nicht zwingend angegeben sein. Beim Einlesen in die Steuerung ergänzt die iTNC die Zyklusnamen und-Kommentare entsprchend der eingestellten Dialogsprache

Maschinenspezifische Zyklen

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

- Zyklen 300 bis 399
  Maschinensprezifische Zyklen, die über die Taste CYCLE 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.

Unter Umständen werden bei maschinenspezifischen Zyklen auch Übergabe-Parameter verwendet, die HEIDENHAIN bereits in Standard-Zyklen verwendet hat. Um bei der gleichzeitigen Verwendung von DEF-aktiven Zyklen (Zyklen, die die TNC automatisch bei der Zyklus-Definition abarbeitet, siehe auch „Zyklen aufrufen" auf Seite 53) und CALL-aktiven Zyklen (Zyklen, die Sie zur Ausführung aufrufen müssen, siehe auch „Zyklen aufrufen" auf Seite 53) Probleme hinsichtlich des Überschreibens von mehrfach verwendeten Übergabe-Parametern zu vermeiden, folgende Vorgehensweise beachten:

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

Zyklus definieren über Softkeys

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

Zyklus definieren über GOTO-Funktion

- Die Softkey-Leiste zeigt die verschiedenen Zyklus-Gruppen
- Die TNC zeigt in einem Überblend-Fenster die Zyklen-Übersicht an
- Wählen Sie mit den Pfeiltasten den gewünschten Zyklus oder
- Wählen Sie mit CTRL + Pfeiltasten (seitenweises Blättern) den gewünschten Zyklus oder
- Geben Sie die Zyklus-Nummer ein und bestätigen jeweils mit der Taste ENT. Die TNC eröffnet dann den Zyklus-Dialog wie zuvor beschrieben

NC-Beispielsätze

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

Zyklen aufrufen

Voraussetzungen

Vor einem Zyklus-Aufruf programmieren Sie in jedem Fall:

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

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

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

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

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

Zyklus-Aufruf mit CYCL CALL

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

CYCL CALL

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

Zyklus-Aufruf mit CYCL CALL PAT

Die Funktion **CYCL CALL PAT** ruft den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus an allen Positionen auf, die Sie in einer in einer Musterdefinition PATTERN DEF (siehe „Muster-Definition PATTERN DEF" auf Seite 62) oder in einer Punkte-Tabelle (siehe „Punkte-Tabellen" auf Seite 70) definiert haben.

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

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

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

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

Die TNC 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.

Zyklus-Aufruf mit M99/M89

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

Soll die TNC den Zyklus nach jedem Positionier-Satz automatisch ausführen, programmieren Sie den ersten Zyklus-Aufruf mit **M89** (abhängig von Maschinen-Parameter 7440).

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

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

Arbeiten mit Zusatzachsen U/V/W

Die TNC führt Zustellbewegungen in der Achse aus, die Sie im TOOL CALL-Satz als Spindelachse definiert haben. Bewegungen in der Bearbeitungsebene führt die TNC grundsätzlich nur in den Hauptachsen X, Y oder Z aus. Ausnahmen:

- Wenn Sie im Zyklus 3 NUTENFRAESEN und im Zyklus 4 TASCHENFRAESEN für die Seitenlängen direkt Zusatzachsen programmieren
- Wenn Sie bei SL-Zyklen Zusatzachsen im ersten Satz des Kontur-Unterprogrammes programmieren
- Bei den Zyklen 5 (KREISTASCHE), 251 (RECHTECKTASCHE), 252 (KREISTASCHE), 253 (NUT) und 254 (RUNDE NUT) arbeitet die TNC den Zyklus in den Achsen ab, die Sie im letzten Positioniersatz vor dem jeweiligen Zyklus-Aufruf programmiert haben. Bei aktiver Werkzeugachse Z sind folgende Kombinationen zulässig:
  - X/Y
  - X/V
  - U/Y
  - U/V

2.2 Programmvorgaben für Zyklen

Übersicht

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

Folgende GLOBAL DEF-Funktionen stehen zur Verfügung:

Bearbeitungsmuster	Softkey	Seite
GLOBAL DEF ALLGEMEIN Definition von allgemeingültigen Zyklenparametern	100 GLOBAL DEF ALLGEMEIN	Seite 59
GLOBAL DEF BOHREN Definition spezieller Bohrzyklenparameter	105 GLOBAL DEF BOHREN	Seite 59
GLOBAL DEF TASCHENFRAESEN Definition spezieller Taschenfräs-Zyklenparameter	110 GLOBAL DEF TASCHENFR.	Seite 60
GLOBAL DEF KONTURFRAESEN Definition spezieller Konturfräsparameter	111 GLOBAL DEF KONTURFR.	Seite 60
GLOBAL DEF POSITIONIEREN Definition des Positionierverhaltens bei **CYCL CALL PAT**	125 GLOBAL DEF POSITION.	Seite 60
GLOBAL DEF ANTASTEN Definition spezieller Tastsystemzyklenparameter	120 GLOBAL DEF ANTASTEN	Seite 61

Über die Funktion SMART UNIT EINFÜGEN (siehe Benutzer-Handbuch Klartext-Dialog, Kapitel Sonderfunktionen), können Sie mit der **UNIT 700** alle GLOBAL DEF-Funktionen in einem Block einfügen.

GLOBAL DEF eingeben

- Betriebsart Einspeichern/Editieren wählen

SPEC FCT

- Sonderfunktionen wählen

PROGRAMM VORGABEN

- Funktionen für die Programmvorgaben wählen

GLOBAL DEF

- **GLOBAL DEF**-Funktionen wählen

100 GLOBAL DEF ALLGEMEIN

- Gewünschte GLOBAL-DEF-Funktion wählen, z.B. **GLOBAL DEF ALLGEMEIN**
- Erforderliche Definitionen eingeben, jeweils mit Taste ENT bestätigen

GLOBAL DEF-Angaben nutzen

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

Gehen Sie dabei wie folgt vor:

- Betriebsart Einspeichern/Editieren wählen

CYCL DEF

- Bearbeitungszyklen wählen

BOHREN/ GEWINDE

- Gewünschte Zyklengruppe wählen, z.B. Bohrzyklen

200

- Gewünschten Zyklus wählen, z.B. **BOHREN**
- Die TNC blendet den Softkey STANDARDWERT SETZEN ein, wenn es dafür einen globalen Parameter gibt

STANDARD-WERT SETZEN

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

Achtung Kollisionsgefahr!

Beachten Sie, dass sich nachträgliche Änderungen der Programm-Einstellungen auf das gesamte Bearbeitungsprogramm auswirken und somit den Bearbeitungsablauf erheblich verändern können.

Wenn Sie in einem Bearbeitungs-Zyklus einen festen Wert eintragen, dann wird dieser Wert nicht von **GLOBAL DEF**-Funktionen verändert.

Allgemeingültige globale Daten

- **Sicherheits-Abstand**: Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Werkstück-Oberfläche beim automatischen Anfahren der Zyklus-Startposition in der Werkzeug-Achse
- **2. Sicherheits-Abstand**: Position, auf die die TNC das Werkzeug am Ende eines Bearbeitungsschrittes positioniert. Auf dieser Höhe wird die nächste Bearbeitungsposition in der Bearbeitungsebene angefahren
- **F Positionieren**: Vorschub, mit dem die TNC das Werkzeug innerhalb eines Zyklus verfährt
- **F Rückzug**: Vorschub, mit dem die TNC das Werkzeug zurückpositioiniert

Parameter gelten für alle Bearbeitungszyklen 2xx.

Globale Daten für Bohrbearbeitungen

- **Rückzug Spanbruch**: Wert, um den die TNC 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 Sicherheits-Abstand verweilt

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

Globale Daten für Fräsbearbeitungen mit Taschenzyklen 25x

- **Überlappungs-Faktor**: Werkzeug-Radius x Überlappungsfaktor 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 Werkzeug-Stirnfläche und Werkstück-Oberfläche beim automatischen Anfahren der Zyklus-Startposition in der Werkzeug-Achse
- **Sichere Höhe**: Absolute Höhe, in der keine Kollision mit dem Werkstück erfolgen kann (für Zwischenpositionierungen und Rückzug am Zyklus-Ende)
- **Überlappungs-Faktor**: Werkzeug-Radius x Überlappungsfaktor 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 Werkzeug-Achse am Ende eines Bearbeitungsschrittes: Auf 2. Sicherheits-Abstand oder auf die Position am Unit-Anfang zurückziehen

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 Werkstück-Oberfläche beim automatischen Anfahren der Antastposition
- **`Sichere Höhe`**: Koordinate in der Tastsystem-Achse, auf der die TNC das Tastsystem zwischen Messpunkten verfährt, sofern Option **`Fahren auf sichere Höhe`** aktiviert ist
- **`Fahren auf sichere Höhe`**: Wählen, ob die TNC zwischen Messpunkten auf Sicherheits-Abstand oder auf sicherer Höhe verfahren soll

Parameter gelten für alle Tastsystemzyklen 4xx.

2.3 Muster-Definition 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 Zyklus-Definitionen, stehen auch bei der Musterdefinition Hilfsbilder zur Verfügung, die den jeweiligen Eingabeparameter verdeutlichen.

PATTERN DEF nur in Verbindung mit Werkzeug-Achse Z verwenden!

Folgende Bearbeitungsmuster stehen zur Verfügung:

Bearbeitungsmuster	Softkey	Seite
PUNKT Definition von bis zu 9 beliebigen Bearbeitungspositionen		Seite 64
REIHE Definition einer einzelnen Reihe, gerade oder gedreht		Seite 65
MUSTER Definition eines einzelnen Musters, gerade, gedreht oder verzerrt		Seite 66
RAHMEN Definition eines einzelnen Rahmens, gerade, gedreht oder verzerrt		Seite 67
KREIS Definition eines Vollkreises		Seite 68
TEILKREIS Definition eines Teilkreises		Seite 69

PATTERN DEF eingeben

- Betriebsart Einspeichern/Editieren wählen

- Sonderfunktionen wählen

- Funktionen für die Kontur- und Punktbearbeitung wählen

- **PATTERN DEF**-Satz öffnen

- Gewünschtes Bearbeitungsmuster wählen, z.B. einzelne Reihe
- 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 (siehe „Zyklus-Aufruf mit CYCL CALL PAT" auf Seite 54). Die TNC führt dann den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus auf den von Ihnen definiertem Bearbeitungsmuster aus.

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

Über den Satzvorlauf können Sie einen beliebigen Punkt wählen, an dem Sie die Bearbeitung beginnen oder fortsetzen können (siehe Benutzer-Handbuch, Kapitel Programm-Test und Programmlauf).

Einzelne Bearbeitungspositionen definieren

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

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

- **X-Koordinate Bearbeitungspos.** (absolut): X-Koordinate eingeben
- **Y-Koordinate Bearbeitungspos.** (absolut): Y-Koordinate eingeben
- **Koordinate Werkstück-Oberfläche** (absolut): Z-Koordinate eingeben, an der die Bearbeitung starten soll

Beispiel: NC-Sätze

```
10 L Z+100 R0 FMAX
```

```
11 PATTERN DEF
POS1 (X+25 Y+33,5 Z+0)
POS2 (X+50 Y+75 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 Reihen-Startpunktes in der X-Achse
- **Startpunkt Y** (absolut): Koordinate des Reihen-Startpunktes 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 Werkzeug-Achse Z). Wert positiv oder negativ eingebbar
- **Koordinate Werkstück-Oberfläche** (absolut): Z-Koordinate eingeben, an der die Bearbeitung starten soll

Beispiel: NC-Sätze

```
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-Startpunktes in der X-Achse
- **Startpunkt Y** (absolut): Koordinate des Muster-Startpunktes 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**: Gesamt-Spaltenanzahl des Musters
- **Anzahl Zeilen**: Gesamt-Zeilenanzahl 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 Werkzeug-Achse 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: NC-Sätze

```
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 Rahmen-Startpunktes in der X-Achse
- **Startpunkt Y** (absolut): Koordinate des Rahmen-Startpunktes 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**: Gesamt-Spaltenanzahl des Musters
- **Anzahl Zeilen**: Gesamt-Zeilenanzahl 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 Werkzeug-Achse 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: NC-Sätze

```
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 Kreis-Mittelpunktes in der X-Achse
- **Lochkreis-Mitte Y** (absolut): Koordinate des Kreis-Mittelpunktes in der Y-Achse
- **Lochkreis-Durchmesser**: Durchmesser des Lochkreises
- **Startwinkel**: Polarwinkel der ersten Bearbeitungsposition. Bezugsachse: Hauptachse der aktiven Bearbeitungsebene (z.B. X bei Werkzeug-Achse 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 starten soll

Beispiel: NC-Sätze

```
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 Kreis-Mittelpunktes in der X-Achse
- **Lochkreis-Mitte Y** (absolut): Koordinate des Kreis-Mittelpunktes in der Y-Achse
- **Lochkreis-Durchmesser**: Durchmesser des Lochkreises
- **Startwinkel**: Polarwinkel der ersten Bearbeitungsposition. Bezugsachse: Hauptachse der aktiven Bearbeitungsebene (z.B. X bei Werkzeug-Achse 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 starten soll

Beispiel: NC-Sätze

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

2.4 Punkte-Tabellen

Anwendung

Wenn Sie einen Zyklus, bzw. mehrere Zyklen hintereinander, auf einem unregelmäßigen Punktemuster abarbeiten wollen, dann erstellen Sie Punkte-Tabellen.

Wenn Sie Bohrzyklen verwenden, entsprechen die Koordinaten der Bearbeitungsebene in der Punkte-Tabelle den Koordinaten der Bohrungs-Mittelpunkte. Setzen Sie Fräszyklen ein, entsprechen die Koordinaten der Bearbeitungsebene in der Punkte-Tabelle den Startpunkt-Koordinaten des jeweiligen Zyklus (z.B. Mittelpunkts-Koordinaten einer Kreistasche). Koordinaten in der Spindelachse entsprechen der Koordinate der Werkstück-Oberfläche.

Punkte-Tabelle eingeben

Betriebsart **Programm-Einspeichern/Editieren** wählen:

PGM MGT — Datei-Verwaltung aufrufen: Taste PGM MGT drücken

DATEI-NAME?

ENT — Name und Datei-Typ der Punkte-Tabelle eingeben, mit Taste ENT bestätigen

MM — Maßeinheit wählen: Softkey MM oder INCH drücken. Die TNC wechselt ins Programm-Fenster und stellt eine leere Punkte-Tabelle dar

ZEILE EINFÜGEN — Mit Softkey ZEILE EINFÜGEN neue Zeile einfügen und die Koordinaten desgewünschten Bearbeitungsortes eingeben

Vorgang wiederholen, bis alle gewünschten Koordinaten eingegeben sind

Mit den Softkeys X AUS/EIN, Y AUS/EIN, Z AUS/EIN (zweite Softkey-Leiste) legen Sie fest, welche Koordinaten Sie in die Punkte-Tabelle eingeben können.

Einzelne Punkte für die Bearbeitung ausblenden

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

↓ ↑	Punkt in der Tabelle wählen, der ausgeblendet werden soll
→	Spalte FADE wählen
ENT	Ausblenden aktivieren, oder
NO ENT	Ausblenden deaktivieren

Punkte-Tabelle im Programm wählen

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

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

PUNKTE TABELLE — Softkey PUNKTE-TABELLE drücken

AUSWAHL FENSTER — Softkey AUSWAHL FENSTER drücken: Die TNC blendet ein Fenster ein, in dem Sie die gewünschte Nullpunkt-Tabelle wählen können

Gewünschtes Punkte-Tabelle mit Pfeiltasten oder per Mouse-Klick wählen, mit Taste ENT bestätigen: Die TNC trägt den vollständigen Pfadnamen in den **SEL PATTERN**-Satz ein

END — Funktion mit Taste END abschließen

Alternativ können Sie den Tabellen-Namen oder den vollständigen Pfadnamen der aufzurufenden Tabelle auch direkt über die Tastatur eingeben.

NC-Beispielsatz

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

Zyklus in Verbindung mit Punkte-Tabellen aufrufen

Die TNC arbeitet mit **CYCL CALL PAT** die Punkte-Tabelle ab, die Sie zuletzt definiert haben (auch wenn Sie die Punkte-Tabelle in einem mit **CALL PGM** verschachtelten Programm definiert haben).

Soll die TNC den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus an den Punkten aufrufen, die in einer Punkte-Tabelle definiert sind, programmieren Sie den Zyklus-Aufruf mit **CYCL CALL PAT**:

CYCL CALL

- Zyklus-Aufruf programmieren: Taste CYCL CALL drücken
- Punkte-Tabelle rufen: Softkey CYCL CALL PAT drücken
- Vorschub eingeben, mit dem die TNC zwischen den Punkten verfahren soll (keine Eingabe: Verfahren mit zuletzt programmiertem Vorschub, **FMAX** nicht gültig)
- Bei Bedarf Zusatz-Funktion M eingeben, mit Taste END bestätigen

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

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

Wirkungsweise der Punkte-Tabellen mit SL-Zyklen und Zyklus 12

Die TNC interpretiert die Punkte als zusätzliche Nullpunkt-Verschiebung.

Wirkungsweise der Punkte-Tabellen mit Zyklen 200 bis 208 und 262 bis 267

Die TNC interpretiert die Punkte der Bearbeitungsebene als Koordinaten des Bohrungs-Mittelpunktes. Wenn Sie die in der Punkte-Tabelle definierte Koordinate in der Spindel-Achse als Startpunkt-Koordinate nutzen wollen, müssen Sie die Werkstück-Oberkante (Q203) mit 0 definieren.

Wirkungsweise der Punkte-Tabellen mit Zyklen 210 bis 215

Die TNC interpretiert die Punkte als zusätzliche Nullpunkt-Verschiebung. Wenn Sie die in der Punkte-Tabelle definierten Punkte als Startpunkt-Koordinaten nutzen wollen, müssen Sie die Startpunkte und die Werkstück-Oberkante (Q203) im jeweiligen Fräszyklus mit 0 programmieren.

Wirkungsweise der Punkte-Tabellen mit Zyklen 251 bis 254

Die TNC interpretiert die Punkte der Bearbeitungsebene als Koordinaten des Zyklus-Startpunktes. Wenn Sie die in der Punkte-Tabelle definierte Koordinate in der Spindel-Achse als Startpunkt-Koordinate nutzen wollen, müssen Sie die Werkstück-Oberkante (Q203) mit 0 definieren.

3

Bearbeitungszyklen: Bohren

3.1 Grundlagen

Übersicht

Die TNC stellt insgesamt 9 Zyklen für die verschiedensten Bohrbearbeitungen zur Verfügung:

Zyklus	Softkey	Seite
240 ZENTRIEREN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand, wahlweise Eingabe Zentrierdurchmesser/Zentriertiefe		Seite 77
200 BOHREN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand		Seite 79
201 REIBEN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand		Seite 81
202 AUSDREHEN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand		Seite 83
203 UNIVERSAL-BOHREN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand, Spanbruch, Degression		Seite 87
204 RUECKWAERTS-SENKEN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand		Seite 91
205 UNIVERSAL-TIEFBOHREN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand, Spanbruch, Vorhalteabstand		Seite 95
208 BOHRFRAESEN Mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand		Seite 99
241 EINLIPPEN-BOHREN Mit automatischer Vorpositionierung auf vertieften Startpunkt, Drehzahl-Kühlmitteldefinition		Seite 102

3.2 ZENTRIEREN (Zyklus 240, DIN/ISO: G240)

Zyklusablauf

1. Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang **FMAX** auf den Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche
2. Das Werkzeug zentriert mit dem programmierten Vorschub **F** bis auf den eingegebenen Zentrierdurchmesser, bzw. auf die eingegebene Zentriertiefe
3. Falls definiert, verweilt das Werkzeug am Zentriergrund
4. Abschließend fährt das Werkzeug mit **FMAX** auf Sicherheits-Abstand oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand

Beim Programmieren beachten!

Positionier-Satz auf den Startpunkt (Bohrungsmitte) der Bearbeitungsebene mit 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 TNC den Zyklus nicht aus.

Achtung Kollisionsgefahr!

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

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

Zyklusparameter

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

Beispiel: NC-Sätze

```
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 CYCL CALL POS X+30 Y+20 Z+0 FMAX M3
13 CYCL CALL POS X+80 Y+50 Z+0 FMAX
```

3.3 BOHREN (Zyklus 200)

Zyklusablauf

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

Beim Programmieren beachten!

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

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

Achtung Kollisionsgefahr!

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

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

Zyklusparameter

- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche; Wert positiv eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Bohrungsgrund (Spitze des Bohrkegels). Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Bohren in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**
- **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Eingabebereich 0 bis 99999,9999. Die Tiefe muss kein Vielfaches der Zustell-Tiefe sein. Die TNC fährt in einem Arbeitsgang auf die Tiefe wenn:
  - Zustell-Tiefe und Tiefe gleich sind
  - die Zustell-Tiefe größer als die Tiefe ist
- **Verweilzeit oben** Q210: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug auf dem Sicherheits-Abstand verweilt, nachdem es die TNC zum Entspanen aus der Bohrung herausgefahren hat. Eingabebereich 0 bis 3600,0000 alternativ **PREDEF**
- **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Verweilzeit unten** Q211: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt. Eingabebereich 0 bis 3600,0000 alternativ **PREDEF**

Beispiel: NC-Sätze

```
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
12 L X+30 Y+20 FMAX M3
13 CYCL CALL
14 L X+80 Y+50 FMAX M99
```

3.4 REIBEN (Zyklus 201, DIN/ISO: G201)

Zyklusablauf

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

Beim Programmieren beachten!

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

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

Achtung Kollisionsgefahr!

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

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

Zyklusparameter

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

Beispiel: NC-Sätze

```
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
```

3.5 AUSDREHEN (Zyklus 202, DIN/ISO: G202)

Zyklusablauf

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

Beim Programmieren beachten!

Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein.

Zyklus nur an Maschinen mit geregelter Spindel verwendbar.

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

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

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

Achtung Kollisionsgefahr!

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

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

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

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

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

Zyklusparameter

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

- **Freifahr-Richtung (0/1/2/3/4)** Q214: Richtung festlegen, in der die TNC das Werkzeug am Bohrungsgrund freifährt (nach der Spindel-Orientierung)

  0 Werkzeug nicht freifahren
  1 Werkzeug freifahren in Minus-Richtung der Hauptachse
  2 Werkzeug freifahren in Minus-Richtung der Nebenachse
  3 Werkzeug freifahren in Plus-Richtung der Hauptachse
  4 Werkzeug freifahren in Plus-Richtung der Nebenachse

- **Winkel für Spindel-Orientierung** Q336 (absolut): Winkel, auf den die TNC 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
```

3.6 UNIVERSAL-BOHREN (Zyklus 203, DIN/ISO: G203)

Zyklusablauf

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

Beim Programmieren beachten!

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

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

Achtung Kollisionsgefahr!

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

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

Zyklusparameter

- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Bohrungsgrund (Spitze des Bohrkegels). Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Bohren in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**
- **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Eingabebereich 0 bis 99999,9999. Die Tiefe muss kein Vielfaches der Zustell-Tiefe sein. Die TNC fährt in einem Arbeitsgang auf die Tiefe wenn:
  - Zustell-Tiefe und Tiefe gleich sind
  - die Zustell-Tiefe größer als die Tiefe und gleichzeitig kein Spanbruch definiert ist
- **Verweilzeit oben** Q210: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug auf Sicherheits-Abstand verweilt, nachdem es die TNC zum Entspanen aus der Bohrung herausgefahren hat. Eingabebereich 0 bis 3600,0000 alternativ **PREDEF**
- **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Abnahmebetrag** Q212 (inkremental): Wert, um den die TNC die Zustell-Tiefe Q202 nach jeder Zustellung verkleinert. Eingabebereich 0 bis 99999,9999

- **Anz. Spanbrüche bis Rückzug** Q213: Anzahl der Spanbrüche bevor die TNC das Werkzeug aus der Bohrung zum Entspanen herausfahren soll. Zum Spanbrechen zieht die TNC das Werkzeug jeweils um den Rückzugswert Q256 zurück. Eingabebereich 0 bis 99999
- **Minimale Zustell-Tiefe** Q205 (inkremental): Falls Sie einen Abnahmebetrag eingegeben haben, begrenzt die TNC die Zustellung auf den mit Q205 eingegeben Wert. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Verweilzeit unten** Q211: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt. Eingabebereich 0 bis 3600,0000 alternativ **PREDEF**
- **Vorschub Rückzug** Q208: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Herausfahren aus der Bohrung in mm/min. Wenn Sie Q208=0 eingeben, dann fährt die TNC das Werkzeug mit Vorschub Q206 heraus. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**
- **Rückzug bei Spanbruch** Q256 (inkremental): Wert, um die die TNC das Werkzeug beim Spanbrechen zurückfährt. Eingabebereich 0,1000 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**

Beispiel: NC-Sätze

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

3.7 RUECKWAERTS-SENKEN (Zyklus 204, DIN/ISO: G204)

Zyklusablauf

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

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

Beim Programmieren beachten!

Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein.

Zyklus nur an Maschinen mit geregelter Spindel verwendbar.

Zyklus arbeitet nur mit Rückwärtsbohrstangen.

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

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

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

Die TNC berücksichtigt bei der Berechnung des Startpunktes der Senkung die Schneidenlänge der Bohrstange und die Materialstärke.

Zyklus 204 können Sie auch mit **M04** abarbeiten, wenn Sie vor dem Zyklus-Aufruf anstelle **M03** das **M04** programmiert haben.

Achtung Kollisionsgefahr!

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

Zyklusparameter

- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Tiefe Senkung** Q249 (inkremental): Abstand Werkstück-Unterkante – Senkungsgrund. Positives Vorzeichen stellt die Senkung in positiver Richtung der Spindelachse her. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Materialstärke** Q250 (inkremental): Dicke des Werkstücks. Eingabebereich 0,0001 bis 99999,9999
- **Exzentermaß** Q251 (inkremental): Exzentermaß der Bohrstange; aus Werkzeug-Datenblatt entnehmen. Eingabebereich 0,0001 bis 99999,9999
- **Schneidenhöhe** Q252 (inkremental): Abstand Unterkante Bohrstange – Hauptschneide; aus Werkzeug-Datenblatt entnehmen. Eingabebereich 0,0001 bis 99999,9999
- **Vorschub Vorpositionieren** Q253: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in das Werkstück bzw. beim Herausfahren aus dem Werkstück in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**
- **Vorschub Senken** Q254: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Senken in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**
- **Verweilzeit** Q255: Verweilzeit in Sekunden am Senkungsgrund. Eingabebereich 0 bis 3600,000

- **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Freifahr-Richtung (0/1/2/3/4)** Q214: Richtung festlegen, in der die TNC das Werkzeug um das Exzentermaß versetzen soll (nach der Spindel-Orientierung); Eingabe von 0 nicht erlaubt

  1 Werkzeug freifahren in Minus-Richtung der Hauptachse

  2 Werkzeug freifahren in Minus-Richtung der Nebenachse

  3 Werkzeug freifahren in Plus-Richtung der Hauptachse

  4 Werkzeug freifahren in Plus-Richtung der Nebenachse
- **Winkel für Spindel-Orientierung** Q336 (absolut): Winkel, auf den die TNC das Werkzeug vor dem Eintauchen und vor dem Herausfahren aus der Bohrung positioniert. Eingabebereich -360,0000 bis 360,0000

Beispiel: NC-Sätze

```
11 CYCL DEF 204 RUECKWAERTS-SENKEN
    Q200=2    ;SICHERHEITS-ABST.
    Q249=+5   ;TIEFE SENKUNG
    Q250=20   ;MATERIALSTAERKE
    Q251=3.5  ;EXZENTERMASS
    Q252=15   ;SCHNEIDENHOEHE
    Q253=750  ;VORSCHUB VORPOS.
    Q254=200  ;VORSCHUB SENKEN
    Q255=0    ;VERWEILZEIT
    Q203=+20  ;KOOR. OBERFLAECHE
    Q204=50   ;2. SICHERHEITS-ABST.
    Q214=1    ;FREIFAHR-RICHTUNG
    Q336=0    ;WINKEL SPINDEL
```

3.8 UNIVERSAL-TIEFBOHREN (Zyklus 205, DIN/ISO: G205)

Zyklusablauf

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

Beim Programmieren beachten!

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

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

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

Wenn Sie über **Q379** einen vertieften Startpunkt eingeben, dann verändert die TNC lediglich den Startpunkt der Zustell-Bewegung. Rückzugsbewegung werden von der TNC nicht verändert, beziehen sich also auf die Koordinate der Werkstück-Oberfläche.

Achtung Kollisionsgefahr!

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

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

Zyklusparameter

- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Bohrungsgrund (Spitze des Bohrkegels). Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Bohren in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**
- **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Eingabebereich 0 bis 99999,9999. Die Tiefe muss kein Vielfaches der Zustell-Tiefe sein. Die TNC fährt in einem Arbeitsgang auf die Tiefe wenn:
  - Zustell-Tiefe und Tiefe gleich sind
  - die Zustell-Tiefe größer als die Tiefe ist
- **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Abnahmebetrag** Q212 (inkremental): Wert, um den die TNC die Zustell-Tiefe Q202 verkleinert. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Minimale Zustell-Tiefe** Q205 (inkremental): Falls Sie einen Abnahmebetrag eingegeben haben, begrenzt die TNC die Zustellung auf den mit Q205 eingegeben Wert. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Vorhalteabstand oben** Q258 (inkremental): Sicherheits-Abstand für Eilgang-Positionierung, wenn die TNC das Werkzeug nach einem Rückzug aus der Bohrung wieder auf die aktuelle Zustell-Tiefe fährt; Wert bei erster Zustellung. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Vorhalteabstand unten** Q259 (inkremental): Sicherheits-Abstand für Eilgang-Positionierung, wenn die TNC das Werkzeug nach einem Rückzug aus der Bohrung wieder auf die aktuelle Zustell-Tiefe fährt; Wert bei letzter Zustellung. Eingabebereich 0 bis 99999,9999

- **Bohrtiefe bis Spanbruch** Q257 (inkremental): Zustellung, nach der die TNC einen Spanbruch durchführt. Kein Spanbruch, wenn 0 eingegeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Rückzug bei Spanbruch** Q256 (inkremental): Wert, um die die TNC das Werkzeug beim Spanbrechen zurückfährt. Die TNC fährt den Rückzug mit einem Vorschub von 3000 mm/min. Eingabebereich 0,1000 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Verweilzeit unten** Q211: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt. Eingabebereich 0 bis 3600,0000 alternativ **PREDEF**
- **Vertiefter Startpunkt** Q379 (inkremental bezogen auf die Werkstück-Oberfläche): Startpunkt der eigentlichen Bohrbearbeitung, wenn bereits mit einem kürzeren Werkzeug auf eine bestimmte Tiefe vorgebohrt wurde. Die TNC fährt im **Vorschub Vorpositionieren** vom Sicherheits-Abstand auf den vertieften Startpunkt. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Vorschub Vorpositionieren** Q253: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Positionieren vom Sicherheits-Abstand auf einen vertieften Startpunkt in mm/min. Wirkt nur, wenn Q379 ungleich 0 eingegeben ist. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**

Beispiel: NC-Sätze

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

3.9 BOHRFRAESEN (Zyklus 208)

Zyklusablauf

1. Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang **FMAX** auf den eingegebenen Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche und fährt den eingegebenen Durchmesser auf einem Rundungskreis an (wenn Platz vorhanden ist)
2. Das Werkzeug fräst mit dem eingegebenen Vorschub **F** in einer Schraubenlinie bis zur eingegebenen Bohrtiefe
3. Wenn die Bohrtiefe erreicht ist, fährt die TNC nochmals einen Vollkreis, um das beim Eintauchen stehengelassene Material zu entfernen
4. Danach positioniert die TNC das Werkzeug wieder zurück in die Bohrungsmitte
5. Abschließend fährt die TNC mit **FMAX** zurück auf den Sicherheits-Abstand. Falls Sie einen 2. Sicherheits-Abstand eingegeben haben, fährt die TNC das Werkzeug mit **FMAX** dorthin

Beim Programmieren beachten!

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

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

Wenn Sie den Bohrungs-Durchmesser gleich dem Werkzeug-Durchmesser eingegeben haben, bohrt die TNC ohne Schraubenlinien-Interpolation direkt auf die eingegebene Tiefe.

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 Werkzeug-Tabelle TOOL.T in der Spalte **ANGLE** den maximal möglichen Eintauchwinkel des Werkzeugs an. Die TNC berechnet dann automatisch die maximal erlaubte Zustellung und ändert ggf. Ihren eingegebenen Wert ab.

Achtung Kollisionsgefahr!

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

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

Zyklusparameter

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

Beispiel: NC-Sätze

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

3.10 EINLIPPEN-BOHREN (Zyklus 241, DIN/ISO: G241)

Zyklusablauf

1. Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang **FMAX** auf den eingegebenen Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche
2. Danach fährt die TNC das Werkzeug mit dem definierten Positioniervorschub auf den Sicherheits-Abstand über den vertieften Startpunkt und schaltet dort die Bohrdrehzahl mit **M3** und das Kühlmittel ein. Die Einfahrbewegung wird je nach der im Zyklus definierten Drehrichtung, mit rechtsdrehender, linksdrehender oder stehender Spindel ausgeführt
3. Das Werkzeug bohrt mit dem eingegebenen Vorschub **F** bis zur eingegebenen Bohrtiefe oder, wenn definiert, bis zur eingegebenen Verweiltiefe.
4. Am Bohrungsgrund verweilt das Werkzeug – falls eingegeben – zum Freischneiden. Anschließend schaltet die TNC das Kühlmittel aus und die Drehzahl wieder auf den definierten Ausfahrwert zurück
5. Am Bohrungsgrund wird nach der Verweilzeit mit dem Vorschub Rückzug auf den Sicherheits-Abstand zurückgezogen. Falls Sie einen 2. Sicherheits-Abstand eingegeben haben, fährt die TNC das Werkzeug mit **FMAX** dorthin

Beim Programmieren beachten!

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

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

Achtung Kollisionsgefahr!

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

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

Zyklusparameter

- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Bohrungsgrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Bohren in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**
- **Verweilzeit unten** Q211: Zeit in Sekunden, die das Werkzeug am Bohrungsgrund verweilt. Eingabebereich 0 bis 3600,0000 alternativ **PREDEF**
- **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Vertiefter Startpunkt** Q379 (inkremental bezogen auf die Werkstück-Oberfläche): Startpunkt der eigentlichen Bohrbearbeitung. Die TNC fährt im **Vorschub Vorpositionieren** vom Sicherheits-Abstand auf den vertieften Startpunkt. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Vorschub Vorpositionieren** Q253: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Positionieren vom Sicherheits-Abstand auf den vertieften Startpunkt in mm/min. Wirkt nur, wenn Q379 ungleich 0 eingegeben ist. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**
- **Vorschub Rückzug** Q208: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Herausfahren aus der Bohrung in mm/min. Wenn Sie Q208=0 eingeben, dann fährt die TNC das Werkzeug mit Bohrvorschub Q206 heraus. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**

- **Drehr. ein-/ausfahren (3/4/5)** Q426: Drehrichtung, in die das Werkzeug beim Einfahren in die Bohrung und beim Herausfahren aus der Bohrung drehen soll. Eingabebereich:
  3: Spindel mit M3 drehen
  4: Spindel mit M4 drehen
  5: Mit stehender Spindel fahren
- **Spindeldrehzahl ein-/ausfahren** Q427: Drehzahl, mit der das Werkzeug beim Einfahren in die Bohrung und beim Herausfahren aus der Bohrung drehen soll. Eingabebereich 0 bis 99999
- **Drehzahl Bohren** Q428: Drehzahl, mit der das Werkzeug bohren soll. Eingabebereich 0 bis 99999
- **M-Fkt. Kühlmittel EIN** Q429: Zusatz-Funktion M zum Einschalten des Kühlmittels. Die TNC schaltet das Kühlmittel ein, wenn das Werkzeug in der Bohrung auf dem vertieften Startpunkt steht. Eingabebereich 0 bis 999
- **M-Fkt. Kühlmittel AUS** Q430: Zusatz-Funktion M zum Ausschalten des Kühlmittels. Die TNC schaltet das Kühlmittel aus, wenn das Werkzeug auf der Bohrtiefe steht. Eingabebereich 0 bis 999
- **Verweiltiefe** Q435 (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 Bohrtiefe Q201 definieren, Eingabebereich 0 bis 99999,9999

Beispiel: NC-Sätze

```
11 CYCL DEF 241 EINLIPPEN-BOHREN
     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
```

3.11 Programmierbeispiele

Beispiel: Bohrzyklen

0 BEGIN PGM C200 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S4500	Werkzeug-Aufruf (Werkzeug-Radius 3)
4 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
5 CYCL DEF 200 BOHREN	Zyklus-Definition
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-15 ;TIEFE	
Q206=250 ;F TIEFENZUST.	
Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q210=0 ;F.-ZEIT OBEN	
Q203=-10 ;KOOR. OBERFL.	
Q204=20 ;2. S.-ABSTAND	
Q211=0.2 ;VERWEILZEIT UNTEN	

`6 L X+10 Y+10 R0 FMAX M3`	Bohrung 1 anfahren, Spindel einschalten
`7 CYCL CALL`	Zyklus-Aufruf
`8 L Y+90 R0 FMAX M99`	Bohrung 2 anfahren, Zyklus-Aufruf
`9 L X+90 R0 FMAX M99`	Bohrung 3 anfahren, Zyklus-Aufruf
`10 L Y+10 R0 FMAX M99`	Bohrung 4 anfahren, Zyklus-Aufruf
`11 L Z+250 R0 FMAX M2`	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
`12 END PGM C200 MM`	

Beispiel: Bohrzyklen in Verbindung mit PATTERN DEF verwenden

Die Bohrungskoordinaten sind in der Musterdefintion **PATTERN DEF POS** gespeichert und werden von der TNC mit **CYCL CALL PAT** gerufen.

Die Werkzeug-Radien sind so gewählt, dass alle Arbeitsschritte in der Testgrafik zu sehen sind.

Programm-Ablauf

- Zentrieren (Werkzeug-Radius 4)
- Bohren (Werkzeug-Radius 2,4)
- Gewindebohren (Werkzeug-Radius 3)

0 BEGIN PGM 1 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Y+0	
3 TOOL CALL 1 Z S5000	Werkzeug-Aufruf Zentrierer (Radius 4)
4 L Z+10 R0 F5000	Werkzeug auf sichere Höhe fahren (F mit Wert programmieren),
	die TNC positioniert nach jedem Zyklus auf die sichere Höhe
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	Zyklus-Definition Zentrieren
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q343=0 ;AUSWAHL DURCHM/TIEFE	
Q201=-2 ;TIEFE	
Q344=-10 ;DURCHMESSER	
Q206=150 ;F TIEFENZUST.	
Q211=0 ;VERWEILZEIT UNTEN	
Q203=+0 ;KOOR. OBERFL.	
Q204=50 ;2. SICHERHEITS-ABST.	
7 CYCL CALL PAT F5000 M13	Zyklus-Aufruf in Verbindung mit Punktemuster
8 L Z+100 R0 FMAX	Werkzeug freifahren, Werkzeug-Wechsel
9 TOOL CALL 2 Z S5000	Werkzeug-Aufruf Bohrer (Radius 2,4)
10 L Z+10 R0 F5000	Werkzeug auf sichere Höhe fahren (F mit Wert programmieren)
11 CYCL DEF 200 BOHREN	Zyklus-Definition Bohren
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-25 ;TIEFE	
Q206=150 ;VORSCHUB TIEFENZUST.	
Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q210=0 ;VERWEILZEIT OBEN	
Q203=+0 ;KOOR. OBERFL.	
Q204=50 ;2. SICHERHEITS-ABST.	
Q211=0.2 ;VERWEILZEIT UNTEN	
12 CYCL CALL PAT F5000 M13	Zyklus-Aufruf in Verbindung mit Punktemuster
13 L Z+100 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
14 TOOL CALL 3 Z S200	Werkzeug-Aufruf Gewindebohrer (Radius 3)
15 L Z+50 R0 FMAX	Werkzeug auf sichere Höhe fahren
16 CYCL DEF 206 GEWINDEBOHREN NEU	Zyklus-Definition Gewindebohren
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-25 ;GEWINDETIEFE	
Q206=150 ;VORSCHUB TIEFENZUST.	
Q211=0 ;VERWEILZEIT UNTEN	
Q203=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	
Q204=50 ;2. SICHERHEITS-ABST.	
17 CYCL CALL PAT F5000 M13	Zyklus-Aufruf in Verbindung mit Punktemuster
18 L Z+100 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
19 END PGM 1 MM	

4

Bearbeitungszyklen: Gewindebohren / Gewindefräsen

4.1 Grundlagen

Übersicht

Die TNC stellt insgesamt 8 Zyklen für die verschiedensten Gewindebearbeitungen zur Verfügung:

Zyklus	Softkey	Seite
206 GEWINDEBOHREN NEU Mit Ausgleichsfutter, mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand		Seite 111
207 GEWINDEBOHREN GS NEU Ohne Ausgleichsfutter, mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand		Seite 113
209 GEWINDEBOHREN SPANBRUCH Ohne Ausgleichsfutter, mit automatischer Vorpositionierung, 2. Sicherheits-Abstand; Spanbruch		Seite 116
262 GEWINDEFRAESEN Zyklus zum Fräsen eines Gewindes ins vorgebohrte Material		Seite 121
263 SENKGEWINDEFRAESEN Zyklus zum Fräsen eines Gewindes ins vorgebohrte Material mit Herstellung einer Senkfase		Seite 124
264 BOHRGEWINDEFRAESEN Zyklus zum Bohren ins volle Material und anschließendem Fräsen des Gewindes mit einem Werkzeug		Seite 128
265 HELIX-BOHRGEWINDEFRAESEN Zyklus zum Fräsen des Gewindes ins volle Material		Seite 132
267 AUSSENGEWINDE FRAESEN Zyklus zum Fräsen eines Aussengewindes mit Herstellung einer Senkfase		Seite 132

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

Zyklusablauf

1. Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang **FMAX** auf den eingegebenen Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche
2. Das Werkzeug fährt in einem Arbeitsgang auf die Bohrtiefe
3. Danach wird die Spindeldrehrichtung umgekehrt und das Werkzeug nach der Verweilzeit auf den Sicherheits-Abstand zurückgezogen. Falls Sie einen 2. Sicherheits-Abstand eingegeben haben, fährt die TNC das Werkzeug mit **FMAX** dorthin
4. Auf Sicherheits-Abstand wird die Spindeldrehrichtung erneut umgekehrt

Beim Programmieren beachten!

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

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

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

Während der Zyklus abgearbeitet wird, ist der Drehknopf für den Drehzahl-Override unwirksam. Der Drehknopf für den Vorschub-Override ist noch begrenzt aktiv (vom Maschinenhersteller festgelegt, Maschinenhandbuch beachten).

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

Achtung Kollisionsgefahr!

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

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

Zyklusparameter

- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze (Startposition) – Werkstück-Oberfläche; Richtwert: 4x Gewindesteigung. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Bohrtiefe** Q201 (Gewindelänge, inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Gewindeende. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Vorschub F** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Gewindebohren. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**
- **Verweilzeit unten** Q211: Wert zwischen 0 und 0,5 Sekunden eingeben, um ein Verkeilen des Werkzeugs beim Rückzug zu vermeiden. Eingabebereich 0 bis 3600,0000 alternativ **PREDEF**
- **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**

Vorschub ermitteln: F = S x p

F: Vorschub mm/min)
S: Spindel-Drehzahl (U/min)
p: Gewindesteigung (mm)

Freifahren bei Programm-Unterbrechung

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

Beispiel: NC-Sätze

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

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

Zyklusablauf

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

1. Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang **FMAX** auf den eingegebenen Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche
2. Das Werkzeug fährt in einem Arbeitsgang auf die Bohrtiefe
3. Danach wird die Spindeldrehrichtung umgekehrt und das Werkzeug nach der Verweilzeit auf den Sicherheits-Abstand zurückgezogen. Falls Sie einen 2. Sicherheits-Abstand eingegeben haben, fährt die TNC das Werkzeug mit **FMAX** dorthin
4. Auf Sicherheits-Abstand hält die TNC die Spindel an

Beim Programmieren beachten!

Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein.

Zyklus nur an Maschinen mit geregelter Spindel verwendbar.

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

Das Vorzeichen des Parameters Bohrtiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

Die TNC berechnet den Vorschub in Abhängigkeit von der Drehzahl. Wenn Sie während des Gewindebohrens den Drehknopf für den Drehzahl-Override betätigen, passt die TNC den Vorschub automatisch an.

Der Drehknopf für den Vorschub-Override ist nicht aktiv.

Am Zyklusende steht die Spindel. Vor der nächsten Bearbeitung Spindel mit **M3** (bzw. **M4**) wieder einschalten.

Achtung Kollisionsgefahr!

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

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

Zyklusparameter

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

Freifahren bei Programm-Unterbrechung

Wenn Sie während des Gewindeschneid-Vorgangs die externe Stopp-Taste drücken, zeigt die TNC den Softkey MANUELL FREIFAHREN an. Wenn Sie MANUEL FREIFAHREN drücken, können Sie das Werkzeug gesteuert freifahren. Drücken Sie dazu die positive Achsrichtungs-Taste der aktiven Spindelachse.

Beispiel: NC-Sätze

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

4.4 GEWINDEBOHREN SPANBRUCH (Zyklus 209, DIN/ISO: G209)

Zyklusablauf

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

1. Die TNC positioniert das Werkzeug in der Spindelachse im Eilgang **FMAX** auf den eingegebenen Sicherheits-Abstand über der Werkstück-Oberfläche und führt dort eine Spindelorientierung durch
2. Das Werkzeug fährt auf die eingegebene Zustell-Tiefe, kehrt die Spindeldrehrichtung um und fährt – je nach Definition – einen bestimmten Betrag zurück oder zum Entspanen aus der Bohrung heraus. Sofern Sie einen Faktor für Drehzahlerhöhung definiert haben, fährt die TNC mit entsprechend höherer Spindeldrehzahl aus der Bohrung heraus
3. Danach wird die Spindeldrehrichtung wieder umgekehrt und auf die nächste Zustelltiefe gefahren
4. Die TNC wiederholt diesen Ablauf (2 bis 3), bis die eingegebene Gewindetiefe erreicht ist
5. Danach wird das Werkzeug auf den Sicherheits-Abstand zurückgezogen. Falls Sie einen 2. Sicherheits-Abstand eingegeben haben, fährt die TNC das Werkzeug mit **FMAX** dorthin
6. Auf Sicherheits-Abstand hält die TNC die Spindel an

Beim Programmieren beachten!

Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein.

Zyklus nur an Maschinen mit geregelter Spindel verwendbar.

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

Das Vorzeichen des Parameters Gewindetiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

Die TNC berechnet den Vorschub in Abhängigkeit von der Drehzahl. Wenn Sie während des Gewindebohrens den Drehknopf für den Drehzahl-Override betätigen, passt die TNC den Vorschub automatisch an.

Der Drehknopf für den Vorschub-Override ist nicht aktiv.

Wenn Sie über den Zyklus-Parameter **Q403** einen Drehzahlfaktor für schnelleren Rückzug definiert haben, dann beschränkt die TNC die Drezahl auf die Maximaldrehzahl der aktiven Getriebestufe.

Am Zyklusende steht die Spindel. Vor der nächsten Bearbeitung Spindel mit **M3** (bzw. **M4**) wieder einschalten.

Achtung Kollisionsgefahr!

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

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

Zyklusparameter

- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze (Startposition) – Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Gewindetiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Gewindeende. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Gewindesteigung** Q239
  Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- oder Linksgewinde fest:
  += Rechtsgewinde
  –= Linksgewinde
  Eingabebereich -99,9999 bis 99,9999
- **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Bohrtiefe bis Spanbruch** Q257 (inkremental): Zustellung, nachdem die TNC einen Spanbruch durchführt. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Rückzug bei Spanbruch** Q256: Die TNC multipliziert die Steigung Q239 mit dem eingegebenen Wert und fährt das Werkzeug beim Spanbrechen um diesen errechneten Wert zurück. Wenn Sie Q256 = 0 eingeben, dann fährt die TNC zum Entspanen vollständig aus der Bohrung heraus (auf Sicherheits-Abstand). Eingabebereich 0,1000 bis 99999,9999
- **Winkel für Spindel-Orientierung** Q336 (absolut): Winkel, auf den die TNC das Werkzeug vor dem Gewindeschneid-Vorgang positioniert. Dadurch können Sie das Gewinde ggf. nachschneiden. Eingabebereich -360,0000 bis 360,0000
- **Faktor Drehzahländerung Rückzug** Q403: Faktor, um den die TNC 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: NC-Sätze

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

Freifahren bei Programm-Unterbrechung

Wenn Sie während des Gewindeschneid-Vorgangs die externe Stopp-Taste drücken, zeigt die TNC den Softkey MANUELL FREIFAHREN an. Wenn Sie MANUEL FREIFAHREN drücken, können Sie das Werkzeug gesteuert freifahren. Drücken Sie dazu die positive Achsrichtungs-Taste der aktiven Spindelachse.

4.5 Grundlagen zum Gewindefräsen

Voraussetzungen

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

Innengewinde	Steigung	Fräsart	Arbeitsrichtung
rechtsgängig	+	+1(RL)	Z+
linksgängig	–	–1(RR)	Z+
rechtsgängig	+	–1(RR)	Z–
linksgängig	–	+1(RL)	Z–

Außengewinde	Steigung	Fräsart	Arbeitsrichtung
rechtsgängig	+	+1(RL)	Z–
linksgängig	–	–1(RR)	Z–
rechtsgängig	+	–1(RR)	Z+
linksgängig	–	+1(RL)	Z+

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

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

Achtung Kollisionsgefahr!

Programmieren Sie bei den Tiefenzustellungen immer die gleichen Vorzeichen, da die Zyklen mehrere Abläufe enthalten, die voneinander unabhängig sind. Die Rangfolge nach welcher die Arbeitsrichtung entschieden wird, ist bei den jeweiligen Zyklen beschrieben. Wollen Sie z.B. einen Zyklus nur mit dem Senkvorgang wiederholen, so geben Sie bei der Gewindetiefe 0 ein, die Arbeitsrichtung wird dann über die Senktiefe bestimmt.

Verhalten bei Werkzeugbruch!

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

4.6 GEWINDEFRAESEN (Zyklus 262, DIN/ISO: G262)

Zyklusablauf

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

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

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

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

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

6 Am Ende des Zyklus fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheits-Abstand oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand

Beim Programieren beachten!

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

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

Die Anfahrbewegung an den 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 TNC vor der Anfahrbewegung eine Ausgleichsbewegung in der Werkzeug-Achse durchführt. Die Größe der Ausgleichsbewegung beträgt maximal die halbe Gewindesteigung. Auf ausreichend Platz in der Bohrung achten!

Wenn Sie die Gewindetiefe verändern, ändert die TNC automatisch den Startpunkt für die Helix-Bewegung.

Achtung Kollisionsgefahr!

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

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

Beachten Sie, dass die TNC bei einer Änderung der Tiefe den Startwinkel so anpasst, dass das Werkzeug die definierte Tiefe an der 0°-Position der Spindel erreicht. In solchen Fällen führt ein Nachschneiden des Gewindes ggf. zu einem zweiten Gang.

Zyklusparameter

- **Soll-Durchmesser** Q335: Gewindenenndurchmesser. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Gewindesteigung** Q239: Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- oder Linksgewinde fest:
  + = Rechtsgewinde
  – = Linksgewinde
  Eingabebereich -99,9999 bis 99,9999
- **Gewindetiefe** Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewindegrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Nachsetzen** Q355: Anzahl der Gewindegänge um die das Werkzeug versetzt wird:
  0 = eine 360° Schraubenlinie auf die Gewindetiefe
  1 = kontinuierliche Schraubenlinie auf der gesamten Gewindelänge
  >1 = mehrere Helixbahnen mit An -und Wegfahren, dazwischen versetzt die TNC das Werkzeug um Q355 mal der Steigung. Eingabebereich 0 bis 99999
- **Vorschub Vorpositionieren** Q253: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in das Werkstück bzw. beim Herausfahren aus dem Werkstück in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**
- **Fräsart** Q351: Art der Fräsbearbeitung bei M3
  +1 = Gleichlauffräsen
  –1 = Gegenlauffräsen
  alternativ **PREDEF**
- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**
- **Vorschub Anfahren** Q512: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Einfahren in das Gewinde in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**

Beispiel: NC-Sätze

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

4.7 SENKGEWINDEFRAESEN (Zyklus 263, DIN/ISO:G263)

Zyklusablauf

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

Senken

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

3 Falls ein Sicherheits-Abstand Seite eingeben wurde, positioniert die TNC das Werkzeug gleich im Vorschub Vorpositionieren auf die Senktiefe

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

Stirnseitig Senken

5 Das Werkzeug fährt im Vorschub Vorpositionieren auf die Senktiefe Stirnseitig

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

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

Gewindefräsen

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

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

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

11 Am Ende des Zyklus fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheits-Abstand oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand

Beim Programmieren beachten!

Beachten Sie vor dem Programmieren

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

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

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

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

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

Achtung Kollisionsgefahr!

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

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

Zyklusparameter

- **Soll-Durchmesser** Q335: Gewindenenndurchmesser. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Gewindesteigung** Q239: Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- oder Linksgewinde fest:
  + = Rechtsgewinde
  – = Linksgewinde
  Eingabebereich -99,9999 bis 99,9999
- **Gewindetiefe** Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewindegrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Senktiefe** Q356: (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Werkzeugspitze. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Vorschub Vorpositionieren** Q253: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in das Werkstück bzw. beim Herausfahren aus dem Werkstück in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**
- **Fräsart** Q351: Art der Fräsbearbeitung bei M3
  +1 = Gleichlauffräsen
  –1 = Gegenlauffräsen
  alternativ **PREDEF**
- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Sicherheits-Abstand Seite** Q357 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugschneide und Bohrungswand. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Tiefe Stirnseitig** Q358 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Werkzeugspitze beim stirnseitigen Senkvorgang. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Versatz Senken Stirnseite** Q359 (inkremental): Abstand um den die TNC die Werkzeugmitte aus der Bohrungsmitte versetzt. Eingabebereich 0 bis 99999,9999

- **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Vorschub Senken** Q254: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Senken in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**
- **Vorschub Anfahren** Q512: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Einfahren in das Gewinde in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**

Beispiel: NC-Sätze

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

4.8 BOHRGEWINDEFRAESEN (Zyklus 264, DIN/ISO: G264)

Zyklusablauf

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

Bohren

2 Das Werkzeug bohrt mit dem eingegebenen Vorschub Tiefenzustellung bis zur ersten Zustell-Tiefe

3 Falls Spanbruch eingegeben, fährt die TNC das Werkzeug um den eingegebenen Rückzugswert zurück. Wenn Sie ohne Spanbruch arbeiten, dann fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheits-Abstand zurück und anschließend wieder mit **FMAX** bis auf den eingegebenen Vorhalteabstand über die erste Zustell-Tiefe

4 Anschließend bohrt das Werkzeug mit Vorschub um eine weitere Zustell-Tiefe

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

Stirnseitig Senken

6 Das Werkzeug fährt im Vorschub Vorpositionieren auf die Senktiefe Stirnseitig

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

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

Gewindefräsen

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

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

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

12 Am Ende des Zyklus fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheits-Abstand oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand

Beim Programmieren beachten!

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

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

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

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

Achtung Kollisionsgefahr!

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

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

Zyklusparameter

- **Soll-Durchmesser** Q335: Gewindenenndurchmesser. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Gewindesteigung** Q239: Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- oder Linksgewinde fest:
  + = Rechtsgewinde
  – = Linksgewinde
  Eingabebereich -99,9999 bis 99,9999
- **Gewindetiefe** Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewindegrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Bohrtiefe** Q356: (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Bohrungsgrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Vorschub Vorpositionieren** Q253: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in das Werkstück bzw. beim Herausfahren aus dem Werkstück in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FMAX FAUTO**, **PREDEF**
- **Fräsart** Q351: Art der Fräsbearbeitung bei M3
  +1 = Gleichlauffräsen
  –1 = Gegenlauffräsen
  alternativ **PREDEF**
- **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Die Tiefe muss kein Vielfaches der Zustell-Tiefe sein. Eingabebereich 0 bis 99999,9999. Die TNC fährt in einem Arbeitsgang auf die Tiefe wenn:
  - Zustell-Tiefe und Tiefe gleich sind
  - die Zustell-Tiefe größer als die Tiefe ist
- **Vorhalteabstand oben** Q258 (inkremental): Sicherheits-Abstand für Eilgang-Positionierung, wenn die TNC das Werkzeug nach einem Rückzug aus der Bohrung wieder auf die aktuelle Zustell-Tiefe fährt. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Bohrtiefe bis Spanbruch** Q257 (inkremental): Zustellung, nachdem die TNC einen Spanbruch durchführt. Kein Spanbruch, wenn 0 eingegeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Rückzug bei Spanbruch** Q256 (inkremental): Wert, um die die TNC das Werkzeug beim Spanbrechen zurückfährt. Eingabebereich 0,1000 bis 99999,9999

- **Tiefe Stirnseitig** Q358 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Werkzeugspitze beim stirnseitigen Senkvorgang. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Versatz Senken Stirnseite** Q359 (inkremental): Abstand um den die TNC die Werkzeugmitte aus der Bohrungsmitte versetzt. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Bohren in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**
- **Vorschub Anfahren** Q512: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Einfahren in das Gewinde in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**

Beispiel: NC-Sätze

```
25 CYCL DEF 264 BOHRGEWINDEFRAESEN
     Q335=10   ;SOLL-DURCHMESSER
     Q239=+1.5 ;STEIGUNG
     Q201=-16  ;GEWINDETIEFE
     Q356=-20  ;BOHRTIEFE
     Q253=750  ;VORSCHUB VORPOS.
     Q351=+1   ;FRAESART
     Q202=5    ;ZUSTELL-TIEFE
     Q258=0.2  ;VORHALTEABSTAND
     Q257=5    ;BOHRTIEFE SPANBRUCH
     Q256=0.2  ;RZ BEI SPANBRUCH
     Q358=+0   ;TIEFE STIRNSEITIG
     Q359=+0   ;VERSATZ STIRNSEITIG
     Q200=2    ;SICHERHEITS-ABST.
     Q203=+30  ;KOOR. OBERFLAECHE
     Q204=50   ;2. SICHERHEITS-ABST.
     Q206=150  ;VORSCHUB TIEFENZ.
     Q207=500  ;VORSCHUB FRAESEN
     Q512=50   ;VORSCHUB ANFAHREN
```

4.9 HELIX- BOHRGEWINDEFRAESEN (Zyklus 265, DIN/ISO: G265)

Zyklusablauf

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

Stirnseitig Senken

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

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

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

Gewindefräsen

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

6 Anschließend fährt das Werkzeug tangential in einer Helix-Bewegung an den Gewindenenndurchmesser

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

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

9 Am Ende des Zyklus fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheits-Abstand oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand

Beim Programmieren beachten!

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

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

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

Wenn Sie die Gewindetiefe verändern, ändert die TNC automatisch den Startpunkt für die Helix-Bewegung.

Die 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.

Achtung Kollisionsgefahr!

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

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

Zyklusparameter

- **Soll-Durchmesser** Q335: Gewindenenndurchmesser. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Gewindesteigung** Q239: Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- oder Linksgewinde fest:
  + = Rechtsgewinde
  – = Linksgewinde
  Eingabebereich -99,9999 bis 99,9999
- **Gewindetiefe** Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewindegrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Vorschub Vorpositionieren** Q253: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in das Werkstück bzw. beim Herausfahren aus dem Werkstück in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**
- **Tiefe Stirnseitig** Q358 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Werkzeugspitze beim stirnseitigen Senkvorgang. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Versatz Senken Stirnseite** Q359 (inkremental): Abstand um den die TNC die Werkzeugmitte aus der Bohrungsmitte versetzt. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Senkvorgang** Q360: Ausführung der Fase
  0 = vor der Gewindebearbeitung
  1 = nach der Gewindebearbeitung
- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**

- **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Vorschub Senken** Q254: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Senken in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**

Beispiel: NC-Sätze

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

4.10 AUSSENGEWINDE-FRAESEN (Zyklus 267, DIN/ISO: G267)

Zyklusablauf

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

Stirnseitig Senken

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

3 Das Werkzeug fährt im Vorschub Vorpositionieren auf die Senktiefe Stirnseitig

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

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

Gewindefräsen

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

7 Das Werkzeug fährt mit 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 Helix-Bewegung an den Gewindenenndurchmesser

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

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

11 Am Ende des Zyklus fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang auf den Sicherheits-Abstand oder – falls eingegeben – auf den 2. Sicherheits-Abstand

Beim Programmiern beachten!

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

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

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

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

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Gewindetiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

Achtung Kollisionsgefahr!

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

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

Beachten Sie, dass die TNC bei einer Änderung der Tiefe den Startwinkel so anpasst, dass das Werkzeug die definierte Tiefe an der 0°-Position der Spindel erreicht. In solchen Fällen führt ein Nachschneiden des Gewindes ggf. zu einem zweiten Gang.

Zyklusparameter

- **Soll-Durchmesser** Q335: Gewindenenndurchmesser. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Gewindesteigung** Q239: Steigung des Gewindes. Das Vorzeichen legt Rechts- oder Linksgewinde fest:
  += Rechtsgewinde
  – = Linksgewinde
  Eingabebereich -99,9999 bis 99,9999
- **Gewindetiefe** Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Gewindegrund
- **Nachsetzen** Q355: 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 TNC das Werkzeug um Q355 mal der Steigung. Eingabebereich 0 bis 99999
- **Vorschub Vorpositionieren** Q253: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in das Werkstück bzw. beim Herausfahren aus dem Werkstück in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**
- **Fräsart** Q351: Art der Fräsbearbeitung bei M3
  +1 = Gleichlauffräsen
  –1 = Gegenlauffräsen
  alternativ **PREDEF**

- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Tiefe Stirnseitig** Q358 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Werkzeugspitze beim stirnseitigen Senkvorgang. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Versatz Senken Stirnseite** Q359 (inkremental): Abstand um den die TNC die Werkzeugmitte aus der Zapfenmitte versetzt. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Vorschub Senken** Q254: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Senken in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**
- **Vorschub Anfahren** Q512: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Einfahren in das Gewinde in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**

Beispiel: NC-Sätze

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

4.11 Programmierbeispiele

Beispiel: Gewindebohren

Die Bohrungskoordinaten sind in der Punkte-Tabelle TAB1.PNT gespeichert und werden von der TNC mit **CYCL CALL PAT** gerufen.

Die Werkzeug-Radien sind so gewählt, dass alle Arbeitsschritte in der Testgrafik zu sehen sind.

Programm-Ablauf

- Zentrieren
- Bohren
- Gewindebohren

0 BEGIN PGM 1 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Y+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+4	Werkzeug-Definition Zentrierer
4 TOOL DEF 2 L+0 2.4	Werkzeug-Definition Bohrer
5 TOOL DEF 3 L+0 R+3	Werkzeug-Definition Gewindebohrer
6 TOOL CALL 1 Z S5000	Werkzeug-Aufruf Zentrierer
7 L Z+10 R0 F5000	Werkzeug auf sichere Höhe fahren (F mit Wert programmieren),
	die TNC positioniert nach jedem Zyklus auf die sichere Höhe
8 SEL PATTERN "TAB1"	Punkte-Tabelle festlegen
9 CYCL DEF 200 BOHREN	Zyklus-Definition Zentrieren
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-2 ;TIEFE	
Q206=150 ;F TIEFENZUST.	
Q202=2 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q210=0 ;F.-ZEIT OBEN	
Q203=+0 ;KOOR. OBERFL.	Zwingend 0 eingeben, wirkt aus Punkte-Tabelle

Q204=0 ;2. S.-ABSTAND	Zwingend 0 eingeben, wirkt aus Punkte-Tabelle
Q211=0.2 ;VERWEILZEIT UNTEN	
10 CYCL CALL PAT F5000 M3	Zyklus-Aufruf in Verbindung mit Punkte-Tabelle TAB1.PNT,
	Vorschub zwischen den Punkten: 5000 mm/min
11 L Z+100 R0 FMAX M6	Werkzeug freifahren, Werkzeug-Wechsel
12 TOOL CALL 2 Z S5000	Werkzeug-Aufruf Bohrer
13 L Z+10 R0 F5000	Werkzeug auf sichere Höhe fahren (F mit Wert programmieren)
14 CYCL DEF 200 BOHREN	Zyklus-Definition Bohren
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-25 ;TIEFE	
Q206=150 ;VORSCHUB TIEFENZUST.	
Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q210=0 ;VERWEILZEIT OBEN	
Q203=+0 ;KOOR. OBERFL.	Zwingend 0 eingeben, wirkt aus Punkte-Tabelle
Q204=0 ;2. SICHERHEITS-ABSTAND	Zwingend 0 eingeben, wirkt aus Punkte-Tabelle
Q211=0.2 ;VERWEILZEIT UNTEN	
15 CYCL CALL PAT F5000 M3	Zyklus-Aufruf in Verbindung mit Punkte-Tabelle TAB1.PNT
16 L Z+100 R0 FMAX M6	Werkzeug freifahren, Werkzeug-Wechsel
17 TOOL CALL 3 Z S200	Werkzeug-Aufruf Gewindebohrer
18 L Z+50 R0 FMAX	Werkzeug auf sichere Höhe fahren
19 CYCL DEF 206 GEWINDEBOHREN NEU	Zyklus-Definition Gewindebohren
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-25 ;GEWINDETIEFE	
Q206=150 ;VORSCHUB TIEFENZUST.	
Q211=0 ;VERWEILZEIT UNTEN	
Q203=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	Zwingend 0 eingeben, wirkt aus Punkte-Tabelle
Q204=0 ;2. SICHERHEITS-ABSTAND	Zwingend 0 eingeben, wirkt aus Punkte-Tabelle
20 CYCL CALL PAT F5000 M3	Zyklus-Aufruf in Verbindung mit Punkte-Tabelle TAB1.PNT
21 L Z+100 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
22 END PGM 1 MM	

Punkte-Tabelle TAB1.PNT

```
TAB1.PNTMM
NRXYZ
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]
```

5

Bearbeitungszyklen: Taschenfräsen / Zapfenfräsen / Nutenfräsen

5.1 Grundlagen

Übersicht

Die TNC stellt insgesamt 6 Zyklen für Taschen-, Zapfen- und Nutenbearbeitungen zur Verfügung:

Zyklus	Softkey	Seite
251 RECHTECKTASCHE Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit Auswahl des Bearbei-tungsumfanges und helixförmigem Eintauchen		Seite 145
252 KREISTASCHE Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit Auswahl des Bearbeitungsumfanges und helixförmigem Eintauchen		Seite 150
253 NUTENFRAESEN Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit Auswahl des Bearbeitungsumfanges und pendelndem Eintauchen		Seite 154
254 RUNDE NUT Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit Auswahl des Bearbeitungsumfanges und pendelndem Eintauchen		Seite 159
256 RECHTECKZAPFEN Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit seitlicher Zustellung, wenn Mehrfachumlauf erforderlich		Seite 164
257 KREISZAPFEN Schrupp-/Schlicht-Zyklus mit seitlicher Zustellung, wenn Mehrfachumlauf erforderlich		Seite 168

5.2 RECHTECKTASCHE (Zyklus 251, DIN/ISO: G251)

Zyklusablauf

Mit dem Rechtecktaschen-Zyklus 251 können Sie eine Rechtecktasche vollständig bearbeiten. In Abhängigkeit der Zyklus-Parameter stehen folgende Bearbeitungsalternativen zur Verfügung:

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

Schruppen

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

Schlichten

5. Sofern Schlichtaufmaße definiert sind, schlichtet die TNC zunächst die Taschenwände, falls eingegeben in mehreren Zustellungen. Die Taschenwand wird dabei tangential angefahren
6. Anschließend schlichtet die TNC den Boden der Tasche von innen nach aussen. Der Taschenboden wird dabei tangential angefahren

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 **RO**. Parameter Q367 (Taschenlage) beachten.

Die TNC führt den Zyklus in den Achsen (Bearbeitungsebene) aus, mit denen Sie die Startposition angefahren haben. Z.B. in X und Y, wenn Sie mit **CYCL CALL POS X... Y**... und in U und V, wenn Sie **CYCL CALL POS U... V**... programmiert haben.

Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse automatisch vor. Parameter Q204 (2. Sicherheits-Abstand) beachten.

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

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

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

Achtung Kollisionsgefahr!

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

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

Wenn Sie den Zyklus mit Bearbeitungs-Umfang 2 (nur Schlichten) aufrufen, dann positioniert die TNC das Werkzeug in der Taschenmitte im Eilgang auf die erste Zustell-Tiefe!

Zyklusparameter

- **Bearbeitungs-Umfang (0/1/2)** Q215: Bearbeitungs-Umfang festlegen:
  0: Schruppen und Schlichten
  1: Nur Schruppen
  2: Nur Schlichten
  Schlichten Seite und Schlichten Tiefe werden nur ausgeführt, wenn das jeweilige Schlichtaufmaß (Q368, Q369) definiert ist
- **1. Seiten-Länge** Q218 (inkremental): Länge der Tasche, parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **2. Seiten-Länge** Q219 (inkremental): Länge der Tasche, parallel zur Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Eckenradius** Q220: Radius der Taschenecke. Wenn mit 0 oder kleiner als der aktive Werkzeug-Radius eingegeben, setzt die TNC den Eckenradius gleich dem Werkzeug-Radius. Die TNC gibt in diesen Fällen keine Fehlermeldung aus. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Schlichtaufmaß Seite** Q368 (inkremental): Schlicht-Aufmaß in der Bearbeitungs-Ebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Drehlage** Q224 (absolut): Winkel, um den die gesamte Tasche gedreht wird. Das Drehzentrum liegt in der Position, auf der das Werkzeug beim Zyklus-Aufruf steht. Eingabebereich -360,0000 bis 360,0000
- **Taschenlage** Q367: Lage der Tasche bezogen auf die Position des Werkzeuges beim Zyklus-Aufruf:
  0: Werkzeugposition = Taschenmitte
  1: Werkzeugposition = Linke untere Ecke
  2: Werkzeugposition = Rechte untere Ecke
  3: Werkzeugposition = Rechte obere Ecke
  4: Werkzeugposition = Linke obere Ecke
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Fräsart** Q351: Art der Fräsbearbeitung bei M3:
  +1 = Gleichlauffräsen
  –1 = Gegenlauffräsen
  alternativ **PREDEF**

- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Taschengrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird; Wert größer 0 eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Schlichtaufmaß Tiefe** Q369 (inkremental): Schlicht-Aufmaß für die Tiefe. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Zustellung Schlichten** Q338 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug in der Spindelachse beim Schlichten zugestellt wird. Q338=0: Schlichten in einer Zustellung. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Koordinate Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Absolute Koordinate der Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**

- **Bahn-Überlappung Faktor** Q370: Q370 x Werkzeug-Radius ergibt die seitliche Zustellung k. Eingabebereich 0,1 bis 1,414 alternativ **PREDEF**
- **Eintauchstrategie** Q366: Art der Eintauchstrategie:
  - 0 = senkrecht eintauchen. Unabhängig vom in der Werkzeug-Tabelle definierten Eintauchwinkel **ANGLE** taucht die TNC senkrecht ein
  - 1 = helixförmig eintauchen. In der Werkzeug-Tabelle muss für das aktive Werkzeug der Eintauchwinkel **ANGLE** ungleich 0 definiert sein. Ansonsten gibt die TNC eine Fehlermeldung aus
  - 2 = pendelnd eintauchen. In der Werkzeug-Tabelle muss für das aktive Werkzeug der Eintauchwinkel **ANGLE** ungleich 0 definiert sein. Ansonsten gibt die TNC eine Fehlermeldung aus. Die Pendellänge ist abhängig vom Eintauchwinkel, als Minimalwert verwendet die TNC den doppelten Werkzeug-Durchmesser
  - Alternativ **PREDEF**
- **Vorschub Schlichten** Q385: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Seiten- und Tiefenschlichten in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**

Beispiel: NC-Sätze

```
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
9 CYCL CALL POS X+50 Y+50 Z+0 FMAX M3
```

5.3 KREISTASCHE (Zyklus 252, DIN/ISO: G252)

Zyklusablauf

Mit dem Kreistaschen-Zyklus 252 können Sie eine Kreistasche vollständig bearbeiten. In Abhängigkeit der Zyklus-Parameter stehen folgende Bearbeitungsalternativen zur Verfügung:

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

Schruppen

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

Schlichten

5. Sofern Schlichtaufmaße definiert sind, schlichtet die TNC zunächst die Taschenwände, falls eingegeben in mehreren Zustellungen. Die Taschenwand wird dabei tangential angefahren
6. Anschließend schlichtet die TNC den Boden der Tasche von innen nach aussen. Der Taschenboden wird dabei tangential angefahren

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 **RO**.

Die TNC führt den Zyklus in den Achsen (Bearbeitungsebene) aus, mit denen Sie die Startposition angefahren haben. Z.B. in X und Y, wenn Sie mit **CYCL CALL POS X... Y**... und in U und V, wenn Sie **CYCL CALL POS U... V**... programmiert haben.

Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse automatisch vor. Parameter Q204 (2. Sicherheits-Abstand) beachten.

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

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

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

Achtung Kollisionsgefahr!

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

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

Wenn Sie den Zyklus mit Bearbeitungs-Umfang 2 (nur Schlichten) aufrufen, dann positioniert die TNC das Werkzeug in der Taschenmitte im Eilgang auf die erste Zustell-Tiefe!

Zyklusparameter

- **Bearbeitungs-Umfang (0/1/2)** Q215: Bearbeitungs-Umfang festlegen:
  0: Schruppen und Schlichten
  1: Nur Schruppen
  2: Nur Schlichten
  Schlichten Seite und Schlichten Tiefe werden nur ausgeführt, wenn das jeweilige Schlichtaufmaß (Q368, Q369) definiert ist
- **Kreisdurchmesser** Q223: Durchmesser der fertig bearbeiteten Tasche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Schlichtaufmaß Seite** Q368 (inkremental): Schlicht-Aufmaß in der Bearbeitungs-Ebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Fräsart** Q351: Art der Fräsbearbeitung bei M3:
  +1 = Gleichlauffräsen
  –1 = Gegenlauffräsen
  alternativ **PREDEF**
- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Taschengrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird; Wert größer 0 eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Schlichtaufmaß Tiefe** Q369 (inkremental): Schlicht-Aufmaß für die Tiefe. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Zustellung Schlichten** Q338 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug in der Spindelachse beim Schlichten zugestellt wird. Q338=0: Schlichten in einer Zustellung. Eingabebereich 0 bis 99999,9999

- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Koordinate Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Absolute Koordinate der Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Bahn-Überlappung Faktor** Q370: Q370 x Werkzeug-Radius ergibt die seitliche Zustellung k. Eingabebereich 0,1 bis 1,414 alternativ **PREDEF**
- **Eintauchstrategie** Q366: Art der Eintauchstrategie:
  - 0 = senkrecht eintauchen. Unabhängig vom in der Werkzeug-Tabelle definierten Eintauchwinkel **ANGLE** taucht die TNC senkrecht ein
  - 1 = helixförmig eintauchen. In der Werkzeug-Tabelle muss für das aktive Werkzeug der Eintauchwinkel **ANGLE** ungleich 0 definiert sein. Ansonsten gibt die TNC eine Fehlermeldung aus
  - Alternativ **PREDEF**
- **Vorschub Schlichten** Q385: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Seiten- und Tiefenschlichten in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**

Beispiel: NC-Sätze

```
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
9 CYCL CALL POS X+50 Y+50 Z+0 FMAX M3
```

5.4 NUTENFRAESEN (Zyklus 253, DIN/ISO: G253)

Zyklusablauf

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

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

Schruppen

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

Schlichten

4. Sofern Schlichtaufmaße definiert sind, schlichtet die TNC zunächst die Nutwände, falls eingegeben in mehreren Zustellungen. Die Nutwand wird dabei tangential im rechten Nutkreis angefahren
5. Anschließend schlichtet die TNC den Boden der Nut von innen nach aussen. Der Nutboden wird dabei tangential angefahren

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 (Nutlage) beachten.

Die TNC führt den Zyklus in den Achsen (Bearbeitungsebene) aus, mit denen Sie die Startposition angefahren haben. Z.B. in X und Y, wenn Sie mit **CYCL CALL POS X... Y**... und in U und V, wenn Sie **CYCL CALL POS U... V**... programmiert haben.

Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse automatisch vor. Parameter Q204 (2. Sicherheits-Abstand) beachten.

Am Zyklus-Ende positioniert die TNC das Werkzeug in der Bearbeitungsebene lediglich zurück in die Nutmitte, in der anderen Achse der Bearbeitungsebene führt die TNC keine Positionierung aus. Wenn Sie eine Nutlage ungleich 0 definieren, dann positioniert die TNC das Werkzeug ausschließlich in der Werkzeug-Achse auf den 2. Sicherheits-Abstand. Vor einem erneuten Zyklus-Aufruf das Werkzeug wieder auf die Startposition fahren, bzw. immer absolute Verfahrbewegungen nach dem Zyklus-Aufruf programmieren.

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

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

Achtung Kollisionsgefahr!

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

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

Wenn Sie den Zyklus mit Bearbeitungs-Umfang 2 (nur Schlichten) aufrufen, dann positioniert die TNC das Werkzeug im Eilgang auf die erste Zustell-Tiefe!

Zyklusparameter

- **Bearbeitungs-Umfang (0/1/2)** Q215: Bearbeitungs-Umfang festlegen:
  0: Schruppen und Schlichten
  1: Nur Schruppen
  2: Nur Schlichten
  Schlichten Seite und Schlichten Tiefe werden nur ausgeführt, wenn das jeweilige Schlichtaufmaß (Q368, Q369) definiert ist
- **Nutlänge** Q218 (Wert parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene): Längere Seite der Nut eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Nutbreite** Q219 (Wert parallel zur Nebenachse der Bearbeitungsebene): Breite der Nut eingeben; wenn Nutbreite gleich Werkzeug-Durchmesser eingegeben, dann schruppt die TNC nur (Langloch fräsen). Maximale Nutbreite beim Schruppen: Doppelter Werkzeug-Durchmesser. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Schlichtaufmaß Seite** Q368 (inkremental): Schlicht-Aufmaß in der Bearbeitungs-Ebene
- **Drehlage** Q374 (absolut): Winkel, um den die gesamte Nut gedreht wird. Das Drehzentrum liegt in der Position, auf der das Werkzeug beim Zyklus-Aufruf steht. Eingabebereich -360,000 bis 360,000
- **Lage der Nut (0/1/2/3/4)** Q367: Lage der Nut bezogen auf die Position des Werkzeuges beim Zyklus-Aufruf:
  0: Werkzeugposition = Nutmitte
  1: Werkzeugposition = Linkes Ende der Nut
  2: Werkzeugposition = Zentrum linker Nutkreis
  3: Werkzeugposition = Zentrum rechter Nutkreis
  4: Werkzeugposition = Rechtes Ende der Nut
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Fräsart** Q351: Art der Fräsbearbeitung bei M3:
  +1 = Gleichlauffräsen
  –1 = Gegenlauffräsen
  alternativ **PREDEF**

- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Nutgrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird; Wert größer 0 eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Schlichtaufmaß Tiefe** Q369 (inkremental): Schlicht-Aufmaß für die Tiefe. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Zustellung Schlichten** Q338 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug in der Spindelachse beim Schlichten zugestellt wird. Q338=0: Schlichten in einer Zustellung. Eingabebereich 0 bis 99999,9999

- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Koordinate Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Absolute Koordinate der Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Eintauchstrategie** Q366: Art der Eintauchstrategie:
  - 0 = senkrecht eintauchen. Unabhängig vom in der Werkzeug-Tabelle definierten Eintauchwinkel **ANGLE** taucht die TNC senkrecht ein
  - 1 = helixförmig eintauchen. In der Werkzeug-Tabelle muss für das aktive Werkzeug der Eintauchwinkel **ANGLE** ungleich 0 definiert sein. Ansonsten gibt die TNC eine Fehlermeldung aus. Nur helixförmig eintauchen, wenn genügend Platz vorhanden ist
  - 2 = pendelnd eintauchen. In der Werkzeug-Tabelle muss für das aktive Werkzeug der Eintauchwinkel **ANGLE** ungleich 0 definiert sein. Ansonsten gibt die TNC eine Fehlermeldung aus
  - Alternativ **PREDEF**
- **Vorschub Schlichten** Q385: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Seiten- und Tiefenschlichten in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**

Beispiel: NC-Sätze

```
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
    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
9 CYCL CALL POS X+50 Y+50 Z+0 FMAX M3
```

5.5 RUNDE NUT (Zyklus 254, DIN/ISO: G254)

Zyklusablauf

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

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

Schruppen

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

Schlichten

4. Sofern Schlichtaufmaße definiert sind, schlichtet die TNC zunächst die Nutwände, falls eingegeben in mehreren Zustellungen. Die Nutwand wird dabei tangential angefahren
5. Anschließend schlichtet die TNC den Boden der Nut von innen nach aussen. Der Nutboden wird dabei tangential angefahren

Beim Programmieren beachten!

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

Werkzeug in der Bearbeitungsebene vorpositionieren mit Radiuskorrektur **RO**. Parameter Q367 (**Bezug für Nutlage**) entsprechend definieren.

Die TNC führt den Zyklus in den Achsen (Bearbeitungsebene) aus, mit denen Sie die Startposition angefahren haben. Z.B. in X und Y, wenn Sie mit **CYCL CALL POS X... Y**... und in U und V, wenn Sie **CYCL CALL POS U... V**... programmiert haben.

Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse automatisch vor. Parameter Q204 (2. Sicherheits-Abstand) beachten.

Am Zyklus-Ende positioniert die TNC das Werkzeug in der Bearbeitungsebene lediglich zurück in die Teilkreismitte, in der anderen Achse der Bearbeitungsebene führt die TNC keine Positionierung aus. Wenn Sie eine Nutlage ungleich 0 definieren, dann positioniert die TNC das Werkzeug ausschließlich in der Werkzeug-Achse auf den 2. Sicherheits-Abstand. Vor einem erneuten Zyklus-Aufruf das Werkzeug wieder auf die Startposition fahren, bzw. immer absolute Verfahrbewegungen nach dem Zyklus-Aufruf programmieren.

Am Zyklus-Ende positioniert die TNC das Werkzeug in der Bearbeitungsebene zurück auf den Startpunkt (Teilkreis-Mitte). Ausnahme: Wenn Sie eine Nutlage ungleich 0 definieren, dann positioniert die TNC das Werkzeug nur in der Werkzeug-Achse auf den 2. Sicherheits-Abstand. In diesen Fällen immer absolute Verfahrbewegungen nach dem Zyklus-Aufruf programmieren.

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

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

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

Achtung Kollisionsgefahr!

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

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

Wenn Sie den Zyklus mit Bearbeitungs-Umfang 2 (nur Schlichten) aufrufen, dann positioniert die TNC das Werkzeug im Eilgang auf die erste Zustell-Tiefe!

Zyklusparameter

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

- **Mitte 1. Achse** Q216 (absolut): Mitte des Teilkreises in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. **Nur wirksam, wenn Q367 = 0**. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Mitte 2. Achse** Q217 (absolut): Mitte des Teilkreises in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. **Nur wirksam, wenn Q367 = 0**. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Startwinkel** Q376 (absolut): Polarwinkel des Startpunkts eingeben. Eingabebereich -360,000 bis 360,000
- **Öffnungs-Winkel der Nut** Q248 (inkremental): Öffnungs-Winkel der Nut eingeben. Eingabebereich 0 bis 360,000
- **Winkelschritt** Q378 (inkremental): Winkel, um den die gesamte Nut gedreht wird. Das Drehzentrum liegt in der Teilkreis-Mitte. Eingabebereich -360,000 bis 360,000
- **Anzahl Bearbeitungen** Q377: Anzahl der Bearbeitungen auf dem Teilkreis. Eingabebereich 1 bis 99999
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Fräsart** Q351: Art der Fräsbearbeitung bei M3:
  +1 = Gleichlauffräsen
  –1 = Gegenlauffräsen
  alternativ **PREDEF**
- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Nutgrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird; Wert größer 0 eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Schlichtaufmaß Tiefe** Q369 (inkremental): Schlicht-Aufmaß für die Tiefe. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Zustellung Schlichten** Q338 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug in der Spindelachse beim Schlichten zugestellt wird. Q338=0: Schlichten in einer Zustellung. Eingabebereich 0 bis 99999,9999

- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Koordinate Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Absolute Koordinate der Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Eintauchstrategie** Q366: Art der Eintauchstrategie:
  - 0 = senkrecht eintauchen. Unabhängig vom in der Werkzeug-Tabelle definierten Eintauchwinkel **ANGLE** taucht die TNC senkrecht ein
  - 1 = helixförmig eintauchen. In der Werkzeug-Tabelle muss für das aktive Werkzeug der Eintauchwinkel **ANGLE** ungleich 0 definiert sein. Ansonsten gibt die TNC eine Fehlermeldung aus. Nur helixförmig eintauchen, wenn genügend Platz vorhanden ist
  - 2 = pendelnd eintauchen. In der Werkzeug-Tabelle muss für das aktive Werkzeug der Eintauchwinkel **ANGLE** ungleich 0 definiert sein. Ansonsten gibt die TNC eine Fehlermeldung aus. Die TNC kann erst dann pendelnd eintauchen, wenn die Verfahrlänge auf dem Teilkreis mindestens den dreifachen Werkzeug-Durchmesser veträgt.
  - Alternativ **PREDEF**
- **Vorschub Schlichten** Q385: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Seiten- und Tiefenschlichten in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**

Beispiel: NC-Sätze

```
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
     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
9 CYCL CALL POS X+50 Y+50 Z+0 FMAX M3
```

5.6 RECHTECKZAPFEN (Zyklus 256, DIN/ISO: G256)

Zyklusablauf

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

1. Das Werkzeug fährt von der Zyklus-Startposition aus (Zapfenmitte) in positiver X-Richtung auf die Startposition der Zapfenbearbeitung. Die Startposition liegt 2 mm rechts neben dem Zapfenrohteil
2. Falls das Werkzeug auf dem 2. Sicherheits-Abstand steht, fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang **FMAX** auf den Sicherheits-Abstand und von dort mit dem Vorschub Tiefenzustellung auf die erste 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 TNC das Werkzeug auf der aktuellen Zustell-Tiefe seitlich zu und fräst danach erneut einen Umlauf. Die TNC berücksichtigt dabei das Rohteilmaß, das Fertigmaß und die erlaubte seitliche Zustellung. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis das definierte Fertigmaß erreicht ist
5. Sind weitere Zustellungen erforderlich, fährt das Werkzeug tangential von der Kontur weg zurück zum Startpunkt der Zapfenbearbeitung
6. Anschließend fährt die TNC das Werkzeug auf die nächste Zustell-Tiefe und bearbeitet den Zapfen auf dieser Tiefe
7. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die programmierte Zapfentiefe erreicht ist
8. Am Zyklusende positioniert die TNC das Werkzeug lediglich in der Werkzeug-Achse 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 (Zapfenlage) beachten.

Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse automatisch vor. Parameter Q204 (2. Sicherheits-Abstand) beachten.

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

Die TNC positioniert das Werkzeug am Ende zurück auf den Sicherheits-Abstand, wenn eingegeben auf den 2. Sicherheits-Abstand.

Achtung Kollisionsgefahr!

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

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

Rechts neben dem Zapfen ausreichend Platz für die Anfahrbewegung lassen. Minimum: Werkzeug-Durchmesser + 2 mm, wenn Sie mit Standard-Anfahradius und Anfahrwinkel arbeiten.

Zyklusparameter

- **1. Seiten-Länge** Q218: Länge des Zapfens, parallel zur Hauptachse der Bearbeitungs-ebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Rohteilmaß Seitenlänge 1** Q424: Länge des Zapfenrohteils, parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene. **Rohteilmaß Seitenlänge 1** größer als **1. Seiten-Länge** eingeben. Die TNC führt mehrere seitliche Zustellungen aus, wenn die Differenz zwischen Rohteilmaß 1 und Fertigmaß 1größer ist als die erlaubte seitliche Zustellung (Werkzeug-Radius mal Bahn-Überlappung **Q370**). Die TNC berechnet immer eine konstante seitliche Zustellung. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **2. Seiten-Länge** Q219: Länge des Zapfens, parallel zur Nebenachse der Bearbeitungs-ebene. **Rohteilmaß Seitenlänge 2** größer als **2. Seiten-Länge** eingeben. Die TNC führt mehrere seitliche Zustellungen aus, wenn die Differenz zwischen Rohteilmaß 2 und Fertigmaß 2 größer ist als die erlaubte seitliche Zustellung (Werkzeug-Radius mal Bahn-Überlappung **Q370**). Die TNC berechnet immer eine konstante seitliche Zustellung. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Rohteilmaß Seitenlänge 2** Q425: Länge des Zapfenrohteils, parallel zur Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Eckenradius** Q220: Radius der Zapfenecke. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Schlichtaufmaß Seite** Q368 (inkremental): Schlicht-Aufmaß in der Bearbeitungs-Ebene, das die TNC bei der Bearbeitung stehen lässt. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Drehlage** Q224 (absolut): Winkel, um den der gesamte Zapfen gedreht wird. Das Drehzentrum liegt in der Position, auf der das Werkzeug beim Zyklus-Aufruf steht. Eingabebereich -360,000 bis 360,000
- **Zapfenlage** Q367: Lage des Zapfens bezogen auf die Position des Werkzeuges beim Zyklus-Aufruf:
  0: Werkzeugposition = Zapfenmitte
  1: Werkzeugposition = Linke untere Ecke
  2: Werkzeugposition = Rechte untere Ecke
  3: Werkzeugposition = Rechte obere Ecke
  4: Werkzeugposition = Linke obere Ecke

- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Fräsart** Q351: Art der Fräsbearbeitung bei M3:
  +1 = Gleichlauffräsen
  –1 = Gegenlauffräsen
  alternativ **PREDEF**
- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Zapfengrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird; Wert größer 0 eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Koordinate Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Absolute Koordinate der Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Bahn-Überlappung Faktor** Q370: Q370 x Werkzeug-Radius ergibt die seitliche Zustellung k. Eingabebereich 0,1 bis 1,414 alternativ **PREDEF**

Beispiel: NC-Sätze

```
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
9 CYCL CALL POS X+50 Y+50 Z+0 FMAX M3
```

5.7 KREISZAPFEN (Zyklus 257, DIN/ISO: G257)

Zyklusablauf

Mit dem Kreiszapfen-Zyklus 257 können Sie einen Kreiszapfen bearbeiten. Wenn der Rohteil-Durchmesser größer als die maximal mögliche seitliche Zustellung ist, dann führt die TNC mehrere seitliche Zustellungen aus bis der Fertigteil-Durchmesser ereicht ist.

1. Das Werkzeug fährt von der Zyklus-Startposition aus (Zapfenmitte) in positiver X-Richtung auf die Startposition der Zapfenbearbeitung
2. Falls das Werkzeug auf dem 2. Sicherheits-Abstand steht, fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang **FMAX** auf den Sicherheits-Abstand und von dort mit dem Vorschub Tiefenzustellung auf die erste Zustelltiefe
3. Anschließend fährt das Werkzeug in einer spiralförmigen Bewegung tangential an die Zapfenkontur und fräst danach einen Umlauf.
4. Wenn sich der Fertigteil-Durchmesser nicht in einem Umlauf erreichen lässt, stellt die TNC solange spiralförmig zu, bis der Fertigteil-Durchmesser erreicht ist. Die TNC berücksichtigt dabei den Rohteil-Durchmesser, den Fertigteil-Durchmesser und die erlaubte seitliche Zustellung
5. Die TNC fährt das Werkzeug auf einer spiralförmigen Bahn von der Kontur weg
6. Sind mehrere Tiefenzustellungen nötig, 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 positioniert die TNC das Werkzeug – nach dem spiralförmigen Wegfahren – in der Werkzeug-Achse auf den im Zyklus definierten 2. Sicherheits-Abstand und anschließend in die Zapfenmitte

Beim Programmieren beachten!

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

Die TNC positioniert das Werkzeug in der Werkzeug-Achse automatisch vor. Parameter Q204 (2. Sicherheits-Abstand) beachten.

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

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

Die TNC positioniert das Werkzeug am Ende zurück auf den Sicherheits-Abstand, wenn eingegeben auf den 2. Sicherheits-Abstand.

Achtung Kollisionsgefahr!

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

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

Rechts neben dem Zapfen ausreichend Platz für die Anfahrbewegung lassen. Minimum: Werkzeug-Durchmesser + 2 mm, wenn Sie mit Standard-Anfahradius und Anfahrwinkel arbeiten.

Zyklusparameter

- **Fertigteil-Durchmesser** Q223: Durchmesser des fertig bearbeiteten Zapfens. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Rohteil-Durchmesser** Q222: Durchmesser des Rohteils. Rohteil-Durchmesser größer Fertigteil-Durchmesser eingeben. Die TNC führt mehrere seitliche Zustellungen aus, wenn die Differenz zwischen Rohteil-Durchmesser und Fertigteil-Durchmesser größer ist als die erlaubte seitliche Zustellung (Werkzeug-Radius mal Bahn-Überlappung **Q370**). Die TNC berechnet immer eine konstante seitliche Zustellung. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Schlichtaufmaß Seite** Q368 (inkremental): Schlicht-Aufmaß in der Bearbeitungs-Ebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Fräsart** Q351: Art der Fräsbearbeitung bei M3:
  +1 = Gleichlauffräsen
  –1 = Gegenlauffräsn
  alternativ **PREDEF**

- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Zapfengrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird; Wert größer 0 eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Koordinate Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Absolute Koordinate der Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Bahn-Überlappung Faktor** Q370: Q370 x Werkzeug-Radius ergibt die seitliche Zustellung k. Eingabebereich 0,1 bis 1,414 alternativ **PREDEF**

Beispiel: NC-Sätze

```
8 CYCL DEF 257 KREISZAPFEN
    Q223=60   ;FERTIGTEIL-DURCHM.
    Q222=60   ;ROHTEIL-DURCHM.
    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
9 CYCL CALL POS X+50 Y+50 Z+0 FMAX M3
```

5.8 Programmierbeispiele

Beispiel: Tasche, Zapfen und Nuten fräsen

0 BEGINN PGM C210 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Rohteil-Definition
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+6	Werkzeug-Definition Schruppen/Schlichten
4 TOOL DEF 2 L+0 R+3	Werkzeug-Definition Nutenfräser
5 TOOL CALL 1 Z S3500	Werkzeug-Aufruf Schruppen/Schlichten
6 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren

7 CYCL DEF 256 RECHTECKZAPFEN	Zyklus-Definition 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. OBERFL.	
Q204=20 ;2. S.-ABSTAND	
Q370=1 ;BAHN-UEBERLAPPUNG	
8 CYCL CALL POS X+50 Y+50 Z+0 M3	Zyklus-Aufruf Außenbearbeitung
9 CYCL DEF 252 KREISTASCHE	Zyklus-Definition Kreistasche
Q215=0 ;BEARBEITUNGS-UMFANG	
Q223=50 ;KREISDURCHMESSER	
Q368=0.2 ;AUFMASS SEITE	
Q207=500 ;VORSCHUB FRAESEN	
Q351=+1 ;FRAESART	
Q201=-30 ;TIEFE	
Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q369=0.1 ;AUFMASS TIEFE	
Q206=150 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q338=5 ;ZUST. SCHLICHTEN	
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q203=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	
Q204=50 ;2. SICHERHEITS-ABST.	
Q370=1 ;BAHN-UEBERLAPPUNG	
Q366=1 ;EINTAUCHEN	
Q385=750 ;VORSCHUB SCHLICHTEN	
10 CYCL CALL POS X+50 Y+50 Z+0 FMAX	Zyklus-Aufruf Kreistasche
11 L Z+250 R0 FMAX M6	Werkzeug-Wechsel

12 TOLL CALL 2 Z S5000	Werkzeug-Aufruf Nutenfräser
13 CYCL DEF 254 RUNDE NUT	Zyklus-Definition Nuten
Q215=0 ;BEARBEITUNGS-UMFANG	
Q219=8 ;NUTBREITE	
Q368=0.2 ;AUFMASS SEITE	
Q375=70 ;TEILKREIS-DURCHM.	
Q367=0 ;BEZUG NUTLAGE	Keine Vorpositionierung in X/Y erforderlich
Q216=+50 ;MITTE 1. ACHSE	
Q217=+50 ;MITTE 2. ACHSE	
Q376=+45 ;STARTWINKEL	
Q248=90 ;OEFFNUNGSWINKEL	
Q378=180 ;WINKELSCHRITT	Startpunkt 2. Nut
Q377=2 ;ANZAHL BEARBEITUNGEN	
Q207=500 ;VORSCHUB FRAESEN	
Q351=+1 ;FRAESART	
Q201=-20 ;TIEFE	
Q202=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q369=0.1 ;AUFMASS TIEFE	
Q206=150 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q338=5 ;ZUST. SCHLICHTEN	
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q203=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	
Q204=50 ;2. SICHERHEITS-ABST.	
Q366=1 ;EINTAUCHEN	
14 CYCL CALL FMAX M3	Zyklus-Aufruf Nuten
15 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
16 END PGM C210 MM	

6

Bearbeitungszyklen: Musterdefinitionen

6.1 Grundlagen

Übersicht

Die TNC stellt 2 Zyklen zur Verfügung, mit denen Sie Punktemuster direkt fertigen können:

Zyklus	Softkey	Seite
220 PUNKTEMUSTER AUF KREIS		Seite 177
221 PUNKTEMUSTER AUF LINIEN		Seite 180

Folgende Bearbeitungszyklen können Sie mit den Zyklen 220 und 221 kombinieren:

Wenn Sie unregelmäßige Punktemuster fertigen müssen, dann verwenden Sie Punkte-Tabellen mit **CYCL CALL PAT** (siehe „Punkte-Tabellen" auf Seite 70).

Mit der Funktion **PATTERN DEF** stehen weitere regelmäßige Punktemuster zur Verfügung (siehe „Muster-Definition PATTERN DEF" auf Seite 62).

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

6.2 PUNKTEMUSTER AUF KREIS (Zyklus 220, DIN/ISO: G220)

Zyklusablauf

1 Die TNC positioniert das Werkzeug im Eilgang von der aktuellen Position zum Startpunkt der ersten Bearbeitung.

Reihenfolge:

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

2 Ab dieser Position führt die TNC den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus aus

3 Anschließend positioniert die TNC das Werkzeug mit einer Geraden-Bewegung oder mit einer Kreis-Bewegung auf den Startpunkt der nächsten Bearbeitung; das Werkzeug steht dabei auf Sicherheits-Abstand (oder 2. Sicherheits-Abstand)

4 Dieser Vorgang (1 bis 3) wiederholt sich, bis alle Bearbeitungen ausgeführt sind

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 kombinieren, wirken der Sicherheits-Abstand, die Werkstück-Oberfläche und der 2. Sicherheits-Abstand aus Zyklus 220.

Zyklusparameter

- **Mitte 1. Achse** Q216 (absolut): Teilkreis-Mittelpunkt in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Mitte 2. Achse** Q217 (absolut): Teilkreis-Mittelpunkt in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Teilkreis-Durchmesser** Q244: Durchmesser des Teilkreises. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Startwinkel** Q245 (absolut): Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und dem Startpunkt der ersten Bearbeitung auf dem Teilkreis. Eingabebereich -360,000 bis 360,000
- **Endwinkel** Q246 (absolut): Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und dem Startpunkt der letzten Bearbeitung auf dem Teilkreis (gilt nicht für Vollkreise); Endwinkel ungleich Startwinkel eingeben; wenn Endwinkel größer als Startwinkel eingegeben, dann Bearbeitung im Gegen-Uhrzeigersinn, sonst Bearbeitung im Uhrzeigersinn. Eingabebereich -360,000 bis 360,000
- **Winkelschritt** Q247 (inkremental): Winkel zwischen zwei Bearbeitungen auf dem Teilkreis; wenn der Winkelschritt gleich null ist, dann berechnet die TNC den Winkelschritt aus Startwinkel, Endwinkel und Anzahl Bearbeitungen; wenn ein Winkelschritt eingegeben ist, dann berücksichtigt die TNC den Endwinkel nicht; das Vorzeichen des Winkelschritts legt die Bearbeitungsrichtung fest (– = Uhrzeigersinn). Eingabebereich -360,000 bis 360,000
- **Anzahl Bearbeitungen** Q241: Anzahl der Bearbeitungen auf dem Teilkreis. Eingabebereich 1 bis 99999

- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Fahren auf sichere Höhe** Q301: Festlegen, wie das Werkzeug zwischen den Bearbeitungen verfahren soll:
  0: Zwischen den Bearbeitungen auf Sicherheits-Abstand verfahren
  1: Zwischen den Bearbeitungen auf 2. Sicherheits-Abstand verfahren
  Alternativ **PREDEF**
- **Verfahrart? Gerade=0/Kreis=1** Q365: Festlegen, mit welcher Bahnfunktion das Werkzeug zwischen den Bearbeitungen verfahren soll:
  0: Zwischen den Bearbeitungen auf einer Geraden verfahren
  1: Zwischen den Bearbeitungen zirkular auf dem Teilkreis-Durchmesser verfahren

Beispiel: NC-Sätze

```
53 CYCL DEF 220 MUSTER KREIS
    Q216=+50  ;MITTE 1. ACHSE
    Q217=+50  ;MITTE 2. ACHSE
    Q244=80   ;TEILKREIS-DURCHM.
    Q245=+0   ;STARTWINKEL
    Q246=+360 ;ENDWINKEL
    Q247=+0   ;WINKELSCHRITT
    Q241=8    ;ANZAHL BEARBEITUNGEN
    Q200=2    ;SICHERHEITS-ABST.
    Q203=+30  ;KOOR. OBERFLAECHE
    Q204=50   ;2. SICHERHEITS-ABST.
    Q301=1    ;FAHREN AUF S. HOEHE
    Q365=0    ;VERFAHRART
```

6.3 PUNKTEMUSTER AUF LINIEN (Zyklus 221, DIN/ISO: G221)

Zyklusablauf

1 Die TNC positioniert das Werkzeug automatisch von der aktuellen Position zum Startpunkt der ersten Bearbeitung

Reihenfolge:

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

2 Ab dieser Position führt die TNC den zuletzt definierten Bearbeitungszyklus aus

3 Anschließend positioniert die TNC das Werkzeug in positiver Richtung der Hauptachse auf den Startpunkt der nächsten Bearbeitung; das Werkzeug steht dabei auf Sicherheits-Abstand (oder 2. Sicherheits-Abstand)

4 Dieser Vorgang (1 bis 3) wiederholt sich, bis alle Bearbeitungen auf der ersten Zeile ausgeführt sind; das Werkzeug steht am letzten Punkt der ersten Zeile

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

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

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

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

9 In einer Pendelbewegung werden alle weiteren Zeilen abgearbeitet

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.

Zyklusparameter

- **Startpunkt 1. Achse** Q225 (absolut): Koordinate des Startpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene
- **Startpunkt 2. Achse** Q226 (absolut): Koordinate des Startpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene
- **Abstand 1. Achse** Q237 (inkremental): Abstand der einzelnen Punkte auf der Zeile
- **Abstand 2. Achse** Q238 (inkremental): Abstand der einzelnen Zeilen voneinander
- **Anzahl Spalten** Q242: Anzahl der Bearbeitungen auf der Zeile
- **Anzahl Zeilen** Q243: Anzahl der Zeilen
- **Drehlage** Q224 (absolut): Winkel, um den das gesamte Anordnungsbild gedreht wird; das Drehzentrum liegt im Startpunkt
- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche alternativ **PREDEF**
- **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann alternativ **PREDEF**
- **Fahren auf sichere Höhe** Q301: Festlegen, wie das Werkzeug zwischen den Bearbeitungen verfahren soll:
  0: Zwischen den Bearbeitungen auf Sicherheits-Abstand verfahren
  1: Zwischen den Bearbeitungen auf 2. Sicherheits-Abstand verfahren
  Alternativ **PREDEF**

Beispiel: NC-Sätze

```
54 CYCL DEF 221 MUSTER LINIEN
    Q225=+15  ;STARTPUNKT 1. ACHSE
    Q226=+15  ;STARTPUNKT 2. ACHSE
    Q237=+10  ;ABSTAND 1. ACHSE
    Q238=+8   ;ABSTAND 2. ACHSE
    Q242=6    ;ANZAHL SPALTEN
    Q243=4    ;ANZAHL ZEILEN
    Q224=+15  ;DREHLAGE
    Q200=2    ;SICHERHEITS-ABST.
    Q203=+30  ;KOOR. OBERFLAECHE
    Q204=50   ;2. SICHERHEITS-ABST.
    Q301=1    ;FAHREN AUF S. HOEHE
```

6.4 Programmierbeispiele

Beispiel: Lochkreise

0 BEGIN PGM BOHRB MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Rohteil-Definition
2 BLK FORM 0.2 Y+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+3	Werkzeug-Definition
4 TOOL CALL 1 Z S3500	Werkzeug-Aufruf
5 L Z+250 R0 FMAX M3	Werkzeug freifahren
6 CYCL DEF 200 BOHREN	Zyklus-Definition Bohren
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-15 ;TIEFE	
Q206=250 ;F TIEFENZUST.	
Q202=4 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q210=0 ;V.-ZEIT	
Q203=+0 ;KOOR. OBERFL.	
Q204=0 ;2. S.-ABSTAND	
Q211=0.25 ;VERWEILZEIT UNTEN	

7 CYCL DEF 220 MUSTER KREIS	Zyklus-Definition 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-DURCH.	
Q245=+0 ;STARTWINKEL	
Q246=+360 ;ENDWINKEL	
Q247=+0 ;WINKELSCHRITT	
Q241=10 ;ANZAHL	
Q200=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q203=+0 ;KOOR. OBERFL.	
Q204=100 ;2. S.-ABSTAND	
Q301=1 ;FAHREN AUF S. HOEHE	
Q365=0 ;VERFAHRART	
8 CYCL DEF 220 MUSTER KREIS	Zyklus-Definition Lochkreis 2, CYCL 200 wird automatisch gerufen, Q200, Q203 und Q204 wirken aus Zyklus 220
Q216=+90 ;MITTE 1. ACHSE	
Q217=+25 ;MITTE 2. ACHSE	
Q244=70 ;TEILKREIS-DURCH.	
Q245=+90 ;STARTWINKEL	
Q246=+360 ;ENDWINKEL	
Q247=30 ;WINKELSCHRITT	
Q241=5 ;ANZAHL	
Q200=2 ;SICHERHEITSABST.	
Q203=+0 ;KOOR. OBERFL.	
Q204=100 ;2. S.-ABSTAND	
Q301=1 ;FAHREN AUF S. HOEHE	
Q365=0 ;VERFAHRART	
9 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
10 END PGM BOHRB MM	

7

Bearbeitungszyklen: Konturtasche, Konturzüge

7.1 SL-Zyklen

Grundlagen

Mit den SL-Zyklen können Sie komplexe Konturen aus bis zu 12 Teilkonturen (Taschen oder Inseln) zusammensetzen. Die einzelnen Teilkonturen geben Sie als Unterprogramme ein. Aus der Liste der Teilkonturen (Unterprogramm-Nummern), die Sie im Zyklus 14 KONTUR angeben, berechnet die TNC die Gesamtkontur.

Der Speicher für einen SL-Zyklus (alle Kontur-Unterprogramme) ist begrenzt. Die Anzahl der möglichen Konturelemente hängt von der Konturart (Innen-/Außenkontur) und der Anzahl der Teilkonturen ab und beträgt maximal 8192 Konturelemente.

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

Eigenschaften der Unterprogramme

- Koordinaten-Umrechnungen sind erlaubt. Werden sie innerhalb der Teilkonturen programmiert, wirken sie auch in den nachfolgenden Unterprogrammen, müssen aber nach dem Zyklusaufruf nicht zurückgesetzt werden
- Die TNC ignoriert Vorschübe F und Zusatz-Funktionen M
- Die TNC erkennt eine Tasche, wenn Sie die Kontur innen umlaufen, z.B. Beschreibung der Kontur im Uhrzeigersinn mit Radius-Korrektur RR
- Die TNC erkennt eine Insel, wenn Sie die Kontur außen umlaufen, z.B. Beschreibung der Kontur im Uhrzeigersinn mit Radius-Korrektur RL
- Die Unterprogramme dürfen keine Koordinaten in der Spindelachse enthalten
- Im ersten Koordinatensatz des Unterprogramms legen Sie die Bearbeitungsebene fest. Zusatzachsen U,V,W sind in sinnvoller Kombination erlaubt. Im ersten Satz grundsätzlich immer beide Achsen der Bearbeitungsebene definieren
- Wenn Sie Q-Parameter verwenden, dann die jeweiligen Berechnungen und Zuweisungen nur innerhalb des jeweiligen Kontur-Unterprogrammes durchführen
- Ist im Unterprogramm eine nicht geschlossene Kontur definiert, dann schließt die TNC die Kontur automatisch mit einer Geraden vom End- zum Startpunkt

Beispiel: 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 TNC positioniert vor jedem Zyklus automatisch auf den Sicherheits-Abstand
- Jedes Tiefen-Niveau wird ohne Werkzeug-Abheben gefräst; Inseln werden seitlich umfahren
- Um Freischneidemarkierungen zur vermeiden, fügt die TNC an nicht tangentialen „Innen-Ecken" einen global definierbaren Verrundungsradius ein. Der im Zyklus 20 eingebbare Rundungsradius wirkt auf die Werkzeug-Mittelpunktsbahn, vergrößert also ggf. eine durch den Werkzeug-Radius definierte Rundung (gilt beim Ausräumen und Seiten-Schlichten)
- Beim Seiten-Schlichten fährt die TNC die Kontur auf einer tangentialen Kreisbahn an
- Beim Tiefen-Schlichten fährt die TNC das Werkzeug ebenfalls auf einer tangentialen Kreisbahn an das Werkstück (z.B.: Spindelachse Z: Kreisbahn in Ebene Z/X)
- Die TNC bearbeitet die Kontur durchgehend im Gleichlauf bzw. im Gegenlauf

Mit Bit 4 des MP7420 legen Sie fest, wohin die TNC das Werkzeug am Ende der Zyklen 21 bis 24 positionieren soll:

- **Bit 4 = 0:**
  Die TNC positioniert das Werkzeug am Zyklusende zunächst in der Werkzeugachse auf die im Zyklus definierte sichere Höhe (**Q7**) und anschließend in der Bearbeitungsebene auf die Position, auf der das Werkzeug beim Zyklus-Aufruf stand.
- **Bit4 = 1:**
  Die TNC positioniert das Werkzeug am Zyklusende ausschließlich in der Werkzeugachse auf die im Zyklus definierte sichere Höhe (**Q7**). Beachten Sie, dass bei nachfolgenden Positionierungen keine Kollisionen auftreten!

Die Maßangaben für die Bearbeitung, wie Frästiefe, Aufmaße und Sicherheits-Abstand geben Sie zentral im Zyklus 20 als KONTUR-DATEN ein.

Übersicht

Zyklus	Softkey	Seite
14 KONTUR (zwingend erforderlich)	14 LBL 1...N	Seite 189
20 KONTUR-DATEN (zwingend erforderlich)	20 KONTUR-DATEN	Seite 194
21 VORBOHREN (wahlweise verwendbar)	21	Seite 196
22 RAEUMEN (zwingend erforderlich)	22	Seite 198
23 SCHLICHTEN TIEFE (wahlweise verwendbar)	23	Seite 202
24 SCHLICHTEN SEITE (wahlweise verwendbar)	24	Seite 203

Erweiterte Zyklen:

Zyklus	Softkey	Seite
270 KONTURZUG-DATEN	270	Seite 205
25 KONTUR-ZUG	25	Seite 207
275 KONTURNUT TROCHOIDAL	275	Seite 209
276 KONTUR-ZUG 3D	276	Seite 215

7.2 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.

Beachten Sie vor dem Programmieren

Zyklus 14 ist DEF-Aktiv, das heißt ab seiner Definition im Programm wirksam.

In Zyklus 14 können Sie maximal 12 Unterprogramme (Teilkonturen) auflisten.

Zyklusparameter

- **Label-Nummern für die Kontur**: Alle Label-Nummern der einzelnen Unterprogramme eingeben, die zu einer Kontur überlagert werden sollen. Jede Nummer mit der Taste ENT bestätigen und die Eingaben mit der Taste END abschließen. Eingabe von bis zu 12 Unterprogrammnummern 1 bis 254

7.3 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: NC-Sätze

```
12 CYCL DEF 14.0 KONTUR
13 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1/2/3/4
```

Unterprogramme: Überlagerte Taschen

Die nachfolgenden Programmierbeispiele sind Kontur-Unterprogramme, die in einem Hauptprogramm von Zyklus 14 KONTUR aufgerufen werden.

Die Taschen A und B überlagern sich.

Die TNC berechnet die Schnittpunkte S_1 und S_2, sie müssen nicht programmiert werden.

Die Taschen sind als Vollkreise programmiert.

Unterprogramm 1: Tasche A

```
51 LBL 1
52 L X+10 Y+50 RR
53 CC X+35 Y+50
54 C X+10 Y+50 DR-
55 LBL 0
```

Unterprogramm 2: Tasche B

```
56 LBL 2
57 L X+90 Y+50 RR
58 CC X+65 Y+50
59 C X+90 Y+50 DR-
60 LBL 0
```

„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
```

7.4 KONTUR-DATEN (Zyklus 20, DIN/ISO: G120)

Beim Programmieren beachten!

In Zyklus 20 geben Sie Bearbeitungs-Informationen für die Unterprogramme mit den Teilkonturen an.

Zyklus 20 ist DEF-Aktiv, das heißt Zyklus 20 ist ab seiner Definition im Bearbeitungs-Programm aktiv.

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

Die in Zyklus 20 angegebenen Bearbeitungs-Informationen gelten für die Zyklen 21 bis 24.

Wenn Sie SL-Zyklen in Q-Parameter-Programmen anwenden, dann dürfen Sie die Parameter Q1 bis Q20 nicht als Programm-Parameter benutzen.

Zyklusparameter

- **Frästiefe** Q1 (inkremental): Abstand Werkstückoberfläche – Taschengrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Bahn-Überlappung** Faktor Q2: Q2 x Werkzeug-Radius ergibt die seitliche Zustellung k. Eingabebereich -0,0001 bis 1,9999
- **Schlichtaufmaß Seite** Q3 (inkremental): Schlicht-Aufmaß in der Bearbeitungs-Ebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Schlichtaufmaß Tiefe** Q4 (inkremental): Schlicht-Aufmaß für die Tiefe. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Koordinate Werkstück-Oberfläche** Q5 (absolut): Absolute Koordinate der Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q6 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Sichere Höhe** Q7 (absolut): Absolute Höhe, in der keine Kollision mit dem Werkstück erfolgen kann (für Zwischenpositionierung und Rückzug am Zyklus-Ende). Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Innen-Rundungsradius** Q8: Verrundungs-Radius an Innen-„Ecken"; Eingegebener Wert bezieht sich auf die Werkzeug-Mittelpunktsbahn und wird verwendet, um weichere Verfahrbewegungen zwischen Konturelementen zu errechen. **Q8 ist kein Radius, den die TNC als separates Konturelement zwischen programmierte Elemente einfügt!** Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Drehsinn?** Q9: Bearbeitungs-Richtung für Taschen
  - Q9 = -1 Gegenlauf für Tasche und Insel
  - Q9 = +1 Gleichlauf für Tasche und Insel
  - Alternativ **PREDEF**

Sie können die Bearbeitungs-Parameter bei einer Programm-Unterbrechung überprüfen und ggf. überschreiben.

Beispiel: NC-Sätze

```
57 CYCL DEF 20 KONTUR-DATEN
    Q1=-20      ;FRAESTIEFE
    Q2=1        ;BAHN-UEBERLAPPUNG
    Q3=+0.2     ;AUFMASS SEITE
    Q4=+0.1     ;AUFMASS TIEFE
    Q5=+30      ;KOOR. OBERFLAECHE
    Q6=2        ;SICHERHEITS-ABST.
    Q7=+80      ;SICHERE HOEHE
    Q8=0.5      ;RUNDUNGSRADIUS
    Q9=+1       ;DREHSINN
```

7.5 VORBOHREN (Zyklus 21, DIN/ISO: G121)

Zyklusablauf

1 Das Werkzeug bohrt mit dem eingegebenen Vorschub **F** von der aktuellen Position bis zur ersten Zustell-Tiefe

2 Danach fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang **FMAX** zurück und wieder bis zur ersten Zustell-Tiefe, verringert um den Vorhalte-Abstand t.

3 Die Steuerung ermittelt den Vorhalte-Abstand selbsttätig:
- Bohrtiefe bis 30 mm: t = 0,6 mm
- Bohrtiefe über 30 mm: t = Bohrtiefe/50
- maximaler Vorhalte-Abstand: 7 mm

4 Anschließend bohrt das Werkzeug mit dem eingegebenen Vorschub F um eine weitere Zustell-Tiefe

5 Die TNC wiederholt diesen Ablauf (1 bis 4), bis die eingegebene Bohrtiefe erreicht ist

6 Am Bohrungsgrund zieht die TNC das Werkzeug, nach der Verweilzeit zum Freischneiden, mit **FMAX** zur Startposition zurück

Einsatz

Zyklus 21 VORBOHREN berücksichtigt für die Einstichpunkte das Schlichtaufmaß Seite und das Schlichtaufmaß Tiefe, sowie den Radius des Ausräum-Werkzeugs. Die Einstichpunkte sind gleichzeitig die Startpunkte fürs Räumen.

Beim Programmieren beachten!

Beachten Sie vor dem Programmieren

Die TNC berücksichtigt einen im **TOOL CALL**-Satz programmierten Deltawert **DR** nicht zur Berechnung der Einstichpunkte.

An Engstellen kann die TNC ggf. nicht mit einem Werkzeug vorgebohren das größer ist als das Schruppwerkzeug.

Zyklusparameter

- **Zustell-Tiefe** Q10 (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird (Vorzeichen bei negativer Arbeitsrichtung „–“). Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q11: Bohrvorschub in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Ausräum-Werkzeug Nummer/Name** Q13 bzw. QS13: Nummer oder Name des Ausräum-Werkzeugs. Eingabebereich 0 bis 32767,9 bei Nummerneingabe, maximal 32 Zeichen bei Namenseingabe

Beispiel: NC-Sätze

```
58 CYCL DEF 21 VORBOHREN
    Q10=+5     ;ZUSTELL-TIEFE
    Q11=100    ;VORSCHUB TIEFENZ.
    Q13=1      ;AUSRAEUM-WERKZEUG
```

7.6 RAEUMEN (Zyklus 22, DIN/ISO: G122)

Zyklusablauf

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

2 In der ersten Zustell-Tiefe fräst das Werkzeug mit dem Fräsvorschub Q12 die Kontur von innen nach außen

3 Dabei werden die Inselkonturen (hier: C/D) mit einer Annäherung an die Taschenkontur (hier: A/B) freigefräst

4 Im nächsten Schritt fährt die TNC das Werkzeug auf die nächste Zustell-Tiefe und wiederholt den Ausräum-Vorgang, bis die programmierte Tiefe erreicht ist

5 Abschließend fährt die TNC das Werkzeug auf die Sichere Höhe zurück

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 TNC grundsätzlich senkrecht ein, auch wenn für das aktive Werkzeug ein Eintauchwinkel (**ANGLE**) definiert ist
- Wenn Sie **ANGLE**=90° definieren, taucht die TNC senkrecht ein. Als Eintauchvorschub wird dann der Pendelvorschub Q19 verwendet
- Wenn der Pendelvorschub Q19 im Zyklus 22 definiert ist und **ANGLE** zwischen 0.1 und 89.999 in der Werkzeug-Tabelle definiert ist, taucht die TNC mit dem festgelegten **ANGLE** helixförmig ein
- Wenn der Pendelvorschub im Zyklus 22 definiert ist und kein **ANGLE** in der Werkzeug-Tabelle steht, dann gibt die TNC eine Fehlermeldung aus
- Sind die Geometrieverhältnisse so, dass nicht helixförmig eingetaucht werden kann (Nutgeometrie), so versucht die TNC 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 TNC einen definierten Verschleißwert **DR** des Vorräumwerkzeuges nicht.

Die Vorschubreduzierung über den Parameter **Q401** ist eine FCL3-Funktion und steht nach einem Software-Update nicht automatisch zur Verfügung (siehe „Entwicklungsstand (Upgrade-Funktionen)" auf Seite 8).

Zyklusparameter

- **Zustell-Tiefe** Q10 (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q11: Eintauchvorschub in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Vorschub Ausräumen** Q12: Fräsvorschub in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Vorräum-Werkzeug** Q18 bzw. QS18: Nummer oder Name des Werkzeugs, mit dem die TNC bereits vorgeräumt hat. Umschalten auf Namen-Eingabe: Softkey WERKZEUG-NAME drücken. Die TNC 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 TNC nur den Teil aus, der mit dem Vorräum-Werkzeug nicht bearbeitet werden konnte. Falls der Nachräumbereich nicht seitlich anzufahren ist, taucht die TNC pendelnd ein; dazu müssen Sie in der Werkzeug-Tabelle TOOL.T, die Schneidenlänge **LCUTS** und den maximalen Eintauchwinkel **ANGLE** des Werkzeugs definieren. Ggf. gibt die TNC eine Fehlermeldung aus. Eingabebereich 0 bis 32767,9 bei Nummerneingabe, maximal 32 Zeichen bei Namenseingabe
- **Vorschub Pendeln** Q19: Pendelvorschub in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Vorschub Rückzug** Q208: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Herausfahren nach der Bearbeitung in mm/min. Wenn Sie Q208=0 eingeben, dann fährt die TNC das Werkzeug mit Vorschub Q12 heraus. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FMAX** **FAUTO**, **PREDEF**

Beispiel: NC-Sätze

```
59 CYCL DEF 22 RAEUMEN
     Q10=+5     ;ZUSTELL-TIEFE
     Q11=100    ;VORSCHUB TIEFENZ.
     Q12=750    ;VORSCHUB RAEUMEN
     Q18=1      ;VORRAEUM-WERKZEUG
     Q19=150    ;VORSCHUB PENDELN
     Q208=99999 ;VORSCHUB RUECKZUG
     Q401=80    ;VORSCHUBREDUZIERUNG
     Q404=0     ;NACHRAEUMSTRATEGIE
```

- **Vorschubfaktor in %** Q401: Prozentualer Faktor, auf den die TNC den Bearbeitungs-Vorschub (**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 Bahn-Überlappung (**Q2**) optimale Schnittbedingungen herrschen. Die TNC reduziert dann an Übergängen oder Engstellen den Vorschub wie von Ihnen definiert, so dass die Bearbeitungszeit insgesamt kleiner sein sollte. Eingabebereich 0,0001 bis 100,0000
- **Nachräumstrategie** Q404: Festlegen, wie die TNC beim Nachräumen verfahren soll, wenn der Radius des Nachräumwerkzeuges größer als die Hälfte des Vorräumwerkzeuges ist:
  - Q404 = 0
    Das Werkzeug zwischen nachzuräumenden Bereichen auf aktueller Tiefe entlang der Kontur verfahren
  - Q404 = 1
    Das Werkzeug zwischen nachzuräumenden Bereichen auf Sicherheits-Abstand abheben und zum Startpunkt des nächsten Ausräumbereiches fahren

7.7 SCHLICHTEN TIEFE (Zyklus 23, DIN/ISO: G123)

Zyklusablauf

Die TNC fährt das Werkzeug weich (vertikaler Tangentialkreis) auf die zu bearbeitende Fläche, sofern hierfür genügend Platz vorhanden ist. Bei beengten Platzverhältnissen fährt die TNC das Werkzeug senkrecht auf Tiefe. Anschließend wird das beim Ausräumen verbliebene Schlichtaufmaß abgefräst.

Beim Programmieren beachten!

Die TNC ermittelt den Startpunkt fürs Schlichten 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.

Zyklusparameter

- **Vorschub Tiefenzustellung** Q11: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Einstechen. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Vorschub Ausräumen** Q12: Fräsvorschub. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Vorschub Rückzug** Q208: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Herausfahren nach der Bearbeitung in mm/min. Wenn Sie Q208=0 eingeben, dann fährt die TNC das Werkzeug mit Vorschub Q12 heraus. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**

Beispiel: NC-Sätze

```
60 CYCL DEF 23 SCHLICHTEN TIEFE
    Q11=100    ;VORSCHUB TIEFENZ.
    Q12=350    ;VORSCHUB RAEUMEN
    Q208=99999 ;VORSCHUB RUECKZUG
```

7.8 SCHLICHTEN SEITE (Zyklus 24, DIN/ISO: G124)

Zyklusablauf

Die TNC fährt das Werkzeug auf einer Kreisbahn tangential an die einzelnen Teilkonturen. Die TNC schlichtet jede Teilkontur separat.

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 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) und
- im Zyklus 20 das Schlichtaufmaß (Q3) größer eingeben, als die Summe aus Schlichtaufmaß Q14 + Radius des verwendeten Werkzeugs

Die TNC ermittelt den Startpunkt fürs Schlichten selbständig. Der Startpunkt ist abhängig von den Platzverhältnissen in der Tasche und dem im Zyklus 20 programmierten Aufmaß. Die Positionierlogik zum Startpunkt der Schlichtbearbeitung führt die TNC wie folgt aus: Anfahren des Startpunktes in der Bearbeitungs-Ebene, anschließend Fahren auf Tiefe in Werkzeug-Achsrichtung.

Die TNC berechnet den Startpunkt auch in Abhängigkeit von der Reihenfolge beim Abarbeiten. Wenn Sie den Schlichtzyklus mit der Taste GOTO anwählen und das Programm dann starten, kann der Startpunkt an einer anderen Stelle liegen, als wenn Sie das Programm in der definierten Reihenfolge abarbeiten.

Zyklusparameter

- **Drehsinn? Uhrzeigersinn = –1** Q9: Bearbeitungsrichtung:
  +1:Drehung im Gegen-Uhrzeigersinn
  –1:Drehung im Uhrzeigersinn
  Alternativ **PREDEF**
- **Zustell-Tiefe** Q10 (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q11: Eintauchvorschub. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Vorschub Ausräumen** Q12: Fräsvorschub. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Schlichtaufmaß Seite** Q14 (inkremental): Aufmaß für mehrmaliges Schlichten; der letzte Schlicht-Rest wird ausgeräumt, wenn Sie Q14 = 0 eingeben. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

Beispiel: NC-Sätze

```
61 CYCL DEF 24 SCHLICHTEN SEITE
    Q9=+1      ;DREHSINN
    Q10=+5     ;ZUSTELL-TIEFE
    Q11=100    ;VORSCHUB TIEFENZ.
    Q12=350    ;VORSCHUB RAEUMEN
    Q14=+0     ;AUFMASS SEITE
```

7.9 KONTURZUG-Daten (Zyklus 270, DIN/ISO: G270)

Beim Programmieren beachten!

Mit diesem Zyklus können Sie - wenn gewünscht - verschiedene Eigenschaften der Zyklen 25 **KONTUR-ZUG** und 276 **KONTUR-ZUG 3D** festlegen.

Beachten Sie vor dem Programmieren

Zyklus 270 ist DEF-Aktiv, das heißt Zyklus 270 ist ab seiner Definition im Bearbeitungs-Programm aktiv.

Die TNC setzt den Zyklus 270 zurück, sobald Sie einen beliebigen anderen SL-Zyklus definieren (Ausnahme: Zyklus 25 und Zyklus 276).

Bei Verwendung von Zyklus 270 im Kontur-Unterprogramm keine Radius-Korrektur definieren.

An- und Wegfahreigenschaften werden von der TNC immer identisch (symmetrisch) durchgeführt.

Zyklus 270 vor Zyklus 25 bzw. Zyklus 276 definieren.

Zyklusparameter

- **Anfahrart/Wegfahrart** Q390: 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
- **Radius-Korr. (0=R0/1=RL/2=RR)** Q391: Definition der Radius-Korrektur:
  - Q391 = 0:
    Definierte Kontur ohne Radius-Korrektur bearbeiten
  - Q391 = 1:
    Definierte Kontur linkskorrigiert bearbeiten
  - Q391 = 2:
    Definierte Kontur rechtskorrigiert bearbeiten
- **Anfahrradius/Wegfahrradius** Q392: Nur wirksam, wenn tangentiales Anfahren auf einem Kreisbogen gewählt ist. Radius des Einfahrkreises/Wegfahrkreises. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Mittelpunktswinkel** Q393: Nur wirksam, wenn tangentiales Anfahren auf einem Kreisbogen gewählt ist. Öffnungswinkel des Einfahrkreises. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Abstand Hilfspunkt** Q394: Nur wirksam, wenn tangentiales Anfahren auf einer Geraden oder senkrechtes Anfahren gewählt ist. Abstand des Hilfspunktes, von dem aus die TNC die Kontur anfahren soll. Eingabebereich 0 bis 99999,9999

Beispiel: NC-Sätze

```
62 CYCL DEF 270 KONTURZUG-DATEN
    Q390=1      ;ANFAHRART
    Q391=1      ;RADIUS-KORREKTUR
    Q392=3      ;RADIUS
    Q393=+45    ;MITTELPUNKTSWINKEL
    Q394=+2     ;ABSTAND
```

7.10 KONTUR-ZUG (Zyklus 25, DIN/ISO: G125)

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 TNC überwacht die Bearbeitung auf Hinterschneidungen und Konturverletzungen. Kontur mit der Test-Grafik überprüfen
- Ist der Werkzeug-Radius zu groß, so muss die Kontur an Innenecken eventuell nachbearbeitet werden
- Die Bearbeitung lässt sich durchgehend im Gleich- oder Gegenlauf ausführen. Die Fräsart bleibt sogar erhalten, wenn Konturen gespiegelt werden
- Bei mehreren Zustellungen kann die TNC das Werkzeug hin und her verfahren: Dadurch verringert sich die Bearbeitungszeit
- Sie können Aufmaße eingeben, um in mehreren Arbeitsgängen zu schruppen und zu schlichten

Beim Programmmiern beachten!

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

Bei Verwendung von Zyklus 25 **KONTUR-ZUG** dürfen Sie im Zyklus 14 **KONTUR** nur ein Kontur-Unterprogramm definieren.

Der Speicher für einen SL-Zyklus ist begrenzt. Sie können in einem SL-Zyklus maximal 4090 Konturelemente programmieren.

Die TNC benötigt den Zyklus 20 **KONTUR-DATEN** nicht in Verbindung mit Zyklus 25.

Achtung Kollisionsgefahr!

Um mögliche Kollisionen zu vermeiden:

- Direkt nach Zyklus 25 keine Kettenmaße programmieren, da sich Kettenmaße auf die Position des Werkzeugs am Zyklus-Ende beziehen
- In allen Hauptachsen eine definierte (absolute) Position anfahren, da die Position des Werkzeugs am Zyklusende nicht mit der Position am Zyklusanfang übereinstimmt.

Zyklusparameter

- **Frästiefe** Q1 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Konturgrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Schlichtaufmaß Seite** Q3 (inkremental): Schlichtaufmaß in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q5 (absolut): Absolute Koordinate der Werkstück Oberfläche bezogen auf den Werkstück-Nullpunkt. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sichere Höhe** Q7 (absolut): Absolute Höhe, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück erfolgen kann; Werkzeug-Rückzugposition am Zyklus-Ende. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Zustell-Tiefe** Q10 (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q11:Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Spindelachse. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Vorschub Fräsen** Q12: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Fräsart? Gegenlauf = –1** Q15:
  Gleichlauf-Fräsen: Eingabe = +1
  Gegenlauf-Fräsen: Eingabe = –1
  Abwechselnd im Gleich- und Gegenlauf fräsen bei mehreren Zustellungen:Eingabe = 0

Beispiel: NC-Sätze

```
62 CYCL DEF 25 KONTUR-ZUG
    Q1=-20     ;FRAESTIEFE
    Q3=+0      ;AUFMASS SEITE
    Q5=+0      ;KOOR. OBERFLAECHE
    Q7=+50     ;SICHERE HOEHE
    Q10=+5     ;ZUSTELL-TIEFE
    Q11=100    ;VORSCHUB TIEFENZ.
    Q12=350    ;VORSCHUB FRAESEN
    Q15=-1     ;FRAESART
```

7.11 KONTURNUT TROCHOIDAL (Zyklus 275, DIN/ISO: G275)

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. Wenn Sie diese Fräsmethode zusätzlich noch mit der integrierten adaptiven Vorschubregelung **AFC** (Software-Option, siehe Benutzer-Handbuch Klartext-Dialog) kombinieren, lassen sich enorme Zeiteinsparung erzielen.

In Abhängigkeit von der Wahl der Zyklus-Parameter stehen folgende Bearbeitungsalternativen zur Verfügung:

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

Beispiel: Schema KONTURNUT TROCHOIDAL

```
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 geschlossener Nut
Die Konturbeschreibung einer geschlossenen Nut muss immer mit einem Geraden-Satz (**L**-Satz) beginnen.

1. Das Werkzeug fährt mit Positionierlogik auf den Startpunkt der Konturbeschreibung und pendelt mit dem in der Werkzeug-Tabelle definierten Eintauchwinkel auf die erste Zustell-Tiefe. Die Eintauchstrategie legen Sie mit dem Parameter **Q366** fest
2. Die TNC räumt die Nut in kreisförmigen Bewegungen bis zum Kontrurendpunkt aus. Während der kreisförmigen Bewegung versetzt die TNC das Werkzeug in Bearbeitungsrichtung um eine von Ihnen deinierbare Zustellung (**Q436**). Gleich-/Gegenlauf der kreisförmigen Bewegung legen Sie über den Parameter **Q351** fest
3. Am Konturendpunkt fährt die TNC 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. Sofern ein Schlichtaufmaß definiert ist, schlichtet die TNC die Nutwände, falls eingegeben in mehreren Zustellungen. Die Nutwand fährt die TNC dabei tangential ausgehend vom definierten Startpunkt an. Dabei berücksichtigt die TNC Gleich-/Gegenlauf

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 Zustell-Tiefe
2. Die TNC räumt die Nut in kreisförmigen Bewegungen bis zum Kontrurendpunkt aus. Während der kreisförmigen Bewegung versetzt die TNC 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 TNC 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. Sofern ein Schlichtaufmaß definiert ist, schlichtet die TNC die Nutwände, falls eingegeben in mehreren Zustellungen. Die Nutwand fährt die TNC dabei ausgehend vom sich ergebenden Startpunkt des APPR-Satzes an. Dabei berücksichtigt die TNC Gleich-/Gegenlauf

Beim Programmmiern beachten!

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann führt die TNC 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 4090 Konturelemente programmieren.

Die TNC benötigt den Zyklus 20 **KONTUR-DATEN** nicht in Verbindung mit Zyklus 275.

Achtung Kollisionsgefahr!

Um mögliche Kollisionen zu vermeiden:

- Direkt nach Zyklus 275 keine Kettenmaße programmieren, da sich Kettenmaße auf die Position des Werkzeugs am Zyklus-Ende beziehen
- In allen Hauptachsen eine definierte (absolute) Position anfahren, da die Position des Werkzeugs am Zyklusende nicht mit der Position am Zyklusanfang übereinstimmt.

Zyklusparameter

- **Bearbeitungs-Umfang (0/1/2)** Q215: Bearbeitungs-Umfang festlegen:
  0: Schruppen und Schlichten
  1: Nur Schruppen
  2: Nur Schlichten
  Die TNC führt das Seitenschlichten auch dann aus, wenn das Schlichtaufmaß (Q368) mit 0 definiert ist
- **Nutbreite** Q219: Breite der Nut eingeben; wenn Nutbreite gleich Werkzeug-Durchmesser eingegeben, dann fährt die TNC das Werkzeug lediglich entlang der definierten Kontur. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Schlichtaufmaß Seite** Q368 (inkremental): Schlicht-Aufmaß in der Bearbeitungs-Ebene
- **Zustellung pro Umlauf** Q436 (absolut): Wert, um den die TNC das Werkzeug pro Umlauf in Bearbeitungsrichtung versetzt. Eingabebereich: 0 bis 99999,9999
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Fräsart** Q351: Art der Fräsbearbeitung bei M3:
  +1 = Gleichlauffräsen
  –1 = Gegenlauffräsen
  alternativ **PREDEF**

- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand Werkstück-Oberfläche – Nutgrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird; Wert größer 0 eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf Tiefe in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Zustellung Schlichten** Q338 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug in der Spindelachse beim Schlichten zugestellt wird. Q338=0: Schlichten in einer Zustellung. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Vorschub Schlichten** Q385: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Seitenschlichten in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**

- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Koordinate Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Absolute Koordinate der Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Eintauchstrategie** Q366: Art der Eintauchstrategie:
  - 0 = senkrecht eintauchen. Unabhängig vom in der Werkzeug-Tabelle definierten Eintauchwinkel **ANGLE** taucht die TNC senkrecht ein
  - 1: Ohne Funktion
  - 2 = pendelnd eintauchen. In der Werkzeug-Tabelle muss für das aktive Werkzeug der Eintauchwinkel **ANGLE** ungleich 0 definiert sein. Ansonsten gibt die TNC eine Fehlermeldung aus
  - Alternativ **PREDEF**

Beispiel: NC-Sätze

```
8 CYCL DEF 275 KONTURNUT TROCHOIDAL
     Q215=0    ;BEARBEITUNGS-UMFANG
     Q219=12   ;NUTBREITE
     Q368=0.2  ;AUFMASS SEITE
     Q436=2    ;ZUSTELLUNG 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
9 CYCL CALL FMAX M3
```

7.12 KONTUR-ZUG 3D (Zyklus 276, DIN/ISO: G276)

Zyklusablauf

Mit diesem Zyklus lassen sich zusammen mit Zyklus 14 **KONTUR** - offene und geschlossene Konturen bearbeiten.

Der Zyklus 276 **KONTUR-ZUG 3D** interpretiert im Vergleich zum Zyklus **25 KONTUR-ZUG** auch Koordinaten in der Werkzeug-Achse (Z-Achse), die im Kontur-Unterprogramm definiert sind. Dadurch lassen sich beispeilsweise Umrisse, die im CAM-System erzeugt wurden, auf einfache Weise bearbeiten.

Bearbeiten einer Kontur ohne Zustellung: Frästiefe Q1=0

1. Das Werkzeug fährt mit Positionierlogik auf den Startpunkt der Bearbeitung, der sich durch den ersten Konturpunkt der gewählten Bearbeitungsrichtung und der gewählten Anfahrfunktion ergibt
2. Die TNC fährt tangential an die Kontur an und bearbeitet diese bis zum Konturende
3. Am Konturendpunkt fährt die TNC das Werkzeug tangential von der Kontur weg. Die Wegfahrfunktion führt die TNC identisch zur Anfahrfunktion aus
4. Abschließend positioniert die TNC das Werkzeug auf die sichere Höhe

Bearbeiten einer Kontur mit Zustellung: Frästiefe Q1 ungleich 0 und Zusell-Tiefe Q10 definiert

1. Das Werkzeug fährt mit Positionierlogik auf den Startpunkt der Bearbeitung, der sich durch den ersten Konturpunkt der gewählten Bearbeitungsrichtung und der gewählten Anfahrfunktion ergibt
2. Die TNC fährt tangential an die Kontur an und bearbeitet diese bis zum Konturende
3. Am Konturendpunkt fährt die TNC das Werkzeug tangential von der Kontur weg. Die Wegfahrfunktion führt die TNC identisch zur Anfahrfunktion aus
4. Wenn pendelnde Bearbeitung gewählt ist (**Q15=0**), fährt die TNC auf die nächste Zustell-Tiefe und bearbeitet die Kontur zurück bis zum ursprünglichen Startpunkt. Ansonsten fährt die TNC das Werkzeug auf sicherer Höhe zurück zum Startpunkt der Bearbeitung und dort auf die nächste Zustell-Tiefe. Die Wegfahrfunktion führt die TNC identisch zur Anfahrfunktion aus
5. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die programmierte Tiefe erreicht ist
6. Abschließend positioniert die TNC das Werkzeug auf die sichere Höhe

Beim Programmmiern beachten!

Der erste Satz im Kontur-Unterprogramm muss Werte in allen drei Achsen X, Y und Z enthalten.

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest. Wenn Sie die Tiefe = 0 programmieren, dann fährt die TNC den Zyklus auf den im Kontur-Unterprogramm definierten Koordinaten der Werkzeug-Achse.

Bei Verwendung von Zyklus 25 **KONTUR-ZUG** dürfen Sie im Zyklus 14 **KONTUR** nur ein Kontur-Unterprogramm definieren.

Der Speicher für einen SL-Zyklus ist begrenzt. Sie können in einem SL-Zyklus maximal 4090 Konturelemente programmieren.

Die TNC benötigt den Zyklus 20 **KONTUR-DATEN** nicht in Verbindung mit Zyklus 276.

Darauf achten, dass das Werkzeug beim Zyklus-Aufruf in der Werkzeug-Achse über dem Werkstück steht, ansonsten gibt die TNC ggf. eine Fehlermeldung aus.

Achtung Kollisionsgefahr!

Um mögliche Kollisionen zu vermeiden:

- Werkzeug vor Zyklus-Aufruf in der Werkzeugachse so positionieren, dass die TNC den Konturstartpunkt ohne Kollision anfahren kann. Wenn die Istposition des Werkzeugs beim Zyklus-Aufruf unterhalb der sicheren Höhe liegt, dann gibt die TNC eine Fehlermeldung aus.
- Direkt nach Zyklus 276 keine Kettenmaße programmieren, da sich Kettenmaße auf die Position des Werkzeugs am Zyklus-Ende beziehen
- In allen Hauptachsen eine definierte (absolute) Position anfahren, da die Position des Werkzeugs am Zyklusende nicht mit der Position am Zyklusanfang übereinstimmt.

Zyklusparameter

- **Frästiefe** Q1 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Konturgrund. Wenn Frästiefe Q1 = 0 und Zustell-Tiefe Q10 = 0 definiert, dannn bearebeitet die TNC die Kontur entsprechend den im Kontur-Unterprogramm definierten Z-Werten. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Schlichtaufmaß Seite** Q3 (inkremental): Schlichtaufmaß in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sichere Höhe** Q7 (absolut): Absolute Höhe, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück erfolgen kann; Werkzeug-Rückzugposition am Zyklus-Ende. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Zustell-Tiefe** Q10 (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Nur wirksam, wenn Frästiefe Q1 ungleich 0 definiert ist. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q11:Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Spindelachse. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Vorschub Fräsen** Q12: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Fräsart? Gegenlauf = –1** Q15:
  Gleichlauf-Fräsen: Eingabe = +1
  Gegenlauf-Fräsen: Eingabe = –1
  Abwechselnd im Gleich- und Gegenlauf fräsen bei mehreren Zustellungen:Eingabe = 0

Beispiel: NC-Sätze

```
62 CYCL DEF 276 KONTUR-ZUG 3D
    Q1=-20     ;FRAESTIEFE
    Q3=+0      ;AUFMASS SEITE
    Q7=+50     ;SICHERE HOEHE
    Q10=+5     ;ZUSTELL-TIEFE
    Q11=100    ;VORSCHUB TIEFENZ.
    Q12=350    ;VORSCHUB FRAESEN
    Q15=-1     ;FRAESART
```

7.13 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	Rohteil-Definition
3 TOOL CALL 1 Z S2500	Werkzeug-Aufruf Vorräumer, Durchmesser 30
4 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
5 CYCL DEF 14.0 KONTUR	Kontur-Unterprogramm festlegen
6 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1	
7 CYCL DEF 20 KONTUR-DATEN	Allgemeine Bearbeitungs-Parameter festlegen
Q1=-20 ;FRAESTIEFE	
Q2=1 ;BAHN-UEBERLAPPUNG	
Q3=+0 ;AUFMASS SEITE	
Q4=+0 ;AUFMASS TIEFE	
Q5=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	
Q6=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q7=+100 ;SICHERE HOEHE	
Q8=0.1 ;RUNDUNGSRADIUS	
Q9=-1 ;DREHSINN	

8 CYCL DEF 22 RAEUMEN	Zyklus-Definition Vorräumen
Q10=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q12=350 ;VORSCHUB RAEUMEN	
Q18=0 ;VORRAEUM-WERKZEUG	
Q19=150 ;VORSCHUB PENDELN	
Q208=30000 ;VORSCHUB RUECKZUG	
Q401=100 ;VORSCHUBFAKTOR	
Q404=0 ;NACHRAEUMSTRATEGIE	
9 CYCL CALL M3	Zyklus-Aufruf Vorräumen
10 L Z+250 R0 FMAX M6	Werkzeug-Wechsel
11 TOOL CALL 2 Z S3000	Werkzeug-Aufruf Nachräumer, Durchmesser 15
12 CYCL DEF 22 RAEUMEN	Zyklus-Definition 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	
Q401=100 ;VORSCHUBFAKTOR	
Q404=0 ;NACHRAEUMSTRATEGIE	
13 CYCL CALL M3	Zyklus-Aufruf Nachräumen
14 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
15 LBL 1	Kontur-Unterprogramm
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	Rohteil-Definition
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S2500	Werkzeug-Aufruf Bohrer, Durchmesser 12
4 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
5 CYCL DEF 14.0 KONTUR	Kontur-Unterprogramme festlegen
6 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1/2/3/4	
7 CYCL DEF 20 KONTUR-DATEN	Allgemeine Bearbeitungs-Parameter festlegen
Q1=-20 ;FRAESTIEFE	
Q2=1 ;BAHN-UEBERLAPPUNG	
Q3=+0.5 ;AUFMASS SEITE	
Q4=+0.5 ;AUFMASS TIEFE	
Q5=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	
Q6=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q7=+100 ;SICHERE HOEHE	
Q8=0.1 ;RUNDUNGSRADIUS	
Q9=-1 ;DREHSINN	

8 CYCL DEF 21 VORBOHREN	Zyklus-Definition Vorbohren
Q10=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q11=250 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q13=2 ;AUSRAEUM-WERKZEUG	
9 CYCL CALL M3	Zyklus-Aufruf Vorbohren
10 L +250 R0 FMAX M6	Werkzeug-Wechsel
11 TOOL CALL 2 Z S3000	Werkzeug-Aufruf Schruppen/Schlichten, Durchmesser 12
12 CYCL DEF 22 RAEUMEN	Zyklus-Definition Räumen
Q10=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q12=350 ;VORSCHUB RAEUMEN	
Q18=0 ;VORRAEUM-WERKZEUG	
Q19=150 ;VORSCHUB PENDELN	
Q208=30000 ;VORSCHUB RUECKZUG	
Q401=100 ;VORSCHUBFAKTOR	
Q404=0 ;NACHRAEUMSTRATEGIE	
13 CYCL CALL M3	Zyklus-Aufruf Räumen
14 CYCL DEF 23 SCHLICHTEN TIEFE	Zyklus-Definition Schlichten Tiefe
Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q12=200 ;VORSCHUB RAEUMEN	
Q208=30000 ;VORSCHUB RUECKZUG	
15 CYCL CALL	Zyklus-Aufruf Schlichten Tiefe
16 CYCL DEF 24 SCHLICHTEN SEITE	Zyklus-Definition Schlichten Seite
Q9=+1 ;DREHSINN	
Q10=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q12=400 ;VORSCHUB RAEUMEN	
Q14=+0 ;AUFMASS SEITE	
17 CYCL CALL	Zyklus-Aufruf Schlichten Seite
18 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende

19 LBL 1	Kontur-Unterprogramm 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	Kontur-Unterprogramm 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	Kontur-Unterprogramm 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	Kontur-Unterprogramm 4: Insel Dreieckig rechts
39 L X+65 Y+42 RL	
37 L X+57	
38 L X+65 Y+58	
39 L X+73 Y+42	
40 LBL 0	
41 END PGM C21 MM	

Beispiel: Kontur-Zug

0 BEGIN PGM C25 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Rohteil-Definition
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S2000	Werkzeug-Aufruf , Durchmesser 20
4 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
5 CYCL DEF 14.0 KONTUR	Kontur-Unterprogramm festlegen
6 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1	
7 CYCL DEF 25 KONTUR-ZUG	Bearbeitungs-Parameter festlegen
Q1=-20 ;FRAESTIEFE	
Q3=+0 ;AUFMASS SEITE	
Q5=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	
Q7=+250 ;SICHERE HOEHE	
Q10=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q12=200 ;VORSCHUB FRAESEN	
Q15=+1 ;FRAESART	
8 CYCL CALL M3	Zyklus-Aufruf
9 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende

10 LBL 1	Kontur-Unterprogramm
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	

8

Bearbeitungszyklen: Zylindermantel

8.1 Grundlagen

Übersicht Zylindermantel-Zyklen

Zyklus	Softkey	Seite
27 ZYLINDER-MANTEL		Seite 227
28 ZYLINDER-MANTEL Nutenfräsen		Seite 230
29 ZYLINDER-MANTEL Stegfräsen		Seite 233
39 ZYLINDER-MANTEL Außenkontur fräsen		Seite 236

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

Zyklus-Ablauf

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.

Das Unterprogramm enthält Koordinaten in einer Winkelachse (z.B. C-Achse) und der Achse, die dazu parallel verläuft (z.B. Spindelachse). Als Bahnfunktionen stehen **L**, **CHF**, **CR**, **RND**, **APPR** (außer **APPR LCT**) und **DEP** zur Verfügung.

Die Angaben in der Winkelachse können Sie wahlweise in Grad oder in mm (Inch) eingeben (bei der Zyklus-Definition festlegen).

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

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

3 Am Konturende fährt die TNC das Werkzeug auf Sicherheitsabstand und zurück zum Einstichpunkt

4 Die Schritte 1 bis 3 wiederholen sich, bis die programmierte Frästiefe Q1 erreicht ist

5 Anschließend fährt das Werkzeug auf Sicherheitsabstand

Beim Programmieren beachten

Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller für die Zylindermantel-Interpolation vorbereitet sein. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

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 8192 Konturelemente programmieren.

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

Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn verwenden (DIN 844).

Der Zylinder muss mittig auf dem Rundtisch aufgespannt sein.

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

Diesen Zyklus können Sie auch bei geschwenkter Bearbeitungsebene ausführen.

Zyklusparameter

- **Frästiefe** Q1 (inkremental): Abstand zwischen Zylinder-Mantel und Konturgrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Schlichtaufmaß Seite** Q3 (inkremental): Schlichtaufmaß in der Ebene der Mantel-Abwicklung; das Aufmaß wirkt in der Richtung der Radiuskorrektur. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q6 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Zylinder Mantelfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Zustell-Tiefe** Q10 (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q11: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Spindelachse. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Vorschub Fräsen** Q12: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Zylinderradius** Q16: Radius des Zylinders, auf dem die Kontur bearbeitet werden soll. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Bemaßungsart? Grad =0 MM/INCH=1** Q17: Koordinaten der Drehachse im Unterprogramm in Grad oder mm (inch) programmieren

Beispiel: NC-Sätze

```
63 CYCL DEF 27 ZYLINDER-MANTEL
    Q1=-8      ;FRAESTIEFE
    Q3=+0      ;AUFMASS SEITE
    Q6=+0      ;SICHERHEITS-ABST.
    Q10=+3     ;ZUSTELL-TIEFE
    Q11=100    ;VORSCHUB TIEFENZ.
    Q12=350    ;VORSCHUB FRAESEN
    Q16=25     ;RADIUS
    Q17=0      ;BEMASSUNGSART
```

8.3 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 TNC das Werkzeug bei diesem Zyklus so an, dass die Wände bei aktiver Radiuskorrektur nahezu parallel zueinander verlaufen. Exakt parallel verlaufende Wände erhalten Sie dann, wenn Sie ein Werkzeug verwenden, das exakt so groß ist wie die Nutbreite.

Je kleiner das Werkzeug im Verhältnis zur Nutbreite ist, desto größere Verzerrungen enstehen bei Kreisbahnen und schrägen Geraden. Um diese verfahrensbedingten Verzerrungen zu minimieren, können Sie über den Parameter Q21 eine Toleranz definieren, mit der die TNC die herzustellende Nut an eine Nut annähert, die mit einem Werkzeug hergestellt wurde, dessen Durchmesser der Nutbreite entspricht.

Programmieren Sie die Mittelpunktsbahn der Kontur mit Angabe der Werkzeug-Radiuskorrektur. Über die Radiuskorrektur legen Sie fest, ob die TNC die Nut im Gleich- oder Gegenlauf herstellt.

1. Die TNC positioniert das Werkzeug über den Einstichpunkt
2. In der ersten Zustelltiefe fräst das Werkzeug mit dem Fräsvorschub Q12 entlang der Nutwand; dabei wird das Schlichtaufmaß Seite berücksichtigt
3. Am Konturende versetzt die TNC das Werkzeug an die gegenüberliegende Nutwand und fährt zurück zum Einstichpunkt
4. Die Schritte 2 und 3 wiederholen sich, bis die programmierte Frästiefe Q1 erreicht ist
5. Wenn Sie die Toleranz Q21 definiert haben, dann führt die TNC die Nachbearbeitung aus, um möglichst parallele Nutwände zu erhalten.
6. Abschließend fährt das Werkzeug in der Werkzeug-Achse zurück auf die sichere Höhe oder auf die zuletzt vor dem Zyklus programmierte Position (abhängig von Maschinen-Parameter 7420)

Beim Programmieren beachten!

Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller für die Zylindermantel-Interpolation vorbereitet sein. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

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 8192 Konturelemente programmieren.

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

Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn verwenden (DIN 844).

Der Zylinder muss mittig auf dem Rundtisch aufgespannt sein.

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

Diesen Zyklus können Sie auch bei geschwenkter Bearbeitungsebene ausführen.

Zyklusparameter

- **Frästiefe** Q1 (inkremental): Abstand zwischen Zylinder-Mantel und Konturgrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Schlichtaufmaß Seite** Q3 (inkremental): Schlichtaufmaß an der Nutwand. Das Schlichtaufmaß verkleinert die Nutbreite um den zweifachen eingegebenen Wert. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q6 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Zylinder Mantelfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Zustell-Tiefe** Q10 (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q11: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Spindelachse. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Vorschub Fräsen** Q12: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Zylinder-Radius** Q16: Radius des Zylinders, auf dem die Kontur bearbeitet werden soll. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Bemaßungsart? Grad =0 MM/INCH=1** Q17: Koordinaten der Drehachse im Unterprogramm in Grad oder mm (inch) programmieren
- **Nutbreite** Q20: Breite der herzustellenden Nut. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Toleranz?** Q21: Wenn Sie ein Werkzeug verwenden, das kleiner ist als die programmierte Nutbreite Q20, entstehen verfahrensbedingt Verrzerrungen an der Nutwand bei Kreisen und schrägen Geraden. Wenn Sie die Toleranz Q21 definieren, dann nähert die TNC die Nut in einem nachgeschalteten Fräsvorgang so an, als ob Sie die Nut mit einem Werkzeug gefräst hätten, das exakt so groß ist wie die Nutbreite. Mit Q21 definieren Sie die erlaubte Abweichung von dieser idealen Nut. Die Anzahl der Nachbearbeitungsschritte hängt ab vom Zylinderradius, dem verwendeten Werkzeug und der Nuttiefe. Je kleiner die Toleranz definiert ist, desto exakter wird die Nut, desto länger dauert aber auch die Nachbearbeitung. **Empfehlung**: Toleranz von 0.02 mm verwenden. **Funktion inaktiv**: 0 eingeben (Grundeinstellung). Eingabebereich 0 bis 9,9999

Beispiel: NC-Sätze

```
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 FRAESEN
    Q16=25    ;RADIUS
    Q17=0     ;BEMASSUNGSART
    Q20=12    ;NUTBREITE
    Q21=0     ;TOLERANZ
```

8.4 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 TNC stellt das Werkzeug bei diesem Zyklus so an, dass die Wände bei aktiver Radiuskorrektur immer parallel zueinander verlaufen. Programmieren Sie die Mittelpunktsbahn des Steges mit Angabe der Werkzeug-Radiuskorrektur. Über die Radiuskorrektur legen Sie fest, ob die TNC den Steg im Gleich- oder Gegenlauf herstellt.

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

1. Die TNC positioniert das Werkzeug über den Startpunkt der Bearbeitung. Den Startpunkt berechnet die TNC aus der Stegbreite und dem Werkzeug-Durchmesser. Er liegt um die halbe Stegbreite und dem Werkzeug-Durchmesser versetzt neben dem ersten im Kontur-Unterprogramm definierten Punkt. Die Radius-Korrektur bestimmt, ob links (1, RL=Gleichlauf) oder rechts vom Steg (2, RR=Gegenlauf) gestartet wird
2. Nachdem die TNC auf die erste Zustelltiefe positioniert hat, fährt das Werkzeug auf einem Kreisbogen mit Fräsvorschub Q12 tangential an die Stegwand an. Ggf. wird das Schlichtaufmaß Seite berücksichtigt
3. Auf der ersten Zustelltiefe fräst das Werkzeug mit dem Fräsvorschub Q12 entlang der Stegwand, bis der Zapfen vollständig hergestellt ist
4. Anschließend fährt das Werkzeug tangential von der Stegwand weg zurück zum Startpunkt der Bearbeitung
5. Die Schritte 2 bis 4 wiederholen sich, bis die programmierte Frästiefe Q1 erreicht ist
6. Abschließend fährt das Werkzeug in der Werkzeug-Achse zurück auf die sichere Höhe oder auf die zuletzt vor dem Zyklus programmierte Position (abhängig von Maschinen-Parameter 7420)

Beim Programmieren beachten!

Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller für die Zylindermantel-Interpolation vorbereitet sein. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

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

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

Der Speicher für einen SL-Zyklus ist begrenzt. Sie können in einem SL-Zyklus maximal 8192 Konturelemente programmieren.

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

Der Zylinder muss mittig auf dem Rundtisch aufgespannt sein.

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

Diesen Zyklus können Sie auch bei geschwenkter Bearbeitungsebene ausführen.

Zyklusparameter

- **Frästiefe** Q1 (inkremental): Abstand zwischen Zylinder-Mantel und Konturgrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Schlichtaufmaß Seite** Q3 (inkremental): Schlichtaufmaß an der Stegwand. Das Schlichtaufmaß vergrößert die Stegbreite um den zweifachen eingegebenen Wert. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q6 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Zylinder Mantelfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Zustell-Tiefe** Q10 (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q11: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Spindelachse. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Vorschub Fräsen** Q12: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Zylinder-Radius** Q16: Radius des Zylinders, auf dem die Kontur bearbeitet werden soll. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Bemaßungsart? Grad =0 MM/INCH=1** Q17: Koordinaten der Drehachse im Unterprogramm in Grad oder mm (inch) programmieren
- **Stegbreite** Q20: Breite des herzustellenden Steges. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

Beispiel: NC-Sätze

```
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 FRAESEN
    Q16=25    ;RADIUS
    Q17=0     ;BEMASSUNGSART
    Q20=12    ;STEGBREITE
```

8.5 ZYLINDER-MANTEL Außenkontur fräsen (Zyklus 39, DIN/ISO: G139, Software-Option 1)

Zyklusablauf

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

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

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

Über den Maschinen-Parameter 7680, Bit 16 können Sie das Anfahrverhalten des Zyklus 39 festlegen:

- Bit 16 = 0:
  Tangentiales An- und Wegfahren ausführen.
- Bit 16 = 1:
  Am Konturstartpunkt senkrecht auf Tiefe fahren, ohne dass Werkzeug tangential anzufahren und am Konturendpunkt wieder nach oben ziehen ohne tangential wegzufahren.

Beim Programmieren beachten!

Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller für die Zylindermantel-Interpolation vorbereitet sein. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

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

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

Der Speicher für einen SL-Zyklus ist begrenzt. Sie können in einem SL-Zyklus maximal 8192 Konturelemente programmieren.

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

Der Zylinder muss mittig auf dem Rundtisch aufgespannt sein.

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

Diesen Zyklus können Sie auch bei geschwenkter Bearbeitungsebene ausführen.

Zyklusparameter

- **Frästiefe** Q1 (inkremental): Abstand zwischen Zylinder-Mantel und Konturgrund. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Schlichtaufmaß Seite** Q3 (inkremental): Schlichtaufmaß an der Konturwand. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q6 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeug-Stirnfläche und Zylinder Mantelfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Zustell-Tiefe** Q10 (inkremental): Maß, um das das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q11: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Spindelachse. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Vorschub Fräsen** Q12: Vorschub bei Verfahrbewegungen in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Zylinder-Radius** Q16: Radius des Zylinders, auf dem die Kontur bearbeitet werden soll. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Bemaßungsart? Grad =0 MM/INCH=1** Q17: Koordinaten der Drehachse im Unterprogramm in Grad oder mm (inch) programmieren

Beispiel: NC-Sätze

```
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 FRAESEN
    Q16=25     ;RADIUS
    Q17=0      ;BEMASSUNGSART
```

8.6 Programmierbeispiele

Beispiel: Zylinder-Mantel mit Zyklus 27

Hinweis:

- Maschine mit B-Kopf und C-Tisch
- Zylinder mittig auf Rundtisch aufgespannt.
- Bezugspunkt liegt in der Rundtisch-Mitte

0 BEGIN PGM C27 MM	
1 TOOL CALL 1 Z S2000	Werkzeug-Aufruf, Durchmesser 7
2 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
3 L X+50 Y0 R0 FMAX	Werkzeug auf Rundtisch-Mitte vorpositionieren
4 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+90 SPC+0 TURN MBMAX FMAX	Einschwenken
5 CYCL DEF 14.0 KONTUR	Kontur-Unterprogramm festlegen
6 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1	
7 CYCL DEF 27 ZYLINDER-MANTEL	Bearbeitungs-Parameter festlegen
Q1=-7 ;FRAESTIEFE	
Q3=+0 ;AUFMASS SEITE	
Q6=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q10=4 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q12=250 ;VORSCHUB FRAESEN	
Q16=25 ;RADIUS	
Q17=1 ;BEMASSUNGSART	

8 L C+0 R0 FMAX 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	Programm-Ende
12 LBL 1	Kontur-Unterprogramm
13 L C+40 X+20 RL	Angaben in der Drehachse in mm (Q17=1), Verfahren in X-Achse wegen 90° Einschwenkung
14 L C+50	
15 RND R7.5	
16 L X+60	
17 RND R7.5	
18 L IC-20	
19 RND R7.5	
20 L X+20	
21 RND R7.5	
22 L C+40	
23 LBL 0	
24 END PGM C27 MM	

Beispiel: Zylinder-Mantel mit Zyklus 28

Hinweise:

- Zylinder mittig auf Rundtisch aufgespannt.
- Maschine mit B-Kopf und C-Tisch
- Bezugspunkt liegt in der Rundtisch-Mitte
- Beschreibung der Mittelpunktsbahn im Kontur-Unterprogramm

`0 BEGIN PGM C28 MM`	
`1 TOOL CALL 1 Z S2000`	Werkzeug-Aufruf, Werkzeug-Achse Z, Durchmesser 7
`2 L Z+250 R0 FMAX`	Werkzeug freifahren
`3 L X+50 Y+0 R0 FMAX`	Werkzeug auf Rundtisch-Mitte positionieren
`4 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+90 SPC+0 TURN FMAX`	Einschwenken
`5 CYCL DEF 14.0 KONTUR`	Kontur-Unterprogramm festlegen
`6 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 1`	
`7 CYCL DEF 28 ZYLINDER-MANTEL`	Bearbeitungs-Parameter festlegen
`Q1=-7 ;FRAESTIEFE`	
`Q3=+0 ;AUFMASS SEITE`	
`Q6=2 ;SICHERHEITS-ABST.`	
`Q10=-4 ;ZUSTELL-TIEFE`	
`Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.`	
`Q12=250 ;VORSCHUB FRAESEN`	
`Q16=25 ;RADIUS`	
`Q17=1 ;BEMASSUNGSART`	
`Q20=10 ;NUTBREITE`	
`Q21=0.02 ;TOLERANZ`	Nachbearbeitung aktiv

8 L C+0 R0 FMAX M3 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	Programm-Ende
12 LBL 1	Kontur-Unterprogramm, Beschreibung der Mittelpunktsbahn
13 L C+40 X+0 RL	Angaben in der Drehachse in mm (Q17=1), Verfahren in X-Achse wegen 90° Einschwenkung
14 L X+35	
15 L C+60 X+52.5	
16 L X+70	
17 LBL 0	
18 END PGM C28 MM	

9

Bearbeitungszyklen: Konturtasche mit Konturformel

9.1 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 Programme ein. Dadurch sind alle Teilkonturen beliebig wiederverwendbar. Aus den gewählten Teilkonturen, die Sie über eine Konturformel miteinander verknüpfen, berechnet die TNC die Gesamtkontur.

Der Speicher für einen SL-Zyklus (alle Konturbeschreibungs-Programme) ist auf maximal **128 Konturen** begrenzt. Die Anzahl der möglichen Konturelemente hängt von der Konturart (Innen-/Außenkontur) und der Anzahl der Konturbeschreibungen ab und beträgt maximal **8192** Konturelemente.

Die SL-Zyklen mit Konturformel setzen einen strukturierten Programmaufbau voraus und bieten die Möglichkeit, immer wiederkehrende Konturen in einzelnen Programmen abzulegen. Über die Konturformel verknüpfen Sie die Teilkonturen zu einer Gesamtkontur und legen fest, ob es sich um eine Tasche oder Insel handelt.

Die Funktion SL-Zyklen mit Konturformel ist in der Bedienoberfläche der TNC auf mehrere Bereiche verteilt und dient als Grundlage für weitergehende Entwicklungen.

Beispiel: 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 TNC erkennt grundsätzlich alle Konturen als Tasche. Programmieren Sie keine Radiuskorrektur. In der Konturformel können Sie eine Tasche durch negieren in eine Insel umwandeln.
- Die TNC ignoriert Vorschübe F und Zusatz-Funktionen M
- Koordinaten-Umrechnungen sind erlaubt. Werden sie innerhalb der Teilkonturen programmiert, wirken sie auch in den nachfolgenden Unterprogrammen, müssen aber nach dem Zyklusaufruf nicht zurückgesetzt werden
- Die Unterprogramme dürfen auch Koordinaten in der Spindelachse enthalten, diese werden aber ignoriert
- Im ersten Koordinatensatz des Unterprogramms legen Sie die Bearbeitungsebene fest. Zusatzachsen U,V,W sind erlaubt

Eigenschaften der Bearbeitungszyklen

- Die TNC positioniert vor jedem Zyklus automatisch auf den Sicherheits-Abstand
- Jedes Tiefen-Niveau wird ohne Werkzeug-Abheben gefräst; Inseln werden seitlich umfahren
- Der Radius von „Innen-Ecken“ ist programmierbar – das Werkzeug bleibt nicht stehen, Freischneide-Markierungen werden verhindert (gilt für äußerste Bahn beim Räumen und Seiten-Schlichten)
- Beim Seiten-Schlichten fährt die TNC die Kontur auf einer tangentialen Kreisbahn an
- Beim Tiefen-Schlichten fährt die TNC das Werkzeug ebenfalls auf einer tangentialen Kreisbahn an das Werkstück (z.B.: Spindelachse Z: Kreisbahn in Ebene Z/X)
- Die TNC bearbeitet die Kontur durchgehend im Gleichlauf bzw. im Gegenlauf

Mit Maschinen-Parameter 7420 legen Sie fest, wohin die TNC das Werkzeug am Ende der Zyklen 21 bis 24 positionieren soll.

Die Maßangaben für die Bearbeitung, wie Frästiefe, Aufmaße und Sicherheits-Abstand geben Sie zentral im Zyklus 20 als KONTUR-DATEN ein.

Beispiel: Schema: Verrechnung der Teilkonturen mit Konturformel

```
0 BEGIN PGM MODEL MM
1 DECLARE CONTOUR QC1 = "KREIS1"
2 DECLARE CONTOUR QC2 = "KREIS31XY"
3 DECLARE CONTOUR QC3 = "DREIECK"
4 DECLARE CONTOUR QC4 = "QUADRAT"
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
...
...
```

Programm mit Konturdefinitionen wählen

Mit der Funktion **SEL CONTOUR** wählen Sie ein Programm mit Kontur-Definitionen, aus denen die TNC die Konturbeschreibungen entnimmt:

SPEC FCT

- Softkey-Leiste mit Sonderfunktionen einblenden

KONTUR/-PUNKT BEARB.

- Menü für Funktionen zur Kontur- und Punktbearbeitung wählen

KOMPLEXE KONTUR-FORMEL

- Menü für komplexe Konturformel wählen

SEL CONTOUR

- Softkey SEL CONTOUR drücken

AUSWAHL FENSTER

- Softkey AUSWAHL FENSTER drücken: Die TNC blendet ein Fenster ein, in dem Sie das Programm mit der Kontur-Definitionen wählen können
- Gewünschtes Programm mit Pfeiltasten oder per Mouse-Klick wählen, mit Taste ENT bestätigen: Die TNC trägt den vollständigen Pfadnamen in den **SEL CONTOUR**-Satz ein
- Funktion mit Taste END abschließen
- Vollständigen Programmnamen des Programms mit der Kontur-Definitionen eingeben, mit Taste END bestätigen

Alternativ können Sie den Programm-Namen oder den vollständigen Pfadnamen des Programms mit der Kontur-Definitionen auch direkt über die Tastatur eingeben.

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 Programm den Pfad für Programme an, aus denen die TNC die Konturbeschreibungen entnimmt. Desweiteren 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 zur Kontur- und Punktbearbeitung wählen

KOMPLEXE KONTUR-FORMEL

- Menü für komplexe Konturformel wählen

DECLARE CONTOUR

- Softkey DECLARE CONTOUR drücken
- Nummer für den Konturbezeichner **QC** eingeben, mit Taste ENT bestätigen

AUSWAHL FENSTER

- Softkey AUSWAHL FENSTER drücken: Die TNC blendet ein Fenster ein, in dem Sie das zu rufende Programm wählen können
- Gewünschtes Programm mit der Kontur-Beschreibung mit Pfeiltasten oder per Mouse-Klick wählen, mit Taste ENT bestätigen: Die TNC trägt den vollständigen Pfadnamen in den **DECLARE CONTOUR**-Satz ein
- Separate Tiefe für die gewählte Kontur definieren
- Funktion mit Taste END abschließen

Alternativ können Sie den Programm-Namen des Programms mit der Kontur-Beschreibung oder den vollständigen Pfadnamen des Programms auch direkt über die Tastatur eingeben.

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:

SPEC FCT

▶ Softkey-Leiste mit Sonderfunktionen einblenden

KONTUR/-PUNKT BEARB.

▶ Menü für Funktionen zur Kontur- und Punktbearbeitung wählen

KOMPLEXE KONTUR-FORMEL

▶ Menü für komplexe Konturformel wählen

KONTUR-FORMEL

▶ Softkey KONTUR FORMEL drücken: Die TNC zeigt folgende Softkeys an:

Verknüpfungs-Funktion	Softkey
geschnitten mit z.B. `QC10 = QC1 & QC5`	
vereinigt mit z.B. `QC25 = QC7 | QC18`	
vereinigt mit, aber ohne Schnitt z.B. `QC12 = QC5 ^ QC25`	
geschnitten mit Komplement von z.B. `QC25 = QC1 \ QC2`	
Komplement des Konturgebietes z.B. `QC12 = #QC11`	
Klammer auf z.B. `QC12 = QC1 * (QC2 + QC3)`	(
Klammer zu z.B. `QC12 = QC1 * (QC2 + QC3)`	)
Einzelne Kontur definieren z.B. `QC12 = QC1`	

Überlagerte Konturen

Die TNC betrachtet grundsätzlich eine programmierte Kontur als Tasche. Mit den Funktionen der Konturformel haben Sie die Möglichkeit, eine Kontur in eine Insel umzuwandeln

Taschen und Inseln können Sie zu einer neuen Kontur überlagern. Damit können Sie die Fläche einer Tasche durch eine überlagerte Tasche vergrößern oder eine Insel verkleinern.

Unterprogramme: Überlagerte Taschen

Die nachfolgenden Programmierbeispiele sind Konturbeschreibungs-Programme, die in einem Konturdefinitions-Programm definiert sind. Das Konturdefinitions-Programm wiederum ist über die Funktion **SEL CONTOUR** im eigentlichen Hauptprogramm aufzurufen.

Die Taschen A und B überlagern sich.

Die TNC berechnet die Schnittpunkte S1 und S2, sie müssen nicht programmiert werden.

Die Taschen sind als Vollkreise programmiert.

Konturbeschreibungs-Programm 1: Tasche A

```
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
```

Konturbeschreibungs-Programm 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 Programmen ohne Radiuskorrektur programmiert sein
- In der Konturformel werden die Flächen A und B mit der Funktion “vereinigt mit“ verrechnet

Konturdefinitions-Programm:

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

Konturdefinitions-Programm:

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

Konturdefinitions-Programm:

```
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“ auf Seite 188).

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	Rohteil-Definition
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+2.5	Werkzeug-Definition Schruppfräser
4 TOOL DEF 2 L+0 R+3	Werkzeug-Definition Schlichtfräser
5 TOOL CALL 1 Z S2500	Werkzeug-Aufruf Schruppfräser
6 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
7 SEL CONTOUR "MODEL"	Konturdefinitions-Programm festlegen
8 CYCL DEF 20 KONTUR-DATEN	Allgemeine Bearbeitungs-Parameter festlegen
Q1=-20 ;FRAESTIEFE	
Q2=1 ;BAHN-UEBERLAPPUNG	
Q3=+0.5 ;AUFMASS SEITE	
Q4=+0.5 ;AUFMASS TIEFE	
Q5=+0 ;KOOR. OBERFLAECHE	
Q6=2 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q7=+100 ;SICHERE HOEHE	
Q8=0.1 ;RUNDUNGSRADIUS	
Q9=-1 ;DREHSINN	
9 CYCL DEF 22 RAEUMEN	Zyklus-Definition 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	
10 CYCL CALL M3	Zyklus-Aufruf Räumen
11 TOOL CALL 2 Z S5000	Werkzeug-Aufruf Schlichtfräser
12 CYCL DEF 23 SCHLICHTEN TIEFE	Zyklus-Definition Schlichten Tiefe
Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q12=200 ;VORSCHUB RAEUMEN	
13 CYCL CALL M3	Zyklus-Aufruf Schlichten Tiefe
14 CYCL DEF 24 SCHLICHTEN SEITE	Zyklus-Definition Schlichten Seite
Q9=+1 ;DREHSINN	
Q10=5 ;ZUSTELL-TIEFE	
Q11=100 ;VORSCHUB TIEFENZ.	
Q12=400 ;VORSCHUB RAEUMEN	
Q14=+0 ;AUFMASS SEITE	
15 CYCL CALL M3	Zyklus-Aufruf Schlichten Seite
16 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
17 END PGM KONTUR MM	

Konturdefinitions-Programm mit Konturformel:

0 BEGIN PGM MODEL MM	Konturdefinitions-Programm
1 DECLARE CONTOUR QC1 = "KREIS1"	Definition des Konturbezeichners für das 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 Programm “KREIS31XY“
6 DECLARE CONTOUR QC3 = "DREIECK"	Definition des Konturbezeichners für das Programm “DREIECK“
7 DECLARE CONTOUR QC4 = "QUADRAT"	Definition des Konturbezeichners für das Programm “QUADRAT“
8 QC10 = (QC 1 | QC 2) \ QC 3 \ QC 4	Konturformel
9 END PGM MODEL MM	

Konturbeschreibungs-Programme:

0 BEGIN PGM KREIS1 MM	Konturbeschreibungs-Programm: 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	Konturbeschreibungs-Programm: 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	Konturbeschreibungs-Programm: 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	Konturbeschreibungs-Programm: 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	

9.2 SL-Zyklen mit einfacher Konturformel

Grundlagen

Mit den SL-Zyklen und der einfachen Konturformel können Sie Konturen aus bis zu 9 Teilkonturen (Taschen oder Inseln) auf einfache Weise zusammensetzen. Die einzelnen Teilkonturen (Geometriedaten) geben Sie als separate Programme ein. Dadurch sind alle Teilkonturen beliebig wiederverwendbar. Aus den gewählten Teilkonturen berechnet die TNC die Gesamtkontur.

Der Speicher für einen SL-Zyklus (alle Konturbeschreibungs-Programme) ist auf maximal **128 Konturen** begrenzt. Die Anzahl der möglichen Konturelemente hängt von der Konturart (Innen-/Außenkontur) und der Anzahl der Konturbeschreibungen ab und beträgt maximal ca. **8192** Konturelemente.

Eigenschaften der Teilkonturen

- Die TNC erkennt grundsätzlich alle Konturen als Tasche. Programmieren Sie keine Radiuskorrektur.
- Die TNC ignoriert Vorschübe F und Zusatz-Funktionen M.
- Koordinaten-Umrechnungen sind erlaubt. Werden sie innerhalb der Teilkonturen programmiert, wirken sie auch in den nachfolgenden Unterprogrammen, müssen aber nach dem Zyklusaufruf nicht zurückgesetzt werden
- Die Unterprogramme dürfen auch Koordinaten in der Spindelachse enthalten, diese werden aber ignoriert
- Im ersten Koordinatensatz des Unterprogramms legen Sie die Bearbeitungsebene fest. Zusatzachsen U,V,W sind erlaubt

Beispiel: 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 Bearbeitungszyklen

- Die TNC positioniert vor jedem Zyklus automatisch auf den Sicherheits-Abstand
- Jedes Tiefen-Niveau wird ohne Werkzeug-Abheben gefräst; Inseln werden seitlich umfahren
- Der Radius von „Innen-Ecken“ ist programmierbar – das Werkzeug bleibt nicht stehen, Freischneide-Markierungen werden verhindert (gilt für äußerste Bahn beim Räumen und Seiten-Schlichten)
- Beim Seiten-Schlichten fährt die TNC die Kontur auf einer tangentialen Kreisbahn an
- Beim Tiefen-Schlichten fährt die TNC das Werkzeug ebenfalls auf einer tangentialen Kreisbahn an das Werkstück (z.B.: Spindelachse Z: Kreisbahn in Ebene Z/X)
- Die TNC bearbeitet die Kontur durchgehend im Gleichlauf bzw. im Gegenlauf

Mit Maschinen-Parameter 7420 legen Sie fest, wohin die TNC das Werkzeug am Ende der Zyklen 21 bis 24 positionieren soll.

Die Maßangaben für die Bearbeitung, wie Frästiefe, Aufmaße und Sicherheits-Abstand 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 zur Kontur- und Punktbearbeitung wählen

CONTOUR DEF

- Softkey CONTOUR DEF drücken: Die TNC startet die Eingabe der Konturformel
- Namen der ersten Teilkontur über den Softkey AUSWAHL FENSTER wählen oder direkt 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 über den Softkey AUSWAHL FENSTER wählen oder direkt 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 TNC die eingegebene Tiefe als Inselhöhe. Der eingegebene, vorzeichenlose Wert bezieht sich dann auf die Werkstück-Oberfläche!
- Wenn 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" auf Seite 188).

10

Bearbeitungszyklen: Abzeilen

10.1 Grundlagen

Übersicht

Die TNC stellt vier Zyklen zur Verfügung, mit denen Sie Flächen mit folgenden Eigenschaften bearbeiten können:

- Von einem CAD-/CAM-System erzeugt
- Eben rechteckig
- Eben schiefwinklig
- Beliebig geneigt
- In sich verwunden

Zyklus	Softkey	Seite
30 3D-DATEN ABARBEITEN Zum Abzeilen von 3D-Daten in mehreren Zustellungen		Seite 261
230 ABZEILEN Für ebene rechteckige Flächen		Seite 263
231 REGELFLAECHE Für schiefwinklige, geneigte und verwundene Flächen		Seite 265
232 PLANFRAESEN Für ebene rechteckige Flächen, mit Aufmaß-Angabe und mehreren Zustellungen		Seite 269

10.2 3D-DATEN ABARBEITEN (Zyklus 30, DIN/ISO: G60)

Zyklusablauf

1. Die TNC positioniert das Werkzeug im Eilgang **FMAX** von der aktuellen Position aus in der Spindelachse auf Sicherheits-Abstand über den im Zyklus programmierten MAX-Punkt
2. Anschließend fährt die TNC das Werkzeug mit **FMAX** in der Bearbeitungsebene auf den im Zyklus programmierten MIN-Punkt
3. Von dort aus fährt das Werkzeug mit Vorschub Tiefenzustellung auf den ersten Konturpunkt
4. Anschließend arbeitet die TNC alle im angegeben Programm gespeicherten Punkte im **Vorschub Fräsen** ab; falls nötig fährt die TNC zwischendurch auf **Sicherheits-Abstand**, um unbearbeitete Bereiche zu überspringen
5. Am Ende fährt die TNC das Werkzeug mit **FMAX** zurück auf den Sicherheits-Abstand

Beim Programmieren beachten!

Mit Zyklus 30 können Sie insbesondere extern erstellte Klartext-Dialog-Programme in mehreren Zustellungen abarbeiten.

Zyklusparameter

- **Datei-Name 3D-Daten**: Name des Programmes eingeben, in der die Konturdaten gespeichert sind; wenn die Datei nicht im aktuellen Verzeichnis steht, kompletten Pfad eingeben. Maximal 254 Zeichen eingebbar
- **MIN-Punkt Bereich**: Minimal-Punkt (X-, Y- und Z-Koordinate) des Bereichs, in dem gefräst werden soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **MAX-Punkt Bereich**: Maximal-Punkt (X-, Y- und Z-Koordinate) des Bereichs, in dem gefräst werden soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sicherheits-Abstand** 1 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück-Oberfläche bei Eilgang-Bewegungen. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Zustell-Tiefe** 2 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils zugestellt wird. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Vorschub Tiefenzustellung** 3: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**
- **Vorschub Fräsen** 4: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**
- **Zusatz-Funktion M**: Optionale Eingabe von bis zu zwei Zusatz-Funktionen, z.B. M13. Eingabebereich 0 bis 999

Beispiel: NC-Sätze

```
64 CYCL DEF 30.0 3D-DATEN ABARBEITEN
65 CYCL DEF 30.1 PGM DIGIT.: BSP.H
66 CYCL DEF 30.2 X+0 Y+0 Z-20
67 CYCL DEF 30.3 X+100 Y+100 Z+0
68 CYCL DEF 30.4 ABST 2
69 CYCL DEF 30.5 ZUSTLG -5 F100
70 CYCL DEF 30.6 F350 M8
```

10.3 ABZEILEN (Zyklus 230, DIN/ISO: G230)

Zyklusablauf

1 Die TNC positioniert das Werkzeug im Eilgang **FMAX** von der aktuellen Position aus in der Bearbeitungsebene auf den Startpunkt 1; die TNC versetzt das Werkzeug dabei um den Werkzeug-Radius nach links und nach oben
2 Anschließend fährt das Werkzeug mit **FMAX** in der Spindelachse auf Sicherheits-Abstand und danach im Vorschub Tiefenzustellung auf die programmierte Startposition in der Spindelachse
3 Danach fährt das Werkzeug mit dem programmierten Vorschub Fräsen auf den Endpunkt 2; den Endpunkt berechnet die TNC aus dem programmierten Startpunkt, der programmierten Länge und dem Werkzeug-Radius
4 Die TNC versetzt das Werkzeug mit Vorschub Fräsen quer auf den Startpunkt der nächsten Zeile; die TNC berechnet den Versatz aus der programmierten Breite und der Anzahl der Schnitte
5 Danach fährt das Werkzeug in negativer Richtung der 1. Achse zurück
6 Das Abzeilen wiederholt sich, bis die eingegebene Fläche vollständig bearbeitet ist
7 Am Ende fährt die TNC das Werkzeug mit **FMAX** zurück auf den Sicherheits-Abstand

Beim Programmieren beachten!

Die TNC positioniert das Werkzeug von der aktuellen Position zunächst in der Bearbeitungsebene und anschließend in der Spindelachse auf den Startpunkt.

Werkzeug so vorpositionieren, dass keine Kollision mit dem Werkstück oder Spannmitteln erfolgen kann.

Zyklusparameter

- **Startpunkt 1. Achse** Q225 (absolut): Min-Punkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Startpunkt 2. Achse** Q226 (absolut): Min-Punkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Startpunkt 3. Achse** Q227 (absolut): Höhe in der Spindelachse, auf der abgezeilt wird. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **1. Seiten-Länge** Q218 (inkremental): Länge der abzuzeilenden Fläche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene, bezogen auf den Startpunkt 1. Achse. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **2. Seiten-Länge** Q219 (inkremental): Länge der abzuzeilenden Fläche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene, bezogen auf den Startpunkt 2. Achse. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Anzahl Schnitte** Q240: Anzahl der Zeilen, auf denen die TNC das Werkzeug in der Breite verfahren soll. Eingabebereich 0 bis 99999
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren vom Sicherheits-Abstand auf die Frästiefe in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Vorschub quer** Q209: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fahren auf die nächste Zeile in mm/min; wenn Sie im Material quer fahren, dann Q209 kleiner als Q207 eingeben; wenn Sie im Freien quer fahren, dann darf Q209 größer als Q207 sein. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Frästiefe für Positionierung am Zyklus-Anfang und am Zyklus-Ende. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**

Beispiel: NC-Sätze

```
71 CYCL DEF 230 ABZEILEN
    Q225=+10  ;STARTPUNKT 1. ACHSE
    Q226=+12  ;STARTPUNKT 2. ACHSE
    Q227=+2.5 ;STARTPUNKT 3. ACHSE
    Q218=150  ;1. SEITEN-LAENGE
    Q219=75   ;2. SEITEN-LAENGE
    Q240=25   ;ANZAHL SCHNITTE
    Q206=150  ;VORSCHUB TIEFENZ.
    Q207=500  ;VORSCHUB FRAESEN
    Q209=200  ;VORSCHUB QUER
    Q200=2    ;SICHERHEITS-ABST.
```

10.4 REGELFLAECHE (Zyklus 231; DIN/ISO: G231)

Zyklusablauf

1. Die TNC positioniert das Werkzeug von der aktuellen Position aus mit einer 3D-Geradenbewegung auf den Startpunkt 1
2. Anschließend fährt das Werkzeug mit dem programmierten Vorschub Fräsen auf den Endpunkt 2
3. Dort fährt die TNC das Werkzeug im Eilgang **FMAX** um den Werkzeug-Durchmesser in positive Spindelachsenrichtung und danach wieder zurück zum Startpunkt 1
4. Am Startpunkt 1 fährt die TNC das Werkzeug wieder auf den zuletzt gefahrenen Z-Wert
5. Anschließend versetzt die TNC das Werkzeug in allen drei Achsen von Punkt 1 in Richtung des Punktes 4 auf die nächste Zeile
6. Danach fährt die TNC das Werkzeug auf den Endpunkt dieser Zeile. Den Endpunkt berechnet die TNC aus Punkt 2 und einem Versatz in Richtung Punkt 3
7. Das Abzeilen wiederholt sich, bis die eingegebene Fläche vollständig bearbeitet ist
8. Am Ende positioniert die TNC das Werkzeug um den Werkzeug-Durchmesser über den höchsten eingegebenen Punkt in der Spindelachse

Schnittführung

Der Startpunkt und damit die Fräsrichtung ist frei wählbar, weil die TNC die Einzelschnitte grundsätzlich von Punkt 1 nach Punkt 2 fährt und der Gesamtablauf von Punkt 1 / 2 nach Punkt 3 / 4 verläuft. Sie können Punkt 1 an jede Ecke der zu bearbeitenden Fläche legen.

Die Oberflächengüte beim Einsatz von Schaftfräsern können Sie optimieren:

- Durch stoßenden Schnitt (Spindelachsenkoordinate Punkt 1 größer als Spindelachsenkoordinate Punkt 2) bei wenig geneigten Flächen.
- Durch ziehenden Schnitt (Spindelachsenkoordinate Punkt 1 kleiner als Spindelachsenkoordinate Punkt 2) bei stark geneigten Flächen
- Bei windschiefen Flächen, Hauptbewegungs-Richtung (von Punkt 1 nach Punkt 2) in die Richtung der stärkeren Neigung legen

Die Oberflächengüte beim Einsatz von Radiusfräsern können Sie optimieren:

- Bei windschiefen Flächen Hauptbewegungs-Richtung (von Punkt 1 nach Punkt 2) senkrecht zur Richtung der stärksten Neigung legen

Beim Programmieren beachten!

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

Die TNC fährt das Werkzeug mit Radiuskorrektur R0 zwischen den eingegebenen Positionen

Ggf. Fräser mit einem über Mitte schneidenden Stirnzahn verwenden (DIN 844).

Zyklusparameter

- **Startpunkt 1. Achse** Q225 (absolut): Startpunkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Startpunkt 2. Achse** Q226 (absolut): Startpunkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Startpunkt 3. Achse** Q227 (absolut): Startpunkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Spindelachse. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Punkt 1. Achse** Q228 (absolut): Endpunkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Punkt 2. Achse** Q229 (absolut): Endpunkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Punkt 3. Achse** Q230 (absolut): Endpunkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Spindelachse. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **3. Punkt 1. Achse** Q231 (absolut): Koordinate des Punktes **3** in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **3. Punkt 2. Achse** Q232 (absolut): Koordinate des Punktes **3** in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **3. Punkt 3. Achse** Q233 (absolut): Koordinate des Punktes **3** in der Spindelachse. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

- **4. Punkt 1. Achse** Q234 (absolut): Koordinate des Punktes **4** in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **4. Punkt 2. Achse** Q235 (absolut): Koordinate des Punktes **4** in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **4. Punkt 3. Achse** Q236 (absolut): Koordinate des Punktes **4** in der Spindelachse. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Anzahl Schnitte** Q240: Anzahl der Zeilen, die die TNC das Werkzeug zwischen Punkt **1** und **4**, bzw. zwischen Punkt **2** und **3** verfahren soll. Eingabebereich 0 bis 99999
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/ min. Die TNC führt den ersten Schnitt mit dem halben programmierten Wert aus. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**

Beispiel: NC-Sätze

```
72 CYCL DEF 231 REGELFLAECHE
    Q225=+0   ;STARTPUNKT 1. ACHSE
    Q226=+5   ;STARTPUNKT 2. ACHSE
    Q227=-2   ;STARTPUNKT 3. ACHSE
    Q228=+100 ;2. PUNKT 1. ACHSE
    Q229=+15  ;2. PUNKT 2. ACHSE
    Q230=+5   ;2. PUNKT 3. ACHSE
    Q231=+15  ;3. PUNKT 1. ACHSE
    Q232=+125 ;3. PUNKT 2. ACHSE
    Q233=+25  ;3. PUNKT 3. ACHSE
    Q234=+15  ;4. PUNKT 1. ACHSE
    Q235=+125 ;4. PUNKT 2. ACHSE
    Q236=+25  ;4. PUNKT 3. ACHSE
    Q240=40   ;ANZAHL SCHNITTE
    Q207=500  ;VORSCHUB FRAESEN
```

10.5 PLANFRAESEN (Zyklus 232, DIN/ISO: G232)

Zyklusablauf

Mit dem Zyklus 232 können Sie eine ebene Fläche in mehreren Zustellungen und unter Berücksichtigung eines Schlicht-Aufmaßes planfräsen. Dabei stehen drei Bearbeitungsstrategien zur Verfügung:

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

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

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

Strategie Q389=0

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

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

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

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

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

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

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

Strategie Q389=1

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

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

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

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

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

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

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

Strategie Q389=2

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

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

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

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

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

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

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

Beim Programmieren beachten!

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

Zyklusparameter

- **Bearbeitungsstrategie (0/1/2)** Q389: Festlegen, wie die TNC die Fläche bearbeiten soll:
  0: Mäanderförmig bearbeiten, seitliche Zustellung im Positionier-Vorschub ausserhalb der zu bearbeitenden Fläche
  1: Mäanderförmig bearbeiten, seitliche Zustellung im Fräsvorschub innerhalb der zu bearbeitenden Fläche
  2: Zeilenweise bearbeiten, Rückzug und seitliche Zustellung im Positionier-Vorschub
- **Startpunkt 1. Achse** Q225 (absolut): Startpunkt-Koordinate der zu bearbeitenden Fläche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Startpunkt 2. Achse** Q226 (absolut): Startpunkt-Koordinate der abzuzeilenden Fläche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Startpunkt 3. Achse** Q227 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche, von der aus die Zustellungen berechnet werden. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Endpunkt 3. Achse** Q386 (absolut): Koordinate in der Spindelachse, auf die die Fläche plangefräst werden soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **1. Seiten-Länge** Q218 (inkremental): Länge der zu bearbeitenden Fläche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Über das Vorzeichen können Sie die Richtung der ersten Fräsbahn bezogen auf den **Startpunkt 1. Achse** festlegen. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Seiten-Länge** Q219 (inkremental): Länge der zu bearbeitenden Fläche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Über das Vorzeichen können Sie die Richtung der ersten Querzustellung bezogen auf den **Startpunkt 2. Achse** festlegen. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

- **Maximale Zustell-Tiefe** Q202 (inkremental): Maß, um welches das Werkzeug jeweils **maximal** zugestellt wird. Die TNC berechnet die tatsächliche Zustell-Tiefe aus der Differenz zwischen Endpunkt und Startpunkt in der Werkzeugachse – unter Berücksichtigung des Schlichtaufmaßes – so, dass jeweils mit gleichen Zustell-Tiefen bearbeitet wird. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Schlichtaufmaß Tiefe** Q369 (inkremental): Wert, mit dem die letzte Zustellung verfahren werden soll. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Max. Bahn-Überlappung Faktor** Q370: **Maximale** seitliche Zustellung k. Die TNC berechnet die tatsächliche seitliche Zustellung aus der 2. Seitenlänge (Q219) und dem Werkzeug-Radius so, dass jeweils mit konstanter seitlicher Zustellung bearbeitet wird. Wenn Sie in der Werkzeug-Tabelle einen Radius R2 eingetragen haben (z.B. Plattenradius bei Verwendung eines Messerkopfes), verringert die TNC die seitlichen Zustellung entsprechend. Eingabebereich 0,1 bis 1,9999 alternativ **PREDEF**
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Vorschub Schlichten** Q385: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Fräsen der letzten Zustellung in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Vorschub Vorpositionieren** Q253: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Anfahren der Startposition und beim Fahren auf die nächste Zeile in mm/min; wenn Sie im Material quer fahren (Q389=1), dann fährt die TNC die Querzustellung mit Fräsvorschub Q207. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**

- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand zwischen Werkzeugspitze und Startposition in der Werkzeugachse. Wenn Sie mit Bearbeitungsstrategie Q389=2 fräsen, fährt die TNC im Sicherheits-Abstand über der aktuellen Zustell-Tiefe den Startpunkt auf der nächsten Zeile an. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Sicherheits-Abstand Seite** Q357 (inkremental): Seitlicher Abstand des Werkzeuges vom Werkstück beim Anfahren der ersten Zustell-Tiefe und Abstand, auf dem die seitliche Zustellung bei Bearbeitungsstrategie Q389=0 und Q389=2 verfahren wird. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**

Beispiel: NC-Sätze

```
71 CYCL DEF 232 PLANFRAESEN
    Q389=2    ;STRATEGIE
    Q225=+10  ;STARTPUNKT 1. ACHSE
    Q226=+12  ;STARTPUNKT 2. ACHSE
    Q227=+2.5 ;STARTPUNKT 3. ACHSE
    Q386=-3   ;ENDPUNKT 3. ACHSE
    Q218=150  ;1. SEITEN-LAENGE
    Q219=75   ;2. SEITEN-LAENGE
    Q202=2    ;MAX. ZUSTELL-TIEFE
    Q369=0.5  ;AUFMASS TIEFE
    Q370=1    ;MAX. UEBERLAPPUNG
    Q207=500  ;VORSCHUB FRAESEN
    Q385=800  ;VORSCHUB SCHLICHTEN
    Q253=2000 ;VORSCHUB VORPOS.
    Q200=2    ;SICHERHEITS-ABST.
    Q357=2    ;SI.-ABSTAND SEITE
    Q204=2    ;2. SICHERHEITS-ABST.
```

10.6 Programmierbeispiele

Beispiel: Abzeilen

0 BEGIN PGM C230 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z+0	Rohteil-Definition
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+40	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+5	Werkzeug-Definition
4 TOOL CALL 1 Z S3500	Werkzeug-Aufruf
5 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
6 CYCL DEF 230 ABZEILEN	Zyklus-Definition Abzeilen
Q225=+0 ;STARTPUNKT 1. ACHSE	
Q226=+0 ;STARTPUNKT 2. ACHSE	
Q227=+35 ;STARTPUNKT 3. ACHSE	
Q218=100 ;1. SEITEN-LAENGE	
Q219=100 ;2. SEITEN-LAENGE	
Q240=25 ;ANZAHL SCHNITTE	
Q206=250 ;F TIEFENZUST.	
Q207=400 ;F FRAESEN	
Q209=150 ;F QUER	
Q200=2 ;SICHERHEITSABST.	

7 L X+-25 Y+0 R0 FMAX M3	Vorpositionieren in die Nähe des Startpunkts
8 CYCL CALL	Zyklus-Aufruf
9 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
10 END PGM C230 MM	

11

Zyklen: Koordinaten-Umrechnungen

11.1 Grundlagen

Übersicht

Mit Koordinaten-Umrechnungen kann die TNC eine einmal programmierte Kontur an verschiedenen Stellen des Werkstücks mit veränderter Lage und Größe ausführen. Die TNC stellt folgende Koordinaten-Umrechnungszyklen zur Verfügung:

Zyklus	Softkey	Seite
7 NULLPUNKT Konturen verschieben direkt im Programm oder aus Nullpunkt-Tabellen		Seite 279
247 BEZUGSPUNKT SETZEN Bezugspunkt während des Programmlaufs setzen		Seite 286
8 SPIEGELN Konturen spiegeln		Seite 287
10 DREHUNG Konturen in der Bearbeitungsebene drehen		Seite 289
11 MASSFAKTOR Konturen verkleinern oder vergrößern		Seite 291
26 ACHSSPEZIFISCHER MASSFAKTOR Konturen verkleinern oder vergrößern mit achsspezifischen Maßfaktoren		Seite 293
19 BEARBEITUNGSEBENE Bearbeitungen im geschwenkten Koordinatensystem durchführen für Maschinen mit Schwenkköpfen und/oder Drehtischen		Seite 295

Wirksamkeit der Koordinaten-Umrechnungen

Beginn der Wirksamkeit: Eine Koordinaten-Umrechnung wird ab ihrer Definition wirksam – wird also nicht aufgerufen. Sie wirkt so lange, bis sie rückgesetzt oder neu definiert wird.

Koordinaten-Umrechnung rücksetzen:

- Zyklus mit Werten für das Grundverhalten erneut definieren, z.B. Maßfaktor 1.0
- Zusatzfunktionen M2, M30 oder den Satz END PGM ausführen (abhängig von Maschinen-Parameter 7300)
- Neues Programm wählen
- Zusatzfunktion M142 Modale Programminformationen löschen programmieren

11.2 NULLPUNKT-Verschiebung (Zyklus 7, DIN/ISO: G54)

Wirkung

Mit der NULLPUNKT-VERSCHIEBUNG können Sie Bearbeitungen an beliebigen Stellen des Werkstücks wiederholen.

Nach einer Zyklus-Definition NULLPUNKT-VERSCHIEBUNG beziehen sich alle Koordinaten-Eingaben auf den neuen Nullpunkt. Die Verschiebung in jeder Achse zeigt die TNC in der zusätzlichen Status-Anzeige an. Die Eingabe von Drehachsen ist auch erlaubt.

Rücksetzen

- Verschiebung zu den Koordinaten X=0; Y=0 etc. durch erneute Zyklus-Definition programmieren
- Funktion **TRANS DATUM RESET** verwenden
- Aus der Nullpunkt-Tabelle Verschiebung zu den Koordinaten X=0; Y=0 etc. aufrufen

Grafik

Wenn Sie nach einer Nullpunkt-Verschiebung eine neue **BLK FORM** programmieren, können Sie über den Maschinen-Parameter 7310 entscheiden, ob sich die **BLK FORM** auf den neuen oder alten Nullpunkt beziehen soll. Bei der Bearbeitung mehrerer Teile kann die TNC dadurch jedes Teil einzeln grafisch darstellen.

Zyklusparameter

▶ **Verschiebung**: Koordinaten des neuen Nullpunkts eingeben; Absolutwerte beziehen sich auf den Werkstück-Nullpunkt, der durch das Bezugspunkt-Setzen festgelegt ist; Inkrementalwerte beziehen sich immer auf den zuletzt gültigen Nullpunkt – dieser kann bereits verschoben sein. Eingabe-Bereich bis zu 6 NC-Achsen, jeweils von -99999,9999 bis 99999,9999

Beispiel: NC-Sätze

```
13 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT
14 CYCL DEF 7.1 X+60
16 CYCL DEF 7.3 Z-5
15 CYCL DEF 7.2 Y+40
```

11.3 NULLPUNKT-Verschiebung mit Nullpunkt-Tabellen (Zyklus 7, DIN/ISO: G53)

Wirkung

Nullpunkt-Tabellen setzen Sie z.B. ein bei

- häufig wiederkehrenden Bearbeitungsgängen an verschiedenen Werkstück-Positionen oder
- häufiger Verwendung derselben Nullpunktverschiebung

Innerhalb eines Programms können Sie Nullpunkte sowohl direkt in der Zyklus-Definition programmieren als auch aus einer Nullpunkt-Tabelle heraus aufrufen.

Rücksetzen

- Aus der Nullpunkt-Tabelle Verschiebung zu den Koordinaten X=0; Y=0 etc. aufrufen
- Verschiebung zu den Koordinaten X=0; Y=0 etc. direkt mit einer Zyklus-Definition aufrufen
- Funktion **TRANS DATUM RESET** verwenden

Grafik

Wenn Sie nach einer Nullpunkt-Verschiebung eine neue **BLK FORM** programmieren, können Sie über den Maschinen-Parameter 7310 entscheiden, ob sich die **BLK FORM** auf den neuen oder alten Nullpunkt beziehen soll. Bei der Bearbeitung mehrerer Teile kann die TNC dadurch jedes Teil einzeln grafisch darstellen.

Status-Anzeigen

In der zusätzlichen Status-Anzeige werden folgende Daten aus der Nullpunkt-Tabelle angezeigt:

- Name und Pfad der aktiven Nullpunkt-Tabelle
- Aktive Nullpunkt-Nummer
- Kommentar aus der Spalte DOC der aktiven Nullpunkt-Nummer

Beim Programmieren beachten!

Achtung Kollisionsgefahr!

Nullpunkte aus der Nullpunkt-Tabelle beziehen sich **immer und ausschließlich** auf den aktuellen Bezugspunkt (Preset).

Der Maschinen-Parameter 7475, mit dem früher festgelegt wurde, ob sich Nullpunkte auf den Maschinen-Nullpunkt oder den Werkstück-Nullpunkt beziehen, hat nur noch eine Sicherheits-Funktion. Ist MP7475 = 1 gesetzt gibt die TNC eine Fehlermeldung aus, wenn eine Nullpunkt-Verschiebung aus einer Nullpunkt-Tabelle aufgerufen wird.

Nullpunkt-Tabellen aus der TNC 4xx, deren Koordinaten sich auf den Maschinen-Nullpunkt bezogen (MP7475 = 1), dürfen in der iTNC 530 nicht verwendet werden.

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

Wenn Sie ohne **SEL TABLE** arbeiten, dann müssen Sie die gewünschte Nullpunkt-Tabelle vor dem Programm-Test oder dem Programm-Lauf aktivieren (gilt auch für die Programmier-Grafik):

- Gewünschte Tabelle für Programm-Test in der Betriebsart **Programm-Test** über die Datei-Verwaltung wählen: Tabelle erhält den Status S
- Gewünschte Tabelle für den Programmlauf in einer Programmlauf-Betriebsart über die Datei-Verwaltung wählen: Tabelle erhält den Status M

Die Koordinaten-Werte aus Nullpunkt-Tabellen sind ausschließlich absolut wirksam.

Neue Zeilen können Sie nur am Tabellen-Ende einfügen.

Zyklusparameter

- **Verschiebung**: Nummer des Nullpunktes aus der Nullpunkt-Tabelle oder einen Q-Parameter eingeben; Wenn Sie einen Q-Parameter eingeben, dann aktiviert die TNC die Nullpunkt-Nummer, die im Q-Parameter steht. Eingabe-Bereich 0 bis 9999

Beispiel: NC-Sätze

```
77 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT
78 CYCL DEF 7.1 #5
```

Nullpunkt-Tabelle im NC-Programm wählen

Mit der Funktion **SEL TABLE** wählen Sie die Nullpunkt-Tabelle, aus der die TNC die Nullpunkte entnimmt:

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

- Softkey NULLPUNKT TABELLE drücken

- Softkey AUSWAHL FENSTER drücken: Die TNC blendet ein Fenster ein, in dem Sie die gewünschte Nullpunkt-Tabelle wählen können
- Gewünschtes Nullpunkt-Tabelle mit Pfeiltasten oder per Mouse-Klick wählen, mit Taste ENT bestätigen: Die TNC trägt den vollständigen Pfadnamen in den **SEL TABLE**-Satz ein
- Funktion mit Taste END abschließen

Alternativ können Sie den Tabellen-Namen oder den vollständigen Pfadnamen der aufzurufenden Tabelle auch direkt über die Tastatur eingeben.

SEL TABLE-Satz vor Zyklus 7 Nullpunkt-Verschiebung programmieren.

Eine mit **SEL TABLE** gewählte Nullpunkt-Tabelle bleibt solange aktiv, bis Sie mit **SEL TABLE** oder über PGM MGT eine andere Nullpunkt-Tabelle wählen.

Mit der Funktion **TRANS DATUM TABLE** können Sie Nullpunkt-Tabellen und Nullpunkt-Nummer in einem NC-Satz definieren (siehe Benutzer-Handbuch Klartext-Dialog).

Nullpunkt-Tabelle editieren in der Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren

Nachdem Sie einen Wert in einer Nullpunkt-Tabelle geändert haben, müssen Sie die Änderung mit der Taste ENT speichern. Ansonsten wird die Änderung ggf. beim Abarbeiten eines Programmes nicht berücksichtigt.

Die Nullpunkt-Tabelle wählen Sie in der Betriebsart **Programm-Einspeichern/Editieren**

PGM MGT

- Datei-Verwaltung aufrufen: Taste PGM MGT drücken
- Nullpunkt-Tabellen anzeigen: Softkeys TYP WÄHLEN und ZEIGE .D drücken
- Gewünschte Tabelle wählen oder neuen Dateinamen eingeben
- Datei editieren. Die Softkey-Leiste zeigt dazu folgende Funktionen an:

Funktion	Softkey
Tabellen-Anfang wählen	ANFANG
Tabellen-Ende wählen	ENDE
Seitenweise blättern nach oben	SEITE
Seitenweise blättern nach unten	SEITE
Zeile einfügen (nur möglich am Tabellen-Ende)	ZEILE EINFÜGEN
Zeile löschen	ZEILE LÖSCHEN
Eingegebene Zeile übernehmen und Sprung zur nächsten Zeile	NÄCHSTE ZEILE
Eingebbare Anzahl von Zeilen (Nullpunkten) am Tabellenende anfügen	N ZEILEN AM ENDE ANFÜGEN

Nullpunkt-Tabelle in einer Programmlauf-Betriebsart editieren

In einer Programmlauf-Betriebsart können Sie die jeweils aktive Nullpunkt-Tabelle wählen. Drücken Sie dazu den Softkey NULLPUNKT-TABELLE. Ihnen stehen dann die selben Editierfunktionen zur Verfügung wie in der Betriebsart **Programm-Einspeichern/Editieren**

Istwerte in die Nullpunkt-Tabelle übernehmen

Über die Taste „Ist-Position übernehmen“ können Sie die aktuelle Werkzeug-Position oder die zuletzt angetastete Positionen in die Nullpunkt-Tabelle übernehmen:

- Eingabefeld auf die Zeile und in die Spalte positionieren, in die eine Position übernommen werden soll

- Funktion Ist-Position übernehmen wählen: Die TNC fragt in einem Überblendfenster ab, ob Sie die aktuelle Werkzeug-Position oder zuletzt angetastete Werte übernehmen wollen
- Gewünschte Funktion mit Pfeiltasten wählen und mit Taste ENT bestätigen

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

- Wert in der Achse übernehmen, auf der das Eingabefeld steht: Softkey AKTUELLEN WERT drücken

Nullpunkt-Tabelle konfigurieren

Auf der zweiten und dritten Softkeyleiste können Sie für jede Nullpunkt-Tabelle die Achsen festlegen, für die Sie Nullpunkte definieren wollen. Standardmäßig sind alle Achsen aktiv. Wenn Sie eine Achse aussperren wollen, dann setzen Sie den entsprechenden Achs-Softkey auf AUS. Die TNC löscht dann die zugehörige Spalte in der Nullpunkt-Tabelle.

Wenn Sie zu einer aktiven Achse keinen Nullpunkt definieren wollen, drücken Sie die Taste NO ENT. Die TNC trägt dann einen Bindestrich in die entsprechende Spalte ein.

Nullpunkt-Tabelle verlassen

In der Datei-Verwaltung anderen Datei-Typ anzeigen lassen und gewünschte Datei wählen.

11.4 BEZUGSPUNKT SETZEN (Zyklus 247, DIN/ISO: G247)

Wirkung

Mit dem Zyklus BEZUGSPUNKT SETZEN können Sie einen in der Preset-Tabelle definierten Preset als neuen Bezugspunkt aktivieren.

Nach einer Zyklus-Definition BEZUGSPUNKT SETZEN beziehen sich alle Koordinaten-Eingaben und Nullpunkt-Verschiebungen (absolute und inkrementale) auf den neuen Preset.

Status-Anzeige

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

Vor dem Programmieren beachten!

Beim Aktivieren eines Bezugspunktes aus der Preset-Tabelle, setzt die TNC eine aktive Nullpunkt-Verschiebung zurück.

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

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

In der Betriebsart PGM-Test ist Zyklus 247 nicht wirksam.

Zyklusparameter

▶ **`Nummer für Bezugspunkt?`**: Nummer des Bezugspunktes aus der Preset-Tabelle angeben, der aktiviert werden soll. Eingabe-Bereich 0 bis 65535

Beispiel: NC-Sätze

```
13 CYCL DEF 247 BEZUGSPUNKT SETZEN
    Q339=4        ;BEZUGSPUNKT-NUMMER
```

11.5 SPIEGELN (Zyklus 8, DIN/ISO: G28)

Wirkung

Die TNC kann Bearbeitung in der Bearbeitungsebene spiegelbildlich ausführen.

Die Spiegelung wirkt ab ihrer Definition im Programm. Sie wirkt auch in der Betriebsart Positionieren mit Handeingabe. Die TNC zeigt aktive Spiegelachsen in der zusätzlichen Status-Anzeige an.

- Wenn Sie nur eine Achse spiegeln, ändert sich der Umlaufsinn des Werkzeugs. Dies gilt nicht bei Bearbeitungszyklen.
- Wenn Sie zwei Achsen spiegeln, bleibt der Umlaufsinn erhalten.

Das Ergebnis der Spiegelung hängt von der Lage des Nullpunkts ab:

- Nullpunkt liegt auf der zu spiegelnden Kontur: Das Element wird direkt am Nullpunkt gespiegelt;
- Nullpunkt liegt außerhalb der zu spiegelnden Kontur: Das Element verlagert sich zusätzlich;

Rücksetzen

Zyklus SPIEGELN mit Eingabe NO ENT erneut programmieren.

Beim Programmieren beachten!

Wenn Sie nur eine Achse Spiegeln, ändert sich der Umlaufsinn bei den Frässzyklen mit 200er Nummer. Außnahme: Zyklus 208, bei dem der im Zyklus definierte Umlaufsinn erhalten bleibt.

Zyklenparameter

▶ **Gespiegelte Achse?**: Achsen eingeben, die gespiegelt werden soll; Sie können alle Achsen spiegeln – incl. Drehachsen – mit Ausnahme der Spindelachse und der dazugehörigen Nebenachse. Erlaubt ist die Eingabe von maximal drei Achsen. Eingabe-Bereich bis zu 3 NC-Achsen **X**, **Y**, **Z**, **U**, **V**, **W**, **A**, **B**, **C**

Beispiel: NC-Sätze

```
79 CYCL DEF 8.0 SPIEGELN
80 CYCL DEF 8.1 X Y U
```

11.6 DREHUNG (Zyklus 10, DIN/ISO: G73)

Wirkung

Innerhalb eines Programms kann die TNC das Koordinatensystem in der Bearbeitungsebene um den aktiven Nullpunkt drehen.

Die DREHUNG wirkt ab ihrer Definition im Programm. Sie wirkt auch in der Betriebsart Positionieren mit Handeingabe. Die TNC zeigt den aktiven Drehwinkel in der zusätzlichen Status-Anzeige an.

Bezugsachse für den Drehwinkel:

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

Rücksetzen

Zyklus DREHUNG mit Drehwinkel 0° erneut programmieren.

Beim Programmieren beachten!

Die TNC hebt eine aktive Radius-Korrektur durch Definieren von Zyklus 10 auf. Ggf. Radius-Korrektur erneut programmieren.

Nachdem Sie Zyklus 10 definiert haben, verfahren Sie beide Achsen der Bearbeitungsebene, um die Drehung zu aktivieren.

Zyklusparameter

- **Drehung**: Drehwinkel in Grad (°) eingeben. Eingabebereich -360,000° bis +360,000° (absolut oder inkremental)

Beispiel: NC-Sätze

```
12 CALL LBL 1
13 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT
14 CYCL DEF 7.1 X+60
15 CYCL DEF 7.2 Y+40
16 CYCL DEF 10.0 DREHUNG
17 CYCL DEF 10.1 ROT+35
18 CALL LBL 1
```

11.7 MASSFAKTOR (Zyklus 11, DIN/ISO: G72)

Wirkung

Die TNC kann innerhalb eines Programms Konturen vergrößern oder verkleinern. So können Sie beispielsweise Schrumpf- und Aufmaß-Faktoren berücksichtigen.

Der MASSFAKTOR wirkt ab seiner Definition im Programm. Er wirkt auch in der Betriebsart Positionieren mit Handeingabe. Die TNC zeigt den aktiven Maßfaktor in der zusätzlichen Status-Anzeige an.

Der Maßfaktor wirkt

- in der Bearbeitungsebene, oder auf alle drei Koordinatenachsen gleichzeitig (abhängig von Maschinen-Parameter 7410)
- auf Maßangaben in Zyklen
- auch auf Parallelachsen U,V,W

Voraussetzung

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

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 TNC multipliziert Koordinaten und Radien mit SCL (wie in „Wirkung“ beschrieben). Eingabe-Bereich 0,000000 bis 99,999999

Beispiel: NC-Sätze

```
11 CALL LBL 1
12 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT
13 CYCL DEF 7.1 X+60
14 CYCL DEF 7.2 Y+40
15 CYCL DEF 11.0 MASSFAKTOR
16 CYCL DEF 11.1 SCL 0.75
17 CALL LBL 1
```

11.8 MASSFAKTOR ACHSSP. (Zyklus 26)

Wirkung

Mit dem Zyklus 26 können Sie Schrumpf- und Aufmaß-Faktoren achsspezifisch berücksichtigen.

Der MASSFAKTOR wirkt ab seiner Definition im Programm. Er wirkt auch in der Betriebsart Positionieren mit Handeingabe. Die TNC zeigt den aktiven Maßfaktor in der zusätzlichen Status-Anzeige an.

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 und Faktor(en) der achsspezifischen Streckung oder Stauchungeingeben. Eingabe-Bereich 0,000000 bis 99,999999
- **Zentrums-Koordinaten**: Zentrum der achsspezifischen Streckung oder Stauchung. Eingabe-Bereich -99999,9999 bis 99999,9999

Beispiel: NC-Sätze

```
25 CALL LBL 1
26 CYCL DEF 26.0 MASSFAKTOR ACHSSP.
27 CYCL DEF 26.1 X 1.4 Y 0.6 CCX+15 CCY+20
28 CALL LBL 1
```

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 TNC die dafür erforderlichen Winkelstelllungen der Schwenkachsen automatisch und legt diese in den Parametern Q120 (A-Achse) bis Q122 (C-Achse) ab.

Achtung Kollissionsgefahr!

Abhängig von Ihrer Maschinenkonfiguration sind bei einer Raumwinkeldefinition rechnerisch zwei Lösungen (Achsstellungen) möglich. Prüfen Sie durch entsprechende Tests an Ihrer Maschine, welche Achsstellung die Software der TNC jeweils wählt.

Wenn Sie die Software-Option DCM verfügbar haben, dann können Sie im Programm-Test die jeweilige Achsstellung in der Ansicht PROGRAMM+KINEMATIK anzeigen lassen (siehe Benutzer-Handbuch Klartext-Dialog, **Dynamische Kollisionsüberwachung**).

Die Reihenfolge der Drehungen für die Berechnung der Lage der Ebene ist festgelegt: Zuerst dreht die TNC die A-Achse, danach die B-Achse und schließlich die C-Achse.

Zyklus 19 wirkt ab seiner Definition im Programm. Sobald Sie eine Achse im geschwenkten System verfahren, wirkt die Korrektur für diese Achse. Wenn die Korrektur in allen Achsen verrechnet werden soll, dann müssen Sie alle Achsen verfahren.

Falls Sie die Funktion **Schwenken Programmlauf** in der Betriebsart Manuell auf **Aktiv** gesetzt haben wird der in diesem Menü eingetragene Winkelwert vom Zyklus 19 BEARBEITUNGSEBENE überschrieben.

Beim Programmieren beachten!

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

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 TNC die Radius-Korrektur und damit auch die Funktion M120 automatisch auf.

Achtung Kollisionsgefahr!

Darauf achten, dass der letzte definierte Winkel kleiner 360° eingegeben ist!

Zyklusparameter

- **Drehachse und -winkel?**: Drehachse mit zugehörigem Drehwinkel eingeben; die Drehachsen A, B und C über Softkeys programmieren. Eingabe-Bereich -360,000 bis 360,000

Wenn die TNC 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 TNC positioniert den Schwenkkopf so, dass die Position, die sich aus der Verlängerung des Werkzeugs um den Sicherheits-Abstand, sich relativ zum Werkstück nicht ändert. Eingabe-Bereich 0 bis 99999,9999

Achtung Kollisionsgefahr!

Beachten Sie, dass sich der Sicherheits-Abstand beim Zyklus 19 nicht auf die Oberkante des Werkstücks bezieht (wie dies bei den Bearbeitungszyklen der Fall ist), sondern auf den aktiven Bezugspunkt!

Rücksetzen

Um die Schwenkwinkel rückzusetzen, Zyklus BEARBEITUNGSEBENE erneut definieren und 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

Der Maschinenhersteller legt fest, ob Zyklus 19 die Drehachsen automatisch positionieren, oder ob Sie die Drehachsen im Programm manuell positionieren müssen. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Drehachsen manuell positionieren

Wenn Zyklus 19 die Drehachsen nicht automatisch positioniert, müssen Sie die Drehachsen in einem separaten L-Satz nach der Zyklus-Definition positionieren.

Wenn Sie mit Achswinkeln arbeiten, können Sie die Achswerte direkt im L-Satz definieren. Wenn Sie mit Raumwinkel arbeiten, dann verwenden Sie die vom Zyklus 19 beschriebenen Q-Parameter **Q120** (A-Achswert), **Q121** (B-Achswert) und **Q122** (C-Achswert).

NC-Beispielsätze:

`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

Verwenden Sie beim mauellen 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.

Drehachsen automatisch positionieren

Wenn Zyklus 19 die Drehachsen automatisch positioniert, gilt:

- Die TNC kann nur geregelte Achsen automatisch positionieren.
- In der Zyklus-Definition müssen Sie zusätzlich zu den Schwenkwinkeln einen Sicherheits-Abstand und einen Vorschub eingeben, mit dem die Schwenkachsen positioniert werden.
- Nur voreingestellte Werkzeuge verwenden (volle Werkzeuglänge muss definiert sein).
- Beim Schwenkvorgang bleibt die Position der Werkzeugspitze gegenüber dem Werkstück nahezu unverändert.
- Die TNC führt den Schwenkvorgang mit dem zuletzt programmierten Vorschub aus. Der maximal erreichbare Vorschub hängt ab von der Komplexität des Schwenkkopfes (Schwenktisches).

NC-Beispielsätze:

`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

Positions-Anzeige im geschwenkten System

Die angezeigten Positionen (**SOLL** und **IST**) und die Nullpunkt-Anzeige in der zusätzlichen Status-Anzeige beziehen sich nach dem Aktivieren von Zyklus 19 auf das geschwenkte Koordinatensystem. Die angezeigte Position stimmt direkt nach der Zyklus-Definition also ggf. nicht mehr mit den Koordinaten der zuletzt vor Zyklus 19 programmierten Position überein.

Arbeitsraum-Überwachung

Die TNC überprüft im geschwenkten Koordinatensystem nur die Achsen auf Endschalter, die verfahren werden. Ggf. gibt die TNC eine Fehlermeldung aus.

Positionieren im geschwenkten System

Mit der Zusatz-Funktion M130 können Sie auch im geschwenkten System Positionen anfahren, die sich auf das ungeschwenkte Koordinatensystem beziehen.

Auch Positionierungen mit Geradensätzen die sich auf das Maschinen-Koordinatensystem beziehen (Sätze mit M91 oder M92), lassen sich bei geschwenkter Bearbeitungsebene ausführen. Einschränkungen:

- Positionierung erfolgt ohne Längenkorrektur
- Positionierung erfolgt ohne Maschinengeometrie-Korrektur
- Werkzeug-Radiuskorrektur ist nicht erlaubt

Kombination mit anderen Koordinaten-Umrechnungszyklen

Bei der Kombination von Koordinaten-Umrechnungszyklen ist darauf zu achten, dass das Schwenken der Bearbeitungsebene immer um den aktiven Nullpunkt erfolgt. Sie können eine Nullpunkt-Verschiebung vor dem Aktivieren von Zyklus 19 durchführen: dann verschieben Sie das „maschinenfeste Koordinatensystem“.

Falls 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. Nullpunkt-Verschiebung aktivieren
2. Bearbeitungsebene schwenken aktivieren
3. Drehung aktivieren

...

Werkstückbearbeitung

...

1. Drehung rücksetzen
2. Bearbeitungsebene schwenken rücksetzen
3. Nullpunkt-Verschiebung rücksetzen

Automatisches Messen im geschwenkten System

Mit den Messzyklen der TNC können Sie Werkstücke im geschwenkten System vermessen. Die Messergebnisse werden von der TNC in Q-Parametern gespeichert, die Sie anschließend weiterverarbeiten können (z.B. Messergebnisse auf Drucker ausgeben).

Leitfaden für das Arbeiten mit Zyklus 19 BEARBEITUNGSEBENE

1 Programm erstellen

- Werkzeug definieren (entfällt, wenn TOOL.T aktiv), volle Werkzeug-Länge eingeben
- Werkzeug aufrufen
- Spindelachse so freifahren, dass beim Schwenken keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann
- Ggf. Drehachse(n) mit L-Satz positionieren auf entsprechenden Winkelwert (abhängig von einem Maschinen-Parameter)
- Ggf. Nullpunkt-Verschiebung 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 rücksetzen; für alle Drehachsen 0° eingeben
- Funktion BEARBEITUNGSEBENE deaktivieren; Zyklus 19 erneut definieren, Dialogfrage mit NO ENT bestätigen
- Ggf. Nullpunkt-Verschiebung rücksetzen
- Ggf. Drehachsen in die 0°-Stellung positionieren

2 Werkstück aufspannen

3 Vorbereitungen in der Betriebsart Positionieren mit Handeingabe

Drehachse(n) zum Setzen des Bezugspunkts auf entsprechenden Winkelwert positionieren. Der Winkelwert richtet sich nach der von Ihnen gewählten Bezugsfläche am Werkstück.

4 Vorbereitungen in der Betriebsart Manueller Betrieb

Funktion Bearbeitungsebene schwenken mit Softkey 3D-ROT auf AKTIV setzen für Betriebsart Manueller Betrieb; bei nicht geregelten Achsen Winkelwerte der Drehachsen ins Menü eintragen

Bei nicht geregelten Achsen müssen die eingetragenen Winkelwerte mit der Ist-Position der Drehachse(n) übereinstimmen, sonst berechnet die TNC den Bezugspunkt falsch.

5 Bezugspunkt-Setzen

- Manuell durch Ankratzen wie im ungeschwenkten System
- Gesteuert mit einem HEIDENHAIN 3D-Tastsystem (siehe Benutzer-Handbuch Tastsystemzyklen, Kapitel 2)
- Automatisch mit einem HEIDENHAIN 3D-Tastsystem (siehe Benutzer-Handbuch Tastsystemzyklen, Kapitel 3)

6 Bearbeitungsprogramm in der Betriebsart Programmlauf Satzfolge starten

7 Betriebsart Manueller Betrieb

Funktion Bearbeitungsebene schwenken mit Softkey 3D-ROT auf INAKTIV setzen. Für alle Drehachsen Winkelwert 0° ins Menü eintragen.

11.10 Programmierbeispiele

Beispiel: Koordinaten-Umrechnungszyklen

Programm-Ablauf

- Koordinaten-Umrechnungen im Hauptprogramm
- Bearbeitung im Unterprogramm

0 BEGIN PGM KOUMR MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Rohteil-Definition
2 BLK FORM 0.2 X+130 Y+130 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+1	Werkzeug-Definition
4 TOOL CALL 1 Z S4500	Werkzeug-Aufruf
5 L Z+250 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
6 CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT	Nullpunkt-Verschiebung ins Zentrum
7 CYCL DEF 7.1 X+65	
8 CYCL DEF 7.2 Y+65	
9 CALL LBL 1	Fräsbearbeitung aufrufen
10 LBL 10	Marke für Programmteil-Wiederholung setzen
11 CYCL DEF 10.0 DREHUNG	Drehung um 45° inkremental
12 CYCL DEF 10.1 IROT+45	
13 CALL LBL 1	Fräsbearbeitung aufrufen
14 CALL LBL 10 REP 6/6	Rücksprung zu LBL 10; insgesamt sechsmal
15 CYCL DEF 10.0 DREHUNG	Drehung rücksetzen
16 CYCL DEF 10.1 ROT+0	
17 TRANS DATUM RESET	Nullpunkt-Verschiebung rücksetzen

18 L Z+250 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
19 LBL 1	Unterprogramm 1
20 L X+0 Y+0 R0 FMAX	Festlegung der Fräsbearbeitung
21 L Z+2 R0 FMAX M3	
22 L Z-5 R0 F200	
23 L X+30 RL	
24 L IY+10	
25 RND R5	
26 L IX+20	
27 L IX+10 IY-10	
28 RND R5	
29 L IX-10 IY-10	
30 L IX-20	
31 L IY+10	
32 L X+0 Y+0 R0 F5000	
33 L Z+20 R0 FMAX	
34 LBL 0	
35 END PGM KOUMR MM	

12

Zyklen: Sonderfunktionen

12.1 Grundlagen

Übersicht

Die TNC stellt verschiedene Zyklen für folgende Sonderanwendungen zur Verfügung:

Zyklus	Softkey	Seite
9 VERWEILZEIT		Seite 309
12 PROGRAMM-AUFRUF		Seite 310
13 SPINDEL-ORIENTIERUNG		Seite 312
32 TOLERANZ		Seite 313
225 GRAVIEREN von Texten		Seite 317
290 INTERPOLATIONSDREHEN (Software-Option		Seite 320

12.2 VERWEILZEIT (Zyklus 9, DIN/ISO: G04)

Funktion

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

Der Zyklus wirkt ab seiner Definition im Programm. Modal wirkende (bleibende) Zustände werden dadurch nicht beeinflusst, wie z.B. die Drehung der Spindel.

Beispiel: NC-Sätze

```
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 Bearbeitungs-Programme, wie z.B. spezielle Bohrzyklen oder Geometrie-Module, einem Bearbeitungs-Zyklus gleichstellen. Sie rufen dieses Programm dann wie einen Zyklus auf.

Beim Programmieren beachten!

Das aufgerufene Programm muss auf der Festplatte der TNC gespeichert sein.

Wenn Sie nur den Programm-Namen eingeben, muss das zum Zyklus deklarierte Programm im selben Verzeichnis stehen wie das rufende Programm.

Wenn das zum Zyklus deklarierte Programm nicht im selben Verzeichnis steht wie das rufende Programm, dann geben Sie den vollständigen Pfadnamen ein, z.B. **TNC:\KLAR35\FK1\50.H**.

Wenn Sie ein DIN/ISO-Programm zum Zyklus deklarieren wollen, dann geben Sie den Datei-Typ .I hinter dem Programm-Namen ein.

Q-Parameter wirken bei einem Programm-Aufruf mit Zyklus 12 grundsätzlich global. Beachten Sie daher, dass Änderungen an Q-Parametern im aufgerufenen Programm sich ggf. auch auf das aufrufende Programm auswirken.

Zyklusparameter

- **Programm-Name**: Name des aufzurufenden Programms ggf. mit Pfad, in dem das Programm steht. Maximal 254 Zeichen eingebbar

Definiertes Programm ist mit folgenden Funktionen aufrufbar:

- **CYCL CALL** (separater Satz) oder
- **CYCL CALL POS** (separater Satz) oder
- **M99** (satzweise) oder
- **M89** (wird nach jedem Positionier-Satz ausgeführt)

Beispiel: Programm 50 als Zyklus deklarieren und mit M99 aufrufen

```
55 CYCL DEF 12.0 PGM CALL
56 CYCL DEF 12.1 PGM TNC:\KLAR35\FK1\50.H
57 L X+20 Y+50 FMAX M99
```

12.4 SPINDEL-ORIENTIERUNG (Zyklus 13, DIN/ISO: G36)

Zyklusfunktion

Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein.

Die TNC kann die Hauptspindel einer Werkzeugmaschine ansteuern und in eine durch einen Winkel bestimmte Position drehen.

Die Spindel-Orientierung wird z.B. benötigt

- bei Werkzeugwechsel-Systemen mit bestimmter Wechsel-Position für das Werkzeug
- zum Ausrichten des Sende- und Empfangsfensters von 3D-Tastsystemen mit Infrarot-Übertragung

Die im Zyklus definierte Winkelstellung positioniert die TNC durch Programmieren von M19 oder M20 (maschinenabhängig).

Wenn Sie M19, bzw. M20 programmieren, ohne zuvor den Zyklus 13 definiert zu haben, dann positioniert die TNC die Hauptspindel auf einen Winkelwert, der vom Maschinenhersteller festgelegt ist (siehe Maschinenhandbuch).

Beispiel: NC-Sätze

```
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 Winkel-Bezugsachse der Arbeitsebene eingeben. Eingabe-Bereich: 0,0000° bis 360,0000°

12.5 TOLERANZ (Zyklus 32, DIN/ISO: G62)

Zyklusfunktion

Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein. Der Zyklus kann gesperrt sein.

Durch die Angaben im Zyklus 32 können Sie das Ergebnis bei der HSC-Bearbeitung hinsichtlich Genauigkeit, Oberflächengüte und Geschwindigkeit beeinflussen, sofern die TNC an die maschinenspezifischen Eigenschaften angepasst wurde.

Die TNC glättet automatisch die Kontur zwischen beliebigen (unkorrigierten oder korrigierten) Konturelementen. Dadurch verfährt das Werkzeug kontinuierlich auf der Werkstück-Oberfläche und schont dabei die Maschinenmechanik. Zusäztlich wirkt die im Zyklus definierte Toleranz auch bei Verfahrbewegungen auf Kreisbögen.

Falls erforderlich, reduziert die TNC den programmierten Vorschub automatisch, so dass das Programm immer „ruckelfrei“ mit der schnellstmöglichen Geschwindigkeit von der TNC abgearbeitet wird. **Auch wenn die TNC mit nicht reduzierter Geschwindigkeit verfährt, wird die von Ihnen definierte Toleranz grundsätzlich immer eingehalten**. Je größer Sie die Toleranz definieren, desto schneller kann die TNC verfahren.

Durch das Glätten der Kontur entsteht eine Abweichung. Die Größe dieser Konturabweichung (**`Toleranzwert`**) ist in einem Maschinen-Parameter von Ihrem Maschinenhersteller festgelegt. Mit dem Zyklus **32** können Sie den voreingestellten Toleranzwert verändern.

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-Programmes. Ist der Sehnenfehler gleich oder kleiner als der im Zyklus 32 gewählte Toleranzwert **T**, dann kann die TNC 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 TNC, sondern an der Tatsache, dass die TNC die Konturübergänge nahezu exakt anfahren, die Verfahrgeschwindigkeit also ggf. drastisch reduzieren muss.

Zyklus 32 ist DEF-Aktiv, das heißt ab seiner Definition im Programm wirksam.

Die TNC 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 Programm anwählen

Nachdem Sie den Zyklus 32 zurückgesetzt haben, aktiviert die TNC wieder die über Maschinen-Parameter voreingestellte Toleranz.

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

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

Bei zunehmender Toleranzeingabe verkleinert sich bei Kreisbewegungen im Regelfall der Kreisdurchmesser. Wenn an Ihrer Maschine der HSC-Filter aktiv ist (ggf. beim Maschinenhersteller nachfragen), kann der Kreis auch größer werden.

Wenn Zyklus 32 aktiv ist, zeigt die TNC in der zusätzlichen Status-Anzeige, Reiter **CYC** die definierten Zyklus 32-Parameter an.

Zyklusparameter

- **Toleranzwert T**: Zulässige Konturabweichung in mm (bzw. inch bei Inch-Programmen). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **HSC-MODE, Schlichten=0, Schruppen=1**: Filter aktivieren:
  - Eingabewert 0:
    Mit höherer Konturgenauigkeit fräsen. Die TNC verwendet intern definierte Schlicht-Filtereinstellungen
  - Eingabewert 1:
    Mit höherer Vorschub-Geschwindigkeit fräsen. Die TNC verwendet intern definierte Schrupp-Filtereinstellungen
- **Toleranz für Drehachsen TA**: Zulässige Positionsabweichung von Drehachsen in Grad bei aktivem **M128** (**FUNCTION TCPM**). Die TNC reduziert den Bahnvorschub immer so, dass bei mehrachsigen Bewegungen die langsamste Achse mit ihrem maximalen Vorschub verfährt. In der Regel sind Drehachsen wesentlich langsamer als Linearachsen. Durch Eingabe einer großen Toleranz (z.B. 10°), können Sie die Bearbeitungszeit bei mehrachsigen Bearbeitungs-Programmen erheblich verkürzen, da die TNC die Drehachse dann nicht immer auf die vorgegebene Soll-Position fahren muss. Die Kontur wird durch Eingabe der Drehachsen-Toleranz nicht verletzt. Es verändert sich lediglich die Stellung der Drehachse bezogen auf die Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 179,9999

Beispiel: NC-Sätze

```
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 TNC 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 TNC auf Sicherheits-Abstand aus. An Ende des Zeichens steht das Werkzeug auf Sicherheits-Abstand über der Oberfläche.

3 Dieser Vorgang wiederholt sich für alle zu gravierenden Zeichen.

4 Abschließend positioniert die TNC das Werkzeug auf den 2. Sicherheits-Abstand.

Beim Programmmiern beachten!

Das Vorzeichen des Zyklusparameters Tiefe legt die Arbeitsrichtung fest.

Wenn Sie den Text auf einer Gerade gravieren (**Q516=0**), dann bestimmt die Werkzeugposition beim Zyklusaufruf den Startpunkt des ersten Zeichens.

Wenn Sie den Text auf einem Kreis gravieren (**Q516=1**), dann bestimmt die Werkzeugposition beim Zyklusaufruf den Mittelpunkt des Kreises.

Den Graviertext können Sie auch per String-Variable (**QS**) übergeben.

Zyklusparameter

- **Graviertext** QS500: Graviertext. Erlaubte Eingabezeichen: Siehe „Systemvariablen gravieren", Seite 319
- **Zeichenhöhe** Q513 (absolut): Höhe der zu gravierenden Zeichen in mm. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Faktor Abstand** Q514: Beim verwendeten Font handelt es sich um einen sogenannten Proportionalfont. Jedes Zeichen hat demnach seine eigene Breite, die die TNC bei Definition von Q514=0 entsprechend graviert. Bei Definition von Q514 ungleich 0 skaliert die TNC den Abstand zwischen den Zeichen. Eingabebereich 0 bis 9,9999
- **Schriftart** Q515: Momentan ohne Funktion
- **Text auf Gerade/Kreis (0/1)** Q516:
  Text entlang einer Geraden gravieren: Eingabe = 0
  Text auf einem Kreisbogen gravieren: Eingabe = 1
- **Drehlage** Q374: Mittelpunktswinkel, wenn Text auf Kreis angeordnet werden soll. Eingabebereich -360,0000 bis +360,0000°
- **Radius bei Text auf Kreis** Q517 (absolut): Radius des Kreisbogens, auf dem die TNC den Text anordnen soll in mm. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Vorschub Fräsen** Q207: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Gravieren in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU** oder **FZ**
- **Tiefe** Q201 (inkremental): Abstand zwischen Werkstück-Oberfläche und Graviergrund
- **Vorschub Tiefenzustellung** Q206: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Eintauchen in mm/min. Eingabebereich 0 bis 99999,999 alternativ **FAUTO**, **FU**
- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Abstand Werkzeugspitze – Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Koord. Werkstück-Oberfläche** Q203 (absolut): Koordinate Werkstück-Oberfläche. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Sicherheits-Abstand** Q204 (inkremental): Koordinate Spindelachse, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**

Beispiel: NC-Sätze

```
62 CYCL DEF 225 GRAVIEREN
    QS500="TXT2"  ;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.
```

Erlaubte Gravierzeichen

Neben Kleinbuchstaben, Großbuchstaben und Zahlen sind folgende Sonderzeichen möglich:

! # $ % & ' ( ) * + , - . / : ; < = > ? @ [\ ] _

Die Sonderzeichen **%** und **** nutzt die TNC für spezielle Funktionen. Wenn Sie diese Zeichen gravieren wollen, dann müssen Sie diese im Graviertext doppelt angeben, z.B.: **%%**.

Nicht druckbare Zeichen

Neben Text, ist es auch möglich, einige nicht druckbare Zeichen zu für Formatierungszwecke zu definieren. Die Angabe von nicht druckbaren Zeichen leiten Sie mit dem Sonderzeichen **** ein.

Folgende Möglichkeiten existieren:

- **\n**: Zeilenumbruch
- **\t**: Horizontaler Tabulator (Tabulatorweite ist fest auf 8 Zeichen)
- **\v**: Vertikaler Tabulator (Tabulatorweite ist fest auf eine Zeile)

Systemvariablen gravieren

Zusätzlich zu festen Zeichen, ist es möglich, den Inhalt von bestimmten Systemvariablen zu gravieren. Die Angabe einer Systemvariablen leiten sie mit dem Sonderzeichen **%** ein.

Es ist möglich, das aktuelle Datum zu gravieren. Geben Sie dazu **%time<x>** ein. **<x>** definiert das Datumsformat, deren Bedeutung identisch zur Funktion **SYSSTR ID332** ist (siehe Benutzer-Handbuch Klartext-Dialog, Kapitel Q-Parameter-Programmierung, Abschnitt Systemdaten in einen String-Parameter kopieren).

Beachten Sie, dass Sie bei der Eingabe der Datumsformate 1 bis 9 eine führende 0 angeben müssen, z.B. **time08**.

12.7 INTERPOLATIONSDREHEN (Software-Option, Zyklus 290, DIN/ISO: G290)

Zyklusablauf

Mit diesem Zyklus lässt sich ein rotationssymmetrischer Absatz in der Bearbeitungsebene, der durch Start- und Endpunkt definiert ist, erstellen. Die Rotationsmitte ist der Startpunkt (XY) beim Zyklusaufruf. Die Rotationsflächen können geneigt und gegeneinander abgerundet werden. Die Flächen können sowohl per Interpolationsdrehen, als auch per Fräsen erstellt werden.

1. Die TNC positioniert das Werkzeug auf der Sicheren Höhe zum Startpunkt der Bearbeitung. Dieser ergibt sich durch eine tangentiale Verlängerung des Kontur-Startpunkts um den Sicherheitsabstand.
2. Die TNC erstellt die definierte Kontur durch Interpolationsdrehen. Dabei beschreiben die Hauptachsen der Bearbeitungsebene eine kreisförmige Bewegung, während die Spindelachse senkrecht zur Oberfläche ausgerichtet wird.
3. Am Konturendpunkt fährt die TNC das Werkzeug senkrecht um den Sicherheitsabstand ab.
4. Abschließend positioniert die TNC das Werkzeug auf die sichere Höhe

Beim Programmmiern beachten!

Das Werkzeug, das sie für diesen Zyklus verwenden, kann sowohl ein Drehwerkzeug, als auch ein Fräswerkzeug (Q444=0) sein. Die Geometriedaten dieses Werkzeugs definieren Sie in der Werkzeug-Tabelle TOOL.T wie folgt:

- Spalte **L** (**DL** für Korrekturwerte):
  Länge des Werkzeugs (unterster Punkt an der Werkzeug-Schneide)
- Spalte **R** (**DR** für Korrekturwerte):
  Fliehkreisradius des Werkzeugs (äußerster Punkt der Werkzeug-Schneide)
- Spalte **R2** (**DR2** für Korrekturwerte):
  Schneidenradius des Werkzeugs

Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller vorbereitet sein. Beachten Sie das Maschinenhandbuch.

Zyklus nur an Maschinen mit geregelter Spindel verwendbar (Ausnahme **Q444=0**)

Die Software-Option 96 muss freigeschaltet sein.

Der Zyklus ermöglicht keine Schruppbearbeitungen mit mehreren Schnitten.

Das Interpolationszentrum ist die Werkzeug-Position beim Zyklus-Aufruf.

Die TNC verlängert die erste zu bearbeitende Fläche um den Sicherheits-Abstand.

Über die Werte **DL** und **DR** des **TOOL CALL**-Satzes können Sie Aufmaße realisieren. **DR2**-Eingaben im **TOOL CALL**-Satz berücksichtigt die TNC nicht.

Damit Ihre Maschine hohe Bahngeschwindigkeiten erreichen kann, definieren Sie vor Zyklusaufruf eine große Toleranz mit Zyklus 32.

Programmieren Sie eine Schnittgeschwindigkeit, die durch die Bahngeschwindigkeit der Achsen Ihrer Maschine auch gerade erreicht werden kann. So erhalten Sie eine optimale Auflösung der Geometrie und eine stetige Bearbeitungsgeschwindigkeit.

Die TNC überwacht mögliche Konturverletzungen, die durch entsprechende Werkzeuggeometrie entstehen kann, nicht.

Bearbeitungsvarianten beachten: Siehe „Bearbeitungsvarianten", Seite 324

Zyklusparameter

- **Sicherheits-Abstand** Q200 (inkremental): Verlängerungsdistanz der definierten Kontur beim An- und Abfahren. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Sichere Höhe** Q445 (absolut): Absolute Höhe, in der keine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück erfolgen kann; Werkzeug-Rückzugposition am Zyklus-Ende. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Winkel für Spindel-Orientierung** Q336 (absolut): Winkel, um die Schneide auf die 0°-Position der Spindel auszurichten. Eingabebereich -360,0000 bis 360,0000
- **Schnittgeschwindigkeit [m/min]** Q440: Schnittgeschwindigkeit des Werkzeugs in m/min. Eingabebereich 0 bis 99,999
- **Zustellung pro Umdrehung [mm/U]** Q441: Vorschub, den das Werkzeug pro Umdrehung ausführt. Eingabebereich 0 bis 99,999
- **Startwinkel Ebene XY** Q442: Startwinkel in der XY-Ebene. Eingabebereich 0 bis 359,999
- **Bearbeitungs-Richtung (-1/+1)** Q443: Bearbeitung im Uhrzeigersinn: Eingabe = -1 Bearbeitung im Gegenuhrzeigersinn: Eingabe = +1
- **Interpolierende Achse (4...9)** Q444: Achsbezeichnung der interpolierenden Achse. A-Achse ist interpolierende Achse: Eingabe = 4 B-Achse ist interpolierende Achse: Eingabe = 5 C-Achse ist interpolierende Achse: Eingabe = 6 U-Achse ist interpolierende Achse: Eingabe = 7 V-Achse ist interpolierende Achse: Eingabe = 8 W-Achse ist interpolierende Achse: Eingabe = 9 Kontur fräsen: Eingabe = 0

- **Konturstart Durchmesser** Q491 (absolut): Ecke des Startpunkts in X, Durchmesser eingeben. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Konturstart Z** Q492 (absolut): Ecke des Startpunkts in Z. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Konturende Durchmesser** Q493 (absolut): Ecke des Endpunkts in X, Durchmesser eingeben. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Konturende Z** Q494 (absolut): Ecke des Endpunkts in Z. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Winkel Umfangsfläche** Q495: Winkel der ersten zu bearbeitenden Fläche in Grad. Eingabebereich -179,999 bis 179,999
- **Winkel der Planfläche** Q496: Winkel der zweiten zu bearbeitenden Fläche in Grad. Eingabebereich -179,999 bis 179,999
- **Radius der Konturecke** Q500: Eckenverrundung zwischen den zu bearbeitenden Flächen. Eingabebereich 0 bis 999,999

Beispiel: NC-Sätze

```
62 CYCL DEF 225 GRAVIEREN
    Q200=2        ;SICHERHEITS-ABST.
    Q445=+50      ;SICHERE HOEHE
    Q336=0        ;WINKEL SPINDEL
    Q440=20       ;SCHNITTGESCHW.
    Q441=0.75     ;ZUSTELLUNG
    Q442=+0       ;STARTWINKEL
    Q443=-1       ;BEARBEITUNGSR.
    Q444=+6       ;INTERP. ACHSE
    Q491=+25      ;KONTURSTART DURCHM
    Q492=+0       ;KONTURSTART Z
    Q493=+50      ;KONTURENDE X
    Q494=-45      ;KONTURENDE Z
    Q495=+0       ;WINKEL UMFANGFLAECHE
    Q496=+0       ;WINKEL PLANFLAECHE
    Q500=4.5      ;RADIUS KONTURECKE
```

Kontur fräsen

Durch Eingabe von **Q444=0** können Sie die Flächen fräsen. Für diese Bearbeitung verwenden Sie einen Fräser mit einem Schneidenradius (R2). Ist auf den Flächen ein großes Aufmass, so können Sie diese durch Fräsen in der Regel besser vorbearbeiten, als durch Interpolationsdrehen.

Der Zyklus ermöglicht beim Fräsen auch Bearbeitungen mit mehreren Schnitten.

Beachten Sie, dass beim Fräsen die Vorschubgeschwindigkeit der Angabe im **Q440** (Schnittgeschwindigkeit) entspricht. Die Einheit der Schnittgeschwidigkeit ist Meter pro Minute.

Bearbeitungsvarianten

Durch Kombination der Start- und Endpunkte mit den Winkeln Q495 und Q496 ergeben sich folgende Bearbeitungsmöglichkeiten:

- **Außenbearbeitung in Quadrant 1 (1)**:
  - Winkel Umfangsfläche Q495 positiv eingeben
  - Winkel Planfläche Q496 negativ eingeben
  - Konturstart X Q491 kleiner Konturende X Q493 eingeben
  - Konturstart Z Q492 größer Konturende Z Q494 eingeben
- **Innenbearbeitung in Quadrant 2 (2)**:
  - Winkel Umfangsfläche Q495 negativ eingeben
  - Winkel Planfläche Q496 positiv eingeben
  - Konturstart X Q491 größer Konturende X Q493 eingeben
  - Konturstart Z Q492 größer Konturende Z Q494 eingeben
- **Außenbearbeitung in Quadrant 3 (3)**:
  - Winkel Umfangsfläche Q495 positiv eingeben
  - Winkel Planfläche Q496 negativ eingeben
  - Konturstart X Q491 größer Konturende X Q493 eingeben
  - Konturstart Z Q492 kleiner Konturende Z Q494 eingeben
- **Innenbearbeitung in Quadrant 4 (4)**:
  - Winkel Umfangsfläche Q495 negativ eingeben
  - Winkel Planfläche Q496 positiv eingeben
  - Konturstart X Q491 kleiner Konturende X Q493 eingeben
  - Konturstart Z Q492 kleiner Konturende Z Q494 eingeben

13

Mit Tastsystemzyklen arbeiten

13.1 Allgemeines zu den Tastsystemzyklen

Die TNC muss vom Maschinenhersteller für den Einsatz von 3D-Tastsystemen vorbereitet sein. Maschinenhandbuch beachten.

Beachten Sie, dass HEIDENHAIN grundsätzlich nur dann die Gewährleistung für die Funktion der Tastsystem-Zyklen übernimmt, wenn Sie HEIDENHAIN Tastsysteme verwenden!

Wenn Sie Messungen während des Programmlaufs durchführen, dann achten Sie darauf, dass die Werkzeug-Daten (Länge, Radius) entweder aus den kalibrierten Daten oder aus dem letzten **TOOL CALL**-Satz verwendet werden können (Auswahl über MP7411).

Funktionsweise

Wenn die TNC einen Tastsystem-Zyklus abarbeitet, fährt das 3D-Tastsystem achsparallel auf das Werkstück zu (auch bei aktiver Grunddrehung und bei geschwenkter Bearbeitungsebene). Der Maschinenhersteller legt den Antast-Vorschub in einem Maschinen-Parameter fest (siehe „Bevor Sie mit Tastsystemzyklen arbeiten“ weiter hinten in diesem Kapitel).

Wenn der Taststift das Werkstück berührt,

- sendet das 3D-Tastsystem ein Signal an die TNC: Die Koordinaten der angetasteten Position werden gespeichert
- stoppt das 3D-Tastsystem und
- fährt im Eilvorschub auf die Startposition des Antastvorgangs zurück

Wird innerhalb eines festgelegten Wegs der Taststift nicht ausgelenkt, gibt die TNC eine entsprechende Fehlermeldung aus (Weg: MP6130).

Tastsystemzyklen in den Betriebsarten Manuell und El. Handrad

Die TNC stellt in den Betriebsarten Manuell und El. Handrad Tastsystemzyklen zur Verfügung, mit denen Sie:

- das Tastsystem kalibrieren
- Werkstück-Schieflagen kompensieren
- Bezugspunkte setzen

Tastsystemzyklen für den Automatik-Betrieb

Neben den Tastsystemzyklen, die Sie in der Betriebsarten Manuell und El. Handrad verwenden, stellt die TNC eine Vielzahl von Zyklen für die unterschiedlichsten Einsatzmöglichkeiten im Automatik-Betrieb zur Verfügung:

- Schaltendes Tastsystem kalibrieren
- Werkstück-Schieflagen kompensieren
- Bezugspunkte setzen
- Automatische Werkstück-Kontrolle
- Automatische Werkzeug-Vermessung

Die Tastsystemzyklen programmieren Sie in der Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren 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 TNC 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 TNC während der Zyklus-Definition ein Hilfsbild an. Im Hilfsbild ist der Parameter hell hinterlegt, den Sie eingeben müssen (siehe Bild rechts).

Tastsystem-Zyklus in Betriebsart Einspeichern/Editieren definieren

- Die Softkey-Leiste zeigt – in Gruppen gegliedert – alle verfügbaren Tastsystem-Funktionen an

- Antastzyklus-Gruppe wählen, z.B. Bezugspunkt-Setzen. Zyklen zur automatischen Werkzeug-Vermessung stehen nur zur Verfügung, wenn Ihre Maschine dafür vorbereitet ist

- Zyklus wählen, z.B. Bezugspunkt-Setzen Taschenmitte. Die TNC eröffnet einen Dialog und erfragt alle Eingabewerte; gleichzeitig blendet die TNC in der rechten Bildschirmhälfte eine Grafik ein, in der der einzugebende Parameter hell hinterlegt ist
- Geben Sie alle von der TNC geforderten Parameter ein und schließen Sie jede Eingabe mit der Taste ENT ab
- Die TNC beendet den Dialog, nachdem Sie alle erforderlichen Daten eingegeben haben

Messzyklus-Gruppe	Softkey	Seite
Zyklen zum automatischen Erfassen und Kompensieren einer Werkstück-Schieflage		Seite 334
Zyklen zum automatischen Bezugspunkt-Setzen		Seite 356
Zyklen zur automatischen Werkstück-Kontrolle		Seite 410
Kalibrierzyklen, Sonderzyklen	SONDER-ZYKLEN	Seite 460
Zyklen zur automatischen Kinematikvermessung	KINEMATIK	Seite 476
Zyklen zur automatischen Werkzeug-Vermessung (wird vom Maschinenhersteller freigegeben)		Seite 508

Beispiel: 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 Maschinen-Parameter Einstellmöglichkeiten zur Verfügung, die das grundsätzliche Verhalten aller Tastsystemzyklen festlegen:

Maximaler Verfahrweg zum Antastpunkt: MP6130

Wenn der Taststift innerhalb des in MP6130 festgelegten Wegs nicht ausgelenkt wird, gibt die TNC eine Fehlermeldung aus.

Sicherheits-Abstand zum Antastpunkt: MP6140

In MP6140 legen Sie fest, wie weit die TNC das Tastsystem vom definierten – bzw. 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 Sicherheits-Abstand definieren, der additiv zum Maschinen-Parameter 6140 wirkt.

Infrarot-Tastsystem auf programmierte Antastrichtung orientieren: MP6165

Um die Messgenauigkeit zu erhöhen, können Sie über MP 6165 = 1 erreichen, dass ein Infrarot-Tastsystem vor jeden Antastvorgang in Richtung der programmierten Antastrichtung orientiert. Der Taststift wird dadurch immer in die gleiche Richtung ausgelenkt.

Wenn Sie MP6165 verändern, dann müssen Sie das Tastsystem neu kalibrieren, da sich das Auslenkverhalten verändert.

Grunddrehung im Manuellen Betrieb berücksichtigen: MP6166

Um auch im Einrichtebetrieb die Messgenauigkeit beim Antasten einzelner Positionen zu erhöhen, können Sie über MP 6166 = 1 erreichen, dass die TNC beim Antastvorgang eine aktive Grunddrehung berücksichtigt, also ggf. schräg auf das Werkstück zufährt.

Die Funktion schräges Antasten ist für folgende Funktionen im manuellen Betrieb nicht aktiv:

- Kalibrieren Länge
- Kalibrieren Radius
- Grunddrehung ermitteln

Mehrfachmessung: MP6170

Um die Messsicherheit zu erhöhen, kann die TNC jeden Antastvorgang bis zu dreimal hintereinander ausführen. Weichen die gemessenen Positionswerte zu sehr voneinander ab, gibt die TNC eine Fehlermeldung aus (Grenzwert in MP6171 festgelegt). Über die Mehrfachmessung können Sie ggf. zufällige Messfehler ermitteln, die z.B. durch Verschmutzung entstehen.

Liegen die Messwerte innerhalb des Vertrauensbereichs, speichert die TNC den Mittelwert aus den erfassten Positionen.

Vertrauensbereich für Mehrfachmessung: MP6171

Wenn Sie eine Mehrfachmessung durchführen, legen Sie in MP6171 den Wert ab, den die Messwerte voneinander abweichen dürfen. Überschreitet die Differenz der Messwerte den Wert in MP6171, gibt die TNC eine Fehlermeldung aus.

Schaltendes Tastsystem, Antastvorschub: MP6120

In MP6120 legen Sie den Vorschub fest, mit dem die TNC das Werkstück antasten soll.

Schaltendes Tastsystem, Vorschub für Positionierbewegungen: MP6150

In MP6150 legen Sie den Vorschub fest, mit dem die TNC das Tastsystem vorpositioniert, bzw. zwischen Messpunkten positioniert.

Schaltendes Tastsystem, Eilgang für Positionierbewegungen: MP6151

In MP6151 legen Sie fest, ob die TNC das Tastsystem mit dem in MP6150 definierten Vorschub positionieren soll, oder im Maschinen-Eilgang.

- Eingabewert = 0: Mit Vorschub aus MP6150 positionieren
- Eingabewert = 1: Mit Eilgang vorpositionieren

KinematicsOpt, Toleranzgrenze für Modus Optimieren: MP6600

In **MP6600** legen Sie die Toleranzgrenze fest, ab der die TNC im Modus Optimieren einen Hinweis anzeigen soll, wenn die ermittelten Kinematikdaten über diesem Grenzwert liegen. Voreinstellung: 0.05. Je größer die Maschine, desto größere Werte wählen

- Eingabebereich: 0.001 bis 0.999

KinematicsOpt, erlaubte Abweichung Kalibrierkugelradius: MP6601

In **MP6601** legen Sie die maximal erlaubte Abweichung des von den Zyklen automatisch gemessenen Kalibrierkugelradius vom eingegebenen Zyklusparameter fest.

- Eingabebereich: 0.01 bis 0.1

Die TNC berechnet den Kalibirierkugelradius bei jedem Messpunkt zweimal über alle 5 Antastpunkte. Ist der Radius größer als Q407 + MP6601 so erfolgt eine Fehlermeldung, weil dann von einer Verschmutzung ausgegangen wird.

Ist der von der TNC ermittelte Radius kleiner als 5 * (Q407 - MP6601), dann gibt die TNC ebenfalls eine Fehlermeldung aus.

Tastsystemzyklen abarbeiten

Alle Tastsystemzyklen sind DEF-aktiv. Die TNC arbeitet also den Zyklus automatisch ab, wenn im Programmlauf die Zyklus-Definition von der TNC abgearbeitet wird.

Achten Sie darauf, dass am Zyklus-Anfang die Korrektur-Daten (Länge, Radius) entweder aus den kalibrierten Daten oder aus dem letzten TOOL-CALL-Satz aktiv werden (Auswahl über MP7411, siehe Benutzer-Handbuch der iTNC 530, „Allgemeine Anwender-Parameter“).

Die Tastsystemzyklen 408 bis 419 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 Nullpunkt-Verschiebung aus Nullpunkt-Tabelle arbeiten.

Tastsystemzyklen mit einer Nummer größer 400 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 TNC 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 TNC das Tastsystem zuerst in der Bearbeitungsebene auf den ersten Antastpunkt und anschließend in der Tastsystemachse direkt auf die Messhöhe

14

Tastsystemzyklen: Werkstückschieflagen automatisch ermitteln

14.1 Grundlagen

Übersicht

Die TNC stellt fünf Zyklen zur Verfügung, mit denen Sie eine Werkstückschieflage erfassen und kompensieren können. Zusätzlich können Sie mit dem Zyklus 404 eine Grunddrehung zurücksetzen:

Zyklus	Softkey	Seite
400 GRUNDDREHUNG Automatische Erfassung über zwei Punkte, Kompensation über Funktion Grunddrehung		Seite 336
401 ROT 2 BOHRUNGEN Automatische Erfassung über zwei Bohrungen, Kompensation über Funktion Grunddrehung		Seite 339
402 ROT 2 ZAPFEN Automatische Erfassung über zwei Zapfen, Kompensation über Funktion Grunddrehung		Seite 342
403 ROT UEBER DREHACHSE Automatische Erfassung über zwei Punkte, Kompensation über Rundtischdrehung		Seite 345
405 ROT UEBER C-ACHSE Automatisches Ausrichten eines Winkelversatzes zwischen einem Bohrungs-Mittelpunkte und der positiven Y-Achse, Kompensation über Rundtisch-Drehung		Seite 350
404 GRUNDDREHUNG SETZEN Setzen einer beliebigen Grunddrehung		Seite 349

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 α (siehe Bild rechts) korrigiert werden soll. Dadurch können Sie die Grunddrehung an einer beliebigen Gerade **1** des Werkstückes messen und den Bezug zur eigentlichen 0°-Richtung **2** herstellen.

14.2 GRUNDDREHUNG (Zyklus 400, DIN/ISO: G400)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 400 ermittelt durch Messung zweier Punkte, die auf einer Geraden liegen müssen, eine Werkstück-Schieflage. Über die Funktion Grunddrehung kompensiert die TNC den gemessenen Wert.

1. Die TNC positioniert das Tastsystem mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) und mit Positionierlogik (siehe „Tastsystemzyklen abarbeiten" auf Seite 332) zum programmierten Antastpunkt **1**. Die TNC 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 Antast-Vorgang mit Antast-Vorschub (MP6120) durch
3. Anschließend fährt das Tastsystem zum nächsten Antastpunkt **2** und führt den zweiten Antast-Vorgang durch
4. Die TNC positioniert das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und führt die ermittelte Grunddrehung durch

Beim Programmieren beachten!

Vor der Zyklus-Definition müssen Sie einen Werkzeug-Aufruf zur Definition der Tastsystem-Achse programmiert haben.

Die TNC setzt eine aktive Grunddrehung am Zyklusanfang zurück.

Zyklusparameter

- **1. Messpunkt 1. Achse** Q263 (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **1. Messpunkt 2. Achse** Q264 (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Messpunkt 1. Achse** Q265 (absolut): Koordinate des zweiten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Messpunkt 2. Achse** Q266 (absolut): Koordinate des zweiten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Messachse** Q272: Achse der Bearbeitungsebene, in der die Messung erfolgen soll:
  1:Hauptachse = Messachse
  2:Nebenachse = Messachse
- **Verfahrrichtung 1** Q267: Richtung, in der das Tastsystem auf das Werkstück zufahren soll:
  -1:Verfahrrichtung negativ
  +1:Verfahrrichtung positiv
- **Messhöhe in der Tastsystem-Achse** Q261 (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystem-Achse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q320 (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu MP6140. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Sichere Höhe** Q260 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**

- **Fahren auf sichere Höhe** Q301: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: Zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: Zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
  Alternativ **PREDEF**
- **Voreinstellung Grunddrehung** Q307 (absolut): Wenn sich die zu messende Schieflage nicht auf die Hauptachse, sondern auf eine beliebige Gerade beziehen soll, Winkel der Bezugsgeraden eingeben. Die TNC ermittelt dann für die Grunddrehung die Differenz aus dem gemessenen Wert und dem Winkel der Bezugsgeraden. Eingabebereich -360,000 bis 360,000
- **Preset-Nummer in Tabelle** Q305: Nummer in der Preset-Tabelle angeben, in der die TNC die ermittelte Grunddrehung speichern soll. Bei Eingabe von Q305=0, legt die TNC die ermittelte Grunddrehung im ROT-Menü der Betriebsart Manuell ab. Eingabebereich 0 bis 2999

Beispiel: NC-Sätze

```
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=+8   ;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. GRUNDDR.
    Q305=0    ;NR. IN TABELLE
```

14.3 GRUNDDREHUNG über zwei Bohrungen (Zyklus 401, DIN/ISO: G401)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 401 erfasst die Mittelpunkte zweier Bohrungen. Anschließend berechnet die TNC den Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und der Verbindungsgeraden der Bohrungs-Mittelpunkte. Über die Funktion Grunddrehung kompensiert die TNC den berechneten Wert. Alternativ können Sie die ermittelte Schieflage auch durch eine Drehung des Rundtisches kompensieren.

1. Die TNC positioniert das Tastsystem mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) und mit Positionierlogik (siehe „Tastsystemzyklen abarbeiten" auf Seite 332) auf den eingegebenen Mittelpunkt der ersten Bohrung 1
2. Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und erfasst durch vier Antastungen den ersten Bohrungs-Mittelpunkt
3. Anschließend fährt das Tastsystem zurück auf die sichere Höhe und positioniert auf den eingegebenen Mittelpunkt der zweiten Bohrung 2
4. Die TNC fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und erfasst durch vier Antastungen den zweiten Bohrungs-Mittelpunkt
5. Abschließend fährt die TNC das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und führt die ermittelte Grunddrehung durch

Beim Programmieren beachten!

Vor der Zyklus-Definition müssen Sie einen Werkzeug-Aufruf zur Definition der Tastsystem-Achse programmiert haben.

Die TNC setzt eine aktive Grunddrehung am Zyklusanfang zurück.

Dieser Tastsystem-Zyklus ist bei aktiver Funktion Bearbeitungsebene schwenken nicht erlaubt.

Wenn Sie die Schieflage über eine Rundtischdrehung kompensieren wollen, dann verwendet die TNC automatisch folgende Drehachsen:

- C bei Werkzeug-Achse Z
- B bei Werkzeug-Achse Y
- A bei Werkzeug-Achse X

Zyklusparameter

- **1. Bohrung: Mitte 1. Achse** Q268 (absolut): Mittelpunkt der ersten Bohrung in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **1. Bohrung: Mitte 2. Achse** Q269 (absolut): Mittelpunkt der ersten Bohrung in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Bohrung: Mitte 1. Achse** Q270 (absolut): Mittelpunkt der zweiten Bohrung in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Bohrung: Mitte 2. Achse** Q271 (absolut): Mittelpunkt der zweiten Bohrung in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Messhöhe in der Tastsystem-Achse** Q261 (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystem-Achse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sichere Höhe** Q260 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Voreinstellung Grunddrehung** Q307 (absolut): Wenn sich die zu messende Schieflage nicht auf die Hauptachse, sondern auf eine beliebige Gerade beziehen soll, Winkel der Bezugsgeraden eingeben. Die TNC ermittelt dann für die Grunddrehung die Differenz aus dem gemessenen Wert und dem Winkel der Bezugsgeraden. Eingabebereich -360,000 bis 360,000

- **Preset-Nummer in Tabelle** Q305: Nummer in der Preset-Tabelle angeben, in der die TNC die ermittelte Grunddrehung speichern soll. Bei Eingabe von Q305=0, legt die TNC die ermittelte Grunddrehung im ROT-Menü der Betriebsart Manuell ab. Parameter hat keine Wirkung, wenn Schieflage über Rundtischdrehung kompensiert werden soll (**Q402=1**). In diesem Fall wird die Schieflage nicht als Winkelwert gespeichert. Eingabebereich 0 bis 2999

- **Grunddrehung/Ausrichten** Q402: Festlegen, ob die TNC die ermittelte Schieflage als Grunddrehung setzen, oder per Rundtischdrehung ausrichten soll:
  0: Grunddrehung setzen
  1: Rundtischdrehung ausführen
  Wenn Sie Rundtischdrehung wählen, dann speichert die TNC die ermittelte Schieflage nicht ab, auch wenn Sie im Parameter **Q305** eine Tabellenzeile definiert haben

- **Null setzen nach Ausrichtung** Q337: Festlegen, ob die TNC die Anzeige der ausgerichteten Drehachse auf 0 setzen soll:
  0: Anzeige der Drehachse nach dem Ausrichten nicht auf 0 setzen
  1: Anzeige der Drehachse nach dem Ausrichten auf 0 setzen
  Die TNC setzt die Anzeige nur dann = 0, wenn Sie **Q402=1** definiert haben

Beispiel: NC-Sätze

```
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. GRUNDDR.
    Q305=0    ;NR. IN TABELLE
    Q402=0    ;AUSRICHTEN
    Q337=0    ;NULL SETZEN
```

14.4 GRUNDDREHUNG über zwei Zapfen (Zyklus 402, DIN/ISO: G402)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 402 erfasst die Mittelpunkte zweier Zapfen. Anschließend berechnet die TNC den Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und der Verbindungsgeraden der Zapfen-Mittelpunkte. Über die Funktion Grunddrehung kompensiert die TNC den berechneten Wert. Alternativ können Sie die ermittelte Schieflage auch durch eine Drehung des Rundtisches kompensieren.

1. Die TNC positioniert das Tastsystem mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) und mit Positionierlogik (siehe „Tastsystemzyklen abarbeiten" auf Seite 332) 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 TNC fährt das Tastsystem auf die eingegebene **Messhöhe 2** und erfasst durch vier Antastungen den zweiten Zapfen-Mittelpunkt
5. Abschließend fährt die TNC das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und führt die ermittelte Grunddrehung durch

Beim Programmieren beachten!

Vor der Zyklus-Definition müssen Sie einen Werkzeug-Aufruf zur Definition der Tastsystem-Achse programmiert haben.

Die TNC setzt eine aktive Grunddrehung am Zyklusanfang zurück.

Dieser Tastsystem-Zyklus ist bei aktiver Funktion Bearbeitungsebene schwenken nicht erlaubt.

Wenn Sie die Schieflage über eine Rundtischdrehung kompensieren wollen, dann verwendet die TNC automatisch folgende Drehachsen:

- C bei Werkzeug-Achse Z
- B bei Werkzeug-Achse Y
- A bei Werkzeug-Achse X

Zyklusparameter

- **1. Zapfen: Mitte 1. Achse** (absolut): Mittelpunkt des ersten Zapfens in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **1. Zapfen: Mitte 2. Achse** Q269 (absolut): Mittelpunkt des ersten Zapfens in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Durchmesser Zapfen 1** Q313: Ungefährer Durchmesser des 1. Zapfens. Wert eher zu groß eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Messhöhe Zapfen 1 in TS-Achse** Q261 (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystem-Achse, auf der die Messung des Zapfens 1 erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Zapfen: Mitte 1. Achse** Q270 (absolut): Mittelpunkt des zweiten Zapfens in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Zapfen: Mitte 2. Achse** Q271 (absolut): Mittelpunkt des zweiten Zapfens in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Durchmesser Zapfen 2** Q314: Ungefährer Durchmesser des 2. Zapfens. Wert eher zu groß eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Messhöhe Zapfen 2 in TS-Achse** Q315 (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystem-Achse, auf der die Messung des Zapfens 2 erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q320 (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu MP6140. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Sichere Höhe** Q260 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**

- **Fahren auf sichere Höhe** Q301: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: Zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: Zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
  Alternativ **PREDEF**
- **Voreinstellung Grunddrehung** Q307 (absolut): Wenn sich die zu messende Schieflage nicht auf die Hauptachse, sondern auf eine beliebige Gerade beziehen soll, Winkel der Bezugsgeraden eingeben. Die TNC ermittelt dann für die Grunddrehung die Differenz aus dem gemessenen Wert und dem Winkel der Bezugsgeraden. Eingabebereich -360,000 bis 360,000
- **Preset-Nummer in Tabelle** Q305: Nummer in der Preset-Tabelle angeben, in der die TNC die ermittelte Grunddrehung speichern soll. Bei Eingabe von Q305=0, legt die TNC die ermittelte Grunddrehung im ROT-Menü der Betriebsart Manuell ab. Parameter hat keine Wirkung, wenn Schieflage über Rundtischdrehung kompensiert werden soll (**Q402=1**). In diesem Fall wird die Schieflage nicht als Winkelwert gespeichert. Eingabebereich 0 bis 2999
- **Grunddrehung/Ausrichten** Q402: Festlegen, ob die TNC die ermittelte Schieflage als Grunddrehung setzen, oder per Rundtischdrehung ausrichten soll:
  0: Grunddrehung setzen
  1: Rundtischdrehung ausführen
  Wenn Sie Rundtischdrehung wählen, dann speichert die TNC die ermittelte Schieflage nicht ab, auch wenn Sie im Parameter **Q305** eine Tabellenzeile definiert haben
- **Null setzen nach Ausrichtung** Q337: Festlegen, ob die TNC die Anzeige der ausgerichteten Drehachse auf 0 setzen soll:
  0: Anzeige der Drehachse nach dem Ausrichten nicht auf 0 setzen
  1: Anzeige der Drehachse nach dem Ausrichten auf 0 setzen
  Die TNC setzt die Anzeige nur dann = 0, wenn Sie **Q402=1** definiert haben

Beispiel: NC-Sätze

```
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. GRUNDDR.
    Q305=0    ;NR. IN TABELLE
    Q402=0    ;AUSRICHTEN
    Q337=0    ;NULL SETZEN
```

14.5 GRUNDDREHUNG über eine Drehachse kompensieren (Zyklus 403, DIN/ISO: G403)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 403 ermittelt durch Messung zweier Punkte, die auf einer Gerade liegen müssen, eine Werkstück-Schieflage. Die ermittelte Werkstück-Schieflage kompensiert die TNC durch Drehung der A-, B- oder C-Achse. Das Werkstück darf dabei beliebig auf dem Rundtisch aufgespannt sein.

1 Die TNC positioniert das Tastsystem mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) und mit Positionierlogik (siehe „Tastsystemzyklen abarbeiten" auf Seite 332) zum programmierten Antastpunkt **1**. Die TNC 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 Antast-Vorgang mit Antast-Vorschub (MP6120) durch

3 Anschließend fährt das Tastsystem zum nächsten Antastpunkt **2** und führt den zweiten Antast-Vorgang durch

4 Die TNC positioniert das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und positioniert die im Zyklus definierte Drehachse um den ermittelten Wert. Optional können Sie die Anzeige nach dem Ausrichten auf 0 setzen lassen

Beim Programmieren beachten!

Achtung Kollisionsgefahr!

Zyklus 403 können Sie nun auch bei aktiver Funktion „Bearbeitungsebene Schwenken“ verwenden. Achten Sie auf ausreichend große **sichere Höhe**, so dass beim abschließenden Positionieren der Drehachse keine Kollisionen entstehen können!

Die TNC führt nun keine Sinnigkeitsprüfung in Bezug auf Antast-Positionen und Ausgleichsachse mehr durch. Dadurch können ggf. Ausgleichsbewegung entstehen, die um 180° versetzt sind.

Vor der Zyklus-Definition müssen Sie einen Werkzeug-Aufruf zur Definition der Tastsystem-Achse programmiert haben.

Die Reihenfolge der Antastpunkte beeinflusst den ermittelten Kompensationswinkel. Darauf achten, dass die Koordinate des Antastpunkts **1** in der Achse senkrecht zur Antast-Richtung kleiner ist als die Koordinate des Antastpunkts **2**.

Die TNC speichert den ermittelten Winkel auch im Parameter **Q150** ab.

Um die Ausgleichsachse automatisch vom Zyklus bestimmen zu lassen, muss eine Kinematikbeschreibung in der TNC hinterlegt sein.

Zyklusparameter

- **1. Messpunkt 1. Achse** Q263 (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **1. Messpunkt 2. Achse** Q264 (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Messpunkt 1. Achse** Q265 (absolut): Koordinate des zweiten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Messpunkt 2. Achse** Q266 (absolut): Koordinate des zweiten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Messachse** Q272: Achse, in der die Messung erfolgen soll:
  1: Hauptachse = Messachse
  2: Nebenachse = Messachse
  3: Tastsystem-Achse = Messachse
- **Verfahrrichtung 1** Q267: Richtung, in der das Tastsystem auf das Werkstück zufahren soll:
  -1: Verfahrrichtung negativ
  +1: Verfahrrichtung positiv
- **Messhöhe in der Tastsystem-Achse** Q261 (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystem-Achse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q320 (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu MP6140. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**

- **Sichere Höhe** Q260 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Fahren auf sichere Höhe** Q301: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: Zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: Zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
- Achse für Ausgleichsbewegung Q312: Festlegen, mit welcher Drehachse die TNC die gemessene Schieflage kompensieren soll:
  0: Automatikmodus, die TNC ermittelt anhand der aktiven Drehachspositionen und Antastachsen die Achse für die Ausgleichsbewegung automatisch
  4: Schieflage mit Drehachse A kompensieren
  5: Schieflage mit Drehachse B kompensieren
  6: Schieflage mit Drehachse C kompensieren
- **Null setzen nach Ausrichtung** Q337: Festlegen, ob die TNC die Anzeige der ausgerichteten Drehachse auf 0 setzen soll:
  0: Anzeige der Drehachse nach dem Ausrichten nicht auf 0 setzen
  1: Anzeige der Drehachse nach dem Ausrichten auf 0 setzen
- **Nummer in Tabelle** Q305: Nummer in der Preset-Tabelle/Nullpunkt-Tabelle angeben, in der die TNC die Drehachse abnullen soll. Nur wirksam, wenn Q337 = 1 gesetzt ist. Eingabebereich 0 bis 2999
- **Messwert-Übergabe (0,1)** Q303: Festlegen, ob der ermittelte Wikel in der Nullpunkt-Tabelle oder in der Preset-Tabelle abgelegt werden soll:
  0: Ermittelten Winkel als Nullpunkt-Verschiebung in die aktive Nullpunkt-Tabelle schreiben. Bezugssystem ist das aktive Werkstück-Koordinatensystem
  1: Ermittelten Winkel in die Preset-Tabelle schreiben. Bezugssystem ist das Maschinen-Koordinatensystem (REF-System)
- **Bezugswinkel ?(0=Hauptachse)** Q380: Winkel, auf den die TNC die angetastete Gerade ausrichten soll. Nur wirksam, wenn Drehachse = C gewählt ist (Q312 = 6). Eingabebereich -360,000 bis 360,000

Beispiel: NC-Sätze

```
5 TCH PROBE 403 ROT UEBER C-ACHSE
    Q263=+25  ;1. PUNKT 1. ACHSE
    Q264=+10  ;1. PUNKT 2. ACHSE
    Q265=+40  ;2. PUNKT 1. ACHSE
    Q266=+17  ;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
    Q312=6    ;AUSGLEICHSACHSE
    Q337=0    ;NULL SETZEN
    Q305=1    ;NR. IN TABELLE
    Q303=+1   ;MESSWERT-UEBERGABE
    Q380=+0   ;BEZUGSWINKEL
```

14.6 GRUNDDREHUNG SETZEN (Zyklus 404, DIN/ISO: G404)

Zyklusablauf

Mit dem Tastsystem-Zyklus 404 können Sie während des Programmlaufs automatisch eine beliebige Grunddrehung setzen. Vorzugsweise ist der Zyklus zu verwenden, wenn Sie eine zuvor durchgeführte Grunddrehung rücksetzen wollen.

Beispiel: NC-Sätze

```
5 TCH PROBE 404 GRUNDDREHUNG
    Q307=+0   ;VOREINST. GRUNDDR.
    Q305=1    ;NR. IN TABELLE
```

Zyklusparameter

- **Voreinstellung Grunddrehung**: Winkelwert, mit dem die Grunddrehung gesetzt werden soll. Eingabebereich -360,000 bis 360,000
- **Nummer in Tabelle** Q305: Nummer in der Preset-Tabelle/Nullpunkt-Tabelle angeben, in der die TNC die definierte Grunddrehung speichern soll. Eingabebereich 0 bis 2999

14.7 Schieflage eines Werkstücks über C-Achse ausrichten (Zyklus 405, DIN/ISO: G405)

Zyklusablauf

Mit dem Tastsystem-Zyklus 405 ermitteln Sie

- den Winkelversatz zwischen der positiven Y-Achse des aktiven Koordinaten-Systems und der Mittellinie einer Bohrung oder
- den Winkelversatz zwischen der Sollposition und der Istposition eines Bohrungs-Mittelpunktes

Den ermittelten Winkelversatz kompensiert die TNC 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 TNC positioniert das Tastsystem mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) und mit Positionierlogik (siehe „Tastsystemzyklen abarbeiten" auf Seite 332) zum Antastpunkt **1**. Die TNC berechnet die Antastpunkte aus den Angaben im Zyklus und dem Sicherheits-Abstand aus MP6140
2. Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antast-Vorgang mit Antast-Vorschub (MP6120) durch. Die TNC bestimmt die Antast-Richtung 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 Antast-Vorgang durch
4. Die TNC positioniert das Tastsystem zum Antastpunkt **3** und danach zum Antastpunkt **4** und führt dort den dritten bzw. vierten Antast-Vorgang durch und positioniert das Tastsystem auf die ermittelte Bohrungsmitte
5. Abschließend positioniert die TNC das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und richtet das Werkstück durch Drehung des Rundtisches aus. Die TNC dreht dabei den Rundtisch so, dass der Bohrungs-Mittelpunkt nach der Kompensation - sowohl bei vertikaler als auch bei horizontaler Tastsystemachse - In Richtung der positiven Y-Achse, oder auf der Sollposition des Bohrungs-Mittelpunktes liegt. Der gemessene Winkelversatz steht zusätzlich noch im Parameter Q150 zur Verfügung

Beim Programmieren beachten!

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 TNC immer ausgehend von der Taschenmitte an. Zwischen den vier Messpunkten fährt das Tastsystem dann nicht auf die Sichere Höhe.

Vor der Zyklus-Definition müssen Sie einen Werkzeug-Aufruf zur Definition der Tastsystem-Achse programmiert haben.

Je kleiner Sie den Winkelschritt programmieren, desto ungenauer berechnet die TNC den Kreismittelpunkt. Kleinster Eingabewert: 5°.

Zyklusparameter

- **Mitte 1. Achse** Q321 (absolut): Mitte der Bohrung in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Mitte 2. Achse** Q322 (absolut): Mitte der Bohrung in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Wenn Sie Q322 = 0 programmieren, dann richtet die TNC den Bohrungs-Mittelpunkt auf die positive Y-Achse aus, wenn Sie Q322 ungleich 0 programmieren, dann richtet die TNC den Bohrungs-Mittelpunkt auf die Sollposition (Winkel, der sich aus der Bohrungsmitte ergibt) aus. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Soll-Durchmesser** Q262: Ungefährer Durchmesser der Kreistasche (Bohrung). Wert eher zu klein eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Startwinkel** Q325 (absolut): Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und dem ersten Antastpunkt. Eingabebereich -360,000 bis 360,000
- **Winkelschritt** Q247 (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

- **Messhöhe in der Tastsystem-Achse** Q261 (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystem-Achse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q320 (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu MP6140. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Sichere Höhe** Q260 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Fahren auf sichere Höhe** Q301: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: Zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: Zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
  Alternativ **PREDEF**
- **Null setzen nach Ausrichtung** Q337: Festlegen, ob die TNC die Anzeige der C-Achse auf 0 setzen soll, oder den Winkelversatz in die Spalte C der Nullpunkt-Tabelle schreiben soll:
  0: Anzeige der C-Achse auf 0 setzen
  >0:Gemessenen Winkelversatz vorzeichenrichtig in die Nullpunkt-Tabelle schreiben. Zeilen-Nummer = Wert vom Q337. Ist bereits eine C-Verschiebung in die Nullpunkt-Tabelle eingetragen, dann addiert die TNC den gemessenen Winkelversatz vorzeichenrichtig

Beispiel: NC-Sätze

```
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
```

Beispiel: Grunddrehung über zwei Bohrungen bestimmen

0 BEGIN PGM 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 Tastsystem-Achse, auf der die Messung erfolgt
Q260=+20 ;SICHERE HOEHE	Höhe, auf der das Tastsystem-Achse ohne Kollision verfahren kann
Q307=+0 ;VOREINST. GRUNDDR.	Winkel der Bezugsgeraden
Q402=1 ;AUSRICHTEN	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 TNC 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 Preset-Tabelle schreiben
- Ermittelte Werte in eine Nullpunkt-Tabelle schreiben

Zyklus	Softkey	Seite
408 BZPKT MITTE NUT Breite einer Nut innen messen, Nutmitte als Bezugspunkt setzen		Seite 359
409 BZPKT MITTE STEG Breite eines Steges außen messen, Stegmitte als Bezugspunkt setzen		Seite 363
410 BZPKT RECHTECK INNEN Länge und Breite eines Rechtecks innen messen, Rechteckmitte als Bezugspunkt setzen		Seite 366
411 BZPKT RECHTECK AUSSEN Länge und Breite eines Rechtecks außen messen, Rechteckmitte als Bezugspunkt setzen		Seite 370
412 BZPKT KREIS INNEN Vier beliebige Kreispunkte innen messen, Kreismitte als Bezugspunkt setzen		Seite 374
413 BZPKT KREIS AUSSEN Vier beliebige Kreispunkte außen messen, Kreismitte als Bezugspunkt setzen		Seite 378
414 BZPKT ECKE AUSSEN Zwei Geraden außen messen, Schnittpunkt der Geraden als Bezugspunkt setzen		Seite 382
415 BZPKT ECKE INNEN Zwei Geraden innen messen, Schnittpunkt der Geraden als Bezugspunkt setzen		Seite 387
416 BZPKT LOCHKREIS-MITTE (2. Softkey-Ebene) Drei beliebige Bohrungen auf dem Lochkreis messen, Lochkreis-Mitte als Bezugspunkt setzen		Seite 391
417 BZPKT TS.-ACHSE (2. Softkey-Ebene) Beliebige Position in der Tastsystem-Achse messen und als Bezugspunkt setzen		Seite 395

Zyklus	Softkey	Seite
418 BZPKT 4 BOHRUNGEN (2. Softkey-Ebene) Jeweils 2 Bohrungen über Kreuz messen, Schnittpunkt der Verbindungsgeraden als Bezugspunkt setzen		Seite 397
419 BZPKT EINZELNE ACHSE (2. Softkey-Ebene) Beliebige Position in einer wählbaren Achse messen und als Bezugspunkt setzen		Seite 401

Gemeinsamkeiten aller Tastsystemzyklen zum Bezugspunkt-Setzen

Sie können die Tastsystemzyklen 408 bis 419 auch bei aktiver Rotation (Grunddrehung oder Zyklus 10) abarbeiten.

Bezugspunkt und Tastsystem-Achse

Die TNC setzt den Bezugspunkt in der Bearbeitungsebene in Abhängigkeit von der Tastsystem-Achse, die Sie in Ihrem Messprogramm definiert haben:

Aktive Tastsystem-Achse	Bezugspunkt-Setzen in
Z oder W	X und Y
Y oder V	Z und X
X oder U	Y und Z

Berechneten Bezugspunkt speichern

Bei allen Zyklen zum Bezugspunkt-Setzen können Sie über die Eingabeparameter Q303 und Q305 festlegen, wie die TNC den berechneten Bezugspunkt speichern soll:

- **Q305 = 0, Q303 = beliebiger Wert**:
  Die TNC setzt den berechneten Bezugspunkt in der Anzeige. Der neue Bezugspunkt ist sofort aktiv. Gleichzeitig speichert die TNC den per Zyklus in der Anzeige gesetzten Bezugspunkt auch in die Zeile 0 der Preset-Tabelle
- **Q305 ungleich 0, Q303 = -1**

Diese Kombination kann nur entstehen, wenn Sie

- Programme mit Zyklen 410 bis 418 einlesen, die auf einer TNC 4xx erstellt wurden
- Programme mit Zyklen 410 bis 418 einlesen, die mit einem älteren Softwarestand der iTNC 530 erstellt wurden
- bei der Zyklus-Definition die Messwert-Übergabe über den Parameter Q303 nicht bewusst definiert haben

In solchen Fällen gibt die TNC eine Fehlermeldung aus, da sich das komplette Handling in Verbindung mit REF-bezogenen Nullpunkt-Tabellen geändert hat und Sie über den Parameter Q303 eine definierte Messwert-Übergabe festlegen müssen.

- **Q305 ungleich 0, Q303 = 0**
  Die TNC schreibt den berechneten Bezugspunkt in die aktive Nullpunkt-Tabelle. Bezugssystem ist das aktive Werkstück-Koordinatensystem. Der Wert des Parameters Q305 bestimmt die Nullpunkt-Nummer. **Nullpunkt über Zyklus 7 im NC-Programm aktivieren**
- **Q305 ungleich 0, Q303 = 1**
  Die TNC schreibt den berechneten Bezugspunkt in die Preset-Tabelle. Bezugssystem ist das Maschinen-Koordinatensystem (REF-Koordinaten). Der Wert des Parameters Q305 bestimmt die Preset-Nummer. **Preset über Zyklus 247 im NC-Programm aktivieren**

Messergebnisse in Q-Parametern

Die Messergebnisse des jeweiligen Antast-Zyklus legt die TNC in den global wirksamen Q-Parametern Q150 bis Q160 ab. Diese Parameter können Sie in Ihrem Programm weiterverwenden. Beachten Sie die Tabelle der Ergebnis-Parameter, die bei jeder Zyklus-Beschreibung mit aufgeführt ist.

15.2 BEZUGSPUNKT MITTE NUT (Zyklus 408, DIN/ISO: G408, FCL 3-Funktion)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 408 ermittelt den Mittelpunkt einer Nut und setzt diesen Mittelpunkt als Bezugspunkt. Wahlweise kann die TNC den Mittelpunkt auch in eine Nullpunkt- oder Preset-Tabelle schreiben.

1 Die TNC positioniert das Tastsystem mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) und mit Positionierlogik (siehe „Tastsystemzyklen abarbeiten" auf Seite 332) zum Antastpunkt **1**. Die TNC berechnet die Antastpunkte aus den Angaben im Zyklus und dem Sicherheits-Abstand aus MP6140

2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antast-Vorgang mit Antast-Vorschub (MP6120) durch

3 Danach fährt das Tastsystem entweder achsparallel auf Messhöhe oder linear auf Sicherer Höhe zum nächsten Antastpunkt **2** und führt dort den zweiten Antast-Vorgang durch

4 Abschließend positioniert die TNC das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und verarbeitet den ermittelten Bezugspunkt in Abhängigkeit der Zyklusparameter Q303 und Q305 (siehe „Berechneten Bezugspunkt speichern" auf Seite 358) und speichert die Istwerte in nachfolgend aufgeführten Q-Parametern ab

5 Wenn gewünscht, ermittelt die TNC anschließend in einem separaten Antast-Vorgang noch den Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse

Parameter-Nummer	Bedeutung
Q166	Istwert gemessene Nutbreite
Q157	Istwert Lage Mittelachse

Beim Programmieren beachten!

Achtung Kollisionsgefahr!

Um eine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück zu vermeiden, geben Sie die Nutbreite eher zu **klein** ein.

Wenn die Nutbreite und der Sicherheits-Abstand eine Vorpositionierung in die Nähe der Antastpunkte nicht erlauben, tastet die TNC immer ausgehend von der Nutmitte an. Zwischen den zwei Messpunkten fährt das Tastsystem dann nicht auf die Sichere Höhe.

Vor der Zyklus-Definition müssen Sie einen Werkzeug-Aufruf zur Definition der Tastsystem-Achse programmiert haben.

Zyklusparameter

- **`Mitte 1. Achse`** Q321 (absolut): Mitte der Nut in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **`Mitte 2. Achse`** Q322 (absolut): Mitte der Nut in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **`Breite der Nut`** Q311 (inkremental): Breite der Nut unabhängig von der Lage in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **`Messachse (1=1.Achse/2=2.Achse)`** Q272: Achse, in der die Messung erfolgen soll:
  1: Hauptachse = Messachse
  2: Nebenachse = Messachse
- **`Messhöhe in der Tastsystemachse`** Q261 (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystem-Achse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **`Sicherheits-Abstand`** Q320 (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu MP6140. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **`PREDEF`**
- **`Sichere Höhe`** Q260 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **`PREDEF`**

- **Fahren auf sichere Höhe** Q301: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: Zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: Zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
  Alternativ **PREDEF**
- **Nummer in Tabelle** Q305: Nummer in der Nullpunkt-Tabelle/Preset-Tabelle angeben, in der die TNC die Koordinaten der Nutmitte speichern soll. Bei Eingabe von Q305=0, setzt die TNC die Anzeige automatisch so, dass der neue Bezugspunkt in der Nutmitte sitzt. Eingabebereich 0 bis 2999
- **Neuer Bezugspunkt** Q405 (absolut): Koordinate in der Messachse, auf die die TNC die ermittelte Nutmitte setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Messwert-Übergabe (0,1)** Q303: Festlegen, ob der ermittelte Bezugspunkt in der Nullpunkt-Tabelle oder in der Preset-Tabelle abgelegt werden soll:
  0: Ermittelten Bezugspunkt in die aktive Nullpunkt-Tabelle schreiben. Bezugssystem ist das aktive Werkstück-Koordinatensystem
  1: Ermittelten Bezugspunkt in die Preset-Tabelle schreiben. Bezugssystem ist das Maschinen-Koordinatensystem (REF-System)

- **Antasten in TS-Achse** Q381: Festlegen, ob die TNC auch den Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse setzen soll:
  0: Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse nicht setzen
  1: Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse setzen
- **Tasten TS-Achse: Koor. 1. Achse** Q382 (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
- **Tasten TS-Achse: Koor. 2. Achse** Q383 (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
- **Tasten TS-Achse: Koor. 3. Achse** Q384 (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Tastystem-Achse, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Neuer Bezugspunkt TS-Achse** Q333 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, auf die die TNC den Bezugspunkt setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

Beispiel: NC-Sätze

```
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
```

15.3 BEZUGSPUNKT MITTE STEG (Zyklus 409, DIN/ISO: G409, FCL 3-Funktion)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 409 ermittelt den Mittelpunkt eines Steges und setzt diesen Mittelpunkt als Bezugspunkt. Wahlweise kann die TNC den Mittelpunkt auch in eine Nullpunkt- oder Preset-Tabelle schreiben.

1. Die TNC positioniert das Tastsystem mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) und mit Positionierlogik (siehe „Tastsystemzyklen abarbeiten" auf Seite 332) zum Antastpunkt 1. Die TNC berechnet die Antastpunkte aus den Angaben im Zyklus und dem Sicherheits-Abstand aus MP6140
2. Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antast-Vorgang mit Antast-Vorschub (MP6120) durch
3. Danach fährt das Tastsystem auf Sicherer Höhe zum nächsten Antastpunkt 2 und führt dort den zweiten Antast-Vorgang durch
4. Abschließend positioniert die TNC das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und verarbeitet den ermittelten Bezugspunkt in Abhängigkeit der Zyklusparameter Q303 und Q305 (siehe „Berechneten Bezugspunkt speichern" auf Seite 358) und speichert die Istwerte in nachfolgend aufgeführten Q-Parametern ab
5. Wenn gewünscht, ermittelt die TNC anschließend in einem separaten Antast-Vorgang noch den Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse

Parameter-Nummer	Bedeutung
Q166	Istwert gemessene Stegbreite
Q157	Istwert Lage Mittelachse

Beim Programmieren beachten!

Achtung Kollisionsgefahr!

Um eine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück zu vermeiden, geben Sie die Stegbreite eher zu **groß** ein.

Vor der Zyklus-Definition müssen Sie einen Werkzeug-Aufruf zur Definition der Tastsystem-Achse programmiert haben.

Zyklusparameter

- **Mitte 1. Achse** Q321 (absolut): Mitte des Steges in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Mitte 2. Achse** Q322 (absolut): Mitte des Steges in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Stegbreite** Q311 (inkremental): Breite des Steges unabhängig von der Lage in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Messachse (1=1.Achse/2=2.Achse)** Q272: Achse, in der die Messung erfolgen soll:
  1: Hauptachse = Messachse
  2: Nebenachse = Messachse
- **Messhöhe in der Tastsystemachse** Q261 (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystem-Achse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q320 (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu MP6140. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Sichere Höhe** Q260 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Nummer in Tabelle** Q305: Nummer in der Nullpunkt-Tabelle/Preset-Tabelle angeben, in der die TNC die Koordinaten der Stegmitte speichern soll. Bei Eingabe von Q305=0, setzt die TNC die Anzeige automatisch so, dass der neue Bezugspunkt in der Nutmitte sitzt. Eingabebereich 0 bis 2999
- **Neuer Bezugspunkt** Q405 (absolut): Koordinate in der Messachse, auf die die TNC die ermittelte Stegmitte setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

- **Messwert-Übergabe (0,1)** Q303: Festlegen, ob der ermittelte Bezugspunkt in der Nullpunkt-Tabelle oder in der Preset-Tabelle abgelegt werden soll:
  0: Ermittelten Bezugspunkt in die aktive Nullpunkt-Tabelle schreiben. Bezugssystem ist das aktive Werkstück-Koordinatensystem
  1: Ermittelten Bezugspunkt in die Preset-Tabelle schreiben. Bezugssystem ist das Maschinen-Koordinatensystem (REF-System)
- **Antasten in TS-Achse** Q381: Festlegen, ob die TNC auch den Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse setzen soll:
  0: Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse nicht setzen
  1: Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse setzen
- **Tasten TS-Achse: Koor. 1. Achse** Q382 (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
- **Tasten TS-Achse: Koor. 2. Achse** Q383 (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
- **Tasten TS-Achse: Koor. 3. Achse** Q384 (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Tastystem-Achse, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Neuer Bezugspunkt TS-Achse** Q333 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, auf die die TNC den Bezugspunkt setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

Beispiel: NC-Sätze

```
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
```

15.4 BEZUGSPUNKT RECHTECK INNEN (Zyklus 410, DIN/ISO: G410)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 410 ermittelt den Mittelpunkt einer Rechtecktasche und setzt diesen Mittelpunkt als Bezugspunkt. Wahlweise kann die TNC den Mittelpunkt auch in eine Nullpunkt- oder Preset-Tabelle schreiben.

1. Die TNC positioniert das Tastsystem mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) und mit Positionierlogik (siehe „Tastsystemzyklen abarbeiten" auf Seite 332) zum Antastpunkt 1. Die TNC berechnet die Antastpunkte aus den Angaben im Zyklus und dem Sicherheits-Abstand aus MP6140
2. Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antast-Vorgang mit Antast-Vorschub (MP6120) durch
3. Danach fährt das Tastsystem entweder achsparallel auf Messhöhe oder linear auf Sicherer Höhe zum nächsten Antastpunkt 2 und führt dort den zweiten Antast-Vorgang durch
4. Die TNC positioniert das Tastsystem zum Antastpunkt 3 und danach zum Antastpunkt 4 und führt dort den dritten bzw. vierten Antast-Vorgang durch
5. Abschließend positioniert die TNC das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und verarbeitet den ermittelten Bezugspunkt in Abhängigkeit der Zyklusparameter Q303 und Q305 (siehe „Berechneten Bezugspunkt speichern" auf Seite 358)
6. Wenn gewünscht, ermittelt die TNC anschließend in einem separaten Antast-Vorgang noch den Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse und speichert die Istwerte in folgenden Q-Parametern ab

Parameter-Nummer	Bedeutung
Q151	Istwert Mitte Hauptachse
Q152	Istwert Mitte Nebenachse
Q154	Istwert Seiten-Länge Hauptachse
Q155	Istwert Seiten-Länge Nebenachse

Beim Programmieren beachten!

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 Sicherheits-Abstand eine Vorpositionierung in die Nähe der Antastpunkte nicht erlauben, tastet die TNC immer ausgehend von der Taschenmitte an. Zwischen den vier Messpunkten fährt das Tastsystem dann nicht auf die Sichere Höhe.

Vor der Zyklus-Definition müssen Sie einen Werkzeug-Aufruf zur Definition der Tastsystem-Achse programmiert haben.

Zyklusparameter

- **Mitte 1. Achse** Q321 (absolut): Mitte der Tasche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Mitte 2. Achse** Q322 (absolut): Mitte der Tasche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **1. Seiten-Länge** Q323 (inkremental): Länge der Tasche, parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **2. Seiten-Länge** Q324 (inkremental): Länge der Tasche, parallel zur Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Messhöhe in der Tastsystem-Achse** Q261 (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystem-Achse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q320 (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu MP6140. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Sichere Höhe** Q260 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**

- **Fahren auf sichere Höhe** Q301: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: Zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: Zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
  Alternativ **PREDEF**
- **Nullpunkt-Nummer in Tabelle** Q305: Nummer in der Nullpunkt-Tabelle/Preset-Tabelle angeben, in der die TNC die Koordinaten der Taschenmitte speichern soll. Bei Eingabe von Q305=0, setzt die TNC die Anzeige automatisch so, dass der neue Bezugspunkt in der Taschenmitte sitzt. Eingabebereich 0 bis 2999
- **Neuer Bezugspunkt Hauptachse** Q331 (absolut): Koordinate in der Hauptachse, auf die die TNC die ermittelte Taschenmitte setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Neuer Bezugspunkt Nebenachse** Q332 (absolut): Koordinate in der Nebenachse, auf die die TNC die ermittelte Taschenmitte setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Messwert-Übergabe (0,1)** Q303: Festlegen, ob der ermittelte Bezugspunkt in der Nullpunkt-Tabelle oder in der Preset-Tabelle abgelegt werden soll:
  -1: Nicht verwenden! Wird von der TNC eingetragen, wenn alte Programme eingelesen werden (siehe „Berechneten Bezugspunkt speichern" auf Seite 358)
  0: Ermittelten Bezugspunkt in die aktive Nullpunkt-Tabelle schreiben. Bezugssystem ist das aktive Werkstück-Koordinatensystem
  1: Ermittelten Bezugspunkt in die Preset-Tabelle schreiben. Bezugssystem ist das Maschinen-Koordinatensystem (REF-System)

- **Antasten in TS-Achse** Q381: Festlegen, ob die TNC auch den Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse setzen soll:
  0: Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse nicht setzen
  1: Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse setzen
- **Tasten TS-Achse: Koor. 1. Achse** Q382 (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
- **Tasten TS-Achse: Koor. 2. Achse** Q383 (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
- **Tasten TS-Achse: Koor. 3. Achse** Q384 (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Tastystem-Achse, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Neuer Bezugspunkt TS-Achse** Q333 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, auf die die TNC den Bezugspunkt setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

Beispiel: 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=+1   ;BEZUGSPUNKT
```

15.5 BEZUGSPUNKT RECHTECK AUSSEN (Zyklus 411, DIN/ISO: G411)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 411 ermittelt den Mittelpunkt eines Rechteckzapfens und setzt diesen Mittelpunkt als Bezugspunkt. Wahlweise kann die TNC den Mittelpunkt auch in eine Nullpunkt- oder Preset-Tabelle schreiben.

1. Die TNC positioniert das Tastsystem mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) und mit Positionierlogik (siehe „Tastsystemzyklen abarbeiten" auf Seite 332) zum Antastpunkt 1. Die TNC berechnet die Antastpunkte aus den Angaben im Zyklus und dem Sicherheits-Abstand aus MP6140
2. Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antast-Vorgang mit Antast-Vorschub (MP6120) durch
3. Danach fährt das Tastsystem entweder achsparallel auf Messhöhe oder linear auf Sicherer Höhe zum nächsten Antastpunkt 2 und führt dort den zweiten Antast-Vorgang durch
4. Die TNC positioniert das Tastsystem zum Antastpunkt 3 und danach zum Antastpunkt 4 und führt dort den dritten bzw. vierten Antast-Vorgang durch
5. Abschließend positioniert die TNC das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und verarbeitet den ermittelten Bezugspunkt in Abhängigkeit der Zyklusparameter Q303 und Q305 (siehe „Berechneten Bezugspunkt speichern" auf Seite 358)
6. Wenn gewünscht, ermittelt die TNC anschließend in einem separaten Antast-Vorgang noch den Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse und speichert die Istwerte in folgenden Q-Parametern ab

Parameter-Nummer	Bedeutung
Q151	Istwert Mitte Hauptachse
Q152	Istwert Mitte Nebenachse
Q154	Istwert Seiten-Länge Hauptachse
Q155	Istwert Seiten-Länge Nebenachse

Beim Programmieren beachten!

Achtung Kollisionsgefahr!

Um eine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück zu vermeiden, geben Sie die 1. und 2. Seiten-Länge des Zapfens eher zu **groß** ein.

Vor der Zyklus-Definition müssen Sie einen Werkzeug-Aufruf zur Definition der Tastsystem-Achse programmiert haben.

Zyklusparameter

- **Mitte 1. Achse** Q321 (absolut): Mitte des Zapfens in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Mitte 2. Achse** Q322 (absolut): Mitte des Zapfens in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **1. Seiten-Länge** Q323 (inkremental): Länge des Zapfens, parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **2. Seiten-Länge** Q324 (inkremental): Länge des Zapfens, parallel zur Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Messhöhe in der Tastsystem-Achse** Q261 (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystem-Achse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q320 (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu MP6140. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Sichere Höhe** Q260 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**

- **Fahren auf sichere Höhe** Q301: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: Zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: Zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
  Alternativ **PREDEF**
- **Nullpunkt-Nummer in Tabelle** Q305: Nummer in der Nullpunkt-Tabelle/Preset-Tabelle angeben, in der die TNC die Koordinaten der Zapfenmitte speichern soll. Bei Eingabe von Q305=0, setzt die TNC die Anzeige automatisch so, dass der neue Bezugspunkt in der Zapfenmitte sitzt. Eingabebereich 0 bis 2999
- **Neuer Bezugspunkt Hauptachse** Q331 (absolut): Koordinate in der Hauptachse, auf die die TNC die ermittelte Zapfenmitte setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Neuer Bezugspunkt Nebenachse** Q332 (absolut): Koordinate in der Nebenachse, auf die die TNC die ermittelte Zapfenmitte setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Messwert-Übergabe (0,1)** Q303: Festlegen, ob der ermittelte Bezugspunkt in der Nullpunkt-Tabelle oder in der Preset-Tabelle abgelegt werden soll:
  -1: Nicht verwenden! Wird von der TNC eingetragen, wenn alte Programme eingelesen werden (siehe „Berechneten Bezugspunkt speichern" auf Seite 358)
  0: Ermittelten Bezugspunkt in die aktive Nullpunkt-Tabelle schreiben. Bezugssystem ist das aktive Werkstück-Koordinatensystem
  1: Ermittelten Bezugspunkt in die Preset-Tabelle schreiben. Bezugssystem ist das Maschinen-Koordinatensystem (REF-System)

- **Antasten in TS-Achse** Q381: Festlegen, ob die TNC auch den Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse setzen soll:
  0: Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse nicht setzen
  1: Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse setzen
- **Tasten TS-Achse: Koor. 1. Achse** Q382 (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
- **Tasten TS-Achse: Koor. 2. Achse** Q383 (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
- **Tasten TS-Achse: Koor. 3. Achse** Q384 (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Tastystem-Achse, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Neuer Bezugspunkt TS-Achse** Q333 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, auf die die TNC den Bezugspunkt setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

Beispiel: NC-Sätze

```
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
```

15.6 BEZUGSPUNKT KREIS INNEN (Zyklus 412, DIN/ISO: G412)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 412 ermittelt den Mittelpunkt einer Kreistasche (Bohrung) und setzt diesen Mittelpunkt als Bezugspunkt. Wahlweise kann die TNC den Mittelpunkt auch in eine Nullpunkt- oder Preset-Tabelle schreiben.

1. Die TNC positioniert das Tastsystem mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) und mit Positionierlogik (siehe „Tastsystemzyklen abarbeiten" auf Seite 332) zum Antastpunkt **1**. Die TNC berechnet die Antastpunkte aus den Angaben im Zyklus und dem Sicherheits-Abstand aus MP6140
2. Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antast-Vorgang mit Antast-Vorschub (MP6120) durch. Die TNC bestimmt die Antast-Richtung 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 Antast-Vorgang durch
4. Die TNC positioniert das Tastsystem zum Antastpunkt **3** und danach zum Antastpunkt **4** und führt dort den dritten bzw. vierten Antast-Vorgang durch
5. Abschließend positioniert die TNC das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und verarbeitet den ermittelten Bezugspunkt in Abhängigkeit der Zyklusparameter Q303 und Q305 (siehe „Berechneten Bezugspunkt speichern" auf Seite 358) und speichert die Istwerte in nachfolgend aufgeführten Q-Parametern ab
6. Wenn gewünscht, ermittelt die TNC anschließend in einem separaten Antast-Vorgang noch den Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse

Parameter-Nummer	Bedeutung
Q151	Istwert Mitte Hauptachse
Q152	Istwert Mitte Nebenachse
Q153	Istwert Durchmesser

Beim Programmieren beachten!

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 TNC immer ausgehend von der Taschenmitte an. Zwischen den vier Messpunkten fährt das Tastsystem dann nicht auf die Sichere Höhe.

Je kleiner Sie den Winkelschritt Q247 programmieren, desto ungenauer berechnet die TNC den Bezugspunkt. Kleinster Eingabwert: 5°.

Vor der Zyklus-Definition müssen Sie einen Werkzeug-Aufruf zur Definition der Tastsystem-Achse programmiert haben.

Zyklusparameter

- **Mitte 1. Achse** Q321 (absolut): Mitte der Tasche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Mitte 2. Achse** Q322 (absolut): Mitte der Tasche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Wenn Sie Q322 = 0 programmieren, dann richtet die TNC den Bohrungs-Mittelpunkt auf die positive Y-Achse aus, wenn Sie Q322 ungleich 0 programmieren, dann richtet die TNC den Bohrungs-Mittelpunkt auf die Sollposition aus. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Soll-Durchmesser** Q262: Ungefährer Durchmesser der Kreistasche (Bohrung). Wert eher zu klein eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Startwinkel** Q325 (absolut): Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und dem ersten Antastpunkt. Eingabebereich -360,0000 bis 360,0000
- **Winkelschritt** Q247 (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 -120,0000 bis 120,0000

- **Messhöhe in der Tastsystem-Achse** Q261 (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystem-Achse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q320 (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu MP6140. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Sichere Höhe** Q260 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Fahren auf sichere Höhe** Q301: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: Zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: Zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
  Alternativ **PREDEF**
- **Nullpunkt-Nummer in Tabelle** Q305: Nummer in der Nullpunkt-Tabelle/Preset-Tabelle angeben, in der die TNC die Koordinaten der Taschenmitte speichern soll. Bei Eingabe von Q305=0, setzt die TNC die Anzeige automatisch so, dass der neue Bezugspunkt in der Taschenmitte sitzt. Eingabebereich 0 bis 2999
- **Neuer Bezugspunkt Hauptachse** Q331 (absolut): Koordinate in der Hauptachse, auf die die TNC die ermittelte Taschenmitte setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Neuer Bezugspunkt Nebenachse** Q332 (absolut): Koordinate in der Nebenachse, auf die die TNC die ermittelte Taschenmitte setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Messwert-Übergabe (0,1)** Q303: Festlegen, ob der ermittelte Bezugspunkt in der Nullpunkt-Tabelle oder in der Preset-Tabelle abgelegt werden soll:
  -1: Nicht verwenden! Wird von der TNC eingetragen, wenn alte Programme eingelesen werden (siehe „Berechneten Bezugspunkt speichern" auf Seite 358)
  0: Ermittelten Bezugspunkt in die aktive Nullpunkt-Tabelle schreiben. Bezugssystem ist das aktive Werkstück-Koordinatensystem
  1: Ermittelten Bezugspunkt in die Preset-Tabelle schreiben. Bezugssystem ist das Maschinen-Koordinatensystem (REF-System)

- **Antasten in TS-Achse** Q381: Festlegen, ob die TNC auch den Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse setzen soll:
  0: Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse nicht setzen
  1: Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse setzen
- **Tasten TS-Achse: Koor. 1. Achse** Q382 (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
- **Tasten TS-Achse: Koor. 2. Achse** Q383 (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
- **Tasten TS-Achse: Koor. 3. Achse** Q384 (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Tastystem-Achse, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Neuer Bezugspunkt TS-Achse** Q333 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, auf die die TNC den Bezugspunkt setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Anzahl Messpunkte (4/3)** Q423: Festlegen, ob die TNC die Bohrung mit 4 oder 3 Antastungen messen soll:
  4: 4 Messpunkte verwenden (Standardeinstellung)
  3: 3 Messpunkte verwenden
- **Verfahrart? Gerade=0/Kreis=1** Q365: 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

Beispiel: NC-Sätze

```
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
    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 MESSPUNKTE
    Q365=1    ;VERFAHRART
```

15.7 BEZUGSPUNKT KREIS AUSSEN (Zyklus 413, DIN/ISO: G413)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 413 ermittelt den Mittelpunkt eines Kreiszapfens und setzt diesen Mittelpunkt als Bezugspunkt. Wahlweise kann die TNC den Mittelpunkt auch in eine Nullpunkt- oder Preset-Tabelle schreiben.

1. Die TNC positioniert das Tastsystem mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) und mit Positionierlogik (siehe „Tastsystemzyklen abarbeiten" auf Seite 332) zum Antastpunkt **1**. Die TNC berechnet die Antastpunkte aus den Angaben im Zyklus und dem Sicherheits-Abstand aus MP6140
2. Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antast-Vorgang mit Antast-Vorschub (MP6120) durch. Die TNC bestimmt die Antast-Richtung 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 Antast-Vorgang durch
4. Die TNC positioniert das Tastsystem zum Antastpunkt **3** und danach zum Antastpunkt **4** und führt dort den dritten bzw. vierten Antast-Vorgang durch
5. Abschließend positioniert die TNC das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und verarbeitet den ermittelten Bezugspunkt in Abhängigkeit der Zyklusparameter Q303 und Q305 (siehe „Berechneten Bezugspunkt speichern" auf Seite 358) und speichert die Istwerte in nachfolgend aufgeführten Q-Parametern ab
6. Wenn gewünscht, ermittelt die TNC anschließend in einem separaten Antast-Vorgang noch den Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse

Parameter-Nummer	Bedeutung
Q151	Istwert Mitte Hauptachse
Q152	Istwert Mitte Nebenachse
Q153	Istwert Durchmesser

Beim Programmieren beachten!

Achtung Kollisionsgefahr!

Um eine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück zu vermeiden, geben Sie den Soll-Durchmesser des Zapfens eher zu **groß** ein.

Vor der Zyklus-Definition müssen Sie einen Werkzeug-Aufruf zur Definition der Tastsystem-Achse programmiert haben.

Je kleiner Sie den Winkelschritt Q247 programmieren, desto ungenauer berechnet die TNC den Bezugspunkt. Kleinster Eingabewert: 5°.

Zyklusparameter

- **Mitte 1. Achse** Q321 (absolut): Mitte des Zapfens in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Mitte 2. Achse** Q322 (absolut): Mitte des Zapfens in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Wenn Sie Q322 = 0 programmieren, dann richtet die TNC den Bohrungs-Mittelpunkt auf die positive Y-Achse aus, wenn Sie Q322 ungleich 0 programmieren, dann richtet die TNC den Bohrungs-Mittelpunkt auf die Sollposition aus. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Soll-Durchmesser** Q262: Ungefährer Durchmesser des Zapfens. Wert eher zu groß eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Startwinkel** Q325 (absolut): Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und dem ersten Antastpunkt. Eingabebereich -360,0000 bis 360,0000
- **Winkelschritt** Q247 (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 -120,0000 bis 120,0000

- **Messhöhe in der Tastsystem-Achse** Q261 (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystem-Achse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q320 (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu MP6140. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Sichere Höhe** Q260 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Fahren auf sichere Höhe** Q301: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: Zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: Zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
  Alternativ **PREDEF**
- **Nullpunkt-Nummer in Tabelle** Q305: Nummer in der Nullpunkt-Tabelle/Preset-Tabelle angeben, in der die TNC die Koordinaten der Zapfenmitte speichern soll. Bei Eingabe von Q305=0, setzt die TNC die Anzeige automatisch so, dass der neue Bezugspunkt in der Zapfenmitte sitzt. Eingabebereich 0 bis 2999
- **Neuer Bezugspunkt Hauptachse** Q331 (absolut): Koordinate in der Hauptachse, auf die die TNC die ermittelte Zapfenmitte setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Neuer Bezugspunkt Nebenachse** Q332 (absolut): Koordinate in der Nebenachse, auf die die TNC die ermittelte Zapfenmitte setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Messwert-Übergabe (0,1)** Q303: Festlegen, ob der ermittelte Bezugspunkt in der Nullpunkt-Tabelle oder in der Preset-Tabelle abgelegt werden soll:
  -1: Nicht verwenden! Wird von der TNC eingetragen, wenn alte Programme eingelesen werden (siehe „Berechneten Bezugspunkt speichern" auf Seite 358)
  0: Ermittelten Bezugspunkt in die aktive Nullpunkt-Tabelle schreiben. Bezugssystem ist das aktive Werkstück-Koordinatensystem
  1: Ermittelten Bezugspunkt in die Preset-Tabelle schreiben. Bezugssystem ist das Maschinen-Koordinatensystem (REF-System)

- **Antasten in TS-Achse** Q381: Festlegen, ob die TNC auch den Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse setzen soll:
  0: Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse nicht setzen
  1: Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse setzen
- **Tasten TS-Achse: Koor. 1. Achse** Q382 (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
- **Tasten TS-Achse: Koor. 2. Achse** Q383 (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
- **Tasten TS-Achse: Koor. 3. Achse** Q384 (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Tastystem-Achse, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Neuer Bezugspunkt TS-Achse** Q333 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, auf die die TNC den Bezugspunkt setzen soll. Grundeinstellung = 0
- **Anzahl Messpunkte (4/3)** Q423: Festlegen, ob die TNC den Zapfen mit 4 oder 3 Antastungen messen soll:
  4: 4 Messpunkte verwenden (Standardeinstellung)
  3: 3 Messpunkte verwenden
- **Verfahrart? Gerade=0/Kreis=1** Q365: 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

Beispiel: NC-Sätze

```
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 MESSPUNKTE
    Q365=1    ;VERFAHRART
```

15.8 BEZUGSPUNKT ECKE AUSSEN (Zyklus 414, DIN/ISO: G414)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 414 ermittelt den Schnittpunkt zweier Geraden und setzt diesen Schnittpunkt als Bezugspunkt. Wahlweise kann die TNC den Schnittpunkt auch in eine Nullpunkt- oder Preset-Tabelle schreiben.

1 Die TNC positioniert das Tastsystem mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) und mit Positionierlogik (siehe „Tastsystemzyklen abarbeiten" auf Seite 332) zum ersten Antastpunkt **1** (siehe Bild rechts oben). Die TNC 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 Antast-Vorgang mit Antast-Vorschub (MP6120) durch. Die TNC bestimmt die Antast-Richtung automatisch in Abhängigkeit vom programmierten 3. Messpunkt

3 Danach fährt das Tastsystem zum nächsten Antastpunkt **2** und führt dort den zweiten Antast-Vorgang durch

4 Die TNC positioniert das Tastsystem zum Antastpunkt **3** und danach zum Antastpunkt **4** und führt dort den dritten bzw. vierten Antast-Vorgang durch

5 Abschließend positioniert die TNC das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und verarbeitet den ermittelten Bezugspunkt in Abhängigkeit der Zyklusparameter Q303 und Q305 (siehe „Berechneten Bezugspunkt speichern" auf Seite 358) und speichert die Koordinaten der ermittelten Ecke in nachfolgend aufgeführten Q-Parametern ab

6 Wenn gewünscht, ermittelt die TNC anschließend in einem separaten Antast-Vorgang noch den Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse

Parameter-Nummer	Bedeutung
Q151	Istwert Ecke Hauptachse
Q152	Istwert Ecke Nebenachse

Beim Programmieren beachten!

Vor der Zyklus-Definition müssen Sie einen Werkzeug-Aufruf zur Definition der Tastsystem-Achse programmiert haben.

Die TNC 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 TNC den Bezugspunkt setzt (siehe Bild rechts Mitte 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

- **1. Messpunkt 1. Achse** Q263 (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **1. Messpunkt 2. Achse** Q264 (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Abstand 1. Achse** Q326 (inkremental): Abstand zwischen erstem und zweitem Messpunkt in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **3. Messpunkt 1. Achse** Q296 (absolut): Koordinate des dritten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **3. Messpunkt 2. Achse** Q297 (absolut): Koordinate des dritten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Abstand 2. Achse** Q327 (inkremental): Abstand zwischen drittem und viertem Messpunkt in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Messhöhe in der Tastsystem-Achse** Q261 (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystem-Achse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q320 (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu MP6140. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Sichere Höhe** Q260 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**

- **Fahren auf sichere Höhe** Q301: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: Zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: Zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
  Alternativ **PREDEF**
- **Grunddrehung durchführen** Q304: Festlegen, ob die TNC die Werkstück-Schieflage durch eine Grunddrehung kompensieren soll:
  0: Keine Grunddrehung durchführen
  1: Grunddrehung durchführen
- **Nullpunkt-Nummer in Tabelle** Q305: Nummer in der Nullpunkt-Tabelle/Preset-Tabelle angeben, in der die TNC die Koordinaten der Ecke speichern soll. Bei Eingabe von Q305=0, setzt die TNC die Anzeige automatisch so, dass der neue Bezugspunkt in der Ecke sitzt. Eingabebereich 0 bis 2999
- **Neuer Bezugspunkt Hauptachse** Q331 (absolut): Koordinate in der Hauptachse, auf die die TNC die ermittelte Ecke setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Neuer Bezugspunkt Nebenachse** Q332 (absolut): Koordinate in der Nebenachse, auf die die TNC die ermittelte Ecke setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Messwert-Übergabe (0,1)** Q303: Festlegen, ob der ermittelte Bezugspunkt in der Nullpunkt-Tabelle oder in der Preset-Tabelle abgelegt werden soll:
  -1: Nicht verwenden! Wird von der TNC eingetragen, wenn alte Programme eingelesen werden (siehe „Berechneten Bezugspunkt speichern" auf Seite 358)
  0: Ermittelten Bezugspunkt in die aktive Nullpunkt-Tabelle schreiben. Bezugssystem ist das aktive Werkstück-Koordinatensystem
  1: Ermittelten Bezugspunkt in die Preset-Tabelle schreiben. Bezugssystem ist das Maschinen-Koordinatensystem (REF-System)

- **Antasten in TS-Achse** Q381: Festlegen, ob die TNC auch den Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse setzen soll:
  0: Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse nicht setzen
  1: Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse setzen
- **Tasten TS-Achse: Koor. 1. Achse** Q382 (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
- **Tasten TS-Achse: Koor. 2. Achse** Q383 (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
- **Tasten TS-Achse: Koor. 3. Achse** Q384 (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Tastystem-Achse, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Neuer Bezugspunkt TS-Achse** Q333 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, auf die die TNC den Bezugspunkt setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

Beispiel: NC-Sätze

```
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
    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
```

15.9 BEZUGSPUNKT ECKE INNEN (Zyklus 415, DIN/ISO: G415)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 415 ermittelt den Schnittpunkt zweier Geraden und setzt diesen Schnittpunkt als Bezugspunkt. Wahlweise kann die TNC den Schnittpunkt auch in eine Nullpunkt- oder Preset-Tabelle schreiben.

1 Die TNC positioniert das Tastsystem mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) und mit Positionierlogik (siehe „Tastsystemzyklen abarbeiten" auf Seite 332) zum ersten Antastpunkt **1** (siehe Bild rechts oben), den Sie im Zyklus definieren. Die TNC 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 Antast-Vorgang mit Antast-Vorschub (MP6120) durch. Die Antast-Richtung ergibt sich durch die Eckennummer

3 Danach fährt das Tastsystem zum nächsten Antastpunkt **2** und führt dort den zweiten Antast-Vorgang durch

4 Die TNC positioniert das Tastsystem zum Antastpunkt **3** und danach zum Antastpunkt **4** und führt dort den dritten bzw. vierten Antast-Vorgang durch

5 Abschließend positioniert die TNC das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und verarbeitet den ermittelten Bezugspunkt in Abhängigkeit der Zyklusparameter Q303 und Q305 (siehe „Berechneten Bezugspunkt speichern" auf Seite 358) und speichert die Koordinaten der ermittelten Ecke in nachfolgend aufgeführten Q-Parametern ab

6 Wenn gewünscht, ermittelt die TNC anschließend in einem separaten Antast-Vorgang noch den Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse

Parameter-Nummer	Bedeutung
Q151	Istwert Ecke Hauptachse
Q152	Istwert Ecke Nebenachse

Beim Programmieren beachten!

Vor der Zyklus-Definition müssen Sie einen Werkzeug-Aufruf zur Definition der Tastsystem-Achse programmiert haben.

Die TNC misst die erste Gerade immer in Richtung der Nebenachse der Bearbeitungsebene.

Zyklusparameter

- **1. Messpunkt 1. Achse** Q263 (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **1. Messpunkt 2. Achse** Q264 (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Abstand 1. Achse** Q326 (inkremental): Abstand zwischen erstem und zweitem Messpunkt in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Abstand 2. Achse** Q327 (inkremental): Abstand zwischen drittem und viertem Messpunkt in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Ecke** Q308: Nummer der Ecke, an der die TNC den Bezugspunkt setzen soll. Eingabebereich 1 bis 4
- **Messhöhe in der Tastsystem-Achse** Q261 (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystem-Achse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q320 (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu MP6140. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Sichere Höhe** Q260 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**

- **Fahren auf sichere Höhe** Q301: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: Zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: Zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
  Alternativ **PREDEF**
- **Grunddrehung durchführen** Q304: Festlegen, ob die TNC die Werkstück-Schieflage durch eine Grunddrehung kompensieren soll:
  0: Keine Grunddrehung durchführen
  1: Grunddrehung durchführen
- **Nullpunkt-Nummer in Tabelle** Q305: Nummer in der Nullpunkt-Tabelle/Preset-Tabelle angeben, in der die TNC die Koordinaten der Ecke speichern soll. Bei Eingabe von Q305=0, setzt die TNC die Anzeige automatisch so, dass der neue Bezugspunkt in der Ecke sitzt. Eingabebereich 0 bis 2999
- **Neuer Bezugspunkt Hauptachse** Q331 (absolut): Koordinate in der Hauptachse, auf die die TNC die ermittelte Ecke setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Neuer Bezugspunkt Nebenachse** Q332 (absolut): Koordinate in der Nebenachse, auf die die TNC die ermittelte Ecke setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Messwert-Übergabe (0,1)** Q303: Festlegen, ob der ermittelte Bezugspunkt in der Nullpunkt-Tabelle oder in der Preset-Tabelle abgelegt werden soll:
  -1: Nicht verwenden! Wird von der TNC eingetragen, wenn alte Programme eingelesen werden (siehe „Berechneten Bezugspunkt speichern" auf Seite 358)
  0: Ermittelten Bezugspunkt in die aktive Nullpunkt-Tabelle schreiben. Bezugssystem ist das aktive Werkstück-Koordinatensystem
  1: Ermittelten Bezugspunkt in die Preset-Tabelle schreiben. Bezugssystem ist das Maschinen-Koordinatensystem (REF-System)

- **Antasten in TS-Achse** Q381: Festlegen, ob die TNC auch den Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse setzen soll:
  0: Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse nicht setzen
  1: Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse setzen
- **Tasten TS-Achse: Koor. 1. Achse** Q382 (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
- **Tasten TS-Achse: Koor. 2. Achse** Q383 (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
- **Tasten TS-Achse: Koor. 3. Achse** Q384 (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Tastystem-Achse, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Neuer Bezugspunkt TS-Achse** Q333 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, auf die die TNC den Bezugspunkt setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

Beispiel: NC-Sätze

```
5 TCH PROBE 415 BZPKT ECKE AUSSEN
    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
    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
```

15.10 BEZUGSPUNKT LOCHKREIS-MITTE (Zyklus 416, DIN/ISO: G416)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 416 berechnet den Mittelpunkt eines Lochkreises durch Messung dreier Bohrungen und setzt diesen Mittelpunkt als Bezugspunkt. Wahlweise kann die TNC den Mittelpunkt auch in eine Nullpunkt- oder Preset-Tabelle schreiben.

1 Die TNC positioniert das Tastsystem mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) und mit Positionierlogik (siehe „Tastsystemzyklen abarbeiten" auf Seite 332) auf den eingegebenen Mittelpunkt der ersten Bohrung 1

2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und erfasst durch vier Antastungen den ersten Bohrungs-Mittelpunkt

3 Anschließend fährt das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und positioniert auf den eingegebenen Mittelpunkt der zweiten Bohrung 2

4 Die TNC fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und erfasst durch vier Antastungen den zweiten Bohrungs-Mittelpunkt

5 Anschließend fährt das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und positioniert auf den eingegebenen Mittelpunkt der dritten Bohrung 3

6 Die TNC fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und erfasst durch vier Antastungen den dritten Bohrungs-Mittelpunkt

7 Abschließend positioniert die TNC das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und verarbeitet den ermittelten Bezugspunkt in Abhängigkeit der Zyklusparameter Q303 und Q305 (siehe „Berechneten Bezugspunkt speichern" auf Seite 358) und speichert die Istwerte in nachfolgend aufgeführten Q-Parametern ab

8 Wenn gewünscht, ermittelt die TNC anschließend in einem separaten Antast-Vorgang noch den Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse

Parameter-Nummer	Bedeutung
Q151	Istwert Mitte Hauptachse
Q152	Istwert Mitte Nebenachse
Q153	Istwert Lochkreis-Durchmesser

Beim Programmieren beachten!

Vor der Zyklus-Definition müssen Sie einen Werkzeug-Aufruf zur Definition der Tastsystem-Achse programmiert haben.

Zyklusparameter

- **Mitte 1. Achse** Q273 (absolut): Lochkreis-Mitte (Sollwert) in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Mitte 2. Achse** Q274 (absolut): Lochkreis-Mitte (Sollwert) in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Soll-Durchmesser** Q262: Ungefähren Lochkreis-Durchmesser eingeben. Je kleiner der Bohrungsdurchmesser ist, desto genauer müssen Sie den Soll-Durchmesser angeben. Eingabebereich -0 bis 99999,9999
- **Winkel 1. Bohrung** Q291 (absolut): Polarkoordinaten-Winkel des ersten Bohrungs-Mittelpunktes in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -360,0000 bis 360,0000
- **Winkel 2. Bohrung** Q292 (absolut): Polarkoordinaten-Winkel des zweiten Bohrungs-Mittelpunktes in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -360,0000 bis 360,0000
- **Winkel 3. Bohrung** Q293 (absolut): Polarkoordinaten-Winkel des dritten Bohrungs-Mittelpunktes in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -360,0000 bis 360,0000
- **Messhöhe in der Tastsystem-Achse** Q261 (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystem-Achse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sichere Höhe** Q260 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**

- **Nullpunkt-Nummer in Tabelle** Q305: Nummer in der Nullpunkt-Tabelle/Preset-Tabelle angeben, in der die TNC die Koordinaten der Lochkreis-Mitte speichern soll. Bei Eingabe von Q305=0, setzt die TNC die Anzeige automatisch so, dass der neue Bezugspunkt in der Lochkreis-Mitte sitzt. Eingabebereich 0 bis 2999
- **Neuer Bezugspunkt Hauptachse** Q331 (absolut): Koordinate in der Hauptachse, auf die die TNC die ermittelte Lochkreis-Mitte setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Neuer Bezugspunkt Nebenachse** Q332 (absolut): Koordinate in der Nebenachse, auf die die TNC die ermittelte Lochkreis-Mitte setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Messwert-Übergabe (0,1)** Q303: Festlegen, ob der ermittelte Bezugspunkt in der Nullpunkt-Tabelle oder in der Preset-Tabelle abgelegt werden soll:
  -1: Nicht verwenden! Wird von der TNC eingetragen, wenn alte Programme eingelesen werden (siehe „Berechneten Bezugspunkt speichern" auf Seite 358)
  0: Ermittelten Bezugspunkt in die aktive Nullpunkt-Tabelle schreiben. Bezugssystem ist das aktive Werkstück-Koordinatensystem
  1: Ermittelten Bezugspunkt in die Preset-Tabelle schreiben. Bezugssystem ist das Maschinen-Koordinatensystem (REF-System)

- **Antasten in TS-Achse** Q381: Festlegen, ob die TNC auch den Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse setzen soll:
  0: Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse nicht setzen
  1: Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse setzen
- **Tasten TS-Achse: Koor. 1. Achse** Q382 (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
- **Tasten TS-Achse: Koor. 2. Achse** Q383 (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
- **Tasten TS-Achse: Koor. 3. Achse** Q384 (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Tastystem-Achse, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Neuer Bezugspunkt TS-Achse** Q333 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, auf die die TNC den Bezugspunkt setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q320 (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu MP6140 und nur beim Antasten des Bezugspunktes in der Tastsystem-Achse. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**

Beispiel: NC-Sätze

```
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.
```

15.11 BEZUGSPUNKT TASTSYSTEM-ACHSE (Zyklus 417, DIN/ISO: G417)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 417 misst eine beliebige Koordinate in der Tastsystem-Achse und setzt diese Koordinate als Bezugspunkt. Wahlweise kann die TNC die gemessene Koordinate auch in eine Nullpunkt- oder Preset-Tabelle schreiben.

1. Die TNC positioniert das Tastsystem mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) und mit Positionierlogik (siehe „Tastsystemzyklen abarbeiten" auf Seite 332) zum programmierten Antastpunkt **1**. Die TNC versetzt dabei das Tastsystem um den Sicherheits-Abstand in Richtung der positiven Tastsystem-Achse
2. Anschließend fährt das Tastsystem in der Tastsystem-Achse auf die eingegebene Koordinate des Antastpunktes **1** und erfasst durch einfaches Antasten die Ist-Position
3. Abschließend positioniert die TNC das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und verarbeitet den ermittelten Bezugspunkt in Abhängigkeit der Zyklusparameter Q303 und Q305 (siehe „Berechneten Bezugspunkt speichern" auf Seite 358) und speichert den Istwert in nachfolgend aufgeführtem Q-Parameter ab

Parameter-Nummer	Bedeutung
Q160	Istwert gemessener Punkt

Beim Programmieren beachten!

Vor der Zyklus-Definition müssen Sie einen Werkzeug-Aufruf zur Definition der Tastsystem-Achse programmiert haben. Die TNC setzt dann in dieser Achse den Bezugspunkt.

Zyklusparameter

- **1. Messpunkt 1. Achse** Q263 (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **1. Messpunkt 2. Achse** Q264 (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **1. Messpunkt 3. Achse** Q294 (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Tastsystem-Achse. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q320 (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu MP6140. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Sichere Höhe** Q260 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Nullpunkt-Nummer in Tabelle** Q305: Nummer in der Nullpunkt-Tabelle/Preset-Tabelle angeben, in der die TNC die Koordinate speichern soll. Bei Eingabe von Q305=0, setzt die TNC die Anzeige automatisch so, dass der neue Bezugspunkt auf der angetasteten Fläche sitzt. Eingabebereich 0 bis 2999
- **Neuer Bezugspunkt TS-Achse** Q333 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, auf die die TNC den Bezugspunkt setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Messwert-Übergabe (0,1)** Q303: Festlegen, ob der ermittelte Bezugspunkt in der Nullpunkt-Tabelle oder in der Preset-Tabelle abgelegt werden soll:
  -1: Nicht verwenden! Wird von der TNC eingetragen, wenn alte Programme eingelesen werden (siehe „Berechneten Bezugspunkt speichern" auf Seite 358)
  0: Ermittelten Bezugspunkt in die aktive Nullpunkt-Tabelle schreiben. Bezugssystem ist das aktive Werkstück-Koordinatensystem
  1: Ermittelten Bezugspunkt in die Preset-Tabelle schreiben. Bezugssystem ist das Maschinen-Koordinatensystem (REF-System)

Beispiel: NC-Sätze

```
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)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 418 berechnet den Schnittpunkt der Verbindungslinien von jeweils zwei Bohrungs-Mittelpunkten und setzt diesen Schnittpunkt als Bezugspunkt. Wahlweise kann die TNC den Schnittpunkt auch in eine Nullpunkt- oder Preset-Tabelle schreiben.

1. Die TNC positioniert das Tastsystem mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) und mit Positionierlogik (siehe „Tastsystemzyklen abarbeiten" auf Seite 332) in die Mitte der ersten Bohrung 1
2. Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und erfasst durch vier Antastungen den ersten Bohrungs-Mittelpunkt
3. Anschließend fährt das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und positioniert auf den eingegebenen Mittelpunkt der zweiten Bohrung 2
4. Die TNC fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und erfasst durch vier Antastungen den zweiten Bohrungs-Mittelpunkt
5. Die TNC wiederholt Vorgang 3 und 4 für die Bohrungen 3 und 4
6. Abschließend positioniert die TNC das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und verarbeitet den ermittelten Bezugspunkt in Abhängigkeit der Zyklusparameter Q303 und Q305 (siehe „Berechneten Bezugspunkt speichern" auf Seite 358). Die TNC berechnet den Bezugspunkt als Schnittpunkt der Verbindungslinien Bohrungs-Mittelpunkt 1/3 und 2/4 und speichert die Istwerte in nachfolgend aufgeführten Q-Parametern ab
7. Wenn gewünscht, ermittelt die TNC anschließend in einem separaten Antast-Vorgang noch den Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse

Parameter-Nummer	Bedeutung
Q151	Istwert Schnittpunkt Hauptachse
Q152	Istwert Schnittpunkt Nebenachse

Beim Programmieren beachten!

Vor der Zyklus-Definition müssen Sie einen Werkzeug-Aufruf zur Definition der Tastsystem-Achse programmiert haben.

Zyklusparameter

- **1 Mitte 1. Achse** Q268 (absolut): Mittelpunkt der 1. Bohrung in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **1 Mitte 2. Achse** Q269 (absolut): Mittelpunkt der 1. Bohrung in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2 Mitte 1. Achse** Q270 (absolut): Mittelpunkt der 2. Bohrung in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2 Mitte 2. Achse** Q271 (absolut): Mittelpunkt der 2. Bohrung in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **3 Mitte 1. Achse** Q316 (absolut): Mittelpunkt der 3. Bohrung in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **3 Mitte 2. Achse** Q317 (absolut): Mittelpunkt der 3. Bohrung in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **4 Mitte 1. Achse** Q318 (absolut): Mittelpunkt der 4. Bohrung in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **4 Mitte 2. Achse** Q319 (absolut): Mittelpunkt der 4. Bohrung in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Messhöhe in der Tastsystem-Achse** Q261 (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystem-Achse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sichere Höhe** Q260 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**

- **Nullpunkt-Nummer in Tabelle** Q305: Nummer in der Nullpunkt-Tabelle/Preset-Tabelle angeben, in der die TNC die Koordinaten des Schnittpunkts der Verbindungslinien speichern soll. Bei Eingabe von Q305=0 setzt die TNC die Anzeige automatisch so, dass der neue Bezugspunkt im Schnittpunkt der Verbindungslinien sitzt. Eingabebereich 0 bis 2999
- **Neuer Bezugspunkt Hauptachse** Q331 (absolut): Koordinate in der Hauptachse, auf die die TNC den ermittelten Schnittpunkt der Verbindungslinien setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Neuer Bezugspunkt Nebenachse** Q332 (absolut): Koordinate in der Nebenachse, auf die die TNC den ermittelten Schnittpunkt der Verbindungslinien setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Messwert-Übergabe (0,1)** Q303: Festlegen, ob der ermittelte Bezugspunkt in der Nullpunkt-Tabelle oder in der Preset-Tabelle abgelegt werden soll:
  -1: Nicht verwenden! Wird von der TNC eingetragen, wenn alte Programme eingelesen werden (siehe „Berechneten Bezugspunkt speichern" auf Seite 358)
  0: Ermittelten Bezugspunkt in die aktive Nullpunkt-Tabelle schreiben. Bezugssystem ist das aktive Werkstück-Koordinatensystem
  1: Ermittelten Bezugspunkt in die Preset-Tabelle schreiben. Bezugssystem ist das Maschinen-Koordinatensystem (REF-System)

- **Antasten in TS-Achse** Q381: Festlegen, ob die TNC auch den Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse setzen soll:
  0: Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse nicht setzen
  1: Bezugspunkt in der Tastsystem-Achse setzen
- **Tasten TS-Achse: Koor. 1. Achse** Q382 (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1
- **Tasten TS-Achse: Koor. 2. Achse** Q383 (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
- **Tasten TS-Achse: Koor. 3. Achse** Q384 (absolut): Koordinate des Antastpunktes in der Tastystem-Achse, an dem der Bezugspunkt in der Tastsystemachse gesetzt werden soll. Nur wirksam, wenn Q381 = 1. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Neuer Bezugspunkt TS-Achse** Q333 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, auf die die TNC den Bezugspunkt setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

Beispiel: NC-Sätze

```
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
```

15.13 BEZUGSPUNKT EINZELNE ACHSE (Zyklus 419, DIN/ISO: G419)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 419 misst eine beliebige Koordinate in einer wählbaren Achse und setzt diese Koordinate als Bezugspunkt. Wahlweise kann die TNC die gemessene Koordinate auch in eine Nullpunkt- oder Preset-Tabelle schreiben.

1 Die TNC positioniert das Tastsystem mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) und mit Positionierlogik (siehe „Tastsystemzyklen abarbeiten" auf Seite 332) zum programmierten Antastpunkt **1**. Die TNC versetzt dabei das Tastsystem um den Sicherheits-Abstand entgegen der programmierten Antast-Richtung

2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und erfasst durch einfaches Antasten die Ist-Position

3 Abschließend positioniert die TNC das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und verarbeitet den ermittelten Bezugspunkt in Abhängigkeit der Zyklusparameter Q303 und Q305 (siehe „Berechneten Bezugspunkt speichern" auf Seite 358)

Beim Programmieren beachten!

Vor der Zyklus-Definition müssen Sie einen Werkzeug-Aufruf zur Definition der Tastsystem-Achse programmiert haben.

Wenn Sie Zyklus 419 mehrfach hintereinander verwenden, um in mehreren Achsen den Bezugspunkt in der Preset-Tabelle zu speichern, dann müssen Sie die Preset-Nummer nach jeder Ausführung des Zyklus 419 aktivieren, in die Zyklus 419 zuvor geschrieben hat (ist nicht erforderlich, wenn Sie den aktiven Preset überschreiben).

Zyklenparameter

- **1. Messpunkt 1. Achse** Q263 (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **1. Messpunkt 2. Achse** Q264 (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Messhöhe in der Tastsystem-Achse** Q261 (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystem-Achse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q320 (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu MP6140. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Sichere Höhe** Q260 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Messachse (1...3: 1=Hauptachse)** Q272: Achse, in der die Messung erfolgen soll:
  1: Hauptachse = Messachse
  2: Nebenachse = Messachse
  3: Tastsystem-Achse = Messachse

Achszuordnungen		
Aktive Tastsystem-Achse: Q272 = 3	**Zugehörige Hauptachse: Q272 = 1**	**Zugehörige Nebenachse: Q272 = 2**
Z	X	Y
Y	Z	X
X	Y	Z

- **Verfahrrichtung** Q267: Richtung, in der das Tastsystem auf das Werkstück zufahren soll:
  -1: Verfahrrichtung negativ
  +1: Verfahrrichtung positiv
- **Nullpunkt-Nummer in Tabelle** Q305: Nummer in der Nullpunkt-Tabelle/Preset-Tabelle angeben, in der die TNC die Koordinate speichern soll. Bei Eingabe von Q305=0, setzt die TNC die Anzeige automatisch so, dass der neue Bezugspunkt auf der angetasteten Fläche sitzt. Eingabebereich 0 bis 2999
- **Neuer Bezugspunkt** Q333 (absolut): Koordinate, auf die die TNC den Bezugspunkt setzen soll. Grundeinstellung = 0. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Messwert-Übergabe (0,1)** Q303: Festlegen, ob der ermittelte Bezugspunkt in der Nullpunkt-Tabelle oder in der Preset-Tabelle abgelegt werden soll:
  -1: Nicht verwenden! Siehe „Berechneten Bezugspunkt speichern", Seite 358
  0: Ermittelten Bezugspunkt in die aktive Nullpunkt-Tabelle schreiben. Bezugssystem ist das aktive Werkstück-Koordinatensystem
  1: Ermittelten Bezugspunkt in die Preset-Tabelle schreiben. Bezugssystem ist das Maschinen-Koordinatensystem (REF-System)

Beispiel: NC-Sätze

```
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
```

Beispiel: Bezugspunkt-Setzen Mitte Kreissegment und Werkstück-Oberkante

`0 BEGIN PGM CYC413 MM`	
`1 TOOL CALL 69 Z`	Werkzeug 0 aufrufen zur Festlegung der Tastsystem-Achse

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 Tastsystem-Achse, auf der die Messung erfolgt
Q320=2 ;SICHERHEITS-ABST.	Sicherheits-Abstand zusätzlich zu MP6140
Q260=+10 ;SICHERE HOEHE	Höhe, auf der das Tastsystem-Achse 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 MESSPUNKTE	Anzahl der Messpunkte
Q365=1 ;VERFAHRART	Auf Kreisbogen oder linear zum nächsten Antastpunkt positionieren
3 CALL PGM 35K47	Bearbeitungsprogramm aufrufen
4 END PGM CYC413 MM	

Beispiel: Bezugspunkt-Setzen Werkstück-Oberkante und Mitte Lochkreis

Der gemessene Lochkreis-Mittelpunkt soll zur späteren Verwendung in eine Preset-Tabelle geschrieben werden.

0 BEGIN PGM CYC416 MM	
1 TOOL CALL 69 Z	Werkzeug 0 aufrufen zur Festlegung der Tastsystem-Achse
2 TCH PROBE 417 BZPKT TS.-ACHSE	Zyklus-Definition zum Bezugspunkt-Setzen in der Tastsystem-Achse
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 zu MP6140
Q260=+50 ;SICHERE HOEHE	Höhe, auf der das Tastsystem-Achse 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 Preset-Tabelle 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 Tastsystem-Achse, auf der die Messung erfolgt
Q260=+10 ;SICHERE HOEHE	Höhe, auf der das Tastsystem-Achse ohne Kollision verfahren kann
Q305=1 ;NR. IN TABELLE	Lochkreis-Mitte (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 Preset-Tabelle 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 zu MP6140
4 CYCL DEF 247 BEZUGSPUNKT SETZEN	Neuen Preset mit Zyklus 247 aktivieren
Q339=1 ;BEZUGSPUNKT-NUMMER	
6 CALL PGM 35KLZ	Bearbeitungsprogramm aufrufen
7 END PGM CYC416 MM	

16

Tastsystemzyklen: Werkstücke automatisch kontrollieren

16.1 Grundlagen

Übersicht

Die TNC stellt zwölf Zyklen zur Verfügung, mit denen Sie Werkstücke automatisch vermessen können:

Zyklus	Softkey	Seite
0 BEZUGSEBENE Messen einer Koordinate in einer wählbaren Achse		Seite 416
1 BEZUGSEBENE POLAR Messen eines Punktes, Antastrichtung über Winkel		Seite 417
420 MESSEN WINKEL Winkel in der Bearbeitungsebene messen		Seite 419
421 MESSEN BOHRUNG Lage und Durchmesser einer Bohrung messen		Seite 422
422 MESSEN KREIS AUSSEN Lage und Durchmesser eines kreisförmigen Zapfens messen		Seite 426
423 MESSEN RECHTECK INNEN Lage, Länge und Breite einer Rechteck-Tasche messen		Seite 430
424 MESSEN RECHTECK AUSSEN Lage, Länge und Breite eines Rechteck-Zapfens messen		Seite 434
425 MESSEN BREITE INNEN (2. Softkey-Ebene) Nutbreite innen messen		Seite 438
426 MESSEN STEG AUSSEN (2. Softkey-Ebene) Steg außen messen		Seite 441
427 MESSEN KOORDINATE (2. Softkey-Ebene) Beliebige Koordinate in wählbarer Achse messen		Seite 444
430 MESSEN LOCHKREIS (2. Softkey-Ebene) Lochkreis-Lage und -Durchmesser messen		Seite 447
431 MESSEN EBENE (2. Softkey-Ebene) A- und B-Achsenwinkel einer Ebene messen		Seite 451

Messergebnisse protokollieren

Zu allen Zyklen, mit denen Sie Werkstücke automatisch vermessen können (Ausnahmen: Zyklus 0 und 1), können Sie von der TNC ein Messprotokoll erstellen lassen. Im jeweiligen Antastzyklus können Sie definieren, ob die TNC

- 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 TNC die Daten standardmäßig als ASCII-Datei in dem Verzeichnis, aus dem Sie das Messprogramm abarbeiten. Alternativ können Sie das Messprotokoll auch über die Datenschnittstelle direkt auf einen Drucker ausgeben bzw. auf einem PC speichern. Setzen Sie dazu die Funktion Print (im Schnittstellen-Konfigurationsmenü) auf RS232:\ (siehe auch Benutzer-Handbuch, MOD-Funktionen, Datenschnittstelle einrichten").

Alle Messwerte, die in der Protokolldatei aufgeführt sind, beziehen sich auf den Nullpunkt, der zum Zeitpunkt der jeweiligen Zyklus-Ausführung aktiv ist. Zusätzlich kann das Koordinatensystem noch in der Ebene gedreht oder mit 3D-ROT geschwenkt sein. In diesen Fällen rechnet die TNC die Messergebnisse ins jeweils aktive Koordinatensystem um.

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 Antast-Zyklus legt die TNC 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 Ergebnis-Parameter, die bei jeder Zyklus-Beschreibung mit aufgeführt ist.

Zusätzlich zeigt die TNC bei der Zyklus-Definition im Hilfsbild des jeweiligen Zyklus die Ergebnis-Parameter 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-Parametern Q180 bis Q182 den Status der Messung abfragen:

Mess-Status	Parameter-Wert
Messwerte liegen innerhalb der Toleranz	Q180 = 1
Nacharbeit erforderlich	Q181 = 1
Ausschuss	Q182 = 1

Die TNC setzt den Nacharbeits- bzw. Ausschuss-Merker, 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 TNC 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 TNC setzt die Status-Merker auch dann, wenn Sie keine Toleranzwerte oder Größt-/ bzw. Kleinstmaße eingegeben haben.

Toleranz-Überwachung

Bei den meisten Zyklen zur Werkstück-Kontrolle können Sie von der TNC eine Toleranz-Überwachung durchführen lassen. Dazu müssen Sie bei der Zyklus-Definition die erforderlichen Grenzwerte definieren. Wenn Sie keine Toleranzüberwachung durchführen wollen, geben Sie diese Parameter mit 0 ein (= voreingestellter Wert)

Werkzeug-Überwachung

Bei einigen Zyklen zur Werkstück-Kontrolle können Sie von der TNC eine Werkzeug-Überwachung durchführen lassen. Die TNC übewacht dann, ob

- aufgrund der Abweichungen vom Sollwert (Werte in Q16x) der Werkzeug-Radius korrigiert werden soll
- die Abweichungen vom Sollwert (Werte in Q16x) größer als die Bruch-Toleranz des Werkzeugs ist

Werkzeug korrigieren

Funktion arbeitet nur

- bei aktiver Werkzeug-Tabelle
- wenn Sie die Werkzeug-Überwachung im Zyklus einschalten: **Q330** ungleich 0 oder einen Werkzeug-Namen eingeben. Die Eingabe des Werkzeug-Namens wählen Sie per Softkey. Speziell für AWT-Weber: Die TNC zeigt das rechte Hochkomma nicht mehr an.

Wenn Sie mehrere Korrekturmessungen durchführen, dann addiert die TNC die jeweils gemessene Abweichung auf den in der Werkzeug-Tabelle bereits gespeicherten Wert.

Die TNC korrigiert den Werkzeug-Radius in der Spalte DR der Werkzeug-Tabelle grundsätzlich immer, auch wenn die gemessene Abweichung innerhalbhalb der vorgegebenen Toleranz liegt. Ob Sie nacharbeiten müssen, können Sie in Ihrem NC-Programm über den Parameter Q181 abfragen (Q181=1: Nacharbeit erforderlich).

Für den Zyklus 427 gilt darüber hinaus:

- Wenn als Messachse eine Achse der aktiven Bearbeitungsebene definiert ist (Q272 = 1 oder 2), führt die TNC eine Werkzeug-Radiuskorrektur durch, wie zuvor beschrieben. Die Korrektur-Richtung ermittelt die TNC anhand der definierten Verfahrrichtung (Q267)
- Wenn als Messachse die Tastsystem-Achse gewählt ist (Q272 = 3), führt die TNC eine Werkzeug-Längenkorrektur durch

Werkzeug-Bruchüberwachung

Funktion arbeitet nur

- bei aktiver Werkzeug-Tabelle
- wenn Sie die Werkzeug-Überwachung im Zyklus einschalten (Q330 ungleich 0 eingeben)
- wenn für die eingegebene Werkzeug-Nummer in derTabelle die Bruch-Toleranz RBREAK größer 0 eingegeben ist (siehe auch Benutzer-Handbuch, Kapitel 5.2 „Werkzeug-Daten“)

Die TNC gibt eine Fehlermeldung aus und stoppt den Programmlauf, wenn die gemessene Abweichung größer als die Bruch-Toleranz des Werkzeugs ist. Gleichzeitig sperrt sie das Werkzeug in der Werkzeug-Tabelle (Spalte TL = L).

Bezugssystem für Messergebnisse

Die TNC gibt alle Messergebnisse in die Ergebnis-Parameter und in die Protokolldatei im aktiven - also ggf. im verschobenen oder/und gedrehten/geschwenkten - Koordinatensystem aus.

16.2 BEZUGSEBENE (Zyklus 0, DIN/ISO: G55)

Zyklusablauf

1 Das Tastsystem fährt in einer 3D-Bewegung mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) die im Zyklus programmierte Vorposition 1 an

2 Anschließend führt das Tastsystem den Antast-Vorgang mit Antast-Vorschub (MP6120) durch. Die Antast-Richtung ist im Zyklus festzulegen

3 Nachdem die TNC die Position erfasst hat, fährt das Tastsystem zurück auf den Startpunkt des Antast-Vorgangs und speichert die gemessene Koordinate in einem Q-Parameter ab. Zusätzlich speichert die TNC die Koordinaten der Position, an der sich das Tastsystem zum Zeitpunkt des Schaltsignals befindet, in den Parametern Q115 bis Q119 ab. Für die Werte in diesen Parametern berücksichtigt die TNC Taststiftlänge und -radius nicht

Beim Programmieren beachten!

Achtung Kollisionsgefahr!

Tastsystem so vorpositionieren, dass eine Kollision beim Anfahren der programmierten Vorposition vermieden wird.

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**: Antast-Achse mit Achswahl-Taste oder über die ASCII-Tastatur und Vorzeichen für Antastrichtung eingeben. Mit Taste ENT bestätigen. Eingabebereich alle NC-Achsen
- **Positions-Sollwert**: Über die Achswahl-Tasten oder über die ASCII-Tastatur alle Koordinaten für das Vorpositionieren des Tastsystems eingeben. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- Eingabe abschließen: Taste ENT drücken

Beispiel: NC-Sätze

```
67 TCH PROBE 0.0 BEZUGSEBENE Q5 X-
68 TCH PROBE 0.1 X+5 Y+0 Z-5
```

16.3 BEZUGSEBENE Polar (Zyklus 1)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 1 ermittelt in einer beliebigen Antast-Richtung eine beliebige Position am Werkstück.

1 Das Tastsystem fährt in einer 3D-Bewegung mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) die im Zyklus programmierte Vorposition **1** an

2 Anschließend führt das Tastsystem den Antast-Vorgang mit Antast-Vorschub (MP6120) durch. Beim Antastvorgang verfährt die TNC gleichzeitig in 2 Achsen (abhängig vom Antast-Winkel) Die Antast-Richtung ist über Polarwinkel im Zyklus festzulegen

3 Nachdem die TNC die Position erfasst hat, fährt das Tastsystem zurück auf den Startpunkt des Antast-Vorgangs. Die Koordinaten der Position, an der sich das Tastsystem zum Zeitpunkt des Schaltsignals befindet, speichert die TNC in den Parametern Q115 bis Q119.

Beim Programmieren beachten!

Achtung Kollisionsgefahr!

Tastsystem so vorpositionieren, dass eine Kollision beim Anfahren der programmierten Vorposition vermieden wird.

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**: Antast-Achse mit Achswahl-Taste oder über die ASCII-Tastatur eingeben. Mit Taste ENT bestätigen. Eingabebereich **X**, **Y** oder **Z**
- **Antast-Winkel**: Winkel bezogen auf die Antast-Achse, in der das Tastsystem verfahren soll. Eingabebereich -180,0000 bis 180,0000
- **Positions-Sollwert**: Über die Achswahl-Tasten oder über die ASCII-Tastatur alle Koordinaten für das Vorpositionieren des Tastsystems eingeben. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- Eingabe abschließen: Taste ENT drücken

Beispiel: NC-Sätze

```
67 TCH PROBE 1.0 BEZUGSEBENE POLAR
68 TCH PROBE 1.1 X WINKEL: +30
69 TCH PROBE 1.2 X+5 Y+0 Z-5
```

16.4 MESSEN WINKEL (Zyklus 420, DIN/ISO: G420)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 420 ermittelt den Winkel, den eine beliebige Gerade mit der Hauptachse der Bearbeitungsebene einschließt.

1. Die TNC positioniert das Tastsystem mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) und mit Positionierlogik (siehe „Tastsystemzyklen abarbeiten" auf Seite 332) zum programmierten Antastpunkt 1. Die TNC 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 Antast-Vorgang mit Antast-Vorschub (MP6120) durch
3. Danach fährt das Tastsystem zum nächsten Antastpunkt 2 und führt den zweiten Antast-Vorgang durch
4. Die TNC positioniert das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und speichert den ermittelten Winkel in folgendem Q-Parameter:

Parameter-Nummer	Bedeutung
Q150	Gemessener Winkel bezogen auf die Hauptachse der Bearbeitungsebene

Beim Programmieren beachten!

Vor der Zyklus-Definition müssen Sie einen Werkzeug-Aufruf zur Definition der Tastsystem-Achse programmiert haben.

Wenn Tastsystemachse = Messachse definiert ist, dann **Q263** gleich **Q265** wählen, wenn Winkel in Richtung der A-Achse gemessen werden soll; **Q263** ungleich **Q265** wählen, wenn Winkel in Richtung der B-Achse gemessen werden soll.

Zyklusparameter

- **1. Messpunkt 1. Achse** Q263 (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **1. Messpunkt 2. Achse** Q264 (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Messpunkt 1. Achse** Q265 (absolut): Koordinate des zweiten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Messpunkt 2. Achse** Q266 (absolut): Koordinate des zweiten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Messachse** Q272: Achse, in der die Messung erfolgen soll:
  1: Hauptachse = Messachse
  2: Nebenachse = Messachse
  3: Tastsystem-Achse = Messachse

- **Verfahrrichtung 1** Q267: Richtung, in der das Tastsystem auf das Werkstück zufahren soll:
  -1:Verfahrrichtung negativ
  +1:Verfahrrichtung positiv
- **Messhöhe in der Tastsystem-Achse** Q261 (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystem-Achse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q320 (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu MP6140. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Sichere Höhe** Q260 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Fahren auf sichere Höhe** Q301: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: Zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: Zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
  Alternativ **PREDEF**
- **Messprotokoll** Q281: Festlegen, ob die TNC ein Messprotokoll erstellen soll:
  0: Kein Messprotokoll erstellen
  1: Messprotokoll erstellen: Die TNC legt die **Protokolldatei TCHPR420.TXT** standardmäßig in dem Verzeichnis ab, in dem auch Ihr Messprogramm gespeichert ist
  2: Programmlauf unterbrechen und Messprotokoll auf den TNC-Bildschirmausgeben. Programm mit NC-Start fortsetzen

Beispiel: NC-Sätze

```
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
```

16.5 MESSEN BOHRUNG (Zyklus 421, DIN/ISO: G421)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 421 ermittelt den Mittelpunkt und den Durchmesser einer Bohrung (Kreistasche). Wenn Sie die entsprechenden Toleranzwerte im Zyklus definieren, führt die TNC einen Soll-Istwertvergleich durch und legt die Abweichungen in Systemparametern ab.

1. Die TNC positioniert das Tastsystem mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) und mit Positionierlogik (siehe „Tastsystemzyklen abarbeiten" auf Seite 332) zum Antastpunkt **1**. Die TNC berechnet die Antastpunkte aus den Angaben im Zyklus und dem Sicherheits-Abstand aus MP6140
2. Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antast-Vorgang mit Antast-Vorschub (MP6120) durch. Die TNC bestimmt die Antast-Richtung 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 Antast-Vorgang durch
4. Die TNC positioniert das Tastsystem zum Antastpunkt **3** und danach zum Antastpunkt **4** und führt dort den dritten bzw. vierten Antast-Vorgang durch
5. Abschließend positioniert die TNC das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und speichert die Istwerte und die Abweichungen in folgenden Q-Parametern:

Parameter-Nummer	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 Zyklus-Definition müssen Sie einen Werkzeug-Aufruf zur Definition der Tastsystem-Achse programmiert haben.

Je kleiner Sie den Winkelschritt programmieren, desto ungenauer berechnet die TNC die Bohrungsmaße. Kleinster Eingabwert: 5°.

Zyklusparameter

- **Mitte 1. Achse** Q273 (absolut): Mitte der Bohrung in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Mitte 2. Achse** Q274 (absolut): Mitte der Bohrung in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Soll-Durchmesser** Q262: Durchmesser der Bohrung eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Startwinkel** Q325 (absolut): Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und dem ersten Antastpunkt. Eingabebereich -360,0000 bis 360,0000
- **Winkelschritt** Q247 (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

- **Messhöhe in der Tastsystem-Achse** Q261 (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystem-Achse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q320 (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu MP6140. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Sichere Höhe** Q260 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Fahren auf sichere Höhe** Q301: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: Zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: Zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
  Alternativ **PREDEF**
- **Größtmaß Bohrung** Q275: Größter erlaubter Durchmesser der Bohrung (Kreistasche). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Kleinstmaß Bohrung** Q276: Kleinster erlaubter Durchmesser der Bohrung (Kreistasche). Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Toleranzwert Mitte 1. Achse** Q279: Erlaubte Lageabweichung in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Toleranzwert Mitte 2. Achse** Q280: Erlaubte Lageabweichung in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999

- **Messprotokoll** Q281: Festlegen, ob die TNC ein Messprotokoll erstellen soll:
  0: Kein Messprotokoll erstellen
  1: Messprotokoll erstellen: Die TNC legt die **Protokolldatei TCHPR421.TXT** standardmäßig in dem Verzeichnis ab, in dem auch Ihr Messprogramm gespeichert ist
  2: Programmlauf unterbrechen und Messprotokoll auf den TNC-Bildschirmausgeben. Programm mit NC-Start fortsetzen
- **PGM-Stop bei Toleranzfehler** Q309: Festlegen, ob die TNC bei Toleranz-Überschreitungen den Programmlauf unterbrechen und eine Fehlermeldung ausgeben soll:
  0: Programmlauf nicht unterbrechen, keine Fehlermeldung ausgeben
  1: Programmlauf unterbrechen, Fehlermeldung ausgeben
- **Werkzeug für Überwachung** Q330: Festlegen, ob die TNC eine Werkzeug-Überwachung durchführen soll (siehe „Werkzeug-Überwachung" auf Seite 414). Eingabebereich 0 bis 32767,9, alternativ Werkzeug-Name mit maximal 16 Zeichen
  0: Überwachung nicht aktiv
  >0: Werkzeug-Nummer in der Werkzeug-Tabelle TOOL.T
- **Anzahl Messpunkte (4/3)** Q423: Festlegen, ob die TNC den Zapfen mit 4 oder 3 Antastungen messen soll:
  4: 4 Messpunkte verwenden (Standardeinstellung)
  3: 3 Messpunkte verwenden
- **Verfahrart? Gerade=0/Kreis=1** Q365: 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

Beispiel: NC-Sätze

```
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
    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 MESSPUNKTE
    Q365=1    ;VERFAHRART
```

16.6 MESSEN KREIS AUSSEN (Zyklus 422, DIN/ISO: G422)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 422 ermittelt den Mittelpunkt und den Durchmesser eines Kreiszapfens. Wenn Sie die entsprechenden Toleranzwerte im Zyklus definieren, führt die TNC einen Soll-Istwertvergleich durch und legt die Abweichungen in Systemparametern ab.

1 Die TNC positioniert das Tastsystem mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) und mit Positionierlogik (siehe „Tastsystemzyklen abarbeiten" auf Seite 332) zum Antastpunkt 1. Die TNC berechnet die Antastpunkte aus den Angaben im Zyklus und dem Sicherheits-Abstand aus MP6140
2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antast-Vorgang mit Antast-Vorschub (MP6120) durch. Die TNC bestimmt die Antast-Richtung 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 Antast-Vorgang durch
4 Die TNC positioniert das Tastsystem zum Antastpunkt 3 und danach zum Antastpunkt 4 und führt dort den dritten bzw. vierten Antast-Vorgang durch
5 Abschließend positioniert die TNC das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und speichert die Istwerte und die Abweichungen in folgenden Q-Parametern:

Parameter-Nummer	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 Zyklus-Definition müssen Sie einen Werkzeug-Aufruf zur Definition der Tastsystem-Achse programmiert haben.

Je kleiner Sie den Winkelschritt programmieren, desto ungenauer berechnet die TNC die Zapfenmaße. Kleinster Eingabwert: 5°.

Zyklusparameter

- **Mitte 1. Achse** Q273 (absolut): Mitte des Zapfens in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Mitte 2. Achse** Q274 (absolut): Mitte des Zapfens in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Soll-Durchmesser** Q262: Durchmesser des Zapfens eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Startwinkel** Q325 (absolut): Winkel zwischen der Hauptachse der Bearbeitungsebene und dem ersten Antastpunkt. Eingabebereich -360,0000 bis 360,0000
- **Winkelschritt** Q247 (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

- **Messhöhe in der Tastsystem-Achse** Q261 (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystem-Achse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q320 (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu MP6140. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Sichere Höhe** Q260 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Fahren auf sichere Höhe** Q301: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: Zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: Zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
  Alternativ **PREDEF**
- **Größtmaß Zapfen** Q277: Größter erlaubter Durchmesser des Zapfens. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Kleinstmaß Zapfen** Q278: Kleinster erlaubter Durchmesser des Zapfens. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Toleranzwert Mitte 1. Achse** Q279: Erlaubte Lageabweichung in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Toleranzwert Mitte 2. Achse** Q280: Erlaubte Lageabweichung in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999

- **Messprotokoll** Q281: Festlegen, ob die TNC ein Messprotokoll erstellen soll:
  0: Kein Messprotokoll erstellen
  1: Messprotokoll erstellen: Die TNC legt die **Protokolldatei TCHPR422.TXT** standardmäßig in dem Verzeichnis ab, in dem auch Ihr Messprogramm gespeichert ist
  2: Programmlauf unterbrechen und Messprotokoll auf den TNC-Bildschirmausgeben. Programm mit NC-Start fortsetzen
- **PGM-Stop bei Toleranzfehler** Q309: Festlegen, ob die TNC bei Toleranz-Überschreitungen den Programmlauf unterbrechen und eine Fehlermeldung ausgeben soll:
  0: Programmlauf nicht unterbrechen, keine Fehlermeldung ausgeben
  1: Programmlauf unterbrechen, Fehlermeldung ausgeben
- **Werkzeug für Überwachung** Q330: Festlegen, ob die TNC eine Werkzeug-Überwachung durchführen soll (siehe „Werkzeug-Überwachung" auf Seite 414):. Eingabebereich 0 bis 32767,9, alternativ Werkzeug-Name mit maximal 16 Zeichen
  0: Überwachung nicht aktiv
  >0: Werkzeug-Nummer in der Werkzeug-Tabelle TOOL.T
- **Anzahl Messpunkte (4/3)** Q423: Festlegen, ob die TNC den Zapfen mit 4 oder 3 Antastungen messen soll:
  4: 4 Messpunkte verwenden (Standardeinstellung)
  3: 3 Messpunkte verwenden
- **Verfahrart? Gerade=0/Kreis=1** Q365: 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

Beispiel: NC-Sätze

```
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
    Q275=35,15;GROESSTMASS
    Q276=34,9 ;KLEINSTMASS
    Q279=0,05 ;TOLERANZ 1. MITTE
    Q280=0,05 ;TOLERANZ 2. MITTE
    Q281=1    ;MESSPROTOKOLL
    Q309=0    ;PGM-STOP BEI FEHLER
    Q330=0    ;WERKZEUG
    Q423=4    ;ANZAHL MESSPUNKTE
    Q365=1    ;VERFAHRART
```

16.7 MESSEN RECHTECK INNEN (Zyklus 423, DIN/ISO: G423)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 423 ermittelt den Mittelpunkt sowie Länge und Breite einer Rechtecktasche. Wenn Sie die entsprechenden Toleranzwerte im Zyklus definieren, führt die TNC einen Soll-Istwertvergleich durch und legt die Abweichungen in Systemparametern ab.

1. Die TNC positioniert das Tastsystem mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) und mit Positionierlogik (siehe „Tastsystemzyklen abarbeiten" auf Seite 332) zum Antastpunkt 1. Die TNC berechnet die Antastpunkte aus den Angaben im Zyklus und dem Sicherheits-Abstand aus MP6140
2. Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antast-Vorgang mit Antast-Vorschub (MP6120) durch
3. Danach fährt das Tastsystem entweder achsparallel auf Messhöhe oder linear auf Sicherer Höhe zum nächsten Antastpunkt 2 und führt dort den zweiten Antast-Vorgang durch
4. Die TNC positioniert das Tastsystem zum Antastpunkt 3 und danach zum Antastpunkt 4 und führt dort den dritten bzw. vierten Antast-Vorgang durch
5. Abschließend positioniert die TNC das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und speichert die Istwerte und die Abweichungen in folgenden Q-Parametern:

Parameter-Nummer	Bedeutung
Q151	Istwert Mitte Hauptachse
Q152	Istwert Mitte Nebenachse
Q154	Istwert Seiten-Länge Hauptachse
Q155	Istwert Seiten-Länge Nebenachse
Q161	Abweichung Mitte Hauptachse
Q162	Abweichung Mitte Nebenachse
Q164	Abweichung Seiten-Länge Hauptachse
Q165	Abweichung Seiten-Länge Nebenachse

Beim Programmieren beachten!

Vor der Zyklus-Definition müssen Sie einen Werkzeug-Aufruf zur Definition der Tastsystem-Achse programmiert haben.

Wenn die Taschenmaße und der Sicherheits-Abstand eine Vorpositionierung in die Nähe der Antastpunkte nicht erlauben, tastet die TNC immer ausgehend von der Taschenmitte an. Zwischen den vier Messpunkten fährt das Tastsystem dann nicht auf die Sichere Höhe.

Zyklusparameter

- **Mitte 1. Achse** Q273 (absolut): Mitte der Tasche in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Mitte 2. Achse** Q274 (absolut): Mitte der Tasche in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **1. Seiten-Länge** Q282: Länge der Tasche, parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **2. Seiten-Länge** Q283: Länge der Tasche, parallel zur Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Messhöhe in der Tastsystem-Achse** Q261 (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystem-Achse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

- **Sicherheits-Abstand** Q320 (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu MP6140. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Sichere Höhe** Q260 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Fahren auf sichere Höhe** Q301: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: Zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: Zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
  Alternativ **PREDEF**
- **Größtmaß 1. Seiten-Länge** Q284: Größte erlaubte Länge der Tasche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Kleinstmaß 1. Seiten-Länge** Q285: Kleinste erlaubte Länge der Tasche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Größtmaß 2. Seiten-Länge** Q286: Größte erlaubte Breite der Tasche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Kleinstmaß 2. Seiten-Länge** Q287: Kleinste erlaubte Breite der Tasche. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Toleranzwert Mitte 1. Achse** Q279: Erlaubte Lageabweichung in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Toleranzwert Mitte 2. Achse** Q280: Erlaubte Lageabweichung in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999

- **Messprotokoll** Q281: Festlegen, ob die TNC ein Messprotokoll erstellen soll:
  0: Kein Messprotokoll erstellen
  1: Messprotokoll erstellen: Die TNC legt die **Protokolldatei TCHPR423.TXT** standardmäßig in dem Verzeichnis ab, in dem auch Ihr Messprogramm gespeichert ist
  2: Programmlauf unterbrechen und Messprotokoll auf den TNC-Bildschirmausgeben. Programm mit NC-Start fortsetzen
- **PGM-Stop bei Toleranzfehler** Q309: Festlegen, ob die TNC bei Toleranz-Überschreitungen den Programmlauf unterbrechen und eine Fehlermeldung ausgeben soll:
  0: Programmlauf nicht unterbrechen, keine Fehlermeldung ausgeben
  1: Programmlauf unterbrechen, Fehlermeldung ausgeben
- **Werkzeug für Überwachung** Q330: Festlegen, ob die TNC eine Werkzeug-Überwachung durchführen soll (siehe „Werkzeug-Überwachung" auf Seite 414). Eingabebereich 0 bis 32767,9, alternativ Werkzeug-Name mit maximal 16 Zeichen
  0: Überwachung nicht aktiv
  >0: Werkzeug-Nummer in der Werkzeug-Tabelle TOOL.T

Beispiel: NC-Sätze

```
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
```

16.8 MESSEN RECHTECK AUSSEN (Zyklus 424, DIN/ISO: G424)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 424 ermittelt den Mittelpunkt sowie Länge und Breite eines Rechteckzapfens. Wenn Sie die entsprechenden Toleranzwerte im Zyklus definieren, führt die TNC einen Soll-Istwertvergleich durch und legt die Abweichungen in Systemparametern ab.

1. Die TNC positioniert das Tastsystem mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) und mit Positionierlogik (siehe „Tastsystemzyklen abarbeiten" auf Seite 332) zum Antastpunkt 1. Die TNC berechnet die Antastpunkte aus den Angaben im Zyklus und dem Sicherheits-Abstand aus MP6140
2. Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antast-Vorgang mit Antast-Vorschub (MP6120) durch
3. Danach fährt das Tastsystem entweder achsparallel auf Messhöhe oder linear auf Sicherer Höhe zum nächsten Antastpunkt 2 und führt dort den zweiten Antast-Vorgang durch
4. Die TNC positioniert das Tastsystem zum Antastpunkt 3 und danach zum Antastpunkt 4 und führt dort den dritten bzw. vierten Antast-Vorgang durch
5. Abschließend positioniert die TNC das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und speichert die Istwerte und die Abweichungen in folgenden Q-Parametern:

Parameter-Nummer	Bedeutung
Q151	Istwert Mitte Hauptachse
Q152	Istwert Mitte Nebenachse
Q154	Istwert Seiten-Länge Hauptachse
Q155	Istwert Seiten-Länge Nebenachse
Q161	Abweichung Mitte Hauptachse
Q162	Abweichung Mitte Nebenachse
Q164	Abweichung Seiten-Länge Hauptachse
Q165	Abweichung Seiten-Länge Nebenachse

Beim Programmieren beachten!

Vor der Zyklus-Definition müssen Sie einen Werkzeug-Aufruf zur Definition der Tastsystem-Achse programmiert haben.

Zyklusparameter

- **Mitte 1. Achse** Q273 (absolut): Mitte des Zapfens in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Mitte 2. Achse** Q274 (absolut): Mitte des Zapfens in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **1. Seiten-Länge** Q282: Länge des Zapfens, parallel zur Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **2. Seiten-Länge** Q283: Länge des Zapfens, parallel zur Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Messhöhe in der Tastsystem-Achse** Q261 (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystem-Achse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

- **Sicherheits-Abstand** Q320 (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu MP6140. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Sichere Höhe** Q260 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Fahren auf sichere Höhe** Q301: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: Zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: Zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
  Alternativ **PREDEF**
- **Größtmaß 1. Seiten-Länge** Q284: Größte erlaubte Länge des Zapfens. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Kleinstmaß 1. Seiten-Länge** Q285: Kleinste erlaubte Länge des Zapfens. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Größtmaß 2. Seiten-Länge** Q286: Größte erlaubte Breite des Zapfens. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Kleinstmaß 2. Seiten-Länge** Q287: Kleinste erlaubte Breite des Zapfens. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Toleranzwert Mitte 1. Achse** Q279: Erlaubte Lageabweichung in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Toleranzwert Mitte 2. Achse** Q280: Erlaubte Lageabweichung in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999

- **Messprotokoll** Q281: Festlegen, ob die TNC ein Messprotokoll erstellen soll:
  0: Kein Messprotokoll erstellen
  1: Messprotokoll erstellen: Die TNC legt die **Protokolldatei TCHPR424.TXT** standardmäßig in dem Verzeichnis ab, in dem auch Ihr Messprogramm gespeichert ist
  2: Programmlauf unterbrechen und Messprotokoll auf den TNC-Bildschirmausgeben. Programm mit NC-Start fortsetzen
- **PGM-Stop bei Toleranzfehler** Q309: Festlegen, ob die TNC bei Toleranz-Überschreitungen den Programmlauf unterbrechen und eine Fehlermeldung ausgeben soll:
  0: Programmlauf nicht unterbrechen, keine Fehlermeldung ausgeben
  1: Programmlauf unterbrechen, Fehlermeldung ausgeben
- **Werkzeug für Überwachung** Q330: Festlegen, ob die TNC eine Werkzeug-Überwachung durchführen soll (siehe „Werkzeug-Überwachung" auf Seite 414). Eingabebereich 0 bis 32767,9, alternativ Werkzeug-Name mit maximal 16 Zeichen:
  0: Überwachung nicht aktiv
  >0: Werkzeug-Nummer in der Werkzeug-Tabelle TOOL.T

Beispiel: NC-Sätze

```
5 TCH PROBE 424 MESSEN RECHTECK AUS.
    Q273=+50  ;MITTE 1. ACHSE
    Q274=+50  ;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
    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)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 425 ermittelt die Lage und die Breite einer Nut (Tasche). Wenn Sie die entsprechenden Toleranzwerte im Zyklus definieren, führt die TNC einen Soll-Istwertvergleich durch und legt die Abweichung in einem Systemparameter ab.

1 Die TNC positioniert das Tastsystem mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) und mit Positionierlogik (siehe „Tastsystemzyklen abarbeiten" auf Seite 332) zum Antastpunkt 1. Die TNC berechnet die Antastpunkte aus den Angaben im Zyklus und dem Sicherheits-Abstand aus MP6140

2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antast-Vorgang mit Antast-Vorschub (MP6120) durch. 1. Antastung immer in positive Richtung der programmierten Achse

3 Wenn Sie für die zweite Messung einen Versatz eingeben, dann fährt die TNC das Tastsystem (ggf. auf sicherer Höhe) zum nächsten Antastpunkt 2 und führt dort den zweiten Antast-Vorgang durch. Bei großen Solllängen positioniert die TNC zum zweiten Antastpunkt mit Eilvorschub. Wenn Sie keinen Versatz eingeben, misst die TNC die Breite direkt in der entgegengesetzten Richtung

4 Abschließend positioniert die TNC das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und speichert die Istwerte und die Abweichung in folgenden Q-Parametern:

Parameter-Nummer	Bedeutung
Q156	Istwert gemessene Länge
Q157	Istwert Lage Mittelachse
Q166	Abweichung der gemessenen Länge

Beim Programmieren beachten!

Vor der Zyklus-Definition müssen Sie einen Werkzeug-Aufruf zur Definition der Tastsystem-Achse programmiert haben.

Zyklusparameter

- **Startpunkt 1. Achse** Q328 (absolut): Startpunkt des Antastvorgangs in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Startpunkt 2. Achse** Q329 (absolut): Startpunkt des Antastvorgangs in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Versatz für 2. Messung** Q310 (inkremental): Wert, um den das Tastsystem vor der zweiten Messung versetzt wird. Wenn Sie 0 eingeben, versetzt die TNC das Tastsystem nicht. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Messachse** Q272: Achse der Bearbeitungsebene, in der die Messung erfolgen soll:
  1:Hauptachse = Messachse
  2:Nebenachse = Messachse
- **Messhöhe in der Tastsystem-Achse** Q261 (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystem-Achse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sichere Höhe** Q260 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Soll-Länge** Q311: Sollwert der zu messenden Länge. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Größtmaß** Q288: Größte erlaubte Länge. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Kleinstmaß** Q289: Kleinste erlaubte Länge. Eingabebereich 0 bis 99999,9999

- **Messprotokoll** Q281: Festlegen, ob die TNC ein Messprotokoll erstellen soll:
  0: Kein Messprotokoll erstellen
  1: Messprotokoll erstellen: Die TNC legt die **Protokolldatei TCHPR425.TXT** standardmäßig in dem Verzeichnis ab, in dem auch Ihr Messprogramm gespeichert ist
  2: Programmlauf unterbrechen und Messprotokoll auf den TNC-Bildschirmausgeben. Programm mit NC-Start fortsetzen
- **PGM-Stop bei Toleranzfehler** Q309: Festlegen, ob die TNC bei Toleranz-Überschreitungen den Programmlauf unterbrechen und eine Fehlermeldung ausgeben soll:
  0: Programmlauf nicht unterbrechen, keine Fehlermeldung ausgeben
  1: Programmlauf unterbrechen, Fehlermeldung ausgeben
- **Werkzeug für Überwachung** Q330: Festlegen, ob die TNC eine Werkzeug-Überwachung durchführen soll (siehe „Werkzeug-Überwachung" auf Seite 414):. Eingabebereich 0 bis 32767,9, alternativ Werkzeug-Name mit maximal 16 Zeichen
  0: Überwachung nicht aktiv
  >0: Werkzeug-Nummer in der Werkzeug-Tabelle TOOL.T
- **Sicherheits-Abstand** Q320 (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu MP6140. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Fahren auf sichere Höhe** Q301: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: Zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: Zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
  Alternativ **PREDEF**

Beispiel: NC-Sätze

```
5 TCH PRONE 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
```

16.10 MESSEN STEG AUSSEN (Zyklus 426, DIN/ISO: G426)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 426 ermittelt die Lage und die Breite eines Steges. Wenn Sie die entsprechenden Toleranzwerte im Zyklus definieren, führt die TNC einen Soll-Istwertvergleich durch und legt die Abweichung in Systemparametern ab.

1 Die TNC positioniert das Tastsystem mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) und mit Positionierlogik (siehe „Tastsystemzyklen abarbeiten" auf Seite 332) zum Antastpunkt **1**. Die TNC berechnet die Antastpunkte aus den Angaben im Zyklus und dem Sicherheits-Abstand aus MP6140

2 Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und führt den ersten Antast-Vorgang mit Antast-Vorschub (MP6120) 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 Antast-Vorgang durch

4 Abschließend positioniert die TNC das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und speichert die Istwerte und die Abweichung in folgenden Q-Parametern:

Parameter-Nummer	Bedeutung
Q156	Istwert gemessene Länge
Q157	Istwert Lage Mittelachse
Q166	Abweichung der gemessenen Länge

Beim Programmieren beachten!

Vor der Zyklus-Definition müssen Sie einen Werkzeug-Aufruf zur Definition der Tastsystem-Achse programmiert haben.

Darauf achten, dass die erste Messung immer in negative Richtung der gewählten Messachse erfolgt. **Q263** und **Q264** entsprechend definieren.

Zyklusparameter

- **1 Messpunkt 1. Achse** Q263 (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **1 Messpunkt 2. Achse** Q264 (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2 Messpunkt 1. Achse** Q265 (absolut): Koordinate des zweiten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2 Messpunkt 2. Achse** Q266 (absolut): Koordinate des zweiten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Messachse** Q272: Achse der Bearbeitungsebene, in der die Messung erfolgen soll:
  1:Hauptachse = Messachse
  2:Nebenachse = Messachse
- **Messhöhe in der Tastsystem-Achse** Q261 (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystem-Achse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q320 (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu MP6140. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Sichere Höhe** Q260 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Soll-Länge** Q311: Sollwert der zu messenden Länge. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Größtmaß** Q288: Größte erlaubte Länge. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Kleinstmaß** Q289: Kleinste erlaubte Länge. Eingabebereich 0 bis 99999,9999

- **Messprotokoll** Q281: Festlegen, ob die TNC ein Messprotokoll erstellen soll:
  0: Kein Messprotokoll erstellen
  1: Messprotokoll erstellen: Die TNC legt die **Protokolldatei TCHPR426.TXT** standardmäßig in dem Verzeichnis ab, in dem auch Ihr Messprogramm gespeichert ist
  2: Programmlauf unterbrechen und Messprotokoll auf den TNC-Bildschirmausgeben. Programm mit NC-Start fortsetzen
- **PGM-Stop bei Toleranzfehler** Q309: Festlegen, ob die TNC bei Toleranz-Überschreitungen den Programmlauf unterbrechen und eine Fehlermeldung ausgeben soll:
  0: Programmlauf nicht unterbrechen, keine Fehlermeldung ausgeben
  1: Programmlauf unterbrechen, Fehlermeldung ausgeben
- **Werkzeug für Überwachung** Q330: Festlegen, ob die TNC eine Werkzeug-Überwachung durchführen soll (siehe „Werkzeug-Überwachung" auf Seite 414). Eingabebereich 0 bis 32767,9, alternativ Werkzeug-Name mit maximal 16 Zeichen
  0: Überwachung nicht aktiv
  >0: Werkzeug-Nummer in der Werkzeug-Tabelle TOOL.T

Beispiel: NC-Sätze

```
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
```

16.11 MESSEN KOORDINATE (Zyklus 427, DIN/ISO: G427)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 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 TNC einen Soll-Istwertvergleich durch und legt die Abweichung in Systemparametern ab.

1. Die TNC positioniert das Tastsystem mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) und mit Positionierlogik (siehe „Tastsystemzyklen abarbeiten" auf Seite 332) zum Antastpunkt **1**. Die TNC versetzt dabei das Tastsystem um den Sicherheits-Abstand entgegen der festgelegten Verfahrrichtung
2. Danach positioniert die TNC das Tastsystem in der Bearbeitungsebene auf den eingegebenen Antastpunkt **1** und misst dort den Istwert in der gewählten Achse
3. Abschließend positioniert die TNC das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und speichert die ermittelte Koordinate in folgendem Q-Parameter:

Parameter-Nummer	Bedeutung
Q160	Gemessene Koordinate

Beim Programmieren beachten!

Vor der Zyklus-Definition müssen Sie einen Werkzeug-Aufruf zur Definition der Tastsystem-Achse programmiert haben.

Zyklusparameter

- **1 Messpunkt 1. Achse** Q263 (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **1 Messpunkt 2. Achse** Q264 (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Messhöhe in der Tastsystem-Achse** Q261 (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystem-Achse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q320 (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu MP6140. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Messachse (1..3: 1=Hauptachse)** Q272: Achse in der die Messung erfolgen soll:
  1: Hauptachse = Messachse
  2: Nebenachse = Messachse
  3: Tastsystem-Achse = Messachse
- **Verfahrrichtung 1** Q267: Richtung, in der das Tastsystem auf das Werkstück zufahren soll:
  -1: Verfahrrichtung negativ
  +1:Verfahrrichtung positiv
- **Sichere Höhe** Q260 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**

- **Messprotokoll** Q281: Festlegen, ob die TNC ein Messprotokoll erstellen soll:
  0: Kein Messprotokoll erstellen
  1: Messprotokoll erstellen: Die TNC legt die **Protokolldatei TCHPR427.TXT** standardmäßig in dem Verzeichnis ab, in dem auch Ihr Messprogramm gespeichert ist
  2: Programmlauf unterbrechen und Messprotokoll auf den TNC-Bildschirmausgeben. Programm mit NC-Start fortsetzen
- **Größtmaß** Q288: Größter erlaubter Messwert. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Kleinstmaß** Q289: Kleinster erlaubter Messwert. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **PGM-Stop bei Toleranzfehler** Q309: Festlegen, ob die TNC bei Toleranz-Überschreitungen den Programmlauf unterbrechen und eine Fehlermeldung ausgeben soll:
  0: Programmlauf nicht unterbrechen, keine Fehlermeldung ausgeben
  1: Programmlauf unterbrechen, Fehlermeldung ausgeben
- **Werkzeug für Überwachung** Q330: Festlegen, ob die TNC eine Werkzeug-Überwachung durchführen soll (siehe „Werkzeug-Überwachung" auf Seite 414). Eingabebereich 0 bis 32767,9, alternativ Werkzeug-Name mit maximal 16 Zeichen:
  0: Überwachung nicht aktiv
  >0: Werkzeug-Nummer in der Werkzeug-Tabelle TOOL.T

Beispiel: NC-Sätze

```
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
```

16.12 MESSEN LOCHKREIS (Zyklus 430, DIN/ISO: G430)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 430 ermittelt den Mittelpunkt und den Durchmesser eines Lochkreises durch Messung dreier Bohrungen. Wenn Sie die entsprechenden Toleranzwerte im Zyklus definieren, führt die TNC einen Soll-Istwertvergleich durch und legt die Abweichung in Systemparametern ab.

1. Die TNC positioniert das Tastsystem mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) und mit Positionierlogik (siehe „Tastsystemzyklen abarbeiten" auf Seite 332) auf den eingegebenen Mittelpunkt der ersten Bohrung 1
2. Anschließend fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und erfasst durch vier Antastungen den ersten Bohrungs-Mittelpunkt
3. Anschließend fährt das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und positioniert auf den eingegebenen Mittelpunkt der zweiten Bohrung 2
4. Die TNC fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und erfasst durch vier Antastungen den zweiten Bohrungs-Mittelpunkt
5. Anschließend fährt das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und positioniert auf den eingegebenen Mittelpunkt der dritten Bohrung 3
6. Die TNC fährt das Tastsystem auf die eingegebene Messhöhe und erfasst durch vier Antastungen den dritten Bohrungs-Mittelpunkt
7. Abschließend positioniert die TNC das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und speichert die Istwerte und die Abweichungen in folgenden Q-Parametern:

Parameter-Nummer	Bedeutung
Q151	Istwert Mitte Hauptachse
Q152	Istwert Mitte Nebenachse
Q153	Istwert Lochkreis-Durchmesser
Q161	Abweichung Mitte Hauptachse
Q162	Abweichung Mitte Nebenachse
Q163	Abweichung Lochkreis-Durchmesser

Beim Programmieren beachten!

Vor der Zyklus-Definition müssen Sie einen Werkzeug-Aufruf zur Definition der Tastsystem-Achse programmiert haben.

Zyklus 430 führt nur Bruch-Überwachung durch, keine automatische Werkzeug-Korrektur.

Zyklusparameter

- **Mitte 1. Achse** Q273 (absolut): Lochkreis-Mitte (Sollwert) in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Mitte 2. Achse** Q274 (absolut): Lochkreis-Mitte (Sollwert) in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Soll-Durchmesser** Q262: Lochkreis-Durchmesser eingeben. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Winkel 1. Bohrung** Q291 (absolut): Polarkoordinaten-Winkel des ersten Bohrungs-Mittelpunktes in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -360,0000 bis 360,0000
- **Winkel 2. Bohrung** Q292 (absolut): Polarkoordinaten-Winkel des zweiten Bohrungs-Mittelpunktes in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -360,0000 bis 360,0000
- **Winkel 3. Bohrung** Q293 (absolut): Polarkoordinaten-Winkel des dritten Bohrungs-Mittelpunktes in der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -360,0000 bis 360,0000

- **Messhöhe in der Tastsystem-Achse** Q261 (absolut): Koordinate des Kugelzentrums (=Berührpunkt) in der Tastsystem-Achse, auf der die Messung erfolgen soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Sichere Höhe** Q260 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Größtmaß** Q288: Größter erlaubter Lochkreis-Durchmesser. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Kleinstmaß** Q289: Kleinster erlaubter Lochkreis-Durchmesser. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Toleranzwert Mitte 1. Achse** Q279: Erlaubte Lageabweichung in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Toleranzwert Mitte 2. Achse** Q280: Erlaubte Lageabweichung in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich 0 bis 99999,9999

- **Messprotokoll** Q281: Festlegen, ob die TNC ein Messprotokoll erstellen soll:
  0: Kein Messprotokoll erstellen
  1: Messprotokoll erstellen: Die TNC legt die **Protokolldatei TCHPR430.TXT** standardmäßig in dem Verzeichnis ab, in dem auch Ihr Messprogramm gespeichert ist
  2: Programmlauf unterbrechen und Messprotokoll auf den TNC-Bildschirmausgeben. Programm mit NC-Start fortsetzen
- **PGM-Stop bei Toleranzfehler** Q309: Festlegen, ob die TNC bei Toleranz-Überschreitungen den Programmlauf unterbrechen und eine Fehlermeldung ausgeben soll:
  0: Programmlauf nicht unterbrechen, keine Fehlermeldung ausgeben
  1: Programmlauf unterbrechen, Fehlermeldung ausgeben
- **Werkzeug für Überwachung** Q330: Festlegen, ob die TNC eine Werkzeug-Bruchüberwachung durchführen soll (siehe „Werkzeug-Überwachung" auf Seite 414). Eingabebereich 0 bis 32767,9, alternativ Werkzeug-Name mit maximal 16 Zeichen.
  0: Überwachung nicht aktiv
  >0: Werkzeug-Nummer in der Werkzeug-Tabelle TOOL.T

Beispiel: NC-Sätze

```
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
    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)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 431 ermittelt die Winkel einer Ebene durch Messung dreier Punkte und legt die Werte in Systemparametern ab.

1. Die TNC positioniert das Tastsystem mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) und mit Positionierlogik (siehe „Tastsystemzyklen abarbeiten" auf Seite 332) zum programmierten Antastpunkt 1 und misst dort den ersten Ebenenpunkt. Die TNC 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 Ebenenpunktes
3. Anschließend fährt das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe, danach in der Bearbeitungsebene zum Antastpunkt 3 und misst dort den Istwert des dritten Ebenenpunktes
4. Abschließend positioniert die TNC das Tastsystem zurück auf die Sichere Höhe und speichert die ermittelten Winkelwerte in folgenden Q-Parametern:

Parameter-Nummer	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 Tastsystem-Achse (erste bis dritte Messung)

Beim Programmieren beachten!

Vor der Zyklus-Definition müssen Sie einen Werkzeug-Aufruf zur Definition der Tastsystem-Achse programmiert haben.

Damit die TNC 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 Werkzeug-Achse fest. Dritten Messpunkt in Richtung positiver Y-Achse definieren, damit die Werkzeug-Achse im rechtsdrehenden Koordinatensystem richtig liegt

Wenn Sie den Zyklus bei aktiver geschwenkter Bearbeitungsebene ausführen, dann beziehen sich die gemessenen Raumwinkel auf das geschwenkte Koordinatensystem. In diesen Fällen die ermittelten Raumwinkel mit **PLANE RELATIV** weiterverarbeiten.

Zyklusparameter

- **1. Messpunkt 1. Achse** Q263 (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **1. Messpunkt 2. Achse** Q264 (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **1. Messpunkt 3. Achse** Q294 (absolut): Koordinate des ersten Antastpunktes in der Tastsystem-Achse. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Messpunkt 1. Achse** Q265 (absolut): Koordinate des zweiten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Messpunkt 2. Achse** Q266 (absolut): Koordinate des zweiten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **2. Messpunkt 3. Achse** Q295 (absolut): Koordinate des zweiten Antastpunktes in der Tastsystem-Achse. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **3. Messpunkt 1. Achse** Q296 (absolut): Koordinate des dritten Antastpunktes in der Hauptachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **3. Messpunkt 2. Achse** Q297 (absolut): Koordinate des dritten Antastpunktes in der Nebenachse der Bearbeitungsebene. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **3. Messpunkt 3. Achse** Q298 (absolut): Koordinate des dritten Antastpunktes in der Tastsystem-Achse. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

- **Sicherheits-Abstand** Q320 (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu MP6140. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Sichere Höhe** Q260 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Messprotokoll** Q281: Festlegen, ob die TNC ein Messprotokoll erstellen soll:
  0: Kein Messprotokoll erstellen
  1: Messprotokoll erstellen: Die TNC legt die **Protokolldatei TCHPR431.TXT** standardmäßig in dem Verzeichnis ab, in dem auch Ihr Messprogramm gespeichert ist
  2: Programmlauf unterbrechen und Messprotokoll auf den TNC-Bildschirmausgeben. Programm mit NC-Start fortsetzen

Beispiel: NC-Sätze

```
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=+90  ;2. PUNKT 1. ACHSE
    Q266=+25  ;2. PUNKT 2. ACHSE
    Q295=+15  ;2. PUNKT 3. ACHSE
    Q296=+50  ;3. PUNKT 1. ACHSE
    Q297=+80  ;3. PUNKT 2. ACHSE
    Q298=+20  ;3. PUNKT 3. ACHSE
    Q320=0    ;SICHERHEITS-ABST.
    Q260=+5   ;SICHERE HOEHE
    Q281=1    ;MESSPROTOKOLL
```

16.14 Programmierbeispiele

Beispiel: Rechteck-Zapfen messen und nachbearbeiten

Programm-Ablauf:

- Rechteck-Zapfen schruppen mit Aufmaß 0,5
- Rechteck-Zapfen messen
- Rechteck-Zapfen schlichten unter Berücksichtigung der Messwerte

0 BEGIN PGM BEAMS MM	
1 TOOL CALL 69 Z	Werkzeug-Aufruf Vorbearbeitung
2 L Z+100 R0 FMAX	Werkzeug freifahren
3 FN 0: Q1 = +81	Taschen-Länge in X (Schrupp-Maß)
4 FN 0: Q2 = +61	Taschen-Länge in Y (Schrupp-Maß)
5 CALL LBL 1	Unterprogramm zur Bearbeitung aufrufen
6 L Z+100 R0 FMAX	Werkzeug freifahren, Werkzeug-Wechsel
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-NUMMER	Keine Werkzeug-Überwachung
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, Werkzeug-Wechsel
12 TOOL CALL 1 Z S5000	Werkzeug-Aufruf Schlichten
13 CALL LBL 1	Unterprogramm zur Bearbeitung aufrufen
14 L Z+100 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
15 LBL 1	Unterprogramm mit Bearbeitungs-Zyklus Rechteck-Zapfen
16 CYCL DEF 213 ZAPFEN SCHLICHTEN	
Q200=20 ;SICHERHEITS-ABST.	
Q201=-10 ;TIEFE	
Q206=150 ;VORSCHUB TIEFENZUST.	
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	Zyklus-Aufruf
18 LBL 0	Unterprogramm-Ende
19 END PGM BEAMS MM	

Beispiel: Rechtecktasche vermessen, Messergebnisse protokollieren

0 BEGIN PGM BSMESS MM	
1 TOOL CALL 1 Z	Werkzeug-Aufruf 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-NUMMER	Keine Werkzeug-Überwachung
4 L Z+100 R0 FMAX M2	Werkzeug freifahren, Programm-Ende
5 END PGM BSMESS MM	

17

Tastsystemzyklen: Sonderfunktionen

17.1 Grundlagen

Übersicht

Die TNC stellt sieben Zyklen für folgende Sonderanwendungen zur Verfügung:

Zyklus	Softkey	Seite
2 TS KALIBRIEREN: Radius-Kalibrierung des schaltenden Tastsystems		Seite 461
9 TS KAL. LAENGE: Längen-Kalibrierung des schaltenden Tastsystems		Seite 462
3 MESSEN Messzyklus zur Erstellung von Hersteller-Zyklen		Seite 463
4 MESSEN 3D Messzyklus für 3D-Antastung zur Erstellung von Hersteller-Zyklen		Seite 465
440 ACHSVERSCHIEBUNG MESSEN		Seite 467
441 SCHNELLES ANTASTEN		Seite 470
460 TS KALIBRIEREN: Radius- und Längenkalibrierung an einer Kalibrierkugel		Seite 472

17.2 TS KALIBRIEREN (Zyklus 2)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 2 kalibriert ein schaltendes Tastsystem automatisch an einem Kalibrierring oder einem Kalibrierzapfen.

1. Das Tastsystem fährt mit Eilvorschub (Wert aus MP6150) auf die Sichere Höhe (nur wenn aktuelle Position unterhalb der sicheren Höhe liegt)
2. Danach positioniert die TNC das Tastsystem in der Bearbeitungsebene ins Zentrum des Kalibrierrings (innen kalibrieren) oder in die Nähe des ersten Antastpunktes (außen kalibrieren)
3. Danach fährt das Tastsystem auf die Messtiefe (Ergibt sich aus Maschinen-Parameter 618x.2 und 6185.x) und tastet nacheinander in X+, Y+, X- und Y- den Kalibrierring an
4. Abschließend fährt die TNC das Tastsystem auf die Sichere Höhe und schreibt den wirksamen Radius der Tastkugel in die Kalibrierdaten

Beim Programmieren beachten!

Bevor Sie kalibrieren, müssen Sie in den Maschinen-Parametern 6180.0 bis 6180.2 das Zentrum des Kalibrierwerkstücks im Arbeitsraum der Maschine festlegen (REF-Koordinaten).

Wenn Sie mit mehreren Verfahrbereichen arbeiten, dann können Sie zu jedem Verfahrbereich einen eigenen Satz Koordinaten für das Zentrum des Kalibrierwerkstückes ablegen (MP6181.1 bis 6181.2 und MP6182.1 bis 6182.2.).

Zyklusparameter

- **Sichere Höhe** (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Kalibrierwerkstück (Spannmittel) erfolgen kann. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Radius Kalibrierring**: Radius des Kalibrierwerkstücks. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Innen kalibr.=0/außen kalibr.=1**: Festlegen, ob die TNC innen oder außen kalibrieren soll:
  0: Innen kalibrieren
  1: Außen kalibrieren

Beispiel: NC-Sätze

```
5 TCH PROBE 2.0 TS KALIBRIEREN
6 TCH PROBE
2.1 HOEHE: +50 R +25.003 MESSART: 0
```

17.3 TS KALIBRIEREN LAENGE (Zyklus 9)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 9 kalibriert die Länge eines schaltenden Tastsystems automatisch an einem von Ihnen festzulegenden Punkt.

1. Tastsystem so vorpositionieren, dass die im Zyklus definierte Koordinate in der Tastsystem-Achse kollisionsfrei angefahren werden kann
2. Die TNC fährt das Tastsystem in Richtung der negativen Werkzeug-Achse, bis ein Schaltsignal ausgelöst wird
3. Abschließend fährt die TNC das Tastsystem wieder zurück auf den Startpunkt des Antastvorganges und schreibt die wirksame Tastsystemlänge in die Kalibrierdaten

Zyklusparameter

- **Koordinate Bezugspunkt** (absolut): Exakte Koordinate des Punktes, der angetastet werden soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999
- **Bezugssystem? (0=IST/1=REF)**: Festlegen, auf welches Koordinatensystem sich der eingegebene Bezugspunktes beziehen soll:
  0: Eingegebener Bezugspunkt bezieht sich auf das aktive Werkstück-Koordinatensystem (IST-System)
  1: Eingegebener Bezugspunkt bezieht sich auf das aktive Maschinen-Koordinatensystem (REF-System)

Beispiel: NC-Sätze

```
5 L X-235 Y+356 R0 FMAX
6 TCH PROBE 9.0 TS KAL. LAENGE
7 TCH PROBE
9.1 BEZUGSPUNKT +50 BEZUGSSYSTEM 0
```

17.4 MESSEN (Zyklus 3)

Zyklusablauf

Der Tastsystem-Zyklus 3 ermittelt in einer wählbaren Antast-Richtung eine beliebige Position am Werkstück. Im Gegensatz zu anderen Messzyklen können Sie im Zyklus 3 den Messweg **ABST** und den Messvorschub **F** direkt eingeben. Auch der Rückzug nach Erfassung des Messwertes erfolgt um den eingebbaren Wert **MB**.

1. Das Tastsystem fährt von der aktuellen Position aus mit dem eingegebenen Vorschub in die festgelegte Antast-Richtung. Die Antast-Richtung ist über Polarwinkel im Zyklus festzulegen
2. Nachdem die TNC die Position erfasst hat, stoppt das Tastsystem. Die Koordinaten des Tastkugel-Mittelpunktes X, Y, Z, speichert die TNC in drei aufeinanderfolgenden Q-Parametern ab. Die TNC führt keine Längen- und Radiuskorrekturen durch. Die Nummer des ersten Ergebnisparameters definieren Sie im Zyklus
3. Abschließend fährt die TNC das Tastsystem um den Wert entgegen der Antast-Richtung zurück, den Sie im Parameter **MB** definiert haben

Beim Programmieren beachten!

Die genaue Funktionsweise des Tastsystem-Zyklus 3 legt Ihr Maschinenhersteller oder ein Softwarehersteller fest, der Zyklus 3 innerhalb von speziellen Tastsystemzyklen verwenden.

Die bei anderen Messzyklen wirksamen Maschinen-Parameter 6130 (maximaler Verfahrweg zum Antastpunkt) und 6120 (Antastvorschub) wirken nicht im Tastsystem-Zyklus 3.

Beachten Sie, dass die TNC grundsätzlich immer 4 aufeinanderfolgende Q-Parameter beschreibt.

Wenn die TNC keinen gültiger Antastpunkt ermitteln konnte, wird das Programm ohne Fehlermeldung weiter abgearbeitet. In diesem Fall weist die TNC dem 4. Ergebnis-Parameter den Wert -1 zu, so dass Sie selbst eine entsprechende Fehlerbehandlung durchführen können.

Die TNC 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 TNC 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 definiertre **Antast-Achse**, 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 Rückzugsweg**: Verfahrweg entgegen der Antast-Richtung, nachdem der Taststift ausgelenkt wurde. Die TNC verfährt das Tastsystem maximal bis zum Startpunkt zurück, so dass keine Kollision erfolgen kann. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Bezugssystem? (0=IST/1=REF)**: Festlegen, ob sich die Antastrichtung und das Messergebnis auf das aktuellen 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 und Messergebnis im **REF**-System ablegen
- **Fehlermodus (0=AUS/1=EIN)**: Festlegen, ob die TNC bei ausgelenktem Taststift am Zyklus-Anfang eine Fehlermeldung ausgeben soll oder nicht. Wenn Modus **1** gewählt ist, dann speichert die TNC im 4. Ergebnisparameter den Wert **2.0** und arbeitet den Zyklus weiter ab:
  0: Fehlermeldung ausgeben
  1: Keine Fehlermeldung ausgeben

Beispiel: NC-Sätze

```
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
```

17.5 MESSEN 3D (Zyklus 4, FCL 3-Funktion)

Zyklusablauf

Zyklus 4 ist ein Hilfszyklus, den Sie nur in Verbindung mit externer Software einsetzten können! Die TNC stellt keinen Zyklus zur Verfügung, mit dem Sie den Taster kalibrieren könnten.

Der Tastsystem-Zyklus 4 ermittelt in einer per Vektor definierbaren Antast-Richtung eine beliebige Position am Werkstück. Im Gegensatz zu anderen Messzyklen, können Sie im Zyklus 4 den Messweg und den Messvorschub direkt eingeben. Auch der Rückzug nach Erfassung des Messwertes erfolgt um einen eingebbaren Wert.

1. Das Tastsystem fährt von der aktuellen Position aus mit dem eingegebenen Vorschub in die festgelegte Antast-Richtung. Die Antast-Richtung ist über einen Vektor (Delta-Werte in X, Y und Z) im Zyklus festzulegen
2. Nachdem die TNC die Position erfasst hat, stoppt das Tastsystem. Die Koordinaten des Tastkugel-Mittelpunktes X, Y, Z, (ohne Verrechnung der Kalibrierdaten) speichert die TNC in drei aufeinanderfolgenden Q-Parametern ab. Die Nummer des ersten Parameters definieren Sie im Zyklus
3. Abschließend fährt die TNC das Tastsystem um den Wert entgegen der Antast-Richtung zurück, die Sie im Parameter **MB** definiert haben

Beim Programmieren beachten!

Die TNC 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 TNC den Tastkugel-Mittelpunkt unkorrigiert auf die definierte Position fährt!

Beachten Sie, dass die TNC grundzätzlich immer 4 aufeinanderfolgende Q-Parameter beschreibt. Wenn die TNC keinen gültiger Antastpunkt ermitteln konnte, enthält der 4. Ergebnis-Parameter den Wert -1.

Die TNC speichert die Messwerte ohne die Kalibrierdaten des Tastsystems zu verrechnen.

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 TNC den Wert der ersten Koordinate (X) zuweisen soll. 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 Rückzugsweg**: Verfahrweg entgegen der Antast-Richtung, nachdem der Taststift ausgelenkt wurde. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Bezugssystem? (0=IST/1=REF)**: Festlegen, ob das Messergebnis im aktuellen Koordinatensystem (**IST**, kann also verschoben oder verdreht sein) oder bezogen auf das Maschinen-Koordinatensystem (**REF**) abgelegt werden soll:
  0: Messergebnis im **IST**-System ablegen
  1: Messergebnis im **REF**-System ablegen

Beispiel: NC-Sätze

```
5 TCH PROBE 4.0 MESSEN 3D
6 TCH PROBE 4.1 Q1
7 TCH PROBE 4.2 IX-0.5 IY-1 IZ-1
8 TCH PROBE
4.3 ABST +45 F100 MB50 BEZUGSSYSTEM:0
```

17.6 ACHSVERSCHIEBUNG MESSEN (Tastsystem-Zyklus 440, DIN/ISO: G440)

Zyklusablauf

Mit dem Tastsystem-Zyklus 440 können Sie die Achsverschiebungen ihrer Maschine ermitteln. Dazu sollten Sie ein exakt vermessenes zylindrisches Kalibrierwerkzeug in Verbindung mit dem TT 130 verwenden.

1. Die TNC positioniert das Kalibrierwerkzeug mit Eilvorschub (Wert aus MP6550) und mit Positionierlogik (siehe Kapitel 1.2) in die Nähe des TT
2. Zuerst führt die TNC in der Tastsystemachse eine Messung durch. Dabei wird das Kalibrierwerkzeug um den Betrag versetzt, den Sie in der Werkzeug-Tabelle TOOL.T in der Spalte TT:R-OFFS festgelegt haben (Standard = Werkzeug-Radius). Die Messung in der Tastsystem-Achse wird immer durchgeführt
3. Anschließend führt die TNC die Messung in der Bearbeitungsebene durch. In welcher Achse und in welcher Richtung in der Bearbeitungsebene gemessen werden soll, legen Sie über den Parameter Q364 fest
4. Falls Sie eine Kalibrierung durchführen, legt die TNC die Kalibrierdaten intern ab. Wenn Sie eine Messung durchführen, vergleicht die TNC die Messwerte mit den Kalibrierdaten und schreibt die Abweichungen in folgende Q-Parameter:

Parameter-Nummer	Bedeutung
Q185	Abweichung vom Kalibrierwert in X
Q186	Abweichung vom Kalibrierwert in Y
Q187	Abweichung vom Kalibrierwert in Z

   Die Abweichung können Sie direkt verwenden, um über eine inkrementale Nullpunkt-Verschiebung (Zyklus 7) die Kompensation durchzuführen.
5. Abschließend fährt das Kalibrierwerkzeug zurück auf die Sichere Höhe

Beim Programmieren beachten!

Bevor Sie Zyklus 440 das erste Mal abarbeiten, müssen Sie das TT mit dem TT-Zyklus 30 kalibriert haben.

Die Werkzeug-Daten des Kalibrierwerkzeugs müssen in der Werkzeug-Tabelle TOOL.T hinterlegt sein.

Bevor der Zyklus abgearbeitet wird, müssen Sie das Kalibrierwerkzeug mit TOOL CALL aktivieren.

Das Tischtastsystem TT muss am Tastsystem-Eingang X13 der Logik-Einheit angeschlossen und funktionsfähig sein (Maschinen-Parameter 65xx).

Bevor Sie eine Messung durchführen, müssen Sie mindestens einmal kalibriert haben, ansonsten gibt die TNC eine Fehlermeldung aus. Wenn Sie mit mehreren Verfahrbereichen arbeiten, dann müssen Sie für jeden Verfahrbereich eine Kalibrierung durchführen.

Die Antastrichtung(en) beim Kalibrieren und Messen müssen übereinstimmen, ansonsten ermittelt die TNC falsche Werte.

Mit jedem Abarbeiten von Zyklus 440 setzt die TNC die Ergebnisparameter Q185 bis Q187 zurück.

Wenn Sie einen Grenzwert für die Achsverschiebung in den Achsen der Maschine festlegen wollen, dann tragen Sie in der Werkzeug-Tabelle TOOL.T in den Spalten LTOL (für die Spindelachse) und RTOL (für die Bearbeitungsebene) die gewünschten Grenzwerte ein. Beim Überschreiten der Grenzwerte gibt die TNC dann nach einer Kontrollmessung eine entsprechende Fehlermeldung aus.

Am Zyklusende stellt die TNC den Spindelzustand wieder her, der vor dem Zyklus aktiv war (**M3**/**M4**).

Zyklusparameter

- **Messart: 0=Kalibr., 1=Messen?** Q363: Festlegen, ob Sie kalibrieren oder eine Kontrollmessung durchführen wollen:
  0: Kalibrieren
  1: Messen
- **Antastrichtungen** Q364: Antastrichtung(en) in der Bearbeitungsebene definieren:
  0: Messen nur in positiver Hauptachsen-Richtung
  1: Messen nur in positiver Nebenachsen-Richtung
  2: Messen nur in negativer Hauptachsen-Richtung
  3: Messen nur in negativer Nebenachsen-Richtung
  4: Messen in positiver Hauptachsen- und in positiver Nebenachsen-Richtung
  5: Messen in positiver Hauptachsen- und in negativer Nebenachsen-Richtung
  6: Messen in negativer Hauptachsen- und in positiver Nebenachsen-Richtung
  7: Messen in negativer Hauptachsen- und in negativer Nebenachsen-Richtung
- **Sicherheits-Abstand** Q320 (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemscheibe. Q320 wirkt additiv zu MP6540. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Sichere Höhe** Q260 (absolut): Koordinate in der Tastsystem-Achse, in der keine Kollision zwischen Tastsystem und Werkstück (Spannmittel) erfolgen kann (bezogen auf den aktiven Bezugspunkt). Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**

Beispiel: NC-Sätze

```
5 TCH PROBE 440 ACHSVERSCHIEBUNG MESSEN
    Q363=1    ;MESSART
    Q364=0    ;ANTASTRICHTUNGEN
    Q320=2    ;SICHERHEITS-ABST.
    Q260=+50  ;SICHERE HOEHE
```

17.7 SCHNELLES ANTASTEN (Zyklus 441, DIN/ISO: G441, FCL 2-Funktion)

Zyklusablauf

Mit dem Tastsystem-Zyklus 441 können Sie verschiedene Tastsystem-Parameter (z.B. den Positioniervorschub) global für alle nachfolgend verwendeten Tastsystemzyklen setzen. Damit lassen sich auf einfache Weise Programmoptimierung durchführen, die zu kürzeren Gesamt-Bearbeitungszeiten führen.

Beim Programmieren beachten!

Beachten Sie vor dem Programmieren

Zyklus 441 führt keine Maschinenbewegungen aus, er setzt lediglich verschiedene Antast-Parameter.

END PGM, **M02**, **M30** setzt die globalen Einstellungen des Zyklus 441 wieder zurück.

Die automatische Winkelnachführung (Zyklus-Parameter **Q399**) können Sie nur aktivieren, wenn der Maschinen-Parameter 6165=1 gesetzt ist . Das Ändern des Maschinen-Parameters 6165 setzt eine Neukalibrierung des Tastsystems voraus.

Zyklusparameter

- **Positionier-Vorschub** Q396: Festlegen, mit welchem Vorschub Sie Positionierbewegungen des Tastsystems durchführen wollen. Eingabebereich 0 bis 99999,9999
- **Positionier-Vorschub=FMAX (0/1)** Q397: Festlegen, ob Sie Positionierbewegungen des Tastsystems mit **FMAX** (Maschineneilgang) verfahren wollen:
  0: Mit Vorschub aus **Q396** verfahren
  1: Mit **FMAX** verfahren
- **Winkelnachführung** Q399: Festlegen, ob die TNC das Tastsystem vor jedem Antast-Vorgang orientieren soll:
  0: Nicht orientieren
  1: Vor jedem Antast-Vorgang Spindel-Orientierung ausführen, um die Genauigkeit zu erhöhen
- **Automatische Unterbrechung** Q400: Festlegen, ob die TNC nach einem Messzyklus zur automatischen Werkstück-Vermessung den Programmlauf unterbrechen und die Messergebnisse am Bildschirm ausgeben soll:
  0: Programmlauf grundsätzlich nicht unterbrechen, auch wenn im jeweiligen Antastzyklus die Ausgabe der Messergebnisse auf den Bildschirm gewählt ist
  1: Programmlauf grundsätzlich unterbrechen, Messergebnisse am Bildschirm ausgeben. Programmlauf ist dann mit der NC-Start-Taste fortsetzbar

Beispiel: NC-Sätze

```
5 TCH PROBE 441 SCHNELLES ANTASTEN
    Q396=3000 ;POSITIONIER-VORSCHUB
    Q397=0    ;AUSWAHL VORSCHUB
    Q399=1    ;WINKELNACHFÜHRUNG
    Q400=1    ;UNTERBRECHUNG
```

17.8 TS KALIBRIEREN (Zyklus 460, DIN/ISO: G460)

Zyklusablauf

Mit dem Zyklus 460 können Sie ein schaltendes 3D-Tastsystem an einer exakten Kalibrierkugel automatisch kalibrieren. Es ist möglich nur eine Radiuskalibrierung, oder eine Radius- und Längenkalibrierung durchzuführen.

1. Kalibrierkugel aufspannen, auf Kollisionsfreiheit achten
2. Tastsystem in der Tastsystem-Achse über die Kalibrierkugel und in der Bearbeitungsebene ungefähr in die Kugelmitte positionieren
3. Die erste Bewegung im Zyklus erfolgt in die negative Richtung der Tastsystem-Achse
4. Anschließend ermittelt der Zyklus das exakte Kugelzentrum in der Tastsystem-Achse

Beim Programmieren beachten!

Beachten Sie vor dem Programmieren

Tastsystem im Programm so vorpositionieren, dass es ungefähr über der Kugelmitte steht.

Zyklusparameter

- **Exakter Kalibrierkugelradius** Q407: Exakten Radius der verwendeten Kalibrierkugel eingeben. Eingabebereich 0,0001 bis 99,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q320 (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu MP6140. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Fahren auf sichere Höhe** Q301: Festlegen, wie das Tastsystem zwischen den Messpunkten verfahren soll:
  0: Zwischen Messpunkten auf Messhöhe verfahren
  1: Zwischen Messpunkten auf Sicherer Höhe verfahren
  Alternativ **PREDEF**
- **Anzahl Antastungen Ebene (4/3)** Q423: Festlegen, ob die TNC die Kalibrierkugel in der Ebene mit 4 oder 3 Antastungen vermessen soll. 3 Antastungen erhöhen die Geschwindigkeit:
  4: 4 Messpunkte verwenden (Standardeinstellung)
  3: 3 Messpunkte verwenden
- **Bezugswinkel** Q380 (absolut): Bezugswinkel (Grunddrehung) für die Erfassung der Messpunkte im wirksamen Werkstück-Koordinatensystem. Das Definieren eines Bezugswinkels kann den Messbereich einer Achse erheblich vergrößern. Eingabebereich 0 bis 360,0000
- **Länge kalibrieren (0/1)** Q433: Festlegen, ob die TNC nach der Radiuskalibrierung auch die Tastsystem-Länge kalibrieren soll:
  0: Tastsystem-Länge nicht kalibrieren
  1: Tastsystem-Länge kalibrieren
- **Bezugspunkt für Länge** Q434 (absolut): Koordinate des Kalibrierkugel-Zentrums. Definition nur erforderlich, wenn Längenkalibrierung durchgeführt werden soll. Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999

Beispiel: NC-Sätze

```
5 TCH PROBE 460 TS KALIBRIEREN
    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
```

18

Tastsystemzyklen: Kinematik automatisch vermessen

18.1 Kinematik-Vermessung mit Tastsystemen TS (Option KinematicsOpt)

Grundlegendes

Die Genauigkeitsanforderungen, insbesondere auch im Bereich der 5-Achs-Bearbeitung, werden immer höher. So sollen komplexe Teile exakt und mit reproduzierbarer Genauigkeit auch über lange Zeiträume gefertigt werden können.

Grund für Ungenauigkeiten bei der Mehrachsbearbeitung sind - unter anderen - 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 neue TNC-Funktion **KinematicsOpt** ist ein wichtiger Baustein der hilft, diese komplexe Anforderung auch wirklich umsetzen zu können: Ein 3D Tastsystem-Zyklus 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 Zyklus-Definition lediglich für jede Drehachse separat den Bereich fest, den Sie vermessen wollen.

Aus den gemessenen Werten ermittelt die TNC 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 TNC stellt Zyklen zur Verfügung, mit denen Sie Ihre Maschinenkinematik automatisch sichern, wiederherstellen, prüfen und optimieren können:

Zyklus	Softkey	Seite
450 KINEMATIK SICHERN: Automatisches Sichern und Wiederherstellen von Kinematiken		Seite 478
451 KINEMATIK VERMESSEN: Automatisches Prüfen oder Optimieren der Maschinenkinematik		Seite 480
452 PRESET-KOMPENSATION: Automatisches Prüfen oder Optimieren der Maschinenkinematik		Seite 496

18.2 Voraussetzungen

Um KinematicsOpt nutzen zu können, müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- Die Software-Optionen 48 (KinematicsOpt) und 8 (Software-Option 1), sowie FCL3 müssen freigeschaltet sein
- Die Software-Option 52 (KinematicsComp) wird benötigt, wenn Kompensationen von Winkellagen durchgeführt werden soll
- 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. Wir empfehlen die Verwendung der Kalibrierkugeln **KKH 250** (Bestell-Nummer 655 475-01) oder **KKH 100** (Bestell-Nummer 655 475-02), 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)
- Im Maschinen-Parameter **MP6600** muss die Toleranzgrenze festgelegt sein, ab der die TNC einen Hinweis anzeigen soll, wenn die Änderungen an den Kinematikdaten über diesem Grenzwert liegen (siehe „KinematicsOpt, Toleranzgrenze für Modus Optimieren: MP6600" auf Seite 331)
- Im Maschinen-Parameter **MP6601** muss die maximal erlaubte Abweichung des von den Zyklen automatisch gemessenen Kalibrierkugelradius vom eingegebenen Zyklusparameter festgelegt sein (siehe „KinematicsOpt, erlaubte Abweichung Kalibrierkugelradius: MP6601" auf Seite 331)
- Im Maschinen-Parameter **MP 6602** muss die M-Funktions-Nummer eingetragen werden, die für die Drehachspositionierungen verwendet werden sollen, oder -1, wenn die NC die Positionierung durchführen soll. Eine M-Funktion muss von Ihrem Maschinenhersteller speziell für diesen Einsatz vorgesehen sein.

Beim Programmieren beachten!

Die KinematicsOpt-Zyklen verwenden die globalen Stringparameter **QS0** bis **QS99**. Bitte beachten Sie, dass diese nach der Ausführung dieser Zyklen verändert sein können!

Wenn MP 6602 ungleich -1 ist, dann müssen Sie vor Starten eines der KinematicsOpt-Zyklen (außer 450) die Drehachsen auf 0 Grad (IST-System) positionieren.

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

Zyklusablauf

Mit dem Tastsystem-Zyklus 450 können Sie die aktive Maschinenkinematik sichern, eine zuvor gesicherte Maschinenkinematik wiederherstellen oder den aktuellen Speicherstatus am Bildschirm und in ein Protokoll ausgeben lassen. Es stehen 10 Speicherplätze (Nummern 0 bis 9) zur Verfügung.

Beim Programmieren beachten!

Bevor Sie eine Kinematik-Optimierung 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.

Modus **Sichern**: Die TNC speichert grundsätzlich immer die zuletzt unter MOD eingegebene Schlüsselzahl (beliebige Schlüsselzahl definierbar) mit ab. Sie können dann diesen Speicherplatz nur durch Eingabe dieser Schlüsselzahl wieder überschreiben. Wenn Sie eine Kinematik ohne Schlüsselzahl gesichert haben, dann überschreibt die TNC diesen Speicherplatz beim nächsten Sicherungsvorgang ohne Rückfrage!

Modus **Herstellen**: Gesicherte Daten kann die TNC grundsätzlich nur in eine identische Kinematikbeschreibung zurückschreiben.

Modus **Herstellen**: Beachten Sie, dass eine Änderung der Kinematik immer auch eine Änderung des Presets zur Folge hat. Preset ggf. neu setzen.

Zyklusparameter

- **Modus (0/1/2)** Q410: Festlegen, ob Sie eine Kinematik sichern oder wiederherstellen wollen:
  0: Aktive Kinematik sichern
  1: Eine gespeicherte Kinematik widerherstellen
  2: Aktuellen Speicherstatus anzeigen
- **Speicherplatz (0…9)** Q409: Nummer des Speicherplatzes, auf den Sie die gesamte Kinematik sichern wollen, bzw. Nummer des Speicherplatzes von dem Sie die gespeicherte Kinematik wiederherstellen wollen. Eingabebereich 0 bis 9, ohne Funktion, wenn Modus 2 gewählt ist

Beispiel: NC-Sätze

```
5 TCH PROBE 450 KINEMATIK SICHERN
    Q410=0    ;MODUS
    Q409=1    ;SPEICHERPLATZ
```

Protokollfunktion

Die TNC erstellt nach dem Abarbeiten des Zyklus 450 ein Protokoll (**TCHPR450.TXT**), das folgende Daten enthält:

- Datum und Uhrzeit, an dem das Protokoll erstellt wurde
- Pfadname des NC-Programms, aus dem der Zyklus abgearbeitet wurde
- Durchgeführter Modus (0=sichern/1=herstellen/2=Speicherstatus)
- Nummer des Speicherplatzes (0 bis 9)
- Zeilennummer der Kinematik aus der Kinematik-Tabelle
- Schlüsselzahl, sofern Sie eine Schlüsselzahl direkt vor Ausführung von Zyklus 450 eingegeben haben

Die weiteren Daten im Protokoll hängen vom gewählten Modus ab:

- Modus 0:
  Protokollierung aller Achs- und Transformationseinträge der Kinematikkette, die die TNC gesichert hat
- Modus 1:
  Protokollierung aller Transformationseinträge vor und nach der Wiederherstellung
- Modus 2:
  Auflistung des aktuellen Speicherstatus am Bildschirm und im Textprotokoll mit Speicherplatznumer, Schlüsselzahlen, Kinematiknummer und Sicherungsdatum

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

Zyklusablauf

Mit dem Tastsystem-Zyklus 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** (Bestell-Nummer 655 475-01) oder **KKH 100** (Bestell-Nummer 655 475-02) , die eine besonders hohe Steifigkeit aufweisen und speziell für die Maschinenkalibrierung konstruiert wurden. Setzen Sie sich bei Interesse mit HEIDENHAIN in Verbindung.

Die TNC 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 Tastsystem-Achse über die Kalibrierkugel und in der Bearbeitungsebene in die Kugelmitte positionieren

3 Programmlauf-Betriebsart wählen und Kalibrier-Programm starten

4 Die TNC vermisst automatisch nacheinander alle Drehachsen in der von Ihnen definierten Feinheit

5 Die Messwerte speichert die TNC in folgenden Q-Parametern:

Parameter-Nummer	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 Maschinen-Parameter
Q148	Offsetfehler in Y-Richtung, zur manuellen Übernahme in den entsprechenden Maschinen-Parameter
Q149	Offsetfehler in Z-Richtung, zur manuellen Übernahme in den entsprechenden Maschinen-Parameter

Positionierrichtung

Die Positionierrichtung der zu vermessenden Rundachse ergibt sich aus dem von Ihnen im Zyklus definierten Start- und Endwinkel. Bei 0° erfolgt automatisch eine Referenzmessung. Die TNC gibt einen Fehler aus, wenn sich durch die Wahl von Startwinkel, Endwinkel und Anzahl Messpunkte eine Messposition bei 0° ergibt.

Start- und Endwinkel so wählen, dass dieselbe Position von der TNC nicht doppelt vermessen wird. Eine doppelte Messpunktaufnahme (z.B. Messposition +90° und -270°) ist, wie erwähnt, 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

Achtung Kollisionsgefahr!

Zum Positionieren muss sich die Achse aus dem Hirthraster bewegen. Achten Sie deshalb auf einen ausreichend großen Sicherheits-Abstand, damit es zu keiner Kollision zwischen Tastsystem und Kalibrierkugel kommt. Gleichzeitig darauf achten, dass zum Anfahren des Sicherheits-Abstands genügend Platz ist (Software-Endschalter).

Rückzugshöhe **Q408** größer 0 definieren, wenn Software-Option 2 (**M128**, **FUNCTION TCPM**) nicht vefügbar ist.

Die TNC rundet ggf. die Messpositionen so, dass sie in das Hirth-Raster passen (abhängig von Startwinkel, Endwinkel und Anzahl Messpunkte).

Abhängig von der Maschinenkonfiguration kann die TNC die Drehachsen nicht automatisch positionieren. In diesem Fall benötigen Sie eine spezielle M-Funktion vom Maschinenhersteller, über die die TNC die Drehachsen bewegen kann. Im Maschinen-Parameter **MP6602** muss der Maschinenhersteller dazu die Nummer der M-Funktion eingetragen haben.

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 mit einer geringen Anzahl an Messpunkten (1-2) durchführen.

Eine anschließende Feinoptimierung führen Sie dann mit mittlerer Messpunktanzahl (empfohlener Wert = 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 3 Messpunkten auf 90°, 180° und 270°.

Wenn Sie die Genauigkeit entsprechend prüfen wollen, dann können Sie im Modus **Prüfen** eine höhere Anzahl an Messpunkten angeben.

Sie dürfen einen Messpunkt nicht bei 0°, bzw. 360°, definieren. Diese Positionen liefern keine messtechnisch relevanten Daten und führen zu einer Fehlermeldung!

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 können 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 Rundachse. 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 Messkugel an unterschiedlichen Positionen im Maschinenkoordinatensystem anbringen.

Die von der TNC 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 Rundachsen 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 über Maschinen-Parameter **MP6165** aktivieren. Dadurch erhöhen Sie generell die Genauigkeiten beim Messen mit einem 3D-Tastsystem.

Ggf. für die Dauer der Vermessung die Klemmung der Rundachsen 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, bzw. dass 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 TNC als Überfahrtswinkel verwendet. Der Zyklus führt dann pro Drehachse zwei Messungen aus. Wenn Sie den Winkelwert 0 übernehmen, dann ermittelt die TNC keine Lose.

Die TNC führt keine automatische Kompensation der Lose durch.

Ist der Messkreisradius < 1 mm, so führt die TNC keine Ermittlung der Lose mehr durch. Je größer der Messkreisradius ist, desto genauer kann die TNC die Drehachslose bestimmen (siehe auch „Protokollfunktion" auf Seite 493).

Wenn Maschinen-Parameter **MP6602** gesetzt ist, oder die Achse eine Hirth-Achse ist, dann ist keine Ermittlung der Lose möglich.

Beim Programmieren beachten!

Darauf achten, dass alle Funktionen zum Schwenken der Bearbeitungsebene zurückgesetzt sind. **M128** oder **FUNCTION TCPM** werden ausgeschaltet.

Die Position der Kalibrierkugel auf dem Maschinentisch so wählen, dass beim Messvorgang keine Kollision erfolgen kann.

Vor der Zyklus-Definition 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 Maschinen-Parameter **MP6602** ungleich -1 (PLC-Makro positioniert Drehachsen) definiert ist, dann starten Sie eine Messung nur, wenn alle Drehachsen auf 0° stehen.

Die TNC verwendet als Positioniervorschub zum Anfahren der Antasthöhe in der Tastsystem-Achse den kleineren Wert aus Zyklus-Parameter **Q253** und Maschinen-Parameter **MP6150**. Drehachsbewegungen führt die TNC grundsätzlich mit Positioniervorschub **Q253** aus, dabei ist die Tasterüberwachung inaktiv.

Wenn im Modus Optimieren die ermittelten Kinematikdaten über dem erlaubten Grenzwert (**MP6600**) liegen, gibt die TNC 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 Presets zur Folge hat. Nach einer Optimierung den Preset neu setzen.

Die TNC ermittelt bei jedem Antastvorgang zunächst den Radius der Kalibrierkugel. Weicht der ermittelte Kugelradius vom eingegebenen Kugelradius mehr ab, als Sie im Maschinen-Parameter **MP6601** definiert haben, gibt die TNC eine Fehlermeldung aus und beendet die Vermessung.

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 wieder herstellen können.

Inch-Programmierung: Messergebnisse und Protokolldaten gibt die TNC grundsätzlich in mm aus.

Die TNC ignoriert Angaben in der Zyklus-Definition für nicht aktive Achsen.

Zyklusparameter

- **Modus (0/1/2)** Q406: Festlegen, ob die TNC die aktive Kinematik prüfen oder optimieren soll:
  0: Aktive Maschinenkinematik prüfen. Die TNC vermisst die Kinematik in den von Ihnen definierten Drehachsen, führt jedoch keine Änderungen an der aktiven Kinematik durch. Die Messergebnisse zeigt die TNC in einem Messprotokoll an
  1: Aktive Maschinenkinematik optimieren. Die TNC vermisst die Kinematik in den von Ihnen definierten Drehachsen und **optimiert die Position** der Drehachsen der aktiven Kinematik
  2: Aktive Maschinenkinematik optimieren. Die TNC vermisst die Kinematik in den von Ihnen definierten Drehachsen und **optimiert die Position und kompensiert den Winkel** der Drehachsen der aktiven Kinematik. Option KinematicsComp muss für Modus 2 freigeschaltet sein
- **Exakter Kalibrierkugelradius** Q407: Exakten Radius der verwendeten Kalibrierkugel eingeben. Eingabebereich 0,0001 bis 99,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q320 (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu MP6140. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Rückzugshöhe** Q408 (absolut): Eingabebereich 0,0001 bis 99999,9999
  - Eingabe 0:
    Keine Rückszugshöhe anfahren, die TNC fährt die nächste Messposition in der zu vermessenden Achse an. Nicht erlaubt für Hirthachsen! Die TNC fährt die erste Messposition in der Reihenfolge A, dann B, dann C an
  - Eingabe >0:
    Rückzugshöhe im ungeschwenkten Werkstückkoordinatensystem, auf den die TNC vor einer Drehachspositionierung die Spindelachse positioniert. Zusätzlich positioniert die TNC das Tastsystem in der Bearbeitungsebene auf den Nullpunkt. Tasterüberwachung in diesem Modus nicht aktiv, Positioniergeschwindigkeit im Parameter Q253 definieren

Beispiel: Kalibrierprogramm

```
4 TOOL CALL "TASTER" Z
5 TCH PROBE 450 KINEMATIK SICHERN
    Q410=0    ;MODUS
    Q409=5    ;SPEICHERPLATZ
6 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=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 MESSPUNKTE
    Q431=1    ;PRESET SETZEN
    Q432=0    ;WINKELBEREICH LOSE
```

- **Vorschub Vorpositionieren** Q253: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Positionieren in mm/min. Eingabebereich 0,0001 bis 99999,9999 alternativ **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**
- **Bezugswinkel** Q380 (absolut): Bezugswinkel (Grunddrehung) für die Erfassung der Messpunkte im wirksamen Werkstückkoordinatensystem. Das Definieren eines Bezugswinkels kann den Messbereich einer Achse erheblich vergrößern. Eingabebereich 0 bis 360,0000
- **Startwinkel A-Achse** Q411 (absolut): Startwinkel in der A-Achse, an dem die erste Messung erfolgen soll. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Endwinkel A-Achse** Q412 (absolut): Endwinkel in der A-Achse, an dem die letzte Messung erfolgen soll. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Anstellwinkel A-Achse** Q413: Anstellwinkel der A-Achse, in dem die anderen Drehachsen vermessen werden sollen. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Anzahl Messpunkte A-Achse** Q414: Anzahl der Antastungen, die die TNC zur Vermessung der A-Achse verwenden soll. Bei Eingabe = 0 führt die TNC keine Vermessung dieser Achse durch. Eingabebereich 0 bis 12
- **Startwinkel B-Achse** Q415 (absolut): Startwinkel in der B-Achse, an dem die erste Messung erfolgen soll. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Endwinkel B-Achse** Q416 (absolut): Endwinkel in der B-Achse, an dem die letzte Messung erfolgen soll. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Anstellwinkel B-Achse** Q417: Anstellwinkel der B-Achse, in dem die anderen Drehachsen vermessen werden sollen. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Anzahl Messpunkte B-Achse** Q418: Anzahl der Antastungen, die die TNC zur Vermessung der B-Achse verwenden soll. Bei Eingabe = 0 führt die TNC keine Vermessung dieser Achse durch. Eingabebereich 0 bis 12

- **Startwinkel C-Achse** Q419 (absolut): Startwinkel in der C-Achse, an dem die erste Messung erfolgen soll. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Endwinkel C-Achse** Q420 (absolut): Endwinkel in der C-Achse, an dem die letzte Messung erfolgen soll. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Anstellwinkel C-Achse** Q421: Anstellwinkel der C-Achse, in dem die anderen Drehachsen vermessen werden sollen. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Anzahl Messpunkte C-Achse** Q422: Anzahl der Antastungen, die die TNC zur Vermessung der C-Achse verwenden soll. Eingabebereich 0 bis 12. Bei Eingabe = 0 führt die TNC keine Vermessung dieser Achse durch
- **Anzahl Messpunkte** Q423: Festlegen, mit wie vielen Antastungen die TNC die Kalibrierkugel in der Ebene Antastungen vermessen soll. Eingabebereich 3 bis 8 Messungen
- **Preset setzen (0/1/2/3)** Q431: Festlegen, ob die TNC den aktiven Preset (Bezugspunkt) automatisch ins Kugelzentrum setzen soll:
  0: Preset nicht automatisch ins Kugelzentrum setzen: Preset manuell vor Zyklusstart setzen
  1: Preset vor der Vermessung automatisch ins Kugelzentrum setzen: Tastsystem manuell vor dem Zyklusstart über der Kalibrierkugel vorpositionieren
  2: Preset nach der Vermessung automatisch ins Kugelzentrum setzen: Preset manuell vor Zyklusstart setzen
  3: Preset vor und nach der Messung ins Kugelzentrum setzen: Tastsystem manuell vor dem Zyklusstart über der Kalibrierkugel vorpositionieren
- **Winkelbereich Lose** Q432: 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 TNC keine Vermessung der Lose durch. Eingabebereich: -3,0000 bis +3,0000

Wenn Sie das Preset setzen vor der Vermessung aktiviert haben (Q431 = 1/3), dann positionieren Sie vor Zyklusstart das Tastsystem ungefähr mittig über die Kalibrierkugel.

Verschiedene Modi (Q406)

- **Modus „Prüfen“ Q406 = 0**
  - Die TNC vermisst die Drehachsen in den definierten Positionen und ermittelt daraus die statische Genauigkeit der Schwenktransformation
  - Die TNC protokolliert Ergebnisse einer möglichen Positionsoptimierung, nimmt jedoch keine Anpassungen vor
- **Modus „Position“ optimieren Q406 = 1**
  - Die TNC vermisst die Drehachsen in den definierten Positionen und ermittelt daraus die statische Genauigkeit der Schwenktransformation
  - Dabei versucht die TNC, die Position der Drehachse im Kinematikmodell so zu verändern, das eine höhere Genauigkeit erreicht wird
  - Die Anpassungen der Maschinendaten erfolgen automatisch
- **Modus „Position und Winkel“ optimieren Q406 = 2**
  - Die TNC vermisst die Drehachsen in den definierten Positionen und ermittelt daraus die statische Genauigkeit der Schwenktransformation
  - Die TNC versucht zuerst, die Winkellage der Drehachse über eine Kompensation zu optimieren (Option #52 KinematicsComp).
  - Konnte die TNC eine Winkeloptimierung durchführen, so optimiert die TNC automatisch die Position eine weitere Messreihe durchzuführen

Für eine Optimierung der Winkel muss der Maschinenhersteller die Konfiguration entsprechend angepasst haben. Ob das der Fall ist und ob eine Winkeloptimierung sinnvoll ist, erfragen Sie bei Ihrem Maschinenhersteller. Vor allem an kleinen, kompakten Maschinen kann eine Optimierung der Winkel Verbesserungen bringen.

Eine Kompensation der Winkel ist nur mit der Option #52 **KinematicsComp** möglich.

Beispiel: Winkel- und Positionsoptimierung der Drehachsen mit vorausgehendem automatischem Bezugspunktsetzen

```
1 TOOL CALL "TS640" Z
2 TCH PROBE 451 KINEMATIK VERMESSEN
     Q406=2    ;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 MESSPUNKTE
     Q431=1    ;PRESET SETZEN
     Q432=0    ;WINKELBEREICH LOSE
```

Protokollfunktion

Die TNC erstellt nach dem Abarbeiten des Zyklus 451 ein Protokoll **(TCHPR451.TXT)**, das folgende Daten enthält:

- 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 (Preset-Verschiebung)
  - Bewertung der Messpunkte
  - Messunsicherheit für Drehachsen

Erläuterungen zu den Protokollwerten

- **Ausgaben der Fehler**
  Im Modus Prüfen (**Q406=0**) gibt die TNC die durch eine Optimierung erreichbare Genauigkeit, bzw. bei einer Optimierung (Modus 1 und 2) die erzielten Genauigkeiten aus.
  Konnte die Winkellage einer Drehachse berechnet werden, dann erscheinen die gemessenen Daten ebenfalls im Protokoll.
- **Streuung**
  Den aus der Statistik stammenden Begriff Streuung verwendet die TNC im Protokoll als Maß für die Genauigkeit. Die **gemessene Streuung** sagt aus, dass 68.3% der tatsächlich gemessenen Raumfehler innerhalb dieser angegebenen Streuung liegen (+/-). Die **optimierte Streuung** sagt aus, dass 68.3% der zu erwartenden Raumfehler nach der Korrektur der Kinematik innerhalb dieser angegebenen Streuung liegen (+/-).
- **Bewertung der Messpunkte**
  Die Bewertungszahlen sind ein Maß für die Qualität der Messpositionen in Bezug auf die änderbaren Transformationen des Kinematikmodells. Je höher die Bewertungszahl ist, desto besser konnte die TNC die Optimierung berechnen.

  Da die TNC für die Positionsbestimmung einer Drehachse immer zwei Transformationen benötigt, werden auch zwei Bewertungen pro Drehachse ermittelt. Fehlt hier eine Bewertung komplett, so ist die Position der Rundachse im Kinematikmodell nicht vollständig beschrieben. Je größer die Bewertungszahl ist, desto eher wird mit einer Anpassung der Transformation eine Änderung der Abweichungen an den Messpunkten erzielt. Die Bewertungszahlen sind von den gemessenen Fehlern unabhängig, sie werden bestimmt durch das Kinematikmodell und der Position, sowie Anzahl der Messpunkte pro Drehachse.

  Die Bewertungszahl jeder Rundachse sollte einen Wert von **2** nicht unterschreiten, anzustreben sind Werte größer oder gleich **4**.

Sind die Bewertungszahlen zu klein, dann vergrößern Sie den Messbereich der Drehachse, oder auch die Anzahl der Messpunkte. Sollten Sie durch diese Maßnahme keine Verbesserung der Bewertungszahl erreichen, kann dies an einer fehlerhaften Kinematikbeschreibung liegen. Ggf. Kundendienst benachrichtigen.

Messunsicherheit für Winkel

Die Messunsicherheit gibt die TNC immer in Grad / 1 µm Systemunsicherheit an. Diese Information ist wichtig, um die Qualität der gemessenen Positionierfehler oder der Lose einer Drehachse abschätzen zu können.

In die Systemunsicherheit fließen mindestens die Wiederholgenauigkeiten der Achsen (Lose), bzw. die Positionsunsicherheit der Linearachsen (Positionierfehler) sowie die des Messtasters ein. Da der TNC die Genauigkeit des Gesamtsystems nicht bekannt ist, müssen Sie eine eigene Abschätzung durchführen.

- Beispiel für die Unsicherheit der errechneten Positionierfehler:
  - Positionsunsicherheit jeder Linearachse: 10µm
  - Unsicherheit des Messtasters: 2µm
  - protokollierte Messunsicherheit: 0,0002 °/µm
  - Systemunsicherheit = SQRT(3 * 10^2 + 2^2) = 17,4 µm
  - Messunsicherheit = 0,0002 °/µm * 17,4 µm = 0,0034°
- Beispiel für die Unsicherheit der errechneten Lose:
  - Wiederholgenauigkeit jeder Linearachse: 5 µm
  - Unsicherheit des Messtasters: 2 µm
  - protokollierte Messunsicherheit: 0,0002 °/µm
  - Systemunsicherheit = SQRT(3 * 5^2 + 2^2) = 8,9 µm
  - Messunsicherheit = 0,0002 °/µm * 8,9 µm = 0,0018°

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

Zyklusablauf

Mit dem Tastsystem-Zyklus 452 können Sie die kinematische Transformationskette Ihrer Maschine optimieren (siehe „KINEMATIK VERMESSEN (Zyklus 451, DIN/ISO: G451, Option)" auf Seite 480). Anschließend korrigiert die TNC ebenfalls im Kinematikmodell das Werkstückkoordinatensystem so, daß der aktuelle Preset nach der Optimierung im Zentrum der Kalibrierkugel ist.

Mit diesem Zyklus können Sie beispielsweise Wechselköpfe untereinander abstimmen.

1. Kalibrierkugel aufspannen
2. Referenzkopf mit Zyklus 451 vollständig vermessen und abschließend vom Zyklus 451 den Preset 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 beispielsweise eine Drift der Maschine kompensieren. Dieser Vorgang ist auch auf einer Maschine ohne Drehachsen möglich.

1. Kalibrierkugel aufspannen, auf Kollisionsfreiheit achten
2. Preset in der Kalibrierkugel setzen
3. Preset am Werkstück setzen und Bearbeitung des Werkstücks starten
4. Mit Zyklus 452 in regelmäßigen Abständen eine Presetkompensation ausführen. Dabei erfaßt die TNC die Drift der beteiligten Achsen und korrigiert diese in der Kinematik

Parameter-Nummer	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 Maschinen-Parameter
Q148	Offsetfehler in Y-Richtung, zur manuellen Übernahme in den entsprechenden Maschinen-Parameter
Q149	Offsetfehler in Z-Richtung, zur manuellen Übernahme in den entsprechenden Maschinen-Parameter

Beim Programmieren beachten!

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. **M128** oder **FUNCTION TCPM** werden ausgeschaltet.

Die Position der Kalibrierkugel auf dem Maschinentisch so wählen, dass beim Messvorgang keine Kollision erfolgen kann.

Vor der Zyklus-Definition müssen Sie den Bezugspunkt ins Zentrum der Kalibrierkugel gesetzt und diesen aktiviert haben.

Wählen Sie bei Achsen ohne separatem Lagemesssystem die Messpunkte so, daß Sie 1 Grad Verfahrweg bis zum Endschalter haben. Die TNC benötigt diesen Weg für die interne Lose-Kompensation.

Die TNC verwendet als Positioniervorschub zum Anfahren der Antasthöhe in der Tastsystem-Achse den kleineren Wert aus Zyklus-Parameter **Q253** und Maschinen-Parameter MP6150. Drehachsbewegungen führt die TNC grundsätzlich mit Positioniervorschub **Q253** aus, dabei ist die Tasterüberwachung inaktiv.

Wenn im Modus Optimieren die ermittelten Kinematikdaten über dem erlaubten Grenzwert (**MP6600**) liegen, gibt die TNC 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 Presets zur Folge hat. Nach einer Optimierung den Preset neu setzen.

Die TNC ermittelt bei jedem Antastvorgang zunächst den Radius der Kalibrierkugel. Weicht der ermittelte Kugelradius vom eingegebenen Kugelradius mehr ab, als Sie im Maschinen-Parameter **MP6601** definiert haben, gibt die TNC eine Fehlermeldung aus und beendet die Vermessung.

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 wieder herstellen können.

Inch-Programmierung: Messergebnisse und Protokolldaten gibt die TNC grundsätzlich in mm aus.

Zyklusparameter

- **Exakter Kalibrierkugelradius** Q407: Exakten Radius der verwendeten Kalibrierkugel eingeben. Eingabebereich 0,0001 bis 99,9999
- **Sicherheits-Abstand** Q320 (inkremental): Zusätzlicher Abstand zwischen Messpunkt und Tastsystemkugel. Q320 wirkt additiv zu MP6140. Eingabebereich 0 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Rückzugshöhe** Q408 (absolut): Eingabebereich 0,0001 bis 99999,9999
  - Eingabe 0:
    Keine Rückszugshöhe anfahren, die TNC fährt die nächste Messposition in der zu vermessenden Achse an. Nicht erlaubt für Hirthachsen! Die TNC fährt die erste Messposition in der Reihenfolge A, dann B, dann C an
  - Eingabe >0:
    Rückzugshöhe im ungeschwenkten Werkstückkoordinatensystem, auf den die TNC vor einer Drehachspositionierung die Spindelachse positioniert. Zusätzlich positioniert die TNC das Tastsystem in der Bearbeitungsebene auf den Nullpunkt. Tasterüberwachung in diesem Modus nicht aktiv, Positioniergeschwindigkeit im Parameter Q253 definieren
- **Vorschub Vorpositionieren** Q253: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs beim Positionieren in mm/min. Eingabebereich 0,0001 bis 99999,9999 alternativ **FMAX**, **FAUTO PREDEF**
- **Bezugswinkel** Q380 (absolut): Bezugswinkel (Grunddrehung) für die Erfassung der Messpunkte im wirksamen Werkstückkoordinatensystem. Das Definieren eines Bezugswinkels kann den Messbereich einer Achse erheblich vergrößern. Eingabebereich 0 bis 360,0000
- **Startwinkel A-Achse** Q411 (absolut): Startwinkel in der A-Achse, an dem die erste Messung erfolgen soll. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Endwinkel A-Achse** Q412 (absolut): Endwinkel in der A-Achse, an dem die letzte Messung erfolgen soll. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Anstellwinkel A-Achse** Q413: Anstellwinkel der A-Achse, in dem die anderen Drehachsen vermessen werden sollen. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Anzahl Messpunkte A-Achse** Q414: Anzahl der Antastungen, die die TNC zur Vermessung der A-Achse verwenden soll. Bei Eingabe = 0 führt die TNC keine Vermessung dieser Achse durch. Eingabebereich 0 bis 12

Beispiel: Kalibrierprogramm

```
4 TOOL CALL "TASTER" Z
5 TCH PROBE 450 KINEMATIK SICHERN
    Q410=0    ;MODUS
    Q409=5    ;SPEICHERPLATZ
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 MESSPUNKTE
    Q432=0    ;WINKELBEREICH LOSE
```

- **Startwinkel B-Achse** Q415 (absolut): Startwinkel in der B-Achse, an dem die erste Messung erfolgen soll. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Endwinkel B-Achse** Q416 (absolut): Endwinkel in der B-Achse, an dem die letzte Messung erfolgen soll. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Anstellwinkel B-Achse** Q417: Anstellwinkel der B-Achse, in dem die anderen Drehachsen vermessen werden sollen. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Anzahl Messpunkte B-Achse** Q418: Anzahl der Antastungen, die die TNC zur Vermessung der B-Achse verwenden soll. Bei Eingabe = 0 führt die TNC keine Vermessung dieser Achse durch. Eingabebereich 0 bis 12
- **Startwinkel C-Achse** Q419 (absolut): Startwinkel in der C-Achse, an dem die erste Messung erfolgen soll. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Endwinkel C-Achse** Q420 (absolut): Endwinkel in der C-Achse, an dem die letzte Messung erfolgen soll. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Anstellwinkel C-Achse** Q421: Anstellwinkel der C-Achse, in dem die anderen Drehachsen vermessen werden sollen. Eingabebereich -359,999 bis 359,999
- **Anzahl Messpunkte C-Achse** Q422: Anzahl der Antastungen, die die TNC zur Vermessung der C-Achse verwenden soll. Bei Eingabe = 0 führt die TNC keine Vermessung dieser Achse durch. Eingabebereich 0 bis 12
- **Anzahl Messpunkte** Q423: Festlegen, mit wie vielen Antastungen die TNC die Kalibrierkugel in der Ebene Antastungen vermessen soll. Eingabebereich 3 bis 8 Messungen
- **Winkelbereich Lose** Q432: 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 TNC 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 Preset 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 Preset (mit Q431 = 2 oder 3 in Zyklus 451) nach dem Vermessen des Referenzkopfes

Beispiel: 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 MESSPUNKTE
    Q431=3    ;PRESET SETZEN
    Q432=0    ;WINKELBEREICH LOSE
```

- Einwechseln des zweiten Wechselkopfes
- 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 augeblendet)
- Den Preset und die Position der Kalibrierkugel dürfen Sie während des gesamten Vorgangs nicht verändern
- Alle weiteren Wechselköpfe können Sie auf die gleiche Weise angepassen

Der Kopfwechsel ist eine maschinenspezifische Funktion. Beachten Sie das Maschinenhandbuch.

Beispiel: 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 MESSPUNKTE
    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 Preset (mit Q432 = 2 oder 3 in Zyklus 451) nach dem Vermessen der Kinematik
- Setzen Sie dann die Presets für Ihre Werkstücke und starten Sie die Bearbeitung

Beispiel: 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 MESSPUNKTE
    Q431=3    ;PRESET SETZEN
    Q432=0    ;WINKELBEREICH LOSE
```

- Erfassen Sie in regelmäßigen Intervallen die Drift der Achsen
- Tastsystem einwechseln
- Preset in der Kalibrierkugel aktivieren
- Vermessen Sie mit Zyklus 452 die Kinematik
- Den Preset und die Position der Kalibrierkugel dürfen Sie während des gesamten Vorgangs nicht verändern

Dieser Vorgang ist auch möglich auf Maschinen ohne Drehachsen

Beispiel: 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 MESSPUNKTE
    Q432=0    ;WINKELBEREICH LOSE
```

Protokollfunktion

Die TNC erstellt nach dem Abarbeiten des Zyklus 452 ein Protokoll **(TCHPR452.TXT)**, 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 (Preset-Verschiebung)
  - Bewertung der Messpunkte
  - Messunsicherheit für Drehachsen

Erläuterungen zu den Protokollwerten

(siehe „Erläuterungen zu den Protokollwerten" auf Seite 494)

19

Tastsystemzyklen: Werkzeuge automatisch vermessen

19.1 Grundlagen

Übersicht

Maschine und TNC 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.

Mit dem Tischtastsystem und den Werkzeug-Vermessungszyklen der TNC vermessen Sie Werkzeuge automatisch: Die Korrekturwerte für Länge und Radius werden von der TNC im zentralen Werkzeugspeicher TOOL.T abgelegt und automatisch am Ende des Antast-Zyklus verrechnet. Folgende Vermessungsarten stehen zur Verfügung:

- Werkzeug-Vermessung mit stillstehendem Werkzeug
- Werkzeug-Vermessung mit rotierendem Werkzeug
- Einzelschneiden-Vermessung

Die Zyklen zur Werkzeug-Vermessung programmieren Sie in der Betriebsart Programm-Einspeichern/Editieren über die Taste TOUCH PROBE. Folgende Zyklen stehen zur Verfügung:

Zyklus	Neues Format	Altes Format	Seite
TT kalibrieren, Zyklen 30 und 480	480 CAL.	30 CAL.	Seite 513
Kabelloses TT 449 kalibrieren, Zyklus 484	484		Seite 514
Werkzeug-Länge vermessen, Zyklen 31 und 481	481	31	Seite 515
Werkzeug-Radius vermessen, Zyklen 32 und 482	482	32	Seite 517
Werkzeug-Länge und -Radius vermessen, Zyklen 33 und 483	483	33	Seite 519

Die Vermessungszyklen arbeiten nur bei aktivem zentralen Werkzeugspeicher TOOL.T.

Bevor Sie mit den Vermessungszyklen arbeiten, müssen Sie alle zur Vermessung erforderlichen Daten im zentralen Werkzeugspeicher eingetragen und das zu vermessende Werkzeug mit TOOL CALL aufgerufen haben.

Sie können Werkzeuge auch bei geschwenkter Bearbeitungsebene vermessen.

Unterschiede zwischen den Zyklen 31 bis 33 und 481 bis 483

Der Funktionsumfang und der Zyklus-Ablauf ist 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**

Maschinen-Parameter einstellen

Die TNC verwendet für die Vermessung mit stehender Spindel den Antast-Vorschub aus MP6520.

Beim Vermessen mit rotierendem Werkzeug berechnet die TNC die Spindeldrehzahl und den Antast-Vorschub automatisch.

Die Spindeldrehzahl berechnet sich dabei wie folgt:

n = MP6570 / (r • 0,0063) mit

n	Drehzahl [U/min]
MP6570	Maximal zulässige Umlaufgeschwindigkeit [m/min]
r	Aktiver Werkzeug-Radius [mm]

Der Antast-Vorschub berechnet sich aus:

v = Messtoleranz • n mit

v	Antast-Vorschub [mm/min]
Messtoleranz	Messtoleranz [mm], abhängig von MP6507
n	Drehzahl [1/min]

Mit MP6507 stellen Sie die Berechnung des Antast-Vorschubs ein:

MP6507=0:

Die Messtoleranz bleibt konstant – unabhängig vom Werkzeug-Radius. Bei sehr großen Werkzeugen reduziert sich der Antast-Vorschub jedoch zu Null. Dieser Effekt macht sich um so früher bemerkbar, je kleiner Sie die maximale Umlaufgeschwindigkeit (MP6570) und die zulässige Toleranz (MP6510) wählen.

MP6507=1:

Die Messtoleranz verändert sich mit zunehmendem Werkzeug-Radius. Das stellt auch bei großen Werkzeug-Radien noch einen ausreichenden Antast-Vorschub sicher. Die TNC verändert die Messtoleranz nach folgender Tabelle:

Werkzeug-Radius	Messtoleranz
bis 30 mm	MP6510
30 bis 60 mm	2 • MP6510
60 bis 90 mm	3 • MP6510
90 bis 120 mm	4 • MP6510

MP6507=2:

Der Antast-Vorschub bleibt konstant, der Messfehler wächst jedoch linear mit größer werdendem Werkzeug-Radius:

Messtoleranz = (r • MP6510)/ 5 mm) mit

r	Aktiver Werkzeug-Radius [mm]
MP6510	Maximal zulässiger Messfehler

Eingaben in der Werkzeug-Tabelle TOOL.T

Abk.	Eingaben	Dialog
CUT	Anzahl der Werkzeug-Schneiden (max. 20 Schneiden)	**Anzahl der Schneiden?**
LTOL	Zulässige Abweichung von der Werkzeug-Länge L für Verschleiß-Erkennung. Wird der eingegebene Wert überschritten, sperrt die TNC das Werkzeug (Status **L**). Eingabebereich: 0 bis 0,9999 mm	**Verschleiß-Toleranz: Länge?**
RTOL	Zulässige Abweichung vom Werkzeug-Radius R für Verschleiß-Erkennung. Wird der eingegebene Wert überschritten, sperrt die TNC das Werkzeug (Status **L**). Eingabebereich: 0 bis 0,9999 mm	**Verschleiß-Toleranz: Radius?**
DIRECT.	Schneid-Richtung des Werkzeugs für Vermessung mit drehendem Werkzeug	**Schneid-Richtung (M3 = –)?**
TT:R-OFFS	Längenvermessung: Versatz des Werkzeugs zwischen Stylus-Mitte und Werkzeug-Mitte. Voreinstellung: Werkzeug-Radius R (Taste NO ENT erzeugt **R**)	**Werkzeug-Versatz Radius?**
TT:L-OFFS	Radiusvermessung: zusätzlicher Versatz des Werkzeugs zu MP6530 zwischen Stylus-Oberkante und Werkzeug-Unterkante. Voreinstellung: 0	**Werkzeug-Versatz Länge?**
LBREAK	Zulässige Abweichung von der Werkzeug-Länge L für Bruch-Erkennung. Wird der eingegebene Wert überschritten, sperrt die TNC das Werkzeug (Status **L**). Eingabebereich: 0 bis 0,9999 mm	**Bruch-Toleranz: Länge?**
RBREAK	Zulässige Abweichung vom Werkzeug-Radius R für Bruch-Erkennung. Wird der eingegebene Wert überschritten, sperrt die TNC das Werkzeug (Status **L**). Eingabebereich: 0 bis 0,9999 mm	**Bruch-Toleranz: Radius?**

Eingabebeispiele für gängige Werkzeug-Typen

Werkzeug-Typ	CUT	TT:R-OFFS	TT:L-OFFS
Bohrer	– (ohne Funktion)	0 (kein Versatz erforderlich, da Bohrerspitze gemessen werden soll)	
Zylinderfräser mit Durchmesser < 19 mm	4 (4 Schneiden)	0 (kein Versatz erforderlich, da Werkzeug-Durchmesser kleiner ist als der Tellerdurchmesser des TT)	0 (kein zusätzlicher Versatz bei der Radiusvermessung erforderlich. Versatz wird aus MP6530 verwendet)
Zylinderfräser mit Durchmesser > 19 mm	4 (4 Schneiden)	R (Versatz erforderlich, da Werkzeug-Durchmesser größer ist als der Tellerdurchmesser des TT)	0 (kein zusätzlicher Versatz bei der Radiusvermessung erforderlich. Versatz wird aus MP6530 verwendet)
Radiusfräser	4 (4 Schneiden)	0 (kein Versatz erforderlich, da Kugel-Südpol gemessen werden soll)	5 (immer Werkzeug-Radius als Versatz definieren, damit der Durchmesser nicht im Radius gemessen wird)

Messergebnisse anzeigen

In der zusätzlichen Status-Anzeige können Sie die Ergebnisse der Werkzeug-Vermessung einblenden (in den Maschinen-Betriebsarten). Die TNC zeigt dann links das Programm und rechts die Messergebnisse an. Messwerte, die die zulässige Verschleißtoleranz überschritten haben, kennzeichnet die TNC mit einem „*“– Messwerte, die die zulässige Bruchtoleranz überschritten haben, mit einem „B“.

19.2 TT kalibrieren (Zyklus 30 oder 480, DIN/ISO: G480)

Zyklusablauf

Das TT kalibrieren Sie mit dem Messzyklus TCH PROBE 30 oder TCH PROBE 480 (siehe auch „Unterschiede zwischen den Zyklen 31 bis 33 und 481 bis 483" auf Seite 509). Der Kalibrier-Vorgang läuft automatisch ab. Die TNC ermittelt auch automatisch den Mittenversatz des Kalibrierwerkzeugs. Dazu dreht die TNC die Spindel nach der Hälfte des Kalibrier-Zyklus um 180°.

Als Kalibrier-Werkzeug verwenden Sie ein exakt zylindrisches Teil, z.B. einen Zylinderstift. Die Kalibrier-Werte speichert die TNC und berücksichtigt sie bei nachfolgenden Werkzeug-Vermessungen.

Das Kalibrierwerkzeug sollte einen Durchmesser größer 15 mm besitzen und ca. 50 mm aus dem Spannfutter herausstehen. Bei dieser Konstellation entsteht eine Verbiegung von 0.1 µm pro 1 N Antastkraft.

Beim Programmieren beachten!

Die Funktionsweise des Kalibrierzyklus ist abhängig von Maschinen-Parameter 6500. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Bevor Sie kalibrieren, müssen Sie den genauen Radius und die genaue Länge des Kalibrier-Werkzeugs in der Werkzeug-Tabelle TOOL.T eintragen.

In den Maschinen-Parametern 6580.0 bis 6580.2 muss die Lage des TT im Arbeitsraum der Maschine festgelegt sein.

Wenn Sie einen der Maschinen-Parameter 6580.0 bis 6580.2 ändern, müssen Sie neu kalibrieren.

Zyklusparameter

- **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 TNC das Kalibrierwerkzeug automatisch über den Teller (Sicherheitszone aus MP6540). Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**

Beispiel: NC-Sätze altes Format

```
6 TOOL CALL 1 Z
7 TCH PROBE 30.0 TT KALIBRIEREN
8 TCH PROBE 30.1 HOEHE: +90
```

Beispiel: NC-Sätze 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)

Grundlegendes

Mit dem Zyklus 484 kalibrieren Sie das kabellose Infrarot-Tischtastsystem TT 449. Der Kalibriervorgang läuft nicht vollautomatisch ab, da die Positioin des TT's auf dem Maschinentisch nicht festgelegt ist.

Zyklusablauf

- Kalibrierwerkzeug einwechseln
- Kalibrierzyklus definieren und starten
- Kalibrierwerkzeug manuell über die Mitte des Tastsystems positionieren und den Anweisungen im Überblendfenster folgen. Darauf achten, dass das Kalibrierwerkzeug über der Messfläche des Tastelementes steht

Der Kalibrier-Vorgang läuft halbautomatisch ab. Die TNC ermittelt auch den Mittenversatz des Kalibrierwerkzeugs. Dazu dreht die TNC die Spindel nach der Hälfte des Kalibrier-Zyklus um 180°.

Als Kalibrier-Werkzeug verwenden Sie ein exakt zylindrisches Teil, z.B. einen Zylinderstift. Die Kalibrier-Werte speichert die TNC und berücksichtigt sie bei nachfolgenden Werkzeug-Vermessungen.

Das Kalibrierwerkzeug sollte einen Durchmesser größer 15 mm besitzen und ca. 50 mm aus dem Spannfutter herausstehen. Bei dieser Konstellation entsteht eine Verbiegung von 0.1 µm pro 1 N Antastkraft.

Beim Programmieren beachten!

Die Funktionsweise des Kalibrierzyklus ist abhängig von Maschinen-Parameter 6500. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Bevor Sie kalibrieren, müssen Sie den genauen Radius und die genaue Länge des Kalibrier-Werkzeugs in der Werkzeug-Tabelle TOOL.T eintragen.

Wenn Sie die Position des TT auf dem Tisch verändern, müssen Sie neu kalibrieren.

Zyklusparameter

Zyklus 484 besitzt keine Zyklusparameter.

19.4 Werkzeug-Länge vermessen (Zyklus 31 oder 481, DIN/ISO: G481)

Zyklusablauf

Zum Vermessen der Werkzeug-Länge programmieren Sie den Mess-Zyklus TCH PROBE 31 oder TCH PROBE 481 (siehe auch „Unterschiede zwischen den Zyklen 31 bis 33 und 481 bis 483" auf Seite 509). Über Eingabe-Parameter können Sie die Werkzeug-Länge auf drei verschiedene Arten bestimmen:

- Wenn der Werkzeug-Durchmesser größer als der Durchmesser der Messfläche des TT ist, dann vermessen Sie mit rotierendem Werkzeug
- Wenn der Werkzeug-Durchmesser kleiner als der Durchmesser der Messfläche des TT ist oder wenn Sie die Länge von Bohrern oder Radiusfräsern bestimmen, dann vermessen Sie mit stillstehendem Werkzeug
- Wenn der Werkzeug-Durchmesser größer als der Durchmesser der Messfläche des TT ist, dann führen Sie eine Einzelschneiden-Vermessung 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 Werkzeug-Tabelle unter Werkzeug-Versatz: Radius (**TT: 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 Werkzeug-Versatz: Radius (**TT: R-OFFS**) in der Werkzeug-Tabelle mit „0" ein.

Ablauf „Einzelschneiden-Vermessung"

Die TNC positioniert das zu vermessende Werkzeug seitlich vom Tastkopf vor. Die Werkzeug-Stirnfläche befindet sich dabei unterhalb der Tastkopf-Oberkante wie in MP6530 festgelegt. In der Werkzeug-Tabelle können Sie unter Werkzeug-Versatz: Länge (**TT: L-OFFS**) einen zusätzlichen Versatz festlegen. Die TNC 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 Spindel-Orientierung. 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 Schneid-Richtung des jeweiligen Werkzeugs in die Werkzeug-Tabelle TOOL.T ein.

Eine Einzelschneidenvermessung können Sie für Werkzeuge mit **bis zu 99 Schneiden** ausführen. In der Status-Anzeige zeigt die TNC die Messwerte von maximal 24 Schneiden an.

Zyklusparameter

- **Werkzeug messen=0 / prüfen=1**: Festlegen, ob das Werkzeug zum ersten Mal vermessen wird oder ob Sie ein bereits vermessenes Werkzeug überprüfen möchten. Bei der Erstvermessung überschreibt die TNC die Werkzeug-Länge L im zentralen Werkzeugspeicher TOOL.T und setzt den Delta-Wert DL = 0. Falls Sie ein Werkzeug prüfen, wird die gemessene Länge mit der Werkzeug-Länge L aus TOOL.T verglichen. Die TNC berechnet die Abweichung vorzeichenrichtig und trägt diese als Delta-Wert DL in TOOL.T ein. Zusätzlich steht die Abweichung auch im Q-Parameter Q115 zur Verfügung. Wenn der Delta-Wert größer ist als die zulässige Verschleiß- oder Bruch-Toleranz für die Werkzeug-Länge, dann sperrt die TNC das Werkzeug (Status L in TOOL.T)
- **Parameter-Nr. für Ergebnis?**: Parameter-Nummer, in der die TNC 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 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 TNC das Werkzeug automatisch über den Teller (Sicherheitszone aus MP6540). Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Schneidenvermessung 0=Nein / 1=Ja**: Festlegen, ob eine Einzelschneiden-Vermessung durchgeführt werden soll (maximal 99 Schneiden vermessbar)

Beispiel: 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
```

Beispiel: 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: NC-Sätze; 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 Werkzeug-Radius vermessen (Zyklus 32 oder 482, DIN/ISO: G482)

Zyklusablauf

Zum Vermessen des Werkzeug-Radius programmieren Sie den Mess-Zyklus TCH PROBE 32 oder TCH PROBE 482 (siehe auch „Unterschiede zwischen den Zyklen 31 bis 33 und 481 bis 483" auf Seite 509). Über Eingabe-Parameter können Sie den Werkzeug-Radius auf zwei Arten bestimmen:

- Vermessung mit rotierendem Werkzeug
- Vermessung mit rotierendem Werkzeug und anschließender Einzelschneiden-Vermessung

Die TNC positioniert das zu vermessende Werkzeug seitlich vom Tastkopf vor. Die Fräserstirnfläche befindet sich dabei unterhalb der Tastkopf-Oberkante, wie in MP6530 festgelegt. Die TNC tastet mit rotierendem Werkzeug radial an. Falls zusätzlich eine Einzelschneiden-Vermessung durchgeführt werden soll, werden die Radien aller Schneiden mittels Spindel-Orientierung 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 Schneid-Richtung des jeweiligen Werkzeugs in die Werkzeug-Tabelle TOOL.T ein.

Zylinderförmige Werkzeuge mit Diamantoberfläche können mit stehender Spindel vermessen werden. Dazu müssen Sie in der Werkzeugtabelle die Schneidenanzahl CUT mit 0 definieren und Maschinen-Parameter 6500 anpassen. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Eine Einzelschneidenvermessung können Sie für Werkzeuge mit **bis zu 99 Schneiden** ausführen. In der Status-Anzeige zeigt die TNC die Messwerte von maximal 24 Schneiden an.

Zyklusparameter

- **Werkzeug messen=0 / prüfen=1**: Festlegen, ob Sie das Werkzeug zum ersten Mal vermessen oder ob ein bereits vermessenes Werkzeug überprüft werden soll. Bei der Erstvermessung überschreibt die TNC den Werkzeug-Radius R im zentralen Werkzeugspeicher TOOL.T und setzt den Delta-Wert DR = 0. Falls Sie ein Werkzeug prüfen, wird der gemessene Radius mit dem Werkzeug-Radius R aus TOOL.T verglichen. Die TNC berechnet die Abweichung vorzeichenrichtig und trägt diese als Delta-Wert DR in TOOL.T ein. Zusätzlich steht die Abweichung auch im Q-Parameter Q116 zur Verfügung. Wenn der Delta-Wert größer ist als die zulässige Verschleiß- oder Bruch-Toleranz für den Werkzeug-Radius, dann sperrt die TNC das Werkzeug (Status L in TOOL.T)
- **Parameter-Nr. für Ergebnis?**: Parameter-Nummer, in der die TNC 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 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 TNC das Werkzeug automatisch über den Teller (Sicherheitszone aus MP6540). Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Schneidenvermessung 0=Nein / 1=Ja**: Festlegen, ob zusätzlich eine Einzelschneiden-Vermessung durchgeführt werden soll oder nicht (maximal 99 Schneiden vermessbar)

Beispiel: 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
```

Beispiel: 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: NC-Sätze; 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)

Zyklusablauf

Um das Werkzeug komplett zu vermessen (Länge und Radius), programmieren Sie den Mess-Zyklus TCH PROBE 33 oder TCH PROBE 482 (siehe auch „Unterschiede zwischen den Zyklen 31 bis 33 und 481 bis 483" auf Seite 509). Der Zyklus eignet sich besonders für die Erstvermessung von Werkzeugen, da – verglichen mit der Einzelvermessung von Länge und Radius – ein erheblicher Zeitvorteil besteht. Über Eingabe-Parameter können Sie das Werkzeug auf zwei Arten vermessen:

- Vermessung mit rotierendem Werkzeug
- Vermessung mit rotierendem Werkzeug und anschließender Einzelschneiden-Vermessung

Die TNC vermisst das Werkzeug nach einem fest programmierten Ablauf. Zunächst wird der Werkzeug-Radius und anschließend die Werkzeug-Länge vermessen. Der Messablauf entspricht den Abläufen aus Messzyklus 31 und 32.

Beim Programmieren beachten!

Bevor Sie Werkzeuge zum ersten Mal vermessen, tragen Sie den ungefähren Radius, die ungefähre Länge, die Anzahl der Schneiden und die Schneid-Richtung des jeweiligen Werkzeugs in die Werkzeug-Tabelle TOOL.T ein.

Zylinderförmige Werkzeuge mit Diamantoberfläche können mit stehender Spindel vermessen werden. Dazu müssen Sie in der Werkzeugtabelle die Schneidenanzahl CUT mit 0 definieren und Maschinen-Parameter 6500 anpassen. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Eine Einzelschneidenvermessung können Sie für Werkzeuge mit **bis zu 99 Schneiden** ausführen. In der Status-Anzeige zeigt die TNC die Messwerte von maximal 24 Schneiden an.

Zyklusparameter

- **Werkzeug messen=0 / prüfen=1**: Festlegen, ob das Werkzeug zum ersten Mal vermessen wird oder ob Sie ein bereits vermessenes Werkzeug überprüfen möchten. Bei der Erstvermessung überschreibt die TNC den Werkzeug-Radius R und die Werkzeug-Länge L im zentralen Werkzeugspeicher TOOL.T und setzt die Delta-Werte DR und DL = 0. Falls Sie ein Werkzeug prüfen, werden die gemessenen Werkzeug-Daten mit den Werkzeug-Daten aus TOOL.T verglichen. Die TNC berechnet die Abweichungen vorzeichenrichtig und trägt diese als Delta-Werte DR und DL in TOOL.T ein. Zusätzlich stehen die Abweichungen auch in den Q-Parametern Q115 und Q116 zur Verfügung. Wenn einer der Delta-Werte größer ist als die zulässigen Verschleiß- oder Bruch-Toleranzen, dann sperrt die TNC das Werkzeug (Status L in TOOL.T)
- **Parameter-Nr. für Ergebnis?**: Parameter-Nummer, in der die TNC 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 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 TNC das Werkzeug automatisch über den Teller (Sicherheitszone aus MP6540). Eingabebereich -99999,9999 bis 99999,9999 alternativ **PREDEF**
- **Schneidenvermessung 0=Nein / 1=Ja**: Festlegen, ob zusätzlich eine Einzelschneiden-Vermessung durchgeführt werden soll oder nicht (maximal 99 Schneiden vermessbar)

Beispiel: 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
```

Beispiel: 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: NC-Sätze; neues Format

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 483 WERKZEUG MESSEN
    Q340=1    ;PRUEFEN
    Q260=+100 ;SICHERE HOEHE
    Q341=1    ;SCHNEIDENVERMESSUNG
```

Übersichtstabelle

Bearbeitungszyklen

Zyklus-Nummer	Zyklus-Bezeichnung	DEF-aktiv	CALL-aktiv	Seite
7	Nullpunkt-Verschiebung	■		Seite 279
8	Spiegeln	■		Seite 287
9	Verweilzeit	■		Seite 309
10	Drehung	■		Seite 289
11	Maßfaktor	■		Seite 291
12	Programm-Aufruf	■		Seite 310
13	Spindel-Orientierung	■		Seite 312
14	Konturdefinition	■		Seite 189
19	Bearbeitungsebene schwenken	■		Seite 295
20	Kontur-Daten SL II	■		Seite 194
21	Vorbohren SL II		■	Seite 196
22	Räumen SL II		■	Seite 198
23	Schlichten Tiefe SL II		■	Seite 202
24	Schlichten Seite SL II		■	Seite 203
25	Konturzug		■	Seite 207
26	Maßfaktor Achsspezifisch	■		Seite 293
27	Zylinder-Mantel		■	Seite 227
28	Zylinder-Mantel Nutenfräsen		■	Seite 230
29	Zylinder-Mantel Steg		■	Seite 233
30	3D-Daten abarbeiten		■	Seite 261
32	Toleranz	■		Seite 313
39	Zylinder-Mantel Außenkontur		■	Seite 236
200	Bohren		■	Seite 79
201	Reiben		■	Seite 81
202	Ausdrehen		■	Seite 83
203	Universal-Bohren		■	Seite 87

Zyklus-Nummer	Zyklus-Bezeichnung	DEF-aktiv	CALL-aktiv	Seite
204	Rückwärts-Senken		■	Seite 91
205	Universal-Tiefbohren		■	Seite 95
206	Gewindebohren mit Ausgleichsfutter, neu		■	Seite 111
207	Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter, neu		■	Seite 113
208	Bohrfräsen		■	Seite 99
209	Gewindebohren mit Spanbruch		■	Seite 116
220	Punktemuster auf Kreis	■		Seite 177
221	Punktemuster auf Linien	■		Seite 180
230	Abzeilen		■	Seite 263
231	Regelfläche		■	Seite 265
232	Planfräsen		■	Seite 269
240	Zentrieren		■	Seite 77
241	Einlippen-Bohren		■	Seite 102
247	Bezugspunkt Setzen	■		Seite 286
251	Rechtecktasche Komplettbearbeitung		■	Seite 145
252	Kreistasche Komplettbearbeitung		■	Seite 150
253	Nutenfräsen		■	Seite 154
254	Runde Nut		■	Seite 159
256	Rechteckzapfen Komplettbearbeitung		■	Seite 164
257	Kreiszapfen Komplettbearbeitung		■	Seite 168
262	Gewindefräsen		■	Seite 121
263	Senkgewindefräsen		■	Seite 124
264	Bohrgewindefräsen		■	Seite 128
265	Helix-Bohrgewindefräsen		■	Seite 132
267	Aussengewindefräsen		■	Seite 136
270	Konturzug-Daten	■		Seite 205
275	Konturnut Trochoidal		■	Seite 209

Tastsystemzyklen

Zyklus-Nummer	Zyklus-Bezeichnung	DEF-aktiv	CALL-aktiv	Seite
0	Bezugsebene	■		Seite 416
1	Bezugspunkt polar	■		Seite 417
2	TS kalibrieren Radius	■		Seite 461
3	Messen	■		Seite 463
4	Messen 3D	■		Seite 465
9	TS kalibrieren Länge	■		Seite 462
30	TT kalibrieren	■		Seite 513
31	Werkzeug-Länge messen/prüfen	■		Seite 515
32	Werkzeug-Radius messen/prüfen	■		Seite 517
33	Werkzeug-Länge und -Radius messen/prüfen	■		Seite 519
400	Grunddrehung über zwei Punkte	■		Seite 336
401	Grunddrehung über zwei Bohrungen	■		Seite 339
402	Grunddrehung über zwei Zapfen	■		Seite 342
403	Schieflage mit Drehachse kompensieren	■		Seite 345
404	Grunddrehung setzen	■		Seite 349
405	Schieflage mit C-Achse kompensieren	■		Seite 350
408	Bezugspunkt-Setzen Mitte Nut (FCL 3-Funktion)	■		Seite 359
409	Bezugspunkt-Setzen Mitte Steg (FCL 3-Funktion)	■		Seite 363
410	Bezugspunkt-Setzen Rechteck innen	■		Seite 366
411	Bezugspunkt-Setzen Rechteck aussen	■		Seite 370
412	Bezugspunkt-Setzen Kreis innen (Bohrung)	■		Seite 374
413	Bezugspunkt-Setzen Kreis aussen (Zapfen)	■		Seite 378
414	Bezugspunkt-Setzen Ecke aussen	■		Seite 382
415	Bezugspunkt-Setzen Ecke innen	■		Seite 387
416	Bezugspunkt-Setzen Lochkreis-Mitte	■		Seite 391
417	Bezugspunkt-Setzen Tastsystem-Achse	■		Seite 395
418	Bezugspunkt-Setzen Mitte von vier Bohrungen	■		Seite 397
419	Bezugspunkt-Setzen einzelne, wählbare Achse	■		Seite 401

Zyklus-Nummer	Zyklus-Bezeichnung	DEF-aktiv	CALL-aktiv	Seite
420	Werkstück messen Winkel	■		Seite 419
421	Werkstück messen Kreis innen (Bohrung)	■		Seite 422
422	Werkstück messen Kreis aussen (Zapfen)	■		Seite 426
423	Werkstück messen Rechteck innen	■		Seite 430
424	Werkstück messen Rechteck aussen	■		Seite 434
425	Werkstück messen Breite innen (Nut)	■		Seite 438
426	Werkstück messen Breite aussen (Steg)	■		Seite 441
427	Werkstück messen einzelne, wählbare Achse	■		Seite 444
430	Werkstück messen Lochkreis	■		Seite 447
431	Werkstück messen Ebene	■		Seite 451
440	Achsverschiebung messen	■		Seite 467
441	Schnelles Antasten: Globale Tastsystem-Parameter setzen (FCL 2-Funktion)	■		Seite 470
450	KinematicsOpt: Kinematik sichern (Option)	■		Seite 478
451	KinematicsOpt: Kinematik vermessen (Option)	■		Seite 480
452	KinematicsOpt: Preset-Kompensation (Option)	■		Seite 480
460	TS kalibrieren: Radius- und Längenkalibrierung an einer Kalibrierkugel	■		Seite 472
480	TT kalibrieren	■		Seite 513
481	Werkzeug-Länge messen/prüfen	■		Seite 515
482	Werkzeug-Radius messen/prüfen	■		Seite 517
483	Werkzeug-Länge und -Radius messen/prüfen	■		Seite 519
484	Infrarot-TT kalibrieren	■		Seite 514

Symbole
3D-Daten abarbeiten ... 261
3D-Tastsysteme ... 46, 326
kalibrieren
schaltendes ... 461, 462

A
Antastvorschub ... 331
Antastzyklen
für den Automatik-Betrieb ... 328
Ausdrehen ... 83
Ausräumen:Siehe SL-Zyklen, Räumen
Automatische Werkzeug-Vermessung ... 511

B
Bearbeitungsebene schwenken ... 295
Leitfaden ... 302
Zyklus ... 295
Bearbeitungsmuster ... 62
Bezugspunkt
in Nullpunkt-Tabelle speichern ... 358
in Preset-Tabelle speichern ... 358
Bezugspunkt automatisch setzen ... 356
Ecke außen ... 382
Ecke innen ... 387
in der Tastsystem-Achse ... 395
in einer beliebigen Achse ... 401
Mitte von 4 Bohrungen ... 397
Mittelpunkt einer Kreistasche (Bohrung) ... 374
Mittelpunkt einer Rechtecktasche ... 366
Mittelpunkt eines Kreiszapfens ... 378
Mittelpunkt eines Lochkreises ... 391
Mittelpunkt eines Rechteckzapfens ... 370
Nutmitte ... 359
Stegmitte ... 363
Bohren ... 79, 87, 95
Vertiefter Startpunkt ... 98, 103
Bohrfräsen ... 99
Bohrgewindefräsen ... 128
Bohrung vermessen ... 422
Bohrzyklen ... 76
Breite außen messen ... 441
Breite innen messen ... 438

D
Drehung ... 289

E
Ebenenwinkel messen ... 451
Einlippen-Bohren ... 102
Einzelne Koordinate messen ... 444
Entwicklungsstand ... 8
Ergebnis-Parameter ... 358, 413

F
FCL-Funktion ... 8

G
Gewindebohren
mit Ausgleichsfutter ... 111
mit Spanbruch ... 116
ohne Ausgleichsfutter ... 113, 116
Gewindefräsen außen ... 136
Gewindefräsen Grundlagen ... 119
Gewindefräsen innen ... 121
Globale Einstellungen ... 470
Gravieren ... 317
Grunddrehung
direkt setzen ... 349
während des Programmlaufs erfassen ... 334

H
Hartfräsen ... 209
Helix-Bohrgewindefräsen ... 132

I
Interpolationsdrehen ... 320

K
KinematicsOpt ... 476
Kinematik vermessen ... 480
Preset-Kompensation ... 496
Kinematik-Vermessung ... 476
Genauigkeit ... 485
Hirthverzahnung ... 483
Kalibriermethoden ... 486, 501, 503
Kinematik sichern ... 478
Kinematik vermessen ... 480, 496
Lose ... 487
Messpunktwahl ... 484
Messstellenwahl ... 484
Protokollfunktion ... 479, 493, 505
Voraussetzungen ... 477

K
Kontur-Zug ... 207
Kontur-Zug 3D ... 215
Konturzug-Daten ... 205
Konturzyklen ... 186
Koordinaten-Umrechnung ... 278
Kreis außen messen ... 426
Kreis innen messen ... 422
Kreistasche
Schruppen+Schlichten ... 150
Kreiszapfen ... 168

L
Lochkreis ... 177
Lochkreis messen ... 447

M
Maschinen-Parameter für 3D-Tastsystem ... 329
Maßfaktor ... 291
Maßfaktor achsspezifisch ... 293
Mehrfachmessung ... 330
Messergebnisse in Q-Parametern ... 358, 413
Messergebnisse protokollieren ... 411
Muster-Definition ... 62

N
Nullpunkt-Verschiebung
im Programm ... 279
mit Nullpunkt-Tabellen ... 280
Nutbreite messen ... 438
Nutenfräsen
Konturnut ... 209
Schruppen+Schlichten ... 154

P
Planfräsen ... 269
Positionierlogik ... 332
Preset-Tabelle ... 358
Programm-Aufruf
über Zyklus ... 310
Punktemuster
auf Kreis ... 177
auf Linien ... 180
Übersicht ... 176
Punkte-Tabellen ... 70

R
Rechtecktasche
Schruppen+Schlichten ... 145
Rechtecktasche vermessen ... 434
Rechteckzapfen ... 164
Rechteckzapfen vermessen ... 430
Regelfläche ... 265
Reiben ... 81
Rückwärts-Senken ... 91
Runde Nut
Schruppen+Schlichten ... 159

S
Schnelles Antasten ... 470
Schwenken der
Bearbeitungsebene ... 295
Seitenschlichten ... 203
Senkgewindefräsen ... 124
SL-Zyklen
Ausräumen ... 198
Grundlagen ... 186, 255
Kontur-Daten ... 194
Kontur-Zug ... 207
Kontur-Zug 3D ... 215
Konturzug-Daten ... 205
Schlichten Seite ... 203
Schlichten Tiefe ... 202
Überlagerte Konturen ... 190, 249
Vorbohren ... 196
Zyklus Kontur ... 189
SL-Zyklen mit einfacher
Konturformel ... 255
SL-Zyklen mit komplexer
Konturformel ... 244
Spiegeln ... 287
Spindel-Orientierung ... 312
Status der Messung ... 413
Steg außen messen ... 441

T
Tastsystem automatisch
kalibrieren ... 472
Tiefbohren ... 95, 102
Vertiefter Startpunkt ... 98, 103
Tiefenschlichten ... 202
Toleranz-Überwachung ... 414

U
Universal-Bohren ... 87, 95

V
Vertiefter Startpunkt beim
Bohren ... 98, 103
Vertrauensbereich ... 330
Verweilzeit ... 309

W
Wärmedehnung messen ... 467
Werkstücke vermessen ... 410
Werkstück-Schieflage kompensieren
durch Messung zweier Punkte einer
Geraden ... 336
über eine Drehachse ... 345, 350
über zwei Bohrungen ... 339
über zwei Kreiszapfen ... 342
Werkzeug-Korrektur ... 414
Werkzeug-Überwachung ... 414
Werkzeug-Vermessung ... 511
Komplett vermessen ... 519
Maschinen-Parameter ... 509
Messergebnisse anzeigen ... 512
TT kalibrieren ... 513, 514
Werkzeug-Länge ... 515
Werkzeug-Radius ... 517
Winkel einer Ebene messen ... 451
Winkel messen ... 419
Wirbelfräsen ... 209

Z
Zentrieren ... 77
Zyklen und Punkte-Tabellen ... 73
Zyklus
aufrufen ... 53
definieren ... 52
Zylinder-Mantel
Kontur bearbeiten ... 227
Konturfräsen ... 236
Nut bearbeiten ... 230
Steg bearbeiten ... 233

HEIDENHAIN

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH
Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5
83301 Traunreut, Germany
☏ +49 8669 31-0
FAX +49 8669 5061
E-mail: info@heidenhain.de

Technical support FAX +49 8669 32-1000
Measuring systems ☏ +49 8669 31-3104
E-mail: service.ms-support@heidenhain.de
TNC support ☏ +49 8669 31-3101
E-mail: service.nc-support@heidenhain.de
NC programming ☏ +49 8669 31-3103
E-mail: service.nc-pgm@heidenhain.de
PLC programming ☏ +49 8669 31-3102
E-mail: service.plc@heidenhain.de
Lathe controls ☏ +49 8669 31-3105
E-mail: service.lathe-support@heidenhain.de

www.heidenhain.de

3D-Tastsysteme von HEIDENHAIN

helfen Ihnen, Nebenzeiten zu reduzieren:

Zum Beispiel

- Werkstücke ausrichten
- Bezugspunkte setzen
- Werkstücke vermessen
- 3D-Formen digitalisieren

mit den Werkstück-Tastsystemen
TS 220 mit Kabel
TS 640 mit Infrarot-Übertragung

- Werkzeuge vermessen
- Verschleiß überwachen
- Werkzeugbruch erfassen

mit dem Werkzeug-Tastsystem
TT 140

670 388-12 · Ver02 · SW07 · Printed in Germany · 11/2011 · H